

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO  
PESCHE (IS)

DOTTORATO DI RICERCA IN  
*AMBIENTE E TERRITORIO*

*“Pianificazione e valutazione delle risorse ambientali e  
gestione del territorio”*

XXIII CICLO

Tesi di dottorato

*Studio geologico-paleontologico della evoluzione  
paleoambientale della costa molisana nel corso del tardo  
Pleistocene-Olocene con particolare riguardo alla trasgressione  
versiliana*

SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE MIUR:  
GEO/01, GEO/04

Relatore:

Prof.ssa Carmen Maria Roskopf

*Carmen M. Roskopf*

Candidato

Dott. Carmine D'Amico

Co-relatore:

Prof.ssa Daniela Esu

*Daniela Esu*

matricola:

141220

Coordinatore:

Prof. Fulyio Celico

*Fulyio Celico*



*Alla memoria di Nonno Carmine*



## INDICE

<b>1 - Introduzione</b>	pag. 1
1.1 Il clima del passato e le variazioni del livello del mare: stato dell'arte	pag. 1
1.2 Finalità della ricerca	pag. 13
<b>2 - Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area costiera molisana</b>	pag. 14
<b>3 - Materiali e metodi</b>	pag. 23
3.1 - Analisi sedimentologiche	pag. 24
3.2 - Analisi paleontologiche	pag. 25
3.3 - Analisi polliniche	pag. 32
3.4 - Analisi geocronologiche	pag. 33
<b>4 - Risultati</b>	pag. 35
<b>4.1 - Area della foce del fiume Trigno</b>	pag. 35
4.1.1 - Assetto geomorfologico-geologico	pag. 36
4.1.2 - Sedimentologia	pag. 37
4.1.2.1 - Sondaggio MBS1	pag. 37
4.1.2.2 - Sondaggio MBS2	pag. 42
4.1.2.3 - Sondaggio MBS3	pag. 49
4.1.3 - Paleontologia	pag. 54
4.1.3.1 - Sondaggio MBS1	pag. 55
4.1.3.2 - Sondaggio MBS2	pag. 75
4.1.3.3 - Sondaggio MBS3	pag. 100
4.1.4 - Palinologia	pag. 120
4.1.4.1 - Sondaggio MBS3	pag. 120
4.1.5 - Geocronologia	pag. 121
4.1.5.1 - Sondaggio MBS3	pag. 121
<b>4.2 - Area del Porto di Termoli</b>	pag. 124
4.2.1 - Assetto geomorfologico-geologico	pag. 125
4.2.2 - Sedimentologia	pag. 126



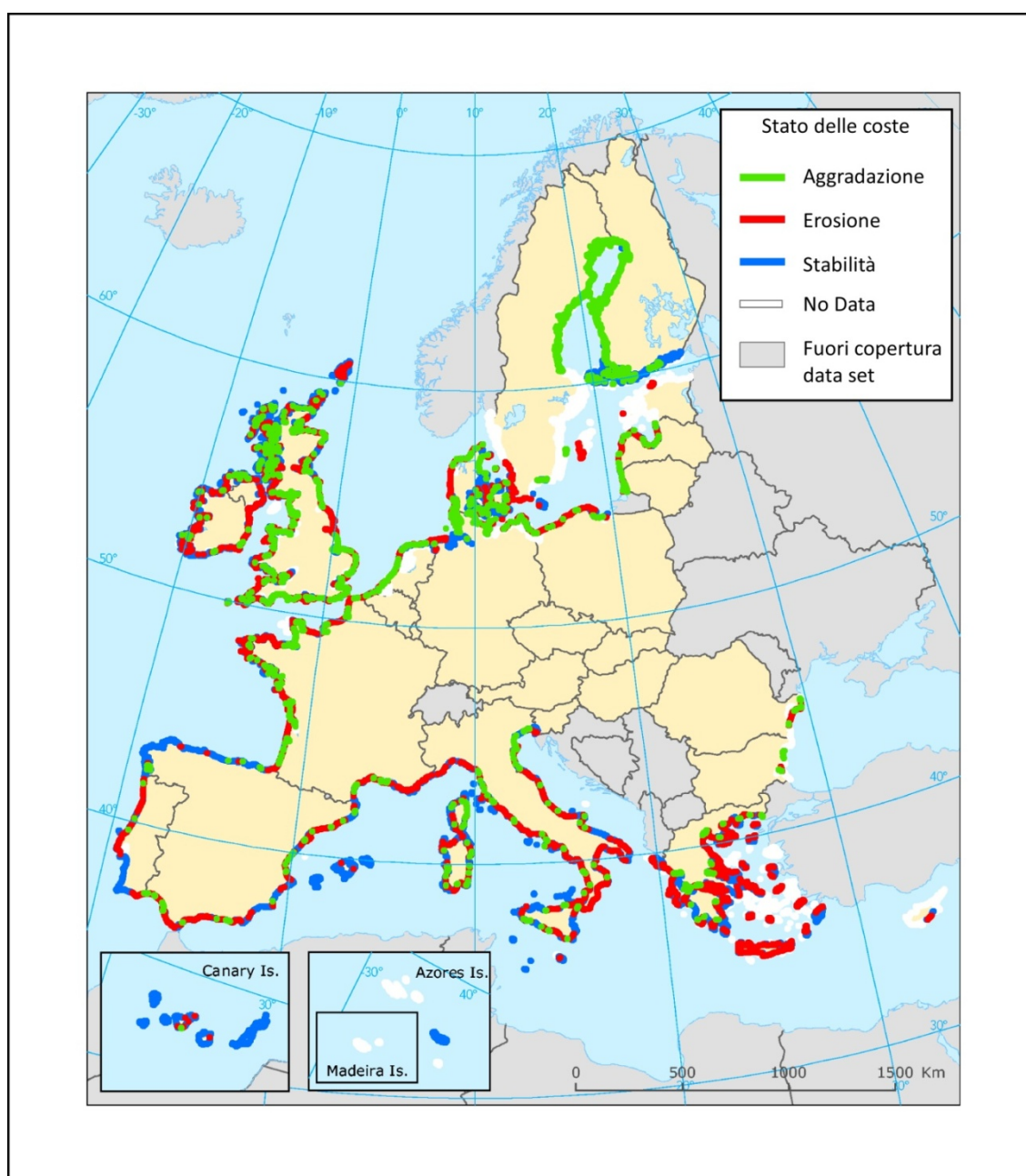
4.2.2.1 - Sondaggio TS3	pag. 126
4.2.2.2 - Sondaggio TS4	pag. 130
4.2.2.3 - Sondaggio TS5	pag. 137
4.2.3 - Paleontologia	pag. 142
4.2.3.1 - Sondaggio TS3	pag. 142
4.2.3.2 - Sondaggio TS4	pag. 144
4.2.3.3 - Sondaggio TS5	pag. 146
<b>5 - Discussione</b>	pag. 149
<b>5.1 - Area della foce del fiume Trigno</b>	pag. 149
<b>5.2 - Area del Porto di Termoli</b>	pag. 163
<b>6 - Conclusioni</b>	pag. 168
<b>Bibliografia</b>	pag. 170
<b>Appendice 1-5</b>	
<b>Tavole</b>	



## 1. Introduzione

### 1.1 Il clima del passato e le variazioni del livello del mare: stato dell'arte

Nelle aree costiere e negli ambienti marini si registrano gli effetti diretti delle variazioni del livello del mare. Lo studio dei fenomeni naturali che regolano le tendenze evolutive dell'ambiente costiero assume una rilevanza fondamentale per la comprensione dei processi di arretramento e avanzamento della linea di riva che attualmente interessano i litorali dell'area atlantico-mediterranea (Fig. 1.1.1) (EEA, 2006).



**Fig. 1.1.1** – Mappa dei *patterns* dell'erosione costiera in Europa (2004) [da EEA (European Environment Agency), 2006].



La discriminazione dei molteplici fattori naturali che regolano l'espressione dei fenomeni legati alle variazioni del livello del mare e la comprensione della loro natura sono di fondamentale importanza nella quantificazione del ruolo svolto dall'eccessiva antropizzazione dei tempi moderni nell'esasperazione di tali processi (Pirazzoli, 2000; Aucelli et al., 2006; EEA, 2006; Antonioli & Silenzi, 2007).

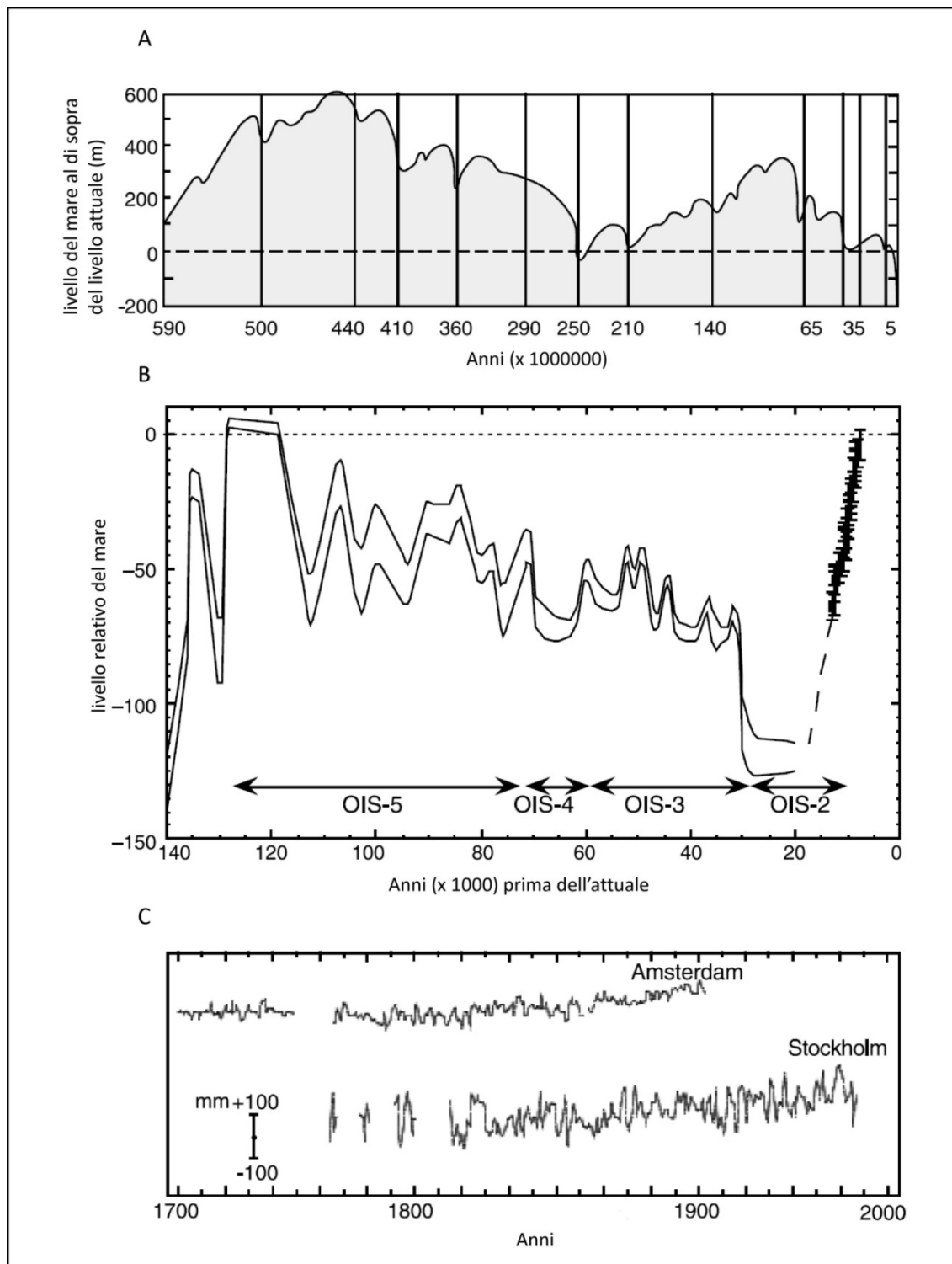
Trascorrendo una giornata in spiaggia chiunque in maniera diretta può osservare le variazioni positive e negative del livello del mare connesse con il fenomeno delle maree. Le maree sono causate da processi legati all'attrazione gravitazionale tra il nostro pianeta e la luna che portano all'innalzamento e all'abbassamento giornaliero del livello del mare rispetto alle terre emerse. L'entità di tali oscillazioni è influenzata da diversi fattori fra i quali spiccano le variazioni di diversi parametri orbitali, i fenomeni meteorologici, le tempeste ed i venti prevalenti, essendo le escursioni in alcune aree di pochi centimetri, in altre anche di qualche metro. Nelle aree costiere conseguentemente all'innalzamento del livello del mare dovuto alle maree si ha un avanzamento relativo della linea di riva verso terra, mentre a seguito dell'abbassamento si registra uno spostamento verso mare. Il numero di oscillazioni giornaliere del livello del mare legate al fenomeno delle maree varia in differenti aree del pianeta: ci sono punti in cui si registrano 2 cicli, cioè si hanno 2 fasi di innalzamento del livello del mare e 2 di abbassamento (sistemi tidali semidiurni), altri in cui si registra 1 solo ciclo (sistemi tidali diurni), altri punti ancora dove in alcuni periodi si hanno cicli diurni, in altri semidiurni (sistemi tidali misti) (Weedon, 2003).

Le variazioni del livello del mare dovute alle maree si verificano ad una scala temporale molto breve (giornaliera) e per questo motivo possono essere direttamente osservate e studiate. Esistono variazioni del livello del mare con ciclicità che si sviluppa in tempi molto più lunghi (periodo di migliaia, decine di migliaia, centinaia di migliaia, milioni e centinaia di milioni di anni) e che noi non riusciamo a percepire in maniera diretta. Tale ciclicità può essere individuata e caratterizzata attraverso lo studio del record geologico, soprattutto quello derivato dall'accumulo di sedimenti negli ambienti costieri e marini del passato (Fig. 1.1.2).



**Fig. 1.1.2** – Sedimentazione ciclica connessa con la ciclicità orbitale milankovitchiana nella Formazione dei Trubi dello Zancleano (Pliocene), presso Scala dei Turchi (Agrigento, Sicilia) (cfr. Cita & Pillans, 2010) (download della foto il 27/09/2010 da [http://it.wikipedia.org/wiki/File:Scala\\_dei\\_Turchi\\_panorama.jpg](http://it.wikipedia.org/wiki/File:Scala_dei_Turchi_panorama.jpg)).

Gli studi di stratigrafia sequenziale che si sono sviluppati negli ultimi 3 decenni (Coe, 2003, *cum bibl.*; Abbott & Carter, 2007, *cum bibl.*; Miall, 2010, *cum bibl.*) associati ai progressi raggiunti nei diversi rami della stratigrafia (fra le altre la stratigrafia isotopica, la biostratigrafia e la magnetostratigrafia) hanno permesso di individuare diversi ordini di ciclicità deposizionale di lungo periodo connessa con variazioni cicliche del livello del mare (Haq et al., 1988; Lambeck et al., 2002; Mabesoone & Neumann, 2005; Abbott & Carter, 2007) (Fig. 1.1.3).



**Fig. 1.1.3** – Variazione temporale del livello del mare a tre scale differenti scale del tempo (da Lambeck et al. 2002). **A)** oscillazioni con ciclicità dell'ordine dei  $10^8$ anni così come ricavato dalla stratigrafia sequenziale (sismica); le oscillazioni maggiori sono legate alla collisione tra continenti ed alla formazione di nuove dorsali oceaniche. **B)** Cambiamenti relativi del livello del mare (Penisola di Huon, Papua Nuova Guinea) con ciclicità dell'ordine di  $10^5$  anni; le oscillazioni sono il risultato dell'alternarsi delle fasi glaciali-interglaciali connessi con la ciclicità milankovitchiana. **C)** Variazioni del livello del mare alla scala temporale centennale-annuale così come ricavato dalle misure delle maree ad Amsterdam e Stoccolma. Le cause primarie di queste variazioni sono di origine climatica.

La stratigrafia sequenziale si avvale di un modello stratigrafico che permette di distinguere e caratterizzare insiemi di strati rocciosi ciascuno (insieme) dei quali si è depositato durante un

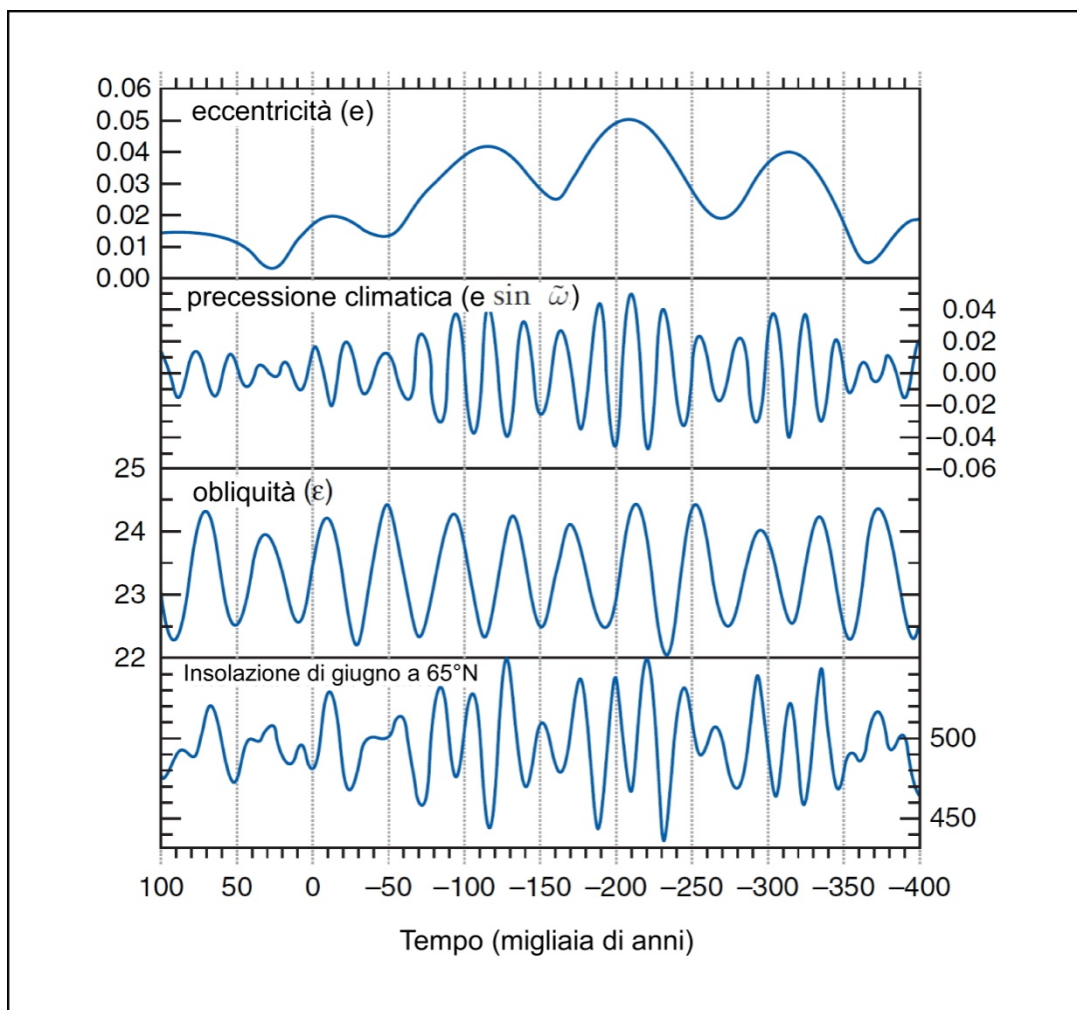


ciclo di relativo cambiamento del livello del mare e/o di cambiamento nella quantità di sedimento disponibile per la sedimentazione. Il modello combina i metodi propri della stratigrafia classica che permettono la correlazione dei pacchi di sedimenti costituenti le rocce attraverso la caratterizzazione delle proprietà fisiche e chimiche delle rocce stesse (litologia, contenuto fossilifero, analisi mineralogiche, caratteristiche magnetiche, variazioni isotopiche di elementi chimici, ecc) e l'analisi delle facies per ricostruire gli ambienti ed i sistemi sedimentari del passato (Coe, 2003). Abbott & Carter (2007) segnalano che dalla copiosa letteratura che utilizza la stratigrafia sequenziale come metodo di analisi si ricavano fino a 7 ordini di ciclicità del livello del mare: la ciclicità di primo e secondo ordine è legata principalmente ai processi della tettonica a placche; i cicli di terzo e quarto ordine sono variamente connessi con fenomeni di tettonica regionale o di eustatismo di origine sconosciuta; la ciclicità di quinto, sesto e settimo ordine corrisponde al glacio-eustatismo legato alle variazioni dei parametri orbitali di tipo milankovitchiano.

Il Quaternario è un periodo geologico che abbraccia gli ultimi 2,58 milioni di anni (Ma) circa della storia del nostro pianeta (Gibbard et al., 2010). Questo periodo comprende due epoche: il Pleistocene che inizia 2,58 Ma circa di anni fa e l'Olocene che, secondo la sua attuale formale definizione (Walker et al., 2009), comincia 11700 anni prima del 2000 d.C. e arriva fino ai giorni nostri. Le rocce sedimentarie del Quaternario, essendo meglio conservate rispetto a quelle di età precedente (relativo minore coinvolgimento nella tettonogenesi e quindi minor grado di erosione subito) sono potenzialmente molto utili per effettuare le ricostruzioni sulle condizioni ambientali e climatiche dell'epoca in cui si sono formate. Nei depositi quaternari si distingue maggiormente il segnale climatico connesso con la ciclicità teorizzata da Milankovitch (1941) la quale ha portato ripetutamente all'alternarsi di fasi glaciali ed interglaciali. I periodi glaciali sono caratterizzati, a scala planetaria, dall'espansione delle calotte polari, dall'incremento dei ghiacciai sulle catene montuose e dal conseguente drastico abbassamento del livello del mare (regressione). Al contrario nei periodi interglaciali si registra lo scioglimento dei ghiacci ed il conseguente innalzamento del livello del mare (trasgressione) (Edwards, 2006). Durante il Pleistocene inferiore (2,58-0,8 Ma) hanno dominato cicli di tipo caldo-freddo che si sono alternati con periodicità di 41 mila anni (ka) (obliquità), mentre dal Pleistocene medio all'attuale ha dominato la ciclicità con periodo di 100 ka (eccentricità) (EPICA, 2004; Ehlers & Gibbard, 2007).

La teoria di Milankovitch (Milankovitch, 1941; per una sintesi vedi Berger & Loutre, 2007) postula che i cicli glaciale-interglaciale sono guidati da periodici cambiamenti della radiazione solare incidente (insolazione) alla latitudine di 65° N causati da variazioni prevedibili nell'orbita terrestre (Fig. 1.1.4). Sebbene l'ultima deglaciazione cominciata dopo il massimo

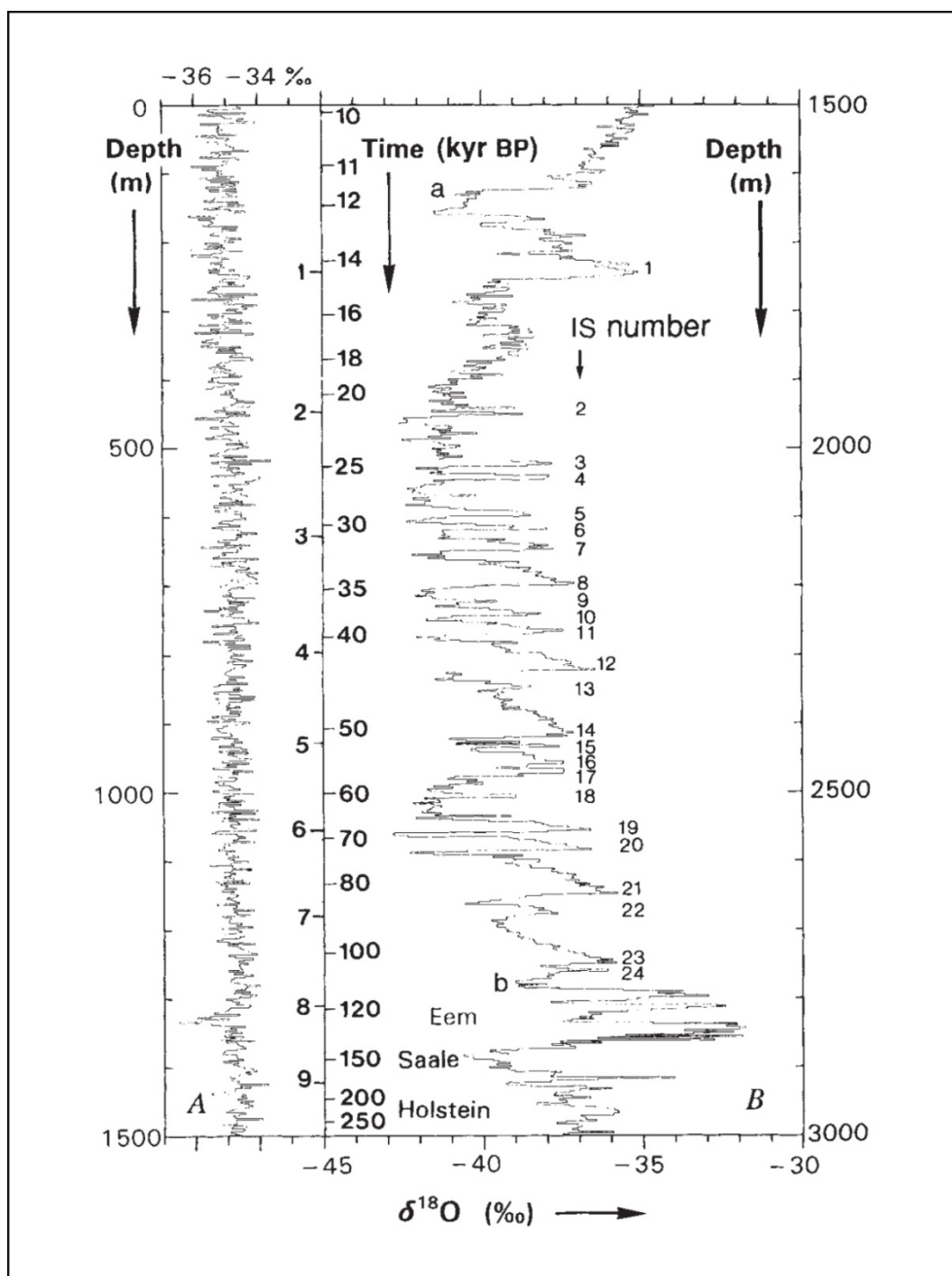
picco glaciale di circa 22 ka fa può essere spiegata esclusivamente attraverso la variazione dell'insolazione solare alla latitudine di 65° N (Stirling et al., 2001) alcuni autori (Esat et al., 1999; Henderson & Slowely, 2000; Karner & Muller, 2000) ritengono che una combinazione di differenti fattori abbia agito sul succedersi dei precedenti cicli glaciale-interglaciale. Secondo Stirling et al. (2001) in particolare, l'insolazione a 65° N ha guidato in maniera determinante anche alcuni dei cicli precedenti all'ultima deglaciazione.



**Fig. 1.1.4** – Esempio dei principi della teoria di Milankovitch (1941). Variazioni di lungo termine per gli ultimi 400 ka e per i prossimi 100 ka dell'eccentricità, della precessione climatica, dell'obliquità e dell'insolazione nel solstizio d'estate a 65° N (in  $WM^2$ ) (da Berger & Loutre, 2007).

Pur essendo i fenomeni glaciali più marcati e meglio distinguibili nel record sedimentario del Quaternario, evidenze dirette di glaciazioni (depositi glaciali in ambiente emerso) si hanno a partire dal tardo Oligocene (35 Ma) (Ehlers & Gibbard, 2007) mentre evidenze di ciclicità di tipo milankovitchiano, connesse con le variazioni dei parametri orbitali della terra, sono state riconosciute per il tardo Paleocene (57 Ma) in carote di sedimenti di ambiente marino profondo (Lourens et al., 2005).

Negli ultimi anni in base ai dati raccolti da diversi autori della letteratura sono emerse evidenze nette dell'esistenza di cicli climatici sub-milankovitchiani (o suborbitali) con periodi inferiori ai 21 ka (minimo della periodicità legata alle variazioni dell'orbita terrestre).



**Fig. 1.1.5** – Curva della variazione del  $\delta^{18}\text{O}$  di una carota di ghiaccio dello spessore di 3000 m prelevata in Groellandia (da Dansgaard et al., 1993). **A**) valori del  $\delta^{18}\text{O}$  dalla superficie fino ai 1500 m di profondità (corrisponde agli ultimi 10 ka BP). **B**) valori del  $\delta^{18}\text{O}$  da 1500 m a 3000 m di profondità (corrisponde all'intervallo compreso tra 10 ka e 250 ka BP). In B sono indicati gli interstadiali (IS, oscillazioni calde all'interno di fasi glaciali) dell'ultimo periodo glaciale. Eem = ultimo interglaciale, Saale = penultimo glaciale, Holstein = penultimo interglaciale.

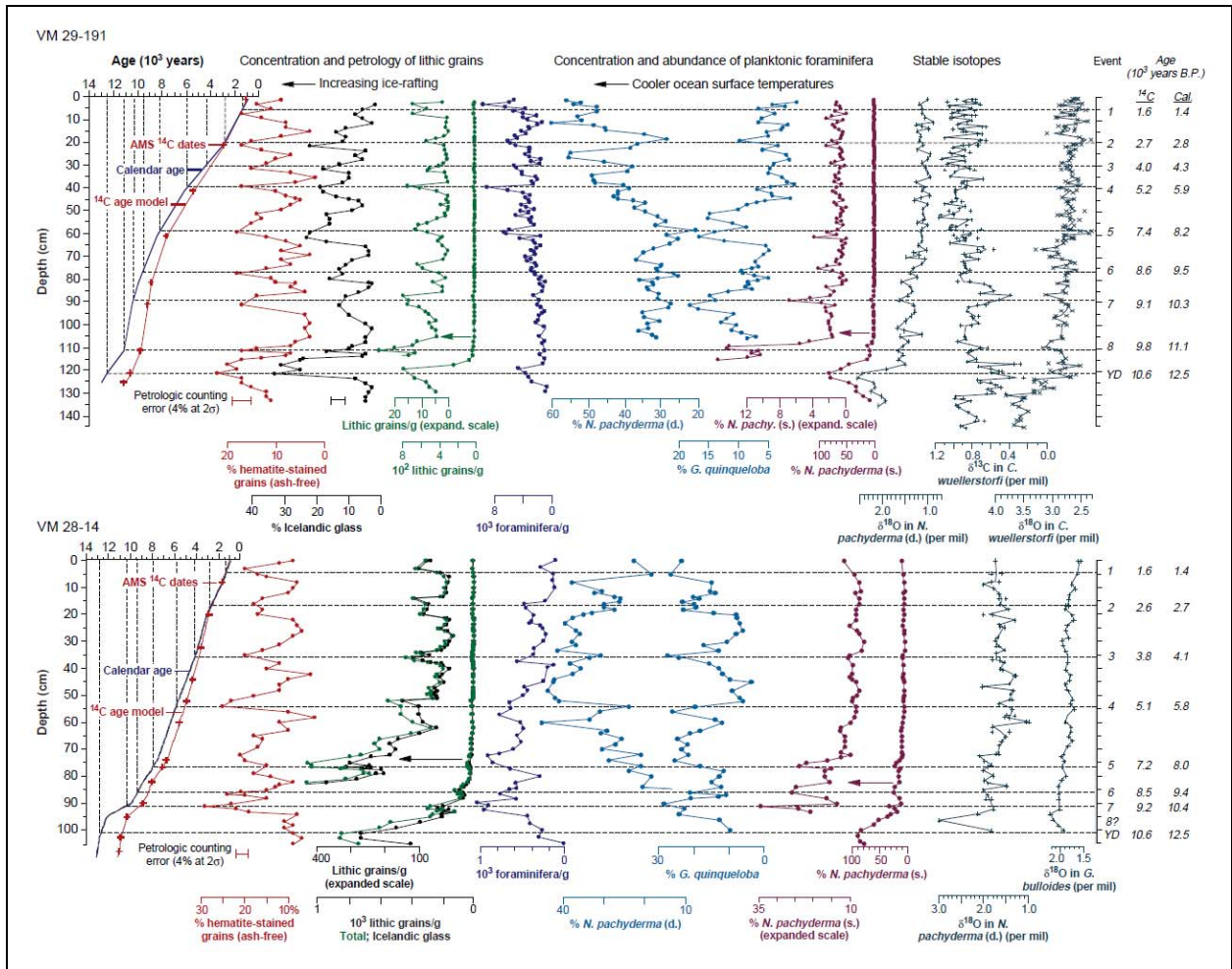


In particolare Dansgaard et al. (1993) ed i Greenland Ice-core Project (GRIP) Members (1993), grazie allo studio effettuato su carote di ghiaccio (variazioni del  $\delta^{18}\text{O}$ ) prelevate nella Groenlandia centrale, hanno concluso che, a parte l'Olocene che, in base al record isotopico del ghiaccio riscontrato dagli autori, sembra essere un periodo di stabilità climatica, negli ultimi 230 ka, cioè durante il periodo che comprende l'ultimo periodo glaciale (MIS 2-MIS 5d), l'ultimo interglaciale (MIS 5e), il penultimo glaciale (MIS 6-MIS 7d) e il penultimo interglaciale (MIS 7e), almeno alle alte latitudini dell'emisfero boreale, si sono verificati con ciclicità millenaria (circa 1500 anni) dei bruschi cambiamenti climatici che hanno portato a fasi di relativo riscaldamento durante i periodi glaciali e di relativo raffreddamento durante i periodi interglaciali (Fig. 1.1.5) (vedi anche Maslin et al., 2001; Rahmstorf, 2003; Shaffer et al., 2004; Ditlevsen et al., 2005).

La ricorrenza ciclica di questi eventi è stata confermata anche per altre aree e attraverso analisi su tipi di record diversi dalle carote di ghiaccio. Ne sono esempi gli studi di Genty et al. (2003) che hanno effettuato analisi degli isotopi dell'ossigeno e del carbonio e datazioni  $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$  su una stalagmite proveniente dalla Francia SW, oppure quelli di Thompson & Goldstein (2005) che hanno inquadrato cronologicamente una serie di terrazzi con colonie di coralli che si sono formate durante fasi di *highstand* successive a ripetute risalite del livello del mare avvenute con ciclicità suborbitale in un intervallo temporale compreso fra i 70 ka e i 240 ka BP, oppure ancora gli studi di Pahnke et al. (2003) in cui gli eventi riscontrati in carote marine dell'emisfero australe (Nuova Zelanda) sono stati confrontati con quelli individuati da Dansgaard et al. (1993) nelle carote di ghiaccio della Groenlandia.

In particolare, i dati raccolti da Dansgaard et al. (1993) sarebbero consistenti con una lunga fase di stabilità climatica durante l'Olocene, cosa che gli stessi autori hanno sottolineato essere un'anomalia, considerando che i rapidi cambiamenti climatici avvenuti a scala millenaria, registrati nelle porzioni inferiori delle carote di ghiaccio, corrispondenti a intervalli temporali precedenti all'Olocene, sono la regola. Bond et al. (1997) per primi hanno dimostrato che anche l'Olocene è stato un periodo di instabilità climatica. Gli autori avendo misurato 9 diversi *proxies* in 2 carote di sedimenti prelevate a profondità intorno ai 2000 m, sui due lati opposti del Nord Atlantico, hanno concluso che durante l'Olocene si sono verificate delle fasi di raffreddamento delle acque superficiali oceaniche ciascuna delle quali ha portato a cambiamenti sostanziali nella circolazione oceanica superficiale nel Nord Atlantico con conseguente avanzamento dei ghiacciai nell'emisfero boreale (Fig. 1.1.6). Bond et al. (1997) indicano dei picchi per tali eventi di raffreddamento a 1.4, 2.8, 4.2, 5.9, 8.1, 9.4, 10.3 e 11.7 ka BP. La ricorrenza ciclica di tali fasi di avanzamento dei ghiacciai ("neoglaciazioni") è stata confermata dagli studi del record glaciale (depositi clastici) in ambiente emerso sia dell'Europa (Matthews, 2007; Matthews & Dresser,

2008) che dell'America settentrionale e meridionale (Porter, 2007). La più recente di queste fasi di avanzamento dei ghiacciai è la cosiddetta "Piccola Età Glaciale" in riferimento alla quale nell'intervallo temporale compreso tra il 1000 ed il 1850 d.C. c'è stato nell'emisfero settentrionale un declino irregolare delle temperature di circa 0,2° C con un accrescimento globale dei ghiacciai le cui evidenze sono meglio conservate nelle Alpi europee e in Scandinavia (Nesje & Dahl, 2003).

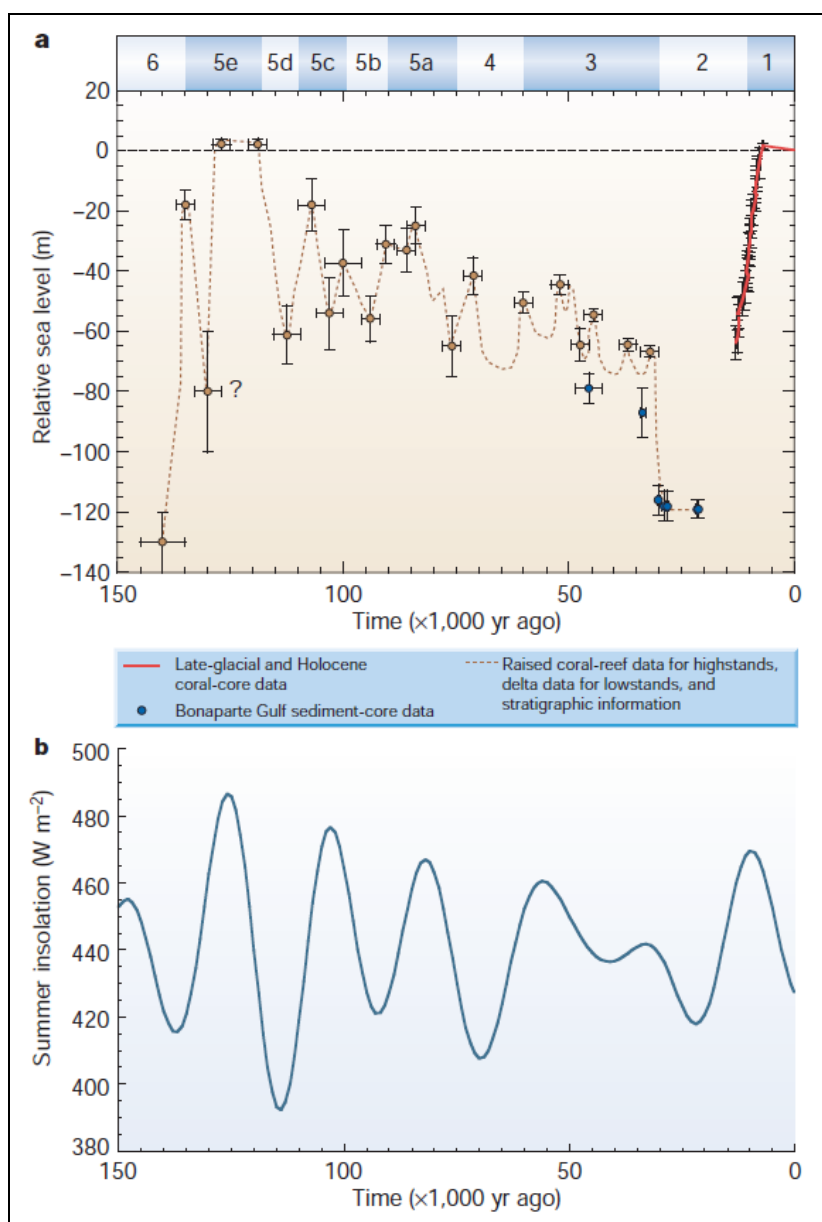


**Fig. 1.1.6** – Proxies utilizzati da Bond et al. (1997) per individuare le 8 fasi di raffreddamento verificatesi con ciclicità submilankovitchiana durante l'Olocene (1.4, 2.8, 4.2, 5.9, 8.1, 9.4, 10.3 e 11.7 ka BP).

Attualmente si registra un dibattito su quali possano essere le cause di questi rapidi cambiamenti climatici cui fra l'altro sarebbe da imputare anche il crollo di alcune civiltà del passato come ad esempio l'Impero Accadico in Mesopotamia intorno ai 4.2 ka BP (Cullen et al., 2000) e quella dei Maya intorno al 900 DC (Haug et al., 2003; Gornitz 2009). Alcuni studi supportano l'ipotesi che la ricorrenza di questi eventi sia legata direttamente a cause interne quali le variazioni della circolazione dell'Oceano Atlantico e i processi connessi con fenomeni evolutivi intrinseci delle calotte glaciali dell'emisfero boreale (Nord America e Groellandia), altri sono giunti alla conclusione che, almeno per l'Olocene, la ciclicità di circa 1500 anni è da

imputare in ultima analisi a cause esterne legate principalmente a variazioni dell'irradianza solare (*forcing* solare) (Bond et al., 2001; Maslin et al., 2001; Schulz, 2002). Riguardo queste tematiche e i diversi proxies utilizzati nella caratterizzazione delle fasi climatiche suborbitali, per eventuali approfondimenti, si segnalano, fra gli altri, i lavori di Masson et al. (2000), McDermott et al. (2001), Schulz & Paul (2002), Hu et al. (2003), Mayewski et al. (2004), Schmidt et al. (2004), Prasad et al. (2006), Piva et al. (2008), Wanner et al. (2008).

Tenendo conto dei differenti *patterns* di variazione del  $\delta^{18}\text{O}$  dei sedimenti marini, è possibile inquadrare l'ultimo ciclo glaciale nella stratigrafia isotopica marina (MIS1-5) (Lambeck et al., 2002) (Fig. 1.1.7).



**Fig. 1.1.7** – Livello del mare relativo ed insolazione per l'ultimo ciclo glaciale (da Lambeck et al., 2002). **a**) Curva del livello del mare relativo per l'ultimo ciclo glaciale costruita per la penisola di Huon, Papua New Guinea, integrata con osservazioni dal Golfo di Bonaparte, Australia. La scala temporale è basata su datazioni effettuate con la serie dell'uranio su coralli più antichi di 30000 anni e su datazioni calibrate al radiocarbonio per coralli di età inferiore. La curva è stata inquadrata nella stratigrafia isotopica marina (MIS 1-5); **b**) Curva di insolazione per il mese di luglio a 65°N.



