

Saggio scientifico originale
Ricevuto: 2008-09-04

UDC 504.5:502.72(262.3Miramare)

PRIME VALUTAZIONI DELL'IMPATTO DEL DISTURBO ANTROPICO ALLA RISERVA NATURALE MARINA MIRAMARE: IL MONITORAGGIO DELLA ZONA DI MAREA

Milena TEMPESTA, Federico POLO & Francesco ZUPPA
Riserva Naturale Marina di Miramare, I-34014 Grignano (TS), Viale Miramare 349, Italia
E-mail: info@riservamarinamiramare.it

Donatella DEL PIERO
Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, I-34127 Trieste, Via L. Giorgieri 7, Italia

SINTESI

Lo studio ha avuto lo scopo di evidenziare e valutare il possibile impatto legato alla fruizione didattica che insiste nella zona più sensibile della Riserva Marina di Miramare (Trieste), la zona di marea. Sono state definite e campionate due stazioni di superficie 50x100 cm, una delle quali è stata isolata e tenuta chiusa alla fruizione, all'interno della spiaggia a sabbia e ciottoli sulla quale si svolgono le attività di educazione ambientale. I dati, raccolti nell'arco di un periodo di 2 anni, sono stati analizzati utilizzando l'analisi della varianza (ANOVA) e i criteri dell'analisi multivariata e i risultati ottenuti hanno evidenziato che nel sito chiuso la comunità mantiene nel tempo una costanza nella macrostruttura, contrariamente al sito di fruizione didattica dove si evidenzia una maggiore variabilità.

Parole chiave: area marina protetta, comunità di marea, impatto antropico, calpestio, nMDS, monitoraggio

PRELIMINARY EVALUATION OF HUMAN TRAMPLING IMPACT INSIDE THE MIRAMARE MARINE PROTECTED AREA: THE TIDAL ZONE MONITORING

ABSTRACT

The study aims at identifying and assessing any impact connected to educational activities carried out in the tidal zone, the most sensitive area in Miramare Natural Marine Reserve (Trieste). Two stations (50x100 cm) were identified and sampled on the sandy and pebbly beach, where environmental education activities are carried out. Admittance has been forbidden in one of them. The analysis of variance (ANOVA) test was used to analyse data and to obtain indication on the tidal zone status, together with multivariate analyses to make a distinction between the trampled and non-trampled areas. Data were gathered over 2 years and results obtained have highlighted that the community is characterised by stable macrostructure inside the closed area, while greater variability is witnessed in the area, where activities are allowed.

Key words: marine protected area, tidal zone community, anthropic impact, trampling, nMDS, monitoring

INTRODUZIONE

A seguito dell'avvenuta certificazione ambientale EMAS (Reg. CE 761/2001) del Soggetto Gestore della Riserva Marina di Miramare (Trieste), si è avviato un programma di monitoraggio allo scopo di analizzare l'obiettivo ritenuto prioritario di "Conservazione della diversità specifica nella zona di marea". Si è quindi iniziato un programma di studio allo scopo di valutare, qualora ci fosse, l'effetto impattante derivante dalle attività di fruizione didattica nella zona più sensibile della Riserva Marina, la zona di marea.

Il tema della valutazione del disturbo legato alla fruizione è importante perché riferito più in generale ad una strategia di gestione delle aree protette. Parchi e riserve, infatti, devono confrontarsi giornalmente con la necessità di conservare uno spazio senza però precludere totalmente le zone sotto tutela all'accesso del pubblico. Affinché le azioni di gestione siano efficaci occorre una conoscenza delle conseguenze che seguono ad un'attività di fruizione oltre che del sistema sul quale insistono (Jenkins *et al.*, 2002).

Ogni anno la Riserva è frequentata da una media di 7.000 studenti impegnati in attività didattiche diverse alcune delle quali hanno come obiettivo lo studio della zona di mesolitorale su una spiaggetta a ciottoli e ghiaia, denominata spiaggia delle ex - Scuderie, situata all'interno dell'area di riserva integrale (Fig. 1) dove i ragazzi sono impegnati nell'osservazione dei popolamenti animali e vegetali. Queste attività comportano, oltre al calpestio con possibile azione meccanica di disturbo di

alcuni organismi sessili, anche lo spostamento di sassi e ciottoli allo scopo di osservare gli organismi che si nascondono negli interstizi (Fig. 2).

La spiaggia, esposta a sud, ha una lunghezza di circa 200 metri ed un'ampiezza media di una decina di metri in condizioni di marea zero (livello medio del mare). E' costituita da un substrato di tipo misto che va dalla sabbia alla ghiaia ai ciottoli di dimensioni variabili fino ad arrivare ai grossi massi calcarei (Fig. 3).

RASSEGNA DEI LAVORI GIÀ PUBBLICATI

Alcuni lavori sul monitoraggio della zona di marea svolti all'interno della Riserva di Miramare sono stati oggetto di tesi di laurea, tesi di master e tesi di dottorato. In particolare, una prima valutazione delle differenze nei popolamenti dentro e fuori all'area marina protetta allo scopo di testare una metodologia di campionamento per possibili impatti, è stata argomento di una tesi di master in "Valutazione e Gestione delle Risorse Biologiche Marine" presso l'Università di Padova (Polo, 2004). Un monitoraggio dei popolamenti macrozoobentonici inframareali come indicatori di disturbo antropico si trova nella tesi di Tempesta (2005) per il dottorato in "Metodologie di Biomonitoraggio dell'Alterazione Ambientale" presso l'Università di Trieste, mentre uno studio sui metodi di analisi del ricoprimento ad Ulvacee del piano mediolitorale della Riserva di Miramare è stato argomento di una tesi di laurea in Scienze Biologiche (Tagliarolo, 2006) presso l'Università di Trieste.

