



Campo Sperimentale in mare: prime esperienze nel Veneto relative a elevazioni del fondale con materiale inerte

Rapporto Sintetico



Introduzione

Il progetto Intervento 72 - "Campo sperimentale in mare" rientra nel Programma Triennale per la Tutela Ambientale 1994-1996 della Regione del Veneto, con il contributo del Ministero dell'Ambiente e del Territorio, realizzato da ARPAV - Osservatorio Alto Adriatico in collaborazione con l'Ufficio del Genio Civile di Venezia per la realizzazione del Campo e del CNR-ISMAR di Venezia per le attività di ricerca.

Il programma di ricerca è costituito in uno studio interdisciplinare avente lo scopo di valutare tecniche e metodologie di protezione costiera, di contribuire al ripopolamento ittico e di sperimentare nuove tecniche per la molluschicoltura. Nell'area inoltre sono stati realizzati monitoraggi della qualità dell'ambiente mediante l'analisi di organismi bioindicatori, quali i mitili, ed è stata installata una boa per il rilievo in continuo dei parametri meteorologici e oceanografici.

Il punto focale delle ricerche effettuate nell'area del Campo è certamente rappresentato dal posizionamento e dalla sperimentazione di strutture sommerse con funzione di **barriere artificiali**. Le barriere artificiali rappresentano interventi di "tecnologia morbida" volti ad incrementare la produttività dell'ambiente marino e che, associati ad altre misure gestionali, possono contribuire a risolvere o attenuare i problemi biologici e socio-economici concernenti lo sfruttamento delle risorse acquatiche.

Dal 1970 in Italia sono state costruite numerose barriere localizzate in aree costiere e aventi generalmente lo scopo di proteggere il fondale dallo strascico illegale, introdurre superfici utili per l'insediamento di organismi sessili, aumentare la disponibilità di tane e rifugi per uova e giovanili di specie ittiche, incentivare la piccola pesca locale e/o la pesca sportiva.

La maggior parte di esse è costituita da cubi in calcestruzzo con superfici scabre per favorire l'insediamento di organismi sessili e fori di diverse dimensioni per offrire rifugio a pesci e altri macroinvertebrati e che, grazie alle loro caratteristiche tecniche, assicurano una buona stabilità, un'efficace protezione contro lo strascico illegale e notevole versatilità nella progettazione di una barriera.

Le barriere artificiali italiane sono state oggetto di un'intensa attività di ricerca volta a valutare la loro efficienza in diverse condizioni ambientali, soprattutto trofia e trasparenza delle acque. Le indagini hanno riguardato principalmente: le comunità bentoniche che colonizzano i substrati e i fondi mobili circostanti, la comunità ittica ad essi associata e i rendimenti di pesca, i rapporti trofici di alcune specie ittiche con i popolamenti bentonici presenti sui substrati e nel fondo mobile adiacente per verificare l'eventuale contributo della barriera nell'aumento di biomassa di tali specie, sviluppo di nuove forme di maricoltura per incrementare la produttività della barriera.

Pur essendo le tipologie di barriere artificiali utilizzate nel Campo già sperimentate in altre località italiane, le ricerche intraprese su tali barriere non perdono il loro valore, proprio per la particolarità dell'ambiente in cui sono state posizionate (fascia costiera, zona di foce fluviale, elevata torbidità) e di conseguenza per la novità che nell'ambito veneto rappresentano.

Localizzazione e struttura del Campo

Il Campo Sperimentale è costituito da un'area di forma rettangolare con lati di 50 e 100 m (pari a 5.000 mq), localizzata a circa 2 miglia nautiche al largo della costa del Cavallino (VE), di fronte alla foce del fiume Sile e ad una profondità di circa 14 m. Il Campo, centrato sul punto di coordinate geografiche (WGS84) 45° 27,07' N e 12° 35,47' E, è compreso all'interno di un'area in concessione per attività di molluschicoltura.

