
3. OSSERVAZIONI E DISCUSSIONE

3.1 ANALISI DEI FONDALI - DATI GRANULOMETRICI

Le lagune costiere sono, per loro intrinseca costituzione, degli ambienti di transizione, "effimeri", se così possiamo dire; formatesi per l'azione combinata dei trasporti terrigeni fluviali e delle forze modellatrici delle correnti marine e delle maree, sono in continua evoluzione, secondo un trend naturale che le conduce verso la trasformazione dapprima in stagni costieri, poi in paludi e quindi in terre emerse.

Anche la Laguna di Venezia soggiace alle stesse regole ma l'azione di trasformazione antropica ha modificato il modello evolutivo, portandolo verso l'estremo opposto: attualmente essa è un ambiente che tende alla marinizzazione e non più all'interramento.

Resta comunque la caratteristica di un sistema assai dinamico che tende a modificarsi, anche radicalmente, nel tempo. In quest'ottica diventa quindi difficile identificare con precisione le cause che hanno determinato una data modificazione morfologica, attribuendo il giusto peso a ciascuna.

Attualmente ci si trova di fronte ad una situazione di profonde azioni erosive che si manifestano in tutto l'ambito lagunare, ma che colpiscono soprattutto le barene, zone emerse soggette però all'azione della marea; in molte zone ciò ha portato ad un sensibile aumento della profondità, 30-100 cm, (Cavazzoni, 1977; Cavazzoni & Gottardo, 1983). Inoltre si sono instaurate profonde modificazioni alle condizioni idrodinamiche generali (Ghetti, 1973).

Nella zona che interessa il nostro studio, il bacino di Malamocco, una delle azioni antropiche fondamentali che bisogna considerare, per valutare le modificazioni morfologiche subite dai fondali, è l'escavo, avvenuto alla fine degli anni '60, del Canale dei Petroli che mette in comunicazione Porto S. Leonardo e la zona industriale di Porto Marghera con la bocca di Malamocco.

Si tratta di un canale rettilineo e di notevole profondità (fino a 20-22 m), che dunque ha portato un vivace incremento dell'idrodinamismo della zona circostante.

Ciò ha prodotto tutta una serie di fenomeni fra cui:

- lo spostamento verso Venezia della linea di spartiacque (linea virtuale, che separa due bacini idraulici contigui, attraverso la quale il flusso d'acqua è nullo) fra il bacino nord e quello centrale;
- la propagazione delle correnti di marea lateralmente ai canali principali e non più radialmente dalla bocca di porto: ciò ha condotto all'interramento di alcuni canali laterali secondari (Ghetti, op. cit.).

Alla luce della vastità di questa problematica delle modificazioni morfologiche lagunari, si è dunque ritenuto opportuno limitare l'analisi dei fondali al solo parametro della granulometria, che sembra poter fornire indicazioni sufficientemente precise di eventuali effetti indotti dall'attività di pesca con draga idraulica.

L'azione della turbosoffiante è quella di movimentare, mettendolo in sospensione, il sedimento (Brambati e Fontolan, 1990); poiché le varie frazioni granulometriche hanno, in relazione alle dimensioni delle particelle, diverse velocità e dunque tempi di sedimentazione, è chiaro che una continua azione di "dragaggio" del fondale dovrebbe condurre ad una perdita percentuale maggiore della frazione fine (più facilmente trasportabile dalle correnti), rispetto a quella più grossolana, con conseguente aumento delle dimensioni del particolato presente sul fondo.

Per verificare questa ipotesi si è dunque eseguita una serie di analisi su carote provenienti da stazio-

ni poste all'interno ed all'esterno delle zone di pesca. Inoltre, si è operato un confronto con gli studi compiuti da Barillari (1978; 1981) nelle stesse zone.

I dati bibliografici prescelti sono abbastanza recenti e sono relativi ad un periodo in cui, da una parte gli effetti indotti dall'apertura del canale Porto Marghera-Malamocco avevano già esercitato il loro influsso sui fondali circostanti, dall'altra la pesca con turbosoffiante in laguna non era certo un fenomeno molto diffuso (a quell'epoca poteva esserci solo qualche "pioniere" che usava quest'attrezzo per dragare piccole porzioni di canale, magari nei pressi delle bocche di porto).

Ecco dunque che ci è sembrato opportuno ed interessante proporre un confronto tra le due serie temporali di dati.

Altre informazioni che ci possono aiutare a capire quale fosse, un decennio fa, la situazione delle zone da noi studiate ci provengono da una mappa della distribuzione delle macroalghe bentoniche nella Laguna di Venezia, tratta da uno studio di Solazzi (1981); da essa si rileva che in alcune delle località interessate dal presente lavoro, esisteva una biomassa algale che andava da 1 Kg/mq fino anche a più di 10 Kg/mq; questo, se paragonato con la situazione attuale dei fondali, che per vaste aree si presentano completamente privi di qualsiasi vegetazione (come risulta chiaramente anche da rilevamenti aerei effettuati) dimostrerebbe che all'epoca di quei rilievi (inizio anni '80) non esisteva alcun tipo di pesca con attrezzi strascicanti o turbosoffianti.

I risultati delle nostre indagini sono raccolti nella tabella 1.

In essa sono riportate le percentuali delle tre principali frazioni granulometriche, sabbia (2000-62 μ m), silt (62-4 μ m) ed argilla (< 4 μ m), rilevate nelle stazioni campionate; inoltre, per ciascun campionamento, è indicata la classificazione secondo Shepard (1954) ottenuta in base ai nostri rilevamenti e a lato, per confronto, quella riportata nella cartografia riassuntiva dei lavori di Barillari (op. cit.); infine, per ciascuna delle aree esaminate, vengono presentati il valore medio della percentuale di sabbia riferito alle due serie temporali di campionamenti (1981 - 1992), la sua deviazione standard ed il risultati relativi al t test.

Si sono poi confrontate, dove consentito dalla sovrapposizione del nostro reticolo di campionamento con quello utilizzato da Barillari, le percentuali delle diverse frazioni rilevate nelle singole stazioni riportandole in forma grafica (fig. 5).

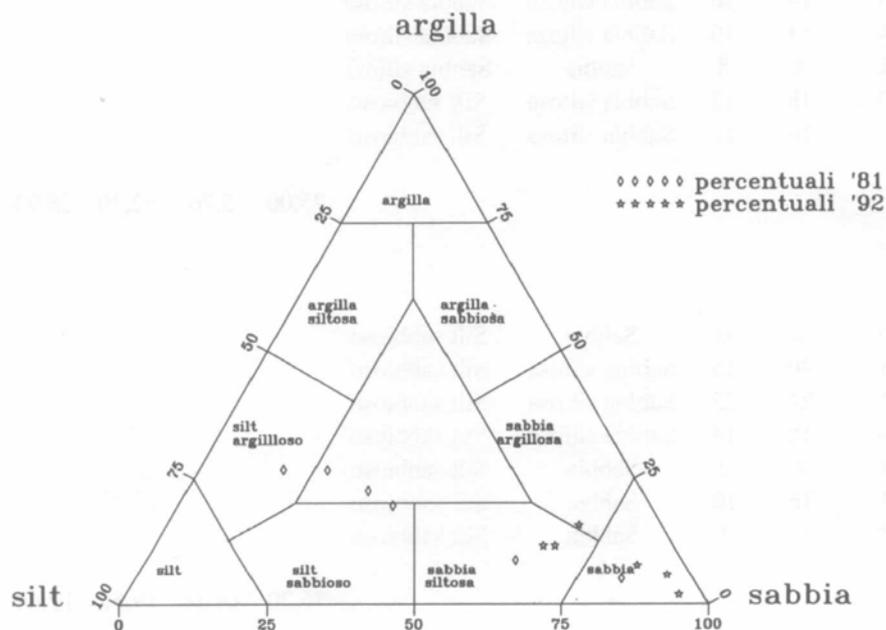


Fig. 5: Diagramma riportante una comparazione tra i valori granulometrici riscontrati nel presente studio e quelli riportati da Barillari (1981).

Staz.	% sabbia	% silt	% argilla	Classificaz. 1992	Classificaz. 1981	% media 1992	D.S.	% media 1981	D.S.	t Test p
S. Leonardo										
1	88	6	6	Sabbia	Silt sabbioso					
2	68	20	12	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
3	66	22	12	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
4	60	22	18	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
5	60	22	18	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
6	66	22	12	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
totale						68,00	10,35	36,70	22,40	< .02
Spignon										
7	88	8	4	Sabbia	Sabbia					
8	72	16	12	Sabbia siltosa	Sabbia siltosa					
9	62	22	16	Sabbia siltosa	Sabbia siltosa					
10	78	12	10	Sabbia	Sabbia					
11	88	6	6	Sabbia	Sabbia					
12	78	10	12	Sabbia	Sabbia siltosa					
totale						77,70	9,91	77,30	10,77	n.s.
Alberoni										
13	80	10	10	Sabbia	Sabbia					
14	70	14	16	Sabbia siltosa	Sabbia siltosa					
15	74	14	10	Sabbia siltosa	Sabbia siltosa					
16	84	8	8	Sabbia	Sabbia siltosa					
17	70	18	12	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
18	72	16	12	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
totale						75,00	5,76	52,30	28,94	n.s.
Rivola										
19	90	4	6	Sabbia	Silt sabbioso					
20	64	20	16	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
21	54	24	22	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
22	68	18	14	Sabbia siltosa	Silt sabbioso					
23	94	4	2	Sabbia	Silt sabbioso					
24	74	16	10	Sabbia	Silt sabbioso					
25	90	6	4	Sabbia	Silt sabbioso					
totale						76,30	15,34	19,58	12,64	<.001

Tab. 1 : Frazioni granulometriche e classificazioni secondo Shepard (1954), rilevate nel presente studio e confronto con dati riportati in Barillari (1981).

Quel che si può notare subito è un'evoluzione tendente all'aumento, talora anche sensibile della percentuale della frazione granulometrica ascrivibile alla sabbia ed una conseguente diminuzione dei sedimenti più fini.

In effetti, confrontando soprattutto i tipi di fondale ottenuti dalla classificazione di Shepard, si può verificare che, in genere, i cambiamenti più marcati sono segnalati a carico di quei 'tipi' che inizialmente contenevano una maggior quantità percentuale di particellato fine, soprattutto silt ma anche argilla. Si ricorda che i tipi rappresentati in tabella si possono ordinare, in funzione della quantità crescente di sabbia, rispettivamente in: silt sabbioso, sabbia siltosa e sabbia.

Al contrario le situazioni che già nell'81 erano apparse "ricche" di sabbia, non sembrano aver subito grosse modificazioni nelle rispettive percentuali.

Analizzando la situazione nel dettaglio:

S. Leonardo: mediamente la frazione più grossolana mostra, nel complesso, un netto incremento (da 25,1 a 68 %, t test $p < .02$) con tutte le stazioni analizzate che evidenziano un passaggio da silt sabbioso a sabbia siltosa (figg. 6 e 7), e dunque, un'inversione delle rispettive proporzioni di silt e sabbia. Si nota, inoltre, come la stazione 1 sia quella che sembra aver subito la trasformazione maggiore raggiungendo addirittura l'88% di sabbia: questo potrebbe essere giustificato dalla sua vicinanza al canale che comporterebbe una più forte pressione di pesca combinata ad un idrodinamismo più vivace. Le due stazioni fuori area non presentano differenze di rilievo rispetto a quelle interne; ciò potrebbe essere dovuto alla loro vicinanza al bordo della zona di pesca, la quale eserciterebbe su di esse una certa influenza.

Spignon: è la località in cui non si sono registrate variazioni di rilievo nè nel valore medio (t test non significativo), nè, soprattutto, nelle classi; solo la stazione 12 ha subito un cambio. Ciò conferma la tendenza generale di scarsi mutamenti nelle zone a granulometria maggiore; questo si spiegherebbe con il fatto che, in presenza di basse quantità di fini, il continuo dragaggio e rimescolamento del fondale non riuscirebbe comunque ad alterare i rapporti tra le diverse frazioni.

Alberoni: si tratta di una situazione intermedia con cambiamenti non molto accentuati, t test non significativo (figg. 8 e 9), o addirittura assenti (fig. 10). Nel totale viene confermata la tendenza generale.

Rivola: è la zona che presenta le differenze più sostanziali: la percentuale media di sabbia per tutte le stazioni passa da 26,7 a 76,3% (t test $p < .001$); da una situazione generale classificata in Barillari come silt sabbioso, si passa alla sabbia siltosa e perfino alla sabbia. Si nota, inoltre, che l'aumento risulta assai maggiore nelle zone all'interno dell'area di pesca, con punte fino al 90% e più di sabbia (figg. 11 e 12), rispetto alle zone esterne (stazioni 20 e 22), con la sola eccezione della stazione 21.

In definitiva, quindi, ci sembra di poter affermare che sicuramente nell'ultimo decennio, nelle località studiate, è avvenuta una trasformazione della granulometria del sedimento, che si presenta più accentuata dentro alcune delle zone di pesca secondo le modalità sopra enunciate.

In zone limitrofe, le indagini da noi eseguite, unite ad altre non facenti parte di questo studio (Pranovi, dati non pubblicati) indicano che, dove non operano le turbosoffianti, le granulometrie sono rimaste pressoché immutate (es. presso l'ottagono di S. Pietro in Volta, dati non pubblicati).

I dati raccolti portano dunque a concludere che la pesca con draga idraulica in laguna può essere indicata come la principale responsabile, o almeno una delle fondamentali concause, della modificazione dei fondali sui quali opera (Brambati e Fontolan, op. cit.); essa contribuisce cioè a

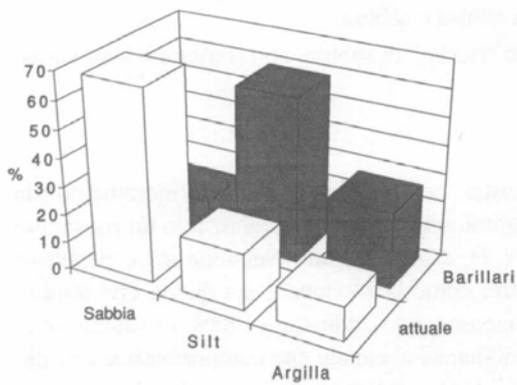


Fig. 6: S. Leonardo stazione 2.

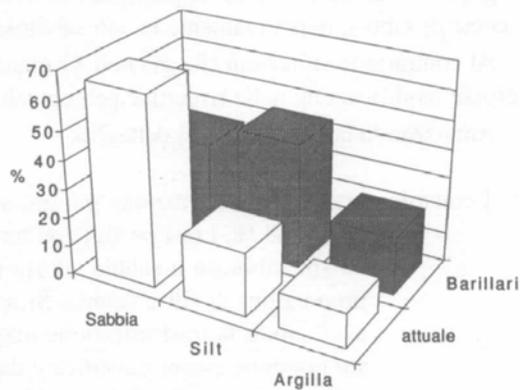


Fig.7: S. Leonardo stazione 6.

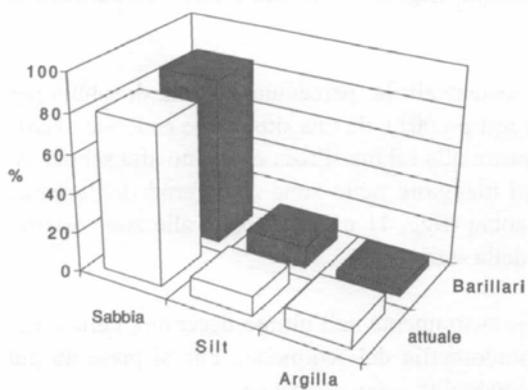


Fig. 8: Alberoni stazione 13.

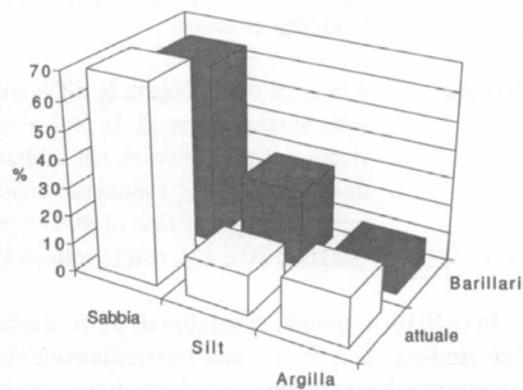


Fig. 9: Alberoni stazione 14.