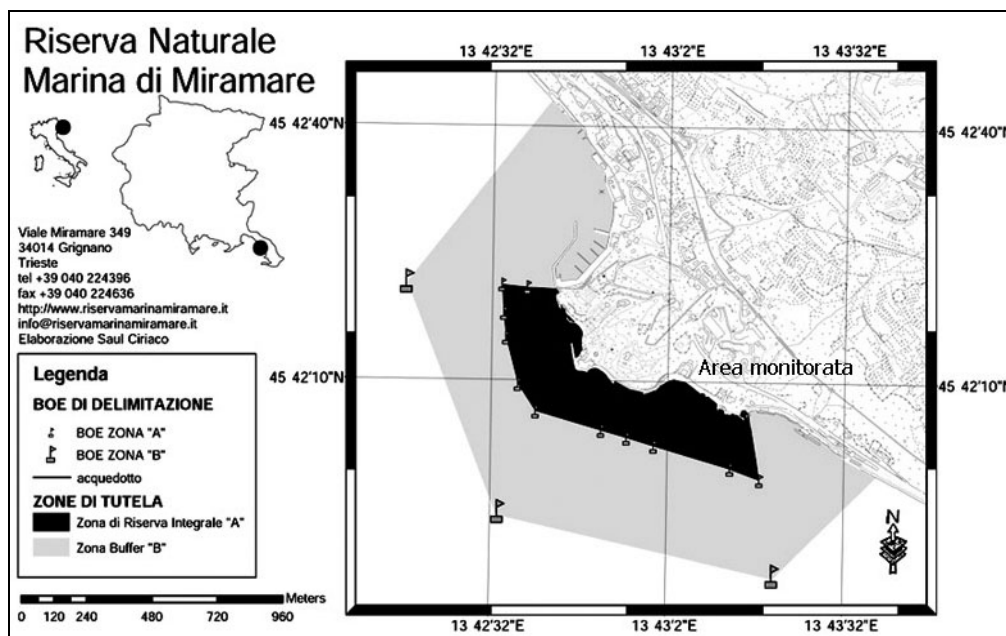


Fig. 1: Localizzazione dell'area di campionamento all'interno della Riserva Marina di Miramare (Trieste).
Sl. 1: Lokacija vzorčnišnega območja v Morskem rezervatu Miramare (Trst).



Fig. 2: Attività di educazione ambientale in zona di marea all'interno della Riserva Marina di Miramare (Trieste).

Sl. 2: Izobraževalne dejavnosti v bibavičnem pasu Morskega rezervata Miramare (Trst).



Fig. 3: Spiaggia di sabbia e ciottoli, soggetta al calpestio da parte delle scolaresche, in cui si è svolto lo studio.

Sl. 3: Od skupin šolarjev poteptano peščeno in prodnato obrežje, kjer je bila opravljena pričujoča študija.

MATERIALI E METODOLOGIA

Al fine di avviare un programma di valutazione del possibile impatto si è deciso quindi di chiudere alla fruizione una porzione di spiaggia in modo da valutarne le eventuali differenze con il resto della zona calpestata. L'area scelta si trova su una fascia che rimane scoperta con un evento di bassa marea di almeno 40 cm sotto il livello medio del mare. È infatti questo il limite necessario affinché si scopra una parte di litorale sufficiente allo svolgimento delle attività didattiche. La delimitazione di questo spazio non più accessibile è avvenuta a febbraio 2004 prima quindi dell'inizio delle visite.

Si è avviata così una fase di campionamento della presenza e della abbondanza delle specie su di una superficie campione posizionata in maniera casuale all'interno dell'area chiusa, denominata "Blank", e all'esterno della stessa nell'ambito della parte di spiaggia destinata alle visite, stazione indicata come "Didattica". Il metodo utilizzato è stato quello del plot sampling (Fig. 4) cioè della definizione di un'area di dimensioni note all'interno della quale si identificano, si contano e a volte si misurano gli organismi presenti (Brower *et al.*, 1990).

Su ogni stazione si sono effettuate 8 repliche utilizzando quadrati delle dimensioni di 25x25 cm ciascuno, all'interno dei quali gli organismi animali sono stati contati laddove possibile, mentre per quelle specie sessili che possono avere raggruppamenti di moltissimi individui, si è fatto un conteggio stimato sulla copertura. Le specie coloniali sono state considerate come singoli individui (Davidson *et al.*, 2004). I valori di abbondanza così ottenuti per ogni replica sono stati sommati e mediati in modo da descrivere la stazione "media" Blank e

la stazione "media" Didattica per ogni campionamento. Le repliche sono state in numero di 8 così da raggiungere la superficie minima di campionamento secondo quanto indicato dalla curva area/specie (Brower *et al.*, 1990).

La definizione delle dimensioni dell'area di campionamento ha tenuto conto di indicazioni rinvenute in bibliografia: secondo uno studio canadese condotto sulla struttura di un popolamento a mitili nella zona intertidale si riscontra come la variabilità della struttura della comunità sia più evidente su piccola scala mentre aumentando la scala spaziale i campioni risultano essere sempre meno differenziati (McKindsey & Bourget, 2001). Effetti positivi dell'analisi su piccola scala spaziale sono indicati anche da Underwood & Chapman (1996) soprattutto se riferiti a organismi che hanno motilità giornaliera nei piccoli spazi.

I quadrati da campionare sono stati delimitati grazie all'apposizione di picchetti fissi in modo da poter monitorare nel tempo sempre le stesse aree e valutarne così eventuali variazioni.

L'individuazione di solo due zone di studio, una nell'area calpestata e l'altra nella zona chiusa alla fruizione, e quindi l'assenza di ulteriori siti controllo è stata dettata dal tempo limitato in cui era possibile svolgere il campionamento, soggetto al breve periodo in cui le zone rimangono scoperte dall'evento di bassa marea. Il tempo medio di campionamento per coprire una singola stazione (8 repliche) si è aggirato intorno ai 45 minuti / 1 ora. Il tempo totale di campionamento della durata di 2 ore circa, era in alcuni casi il limite massimo di tempo oltre il quale la marea cominciava a risalire arrivando quasi a coprire la fascia da campionare.



