

585 1004
ESTRATTO DAL
BOLLETTINO DEI MUSEI E DEGLI ISTITUTI BIOLOGICI DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA
Vol. XXXVI - 1968-69 - N. 236

GIULIO RELINI

146109

*VARIAZIONI QUANTITATIVE STAGIONALI
DEL FOULING NEL PORTO DI GENOVA
IN RELAZIONE ALLA DURATA
DI IMMERSIONE E ALLA PROFONDITÀ*

♦♦

FRATELLI PAGANO
GENOVA

ISTITUTO DI ANATOMIA E FISIOLOGIA COMPARETE
DELL'UNIVERSITÀ DI GENOVA

LABORATORIO PER LA CORROSIONE MARINA DEI METALLI
C.N.R. - GENOVA

GIULIO RELINI

***Variazioni quantitative stagionali del fouling nel
Porto di Genova in relazione alla durata di immersione
e alla profondità (*)***

Abbiamo in precedenza esposto le modificazioni qualitative presentate durante il ciclo annuale dalle biocenosi dei substrati immersi per brevi periodi (Relini 1964, 1966a, b). Numerosi sono i fattori biotici ed abiotici che possono influenzare il fouling, oltre alla stagione; ad es., può rivestire grande importanza la natura del substrato, ma questo fattore per la sua complessità sarà considerato a parte in base a studi e ricerche da tempo in corso presso il Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli (Mor e Luft 1961, Mor 1963, Relini 1967, Mor 1968).

È noto che determinanti sono ancora la profondità e la durata dell'immersione, specialmente in uno specchio d'acqua limitato. In questa nota vengono riportati i risultati di una serie di rilevamenti quantitativi dei principali organismi del fouling insediati nel porto di Genova su pannelli atossici a profondità e per durate diverse, correlando questi fattori al ciclo stagionale. Tale studio della massa fouling può essere utile per il confronto con altre situazioni ambientali e anche, date le interrelazioni esistenti tra fenomeni biologici e corrosione, per un controllo del fenomeno corrosivo e dell'efficacia dei trattamenti antivegetativi.

(*) Il lavoro è stato svolto presso il Laboratorio per la Corrosione Marina dei Metalli - C.N.R. - Genova. Direttore prof. Emanuele Mor.

Ricerche riguardanti le interrelazioni tra stagione, profondità e durata di immersione sono, per quanto mi risulta, piuttosto scarse. Già Mc Dougal (1943) si era occupato della distribuzione verticale del fouling a Beaufort (North Carolina) mettendo in evidenza le differenze esistenti tra substrati fissi e galleggianti. Kawahara e Izima (1960) hanno studiato ad Ago Bay (Giappone) le comunità fouling che si formano fino a 5 m di profondità limitatamente a 4 settimane di osservazione (tra luglio e agosto 1958); tali autori non riportano i valori ponderali del fouling, ma solo la densità degli organismi. Anche Nair (1962) non riporta alcun valore quantitativo ponderale in un esteso lavoro sul fouling e sugli organismi perforanti il legno nelle acque della Norvegia occidentale. In questo lavoro l'Autore si occupa anche della distribuzione verticale di alcuni organismi del fouling su pannelli immersi dal febbraio al dicembre 1958 fino a 4,5 m. di profondità. Houghton e Stubbings (1963) occupandosi della distribuzione verticale nei porti dell'Inghilterra meridionale del balano *Elminius modestus* Darw. hanno riportato una ampia discussione dei dati della letteratura sulla zonazione dei Balani.

Relini (1963 e 1966b) ha fornito alcuni dati preliminari sulla distribuzione verticale dei Balani nel porto di Genova.

Per quanto riguarda la durata di immersione e la quantità di fouling, Visscher (1928) ha fatto una ampia analisi delle relazioni esistenti tra fouling delle navi e tempo di permanenza in porto.

Fuller (1946) a Lamoine nel Maine, adoperando pannelli in fibrocemento immersi per brevi periodi e fino ad un anno tra il maggio 1943 e l'ottobre 1946, ha trovato che il peso secco del fouling risultava approssimativamente il 27% del peso umido e che il massimo valore di peso umido ottenuto era di soli 14 g/dm² in un anno.

Redfield e Deevy (1952) riportando il peso umido del fouling accumulato mensilmente su blocchi di cemento immersi a Point Reyes (California) dal 1934 al 1945, sottolineano che il fouling in questa stazione varia molto da anno ad anno non solo in quantità, ma anche qualitativamente. Essi affermano che per brevi periodi di immersione i Balani sono i principali organismi del fouling, nonchè i maggiori responsabili delle variazioni riscontrate.

Osservazioni condotte da Hutchins e Deevy (in Redfield e Deevy 1952) sulle comunità fouling formatesi sulle boe al largo delle coste americane, hanno stabilito che la quantità di mitili aumenta col periodo

di immersione e che, entro certi limiti, si può prevedere la quantità di questi molluschi che si formerà in un determinato tempo, conoscendo l'andamento delle temperature dell'acqua di mare della zona.

Il peso massimo di fouling riportato da Redfield e Deevy (1952) sempre per le boe è di circa 26 libbre per piede quadrato (= 1269 g/dm²), con un valore massimo di accumulo per anno di 11 libbre per piede quadrato (circa 537 g/dm²). I valori medi riscontrati però, sono, per gli stessi autori, meno della metà dei valori massimi, mentre le variazioni quantitative sulle boe sarebbero da attribuirsi a diverse cause, prima fra tutte il momento stagionale in cui viene iniziata l'esperienza (immersione della boa) e la temperatura dell'acqua durante il periodo di esposizione.

Si confrontino altresì sull'argomento la bibliografia riportata su « Marine Fouling and its Prevention » (1952) ed il recente articolo di De Palma (1967).

