

Luca Mizzan*-Giuseppe Moretti

DATI SULL'INSEDIAMENTO E SULL'ACCRESIMENTO
DEL MACROFOULING SU PANNELLI METALLICI
NEL PORTO-CANALE DI S. NICOLÒ (LAGUNA DI VENEZIA)

INTRODUZIONE

Lo studio dei popolamenti bentonici, ed in particolare della loro frazione sessile, mediante l'uso di substrati artificiali immersi per periodi determinati costituisce una tecnica efficace ed ampiamente utilizzata dai ricercatori.

Essa permette infatti, mediante l'utilizzo di periodi di immersione diversificati, di seguire l'evolversi dei popolamenti che si insediano sui supporti utilizzati, permettendone un'analisi accurata sia quantitativamente che qualitativamente.

L'immersione di pannelli di materiali diversi ha costituito perciò strumento di elezione nello studio della composizione e dell'insediamento del fouling in rapporto a diversi fattori, quali la presenza di inquinanti nelle acque (GERACI e RELINI, 1971; MONTANARI e RELINI, 1971; MOR, SESSI e RELINI, 1971; RELINI e RELINI ORSI, 1971; Rossi, BAZZICALUPO e RELINI, 1971), l'efficacia di meccanismi di protezione costituiti da vernici antivegetative o, l'influenza esercitata dagli stessi materiali utilizzati come substrato (CHIME NEZ, 1965; DE PALMA, 1967).

Nella laguna di Venezia ricerche di questo tipo sono state compiute da NuMANN e BETH (1955) mediante piastre immerse in prossimità della riva in località Punta della Salute, da FRANCO (1964) nel porto canale di Malamocco e da RELINI, BARBARO e FRANCESCON (1972) che hanno studiato i popolamenti insediatisi su pannelli fibrocementizi immersi in tre località di Venezia insulare (San Giorgio, San Basilio e Piazzale Roma); BARBARO e FRANCESCON (1976) e CANDELA, SCONFETTI & TORELLI (1982-1983) hanno inoltre studiato i periodi di insediamento del fouling in altre stazioni veneziane.

L'esistenza di un progetto per la chiusura con paratoie mobili delle bocche di porto della Laguna di Venezia per preservare la città dal fenomeno del

* Ricerca e cuita nell'ambito del Progetto "Sistema Lagunare Veneziano", Linea di Ricerca 3.2.
Coordinatore: Dr. E. Ratti.

le "acque alte" ha suggerito lo studio dell'insediamento del fouling e delle sue conseguenze sui fenomeni corrosivi sui metalli, in particolare su acciaio comune e acciaio inox (AISI 316L), due tra i materiali più comunemente usati nell'ambiente lagunare.

Le barriere previste dal progetto sono costituite da paratoie mobili, normalmente piene d'acqua, giacenti sul fondo alloggiate in apposite sedi. In caso di maree particolarmente sostenute le paratoie possono sollevarsi ruotando su apposite cerniere dopo essere state svuotate per immissione di aria compressa, costituendo, in definitiva, una vera e propria "diga". È prevedibile quindi che i cassoni riempiti giacciono sul fondo delle bocche di porto per periodi prolungati, costituendo in tal modo una superficie adatta all'insediamento del fouling.

L'analisi del fouling sui campioni ha cercato di verificare l'esistenza di possibili correlazioni fra fenomeni di corrosione dei metalli immersi e processi di insediamento degli organismi.

I dati inerenti i risultati della ricerca sul comportamento dei metalli e sui fenomeni di corrosione sono attualmente in corso di pubblicazione su riviste specializzate nel settore.

I risultati dello studio della composizione dei popolamenti insediati sui pannelli e l'analisi della loro variazione cronologica rappresentano invece lo scopo della presente pubblicazione, che si propone così come ulteriore contributo alla conoscenza della distribuzione degli organismi del macrofouling nella Laguna Veneta in relazione alle condizioni particolari quali quelle presenti nella località oggetto della ricerca.

LOCALITÀ DELLA RICERCA:

La località oggetto della ricerca è situata all'imboccatura del porto-canale di S.Nicolò (Lido di Venezia) (Fig. 1), in corrispondenza di una struttura luminosa di riferimento per la navigazione.

La localizzazione della stazione in un porto canale di comunicazione fra il mare e la laguna comporta la presenza di forti correnti di marea che, come ben noto, provocano cicliche variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque in un ampio range di valori, oscillanti fra i due picchi estremi rappresentati dalle acque francamente marine da un lato e da quelle tipicamente lagunari dall'altro.

In questo contesto i valori medi dei diversi parametri forniscono un'immagine relativa delle condizioni presenti, mentre una maggiore importanza assumono i valori massimali che rappresentano gli estremi del range di escursione a cui vengono periodicamente esposti gli organismi presenti.

Le condizioni particolari offerte dalla località di ricerca rispetto ad altre stazioni situate più internamente alla laguna, se da un lato impediscono un immediato riscontro dei dati da queste ottenuti, offrono d' altro canto utili valori di confronto per la comprensione dei gradienti ecologici e faunistici presenti in un ecosistema così complesso come la Laguna Veneta.

MATERIALI E METODI

Per la ricerca sono state utilizzate 72 piastre metalliche di mm 200 x 100 x 3 ciascuna, con foro centrale $\phi=18$ mm, saldati centralmente e parallelamente al lato minore.

Sono stati allestiti i seguenti provini:

- a) acciaio comune saldato con acciaio comune (d'ora in avanti: acciaio comune)
- b) AISI 316L saldato con AISI 316L (d'ora in avanti: AISI 316L)
- e) acciaio comune saldato con AISI 316L (d'ora in avanti accoppiato) d) come (a) protetti tramite vernici epossicatramose con scratch e) come (b) protetti "
- f) come (e) protetti "

I provini sono stati assemblati in 4 rack di 18 piastre ciascuno, 3 per ogni tipo, immersi contemporaneamente il 13.09.1988 ad una profondità di 3 m sul l.m.m. e recuperati rispettivamente dopo 30, 60, 180, 360 giorni di permanenza. I rack sono stati ancorati sul fondo tramite cavi collegati a zavorre di cemento e alla struttura di protezione dell'impianto di segnalazione in superficie, mantenendo così i provini verticali a ca. 1.5 m dal fondo.

Ciascuna piastra è stata numerata progressivamente e montata nei rack secondo l'ordine riportato nella fig. 11.

Tutti i provini sono stati sabbiati (Sa 2 1/2), quindi metà di questi, dopo sabbiatura, sono stati verniciati con due passate successive fino ad ottenere uno spessore di vernice epossicatramosa di 600 μ .

Alle scadenze previste i rack sono stati recuperati e smontati in modo da liberare i provini dalle strutture di sostegno. Dopo un' ora di sgocciolamento le singole piastre sono state pesate e quindi analizzate per determinare il grado di ricoprimento complessivo e per un primo esame degli organismi presenti. I provini sono stati quindi collocati in stufa per 12 ore a 1 10 °C e successivamente posti in essiccatoio, fino al raggiungimento di un peso costante, ottenendo così, per differenza con il peso umido precedentemente determinato, il peso secco di ciascun campione. Le piastre sono state quindi sottoposte al cleaning e successivamente alle misure di perdita di peso e alle analisi della morfologia e dell'entità dell'attacco corrosivo.

Per l'analisi più accurata delle specie di non immediata identificazione sono stati prelevati campioni, conservati mediante collocazione in soluzioni appropriate (alcol 65% , formalina stabilizzata al 5%) o mediante congelamento.

I dati analitici riguardanti i principali parametri chimico-fisici delle acque nella stazione in esame rilevati all'atto della posa dei rack e nei prelievi periodici, sono risultati generalmente nella media dei valori rilevati da altri autori. In particolare la località della ricerca coincide con una delle stazioni (la n° 13) interessate dal lavoro di monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque della Laguna di Venezia di CoMASCHI e VOLTOLINA (1972). I dati di questi autori riguardanti la località di ricerca sono stati elaborati in modo grafico nelle figg. 7,8,9,10.

RISULTATI

A) **Analisi qualitativa: gruppi sistematici presenti**

I dati complessivi sulle frequenze relative delle diverse specie sono riassunti nella tab. 1 pag. (84).

Rack N° 1 : 13.09.1988 - 14.10.1988 (tab. 2)

Idrozoï

Le piastre recuperate dopo 30 gg. hanno evidenziato un insediamento di *Tubularia crocea* (= *T. mesemhryanthemum*) in fitte colonie distribuite però irregolarmente e discontinuamente. Gli idrocauli raggiungono comunque già i 100 mm.

Assenza di altre specie animali o vegetali se non chiaramente fluitate.

Rack N° 2 : 13.09.1988 - 14.12.1988 (tab. 3)

Idrozoï

Le colonie di *Tubularia* hanno colonizzato completamente la struttura utilizzata nell'esperimento, ricoprendola quasi totalmente.

Gruppi di idrocauli di lunghezza anche superiore ai 10 cm hanno occupato in pratica la quasi totalità del substrato disponibile per l'adesione degli organismi sessili, costituendo così un popolamento pressochè puro.

Serpulidi

Isolati esemplari insediati nelle ristrette aree non colonizzate dagli Idrozoi.

Molluschi Nudibranchi

Presenti numerosissimi esemplari di *Cratena peregrina*, il cui numero esatto, date le perdite che subiscono gli organismi vagili al momento del recupero, non è formulabile.

Gli esemplari catturati, tutti di dimensioni comprese fra i 20 ed i 50 mm, superavano le cento unità e probabilmente almeno altrettanti ne sono andati perduti. Molti esemplari al momento della cattura stavano evidentemente nutrendosi dell'Idrozoo, altri deponendo sugli idrocauli nastri ovi-geri.

Crostacei

Ancora assenti le forme incrostanti (Cirripedi); presenti alcuni esemplari di Anfipodi (Gammaridi e Caprellidi).

Briozoi

Piccole colonie incrostanti, isolate, di superficie unitaria di norma inferiore al cmq, localizzate nelle rare e ristrette aree non occupate dagli Idrozoi. Assenza di forme erette.