Fig. 4: Metodo del plot sampling usato per raccogliere dati nelle due aree di studio (calpestate e non calpestate).

Sl. 4: Vzorčična metoda, uporabljena za zbiranje podatkov na dveh vzorčičnih območjih (poteptanem in nepoteptanem).

Entrambe le stazioni sono state campionate nello stesso giorno ad eccezione dei casi in cui le condizioni meteorologiche sfavorevoli o eventi di marea ridotti non lo consentissero.

Le stazioni si situano in quella fascia di costa che viene scoperta dagli eventi di bassa marea di almeno 40 cm sotto il livello medio del mare e la zona studiata in queste condizioni è risultata essere composta da ciottoli di lunghezza massima di 30–40 cm e spessore di 10–20 cm alternati ad altri di dimensioni minori, a sassi di grandezza più ridotta e spazi liberi in cui è presente ghiaia (Fig. 4). Sono stati oggetto del conteggio tutti gli organismi rinvenuti sia sopra ai massi e ai ciottoli che sotto di essi che negli interstizi tra la ghiaia e la sabbia.

I campionamenti si sono svolti ad ogni bassa marea "utile" (circa ogni 15 giorni/1 mese) (Colucci *et al.*, 2003, 2004, 2005). In totale sono stati campionati 25 volte i siti Didattica e Blank durante un periodo di 22 mesi, dal 2 agosto 2004 al 17 maggio 2006.

Nello stesso periodo, le giornate in cui si è svolta l'attività didattica con conseguente calpestio sono elencate nella Tabella 1.

L'analisi multivariata sulle due aree campione

I dati raccolti sono stati analizzati mediante criteri di analisi multivariata utilizzando il pacchetto di analisi statistica PAST ver. 1.74 (Hammer *et al.*, 2001), disponibile open source dal sito internet dell'Università di Oslo (<http://folk.uio.no/ohammer/past>).

L'analisi è stata svolta allo scopo di mettere a confronto le due aree a diversa fruizione tenendo conto

di tutte le specie rinvenute. Non essendo rispettata la condizione di distribuzione di normalità per tutte le variabili (specie) presenti neanche a seguito della trasformazione logaritmica, si è deciso di ricorrere a metodi non parametrici in cui le analisi avvengono sui ranghi (Soliani, 2005).

Tab. 1: Giornate di attività didattica svolte all'interno della Riserva Marina di Miramare e date dei campionamenti effettuati nel periodo corrispondente.

Tab. 1: Datumi dejavnosti, povezanimi z okoljskim izobraževanjem v Morskem rezervatu Miramare, in datumih aktivnosti, povezanimi z monitoringom.

Giornate con attività didattiche	Date dei campionamenti nei periodi
	02/08/2004
	20/08/2004
	18/09/2004
	29/09/2004
13/10/2004	13-17/10/2004
09-12/11/2004	11/11/2004
	13/12/2004
	24/12/2004
	10/01/2005
24-25/01/2005	
	08-09/02/2005
07-08/03/2005, 10-11/03/2005	10/03/2005
19/03/2005, 21-22/03/2005	23/03/2005
02/04/2005, 05-07/04/2005	05/04/2005
04-06/05/2005	
19-20/05/2005	26/05/2005
	11/07/2005
	20/09/2005
06/10/2005	
14/10/2005, 17-20/10/2005	
	02/11/2005
04/11/2005	
	16/11/2005
28/11/2005	
	01/12/2005
13-15/12/2005	14/12/2005
	30/12/2005
	11/01/2006
23/01/2006	
06/02/2006, 10/02/2006, 14-15/02/2006	
23/02/2006	
02/03/2006	
13-15/03/2006, 17/03/2006	13/03/2006
23-24/03/2006, 27-28/03/2006	
07-08/04/2006, 10-12/04/2006	
20-21/04/2006, 24/04/2006	28/04/2006
19/05/2006	17/05/2006

Il test ANOSIM (ANalysis Of SIMilarities; Clarke, 1993) utilizzato per valutare la differenza significativa tra i due gruppi basata su misure di distanza di Bray-Curtis convertite in ranghi, verifica l'ipotesi nulla che la media della dissimilarità dei ranghi tra le possibili coppie di oggetti in gruppi differenti sia uguale alla media della dissimilarità dei ranghi tra le coppie di oggetti all'interno dello stesso gruppo. Il valore R che se ne ricava è compreso tra -1 e +1 con valori positivi indicanti che la dissimilarità tra i gruppi è maggiore di quella all'interno del gruppo (Quinn & Keough, 2002). Nello specifico dal calcolo effettuato sulla tabella delle abbondanze medie rinvenute si osserva una differenza statisticamente significativa tra il gruppo di stazioni sottoposte al calpestio e quello delle stazioni chiuse alla fruizione con un valore di $R = 0,22$ e una probabilità di uguaglianza $p < 0,0001$.

Allo scopo di ottenere un ordinamento su un piano bidimensionale delle stazioni di campionamento in base ai popolamenti rinvenuti, la tabella delle abbondanze medie per i 35 taxa censiti è stata quindi sottoposta ad un'analisi di tipo nMDS (non-metric Multi Dimensional Scaling; Kruskal & Wish, 1978), tecnica molto utilizzata nei lavori di valutazione di influenze antropiche sui popolamenti costieri (Gambi & Dappiano, 2003). Clarke & Warwick (2001), inoltre, suggeriscono come un ordinamento nMDS sia in grado di evidenziare meglio della classificazione gerarchica (cluster analysis) la posizione di grandi gruppi gli uni rispetto agli altri.

