



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DELLA  
Tuscia

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina  
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)



All'Autorità Portuale  
di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta  
Molo Vespucci - Porto di Civitavecchia  
00053 Civitavecchia

Alla c.a. Del Dott. Giorgio Fersini

Civitavecchia, li 25.06.2014

Oggetto: circoscrizione portuale di Civitavecchia;  
addendum n.2 del 02.08.2011 (prot. AP. 9350 del 03.08.2011);  
relazione attività.

Allegati:

- Relazione campagna di monitoraggio biocenosi bentoniche.



A.P. Civitavecchia - PORTILAZIO

Prot. **0008899** del 30/06/2014 ore 17:56:46  
Tit.  
Registro: E

REL-177-MON-0614-AP	25/06/14
Redatto	
Dott. Emanuele Mancini	
Dott.ssa Valentina Gnisci	
Dott.ssa Viviana Piermattei	
Approvato	
Prof. Marco Marcelli	





Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina  
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)

**CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOCENOSI BENTONICHE DI  
FONDO MOBILE DEL LITORALE DI CIVITAVECCHIA**

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	3
<b>2. OGGETTO E SCOPO</b>	4
<b>3. MATERIALE E METODI</b>	5
3.1 <i>Strategie di campionamento</i>	5
3.2 <i>Area di studio</i>	8
3.3 <i>Campionamento del macrozoobenthos</i>	14
3.4 <i>Materiali e mezzi</i>	15
3.5 <i>Smistamento del campione, identificazione e quantificazione degli organismi</i>	17
<b>4. ANALISI DATI</b>	18
4.1 <i>Analisi descrittiva.</i>	18
4.2 <i>Calcolo degli indici di diversità</i>	22
4.3 <i>Analisi delle categorie trofiche</i>	26
4.4 <i>Valutazione della Qualità Biologica "Macroinvertebrati di fondo mobile"</i>	32
4.5 <i>Caratterizzazione bentonica</i>	40
<b>5. CONCLUSIONI</b>	48
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	50

## 1. Premessa

Nell'ambiente marino, le comunità bentoniche comprendono l'insieme degli organismi animali e vegetali che popolano il fondo e che sono ad esso strettamente legati. I numerosi fattori abiotici e l'elevato numero di specie animali e vegetali creano una straordinaria diversificazione dell'ambiente, spesso difficile da analizzare e schematizzare, ma di enorme importanza nella comprensione della qualità delle acque marine costiere.

Le comunità bentoniche, rivestono un ruolo fondamentale nella caratterizzazione e nella funzionalità degli ecosistemi marini costieri, in quanto, per le loro caratteristiche di persistenza, costituiscono delle vere e proprie memorie biologiche capaci di integrare nel tempo eventi distinti (Damiani *et al.*, 1988).

Rappresentano inoltre una delle vie principali nel ciclo dei nutrienti, partecipando anche allo scambio di sostanze tra sedimenti e colonna d'acqua.

L'estrema eterogeneità trofico-funzionale delle specie che compongono tali comunità e la presenza di cicli vitali complessi, fa dello studio della comunità macrozoobentonica di fondo mobile e duro un prezioso strumento di valutazione dell'integrità ecosistemica, sia da un punto quantitativo che qualitativo.

Per le acque marine costiere l'utilizzo di parametri e indici biologici per studi di qualità ha avuto negli ultimi anni un notevole sviluppo. L'approccio biologico infatti consente di ottenere risposte integrate nel tempo e di rilevare anche le minime modificazioni della qualità delle acque grazie all'utilizzo di descrittori diretti (es. bioindicatori).

Per tali motivi, lo studio del macrozoobenthos di fondo mobile, se impiegato nelle indagini di impatto ambientale ed in interventi di gestione e risanamento, può fornire informazioni utili alla comprensione dell'ecosistema e del suo funzionamento ed può inoltre, essere usato come chiave di lettura delle modificazioni e dei danni, sia diretti che indiretti, subiti dal ambiente marino.

Tali popolamenti, infatti, grazie ad un *turnover* assai più lento di quello dei popolamenti planctonici, hanno la capacità di memorizzare una più lunga serie di eventi ambientali e possono, perciò, fornire informazioni relative a perturbazioni pregresse.

Lo studio degli organismi che vivono a stretto contatto con il fondo possono quindi essere considerati uno strumento analitico, sia per la definizione dello stato ambientale, sia per la raccolta di dati e informazioni utili alla conservazione e alla gestione di aree che hanno subito modificazioni

ed impatto antropico, come nel caso delle aree limitrofe il Porto di Civitavecchia (Lazio, Italia).

E' importante sottolineare, infatti, che il Porto di Civitavecchia è il primo porto crocieristico del Mediterraneo, con circa 2.6 milioni di passeggeri, caratterizzato da un intenso traffico di navi adibite al trasporto di merci e persone; inoltre esso è in continua espansione per il miglioramento delle proprie capacità ricettive turistiche e commerciali.

La presenza di infrastrutture portuali e delle attività connesse come il vaso di espansione, la manipolazione e il trasporto di merci, la produzione di una grande quantità di rifiuti e sostanze inquinanti e dragaggi periodici, possono generare impatti significativi sugli ecosistemi costieri .

E' da sottolineare inoltre che il dragaggio nell'area di Torre Valdaliga a Sud della foce del Mignone, per la costruzione di un molo di attracco per navi carboniere, completato nel 2006 ed il recente dragaggio, effettuato nel 2013, per la costruzione delle nuove banchine e l'ampliamento dell'antemurale, potrebbe aver effetto sull'intera Unità Fisiografica, in regime deposizionale del materiale fine. Bisogna quindi valutare che qualsiasi modificazione del percorso del flusso di sedimento, e della sua composizione sia organica che inorganica potrà portare ad un alterazione delle comunità bentoniche ad esso associate. Si rende quindi necessario un esame della comunità accurata e ripetuta, infatti la periodicità dei campionamenti (Pre, durante e post opera) è utile a ricavare una serie di dati, necessaria a descrivere e valutare gli effetti che hanno le opere di ampliamento del porto sulle comunità nel tempo e nello spazio.

## **2. Oggetto e scopo**

L' obiettivo principale del nostro campionamento è quello di caratterizzare e descrivere la struttura del popolamento macrozoobentonico di fondo mobile nell'area compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa, allo scopo di sottolineare variazioni significative nella composizione specifica e nella struttura trofica delle biocenosi presenti, con particolare riferimento alle attività di ampliamento e riassetto logistico del porto di Civitavecchia.

I dati raccolti durante tale campagna, saranno utilizzati come confronto diretto con i dati raccolti nelle campagne che verranno effettuate negli anni successivi, al fine di ottenere una chiara lettura di eventuali modificazioni avvenute nelle comunità bentoniche di fondo mobile.

Nella pianificazione delle attività si è deciso di studiare gli effetti della risospensione del materiale proveniente dalle attività di dragaggio, associando all'analisi delle comunità bentoniche,

l'utilizzo di modelli di dispersione e propagazione del materiale risospeso durante i lavori.

### **3. Materiali e metodi**

#### **3.1 Strategia di campionamento**

La strategia del monitoraggio degli ecosistemi marini costieri prende in considerazione:

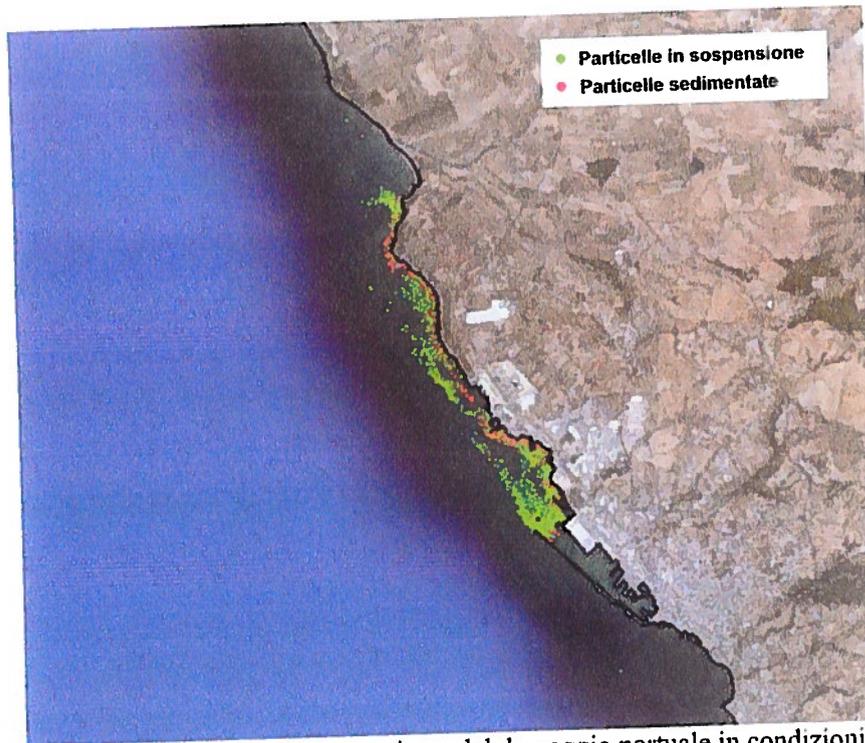
- la distribuzione delle biocenosi bentoniche;
- i risultati delle simulazioni effettuate mediante modelli matematici nelle differenti condizioni meteomarine, che consentono di descrivere le traiettorie dei sedimenti e le zone di possibile deposizione.

Ai fini del monitoraggio riguardante gli effetti sugli ecosistemi marini, sono state selezionate le stazioni più utili ottenute sovrapponendo la posizione delle stazioni del piano di caratterizzazione e dei risultati dei modelli.

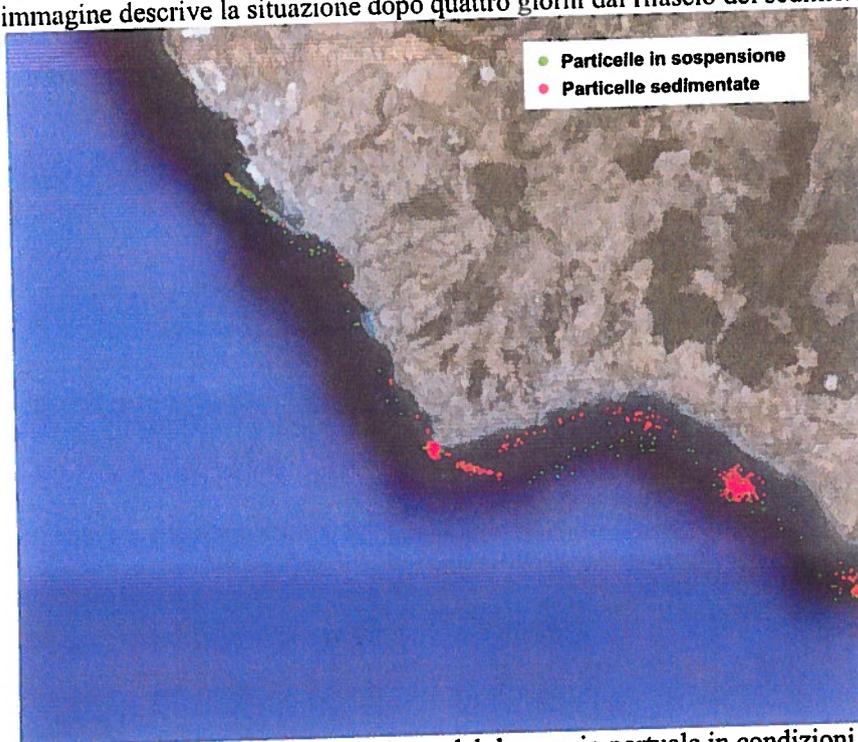
Il numero delle stazioni del piano di caratterizzazione del 2005 è stato ridotto sulla base dei risultati delle simulazioni numeriche in differenti scenari meteomarini riprodotti attraverso modelli di dispersione e propagazione del materiale risospeso durante i lavori. Per ogni scenario sono state simulate la dispersione di materiali con granulometria pari a silt medio da un punto ubicato all'interno dell'area soggetta alle operazioni di dragaggio, la loro traiettoria nella zona di interesse e la deposizione nelle possibili aree di sedimentazione.

In tale ambito sono stati riprodotti quattro differenti scenari che riproducono le seguenti condizioni meteomarine:

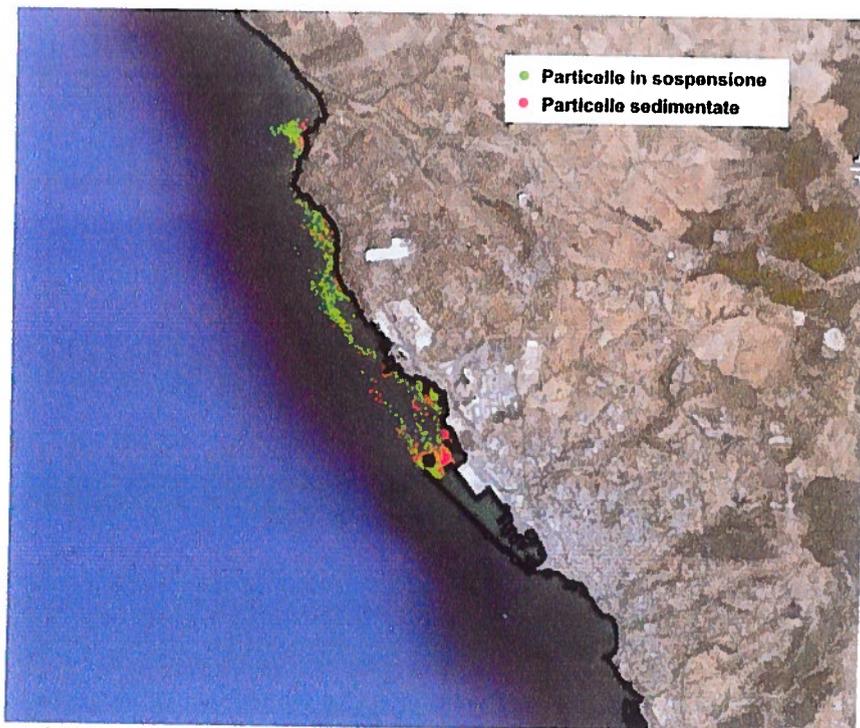
- evento estremo : vento proveniente da Libeccio ( $225^{\circ}\text{N}$ ) di 10 m/s a cui è stata associata un'onda dalla stessa direzione con altezza di 3 m (Fig. 2A);
- evento estremo : vento proveniente da Maestrale ( $315^{\circ}\text{N}$ ) di 10 m/s a cui è stata associata un'onda dalla stessa direzione con altezza di 3 m (Fig. 2B);
- condizione reale estiva: dati di vento e onda relativi a una settimana nel mese di Luglio (Fig. 2C);
- condizione reale invernale: dati di vento e onda relativi a una settimana nel mese di Dicembre (Fig. 2D).



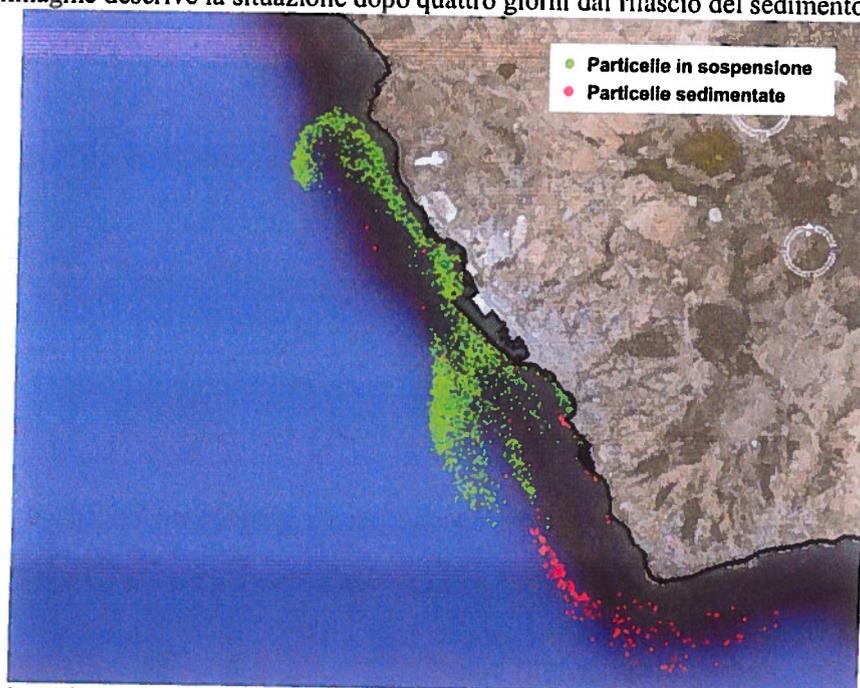
*Fig. 1A* : Dispersione del sedimento proveniente dal dragaggio portuale in condizioni di Libeccio (L'immagine descrive la situazione dopo quattro giorni dal rilascio del sedimento).



*Fig. 1B* : Dispersione del sedimento proveniente dal dragaggio portuale in condizioni di Maestrale (L'immagine descrive la situazione dopo quattro giorni dal rilascio del sedimento).



*Fig. 1C* : Dispersione del sedimento proveniente dal dragaggio portuale in una tipica settimana estiva  
(L'immagine descrive la situazione dopo quattro giorni dal rilascio del sedimento).



*Fig. 1D* : Dispersione del sedimento proveniente dal dragaggio portuale in una tipica settimana invernale  
(L'immagine descrive la situazione dopo quattro giorni dal rilascio del sedimento).