Rack N° 3 : 13.09.1988 - 16.03.1989 (tab. 4)

Idrozoi

Notevole presenza di *T.crocea*, che ricopre ancora la maggior parte del substrato offerto dai provini, ostacolando così il processo di insediamento di altre forme sessili che richiedono il diretto contatto con una superficie dura. Le colonie dell'Idrozoo appaiono però meno rigogliose di quelle osservate nel precedente campionamento, e si notano numerosi idrocauli vuoti, talvolta anche in via di decomposizione.

Serpulidi

Aumento del numero degli esemplari, comunque confinati nelle ristrette aree non occupate dagli Idrozoi. Dominanti le forme piccole e gli individui giovani di *Hydroides*, meno frequenti forme di *Spirorbis* con individui che raggiungevano i 30-50 mm.

Molluschi Nudibranchi

Presenti ancora esemplari di *C. peregrina*, ma con frequenza marcatamente inferiore a quella riscontrata nel campionamento precedente (12 individui).

Molluschi Bivalvi

Numerosi esemplari di *Mytilus galloprovincialis*, ad uno stadio estremamente immaturo (2-5 mm), talvolta ancora pulii di evidente recentissimo insediamento. È risultato il più frequente fra i Molluschi Bivalvi.

Reperiti anche alcuni esemplari di *Chlamys varia* e di Ostreidi, tutte forme juv. (2-10 mm), talvolta epibionti degli Idrozoi, più spesso fissati direttamente al substrato.

Hiatella arctica è stata rinvenuta con relativa frequenza, dimostrando una spiccata predilezione per il diretto ancoraggio al substrato duro. Individui di questa specie hanno evidenziato la capacità di insediarsi anche all'interno delle colonie di Idrozoi, comprese le zone ove questi erano più fitti.

Balanidi

Un solo esemplare di *Balanus* sp., diametro basale 12 mm, saldamente ancorato in una ristretta zona sgombra da altri organismi, nel margine inferiore di una piastra.

Isopodi ed Anfipodi

Presente *Idotea* sp., *Sphaeroma serratum* e *Cymodoce truncata* con alcuni individui; numerosa invece la presenza di Gammaridi, con esemplari di diverse dimensioni.

Il campionamento è invece caratterizzato dall'abbondantissima diffu-

sione di *Caprella aequilibra* e *Stenothoe valida*, valutabile in diverse migliaia di esemplari. Questi costituivano il gruppo non sessile sicuramente più abbondante, sia sotto il profilo numerico che in quantità di biomassa, del campionamento semestrale.

Briozoi

Isolate colonie erette di *Scrupocellaria bertholletii*, regolarmente ramificate, di dimensioni variabili dai 10 ai 40 mm, su aree di pochi cmq. Raramente presenti più di 4 o 5 colonie per piastra.

Ancor meno diffuse sono apparse le colonie di *Bugula* sp., mentre abbastanza costante è rimasta la presenza di Briozoi incrostanti (indet.).

Rack N° 4 : 13.09.1988 - 15.09.1989 (tab. 5)

Poriferi

Alcuni esemplari di medio-piccole dimensioni, a portamento per lo più incrostante, diffusi quasi esclusivamente come epibionti dei banchi di Mitili.

Idrozoi

Residue colonie formate da isolati gruppi di individui in parte non più viventi. Diffusione sporadica nelle piastre provino, ancora abbondante invece sulle strutture metalliche esterne di sostegno del rack.

Antozoi Attiniari

Numerose attinie epibionti dei Mitili di dimensioni maggiori. Esemplari di dimensioni medio-piccole che raramente raggiungono i 2 cm di diametro basale.

Alcuni individui juv. di *Anemonia sulcata*.

Serpulidi

Numerosi esemplari di *Pomatoceros triqueter* riuniti a formare struttu-

re incrostanti distribuite sia sulle superfici metalliche libere che, in modo molto più massiccio, sulle valve dei Mitili di dimensioni maggiori. Individui in parte striscianti ed aderenti al substrato (porzione basale), ed in parte eretti (porzione terminale del tubo di 10 , 20 e talora di 25 mm di lunghezza).

Presenti anche *Hydroides sp.* e *Spirorbis sp.* con numerosi esemplari di dimensioni medio piccole, quasi sempre concrecenti sui nicchi dei Mitili.

Molluschi Bivalvi

Il bivalve *Mytilus galloprovincialis* è risultato in questo campionamento la specie in assoluto più diffusa, formando da sola la quasi totalità della biomassa complessiva. Banchi fittissimi hanno ricoperto pressochè totalmente le piastre provino ed ampie porzioni delle strutture di sostegno, colonizzando quindi ogni substrato disponibile. Esemplari di dimensioni variabili dai 3 agli oltre 55 mm.

Numerosi gli esemplari di *Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas*, per lo più di dimensioni comprese fra i 15 ed i 25 mm, irregolarmente distribuiti fra le colonie di mitili. *Hiatella arctica* presenta nel campione annuale distribuzione regolare ed omogenea fra i Mitili (anche all'interno dei banchi) e sulle rare strutture libere disponibili, senza tuttavia risultare mai abbondante. Individui di piccole e medie dimensioni.

Molluschi Nudibranchi

Completamente scomparsa *Cratena peregrina*, probabilmente in seguito alla regressione dell'idrozoo che ne costituisce il pabulum, compaiono *Dendrodoris grandiflora* e *Spurilla neapolitana*, sia pure con soli 2 e 3 esemplari rispettivamente.

Balanidi

Rari esemplari completamente avviluppati all'interno del banco di mitili

Anfipodi

Alcuni esemplari di Gammaridi, per lo più localizzati fra i filamenti di

bisso dei banchi di Mitili. Probabilmente il numero degli individui presenti era maggiore e buona parte di questi sono andati perduti durante le operazioni di recupero del telaio, rimanendo così solo gli individui che avevano trovato rifugio all'interno dei banchi di molluschi.

Tunicati

Numerosi esemplari di *Molgula* sp. variabilmente affondati fra i gruppi di Mitili. Individui di dimensioni variabili dai 10 agli oltre 25 mm. Reperate anche due colonie di Botrillidi, probabilmente *Botryllus schlosseri*, anch'essi epibionti dei Mitili.

B) Analisi quantitativa

Tutti i dati concernenti il peso umido, il peso secco e le percentuali di copertura dei singoli provini sono riassunti nelle tabb. 2,3,4,5 pagg. 85-88. Queste si riferiscono rispettivamente ai campionamenti a 30, 60, 180, 360 giorni. La tab. 5 appare estremamente ridotta, in quanto il rack immerso per 360 giorni è stato completamente avviluppato dai Mitili accresciuti sulle piastre, fino a formare un unico grande banco da cui era impossibile distinguere singole misurazioni. I valori ricavati da tre provini, scelti casualmente, sono stati ottenuti liberandoli dalla massa dei bivalvi che li univa a quelli prospicienti. Si è ottenuta così una stima del popolamento attribuibile alle piastre, sia pure chiaramente per difetto, confrontabile con i dati di peso al mq dei precedenti campionamenti.

DISCUSSIONE

Considerando la data di immersione dei pannelli (13.09.1988) e la periodicità dei campionamenti, i dati raccolti riguardano l'insediamento autunnale (dati a 30 gg), invernale (dati a 90 gg), primaverile (dati a 180 gg) ed estivo (dati a 360 gg).

Questi non rappresentano quindi dei dati completi sulla dinamica stagionale dell'insediamento del fouling nella stazione studiata, ma un monitoraggio dello sviluppo e dell'evoluzione dei popolamenti nelle condizioni citate.

Come si può notare dai dati relativi agli anni 1971-1972 raccolti da COMASCHI e VOLTOLINA (1972) e riportati graficamente nella fig. 9, l'andamen-

to termico nei pressi della zona sede della ricerca segue con un certo ritardo l'andamento tipico dei valori atmosferici, denotando in questo modo caratteristiche tipicamente marine. Mentre le temperature massime si raggiungono nella tarda estate, le minime vengono registrate a febbraio inoltrato, sfiorando i 6 °C. In base all'andamento termico delle acque i campionamenti si possono più realisticamente attribuire quindi rispettivamente al periodo tardo estivo, autunnale, invernale ed estivo (annuale).

SUCCESSIONE DI POPOLAMENTI

Il primo insediamento di macrofouling, avvenuto sui pannelli immersi per 30 gg, è stato operato dall'Idrozoo Gimnoblasteo *Tubularia crocea*. Ciò concorda con le osservazioni effettuate da altri autori (RELINI, BARBARO, FRANCESCON 1972; BARBARO e FRANCESCON 1976; FRANCO 1964; ed altri) sulle notevoli capacità di colonizzazione di superfici vergini da parte degli Idrozoi, che costituiscono pertanto in questi ambienti una componente essenziale del cosiddetto "fouling primario". Le colonie dell'Idrozoo costituiscono a loro volta un adatto substrato per altri organismi incapaci di una diretta adesione ad una superficie vergine.

Il fenomeno di insediamento dell'Idrozoo, già iniziato nel campione a 30 gg, appare in seguito in rapida espansione tanto che nel rack a 90 gg le piastre risultano pressochè totalmente ricoperte dall'animale, che è giunto a colonizzare ogni superficie disponibile spingendosi fino alle strutture di sostegno del rack trattate con vernici antivegetative. Il processo di insediamento di questa specie presenta il suo massimo in corrispondenza del campione di 90 gg (13.09.1988-14.12.1988), diminuendo poi nel campione a 180 gg dove appare già in sensibile regressione. Questo fenomeno è facilmente leggibile nel grafico in fig.2, ove si nota il rapido aumento della percentuale di ricoprimento nel periodo 30-90 gg, seguito da una flessione nel campione a 180 gg. I valori di peso umido mantengono invece una progressione, sia pure diversa, nei quattro campioni; ciò è dovuto all'instaurarsi del processo di successione dei popolamenti. In questo caso alla regressione delle colonie dell'Idrozoo, avvenuta a partire dal mese di dicembre, ha fatto riscontro un aumento del numero delle specie presenti (vedi tab. 1), che hanno dimostrato però una minor velocità di insediamento nello spazio che veniva a crearsi. La comparsa di Serpulidi e Molluschi Bivalvi in particolare, in parte anche aderenti agli idrocauli dell'Idrozoo, ha aumentato la biomassa per unità di superficie colonizzata, permettendo così un aumento del peso umido per mq nonostante la momentanea riduzione del grado di ricoprimento totale.