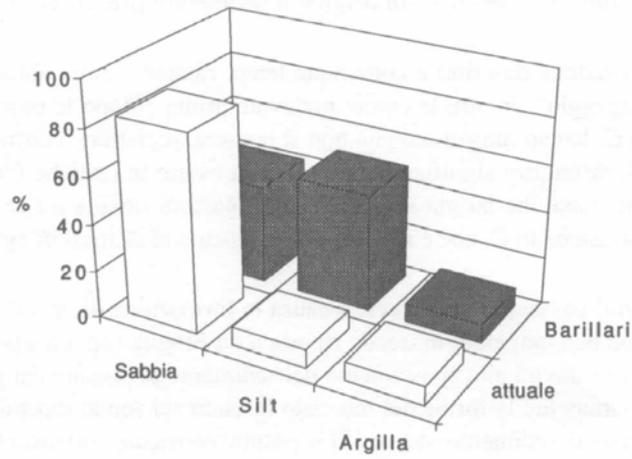


Fig. 10: Alberoni stazione 16

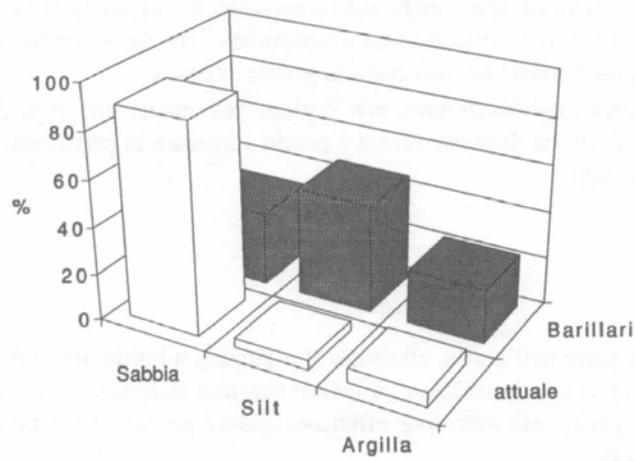


Fig. 11: Rivola stazione 19

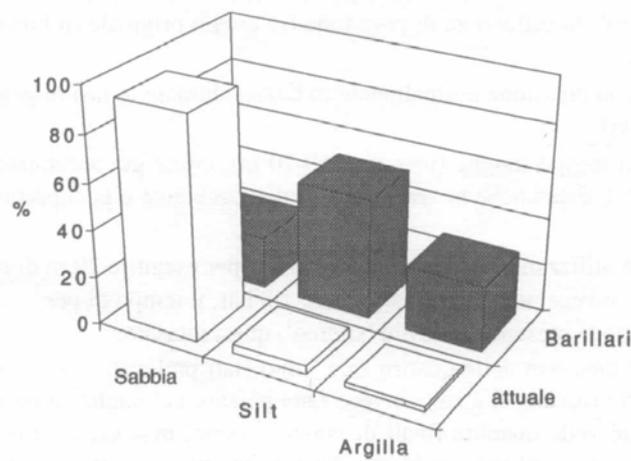


Fig. 12: Rivola stazione 23

rendere i fondali 'più sabbiosi', specie se in origine il sedimento presentava una buona quantità di elementi fini.

Il processo di trasformazione descritto è comunque lento, richiede tempi abbastanza lunghi ed una continua attività di "dragaggio". Infatti, le carote prelevate prima e dopo le pescate sperimentali eseguite nelle stazioni A e C, hanno dimostrato che non si possono registrare, confrontando i dati relativi ai due diversi momenti, differenze significative; ciò poteva essere in qualche modo prevedibile nella stazione A posta in una zona che ha già subito le modificazioni dovute all'azione di pesca, ma in realtà è stato confermato anche in C, che è una zona sicuramente al di fuori di ogni possibile intervento delle turbosoffianti.

Si è visto, inoltre, che il passaggio dell'attrezzo causa la formazione di un solco profondo in media dagli 8 ai 10 cm, dunque ben maggiore di quella riportata da Froglià (op. cit.) per il mare aperto, con due cordoni laterali rialzati dovuti allo spostamento del sedimento provocato dai pattini e dalle porzioni laterali del ferro. Chiaramente la forma del tracciato lasciato sul fondo dipende dalla "scorrevolezza" della draga attraverso il sedimento stesso. Si è potuto verificare, infatti, che, mentre in A tale forma risultava assai regolare, anche come profondità di escavo, in C la situazione si presentava alquanto diversa, con un solco che via via si approfondiva fino a raggiungere nella parte terminale della cala, i 15 cm. Inoltre nel corso della prova di pesca eseguita nella stazione B, si è rilevato che la presenza di Fanerogame (*Zostera* spp.) anche solo a macchie, da un lato tende a far "slittare" l'attrezzo, dall'altro oppone una notevole resistenza all'avanzamento, con un accentuato fenomeno di intasamento che impedisce, quasi totalmente, una corretta azione di pesca.

Nella zona C i segni del solco risultavano ben distinguibili ancora due mesi dopo; in A, invece, a causa del proseguire dell'attività di pesca, non si è potuto verificare la permanenza delle tracce, modificate dai successivi passaggi.

3.2 ASPETTI FISICI

Nel corso della prima parte dell'uscita, effettuata il 3 giugno, a bordo dell'imbarcazione dotata dell'attrezzatura per la pesca con turbosoffiante, il lavoro eseguito mirava ad ottenere delle informazioni sulle modalità di pesca; per far ciò sono state effettuate quattro pescate 'sperimentali' all'interno della zona denominata Spignon.

Le prove vertevano sulla necessità di rilevare parametri 'fisico-meccanici' quali la pressione d'esercizio dell'impianto idraulico, la velocità di cala, il comportamento dell'attrezzo in ambiente lagunare.

Si è potuto verificare che, come abbastanza prevedibile, data la modesta lunghezza del tubo che conduce l'acqua al 'ferro', la differenza di pressione fra quella originale di bordo e quella effettiva è assai scarsa: 0,1-0,2 bar.

Si è visto, inoltre, che la pressione normalmente utilizzata durante le fasi di pesca è di circa 3,6 - 3,8 bar (3,4 - 3,6 bar effettivi).

Le cale non sono mai troppo lunghe (massimo 50-70 m); come già accennato si pesca con l'elica (cioè a 'marcia indietro'), data anche la "ristrettezza" dell'ambiente e la superficie limitata delle aree in cui si opera.

Nelle prove effettuate utilizzando la pressione di 3,6 bar per eseguire 20 m di cala si sono impiegati due minuti; utilizzando, invece, una pressione ridotta, 1,8 bar, il tempo di pesca raddoppia ed inoltre il ferro una volta recuperato si presenta assai più 'sporco', quasi intasato.

Da tutto il pescato di ciascuna delle quattro cale, sono stati prelevati e successivamente, analizzati, dei subcampioni; la parte rimanente è stata invece fatta passare nel vaglio di bordo, così da poter eseguire delle comparazioni sulle quantità finali di vongole veraci pescate, confrontando le due diverse pressioni (la resa più elevata si ottiene con la pressione maggiore). La differenza tra tali quantità è risultata statisticamente significativa ($p > 0,05$) sia nei campioni vagliati, sia in quelli prelevati 'in toto'.

Nelle figure 13-16 sono riportati i dati riferiti alla composizione in numero ed in peso delle catture eseguite nelle 4 diverse cale.

Per gli aspetti che interessano questa sezione, si può notare come i dati riferiti alla I e II cala (pressione 3,6 bar, figg. 13 e 14) siano molto simili fra loro e risultino invece diversi da quelli delle cale III e IV (pressione 1,8 bar, figg. 15 e 16).

3.3 EFFICIENZA DELLA DRAGA IDRAULICA

Uno degli elementi fondamentali che è necessario tenere in considerazione è che, a differenza della pesca con turbosoffiante che si effettua in mare, dove, nelle aree di pesca, la vongola (*C. gallina*) è una delle specie predominanti sia come numero che come biomassa, in ambiente lagunare, invece, le specie 'target', cioè le vongole veraci (*Tapes* spp.), non sono certamente l'entità più abbondante all'interno della biocenosi, come risulta in modo assai evidente dalle composizioni faunistiche.

Per quanto riguarda la densità, di seguito si riportano i dati relativi al numero medio per metro quadrato ed alla biomassa (in grammi), sempre per unità di superficie.

Rivola A (3 giugno)		Rivola C (3 giugno)		Rivola A (24 giugno)	
n. ind.	biomassa	n. ind.	biomassa	n. ind.	biomassa
7	2,3	10	13,1	15	19,6

I dati sono riferiti ai prelievi con sorbona eseguiti prima del passaggio della turbosoffiante; sono stati riportati, per confronto, anche i risultati del campionamento eseguito il 24-06 in Rivola A1 (area di confronto). Infatti la zona A è area di pesca, e, quasi sicuramente, i valori riscontrati il 3 giugno sono riferiti ad un'area dragata 'di fresco', forse addirittura la notte precedente, mentre quelli del 24 riguardano una stazione sempre all'interno della stessa area di pesca, ma relativamente più tranquilla in cui non si era pescato di recente. Le differenze fra le due situazioni appaiono sicuramente notevoli ed anche statisticamente significative.

Volendo fare delle analogie questa situazione potrebbe essere assimilabile a quella che si verifica nella pesca dei canalicchi, dove la principale specie pescata presenta una distribuzione a bassa densità.

Nella situazione da noi studiata risulta che all'interno della comunità bentonica a bivalvi, il 'longone' (*Paphia aurea*), che attualmente 'in loco' ha uno scarso valore commerciale, è prevalente sia in numero che in biomassa.

Nelle figg. 17 e 18 viene analizzata la situazione per quel che riguarda i dati di *P. aurea*: è abbastanza evidente uno spostamento del valore modale del campione ottenuto con la draga verso taglie maggiori (lunghezza media del campione della sorbona = 21,8 mm; lung. media campione della draga = 22,5 mm) con una bassa efficienza dell'attrezzo sotto i 18 mm di lunghezza. Seppur con alcune differenze, che analizzeremo in seguito, lo schema è simile sia all'interno della zona di pesca, Rivola A (fig. 17), sia nell'area esterna, Rivola C (fig. 19; lunghezza media del campione della sorbona = 14,4 mm; lung. media campione della draga = 21,0 mm).

In fig. 20 si riporta, per completezza d'informazione, un confronto riferito a *C. gallina*; la scarsa significatività è attribuibile alle basse densità riscontrate; la specie è invece assente in Rivola C.