MATERIALI E METODI

Gli esperimenti sono stati condotti nello specchio d'acqua controllato dalla Stazione Idrologica del nostro Laboratorio e cioè nell'avamporto orientale di Genova, all'estremità di molo Cagni con l'ausilio di opportune zattere sperimentali. Le modalità di immersione sono quelle già esposte in precedenti lavori (Relini 1964, 1966a). Sono sufficienti pertanto solo alcune precisazioni. Ciascuna serie sperimentale, per lo studio delle variazioni quantitative mensili in relazione alla profondità, era costituita da 6 pannelli di 200 x 300 x 4 mm in fibrocemento autoclavato o comunque opportunamente lavato, posti verticalmente a diverse profondità, fissati tutti allo stesso cavo ed orientati in modo da presentare una faccia rivolta ad E, S-E e l'altra a O, N-O. La prima piastra era parzialmente immersa, la seconda ad 1 metro di profondità, la terza a 5 metri, la quarta a 9 metri, la quinta a 14 metri, la sesta a circa 16 metri di profondità, cioè a contatto con il fondo: quest'ultimo pannello non è stato tuttavia considerato poichè a causa di occasionali urti contro il fondo il più delle volte risultava alterato.

Ogni mese i pannelli venivano prelevati e sostituiti con pannelli nuovi. Le esperienze vennero condotte dall'agosto 1965 all'agosto 1968.

Per lo studio dell'influenza della durata di immersione altri pannelli sono stati prelevati in tempi diversi (vedi tabelle I^a e II^a) dopo uno o più mesi di immersione, sempre verticale (un pannello per periodo) ad una profondità di m. 1,50.

Non venne presa in considerazione la disposizione orizzontale in quanto (si confronti tra l'altro Sentz-Braconnot 1966) in tal caso si rileva sempre una notevole differenza nel fouling delle due facce. Tale differenza non è sensibile sui pannelli verticali ad eccezione delle prime due profondità considerate. La densità degli organismi viene comunque riportata come media dei valori delle due facce. Al momento del prelievo i pannelli venivano fotografati, descritti sommariamente e pesati, dopo sgocciolamento, come sotto precisato. La conservazione infine per l'esame definitivo ed il conteggio dei principali organismi, veniva ottenuta con immersione in formalina al 5% in acqua marina.

I criteri di rilevazione quantitativa del fouling comunemente usati e seguiti anche in questa nota, sono la densità degli organismi, cioè il numero di individui per unità di superficie ed il loro peso (umido o secco).

Il conteggio veniva eseguito su entrambe le facce limitatamente ad un quadrato centrale di 10 x 10 cm. Come peso umido del fouling veniva considerato il peso ottenuto al momento del prelievo, detratto del peso del pannello umido ripulito.

Tutti i pannelli con fouling e quelli dai quali il fouling era stato tolto, venivano pesati sempre nelle stesse condizioni cioè ad una temperatura intorno ai 20°C e dopo sgocciolamento per circa 1/2 ora in ambiente chiuso.

Per lo studio delle variazioni mensili rispetto alla profondità vennero presi in considerazione solo i pesi umidi del fouling e la densità (n°/dm^2) dei Balani e dei Serpulidi, poichè sono questi organismi ad influire maggiormente sul peso del fouling mensile e ad avere maggiore importanza sulla « incrostazione » e sulle eventuali alterazioni del substrato. I mitili non vennero considerati nei grafici delle figg. 1-5, perchè nelle acque portuali non si insediano su pannelli immersi per un solo mese (Relini 1966a, b). Anche i Briozoi, che hanno il loro massimo insediamento nei mesi estivi, non influiscono generalmente in modo de-

terminante sul peso del fouling mensile, mentre possono avere una discreta importanza sui pannelli immersi per più mesi sia in superficie che in profondità.