La presenza di un insediamento massivo di Idrozoi, e di *Tubularia crocea* in particolare, nei mesi invernali nella Laguna di Venezia appare una novità. Secondo i dati raccolti da RELINI, BARBARO e FRANCESCON (1972), FRANCO (1964), BARBARO e FRANCESCON (1976), CANDELA (1982), l'insediamento di questa specie nelle zone da essi studiate nella Laguna Veneta presenterebbe il suo massimo in corrispondenza del mese di maggio, diminuendo poi sensibilmente durante l'estate, cessando completamente durante l'inverno (con rari insediamenti durante il mese di settembre).

Come si può notare osservando la fig.2 in questo caso il massimo insediamento dell'animale è avvenuto nei pannelli recuperati dopo 3 mesi, rimasti quindi immersi nel periodo 13.09.1988-14.12.1988, da considerarsi quindi, per l'andamento termico delle acque già ricordato, un insediamento con massimo tardo autunnale. Nel campione seguente, a 180 gg, riguardante il periodo 13.09.1988-16.03.1989 le colonie appaiono infatti meno fitte e vitali, denotando un processo di regressione distributiva già in atto. Un coincidente periodo di insediamento per questo Idrozoio viene invece riportato per l'avamposto di Genova in uno specifico lavoro da MORRI e BIANCHI (1982). Questi autori rilevano un insediamento durante quasi tutto l'anno, con due periodi preferenziali nei quali si verificano i valori massimi di abbondanza e di ricoprimento, localizzati rispettivamente nel tardo autunno (novembre-dicembre) ed in primavera-estate (maggio).

La possibilità di un massimo nell'insediamento di questa specie in periodo tardo autunnale, rilevata in questo caso, può forse essere spiegata dalla posizione della località di ricerca, che trovandosi in una zona di collegamento fra laguna e mare aperto presenta condizioni generali sicuramente più simili a quelle marine rispetto alle stazioni studiate più all'interno. Le osservazioni compiute da FRANCO (1964) nel porto-canale di Malamocco riguardanti invece una località apparentemente abbastanza simile, sono spiegabili, a mio avviso, dal processo di successione delle popolazioni. Considerata la grande affinità degli Idrozoi per le superfici vergini e la loro estrema importanza nel cosiddetto "fouling primario" (MORRI e BIANCHI 1982) appare probabile che questa specie possa colonizzare nuovi substrati solidi in diversi periodi dell'anno, raggiungendo dei massimi in almeno due fasi stagionali, decrescendo quindi dopo un certo periodo di tempo, in un ciclo tipico delle specie pioniere nel fenomeno di successione ecologica. La durata di questo ciclo appare dipendente dalla stagione in cui si sviluppa: 3-4 mesi nel periodo estivo, 5 o 6 nel periodo invernale, come evidenziato nel nostro caso. Ciò è in dipendenza evidentemente dalla minor velocità dei processi di insediamento e sviluppo degli organismi in presenza dei minimi termici stagionali.

Evidentemente legata alla presenza di *T.crocea* da motivi di tipo trofico appare la notevole diffusione del Mollusco Nudibranco *Cratena peregrina*,

reperito a centinaia di esemplari nel campione a 90 gg e la cui dieta è costituita da Idrozoi (BARLETTA, 1980). Le specie non direttamente avvantaggiate dalla presenza dell'Idrozoo hanno invece dovuto competere con esso per trovare una superficie libera per il loro insediamento. Data la notevolissima velocità di insediamento ed accrescimento di *T. crocea* la competizione per il substrato, non meno della sfavorevole fase stagionale, hanno determinato la notevole scarsità di specie nel campionamento a tre mesi. Solo rare colonie di Briozoi ed isolati Serpulidi appartenenti ai generi *Hydrooides* e *Spirorbis* sono riusciti ad insediarsi nelle ristrette aree lasciate libere dall'Idrozoo, che in questo campionamento ha raggiunto il punto di massima espansione.

Nei campioni immersi per 180 gg il numero delle specie inizia ad aumentare sensibilmente, testimoniando il progredire del processo di "maturazione" del substrato. Le colonie di *T. crocea* pur ancora occupando la maggior parte della superficie disponibile, appaiono in regressione. Numerosi gli idrocauli vuoti, talvolta anche in via di decomposizione. Il minor rigoglio delle colonie e la loro contrazione distributiva potrebbero in parte essere dovuti ai massicci fenomeni di deposizione di materiali organici operati della corrente, particolarmente intensa nella zona in esame. Parte delle colonie di Idrozoo appariva infatti ricoperta da notevoli quantità di alghe fluitate (*Ulva rigida*, *Enteromorpha* sp., *Gracilaria confervoides*) frammiste a particelle sottili stratificate a ricoprire la zona basale degli idrocauli. I fenomeni di decomposizione ed il progressivo aumento di questa massa organica possono aver provocato un graduale soffocamento delle colonie di Idrozoi.

La presenza di abbondanti sedimenti sembra invece favorire gli Anfipodi (RELINI, BARBARO e FRANCESCON, 1972), tuttavia il fenomeno di esplosione numerica presentato da *Caprella aequilibra* e *Stenothoe valida*, presenti in diverse migliaia di esemplari, appare ancora una volta legato alla presenza dell'idrozoo. Analoga associazione fra *Caprella* e *Tubularia* è stata osservata da A. CANDELA (CANDELA et al., 1982) nelle acque della Laguna di Venezia, con presenza di migliaia di individui. La diffusione nel campione a 180 gg di questo Anfipode, che si nutre dei polipi dell'Idrozoo, si è accompagnata alla notevole riduzione del Mollusco Nudibranco *Cratena peregrina* anch'esso predatore dei polipi delle colonie e reperito in soli 12 esemplari. I motivi di quest'avvicendamento fra due specie tanto diverse legate allo stesso pabulum appaiono di difficile interpretazione. La ridotta vitalità delle colonie dell'Idrozoo, la maggior quantità di sedimenti che ricoprono il substrato uniti all'avvicendamento stagionale possono forse favorire una specie rispetto all'altra.

Nel campione a 180 gg risultano ancora relativamente scarsi i popolamenti di specie che richiedono il diretto contatto con il substrato solido come Balanidi e Serpulidi. Comincia a delinearasi invece la presenza di Mol-

luschi Bivalvi, il cui sviluppo rappresenta un chiaro indice di evoluzione del substrato, con la comparsa di forme giovanissime od addirittura con "pulli" sparsi un po' ovunque fra gli idrocauli o direttamente sulla superficie delle piastre provino. Mentre i giovanissimi (2-5 mm) *Mytilus galloprovincialis*, *Chlamys varia*, *Ostrea edulis* aderivano preferenzialmente agli Idrozoi, *Hiatella arctica* si è fissata quando possibile direttamente al substrato metallico, anche affondando completamente fra gli idrocauli o nel sedimento da questi trattenuto. I Briozoi non hanno subito notevoli variazioni distributive nel campione a 180 gg rispetto al precedente, pur presentandosi in questo caso anche isolate, ma non infrequenti, colonie di *Scrupocellaria bertholletii*, reperita con regolarità in tutte le piastre prova del terzo rack.

Il quarto rack, immerso per 12 mesi dal settembre '88 al settembre '89, presentava le piastre provino completamente ricoperte da fittissimi banchi di *Mytilus galloprovincialis*, con individui di dimensioni anche superiori ai 55 mm. I Mitili, dopo aver completamente avviluppato le piastre, si sono estesi fino a congiungersi in un unico banco, rendendo problematiche le attribuzioni di peso per singolo provino e conseguentemente per unità di superficie. La regressione di *T. crocea* in questo campionamento è apparsa pressoché totale, con la sola sopravvivenza di rare e sparute colonie. Al contrario di Serpulidi e Briozoi, che in questo campione erano presenti anche con relativa frequenza sulle valve dei Mitili dimostrando di poter colonizzare tanto superfici vergini che substrati organici, *T. crocea* è sembrata, almeno in questo caso, legata alla presenza di superfici nuove, con un comportamento tipico degli organismi strettamente "pionieri".

La presenza, in questo caso abbondantissima, di Mitili e con essi la comparsa di Poriferi e Tunicati, forme appartenenti al cosiddetto fouling "secondario", indicano il raggiungimento dello stadio "climax" di queste associazioni (SHEER, 1945), come rilevato anche dai numerosi autori già citati per la Laguna di Venezia. Bivalvi, Tunicati e Poriferi richiedono infatti per il loro insediamento un substrato biologico già presente, che a sua volta può svilupparsi più o meno velocemente in funzione del periodo stagionale. Il raggiungimento della fase "climax" può quindi richiedere tempi diversi, *sensibilmente* minori durante la stagione favorevole in cui fitte colonie di Mitili possono insediarsi dopo soli 3 mesi (BARBARO e FRANCESCON, 1976), mentre in altre località della Laguna Veneta lo stadio finale a Mitili non viene raggiunto nemmeno dopo 11 mesi (CANDELA, SCONFIETTI e TORELLI, 1982-1983).

I banchi di Mitili costituiscono a loro volta un substrato ideale per nuove specie animali sessili e vagili. Alla scomparsa del Mollusco Nudibranco *Cratena peregrina*, legata troficamente a *T. crocea*, si contrappone così la presenza di *Spurilla neapolitana* e *Dendrodoris grandiflora* che si nutrono

rispettivamente di Anemoni e Poriferi, relativamente frequenti sui banchi di Mitili. Anche i Serpulidi hanno dimostrato di gradire il substrato offerto dai Bivalvi, presentando in questo campionamento anche numerosi individui di *Pomatoceros triqueter*.

Permane ancora assente, almeno nella frazione macroscopica, la componente vegetale.