Le immagini evidenziano la presenza di aree critiche per quanto attiene alla deposizione del sedimento proveniente dalle operazioni di dragaggio portuali. Tali zone sono localizzate

principalmente:

- a Nord del Porto di Civitavecchia nell'area antistante P.ta Mattonara, P.ta S.Agostino e P.ta della Quaglia (scenario estivo e di Libeccio);
- a Sud del Porto di Civitavecchia in corrispondenza di P.ta del Pecoraro e Capo Linaro (scenario invernale e di Maestrale).

### 3.2 Area di studio

Lungo il tratto costiero compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa, sono state eseguite 30 stazioni di campionamento, le cui coordinate sono riportate nella tabella 1 e nelle figure 1A, 1B, 1C e 1D.

Stazione	Coordinate geografiche WGS84 in gg° mm.mm'		Profondità (m)
	Latitudine	Longitudine	
B01	42° 12.926'	11° 40.585'	24.8
B02	42° 12.817'	11° 40.371'	28.2
B03	42° 12.673'	11° 40.042'	33.2
B04	42° 12.408'	11° 39.665'	37.9
B10	42° 10.731'	11° 42.208'	20.7
B11	42° 10.635'	11° 42.051'	28.8
B18	42° 10.017'	11° 43.686'	10.0
B19	42° 09.904'	11° 43.495'	14.1
B20	42° 09.735'	11° 43.187'	19.5
B21	42° 09.642'	11° 43.029'	24.1
B22	42° 09.561'	11° 42.867'	27.7
B23	42° 09.468'	11° 42.717'	35.7
B31	42° 06.859'	11° 44.952'	39.5
B32	42° 06.817'	11° 44.881'	41.3
B36	42° 04.493'	11° 47.657'	30.2
B37	42° 04.436'	11° 47.545'	34.1
B38	42° 04.015'	11° 46.806'	37.7
B48	42° 02.720'	11° 48.634'	29.6

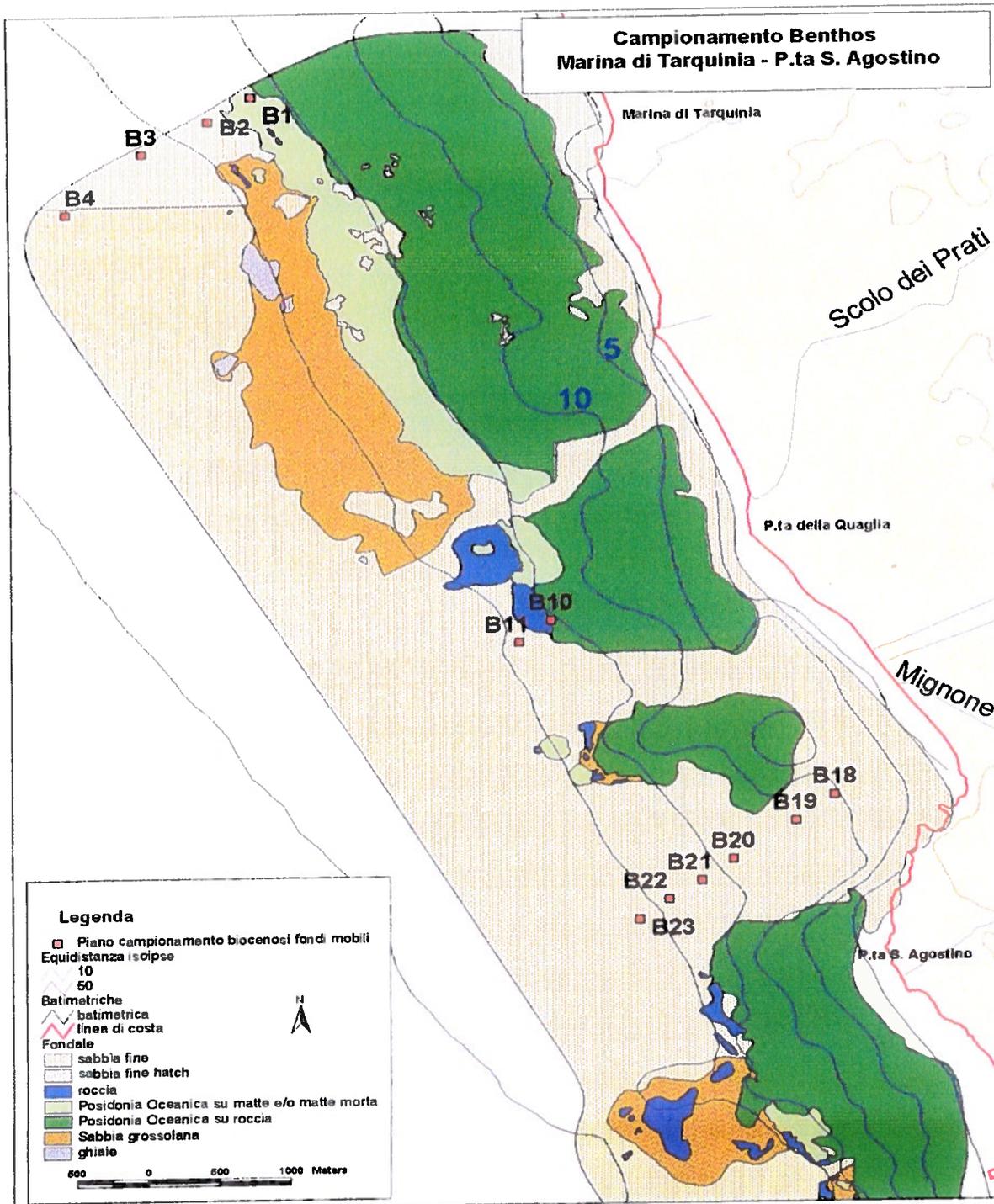
B49	42° 02.450'	11° 48.152'	32.9
B50	42° 02.233'	11° 47.801'	38.8
B54	42° 01.539'	11° 49.287'	31.6
B55	42° 01.433'	11° 49.120'	34.0
B56	42° 01.355'	11° 48.981'	38.7
B57	42° 01.440'	11° 53.272'	24.0
B58	42° 01.034'	11° 52.504'	28
B59	42° 00.655'	11° 51.858'	33.7
B60	42° 00.444'	11° 51.500'	37.5
B67	42° 00.466'	11° 57.008'	13.5
B68	42° 00.073'	11° 56.334'	28.0
B69	41° 59.620'	11° 55.526'	23.1

**Tab. 1:** Stazioni di campionamento selezionate per il monitoraggio delle biocenosi di fondo mobile

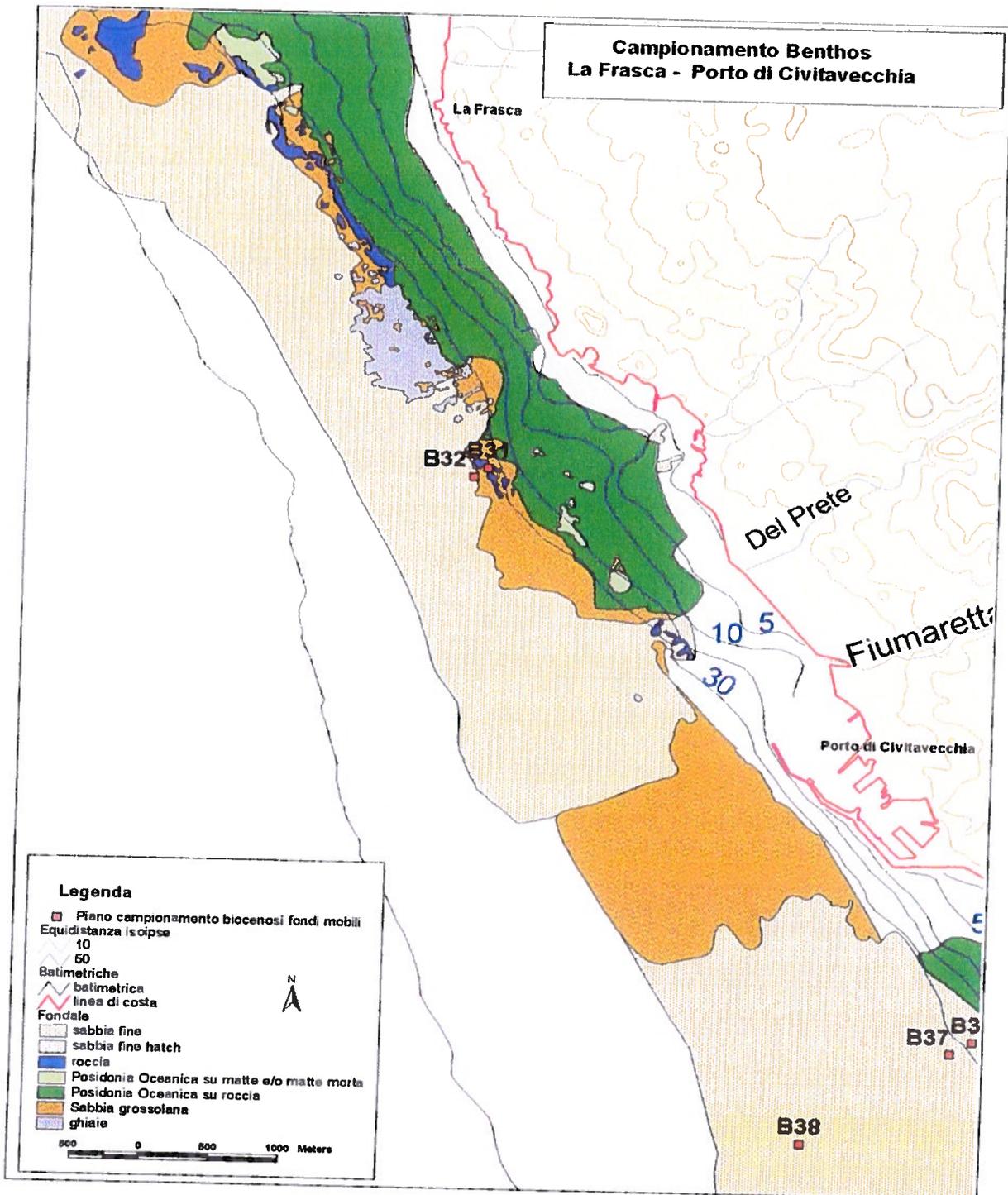
Le stazioni di campionamento sono state selezionate sulla base dell'analisi dei dati disponibili nell'area oggetto di studio, in particolare quelli raccolti durante il monitoraggio effettuato dall'Autorità Portuale nei periodi 2001 e 2005. I transetti prospicienti Marina di Tarquinia e S. Severa non sono stati modificati rispetto al piano di caratterizzazione del 2001/2005 e sono state mantenute le stazioni all'interno dei transetti che delimitano l'area di studio, ossia quelle a Nord in prossimità di Marina di Tarquinia e quelle a Sud, nell'area antistante S. Severa.

Mediante l'utilizzo di modelli matematici, che hanno simulato la possibile dispersione di sedimenti provenienti dal dragaggio dell'area portuale, si è ritenuto che il numero delle stazioni e la loro ubicazione fosse sufficiente a descrivere eventuali variazioni nella struttura della comunità bentonica nel tempo.

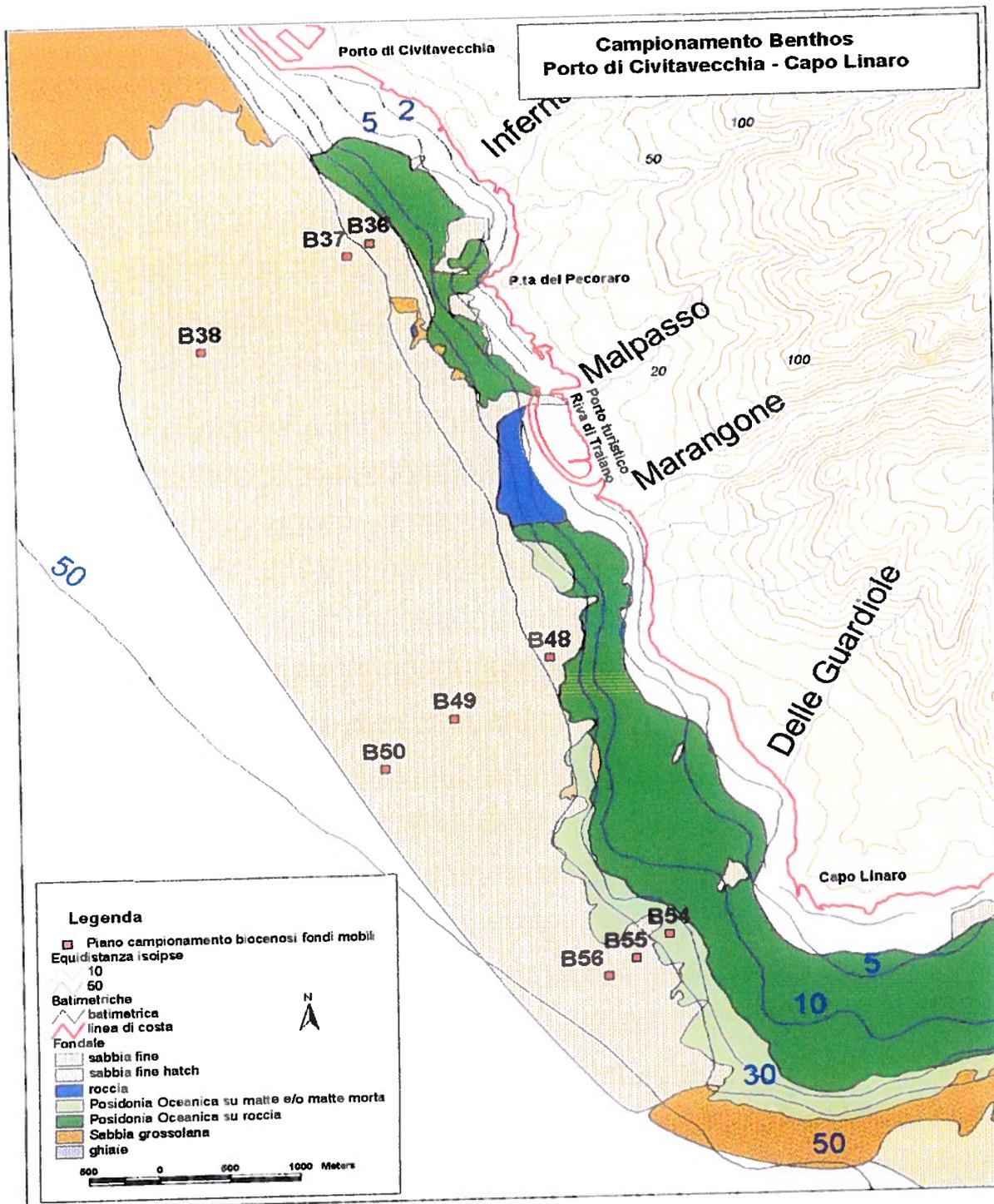
Nelle seguenti figure è rappresentato il Piano di campionamento effettuato nel mese di luglio 2013 per il monitoraggio delle biocenosi bentoniche di fondo mobile.



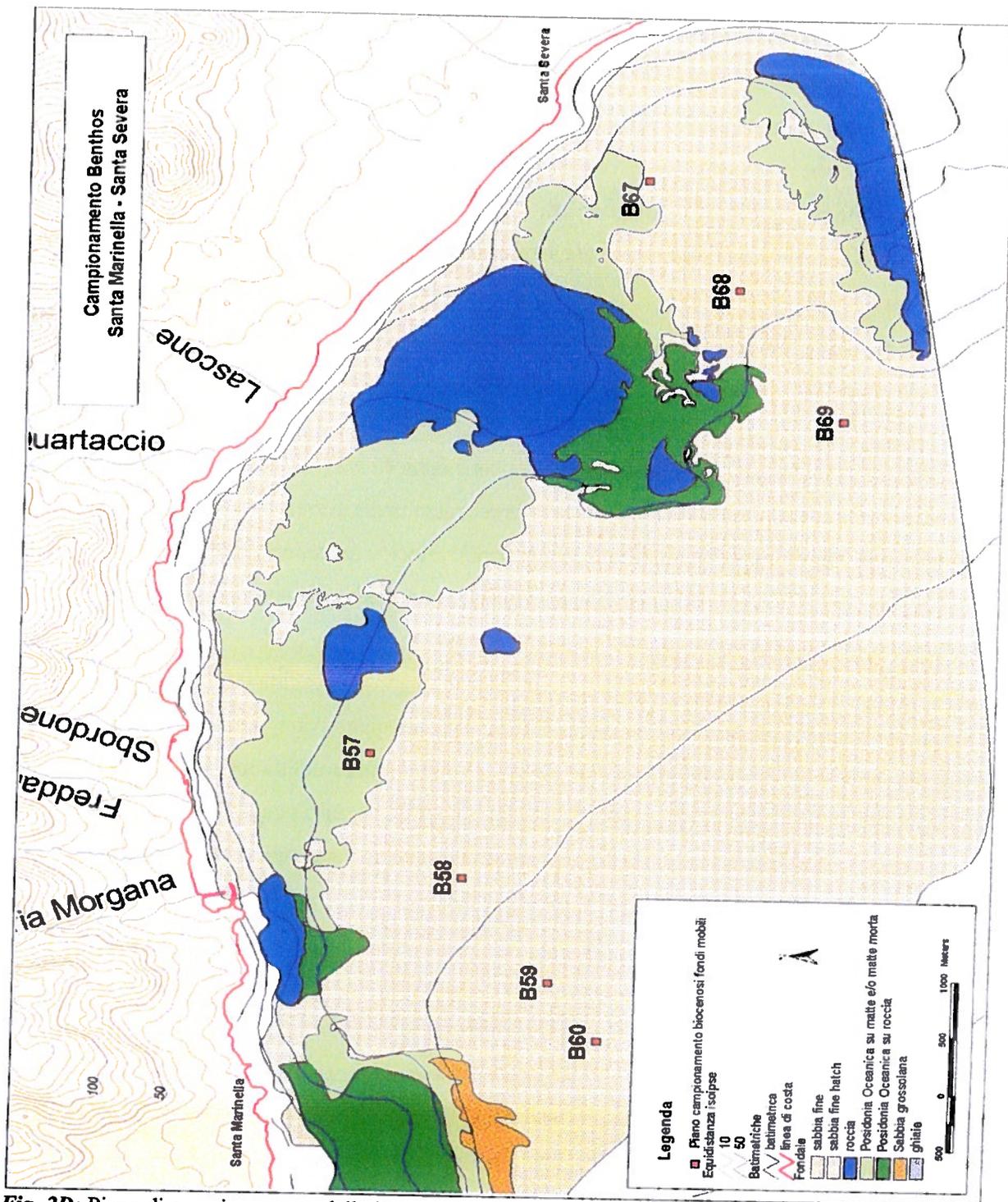
**Fig. 2A:** Piano di campionamento delle biocenosi di fondo mobile per l'area compresa tra Marina di Tarquinia e Punta S. Agostino.