Lo stadio MIS5 include l'ultimo interglaciale (sottostadio MIS5e, 135-118 ka BP) e una serie di oscillazioni costituite da stadiali relativamente freddi e interstadiali relativamente caldi (sottostadi 5d-5a). Gli stadi MIS4 (75-60 ka BP) e MIS3 (60-30 ka BP) rappresentano un intervallo temporale caratterizzato da stadiali che registrano intensità crescenti, separati da brevi interstadiali, e corrispondono al periodo di transizione verso le condizioni di massimo glaciale. Il MIS2 (30-12 ka BP) include l'ultimo massimo glaciale (*Last Glacial Maximum*, LGM) seguito da un periodo di rapido decremento del volume dei ghiacci. Gli ultimi 12000 anni ca corrispondono al MIS1 (Olocene), periodo in cui il volume dei ghiacci e il clima hanno raggiunto condizioni per lo più simili a quelle odierne. In generale, alle alte latitudini dell'emisfero boreale, la fine dell'ultimo interglaciale (MIS5e) marca il passaggio verso condizioni glaciali. Le linee di riva formatesi al culmine del MIS5e, in regioni non soggette a significativi movimenti verticali (tettonicamente stabili), sono state ritrovate pochi metri al disopra del livello del mare attuale, nel Mediterraneo in particolare a ca. 6-7 m s.l.m. Durante gli interstadiali MIS5a e MIS5c i livelli globali erano di 20-30 m inferiori rispetto a quelli attuali. Negli stadiali MIS5b e MIS5d i livelli erano inferiori di 40-60 m rispetto a quelli attuali. Durante lo stadio MIS4 il livello era inferiore rispetto a quello attuale di 70-75 m. Nell MIS3 ci sono state fluttuazioni climatiche e corrispondenti risposte dei volumi dei ghiacci relativamente rapide. Lambeck et al. (2002) per il MIS3 distinguono 5 fasi di *highstand* centrate a 32 (livello del mare -75 m circa rispetto a quello attuale), 36 (-65 m ca.), 44 (-55 m ca.), 49-52 (-40 m ca.) e 60 ka BP (-45 m ca). I valori più bassi del livello del mare durante l'ultimo ciclo glaciale sono stati registrati in un intervallo temporale compreso tra i 30 ka e i 19 ka BP (Lambeck et al., 2002). Questo periodo corrisponde al LGM il cui inizio è stato molto brusco con un abbassamento del livello del mare di 30-40 m in soli 1000-2000 anni.

Al culmine del LGM, circa 22 ka BP, il livello del mare era inferiore a quello odierno di circa 130 m (Fairbanks, 1989; Yokoyama et al., 2000; Siddal et al., 2003; Antonioli & Vai, 2004; Antonioli & Silenzi, 2007). La successiva fase di deglaciazione ha portato alla risalita del livello del mare fino ai valori attuali. Tale risalita non è avvenuta in modo lineare nel tempo e non è stata uniforme nello spazio. Il segnale isotopico ( $\delta^{18}\text{O}$ ) indica che nell'emisfero australe il riscaldamento è iniziato in maniera brusca intorno a 20 ka BP. Inoltre tra 22 e 19 ka (età calendario) BP si è avuto un decremento di circa il 10% del volume dei ghiacci a livello globale che ha portato in breve tempo ad una rapida risalita del livello del mare stimata di 10-15 m (Yokoyama et al., 2000; Clark et al., 2004). Lo scioglimento dei ghiacci è stato particolarmente intenso nel periodo compreso tra 19 e 7 ka BP (Lambeck et al., 2002). Tra 17 e 12.5 ka BP il livello del mare è risalito di circa 20 m. Questa prima fase di deglaciazione si è conclusa circa 12 ka BP con un ulteriore rapida risalita del livello del mare di circa 24 m in soli 1000 anni. Intorno

a 11 ka BP, in corrispondenza della parte iniziale dello Younger Dryas, si registra un minimo nel tasso di risalita del livello del mare che si mantiene tale fino a circa 10.5 ka BP. Nella seconda parte dello Younger Dryas, tra 10.5 e 10 ka BP, si ha una seconda fase di deglaciazione con corrispondente aumento del tasso di risalita del livello del mare e intorno ai 9.5 ka BP si registra una nuova rapida risalita del livello di circa 28 m (Fairbanks, 1989). La deglaciazione termina non in maniera sincrona nelle diverse calotte glaciali. I ghiacciai si sciolgono completamente in Scandinavia intorno ai 7.5 ka BP, intorno ai 6 ka BP in Nord America (Pirazzoli, 1996).

Lungo le coste della penisola italiana a 10 ka BP le isobate vanno da -35 a -55 m; a 8 ka BP il livello del mare era di circa 13 m inferiore all'attuale, mentre intorno ai 6 ka BP i livelli cominciano ad approssimare quelli odierni pur registrandosi un'ampia variabilità spaziale (valori compresi tra -9 e -2). Durante il periodo romano, 2 ka BP, i livelli fluttuavano tra -0,5 m nel Nord Adriatico e -1,8 m in aree della Sardegna (Antonioli & Vai, 2004).

Alle variazioni del livello del mare e più in generale alle variazioni climatiche sono strettamente legate tutta una serie di perturbazioni ambientali che influenzano significativamente la struttura degli ecosistemi sia marini che continentali, nonché i fenomeni evolutivi degli organismi viventi (Hallam & Wignall, 1999; Dominici & Zuschin, 2007). Questi fenomeni possono essere indagati grazie al record paleontologico presente nelle successioni sedimentarie. Le associazioni faunistiche allo stato fossile sono uno degli strumenti più utilizzati per effettuare le ricostruzioni paleoambientali, ed esse, rappresentando in alcuni casi dei veri e propri indicatori batimetrici, sono state utilizzate in maniera proficua per ricostruire le variazioni dei livelli del mare del passato (Mazzini et al., 1999; Yokoyama et al., 2000; Fiorini & Vaiani, 2001; Scarponi & Kowalewski, 2004; Ferranti et al., 2006; Basso & Corselli, 2007; Silenzi et al., 2008; Carboni et al., 2010; Parlagreco et al., in press).

L'area del Mediterraneo e soprattutto la penisola italiana, data la sua peculiare conformazione ed i suoi 7500 km circa di costa, negli ultimi anni sono state oggetto di numerosi studi finalizzati ad indagare i vari aspetti ed i fenomeni che, sia a scala globale, sia a scala regionale e locale, hanno contribuito a delineare le tendenze evolutive dell'ultima grande trasgressione marina successiva al LGM, meglio nota con il nome di "Trasgressione Versiliana" (Orombrelli & Ravazzi, 1996; Mazzini et al., 1999; Antonioli et al., 2000; Mastronuzzi & Sansò, 2002; Amorosi et al., 2004; Antonioli & Vai, 2004; Antonioli & Silenzi, 2007; Bellotti et al., 2004; Giraudi, 2004; Gravina et al., 2005; Lambeck et al., 2004a, 2004b; Lambeck & Purcell, 2005; Ricci Lucchi et al., 2006). Se questa ultima affermazione è valida per buona parte delle coste italiane non lo è per il litorale molisano. Infatti in base ai risultati emersi da un'approfondita ricerca bibliografica risulta che la regione Molise da questo punto di vista ad oggi risulta essere ancora poco studiata.

## **1.2 Finalità della ricerca**

Lo scopo dell'attività di ricerca del dottorato, di cui si riportano i risultati in questa tesi, è stato quello di indagare i punti salienti dell'evoluzione paleoambientale di due settori della costa molisana durante il tardo Pleistocene e l'Olocene e di mettere in relazione il quadro paleoambientale ricostruito con le variazioni del livello del mare avvenute in quel lasso di tempo che ha visto il passaggio dalle condizioni climatiche fredde dell'ultima fase glaciale alle condizioni relativamente calde della fase interglaciale in cui attualmente ci troviamo. Per perseguire tale scopo è stato effettuato uno studio multidisciplinare, geologico, sedimentologico e paleontologico, attraverso l'analisi di una serie di carote di sedimenti prelevate a mare e a terra, in prossimità della linea di costa in due località: area della foce del fiume Trigno e Porto di Termoli. Le principali fasi evolutive individuate sono state inquadrare cronologicamente attraverso una serie di datazioni assolute (AMS  $^{14}\text{C}$ ) effettuate in livelli chiave presenti nelle carote di sedimenti analizzate.

## 2. Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area costiera molisana

L'attività di ricerca ha riguardato uno studio multidisciplinare effettuato su alcune carote di sedimenti prelevate in due località del settore costiero della Regione Molise: 1) nell'area della foce del Fiume Trigno e 2) nell'area portuale della città di Termoli (Fig. 2.1).

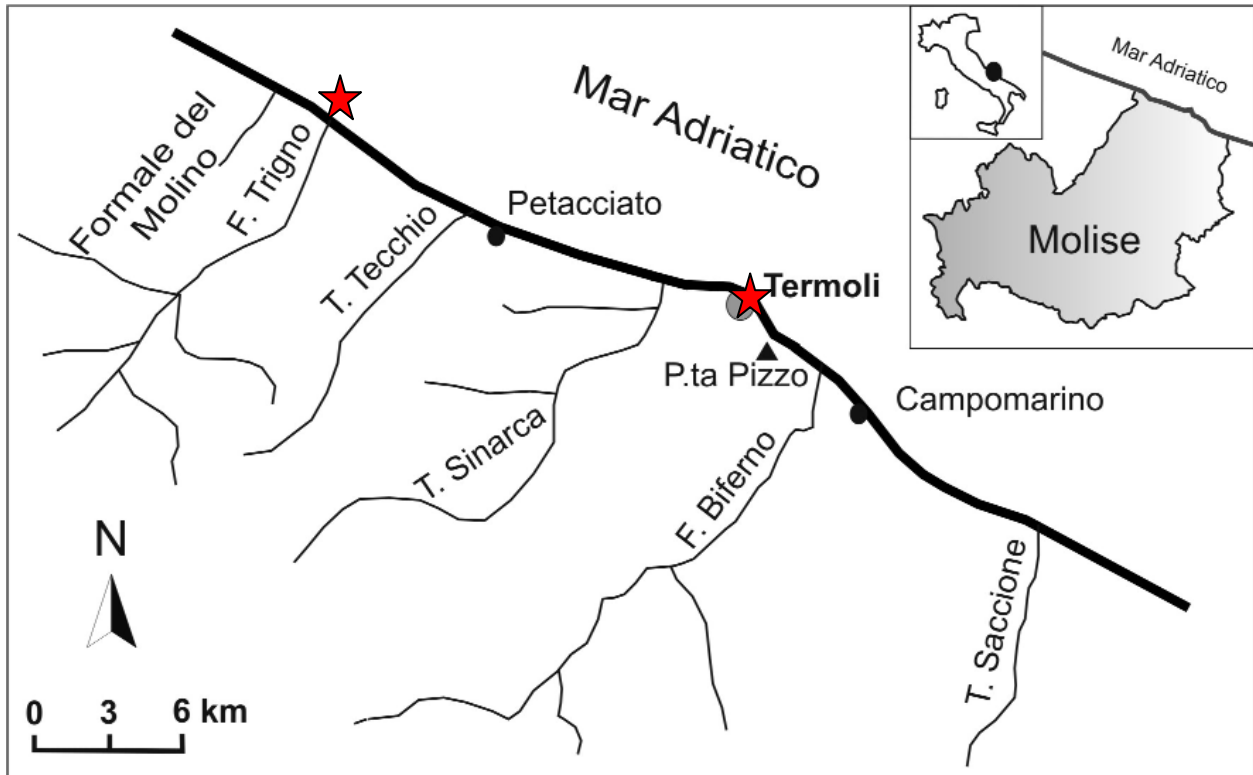


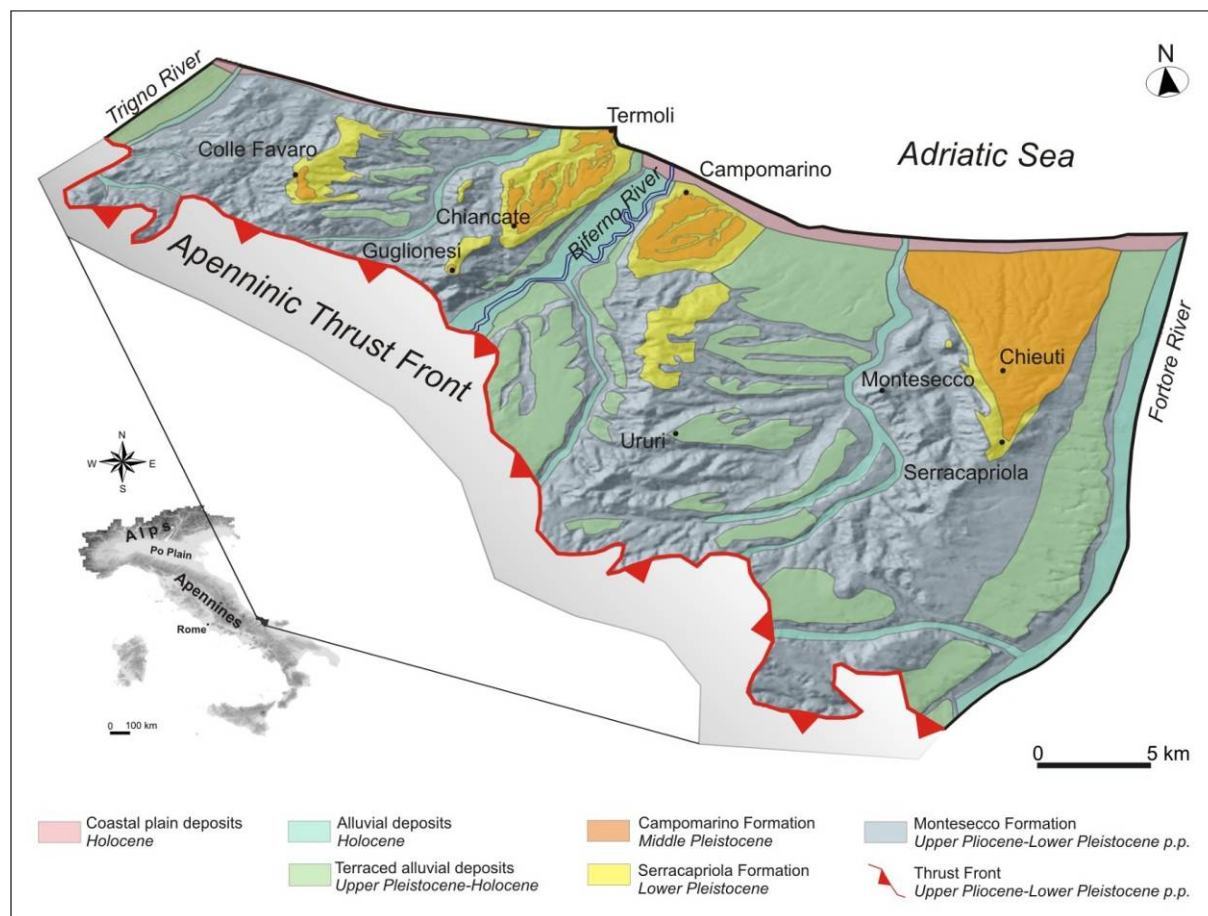
Fig. 2.1 – Il settore costiero molisano con indicate le due località di studio (modificata da Aucelli et al., 2009).

La costa molisana si estende per circa 36 km tra lo sbocco del canale del Formale del Molino a nord e la foce del torrente Saccione a sud (fig. 2.1).

Dal punto di vista geologico il settore costiero molisano fa parte dell'unità dell'avanfossa adriatica plio-pleistocenica (Festa et al., 2006, *cum bibl.*; Amorosi et al., 2009) (fig. 2.2). I depositi d'avanfossa nell'area molisana hanno un'origine marina e la loro successione è costituita da argille, sabbie, ghiaie e conglomerati poggianti direttamente sul substrato carbonatico della piattaforma apula (Casnedi et al., 1981; Festa et al., 2006). Tali depositi, affioranti in tutto il settore costiero molisano, sono in parte coperti dai depositi fluviali terrazzati di età Pleistocene superiore-Olocene (Festa et al., 2006). Il limite tra i depositi d'avanfossa e quelli del fronte esterno della catena appenninica è posto ad una distanza compresa tra i 13 km e i 9 km circa dalla linea di costa (Vezzani et al., 2004; Festa et al., 2006; Amorosi, et al., 2009; Bracone et al., 2009). Come evidenziato da recenti lavori (Amorosi et al., 2009; Bracone, 2009),

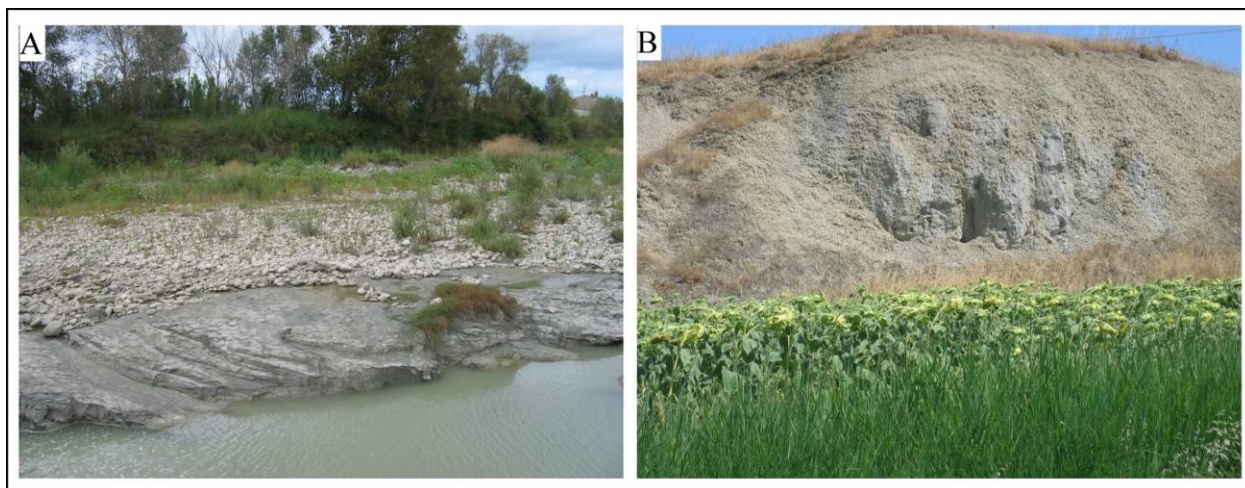


l'unità di avanfossa plio-pleistocenica affiorante nel settore molisano risulta essere parzialmente deformata.

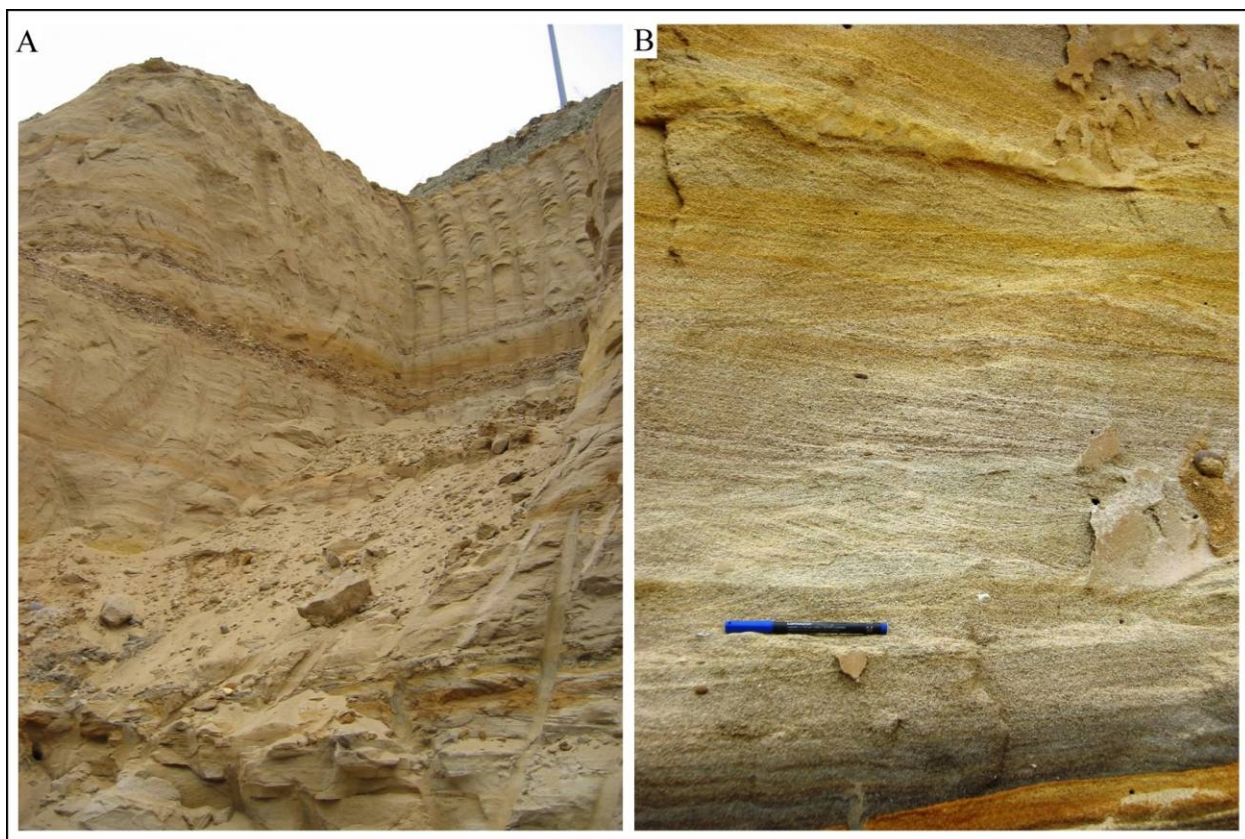


**Fig. 2.2** – Schema geologico del settore costiero molisano con evidenziata l'unità d'avanfossa adriatica plio-pleistocenica (Amorosi et al., 2009).

Recentemente, Amorosi et al. (2009) hanno definito un quadro stratigrafico dettagliato per l'area compresa tra la foce del Fiume Trigno (vicina al confine con l'Abruzzo) e la foce del Fiume Fortore (estremo settore settentrionale della Puglia). Gli autori, attraverso un'analisi di facies hanno individuato una serie di depositi che formano una successione stratigrafica caratterizzata da una tendenza “regressiva” evidenziata dal passaggio da sistemi deposizionali di ambiente marino ad ambiente continentale. La successione è costituita dal basso verso l'alto dalle “Argille di Montesecco” (Boni et al., 1969; Bergomi & Valletta, 1971) (fig. 2.3), dalle “Sabbie di Serracapriola” (fig. 2.4) e, separate da quest'ultime attraverso un contatto erosivo, dai “Conglomerati di Campomarino”, costituiti da depositi alluvionali (fig. 2.5).



**Fig. 2.3** – Argille di Montesecco. A) sezione incisa dal fiume Trigno (Montenero di Bisaccia, CB); B) sezione affiorante presso Ururi (CB) (Foto V. Bracone).



**Fig. 2.4** – Sabbie di Serracapriola. A) sezione affiorante in località Rio Vivo (Termoli, CB); B) particolare della porzione inferiore della sezione affiorante in località Rio Vivo (Foto V. Bracone).





**Fig. 2.5** – Conglomerati di Campomarino affioranti in località Masseria Norante (Campomarino, CB) (da Amorosi et al., 2009).

Dal punto di vista geomorfologico la costa molisana può essere riferita a una sola grande unità fisiografica delimitata a nord da Punta Penna (Abruzzo) e a sud da Punta Pietre Nere (Puglia) (Aucelli et al., 2009, *cum bibl.*). Tuttavia, essa può essere suddivisa in due settori, uno settentrionale ed uno meridionale, separati dal promontorio di Termoli (Fig. 2.6) (Aucelli et al., 2004; 2009) ed indipendenti per quanto riguarda il loro bilancio sedimentario. Questi due settori sono caratterizzati da una linea di costa orientata rispettivamente in direzione WNW-ESE e NW-SE, e si differenziano anche per il dominante verso del trasporto solido lungo riva, diretto a nord nel settore settentrionale e a sud in quello meridionale (Aucelli et al., 2007).

Lungo il litorale molisano, procedendo da nord verso sud si individuano in successione alcune spiagge, generalmente sabbiose, larghe da alcune decine di metri fino ad un massimo di circa 200 metri. Queste spiagge sono in parte sono delimitate verso l'interno da dune, oppure sono a diretto contatto con i rilievi terrazzati o collinari digradanti, con le piane alluvionali costiere, o con terreni interessati da strutture ed attività antropiche legate principalmente all'occupazione edilizia e alla fruizione balneare (Fig. 2.6) (Aucelli et al., 2009).

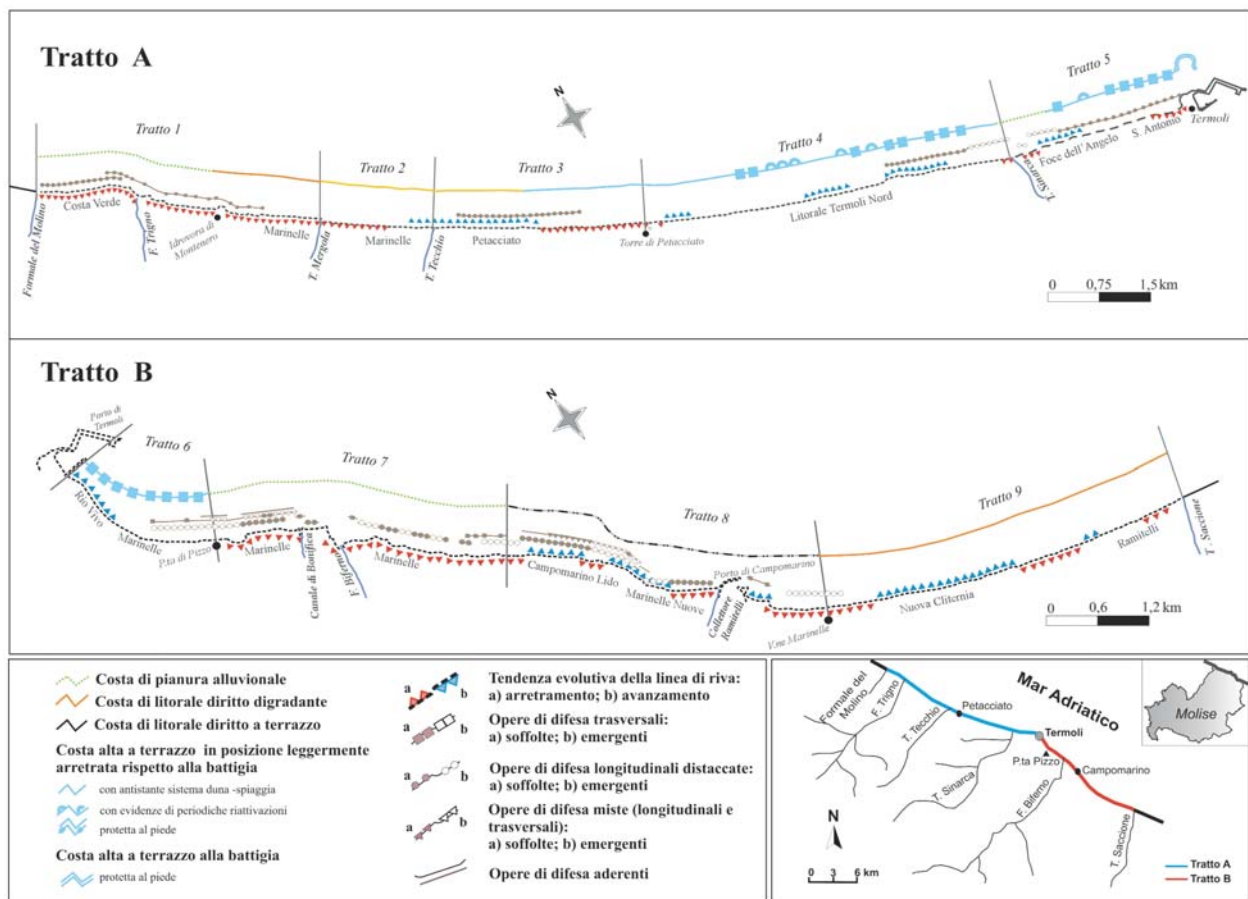


Fig. 2.6 – I 2 tratti (A e B) in cui può essere suddiviso il settore costiero molisano (Aucelli et al., 2009).

Il bilancio sedimentario della costa molisana dipende in maniera diretta dagli apporti solidi dei 4 maggiori corsi d'acqua che sfociano lungo di essa: fiume Trigno, fiume Biferno, torrente Sinarca e torrente Saccione (figg. 2.1 e 2.6). Poichè i settori medio-bassi dei bacini idrografici dei corsi d'acqua sono impostati prevalentemente su terreni arenaceo-marnosi e pelitico-argillosi gli apporti hanno natura pelitico-sabbiosa, essendo i settori (Aucelli et al., 2009; 2010).

La costa molisana è costituita per circa un terzo da costa alta e per i rimanenti due terzi da costa bassa; la costa alta è rappresentata da *costa alta a terrazzo*, la costa bassa da *costa di litorale diritto* e da *costa di pianura alluvionale* (Aucelli et al., 2009).

La *costa alta a terrazzo* si estende per circa di 13 km tra la foce del torrente Sinarca e Punta Pizzo (fig. 2.6). Essa comprende superfici terrazzate dislocate a differente altezza, delimitate verso il mare da falesie attive o inattive, alte fino a circa 50 metri. Le superfici terrazzate sono generalmente impostate su terreni argilloso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi dell'avanfossa adriatica plio-pleistocenica (Aucelli et al., 2009). In base al tipo di contatto terra-mare la *costa alta a terrazzo* è distinta in due sotto-tipi: la *costa alta a terrazzo in posizione leggermente arretrata rispetto alla battigia* e la *costa alta a terrazzo alla battigia* (Aucelli et al., 2009).

La *costa alta a terrazzo in posizione leggermente arretrata rispetto alla battigia* è caratterizzata dalla presenza di una spiaggia più o meno ampia, da poche decine a qualche centinaio di metri, interposta tra la falesia, di solito inattiva, e la battigia (fig. 2.7).



**Fig. 2.7** - A sinistra una visione panoramica di parte della costa di Rio Vivo (tratto T6 di fig. 2.6), caratterizzata da costa alta a terrazzo leggermente arretrata rispetto alla battigia; a destra il promontorio di Termoli.

La *costa alta a terrazzo alla battigia* è presente esclusivamente nell'area del promontorio di Termoli. Si tratta di una *costa alta a terrazzo* protetta poichè la falesia è stata quasi del tutto rivestita dalle mura delimitanti il centro storico della città ed è protetta anche dall'antistante struttura del porto (Aucelli et al., 2009) (fig. 2.7).

La *costa di litorale diritto* è presente sia a nord che a sud del promontorio di Termoli. In questa il contatto terra-mare avviene su una spiaggia sabbiosa diritta, ampia da poche decine a qualche centinaio di metri e poco elevata sul livello del mare. Il profilo sottomarino è a bassissima pendenza e spesso caratterizzato dalla presenza di barre. Nel retro-spiaggia sono presenti cordoni dunali e depressioni intra- e retro-dunari. La zona retro-litorale è costituita da terrazzi fluviali o costieri, oppure da rilievi collinari digradanti. Le diverse caratteristiche della zona retro-litorale consentono di distinguere 2 sotto-tipi: *a) la costa di litorale diritto a terrazzo*, con rilievi terrazzati nella zona retro-litorale seguiti da una scarpata di abrasione marina di passaggio, e *b) la costa di litorale diritto digradante*, con retrostanti rilievi collinari digradanti (fig. 2.8), a volte localmente separati dal litorale attraverso una falesia (Aucelli et al., 2009).





**Fig. 2.8** - Viste da terra e da mare della piana litorale della costa di litorale diritto di tipo digradante che caratterizza il litorale di Montenero di Bisaccia.

A nord del promontorio di Termoli la *costa di litorale diritto* è del tipo digradante ed è presente nel tratto di costa compreso tra la foce del Torrente Mergola e la Torre di Petacciato (fig. 2.6). A sud di Termoli si rinvengono entrambi i sotto-tipi, con il passaggio, all'altezza dello sbocco del vallone Giardini, da quella a terrazzo a quella digradante. Le quote s.l.m. dei tratti di *costa di litorale diritto* non superano i 4/5 m (Aucelli et al., 2009).

La *costa di pianura alluvionale* (fig. 2.9) è localizzata in corrispondenza delle aree di foce dei fiumi Trigno e Biferno e dei torrenti Sinarca e Saccione.



**Fig. 2.9** - Vista panoramica della costa di pianura alluvionale presente in destra della foce del fiume Biferno (Aucelli et al., 2009).

La definizione di *costa di pianura alluvionale* è tratta dal lavoro di Zunica (1987). Le coste di pianura alluvionale corrispondono all'orlo costiero delle più grandi pianure italiane e sono caratterizzate da un profilo piuttosto debole che continua anche sotto il livello del mare. Aucelli et al. (2009) estendono tale definizione alle coste antistanti le pianure alluvionali minori come quelle presenti nell'area molisana, essendo queste ultime morfologicamente assimilabili a quelle maggiori.

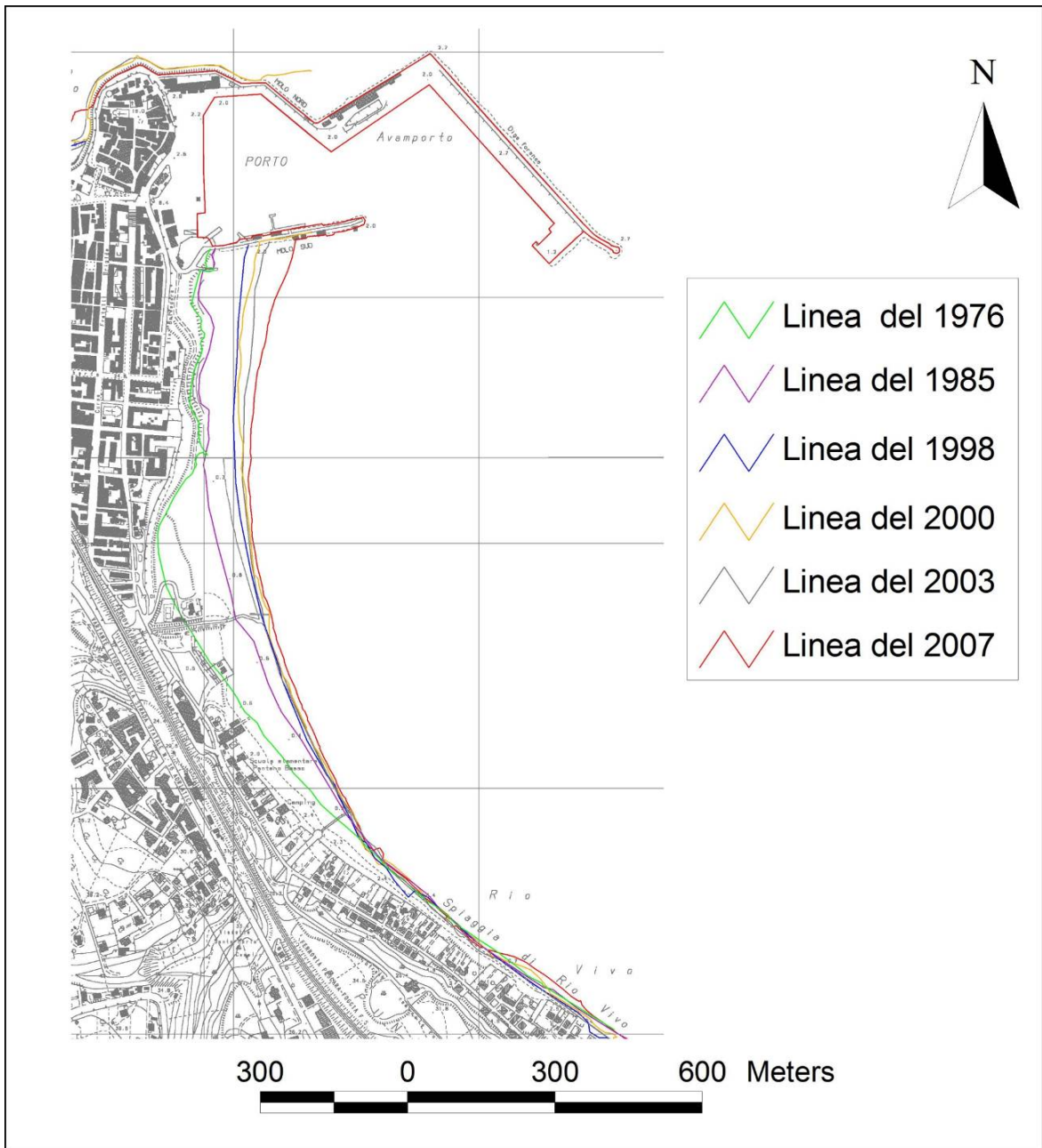
TopograficamLa *costa di pianura alluvionale* molisana si presenta topograficamente poco rilevata sul livello del mare e con quote comprese tra 0,5 e 2,5 m s.l.m.; essa è morfologicamente poco articolata poiché, come nel caso specifico della piana costiera del Biferno, è stata



estesamente interessata da interventi di bonifica idraulica e di colmata (Aucelli et al., 2009; 2010).

Per quanto riguarda l'evoluzione recente della linea di costa molisana, Aucelli et al. (2009) evidenziano che nel periodo compreso tra il 1954 e il 1992 si è avuta una prevalente tendenza all'arretramento. In particolare considerando i tratti distinti in fig. 2.6, l'arretramento durante questo intervallo temporale è stato particolarmente accentuato per i settori che includono le foci dei fiumi Trigno e Biferno (tratti T1 e T7 di fig. 2.6), meno consistente per il tratto compreso tra il torrente Sinarca ed il promontorio di Termoli (T5). Parte del settore compreso tra foce del Torrente Mergola e la Torre di Petacciato (T2 e T3) mostra invece una tendenza all'avanzamento. I restanti tratti (T4, T6, T8 e T9), mostrano un comportamento eterogeneo, con porzioni alternativamente in avanzamento e in arretramento.

Le tendenze all'arretramento o all'avanzamento della linea di costa molisana evidenziate da Aucelli et al. (2009) si rispecchiano nelle variazioni areali per il settore costiero molisano calcolate dagli stessi autori per i singoli tratti di fig. 2.6. L'erosione che ha interessato la costa molisana dal 1954 ad oggi ha causato una perdita complessiva di circa 1.090.000 m<sup>2</sup> di area costiera (soprattutto di spiaggia, ma anche di aree dunali, retrodunali e deltizie). I tratti che hanno subito le maggiori perdite sono quelli che includono le principali foci del fiume Trigno e Biferno (Aucelli et al., 2009). A contrastare in modo significativo l'estesa tendenza all'arretramento è l'evoluzione del tratto compreso tra il promontorio di Termoli e Punta Pizzo (T6 di fig. 2.6) che si distingue per un bilancio sedimentario positivo e una variazione areale positiva. Il tratto è soggetto ad una forte progradazione che però interessa solo il suo settore settentrionale, posto a nord della foce del Torrente Rio Vivo, mentre quello meridionale, corrispondente alla spiaggia di Rio Vivo, risulta essere dominato da forte erosione (fig. 2.10).

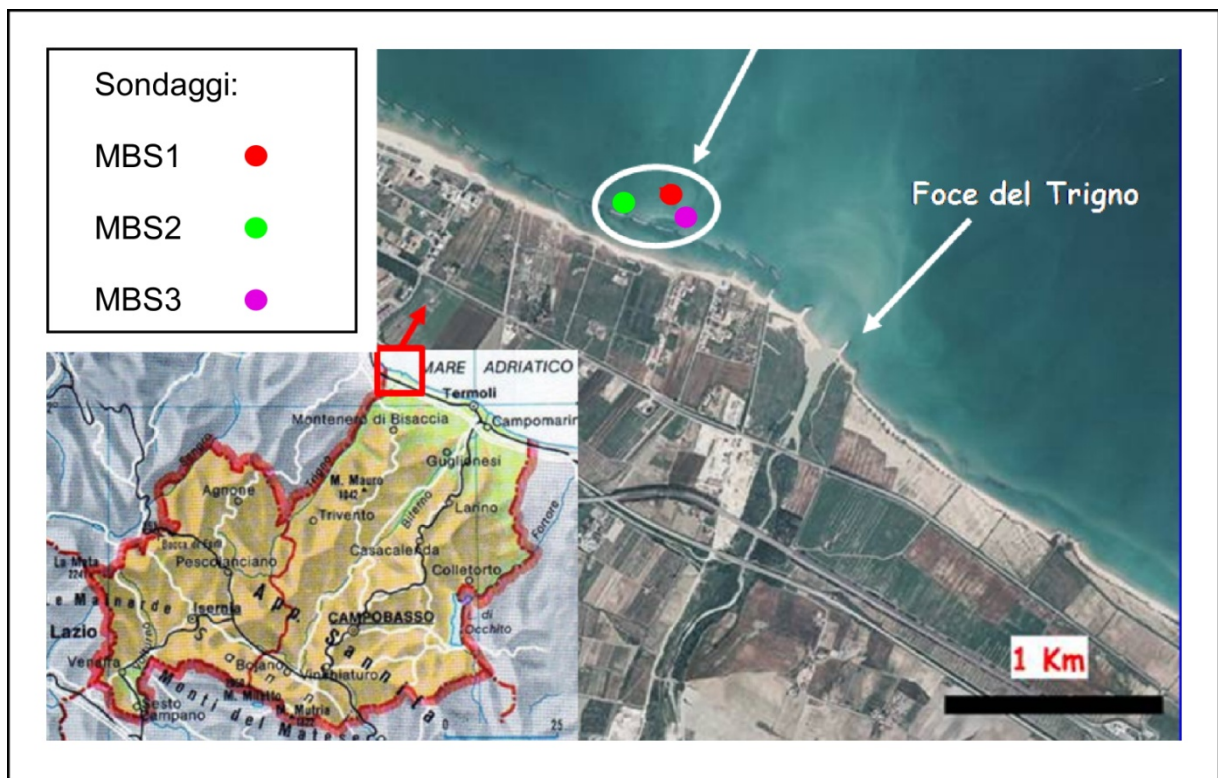


**Fig. 2.10** - Area costiera a sud del promontorio di Termoli. Fenomeni di progradazione nel settore settentrionale del tratto T6 (fig. 2.6), e di erosione in quello meridionale (Spiaggia di Rio Vivo).