I motivi di assenza della componente algale, reperita solo fluitata ed in via di decomposizione, sono probabilmente molteplici e difficilmente isolabili. Mentre su pannelli posizionati in prossimità della superficie *Ulva rigida* ed *Enteromorpha spp.* appaiono frequenti, soprattutto durante la stagione estiva, sia su superfici immerse per 30-60 gg, sia per periodi di 12 mesi (FRANCO 1964, CANDELA et al. 1982-1983), in questo caso la pur limitata profondità di localizzazione dei campioni può avere influenzato negativamente lo sviluppo di queste Cloroficee. La notevole massa di particellato in sospensione se, da un lato, favorisce lo sviluppo degli organismi filtratori o comunque sospensivori, dall'altro diminuisce infatti sensibilmente la penetrazione luminosa in profondità (fig. 7 valori di disco secchi). La mancanza di qualsiasi specie algale, anche quelle meno legate ad una luminosità più diretta, e la profondità comunque limitata dell'esperimento (m 3.0 ca.) suggeriscono d'altra parte la presenza di altre provabili cause. La località sede della ricerca è infatti situata in una delle zone in cui le correnti di marea raggiungono i loro valori massimi (oltre 170 cm/sec nel Canale di Porto di Lido - Min. L.L. P.P. - 1989) l'intensità dell'azione delle correnti può aver ostacolato l'adesione delle macroalghe sia mediante la diretta azione dinamica, sia attraverso deposizione di materiali incoerenti. Questi meccanismi avrebbero da un lato impedito lo sviluppo delle macroalghe, dall'altro favorito notevolmente gli organismi filtratori, che trovandosi in condizioni trofiche ottimali data la notevole quantità di materiale organico in sospensione, hanno presentato un notevole sviluppo. Si è probabilmente aggiunto così, data la relativa esiguità delle superfici disponibili, anche un meccanismo di competizione per il substrato, che ha visto prevalere in questo caso specie animali sospensivore a rapido insediamento e diffusione come *Tubularia*.

I risultati offerti da questa ricerca rappresentano comunque una realtà riferita alla stazione specifica, che localizzandosi in un punto di comunicazione fra acque lagunari e marine presenta particolarità ambientali, in particolare periodiche variazioni dei fattori edafici, che influenzano la composizione e lo sviluppo dei popolamenti in modo difficilmente quantificabile, così come possono risultare influenti l'epoca di immersione dei telai e l'andamento stagionale, almeno sui campionamenti più a breve termine.

Variazioni quantitative in relazione ai materiali utilizzati

È noto che i processi di insediamento del fouling su substrati metallici, in particolare ferrosi, risentono negativamente dei fenomeni di alterazione per corrosione che si instaurano molto precocemente sui materiali immersi. L'incoerenza dei materiali di ossidazione, che tendono a distaccarsi in un processo di esfoliazione, ostacola l'adesione degli organismi incrostanti che non trovano un sito di ancoraggio sufficientemente stabile (REDFIELD, 1952). Tuttavia in caso di acque particolarmente eutrofiche gli intensi e veloci fenomeni di insediamento e sviluppo del fouling possono superare i processi di corrosione dei metalli, portando ad un fenomeno di consolidamento biologico del substrato i cui popolamenti, dopo alcuni mesi, risultano simili a quelli presenti su fibrocemento (RELINI, 1967).

Piuttosto relative appaiono le differenze emerse nel confronto fra le popolazioni dei vari tipi di materiali. I valori di ricoprimento e di peso umido a 30 gg risultano pressochè coincidenti, mentre una certa differenziazione appare nel campione a 90 gg. (vedi figg. 3 e 5). L'andamento dei valori medi (figg. 4 e 6) dimostra però che, almeno per il peso umido, non si sono evidenziati fenomeni di differenziazione fra materiali protetti da vernice e materiali nudi, il cui andamento è, in effetti, quasi coincidente. La divergenza nei valori medi a 6 mesi appare inoltre dovuta ad un valore deviante (abnorme biomassa su ACCOPP novvem.), come facilmente riscontrabile dal confronto delle figg. 5 e 6 che, se non considerato, dimostra al contrario, una maggior conformità dei dati a 6 mesi (i dati di peso umido a 12 mesi non sono scorporabili rispetto ai diversi materiali per i problemi ricordati a pag. 67).

I valori medi totali di peso umido rilevati appaiono comunque piuttosto elevati (fig 2), superando i 15 Kg/mq nel campione a 6 mesi e raggiungendo i 23 Kg/mq in quello annuale. I valori riferibili ai primi 6 mesi, in particolare, riferendosi al periodo invernale e ad una stazione posta a 3 m di profondità, appaiono fra i più alti del Mediterraneo (RELINI et al. 1972; RELINI & ORSI 1971-1972; BELLAN-SANTINI 1970).

Anche l'andamento del ricoprimento appare piuttosto simile fra i vari materiali, pur presentando una sensibile differenziazione fra i diversi valori a 3 e 6 mesi. In questo caso la comparazione dei singoli dati con i valori medi dei materiali verniciati o nudi delle figg. 3-4 dimostra valori coincidenti a 30 gg, mentre la differenziazione a 90 gg prosegue in realtà anche nel campione a 180 gg nel quale, anche in questo caso, la media viene alterata da un valore chiaramente abnorme. Isolando questo valore deviante il grado di ricoprimento appare coincidente nel breve termine (30 gg), maggiore nei materiali non verniciati nei campioni a 3 e 6 mesi, e nuovamente coincidente nel campione a 12 mesi.

COMPORAMENTO DEI METALLI

I provini di acciaio comune hanno evidenziato una corrosione di tipo uniforme con notevoli depositi di prodotti di corrosione fin dall'inizio delle prove. Sotto agli insediamenti di fouling compaiono depositi di prodotti di corrosione piuttosto incoerenti. Sotto a tali depositi, dopo il cleaning, compaiono zone anossiche con prodotti di corrosione scuri amorfi che ad un esame più approfondito hanno rivelato la presenza di solfuri.

I provini accoppiati hanno presentato una corrosione generalizzata maggiore rispetto ai provini di acciaio comune. In tal caso il fenomeno corrosivo è da attribuirsi pressochè integralmente alla parte in acciaio comune che presenta una situazione aggravata dagli effetti dovuti al contatto galvanico fra acciaio comune ed AISI 316 L. L'attacco corrosivo è particolarmente accentuato nei pressi delle saldature. Anche in questo caso nella parte in acciaio comune compaiono zone con presenza di solfuri.

I fenomeni di corrosione dei provini di AISI 316 L sono da attribuirsi quasi totalmente a fenomeni di corrosione localizzata, in particolare di tipo "crevice corrosion" (ROWLANDS, 1976): già dopo 30 gg, infatti, il fenomeno è molto esteso (fig. 13). Questo effetto, creato artificialmente, compare come noto, anche sotto le zone di adesione di macrofouling (FERRETTI et al. 1976) così come evidenziato in fig. 14. Nei provini verniciati lo strato di vernice epossicatramosa si è rivelato sufficiente a garantire la protezione dei materiali metallici soltanto nel breve periodo: infatti a partire da 90-180 giorni sono comparsi i primi segni di cedimento dello strato protettivo e ciò soprattutto per l'insediamento di Balanidi.

CONCLUSIONI

Tutti i provini prelevati a 30, 90, 180, 360 giorni hanno presentato notevoli quantità di fouling lagunare. I dati riportati nelle tabb. 2-3-4-5 confermano la grande produttività delle acque della Laguna di Venezia e dell'area in esame in particolare. Di questi fatti si dovrà tener conto in particolare nella progettazione e nel piano di manutenzione di strutture mobili sommerse.

Si è evidenziata una dominanza iniziale nei popolamenti dell'*Idrozoo Tubularia crocea*, che ha caratterizzato gli insediamenti a 30 e 60 gg, regredendo successivamente con la comparsa di nuove specie portando, nel campione a 12 mesi, alla popolazione caratterizzata da Mitili, Tunicati e Poriferi, considerata per questi ambienti una biocenosi prossima all'equilibrio (CANDELA et al. 1983) o addirittura come stadio "climax" (SHEER 1945).

Non sono emerse differenze significative nei pesi umidi degli organismi

insediati sui diversi tipi di materiali, nè si sono evidenziate su questi variazioni legate all'uso di vernice epossicatramosa su metà dei provini. Una certa differenziazione si è invece registrata fra i materiali verniciati e quelli nudi nell'andamento del ricoprimento nel corso dei 12 mesi.

I materiali immersi hanno evidenziato immediati fenomeni di corrosione. Solamente nel primo periodo delle prove (30 gg) i prodotti di corrosione hanno dimostrato una sufficiente compattezza ed uniformità. Tale compattezza è in seguito venuta meno soprattutto a causa del fouling: i prodotti di corrosione, che presentano caratteristiche sia "anaerobiche" (strato a diretto contatto con il metallo) che "aerobiche" (strato esterno), vengono scalzati per azione meccanica dovuta o a nuovi insediamenti di organismi, o all'evoluzione degli insediamenti precedenti o, ancora, a fenomeni intrinseci dei prodotti di corrosione.

Gli strati di vernice epossicatramosa collaudati hanno presentato, già a 180 giorni, i primi segnali di cedimento del ricoprimento ad opera del fouling. Ciò conferma la necessità di trattamenti antifouling delle strutture immerse nelle acque lagunari e, in generale, di manutenzioni più frequenti del normale. Questi primi risultati indicano l'opportunità che tali trattamenti siano almeno trimestrali.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori esprimono il loro ringraziamento al prof. Paolo Cesari per i preziosi consigli e la revisione critica del lavoro ed al prof. Sandro Ruffo per la gentile collaborazione nella determinazione di alcune specie di Anfipodi. La ricerca è stata supportata finanziariamente dal CNR (contratto n° 86.02094.11), ed è stata operata nei laboratori della Facoltà di Chimica Industriale dell'Università di Venezia e del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, al cui direttore, dott. Enrico Ratti, rivolgiamo un ulteriore ringraziamento.