**Fig. 2B:** Piano di campionamento delle biocenosi di fondo mobile per l'area compresa tra la località La Frasca e il Porto di Civitavecchia.



**Fig. 2C:** Piano di campionamento delle biocenosi di fondo mobile per l'area compresa tra il Porto di Civitavecchia e Capo Linaro.



**Fig. 2D:** Piano di campionamento delle biocenosi di fondo mobile per l'area compresa tra Santa Marinella e Santa Severa.

### 3.3 Campionamento del macrozoobenthos di fondo mobile

Il campionamento del macrobenthos di fondo mobile è stato effettuato tramite una benna di tipo Van Veen con un volume di circa 18 litri con apertura di  $0.1 \text{ m}^2$ . La scelta della benna è motivata dall'esigenza di effettuare prelievi puntiformi di volumi paragonabili di sedimento su superfici eguali; le caratteristiche tecniche dello strumento lo rendono altamente affidabile su substrati mobili a granulometria fine.

Per ogni stazione di campionamento sono state eseguite 3 repliche, verificando per ogni replica che lo strumento avesse lavorato in condizioni ottimali e che non ci fosse stata fuoriuscita di sedimento.

Il campione è stato rimosso dal campionatore (quest'ultimo è stato accuratamente risciacquato da eventuali residui di campione con acqua di mare precedentemente filtrata con un filtro di maglia inferiore ad 1 mm, per evitare eventuali contaminazioni) e posto in un contenitore di dimensioni adeguate. Per separare gli organismi macrobentonici dal sedimento, il campione è stato vagliato attraverso un setaccio con apertura regolare di maglia 1 mm.

Il materiale biologico e non biologico rimanente dopo la setacciatura è stato trasferito in appropriati contenitori plastici opportunamente contrassegnati con le informazioni del campionamento (nome della campagna, codice della stazione, numero della replica, ecc.) e fissato con una soluzione di formaldeide 4% (precedentemente neutralizzata) e acqua di mare filtrata. In caso di campioni con elevata presenza di materia organica (ad esempio resti di vegetali), la concentrazione di formalina è stata aumentata fino al 30 %.

Come previsto dal DLGS 3 aprile 2006 n° 152 e sue modifiche apportate con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare 14 aprile 2009 n° 56, per i metodi di campionamento degli elementi di qualità biologica si fa riferimento al manuale APAT 46/2007, ai manuali ISPRA ed ICRAM per le acque marino-costiere e di transizione e alle "Metodologie Analitiche di Riferimento (Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001- 2003)" Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM (Roma 2001 e successivi aggiornamenti).

### 3.4 Materiali e mezzi.

#### Imbarcazione di appoggio e cronoprogramma delle attività

L'imbarcazione utilizzata per il prelievo dei campioni è la motonave M/B FERRANDINA. Sono riportate in seguito nella tabella le caratteristiche tecniche dell'imbarcazione.

M/B FERRANDINA		
Matricola: ME2759	Costruzione: F.lli Benetti	L.f.t.: m. 16.30 max
Altezza costruzione: 2.10 m	Immersione: m 1.30 max	Dislocamento a p.c. t. 30
Stazza lorda: 39.17 t	Stazza netta: 18.54 t	
<b>APPARATO MOTORE</b>	<b>STRUMENTAZIONI</b>	<b>ATTREZZATURE PER PRELIEVI</b>
- n°2motoriGM8W71 - potenza cavalli asse 616 totali - giri al 1': 2300 - velocità: 12 nodi <b>AUSILIARI:</b> - Impianto elettrico: 24V - N° 1 gruppo elettrogeno da 10 KW-220V - Alimentatore 24-12 V - N°1 Frigorifero (100 litri) - N°2 Congelatori (100 e 200 litri)	- GPS Raytheon 600XX in interfacciato con radar R40XX Loran - Ecoscandaglio a colori portata 800 m - Ecoscandaglio scrivente Pan Navigator - Apparato VHF Raytheon 25W System call 211 (4 sezioni di ascolto) - Antenna Bauten DCHLL - Antenna radar R40XX - Ricevitore satellitare RAY 108 - Antenna Stilo Loran - Rilevatore fiamma - Rilevatore gas	- Verricello idraulico (cavo in acciaio Ø 6 lunghezza 100 metri ) - Capra poppiera acciaio inox - Batisonda Ocean Seven mod. 40 - Gruetta gomnone - Lavabi dolce/salata alaggio acqua

**Tab. 2.** Dettagli tecnici dell'imbarcazione utilizzata per il campionamento

Le operazioni di campionamento si sono svolte nel arco di 3 giornate lavorative:

-22/07/13 Primo giorno di campionamento, organizzazione delle operazioni di bordo ed allestimento dell'imbarcazione.

-23/07/13 Secondo giorno di campionamento.

-24/07/13 Ultimo giorno di campionamento e pulizia imbarcazione.

-

Il cronoprogramma delle attività è riportato nella seguente tabella:

STAZIONE	DATA	ORA	LATTUDINE	LONGITUDINE	Prof (m)	OPERATORI	Tecnici poliservizi
B 38	22.07.13	11:54	42° 04.015'	11° 46.806'	37.7	Prof. Marco Marcelli Viviana Piermattei Emanuele Mancini Valentina Gnisci Selvaggia Cognetti Francesco Tiralongo	Vincenzo Piantadosi Carmelo Friddi
B 37	22.07.13	12:34	42° 04.436'	11° 47.545'	34.1	" "	" "
B 36	22.07.13	13:24	42° 04.493'	11° 47.657'	30.2	" "	" "
B 48	22.07.13	14:20	42° 02.720'	11° 48.634'	29.4	" "	" "
B 49	22.07.13	15:15	42° 02.450'	11° 48.152'	32.9	" "	" "
B 50	22.07.13	16:17	42° 02.233'	11° 47.801'	38.8	" "	" "
B 56	23.07.13	08:20	42° 01.355'	11° 48.981'	40.0	Viviana Piermattei Emanuele Mancini Daniele Piazzolla Selvaggia Cognetti Francesco Tiralongo	" "
B 55	23.07.13	09:01	42° 01.433'	11° 49.120'	34.0	" "	" "
B 54	23.07.13	09:40	42° 01.539'	11° 49.287'	29.6	" "	" "
B 60	23.07.13	10:28	42° 00.444'	11° 51.500'	37.5	" "	" "
B 59	23.07.13	11:26	42° 00.655'	11° 51.858'	33.7	" "	" "
B58	23.07.13	12:04	42° 01.034'	11° 52.504'	28.0	" "	" "
B 57	23.07.13	12:50	42° 01.440'	11° 53.272'	24.0	" "	" "
B 67	23.07.13	14:20	42° 00.466'	11° 57.008'	13.5	" "	" "
B 68	23.07.13	15:00	42° 00.073'	11° 56.334'	18.1	" "	" "
B 69	23.07.13	15:47	41° 59.620'	11° 55.526'	23.0	" "	" "
B 23	24.07.13	07:55	42° 09.468'	11° 42.717'	34.3	Viviana Piermattei Emanuele Mancini Valentina Gnisci Selvaggia Cognetti Francesco Tiralongo Riccardo Martellucci	Vincenzo Piantadosi Tiziano Tardoni
B 22	24.07.13	08:56	42° 09.561'	11° 42.867'	27.7	" "	" "
B 21	24.07.13	09:31	42° 09.642'	11° 43.029'	24.1	" "	" "
B 20	24.07.13	10:00	42° 09.735'	11° 43.187'	19.5	" "	" "
B 19	24.07.13	10:31	42° 09.904'	11° 43.495'	16.7	" "	" "
B 18	24.07.13	11:05	42° 10.017'	11° 43.686'	10.0	" "	" "

B 04	24.07.13	12:00	42° 12.408'	11° 39.665'	37.9	" "	" "
B 03	24.07.13	12:40	42° 12.673'	11° 40.042'	33.2	" "	" "
B 02	24.07.13	14:10	42° 12.817'	11° 40.371'	28.2	" "	" "
B 01	24.07.13	15:00	42° 12.926'	11° 40.585'	24.8	" "	" "
B 10	24.07.13	15:40	42° 10.731'	11° 42.208'	24.5	" "	" "
B 11	24.07.13	16:05	42° 10.635'	11° 42.051'	29.0	" "	" "
B32	24.07.13	16:50	42° 06.817'	11° 44.881'	41.3	" "	" "
B31	24.07.13	17:35	42° 06.859'	11° 44.952'	39.5	" "	" "

**Tab. 3.** Cronoprogramma delle attività di campionamento

### *Analisi di laboratorio*

- setacci con maglia 1mm;
- contenitori sterili per campioni;
- soluzione di formaldeide 4% -5%-30%;
- soluzione di etanolo 50%-70%-80% con glicerolo;
- microscopio ottico e stereo microscopio per analisi dei campioni.

Provette e contenitori per la creazione di una banca dati dei principali taxa utili per analisi successive.

### **3.5 Smistamento del campione, identificazione e quantificazione degli organismi**

In laboratorio sono state svolte le operazioni di smistamento e identificazione specifica degli organismi campionati. Nella prima fase sono stati separati gli organismi da identificare dal materiale residuo. Ogni campione poi è stato risciacquato con acqua dolce su di un setaccio certificato di maglia uguale o superiore a quello usato durante il campionamento al fine di eliminare la soluzione fissativa.

Il materiale risciacquato è stato poi posto in una vaschetta di plastica bianca di dimensioni adeguate alla grandezza del campione ed è stato successivamente analizzato allo stereomicroscopio all'interno di capsule Petri così da smistarli in maniera sistematica, separando gli organismi nei taxa prioritari (Policheti, Molluschi, Crostacei ed Echinodermi); Tali organismi sono stati poi identificati fino al raggiungimento del più basso livello tassonomico possibile.

Per l'identificazione al livello tassonomico più basso si è fatto riferimento ai fascicoli della

“Checklist delle specie della fauna italiana” relativi alla fauna bentonica marina (fascicoli nn. 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 108, 109) (Minelli et al. 1995). Inoltre per ogni specie è stata indicata l'appartenenza alle biocenosi-tipo mediterranee in base alla standardizzazione di Pérès & Picard (1964).

Si è passato poi alla conta degli organismi ed loro successiva conservazione in contenitori recanti un' etichetta all'interno (carta da lucido con la scritta a matita) e all'esterno, in cui sono state indicate la sigla o nome del progetto, la data di campionamento, la sigla della stazione, la replica, il gruppo sistematico di appartenenza. Sono state inoltre compilate “schede laboratorio” in cui abbiamo riportato, oltre alle caratteristiche relative al campione (data campionamento, sigla stazione, replica), anche la data in cui si è effettuato lo smistamento, il tempo impiegato, il nome dell'operatore e qualunque nota relativa al campione ritenuta utile.

Per l'analisi tassonomica e l'ecologia delle specie sono stati utilizzati i seguenti testi: Campoy (1982), Chevreux & Fage (1925), Costa & Krapp & Ruffo (2009), Day (1967), Fauchald (1977), Fauvel (1923, 1927), P.J. Hayward & J.S. Ryland (1996), Riedl (1991), Ruffo (1982, 1989, 1993), Tortonese (1965), Zariquiey Alvarez (1968); per la nomenclatura ci si è attenuti a quella proposta dal sito World Register of Marine Species (WoRMS- [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)).

## **4. Analisi dei dati**

### **4.1 Analisi descrittiva**

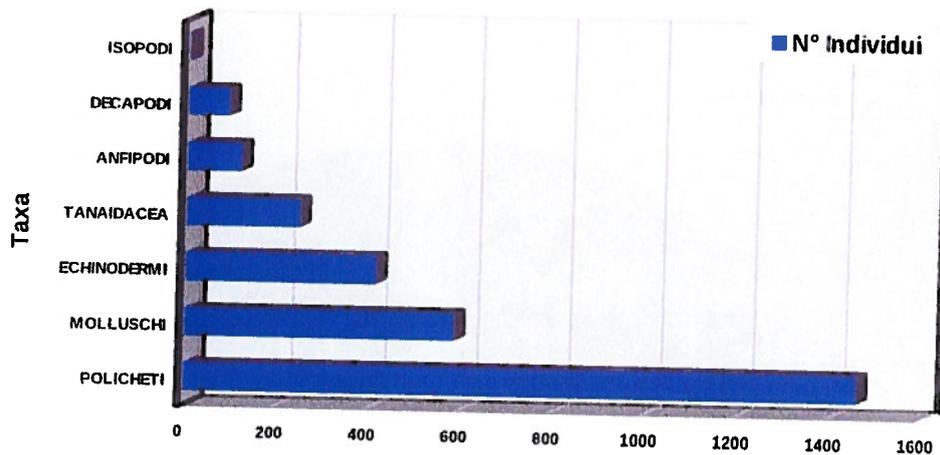
Nei 30 campioni di benthos sono stati rinvenuti 2901 individui appartenenti a 192 taxa; solo per 172 individui pari al 6% non è stato possibile estendere l'identificazione a livello di specie.

I campioni così identificati sono stati divisi nei seguenti gruppi tassonomici:

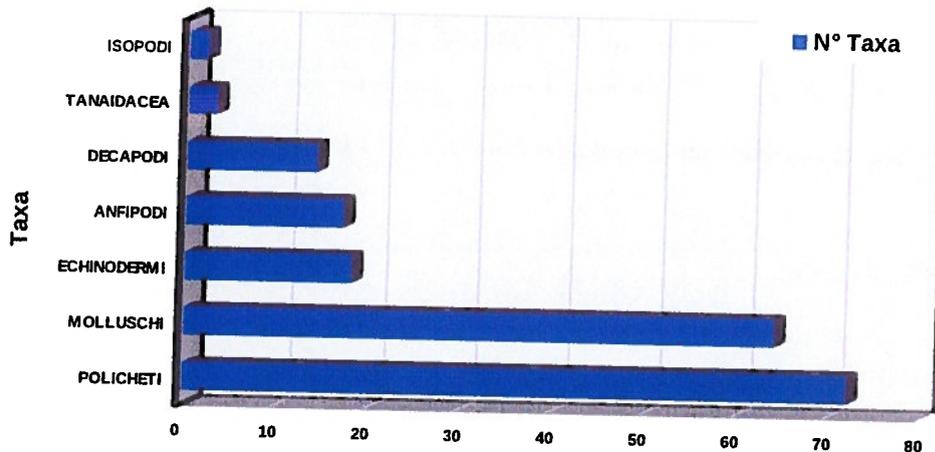
- Anellidi Policheti
- Isopodi
- Anfipodi
- Tanaidacei
- Crostei Decapodi
- Gasteropodi
- Bivalvi

-Echinodermi

I Policheti costituiscono sicuramente il taxon più rappresentativo sia in termini quantitativi (fig. 3A), sia nel numero di specie (fig. 3B).



A)



B)

Fig. 3 (A e B): Numero di individui (A) e numero di Taxa (B)

Si può osservare infatti che a questa classe appartengono 1458 individui ripartiti in 72 taxa, pari al 50.2%.

Valori significativi dal punto di vista quantitativo sono anche rappresentati dai Molluschi con 583 individui ripartiti in 62 taxa ( 20%) ed Echinodermi con 411 individui ripartiti in 16 taxa, pari circa al 14.1 %.

I Tanaidacei (Anisopodi) sono anche essi presenti con valori significativi , 245 individui ( 14.2%), sono rappresentati da sole 2 specie *Apseudes echinatus* e *Apseudes acutifrons*.

Sono invece risultati meno presenti in termini di abbondanza Isopodi e Decapodi (crostacei) che rappresentano rispettivamente il 3.9 % e 3% del totale.

Analizzando i 10 taxa con valori di abbondanza più elevati si osserva che essi rappresentano il 54.9% degli esemplari campionati (Fig. 4).