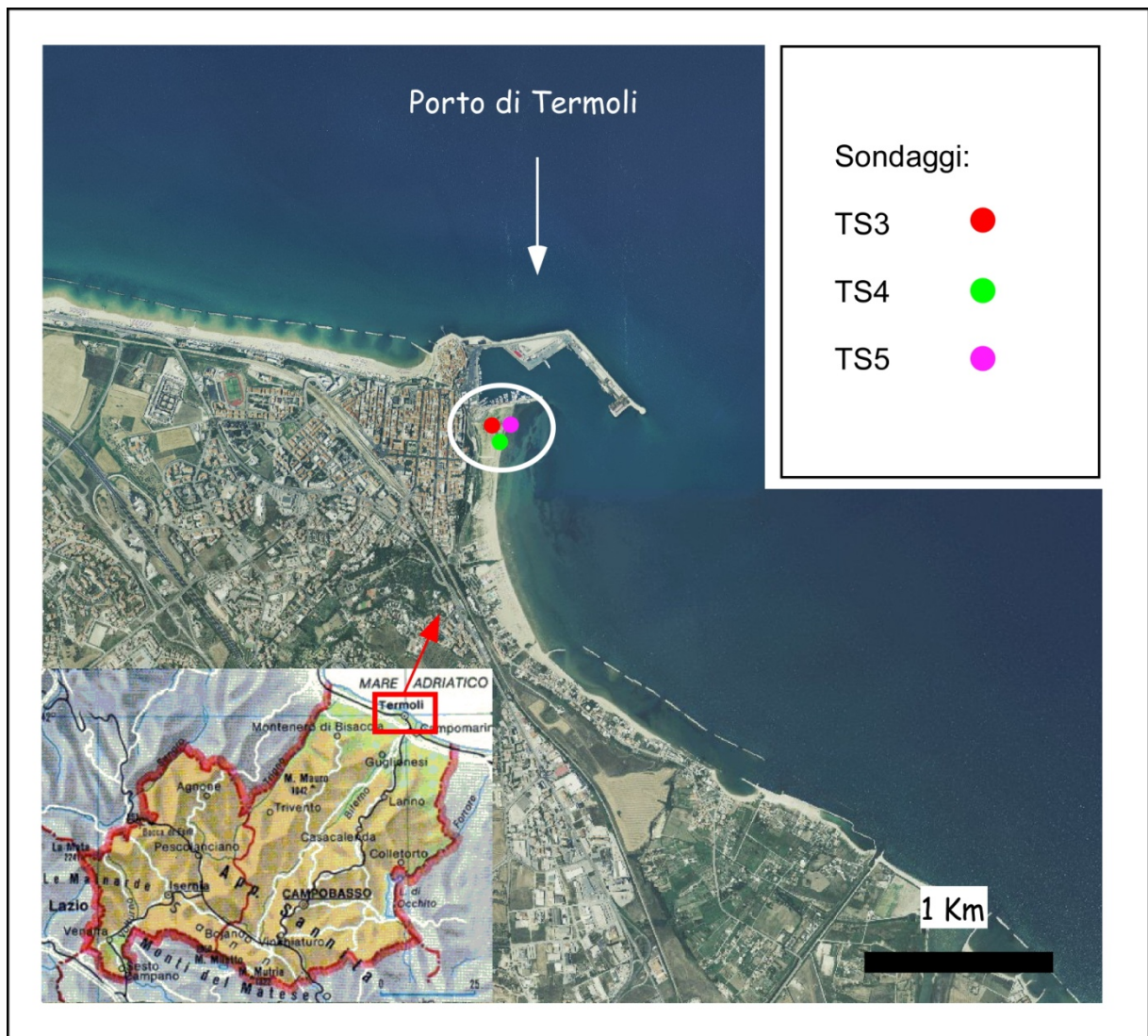
### 3. Materiali e metodi

Preliminarmente al lavoro di tesi svolto è stata effettuata un'accurata ricerca bibliografica finalizzata ad ottenere un quadro sintetico delle attuali conoscenze sull'evoluzione delle aree marino-costiere del Mediterraneo durante il Pleistocene superiore e l'Olocene. Particolare attenzione è stata data ai lavori che si sono occupati della trasgressione marina olocenica soprattutto per i settori costieri e marini dell'area adriatica. Dalla letteratura consultata sono stati ricavati i dati per effettuare l'inquadramento geologico e geomorfologico dell'area oggetto di studio (cfr. cap. 2).

La parte sperimentale della tesi ha riguardato uno studio multidisciplinare effettuato su complessive 6 carote di sedimenti: 3 carote prelevate a largo della foce del Fiume Trigno nel territorio del comune di Montenero di Bisaccia, a circa 100 m dalla linea di riva e ad una profondità dell'acqua di 3-4 m (fig. 3.1), e 3 carote prelevate nell'area del porto di Termoli, in prossimità della linea di riva (fig. 3.2).



**Fig. 3.1** – Ubicazione dei sondaggi analizzati nell'area della foce del Fiume Trigno (foto aerea del 2007).



**Fig. 3.2** – Ubicazione dei sondaggi analizzati nell’area del porto di Termoli (foto aerea del 2007).

Sulle carote sono state effettuate 4 tipologie di analisi: sedimentologiche, paleontologiche, polliniche e geocronologiche.

### **3.1 Analisi sedimentologiche**

Le carote sono state analizzate singolarmente e tenendo conto delle caratteristiche litologiche sono state distinte le principali unità stratigrafiche. Lungo le carote, in base alle unità distinte, sono stati prelevati una serie di campioni da sottoporre alle analisi granulometriche finalizzate ad individuare le classi delle peliti (frazione di sedimento inferiore ai 63  $\mu\text{m}$ ), delle sabbie (frazione compresa tra 63  $\mu\text{m}$  e 2 mm) e delle ghiaie (frazione maggiore di 2 mm). Per raggiungere tale scopo ciascun campione (100-150 g), asciutto completamente, è stato pesato e messo a bagno in una soluzione acquosa di  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 25 vol. Una volta decantato il sedimento, sono stati allontanati i resti macroscopici di vegetali e la materia organica residua mediante aspirazione del liquido. Il campione è stato poi setacciato a getto d’acqua con setaccio con



maglie di 63  $\mu\text{m}$  di luce netta; il residuo, una volta asciugato, è stato pesato: si è potuto così valutare la quantità di pelite allontanata presente nel campione originario. Attraverso setacciatura a secco con setaccio a maglie di 2 mm di luce netta sono state separate e poi pesate le frazioni di sedimento corrispondenti alle classi delle sabbie e delle ghiaie del campione. Per ciascuna carota è stata costruita una tabella con i pesi delle 3 classi granulometriche per ciascun campione e ad essa è stato associato un grafico con le percentuali dei pesi. In base ai dati raccolti dalle analisi sedimentologiche e granulometriche sono stati costruiti i *logs* stratigrafici delle carote. Tale tipologia di analisi ha permesso di ricavare indicazioni utili sulla caratterizzazione degli ambienti deposizionali e sull'energia del mezzo in cui si sono depositi i sedimenti corrispondenti alle unità litologiche individuate.

### **3.2 Analisi paleontologiche**

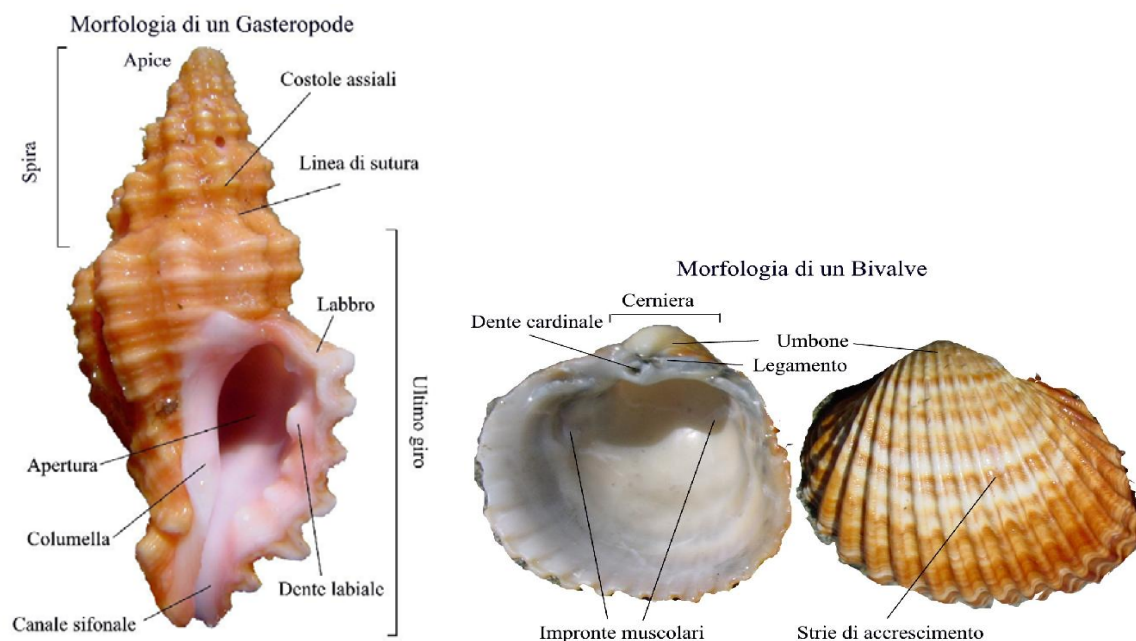
Una volta effettuata la caratterizzazione sedimentologica delle carote sono stati prelevati una serie di campioni da sottoporre alle analisi paleontologiche qualitative e quantitative sulla fauna a molluschi. In aggiunta, per avere un maggior dettaglio, per alcuni intervalli delle successioni sedimentarie sono state effettuate analisi semiquantitative sulle faune ad ostracodi e foraminiferi. Le analisi sugli ostracodi e sui foraminiferi sono state effettuate in collaborazione, rispettivamente, con la Prof.ssa Diana Barra del Dipartimento di Paleontologia dell'Università Federico II di Napoli e con il Dott. Virgilio Frezza del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università "Sapienza" di Roma.

I campioni sono stati sottoposti a trattamento preliminare in laboratorio. In particolare essi sono stati messi a bagno in una soluzione acquosa di  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 25 vol., in modo da consentire la reazione della frazione organica presente. Successivamente per mezzo di un setaccio, con maglie di 63  $\mu\text{m}$  di luce netta, e getto d'acqua, è stata eliminata la frazione argillosa. Dal residuo, asciugato ed osservato al microscopio ottico a luce riflessa, è stato prelevato e separato il contenuto fossilifero in molluschi (bivalvi, gasteropodi e scafopodi e poliplacofori). Si è passati, quindi, tenendo conto delle principali caratteristiche morfologiche delle conchiglie (fig. 3.2.1), ad eseguire il riconoscimento e, nella misura possibile, mediante l'ausilio della letteratura specializzata e di atlanti iconografici (Ložek, 1964; Parenzan, 1970, 1974, 1976; Kerney & Cameron, 1979; Giusti & Castagnolo, 1982; Torelli, 1982; Cesari, 1994; Arduino et al., 1995; Bedulli et al., 1995a, 1995b; Bodon et al., 1995; Cossignani & Cossignani, 1995; Giannuzzi-Savelli et al., 1997, 1999, 2001, 2002, 2003), nonché del confronto diretto con altri esemplari fossili e viventi, a determinare la posizione sistematica dei diversi taxa distinti nei campioni analizzati. L'elenco sistematico completo delle specie di molluschi identificate nei 6 sondaggi è riportato in Appendice 1. Per il riconoscimento e l'attribuzione tassonomica delle specie di ostracodi e di foraminiferi sono stati utilizzati i lavori di Bonaduce et al. (1975), Ghetti & Mc

Kenzie (1981), Agip (1982), Loeblich & Tappan (1987), Sgarrella & Moncharmont Zei (1993) e Fiorini & Vaiani (2001).

Gli esemplari di ogni specie di molluschi sono stati contati, per costruire le tabelle ed i grafici delle classi di frequenza, secondo alcuni criteri logici:

- sono stati trattati alla stessa stregua esemplari interi, adulti e giovanili.
- sono stati contati individui interi ed apici, ognuno di questi indicativo di un solo individuo, di gasteropodi.
- sono stati contati le valve ed i frammenti di bivalvi, provvisti di cerniera e determinati sistematicamente; per la valutazione del numero totale degli individui è stata considerata in ciascun campione la somma del numero totale del tipo di valva, destra o sinistra, presente in quantità maggiore e della metà del numero totale del tipo di valva, destra o sinistra, presente in quantità minore (Basso & Corselli, 2007).



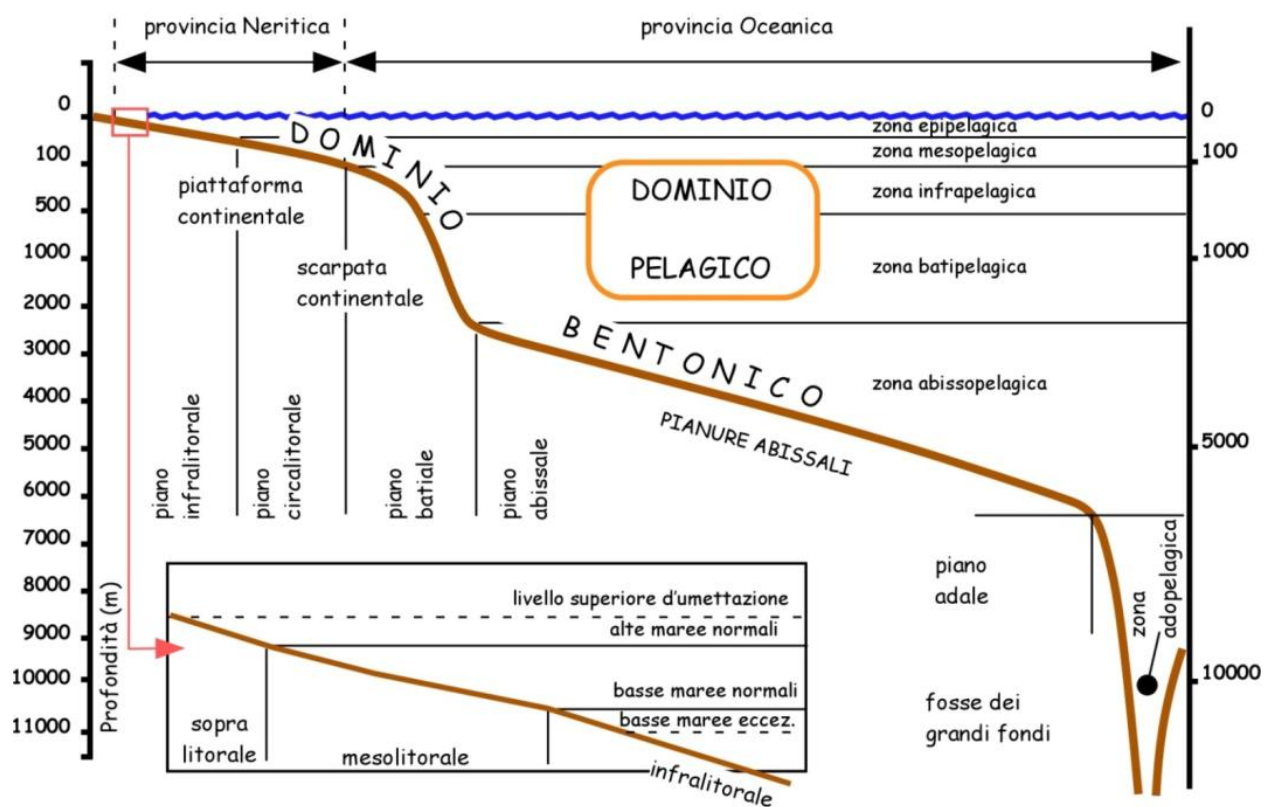
**Fig. 3.2.1** – Principali caratteristiche morfologiche delle conchiglie di molluschi, gasteropodi e bivalvi, utilizzate per la determinazione dei taxa individuati nei campioni delle carote.

Dopo il conteggio del numero d'individui sono state ricercate in letteratura notizie sull'habitat e sui modi di vita dei taxa di molluschi determinati sistematicamente. I taxa marini sono stati sia attribuiti a diversi tipi di categorie ecologiche (salinità, energia del mezzo, relazioni substrato/organismo, strategie alimentari) (Todd, J.A., 2001; Scarponi & Kowalewski, 2004; Rueda et al., 2009), sia riferiti alle biocenosi ed ai piani marini di appartenenza (Pérès & Picard, 1964; Pérès, 1982; Bernasconi & Stanley, 1997).

Da un punto di vista ecologico, attualmente l'ambiente marino è suddiviso in due province (fig. 3.2.2): la provincia neritica, che si sviluppa a partire dalla linea di costa e termina in

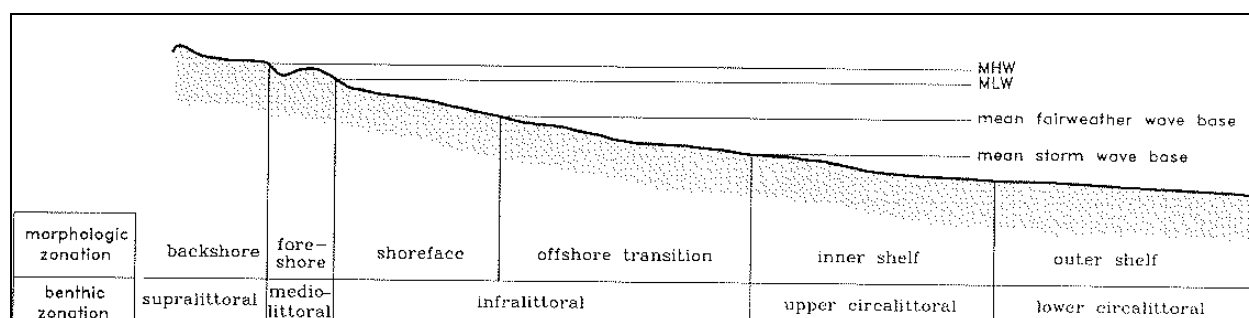


corrispondenza dell'inizio della scarpata continentale, e la provincia oceanica che dalla scarpata continentale si protrae fino alle zone abissali; l'ambiente marino è suddiviso anche in due domini, quello pelagico e quello bentonico; quest'ultimo date le caratteristiche delle faune che lo caratterizzano è quello che interessa ai fini del presente studio. Il dominio bentonico può essere suddiviso in una serie di piani che procedendo dalle zone costiere verso le zone marine più profonde sono: piano sopralitorale, piano mesolitorale, piano infralitorale, piano circalitorale, piano batiale, piano abissale e piano adale (fig. 3.2.2). Pérès & Picard (1964) hanno illustrato in maniera dettagliata le caratteristiche delle diverse associazioni faunistiche attuali che popolano i diversi piani marini del dominio bentonico nell'area mediterranea mettendo in evidenza le relazioni delle associazioni faunistiche con le caratteristiche del substrato (sciolto, duro), con le proprietà fisiche delle acque (salinità, torbidità) e con la profondità delle acque.



**Fig. 3.2.2** – Schema delle grandi suddivisione orizzontali e verticali degli ambienti marini. Nel riquadro in basso a sinistra, la zona di marea (ridisegnato da Brandmayr & Ghirardelli, 1995).

La suddivisione su base ecologica del dominio bentonico delle aree marine soprattutto per i piani che vanno dal sopralitorale al circalitorale trova una corrispondenza nella zonazione morfologica delle aree costiere marine che vanno dalla zona di retro-spiaggia alla zona della piattaforma esterna (fig. 3.2.3).



**Fig. 3.2.3** – Schema di confronto tra la zonazione ecologica dei piani del dominio bentonico e quella morfologica delle aree costiere e marine (Amorosi et al., 1998).

Le descrizioni delle categorie ecologiche attribuite ai taxa di molluschi individuati nei campioni analizzati dei diversi sondaggi, e l'elenco delle biocenosi (*sensu* Pérès & Picard, 1964) individuate in base all'analisi del contenuto faunistico presente nei sondaggi analizzati, sono riportate rispettivamente nelle tabelle 3.2.1 e 3.2.2. In Appendice 2a è riportato l'elenco completo delle specie di molluschi marini identificate nei 6 sondaggi analizzati con indicate le rispettive categorie ecologiche e le biocenosi di appartenenza.

<b>MICROHABITAT</b> (Rueda et al, 2009)	
<b>Sigla</b>	<b>Descrizione</b>
HI	Specie infaunali in substrati duri che principalmente perforano i corpi rocciosi.
SI	Specie infaunali in substrati sciolti che vivono infossate nel sedimento.
EP	Specie epibionti ed ectoparassite che colonizzano o si cibano di organismi animali più grandi.
VE	Specie epifaunali che vivono su substrati vegetati, principalmente macroalghe.
HE	Specie epifaunali che vivono su substrati duri, generalmente rocce o conchiglie.
SB	Organismi che vivono parzialmente infossati nel sedimento
SE	Specie che vivono al di sopra dei substrati sciolti.
<b>CATEGORIA ALIMENTARE</b> (Rueda et al, 2009)	
<b>Sigla</b>	<b>Descrizione</b>
C	Specie carnivore che si cibano di altri organismi mobili quali ad esempio i policheti ed i molluschi.
SC	<i>Scavengers</i> . Specie che si cibano di resti di organismi morti.
D	<i>Deposit feeders</i> . Specie che inglobano il sedimento e si cibano di particelle organiche presenti all'interno di esso.
E	Specie ectoparassite e carnivore specializzate, che si cibano di organismi animali più grandi, sopra i quali esse vivono durante il loro ciclo vitale.
F	<i>Filter feeders</i> . Organismi filtratori che catturano le particelle di seston [insieme delle particelle sospese nell'acqua, costituito da organismi viventi (plancton) e da spoglie di organismi morti di dimensioni comprese tra 0,45 e 150 µm] con le loro branchie e/o con estroflessioni mucose.
AG	<i>Macroalgal grazers</i> . Organismi che "pascolano" e si cibano di macroalghe.
SG	<i>Seagrass grazers</i> . Specie che si cibano di foglie di piante marine (ad esempio del genere <i>Posidonia</i> )
MG	<i>Microalgal or periphyton grazers</i> . Specie che si cibano di microalghe come ad esempio le diatomee.
O	Specie oofaghe, che si cibano di ammassi di uova di altri organismi.
SY	<i>Symbiont-bearing species</i> . Specie in cui i batteri simbiotici giocano un importante ruolo per ottenere una risorsa complementare di cibo.

**Tab. 3.2.1** – Categorie ecologiche cui appartengono i taxa di molluschi marini identificati nei 6 sondaggi analizzati per il presente lavoro di tesi.

ENERGIA DEL MEZZO (Scarponi & Kowalewski, 2004)	
Sigla	Descrizione
W	<i>Widspread</i> : generi che hanno un ampio <i>range</i> ambientale, che frequentemente includono sia ambienti salmastri che marini di acque basse.
H	<i>High energy environment</i> : generi presenti negli ambienti di <i>shoreface</i> .
ML	<i>Medium-Low energy</i> : generi presenti dalla <i>lower shoreface</i> alla <i>offshore transition zone</i> .
L	<i>Low energy</i> : generi presenti dalla <i>offshore transition zone</i> alla piattaforma ( <i>shelf</i> ).
SALINITÀ (Scarponi & Kowalewski, 2004)	
Sigla	Descrizione
O	Specie oligoaline. Salinità < 5‰.
a-M	Specie a-mesoaline. Salinità 5-15‰.
b-M	Specie b-mesoaline. Salinità 15-25‰.
P	Specie polialine. Salinità 25-30‰.
EU	Specie eualine. Salinità >30‰.
M	Specie a salinità mista. Salinità 5-30‰.

**Tab. 3.2.1** – (continuazione) - Le categorie di energia del mezzo e di salinità sono riferite ai generi (Scarponi & Kowalewski, 2004). Le categorie dell'energia del mezzo (Scarponi & Kowalewski, 2004) trovano una corrispondenza nella zonazione morfologica della fig. 3.2.3.

Piano	Biocenosi	Sigla	batimetria
INF	Biocenosi delle alghe fotofile infralitorali	AP	limite con piano mesolitorale
INF	Biocenosi delle sabbie relativamente protette dai frangenti d'onda.	SRPV	0-1 m
INF	Biocenosi delle sabbie fangose superficiali delle aree protette dal moto ondoso.	SVMC	1-3 m
INF	Biocenosi lagunare, eurialina e euriterma (ambienti spesso separati dal mare aperto).	LEE	0 a pochi metri
INF	Biocenosi delle sabbie fini in acque molto basse.	SFS	0-2,5 m
INF	Biocenosi delle sabbie fini ben classate.	SFBC	2,5-25 m
INF	Biocenosi delle praterie a <i>Posidonia oceanica</i> .	HP	0,5-40 m
INF-CIRC	Biocenosi dei fondali sciolti instabili.	MI	35-100 m*
CIRC	Biocenosi dei fondali detritici costieri.	DC	30-35 a 90-100 m
CIRC	Biocenosi dei fondali detritici fangosi.	DE	-
CIRC	Biocenosi dei fanghi terrigeni costieri	VTC	-

**Tab. 3.2.2** – Tabella con l'elenco delle biocenosi (*sensu* Pérès & Picard, 1964) cui è stato possibile riferire i taxa di molluschi marini identificati nei 6 sondaggi analizzati. Nella prima colonna a sinistra sono indicati i piani marini in cui le biocenosi sono presenti. Nella terza colonna da sinistra sono riportate le sigle delle biocenosi indicate da Pérès & Picard (1964) [cfr. anche Pérès (1982) e Bernasconi & Stanley (1997)]. Nell'ultima colonna a destra sono riportati i limiti batimetrici entro cui si rinvengono. \* La biocenosi MI è riferita da Pérès & Picard (1964) al piano circalitorale. Questa biocenosi ha un carattere transitorio infatti essa si sviluppa quando nel piano circalitorale si produce un disequilibrio nella sedimentazione sufficiente a provocare la scomparsa della biocenosi DC che successivamente, una volta ritornate le condizioni di stabilità, ripopola il substrato. Comunque gli autori segnalano che questa biocenosi è presente anche nel piano infralitorale nelle aree dove vi è una massiccia sedimentazione di materiale fine e quindi forte torbidità. In questo caso la biocenosi MI si svilupperebbe in risposta alla luminosità ridotta per la torbidità che simulerebbe le condizioni di bassa illuminazione presenti nel piano circalitorale.

Per quanto riguarda i taxa continentali (terrestri e dulcicoli) è stata dapprima effettuata una ricerca sulle caratteristiche ecologiche delle specie (Ložek, 1964, 2000; Kerney & Cameroon,

1979; Giusti & Castagnolo, 1982), ciascuna specie è stata poi attribuita a tre tipi di classi ecologiche:

a) secondo il metodo di Ložek (1964) elaborato per lo studio dei molluschi continentali del Quaternario della Cecoslovacchia e successivamente ripreso da numerosi autori, tra cui Pusségur (1976) che ha applicato tale metodologia allo studio dei molluschi del Quaternario della Borgogna (Francia); il metodo di Ložek (1964) prevede che le specie siano raggruppate in 10 gruppi ecologici, riuniti in 4 raggruppamenti principali (tab. 3.2.3).

	<i>Gruppi ecologici</i>	<i>Biotopi</i>
<b>A</b>	<b>GRUPPO 1</b> Specie spiccatamente di bosco, che solo di rado si spingono in altri biotopi, tuttavia mai su superfici completamente spoglie. Unica eccezione sono le specie che, pur spingendosi oltre il limite superiore dei boschi, alle basse altitudini sono rigidamente abitanti dei boschi.	<b>W</b> = bosco; specie legate esclusivamente ai luoghi boscosi.  <b>W(f)</b> = boschi detritici o rocce nei boschi; specie spiccatamente petrofile.
	<b>GRUPPO 2</b> Specie che vivono prevalentemente nei boschi, ma possono abitare anche altri luoghi per lo più mesofili (cespugli, parti umide dei pendii rocciosi) e diversi biotipi secondari (giardini, parchi ecc.) o che si spingono in biotipi di steppa boschiva.	<b>W(s)</b> = boschi fino a steppe boschive, superfici parzialmente aperte, spesso con caratteri secondari (vegetazione bassa, giardini ecc.) <b>W(M)</b> <b>W(H)</b> <b>Ecc.</b>
	<b>GRUPPO 3</b> Specie di bosco con esigenze di elevata umidità: specie tipiche di vegetazione alluvionale o specie di bosco fortemente igrofile non legate però a biotipi propriamente umidi.	<b>Wh</b> = boschi di paludi ed alluvionali. <b>W(h)</b> = biotipi boscosi in generale da umidi a bagnati; tutte le specie di bosco igrofile che non possono essere indicate direttamente come abitanti della vegetazione alluvionale.
<b>B</b>	<b>GRUPPO 4</b> Specie di steppa, cioè che vivono bene in luoghi asciutti assoluti con vegetazione scarsamente boschiva su suoli allo stadio evolutivo di rendzina o cernozem. Specie sia di substrati molli profondi sia delle steppe rocciose, comprese quelle specializzate per quantità costanti di calcare.	<b>S</b> = steppe, luoghi asciutti assoluti senza boscaglia. <b>Sf</b> = steppe rocciose, rocce xeroterme; specie petrofile xero- e termofile.
	<b>GRUPPO 5</b> Specie che fuggono il bosco, cioè abitanti delle regioni aperte nel senso più ampio. Hanno esigenze ecologiche varie, soprattutto per quanto riguarda l'umidità alcune possono vivere sia in luoghi propriamente umidi sia in luoghi xerotermi; altre sono in primo luogo xerofile; parecchie preferiscono i biotipi xerotermi o almeno semi-xerotermi. Sono comprese le specie petrofile viventi in luoghi umidi esposti a Nord o in condizioni fredde.	<b>O</b> = luoghi aperti senza boscaglia, da prati umidi a steppa; specie di ampia valenza ecologica, che tuttavia evitano il bosco o specie con esigenze mediamente xeroterme. <b>Of</b> = biotipi rocciosi aperti di vario tipo; specie che abitano rocce aperte, tuttavia non legate a condizioni xeroterme.
<b>C</b>	<b>GRUPPO 6</b> Poche specie prevalentemente xerofile e per lo più anche termofile.	<b>X</b> = specie amanti dell'aridità, che, prediligendo chiaramente i luoghi asciutti, vivono spesso in biotipi spiccatamente xerotermi.
	<b>GRUPPO 7</b> Numerose specie spiccatamente euriecie, che preferiscono vari luoghi mediamente umidi o che sono indipendenti dal grado di umidità. Anche specie che vivono nei boschi e specie petrofile mesofite, che popolano rocce sia scoperte sia in ombra.	<b>M</b> = specie mesofile, che sono distribuite prevalentemente in luoghi mediamente umidi, ma possono abitare in biotipi sia umidi che asciutti. <b>Mf</b> = luoghi rocciosi aperti o rocce nei boschi; specie petrofile mesofite. <b>Wf</b> = boschi e rocce mediamente umide; specie che vivono in parte nei boschi e in parte in luoghi rocciosi.
	<b>GRUPPO 8</b> Specie igrofile che tuttavia non sono spiccatamente abitanti delle paludi o legate all'acqua.	<b>H</b> = specie fortemente igrofile, tuttavia non legate a biotipi spiccatamente bagnati.
<b>D</b>	<b>GRUPPO 9</b> Specie fortemente igrofile, abitanti il biotopo di palude e le sponde. La maggior parte può vivere sia nei boschi sia su superfici aperte.	<b>P</b> = paludi, prati bagnati, vegetazione alluvionale, sponde; specie che abitano biotipi da fortemente umidi a particolarmente bagnati, per lo più in prossimità dell'acqua.
	<b>GRUPPO 10</b> Specie acquatiche.	<b>P</b> = paludi, acque basse ricche di vegetazione. <b>P<sub>p</sub></b> = paludi periodiche. <b>S</b> = acque ferme, da piccoli pantani e fossati fino a grandi stagni e laghi. <b>F</b> = acque correnti, da ruscelli a grandi fiumi. <b>Q</b> = sorgenti.

**Tab. 3.2.3** – Tabella con indicati i 4 raggruppamenti principali e i 10 gruppi ecologici delle specie di molluschi continentali individuati dal metodo di Ložek (1964). Ai 10 gruppi ecologici sono associati diversi biotopi (ultima colonna a destra) (da Pisegna Cerone, 2008).

Ciascun gruppo ecologico comprende specie in grado di vivere in determinate condizioni ecologiche. Ogni gruppo ecologico rappresenta i rapporti esistenti tra le specie e la vegetazione e

comprende alcuni biotopi, ciascuno dei quali è contraddistinto da una sigla. Questa metodologia permette di inserire ciascuna specie in una classe ecologica indicata da una sigla, costituita dal numero del gruppo ecologico e dall'abbreviazione del biotopo di appartenenza (tab. 3.2.4)

<b>1W</b>	specie legate esclusivamente ai boschi
<b>2W(M)</b>	specie che vivono prevalentemente nei boschi, ma che possono abitare anche altri luoghi per lo più mesofili
<b>4S</b>	specie che vivono in siti asciutti, assolati, senza vegetazione arborea
<b>4Sf</b>	specie petrofile xerofile e termofile
<b>5O</b>	specie che vivono in luoghi aperti, senza vegetazione arborea
<b>6X</b>	specie prevalentemente xerofile e termofile amanti dell'aridità che vivono in biotopi xerotermini
<b>7M</b>	specie mesofile che vivono prevalentemente in luoghi medio-asciutti e che possono abitare biotopi umidi quanto asciutti
<b>7Wf</b>	specie che vivono nei boschi o sulle rocce mediamente umide
<b>8H</b>	specie amanti dell'umidità, ma non si possono indicare come abitanti di palude o come legate all'acqua
<b>9P</b>	specie che vivono in paludi, prati bagnati, sponde di fiumi o comunque in stretta vicinanza dell'acqua
<b>10P</b>	specie che vivono in paludi con acque basse ricche di vegetazione
<b>10Pp</b>	specie che vivono in paludi periodiche
<b>10S</b>	specie che vivono in acque ferme (da piccoli pantani e fossati a grandi stagni e laghi)
<b>10SP</b>	specie che vivono in acque ferme, paludi, fossati, stagni e laghi
<b>10SPPp</b>	specie che vivono in acque ferme, paludi con acque basse ricche di vegetazione ed in paludi periodiche
<b>10S(F)</b>	specie di acque ferme che occasionalmente vivono in acque correnti
<b>10SF</b>	specie che vivono in acque ferme o correnti
<b>10F</b>	specie d'acqua corrente (da ruscelli a grandi fiumi)
<b>10F(S)</b>	specie di acqua corrente che occasionalmente vivono in acque ferme
<b>10FQ</b>	specie che vivono nei corsi d'acqua e nelle sorgenti
<b>10FPpQ</b>	specie che vivono in acque correnti, in paludi periodiche e nelle sorgenti
<b>10Q</b>	specie di acque sorgive

**Tab. 3.2.4** – Tabella con indicate le classi ecologiche cui è possibile riferire le specie di molluschi continentali secondo il metodo di Ložek (1964). Le sigle sono costituite da iniziali delle parole tedesche che descrivono il biotopo.

b) predisposizione delle specie alla tolleranza alle inondazioni ed alle fasi successive di inaridimento nelle aree alluvionali soggette ad inondazioni più o meno temporanee, e in particolare nelle aree di piana inondabile (*flood plain*) (Ilg et al., 2009) (tab. 3.2.5).

<b>G1</b>	Specie acquatiche con bassa tolleranza all'inaridimento
<b>G2</b>	Specie acquatiche con alta tolleranza all'inaridimento
<b>G3</b>	Specie terrestri con alta tolleranza alle inondazioni
<b>G4</b>	Specie terrestri con bassa tolleranza alle inondazioni

**Tab. 3.2.5** – Tabella con indicati i gruppi cui è possibile attribuire le specie di molluschi continentali (terrestri e dulcicoli) considerando la loro diversa tolleranza alle inondazioni nelle aree alluvionali e alle fasi di inaridimento.

c) rapporto tra la struttura del guscio e la tolleranza a condizioni di aridità negli ambienti dunicoli delle aree litorali (Giusti & Castagnolo, 1982) (tab. 3.2.6).

<b>C</b>	<i>Chaliconchae</i> . Specie notevolmente xeroresistenti, a guscio robusto più o meno spesso, non trasparente, biancastro, spesso provvisto di fasce brune, che possono sopportare l'insolazione diretta.
<b>K</b>	<i>Keratoconchae</i> . Specie mesofile, con guscio non troppo robusto, semitrasparente, che cercano di evitare l'insolazione diretta sia nascondendosi nel fitto della vegetazione, sia sotto vari substrati o perfino interrandosi.
<b>CM</b>	<i>Chaliconchae mesoxerofile</i> . Appartengono a questa categoria specie che per la loro ecologia sono intermedie tra le <i>Chaliconchae</i> senso stretto e le <i>Keratoconchae</i> .
<b>H</b>	<i>Hyaloonchae</i> . Specie igrofile con guscio sottile, fragile e trasparente, fuggono la luce e preferiscono biotopi sempre umidi, freschi ed ombrosi; si muovono preferibilmente con cielo coperto o in ore crepuscolari e notturne.
<b>N</b>	<i>Nudae</i> . Specie caratterizzate dall'assenza o dalla estrema riduzione del guscio e che sono limitate agli ambienti più umidi, freschi ed ombrosi; hanno abitudini prevalentemente notturne.

**Tab. 3.2.6** – Tabella con indicati i gruppi cui è possibile attribuire le specie di molluschi terrestri che popolano le aree costiere considerando la struttura del guscio sviluppata in risposta alla tolleranza all'insolazione e al grado di umidità.

In Appendice 2b è riportato l'elenco completo delle specie di molluschi continentali identificate nei 6 sondaggi analizzati con indicate le rispettive categorie ecologiche di appartenenza.

Sia gli attributi ecologici delle specie marine che continentali sono stati quantificati per ciascuna delle associazioni rinvenute nei campioni analizzati permettendo così di ottenere un'interpretazione dettagliata delle variazioni paleoambientali registrate nelle carote analizzate. All'interpretazione paleoambientale ha contribuito anche l'analisi semiquantitativa sulle faune ad ostracodi e foraminiferi associate ai molluschi.

### **3.3      Analisi polliniche**

Le analisi polliniche sono state effettuate presso il Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università Federico II di Napoli sotto la guida della Dott.ssa Russo Ermolli.

Lo studio del polline delle piante conservato nei sedimenti rappresenta uno degli strumenti più utilizzati dalla comunità scientifica per indagare le variazioni climatiche e ambientali avvenute durante il Quaternario (ultimi 2,5 milioni di anni). I granuli pollinici, prodotti in grandi quantità dalle piante, hanno un enorme potere dispersivo legato al trasporto fluviale ed eolico. Particolarmente utili per lo studio delle variazioni climatiche e ambientali sono i sedimenti fini depositi in ambienti continentali i quali anche per la maggiore velocità di sedimentazione rispetto a quelli marini, permettono di ottenere delle ricostruzioni paleoclimatiche e paleoambientali di maggiore dettaglio (Russo Ermolli, 1996).



Tenendo conto di queste considerazioni ed essendo stati individuati livelli limoso-argillosi nei sondaggi provenienti dall'area del Trigno, si è provveduto a selezionare e prelevare da uno di questi sondaggi (MBS3, il più completo e potente per spessore) 16 campioni da sottoporre alle analisi polliniche. Per confronto è stato analizzato anche un campione sabbioso prelevato al di sopra del livello limoso-argilloso studiato in dettaglio.

I campioni sono stati trattati in laboratorio utilizzando una metodica che consente di isolare la materia organica presente nel sedimento distruggendo la porzione inorganica. Di seguito viene descritta tale metodica.

I campioni sono stati prima lavati con acqua per eliminare eventuali contaminazioni dovute al contatto con l'ambiente esterno, poi fatti asciugare in forno a 60°C per 24 ore. Una volta asciugati, 10 g di ogni campione sono stati messi in acido cloridrico (HCl) al 20% per l'eliminazione dei carbonati. I campioni sono stati poi sottoposti a trattamento con acido fluoridrico (HF) al 39% per 72 ore così da eliminare i silicati. I fluoruri formati per la presenza di eccesso di HF sono stati disciolti attraverso la reazione a caldo con HCl al 10%. Durante questa operazione a tutti i campioni sono state aggiunte 2 compresse di spore di *Lycopodium*, per il calcolo della concentrazione di pollini nel sedimento. Il materiale ottenuto è stato filtrato con filtri da 200 µm per consentire l'eliminazione della frazione più grossolana. Successivamente i campioni sono stati centrifugati in una soluzione di ZnCl<sub>2</sub> al 60% per permettere la separazione della sostanza organica da quella inorganica rimanente. La sostanza organica è stata poi centrifugata più volte in acqua per eliminare ZnCl<sub>2</sub>. L'eliminazione completa di ZnCl<sub>2</sub> è stata effettuata attraverso l'aggiunta di alcune gocce di HCl (10%). Per rimuovere il materiale superfluo dalla frazione organica ottenuta, ogni campione è stato sottoposto a filtraggio mediante un filtro da 11 µm immerso in un bagno ad ultrasuoni.

L'analisi pollinica consiste nell'osservazione al microscopio ottico, con ingrandimenti 500X e 1000X, di vetrini su cui è stata montata una piccola quantità del residuo ottenuto in laboratorio. I granuli pollinici vengono determinati, attribuendoli ad una famiglia, genere o specie, e contati fino al raggiungimento di un totale significativo. Questo si aggira di regola intorno ai 300 granuli ma può variare a seconda della ricchezza e della composizione del campione.

### **3.4 Analisi geocronologiche**

5 campioni di materiale organico (3 provenienti dal sondaggio MBS3 dell'area della foce del Trigno e 2 dal sondaggio TS3 dell'area del porto di Termoli), di cui 3 costituiti da gusci fossili di organismi e 2 da resti di vegetali, nonché il sedimento che li conteneva, sono stati inviati a laboratori specializzati (CEDAD dell'Università del Salento di Lecce e CIRCE di Caserta) per sottoporli a datazioni assolute con il metodo del radiocarbonio mediante la tecnica

della spettrometria di massa ad alta risoluzione (AMS). Di seguito viene illustrata la procedura che il laboratorio del CEDAD usa per la preparazione e l'analisi dei campioni. La procedura in uso presso il laboratorio del CIRCE è molto simile.