DESCRIZIONE DEI RISULTATI

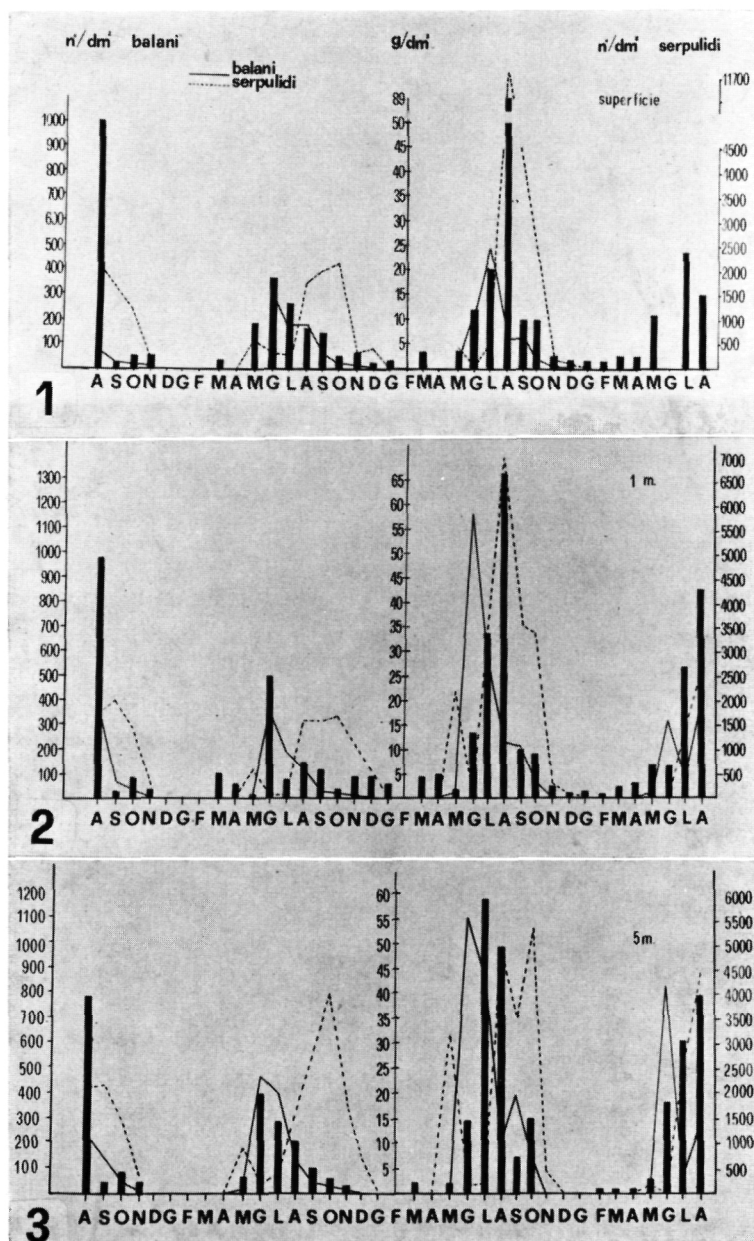
A) *Variazioni stagionali.*

Le figure da 1 a 5 riportano graficamente i dati relativi a 5 profondità: 0 m, 1 m, 5 m, 9 m e 14 m, per ognuna delle quali vengono riferiti i valori mensili del peso (dall'agosto 1965 all'agosto 1968), la densità dei Balani e quella dei Serpulidi. Dall'esame di questi grafici (figg. 1-5) risultano evidenti le variazioni stagionali: il massimo peso coincide a tutte le profondità con i mesi estivi, anche se esistono differenze tra anno ed anno. I valori minimi si ottengono invece tra dicembre ed aprile; tuttavia per le prime due profondità già dal mese di marzo si riscontra un incremento di peso, dovuto alla presenza di una abbondante pellicola di Diatomee, Alghe, Tunicati e talora Idroidi (*Tubularia*): è interessante notare che questi organismi, per durate di immersione di un mese, intervengono significativamente solo nelle biocenosi dei pannelli superficiali. Tra i mesi estivi i valori più alti del peso del fouling sono stati riscontrati nel 1967, anno in cui si è registrato il maggiore insediamento di Balani e Serpulidi, ed i più bassi nel 1966. Queste differenze sono più sensibili nei pannelli superficiali, come si vedrà più avanti.

B) *Variazioni con la profondità.*

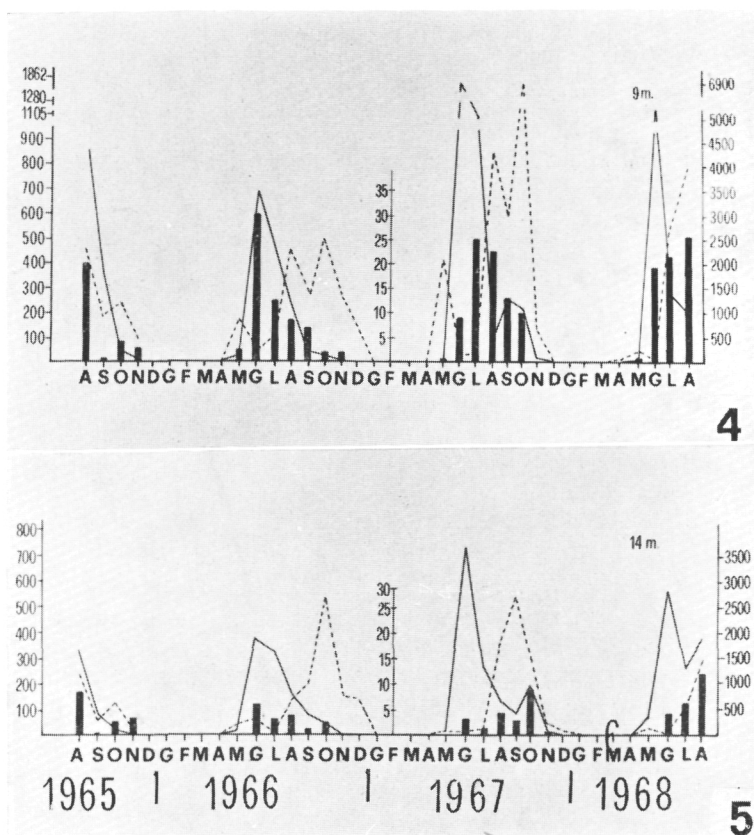
Per quanto riguarda la profondità si osserva, nelle figure da 1 a 13, che i pesi mensili di fouling diminuiscono sensibilmente con l'aumentare della profondità, anche se non mancano alcune eccezioni.

I valori massimi del peso sono stati rilevati praticamente in ogni mese ai livelli 0 m ed 1 m di profondità; i minimi a 14 m di profondità. Il massimo valore del peso è stato riscontrato nell'agosto 1967 a 0 m con 89 g/dm², che è un valore molto alto essendo il pannello rimasto immerso solo per un mese. Nello stesso periodo alla profondità di 14



metri è stato rilevato un peso di $4,6 \text{ g/dm}^2$, che è circa 18 volte inferiore a quello di superficie; agli altri livelli si sono avuti valori decrescenti con la profondità, ed esattamente $67,5 \text{ g/dm}^2$ ad 1 metro, $49,6$ a 5 m, $20,2$ a 9 m (figg. 6,7,8,9).

Da notare ancora che le variazioni annuali dei Serpulidi e dei Balani sia nel peso che nella densità sono maggiori sui pannelli superficiali che su quelli profondi; si confronti a questo proposito il grafico della fig. 5 con quello della fig. 1.



Figg. 1-5 - Dati rilevati dall'agosto 1965 all'agosto 1968 a cinque profondità: 0 m (pannello superficiale, parzialmente immerso), 1 m, 5 m, 9 m, 14 m, per ognuna delle quali vengono indicati i valori mensili del peso del fouling di un unico pannello (con scala di riferimento al centro), densità dei Balani (— con scala di riferimento sull'ordinata di sinistra) e densità dei Serpulidi (---- con scala sull'ordinata di destra).