RIASSUNTO

Gli autori forniscono i dati relativi al monitoraggio del fouling insediatosi su piastre metalliche di diverso tipo immerse per 30, 90, 180 e 360 gg (ca) in prossimità del porto canale di S. Nicolò del Lido di Venezia, nel periodo 13.09.1988 - 15.09.1989. Viene seguito l'evolversi dei popolamenti anche in relazione ai tipi di metallo utilizzati ed ai fenomeni di corrosione sviluppatisi.

SUMMARY

The authors provide the results concerning the monitoring of fouling organisms attaching to metal plates of different kinds, immersed for about 30, 90, 180 and 360 days near the ship Canal of S. Nicolò, Venice Lido, from 13.09.1988 to 15.09.1989.

The evolvement of the population is followed also in relation to the types of metal used and to the relative phenomena of corrosion.

BIBLIOGRAFIA

- BARBARO A. e FRANCESCO N. A. (1976) - I periodi di insediamento dei principali organismi del fouling nelle acque di Venezia. *Arch. Ocean. Limn.*, 18: 195-216.
- BARLETTA G. (1980) - Gasteropodi nudi. *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane*, CNR Roma 3: 124.
- BELLAN-SANTINI D. (1970) - Salissures biologiques des substrats vierges artificiels immergés en eau pure, durant 26 mois, dans la région de Marseille. Il Résultats quantitatifs. *Téthys*, 2 (2): 357-364.
- CANDELA A., SCONFETTI R. & TORELLI A. R. (1982 - 1983) - Ricerche sperimentali sulla dinamica stagionale delle zoocenosi intermareali della Laguna di Venezia. *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia*, 33-34: 23-72, 7-28.
- CHIMENEZ C. (1965) - Sugli organismi incrostanti del cosiddetto "fouling" (Rivista sintetica). *Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli*, 17 (1): 1-33.
- COMASCHI A. e VOLTOLINA D. (1972) - Hydrological data from the surface waters of the Lagoon of Venice. *Atti Ist. Veneto Sc. Lett. Arti*, 121: 35-58.
- DE PALMA J. R. (1967) - An annotated Bibliography of Marine Fouling for Marine Scientists and Engineers (Rapporto). *U.S. Naval Oceanographic Office Washington D.C.*
- FERRETTI L., TRAVERSO E. e VENTURA G. (1976) - Anticorros. *Methods Mater.*, 23 (5): 3-5.
- FRANCO P. (1964) - Osservazioni sulle comunità fouling nel porto-canale di Malamocco (Laguna Veneta). *Ric. sci.*, 33 (2 B): 35-44.
- GERACI S. e RELINI G. (1971) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: 111 Briozoi. *Comunicazione 111 Congresso Soc. It. Biol. Mar. Napoli*.
- MIN. L. L. P. P. - UFFICIO IDROGRAFICO DEL MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA. (1989) - Curve della velocità di corrente per il Canale Porto di Lido - Venezia, 1989. *Venezia*.
- MONTANARI M. e RELINI G. (1971) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: II Idroidi e Ascidiacei. *Comunicazione 111 Congresso Soc. It. Biol. Mar. Napoli*.
- MOR E., SESSI E. e RELINI G. (1971) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: I Caratteristiche ambientali e metodo di studio. *Comunicazione 111 Congresso Soc. It. Biol. Mar. Napoli*.
- MORRI C. e BIANCHI C. N. (1982) - Studio quantitativo dell'insediamento degli Idroidi (Cnidaria, Hydrozoa) su substrati artificiali immersi a diverse profondità nell'avamposto di Genova. *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia*, 33: 73-89
- NÜMANN W. e BETH K. (1955) - Die Ansiedlungszeiten der wichtigsten Bewuchsorganismen in der nördlichen Adria. *Hidrobiol. Istanbul, serie B*, 3 (1): 1-33.
- REDFIELD A. C. (1952) - The fouling of metallic surfaces, in « Marine fouling and its Prevention ». U.S. Naval Institute, Annapolis, 349-364.
- RELINI G. (1967) - Le comunità fouling di alcuni metalli. Ricerche sperimentali nel porto di Genova. *Boll. Zool.*, 34.
- RELINI G. e RELINI ORSIL. (1971) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: V Cirripedi. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*.

- RELINI G. e RELINI ORSI L. (1971 - 1972) - Affondamento in mare di carcasse di automobili ed inquinamenti. *Quaderni Staz. Idrobiol. Milano*, 3-4: 33-43.
- RELINI G., BARBARO A. e FRANCESCON A. (1972) - Distribuzione degli organismi del fouling in relazione all'inquinamento urbano di Venezia. Osservazioni preliminari. *Atti Ist. veneto Sci.*, 130: 433-448.
- Rossi G., BAZZICALUPPO G. e RELINI G. (1971) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: IV Alghe e Policheti sedentari. *Comunicazione 111 Congresso Soc. It. Biol. Mar. Napoli*.
- ROWLANDS J.C., (1976) - Sea Water. (*Corrosion*), L.L. SHREIR NEWNES - BUTTERWORTHS. London, 1:2-58.
- SHEER B. (1945) - The development of marine fouling communities. *Biol. Bull.*, 89. 103-121.

Indirizzo degli Autori:

Luca Mizzan: Museo Civico di Storia Naturale di Venezia S.Croce 1730 - 30135 VENEZIA
Giuseppe Moretti: Università di Venezia Facoltà di Scienze MM.FF.NN. - Dipartimento di Chimica, Dorsoduro S. Marta 2137 - 30123 VENEZIA