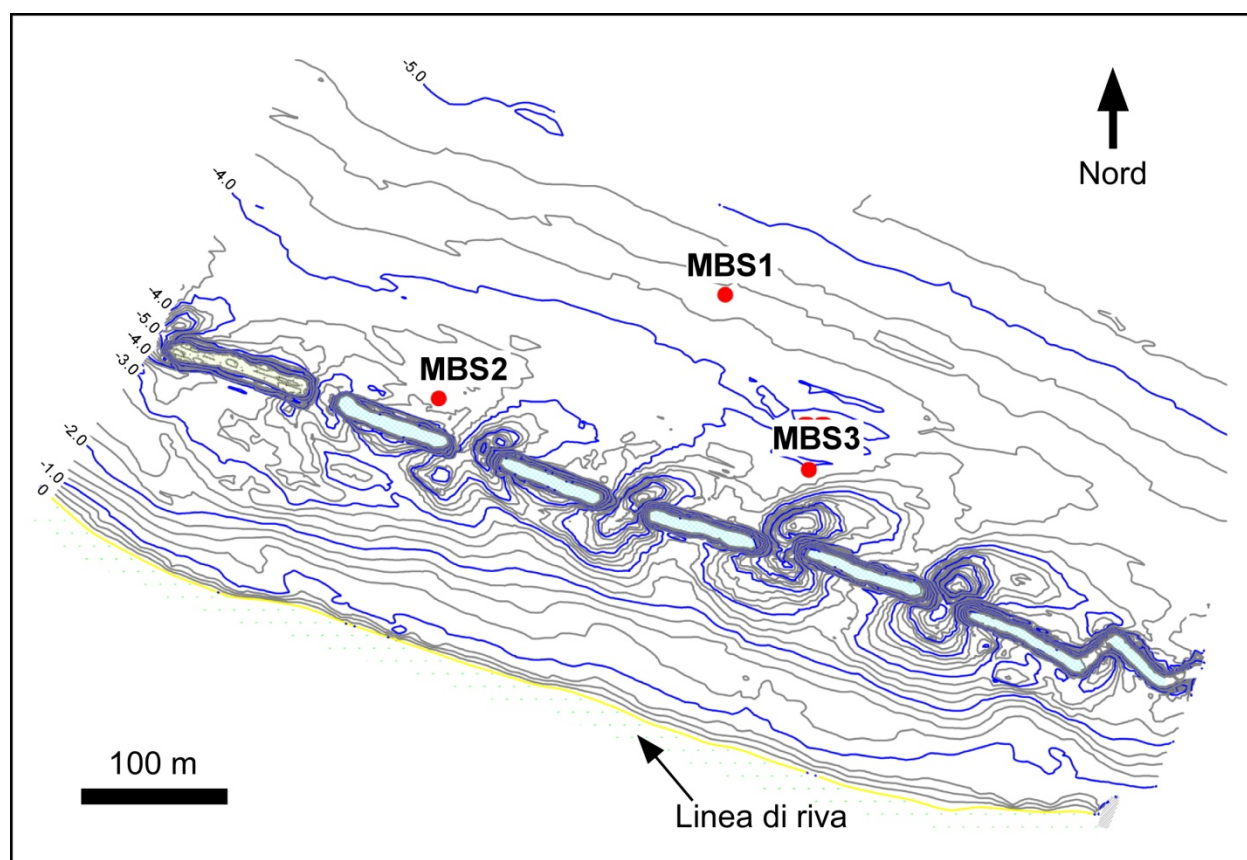
I macrocontaminanti presenti nel campione vengono individuati mediante osservazione al microscopio ottico e rimossi meccanicamente. Il trattamento chimico di rimozione delle microcontaminazioni dal campione viene effettuato sottoponendo il materiale selezionato ad attacchi chimici alternati acido-alcalino-acido. Il materiale estratto viene successivamente convertito in anidride carbonica mediante combustione a 900 °C in ambiente ossidante, e quindi in grafite mediante riduzione. Si utilizza H<sub>2</sub> come elemento riducente e polvere di ferro come catalizzatore. La concentrazione di radiocarbonio viene determinata confrontando i valori misurati delle correnti di <sup>12</sup>C e <sup>13</sup>C, e i conteggi di <sup>14</sup>C con i valori ottenuti da campioni standard di Saccarosio C<sub>6</sub> forniti dalla IAEA (International Atomic Energy Agency). La datazione convenzionale al radiocarbonio viene corretta per gli effetti di frazionamento isotopico sia mediante la misura del termine  $\delta^{13}\text{C}$  effettuata direttamente con l'acceleratore, sia per il fondo della misura. Campioni di concentrazione nota di Acido Ossalico forniti dalla NIST (National Institute of Standard and Technology) sono utilizzati come controllo della qualità dei risultati. Per la determinazione dell'errore sperimentale nella data al radiocarbonio va tenuto conto sia dello *scattering* dei dati intorno al valore medio, sia dell'errore statistico derivante dal conteggio del <sup>14</sup>C. La datazione al radiocarbonio per i campioni viene quindi calibrata in età di calendario utilizzando il software OxCal Ver. 3.10 basato sui dati atmosferici (Reimer et al., 2004).

## 4. Risultati

In questo capitolo sono riportati i risultati delle analisi effettuate sulle carote di sedimenti provenienti dalle due località di studio: area della foce del fiume Trigno e area del Porto di Termoli (cfr. cap. 3, figg. 3.1 e 3.2).

### 4.1 Area della foce del fiume Trigno

Per questa località sono state analizzate 3 carote di sedimenti prelevate a mare il 2 e il 3 marzo 2007 a poche centinaia di metri dalla linea di riva (fig. 4.1.1), e circa 600 m a nord della foce del fiume Trigno.



**Fig. 4.1.1** - Area della foce del fiume Trigno con relativa batimetria del fondale marino. Sono indicati i punti in cui sono state prelevate le 3 carote di sedimenti (MBS1, MBS2 e MBS3).

Il sondaggio MBS1 è stato effettuato a partire da una profondità di 4,47 m dal livello del mare ed ha uno spessore di 12 m. Le sue coordinate WGS84 sono 482518 4657545.

Il sondaggio MBS2 è stato effettuato a partire da una profondità di 3,7 m dal livello del mare ed ha uno spessore di 12,5 m. Le sue coordinate WGS84 sono 482323 4657475.

Il sondaggio MBS3, infine, è stato effettuato a partire da una profondità di 4,11 m dal livello del mare ed ha uno spessore di 15 m. Le sue coordinate WGS84 sono 482573 4657429.

#### **4.1.1 Assetto geomorfologico-geologico**

Il settore costiero emerso in quest'area è caratterizzato dalla presenza di una costa bassa, contraddistinta da una spiaggia sabbiosa. La spiaggia si raccorda direttamente alla piana alluvionale costiera del fiume Trigno (fig. 2.8),

La valle del fiume Trigno, nel settore terminale, si presenta ampia e con superfici terrazzate conservate a varie quote in sinistra idrografica. Solo nel settore più interno in corrispondenza del Fosso Di Blasio nel comune di Montenero di Bisaccia sono presenti terrazzi fluviali anche in destra idrografica. In destra idrografica l'erosione fluviale ha determinato lo sviluppo di pareti subverticali. Le morfologie presenti in destra idrografica sono caratterizzate da colline con fianchi dolci e poco acclivi.

Da punto di vista geologico, i depositi di substrato affioranti in prossimità della costa sono costituiti dalle Argille di Montesecco di età Pliocene superiore - Pleistocene inferiore (Amorosi et al., 2009). In particolare in questo settore affiorano in termini inferiori della successione argillosa (Bracone, 2010).

I depositi di piana costiera di età olocenica sono costituiti in prevalenza da limi ed argille in facies fluvio-palustre.

All'interno della valle i depositi alluvionali sono costituiti da unità conglomeratiche, caratterizzati da ciottoli eterometrici, poligenici, con un buon grado di arrotondamento. Generalmente i ciottoli si presentano embriciati e i corpi ghiaiosi si presentano clasto-sostenuti. Al top delle unità conglomeratiche sono generalmente presenti unità sabbioso-limose tipiche di associazioni di facies di piana inondabile.

## 4.1.2 Sedimentologia

La caratterizzazione litologica delle carote di sedimenti e l'integrazione dei risultati delle analisi granulometriche quantitative effettuate su una serie di campioni prelevati a diverse altezze delle 3 successioni sedimentarie corrispondenti ai 3 sondaggi, hanno consentito di distinguere una serie di unità litologico-stratigrafiche le cui caratteristiche sono di seguito illustrate nel dettaglio.

### 4.1.2.1 Sondaggio MBS1

Nel sondaggio MBS1 sono state distinte 3 unità principali che a partire dal basso sono (figg. 4.1.2.1.1 e 4.1.2.1.2): unità ghiaiosa (intervallo 12,00-9,75 m; spessore 2,25 m), unità limoso-argillosa (intervallo 9,75-9,00 m; spessore 0,75 m), unità sabbiosa (intervallo 9,00-0 m; spessore 9 m).



**Fig. 4.1.2.1.1** - Foto della carota di sedimenti del sondaggio MBS1 con indicati i limiti inferiori delle principali unità distinte. La barra blu, la rossa e la gialla corrispondono rispettivamente ai limiti inferiori dell'unità ghiaiosa, dell'unità limoso-argillosa e dell'unità sabbiosa. La foto è stata scattata il 2-3-2007 subito dopo il prelievo a mare dei sedimenti (foto V. Bracone).

Le 3 unità principali sono state suddivise in una serie di sub-unità, in base alle loro principali caratteristiche sedimentologiche, distinte con numerazione progressiva dal basso verso l'alto. Le caratteristiche litologiche delle unità e delle relative sub-unità sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. A rappresentare queste sub-unità in modo molto sintetico nell'ambito dello schema di sintesi delle caratteristiche sedimentologiche del sondaggio MBS1 (Fig. 4.1.2.1.2, colonna sub-unità litologiche), è stata adottata per ognuna di esse una sigla che sintetizza le caratteristiche sedimentologiche come ad esempio la sigla **Gmgs/bgr** corrispondente alla sub-unità G1.

#### Unità ghiaiosa:

- Sub-unità G1 - **Gmgs/bgr** (12,00-11,90 m) - Ghiaia calcarea medio-grossolana immersa in matrice sabbioso-limosa di colore beige-avana.
- Sub-unità G2 - **C** (11,90-11,30 m) - Ciottolame grossolano calcareo sciolto senza matrice, con ciottoli arrotondati e non di dimensioni fino 8 cm.
- Sub-unità G3 - **Gmgs/bgr** (11,30-10,70 m) - Ghiaia per lo più calcarea medio-grossolana in matrice sabbioso-limosa beige-grigia.
- Sub-unità G4 - **Gg** (10,70-10,45 m) - Ghiaia grossolana con ciottoli sia arrotondati, sia a spigoli vivi e di dimensioni fino a 8 cm; scarsissima matrice.
- 10,45-10,00 m - Lacuna (*Standard Penetrometric Test*, SPT).
- Sub-unità G5 - **Ggs/bgr** (10,00-9,75 m) - Ghiaia grossolana in matrice sabbioso-limosa di colore beige e grigio.

#### Unità limoso-argillosa:

- Sub-unità L - **LsLagrF** (9,75-9,00 m) - Limo sabbioso passante a limo argilloso, consistente; colore grigio.

#### Unità sabbiosa:

- Sub-unità S1 - **Sfn** (9,00-8,80 m) - Sabbia da fine a limosa, in parte compatta, di colore nocciola.
- Sub-unità S2 - **SfmnF** (8,80-7,20 m) - Sabbia da fine a media, sciolta, di colore nocciola.
- Sub-unità S3 - **Sfn** (7,20-5,00 m) - Sabbia fine, limosa, compatta, di colore nocciola chiaro. A 5,15 m è presente un ciottolo arrotondato con dimensioni di 8-10 cm. 6,45-6,00 m - Lacuna (SPT).
- Sub-unità S4 - **Sfbgr** (5,00-4,30 m) - Sabbia fine, abbastanza compatta, di colore beige-grigio.
- Sub-unità S5 - **SmnF** (4,30-3,60 m) - Sabbia media, sciolta, di colore nocciola.
- Sub-unità S6 - **SgnF** (3,60-3,00 m) - Sabbia grossolana, sciolta, di colore nocciola.
- Sub-unità S7 - **Sm/nOF** (3,00-1,40 m) - Sabbia media, abbastanza compatta, con materia organica, di colore nocciola.



- Sub-unità S8 - **SmgbrF** (1,40-0,70 m) - Sabbia da media a grossolana, sciolta, colore beige-grigio.

- Sub-unità S9 - **SmfnF** (0,70-0 m) - Sabbia da media a fine, sciolta, di colore nocciola chiaro.

17 campioni prelevati nelle varie sub-unità dell'unità sabbiosa sono stati sottoposti alle analisi granulometriche quantitative. I risultati hanno permesso di determinare le variazioni delle percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie all'interno dell'unità sabbiosa. I dati ricavati sono riportati nella tabella 4.1.2.1.1 e illustrati nel grafico della fig. 4.1.2.1.2.

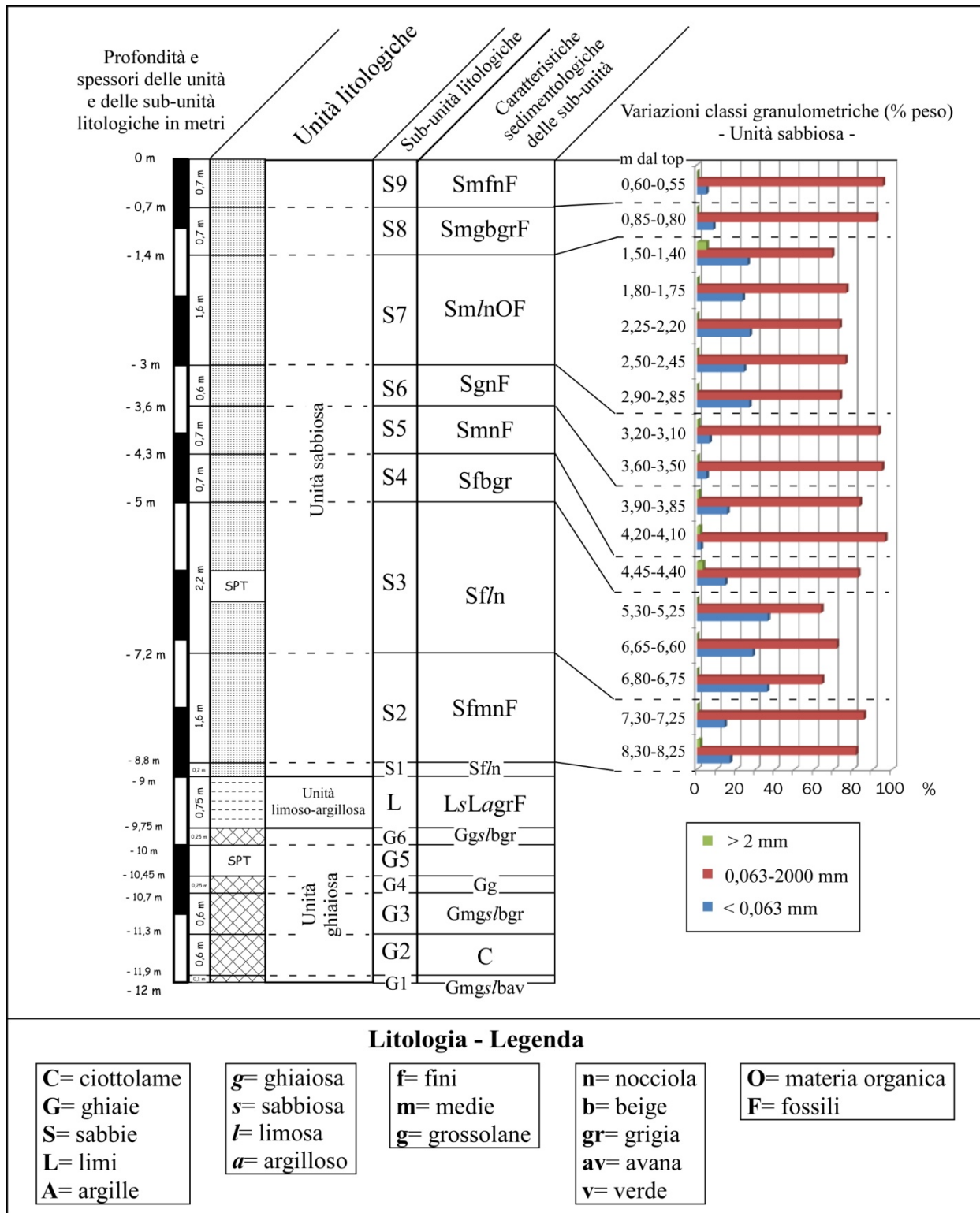
Campioni profondità top carota (m)	Peso totale (grammi)	Peso frazione <63 µm	Peso frazione 63-2000 µm	Peso frazione >2000 µm	% in peso frazione <63 µm	% in peso frazione 63-2000 µm	% in peso frazione >2000 µm
8,30-8,25	141,16	23,90	114,99	2,26	16,93	81,46	1,61
7,30-7,25	137,50	19,45	117,55	0,50	14,14	85,49	0,37
6,80-6,75	211,84	76,25	135,55	0,04	35,99	63,99	0,02
6,65-6,60	166,93	47,68	119,25	0,00	28,56	71,44	0,00
5,30-5,25	220,54	80,18	140,36	0,00	36,36	63,64	0,00
4,45-4,40	162,92	23,50	134,57	4,85	14,42	82,61	2,97
4,20-4,10	257,92	5,29	248,42	4,20	2,05	96,32	1,63
3,90-3,85	178,77	27,79	149,06	1,92	15,54	83,38	1,08
3,60-3,50	215,21	10,52	203,93	0,76	4,88	94,76	0,36
3,20-3,10	262,98	16,79	244,66	1,52	6,38	93,03	0,59
2,90-2,85	195,90	52,48	143,33	0,009	26,81	73,18	0,01
2,50-2,45	208,94	50,24	158,69	0,004	24,04	75,95	0,01
2,25-2,20	179,69	48,53	131,16	0,00	27,01	72,99	0,00
1,80-1,75	197,81	46,27	151,13	0,41	23,39	76,40	0,21
1,50-1,40	182,50	47,32	126,34	8,83	25,93	69,23	4,84
0,85-0,80	203,63	16,82	186,75	0,06	8,26	91,71	0,03
0,60-0,55	213,73	10,05	203,49	0,18	4,71	95,21	0,08

**Tab. 4.1.2.1.1** - Tabella con i risultati delle analisi granulometriche effettuate sui campioni dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Nelle colonne a partire da sinistra sono riportati i campioni con indicate le profondità dal top della carota, il peso totale di ciascun campione, il peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie di ogni campione e i valori percentuali di queste 3 classi all'interno di ciascun campione (cfr. fig. 4.1.2.1.2).

In tutti i campioni dell'unità sabbiosa analizzati predomina la classe granulometrica delle sabbie con valori compresi tra circa il 63% e il 96%. La classe dei limi è sempre rappresentata nei campioni e registra valori compresi tra circa il 2% ed il 36%. La classe delle ghiaie non è rappresentata in tutti i campioni e comunque registra valori per lo più bassi, di solito inferiori o prossimi all'1% essendo costituita per lo più di gusci o frammenti di gusci di molluschi.

In particolare nella sub-unità S2 (8,80-7,20 m) si registrano valori della classe delle sabbie superiori all'80% e inferiori al 90%. La classe dei limi è rappresentata con valori maggiori del

10% ed inferiori del 20%. Le classe delle ghiaie con valori non superiori al 2% essendo rappresentata per lo più da gusci e frammenti di gusci.



**Fig. 4.1.2.1.2** - Schema di sintesi con i risultati delle analisi sedimentologiche effettuate sul sondaggio **MBS1**. Nella parte sinistra sono riportate le 3 principali unità litologiche, le relative sub-unità con la sintesi delle caratteristiche sedimentologiche (sigle spiegate nella legenda annessa) e gli spessori in metri. Nella parte destra è riportato il grafico con le percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi (< 63µm), delle sabbie (tra 63µm e 2 mm) e delle ghiaie (> 2 mm) riscontrate in campioni prelevati nelle diverse sub-unità dell'unità sabbiosa del sondaggio (vedi tab. 4.1.2.1.1).

Nella sub-unità S3 (7,20-5,00 m) predomina sempre la classe delle sabbie (valori compresi tra il 70% ed il 60%), ma si registrano valori maggiori della classe dei limi rispetto a quelli della sub-unità precedente essendo tali valori in genere maggiori del 30% e comunque non superiori al 40%. La classe delle ghiaie risulta essere quasi del tutto assente.

Nella sub-unità S4 (5,00-4,30 m) il valore della classe dei limi diminuisce (14% circa nel campione 4,45-4,40 m) rispetto a quelli della sub-unità precedente; aumenta invece il valore della classe delle sabbie (83% circa nel campione 4,45-4,40 m). Si segnala un aumento anche della classe delle ghiaie rappresentata con un valore di circa il 3% (4,45-4,40 m).

Per quanto riguarda la sub-unità S5 (4,30-3,60 m) nella parte bassa (4,20-4,10 m) si registra un valore della classe delle sabbie prossimo al 96% mentre la classe dei limi e delle ghiaie registrano rispettivamente valori di circa il 2% e dell'1,6%. Nella parte alta (3,90-3,85 m) di questa unità aumenta il valore della classe dei limi (15% circa). La classe delle sabbie registra un valore di circa l'84% mentre quella delle ghiaie di circa l'1%.

Nella sub-unità S6 (3,60-3,00 m) la classe delle sabbie fa registrare valori prossimi al 95%, la classe dei limi valori del 5-6%, mentre la classe delle ghiaie valori inferiori all'1%.

Nella sub-unità S7 (3,00-1,40 m) rispetto a quanto registrato nelle precedenti 3 sub-unità i valori della classe dei limi aumentano nettamente, essendo compresi tra circa il 23% e il 27%. In questa sub-unità predomina sempre la classe delle sabbie con valori compresi tra circa il 69% e il 76%. La classe delle ghiaie è scarsamente rappresentata con valori inferiori all'1%; solo nella parte alta della sub-unità (1,50-1,40 m) si registra un discreto valore (circa il 5%) per questa classe granulometrica.

Nella sub-unità S8 (1,40-0,70 m) la classe dei limi diminuisce rispetto alla sub-unità precedente facendo registrare un valore di poco superiore all'8%. La classe delle sabbie registra un valore di circa il 92%, mentre la classe delle ghiaie registra un valore molto basso, inferiore all'1%.

Infine nella sub-unità S9 (0,70-0 m) i valori della classe dei limi sono di circa il 5%, quelli della classe delle sabbie di circa il 95% mentre quelli delle ghiaie sono sempre molto bassi, inferiori all'1%.

#### 4.1.2.2 Sondaggio MBS2

Nel sondaggio MBS2 sono state distinte 2 unità principali che a partire dal basso sono (figg. 4.1.2.2.1 e 4.1.2.2.2): unità limoso-argillosa (intervallo 12,50-10,00 m; spessore 2,5 m), unità sabbiosa (intervallo 10,00-0 m; spessore 10 m).



**Fig. 4.1.2.2.1** - Foto della carota di sedimenti del sondaggio MBS2 con indicati i limiti inferiori delle principali unità distinte. La barra blu e la barra rossa corrispondono rispettivamente ai limiti inferiori dell'unità limoso-argillosa e dell'unità sabbiosa). La foto è stata scattata il 3-3-2007 subito dopo il prelievo a mare dei sedimenti (foto V. Bracone).

Le 2 unità principali sono state suddivise in una serie di sub-unità in base alle loro principali caratteristiche sedimentologiche, distinte con numerazione progressiva dal basso verso l'alto. Le caratteristiche litologiche delle unità e delle relative sub-unità sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. A rappresentare queste sub-unità in modo molto sintetico nell'ambito dello schema di sintesi delle caratteristiche sedimentologiche del sondaggio MBS2 (**Fig. 4.1.2.2.2**, colonna sub-unità litologiche), è stata adottata per ognuna di

esse una sigla che sintetizza le caratteristiche sedimentologiche come ad esempio la sigla **LaAlgrvnF** corrispondente alla sub-unità L1.

Unità limoso-argillosa:

- Sub-unità L1 - **LaAlgrvnF** (12,50-11,10 m) - Limo argilloso passante ad argille limose, molto consistenti; colore grigio-verde con passate nocciola verso l'alto.
- Sub-unità L2 - **LsLangrF** (11,10-10,00 m) - Limo sabbioso passante a limo argilloso, da consistente a molto consistente; colore nocciola con passate grigiastre.

Unità sabbiosa:

- Sub-unità S1 - **SfInF** (10,00-9,30 m) - Sabbia fine limosa sciolta, nocciola.
- Sub-unità S2 - **SmfInF** (9,30-8,45 m) - Sabbia da media a fine sciolta, nocciola.
- 8,45-8,00 m - Lacuna (*Standard Penetrometric Test*, SPT).
- Sub-unità S3 - **SfInF** (8,00-7,50 m) - Sabbia fine limosa compatta, nocciola.
- Sub-unità S4 - **SfnF** (7,50-6,80 m) - Sabbia fine sciolta, nocciola.
- Sub-unità S5 - **SfInF** (6,80-5,50 m) - Sabbia limosa compatta, nocciola. 6,45-6,00 m - Lacuna (SPT).
- Sub-unità S6 - **Sf-InF** (5,50-5,00) - Sabbia fine debolmente limosa; colore nocciola.
- Sub-unità S7 - **SfInF** (5,00-0 m) - Sabbia fine limosa sciolta; colore nocciola (livelli più limosi si alternano ad altri meno limosi con continuità di passaggio).

86 campioni prelevati nelle varie sub-unità dell'unità sabbiosa sono stati sottoposti alle analisi granulometriche quantitative. I risultati hanno permesso di determinare in maniera dettagliata le variazioni delle percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie all'interno dell'unità. I dati ricavati sono riportati nella tabella 4.1.2.2.1 e illustrati nel grafico della fig. 4.1.2.2.2.

In tutti i campioni dell'unità sabbiosa analizzati predomina la classe granulometrica delle sabbie con valori compresi tra circa il 57% e il 95%. Fa eccezione il campione 2,00-1,95 m in cui vi è un netto dominio della classe dei limi con l'83,13% e in cui la classe delle sabbie è rappresentata da un valore del 16,81%. La classe dei limi è sempre rappresentata nei campioni e ad eccezione del campione 2,00-1,95 m registra valori compresi tra circa il 4,5% ed il 39%. La classe delle ghiaie non è rappresentata in tutti i campioni e comunque registra valori per lo più bassi, di solito inferiori o prossimi all'1% essendo costituita per lo più di gusci o frammenti di gusci di molluschi. In alcuni livelli si registrano delle percentuali maggiori di questa classe di solito inferiori o prossime al 5% in questo caso in aggiunta ai gusci sono presenti ciottoletti. I campioni 9,50-9,45 m, 7,00-6,95 m e 6,70-6,65 m hanno valori della classe delle ghiaie maggiori, rispettivamente del 10,07%, 9,32% e 16,73%.



Campioni profondità top carota (m)	Peso totale (grammi)	Peso frazione <63 µm	Peso frazione 63-2000 µm	Peso frazione >2000 µm	% in peso frazione <63 µm	% in peso frazione 63-2000 µm	% in peso frazione >2000 µm
9,95-9,90	132,19	32,34	98,24	1,61	24,46	74,32	1,22
9,90-9,85	202,28	42,79	151,67	7,83	21,15	74,98	3,87
9,85-9,80	200,49	42,28	146,80	11,41	21,09	73,22	5,69
9,80-9,75	183,25	45,36	137,51	0,39	24,75	75,04	0,21
9,75-9,70	211,35	58,91	151,74	0,70	27,87	71,80	0,33
9,70-9,65	238,91	70,98	155,86	12,07	29,71	65,24	5,05
9,65-9,60	262,17	81,27	177,72	3,18	31,00	67,79	1,21
9,60-9,55	277,83	92,66	184,11	1,07	33,35	66,27	0,38
9,55-9,50	227,33	75,14	151,91	0,28	33,06	66,82	0,12
9,50-9,45	221,05	55,35	143,45	22,25	25,04	64,89	10,07
9,45-9,40	228,58	55,85	159,07	13,66	24,43	69,59	5,98
9,40-9,35	206,72	45,46	147,59	13,67	21,99	71,39	6,61
9,35-9,30	207,13	56,87	146,40	3,86	27,46	70,68	1,87
9,30-9,25	200,96	34,94	164,05	1,97	17,39	81,63	0,98
9,25-9,20	193,13	14,38	166,21	12,54	7,44	86,06	6,49
9,20-9,15	245,47	28,25	198,81	18,41	11,51	80,99	7,50
9,15-9,10	217,64	14,52	198,20	4,92	6,67	91,07	2,26
9,10-9,05	190,08	12,90	174,74	2,44	6,79	91,93	1,28
9,05-9,00	201,82	15,56	185,58	0,68	7,71	91,95	0,34
9,00-8,95	192,79	17,19	171,96	3,64	8,92	89,20	1,89
8,95-8,90	182,34	25,95	144,53	11,86	14,23	79,26	6,51
8,90-8,85	226,87	35,97	174,28	16,63	15,85	76,82	7,33
8,85-8,80	190,28	21,66	161,70	6,92	11,38	84,98	3,64
8,80-8,75	222,74	35,29	174,62	12,83	15,84	78,40	5,76
8,75-8,70	162,55	19,33	138,62	4,59	11,89	85,28	2,83
8,70-8,65	150,91	19,42	126,42	5,07	12,87	83,77	3,36
8,65-8,60	252,72	35,33	202,37	15,02	13,98	80,08	5,94
8,50-8,45	83,39	4,53	74,09	4,77	5,43	88,85	5,72
8,00-7,95	161,72	62,60	99,00	0,12	38,71	61,21	0,08
7,90-7,85	191,59	62,60	128,99	0,00	32,67	67,33	0,00
7,75-7,70	160,03	56,43	103,58	0,02	35,26	64,73	0,01
7,60-7,55	136,70	46,09	90,57	0,04	33,72	66,25	0,03
7,40-7,35	103,50	6,10	97,35	0,05	5,89	94,06	0,05
7,25-7,20	120,34	11,46	108,85	0,03	9,52	90,45	0,03
7,10-7,05	156,50	12,41	140,50	3,59	7,93	89,78	2,29
7,00-6,95	183,95	16,91	149,89	17,15	9,19	81,48	9,32
6,95-6,90	153,82	17,48	132,97	3,37	11,36	86,44	2,19
6,90-6,85	168,19	17,91	143,05	7,23	10,65	85,05	4,30
6,80-6,75	221,13	70,71	149,67	0,75	31,98	67,68	0,34
6,70-6,65	214,57	57,18	121,49	35,90	26,65	56,62	16,73
6,50-6,45	137,81	42,30	94,09	1,43	30,69	68,27	1,03

**Tab. 4.1.2.2.1** - Tabella con i risultati delle analisi granulometriche effettuate sui campioni dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS2. Nelle colonne a partire da sinistra sono riportati i campioni con indicate le profondità dal top della carota, il peso totale di ciascun campione, il peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie di ogni campione e i valori percentuali di queste 3 classi all'interno di ciascun campione (cfr. fig. 4.1.2.2.2).

Campioni profondità top carota (m)	Peso totale (grammi)	Peso frazione <63 µm	Peso frazione 63-2000 µm	Peso frazione >2000 µm	% in peso frazione <63 µm	% in peso frazione 63-2000 µm	% in peso frazione >2000 µm
6,00-5,95	163,77	46,53	117,21	0,03	28,41	71,57	0,02
5,90-5,85	189,91	52,23	137,68	0,00	27,50	72,50	0,00
5,80-5,75	137,75	43,76	93,67	0,32	31,77	68,00	0,24
5,70-5,65	137,16	35,94	100,87	0,35	26,20	73,54	0,26
5,60-5,55	136,59	32,51	102,11	1,97	23,80	74,76	1,44
5,20-5,15	121,00	20,09	99,10	1,81	16,60	81,90	1,49
5,05-5,00	125,00	12,87	106,32	5,81	10,30	85,05	4,65
5,00-4,95	130,25	41,24	86,17	2,84	31,66	66,16	2,18
4,95-4,90	132,59	33,34	99,21	0,04	25,15	74,82	0,03
4,85-4,80	191,37	50,72	139,98	0,67	26,50	73,15	0,35
4,75-4,70	178,78	67,09	111,42	0,27	37,53	62,32	0,15
4,65-4,60	122,69	22,09	100,45	0,15	18,00	81,87	0,12
4,55-4,50	165,48	40,27	125,00	0,21	24,34	75,54	0,13
4,45-4,40	161,60	27,92	132,03	1,65	17,28	81,70	1,02
4,35-4,30	194,76	40,33	153,03	1,40	20,71	78,57	0,72
4,25-4,20	129,38	8,60	120,18	0,59	6,65	92,89	0,46
4,05-4,00	111,43	10,81	100,08	0,54	9,70	89,81	0,48
3,85-3,80	95,49	27,71	65,17	2,61	29,02	68,25	2,73
3,75-3,70	114,36	9,52	103,40	1,44	8,32	90,42	1,26
3,55-3,50	126,58	25,28	93,57	7,73	19,97	73,92	6,11
3,45-3,40	106,89	14,06	90,60	2,23	13,16	84,76	2,09
3,35-3,30	118,34	17,58	98,97	1,79	14,86	83,63	1,51
3,25-3,20	94,98	12,35	81,98	0,66	13,00	86,31	0,69
3,15-3,10	86,51	4,44	82,08	0,00	5,13	94,87	0,00
3,05-3,00	88,60	4,97	83,42	0,21	5,61	94,15	0,24
2,95-2,90	190,81	73,72	117,09	0,00	38,63	61,37	0,00
2,85-2,80	187,20	53,35	133,64	0,21	28,50	71,39	0,11
2,65-2,60	149,60	35,63	113,86	0,11	23,82	76,11	0,07
2,55-2,50	156,59	27,82	127,87	0,89	17,77	81,66	0,57
2,45-2,40	149,86	23,29	126,43	0,15	15,54	84,36	0,10
2,25-2,20	118,11	29,16	88,96	0,00	24,69	75,31	0,00
2,05-2,00	123,11	27,55	95,15	0,42	22,38	77,29	0,34
2,00-1,95	112,03	93,14	18,83	0,06	83,13	16,81	0,05
1,85-1,80	133,47	27,63	102,47	3,37	20,70	76,77	2,52
1,70-1,65	121,20	21,36	99,31	0,52	17,63	81,94	0,43
1,55-1,50	129,30	30,75	98,16	0,39	23,78	75,92	0,30
1,25-1,20	94,72	14,76	79,55	0,41	15,59	83,98	0,43
1,05-1,00	93,37	8,92	84,40	0,06	9,55	90,39	0,06
1,00-0,95	82,60	3,73	78,80	0,07	4,52	95,40	0,08
0,80-0,75	108,59	7,02	101,54	0,03	6,47	93,51	0,03
0,65-0,60	108,61	11,39	97,06	0,16	10,48	89,37	0,15
0,50-0,45	136,91	21,26	114,54	1,12	15,53	83,66	0,82
0,35-0,30	124,82	17,35	106,77	0,70	13,90	85,54	0,56
0,15-0,10	87,47	27,00	59,25	1,22	30,86	67,74	1,39
0,05-0,00	105,37	10,58	94,16	0,64	10,04	89,36	0,60

Tab. 4.1.2.2.1 - (continuazione).

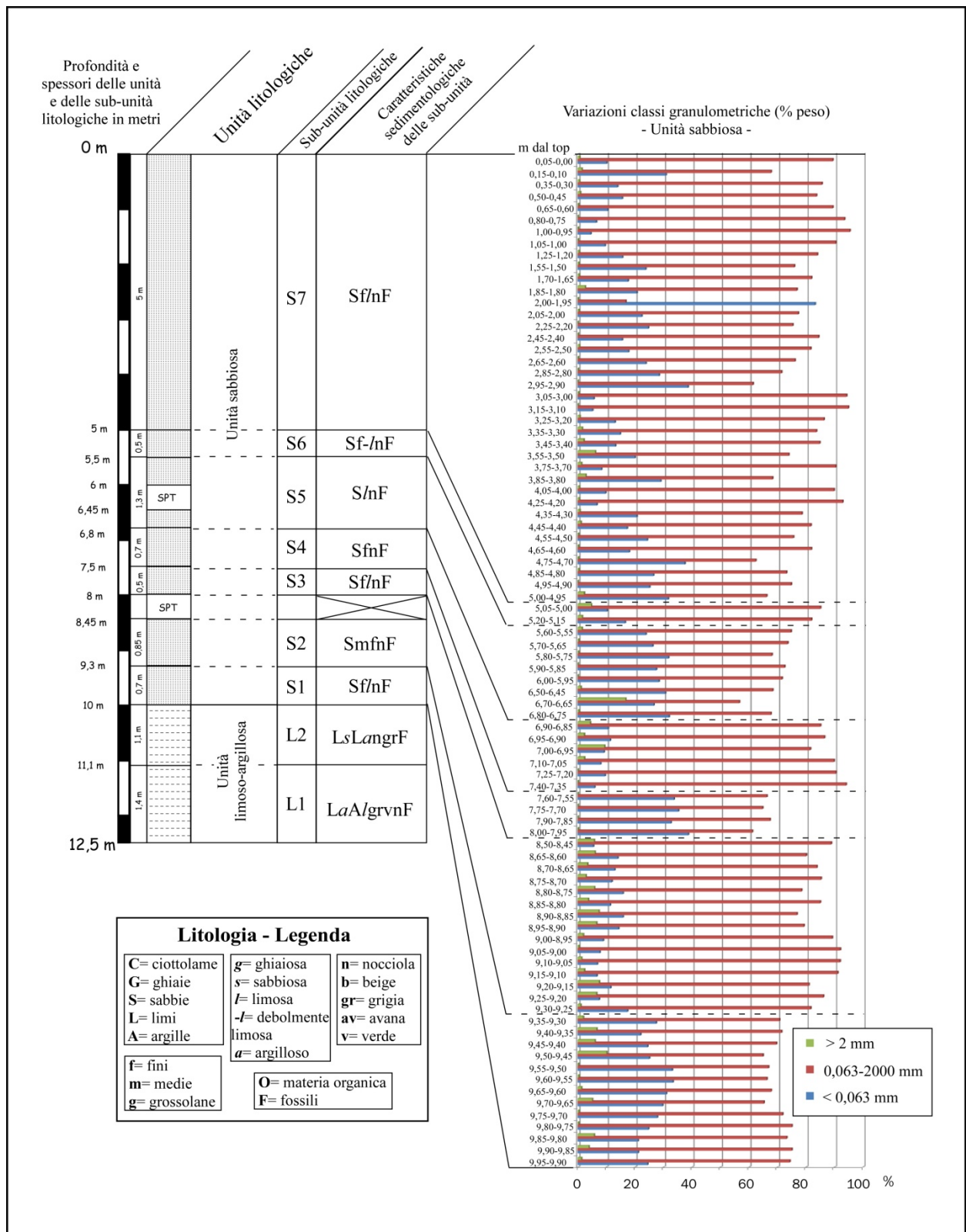
Nella sub-unità S1 (10,00-9,30 m) i valori della classe dei limi sono compresi tra circa il 21% ed il 33% (tab. 4.1.2.2.1, fig.4.1.2.2.2). Si nota una tendenza all'aumento della percentuale di questa classe fino a 9,55 m (max 33,35%) ed una successiva diminuzione dei valori che raggiungono circa il 22% nel campione 9,40-9,35 m. Il campione 9,35-9,30 m registra un aumento della frazione limosa (27,46%). La classe delle sabbie ha tra 9,95 e 9,70 m valori compresi tra circa il 75% ed il 72% con tendenza alla diminuzione. Tra 9,70 e 9,30 m i valori sono tra il 65% ed il 71% essendo più alti nella parte alta della sub-unità (9,40-9,30 m). Le ghiaie sono rappresentate in maniera discontinua con valori compresi tra meno dell'1% ed il 10%, essendo maggiormente rappresentate nell'intervallo compreso tra 9,45 e 9,55 m.

Nella sub-unità S2 (9,30-8,45 m) la classe dei limi registra nella parte bassa (9,30-8,95 m) valori compresi tra circa il 7% ed il 9%. Fanno eccezione i campioni 9,30-9,25 m e 9,20-9,15 m con valori rispettivamente del 17,39% e dell'11,51%. Nella parte alta (8,95-8,60 m) i valori di questa classe sono maggiori essendo compresi tra circa il 16% e l'11%. Il campione di passaggio alla sub-unità successiva (8,50-8,45 m) registra un valore percentuale di questa classe nettamente inferiore rispetto ai precedenti (5,43%). Per quanto riguarda la classe delle sabbie i valori sono compresi tra circa il 77% ed il 92% essendo distribuiti in maniera discontinua all'interno della sub-unità. Una certa stabilità di valori di questa classe, che corrisponde ai valori massimi registrati nella sub-unità, è presente nell'intervallo compreso tra 9,15 e 8,95 m. Le ghiaie infine registrano valori che vanno da meno dell'1% al 7,5%. I valori di questa classe sono distribuiti in maniera discontinua nella sub-unità.

Nella sub-unità S3 (8,00-7,50 m) la classe dei limi registra valori abbastanza alti e compresi tra circa il 39% ed il 33%. La classe delle sabbie registra valori compresi tra circa il 61% e il 67%. Quasi del tutto assente è la classe delle ghiaie con valori di molto inferiori all'1%.

Nella sub-unità S4 (7,50-6,80 m) la classe dei limi registra valori minori rispetto alla sub-unità precedente compresi tra circa il 6% e l'11%. La classe delle sabbie è rappresentata con valori compresi tra circa l'81% ed il 94%, quella della ghiaie tra meno dell'1% a circa il 9%.

Nella sub-unità S5 (6,80-5,50 m) la classe dei limi registra valori maggiori rispetto alla precedente sub-unità. Per questa classe i valori sono compresi tra circa il 32% e il 24%. La classe delle sabbie registra valori compresi tra circa il 57% ed il 75%. La classe delle ghiaie registra valori molto bassi inferiori o di poco superiori all'1%. Fa eccezione il campione 6,70-6,65 m in cui la classe delle ghiaie è rappresentata con il 16,73% (valore maggiore di tutta l'unità sabbiosa del sondaggio MBS2); in questo campione la classe delle sabbie registra il minimo valore (56,62%) all'interno della sub-unità (secondo valore più basso dell'intera unità sabbiosa).



**Fig. 4.1.2.2.2** - Schema di sintesi con i risultati delle analisi sedimentologiche effettuate sul sondaggio **MBS2**. Nella parte sinistra sono riportate le 2 principali unità litologiche, le relative sub-unità (sigle spiegate nella legenda annessa) e gli spessori in metri. Nella parte destra è riportato il grafico con le percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi (< 63µm), delle sabbie (tra 63µm e 2 mm) e delle ghiaie (> 2 mm) riscontrate in campioni prelevati nelle diverse sub-unità dell'unità sabbiosa del sondaggio (vedi tab. 4.1.2.2.1).