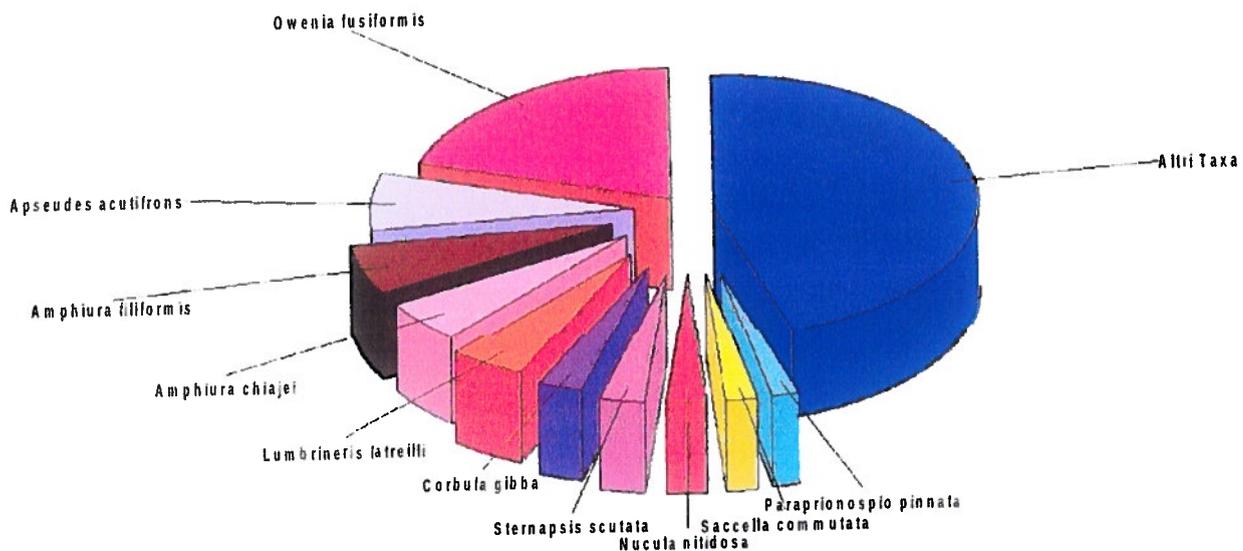


Fig. 4. Percentuale di distribuzione degli individui tra le 10 specie più numerose identificate

#### Il pool è composto da :

N° 4 Policheti (*Owenia fusiformis* , *Lumbrineris latreilli*, *Sternaspis scutata*, *Paraprionospio pinnata*).

#### *Owenia fusiformis*:

Specie eurialina e nitrofila che costruisce tubi di sabbia e detrito in cui vive, è spesso abbondante in prossimità delle foci fluviali. E' una specie che ritroviamo nelle biocenosi VTC (fanghi terrigeni costieri) e DE (Detritico infangato), e può formare una FACIES caratteristica ( da Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Mediterranee J.M. Peres et Picard).

Questo organismo gode anche di eclettismo trofico: in sedimenti scarsamente arricchiti in materiale organico e in un regime idrodinamico tale da garantire la risospensione di particolato organico, quest'organismo si comporta da sospensivoro; laddove si verificano condizioni di ridotto idrodinamismo, che favoriscono la sedimentazione, può variare la strategia trofica in detritivoro.

*Lumbrineris latreilli:*

Polichete errante presente su sabbia fangosa e fondi melmosi, anche in aree lagunari. Specie ad ampia ripartizione ecologica, presente su fondi misti sia del circolitorale che dell'infralitorale, è indicatrice di sedimenti arricchiti di sostanza organica.

*Sternaspis scutata:*

Specie esclusiva della biocenosi VTC (fanghi terrigeni costieri) è un polichete endobionte che vive infossato (1-6cm) nella sabbia fangosa da cui sporge solo con i tubuli branchiali. Presente su fondali sabbiosi e fangosi fino a grandi profondità.

*Paraprionospio pinnata:*

Specie esclusiva della biocenosi VTC (fanghi terrigeni costieri) è cosmopolita, tipica dei sedimenti fangosi e sabbiosi anche arricchiti in materia organica.

**N° 2 Echinodermi** (*Amphiura chiajei* e *Amphiura filiformis*), entrambe specie ad ampia ripartizione ecologica, presenti su fondali misti sia del circolitorale che dell'infralitorale. Sono diffusi su fondali sabbiosi con componente fangosa moderata o abbondante.

**N° 1 Tanaidaceo** *Aapseudes acutifrons*, e' una specie tipica di sedimenti sabbiosi, nel campionamento è risultata spesso associata al anisopode *Aapseudes echinatus* caratteristico di fondali fangosi.

**N°3 Bivalvi** (*Corbula gibba*, *Saccula commutata*, *Nucula nitidosa*), tutte e tre le specie sono ubiquitarie ed associabili a sedimenti misti di sabbia fango e silt.

*Corbula gibba.*

E' una specie diffusa e molto comune su tutti i fondi molli in particolare sul fango, si ritrova dalle acque più basse dell'infralitorale fino al circolitorale.

*Saccula commutata*

Specie presente su tutti i fondi sedimentari sotto i 10 m di profondità. Diffusa ma non comune.

### *Nucula nitidosa*

Specie tipica di fondali a sabbie fini e fango. Può essere rinvenuta anche in sedimento grossolano (ghiaie), ma sempre di natura mista con alte percentuali di sabbia e fango.

Osservando le specie più abbondanti e la loro ripartizione, ci appare evidente che la biocenosi più rappresentata nell' area è quella dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC); possiamo osservare infatti che il polichete *Sternaspis scutata*, presente in 20 stazioni (68% delle stazioni) e *Paraprionospio pinnata* (50 %), anche esso polichete esclusivo del VTC, sono tra le specie con maggior numero di individui ed inoltre sono gli organismi distribuiti in modo più omogeneo tra le diverse stazioni.

Nelle stazioni B 18 (10 m) e B 19 (16.7 m) domina invece il polichete *Owenia fusiformis* con rispettivamente 283 (71% degli individui nella stazione) e 304 individui (49%), questa particolare abbondanza di individui porta ad ipotizzare la presenza della **FACIES a *Owenia f.*** (da *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Mediterranee* J.M. Peres et Picard) inclusa nelle biocenosi VTC (fanghi terrigeni costieri) e SFBC (sabbie fini ben calibrate).

Tale *facies* è legata a zone di foce fluviale ed infatti possiamo notare che i due punti di campionamenti (B 18 e B 19) sono posti in prossimità della foce del fiume Mignone.

Si può, inoltre, ipotizzare la presenza di zone di confine tra le biocenosi limitrofe presenti (soprattutto VTC e SFBC); ciò produce un effetto margine, che porta ad una comunità mista che può presentarsi meglio strutturata delle due biocenosi confinanti; per indicare questa *facies* utilizzeremo la definizione di VTC/s (*facies* a limi sabbiosi della biocenosi VTC).

## 4.2 Analisi degli Indici

A partire dalla lista delle specie riferita al campione totale e al numero di individui totali riportati al m<sup>2</sup> sono stati calcolati i seguenti parametri strutturali della comunità:

- numero di specie;
- numero di individui di ogni specie;
- indice di diversità specifica (SHANNON & WEAVER, 1949);
- indice di ricchezza specifica (MARGALEF, 1958);
- indice di equiripartizione o "evenness" (PIELOU, 1966);
- indice di dominanza (SIMPSON, 1949).

Si tratta di parametri indicatori del grado di complessità delle biocenosi studiate che prescindono dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono.

L'indice di diversità specifica,  $H'$  (SHANNON & WEAVER, 1949) tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

Viene calcolato con la seguente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^N n_i \log_2 n_i$$

dove  $N$  è il numero di specie ed  $n_i$  rappresenta il rapporto tra il numero di individui della specie e il numero di individui totali del campione

L'indice di ricchezza specifica,  $D$  (MARGALEF, 1958), prende in considerazione il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale di individui in una comunità. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice. Viene calcolato con la seguente formula:

$$D = (S - 1) / \log N$$

dove  $S$  è il numero totale di specie della comunità ed  $N$  il numero totale di individui.

L'indice di "evenness",  $J$  (PIELOU, 1966), risulta compreso tra 0 e 1 e prende in considerazione la distribuzione degli individui nell'ambito delle varie specie che compongono una comunità. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza, mentre presenta un valore basso nel caso in cui ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare. Viene calcolato con la seguente formula:

$$J = H' / \log_2 S$$

dove  $H'$  è il valore dell'indice di Shannon-Weaver per quella comunità ed  $S$  il numero delle specie.

L'indice di dominanza,  $c$  (SIMPSON, 1949), misura la prevalenza di poche specie nella comunità ed ha un andamento inverso rispetto all'indice di "evenness". Un'elevata dominanza significa che una o poche specie hanno il monopolio delle risorse. Viene calcolato con la seguente formula:

$$c = \sum_{i=1}^S (n_i/N)^2$$

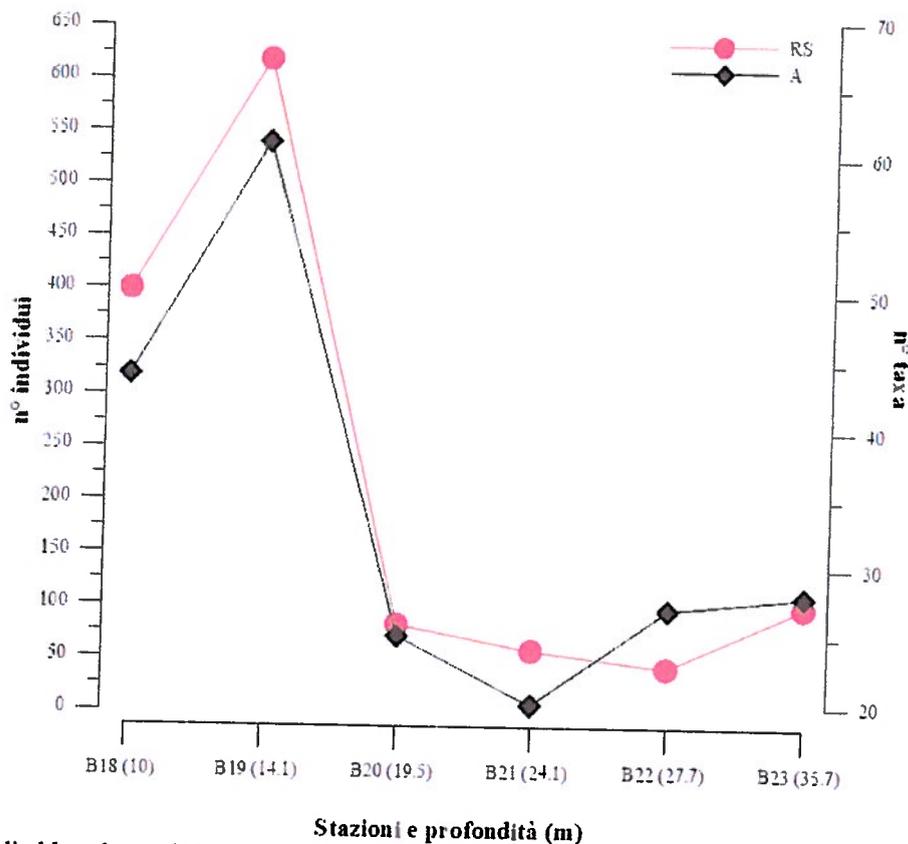
dove  $n_i$  è il valore di importanza di ogni specie ed  $N$  il numero totale dei valori di importanza (individui).

Nella tabella qui di seguito vengono riportati i valori degli indici calcolati nelle singole stazioni di campionamento

	B01	B02	B03	B04	B10	B11	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B31	B32	B36
Totale individui	64	60	40	25	44	42	399	618	82	58	42	100	83	27	129
Totale taxa	28	31	17	15	18	20	44	61	25	20	27	28	27	14	40
I. diversità Shannon	4.065	4.476	3.806	3.639	3.88	3.987	2.274	2.944	3.861	4.032	4.529	4.241	3.896	3.379	4.579
I. equiripartizione Pielou	0.845	0.903	0.931	0.931	0.931	0.923	0.416	0.496	0.831	0.933	0.952	0.882	0.819	0.887	0.860
I. ricchezza specifica di Margalef	4.5	5.079	3.006	3.015	3.114	3.524	4.977	6.471	3.775	3.243	4.822	4.064	4.078	2.734	5.563
Indice dominanza Simpson	0.098	0.072	0.084	0.098	0.08	0.076	0.507	0.301	0.106	0.073	0.053	0.072	0.103	0.128	0.061
	B37	B38	B48	B49	B50	B54	B55	B56	B57	B58	B59	B60	B67	B68	B69
Totale individui	155	40	135	47	50	119	53	107	33	34	53	42	123	67	35
Totale taxa	49	20	49	21	21	26	22	33	20	19	20	22	33	21	17
I. diversità Shannon	4.904	4.024	5.065	4.050	4.046	2.669	3.825	3.901	4.165	4.006	3.765	4.118	4.306	3.767	3.607
I. equiripartizione Pielou	0.873	0.931	0.902	0.922	0.921	0.568	0.858	0.773	0.964	0.943	0.871	0.923	0.923	0.858	0.882
I. ricchezza specifica di Margalef	6.597	3.57	6.783	3.601	3.544	3.626	3.666	4.747	3.767	3.538	3.317	3.894	3.894	3.297	3.119
Indice dominanza Simpson	0.056	0.076	0.041	0.082	0.073	0.328	0.101	0.126	0.062	0.073	0.1	0.076	0.076	0.096	0.115

**Tab. 4.** Indici di diversità, di equiripartizione e di ricchezza specifica calcolati in ogni stazione

Le stazioni in cui sono stati registrati i valori più alti di abbondanza totale e ricchezza specifica sono situate in due aree: quella posta alla foce del fiume Mignone, e quella compresa tra Punta del Pecoraro (B36 e B37) e il porto di Civitavecchia. Il transetto costa largo ubicato antistante la foce fluviale presenta i valori più alti nelle stazioni B 18, B 19, B 22 e B 23, si presentano invece nella media i valori per le stazioni B 20 e B 21 (Fig. 5).



**Fig. 5.** Valori di abbondanza (A) e numero di specie (RS) delle stazioni poste lungo il transetto largo costa in prossimità della foce del fiume Mignone

Valori elevati sono stati anche registrati nella stazione B 2 (28.2 m) appartenente al transetto di chiusura posto a nord e B 48 (29.6 m), la stazione più superficiale antistante la foce del fiume Marangone.

I valori più bassi sono stati riscontrati nella stazione B 32 posta a nord del entrata del porto di Civitavecchia e B 4, la stazione più profonda del transetto di chiusura, in prossimità di Marina di Tarquinia.

### 4.3. Analisi delle categorie trofiche (*feeding types*)

L'analisi trofica è utile a comprendere i rapporti alimentari tra le specie che compongono la comunità ed è essenziale per ricostruire le modalità in cui l'energia si ridistribuisce nella catena trofica.

La categoria trofica (*feeding type*), associata alle diverse specie, è legata sia alla disponibilità di cibo, sia a parametri ambientali come la profondità, l'idrodinamismo e la natura del substrato.

La categoria trofica di una specie è rappresentata dalla fitta rete di interazioni che si hanno tra la natura e composizione delle particelle di cibo ed il meccanismo utilizzato nella raccolta di esse.

Per lo studio delle categorie trofiche è stato utilizzato il World Register of Marine Species (WoRMS- [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)); tale archivio, che raccoglie per ogni specie le caratteristiche tassonomiche ed ecologiche, viene aggiornato quotidianamente in relazione alle pubblicazioni più recenti.

In accordo con la modalità di assunzione del cibo e la natura di esso, gli organismi sono stati divisi in 6 categorie trofiche:

- Carnivori, Onnivori ed Erbivori, organismi Macrofagi che si nutrono di grandi particelle di sostanza organica.
- Sospensivori, Limivori e Detritivori, organismi Microfagi che utilizzano particelle di piccole dimensioni, spesso riunite in agglomerati.

Per ciascuna categoria trofica sono indicate in seguito le modalità di assunzione del cibo, la dieta e le interazioni con il substrato:

#### Carnivori

I Carnivori sono rappresentati dagli organismi che svolgono ricerca attiva della preda, che può essere viva o composta da resti di animali morti.

I Policheti predatori, come *Nephtys cirrosa* ed i *Glycera unicornis* ne sono un esempio; si possono osservare, infatti, molteplici adattamenti strutturali utili alla cattura delle prede: hanno una elevata mobilità e sono provvisti di una proboscide estroflessibile armata, utile a catturare ed afferrare la preda.

Anche tra i molluschi Gasteropodi si possono osservare specie carnivore come *Acteon tornatilis*, predatore attivo di microorganismi dei fondali sabbiosi ed altri Prosobranchi, capaci di perforare i Bivalvi utilizzando la radula chitinoso.

Sono inclusi tra i carnivori necrofagi anche la maggior parte dei crostacei Decapodi.

Questa categoria trofica è strettamente legata al reperimento di prede, caratteristica che la rende indipendente dalla profondità e dai parametri abiotici, quali idrodinamismo e natura del substrato.

### **Onnivori**

Gli organismi Onnivori presentano una dieta più varia e godono quindi di caratteristiche trofiche mutevoli e incerte. Anche essi sono scarsamente correlati con la natura del substrato e grazie alla loro grande eterogeneità di prede che sono presenti in tutte le profondità.

Possono essere attribuiti a tale categoria trofica molti crostacei Decapodi come i paguri del genere *Anapagurus spp.* e macruri natanti e reptanti del genere *Alpheus spp.* e *Processa spp.*; ma anche i Policheti appartenenti alle famiglie Eunicidae, Lumbrineridae e Onuphidae.