C) *Variazioni con la durata di immersione.*

Nella Tabella I sono riportati, i pesi umidi del fouling riscontrato su pannelli prelevati in tempi diversi dopo 1 o più mesi di immersione a m 1,50 di profondità sotto le zattere, e, limitatamente al mese di aprile 1967, nella zona dello Y.C.I. (vedi p. 138 in Relini 1966 a).

TABELLA I^a — Peso umido del fouling in g/dm² su pannelli in fibrocemento

Mesi di immersione	Prelevati nel				Y.C.I. Aprile 1967
	Dic. 1965	Dic. 1966	Dic. 1967	Luglio 1967	
1	0,6	0,1	0	54,7	0
3	31,2	26,6	33,9	129,5	4,6
4	34,5	—	—	—	—
6	127,5	101,8	116	101,9	—
10	—	257,9	—	—	—
12	315	301	337,6	—	607,7
14	—	370,8	—	—	—
16	—	238	—	—	—

Dall'esame dei pesi dei pannelli prelevati nel dicembre 1965, 1966 e 1967 risulta che, essendo l'insediamento di dicembre scarso o nullo, il pannello di 1 mese è praticamente vuoto, mentre i pesi aumentano con l'aumentare del periodo di immersione. La stessa situazione si manifesta nei pannelli dell'aprile 1967. Per i pannelli prelevati in dicembre è da sottolineare la notevole differenza del peso del pannello di 3 mesi rispetto a quello di 6 mesi, essendo il peso di quest'ultimo circa 4 volte maggiore del primo.

Invece nei pannelli prelevati nel luglio 1967, il valore del peso mensile è più della metà di quello del pannello immerso per 6 mesi ed il peso di quest'ultimo è inferiore a quello del pannello di 3 mesi.

D) *Interrelazioni tra stagione, profondità e durata.*

Per mettere in evidenza alcune interrelazioni esistenti tra durata, profondità e inizio dell'immersione, sono stati riuniti nella tabella II

i valori del peso di pannelli immersi per tre mesi (colonne indicate con 1) con quelli ottenuti facendo la somma dei pesi dei 3 pannelli immersi per 1 solo mese durante lo stesso trimestre (colonne indicate con 2).

TABELLA II^a

Profondità	peso umido g/dm ²		peso umido g/dm ²	
	D G F 1	D+G+F 2	M A M 1	M+A+M 2
0 m	8,3	0,3	7,5	12
1 m	10	0,4	4,2	12,6
5 m	10	0,6	3,9	4,2
9 m	5,9	0,4	8,6	2,8
14 m	5,1	0,4	4,6	1,3

Profondità	peso umido g/dm ²		peso umido g/dm ²	
	G L A 1	G+L+A 2	S O N 1	S+O+N 2
0 m	138,2	56,7	—	17,7
1 m	133	37,5	26,2	12,5
5 m	94,2	55,1	25	9,4
9 m	78,5	48,4	19,8	11
14 m	39,1	12,9	18,5	3,8

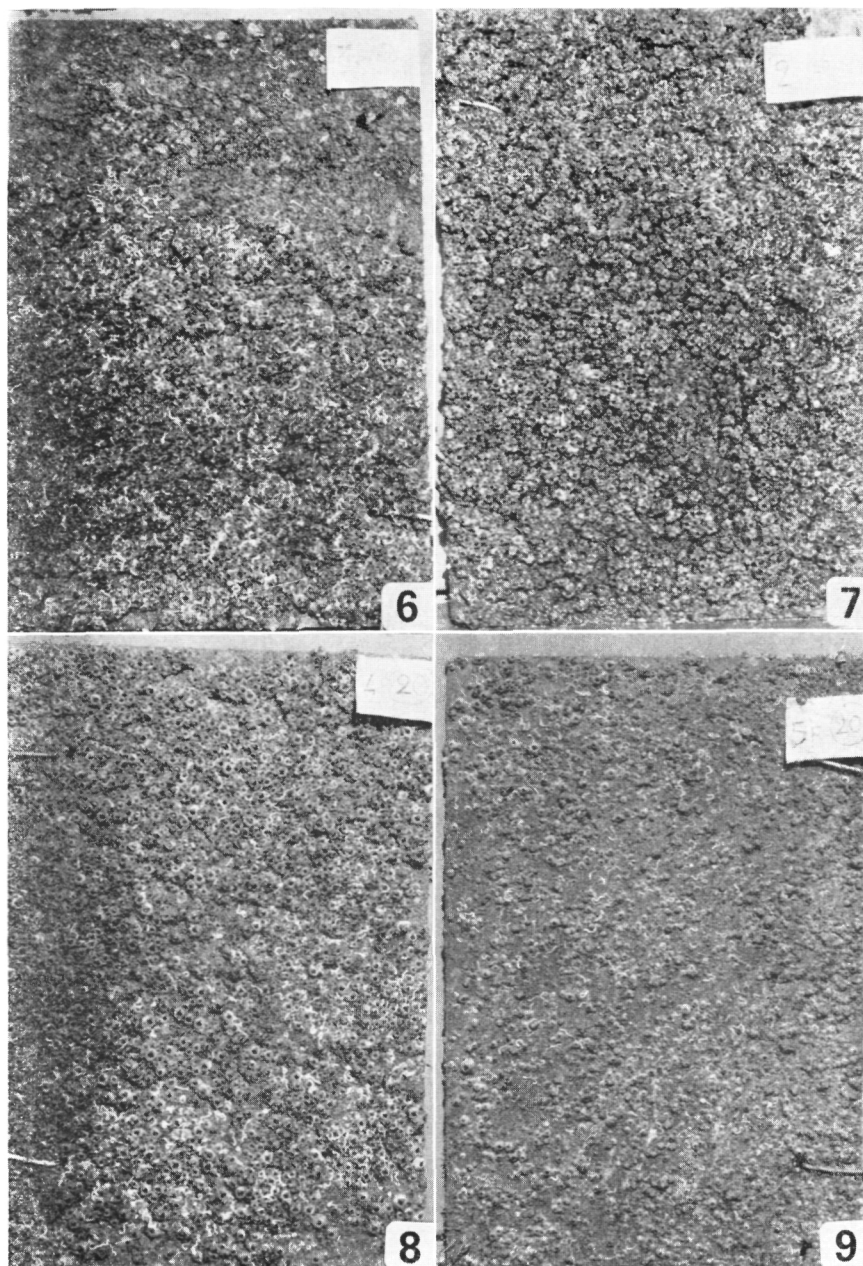
Nella colonna indicata con DGF sono riportati i pesi dei pannelli immersi da dicembre a febbraio, mentre i valori della colonna D+G+F sono la somma dei pesi mensili di Dicembre, Gennaio e Febbraio. Lo stesso vale per gli altri mesi.