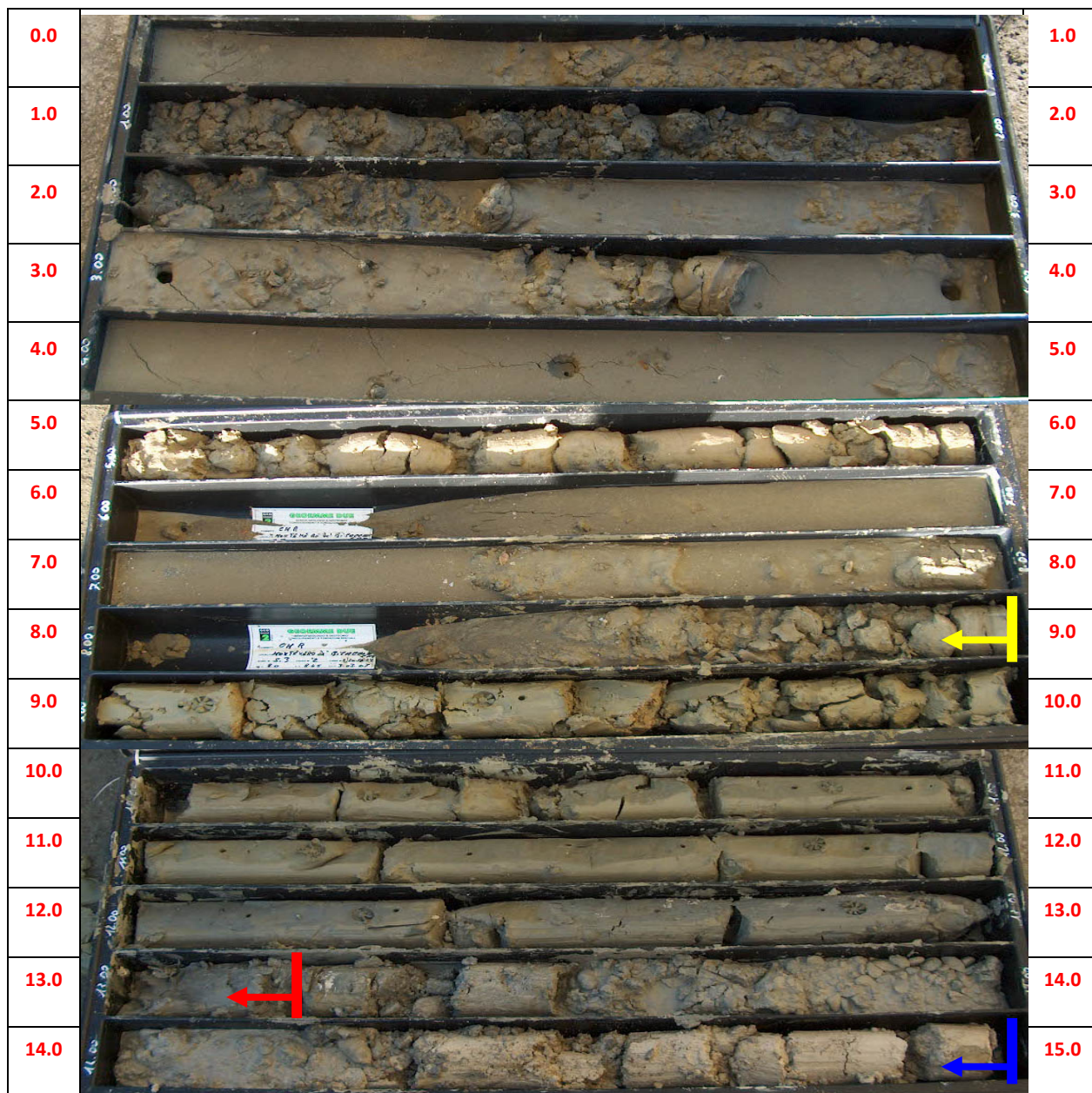
Nella sub-unità S6 (5,50-5,00) il valore della classe dei limi è compreso tra circa il 17% ed il 10% con tendenza alla diminuzione verso l'alto (5,05-5,00). La classe delle sabbie registra valori compresi tra circa l'82% e l'85%, mentre quella delle ghiaie tra circa l'1,5% ed i 4,5%.

Infine nella sub-unità S7 (5,00-0 m) la classe dei limi in generale registra valori maggiori rispetto all'unità precedente. Questi valori in genere sono maggiori del 10%, superando in alcuni casi il 15% il 20% ed il 30%. In alcuni casi si registra la presenza di valori inferiori al 10%. Per quanto riguarda la classe delle sabbie essa mostra valori compresi tra circa il 61% ed il 95%. La classe delle ghiaie registra valori che in genere sono inferiori o di poco superiori all'1%, in pochi casi raggiungono o superano il 2%, mentre solo per un livello (3,55-3,50 m) si registrano valori superiori e comunque non eccessivamente elevati (6,11%). Va precisato che in questa sub-unità i valori delle diverse classi sono distribuiti in maniera eterogenea. In aggiunta come già detto in precedenza è presente un livello di 5 cm (2,00-1,95 m) in cui predomina nettamente la classe dei limi (83,13%) rispetto a quella delle sabbie (16,81%).



### 4.1.2.3 Sondaggio MBS3

Nel sondaggio MBS3 sono state distinte 3 unità litologico-stratigrafiche principali che a partire dal basso sono (figg. 4.1.2.3.1, 4.1.2.3.2; tab. 4.1.2.3.1): unità ghiaiosa (intervallo 15,00-13,20 m; spessore 1,8 m), unità limoso-argillosa (intervallo 13,20-9,00 m; spessore 4,3 m), unità sabbiosa (intervallo 9,00-0 m; spessore 9 m).



**Fig. 4.1.2.3.1** - Foto della carota di sedimenti del sondaggio MBS3 con indicati i limiti inferiori delle principali unità individuate (barra blu limite dell'unità ghiaiosa, rossa dell'unità limoso-argillosa, gialla dell'unità sabbiosa). La foto è stata effettuata il 3-3-2007 subito dopo il prelievo a mare dei sedimenti (foto V. Bracone).

Le 3 unità principali sono state suddivise in una serie di subunità. Le caratteristiche litologiche delle unità e delle relative subunità sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. Le sigle utilizzate fanno riferimento a quelle riportate nella fig. 4.1.2.3.2 e spiegate nella legenda della stessa figura.

Le 3 unità principali sono state suddivise in una serie di sub-unità in base alle loro principali caratteristiche sedimentologiche, distinte con numerazione progressiva dal basso verso l'alto. Le caratteristiche litologiche delle unità e delle relative sub-unità sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. A rappresentare queste sub-unità in modo molto sintetico nell'ambito dello schema di sintesi delle caratteristiche sedimentologiche del sondaggio MBS3 (fig. 4.1.2.3.2, colonna sub-unità litologiche), è stata adottata per ognuna di esse una sigla che sintetizza le caratteristiche sedimentologiche come ad esempio la sigla **Gmgs/bavgr** corrispondente alla sub-unità G1.

#### Unità ghiaiosa:

- Subunità G1 - **Gmgs/bavgr** (15,00-13,20 m) - Ghiaia calcarea medio grossolana con ciottoli in matrice sabbioso-limosa beige-avana (15,00-14,00 m) e grigia (14,00-13,20 m).

#### Unità limoso-argillosa:

- Sub-unità L1 - **Lagr** (13,2-11,90 m) - Limo argilloso, plastico da consistente a molle; colore grigio.

- Sub-unità L2 - **Lan** (11,90-9,00 m) - Limo argilloso, plastico da mediamente consistente a consistente; colore nocciola con subordinate passate grigie.

#### Unità sabbiosa:

- Sub-unità S1 - **SfnF** (9,00-7,35 m) - Sabbia fine debolmente limosa, sciolta; colore nocciola. A 7,50 m è presente un livello limoso scuro di 3 cm di spessore; a 8,00 m è presente un ciottolo di circa 8 cm arrotondato. 8,45-8,00 m - Lacuna (SPT)

- Sub-unità S2 - **SfnF** (7,35-6,45 m) - Sabbia fine sciolta; colore nocciola.

- 6,00-6,45 m - Lacuna (SPT)

- Sub-unità S3 - **Smf/n** (6,00-5,00 m) - Sabbia da media a fine, compatta, con intercalato un livello (5,20-5,40 m) con ciottoli arrotondati (dimensioni fino a 5 cm); colore nocciola.

- Sub-unità S4 - **SfnF** (5,00-2,40 m) - Sabbia fine con intercalato un livello di circa 20 cm (3,50-3,70 m) di sabbia limosa compatta; colore nocciola chiaro.

- Sub-unità S5 - **Sf/OnF** (2,40-0,55 m) - Sabbia fine con passate limose e materia organica; colore nocciola scuro-grigio.

- Sub-unità S6 - **SfnF** (0,55-0 m) - Sabbia fine sciolta; colore nocciola chiaro.

37 campioni prelevati nelle varie sub-unità dell'unità sabbiosa sono stati sottoposti alle analisi granulometriche quantitative. I risultati hanno permesso di determinare le variazioni delle percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie all'interno dell'unità sabbiosa. I dati ricavati sono riportati nella tabella 4.1.2.3.1 ed illustrati nel grafico della fig. 4.1.2.3.2.

Campioni profondità top carota (m)	Peso totale (grammi)	Peso frazione <63 µm	Peso frazione 63-2000 µm	Peso frazione >2000 µm	% in peso frazione <63 µm	% in peso frazione 63-2000 µm	% in peso frazione >2000 µm
8,95-8,90	68,39	20,76	47,55	0,09	30,35	69,52	0,13
8,80-8,75	73,75	22,20	50,88	0,66	30,10	69,00	0,90
8,65-8,60	73,07	18,32	54,68	0,08	25,07	74,83	0,11
7,90-7,85	68,45	11,79	51,76	4,90	17,22	75,62	7,16
7,20-7,15	64,63	4,70	58,92	1,01	7,27	91,17	1,56
7,08-7,05	67,44	5,03	60,31	2,10	7,46	89,43	3,11
6,95-6,90	75,39	6,29	66,01	3,10	8,34	87,56	4,11
6,75-6,70	66,80	4,15	59,98	2,68	6,21	89,79	4,01
5,95-5,90	87,72	30,28	57,44	0,00	34,52	65,48	0,00
5,65-5,60	127,21	37,80	89,22	0,19	29,71	70,14	0,15
5,30-5,25	71,22	18,24	39,34	13,64	25,61	55,24	19,15
5,20-5,15	91,41	30,11	61,30	0,01	32,93	67,06	0,01
4,85-4,80	201,99	27,17	173,34	1,49	13,45	85,81	0,74
4,75-4,70	188,40	18,02	168,79	1,59	9,56	89,59	0,84
4,55-4,50	164,43	14,19	143,64	6,60	8,63	87,36	4,02
4,35-4,30	166,37	14,74	148,51	3,12	8,86	89,27	1,88
4,15-4,10	136,98	11,80	124,02	1,16	8,61	90,54	0,85
3,85-3,80	123,67	11,54	111,08	1,05	9,33	89,82	0,85
3,70-3,67	118,58	40,51	78,04	0,03	34,16	65,81	0,03
3,67-3,63	126,23	42,13	83,89	0,21	33,38	66,46	0,16
3,55-3,50	146,76	43,78	102,48	0,50	29,83	69,83	0,34
3,35-3,30	149,68	11,98	137,63	0,07	8,00	91,95	0,05
3,15-3,10	155,35	10,82	144,38	0,15	6,96	92,94	0,10
2,90-2,85	158,09	19,25	138,37	0,48	12,17	87,52	0,30
2,75-2,70	143,95	9,09	134,09	0,77	6,31	93,15	0,53
2,55-2,50	134,10	11,09	120,46	2,55	8,27	89,83	1,90
2,30-2,25	182,97	38,09	143,10	1,78	20,82	78,21	0,97
2,20-2,15	147,94	36,45	110,37	1,12	24,64	74,60	0,76
1,85-1,80	102,52	16,10	86,24	0,18	15,70	84,12	0,18
1,65-1,60	128,34	21,83	106,03	0,49	17,01	82,61	0,38
1,45-1,40	166,43	25,07	140,92	0,44	15,06	84,67	0,26
1,15-1,10	138,77	22,18	116,22	0,37	15,98	83,75	0,27
0,80-0,75	154,21	20,42	130,46	3,33	13,24	84,60	2,16
0,60-0,55	159,44	19,11	135,85	4,48	11,99	85,20	2,81
0,40-0,35	113,46	6,48	105,24	1,74	5,71	92,76	1,53
0,35-0,30	180,27	8,86	171,24	0,18	4,91	94,99	0,10
0,20-0,15	112,38	4,47	107,49	0,42	3,98	95,65	0,37

**Tab. 4.1.2.3.1** - Tabella con i risultati delle analisi granulometriche effettuate sui campioni dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Nelle colonne a partire da sinistra sono riportati i campioni con indicate le profondità dal top della carota, il peso totale di ciascun campione, il peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie di ogni campione e i valori percentuali di queste 3 classi all'interno di ciascun campione (cfr. fig. 4.1.2.3.2).

Nella sub-unità S1 (9,00-7,35 m) i valori della classe dei limi sono abbastanza elevati essendo compresi tra circa il 30,1% ed il 17,2 % (tab. 4.1.2.3.1, fig.4.1.2.3.2) e mostrando una

tendenza a diminuire nella parte alta della sub-unità (7,90-7,85 m). La classe delle sabbie ha valori compresi tra circa il 69% ed il 75,6% con tendenza ad aumentare nella parte alta della sub-unità (8,65-8,60 m e 7,90-7,85 m). La classe delle ghiaie in generale ha valori inferiori all'1% essendo rappresentata per lo più da gusci e frammenti di gusci; fa eccezione il campione 7,90-7,85 m che registra un valore del 7,16% e in cui sono presenti sia gusci, sia ciottolotti arrotondati e non, che raggiungono un diametro di 2-3 cm.

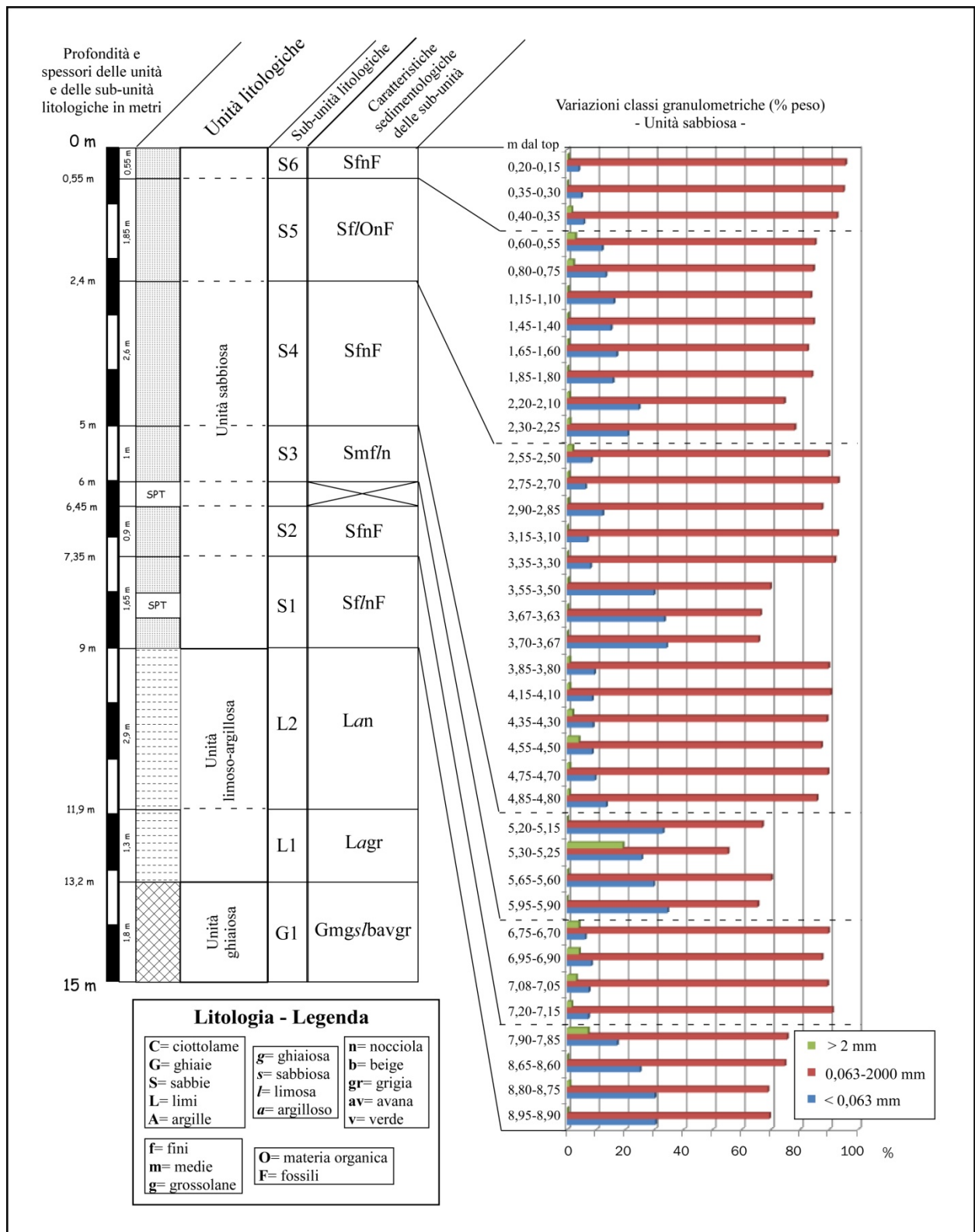
Nella sub-unità S2 (7,35-6,45 m) i limi registrano valori bassi compresi tra circa il 6,2% e l'8,3%. La classe delle sabbie ha valori tra circa l'87% ed il 91,1%. La classe delle ghiaie è rappresentata da gusci e ciottolotti con diametro fino ad 1cm ed ha valori compresi tra circa l'1,5% ed il 4,1% essendo maggiori nella parte alta della sub-unità (6,95-6,90 m e 6,75-6,70 m).

Nella sub-unità S3 (6,00-5,00 m) i valori della classe dei limi sono abbastanza elevati essendo compresi tra circa il 34,5% ed il 25,6 %. La classe delle sabbie ha valori compresi tra circa il 55,2% ed il 70,1%. La classe delle ghiaie o è assente o ha valori molto bassi di molto inferiori all'1%. Fa eccezione il campione 5,30-5,25 che registra per questa classe un valore del 19,15% ed in cui sono presenti ciottoli arrotondati con dimensioni max di 5 cm.

Nella sub-unità S4 (5,00-2,40 m) i valori della classe dei limi sono minori rispetto a quelli della sub-unità precedente e in genere compresi tra il 6,3% e il 13,45%. Fa eccezione un livello intercalato di 20 cm circa (3,70-3,67 m, 3,67-3,63 m e 3,55-3,50 m) in cui la classe dei limi registra valori compresi tra il 34,1% ed il 29,8%. La classe delle sabbie in questa sub-unità ha valori compresi tra circa l'85,8% ed il 93,1% ad eccezione del livello di 20 cm di cui si è detto sopra e che registra valori per questa classe compresi tra il 65,8% ed il 69,8%. La classe delle ghiaie ha valori in genere inferiori all'1%, essendo solo in rari casi maggiori (max 4,02% del campione 4,55-4,50 m).

Nella sub-unità S5 (2,40-0,55 m) la classe dei limi è maggiormente rappresentata rispetto alla sub-unità precedente. Comunque, in generale, i valori di questa classe sono inferiori al 20% (compresi tra circa il 17% ed il 12%), superando questa soglia solo nella parte bassa della sub-unità (2,30-2,25 m e 2,20-2,15 m). Si nota quindi una tendenza alla diminuzione dei valori della classe dei limi procedendo verso la parte alta della sub-unità. Per quanto riguarda la classe delle sabbie sono registrati valori compresi tra circa il 74,6% e l'85,2%, mentre la classe delle ghiaie ha valori inferiori all'1% ad eccezione della parte alta della sub-unità (0,80-0,75 m e 0,60-0,55 m) in cui si registrano valori compresi tra circa il 2,1% ed il 2,8%.

Infine nella sub-unità S6 (0,55-0 m) la classe dei limi ha valori bassi, compresi tra circa il 5,7% ed il 4% e con tendenza a diminuire verso l'alto. La classe delle sabbie ha valori compresi tra circa il 92,7% ed il 95,6% con tendenza ad aumentare verso l'alto. La classe delle ghiaie ha valori compresi tra circa l'1,5% e lo 0,1%.



**Fig. 4.1.2.3.2** - Schema di sintesi con i risultati delle analisi sedimentologiche effettuate sul sondaggio **MBS3**. Nella parte sinistra sono riportate le 3 principali unità litologiche, le relative sub-unità (sigle spiegate nella legenda annessa) e gli spessori in metri. Nella parte destra è riportato il grafico con le percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi (< 63µm), delle sabbie (tra 63µm e 2 mm) e delle ghiaie (> 2 mm) riscontrate in campioni prelevati nelle diverse sub-unità dell'unità sabbiosa del sondaggio (vedi tab. 4.1.2.3.1).



### **4.1.3 Paleontologia**

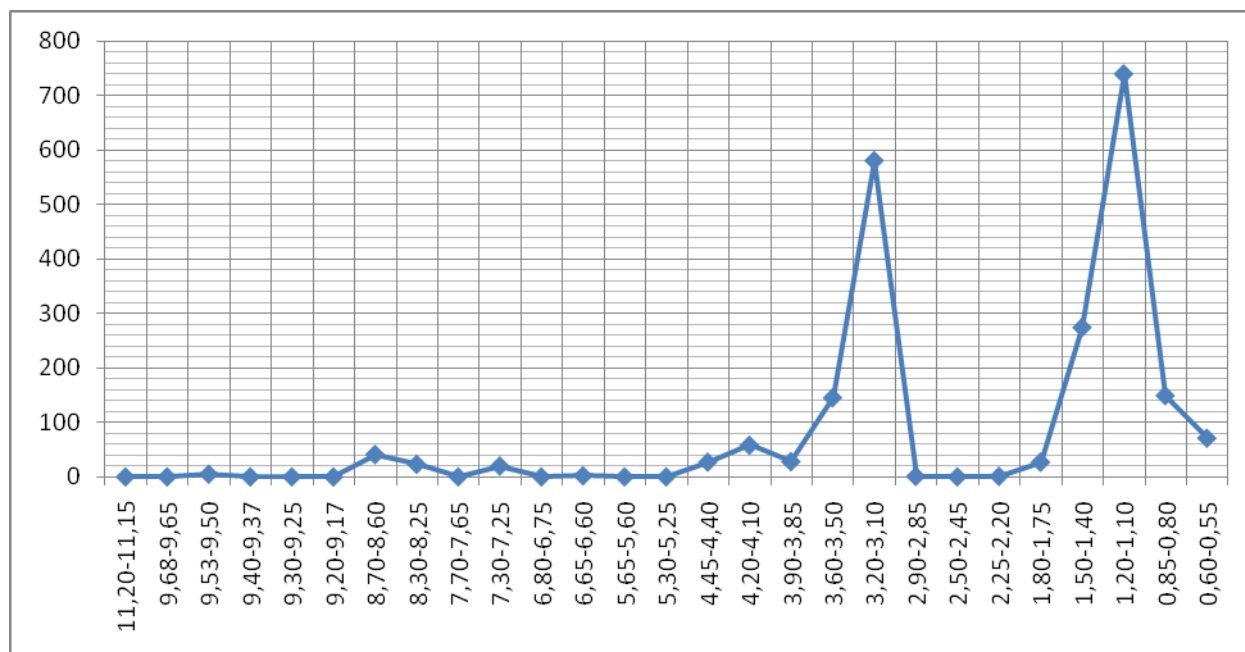
I 3 sondaggi sono stati sottoposti alle analisi paleontologiche che hanno interessato complessivamente 178 campioni prelevati nelle diverse unità e sub-unità litologiche individuate nelle 3 successioni sedimentarie. Il gruppo tassonomico studiato nel dettaglio (analisi quantitativa) è quello dei molluschi; sono comunque riportate indicazioni generali sul contenuto fossilifero associato ai molluschi e costituito da foraminiferi, ostracodi, balanidi, briozoi, decapodi, echinodermi, anellidi, insetti e vegetali. Per alcune delle unità dei sondaggi è stata effettuata l'analisi semiquantitativa del contenuto in ostracodi e foraminiferi.

Per la definizione delle unità e delle sub-unità litologiche cui si fa riferimento nei successivi tre paragrafi si rimanda alla sezione precedente (4.1.2). L'ordine sistematico e le caratteristiche ecologiche delle specie di molluschi identificate sono riportati rispettivamente nelle appendici 1 e 2; alcune delle specie individuate sono figurate nelle tavole fuori testo.

#### 4.1.3.1 Sondaggio MBS1

Per il sondaggio MBS1 è stata effettuata l'analisi qualitativa del contenuto fossilifero generale e l'analisi quantitativa delle malacofaune presenti in 26 campioni così suddivisi nelle diverse unità litologiche individuate nella successione sedimentaria (cfr. par. 4.1.2.1): 1 nell'unità ghiaiosa, 5 nell'unità limoso-argillosa, 20 nell'unità sabbiosa. Per avere un quadro più dettagliato dei paleoambienti corrispondenti alle diverse unità litologiche è stata effettuata l'analisi semiquantitativa delle ostracofaune presenti in 17 campioni del sondaggio così suddivisi nelle unità litologiche: 3 nell'unità limoso-argillosa, 14 nell'unità sabbiosa.

Per quanto riguarda i molluschi sono stati raccolti complessivamente 2191 esemplari ed individuate 65 specie tutte attualmente viventi [29 di bivalvi marini (2077 esemplari), 33 di gasteropodi marini (90 esemplari), 11 di gasteropodi terrestri (12 esemplari; frammenti), 1 di scafopodi marini (11 esemplari), 1 di poliplacofori marini (1 valva)]; 29 specie sono attualmente in nomenclatura aperta. L'elenco completo delle specie di molluschi e le relative abbondanze (n. esemplari) in ciascun campione analizzato sono riportati in appendice 3a. Nella fig. 4.1.3.1.1 è riportato un grafico con illustrate le variazioni del numero di esemplari di molluschi presenti nei campioni analizzati del sondaggio; mentre nella fig. 4.1.3.1.2 è riportato uno schema con le variazioni delle abbondanze dei principali gruppi di molluschi rinvenuti nei livelli analizzati del sondaggio. Nelle figure 4.1.3.1.3a-b e 4.1.3.1.4 sono illustrate graficamente per i campioni analizzati le abbondanze di alcune delle specie di molluschi marini e continentali individuate.



**Fig. 4.1.3.1.1** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) dei molluschi rinvenuti nei campioni analizzati del sondaggio MBS1. Base della successione a sinistra.

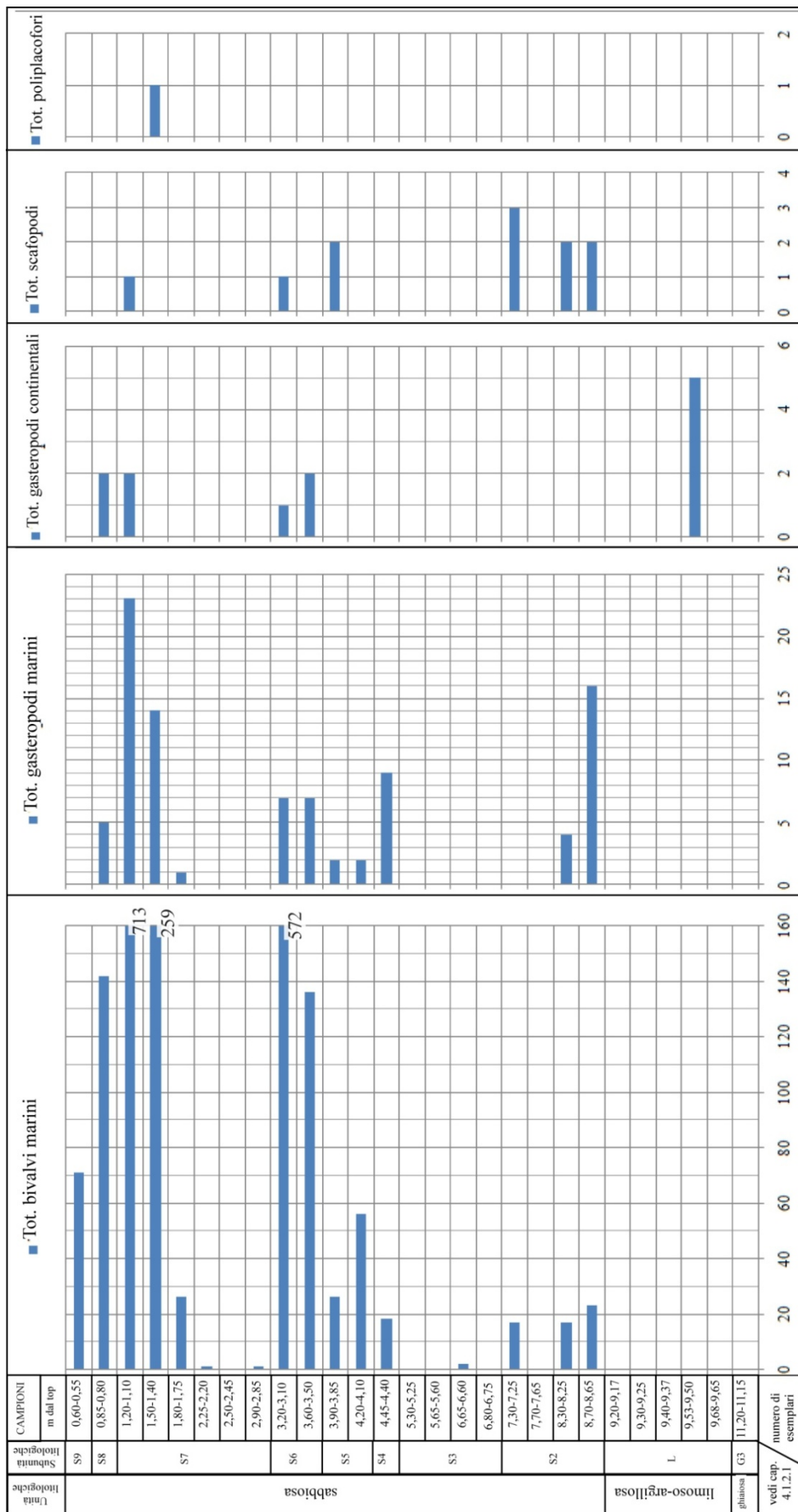
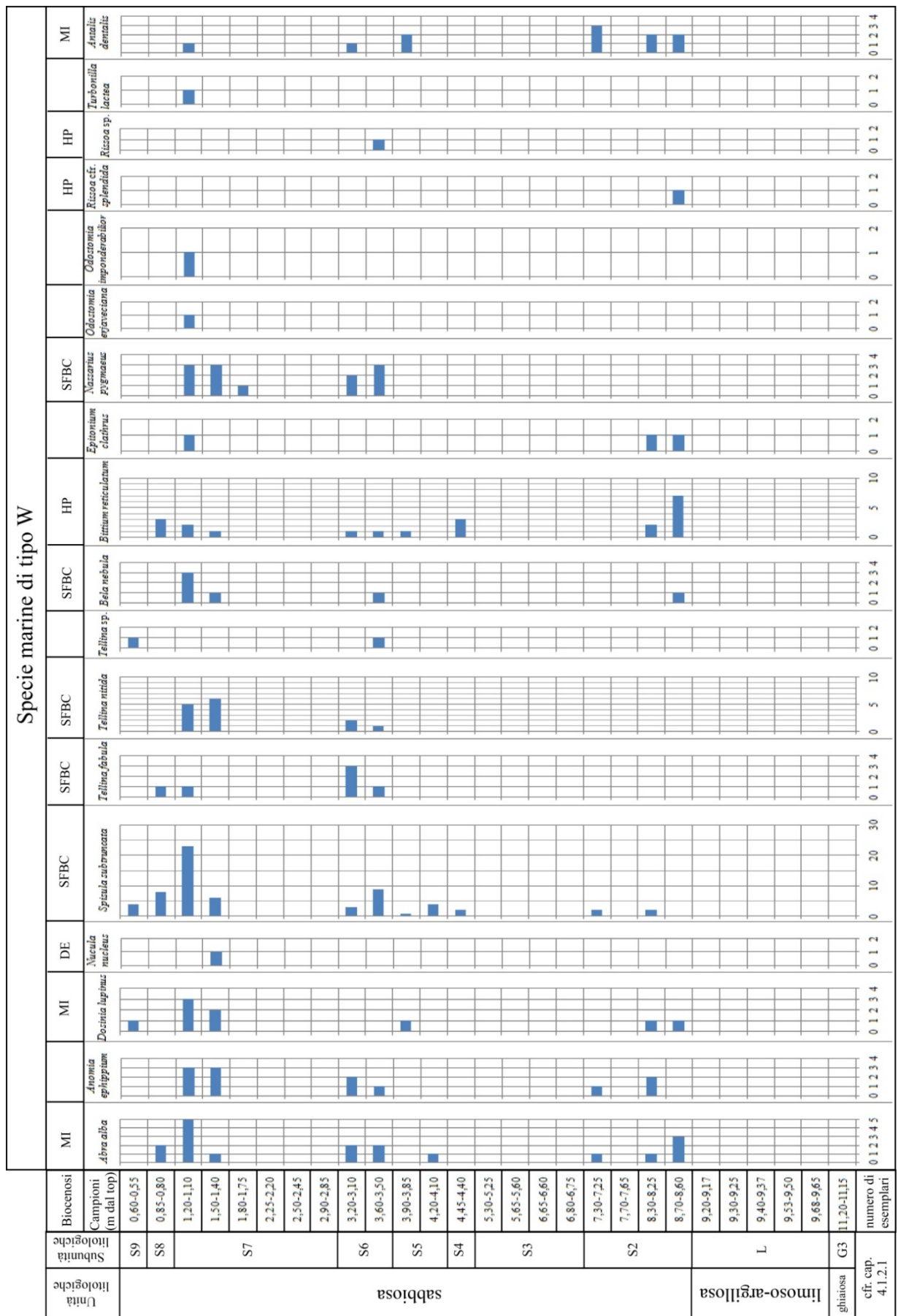


Fig. 4.1.3.1.2 - Schema delle abbondanze (n. esemplari) dei gruppi di molluschi rinvenuti nei livelli analizzati del sondaggio MBS1.



**Fig. 4.1.3.1.3a** - Schema delle abbondanze delle specie di molluschi marini rinvenute nei livelli analizzati del sondaggio MBS1. Le specie sono raggruppate secondo le categorie di energia del mezzo W, H, ML e L, e sono indicate le biocenosi di appartenenza (cfr. par. 3.2, tabb. 3.2.1-3.2.2, Appendice 2a).

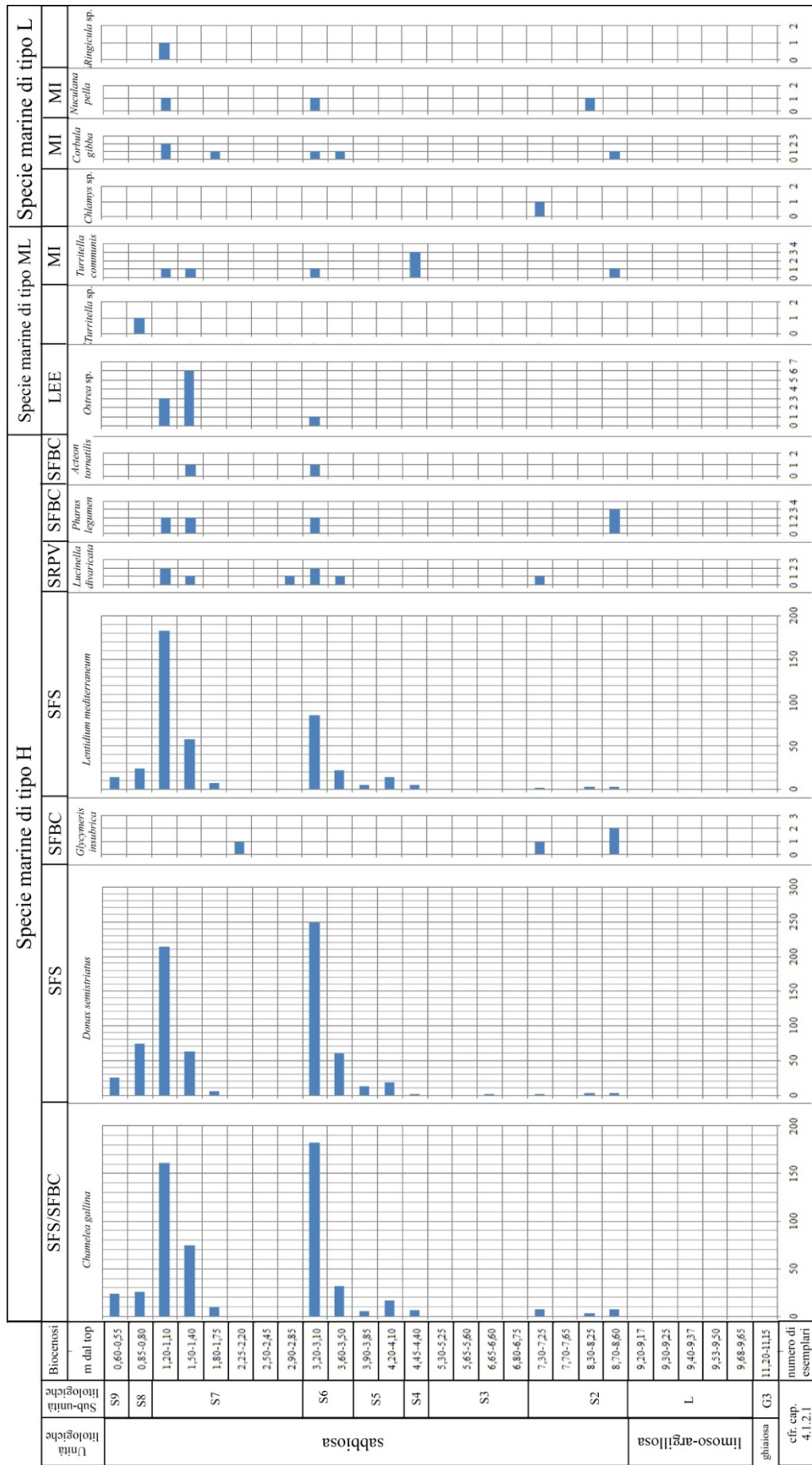


Fig. 4.1.3.1.3b - (per la spiegazione vedi fig. 4.1.3.1.3a).



Categorie ecologiche		Giusti & Castagnolo, 1982	H	K	K	C	C	H	
		Ilg et al., 2009	G3	G3			G3	G3	
		Ložek, 1964	9P					1W	
Unità litologiche	Sub-unità litologiche	CAMPIONI m dal top	<i>Carychium minimum</i>	<i>Clausilia</i> sp.	Enidae indet.	Helicidae indet.	<i>Trochoidea</i> sp.	<i>Vitrea subrimata</i>	
sabbiosa	S9	0,60-0,55							
	S8	0,85-0,80							
	S7	1,20-1,10			1			1	
		1,50-1,40							
		1,80-1,75							
		2,25-2,20							
		2,50-2,45							
		2,90-2,85							
	S6	3,20-3,10							
		3,60-3,50			1		1		
	S5	3,90-3,85							
		4,20-4,10							
	S4	4,45-4,40							
	S3	5,30-5,25							
		5,65-5,60							
		6,65-6,60							
		6,80-6,75							
	S2	7,30-7,25							
7,70-7,65									
8,30-8,25									
8,70-8,60									
limoso-argillosa	L	9,20-9,17							
		9,30-9,25							
		9,40-9,37							
		9,53-9,50	1	1				1	
		9,68-9,65							
ghiaiosa	G3	11,20-11,15							
cfr. cap. 4.1.2.1		N° esemplari	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2 3 4	

**Fig. 4.1.3.1.4** - Schema delle abbondanze delle specie di molluschi terrestri rinvenute nei livelli analizzati del sondaggio MBS1. Nelle 3 righe in alto sono indicate le diverse categorie ecologiche di appartenenza delle specie (cfr. par. 3.2, tabb. 3.2.4, 3.2.5 e 3.2.6).

Per quanto riguarda le ostracofaune sono state individuate complessivamente 29 specie di ostracodi tutte viventi (25 marine e 4 dulcicole); 3 specie sono attualmente in nomenclatura aperta. L'elenco completo delle specie di ostracodi con indicazioni sulle loro abbondanze relative nei campioni analizzati sono riportati in appendice 4a.

Di seguito sono illustrati nel dettaglio i risultati delle analisi paleontologiche per le diverse unità e sub-unità litologiche del sondaggio MBS1, a partire dalla base della successione sedimentaria. I risultati delle analisi semiquantitative sugli ostracodi sono illustrati

congiuntamente a quelli delle analisi sui molluschi per l'unità limoso-argillosa, separatamente e in successione, alla fine del paragrafo, per l'unità sabbiosa.

Unità ghiaiosa (12,00-9,75 m) - 1 campione.

Il campione analizzato (11,20-11,15 m) prelevato nella sub-unità G3 è risultato essere privo di contenuto fossilifero (sterile).

Unità limoso-argillosa (9,75-9,00 m) - 6 campioni.

Dei 6 campioni analizzati solo quello prelevato a 9,50-9,53 ha restituito esemplari di molluschi integri ed in ottimo stato di conservazione. Si tratta in totale di 4 individui, 3 appartenenti alla specie *Vitrea subrimata* e 1 alla specie *Carichium minimum* (fig. 4.1.3.1.4). Entrambe queste specie sono terrestri. *Vitrea subrimata* è riferita da Ložek (1964) alla classe 1W che comprende specie che popolano aree con vegetazione arborea (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.4; Appendice 2b). *Carichium minimum* è riferita dallo stesso autore alla classe 9P cui appartengono le specie igrofile, che abitano biotopi associati alla presenza di acqua quali le paludi o le aree vegetate alluvionali. Queste due specie terrestri attualmente sono segnalate in zone fluviali di piana inondabile (*flood plain*) possedendo un'alta tolleranza alle inondazioni (gruppo G3 di Ilg et al., 2009; cfr. par. 3.2, tab. 3.2.5; Appendice 2b). Nello stesso campione si segnala la presenza di insetti e di abbondanti resti vegetali anche macroscopici, e tra quest'ultimi di numerosi semi appartenenti a differenti taxa e di una foglia relativamente ben conservata. Nel campione sono presenti aggregati carbonatici con struttura cilindrico-globulare di origine biogena. Nei restanti 5 campioni sono stati individuati resti microscopici di gusci di gasteropodi terrestri indeterminabili, frammenti di vegetali e aggregati carbonatici di origine biogena. Nell'unità limoso-argillosa si segnala anche la presenza di rari esemplari di ostracodi appartenenti a 4 specie differenti, 3 dulcicole, *Herpetocypris* sp., *Ilyocypris bradyi*, *Mixtacandona laisi*, ed una marina infralitorale, *Callistocythere littoralis*, quest'ultima presente nella parte alta dell'unità (9,10 m) (Appendice 4a). Le specie del genere *Herpetocypris* in genere popolano i fiumi, i laghi, le aree sorgentizie e le pozze temporanee; *Ilyocypris bradyi* popola tutti i tipi di ambienti di acque dolci (Ghetti & Mvc Kenzie, 1981); *Mixtacandona laisi* è segnalata nelle aree sorgentizie del Friuli Venezia Giulia (Pieri et al., 2009).