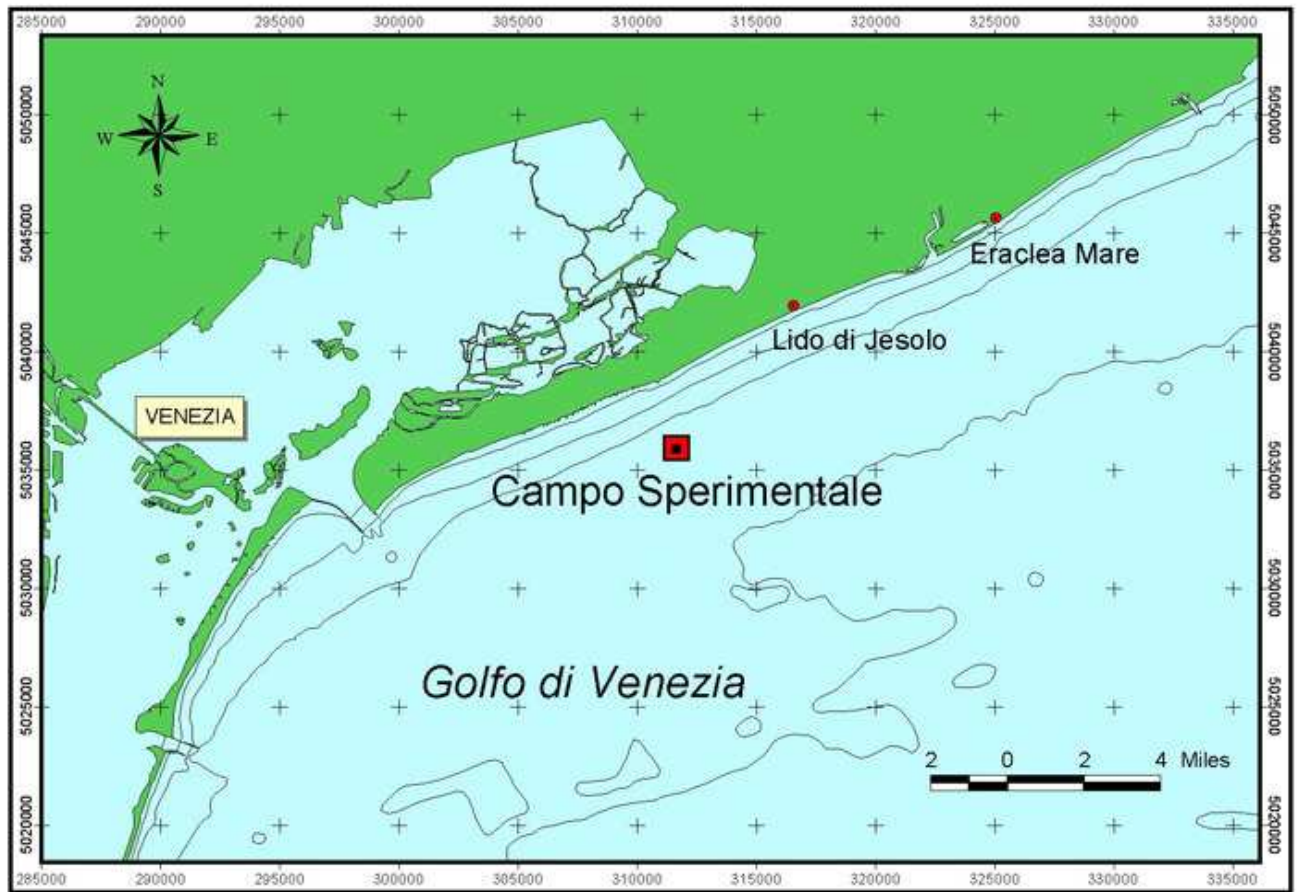


Fig. 1 - Localizzazione del Campo Sperimentale.

Nel Campo sono stati posizionati i seguenti manufatti e strutture:



BARRIERA DI TIPO A

2 moduli artificiali, composti ciascuno da 5 blocchi in calcestruzzo sovrapposti, del peso complessivo di circa 115 t. I blocchi cubici in calcestruzzo armati hanno dimensioni di 2 x 2 m, peso di circa 23 t e sono dotati di nicchie e fori passanti di diametro 30 cm (Fig. 2).

Fig. 2 – Blocchi per barriere di tipo A.



BARRIERA DI TIPO B

1 modulo di barriera artificiale delle dimensioni di 6 x 4 x 4 m, costituito da un telaio in acciaio scatolare di sezione 20 x 20 cm, sabbiato e zincato a freddo, trattato contro la corrosione, compresa l'installazione di anodi di alluminio contro la corrosione galvanica, riempito al suo interno con calcestruzzo vibrato (Fig. 3).

Fig. 3 – Barriera di tipo B.



BARRIERA ARTIFICIALE RADENTE

1 barriera artificiale radente realizzata con tubi metallici del diametro esterno di 48,2 mm, spessore di 3,2 mm collegati mediante giunti per ponteggi (Fig. 4).

Fig. 4 – Barriera artificiale radente.



STRUTTURA ANTIEROSIVA FLESSIBILE

1 struttura da 500 mq composta da materassi metallici delle dimensioni di 6 x 2 m dello spessore di 23 cm confezionati con rete metallica a doppia torsione con filo da 2,20 mm di diametro a forte zincatura riempiti con pietrame scapolo di diverse pezzature (Fig. 5).

Fig. 5 – Strutture antierosive flessibili.



STRUTTURE FLOTTANTI E SOMMERSE

1 longline flottante e 1 longline sommersa di supporto alle attività sperimentali di molluschicoltura, composte da file di galleggianti ancorate ai corpi morti perimetrali e collegate da funi per il sostegno delle reste o a collettori di forme diverse (Fig. 6).

Fig. 6 – Longline flottante.

Le suddette strutture sono state posizionate nell'area del Campo in modo tale da suddividerlo in quattro sezioni, ognuna destinata a specifiche attività sperimentali (Fig. 7-8).

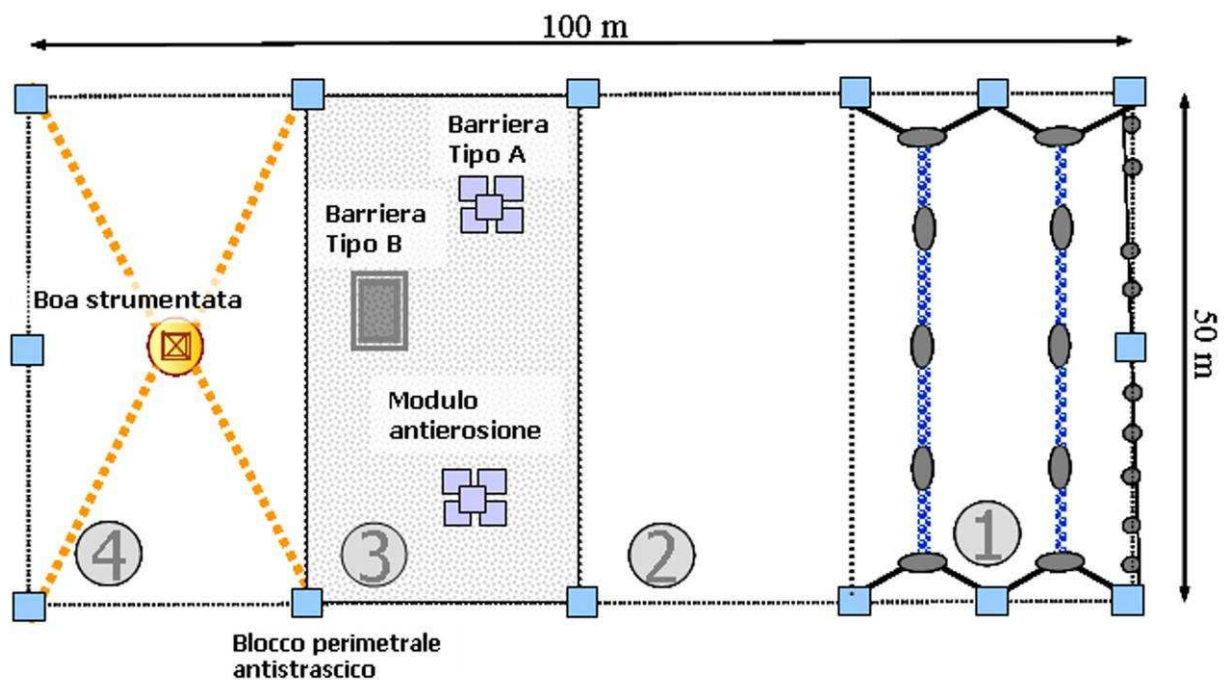


Fig. 7 – Pianta del Campo Sperimentale indicante le quattro sezioni e le relative strutture posizionate.