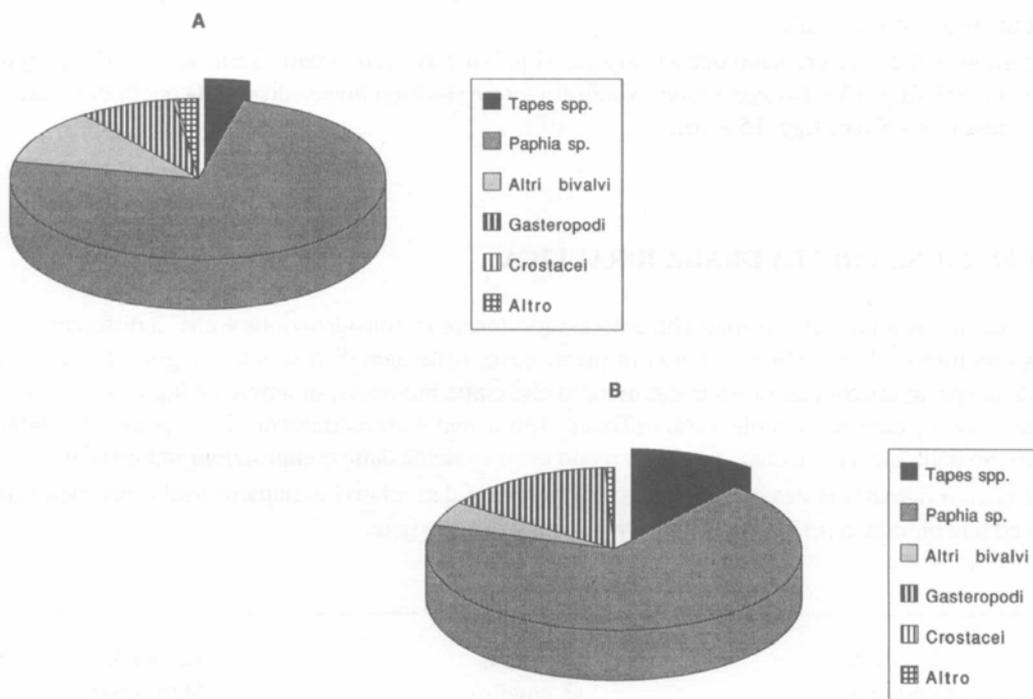


Fig. 13: Composizione della cattura in numero (A) e in peso (B) della I cala

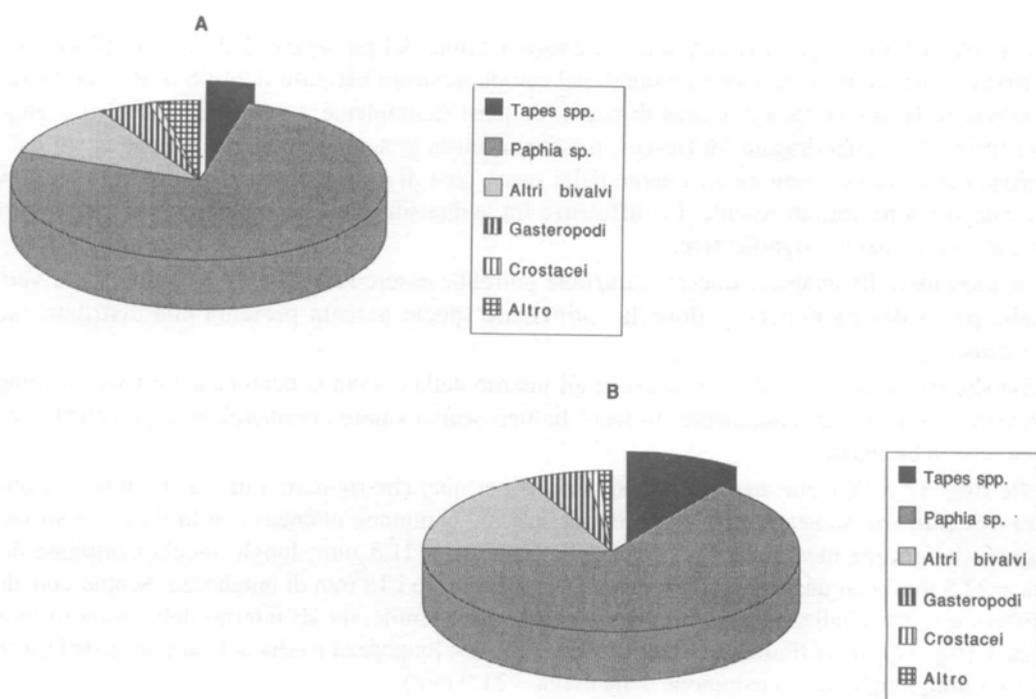


Fig. 14: Composizione della cattura in numero (A) e in peso (B) della II cala

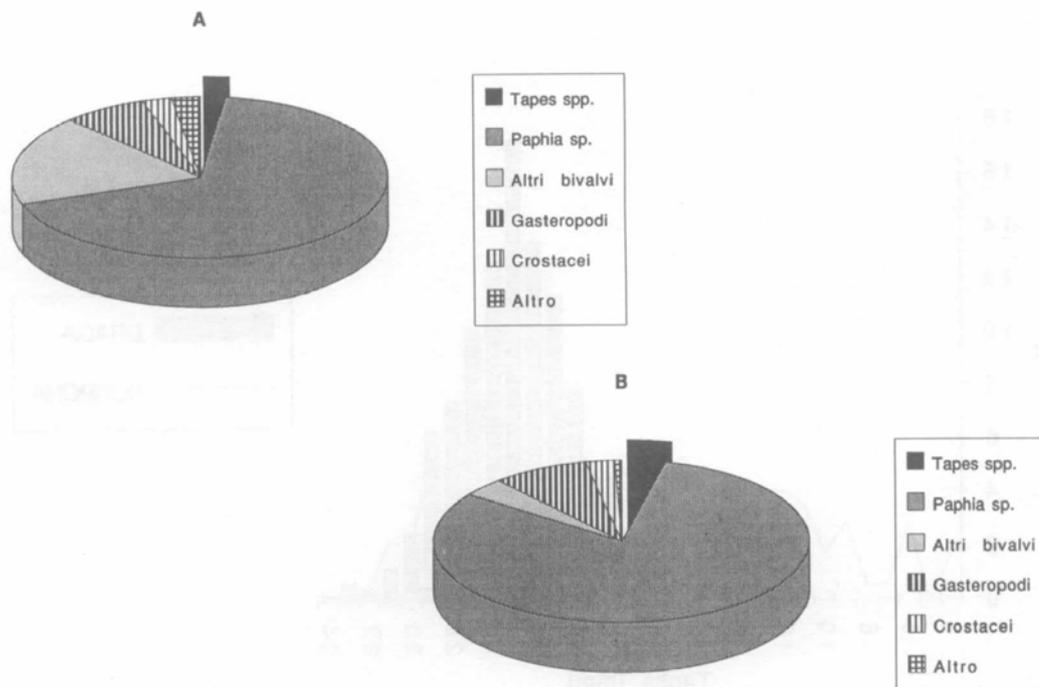


Fig. 15: Composizione della cattura in numero (A) e in peso (B) della III cala

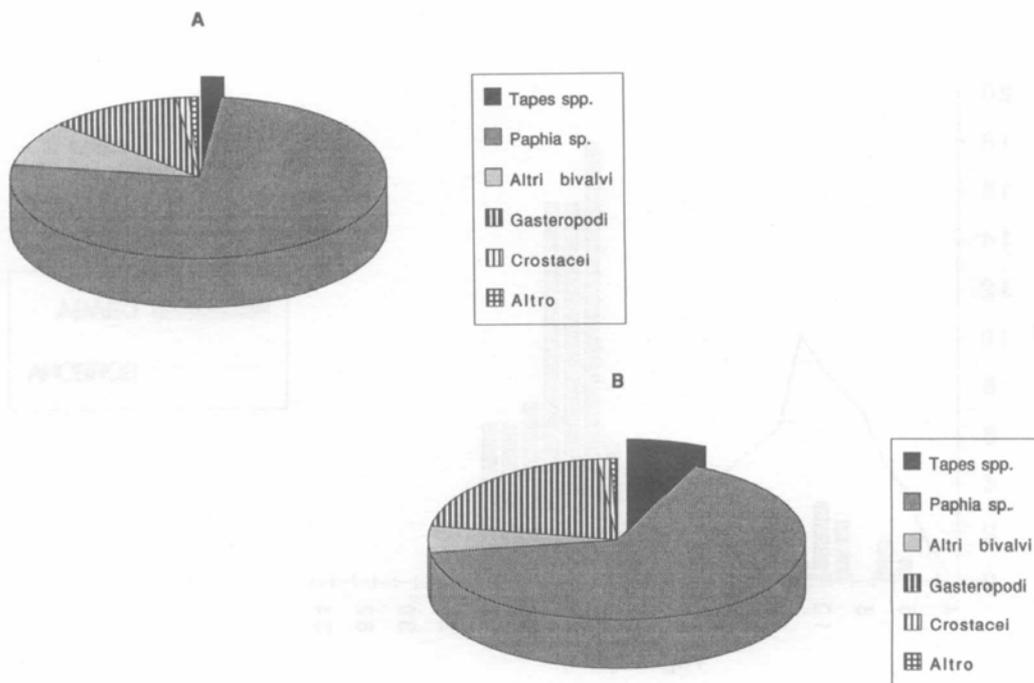


Fig. 16: Composizione della cattura in numero (A) e in peso (B) della IV cala

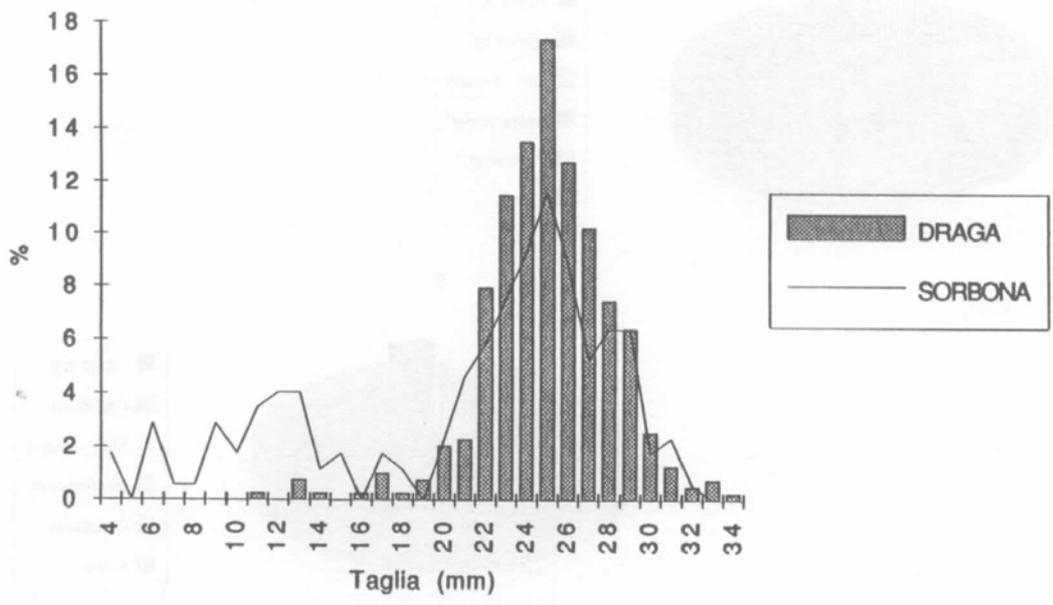


Fig. 17: Distribuzione taglie *Paphia aurea* (Rivola A)

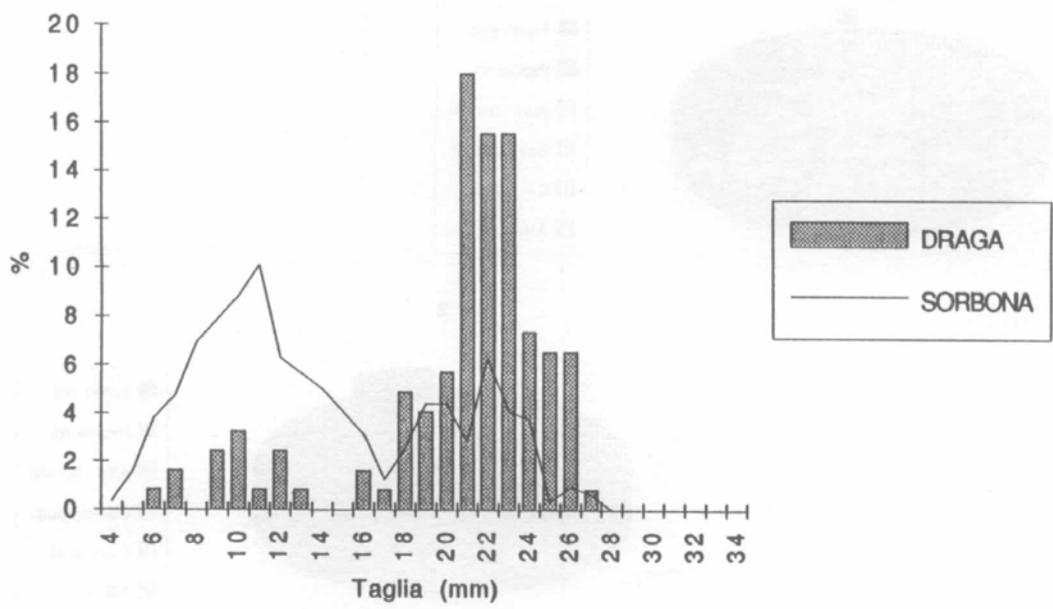


Fig. 18: Distribuzione taglie *Paphia aurea* (Rivola C)

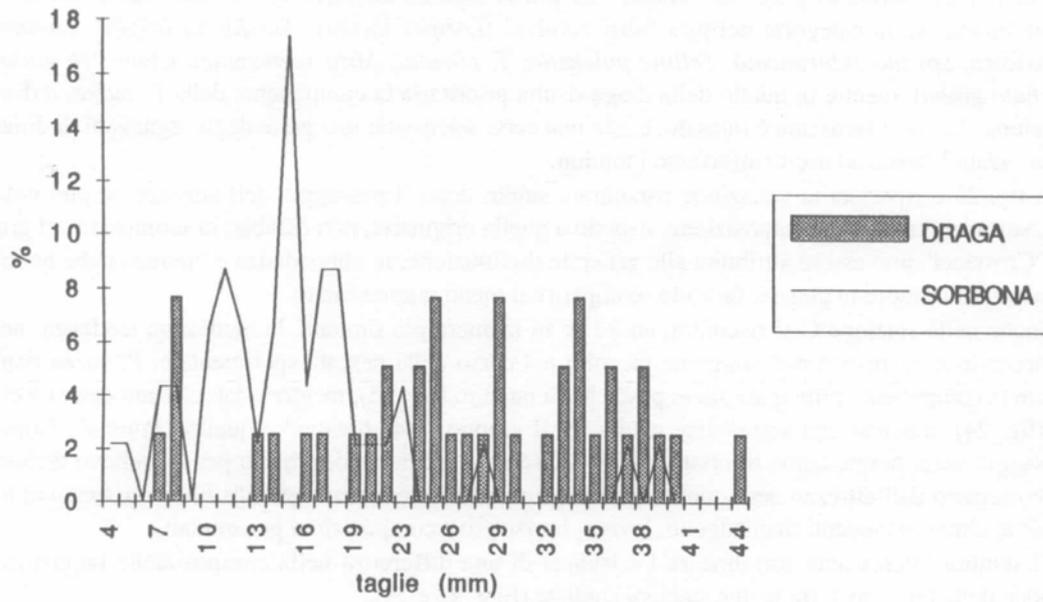


Fig. 19: Distribuzione taglie *Tapes* spp.. (Rivola A)

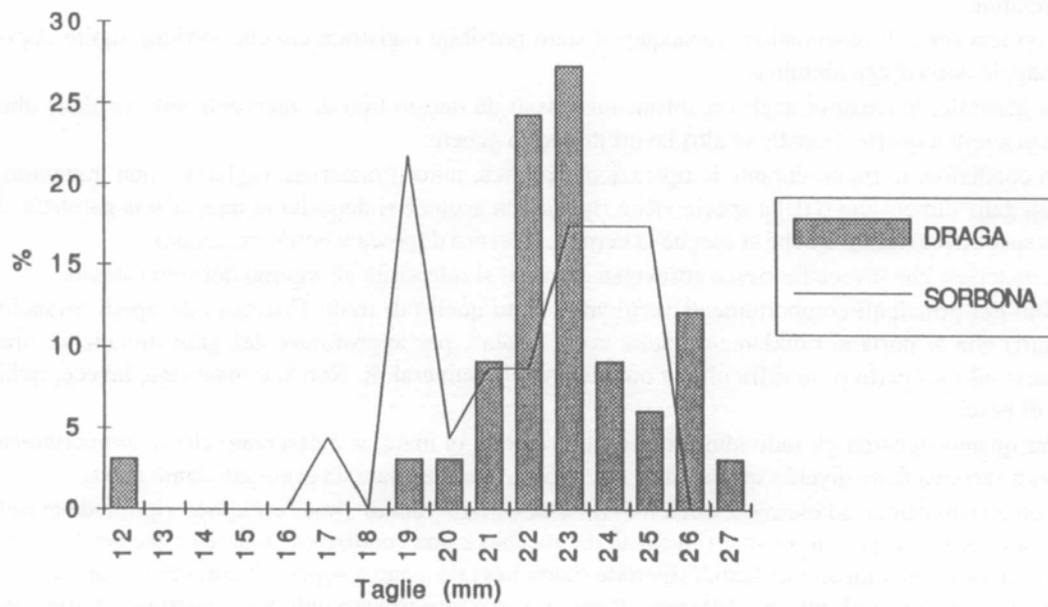


Fig. 20: Distribuzione taglie *Chamelea gallina* (Rivola A)

Per quanto riguarda la selettività dell'attrezzo, alcuni utili indicazioni ci provengono dall'analisi delle composizioni faunistiche dei campionamenti con draga e con sorbona (figg. 21-26).

Si può notare come in Rivola A cambi, alquanto radicalmente, la composizione nei campioni riportati in fig. 21 (sorbona) e fig. 22 (draga): nel primo domina nettamente, sia come abbondanza che come biomassa, la categoria definita "altri bivalvi" (*Loripes lacteus*, *Anodonta fragilis*, *Lucinella divaricata*, *Spisula subtruncata*, *Tellina pulchella*, *T. planata*, *Abra segmentum*, *Chamelea gallina*, *Corbula gibba*), mentre in quello della draga risulta prioritaria la componente della *P. aurea*, a dimostrazione che, se il ferro non è intasato, esiste una certa selettività: una parte degli organismi di dimensioni 'adatte' riesce ad uscire attraverso i tondini.

In fig. 23 è riportata la situazione riscontrata subito dopo il passaggio dell'attrezzo: si può notare che, sostanzialmente, la composizione, rispetto a quella originaria, non cambia; la scomparsa del gruppo "Crostei" può essere attribuita alla generale diminuzione, in abbondanza e biomassa che ha interessato tutti i gruppi in genere, facendo scomparire il meno rappresentato.

Anche nella stazione C si riscontra, anche se in maniera più limitata, la medesima tendenza: nella composizione faunistica del campione raccolto nel corso della pescata sperimentale, *P. aurea* risulta essere la componente principale sia in peso che in numero (fig. 25), mentre i dati ottenuti con la sorbona (fig. 24) indicano una sostanziale equità fra il gruppo "altri bivalvi" e quello "*Paphia*". Dopo il passaggio della draga, come riportato in fig. 26, sembra accentuarsi, proprio per il prelievo differenziale eseguito dall'attrezzo nell'ambito dei due gruppi, l'abbondanza degli altri bivalvi rispetto al longone; le altre componenti mantengono, invece, le rispettive composizioni percentuali.

Ci sembra interessante sottolineare l'esistenza di una differenza nella composizione faunistica, e dunque della biocenosi, fra le due stazioni studiate (figg. 22 e 25).

Questo fenomeno, riconducibile alla normale variabilità ambientale presente in laguna, ma che potrebbe anche essere indice di una trasformazione indotta dall'attività di pesca, sarà brevemente discusso più avanti.

Si è notato, inoltre, che nei campioni raccolti con la draga esiste una percentuale, oscillante tra il 5 ed il 10%, di individui (*Tapes* e *Paphia*) che presentano la conchiglia rotta, probabilmente a causa degli urti subiti all'interno dell'attrezzo durante le fasi di pesca. E' chiaro che per quanto riguarda le vongole veraci questo fatto, se non si tratta di rotture assai piccole, rende il prodotto non commerciabile.

Con una serie di osservazioni subacquee è stato possibile registrare ciò che avviene subito dopo il passaggio della draga idraulica.

In generale, le reazioni degli organismi interessati da questo tipo di interventi sono risultate abbastanza simili a quelle descritte in altri lavori di questo genere.

In condizioni normali, durante le operazioni di pesca, tutto il materiale vagliato e non trattenuto, a causa delle dimensioni o della specie viene rigettato in acqua e si deposita in una striscia parallela alla cala successiva (infatti finché si esegue la cernita, il lavoro di pesca a bordo prosegue).

Il materiale che invece fuoriesce attraverso i tondini si rideposita all'interno del solco stesso.

Uno dei principali comportamenti verificati è stato quello di molti Crostei decapodi (granchi e paguri) che si portano rapidamente nella zona "arata", per approfittare del gran numero di prede rimaste allo scoperto o 'in difficoltà' e quindi rese più vulnerabili. Non si è osservato, invece, richiamo di pesci.