Dall'esame di questi dati risulta confermato, in linea di massima, che i maggiori valori del peso si ottengono nei mesi estivi, i minimi durante i mesi invernali e che il peso diminuisce con la profondità. Si rileva inoltre che, se si escludono i pannelli superficiali immersi da marzo a maggio, in tutti i trimestri e a tutte le profondità, il peso del pannello immerso per 3 mesi consecutivi è maggiore della somma dei pesi dei pannelli mensili immersi per lo stesso periodo e nelle stesse condizioni.

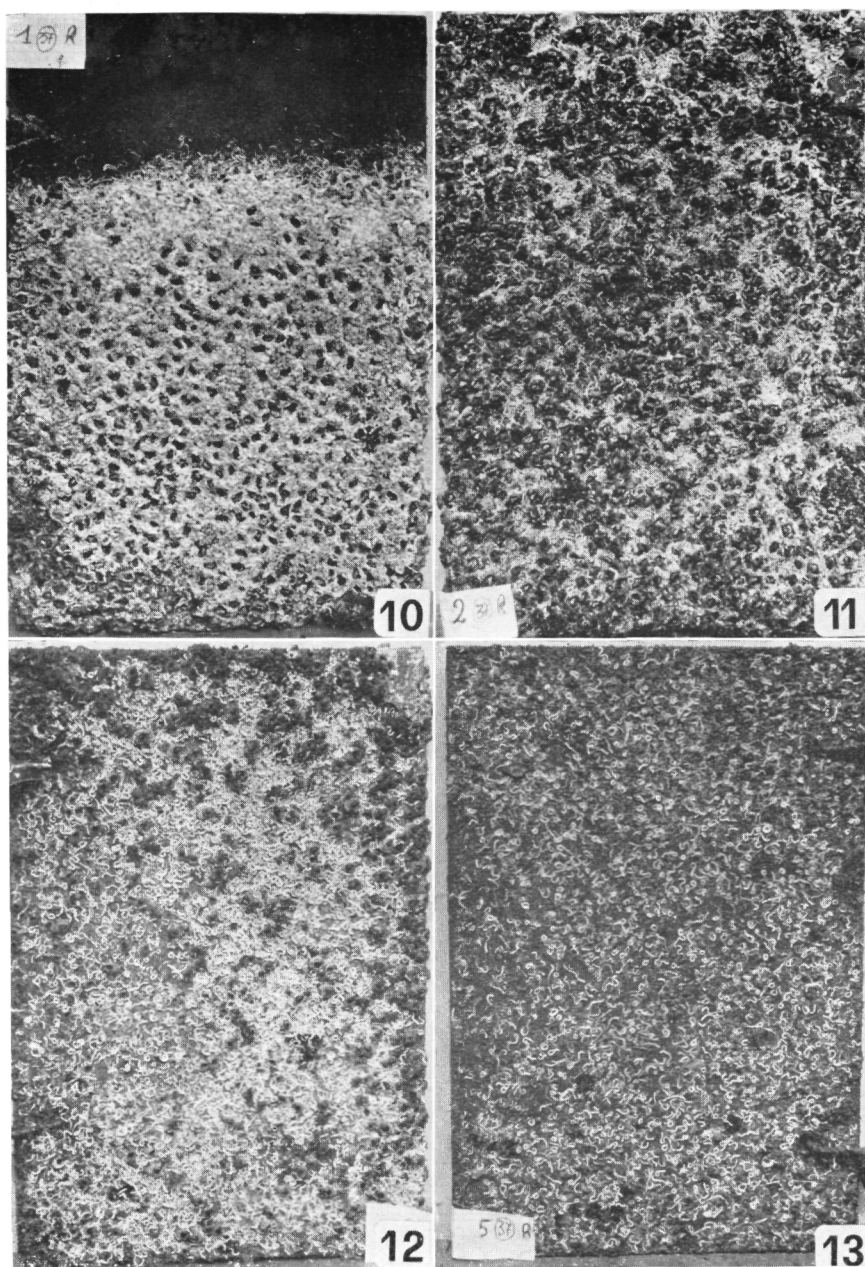
CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

A) *Variazioni stagionali.*

I massimi valori di peso che si ottengono, come si è visto, nei mesi estivi, sono generalmente dovuti alla presenza dei balani (v. fig. 1-5).



Figg. 6,7,8,9 rappresentano il fouling insediato nel mese di giugno (1966) su pannelli di amianto-cemento (200 x 300 x 4 mm.) immersi a diverse profondità ed esattamente: fig. 6; m. 0 - fig. 7; m. 1 - fig. 8; m. 9 - fig. 9; m. 14. Dall'esame comparativo di queste foto risulta che la quantità di fouling diminuisce con l'aumentare della profondità.



Figg. 10,11,12,13 rappresentano il fouling insediato nel mese di Agosto (1967). Risulta quanto già osservato nelle figure precedenti. Rispetto a queste ultime in agosto i Serpulidi sono presenti in maggiore quantità.