L'analisi si basa sul calcolo di una matrice di distanze ottenute secondo l'equazione di Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957). Il grafico che se ne ricava riporta i punti caratterizzanti le stazioni di campionamento in uno spazio bidimensionale in modo che la distanza tra i ranghi ottenuti sia mantenuta.

RISULTATI

Dai campionamenti effettuati si sono identificati 35 taxa diversi alcuni riconosciuti a livello di specie ed altri invece a livello sistematico superiore. Il riconoscimento infatti è avvenuto a vista direttamente sul sito di campionamento e quindi per alcuni organismi l'identificazione specifica è risultata impossibile. Trattandosi, infatti, di una ricerca svolta all'interno di un'area marina protetta si è dovuto rispettare il criterio di non invasività della metodologia di campionamento e raccolta dati. La distribuzione tassonomica è così rappresentata: 11 molluschi (poliplacofori, gasteropodi e bivalvi), 9 crostacei (anfipodi e decapodi), 4 policheti (sedentari ed erranti), 3 celenterati, 2 pesci, 2 poriferi, 1 echinoderma, 1 ascidiaceo, 1 briozoo e 1 plateminte.

L'analisi statistica sulle specie campione

I dati organizzati in una tabella generale delle ab-

bondanze rinvenute nei 2 siti di indagine durante il periodo che va da agosto 2004 a maggio 2006, individuano la presenza di pochi taxa numericamente dominanti. Per uniformare il peso di questi taxa nell'elaborazione successiva, i dati sono stati trasformati secondo la funzione logaritmica $y = \ln(x + 1)$.

Un'analisi della varianza (ANalysis Of VAriance) è stata effettuata per verificare l'ipotesi nulla che non ci siano differenze nella media della distribuzione degli organismi tra i due siti. Per discriminare tra l'area calpestata e quella non calpestata si sono presi in esame come organismi rappresentativi solo i 10 taxa che hanno dimostrato avere una distribuzione normale delle abbondanze, trasformate secondo la funzione logaritmica, nell'arco del periodo di campionamento.

I taxa indagati sono stati *Porcellana platycheles*, *Chthamalus* spp., *Balanus* sp., Amphipoda indet., *Mytilus galloprovincialis*, *Monodonta turbinata*, *Patella caerulea*, *Serpula vermicularis*, *Spirorbis* sp., *Mytilaster minimus* e di questi i primi quattro hanno dimostrato una distribuzione significativamente differente tra il sito Didattica e il sito Blank (Tab. 2). Si tratta quindi di due taxa sessili legati alla presenza di grossi ciottoli nell'area campionata (*Chthamalus* spp., *Balanus* sp. – i comuni denti di cane) e di due taxa mobili che normalmente vivono tra gli interstizi lontano dalla luce e che se vengono portati allo scoperto tendono a spostarsi velocemente in punti rimasti ancora riparati (*P. platycheles* – il granchio dalle chele piatte, Amphipoda indet. – le pulci di mare).

Tab. 2: Analisi della varianza sull'abbondanza di 8 taxa nei due siti: Didattica e Blank.

Tab. 2: Analiza sprememb v številčnosti 8 taksonov na dveh vzorčičih: Didattica (vzorčišče za didaktične namene) in Blank (kontrolno vzorčišče).

Origine di varianza	df = 1	Didattica vs. Blank		
		MS	F	p
<i>Porcellana platycheles</i>	***	1,27	31,43	<0,001
<i>Chthamalus</i> spp.	***	1,16	23,87	<0,001
Amphipoda indet.	**	0,974	7,5	<0,01
<i>Balanus</i> sp.	*	0,15	4,99	<0,05
<i>Mytilus galloprovincialis</i>		0,226	2,22	0,143
<i>Monodonta turbinata</i>		0,125	0,75	0,39
<i>Patella caerulea</i>		0,01	0,1	0,75
<i>Serpula vermicularis</i>		0,0004	0,001	0,97
<i>Spirorbis</i> sp.		0,008	0,13	0,72
<i>Mytilaster minimus</i>		0,17	2,04	0,16

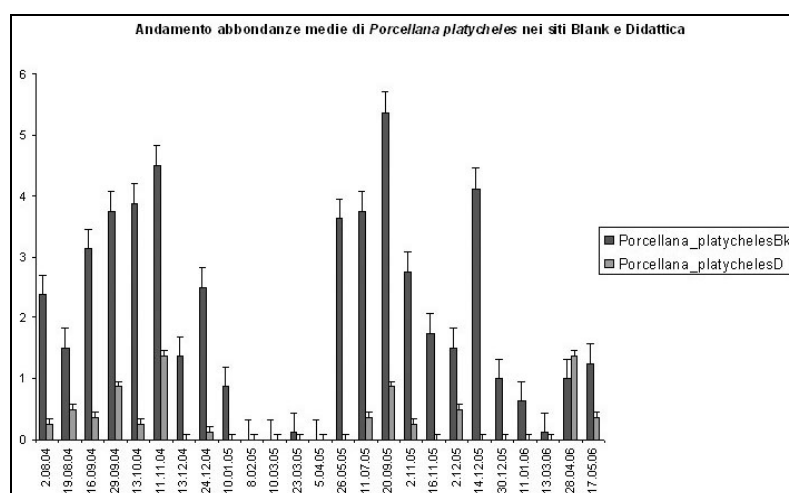


Fig. 5: Andamento abbondanze medie di *Porcellana platycheles* nei siti Blank e Didattica durante il periodo di campionamento che va da agosto 2004 a maggio 2006.

Sl. 5: Trend povprečne številčnosti vrste *Porcellana platycheles* na kontrolnem vzorčiču (Blank) in vzorčiču za didaktične namene (Didattica) v obdobju med avgustom 2004 in majem 2006.