Fig. 1

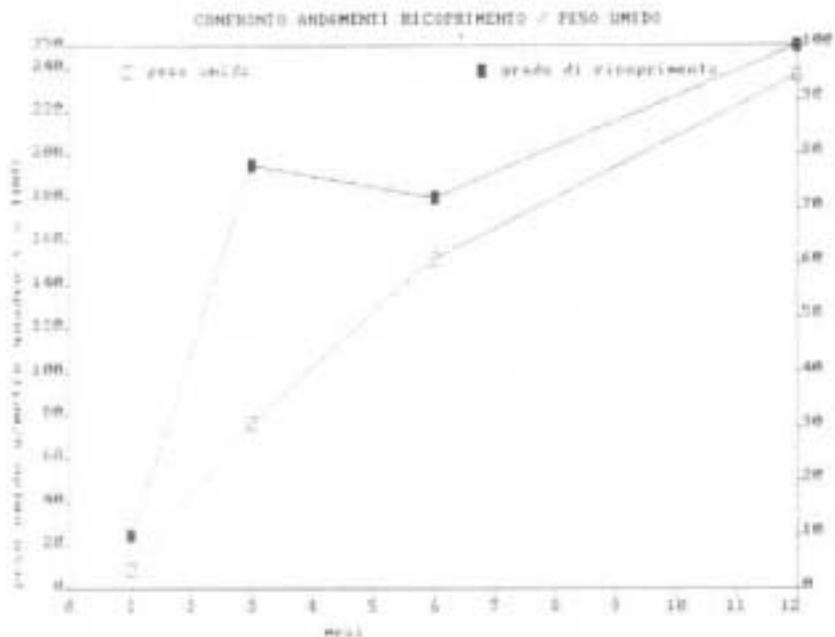


Fig. 2

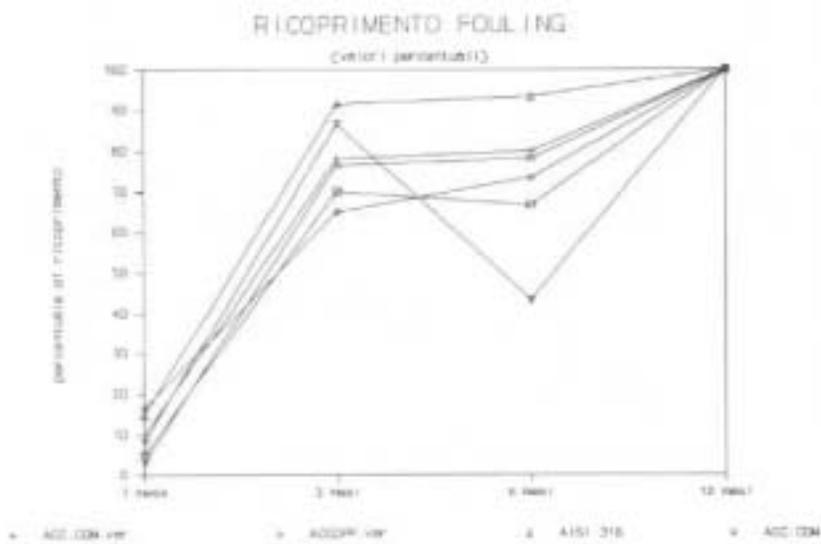


Fig. 3

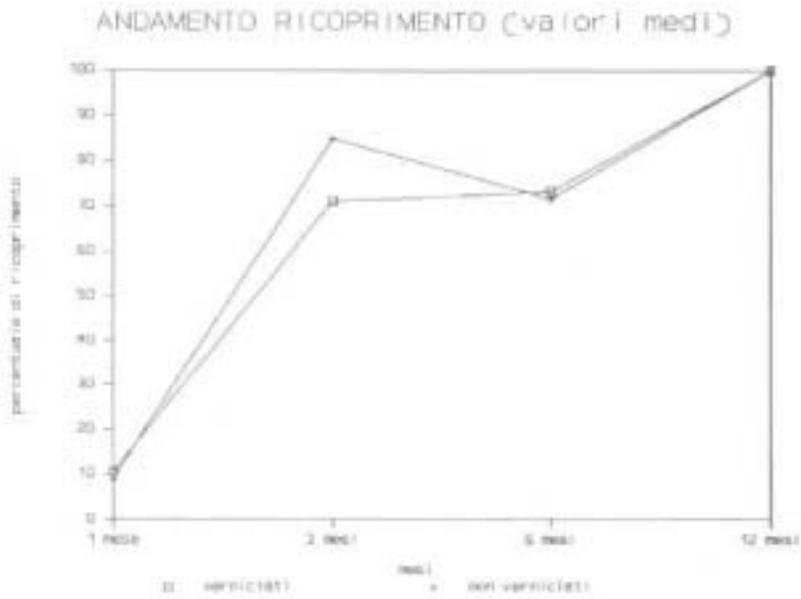


Fig. 4

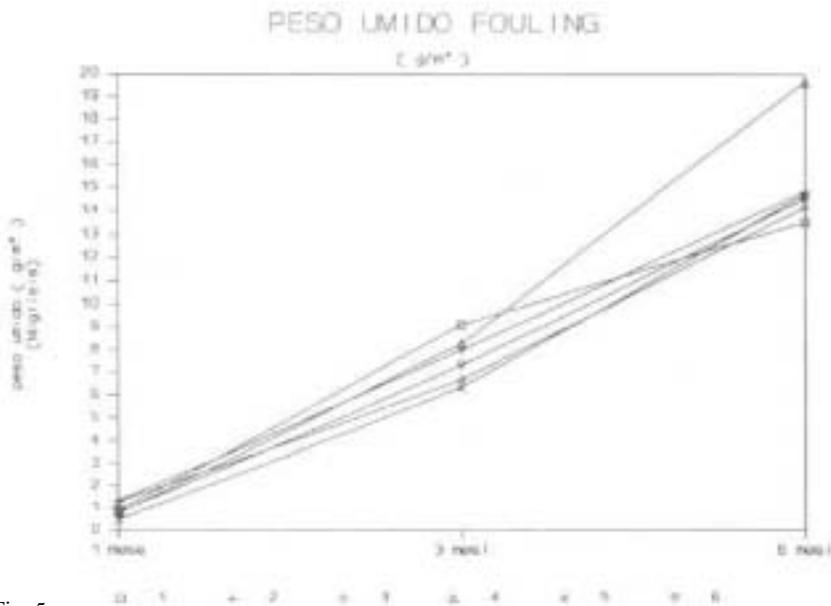


Fig. 5

1) AISI 316 verniciato 2) ACC. COM verniciato 3) ACCOPP. VERN. 4) AISI 316 5) ACC. COM. 6) ACCOPP.

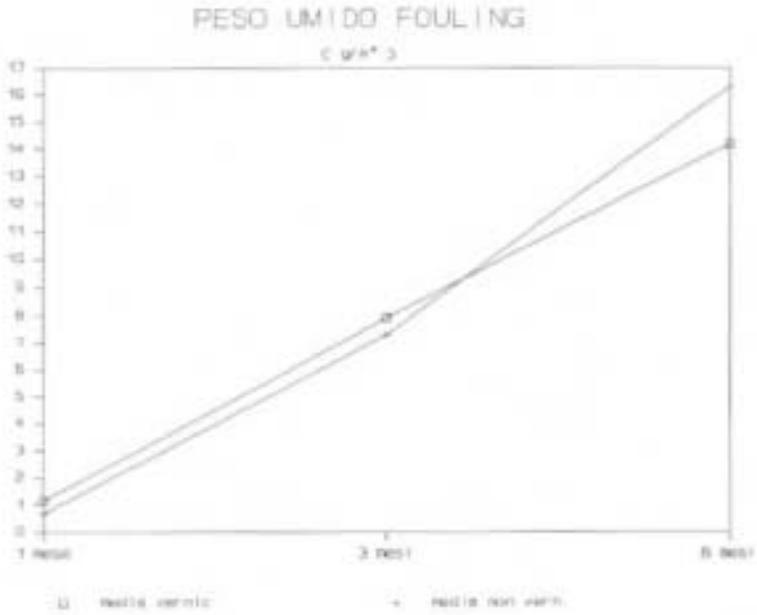


Fig. 6

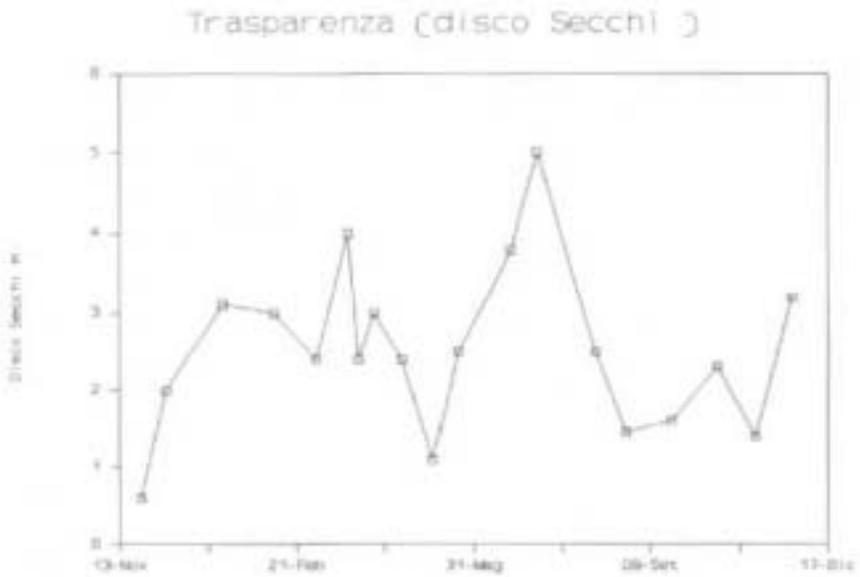


Fig. 7

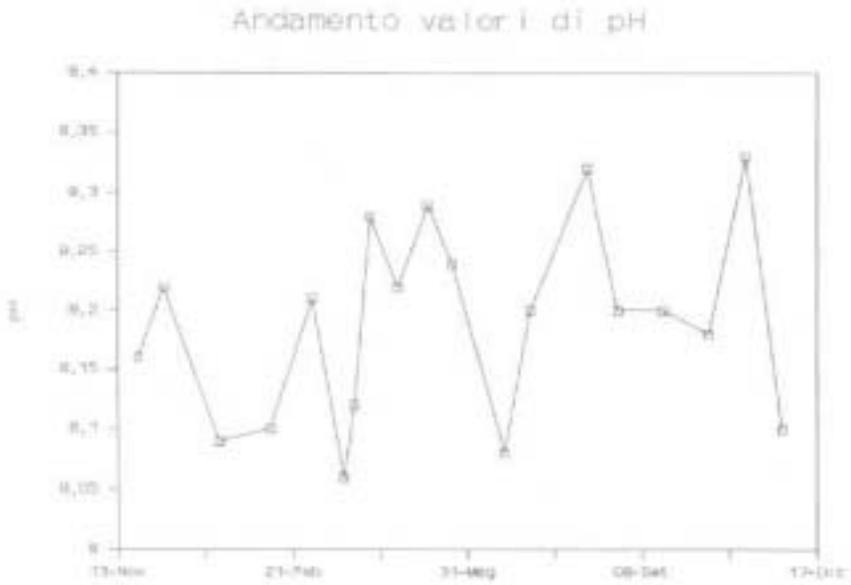


Fig. 8

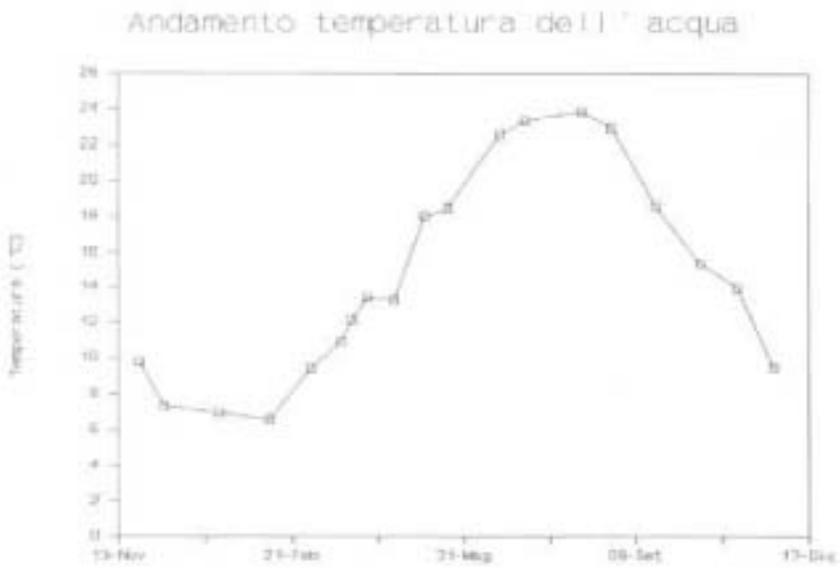


Fig. 9

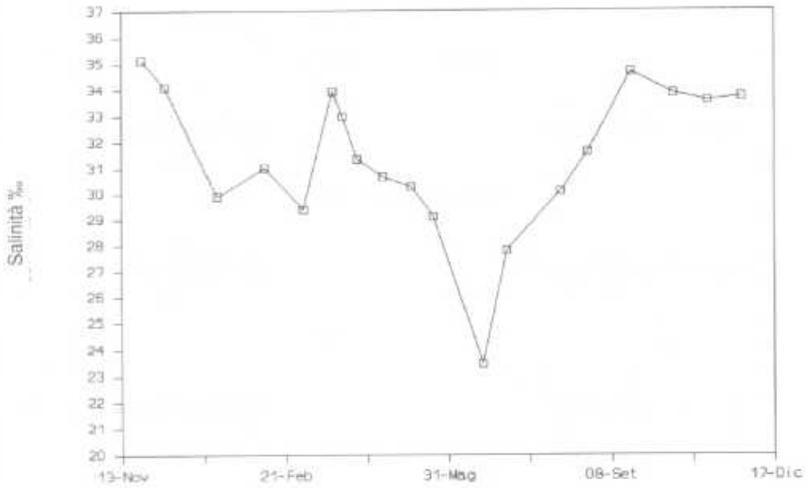


Fig. 10
Andamento dei valori di salinità.