Per quanto riguarda gli individui fuoriusciti o rigettati in mare, si è osservato che il comportamento varia a seconda delle diverse specie, ma è ovviamente condizionato da eventuali danni subiti.

Come visto prima, ad esempio, circa il 5-10 % degli individui di *Tapes* e *Paphia* riporta delle rotture alla conchiglia; per un bivalve l'integrità del nicchio è una condizione fondamentale per la sopravvivenza. Solo gli animali che hanno riportato danni lievi riescono a sopravvivere; infatti, nei campioni di benthos prelevati all'interno delle aree di pesca, non è raro trovare individui appartenenti alle specie con nicchio robusto, quali *Tapes*, *Chamelea*, *Paphia* che portano ben visibili sulle valve i segni di queste "riparazioni" (accrescimenti strani, callosità irregolari, ecc).

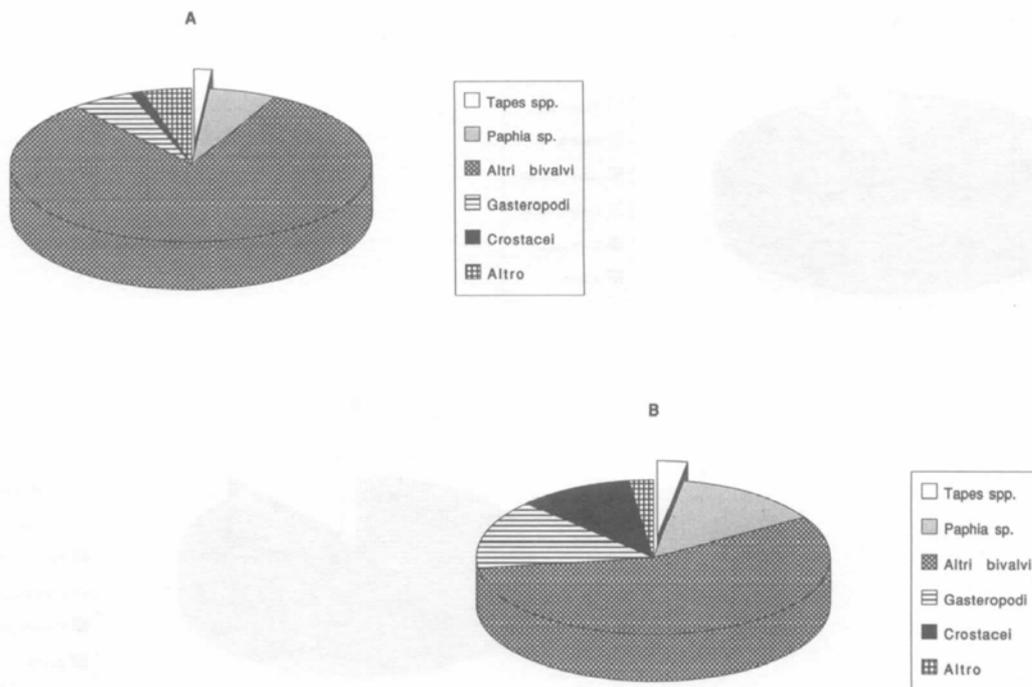


Fig. 21: Composizione, in numero (A) e in peso (B), della cattura con sorbona in Rivola A1.

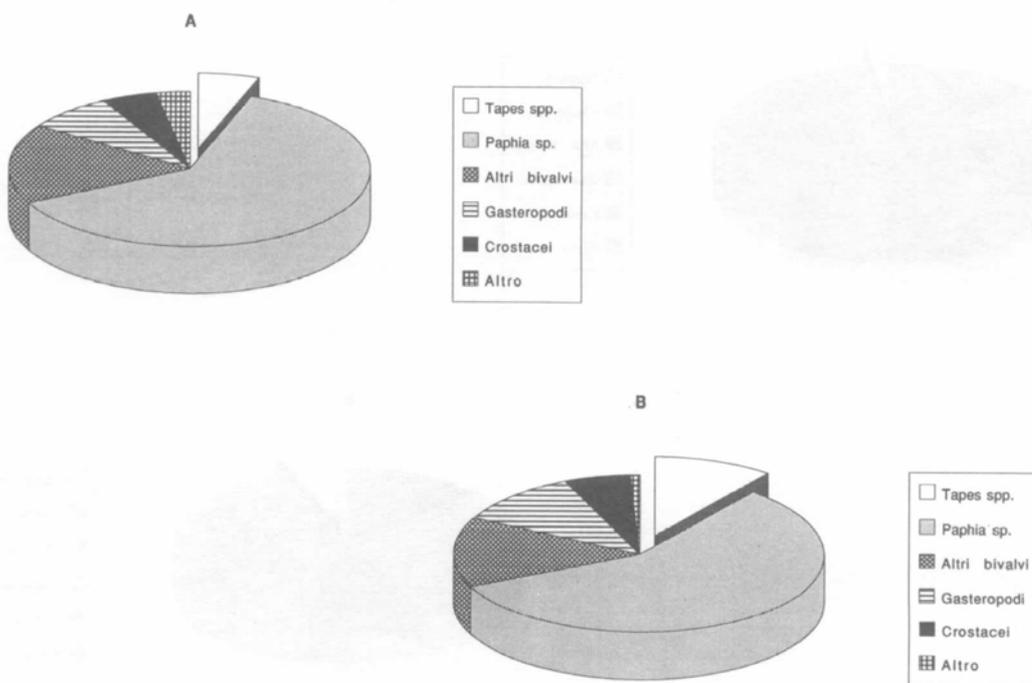


Fig. 22: Composizione, in numero (A) e in peso (B), della cattura con turbosoffiante in Rivola A.

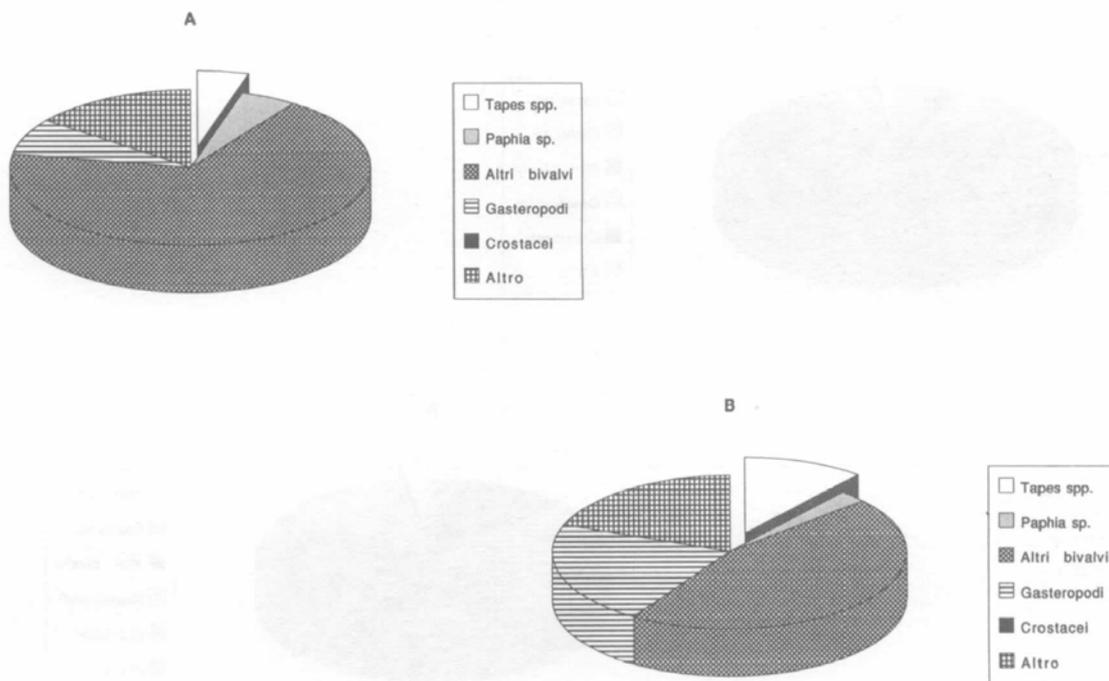


Fig. 23: Composizione, in numero (A) e in peso (B), della cattura con sorbona in Rivola A2.

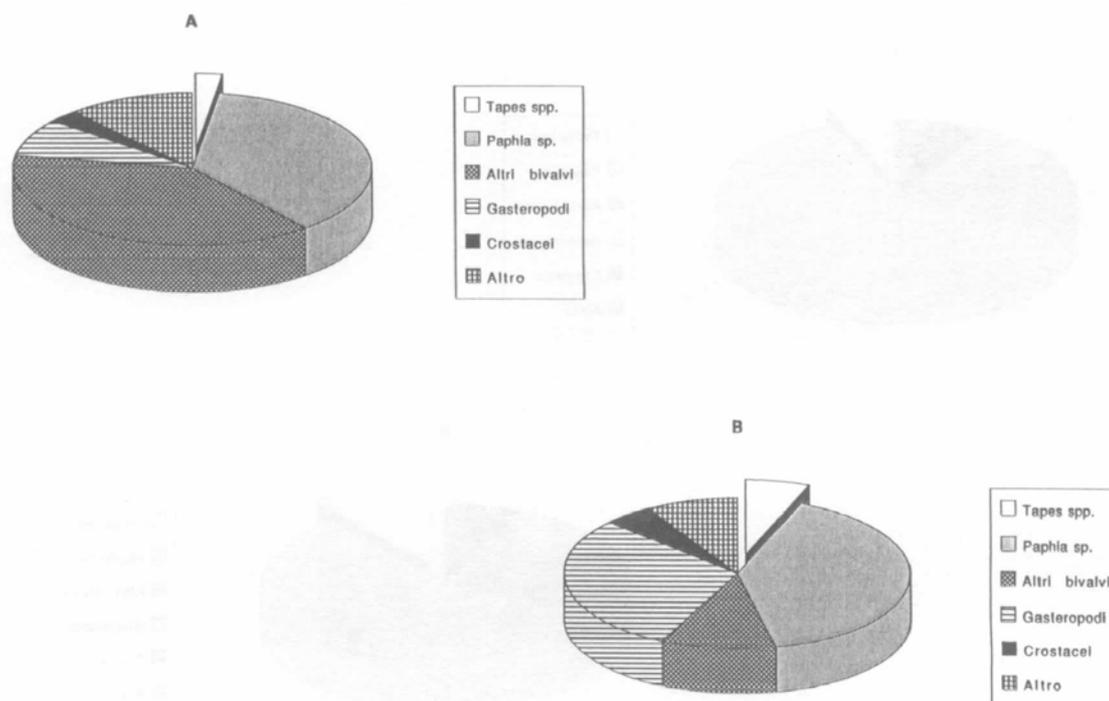


Fig. 24: Composizione, in numero (A) e in peso (B), della cattura con sorbona in Rivola C1.

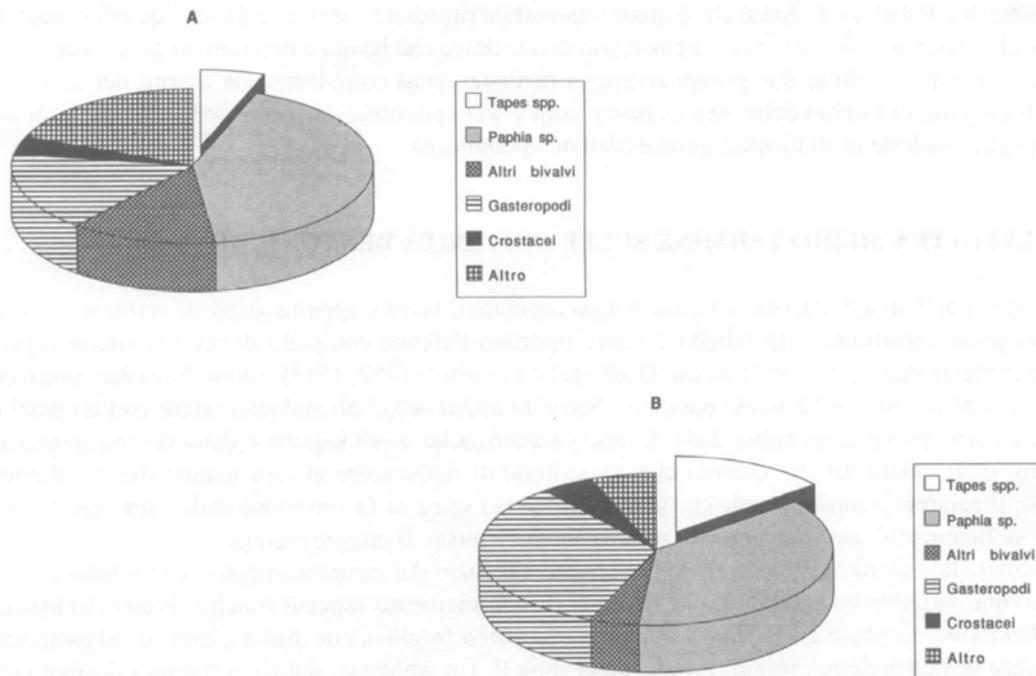


Fig. 25: Composizione, in numero (A) e in peso (B), della cattura con turbosoffiante in Rivola C.

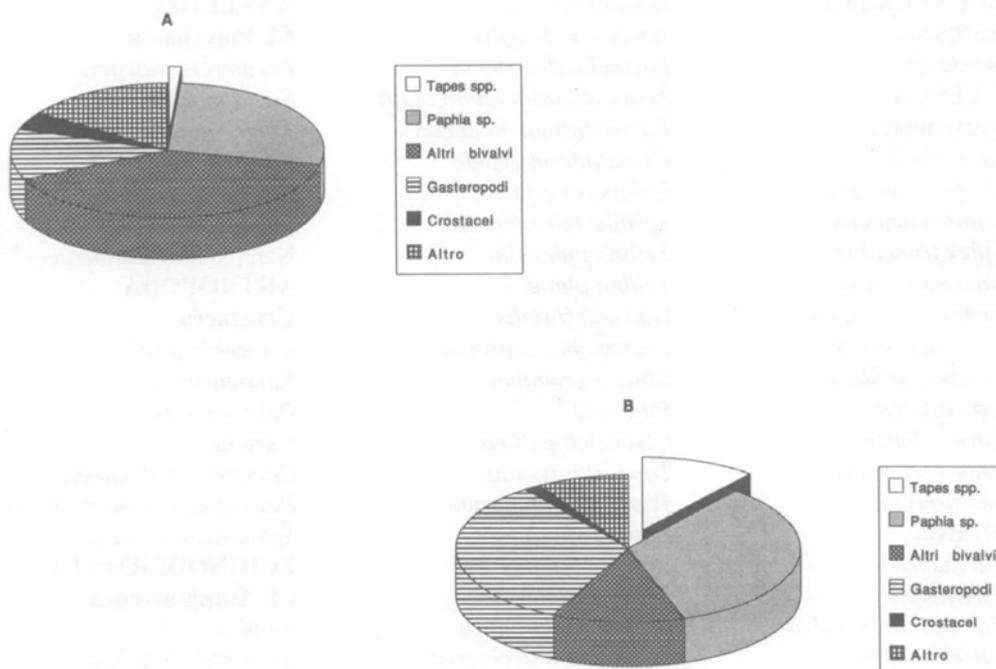


Fig. 26: Composizione, in numero (A) e in peso (B), della cattura con sorbona in Rivola C2.

Per organismi con conchiglia più sottile e meno resistente o addirittura privi di protezione, quali Celenterati e Policheti, è chiaro che è quasi impossibile rimediare a rotture e danni e quindi è assai difficile che riescano a sopravvivere al passaggio di una draga che lavora a pressioni di oltre 3 bar. Non a caso questi ultimi due gruppi zoologici risultano quasi completamente assenti nei campionamenti eseguiti all'interno delle aree di pesca, com'è stato possibile verificare anche nel corso di altre campagne condotte in ambiente lagunare (dati non pubblicati).