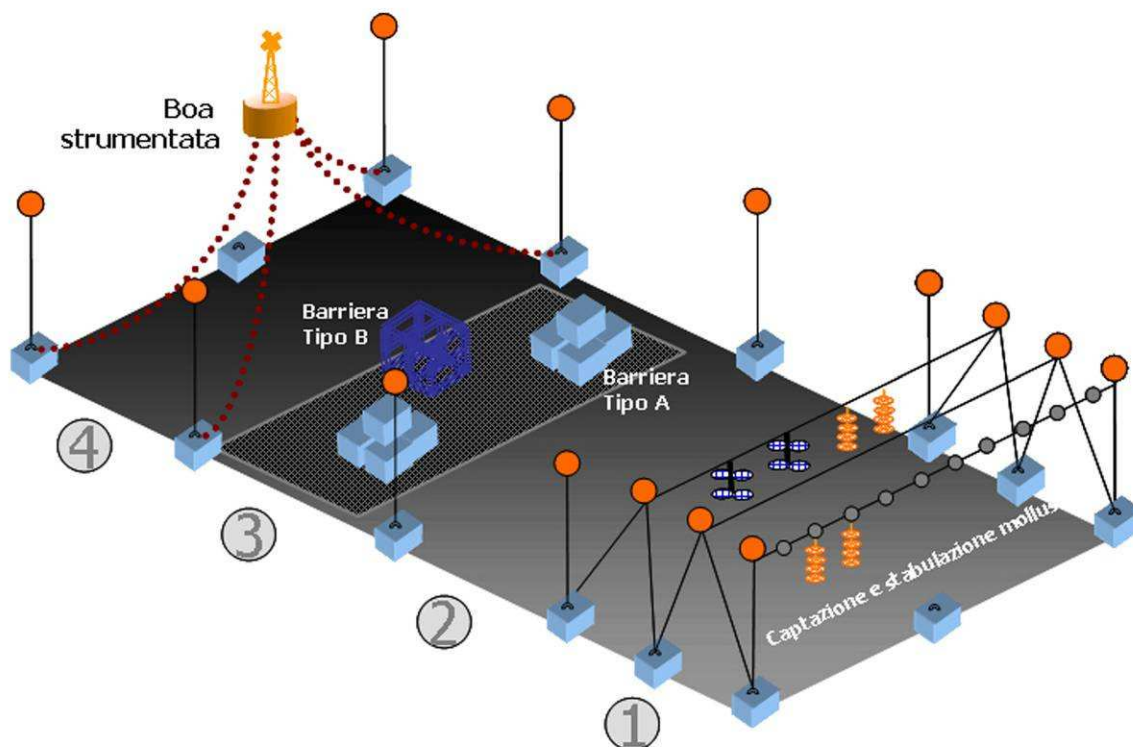


Fig. 8 – Vista prospettica del Campo Sperimentale con le quattro sezioni e le relative strutture posizionate.

(1) Nella **prima sezione** sono state posizionate le strutture flottanti e sommerse, destinate alla raccolta di seme di bivalvi e alla stabulazione di organismi da utilizzare nelle analisi (ad esempio i test biologici e le analisi genetiche).

(2) La **seconda sezione**, priva di strutture artificiali, è stata utilizzata per gli studi sul benthos di substrato mobile, sulle caratteristiche del sedimento e per la raccolta di cisti di fitoplancton presenti nel sedimento. In tale sezione sono stati posizionati anche una trappola per i sedimenti, un correntometro e una sonda per la misura di temperatura e salinità.

(3) Nella **terza sezione** sono state collocate le strutture antierosive flessibili e, sopra di esse, i due moduli di barriera di tipo A e al lato opposto il modulo di barriera di tipo B. Su questi moduli si sono concentrati gli studi sulle biocenosi di fondo duro e sul processo di colonizzazione. Inoltre in questa sezione sono state piazzate alcune barriere artificiali radenti con funzione antistrascico.

(4) Nella **quarta sezione** è localizzata la boa oceanografica, destinata alla registrazione in continuo dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua (Fig. 9). Questo sistema assembla numerose strumentazioni: una sonda multiparametrica profilante per la misura dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua (temperatura, conducibilità, salinità, ossigeno disciolto, pH, potenziale Redox, clorofilla "a", torbidità), un profilatore di corrente ADCP al fondo per la misura della corrente (direzione e intensità) e una centralina per la misura dei parametri meteorologici (pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa, direzione e intensità del vento, radiazione solare). Tutti i dati registrati dal microprocessore della boa vengono trasmessi periodicamente via GSM al server centrale di ARPAV e successivamente elaborati.



Fig. 9 – Boa oceanografica presente nel Campo Sperimentale.

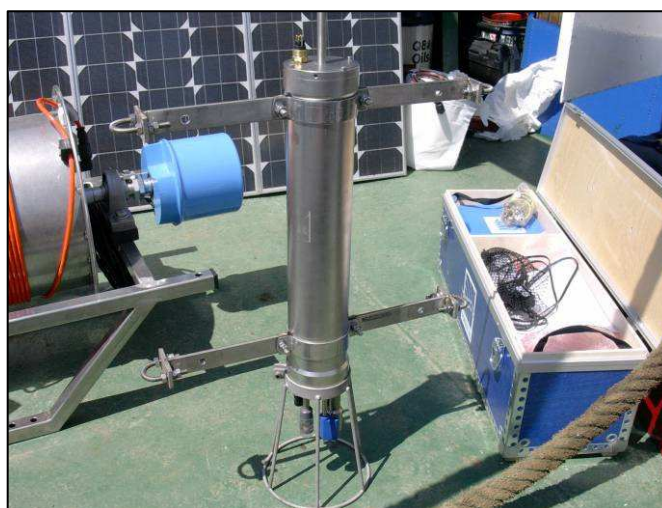


Fig. 10 - Sonda multiparametrica installata sulla boa oceanografica.