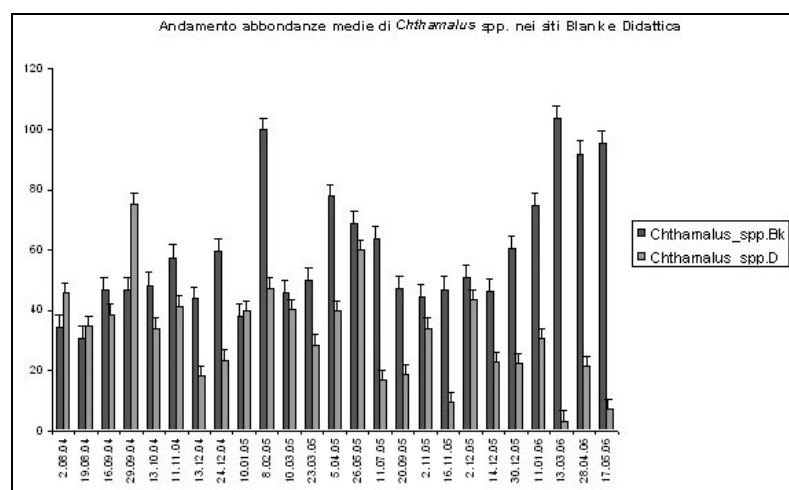


Fig. 6: Andamento abbondanze medie di *Chthamalus* spp. nei siti Blank e Didattica durante il periodo di campionamento che va da agosto 2004 a maggio 2006.

Sl. 6: Trend povprečne številčnosti *Chthamalus* spp. na lokalitetah Blank in Didattica v vzorčičnem obdobju med avgustom 2004 in majem 2006.

P. caerulea e *M. turbinata* mostrano un andamento di abbondanze simile nei due siti e sembrano quindi non essere soggette al disturbo, confermando le osservazioni raccolte in studi analoghi per specie affini (Jenkins *et al.*, 2002).

Analizzando i grafici della distribuzione delle abbondanze medie nei due siti per le quattro specie che hanno dimostrato una differenza significativa secondo l'analisi della varianza, si nota come la loro abbondanza sia sempre maggiore nel sito chiuso alla fruizione rispetto a quello in cui c'è attività didattica e quindi calpestio per

le specie *P. platycheles* (Fig. 5), *Chthamalus* spp. (Fig. 6), *Balanus* sp. (Fig. 7).

Amphipoda indet. (Fig. 8) invece mostra un andamento contrario e cioè è presente quasi in tutti i campionamenti in quantità media superiore nel sito Didattica rispetto al sito Blank. Inoltre, gli anfipodi hanno abbondanze maggiori durante il periodo autunnale ed invernale probabilmente in coincidenza con la minor presenza di fruitori. Studi specifici su una specie di anfipode (*Talitrus saltator*) in due aree, una protetta e l'altra con presenza di turisti, hanno indicato che ad una

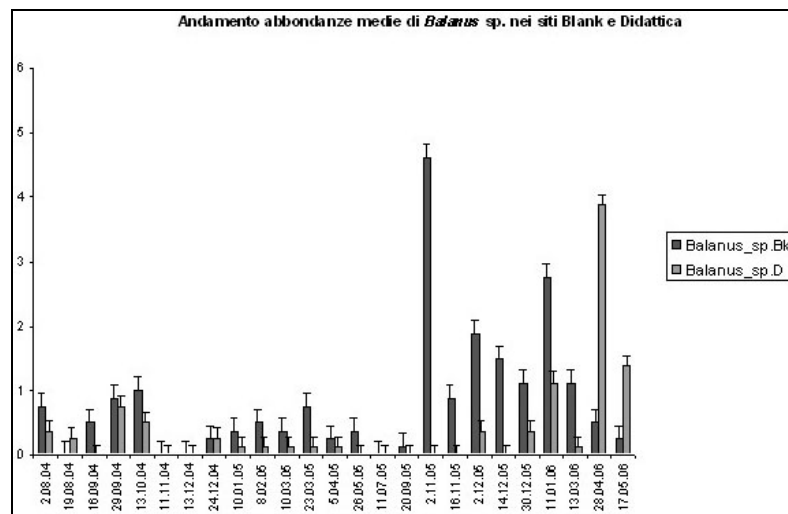


Fig. 7: Andamento abbondanze medie di *Balanus sp.* nei siti Blank e Didattica durante il periodo di campionamento che va da agosto 2004 a maggio 2006.

Sl. 7: Trend povprečne številčnosti *Balanus sp.* na lokalitetah Blank in Didattica v vzorčičnem obdobju med avgustom 2004 in majem 2006.

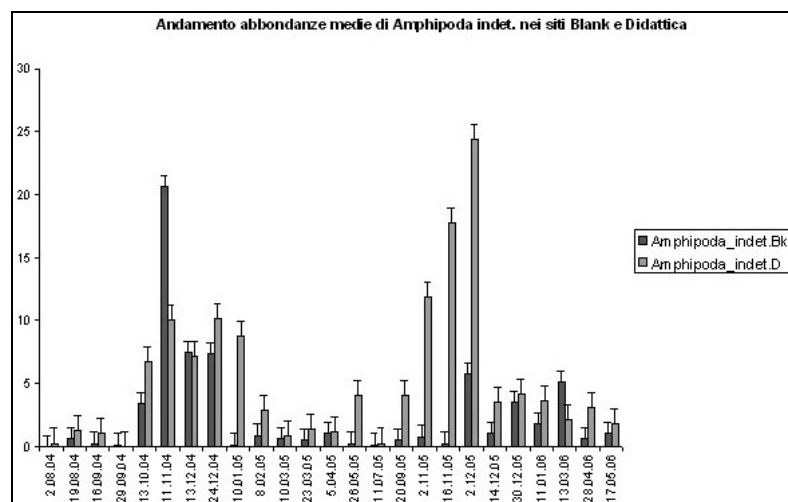


Fig. 8: Andamento abbondanze medie di *Amphipoda indet.* nei siti Blank e Didattica durante il periodo di campionamento che va da agosto 2004 a maggio 2006.