3.4 EFFETTI A MEDIO TERMINE SULLE COMUNITÀ BENTONICHE

I fondali dell'area di Rivola, sui quali è stato condotto il lavoro, appartengono all'orizzonte superiore del piano infralitorale. In tabella 2 viene riportato l'elenco completo di tutte le specie reperte. Recentemente due ricercatori francesi, Guelorget e Pertuisot (1982; 1983), hanno formulato una teoria che va sotto il nome di 'dominio paralico'. Secondo questi autori gli ambienti umidi costieri posti fra terra e mare, presentano, aldilà delle diverse caratteristiche morfologiche e della diversa genesi dei bacini, delle caratteristiche comuni che consentono di riconoscere al loro interno dei popolamenti simili. Il parametro fondamentale che viene assunto per spiegare la zonazione delle varie aree è quello del 'confinamento', cioè del tempo di rinnovo degli elementi di origine marina.

Secondo tale teoria, le biocenosi da noi reperte nel corso dei campionamenti eseguiti nelle stazioni di Rivola, verrebbero associate alla III zona di confinamento (specie tipiche: *Tapes decussatus*, *Paphia aurea*, *Corbula gibba*, *Loripes lacteus*, *Gastrana fragilis*), con alcuni elementi, ad esempio la presenza di Echinodermi, propri, invece, della zona II. Un'ambiente, quindi, a discreto ricambio idrico, cioè con un basso tempo di rinnovo degli elementi di origine marina, com'è logico che sia, nonostante la distanza che lo separa dal mare, vista la presenza di un canale largo e profondo che assicura un collegamento pressochè diretto con la bocca di Malamocco.

COELENTERATA		
Cl. Anthozoa		
<i>Anemonia sp.</i>		
MOLLUSCA		
Cl. Gastropoda		
<i>Gibbula albida</i>		
<i>Cerithium vulgatum</i>		
<i>Epitonium commune</i>		
<i>Hexaplex trunculus</i>		
<i>Trochus muricatus</i>		
<i>Nassarius corniculum</i>		
<i>Nassarius pygmaeus</i>		
<i>Nassarius reticulatus</i>		
<i>Cyclope neritea</i>		
<i>Calyptra chinensis</i>		
<i>Haminoea navicula</i>		
<i>Acteon tornatilis</i>		
Cl. Bivalvia		
<i>Nucula nucleus</i>		
<i>Arca tetragona</i>		
<i>Scapharca inaequalvis</i>		
<i>Gregariella petagnae</i>		
<i>Ctena decussata</i>		
	<i>Loripes lacteus</i>	
	<i>Anodontia fragilis</i>	
	<i>Lucinella divaricata</i>	
	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	
	<i>Parvicardium minimum</i>	
	<i>Cerastoderma edule</i>	
	<i>Chlamys varia</i>	
	<i>Spisula subtruncata</i>	
	<i>Tellina pulchella</i>	
	<i>Tellina planata</i>	
	<i>Gastrana fragilis</i>	
	<i>Psammobia depressa</i>	
	<i>Abra segmentum</i>	
	<i>Pitar rudis</i>	
	<i>Chamelea gallina</i>	
	<i>Tapes decussatus</i>	
	<i>Tapes philippinarum</i>	
	<i>Paphia aurea</i>	
	<i>Dosinia lupinus</i>	
	<i>Mysia undata</i>	
	Cl. Poliplacophora	
	<i>Lepidochitona cinerea</i>	
	<i>Lepidochitona corrugata</i>	
		ANELLIDA
		Cl. Polychaeta
		<i>Perinereis cultrifera</i>
		<i>Sigalion mathildae</i>
		<i>Eunice vittata</i>
		<i>Lumbrineris sp.</i>
		<i>Glycera unicornis</i>
		<i>Sthenelais boa</i>
		Nereide indeterminato
		ARTROPODA
		Crustacea
		<i>Upogebia pusilla</i>
		<i>Eupagurus sp.</i>
		<i>Palaemon sp.</i>
		<i>Carcinus</i>
		<i>Corystes cassivelaunus</i>
		<i>Pachygrapsus marmoratus</i>
		<i>Sphaerosoma serratus</i>
		ECHINODERMATA
		Cl. Amphiuroida
		<i>Amphiura chiajei</i>
		<i>Acrocnida brachiata</i>

Tab. 2: Elenco delle specie reperte nel corso dei campionamenti eseguiti nelle stazioni di Rivola

Rifacendosi, invece, alla bionomia bentonica proposta da Peres e Picard (1964), i due metodi di classificazione non sono certo in contrasto, anzi si completano tra loro: le stazioni studiate si presentano assai simili alla biocenosi marina delle 'Sabbie Fangose di Moda Calma' (SVMC), *facies* a '*Paphia aurea*', con elementi che rimandano a quella delle 'Sabbie Fini Ben Calibrate' (SFBC).

Bisogna notare che una delle caratteristiche delle biocenosi SVMC è la presenza della prateria a Fanerogame (*Zostera* spp.), che si riscontra regolarmente nelle stazioni B e C ubicate all'esterno della zona di pesca (fig. 4), ma non in quella A, che è invece interessata dall'attività delle draghe idrauliche.

Rivola A

Fin da un'analisi dell'evoluzione temporale del numero totale di individui (fig. 27) e della biomassa totale in grammi (fig. 28), fra l'area dragata (A2) e la zona di controllo (A1) appare evidente una marcata differenza (t test su dati di abbondanza $p < .01$; su dati di biomassa $p < .001$).

All'interno, si può notare come, subito dopo il passaggio della turbosoffiante, rimanga ben poco di vitale: in due delle tre sorbonate si sono trovati in totale solo 3 organismi vivi (il test U non offre risultati significativi), con valori minimi sia d'abbondanza ed ancor più di biomassa; con il passare del tempo si assiste ad una certa ripresa, soprattutto nel numero di individui (t test non significativo), probabilmente di piccole dimensioni, i quali non riescono ad incrementare allo stesso modo anche la biomassa (t test $p < .05$). All'esterno, invece, i bassi valori di biomassa riscontrati il giorno della pescata con la draga, possono essere dovuti a due diversi motivi:

- l'azione di disturbo creata dal passaggio dell'attrezzo, con parziale "scomparsa" degli organismi fossori dalle zone circostanti;
- il fatto che ci si trova, comunque, all'interno di una zona normalmente utilizzata per la pesca.

Il grado d'incidenza della seconda ipotesi si può verificare notando che, nel momento in cui ci si è spostati a campionare in una zona vicina, ritenuta 'più tranquilla' e meno battuta, la biomassa ha subito una decisa impennata (24 giugno, fig. 28 - 1).

Le verifiche eseguite poi il 5 agosto, indicano una riduzione delle differenze fra l'area dragata e quella di controllo, ma questo è favorito sia da una ripresa dei valori della prima, sia da un decremento di quelli della stazione esterna, forse interessata, almeno parzialmente, da attività di pesca, che, come già sottolineato, non è riuscita a rispettare questa zona utilizzata per le sperimentazioni.

Analizzando i dati (fig. 29) riferiti a *P. aurea*, scelta in quanto bivalve numericamente più rappresentativo della comunità, si può mettere in luce lo stesso trend evolutivo, sia dentro che fuori la stazione dragata.

Nelle figg. 30 e 31 sono riportate le distribuzioni per taglie degli individui di *P. aurea*, raccolti con la sorbona nella zona di controllo. Si può notare la presenza di due diverse 'mode', soprattutto nei campioni del 24 giugno e del 15 luglio, e la loro evoluzione, con accrescimento nel tempo (lunghezza media rispettivamente di 22 e 24 mm); la situazione riscontrata il 3 giugno ed il 5 agosto, risulta meno chiara, a causa del ridotto numero di individui reperti.

Analizzando l'andamento temporale della ricchezza specifica (fig. 32), si può notare come ad una tendenza all'aumento dei valori all'interno dell'area dragata, senza mai raggiungere, comunque, quelli ottenuti prima della pescata, faccia riscontro una flessione del numero di specie nella zona di controllo, imputabile forse ad un intervento di pesca.

Gli indici di Shannon Weaver e di 'eveness' (figg. 33 e 34) indicano un costante aumento per la stazione A2, che porta, per i campionamenti di luglio e di agosto, a valori addirittura superiori a quelli di A1.

Infine, l'indice di diversità di Margalef (fig. 35) manifesta ancora la tendenza dell'area di controllo a diminuire, mentre cresce il valore interno.

Ci sembra, dunque, che gli andamenti dei vari indici utilizzati indichino, alquanto concordemente, due trend distinti per le zone studiate, e possano trovare una spiegazione nei motivi già indicati: una 'naturale' ripresa in A2 ed una diminuzione in A1, causata dall'attività di pesca.

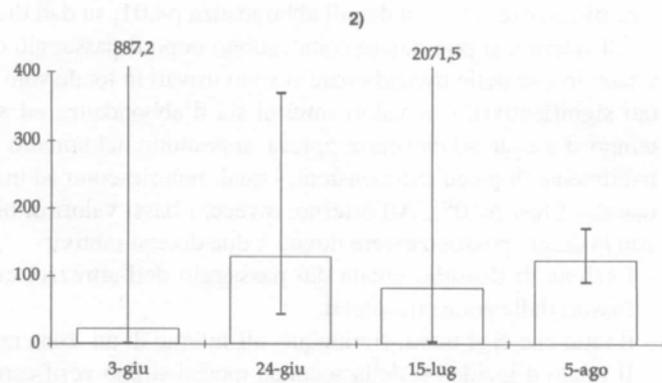
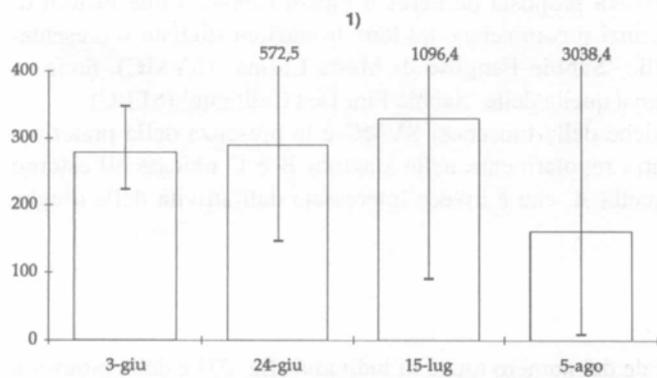


Fig 27: Numero totale di individui per m² e relativo intervallo fiduciale nella zona di controllo (1) e nell'area dragata (2) della stazione Rivola A.

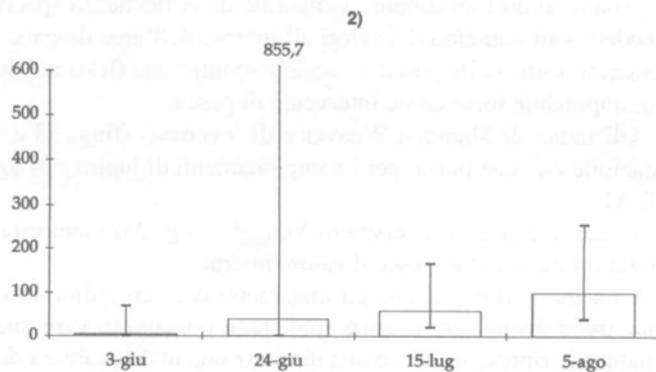
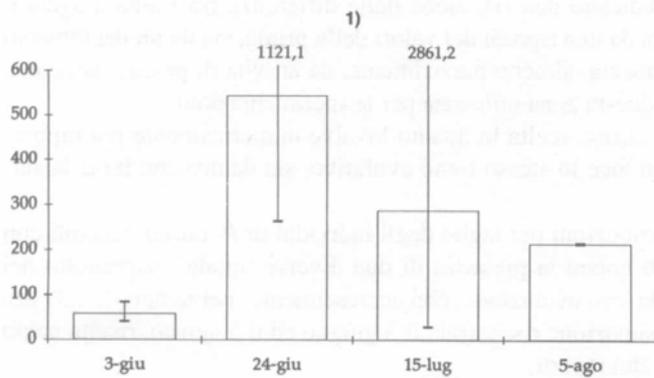


Fig. 28: Biomassa totale, in grammi, per m² e relativo intervallo fiduciale nella zona di controllo (1) e nell'area dragata (2) della stazione Rivola A.

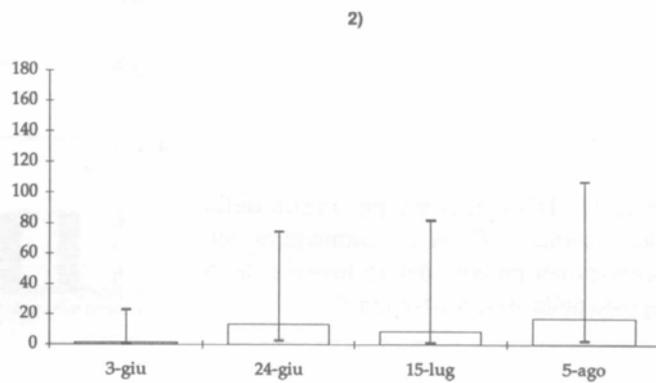
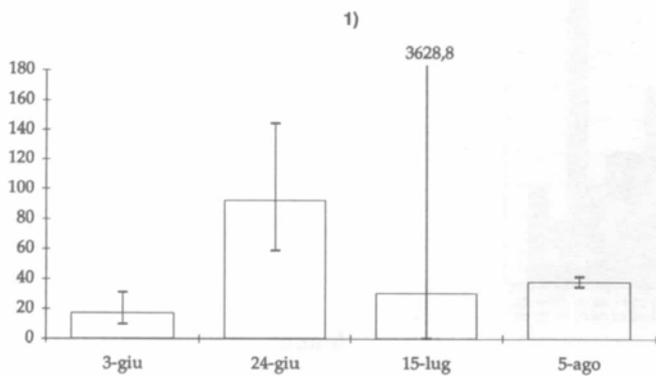
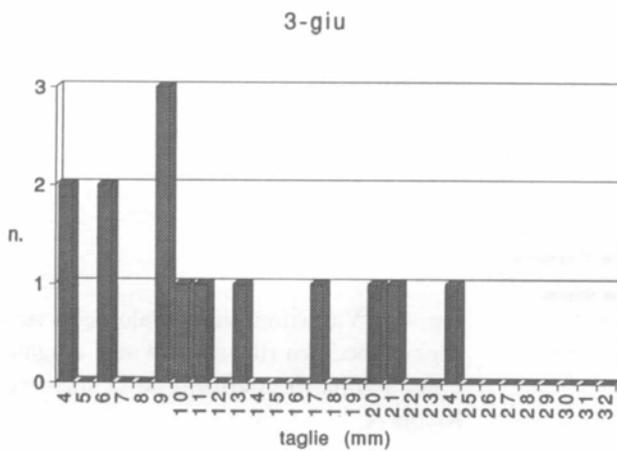


Fig. 29: Numero di individui per m² di *Paphia aurea* e relativo intervallo fiduciale nella zona di controllo (1) e nell'area dragata (2) della stazione Rivola A.



24-giu

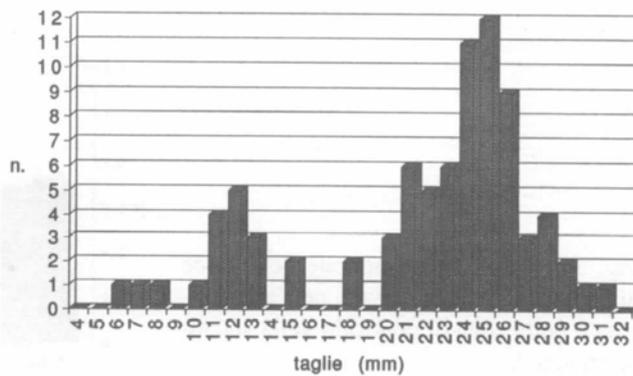


Fig. 30: Distribuzione per taglie della popolazione di *P. aurea*, campionata con sorbona nei prelievi del 3 e del 24 giugno nella stazione Rivola A.