Sintesi dei risultati ottenuti

L'introduzione e la presenza di substrati duri artificiali in un ambiente caratterizzato da un fondale mobile determina una serie di importanti implicazioni sia ambientali che biologiche. Il progetto di ricerca si proponeva di rispondere ad alcune delle problematiche connesse con la realizzazione di un'area a barriere artificiali sommerse nel litorale veneto. L'area inoltre ha costituito un punto su cui focalizzare una serie di studi multidisciplinari su tematiche ambientali, ecologiche ed applicative.

Sono state analizzate le condizioni idrologiche e sedimentologiche dell'area allo scopo di definire i parametri ambientali; le caratteristiche ambientali all'interno del Campo sono state inoltre confrontate con quelle presenti nelle aree vicine per valutare le possibili modificazioni in relazione alla presenza di strutture artificiali.

I **sedimenti di fondo** presenti nell'area, fanghi costieri con una frazione sabbiosa del 20-30%, provengono dal mescolamento delle sabbie costiere con sedimenti fini di origine fluviale. Per valutare se la posa e la presenza delle barriere nell'anno di osservazione avessero influito in modo determinante sulle caratteristiche fisico-chimiche del fondale, nel corso di 5 campagne sono stati confrontati campioni di sedimento prelevati in una stazione all'interno del Campo (D) e in una stazione all'esterno (F) (Fig. 11). Non sono emersi effetti significativi dovuti alla presenza delle barriere, mentre è stata osservata una variabilità stagionale.

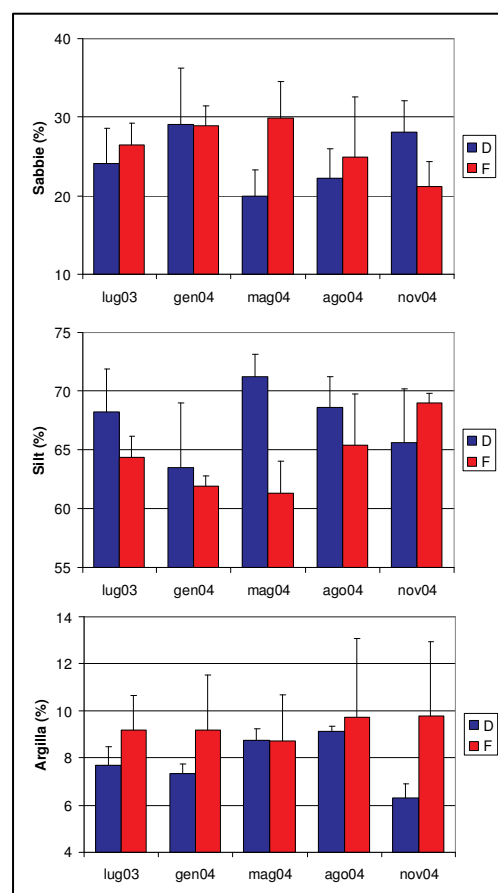
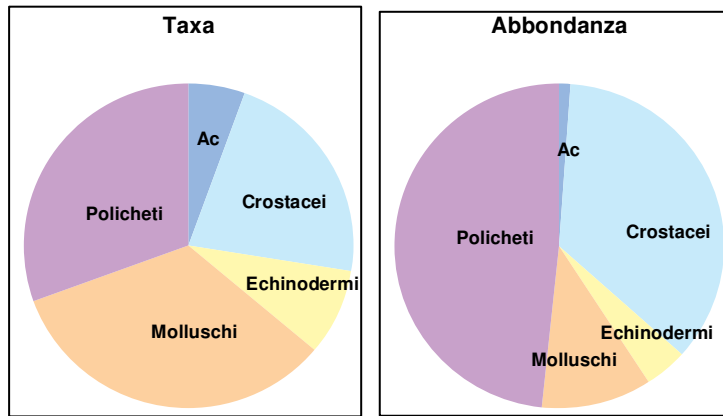


Fig. 11 - Medie e deviazione standard delle percentuali di Sabbia, Silt e Argilla dei campioni di sedimento nelle stazioni D e F nelle 5 campagne.



Inoltre non sono state osservate differenze significative sulla struttura delle **comunità bentoniche di substrato mobile** all'interno del Campo a seguito dell'introduzione di substrati artificiali. Anche in questo caso le dinamiche stagionali appaiono dominanti rispetto agli effetti del Campo stesso (Figg. 12-13).

Fig. 12 - Composizione globale della comunità bentonica di fondo mobile nell'area del Campo (Ac=Animalia cetera).

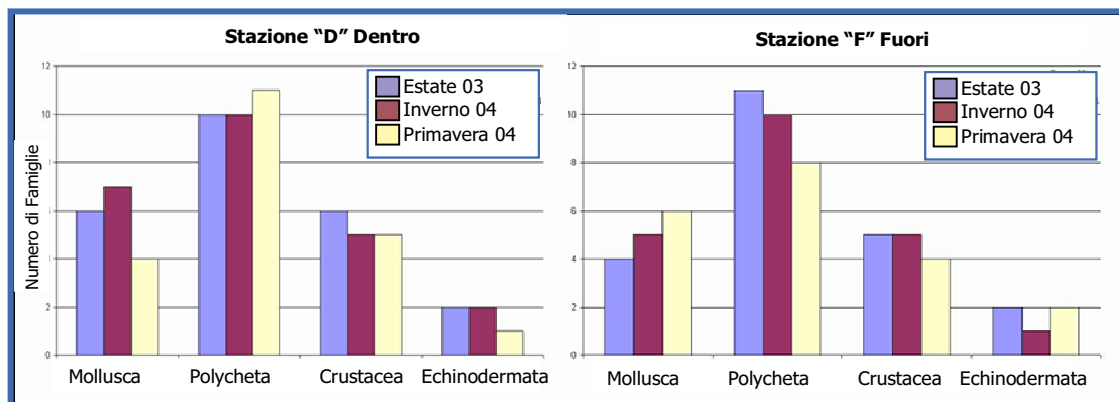


Fig. 13 - Andamento stagionale del numero di Famiglie dei principali gruppi animali nella stazione "D" (dentro al Campo) e "F" (fuori del Campo).