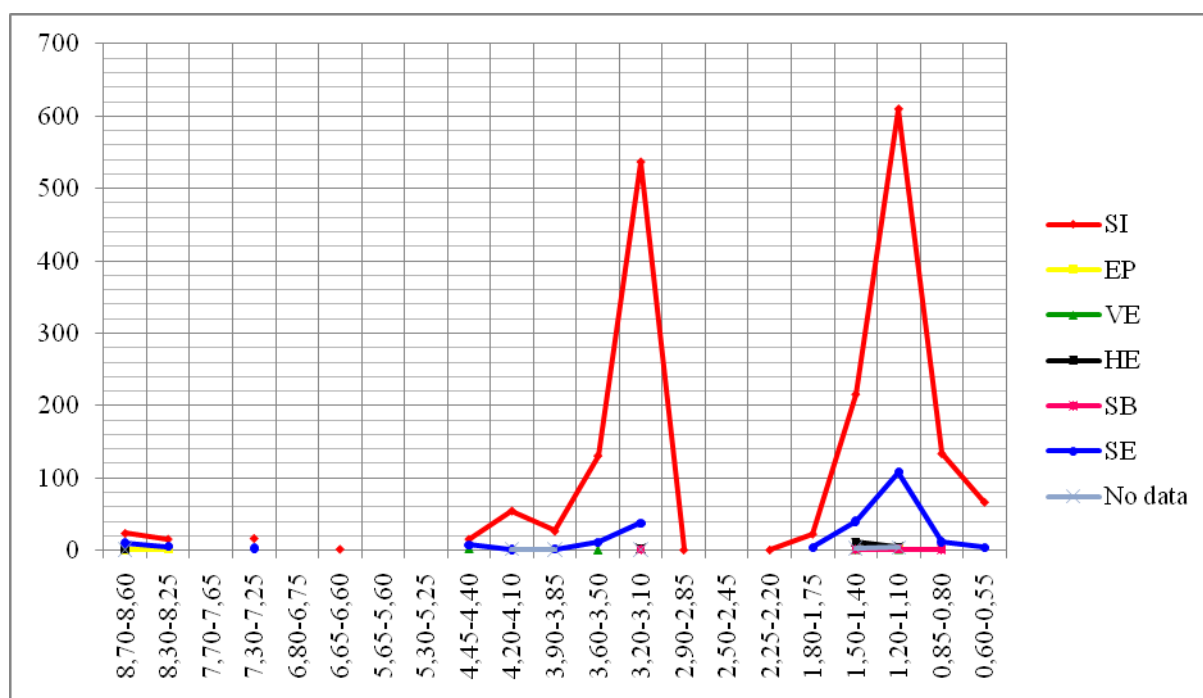
Unità sabbiosa (9,00-0,00 m).

- Sub-unità S2 (8,80-7,20 m) - 4 campioni.

In tutti i campioni analizzati per questa sub-unità sono presenti molluschi eccetto che nel campione a 7,70-7,65. Per quanto riguarda il contenuto fossilifero generale sono presenti un discreto numero di esemplari di molluschi marini, foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, di echinodermi, frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae e, nel campione a 7,30-7,25, 1 esemplare dell'anellide *Ditrupa arietina*. Sono altresì

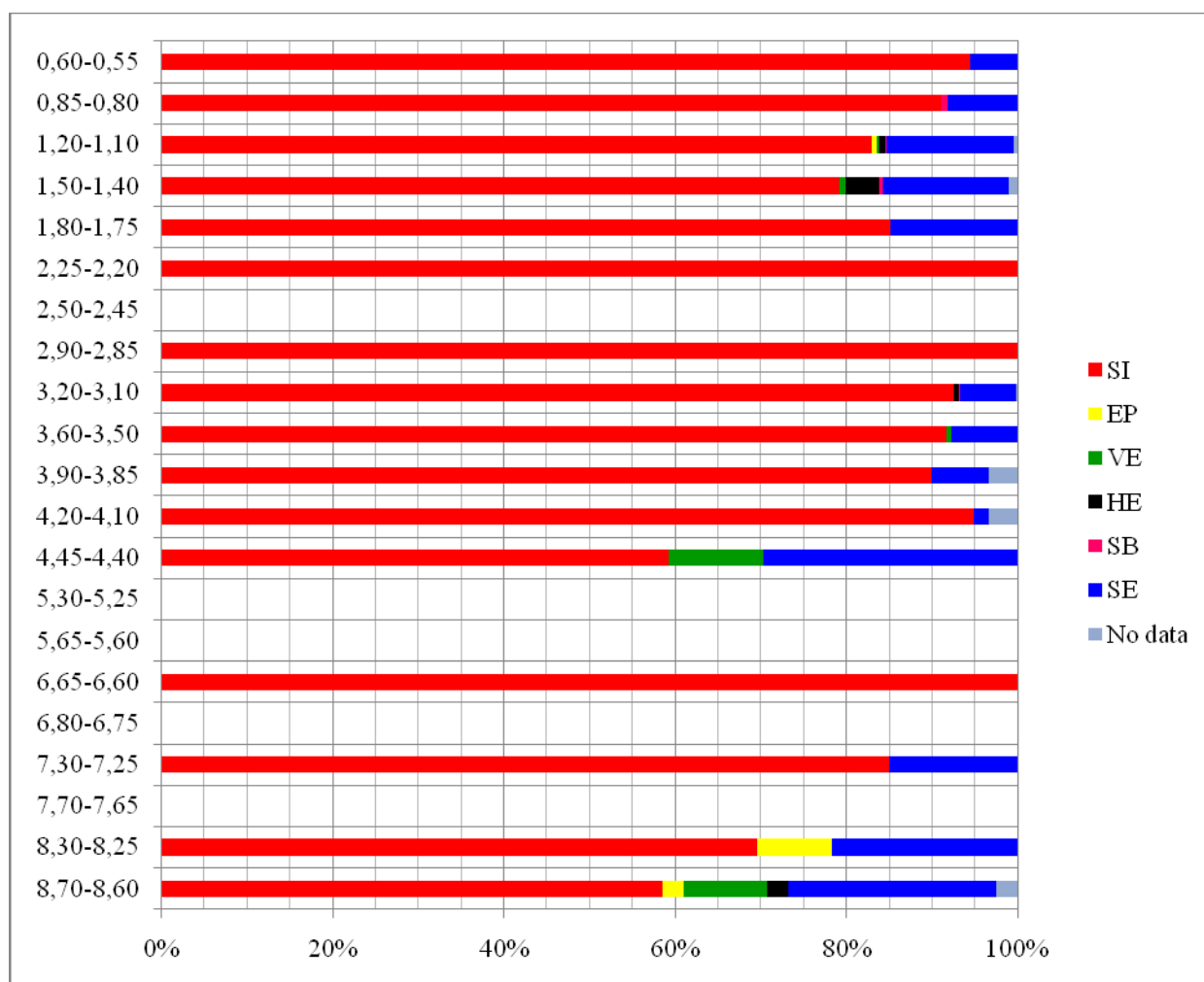
presenti frammenti di gusci di molluschi terrestri di ambienti costiero-dunicoli (*Cochlicella* sp., Helicidae indet., Hygromiidae indet. e *Pomatias elegans*; Appendice 2b e 3a). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 16 specie di bivalvi, 10 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.1.2 e 4.1.3.1.3a-b; Appendice 3a) rappresentati maggiormente dalle specie *Chamelea gallina* e *Donax semistriatus*. I gasteropodi sono più rappresentati nella parte bassa della sub-unità (campione a 8,70-8,60 m) soprattutto con le specie *Bittium reticulatum* e *Alvania discors*.

Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1, Appendice 2a, Appendice 3a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat, cioè inerenti le relazioni organismo/substrato, prevalgono le specie infaunali (SI), cioè che vivono infossate in substrati sciolti (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6); queste mostrano nei valori percentuali una tendenza ad aumentare verso l'alto (dal 58,5% circa del campione a 8,70-8,60, all'85% del campione a 7,30-7,25 m). Le specie che vivono al di sopra dei substrati sciolti (SE) tendono a diminuire verso l'alto passando da un valore di circa il 24,4% del campione a 8,70-8,60 ad un valore del 15% nel campione a 7,30-7,25 m. Nel campione inferiore (8,70-8,60 m) si segnala la presenza di specie epifaunali che vivono su substrati vegetati (VE) e che registrano un valore di circa il 10%. Nel campione a 8,30-8,25 m si registra un discreto valore (8,7%) delle specie epibionti ed ectoparassite, che colonizzano organismi animali più grandi (EP).

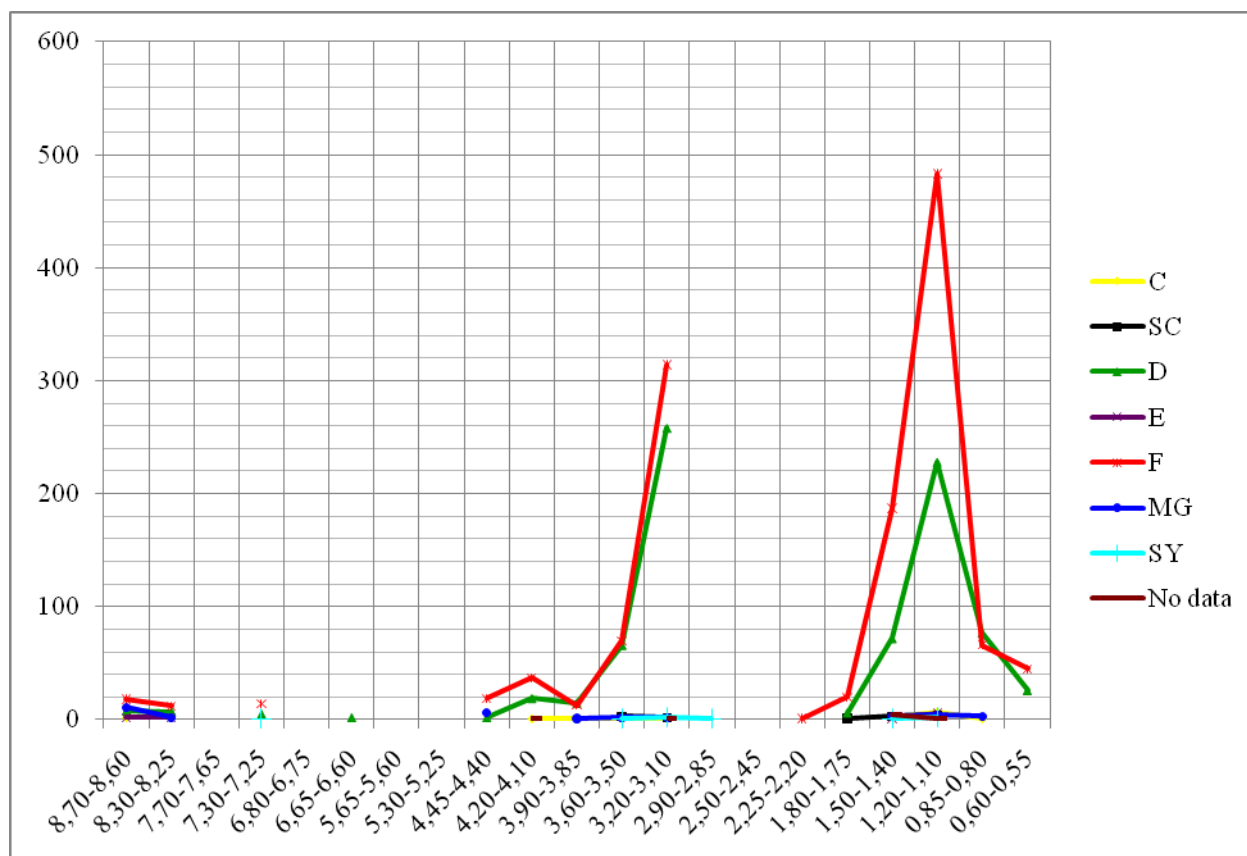


**Fig. 4.1.3.1.5** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle categorie di microhabitat (relazione organismo/substrato) a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) in tutta la sub-unità S2 predomina la categoria dei filtratori (F), delle specie cioè che catturano le particelle sospese nelle acque marine, particelle costituite da plancton o da resti di organismi morti. La categoria F mostra una tendenza ad aumentare verso l'alto nella sub-unità passando da un valore del 43,9% del campione a 8,70-8,60 m a quello del 70% nel campione a 7,30-7,25 m. La seconda categoria maggiormente rappresentata è quella dei *Deposit feeders* (D), che inglobano il sedimento e si cibano delle particelle organiche presenti all'interno di esso; essa registra valori compresi tra il 19,5% circa ed il 25%. Nel campione a 8,70-8,60 m si registra un valore piuttosto alto di circa il 26,8% della classe MG che comprende specie che si cibano principalmente di microalghe. Nel campione a 7,30-7,25 m si registra la presenza seppur con un valore piuttosto basso (5%) della categoria SY che annovera specie provviste di batteri simbiotici i quali giocano un importante ruolo nell'alimentazione dell'organismo.



**Fig. 4.1.3.1.6** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle categorie di microhabitat a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 6,65-6,60 m, 2,90-2,85 m e 2,25-2,20 m registrano valori del 100% della categoria SI. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3a).



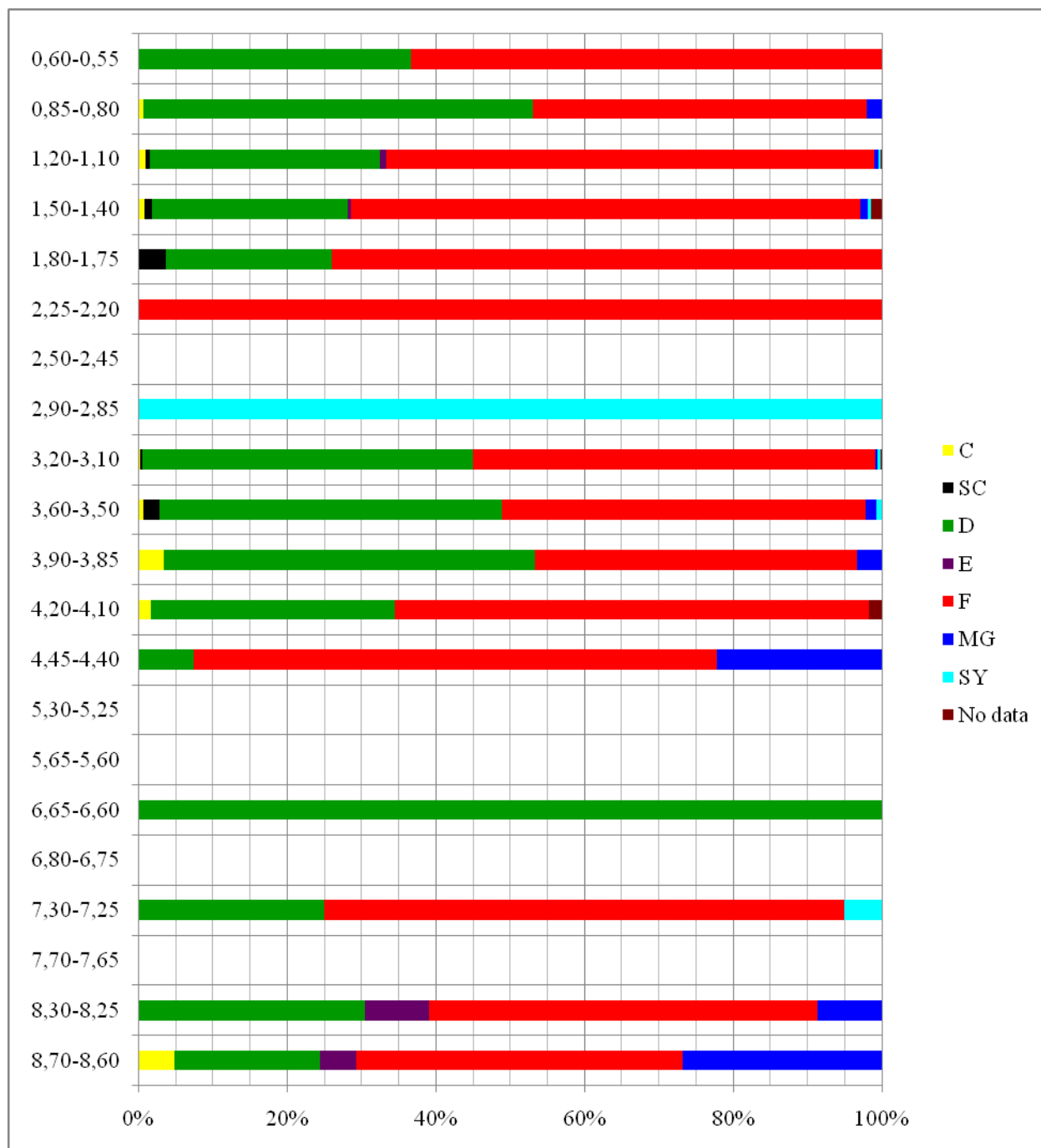
**Fig. 4.1.3.1.7** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle categorie alimentari a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) nella parte alta della sub-unità (campione a 7,30-7,25 ) si registra un valore percentuale maggiore della categoria H (generi che vivono negli ambienti ad alta energia di *shoreface*; cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1) rispetto alla categoria W (generi ad ampio *range* ambientale che spesso includono sia ambienti salmastri che marini di acque basse); invece nella parte bassa (campione a 8,30-8,25) prevale la categoria W rispetto alla H.

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2) nel campione inferiore (8,70-8,60 m) sono rappresentate diverse biocenosi (figg. 4.1.3.1.11 e 4.1.3.1.12): le specie caratteristiche della biocenosi delle praterie a *Posidonia* (HP) del piano infralitorale sono rappresentate con un valore del 26,8% circa; le specie della biocenosi MI, dei fondali sciolti instabili hanno un valore del 19,5%. I valori di questa biocenosi che è indipendente dal piano (si rinviene sia nell'infralitorale che nel circolitorale) indicano una certa instabilità del fondo con apporto di sedimento fine abbastanza alto. Rappresentate sono anche le biocenosi delle sabbie fini ben classate (SFBC), con il 17% circa, e delle sabbie fini in acque superficiali (SFS) con il 12,2%, entrambe del piano infralitorale. La specie *Chamelea gallina* anch'essa ben rappresenta con un valore di circa il 17% è comune alle precedenti due biocenosi (SFBS/SFBC). La



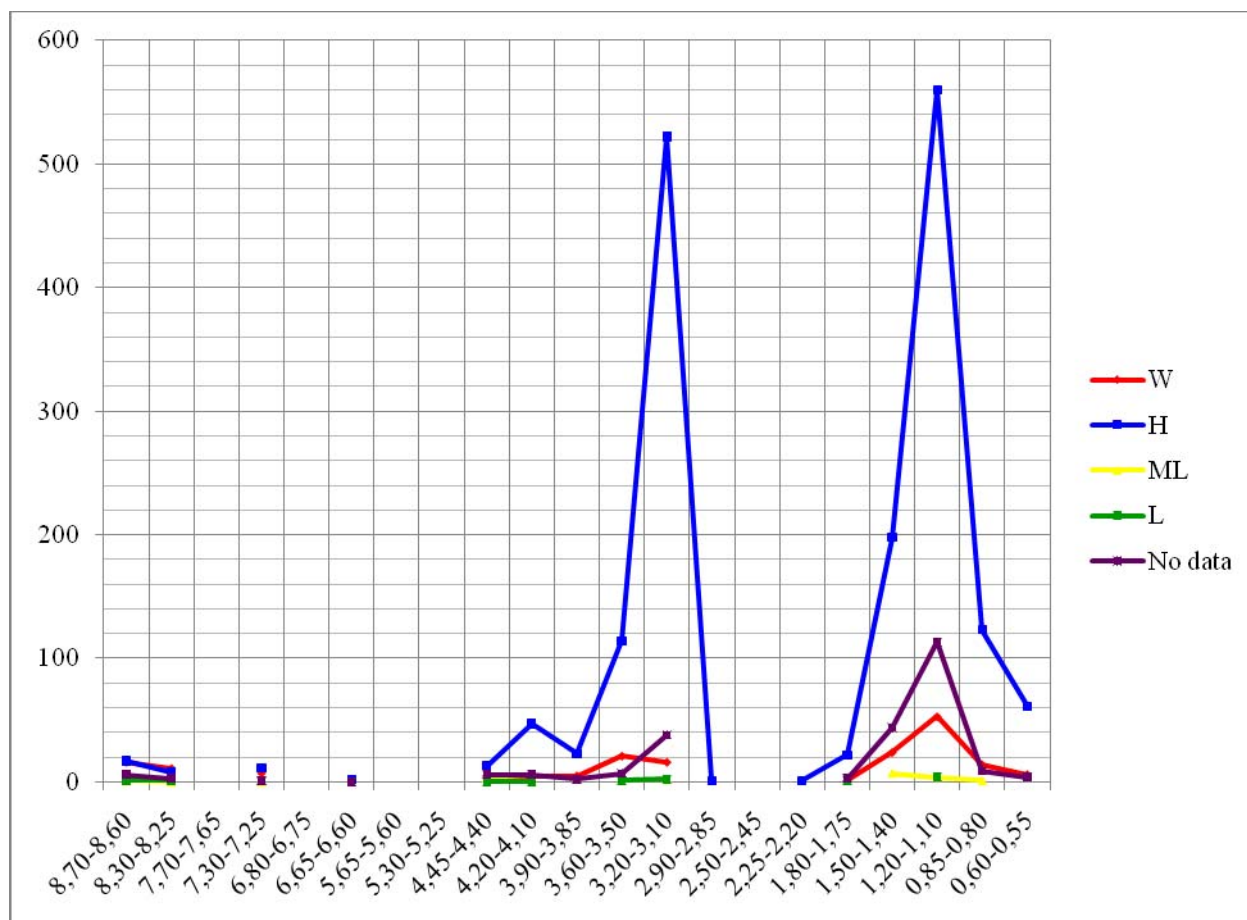
situazione è simile nel campione a 8,30-8,25 m eccetto che per la diminuzione netta (7,7% circa) del valore delle specie HP. Infine nel campione a 7,30-7,25 predomina la specie *Chamelea gallina* (SFS/SFBC) con il 35%, seguono le specie MI con il 20%, quelle SFBC con il 15% e quelle SFS con il 10%.



**Fig. 4.1.3.1.8** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle categorie alimentari a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 6,65-6,60 m, 2,90-2,85 m e 2,25-2,20 m registrano valori del 100% rispettivamente delle categorie D, SY e F. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3a).

- Sub-unità S3 (7,20-5,00 m) - 4 campioni.

Il contenuto fossilifero di questa sub-unità è molto scarso. Nella parte bassa sono presenti frammenti di echinodermi, foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di vegetali (anche semi), alcuni dei quali carbonizzati, e pochi frammenti di gusci marini decalcificati; nel campione a 6,65-6,60 m sono presenti due esemplari frammentari del bivalve *Donax semistriatus*. Nella parte alta sono presenti rari frammenti di bivalvi marini, ostracodi infralitorali e rari frammenti di gusci di molluschi terrestri (*Pomatias elegans*).

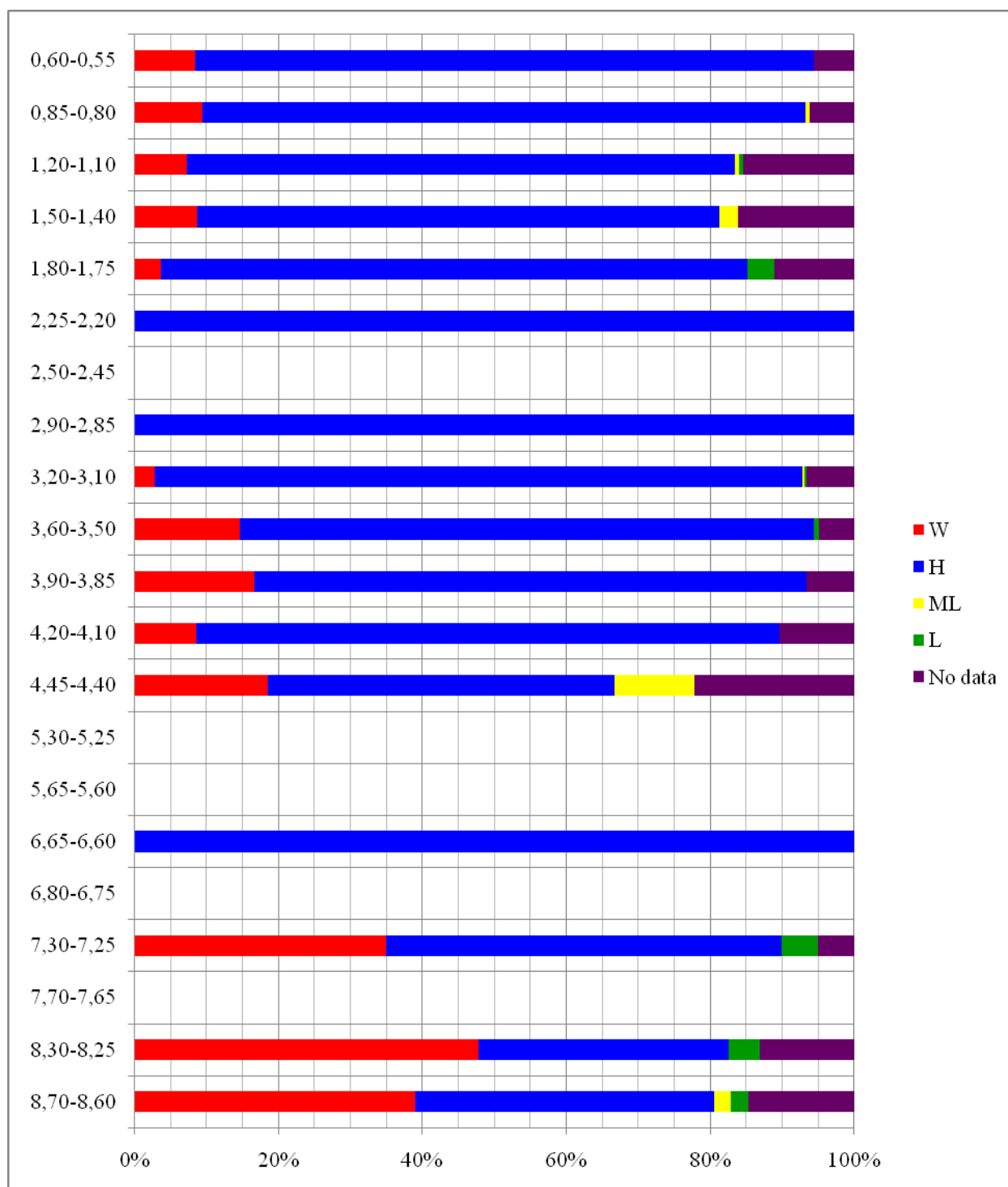


**Fig. 4.1.3.1.9** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle classi di energia del mezzo cui sono riferibili le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle classi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.

- Sub-unità S4 (5,00-4,30 m) - 1 campione.

Nel campione prelevato a 4,45-4,40 m il contenuto fossilifero è discreto. In generale sono presenti un discreto numero di frammenti di gusci di molluschi marini, ostracodi, rari foraminiferi infralitorali, frammenti di balanidi, di echinodermi, di colonie di briozoi e alcuni resti di vegetali. Sono presenti anche alcuni frammenti di gusci di molluschi terrestri indeterminabili. Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 6 specie di bivalvi e 5 di gasteropodi. Complessivamente, per numero di esemplari, prevalgono i

bivalvi (figg. 4.1.3.1.2 e 4.1.3.1.3a-b; Appendice 3a), rappresentati maggiormente dalle specie *Chamelea gallina* e *Lentidium mediterraneum*. I gasteropodi sono presenti soprattutto con le specie *Bittium reticulatum* e *Turritella communis* (individui giovanili).

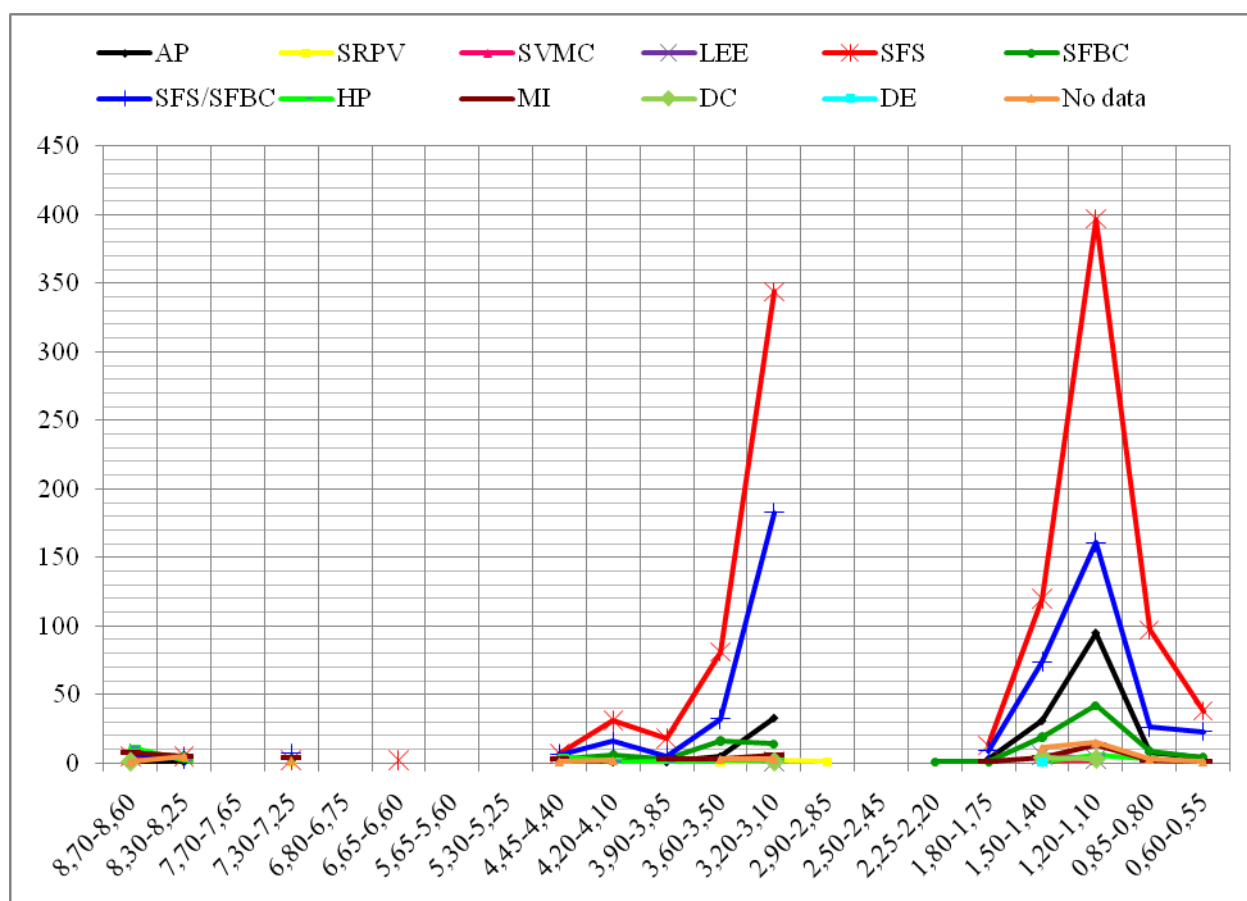


**Fig. 4.1.3.1.10** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle classi di energia del mezzo a cui sono attribuite le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Per la descrizione delle classi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 6,65-6,60 m, 2,90-2,85 m e 2,25-2,20 m registrano valori del 100% della categoria H. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3a).

Rispetto agli attributi ecologici della malacofauna marina presente nel campione della sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat prevalgono le specie SI con il 59,3% seguite dalle specie SE con 29,6% (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6); discretamente rappresentate con l'11% sono le specie VE.

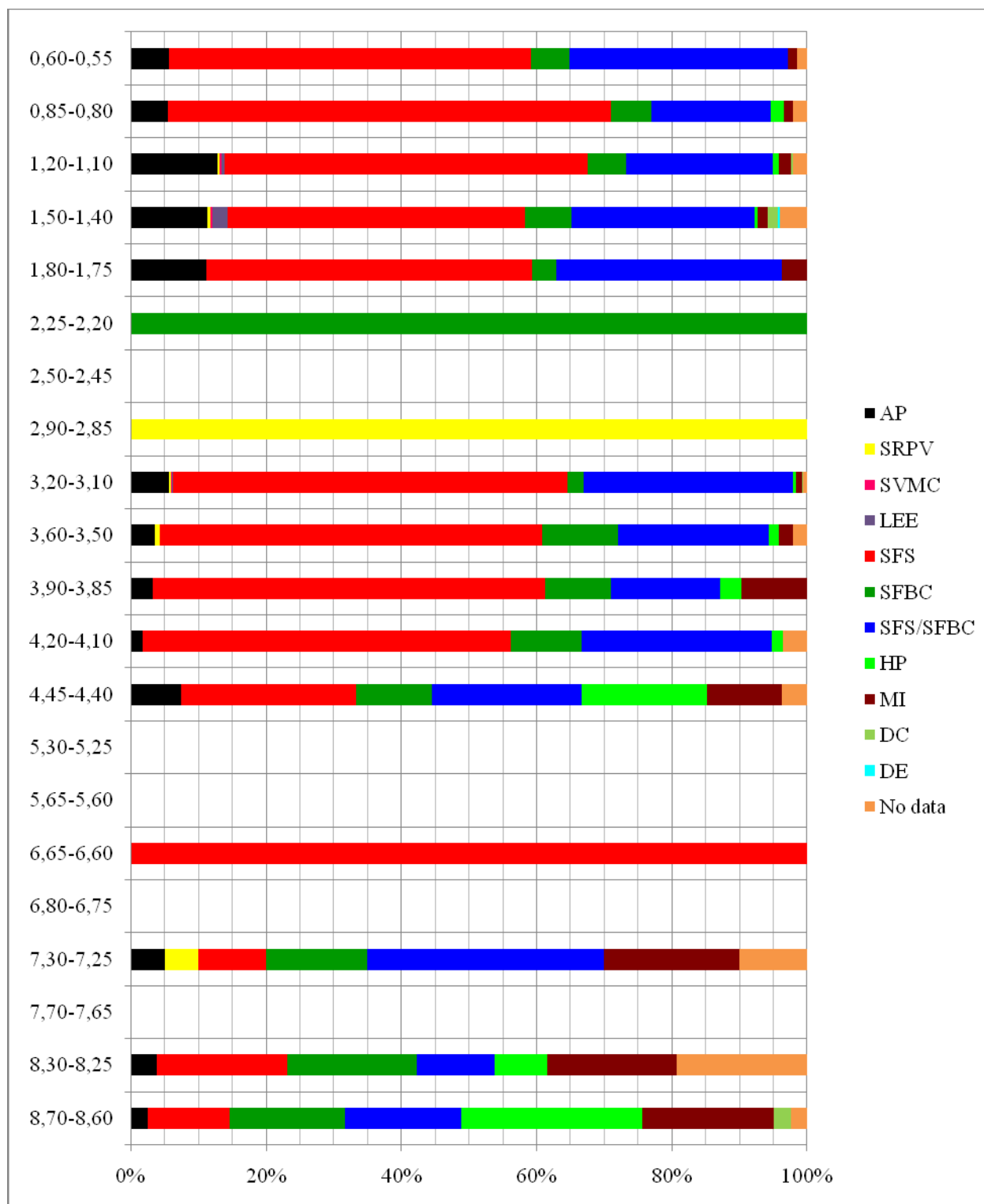
Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) predominano nettamente le specie F con un valore del 70,4%. Ben rappresentate sono le specie MG con un valore del 22,2%, mentre le specie D registrano un valore basso del 7,4%.

Rispetto alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) nel campione della sub-unità S4 prevalgono i taxa di tipo H con il 48% seguiti da quelli di tipo W con il 18,5%. Si registra un valore percentuale discreto (11%) dei taxa ML (generi presenti in ambienti che vanno dalla *lower shoreface* alla *offshore transition zone*).



**Fig. 4.1.3.1.11** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle biocenosi a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Per la descrizione delle biocenosi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.2.

Riguardo alle biocenosi di appartenenza pur essendo presenti nel campione specie riferibili a varie tipologie di biocenosi (figg. 4.1.3.1.11 e 4.1.3.1.12), predominano quelle caratteristiche della SFS. Un buon valore è registrato anche dalle specie della HP; da quest'ultimo dato si può desumere la presenza di un substrato relativamente vegetato.



**Fig. 4.1.3.1.12** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle biocenosi a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS1. Per la descrizione delle biocenosi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.2. I campioni 6,65-6,60 m, 2,90-2,85 m e 2,25-2,20 m registrano valori del 100% rispettivamente delle biocenosi SFS, SRPV e AP. Va precisato che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3a).

- Sub-unità S5 (4,30-3,60 m) - 2 campioni.

Nei due campioni prelevati rispettivamente a 4,20-4,10 m e 3,90-3,85 m il contenuto fossilifero è buono e maggiore nel primo dei 2 campioni. In generale sono presenti un buon



numero di frammenti di gusci di molluschi marini, rari ostracodi e foraminiferi infralitorali, frammenti di balanidi, di echinodermi e di decapodi. Sono presenti anche alcuni frammenti di gusci di molluschi terrestri di ambienti costiero-dunicoli (*Cochlicella* sp., Helicidae indet., Hygromiidae indet. e *Pomatias elegans*). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 10 specie di bivalvi, 3 di gasteropodi e 1 di scapopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.1.2 e 4.1.3.1.3a-b; Appendice 3a), rappresentati maggiormente dalle specie *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. I gasteropodi sono rappresentati da rari individui: si segnala la presenza in entrambi i campioni della specie *Neverita josephinia* (individui giovanili).

Rispetto alle caratteristiche ecologiche dei molluschi marini presenti nei 2 campione della sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6) prevalgono con valori superiori al 90% le specie SI mentre le specie SE sono rappresentate con valori molto bassi (1,7% nel campione a 4,20-4,10 m e 6,7% nel campione a 3,90-3,85).

Riguardo alle categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) nel campione a 4,20-4,10 m predominano le specie F con un valore del 63,7%, seguite dalle specie D che registrano il 32,7%; nel campione a 3,90-3,85 si registra un valore maggiore delle specie D (50%) rispetto alle specie F (43,3%).

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) nel campione a 4,20-4,10 m i taxa di tipo H registrano l'81%, mentre quelli di tipo W solo l'8,6%. Nel campione a 3,90-3,85 m i taxa di tipo H registrano il 76,7%, mentre quelli di tipo W il 16,7%.

Le associazioni a molluschi dei due campioni sono riferibili principalmente alla biocenosi SFS del piano infralitorale, essendo in entrambi i valori delle specie caratteristiche esclusive di questa biocenosi superiori al 50%. Nel campione a 3,90-3,85 m le specie della biocenosi MI, assenti nell'altro campione, registrano un valore prossimo al 10%, indicando una certa instabilità del substrato e maggiore apporto di sedimento fine rispetto al campione a 4,20-4,10 m; questa indicazione si confronta bene con le caratteristiche sedimentologiche dei 2 campioni (cfr. par. 4.1.2.1, fig. 4.1.2.1.2).

- Sub-unità S6 (3,60-3,00 m) - 2 campioni.

Nei due campioni prelevati rispettivamente a 3,60-3,50 m e a 3,20-3,10 m il contenuto fossilifero è abbondante. In generale sono presenti un buon numero di frammenti di gusci di molluschi marini, rari ostracodi infralitorali, foraminiferi infralitorali, 1 esemplare integro e un buon numero di frammenti di balanidi, resti di echinodermi, di decapodi e rari frammenti di vegetali anche carbonizzati. Sono presenti anche rari esemplari e alcuni frammenti di gusci di molluschi terrestri di ambienti costiero-dunicoli (Enidae indet., Helicidae indet., e *Pomatias*

*elegans*) (fig. 4.1.3.1.4; Appendice 2b). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 19 specie di bivalvi, 9 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Il numero di esemplari è maggiore nel campione a 3,20-3,10 m, pur essendo abbondante anche nel campione inferiore (fig. 4.1.3.1.1). Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.1.2 e 4.1.3.1.3a-b; Appendice 3a), rappresentati maggiormente dalle specie *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. Nel campione a 3,20-3,10 m si segnala la presenza di un buon numero di esemplari della specie *Mytilaster lineatus*. I gasteropodi sono rappresentati da pochi individui: in entrambi i campioni sono presenti alcuni esemplari della specie *Nassarius pygmaeus*.

Rispetto alle caratteristiche ecologiche dei molluschi marini presenti nei 2 campioni, per quanto riguarda le categorie di microhabitat (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6) prevalgono con valori superiori al 90% le specie SI mentre le specie SE registrano valori bassi (7,6% nel campione a 3,60-3,50 m e 6,5% nel campione a 3,20-3,10 m).

Rispetto alle categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) i valori delle specie F e D sono simili essendo di pochi punti maggiori quelli delle specie F.

Riguardo alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) nel campione a 3,60-3,50 m i taxa di tipo H registrano il 79,7%, mentre quelli di tipo W il 14,7%. Nel campione a 3,20-3,10 m i taxa di tipo H registrano il 90%, mentre quelli di tipo W solo il 2,8%.

Le associazioni a molluschi dei due campioni sono riferibili principalmente alla biocenosi SFS del piano infralitorale, essendo in entrambi i valori delle specie caratteristiche esclusive di questa biocenosi superiori al 55%. Nel campione a 3,20-3,10 m si segnala la presenza di un buon numero di esemplari (32) della specie *Mytilaster lineatus* che è riferibile alla biocenosi AP (biocenosi delle alghe fotofile infralitorali); questa biocenosi si sviluppa molto superficialmente in aree a contatto con il piano mesolitorale; ciò indica una diminuzione della batimetria rispetto ai livelli precedenti ed un conseguente avvicinamento della linea di riva.

- Sub-unità S7 (3,00-1,40 m) - 5 campioni.

Il contenuto fossilifero in molluschi è molto scarso nella parte bassa della sub-unità (campioni a 2,90-2,85 m, 2,50-2,45 m e 2,25-2,20 m) mentre è abbondante nella parte alta (campione a 1,50-1,40 m) (fig. 4.1.3.1.1). Nella parte bassa sono presenti scarsi frammenti di gusci alterati di molluschi marini, 1 esemplare del bivalve *Lucinella divaricata* a 2,90-2,85 m, 1 del bivalve *Glycymeris insubrica* a 2,25-2,20 m alterato e giovanile, frammenti di gusci di molluschi terrestri (*Helicidae* indet. e *Pomatias elegans*), rari ostracodi infralitorali e un buon numero di resti microscopici di vegetali (anche semi). Nella parte alta il contenuto fossilifero è abbondante soprattutto nel campione a 1,50-1,40 m; nel campione a 1,80-1,75 m i fossili non sono abbondanti, ma sono molto più rappresentati rispetto ai campioni inferiori. In generale sono

presenti numerosi frammenti di gusci di molluschi marini (soprattutto nel campione a 1,50-1,40 m), un buon numero di ostracodi infralitorali, foraminiferi infralitorali, frammenti di balanidi, resti di echinodermi, di decapodi, di anellidi (*Spirorbidae* indet.) e resti di vegetali (anche semi). Sono presenti anche frammenti di molluschi terrestri costiero-dunicoli (*Helicidae* indet., *Hygromiidae* indet., *Pomatias elegans*). Per quanto riguarda i molluschi marini nella parte alta della sub-unità sono state individuate 18 specie di bivalvi, 10 di gasteropodi e 1 di polioplacofori. Il numero di esemplari come detto sopra è molto maggiore nel campione a 1,50-1,40 m rispetto a quello a 1,80-1,75 m. Per numero di esemplari i bivalvi prevalgono in maniera netta rispetto agli altri 2 gruppi tassonomici.