### **Erbivori**

Anche gli Erbivori sono organismi che godono di mobilità, ma sono generalmente legati alle comunità più superficiali di fondo duro ricche in macroalghe. Infatti la loro dieta è composta principalmente da microflora unicellulare (es Diatomee) e microalghe epibionti di macroalghe e fanaerogame.

Policheti come *Marphisa bellii* ed alcuni gasteropodi, che usano la radula per raschiare gli epifiti, ne sono un esempio.

### **Detritivori**

I Detritivori sono organismi generalmente mobili che ingeriscono detrito, da cui digeriscono la frazione organica (di origine animale e vegetale), composta da protozoi, batteri e microalghe, che si presentano generalmente come un film che ricopre la frazione inorganica (oltre al materiale organico in decomposizione). La loro mobilità li rende capaci di spostamenti utili alla ricerca di cibo e permette, alle specie tubicole e fossorie, di allontanarsi da aree in cui sono esaurite le risorse alimentari.

Tale categoria trofica è generalmente molto significativa in termini di abbondanza nei fondi mobili non superficiali, vista l'elevata presenza di detrito in queste zone. La disponibilità di detrito e gli equilibri sedimentari sono generalmente legati all'idrodinamismo; i Detritivori, infatti, sono abbondanti in tutti quegli ambienti in cui il ridotto idrodinamismo favorisce la deposizione delle

peliti e del detrito organico. Pertanto essi sono meno presenti in ambienti superficiali e fondi duri, fatta eccezione per aree che godono di apporti fluviali (Detrito e sedimenti di origine continentali) ed in corrispondenza di microambienti, la cui morfologia favorisce accumulo di detrito organico.

Gli organismi detritivori hanno sviluppato una moltitudine di modificazioni morfologiche, fisiologiche e strutturali correlate alla ricerca e raccolta del cibo: i Policheti delle famiglie Magelonidae, Spionidae, Flabelligeridae e Cirratulidae utilizzano lunghi palpi (2 o più), posti generalmente vicino al capo, per la raccolta delle particelle di cibo.

Anche i Terebellidae e Ampharetidae utilizzano una corona tentacolare altamente mobile per sondare il fondale alla ricerca di nutrimento.

Un caso di particolare interesse è quello del polichete *Owenia fusiformis* (Fam. Owenidae), che presenta un tipico esempio di eclettismo trofico, cioè la capacità di modificare il proprio comportamento trofico in base alle variazioni delle caratteristiche ambientali:

In condizioni di scarso idrodinamismo, che favorisce la deposizione di detrito organico, la specie assume comportamento detritivoro ed utilizza i lobi della corona branchiale per raccogliere materiale organico dal fondo.

Se le condizioni idrodinamiche favoriscono invece la risospensione di particelle organiche adatta un trofismo di tipo sospensivoro.

L' eclettismo trofico può contribuire in maniera significativa all'equilibrio di una comunità.

L' importanza ecologica di questa specie e la particolare abbondanza di individui campionati nelle stazioni B 18 e B 19 (rispettivamente 283 e 304 individui), ci porta a proporre l' inserimento nella lista delle biocenosi presenti nell'area della nuova *Facies ad Owenia fusiformis*, localizzata nelle stazioni antistanti la foce del fiume Mignone.

Anche taluni Bivalvi sono inseriti nella categoria trofica dei Detritivori, essi utilizzano una corrente d' acqua continua, generata dall'organismo e regolato da due sifoni, di cui l' inalante lungo e mobile, è utilizzato per l' aspirazione del detrito.

Alcuni Ofiuroidi del genere *Amphiura* e *Ophiura* vivono infossati nel substrato, da cui fuoriescono solo le lunghe braccia deputate alla raccolta meccanica di particelle di detrito presenti sul fondo. Decapodi Anomuri attuano raccolta meccanica tramite i massilpedi ed Anfipodi, come nel caso di *Autonoe spiniventris*, utilizzano gli gnatopodi per la ricerca di particelle di detrito.

### **Sospensivori**

Si nutrono di particolato organico in sospensione e vivono generalmente adesi o all'interno del

substrato. I Sospensivori sono legati quasi esclusivamente ai fondali sabbiosi e misti di bassa profondità ed ai substrati duri superficiali; infatti in queste zone la risospensione del particolato organico è continuo .

L' eccesso di sedimentazione, tipica dei fondali più profondi, può interferire con gli apparati utili alla filtrazione occludendoli; inoltre l' opera di rimaneggiamento dei sedimenti, attuata dai Detritivori , modifica la compattezza del fondale rendendolo non idoneo ai Sospensivori e all' insediamento delle loro fasi larvali.

All'interno di questa categoria trofica si riconoscono due differenti modalità di filtrazione:

Passiva, che consiste nel realizzare una filtrazione non selettiva attraverso una superficie di raccolta ( utilizzando l' idrodinamismo marino o mediante la generazione di deboli correnti), modalità che possiamo osservare nel Polichete *Owenia fusiformis* .

Ed una filtrazione attiva, associata alla generazione da parte degli organismi di forti correnti che spingono l' acqua su di un filtro branchiale altamente selettivo; questa è la modalità di filtrazione tipico dei Bivalvi che popolano i fondi sabbiosi e rocciosi più superficiali.

I rappresentanti del genere Tellina ed altri Bivalvi tipici dei fondi mobili come *Chamalea galina* e *Gari costulata*, utilizzano i sifoni (inalante ed esalante per l'espulsione) per creare un flusso dalla colonna di acqua sovrastante, le particelle in sospensione sono poi spinte mediante un epitelio ciliato sulle lamelle branchiali, dove si attua la filtrazione vera e propria.

### Limivori

Questi organismi ingeriscono ed espellono continuamente grandi quantità di sedimento, dal quale digeriscono i microorganismi interstiziali ed il film batterico e microalgale.

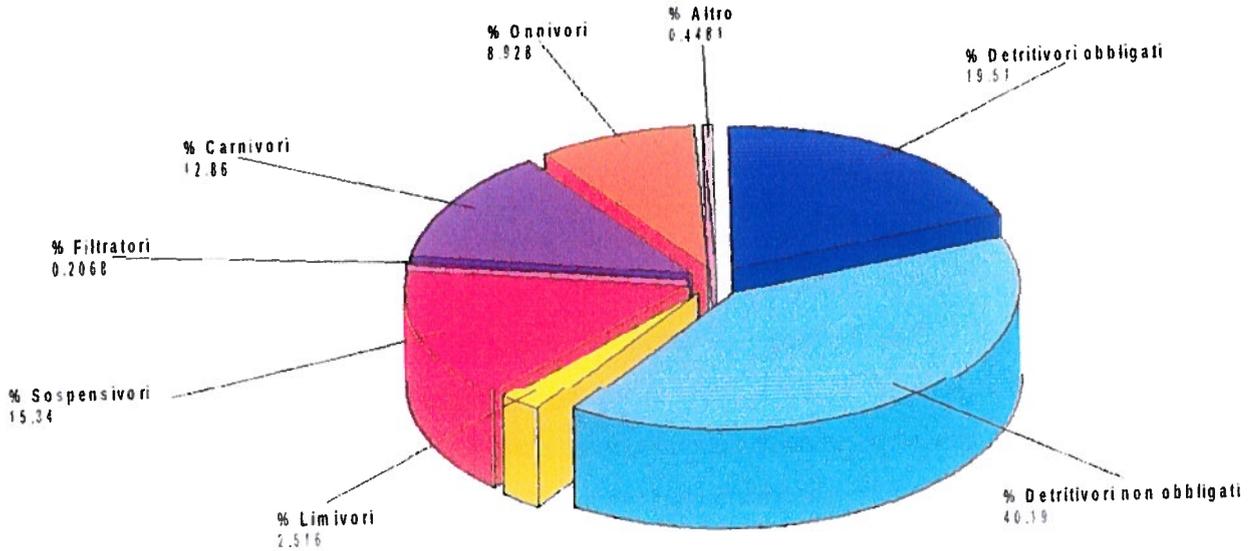
Essi sono favoriti ecologicamente da sedimento ricco in componenti fini che facilitano la mobilità e la penetrazione dell'organismo nel fondale ed la sua ingestione; possiamo quindi riscontrare un aumento dei Limivori direttamente proporzionale all'aumentare della profondità.

Appartengono a questa categoria trofica gli Echinodermi della famiglia Cucumariidae come *Trachytione elongata* e *Trachytione tergestina* e I Policheti appartenenti alle famiglie Maldanidae (fossori), Capitellidae e Paraonidae (erranti) rappresentata dalla specie *Aricidea fragilis mediterranea*; questi Policheti ingeriscono sedimento grazie all'ausilio di una faringe estroflessibile.

Dall'analisi trofica della nostra comunità appare evidente che la categoria più abbondante è quella dei Detritivori (obbligati e facoltativi), con 1732 individui, seguono i Sospensivori con 445 individui, i Carnivori e gli Onnivori con rispettivamente 373 e 259 individui ed infine ritroviamo i

Limivori con soli 73 individui.

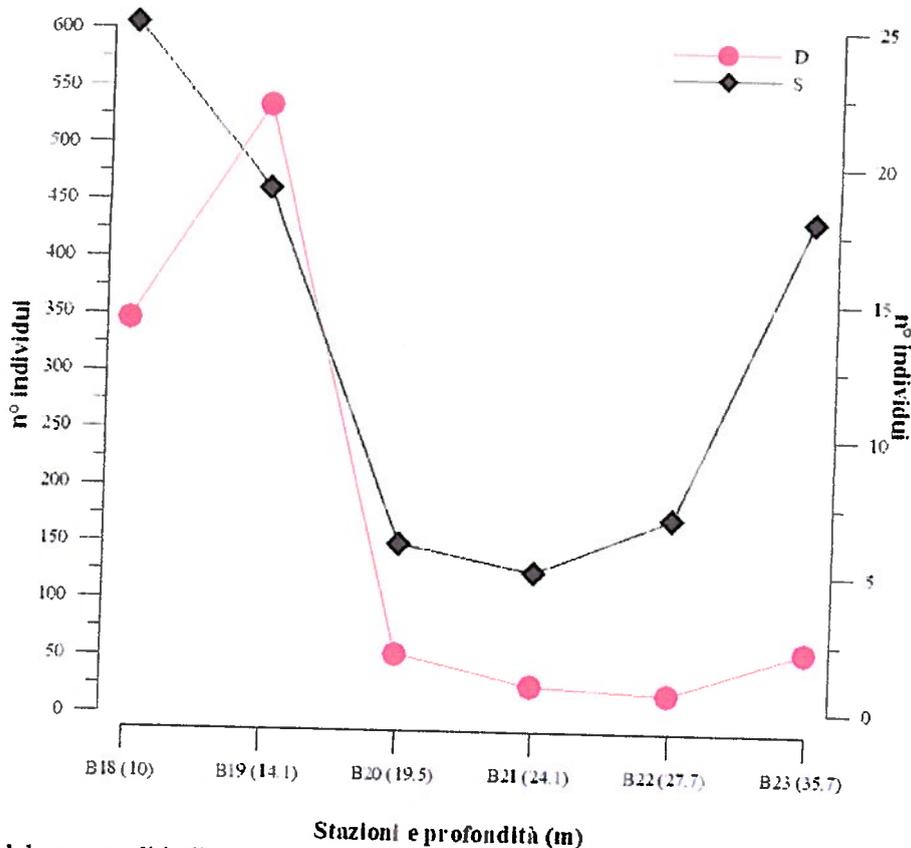
Si può notare una diminuzione lungo il gradiente batimetrico dei Sospensivori a favore dei Detritivori.



	%	n° individui / categoria trofica
<b>Totale</b>	<b>2901</b>	
Detritivori obbligati	19.51	566
Detritivori non obbligati	40.19	1166
Limivori	2.52	73
Sospensivori	15.34	445
Filtratori	0.21	6
Carnivori	12.86	373
Onnivori	8.93	259
Altro	0.45	13
<b>TOTALE</b>	<b>100</b>	<b>2901</b>

**Fig. 6.** Percentuale di distribuzione delle singole categorie trofiche

Sono stati messi a confronto gli andamenti di questi due gruppi trofici lungo il transetto più significativo e di maggiore interesse ecologico, quello situato dinanzi la foce del fiume Mignone (fig. 7).



**Fig. 7.** Valori del numero di individui detritivori (D) e sospensivori (S) delle stazioni poste lungo il transetto largo costa in prossimità della foce del fiume Mignone

L'andamento conferma l'abbondanza dei Detritivori rispetto ai Sospensivori nelle stazioni superficiali e soprattutto spostandosi verso profondità maggiori dove le proporzioni sono di 60 Detritivori contro 5 Sospensivori (B21, B22 e B23); l'aumento di Sospensivori nella stazione B23 è imputata all'Echinoderma *Amphiura filiformis*, che si presenta comune anche ad altre stazioni poste ad uguale profondità.

La profondità dell'area esaminata, compresa tra i 10 m e i 41.3 m, fa sì che essa si collochi nella fascia finale ed intermedia del piano infralitorale e iniziale del piano circalitorale dove, in accordo con i nostri dati, dominano le specie Detritivore.

Si può quindi ipotizzare che il detrito organico che sostiene le comunità provenga da tre fonti principali:

- le praterie di *Posidonia oceanica* presenti nell'area ed i cicli biologici legati ad essi;
- le biocenosi di substrato duro e soprattutto dalle biocenosi delle alghe fotofile;
- il Detrito di organico di origine continentale trasportato dai fiumi Mignone e Marangone.

#### 4.4 Valutazione dell'Elemento di Qualità Biologica: AMBI & M-AMBI

Attualmente il macrozoobenthos di fondo mobile è stato inserito nella Direttiva Europea sulle Acque (Water Framework Directive, WFD, 2000/60/EC) come uno degli elementi biologici da utilizzare per definire lo stato di qualità ecologica (EcoQS), degli ambienti acquatici. Questa direttiva obbliga gli stati membri a classificare tutte le tipologie di acque, interne e marine, in cinque categorie (classi ecologiche) comprese fra “alto” stato ecologico (condizioni prive di disturbo) e “pessimo” stato ecologico (condizioni di elevato disturbo).

Negli ultimi anni sono stati proposti ed esaminati numerosi indici biotici come strumento per valutare la qualità ecologica nell'ambiente marino (Occhipinti-Ambrogi e Forni, 2004; Salas et al., 2006). La maggior parte di tali indici si basano su pool di specie, suddivise sulla base delle caratteristiche ecologiche; tra questi l'indice AMBI (ATZI's Marine Biotic Index) sviluppato nell'ambito di studi condotti lungo la costa atlantica, e proposto come indice biotico per valutare lo stato ecologico dei fondi molli di acque costiere e salmastre.

Esso utilizza una lista di riferimento per la suddivisione delle specie in 5 gruppi ecologici in relazione a diversi gradi di tolleranza ad un progressivo incremento di stress dovuto principalmente ad un aumento di sostanza organica, come descritto da Grall & Glemarec (1997).

I 5 gruppi ecologici sono:

- Gruppo I: specie molto sensibili ad arricchimento organico, presenti in aree non impattate o leggermente impattate.
- Gruppo II: specie non influenzate dall'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità, con variazioni non significative nel numero di individui.
- Gruppo III: specie che tollerano l'eccesso di sostanza organica; possono essere presenti anche in condizioni normali, di ambiente non stressato, ma i loro popolamenti sono stimolati dall'arricchimento organico.
- Gruppo IV: specie opportuniste di secondo ordine.
- Gruppo V: specie opportunistiche di primo ordine; detritivori, che proliferano nei sedimenti anossici.

L'indice viene calcolato mediante un apposito software, AMBI© ver. 5.0, che si basa su una lista di specie e relativo gruppo ecologico di appartenenza continuamente aggiornata. In alcuni casi la specie non è presente nella lista di riferimento e ciò rende impossibile un'assegnazione precisa; tuttavia, se non sono presenti valori discordanti, le specie non riconosciute sono considerate come

appartengono alla stessa categoria ecologica delle congeneriche.

L'AMBI è calcolato con la seguente formula:

$$AMBI = [(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100$$

in base ai valori assunti, compresi tra 0 e 6, è possibile classificare le aree di studio seguendo lo schema proposto dagli autori (Borja et al., 2000; Muxika et al., 2005) nella Tabella 5.

Valore di AMBI	Classificazione dell'area
$0 < AMBI \leq 1.2$	Alto
$1.2 < AMBI \leq 3.3$	Buono
$3.3 < AMBI \leq 4.3$	Moderato
$4.3 < AMBI \leq 5.5$	Povero
$5.5 < AMBI \leq 6$	Pessimo

Tab. 5: intervallo dei valori dell'AMBI per la valutazione dello stato degli ecosistemi marini di fondi mobili

Nella tabella sono riportati i valori di AMBI relativi alle 30 stazioni, in cui sono stati evidenziati:

- Le 2 stazioni con valore Ambi più alto in rosso.
- Le successive 3 stazioni con valore più alto in giallo.
- le 2 stazioni con valori più bassi in blu.