Da tener presente che il massimo di peso non coincide sempre con il massimo numero di questi Cirripedi in un determinato mese, sia perchè possono essere presenti altri organismi - primi fra tutti i Serpulidi - sia per le diverse dimensioni dei Balani stessi. Se prendiamo per esempio la profondità di 1 m nel giugno e luglio 1967, osserviamo come, in giugno ad un insediamento di 1168 Balani per dm^2 corrisponda un peso di $12,8 \text{ g/dm}^2$, mentre in luglio si arrivi a 43 g/dm^2 per una densità di 559 Balani per dm^2 .

Questo fatto dipende da due motivi:

1) in giugno i Serpulidi hanno una densità (per la profondità considerata) pari a $95/\text{dm}^2$, mentre in luglio si arriva a $4400/\text{dm}^2$;

2) i Balani in giugno sono più piccoli di quelli di luglio (dati non ancora pubblicati). Degno di nota è ancora il fatto che i valori del peso risultano maggiori nel 1965 e nel 1967, anni in cui i massimi di insediamento dei Balani coincidono più o meno con quello dei Serpulidi; mentre nel 1966, in corrispondenza ad uno sfasamento tra i due massimi, i valori del peso risultano di gran lunga inferiori. Resta tuttavia da accertare se vi sia una correlazione significativa tra i due fatti.

B) *Profondità.*

I valori mensili del peso diminuiscono sensibilmente con la profondità, generalmente in relazione con il minor insediamento sia dei Balani che dei Serpulidi, come risulta dall'esame comparativo dei grafici delle figure 1-5, anche se non mancano eccezioni. Ad es. nel giugno e luglio 1966, si è verificato un più elevato insediamento dei Balani sul pannello immerso a 9 m con conseguenti maggiori valori di peso rispetto alla superficie. Ciò potrebbe essere in relazione alla competizione delle Alghe, le quali con la loro presenza (in quantità maggiore rispetto agli altri anni) sui pannelli superficiali, diminuiscono la superficie utile per l'insediamento dei *cypris*. La differenza in peso del fouling tra i pannelli superficiali e quelli profondi può tuttavia essere considerevole come è stato segnalato per l'agosto 1967, mese in cui il fouling del pannello superficiale aveva un peso umido circa 18 volte maggiore di quello del pannello immerso a 14 m.

Si ritiene che una delle ragioni del più alto peso riscontrato sui pannelli superficiali possa essere l'accrescimento più rapido degli orga-

nismi insediati vicino alla superficie in relazione con la maggiore disponibilità di alimento, probabilmente legato a sua volta ad un più intenso processo fotosintetico.

Merita osservare inoltre come le maggiori variazioni annuali dei valori del peso e del numero di Balani e dei Serpulidi insediati, si siano verificate ancora sui pannelli superficiali, mentre su quelli esposti a 9 e 14 m, si riscontra una maggiore uniformità.

C) *Durata di immersione.*

Per quanto riguarda la durata di immersione si è visto che il peso del fouling aumenta, in linea generale e soprattutto nell'ambito dei

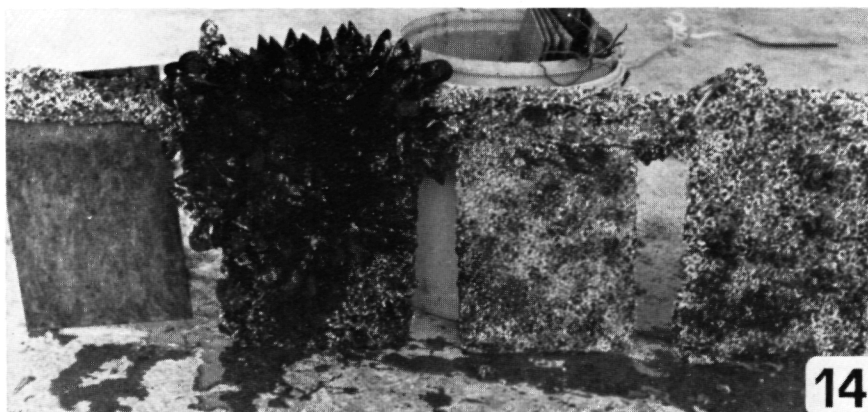


Fig. 14 - Confronto tra pannelli di cemento-amianto immersi a 1,50 m. e prelevati nel dicembre 1966 dopo 1 mese, 12, 3 e 6 mesi di immersione (nella foto i pannelli sono disposti in quest'ordine andando da sinistra a destra).

primi 12 mesi, con l'aumentare della durata di immersione. Pur tuttavia la relazione tra peso e durata è influenzata in modo determinante dalla stagione in cui inizia l'esperimento. Richiamo brevemente i valori rilevati sui pannelli di dicembre nelle tre annate consecutive (1965, 1966, 1967) dopo un periodo di immersione di tre mesi (Tabella I^a): tali valori sono abbastanza simili e lo stesso si può dire confrontando i tre pannelli prelevati nello stesso mese di dicembre dopo una immersione di 6 mesi. I valori di questi ultimi presentano un incremento molto rilevante rispetto ai primi tre, perchè l'inizio dell'immersione (luglio)

è avvenuto in un momento favorevole per un più intenso insediamento. La massa di fouling che si può raccogliere nel solo mese di luglio del resto è evidente nella quarta colonna della tabella I^a, accanto ai valori alquanto minori dei mesi precedenti. Inoltre, sempre dall'esame dei pesi dei pannelli prelevati nel luglio 1967 risulta che il pannello di 6 mesi ha un peso minore di quello di 3 mesi; questa eccezione dipende dal fatto che sul pannello di 6 mesi inizialmente si sono insediati tunicati, idroidi ed alghe che hanno ritardato il successivo insediamento dei Balani e dei Serpulidi.

Dopo 12 mesi di immersione si raggiunge un certo livellamento dei pesi e talora si può assistere ad una diminuzione coincidente con la morte ed il conseguente distacco di alcuni organismi il cui ciclo biologico non supera l'anno, quale è quello ad es. degli Ascidiacei. Questa potrebbe essere una spiegazione del minor peso riscontrato sul pannello di 16 mesi (dic. 1966) rispetto a quelli dei pannelli di 12 e 14 mesi.