Sl. 8: Trend povprečne številčnosti nedoločenih amfipodnih rakov (*Amphipoda indet.*) na lokalitetah Blank in Didattica v vzorčičnem obdobju med avgustom 2004 in majem 2006.

loro scomparsa durante il picco di presenza turistica segue una ricolonizzazione con la diminuzione e/o assenza del disturbo antropico (Fanini, 2005).

I punti sul grafico nMDS (Fig. 9), ottenuto dall'analisi multivariata, individuano le stazioni Blank con un quadrato vuoto e le stazioni Didattica con una croce. Osservando le stazioni del gruppo Blank e quelle del gruppo Didattica nel loro insieme in Fig. 9 si nota come tutti i punti relativi alle stazioni non calpestate (Blank) si posizionino a sinistra della linea immaginaria di divisione dello 0 sull'asse della coordinata 1 ad eccezione

dei campionamenti del 19/08/2005, del 13/12/2004 e 10/01/2005 che si trovano sulla destra. Conseguentemente tutti i punti relativi alle stazioni soggette a calpestio (Didattica) si trovano nello spazio a destra della linea dello 0 sulla coordinata 1 ad eccezione di sei campionamenti (D02/08/2004, D29/09/2004, D09/02/2005, D26/05/2005, D10/03/2005, D11/07/2005).

Occorre sottolineare che il livello di stress sul Shepard plot è di 0,15, valore che suggerisce una rappresentazione grafica con una buona capacità descrittiva.

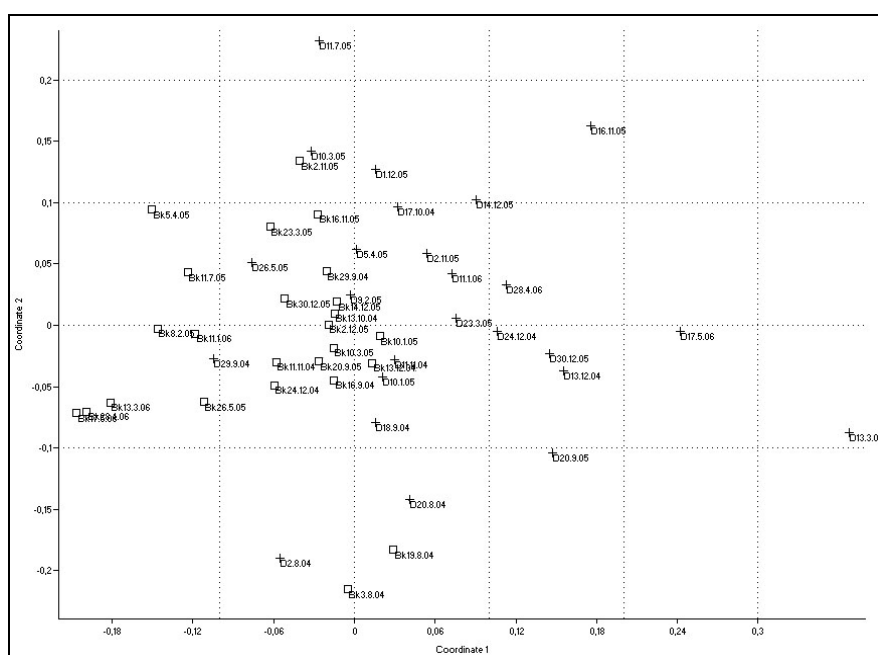


Fig. 9: Rappresentazione nMDS (non-metric multidimensional scaling) sulla tabella delle abbondanze rinvenute nei 2 siti (Blank, Didattica) durante il periodo che va da agosto 2004 a maggio 2006. I quadrati vuoti indicano le stazioni Blank (Bk) mentre le croci quelle Didattica (D).

Sl. 9: nMDS (nemetrično multidimenzionalno skaliranje) urejanje na tabeli številčnosti, ki je bila ugotovljena znotraj dveh vzorčič (Blank, Didattica) v obdobju med avgustom 2004 in majem 2006. Prazni kvadratici ponazarjajo lokalitete Blank (Bk), križci pa lokalitete Didattica (D).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Da quanto emerso si nota come dall'analisi della varianza (ANOVA) effettuata per stabilire quali siano i taxa responsabili della differenza tra i due siti ottenuta a seguito del test ANOSIM (Analysis of Similarities), evidenza in 4 taxa una differenza significativa nella distribuzione tra i siti. In particolare 3 di questi (*P. platycheles*, *Chthamalus* spp. e *Balanus* sp.) sono maggiormente presenti nel sito chiuso mentre solo Amphipoda indet. è più numeroso nel sito Didattica.

Infine l'analisi multivariata nMDS delinea una separazione tra le stazioni anche se un certo numero di campionamenti non rispecchia questa distribuzione posizionandosi assieme a quelli di tipo diverso. Il grafico bidimensionale di ordinamento che si ottiene, indica che punti vicini hanno maggior somiglianza. Quindi nonostante la maggior parte delle stazioni indicate come Blank siano tra loro vicine così come la maggior parte delle stazioni Didattica sia raggruppata, alcune stazioni si mescolano indicando una somiglianza tra sito chiuso e sito fruito almeno in quelle date di campionamento. Si tratta in ogni caso di solo 3 campionamenti su 25 per il sito Blank che sembra quindi dimostrare una maggior stabilità nel tempo e di 6 su 25 per il sito Didattica che quindi ha una variabilità relativa maggiore nell'arco del periodo di studio.