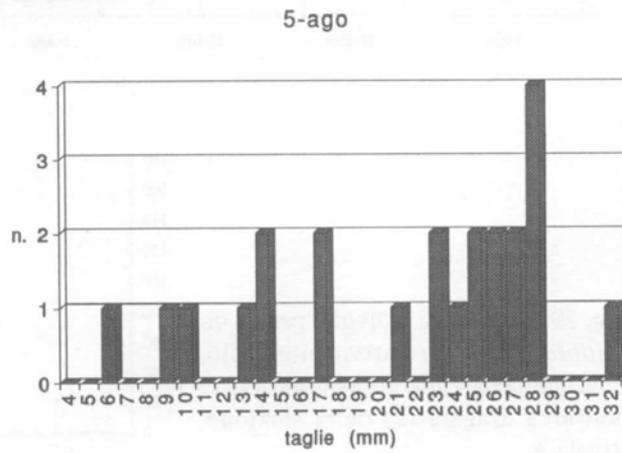
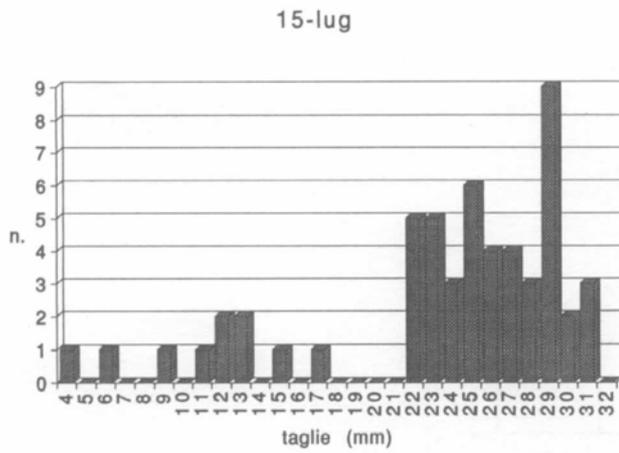


Fig. 31: Distribuzione per taglie della popolazione di *P. aurea*, campionata con sorbona nei prelievi del 15 luglio e del 5 agosto nella stazione Rivola A.

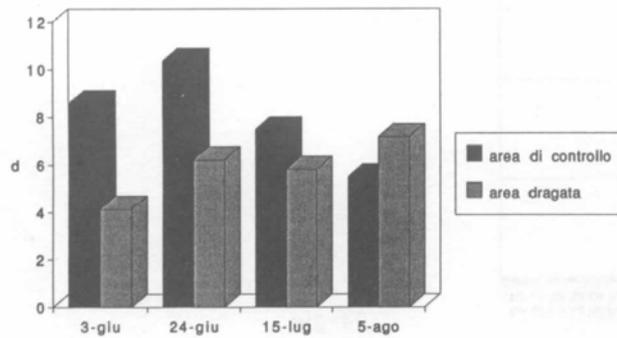


Fig. 32: Variazione temporale della ricchezza specifica rilevata nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola A.

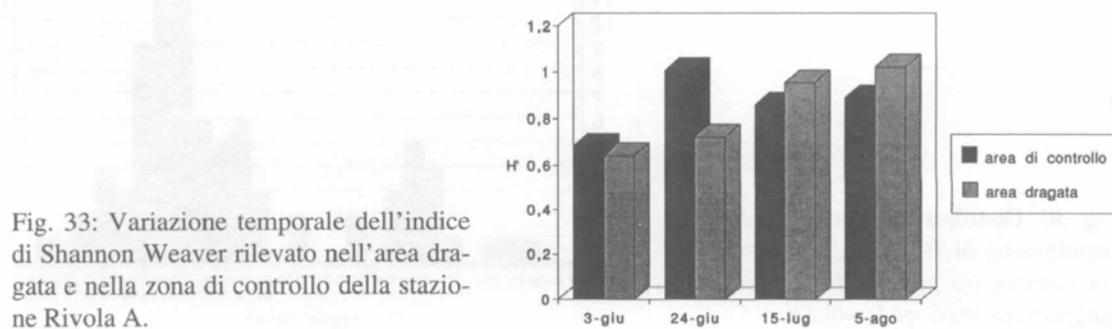


Fig. 33: Variazione temporale dell'indice di Shannon Weaver rilevato nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola A.

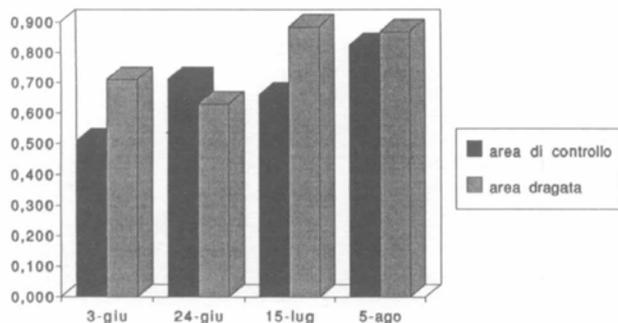
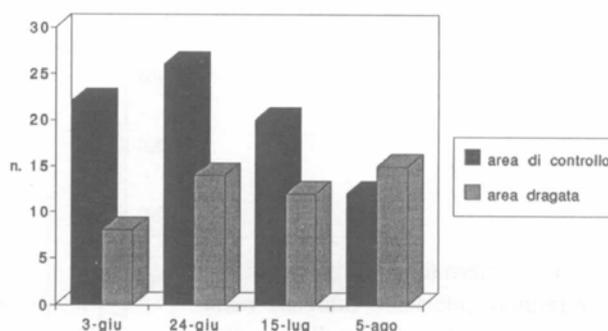


Fig. 34: Variazione temporale dell'indice di evenness rilevato nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola A.

Fig. 35: Variazione temporale dell'indice di Margalef rilevato nell'area dragata nella zona di controllo della stazione Rivola A.



Rivola C

Anche in questo caso appare una differenza tra la situazione dentro (C1) e fuori (C2) l'area dragata, sia per quanto riguarda il numero totale di individui (fig. 36), che la biomassa totale per metro quadrato (fig. 37), anche se il t test non risulta significativo; in C1 ad un numero di individui altalenante fa riscontro un generale aumento della biomassa, mentre in C2 si può denotare addirittura una tendenza alla diminuzione del numero (5 agosto: t test $p < 0,05$) e ad una fluttuazione della biomassa (t test non significativo).

Per quanto riguarda la presenza della specie più abbondante, *P. aurea* (fig. 38), si verifica per la zona interna un trend calante, mentre fuori si assiste ad un vero e proprio "crollo" nel campionamento di agosto.

La distribuzione per taglie, riportata nelle figg. 39 e 40, per i campionamenti esterni, mostra la presenza di due mode distinte che evolvono nel tempo, con la crescita degli individui (lung. media del 24 giugno = 13,7 mm; del 15 luglio = 15,3 mm).

E' interessante notare l'esistenza di una netta differenza nella distribuzione ed anche nei valori medi fra il popolamento della stazione A e quello della C; nel primo il gruppo degli adulti è spostato verso taglie medie di 26 mm e più, mentre in C esso raggiunge solo i 24 mm.

In fig. 41 si può notare l'andamento della ricchezza specifica che tende a scendere con il tempo nell'area interna; in questo caso però anche all'esterno si rileva lo stesso trend.

Per quel che si riferisce agli indici di Shannon Weaver (fig. 42) ed evenness (fig. 43), si possono rilevare dei valori costantemente più alti in C2 rispetto a C1. Questo fenomeno è dovuto, come per la stazione A, alla presenza nell'area di controllo di specie numericamente 'dominanti' che abbassano la diversità specifica, e che invece sono meno abbondanti all'interno della zona dragata.

L'indice di diversità di Margalef (fig. 44) è sempre maggiore all'esterno e presenta un'evoluzione con valori tendenti a diminuire nel tempo.

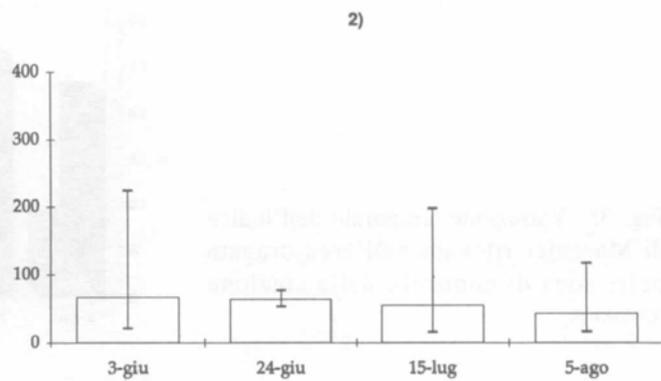
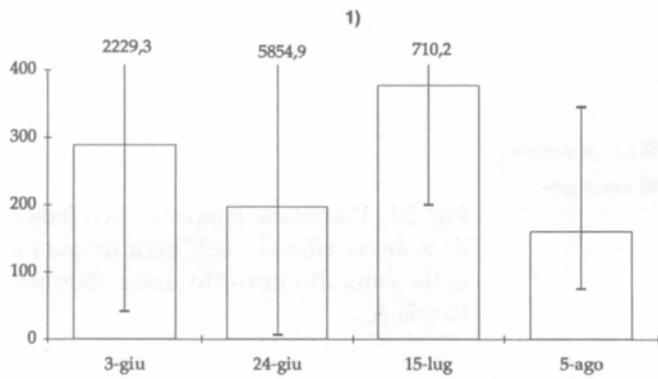


Fig. 36: Numero totale di individui per m² e relativo intervallo fiduciale nella zona di controllo (1) e nell'area dragata (2) della stazione Rivola C.

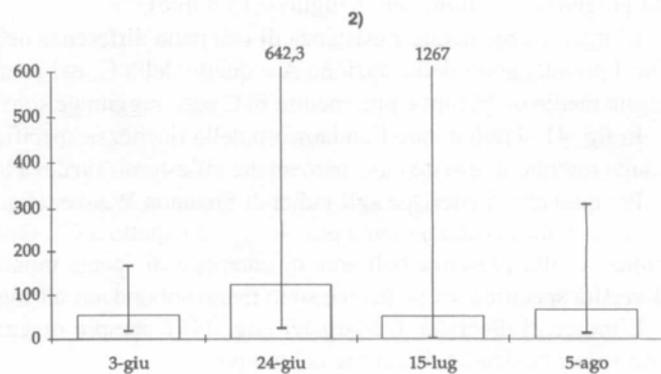
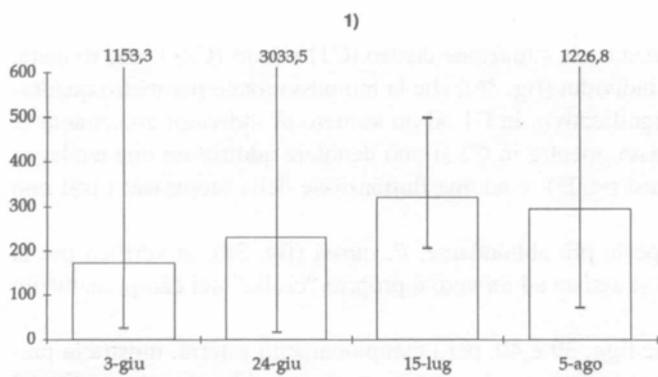


Fig. 37: Biomassa totale, in grammi, per m² e relativo intervallo fiduciale nella zona di controllo (1) e nell'area dragata (2) della stazione Rivola C.

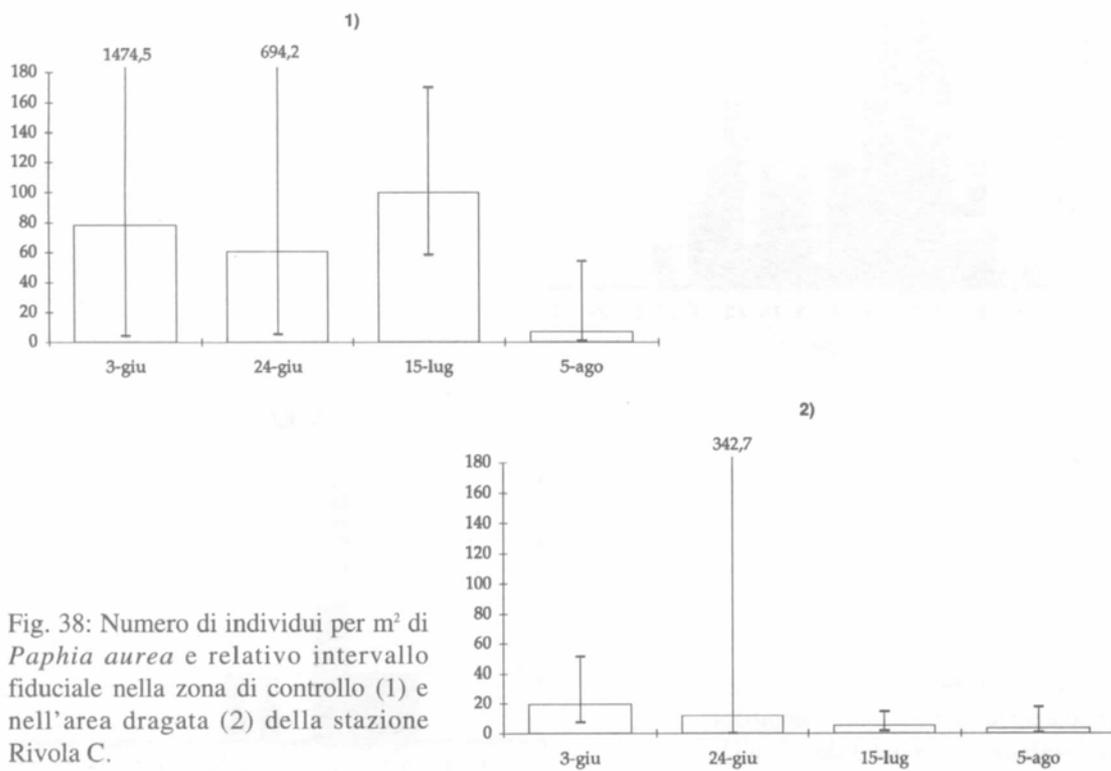


Fig. 38: Numero di individui per m² di *Paphia aurea* e relativo intervallo fiduciale nella zona di controllo (1) e nell'area dragata (2) della stazione Rivola C.

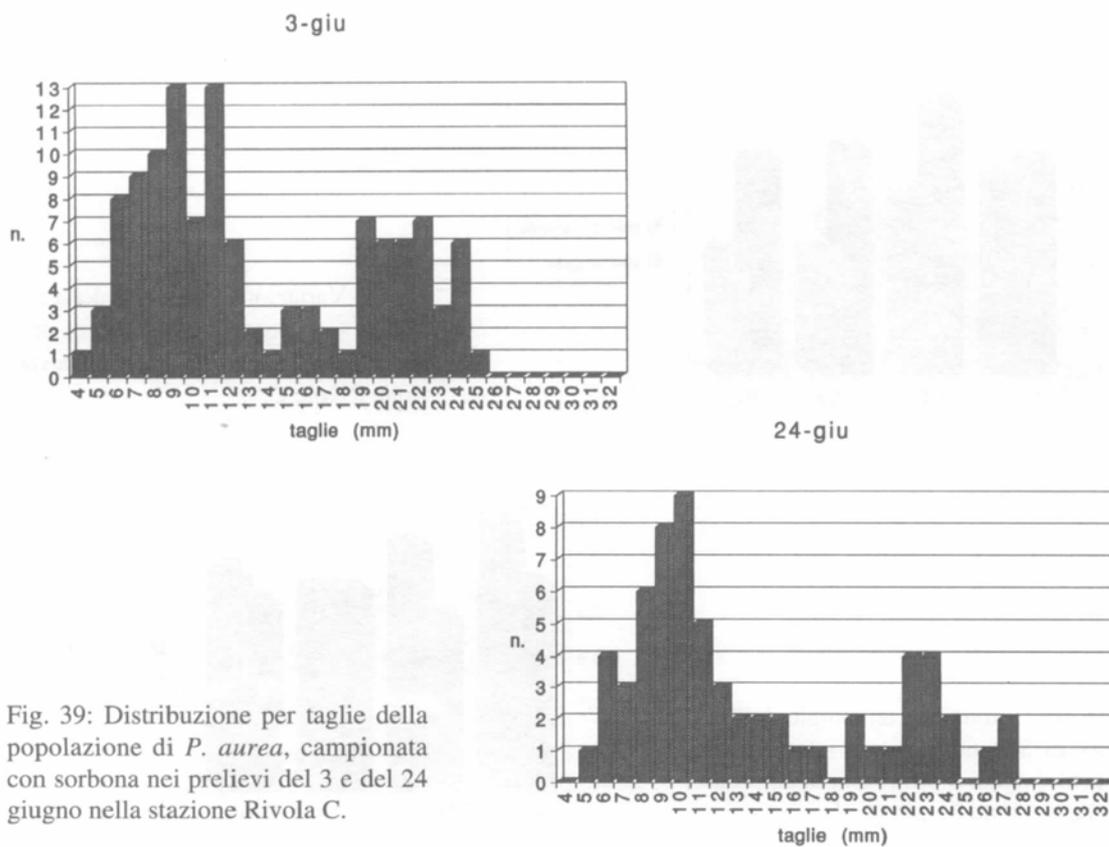


Fig. 39: Distribuzione per taglie della popolazione di *P. aurea*, campionata con sorbona nei prelievi del 3 e del 24 giugno nella stazione Rivola C.