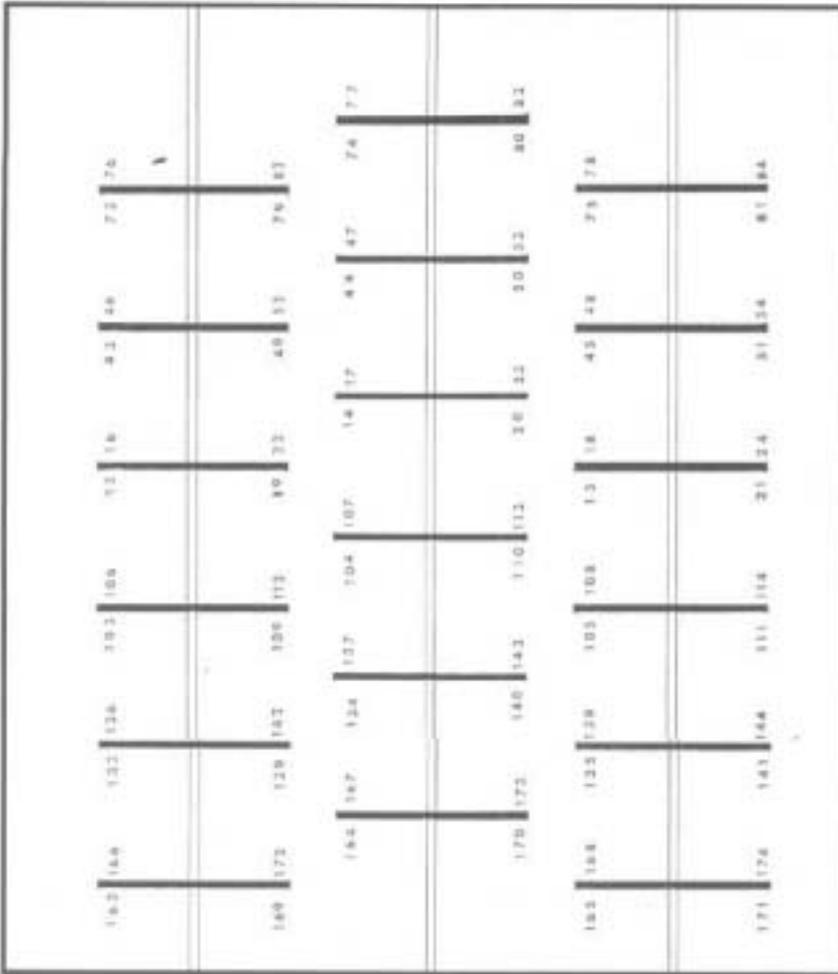
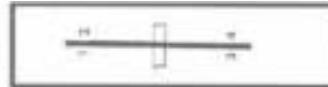


Fig. 11

- 1) n° provino a 30 gg.
- 2) n° provino a 90 gg.
- 3) n° provino a 180 gg.
- 4) n° provino a 360 gg.



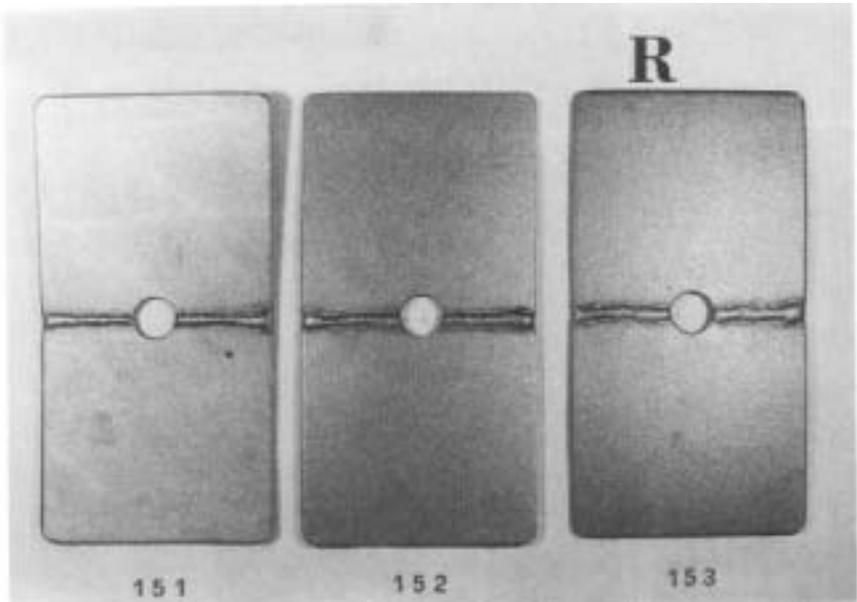


Fig. 12 Provini nuovi.

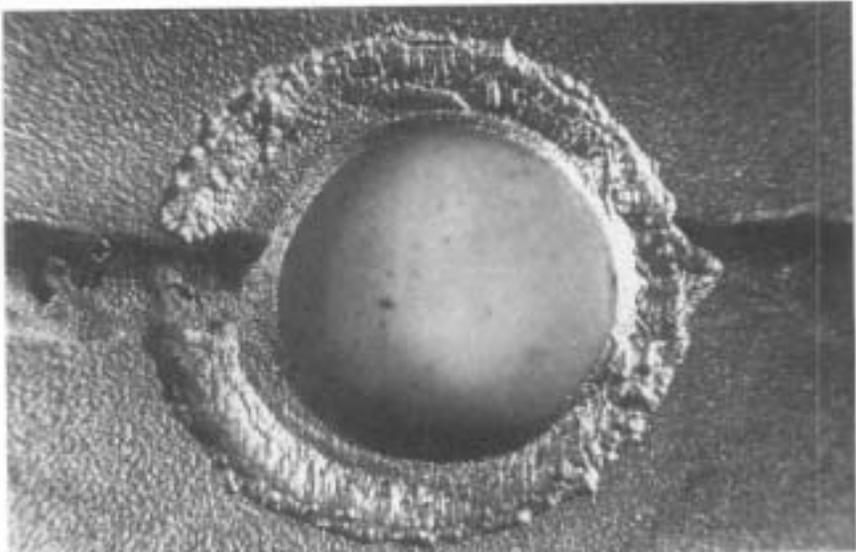


Fig. 13
Ingrandimento di zona a Crevice Corrosion.

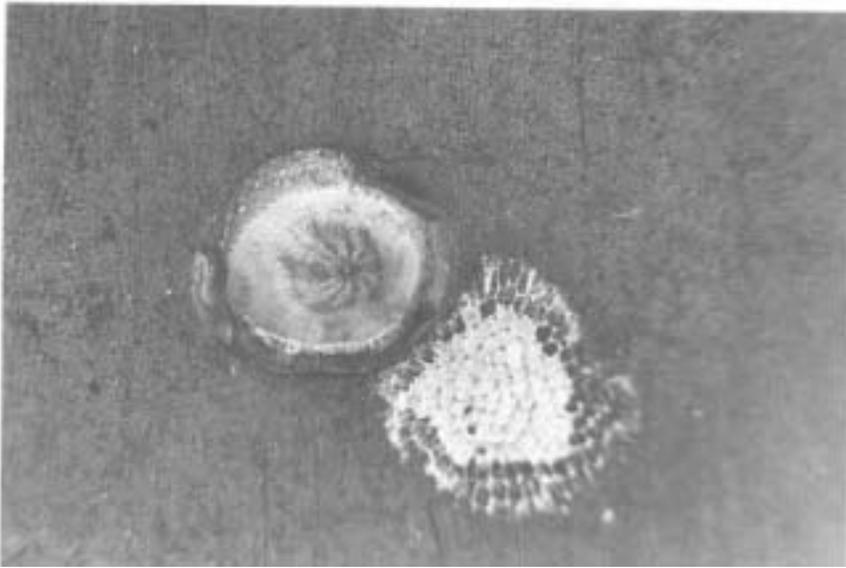


Fig. 14
Ingrandimento del sito di adesione di Balanide.

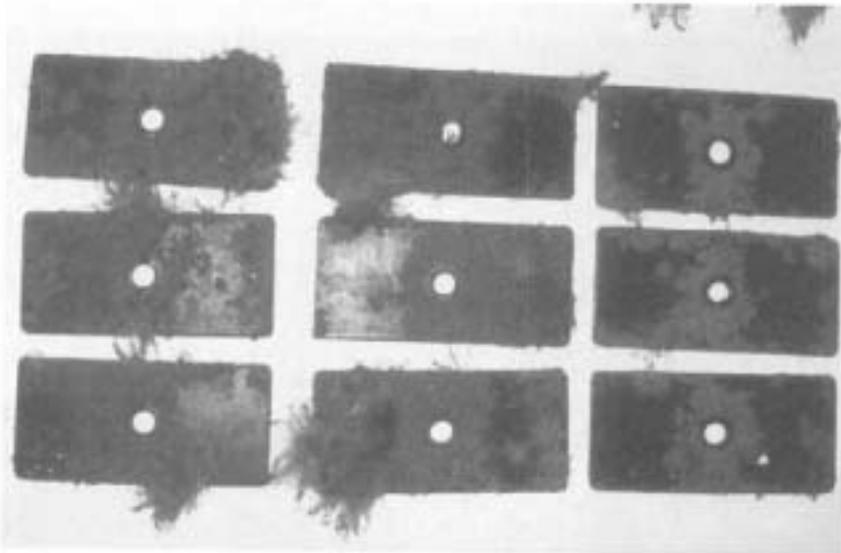


Fig. 15
Rack a 30 gg.