La valutazione dell'efficacia ed efficienza della gestione delle aree protette in termini di impatti positivi o negativi che essa produce, è un argomento molto studiato e dibattuto (Chapman & Underwood, 1996; Eckrich & Holmquist, 2000; McCrone, 2001; Jenkins *et al.*, 2002; Milazzo *et al.*, 2002). Indici ed indicatori di misura del risultato delle azioni di gestione sono numerosi ma vanno in ogni caso riferiti ed adattati alla realtà in cui si opera.

Focalizzando la ricerca sull'ambiente specifico della zona di marea, situata all'interno dell'area a riserva integrale, allo scopo di valutarne i possibili impatti a seguito della fruizione di quella zona così particolare e caratterizzante per la Riserva, si è cercato di mettere a punto un protocollo che aiutasse e facilitasse il Soggetto Gestore nel difficile compito di trovare un equilibrio tra conservazione e frequentazione di un'AMP.

Nello specifico il risultato ottenuto, sembra dimostrare che al momento il possibile disturbo alla comunità intertidale, legato allo svolgimento di attività didattiche, sia limitato nello spazio e di breve durata. Una riflessione sulla valutazione dell'impatto deve in ogni caso tener conto anche della capacità di ripristino intrinseca alla comunità. Un disturbo che avviene in un momento seguito da un periodo di riproduzione delle specie (generalmente coincidente con il periodo primaverile) ha un impatto diverso essendoci una maggior possibilità di

recupero e di ripopolamento grazie alla presenza di individui giovanili. Va sottolineato che le attività di visita si svolgono soprattutto tra marzo e maggio in un momento quindi in cui la capacità del sistema di riprendersi è migliore.

Considerando poi che le attività svolte dai ragazzi possono essere paragonate ad attività di campionamento su aree di 1 m² scelte a caso nella zona della spiaggia delle ex-Scuderie, si può ritenere, come indicato anche da studi bibliografici riguardanti l'incidenza del disturbo sulla comunità dovuto all'azione di campionamento, che esso sia limitato al breve termine e che dopo poche settimane la comunità si ricostituisca (Chapman & Underwood, 1996). Anche analisi svolte valutando la ricchezza specifica di siti all'interno di aree protette e di siti accessibili al pubblico per scopi ricreativi (Jenkins *et al.*, 2002), indicano come la ricchezza specifica nella zona disturbata ritorni ai livelli di quella della zona protetta dopo un mese dalla fine del disturbo.

In ogni caso lo studio ha reso possibile anche una caratterizzazione quali-quantitativa della comunità

inframareale, nello specifico della Riserva marina di Miramare, ambiente che rimane ancora poco studiato a livello mediterraneo probabilmente perché a questa scala non risulta essere particolarmente rappresentativo. Le fonti bibliografiche rinvenute sono infatti piuttosto scarse e più facilmente legate allo studio di singole specie o comunità (Benedetti-Cecchi *et al.*, 1996, 2003; Menconi *et al.*, 1999) piuttosto che indagare sugli impatti antropici.

RINGRAZIAMENTI

E' doveroso ringraziare tutti i componenti dello staff della Riserva Naturale Marina di Miramare per aver messo a disposizione il personale, i mezzi e le strutture per lo svolgimento del presente lavoro. Un sentito grazie a tutti coloro che si sono avvicendati nell'aiuto e supporto alla fase di raccolta dati che in due anni di campionamenti è risultata impegnativa: in particolare la dott.ssa Morgana Tagliarolo, la dott.ssa Anna Sustersic, la dott.ssa Gianna Visintin, la dott.ssa Alessia Malusà.

PRELIMINARNA OCENA POSLEDIC POTEPTANOSTI OBREŽJA V MORSKEM REZERVATU MIRAMARE: MONITORING BIBAVIČNEGA PASU

Milena TEMPESTA, Federico POLO & Francesco ZUPPA

Riserva Naturale Marina di Miramare, I-34014 Grignano (TS), Viale Miramare 349, Italia

E-mail: info@riservamarinamiramare.it

Donatella DEL PIERO

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, I-34127 Trieste, Via L. Giorgieri 7, Italia

POVZETEK

Med avgustom 2004 in majem 2005 so avtorji opravljali monitoring bibavičnega pasu v Morskem rezervatu Miramare. Njihov namen je bil oceniti morebitne vplive poteptanosti obrežja s strani šolskih skupin med izobraževalnimi dejavnostmi na organizme v bibavičnem pasu. Izbrani sta bili dve vzorčični območji na peščenem in prodnatem obrežju znotraj zaščitenih cone: prva (imenovana Blank) je bila eksperimentalno zaščiten pred poteptanostjo, druga (imenovano Didattica) pa prepuščena teptanju s strani šolskih skupin med njihovimi izobraževalnimi dejavnostmi.

Zbiranje podatkov je potekalo med oseko (ko je bilo vodno površje najmanj 40 cm pod srednjim nivojem morja) na skupaj 25 vzorčičih v obeh območjih, in sicer z uporabo metode vzorčenja z vizualno identifikacijo in določitvijo vrst *in situ* ter tudi štetjem posameznih osebkov. Metodologija je morala biti uporabljena na neinvaziven način, saj je potekalo v zaščitenem morskem območju.

Analiza testa varianc (ANOVA) pri organizmih, prešteti na obeh vzorčičnih območjih, je pokazala razlike v številčnosti pri 4 taksonih: *Porcellana platycheles*, *Chthamalus spp.*, *Balanus sp.*, *Amphipoda indet.* Taksoni *P. platycheles*, *Chthamalus spp.* in *Balanus sp.* so bili zabeleženi predvsem v območju, zaprtem za javnost (Blank), medtem ko je bil *Amphipoda indet.* številčnejši na poteptani lokaciji (Didattica).