Rispetto alle caratteristiche ecologiche dei molluschi marini, per quanto riguarda le categorie di microhabitat (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6) nei due campioni della parte alta della sub-unità prevalgono le specie SI (85,2% nel campione a 1,80-1,75 m, 79,1% nel campione a 1,50-1,40 m), mentre discretamente rappresentate sono le specie SE (14,7% circa in entrambi i campioni); nel campione a 1,50-1,40 m sono presenti con un valore del 4% le specie epifaunali che vivono su substrati duri, generalmente rocce o conchiglie (HE).

Rispetto alle categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) dominano le specie F (74,1% nel campione a 1,80-1,75 m, 68,5% nel campione a 1,50-1,40 m); discretamente rappresentate sono le specie D (22,2% nel campione a 1,80-1,75 m, 26,4% nel campione a 1,50-1,40 m).

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) nel campione a 1,80-1,75 m i taxa di tipo H registrano l'81,5%, mentre quelli di tipo W il 3,7%. In questo campione sono rappresentati con un valore del 3,7% i taxa L (generi presenti in ambienti che vanno dalla *offshore transition* alla piattaforma; cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1). Nel campione a 1,50-1,40 m i taxa di tipo H registrano il 72,5 %, mentre quelli di tipo W l'8,8%. In questo campione sono rappresentati con un valore del 2,6% i taxa ML.

La malacofauna marina presente nei due campioni è riferibile principalmente alla biocenosi SFS del piano infralitorale, essendo i valori delle specie caratteristiche esclusive di questa biocenosi in entrambi i campioni superiori al 40%. Si segnala la presenza di un buon numero di esemplari della specie *Mytilaster lineatus* che è riferibile alla biocenosi AP e che indica una batimetria relativamente bassa ed una relativa vicinanza alla linea di riva. Nel campione a 1,50-1,40 sono presenti anche alcuni esemplari di specie che popolano biocenosi del piano circalitorale (DC e DE; cfr. par. 3.2; tab. 3.2.2).

- Sub-unità S8 (1,40-0,70 m) - 2 campioni.

Nei due campioni prelevati rispettivamente a 1,20-1,10 m e a 0,85-0,80 m il contenuto fossilifero è abbondante. In generale sono presenti abbondanti frammenti di gusci di molluschi marini, ostracodi infralitorali, foraminiferi infralitorali, numerosi resti di balanidi, resti di

echinodermi, di decapodi, briozoi, anellidi (*Spirorbidae* indet., *Ditrupa arietina*) e resti di vegetali (qualche seme). Sono presenti anche frammenti di gusci di molluschi terrestri di ambienti costiero-dunicoli (*Enidae* indet., *Helicidae* indet., e *Pomatias elegans*, *Trochoidea* sp.). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 22 specie di bivalvi, 20 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Il numero di esemplari è maggiore nel campione a 1,20-1,10 m (campione con maggior contenuto in molluschi dell'intera successione sedimentaria del sondaggio; cfr. fig. 4.1.3.1.1) pur essendo abbondante anche nel campione superiore. Per numero di esemplari prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.1.2 e 4.1.3.1.3a-b; Appendice 3a), rappresentati maggiormente dalle specie *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus*, *Lentidium mediterraneum* e *Mytilaster lineatus*. Nel campione a 1,20-1,10 m si segnala anche la presenza di un buon numero di esemplari della specie *Spisula subtruncata*. I gasteropodi sono rappresentati da pochi individui.

Rispetto alle caratteristiche ecologiche dei molluschi marini presenti nei 2 campioni della sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6) prevalgono con valori compresi tra l'83% (1,20-1,10 m) e il 91% (0,85-0,80 m) le specie SI; le specie SE registrano valori compresi tra il 14,7% (1,20-1,10 m) e l'8,2% (0,85-0,80 m).

Rispetto alle categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) nel campione a 1,20-1,10 m dominano le specie F (65,7%) seguite dalle specie D (31%); nel campione a 0,85-0,80 dominano le specie D (52,4%) seguite dalle specie F (44,9%).

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) nel campione a 1,20-1,10 m i taxa di tipo H registrano il 76,3%, mentre quelli di tipo W il 7,2%. Nel campione a 0,85-0,80 m i taxa di tipo H registrano l'83,7% circa, mentre quelli di tipo W il 9,5%.

Le associazioni a molluschi marini rinvenute nei due campioni sono riferibili alla biocenosi SFS del piano infralitorale; infatti i valori delle specie caratteristiche esclusive di questa biocenosi sono del 53,7% nel campione a 1,20-1,10 e del 65,54% nel campione a 0,85-0,80. Nel campione a 1,20-1,10 m si segnala la buona presenza della specie *Mytilaster lineatus* che è riferibile alla biocenosi AP. Ciò indica una relativa vicinanza della linea di riva.

- Sub-unità S9 (0,70-0,00 m) - 1 campione.

Nel campione prelevato a 0,60-0,55 m il contenuto fossilifero è buono. In generale sono presenti discreti frammenti di gusci di molluschi marini, ostracodi infralitorali, foraminiferi infralitorali, resti di balanidi e di echinodermi. Per quanto riguarda i molluschi marini sono state individuate solo 7 specie di bivalvi. Le specie maggiormente rappresentate sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*.

Rispetto alle caratteristiche ecologiche dei molluschi marini presenti nel campione della sub-unità S9, per quanto riguarda le categorie di microhabitat (figg. 4.1.3.1.5 e 4.1.3.1.6)

prevalgono le specie SI con un valore del 94,4%, mentre le specie SE registrano un valore molto basso del 5,6%.

Rispetto alle categorie alimentari (figg. 4.1.3.1.7 e 4.1.3.1.8) dominano le specie F (63,4%) seguite dalle specie D (36,6%).

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.1.9 e 4.1.3.1.10) i taxa di tipo H registrano l'85,9%, mentre quelli di tipo W l'8,45%.

L'associazione a molluschi del campione è riferibile alla biocenosi SFS del piano infralitorale essendo i valori delle specie caratteristiche esclusive di questa biocenosi del 53,5%; scarsamente rappresentati sono i taxa caratteristici delle biocenosi AP e MI (valori rispettivamente del 5,6% e dell'1,4%).

14 campioni prelevati a diverse altezze nell'intervallo compreso tra 8,3 m e 0,55 m a partire dalla base dell'unità sabbiosa sono stati sottoposti alle analisi paleontologiche semiquantitative. Complessivamente i campioni registrano la presenza di 27 specie di ostracodi, 25 delle quali sono marine e 2 dulcicole (cfr. appendice 4a). Le 2 specie dulcicole, *Candona neglecta* e *Ilyocypris bradyi*, rappresentate da rari individui, la prima presente nel campione a 0,85-0,80 m, la seconda nel campione a 5,30-5,25 m, sono considerate alloctone. Per quanto riguarda le restanti specie sono tutte di ambiente marino infralitorale eccetto *Kithe pratexta*, rappresentata da rarissimi individui nei campioni a 1,45 e a 0,80 m, che è una specie di ambiente marino circalitorale-batiale.

Viene di seguito illustrato nel dettaglio il contenuto in ostracodi delle varie sub-unità dell'unità litologica sabbiosa.

- Sub-unità S2 (8,80-7,20 m) - 3 campioni. In tutti i campioni della sub-unità la specie più rappresentata è *Pontocythere turbida* seguita da *Cytheretta subradiosa*. Nel campione a 7,70-7,65 ben rappresentate sono anche le specie *Cytheretta adriatica* e *Neocytherideis muelleri*. Nel campione a 7,30-7,20 è comune la presenza di *Loxoconcha rubritincta*. Poco rappresentate nella sub-unità sono le specie *Cistacythereis turbida*, *Loxoconcha ovulata*, *Palmoconcha turbida*, *Semicytherura incongruens*; rare o molto rare sono le specie *Aurila convexa*, *Callistocythere littoralis*, *Cyprideis torosa*, *Cytheridea neapolitana*, *Heterocythereis voraginoso*, alcune specie del genere *Leptocythere*, *Semicytherura* aff. *S. sulcata* e *Xestoleberis dispar*.

- Sub-unità S3 (7,20-5,00 m) - 3 campioni. La specie più rappresentata in questa sub-unità, come in quella precedente, è *Pontocythere turbida*. Poco rappresentate, e nella parte alta della sub-unità, sono le specie *Cytheretta adriatica*, *Cytheretta subradiosa* e *Loxoconcha rubritincta*. Rare o molto rare sono *Callistocythere flavidofusca*, *Carinocythereis whitei*, *Cistacythereis turbida*, *Ilyocypris bradyi*, *Leptocythere ramosa*, *Loxoconcha ovulata*, *Neocytherideis muelleri*, *Palmoconcha turbida*, *Procytherideis subspiralis*, *Semicytherura incongruens*.



- Sub-unità S4 (5,00-4,30 m) - 1 campione. Anche nel campione di questa subunità prelevato a 4,45-4,40 m si registra la predominanza della specie *Pontocythere turbida*, mentre poco comune è la presenza della specie *Loxoconcha rubritincta*. Rare o molto rare sono *Aurila* sp., *Cistacythereis turbida*, *Cytheretta subradiosa*, *Leptocythere levis*, *Loxoconcha ovulata*, *Neocytherideis muelleri*, *Semicytherura incongruens* e *Semicytherura sulcata*.

- Sub-unità S5 (4,30-3,60 m) - 2 campioni. In questa sub-unità gli ostracodi sono molto meno rappresentati rispetto alle sub-unità precedenti sia per numero di esemplari che per numero di specie. Ancora una volta, seppur con un'abbondanza relativa minore rispetto ai campioni precedenti, predomina *Pontocythere turbida*. Rare o molto rare sono *Cytheretta adriatica*, *Cytheretta subradiosa*, *Loxoconcha rubritincta*, *Palmoconcha turbida* e *Semicytherura incongruens*.

- Sub-unità S6 (3,60-3,00 m) - 1 campione. Il contenuto in ostracodi diminuisce ulteriormente nel campione di questa sub-unità prelevato a 3,20-3,10 dove sono state individuate solo 2 specie *Cytheretta subradiosa* e *Pontocythere turbida* rappresentate da pochi esemplari.

- Sub-unità S7 (3,00-1,40 m). 2 campioni. In questa sub-unità nel campione prelevato a 2,90-2,85 m la situazione è molto simile a quella del campione della sub-unità precedente. Sono infatti presenti 2 specie *Cytheretta adriatica* e *Pontocythere turbida* rappresentate da rari esemplari. Nel campione prelevato a 1,45-1,40 m il contenuto in ostracodi è nuovamente significativo soprattutto per il numero di specie presenti: ben rappresentata è *Pontocythere turbida*; poco comuni sono *Loxoconcha ovulata* e *Neocytherideis muelleri*. Rare o molto rare sono le specie *Cistacythereis turbida*, *Cytheretta subradiosa*, *Leptocythere ramosa*, *Loxoconcha rubritincta*, *Krithe praetexta*, *Palmoconcha turbida*, *Semicytherura incongruens* e *Semicytherura sulcata*.

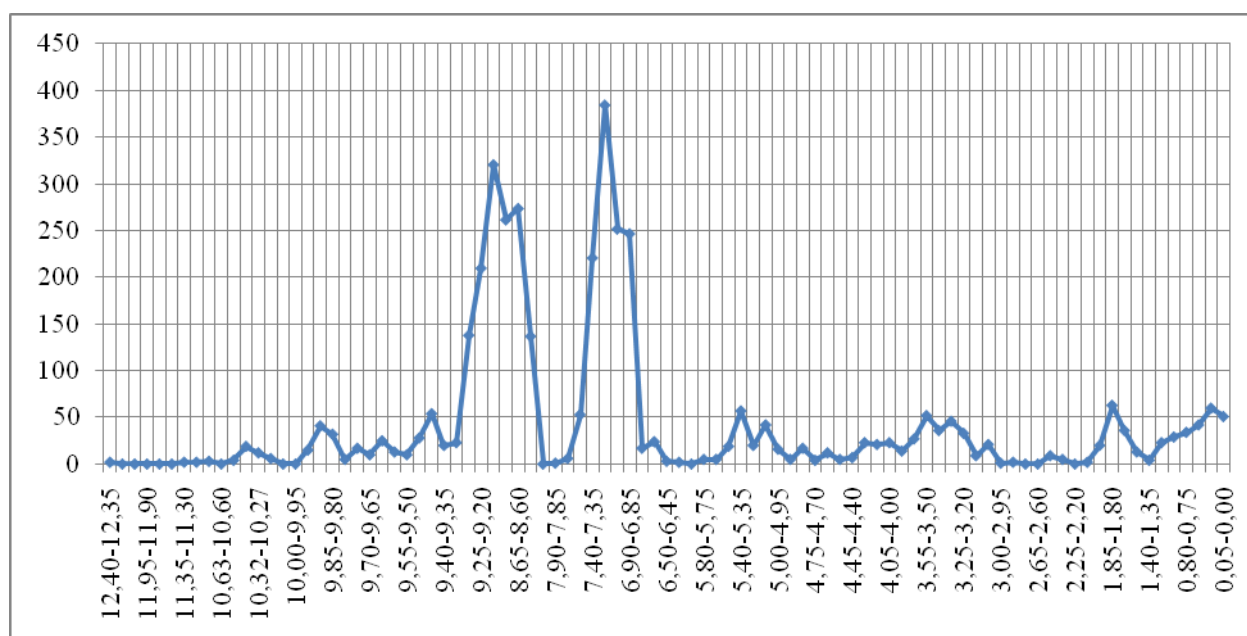
- Sub-unità S8 (1,40-0,70 m) - 1 campione. Nel campione prelevato a 0,85-0,80 m il contenuto in ostracodi è simile a quello prelevato a 1,45-1,40 m della sub-unità S7. Predomina sempre la specie *Pontocythere turbida*. Poco comuni sono le specie *Cytheretta adriatica*, *Cytheretta subradiosa* e *Loxoconcha rubritincta*; rare o molto rare sono *Loxoconcha ovulata*, *Krithe praetexta*, *Neocytherideis muelleri*, *Semicytherura incongruens* e la specie dulcicola *Candona neglecta*.

- Sub-unità S9 (0,70-0,00 m) - 1 campione. Nel campione prelevato a 0,60-0,55 m sono state individuate solo 4 specie di ostracodi. La specie più comune è ancora una volta *Pontocythere turbida*; poco comuni sono *Cytheretta adriatica* e *Loxoconcha rubritincta*, rara la specie *Cytheretta subradiosa*.

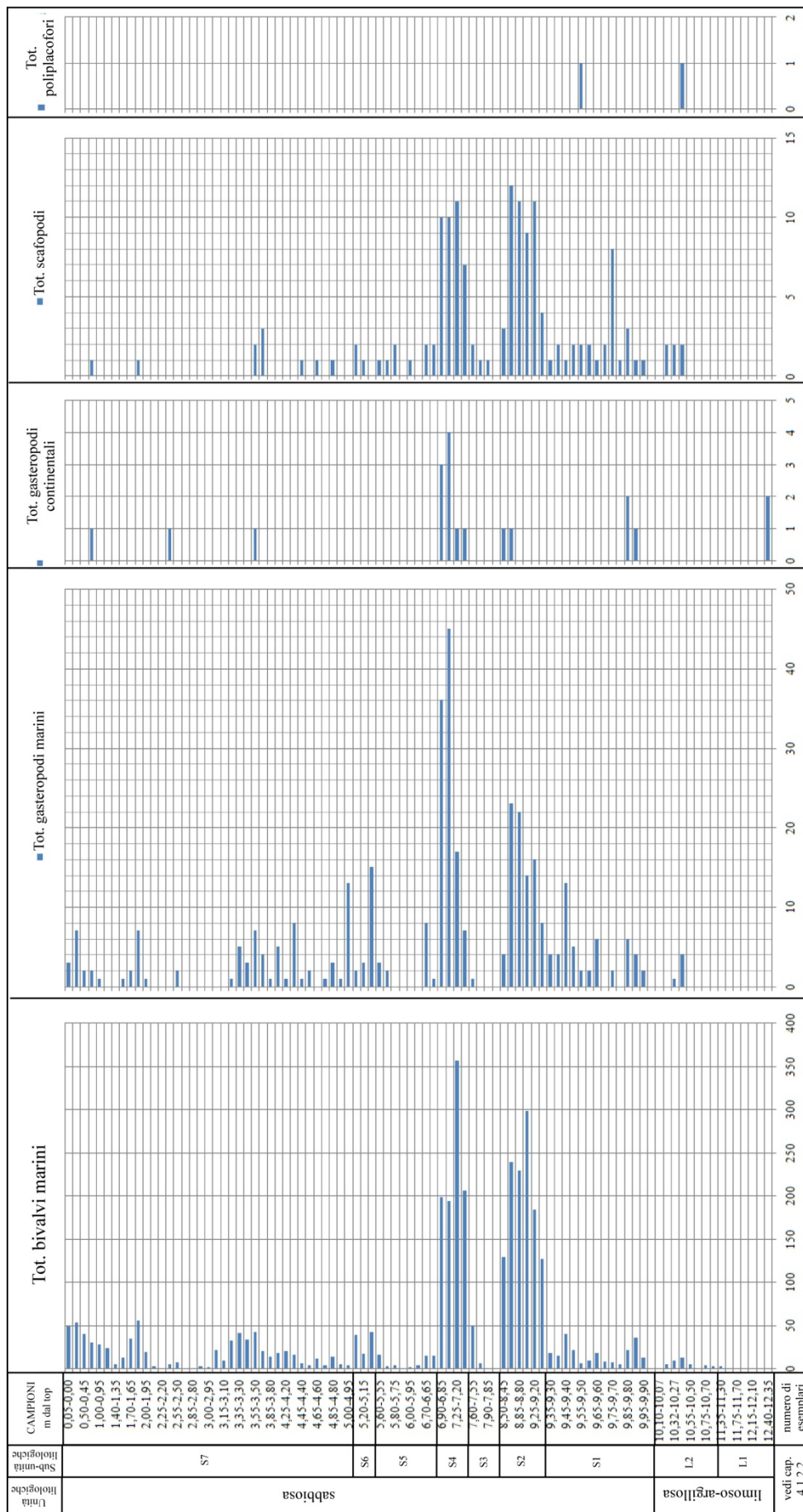
### 4.1.3.2 Sondaggio MBS2

Per il sondaggio MBS2 è stata effettuata l'analisi qualitativa del contenuto fossilifero generale e l'analisi quantitativa delle malacofaune presenti in 91 campioni così suddivisi nelle diverse unità litologiche individuate all'interno della successione sedimentaria (cfr. par. 4.1.2.2): 15 nell'unità limoso-argillosa, 76 nell'unità sabbiosa. Per avere un quadro paleoambientale più dettagliato rispetto all'unità litologica limoso-argillosa inferiore è stata effettuata l'analisi semiquantitativa delle ostracofaune presenti in 13 campioni così suddivisi nelle 2 sub-unità distinte all'interno dell'unità: 7 nella sub-unità L1 e 6 nella subunità L2.

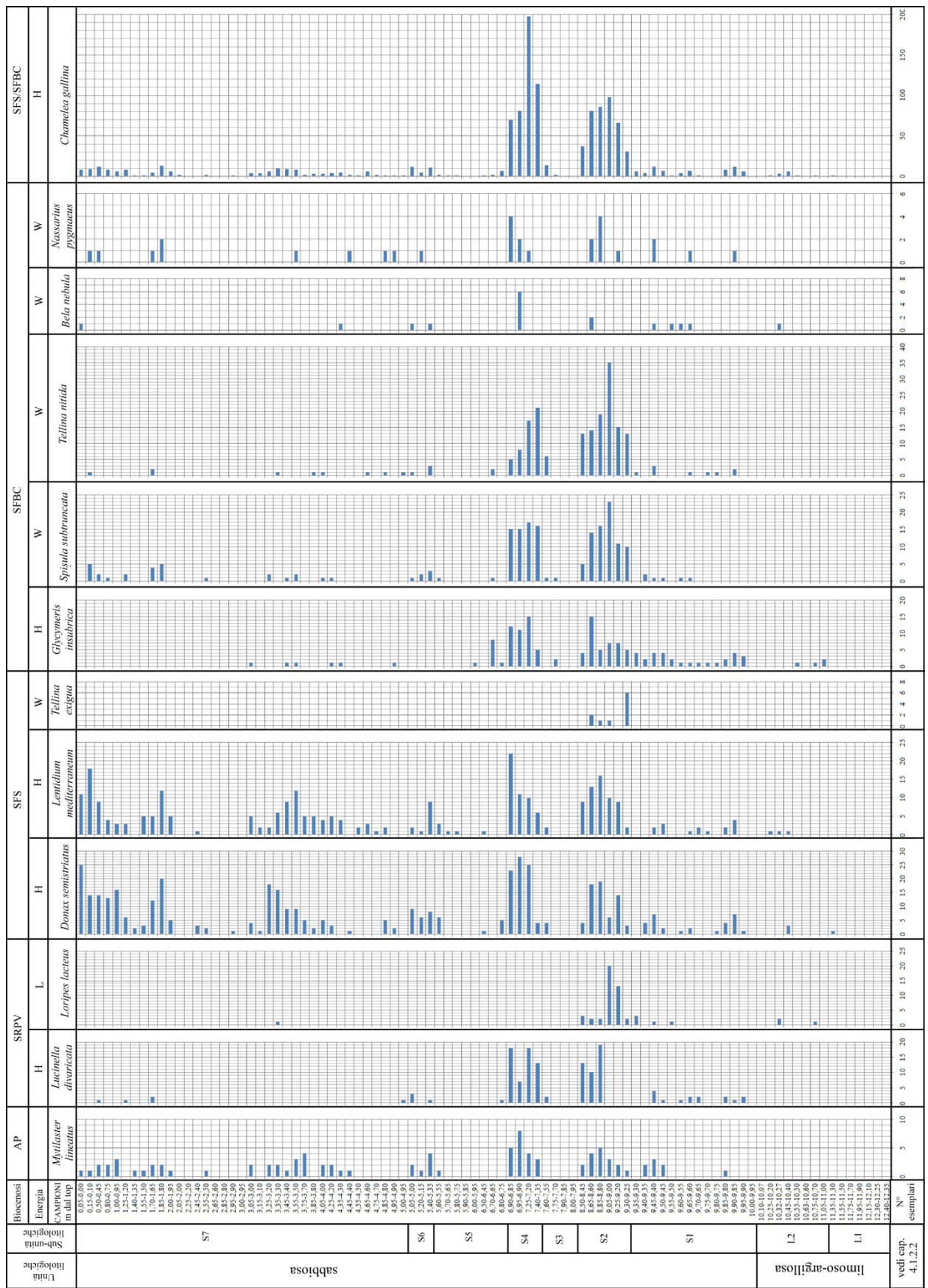
Per quanto riguarda i molluschi sono stati raccolti complessivamente 3809 esemplari ed individuate 95 specie tutte attualmente viventi [33 di bivalvi marini (3275 esemplari), 50 di gasteropodi marini (366 esemplari), 10 di gasteropodi terrestri (19 esemplari), 1 di scafopodi marini (147 esemplari), 1 di polioplacofori marini (2 esemplari)]; 32 specie sono attualmente in nomenclatura aperta. L'elenco completo delle specie di molluschi e le relative abbondanze in ciascun campione analizzato sono riportati nelle appendice 3b. Nella fig. 4.1.3.2.1 è riportato un grafico con illustrate le variazioni del numero di esemplari di molluschi nei campioni analizzati del sondaggio; mentre nella fig. 4.1.3.2.2 è riportato uno schema con le variazioni delle abbondanze dei principali gruppi di molluschi rinvenuti nei livelli analizzati del sondaggio. Nelle figure 4.1.3.2.3a-b e 4.1.3.2.4 sono illustrate graficamente per i campioni analizzati le abbondanze di alcune delle specie di molluschi marini e continentali individuate.



**Fig. 4.1.3.2.1** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) dei molluschi rinvenuti nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Base della successione a sinistra. Per ragioni di spazio sotto l'asse delle ascisse non sono indicati tutti i campioni analizzati.

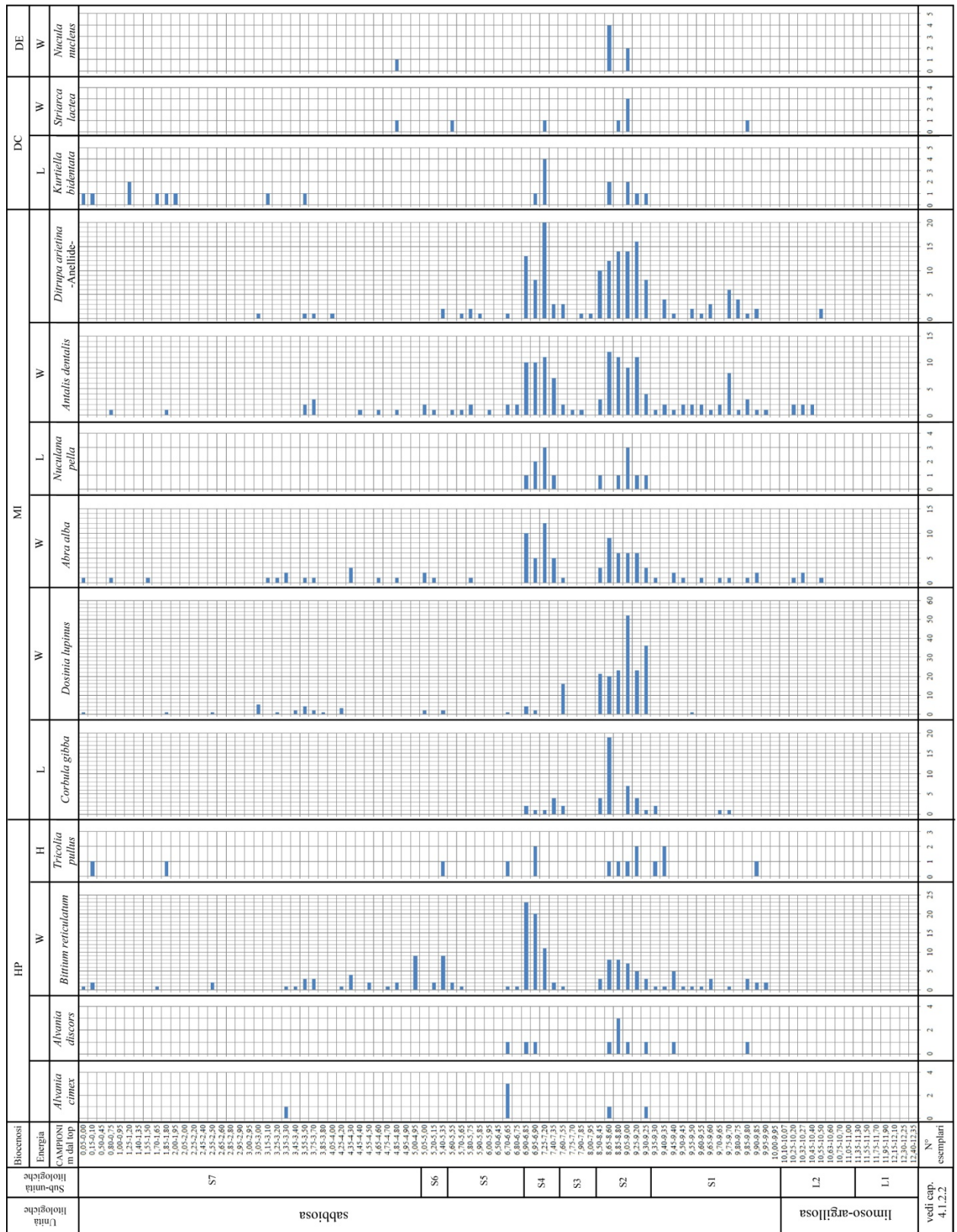


**Fig. 4.1.3.2.2** - Schema con le abbondanze (n. esemplari) dei gruppi di molluschi rinvenuti nei livelli analizzati del sondaggio MBS2. Nella terza colonna da sinistra per ragioni di spazio non sono indicati tutti i campioni.



**Fig. 4.1.3.2.3a** - Schema delle abbondanze delle specie di molluschi marini rinvenute nei livelli analizzati del sondaggio MBS2. Le specie sono raggruppate secondo le biocenosi di appartenenza e sono indicate le categorie di energia del mezzo W, H e L (cfr. par. 3.2, tabb. 3.2.1-3.2.2, Appendice 2a).





**Fig. 4.1.3.2.3b** - (per la spiegazione vedi fig. 4.1.3.2.3a) - In aggiunta alle specie di molluschi sono inserite nello schema le abbondanze della specie di anellide *Ditrupa arietina* la cui presenza è significativa in alcuni campioni analizzati offrendo una chiave di lettura importante per l'interpretazione paleoambientale (vedi testo).

Categorie ecologiche		Giusti & Castagnolo, 1982	H	CM		C	N		C
		Ilg et al., 2009	G3	G3		G3		G3	
		Ložek, 1964	9P					7M	6X
Unità litologiche	Sub-unità litologiche	CAMPIONI m dal top	<i>Carychium minimum</i>	<i>Cochlicella</i> sp.	Gastropoda indet.	Hygromiidae indet.	Limacidae indet.	<i>Punctum pygmaeum</i>	<i>Theba pisana</i>
sabbiosa	S7	0,05-0,00							
		0,15-0,10							
		0,50-0,45							
		0,80-0,75	1						
		1,00-0,95	1						
		1,25-1,20							
		1,40-1,35							
		1,55-1,50							
		1,70-1,65							
		1,85-1,80							
		2,00-1,95							
		2,05-2,00							
		2,25-2,20							
		2,45-2,40							1
		2,55-2,50							
		2,65-2,60							
		2,85-2,80							
		2,95-2,90							
		3,00-2,95							
		3,05-3,00							
		3,15-3,10							
		3,25-3,20							
		3,35-3,30							
		3,45-3,40							
		3,55-3,50							1
		3,75-3,70							
		3,85-3,80							
		4,05-4,00							
		4,25-4,20							1
		4,35-4,30							
		4,45-4,40							
		4,55-4,50							
		4,65-4,60							
4,75-4,70									
4,85-4,80									
4,95-4,90									
5,00-4,95									
5,05-5,00									
5,20-5,15									
5,40-5,35									
5,60-5,55									
5,70-5,65									
5,80-5,75									
5,90-5,85									
6,00-5,95									
6,50-6,45									
6,70-6,65									
6,80-6,75			1		1				
6,90-6,85			1	1	1				
6,95-6,90			1	1	1		1		
7,25-7,20									
7,40-7,35					1		1		
7,60-7,55									
7,75-7,70									
7,90-7,85									
8,00-7,95									
8,50-8,45						1			
8,65-8,60					1				
8,85-8,80									
9,05-9,00						1			
9,25-9,20									
9,30-9,25									
9,35-9,30									
9,40-9,35									
9,45-9,40									
9,50-9,45									
9,55-9,50									
9,60-9,55									
9,65-9,60									
9,70-9,65									
9,75-9,70									
9,80-9,75									
9,85-9,80					1				
9,90-9,85					1		1		
9,95-9,90									
10,00-9,95									
limoso-argillosa	L2	10,10-10,07							
		10,25-10,20							
		10,32-10,27							
		10,45-10,40							
		10,55-10,50							
	10,63-10,60								
	10,75-10,70								
	11,05-11,00								
	11,35-11,30								
	11,55-11,50								
L1	11,75-11,70								
	11,95-11,90								
	12,15-12,10								
	12,30-12,25				1				
	12,40-12,35				1				
vedi cap. 4.1.2.2	N° esemplari	0 1 2	0 1 2 3	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2	0 1 2	0 1 2	0 1 2 3	

Fig. 4.1.3.2.4 - Schema delle abbondanze delle specie di molluschi terrestri rinvenute nei livelli analizzati del sondaggio MBS2. Nelle 3 righe in alto sono indicate le diverse categorie ecologiche di appartenenza delle specie (cfr. par. 3.2, tabb. 3.2.4, 3.2.5 e 3.2.6).



Per quanto riguarda le ostracofaune sono state individuate complessivamente 44 specie di ostracodi di queste 40 sono viventi e 4 conosciute solo allo stato fossile (mai segnalate nell'Olocene e nella parte alta del Quaternario di altre località). Le 4 specie fossili sono tutte marine, mentre delle 40 specie viventi 33 sono marine e 7 dulcicole. 13 specie sono attualmente in nomenclatura aperta. L'elenco completo delle specie di ostracodi e le indicazioni sulle loro abbondanze relative nei campioni analizzati sono riportati in appendice 4b.

Di seguito sono illustrati nel dettaglio i risultati delle analisi paleontologiche per le diverse unità e sub-unità litologiche del sondaggio MBS2, a partire dalla base della successione sedimentaria.

Unità limoso-argillosa (12,50-10,00 m).

- Sub-unità L1 (12,50-11,10 m) - 7 campioni.

I 7 campioni analizzati sono molto poveri rispetto al contenuto fossilifero. Nel campione inferiore, prelevato a 12,40-12,35 sono presenti numerosi piccoli frammenti di aggregati carbonatici di origine biogena e un buon numero di resti di vegetali microscopici. Per quanto riguarda i molluschi (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2, 4.1.3.2.4) sono stati raccolti due esemplari integri di gasteropodi terrestri appartenenti a due specie *Punctum pygmaeum* [categorie 7M di Ložek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009); cfr. par. 3.2, tabb. 3.2.4, 3.2.5] e Limacidae indet. [categoria N di Giusti & Castagnolo (1982); cfr. par.3.2, tab. 3.2.6]; nello stesso campione sono presenti un discreto numero di frammenti di gusci e alcuni apici microscopici di gasteropodi terrestri indeterminabili. Nei restanti campioni sono presenti solo scarsi frammenti di gusci di gasteropodi terrestri indeterminabili e nel campione prelevato nella parte alta della sub-unità (11,35-11,30 m) sono state rinvenute 3 valvette di bivalvi marini giovanili: si tratta delle specie *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum* tutte riferibili alla biocenosi SFS del piano infralitorale (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.2). Per quanto riguarda gli ostracodi nell'intervallo compreso tra 12,15 m e 11,70 m sono presenti solo rare mute immature di 3 specie dulcicole (*Candona* sp., *Herpetocypris* sp. e *Ilyocypris bradyi*) (Appendice 4b). Nei due campioni prelevati al top della sub-unità (11,55-11,50 m e 11,35-11,30 m) sono presenti pochi esemplari di tre specie marine infralitorali, *Cistacythereis turbida*, *Neocytherideis muelleri* e *Pontocythere turbida*; *Pontocythere turbida* è la specie più rappresentata. Agli esemplari delle 3 specie marine sono associati rarissimi individui della specie dulcicola *Paralimnocythere massanai*.

- Sub-unità L2 (11,10-10,00 m) - 8 campioni.

Negli 8 campioni analizzati il contenuto fossilifero è discreto. In generale sono presenti esemplari e frammenti di gusci di bivalvi marini (più abbondanti nei campioni della parte medio-alta della sub-unità), aggregati carbonatici di origine biogena tubiformi, ostracodi e foraminiferi marini, resti di vegetali (alcuni semi), qualche oogonio di Characeae (c. 10,25-10,20 m),

frammenti di echinodermi, frammenti e 2 esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina* (rispettivamente a 10,63-10,60 m e 10,55-10,50 m) e rari frammenti di gusci di gasteropodi terrestri. Per quanto riguarda i molluschi marini essi sono rappresentati con individui integri soprattutto nella parte medio-alta della sub-unità (intervallo compreso tra 10,75 m e 10,20 m); il campione più ricco è quello prelevato a 10,45-10,40 m (fig. 4.1.3.2.1); i bivalvi prevalgono per numero di esemplari. Sono state individuate 8 specie di bivalvi, 6 di gasteropodi, 1 di scafopodi e 1 di polioplacofori (fig. 4.1.3.2.2). Fra le specie presenti si segnalano *Abra alba*, *Anomia ephippium*, *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus*, *Glycymeris insubrica*, *Lentidium mediterraneum*, *Loripes lacteus*, *Retusa* cfr. *truncatula* e *Antalis dentalis*. Le specie in questione sono caratteristiche di diverse biocenosi marine; quelle più rappresentate sono la SFS, la SFBC e la MI. In particolare nel campione a 10,45-10,40 m che è il più ricco predominano le specie della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12), mentre in quello a 10,32-10,27 m predominano le specie della biocenosi MI indicando instabilità del substrato (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). Per quanto riguarda gli ostracodi nella sub-unità sono state individuate 33 specie marine la maggior parte delle quali sono infralitorali (Appendice 4B). Le specie maggiormente rappresentate sono nell'ordine *Pontocythere turbida*, *Cytheretta subradiosa* e *Semicytherura incongruens*; meno rappresentate sono *Loxoconcha ovulata*, *Loxoconcha rubritincta* e *Neocytherideis muelleri*. Nei campioni a 11,05-11,00 m, 10,75-10,70 m, 10,55-10,50 m e 10,10-10,07 sono presenti anche specie di ambiente marino circalitorale-batiale. Tra di esse *Macrocyprissa arcuata* e *Sagmatocythere moncharmonti* nel campione a 11,05-11,00 m, *Ruggieria tetraptera palpebralis* nel campione a 10,75-10,70 m e *Nipponocythere drapalensis pithekoussai* nel campione a 10,32-10,27 m, sono note solo allo stato fossile. Alle specie marine in tutti i campioni della sub-unità sono associati rari individui di 7 specie dulcicole (cfr. Appendice 4B).

Unità sabbiosa (10,00-0,00 m).

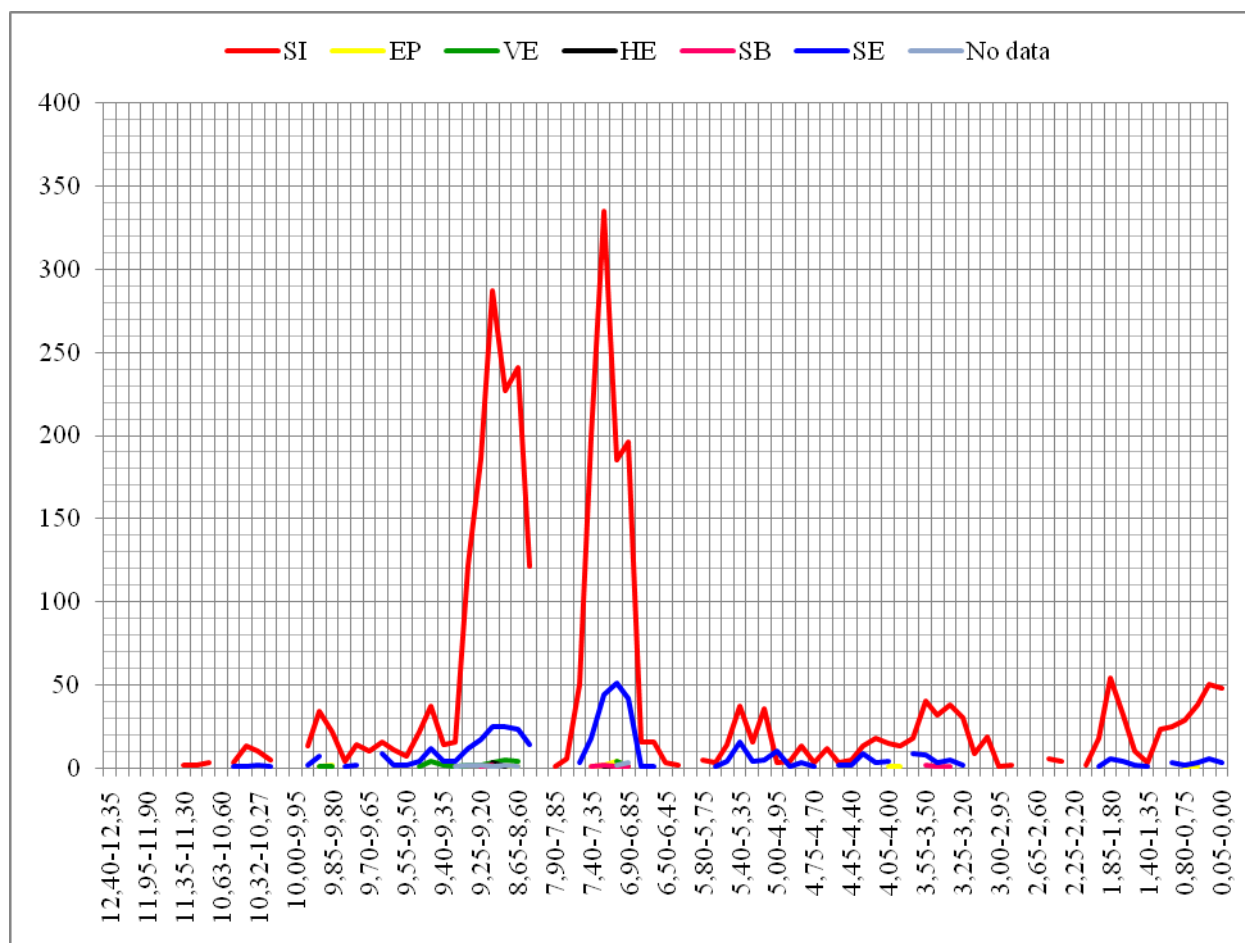
- Sub-unità S1 (10,00-9,30 m) - 14 campioni.

In tutti i campioni analizzati per questa sub-unità sono presenti molluschi eccetto che nel campione inferiore prelevato a 10,00-9,95 (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2; Appendice 3b). Per quanto riguarda il contenuto fossilifero generale, nella maggior parte dei campioni sono presenti numerosi frammenti di gusci e un buon numero di esemplari di molluschi marini; sono presenti anche foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, di echinodermi, frammenti di colonie di briozoi e frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae. Per quanto riguarda gli anellidi si segnala anche la presenza nella maggior parte dei campioni analizzati di un discreto numero di esemplari della specie *Ditrupa arietina* (fig. 4.1.3.2.3b). Nella parte inferiore della sub-unità (c. 9,90-9,85 m e 9,85-9,80 m) sono presenti rari frammenti e rarissimi esemplari frammentari di gasteropodi terrestri indeterminabili. Nel campione a 9,90-

9,85 m è presente un esemplare giovanile ben conservato della specie *Theba pisana*, caratteristica degli ambiente di duna (fig. 4.1.3.2.4). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 16 specie di bivalvi, 16 di gasteropodi, 1 di scafopodi e 1 di poliplacofori. Per numero di esemplari, in tutti i campioni prevalgono in maniera netta i bivalvi (figg. 4.1.3.2.2 e 4.1.3.2.3a-b; Appendice 3b); fa eccezione il campione a 9,75-9,70 m dove la classe Scaphopoda, con la specie *Antalis dentalis*, è più rappresentata (comunque di poco) rispetto a quella dei bivalvi. Fra i bivalvi, tranne che nell'intervallo compreso tra 9,80 m e 9,65 m, predomina la specie *Chamelea gallina* seguita dalle specie *Donax semistriatus*, *Glycymeris insubrica*, *Lentidium mediterraneum*, *Lucinella divaricata* e *Tellina nitida*. I gasteropodi marini, per numero di esemplari, sono maggiormente rappresentati nel campione a 9,45-9,40 m (fig. 4.1.3.2.2) con prevalenza della specie *Bittium reticulatum* seguita da *Rissoa* sp. e *Nassarius pygmaeus*. *Bittium reticulatum* è presente in tutti i campioni della sub-unità eccetto che in quelli prelevati a 9,80-9,75 m e a 9,70-9,65 m. Nell'intervallo tra 9,80 m e 9,65 m la presenza dei bivalvi e dei gasteropodi è meno massiccia rispetto alla porzione inferiore e superiore della sub-unità. In particolare nel campione a 9,75-9,70 m, come detto sopra, predomina lo scafopode *Antalis dentalis*. Nello stesso campione è stato raccolto il maggior numero, rispetto agli altri campioni analizzati della sub-unità, di esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina*. Questa variazione netta nel contenuto faunistico corrisponde alla fase iniziale di un incremento della frazione limosa all'interno della sub-unità così come evidenziato dalla curva delle variazioni granulometriche del sedimento riportata nella fig. 4.1.2.2.2 del par. 4.1.2.2. Superiormente a questo intervallo la malacofauna si ripresenta con caratteristiche simili a quelle della porzione inferiore della sub-unità. Nell'intervallo tra 9,55 m e 9,30 m si aggiungono con un discreto numero di esemplari le specie *Loripes lacteus*, *Mytilaster lineatus* e *Spisula subtruncata*.