Si sono studiate le prime fasi della successione ecologica delle **comunità bentoniche insediate sulle strutture artificiali** del Campo Sperimentale.

In particolare sono stati effettuati alcuni campionamenti, mediante la tecnica del grattaggio, sulla superficie dei cubi di calcestruzzo (barriere di tipo A) e quantificati, in base al ricoprimento percentuale, gli organismi presenti; è stato scelto il cubo all'apice della piramide e sono state campionate due superfici 20x20 cm, una sul piano orizzontale (O1) ed una sulla faccia verticale (V1) esposta a Sud-Ovest (Fig. 14).

Per questo studio, accanto a tecniche tradizionali di grattaggio del substrato, è stata sviluppata una metodologia di **monitoraggio fotografico** (Fig. 15) che, non essendo invasiva, potrà avere certamente un ruolo importante nello studio e il controllo delle comunità biologiche presenti nelle aree rocciose sottoposte a tutela, quali ad esempio le *tegnùe*. Per alcune specie, in particolare quelle coloniali, tale tecnica ha permesso di ricavare dalle fotografie una stima della loro biomassa e della loro abbondanza.

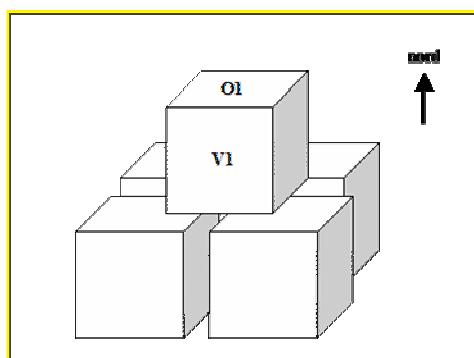


Fig. 14 - Piramide di cubi di calcestruzzo (barriera di tipo A).



Fig. 15 - Esempio di immagine ricavata dalle fotografie scattate nella stazione su uno dei tre punti scelti per il monitoraggio nel mese di Febbraio 2004.

Nel periodo considerato la colonizzazione può essere classificata come “fase di insediamento dei pionieri”, caratterizzata dall’assenza di macrofite (alghe) e dalla dominanza di alcuni vermi Policheti e di alcuni molluschi Bivalvi. Sono state evidenziate differenze nella colonizzazione dei manufatti in relazione all’inclinazione e alla scabrosità del substrato (Fig. 16). Dopo la primavera è stato possibile osservare l’insediamento di esemplari di mitilo (*Mytilus galloprovincialis*), con valori di abbondanza che hanno raggiunto mediamente 388 individui per m².

Durante i campionamenti e i sopralluoghi in immersione effettuati sono state raccolte informazioni qualitative in generale sull’evoluzione globale della colonizzazione nell’area. Se da un lato è stata osservata sulle strutture artificiali una ridotta copertura di organismi sessili e una lenta colonizzazione da parte degli stessi, forse rallentata dalla comparsa delle mucillagini nel giugno 2004, d’altro canto è stato possibile osservare dal mese di luglio un consistente aumento della fauna. Gli organismi osservati appartengono agli stessi gruppi descritti negli affioramenti rocciosi nord adriatici o *tegnùe*, presenti in buon numero anche in prossimità del Campo.

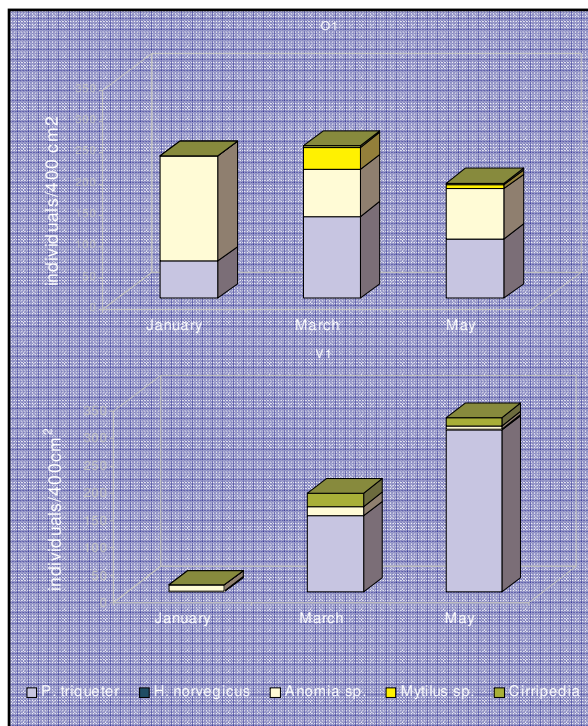


Fig. 16 - Variazione temporale delle abbondanze numeriche dei principali taxa sulla superficie orizzontale O1 e su quella verticale V1.

Fra la fauna ittica sono stati notati con frequenza numerosi esemplari di merluzzetti, corvine, go ed alcuni esemplari di gronghi. Nei manufatti inoltre sono state osservate frequenti deposizioni di uova di calamari, confermando l’importanza dei substrati duri anche come aree di riproduzione. Va quindi sottolineato, nonostante la limitatezza del periodo intercorso dalla posa delle barriere, come sia stato osservato un significativo aumento in ricchezza specifica, soprattutto per la presenza di specie di notevole interesse anche economico (Fig. 17-18).