STAZIONE	PARAMETRI STAT.	VALORE AMBI	CATEGORIA	CLASSIFICAZIONE AREA
1	19.0 63.5 12.7 4.8 0.0 1.6	1.548	2	Slightly disturbed
2	35.1 38.6 21.1 5.3 0.0 1.7	1.447	2	Slightly disturbed
3	2.5 27.5 50.0 10.0 10.0 0.0	2.962	2	Slightly disturbed
4	36.0 28.0 20.0 16.0 0.0 0.0	1.740	2	Slightly disturbed
10	15.9 56.8 25.0 2.3 0.0 0.0	1.705	2	Slightly disturbed
11	11.9 35.7 35.7 7.1 9.5 0.0	2.500	2	Slightly disturbed
18	19.5 76.7 3.8 0.0 0.0 0.0	1.265	2	Slightly disturbed
19	13.6 59.8 25.9 0.6 0.0 0.2	1.704	2	Slightly disturbed
20	25.6 25.6 43.9 4.9 0.0 0.0	1.921	2	Slightly disturbed

21	32.8 36.2 15.5 10.3 5.2 0.0	1.784	2	Slightly disturbed
22	34.1 36.6 17.1 9.8 2.4 2.4	1.646	2	Slightly disturbed
23	15.2 42.4 21.2 17.2 4.0 0.0	2.288	2	Slightly disturbed
31	45.1 46.3 3.7 3.7 1.2 0.0	1.043	1	Undisturbed
32	0.0 51.9 40.7 3.7 3.7 0.0	2.389	2	Slightly disturbed
36	48.8 24.0 8.5 17.1 1.6 0.0	1.477	2	Slightly disturbed
37	47.7 27.7 2.6 20.0 1.9 0.0	1.510	2	Slightly disturbed
38	20.0 30.0 32.5 12.5 5.0 0.0	2.288	2	Slightly disturbed
48	25.2 37.0 22.2 10.4 5.2 0.0	2.000	2	Slightly disturbed
49	23.4 44.7 21.3 10.6 0.0 0.0	1.787	2	Slightly disturbed
50	20.8 33.3 27.1 18.8 0.0 2.0	2.156	2	Slightly disturbed
54	10.9 86.6 1.7 0.8 0.0 0.0	1.387	2	Slightly disturbed
55	37.7 43.4 13.2 1.9 3.8 0.0	1.358	2	Slightly disturbed
56	60.4 28.3 6.6 3.8 0.9 0.9	0.849	1	Undisturbed
57	27.3 27.3 30.3 9.1 6.1 0.0	2.091	2	Slightly disturbed
58	17.6 26.5 35.3 14.7 5.9 0.0	2.471	2	Slightly disturbed
59	18.9 7.5 41.5 30.2 1.9 0.0	2.830	2	Slightly disturbed
60	33.3 23.8 14.3 28.6 0.0 0.0	2.071	2	Slightly disturbed
67	24.6 47.5 18.0 8.2 1.6 0.8	1.721	2	Slightly disturbed
68	17.9 55.2 16.4 9.0 1.5 0.0	1.813	2	Slightly disturbed
69	14.3 65.7 5.7 2.9 11.4 0.0	1.971	2	Slightly disturbed

**Tab. 6.** Valori degli indici AMBI nelle stazioni di campionamento

Si può osservare che tutte e 30 le stazioni ricadono nelle categorie 1 (area non disturbata) e 2 (area lievemente disturbata), questo evidenzia come l'intera area in esame esprima un buono stato ecologico.

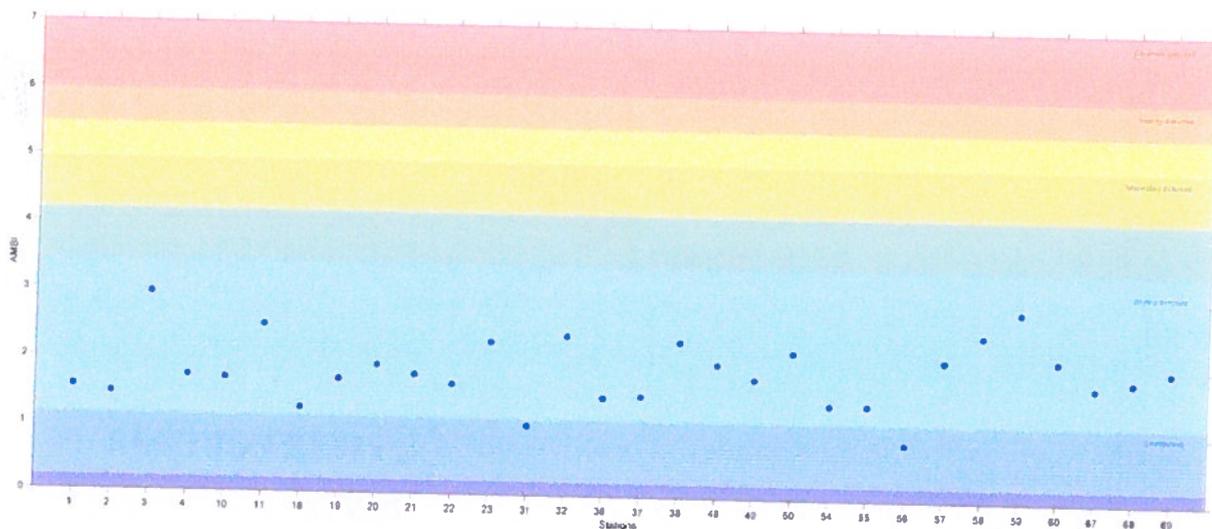
Le stazioni B 54, B 55 e B56, appartenenti al transetto antistante Capo Linaro, hanno espresso i valori di AMBI più significativi; infatti quest'area presenta biocenosi di roccia Mesolitorale e Infralitorale, biocenosi delle alghe fotofile e diverse patch di *Posidonia oceanica* che contribuiscono ad elevare la qualità ecologica e l'omeostasi delle biocenosi.

Inoltre la struttura tipica del capo rende l'area meno soggetta a deposizione e fa sì che tale settore di mare goda di alta energia idrodinamica.

Anche il transetto antistante la foce del fiume Mignone presenta in media valori piuttosto buoni in accordo con i valori di abbondanza e l'indice di ricchezza specifica ; sempre in accordo con tali valori si presenta la stazione B 31, situata anche essa in un'area limitrofa ad una grande prateria di *Posidonia Oceanica*.

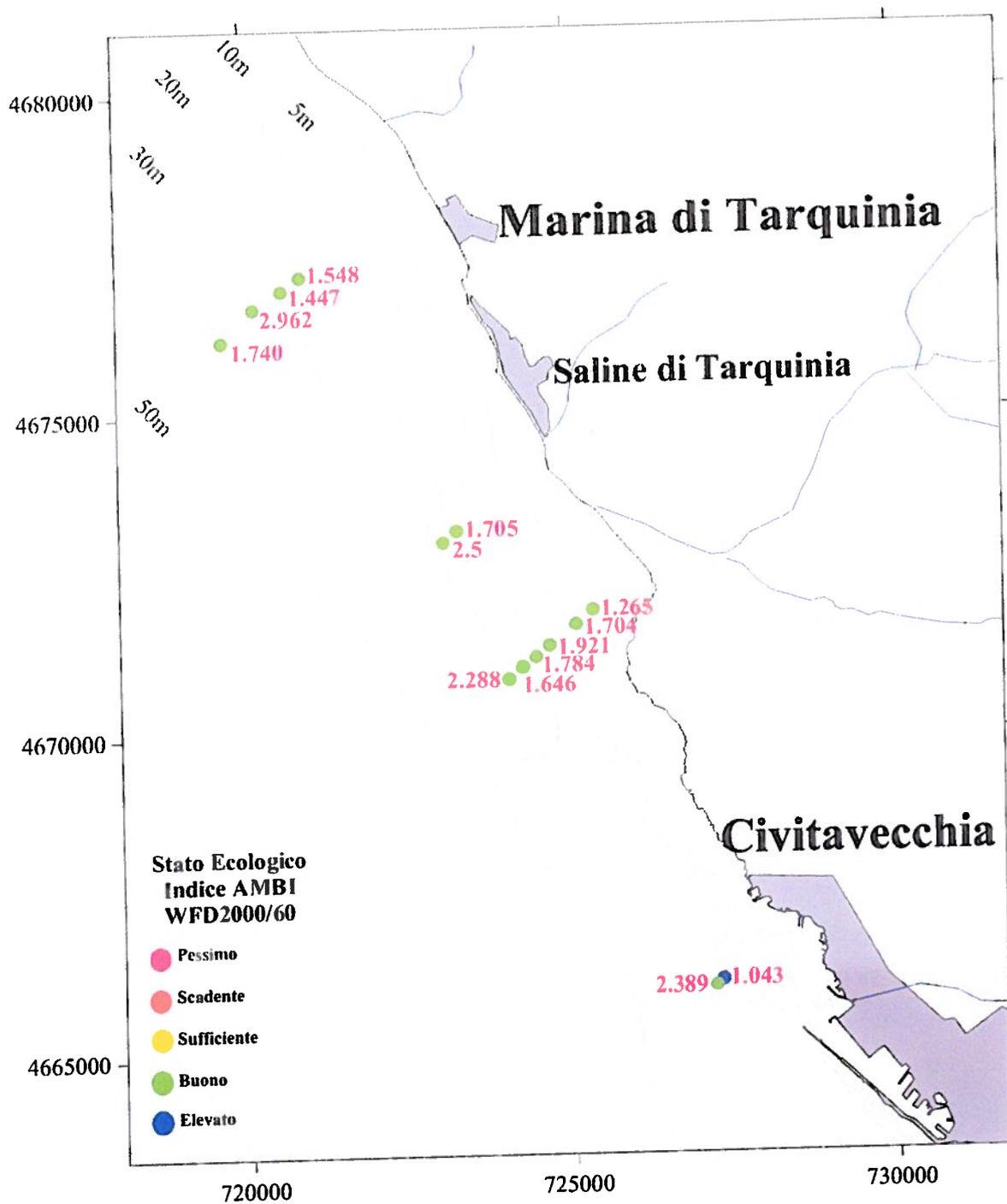
I valori più bassi sono stati invece espressi nelle stazioni B3 e B59, che presentano entrambe una profondità di circa 30 m; tali stazioni, anche se superano valori AMBI di 2.8 sono ugualmente classificati come Slightly disturbed e non si discostano sensibilmente dalla qualità delle altre stazioni.

Qui di seguito è riportato l'andamento generale dei valori delle 30 stazioni:

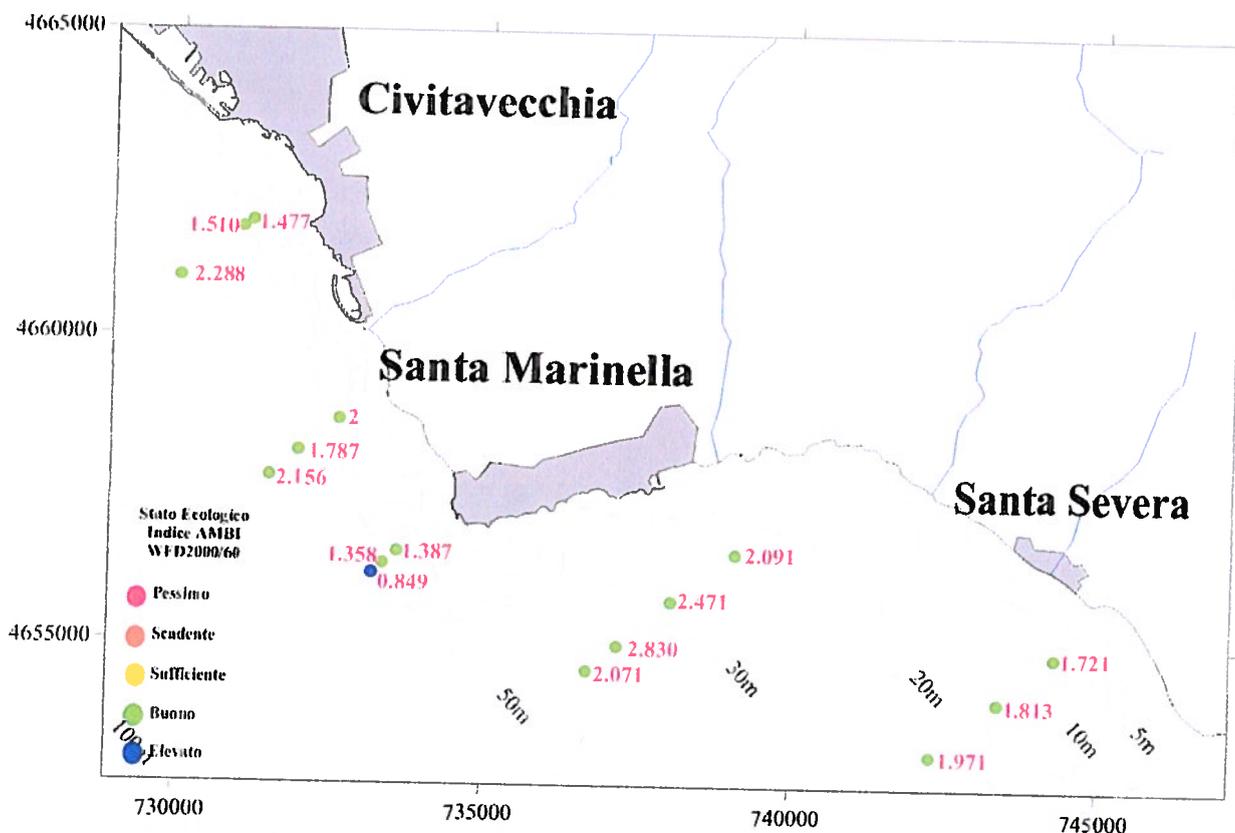


**Fig. 8.** Illustrazione del valore dell'AMBI nelle 30 stazioni

Nelle seguenti carte è possibile osservare la distribuzione dei valori di AMBI nelle trenta stazioni, e la loro redistribuzione nell'intera area di studio.



**Fig 9.** Valori dell'indice AMBI per i transetti posti nell'area a nord del Porto di Civitavecchia.



**Fig 10.** Valori dell'indice AMBI per i transetti posti nell'area a sud del Porto di Civitavecchia

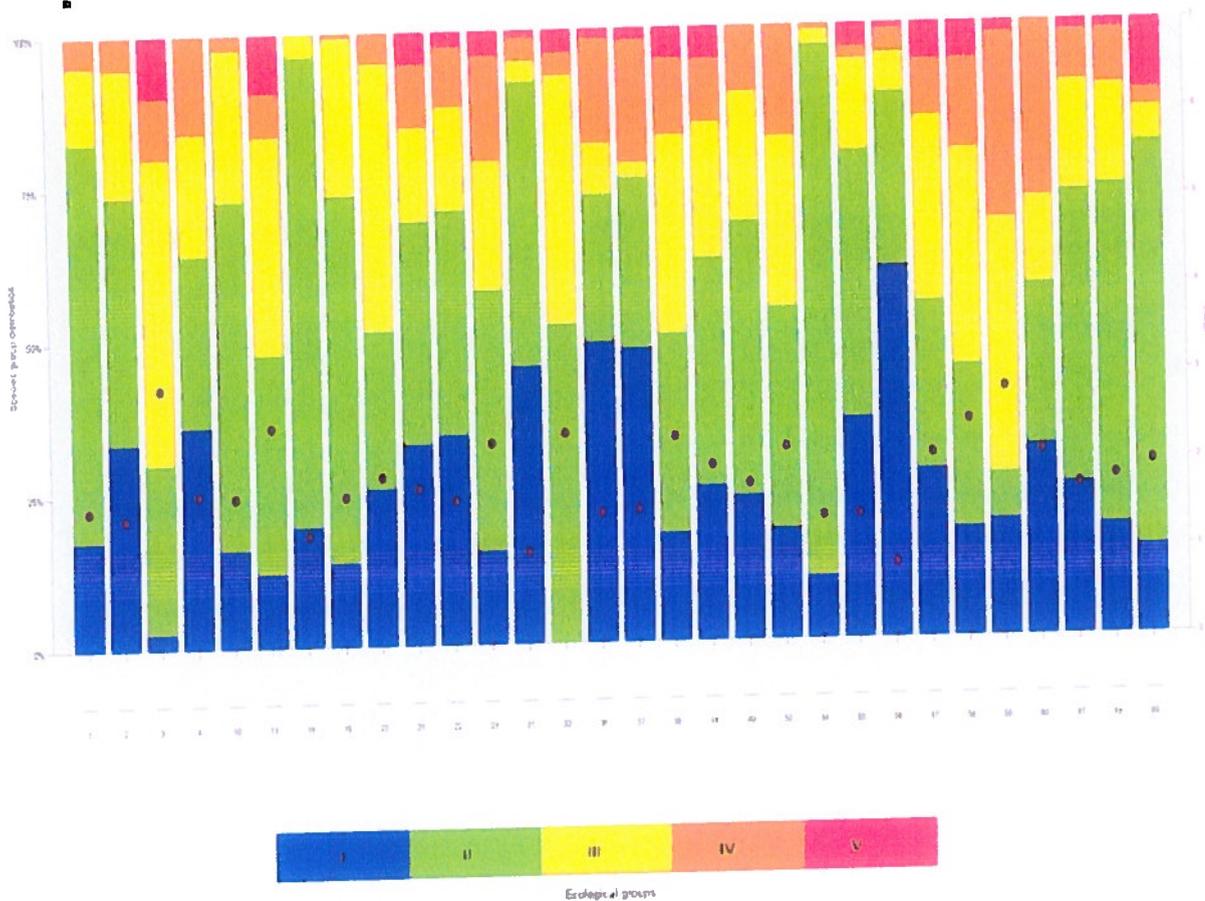
Analizzando le Specie raccolte nel campionamento è evidente che la maggior parte di esse ricadano nei gruppi ecologici:

- Gruppo I: specie molto sensibili ad arricchimento organico, presenti in aree non impattate o leggermente impattate, sono presenti in tutte le stazioni ed abbondanti nelle B2 ,B18, B21, B22, B36 e 37, B55 e B56;
- Gruppo II: specie non influenzate dall'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità, con variazioni non significative nel numero di individui, esse sono più rappresentate nelle stazioni B1, B18, B54 e B69;
- Gruppo III: specie che tollerano l'eccesso di sostanza organica; possono essere presenti anche in condizioni normali, di ambiente non stressato, ma i loro popolamenti sono stimolati dall'arricchimento organico; sono più abbondanti della media nelle stazioni B3, B29, B32 e B59.