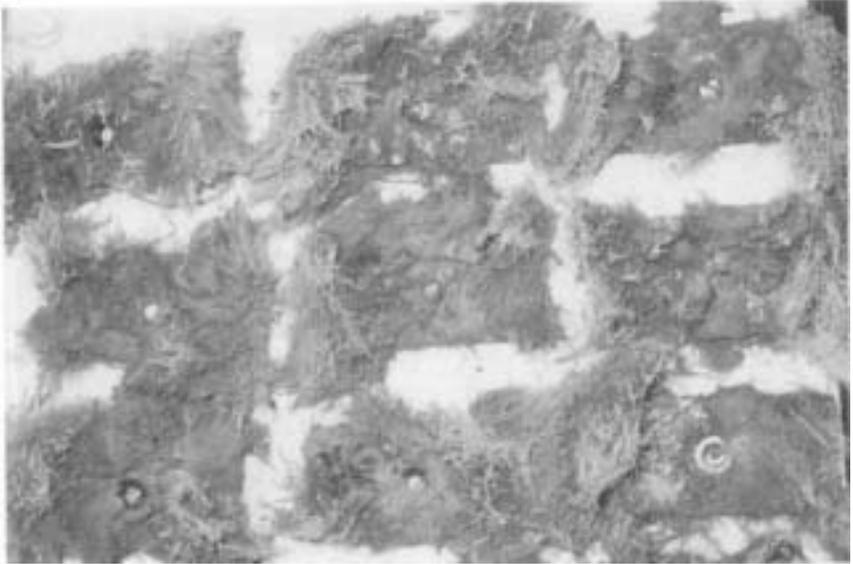


Fig. 16
Rack a 90 gg.



Fig. 17
Rack a 180 gg.



Fig. 1 K
Rack a 360 gg.

Tabella 1

TAXA	SPECIE	FREQUENZA			
		1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi
PORIFERA					
DEMOSPONGIAE	Specie non determinate				+-
CNIDARIA - HIDROZOA - HYDROIDA					
GYMNOBLASTEIA	Tubularia crocea (Agassiz) [=T. mesembryanthemum Allman]	++	++++	+++	+-
ANTHOZOA					
ACTINIARIA	Actinia equina (L.) Anemonea sulcata (Pennant)				+-
ANELLIDA					
POLYCHAETA	Pomatoceros triquetus (L.) Hydroides sp. Spirorbis sp.		+	++	++ ++ ++
BRIOZOA					
GYMNOBLASTEIA					
CHEILOSTOMATA	Scrupocellaria bertholletii (Savigny et Audouin) Bugula sp. Bryozoi incrostanti inset.		++ + +	++ ++ ++	+- +
MOLLUSCA					
GASTROPODA					
NUDIBRANCHIA	Dendroderis grandiflora (Rapp) Spartilla neapolitana (Delle Chiaje) Cratena peregrina (Gmelin)		++++	++-	+ +
BIVALVIA	Mytilus galloprovincialis (Lamarck) Chlamys varia (L.) Ostrea edulis (L.) Crassostrea gigas (Thunberg) Hiatella arctica (L.)			++- +- ++ ++- ++	++++ +- ++ ++- ++-
ARTHROPODA					
CRUSTACEA					
CIRRIPEDIA	Balanus sp. Idotea sp.			+	+
ISOPODA	Sphaeroma serratum (Fabricius) Cymodoce truncata (Leach)			+- +-	
AMPHIPODA	Gammaridi non determinati Stenothoe valida (Dana) Caprella aequaliba (Say)		++- +- +-	++- +++ ++++	++ - -
CHORDATA					
ASCIDIACEA	Molgula sp. Botryllus schlosseri (Pallas)				++- +-

Tabella 2

Telaio N° 1							
mesi 1 dal 13.09.88 al 12.10.88							
n° prov.	materiale	Pu	Pu media	g/m ²	g/m ² media	copert. %	copert. % med.
13	AISI 316 verniciato	34,28		830,20		5,00	
14	AISI 316 verniciato	39,27	35,70	951,05	864,67	5,00	5,00
15	AISI 316 verniciato	33,56		812,76		5,00	
43	ACC.com. verniciato	73,80		1.787,30		10,00	
44	ACC.com. verniciato	39,89	54,87	966,06	1.328,93	10,00	10,00
45	ACC.com. verniciato	50,93		1.233,43		10,00	
73	ACCOPP. verniciato	72,56		1.757,27		20,00	
74	ACCOPP. verniciato	45,17	52,87	1.093,93	1.280,41	20,00	16,67
75	ACCOPP. verniciato	40,88		990,04		10,00	
Valori medi verniciati			47,82		1.158,01		10,56
103	ACCOPIATO	36,65		887,60		10,00	
104	ACCOPIATO	36,15	32,34	875,49	783,22	10,00	8,33
105	ACCOPIATO	24,22		586,56		5,00	
133	ACC.com. saldato	15,51		375,62		0,00	
134	ACC.com. saldato	23,34	19,03	565,25	460,95	5,00	3,33
135	ACC.com. saldato	18,25		441,98		5,00	
163	AISI 316 saldato	24,80		600,61		10,00	
164	AISI 316 saldato	14,88	31,57	360,37	764,65	5,00	15,00
165	AISI 316 saldato	55,04		1.332,97		30,00	
Valori medi non vernic.			27,65		669,61		8,89
Valori medi totali			37,73		913,81		9,72

Tabella 3

Telaio N° 2 mesi 3 dal 13.09.88 al 15.12.88											
n° provino	materiale	Ps	Ps media	Ps g/M ₂	Ps g/M ² media	Pu	Pu media	Pu g/m ²	Pu g/m ² media	cop. %	cop. % media
16	AISI 316 verniciato	185,12		4.483,27		591,82		14.332,79		85,00	
17	AISI 316 verniciato	81,01	104,52	1.961,91	2.531,20	334,71	377,42	8.106,06	9.140,34	80,00	70,00
18	AISI 316 verniciato	47,42		1.148,43		205,72		4.982,16		45,00	
46	ACC. com. verniciato	47,15		1.141,89		306,45		7.421,66		85,00	
47	ACC. com. verniciato	51,22	65,21	1.240,45	1.579,35	294,52	330,11	7.132,73	7.994,74	65,00	78,33
48	ACC. com. verniciato	97,27		2.355,70		389,37		9.429,83		95,00	
76	ACCOPPIATO vernic.	42,13		1.020,31		266,33		6.450,02		75,00	
77	ACCOPPIATO vernic.	104,74	56,50	2.536,61	1.368,25	313,14	276,23	7.583,68	6.689,78	50,00	65,00
78	ACCOPPIATO vernic.	22,62		547,81		249,22		6.035,65		70,00	
Valori medi verniciati			75,41		1.826,26		327,92		7.941,62		71,11
106	ACCOPPIATO	105,90		2.564,70		339,00		8.209,96		80,00	
107	ACCOPPIATO	50,11	71,31	1.213,57	1.727,08	254,31	302,78	6.158,92	7.332,78	95,00	86,67
108	ACCOPPIATO	57,93		1.402,96		315,03		7.629,45		85,00	
136	ACC. com. saldato	88,26		2.137,50		332,16		8.044,31		75,00	
137	ACC. com. saldato	70,02	72,61	1.695,76	1.758,56	245,02	262,48	5.933,93	6.356,78	95,00	76,67
138	ACC. com. saldato	59,56		1.442,43		210,26		5.092,11		60,00	
166	AISI 316 saldato	110,33		2.671,99		401,53		9.724,32		95,00	
167	AISI 316 saldato	61,35	87,97	1.485,78	2.130,47	278,45	342,37	6.743,55	8.291,57	85,00	91,67
168	AISI 316 saldato	92,23		2.233,64		347,13		8.406,85		95,00	
Valori medi non vernic.			77,30		1.872,04		302,54		7.327,04		85,00
Valori medi totali			76,35		1.849,15		315,23		7.634,33		78,06

Tabella 4

Telaio N° 3											
		mesi 6		dal 13.09.88 al 16.03.89							
n° provino	materiale	Ps	Ps media	Ps g/m ²	Ps g/m ² media	Pu	Pu media	Pu g/m ²	Pu g/m ² media	cop. %	cop. media
19	AISI 316 verniciato	136,04		3.294,64		566,14		13.710,87		60,00	
20	AISI 316 verniciato	134,62	135,29	3.260,25	3.276,56	559,22	559,89	13.543,28	13.559,59	75,00	66,67
21	AISI 316 verniciato	135,22		3.274,78		554,32		13.424,61		65,00	
49	ACC. com. verniciato	169,71		4.110,06		590,31		14.296,22		75,00	
50	ACC. com. verniciato	216,37	179,44	5.240,08	4.345,63	684,87	613,47	16.86,29	14.857,12	85,00	80,00
51	ACC. com. verniciato	152,23		3.686,73		565,23		13.688,83		80,00	
79	ACCOPPIATO vernic.	99,64		2.413,10		474,14		11.482,80		80,00	
80	ACCOPPIATO vernic.	220,29	153,62	5.335,02	3.720,31	729,39	585,75	17.664,49	14.185,79	70,00	73,33
81	ACCOPPIATO vernic.	140,92		3.412,82		553,72		13.410,08		70,00	
Valori medi verniciati			156,12		3.780,83		586,37		14.200,83		73,33
109	ACCOPPIATO	184,75		4.474,31		599,65		14.522,42		40,00	
110	ACCOPPIATO	131,85	183,90	3.193,17	4.453,64	507,05	601,16	12.279,82	14.559,07	45,00	43,33
111	ACCOPPIATO	235,09		5.693,45		696,79		16.874,98		45,00	
139	ACC. com. saldato	143,23		3.468,77		509,43		12.337,46		75,00	
140	ACC. com. saldato	335,00	201,75	8.113,09	4.886,01	845,20	608,22	20.469,19	14.729,89	85,00	78,33
141	ACC. com. saldato	127,02		3.076,19		470,02		11.383,02		75,00	
169	AISI 316 saldato	133,97		3.244,51		532,27		12.890,60		95,00	
170	AISI 316 saldato	409,98	284,45	9.928,96	6.888,94	994,88	810,55	24.094,17	19.630,11	90,00	93,33
171	AISI 316 saldato	309,41		7.493,34		904,51		21.905,57		95,00	
Valori medi non vernic.			223,37		5.409,53		673,31		16.306,36		71,67
Valori medi totali			189,74		4.595,18		629,84		15.253,60		72,50

Tabella 5

Telaio N° 4		mesi 12 dal 13.09.88 al 15.09.89					
n° prov.	materiale	Pu	Pu media	Pu g/m ²	Pu g/m ² media	copertura %	media
173	AISI 316	965,00		23370,53		100,00	
143	ACC. COM.	967,00	975,00	23418,97	23612,71	100,00	100,00
113	ACCOPP.	993,00		24048,64		100,00	