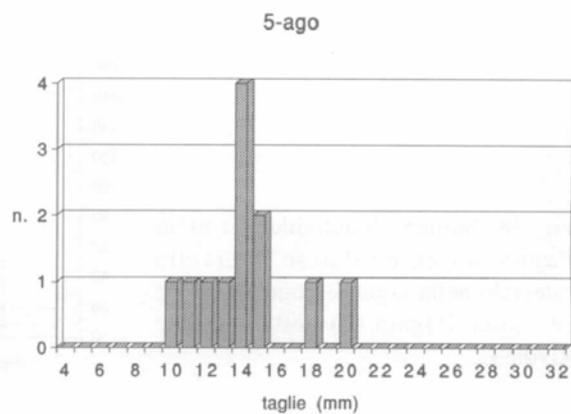
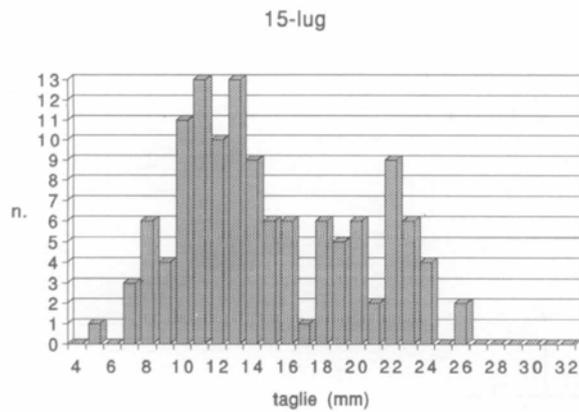


Fig. 40: Distribuzione per taglie della popolazione di *P. aurea*, campionata con sorbona nei prelievi del 15 luglio e del 5 agosto nella stazione Rivola C.

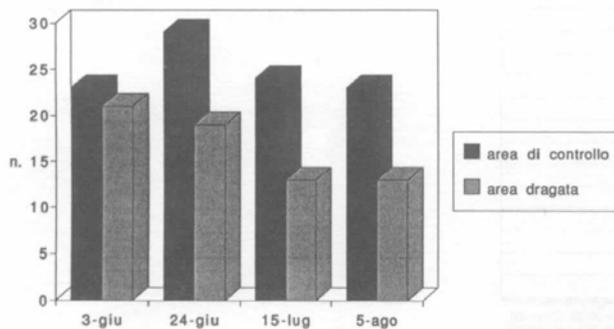
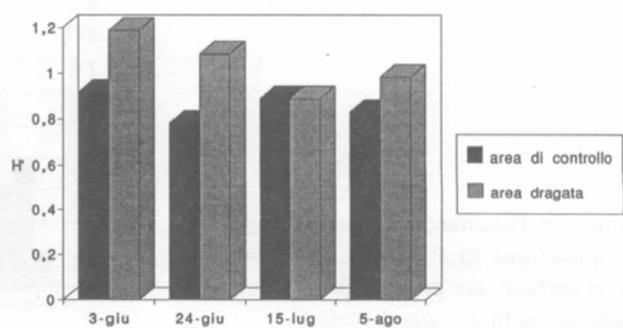


Fig 41: Variazione temporale della ricchezza specifica rilevata nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola C.

Fig. 42: Variazione temporale dell'indice di Shannon Weaver rilevato nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola C.



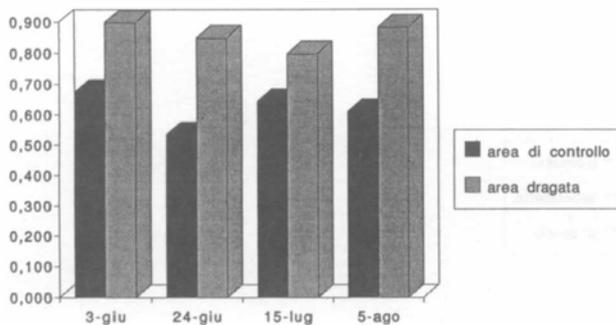
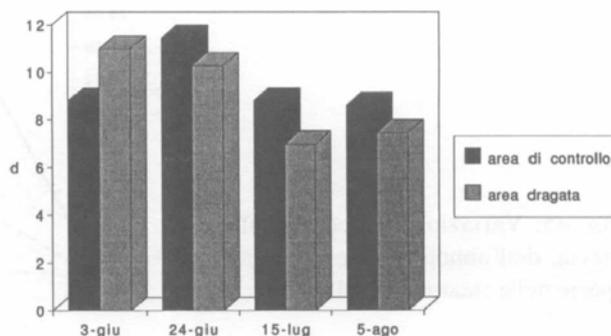


Fig. 43: Variazione temporale dell'indice di evenness rilevato nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola C.

Fig. 44: Variazione temporale dell'indice di Margalef rilevato nell'area dragata e nella zona di controllo della stazione Rivola C.



Nelle figg. 45 e 46 si riportano dei grafici riassuntivi dell'evoluzione temporale fin qui descritta; vale la pena notare come A2, che risulta essere la situazione più 'disturbata', è l'unica in cui i valori di abbondanza sono sempre superiori a quelli di biomassa.

Le figure seguenti (47-50), invece, riportano l'andamento, all'interno dei popolamenti delle aree studiate, di tre fra le entità tassonomiche più frequenti: *Abra segmentum*, un bivalve di piccole dimensioni però sempre abbondante, *Nassarius reticulatus*, gasteropode presente sia nel biotopo A che in quello C, e Anthozoa, scelto in rappresentanza degli organismi privi di protezione esterna (conchiglia o altro) e quindi più esposti agli effetti del passaggio della draga idraulica.

A conclusione di questa analisi dello sviluppo temporale dei popolamenti nelle stazioni studiate, si è verificata, attraverso l'indice di Sorensen, l'affinità delle zone interne ed esterne (fig. 50), in relazione alla presenza-assenza delle specie.

In Rivola A si ha una crescita di similarità venti giorni dopo il passaggio della draga e poi una lieve tendenza a scendere; in Rivola C, invece, dopo un'elevata affinità iniziale, che 'cade' poi nel secondo campionamento, c'è una tendenza a crescere nel tempo.

Anche l'indice di Jaccard (fig. 51) mette in luce l'esistenza di una tendenza simile a quella vista per Sorensen, evidenziando, in maniera più amplificata, i medesimi trend nelle due diverse aree.

L'applicazione dell'indice di affinità, il quale prende in considerazione anche l'abbondanza delle specie in comune, ha condotto ai risultati riportati in fig. 52: nella stazione A si nota una diminuzione di affinità 20 gg dopo la pescata sperimentale, e poi una ripresa dei valori fino a ritornare quasi a quelli originari; in C, invece, si ha una drastica riduzione che culmina nel campione del 15 luglio e poi una lenta ripresa.

Si può affermare, dunque, che, a due mesi dalle pescate sperimentali, seppur con alcune diversità, in entrambe le zone sono ancora rilevabili delle differenze sia quantitative (biomassa ed abbondanza) che qualitative fra le aree dragate e quelle di controllo.

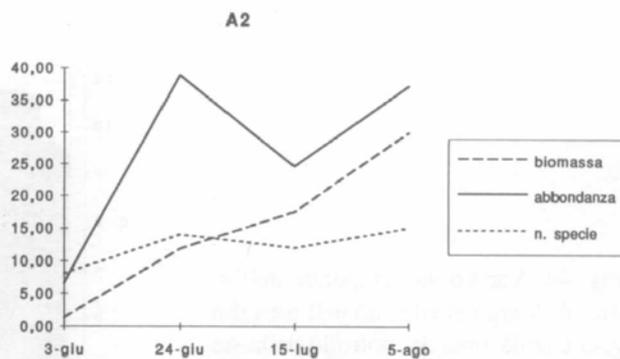
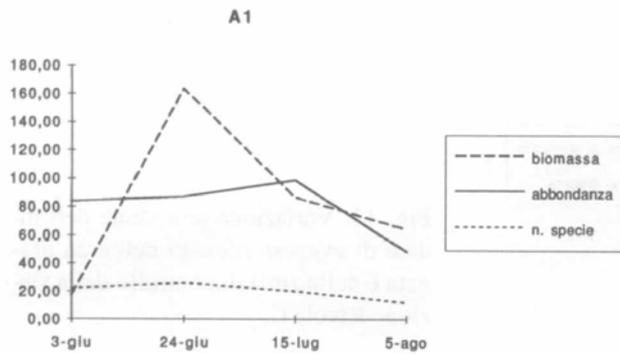


Fig. 45: Variazioni temporali della biomassa, dell'abbondanza e del numero di specie nella stazione Rivola A.

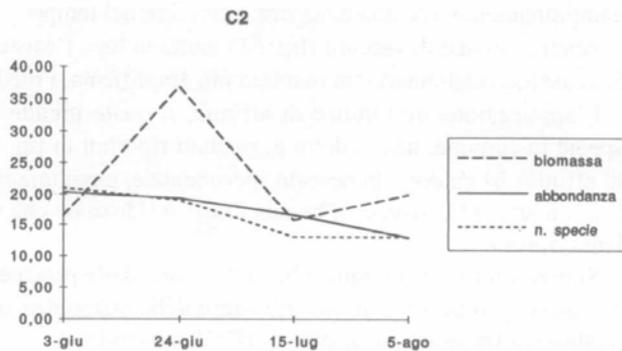
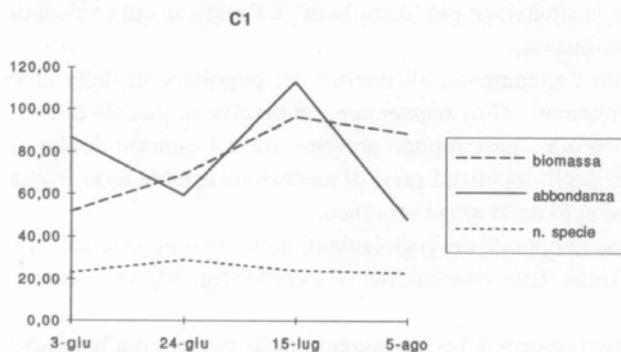


Fig. 46: Variazioni temporali della biomassa, dell'abbondanza e del numero di specie nella stazione Rivola C.

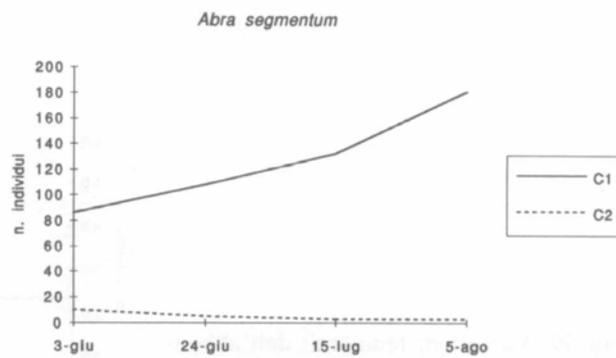
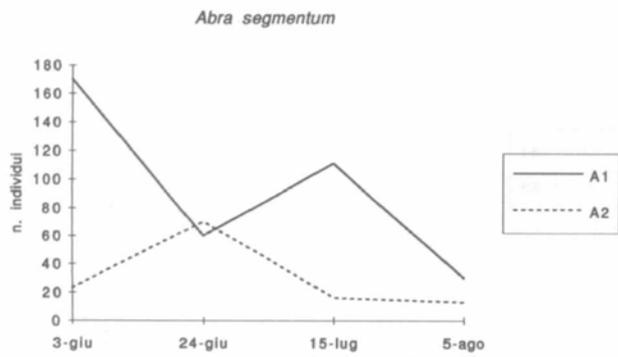


Fig. 47: Variazioni temporali dell'abbondanza di *Abra segmentum* nelle stazioni Rivola A e Rivola C.

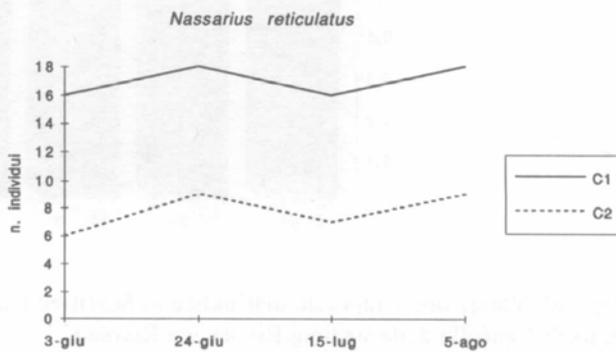
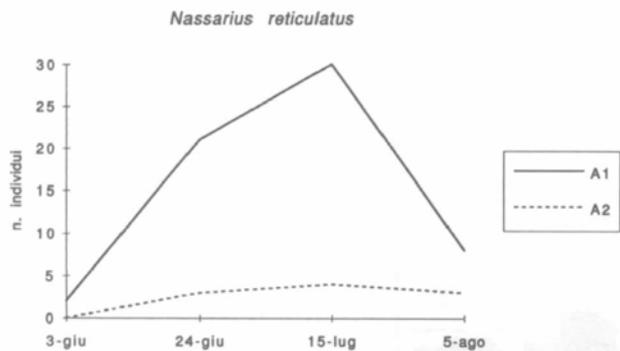


Fig. 48: Variazioni temporali dell'abbondanza di *Nassarius reticulatus* nelle stazioni Rivola A e Rivola C.

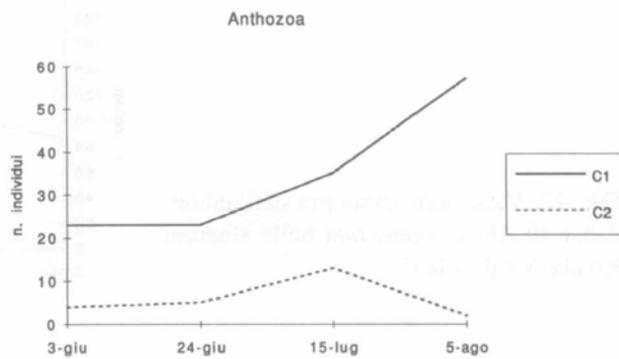
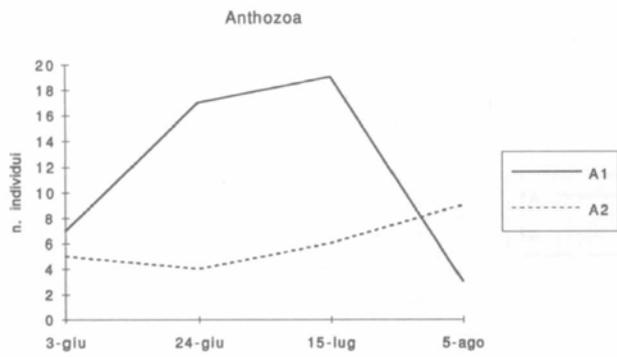


Fig 49: Variazioni temporali dell'abbondanza di Anthozoa nelle stazioni Rivola A e Rivola C.