Poco rappresentati sono invece i gruppi ecologici IV e V, tipici delle specie tolleranti e opportuniste spesso associate a fondali anossici con bassa qualità ecologica.

Questo conferma che l'intera area di studio esprime una buona qualità ecologica e che essa presenti popolamenti bentonici di fondi molli tipici di aree poco impattate che godono di comunità ben strutturate e qualitativamente eccellenti.

La figura 9 riporta la distribuzione delle specie, suddivise nei 5 Gruppi, nelle 30 stazioni.



**Fig. 11.** Valori AMBI nelle stazioni di campionamento

Negli ultimi anni è stato sviluppato un altro indice cumulativo, il M-AMBI, in cui vengono combinati l'indice di diversità di Shannon, l'indice AMBI e la ricchezza specifica, con lo scopo di integrare in un unico indice più variabili descrittive delle comunità bentoniche in esame. I valori che derivano dall'applicazione del M-AMBI sono suddivisi in cinque classi di stato ecologico (Tabella 6).

Valore di m-AMBI	Classificazione dell'area
$0.82 < m\text{-AMBI}$	Alto
$0.62 < m\text{-AMBI} \leq 0.82$	Buono
$0.41 < m\text{-AMBI} \leq 0.61$	Moderato
$0.20 < m\text{-AMBI} \leq 0.40$	Povero
$0 < m\text{-AMBI} \leq 0.20$	Pessimo

*Tab. 7.* Classi di stato ecologico (M-AMBI)

La modalità di calcolo dell'm-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette metriche con tecniche di analisi statistica multivariata. Il valore dell'm-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) richiesto dalla Direttiva 2000/60/CEE.

Tali indici verranno utilizzati per definire lo stato di qualità delle comunità bentoniche di fondo mobile campionate.

L'area analizzata presenta valori di M-AMBI che ricadono nelle classificazioni Alto e Buono (Tab) che confermano l'elevata qualità ecologica riscontrata nella zona.

Anche in questo caso si può osservare, in accordo con le altre analisi, che i valori più alti dello stato ecologico ricadano nelle stazioni B2, B 18, B19, B31, B36, B37 e B56 e che i transetti antistanti il Mignone e Capo Linaro presentano, in media, alti valori di M-AMBI index; dato che conferma sia l'importanza ecologica dei popolamenti riscontrati nei due transetti sia l'elevata qualità ambientale delle due aree.

Nella figura qui di seguito vengono riportati i valori del MAMBI nelle 30 stazioni

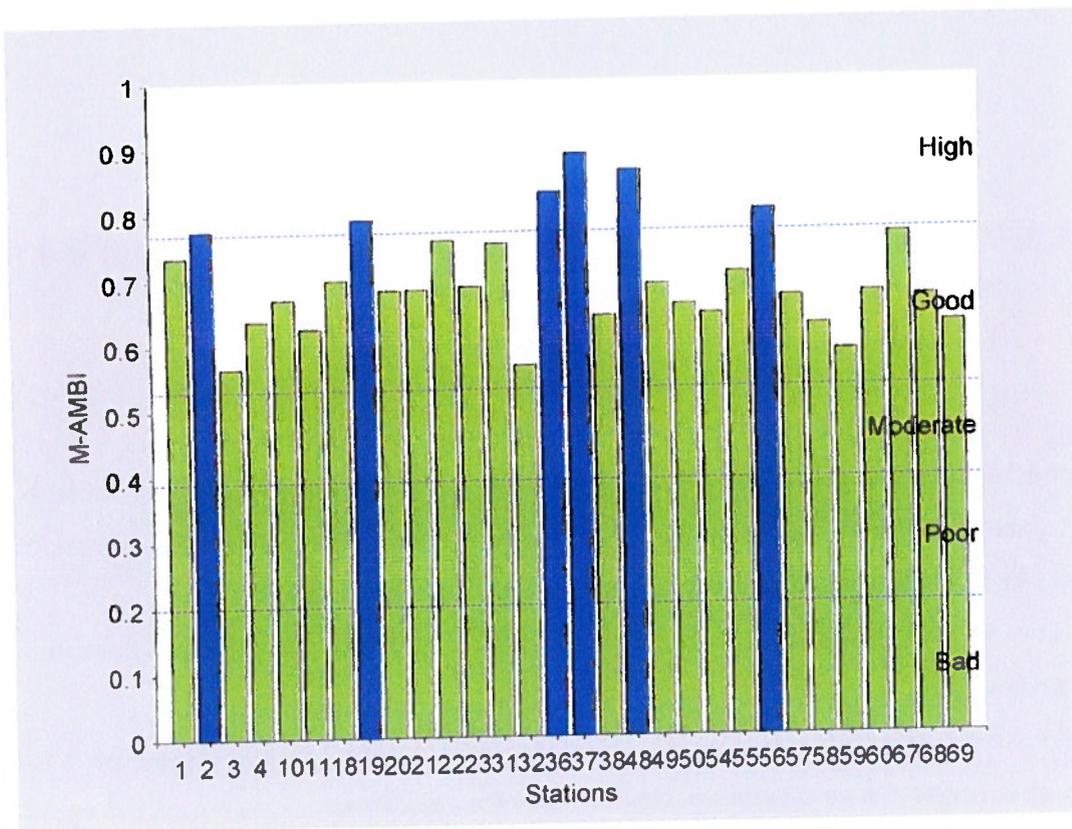


Fig. 12. Valori di MAMBI nelle 30 stazioni

#### 4.5. Caratterizzazione bionomica

Per la nomenclatura delle unità biocenotiche, il metodo di assegnazione ed il concetto di biocenosi si è fatto riferimento al manuale *Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Mediterranee* pubblicato da Peres & Picard (1969) ed aggiornato da Meinesz et al. (1983) (si fa riferimento ad esso anche per quanto riguarda il modello di zonazione mediterranea).

Ogni biocenosi è stata assegnata utilizzando i dati ricavati dall'analisi tassonomica delle comunità, evidenziando, in particolare, le specie considerate caratteristiche esclusive e preferenziali.

Nell'area esaminata sono state assegnate tre biocenosi caratteristiche più una facies:

1. **Biocenosi SFBC** (sabbie fini ben calibrate).
2. **Biocenosi DC** (detritico costiero).
3. **Biocenosi VTC** (fanghi terrigeni costieri).
4. **Facies VTC/s** (facies a limi sabbiosi della biocenosi VTC).

Nell'immagine che segue è riportata l'intera area di studio con le relative biocenosi:

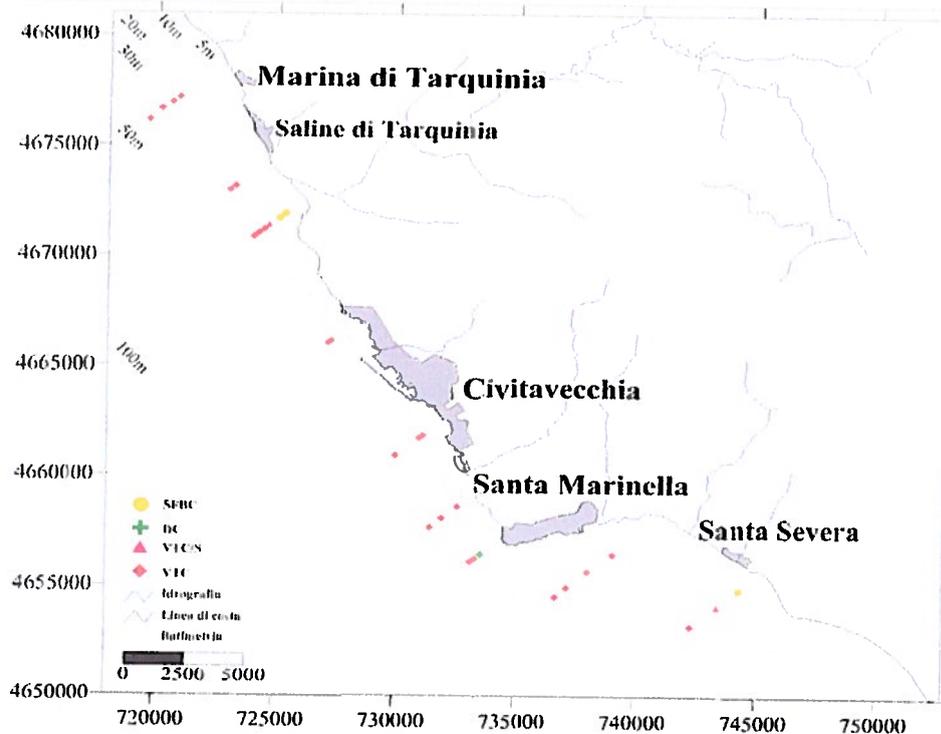


Fig. 13. Distribuzione delle biocenosi bentoniche all'interno dell'area di studio

#### **Biocenosi SFBC (sabbie fini ben calibrate):**

Questa biocenosi è inserita nel piano infralitorale (con limite inferiore dato dalla profondità di compensazione delle fanerogame marine); essa è associata a sabbie fini con granulometria omogenea generalmente di origine continentale (degradazione rocce litorali e apporti fluviali) ma può essere presente, in zone a ridotto idrodinamismo ed in prossimità di foci fluviali, una certa percentuale di componente fangosa.

Tale unità bionomica è stata localizzata nelle stazioni più superficiali; in B 67 (13.5 m) localizzata nell'area antistante il Castello di Santa Severa, e nelle due stazioni B 18 (10m) e B 19 (16.7m), poste nella zona limitrofa la foce del fiume Mignone.

L'abbondanza del Polichete *Owenia fusiformis* ed altre specie (es. *Sternaspis scutata* e *Labidoplax digitata*), che tollerano frazioni più fini di sedimento e detrito organico, indicano che la popolazione è associata a sabbie infangate (nelle stazioni B 18 e B19 è presente anche una percentuale di detrito organico di origine fluviale).

In queste due stazioni si propone l'inserimento della *Facies ad Owenia fusiformis* (da Nouveau

manuel de bionomie benthique de la mer Mediterranee J.M. Peres et Picard).

Specie caratteristiche campionate:

- *Owenia fusiformis* (Policheti), che compone le *Facies ad Owenia f. (B18 e B19)*
- *Sigalion mathildae* (Policheti)
- *Uruthoe pulchella* (Anfipodi)
- *Nassarius mutabilis* (Gasteropodi)
- *Spisula subtruncata* (Bivalvi)
- *Tellina pulchella* (Bivalvi)
- *Tellina albicans* (Bivalvi)
- *Tellina fabula* (Bivalvi)
- *Tellina tenuis* (Bivalvi)
- *Idotea linearis* (Isopodi)

**Biocenosi DC (detritico costiero):**

Questa Biocenosi è localizzata nel piano circolitorale, immediatamente al di sotto del limite inferiore del infralitorale; queste sono zone di accumulo di detrito provenienti dalle formazioni infralitorali e circolitorali limitrofe.

La natura del sedimento può essere di varia natura, e dipende generalmente dalla natura del infralitorale, ma è spesso associato ad un alta componente di origine zoobentonica come frammenti e conchiglie di Gasteropodi e Bivalvi o rami di Briozoi (è da segnalare l'altissima percentuale, nel nostro campione, di gusci e frammenti del Gasteropode *Turritella communis* e *Turritella turbona*).

La stazione associata a tale biocenosi è la B54 posta ad una profondità di 29.6 m, stazione che registra un'altissima componente di detrito di origine biologico come gusci del gasteropode *Turritella sp.*, frammenti del Briozoo *Sertella sp.* e dell'alga *Peyssonelia sp.*

Specie caratteristiche campionate :

- *Moerella donacina* (Bivalvi)
- *Ophiura albida* (Echinodermi)
- *Echinociamus pusillus* (Echinodermi)

**Biocenosi VTC (fanghi terrigeni costieri):**

Questa biocenosi, inserita nel piano circolitorale, si riscontra in aree dove le condizioni idrodinamiche favoriscono la deposizione delle frazioni più fini di sedimento.

La VTC risultata l'unità bionomica più estesa dell'area, riscontrata in tutte le stazioni comprese nella fascia batometrica tra i 25m e i 40 m dove il fondale si presenta composto in massima parte da peliti. (B1, B2, B3, B4, B10, B11, B21, B22, B23, B31, B36, B37, B38, B48, B49, B50, B55, B56, B57, B58, B59 e B69).

Specie caratteristiche campionate:

- *Sternaspis scutata* (Policheti)
- *Paraprionospio pinnata* (Policheti)
- *Owenia fusiformis* (presente anche in SFBC)
- *Abra nitida* (Bivalvi)
- *Labioplax digitata* (Echinodermi)
- *Trachytione elongata* (Echinodermi)
- *Trachytione tergestina* (Echinodermi)
- Specie accompagnatrici:
- *Alpheus glaber* (Crostei)
- *Goneplax rhomboides* (Crostei)
- *Amphiura chiajei* (Echinodermi)

**Facies VTC/s (facies a limi sabbiosi del VTC):**

Questa facies si localizza generalmente ai limiti che separano le biocenosi VTC (Fanghi terrigeni costieri) e SFBC (sabbie fini ben calibrate), ed è caratterizzata da sedimenti di origine mista sabbia-fango.

In natura non è possibile definire il limite fisico tra le due biocenosi, e la Facies VTC/s (facies a limi sabbiosi della biocenosi VTC ) esprime proprio questo continuum ecologico.

L'eterogeneità dei sedimenti crea una maggiore disponibilità di nicchie per cui il popolamento è composto da specie caratteristiche di entrambe le biocenosi, intercalate a specie accompagnatrici che presentano affinità per le sabbie ad alta e media componente fangosa.

Le stazioni in cui ritroviamo questa facies sono B68 (18m) e B 20 (19.5m) ; il continuum ecologico è evidente nel transetto che comprende quest'ultima (localizzato nell'area antistante la foce del fiume Mignone) infatti si possono osservare le stazioni B19 (SFBC, sabbie fini ben calibrate) e B21 (VTC, fanghi terrigeni costieri) intercalate dalla B 20 (VTC's, facies a limi sabbiosi della biocenosi VTC).

**Specie caratteristiche SFBC:**

- *Tellina pulchella* (Bivalvi)
- *Pharus legumen* (Bivalvi)

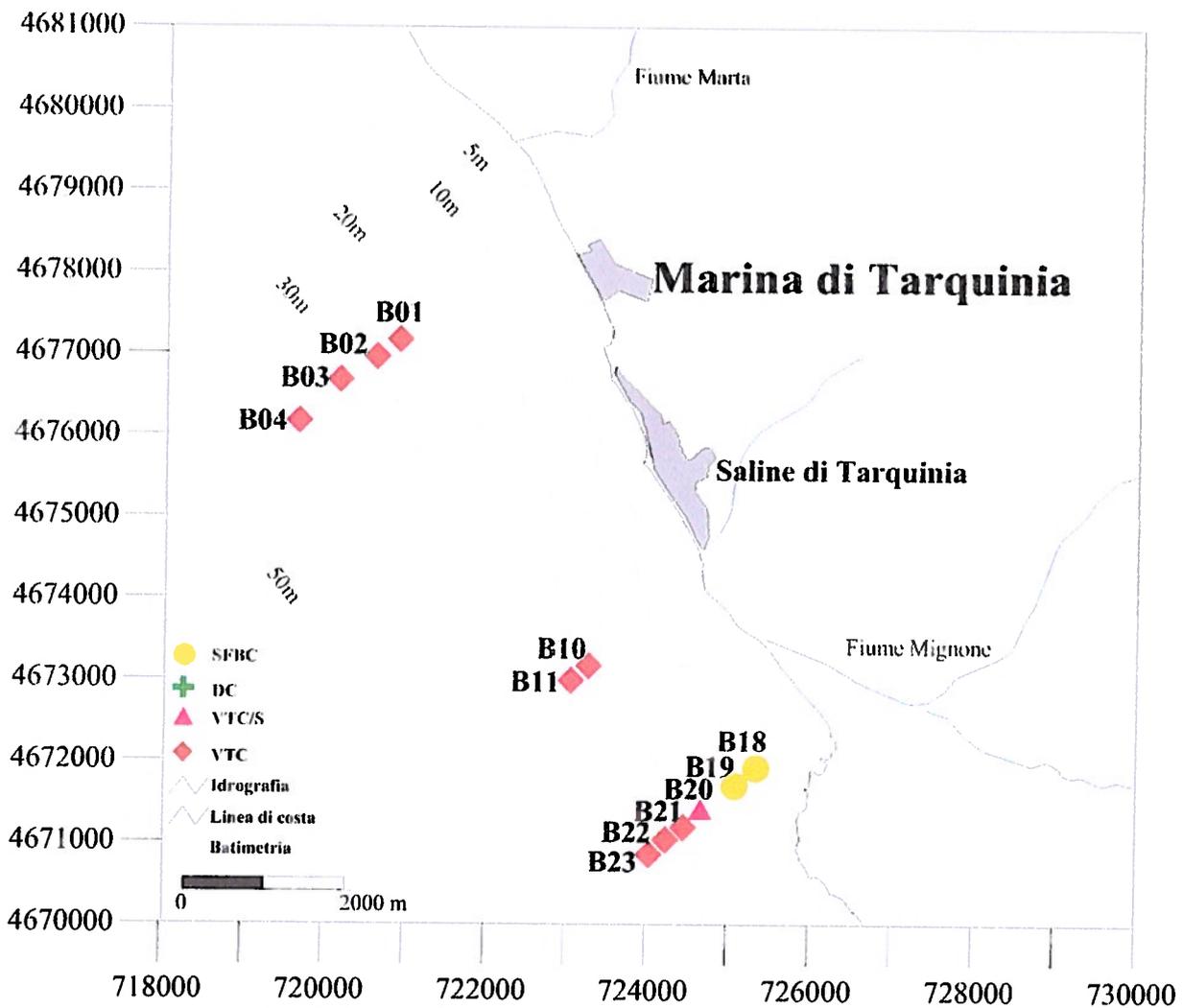
**Specie caratteristiche VTC:**

- *Paraprionospio pinnata* (Policheti)
- *Abra nitida* (Bivalvi)