Multivariatna analiza nMDS (nemetrično multidimenzionalno skaliranje), ki razporeja točke v dvodimenzionalni prostor na podlagi matrike oddaljenosti, izračunane s podatki o skupni abundanci, je pokazala razliko med lokalitama Blank in Didattica, ki sta nagnjeni k formiranju dveh različnih skupin, čeprav nekatere postaje dveh grupacij, predvsem tistih v poteptanem območju, ležijo znotraj nasprotne skupine, kar kaže na večjo podobnost s slednjo. Na splošno je bila ugotovljena večja konstantnost populacije v nepoteptanem območju, medtem ko je bila večja variabilnost zabeležena v poteptanem območju med obdobjem vzorčenja.

Dobljeni rezultati namigujejo, da je morebitni nemir znotraj združbe v bibavičnem pasu trenutno omejen v prostoru in kratkotrajen zaradi teptanja med izobraževalnimi dejavnostmi.

Ključne besede: zaščiteno morsko območje, združba bibavičnega pasu, antropogeni vpliv, teptanje, nMDS, monitoring

BIBLIOGRAFIA

- Benedetti-Cecchi, L., L. Airoidi, M. Abbiati & F. Cinelli (1996):** Estimating the abundance of benthic invertebrates: A comparison of procedures and variability between observers. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 138, 93–101.
- Benedetti-Cecchi, L., I. Bertocci, F. Micheli, E. Maggi, T. Fosella & S. Vaseli (2003):** Implications of spatial heterogeneity for management of marine protected areas (MPAs): example from assemblages of rocky coast in the northwest Mediterranean. *Mar. Environ. Res.*, 55, 429–458.
- Bray, J. R. & J. Y. Curtis (1957):** An ordination of an upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27, 325–349.
- Brower, J. E., J. H. Zar & C. N. von Ende (1990):** Field and laboratory methods for general ecology. 3rd edition. Wm. C. Brown Publisher, Dubuque, 237 p.
- Colucci, R. R., F. Crisciani, S. Ferraro & F. Raicich (2003):** Golfo di Trieste. Previsioni di marea per il 2004. *Nova Thalassia, Suppl.*, 47 p.
- Colucci, R. R., F. Crisciani, S. Ferraro & F. Raicich (2004):** Golfo di Trieste. Previsioni di marea per il 2005. *Nova Thalassia, Suppl.*, 47 p.
- Colucci, R. R., F. Crisciani, S. Ferraro & F. Raicich (2005):** Golfo di Trieste. Previsioni di marea per il 2006. *Nova Thalassia, Suppl.*, 47 p.
- Clarke, K. R. (1993):** Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18, 117–143.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick (2001):** Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E Ltd., Plymouth, U.K.
- Chapman, M. G. & A. J. Underwood (1996):** Experiments on effects of sampling biota under intertidal and shallow subtidal boulders. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 207, 103–126.
- Davidson, I. C., A. C. Crook & D. K. A. Barnes (2004):** Quantifying spatial patterns of intertidal biodiversity: is movement important? *Mar. Ecol.*, 25(1), 15–34.
- Eckrich, C. E. & J. G. Holmquist (2000):** Trampling in a seagrass assemblage: direct effects, response of associated fauna, and the role of substrate characteristics. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 201, 199–209.
- Fanini, L. (2005):** Relationships between the dynamics of two *Talitrus saltator* populations and the impacts of activities linked to tourism. *Oceanologia*, 47(1), 93–112.
- Gambi, M. C. & M. Dappiano (eds.) (2003):** Manuale di metodologie di campionamento e studio del bentos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, 10 (Suppl.). S.I.B.M., Genova, 638 p.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper & P. D. Ryan (2001):** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electronica*, 4(1), 9 p.
<http://folk.uio.no/ohammer/past>
- Jenkins, C., M. E. Haas, A. Olson & J. L. Ruesink, (2002):** Impacts of trampling on a rocky shoreline of San Juan Island, Washington. *Nat. Areas J.*, 22(4), 260–269.
- Krebs, C. (1989):** *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York, 653 p.
- Kruskal, J. B. & M. Wish (1978):** *Multidimensional scaling*. Sage Publications, Beverly Hills (CA).
- McCrone, A. (2001):** Visitor impacts on marine protected areas in New Zealand. *Dept. of Conservation, Science for Conservation 173*, Wellington, N.Z., 68 p.
- McKindsey, C. W. & E. Bourget (2001):** Body size and spatial variation of community structure in subarctic intertidal boulder fields. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 216, 17–30.
- Menconi, M., L. Benedetti-Cecchi & F. Cinelli (1999):** Spatial and temporal variability in the distribution of algae and invertebrates on rocky shores in the northwest Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 233(1), 1–23.
- Milazzo, M., R. Chemello, F. Badalamenti, R. Camarda & S. Riggio (2002):** The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean Sea?. *Mar. Ecol.*, 23 (Suppl. 1), 280–290.
- Polo, F. (2004):** Tesi di Master in Valutazione e Gestione delle Risorse Biologiche Marine. Università degli Studi di Padova, Padova, 87 p.
- Quinn, G. P. & M. J. Keough (2002):** *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge Univ. Press, U.K.
- Soliani, L. (2005):** *Manuale di statistica per la ricerca e la professione*. UNI.NOVA, Parma.
- Tagliarolo, M. (2006):** Monitoraggio del piano medio-litorale della Riserva Marina di Miramare (G. di Trieste): metodi di analisi del ricoprimento a Ulvacee. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Trieste, Trieste, 26 p.
- Tempesta M., (2005):** Analisi degli indicatori di impatto ambientale delle attività della riserva Marina di Miramare stabiliti al fine della certificazione EMAS. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Trieste, Trieste, 91 p.
- Underwood, A. J. & M. G. Chapman (1996):** Scales of spatial patterns of distribution of intertidal invertebrates. *Oecologia*, 107, 212–214.