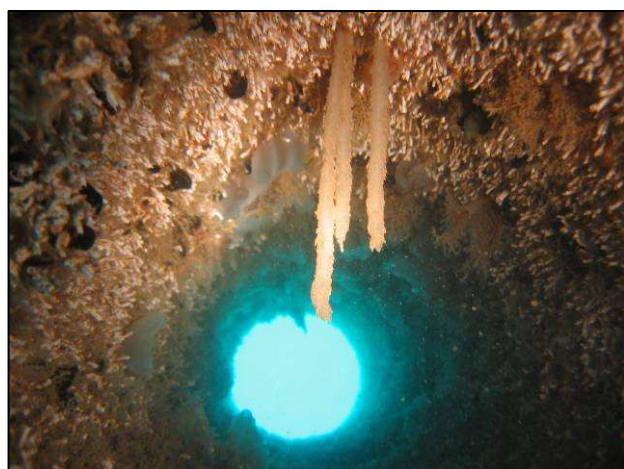


Fig. 17 - Individui di *Phallusia mamillata* e ovature di calamaro (*Loligo sp.*) sulle barriere artificiali del Campo Sperimentale.

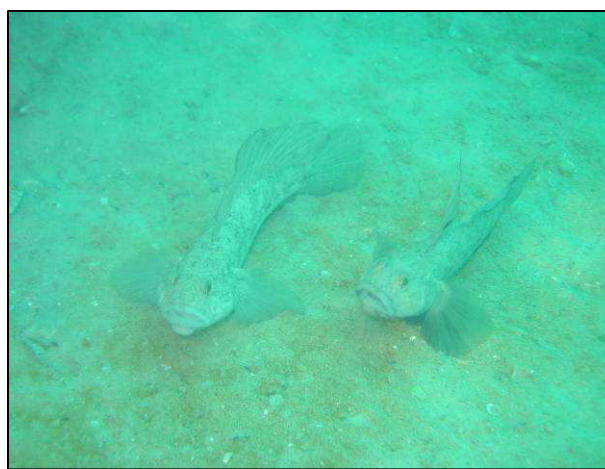


Fig. 18 - Esempi di *Gobiidae* fotografati nel Campo Sperimentale.

Una serie di ricerche è stata avviata per valutare i potenziali benefici conseguenti alla possibilità che il Campo Sperimentale possa funzionare da “sito catalizzatore” per lo sviluppo di nuovi banchi di molluschi eduli sfruttabili commercialmente, e da “sito santuario”, cioè da area adeguatamente monitorata e controllata, con caratteristiche ambientali tali da rendervi realizzabili ricerche di tipo più immediatamente applicativo.

Uno degli obiettivi specifici di questa ricerca consisteva nella sperimentazione di **tecniche di raccolta del “seme” naturale di molluschi bivalvi**. A tal scopo sono stati impiegati 3 diversi tipi di collettori (“pioli”, “cappelli cinesi” e “sacchetti”), collocati a diverse profondità (Fig. 19). Le diverse famiglie di molluschi hanno mostrato delle preferenze, sia per il periodo, sia per il tipo di collettore, sia per la profondità alla quale gli stessi sono stati sistemati. Ad esempio la famiglia dei Pectinidae (*canestrelli*) si è insediata soprattutto nel mese di agosto, preferendo a -2m i cappelli, e a -10m i cappelli e i sacchetti. Questa attività ha notevoli potenzialità applicative; il “seme” così raccolto in impianti a mare può essere utilizzato per il ripopolamento e l'accrescimento in impianti di ingrasso e ciò permetterà anche di alleggerire lo sfruttamento dei banchi naturali ed il depauperamento delle risorse naturali.

Infine la sperimentazione ha permesso, determinato il periodo di insediamento delle diverse specie, di stilare un *calendario di immersione dei collettori*, utile ad ottimizzare il recupero del seme a scopo di allevamento (Fig. 20).

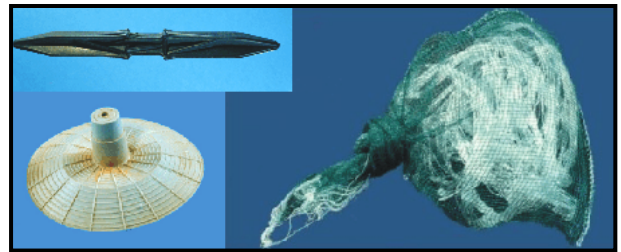


Fig. 19 - Tipologie di collettori: pioli, cappelli cinesi e sacchetti.

| | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|-----------------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------|---------|----------|----------|
| <i>M. galloprovincialis</i> | | | P 2 | P 2 | P 2 | P 2 | | | | P 2 | P 2 | |
| Pectinidae | | | | | S 10 | S 10 | S 10 | S 2-S 10 | | | | |
| Veneridae | | | | ? 2 | ? 2 | ? 2 | | | | | | |
| Ostreidae | | | | | | | | C 2 | C 2 | C 2 | | |

Fig. 20 – Calendario proposto per l'immersione dei collettori per l'insediamento di bivalvi di interesse commerciale. La lettera indica il tipo di collettore consigliato (C: cappelli cinesi; P: pioli; S: sacchetti; ?: collettore da mettere a punto), il numero la profondità più indicata per l'immersione (2 m o 10 m). L'intensità dei colori indica la quantità di seme recuperabile; più il colore è intenso, maggiore è la presenza ipotizzata di seme. In particolare per *M. galloprovincialis*, data la necessità di un substrato “maturo”, si consiglia l'immersione anticipata a marzo dei collettori.