**Specie mixticole e limicole che testimoniano la presenza di sedimenti sabbiosi infangati:**

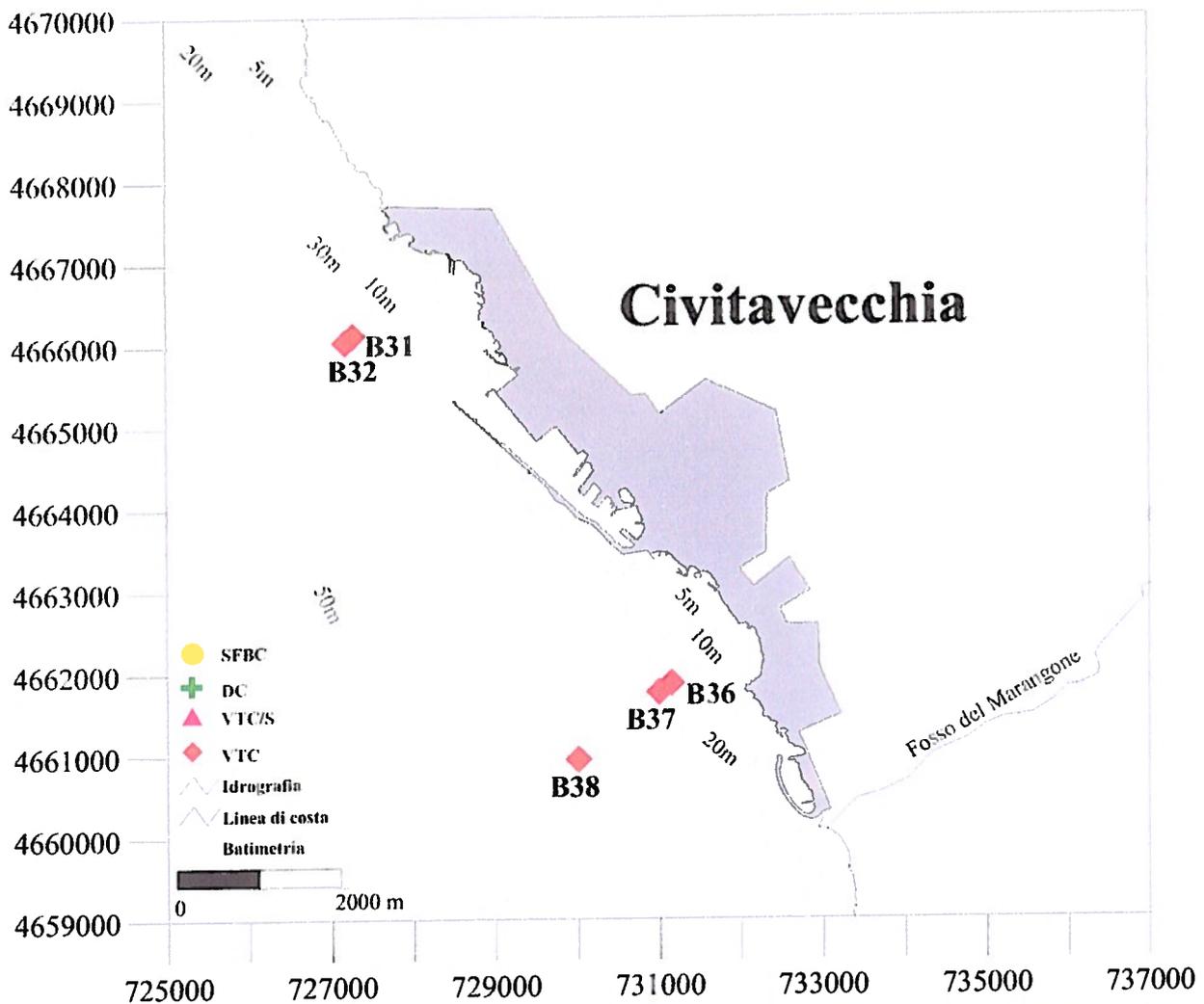
- *Lumbrineris latreilli* (Policheti, mixticoli)
- *Glycera unicornis* (Policheti, mixticoli)
- *Apseudes acutifrons* (Tanaidacei, mixticoli)
- *Nephtys incisa* (Policheti, limicoli)
- *Corbula gibba* (Bivalvi, limicoli)

E' riportata in seguito la distribuzione delle biocenosi nell'area di studio, ripartita in 3 ingrandimenti (Fig. 12A, 12B e 12 C).



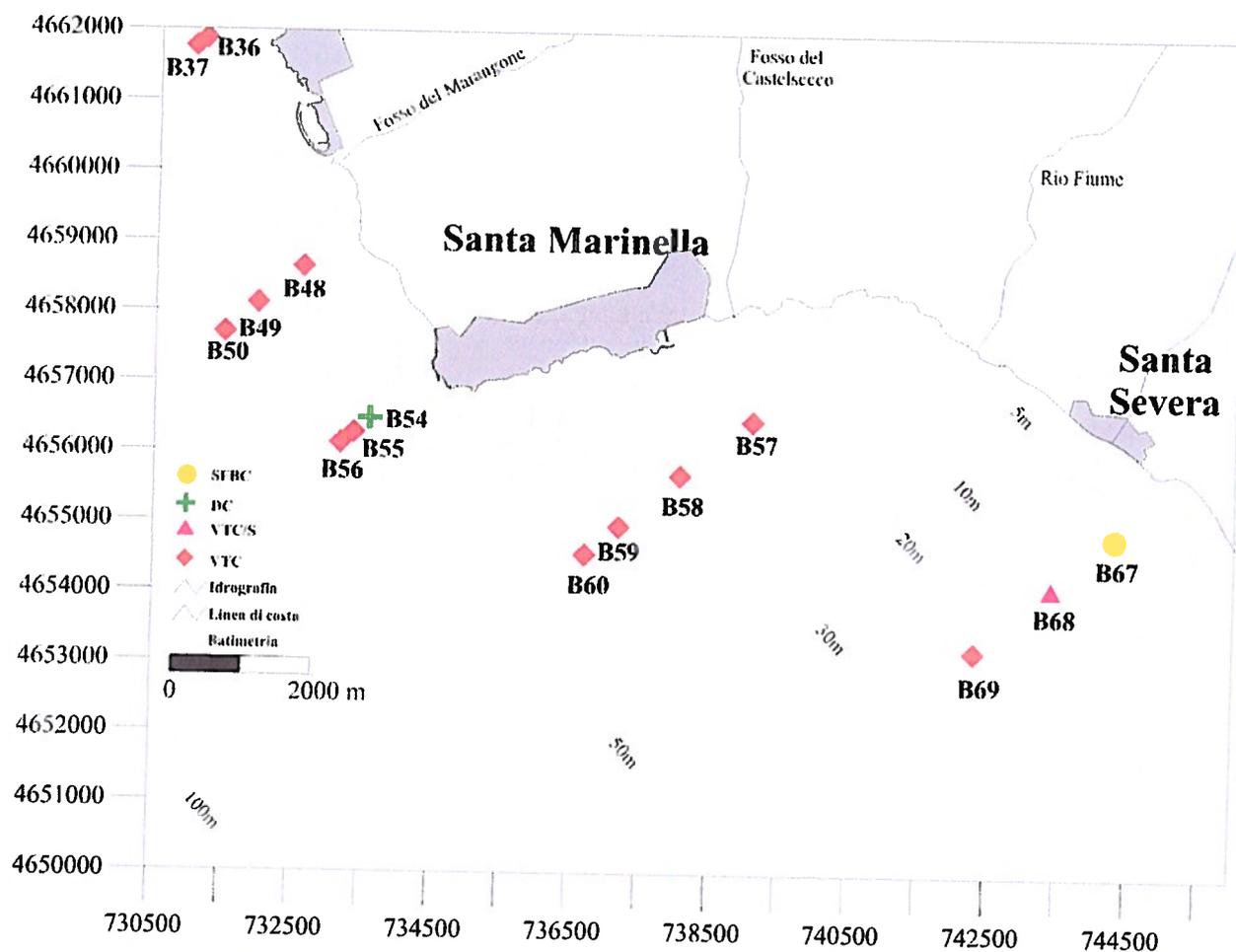
**Fig. 14.** Biocenosi bentoniche identificate tra Marina di Tarquinia e Punta Sant'Agostino

- **SFBC: Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate**
- + **DC: Biocenosi del Detritico Costiero**
- ▲ **VTC/S: Facies a Limi Sabbiosi della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri**
- ◆ **VTC: Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri**



**Fig. 15.** Biocenosi bentoniche identificate tra Punta Sant'Agostino e Punta del Pecoraro

- SFBC: Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate
- + DC: Biocenosi del Detritico Costiero
- ▲ VTC/S: Facies a Limi Sabbiosi della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri
- ◆ VTC: Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri



**Fig. 16.** Biocenosi bentoniche identificate tra Punta del Pecoraro e Santa Severa

- **SFBC:** Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate
- + **DC:** Biocenosi del Detritico Costiero
- ▲ **VTC/S:** Facies a Limi Sabbiosi della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri
- ◆ **VTC:** Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri

## 5. Conclusioni

Le comunità bentoniche di fondo mobile esaminate sono insediate, specialmente oltre i 25 metri di profondità, su di un substrato composto da sedimenti misti con alta componente fangosa.

Questo comporta che la maggior parte dell'area presenti un popolamento composto in massima parte da specie mixticole e limicole a scapito delle specie che prediligono sedimenti sabbiosi, molto meno abbondanti.

Anche se l'area presenta in generale una buona qualità ambientale (tutte le stazioni presentano valori di AMBI e M-AMBI compresi tra alta e buona qualità), le comunità meglio strutturate si osservano nel tratto di litorale antistante la foce del fiume Mignone (dove si propone l'inserimento della nuova facies a *Owenia fusiformis*) e nel settore di mare antistante Capo Linaro.

Si è rivelata piuttosto povera invece la zona sud-orientale, compresa tra il porto di Santa Marinella e il Castello di Santa Severa, forse in relazione alla minore eterogeneità di ambienti, al minore apporto di detrito di origine fluviale (in questa zona si osserva anche una minore estensione delle praterie di *Posidonia oceanica*), ma anche in correlazione alla struttura del fondale, che degradando più dolcemente, permettendo l'accumulo di sedimento più fine che porta ad un'omogenizzazione delle biocenosi (in gran parte VTC, fanghi terrigeni costieri).

È da sottolineare, soprattutto nelle stazioni localizzate nel settore di mare compreso tra Marina di Tarquinia e la foce del fiume Marangone, la presenza di ingenti quantità di detrito organogeno grossolano, rappresentato da gusci di Molluschi e frammenti di Briozoi e biodetrito di origine vegetale (generalmente resti di *Posidonia oceanica*).

La presenza di tale detrito, legato a formazioni rocciose dell'infralitorale e praterie di *Posidonia oceanica*, rappresenta una delle vie attraverso cui fluisce l'energia negli ecosistemi e svolge un ruolo fondamentale nelle regolazioni di questi ultimi.

Possiamo inoltre osservare che l'area di studio ricade nella fascia media e inferiore dell'infralitorale e soprattutto nell'orizzonte superiore del circalitorale, zone in cui il flusso di energia, è veicolato soprattutto da:

- Praterie di *Posidonia oceanica* e Biocenosi delle alghe fotofile;
- Detrito organogeno proveniente dalle biocenosi di fondo duro;
- Detrito di origine continentale trasportato dai fiumi Marangone e Mignone.

E' proprio questo flusso di energia che permette la presenza delle biocenosi ricche e ben

strutturate osservate nell'area.

In conclusione, l'area esaminata, presenta una distribuzione delle biocenosi che ricalca perfettamente l'andamento descritto negli studi precedenti; infatti la distribuzione delle specie segue principalmente due fattori, il gradiente batimetrico e la distribuzione dei sedimenti legata ad esso, evidenziando che nell'area la comunità bentonica è influenzata soprattutto dalle caratteristiche fisiche ed edafiche e risente solo in minima parte dell'impatto antropico legato alle attività costiere presenti nell'area di studio.

## 6. Bibliografia

- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000a. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114.
- Campoy, A. 1982. Fauna de Espana. Fauna de Anelidos Poliquetos de la Peninsula Iberica. EUNSA (Ediciones de la Universidad de Navarra S. A.). 781 pp.
- Chevreux & Fage, L., 1925. *Amphipodes. Faune de France*, 9: 1-488.
- Costa F. & Krapp T. & Ruffo S. , 2009. *Atlante degli Anfipodi mediterranei*. MURSIA Italia. 134 pp.
- Costa, F., T. Krapp & S. Ruffo, 2009: *Atlante degli Anfipodi Mediterranei*. Guida illustrata a colori. - Atlas for Mediterranean Amphipods. Guide with colour illustrations. Edizione Mursia, Milano, 210 pp.
- Damiani v., Bianchi N.C., Ferretti O., Bedulli D., Morri C., Viel M., Zurlino G. Risultati di una ricerca ecologica sul sistema marino costiero pugliese. 1988. *Thalassia Salentina* 18: 153-169.
- Day, J. h., 1967a, *Polychaeta of southern Africa. Part 1. Errantia*. london, british Mus. (nat. hist.), publ. n. 655, 458p.
- Day, J. h., 1967b, *Polychaeta of southern Africa. Part 2. Sedentaria*. london, british Mus. (nat. hist.), publ. n. 656, 420p.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms: Definitions and keys to orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 28:1–190.
- Fauchald, K. AND P. A. JUMARS. 1979. The diet of worms. A study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 17:193–284.
- Fauvel, p., 1923, Polychètes errantes. *Faune Fr.*, 5: 1-488.
- Fauvel, p., 1927, Polychètes Sedentaires. addenda aux Errantes, Archiannelides, Mysostomaires. *Faune Fr.*, 16: 1-494.
- Grall, J., Glé marec, M., 1997. Using biotic indices to estimate macroben- thic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44, 43–53.
- Hayward PJ and Ryland JS (1996) *Handbook of the marine fauna of north-west Europe*, Oxford University Press, Oxford: 1-800.
- Minelli A, Ruffo S, La Posta S (1995) Checklist delle specie della Fauna italiana. Calderini,

Bologna. <http://www.comitato.faunaitalia.it/Pubblicazioni.html>.

- Muxika, J., Borja, Á., And Bonne, W. (2005). The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators*, Volume 5, Pages 19-31.
- Occhipinti Ambrogi A., Forni G., 2004. Biotic indices. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Eds.), *Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. Biologia Marina Mediterranea*, 11 (Suppl.1): 545-572.
- Pérès J. M., Picard J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume*, 31 (47): 5-137.
- Riedl R., 1991. Fauna e Flora del Mediterraneo. *Franco Muzzio Editore*: 777 pp.
- Ruffo, S. 1982. The Amphipoda of the Mediterranean, Part 1. Gammaridea (Achantonotozomatidae to Gammaridea) *Mèmoires de l'institut océanographique, Monaco* 13: 1-364.
- Ruffo, S. 1989. The Amphipoda of the Mediterranean, Part 2. Gammaridea (Haustiriidae to Lysanassidae) *Mèmoires de l'institut océanographique, Monaco* 13: 365 – 576.
- Ruffo, S. 1993a. The Amphipoda of the Mediterranean, Part 3. Gammaridea (Melphidippidae to Talitridae), Ingilfiellidea, Caprellidae. *Mèmoires de l'institut océanographique, Monaco* 13:577-813.
- Ruffo, S. 1993b. Family Podoceidae. Pp 669-680 in *S. Ruffo ed The Amphipoda of the Mediterranean, Part 3. Gammaridea (Melphidippidae to Talitridae), Ingilfiellidea, Caprellidae. Mèmoires de l'institut océanographique, Monaco* 13.
- Salas, F., Patri'cio, J., Marques, J.C., 2006. *Ecological Indicators in Coastal and Estuarine Environmental Quality Assessment. A User Friendly Guide for Practitioners*. University of Coimbra Press, 131 pp.
- Tortonese E., 1965. Echinodermata - Fauna d'Italia, VI. Ed. Calderini, Bologna. XIII+422 pp., 186 figg.
- Zariquiey Álvarez, R., 1968. Crustáceas Decápodos ibéricos. *Investigacion Pesquera*, 32, 1-510.