Dobbiamo tuttavia sottolineare che questo aspetto non rappresenta una situazione costante e definitiva. Dopo il primo anno di immersione il peso del fouling, nonostante un'eventuale diminuzione iniziale, può aumentare ulteriormente ed in modo considerevole, poichè sopra alle comunità di Serpulidi e Balani o anche sui soli gusci di questi, si insediano - in primavera - i Mitili. Con questi molluschi si instaura una situazione tipo « climax » poichè, pur rimanendo possibile l'insediamento di altri organismi sulle valve dei mitili, questi rimangono la forma dominante.

D) *Interrelazioni tra stagione, profondità e durata.*

Il peso cresce con l'aumentare della durata di immersione e sui pannelli di 3 mesi assume a tutte le profondità considerate un valore maggiore della somma dei pesi mensili del trimestre. Si può spiegare questo comportamento considerando che:

a) Molti organismi non si insediano o si insediano con difficoltà su substrati che non presentano già una associazione biologica. (Osservazione nota ed anche rilevata nel nostro avamposto: Relini 1966a,b).

b) Generalmente sui pannelli di 1 mese non viene utilizzata tutta la superficie utile per l'insediamento.

c) Le larve di molti organismi hanno un forte tigmotropismo, cioè vengono attratte dalla presenza di adulti, della stessa specie o anche di soli loro gusci (Knight-Jones e Moyse 1961; Crisp 1963).

d) L'accrescimento è ovviamente maggiore sui pannelli di tre mesi. Tuttavia a quest'ordine di fenomeni fanno eccezione i mesi primaverili; le cause possono probabilmente essere ricercate nella più forte incidenza delle Alghe nella composizione del fouling.

E) *Accumulo del fouling.*

Dal confronto dei pesi del fouling riscontrati a Genova con quelli riportati da alcuni Autori, si possono ricavare alcune interessanti considerazioni. Redfield e Deevy (1952) hanno trovato i seguenti valori medi annui del peso umido del fouling: 25 kg/m²/anno a San Diego (California), 7,4 kg/m²/anno a Port Reyes (California) e 13,2 kg/m²/anno a Norfolk in Virginia.

I valori annui a Genova sono notevolmente più alti. Il pannello di 12 mesi del dicembre 1966 presentava un fouling di 30,1 kg/m² e quello del dicembre 1967: 33,7 kg/m². Il pannello prelevato, dopo 12 mesi, nell'aprile 1967 allo Y.C.I., avendo un fouling particolarmente ricco di mitili, presentava un peso addirittura pari a 60,7 kg/m². Nel solo mese di Agosto (1967) - come è stato già detto - si è avuto un accumulo di fouling pari a 8,9 kg/m², cioè leggermente superiore a quello accumulatosi in un anno a Port Reyes o agli 8 kg/m², segnalati per il Mare d'Azov da Starostin e Turpayeva (1963). Valori maggiori vengono riportati ancora da Redfield e Deevy (1952) per navi faro (40 kg/m² in 11 mesi), boe (53,7 kg/m² per anno) e condotte (64 kg/m² in sole 21 settimane).

Da questi dati e da quelli segnalati nella breve rassegna bibliografica risulta che il fouling nel porto di Genova è particolarmente intenso anzi, dal confronto di notizie scambiate con le Stazioni sperimentali del COIPM (*), sembra il più intenso tra i porti europei attualmente oggetto di studio. Ciò è particolarmente vantaggioso ai fini di quelle ricerche sulla corrosione e sui metodi sia fisici che chimici di inibizione del fouling di cui si occupa il nostro Laboratorio.

(*) Comitato internazionale per la preservazione dei materiali nell'ambiente marino.

Concludendo, il fouling nel porto di Genova è molto intenso, registrando massimi di $8,9 \text{ kg/m}^2$ per mese di immersione (Agosto 1967) e $60,7 \text{ kg/m}^2$ per un anno di immersione, in pannelli superficiali. I rilevamenti quantitativi del fouling in relazione al periodo stagionale scelto per l'immersione, alla profondità e alla durata di questa hanno messo in evidenza i seguenti punti:

1) Gli organismi a guscio calcareo, cioè quelli che influiscono maggiormente sul peso, sono i Balani, i Serpulidi e i Mitili (questi ultimi presenti solo su pannelli immersi per diversi mesi).

2) Nell'avamporto di Genova il periodo di maggior insediamento di Balani e Serpulidi è quello dei mesi estivi durante i quali si hanno, di conseguenza, i più alti valori mensili in peso del fouling.

3) La profondità è determinante sul fouling, il cui peso decresce a partire dalla superficie, in modo che a una profondità di 14 metri il peso del fouling può esser ridotto a un diciottesimo del corrispondente valore superficiale.

4) La valutazione del fouling per una determinata durata di immersione, deve tener conto anche del periodo prescelto per l'inizio dell'immersione stessa, in quanto da esso dipende la composizione specifica delle comunità e di conseguenza la massa fouling finale.

BIBLIOGRAFIA

- CRISP D.J. - 1963 - The chemical basis of substrate selection by certain marine invertebrate larvae. Proceed. XVI International Congress of Zoology - Washington D.C., vol. 1, pag. 58.
- DE PALMA, 1967 - An annotated Bibliography of Marine Fouling for Marine Scientists and Engineers (Rapporto) U.S. Naval Oceanographic Office Washington D.C.
- FULLER J.L. - 1946 - Season of attachment and growth of sedentary marine organism at Lamoine, Maine. Ecology, vol. 27 (2) pp. 150-158.
- HUTCHINS L.W., 1952 - Relations to local Environments in Marine fouling and its prevention, Annapolis, Maryland, cap. 8, pp. 102-117.
- HOUGHTON D.R. e STUBBINGS - 1963 - On the vertical distribution of *Elminius modestus* Darw. J. Anim. Ecol. vol. 32, pp. 193-201.
- KAWAHARA T. e IZIMA H. - 1960 - On the constitution of marine fouling communities at various Depths in Ago Bay. Rep. Fac. Fish. Prefect. Univ. Mie. vol. 3, n. 3, pp. 582-594.
- KNIGHT-JONES E.W. e MOYSE J. - 1961 - Intraspecific competition in sedentary marine animals. Symposia Soc. Exp. Biol. n. 15, pp. 72-95.