Sono state analizzate le risposte fisiologiche e applicati test biochimici sui mitili, usati come **indicatori biologici**, per approfondire le conoscenze relative alla modulazione della risposta

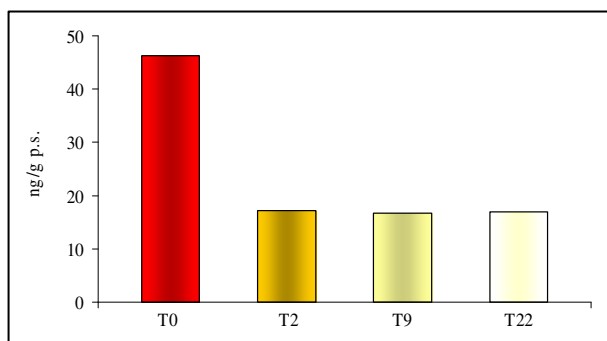


Fig. 21 - Contenuto di idrocarburi policiclici aromatici nei tessuti molli di *T. philippinarum* al momento del trapianto (T0) e dopo 2, 9 e 22 giorni (T2, T9 e T22) di permanenza nel Campo Sperimentale. Dati espressi in ng/g peso secco.

fisiologica di molluschi bivalvi eduli in relazione alle variazioni di parametri ambientali. E' stato indagato un aspetto applicativo di particolare interesse, inerente alla possibilità di stabulazione temporanea nel Campo di vongole *Tapes philippinarum* raccolte in laguna di Venezia e con caratteristiche di non idoneità al consumo umano, al fine del raggiungimento delle caratteristiche merceologiche prescritte dalla legge per la loro immissione sul mercato e sono state osservate capacità depurative diverse a seconda della tipologia di inquinante (Fig. 21).

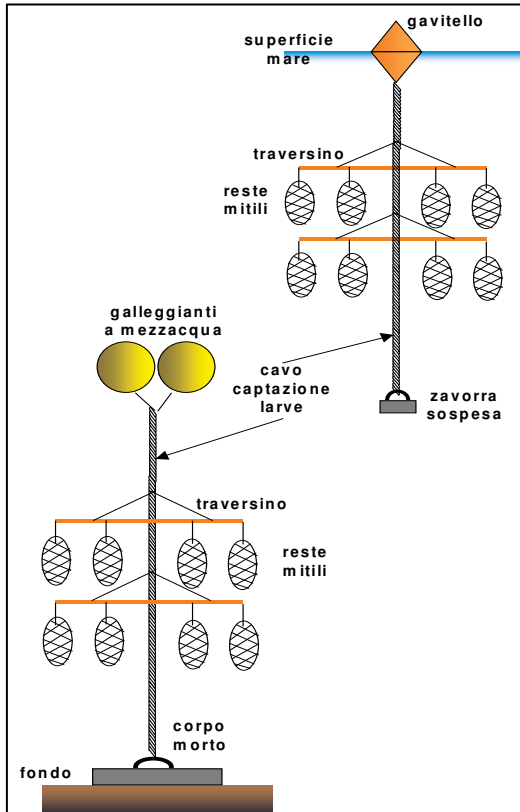


Fig. 22 - Schema delle strutture di captazione e stabulazione dei mitili. Gli elementi raffigurati non sono in scala.

Sono stati confrontati sotto il **profilo genetico** i mitili provenienti da profondità diverse (-1 m e in prossimità del fondo) nell'area del Campo (Fig. 22).

Alla luce dei risultati si può affermare che il popolamento di mitilo studiato nel Campo Sperimentale è un gruppo geneticamente omogeneo, per cui i risultati ottenuti per questa specie, nelle prove sperimentali condotte sia biologiche che fisiologiche, non sono da attribuirsi a differenze tra gli individui, ma all'ambiente stesso.

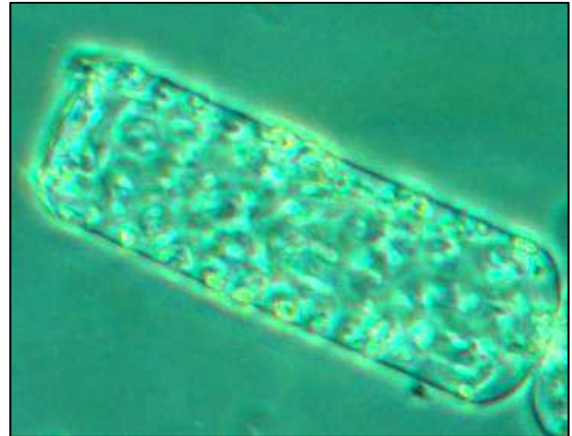


Fig. 23 - Esempio di *Cerataulina pelagica* vista al microscopio ottico.

È stato studiato il fitoplancton, sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo e le sue relazioni con le variabili ambientali, biotiche e abiotiche.

Nel Campo Sperimentale sono stati ritrovati e classificati 106 specie di **fitoplancton**. Il quadro generale del fitoplancton del Campo ha messo in evidenza una dinamica confrontabile con quella già descritta per il nord Adriatico, con densità elevate nei mesi primaverili e tardo-estivi, e densità minori durante l'inverno (Figg. 24-25). Il fenomeno delle mucillagini verificatosi nel 2004 si è evoluto in coincidenza con la presenza delle specie fitoplanctoniche *Goniaulax fragilis* e *Cerataulina pelagica* (Fig. 23).

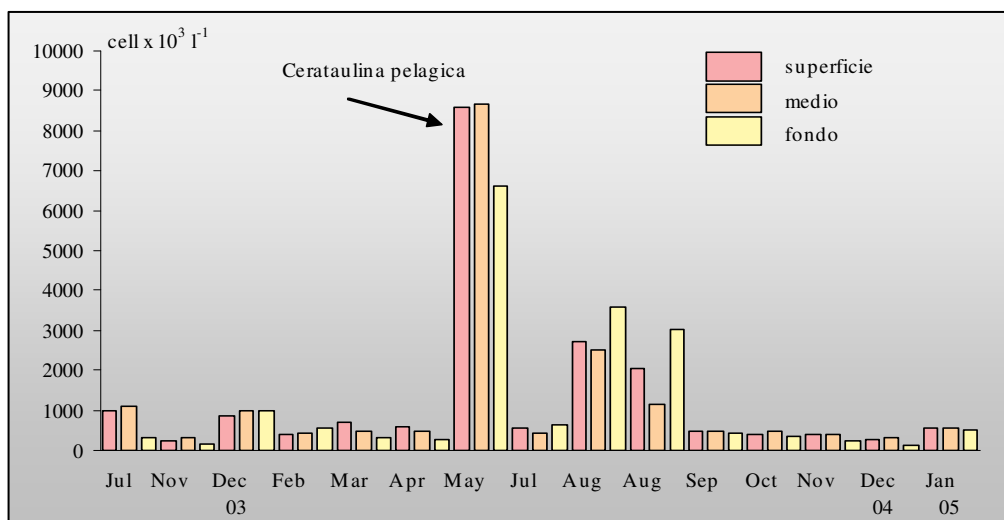


Fig. 24 - Densità totale del fitoplancton nel periodo di studio.