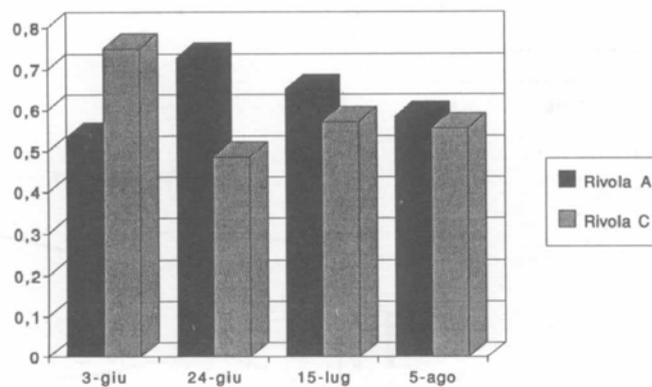


Fig. 50: Variazione temporale dell'indice di Sorensen calcolato per il confronto tra l'area dragata e la zona di controllo delle stazioni Rivola A e Rivola C.

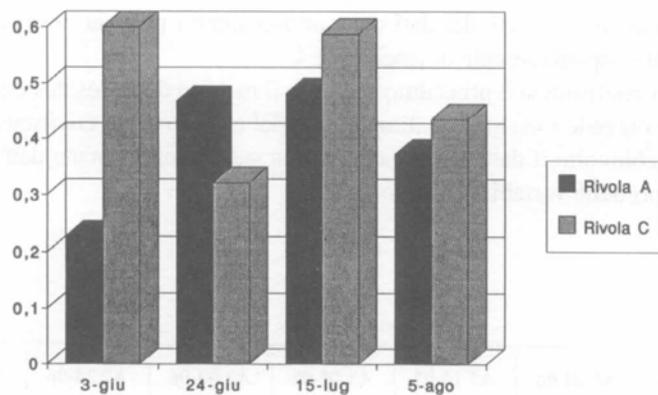


Fig. 51: Variazione temporale dell'indice di Jaccard calcolato per il confronto tra l'area dragata e la zona di controllo delle stazioni Rivola A e RivolaC.

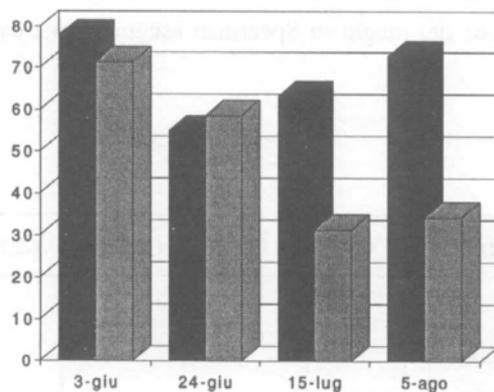


Fig. 52: Variazione temporale dell'indice di affinità calcolato per il confronto tra l'area dragata e la zona di controllo delle stazioni Rivola A e Rivola C.

Per ottenere un quadro completo dell'evoluzione nel tempo del popolamento faunistico nell'ambito delle zone studiate, si è deciso di effettuare sui dati, presi nella loro globalità, una correlazione dei ranghi di Spearman ed un'analisi delle componenti principali (PCA) per evidenziare i trend delle diverse stazioni, confrontandoli anche fra loro.

Le matrici di correlazione ottenute dai dati dei campionamenti periodici eseguiti in Rivola A e in Rivola C, sono riportate rispettivamente in tabella 3 e 4.

Per l'esecuzione dei confronti si è proceduto secondo il metodo detto 'esclusione a coppie' (pairwise deletion), il quale prevede l'esclusione di una unità dal calcolo di un coefficiente quando in una o entrambe le variabili coinvolte il dato è mancante, ma la stessa unità rimane dentro per tutti i coefficienti per i quali i valori delle variabili esistono.

Stazioni	A1 03-06	A1 24-06	A1 15-07	A1 05-08	A2 03-06	A2 24-06	A2 15-07	A2 05-08
A1 03-06	1,000							
A1 24-06	0,362	1,000						
A1 15-07	0,476	0,857	1,000					
A1 05-08	0,556	0,824	0,852	1,000				
A2 03-06	0,691	0,470	0,301	0,491	1,000			
A2 24-06	0,579	0,531	0,609	0,253	-0,009	1,000		
A2 15-07	0,579	0,731	0,765	0,752	0,343	0,528	1,000	
A2 05-08	0,639	0,767	0,845	0,752	0,273	0,816	0,751	1,000

Tab. 3: Matrice di correlazione dei ranghi di Spearman eseguita per i campionamenti della stazione Rivola A

Stazioni	C1 03-06	C1 24-06	C1 15-07	C1 05-08	C2 03-06	C2 24-06	C2 15-07	C2 05-08
C1 03-06	1,000							
C1 24-06	0,757	1,000						
C1 15-07	0,824	0,785	1,000					
C1 05-08	0,434	0,819	0,783	1,000				
C2 03-06	0,731	0,760	0,745	0,461	1,000			
C2 24-06	0,603	0,737	0,837	0,753	0,629	1,000		
C2 15-07	0,377	0,102	0,742	0,455	-0,201	0,664	1,000	
C2 05-08	0,149	0,227	0,277	-0,114	0,099	0,642	0,513	1,000

Tab. 4: Matrice di correlazione dei ranghi di Spearman eseguita per i campionamenti della stazione Rivola C

I risultati delle correlazioni sono poi stati utilizzati per eseguire una cluster analysis applicando l'algoritmo del legame semplice ($\alpha_1 = \alpha_j = 0,5$; $\beta = 0$; $\gamma = -0,5$).

Questo tipo di analisi é stato applicato anche ad una matrice di Spearman ottenuta dai risultati dei campionamenti in A e C presi non separatamente, ma insieme. Si é comunque ritenuto di non riportare i risultati di questo procedimento, in quanto l'unica informazione utile che vi si poteva trarre era quella che i campioni delle due stazioni si ripartivano in due gruppi nettamente distinti, a significare una generale diversità di popolamento, mentre la situazione all'interno dei due biotopi poteva essere meglio verificata con un'analisi separata.

Rivola A (fig. 53):

Partendo dai campioni più affini, si rileva la presenza di un primo gruppo formato da A1 (fuori) del 24 giugno e del 15 luglio a cui subito si aggrega A1 del 5 agosto; di seguito si ha, l'aggiunta di A2 (dentro) del 5 agosto e del 24 giugno; solo a livelli di affinità minori si riunisce anche A2 del 15 luglio, mentre A1 e A2 del 3 giugno (il giorno della pescata) formano un gruppo a sé stante, peraltro abbastanza disomogeneo, che solo alla fine si aggrega al gruppo principale.

Semberebbe dunque che, nell'insieme, dopo qualche tempo e qualche situazione 'interlocutoria', ci sia una certa tendenza al ricostituirsi nella zona dragata di una composizione faunistica simile a quella dell'area di controllo.

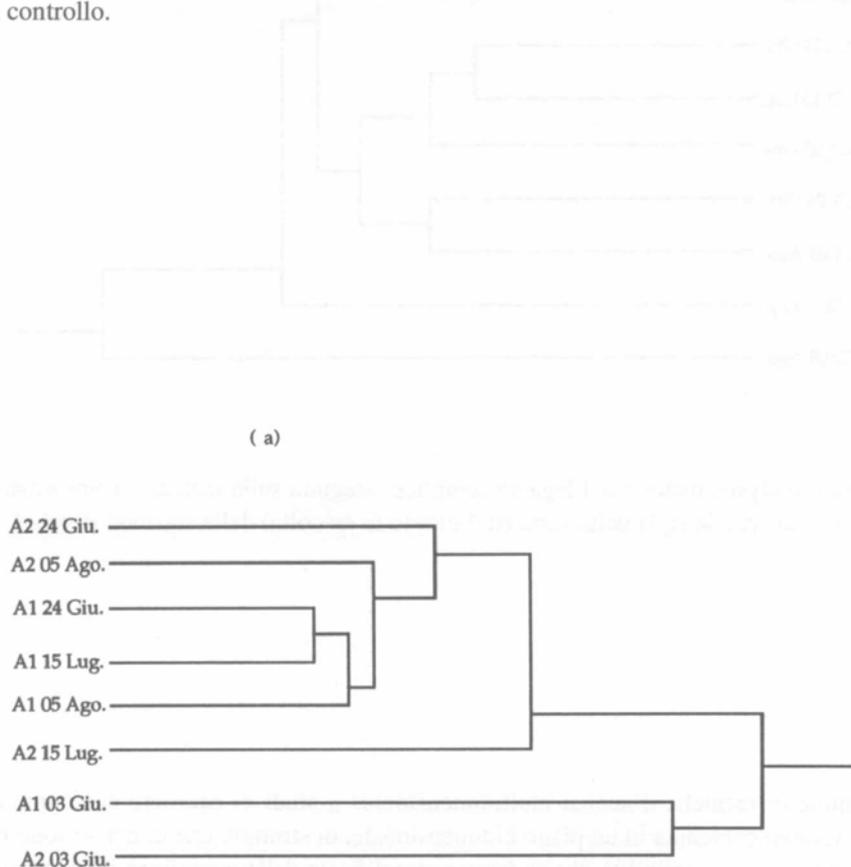


Fig. 53: Cluster analysis, metodo del legame semplice, eseguita sulla matrice di Spearman per i campionamenti (indicati con la sigla della zona ed il giorno di raccolta) della stazione Rivola A.

Rivola C (fig. 54):

Seguendo lo stesso procedimento di lettura usato nel caso precedente, si nota un primo gruppo formato dal campionamento C1 (fuori) del 15 luglio, e da C2 (dentro) del 24 giugno, a cui si unisce dapprima C1 del 3 giugno e quindi il gruppo formato da C1 del 24 giugno e del 5 agosto; più avanti si ha l'aggregazione anche di C2 del 3 giugno e del 15 luglio, mentre per ultimo si trova C2 del 5 agosto.

In questo caso, quindi, a differenza di quanto riscontrato in Rivola A, si può notare come ad una certa affinità iniziale si sostituisca poi una tendenza a divergere nel tempo fra la situazione interna e quella esterna, che culmina con il campionamento eseguito in agosto.

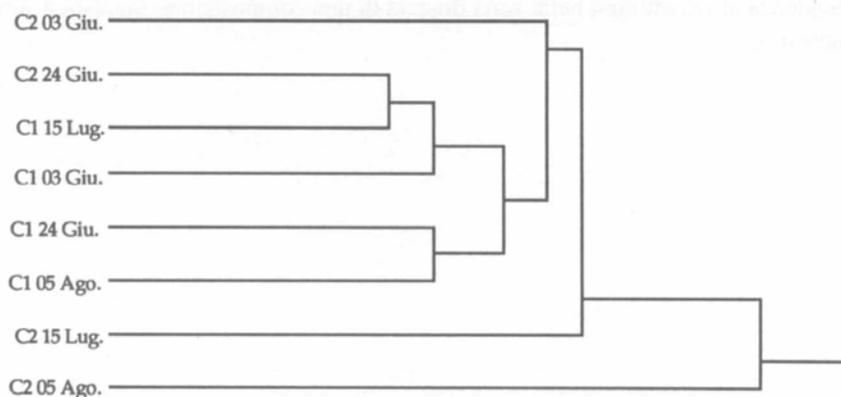


Fig. 54: Cluster analysis, metodo del legame semplice, eseguita sulla matrice di Spearman per i campionamenti (indicati con la sigla della zona ed il giorno di raccolta) della stazione Rivola C.

L'applicazione di tecniche d'analisi multidimensionale a studi di carattere ecologico consente di ottenere una visione contenuta in un piano bidimensionale, di strutture che di per sé sono multidimensionali, fornendo così la possibilità di una lettura semplificata delle complesse interazioni che legano gli eventi studiati.

Queste metodiche si rivelano assai utili anche nel trattare serie diacroniche (Fresi e Gambi, 1982) quali quelle relative al nostro studio.

Proprio in quest'ottica ci si è mossi dapprima calcolando la matrice delle distanze di Pearson, e quindi effettuando un'analisi delle componenti principali (PCA). Al termine del procedimento di elaborazione è stato possibile costruire dei modelli di ordinamento nei piani identificati dai fattori (o componenti) presi a coppie.

In accordo con quanto riportato in Fresi e Gambi (op. cit.), si è deciso di limitare la nostra analisi ai fattori di rango più basso, le prime tre dimensioni. A questo proposito bisogna sottolineare come questi tre fattori assorbano da soli il 92% della varianza totale, in queste proporzioni: fattore 1 il 64,5%, fattore 2 il 15,4%, fattore 3 il 12,1%.

In figura 55 sono riportati i risultati relativi all'ordinamento secondo i fattori 1 e 2. Appare subito chiaro come l'evoluzione temporale della situazione presente all'interno dell'area dragata nella stazione Rivola C si discosti in maniera abbastanza netta dalle altre. Si può notare, infatti, come, mentre le stazioni appartenenti ad A1, A2 e C1 presentano un andamento ordinato principalmente secondo il fattore 2, in C2 risulta predominante il peso del fattore 1.

La medesima situazione si riscontra anche nel confronto tra i fattori 1 e 3 e pertanto si è scelto di non riportarla.

Un andamento per certi aspetti simile, si può rilevare anche in figura 56, in cui appare la situazione ordinata secondo i fattori 2 e 3. In questo caso però, si nota che sono A2 e C2 ad avere lo stesso trend che sembra influenzato soprattutto dal fattore 3, mentre in A1 e C1 risulta prevalente l'ordinamento secondo il fattore 2.

Da questo tipo di analisi, dunque, appare come all'interno delle aree dragate, soprattutto C2 ma anche A2, la situazione del popolamento tenda ad evolvere nel tempo in maniera diversa da quello che avviene per le zone di controllo.

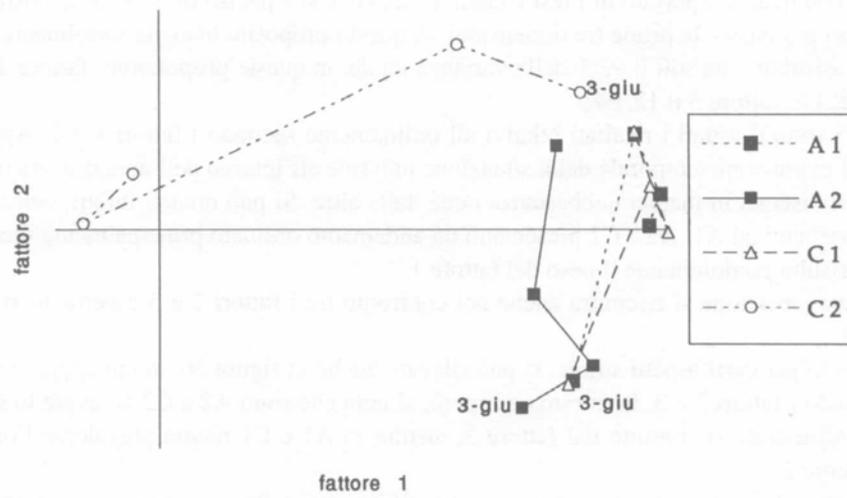


Fig. 55: Analisi delle componenti principali (PCA), fattori 1 e 2

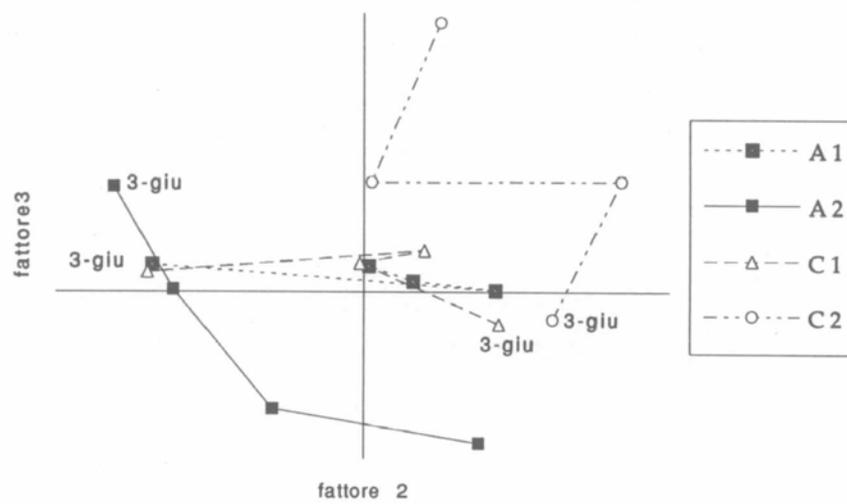


Fig. 56: Analisi delle componenti principali (PCA), fattori 2 e 3