- Marine fouling and its prevention, 1952 - Woods Hole Oceanographic Institution - Annapolis, Maryland.
- Mc DOUGAL K.D. - 1943 - Sessile marine invertebrates at Beaufort, North Carolina. Ecol. Monogr. vol. 13, n. 3, pp. 323-374.
- MOR E., LUFT G. - 1963 - Studio sul comportamento dei vari tipi di alluminio e sue leghe all'attacco corrosivo in presenza della vegetazione marina. - « Alluminio e Nuova Metallurgia », vol. 30, pp. 299-310.
- MOR E. - 1963 - Fouling et corrosion dans l'eau de mer. Navires, Ports et Chantiers. Vol. 156 (5) pp. 1-6.
- MOR E. - 1968 - Variations de la concentration des ions hydrogène dans l'eau de mer et son influence sur la fixation des organismes du fouling. Atti 2° Congresso Internazionale della Corrosione e Incrostazione Marina. Atene, settembre.
- NAIR B. - 1962 - Ecology of marine fouling and wood-boring organisms of Western Norway - Sarsia n. 8, pp. 1-8, Tavv. 1-9.
- REDFIELD A.C. e DEEVY E.S. Jr. - 1952 - Quantitative aspects of fouling in Marine fouling and its prevention (cap. 3,4,5,6).
- RELINI G. - 1964a - Andamento stagionale degli organismi sessili del porto di Genova. Arch. Oceanogr. Limnol., XIII fasc. II, pp. 281-296.
- RELINI G. - 1964b - I Cirripedi Opercolati del porto di Genova. Ann. Mus. St. Nat. Genova, CXXXVII, pp. 397-411.
- RELINI G. - 1966a - Le comunità dominanti nel « fouling » portuale di Genova. Natura, vol. LVII, fasc. II, pp. 136-156, figg. 1-8.
- RELINI G. - 1966b - Ricerche sul « fouling » nel porto di Genova. Atti del XXXV Convegno dell'U.Z.I., Pisa 1966 in Boll. Zool. vol. XXXIII, fasc. I, p. 179.
- RELINI G. - 1967 - Le comunità fouling di alcuni metalli. Ricerche sperimentali nel porto di Genova. Atti del XXXVI Convegno dell'U.Z.I., Messina 1967 in Boll. Zool. vol. 34, p. 165.
- SENTZ-BRACONNOT E. - 1966 - Données écologiques sur la fixation d'Invertébrés sur des plaques immergées dans la rade de Villafranche-sur-mer. Int. Revue ges. Hydrobiol. vol. 51, (3) pp. 461-484.
- STAROSTIN I.V. e TURPAYEVA E.P. - 1963 - Settlement on water intake structures of a metallurgical plant by larvae of fouling organisms (Sea of Azov). Marine Fouling and Borers. Trudy Instituta Okeanologii, Vol. 70, pp. 142-150.
- VISSCHER J.P. - 1928 - Nature and extent of fouling of ships Bottoms. Bull. Bur. Fish., vol. 43, pt. 2, pp. 193-252.

RIASSUNTO

L'Autore esamina le variazioni quantitative stagionali del fouling in relazione alla profondità (da 0 a 14 m.) e alla durata di immersione di pannelli di materiale fibrocementizio (200 x 300 x 4 mm.) posti verticalmente nell'Avamposto orientale di Genova (Lat. 44° 25' 42" Nord, Long. 8° 55' 44" Est). I maggiori valori mensili del peso umido del fouling si verificano a tutte le profondità durante l'estate e sono generalmente in dipendenza del massimo insediamento dei balani e dei serpulidi. La densità di questi organismi ed il peso del fouling diminuiscono, in linea di massima, con la profondità. Il più alto valore mensile è stato riscontrato nell'Agosto 1967 con 89 gr/dm² in un pannello superficiale, mentre il corrispondente posto a 14 m. presentava un peso circa 18 volte inferiore. Il peso del fouling su pannelli immersi per tre mesi a diverse profondità è maggiore delle somme dei pesi dei pannelli mensili dello stesso trimestre.

Il peso del fouling cresce generalmente con l'aumentare della durata di immersione. Pur tuttavia esso è condizionato dal ciclo biologico degli organismi e quindi dalla stagione in cui il substrato viene immerso.

Gli esseri che maggiormente influiscono sul peso del fouling nell'avamposto di Genova sono i Balani, i Serpulidi ed i Mitili.

SUMMARY

The Author describes the seasonal quantitative variations of fouling related to depth (0-14 m.) and to immersion period of asbestos panels (200 x 300 x 4 mm.), vertically immersed in the east part of Genoa harbour (lat. North 44° 25' 42" long. East 8° 55' 44"). The higher monthly weights of wet fouling were obtained at all depths during Summer months, generally depending upon higher settlement of Barnacles and Serpulids. The density of these organisms and fouling weight decrease with depth. The maximum year accumulation of fouling which was recorded from Genoa panels is 60,7 kg/m². The highest monthly weight was found in August 1967: 89 g/dm² on a superficial panel, while 14 m. depth panel (of same series) showed a weight 18 times lower. At all depths the fouling weight of three months panels is higher than the amount of monthly weights during the same period. Usually the fouling weight becomes greater with increasing of exposure duration, but is influenced by time of the year at which a structure is exposed.

The main organisms determining fouling weight in Genoa harbour panels are Barnacles, Serpulids and Mussels.