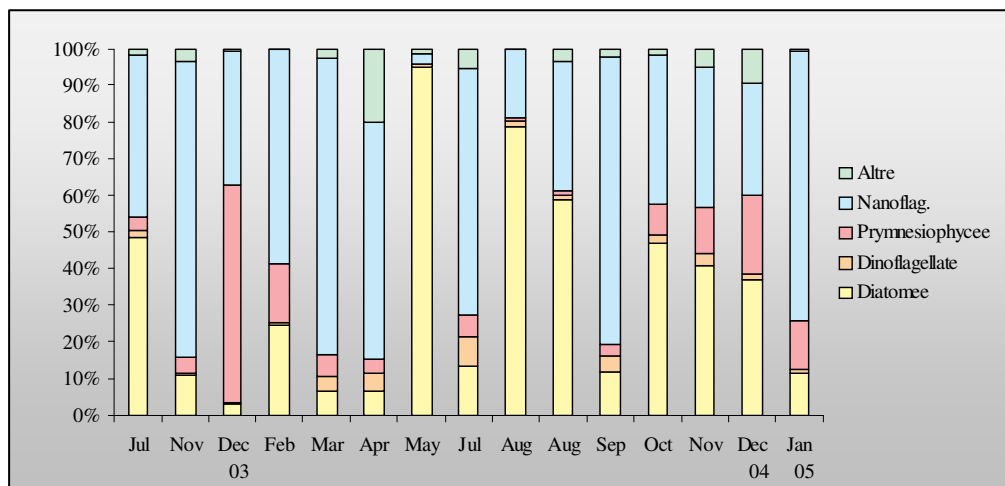
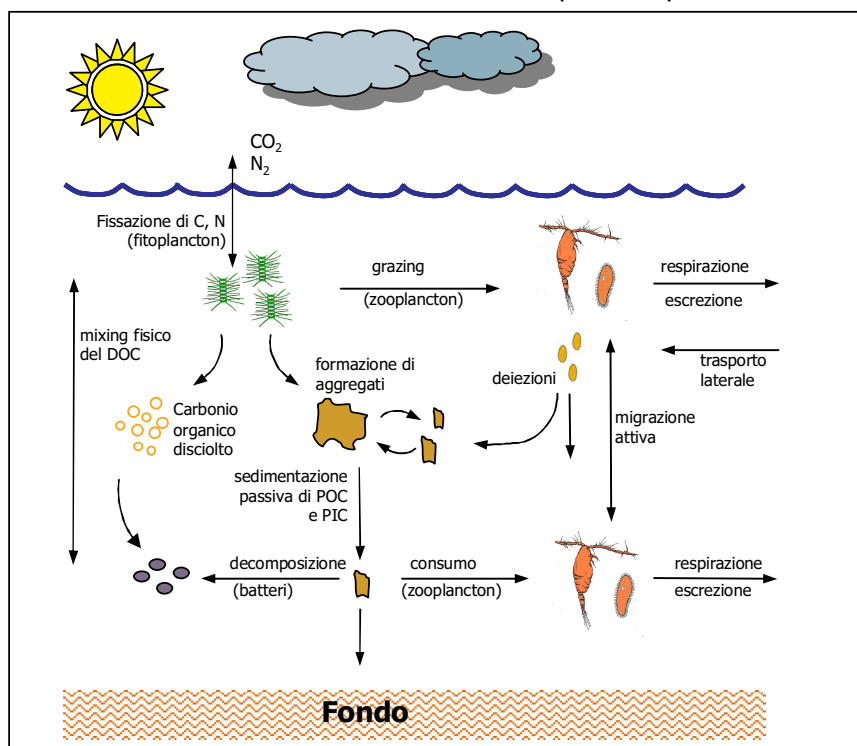


Fig. 25 – Abbondanze relative delle classi fitoplanctoniche principali per campionamento (%) nel periodo di studio.

Uno studio particolare ha riguardato la componente delle dinoflagellate, in quanto alcune specie appartenenti a questo gruppo sono classificate come potenzialmente tossiche “*harmful algae*” cioè in grado di produrre biotossine che, se ingerite da bivalvi oggetto di pesca e/o allevamento (es. mitili), possono trasmettere all'uomo forme di intossicazione alimentare con ripercussioni sanitarie ed economiche rilevanti. Nel periodo in esame, sono stati rinvenuti esemplari di questo gruppo a concentrazioni molto limitate.

La **produttività primaria** del sito, cioè la misura della produzione di carbonio organico ad opera degli organismi fotosintetici, è risultata molto elevata rispetto ai valori noti per l'Adriatico settentrionale. I massimi si sono avuti nel periodo primaverile, favoriti dalla presenza di nutrienti di



origine fluviale, mentre nel periodo estivo, in concomitanza della diminuzione dei nutrienti, sono prevalsi i processi rigenerativi e di degradazione batterica. In generale si è misurato un basso flusso di carbonio organico dalla colonna d'acqua al fondo, evidenziando un limitato apporto verticale di sostanza organica e un suo elevato utilizzo nella colonna d'acqua. Eventi di risospensione dei sedimenti di fondo e di trasporto laterale sono stati osservati frequentemente e sono associati a maree, onde e correnti; queste ultime hanno raggiunto i 27 cm/s (Fig. 26).

Fig. 26 - Schema semplificato dei processi di produzione, trasformazione e riciclo della materia organica. DOC = Carbonio organico disciolto; POC = Carbonio organico particellato; PIC = Carbonio inorganico particellato.