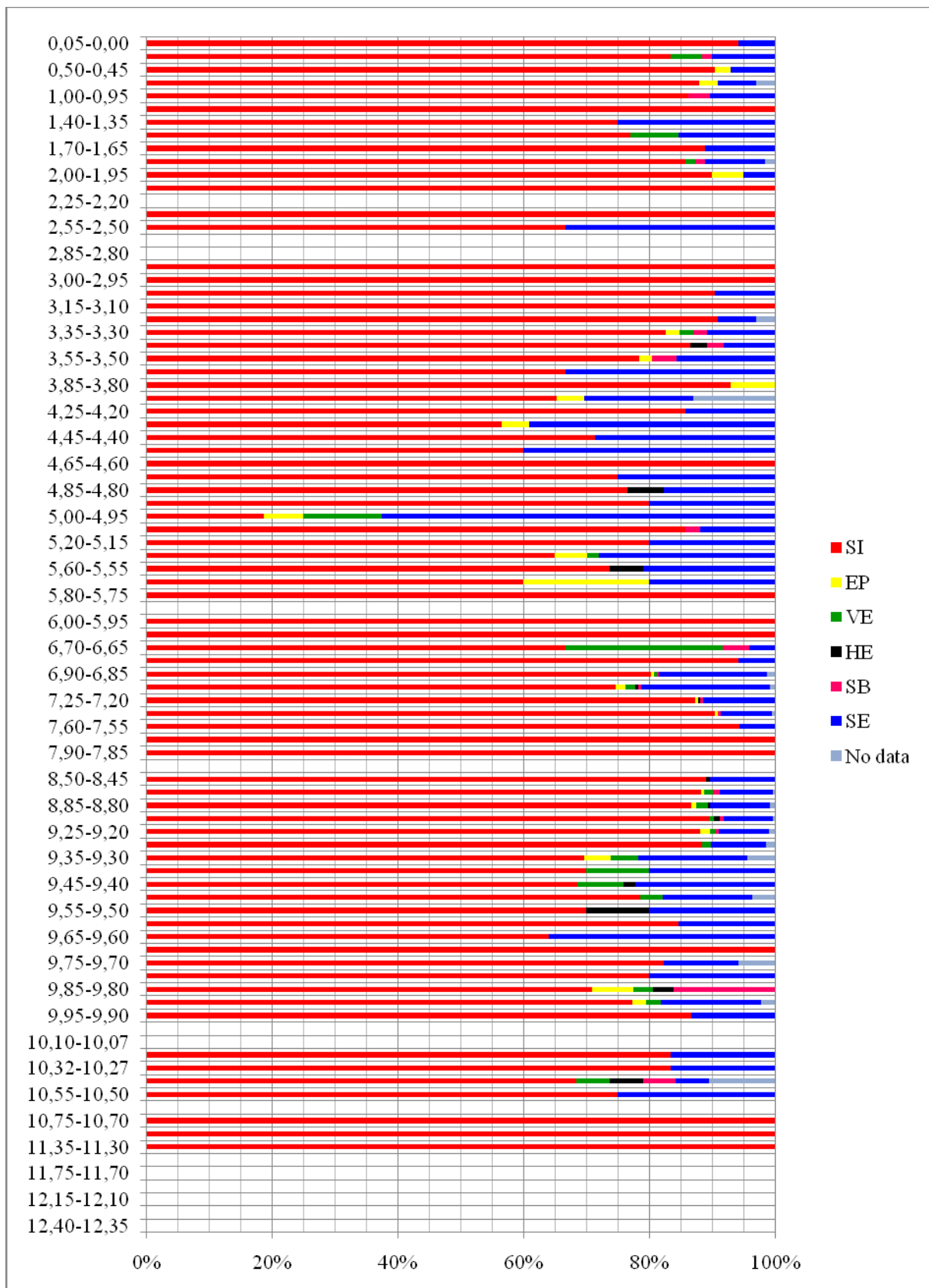
Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1, Appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat prevalgono in tutti i campioni analizzati le specie SI (figg. 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6); questa categoria registra valori compresi tra il 64% del campione prelevato a 9,65-9,60 m e il 100% del campione prelevato a 9,70-9,65 m. La seconda categoria più rappresentata è quella delle specie SE. Essa è presente in quasi tutti i campioni analizzati (assente solo nei campioni a 9,85-9,80 m e 9,70-9,65 m) registrando valori compresi tra l'11,8% (c. 9,75-9,70 m) e il 36% (c. 9,65-9,60 m). Le categorie SI e SE sono le sole rappresentate nel campione a 9,95-9,90 m e nell'intervallo compreso tra 9,80 e 9,55 m. Negli altri campioni sono presenti anche altre categorie che però registrano valori abbastanza bassi (inferiori o di poco superiori al 5%). Le specie di tipo VE sono quasi sempre rappresentate registrando i valori massimi nei campioni a 9,45-9,40 m e a 9,40-

9,35 (rispettivamente 7,4% e 10%). Nel campione a 9,85-9,80 si segnala una buona percentuale (circa il 16,1%) di specie semi-infaunali (SB).



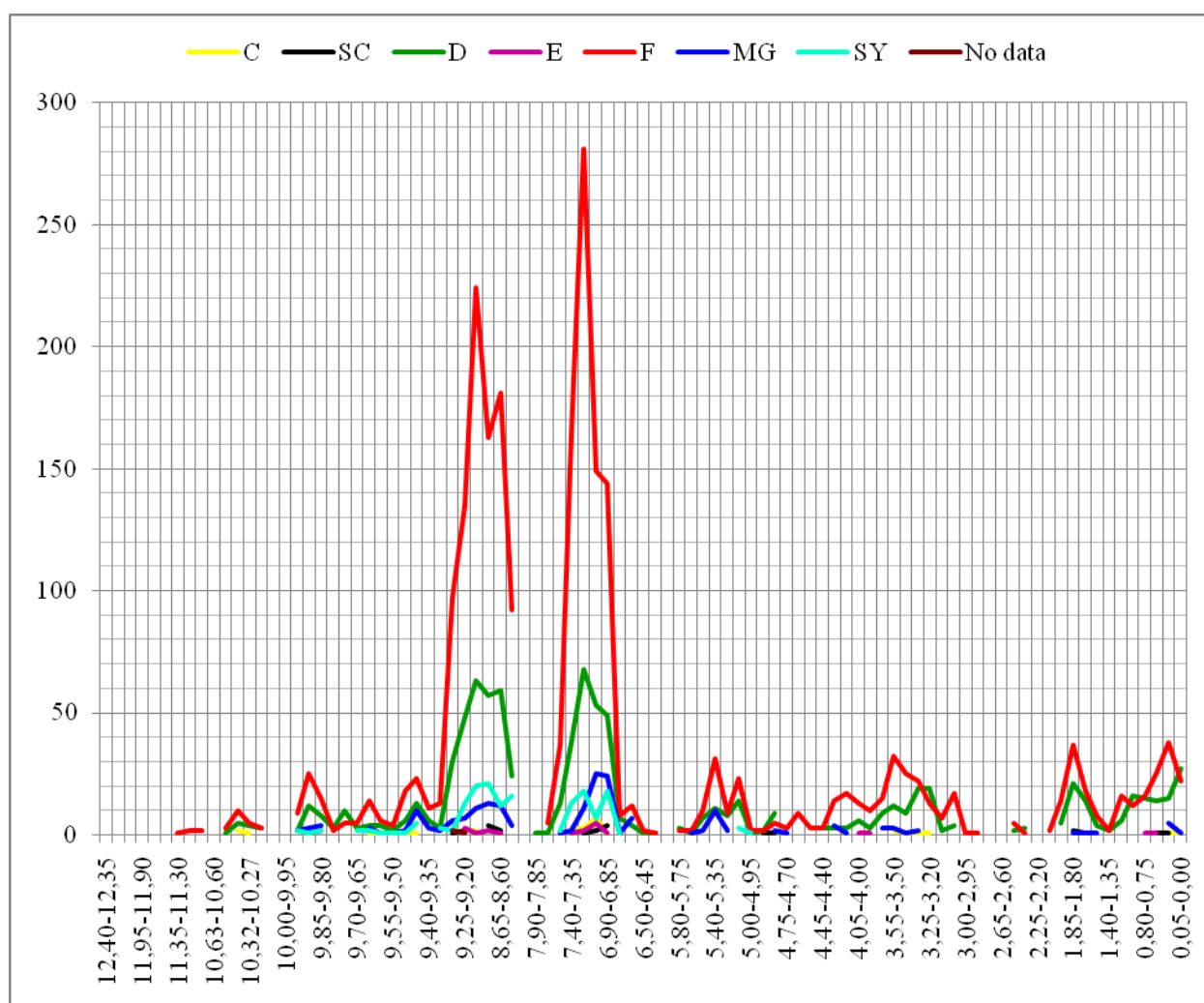
**Fig. 4.1.3.2.5** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle categorie di microhabitat (relazione organismo/substrato) a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Base della successione a sinistra. Per ragioni di spazio sotto l'asse delle ascisse non sono indicati tutti i campioni analizzati. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico e nel testo si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.2.7 e 4.1.3.2.8), nei campioni analizzati predominano con valori che vanno dal 40% (c. 9,55-9,50 m) a circa il 64,3% (c. 9,50-9,45 m) le specie F. Fanno eccezione i campioni a 9,80-9,75 m e a 9,75-9,70 m dove, rispettivamente con il 60% e il 58,8%, prevalgono le specie di tipo D. Questa categoria è comunque abbastanza rappresentata nei restanti campioni della sub-unità (valori compresi tra 13 ed il 30%). Le specie carnivore (C) sono per lo più poco rappresentate registrando valori discreti solo nei campioni a 9,60-9,55 m (7,7%) e nel campione a 9,55-9,50 m (10%). Le specie di tipo MG sono rappresentate nella maggior parte dei campioni con valori compresi tra il 5,9% (c. 9,75-9,70 m) ed il 18,5% (c. 9,45-9,40 m). In un buon numero di campioni della sub-unità (9,95-9,90 m, 9,85-9,80 m, 9,70-9,65 m, 9,65-9,60 m, 9,60-9,55 m, 9,55-9,50 m, 9,45-9,40 m e 9,35-9,30 m) si registrano valori discreti della categoria SY.



**Fig. 4.1.3.2.6** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle categorie di microhabitat a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 11,35-11,30 m, 11,05-11,00 m, 10,75-10,70 m, 7,90-7,85 m, 6,50-6,45 m, 6,00-5,95 m, 3,00-2,95 m, 2,95-2,90 m e 2,05-2,00 m registrano valori del 100% della categoria SI. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3b).

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) nell'intervallo inferiore tra 9,95 m e 9,80 m prevale, con tendenza a diminuire verso l'alto (dall'80% al 58%) la categoria H. Nello stesso intervallo la categoria W mostra una tendenza ad aumentare (dal 20% al 29%) divenendo dominante nei campioni a 9,70-9,65 m e 9,65-9,60 m (valori rispettivamente del 60% e del 70,6%). Nei campioni superiori i taxa di tipo H tornano a prevalere con valori compresi tra il 43,5% ed il 60%; i taxa W in questi campioni registrano valori minori rispetto a quelli H e compresi tra il 21,4% ed il 46,1%; solo nel campione a 9,55-9,50 m i taxa W prevalgono con il 50% rispetto al 30% di quelli di tipo H. Si segnala nel campione al top della sub-unità (9,35-9,30 m) un valore abbastanza alto, del 21,7%, della categoria L.



**Fig. 4.1.3.2.7** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle categorie alimentari a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Base della successione a sinistra. Per ragioni di spazio sotto l'asse delle ascisse non sono indicati tutti i campioni analizzati. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.



Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2) nella sub-unità sono rappresentate diverse biocenosi (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). In generale le specie delle biocenosi SFS e SFBC del piano infralitorale, e MI, indipendente dal piano, prevalgono. In alcuni campioni si registrano valori discreti di specie caratteristiche di altre biocenosi del piano infralitorale quali quella delle sabbie relativamente protette dai frangenti d'onda (SRPV) e quella HP. Più in dettaglio le specie della biocenosi SFS prevalgono nei campioni a 9,90-9,85 m e a 9,85-9,80 m. Le specie della biocenosi SFBC prevalgono nel campione inferiore, prelevato a 9,95-9,90 m, e nell'intervallo compreso tra i 9,65 m ed il top della sub-unità. Nettamente più rappresentate nell'intervallo compreso tra 9,80 e 9,65 m sono le specie della biocenosi MI, di cui fra l'altro è specie caratteristica l'anellide *Ditrupa arietina* già citata in precedenza. Questa biocenosi è indipendente dal piano marino: essa in genere subentra ad altre biocenosi quando nell'ambiente di sedimentazione c'è una forte instabilità legata soprattutto ad ipersedimentazione fine. In questi termini l'instaurarsi di questa biocenosi si confronta bene le caratteristiche sedimentologiche e granulometriche di questo piccolo intervallo della subunità (cfr. par. 4.1.2.2, fig. 4.1.2.2.2). Infine nella maggior parte dei campioni sono presenti specie riferibili alla biocenosi HP; esse registrano valori discreti che in alcuni casi raggiungono e superano il 15%.

- Sub-unità S2 (9,30-8,45 m) - 6 campioni.

Le analisi effettuate sui campioni di questa sub-unità hanno restituito delle associazioni a molluschi di ambiente marino molto ricche sia per numero di specie che di esemplari (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2; Appendice 3b). Per quanto riguarda il contenuto fossilifero generale oltre ai molluschi marini sono presenti foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, di echinodermi, frammenti di colonie di briozoi e frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae. Per quanto riguarda gli anellidi si segnala anche la presenza, in tutti i campioni analizzati, di un buon numero di esemplari della specie *Ditrupa arietina* (fig. 4.1.3.2.3b). Sono presenti anche resti di vegetali e semi. Nella sub-unità sono presenti alcuni frammenti e rarissimi esemplari frammentari di gasteropodi terrestri caratteristici di ambienti dunicoli (*Cochlicella* sp., Hygromiidae indet. e *Theba pisana*) (fig. 4.1.3.2.4). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 26 specie di bivalvi, 26 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, in tutti i campioni prevalgono in maniera molto significativa i bivalvi (figg. 4.1.3.2.2 e 4.1.3.2.3a-b). Fra i bivalvi, nel campione a 9,30-9,25 m, predomina *Dosinia lupinus* seguita da *Chamelea gallina*. Ben rappresentate sono le specie *Spisula subtruncata* e *Tellina nitida*, meno presenti sono *Abra alba*, *Anomia ephippium*, *Donax semistriatus*, *Glycymeris insubrica* e *Tellina exigua*. I gasteropodi sono poco presenti in questo campione essendo la specie più rappresentata *Bittium reticulatum*. Negli restanti campioni predomina *Chamelea gallina* seguita da *Dosinia lupinus*; ben rappresentate sono le specie *Donax*

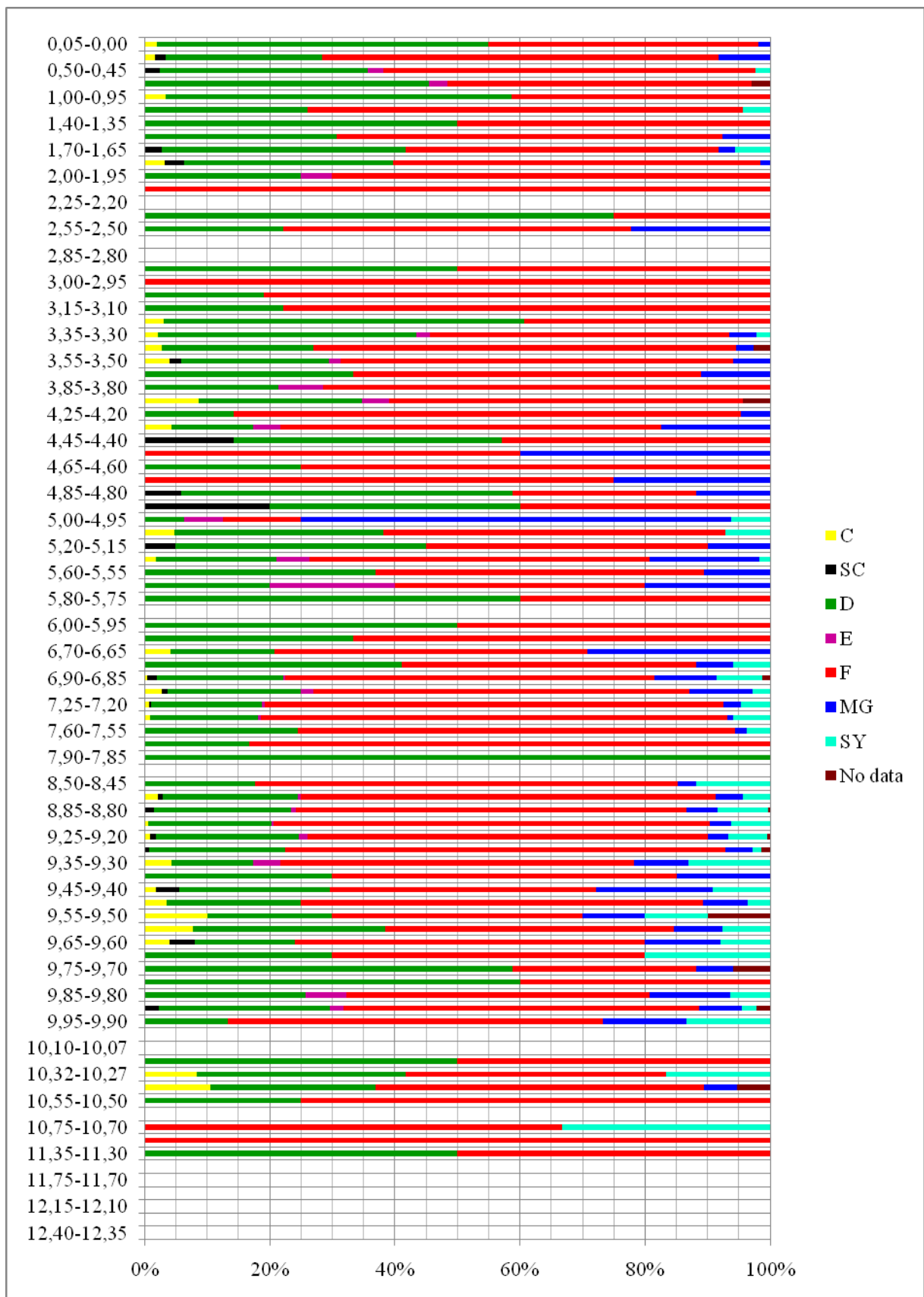
*semistriatus*, *Lentidium mediterraneum*, *Spisula subtruncata* e *Tellina nitida*. Nei campioni della parte inferiore (c. 9,25-9,20 m e 9,05-9,00 m) sono presenti un buon numero di esemplari di *Loripes lacteus*. Nella parte superiore (da 8,85 m a 8,45 m) sono stati rinvenuti un buon numero di esemplari delle specie *Corbula gibba*, *Glycymeris insubrica* e *Lucinella divaricata*. In tutti i campioni (eccetto in quello a 9,30-9,25 m, di cui si è detto sopra) sono presenti un buon numero di specie di gasteropodi marini rappresentati però solo da pochi esemplari. La specie più abbondante è *Bittium reticulatum* rinvenuta in tutti i campioni. Gli scafopodi sono presenti in tutti i campioni con la specie *Antalis dentalis* e con un discreto numero di esemplari. Nei vari campioni della sub-unità è presente con un buon numero di esemplari l'anellide *Ditrupa arietina*.

Rispetto alle caratteristiche della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat prevalgono in tutti i campioni analizzati le specie SI (figg. 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6); i valori di questa categoria si mantengono stabili (intorno all'87-89%) in tutti i campioni della sub-unità. La seconda categoria più rappresentata è la SE che in tutti i campioni registra valori bassi e anch'essa abbastanza stabili, compresi tra il 7,8% ed il 10,3%. Nella sub-unità si segnala la presenza di altre categorie (EP, VE, HE e SB; cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1) che però registrano valori molto bassi inferiori o di poco superiori all'1%.

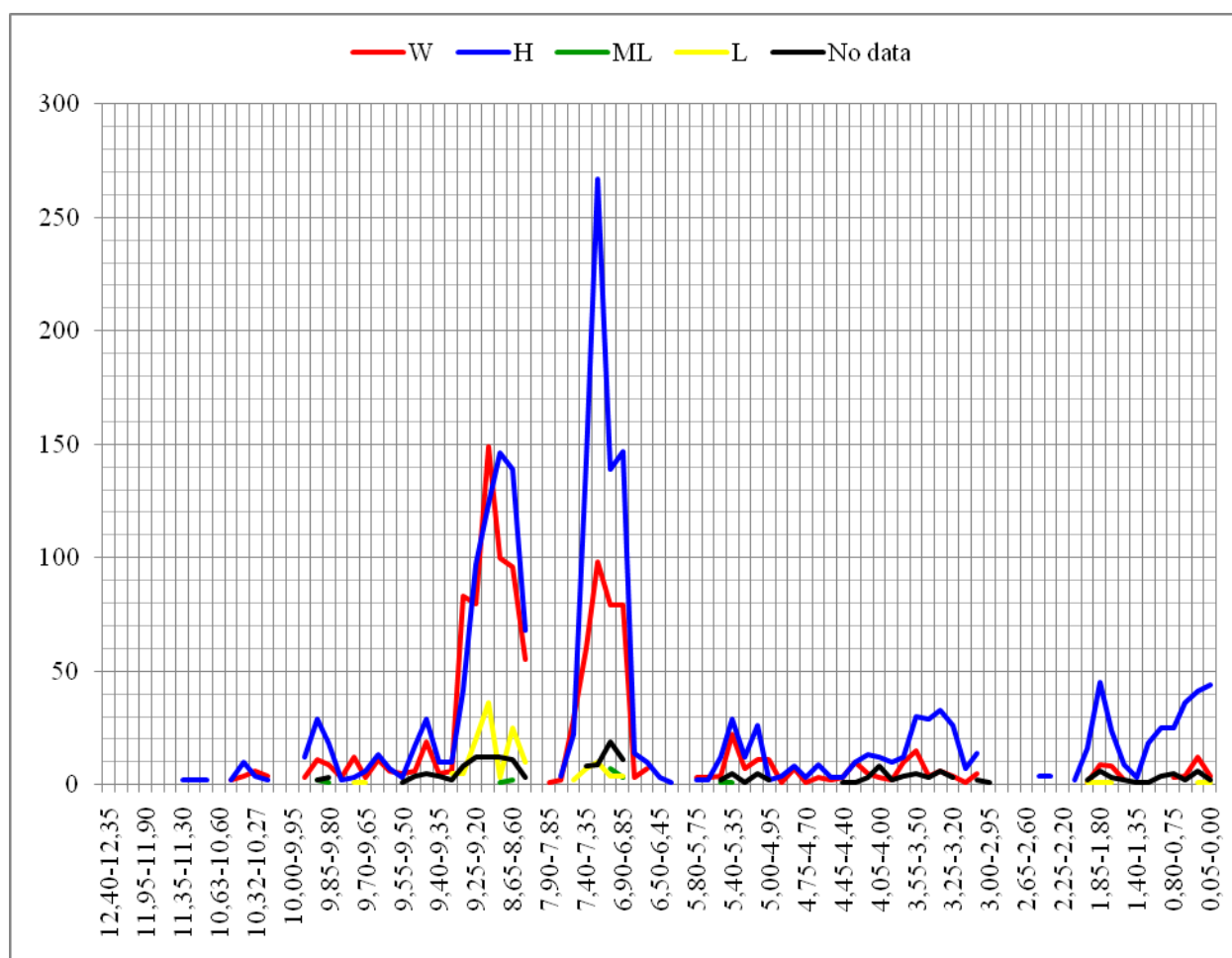
Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.2.7 e 4.1.3.2.8) in tutti i campioni della sub-unità è maggiore la presenza delle specie F che registrano valori compresi tra il 62,4% ed il 70,3%. Le specie D rappresentano la seconda categoria più rappresentata (in tutti i campioni) con valori compresi tra il 17,6% ed il 22%. Fra le altre categorie di cui si è riscontrata la presenza nella sub-unità quella delle specie MG registra sempre valori inferiori al 5%, mentre i taxa SY registrano i valori più alti (11,8%) nel campione al top della sub-unità (c. 8,50-8,45 m).

Rispetto alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) le specie W prevalgono nei campioni a 9,30-9,25 m e 9,05-9,00 m, rispettivamente con il 60,1% ed il 46,4%; seguono in questi due campioni li taxa di tipo H (con valori nei due campioni rispettivamente del 30,4% e 38,6%). Nei restanti campioni è la categoria H a prevalere seguita dalla W. In alcuni campioni della sub-unità è stato registrato un discreto valore dei taxa L (max 11,2%).

Rispetto alle biocenosi di appartenenza nella sub-unità sono presenti specie di varie biocenosi (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). Predominano quelle riconducibili alla biocenosi SFBC del piano infralitorale. Sono presenti con buoni valori (compresi tra il 32,6% ed il 16%) anche specie della biocenosi MI (indipendente dal piano marino). Va segnalato che in associazione con le specie di molluschi caratteristiche di quest'ultima biocenosi è stata rinvenuta la specie di anellidi *Ditrupa arietina* anch'essa caratteristica della biocenosi MI: questa specie in quasi tutti i campioni è presente con un numero di esemplari abbastanza alto (cfr. fig. 4.1.3.2.3b). Altre biocenosi più o meno rappresentate sono la SFS, la SRPV e la HP.



**Fig. 4.1.3.2.8** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle categorie alimentari a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 11,35-11,30 m, 11,05-11,00 m, 10,75-10,70 m, 7,90-7,85 m, 6,50-6,45 m, 6,00-5,95 m, 3,00-2,95 m, 2,95-2,90 m e 2,05-2,00 m registrano valori alti di alcune categorie. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3b).



**Fig. 4.1.3.2.9** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle classi di energia del mezzo cui sono riferibili le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Base della successione a sinistra. Per ragioni di spazio sotto l'asse delle ascisse non sono indicati tutti i campioni analizzati. Per la descrizione delle classi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.

- Sub-unità S3 (8,00-7,50 m) - 4 campioni.

Nei 3 campioni della porzione inferiore di questa sub-unità (intervallo compreso tra 8,00 m e 7,70) il contenuto fossilifero è molto scarso (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2; Appendice 3b). Sono presenti scarsi frammenti di gusci di molluschi marini per lo più alterati e pochissimi esemplari giovanili di bivalvi e di scafopodi (c. 7,75-7,70 m). Del tutto assenti sono i gasteropodi. Sempre nella parte bassa sono presenti, ma non abbondanti, i foraminiferi di ambienti infralitorali, in parte alterati (soprattutto gli esemplari di *Adelosina* sp.), pochi ostracodi, pochi resti di echinodermi, di balanidi e di ostracodi, resti di vegetali anche macroscopici. Nel campione della porzione superiore della sub-unità prelevato a 7,60-7,55 m il contenuto in molluschi è buono. In questo campione sono state individuate 10 specie di bivalvi marini, 1 di gasteropodi marini e 1 di scafopodi. Fra i bivalvi predomina *Dosinia lupinus* seguita da *Chamelea gallina* e da *Tellina nitida* (fig. 4.1.3.2.a-b). Scarsamente rappresentate sono *Abra alba*, *Anomia ephippium*, *Corbula*

*gibba*, *Donax semistriatus*, *Lentidium mediterraneum*, *Lucinella divaricata* e *Spisula subtruncata*. Per quanto riguarda i gasteropodi è stato individuato 1 esemplare di *Bittium reticulatum* e per gli scafopodi 2 esemplari di *Antalis dentalis* (fig. 4.1.3.2.3b).

Le caratteristiche ecologiche dell'associazione a molluschi del campione prelevato a 7,60-7,55 m sono abbastanza simili a quelle dei campioni della sub-unità S2 precedente (soprattutto al c. 8,50-8,45 m). Per quanto riguarda le categorie di microhabitat le specie SI sono quelle maggiormente rappresentate (94,3%); le specie SE registrano un valore del 5,7%. I valori percentuali delle categorie alimentari registrati nel campione della sub-unità S3 (F=69,8%, D=24,5%, MG=1,9%) sono abbastanza simili a quelle riscontrate per il campione a 8,50-8,45 m della sub-unità S2 precedente (F=67,6%, D=17,65%, MG=2,9%). Nel campione a 8,50-8,45 m il valore delle specie SY è maggiore rispetto a quello riscontrato nel campione della sub-unità 3.

Rispetto alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) i taxa W sono maggiormente rappresentate con un valore del 54,7% rispetto ai taxa H che hanno un valore del 41,5%. I taxa L in questo campione registrano un valore del 3,8%.

Rispetto alle biocenosi di appartenenza nel campione sono presenti specie di varie biocenosi (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). Predominano quelle riconducibili alle biocenosi SFBC e MI che registrano valori molto simili, intorno al 40%. Con un discreto valore sono presenti specie della biocenosi SFS (11,3%) mentre scarsi sono i valori delle specie delle biocenosi SRPV e HP (rispettivamente 3,8% e 1,9%).

- Sub-unità S4 (7,50-6,80 m) - 4 campioni.

In questa sub-unità le associazioni a molluschi di ambiente marino sono molto ricche sia per numero di specie che di esemplari (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2; Appendice 3b). La maggior parte degli esemplari di bivalvi sono comunque individui giovanili. Rispetto al contenuto fossilifero generale, ai molluschi marini sono associati foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, abbondanti frammenti di echinodermi, frammenti di colonie di briozoi, frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae, resti di vegetali e semi. Sono stati individuati anche frammenti di gusci e pochi esemplari frammentari di gasteropodi terrestri di ambienti dunicoli (*Cochlicella* sp., Helicidae indet., Hygromiidae indet. e *Theba pisana*) (fig. 4.1.3.2.4). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 21 specie di bivalvi, 22 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, in tutti i campioni prevalgono in maniera molto significativa i bivalvi (figg. 4.1.3.2.2 e 4.1.3.2.3a-b). Il numero di esemplari di gasteropodi è relativamente maggiore nella porzione alta della sub-unità. Fra i bivalvi in tutti i campioni predomina la specie *Chamelea gallina* seguita da *Donax semistriatus*. Rappresentate con buoni valori percentuali soprattutto in alcuni livelli sono le specie *Abra alba*, *Anomia ephippium*, *Glycymeris insubrica*, *Lentidium mediterraneum*,

*Lucinella divaricata*, *Spisula subtruncata* e *Tellina nitida*. Per quanto riguarda i gasteropodi la specie più rappresentata, che raggiunge un numero abbastanza alto di esemplari nella parte superiore della sub-unità, è *Bittium reticulatum*. Sempre nella parte alta della sub-unità sono stati rinvenuti alcuni esemplari delle specie *Bela nebula*, *Nassarius pygmaeus* e *Turritella communis* (giovanili). Gli scafopodi sono presenti in tutti i campioni con la specie *Antalis dentalis* rappresentata da un discreto numero di esemplari. Nei vari campioni della sub-unità è presente con numero di esemplari abbastanza alto e soprattutto nel campione a 7,25-7,20 m l'anellide *Ditrupa arietina* (fig. 4.1.3.2.3b).

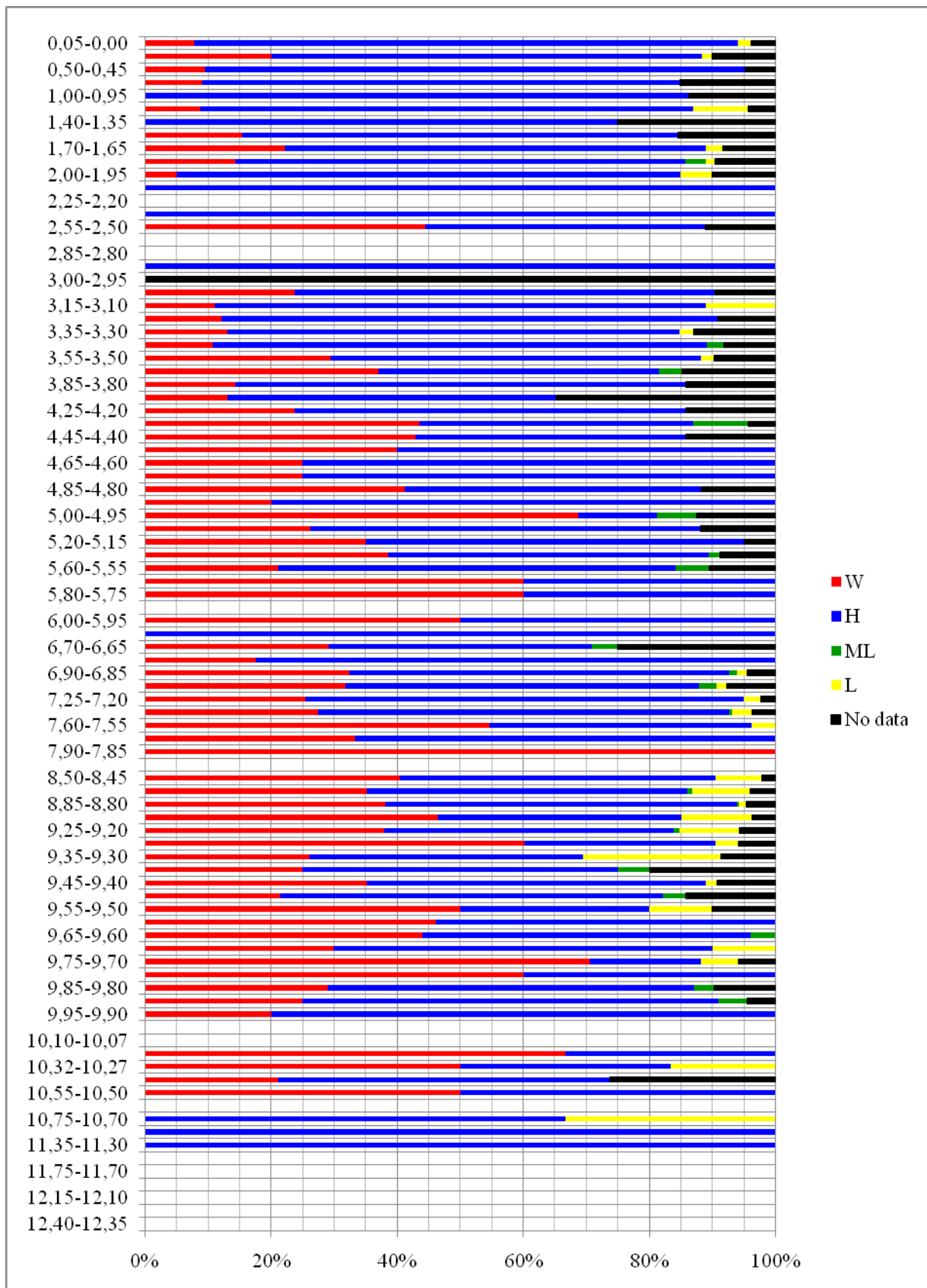
Rispetto alle caratteristiche delle specie di molluschi presenti nella sub-unità, per le categorie di microhabitat prevalgono in tutti i campioni analizzati le specie SI con valori che mostrano una tendenza a diminuire verso l'alto (dal 90,4% all'80,3%) (figg. 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6). Al contrario i valori delle specie SE (seconda categoria maggiormente rappresentata) tendono ad aumentare procedendo verso la porzione superiore della sub-unità (dall'8,2% al 17,2%). Nella sub-unità si segnala la presenza di altre categorie (EP, VE, HE e SB; cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1) che però registrano valori molto bassi inferiori o di poco superiori all'1%.

Per quanto riguarda le categorie alimentari in tutti i campioni della sub-unità prevalgono le specie F con valori che tendono a diminuire verso l'alto (dal 74,5% al 59%) (figg. 4.1.3.2.7 e 4.1.3.2.8). Le specie D sono la seconda categoria più rappresentata e mostrano contrariamente alle specie di tipo F una tendenza ad aumentare verso l'alto (dal 17,2% al 20-21%) (figg. 4.1.3.2.7 e 4.1.3.2.8). Fra le altre categorie individuate i taxa MG sono presenti con valori discreti (intorno al 10%) nella parte alta della sub-unità; allo stesso modo i taxa SY registrano i valori più alti (7,4%) nel campione al top della sub-unità (c. 6,90-6,85 m).

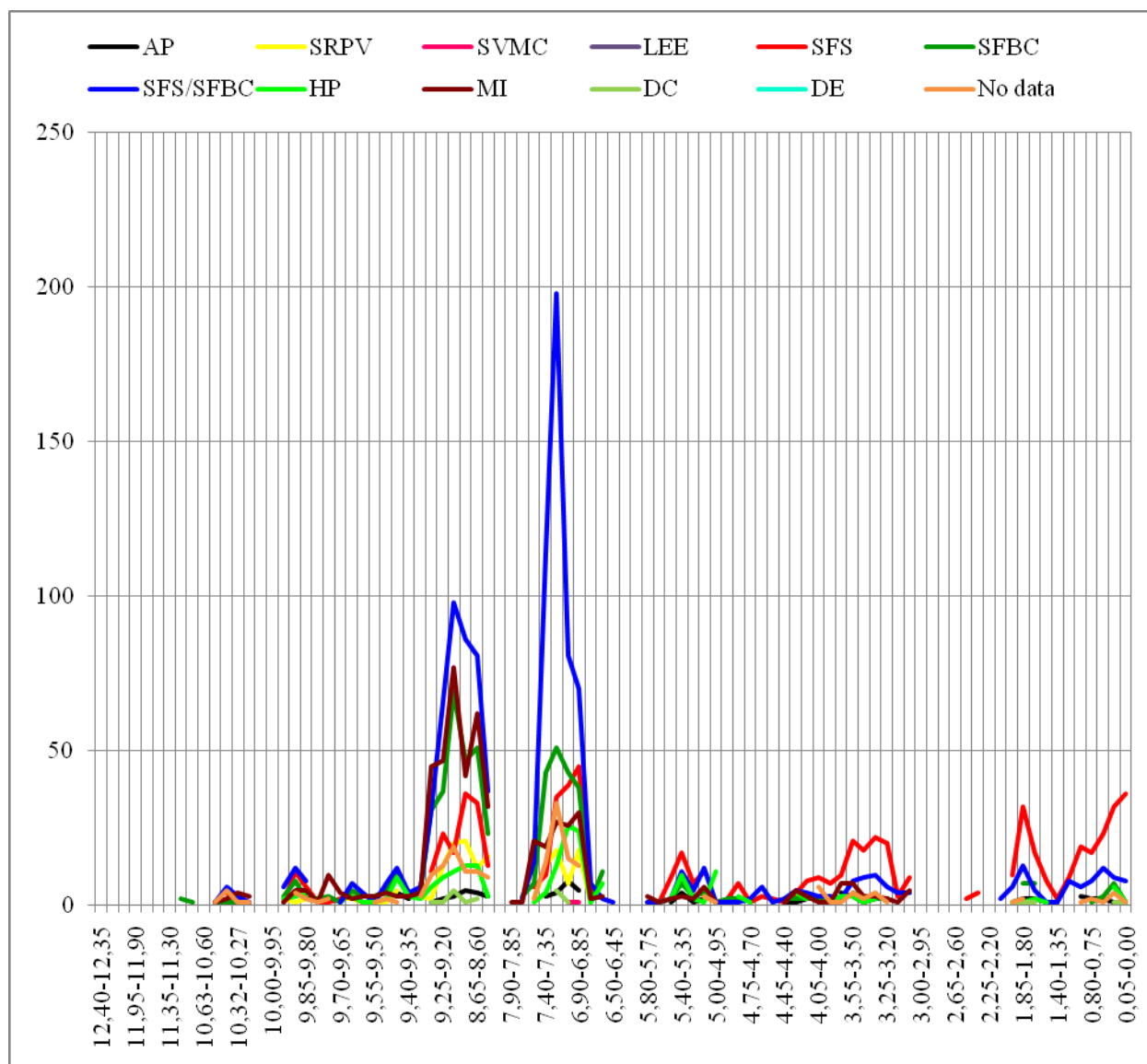
Rispetto alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) in tutti i campioni prevalgono i taxa H con valori più alti nella porzione inferiore. I taxa W sono ben rappresentati e registrano valori maggiori nella porzione superiore della sub-unità. I taxa di tipo ML e L hanno valori percentuali molto bassi e inferiori o di poco superiori al 3%.

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2) nella sub-unità S4 sono presenti specie di differenti biocenosi (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). Nella parte bassa e medio-alta (intervallo compreso tra 7,40 m e 6,90 m) predominano le specie caratteristiche della biocenosi SFBC, meno rappresentate sono quelle della biocenosi SFS. Procedendo verso l'alto nella sub-unità si osserva una tendenza ad aumentare dei valori delle specie della biocenosi SFS che divengono quelle più rappresentative nel campione al top della sub-unità (c. 6,90-6,85 m). Per quanto riguarda le specie della biocenosi MI i valori sono maggiori (10-12%) nella parte alta della sub-unità. Stessa cosa si osserva per le specie della biocenosi HP e SRPV anch'esse discretamente rappresentate nella parte alta della sub-unità.





**Fig. 4.1.3.2.10** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle classi di energia del mezzo a cui sono attribuite le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Per ragioni di spazio a sinistra dell'asse delle ordinate non sono indicati tutti i campioni analizzati. Per la descrizione delle classi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 11,35-11,30 m, 11,05-11,00 m, 10,75-10,70 m, 7,90-7,85 m, 6,50-6,45 m, 6,00-5,95 m, 3,00-2,95 m, 2,95-2,90 m e 2,05-2,00 m registrano valori alti di alcune categorie. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3b).



**Fig. 4.1.3.2.11** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle biocenosi a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Base della successione a sinistra. Per ragioni di spazio sotto l'asse delle ascisse non sono indicati tutti i campioni analizzati. Per la descrizione delle biocenosi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.2.

- Sub-unità S5 (6,80-5,50 m) - 8 campioni.

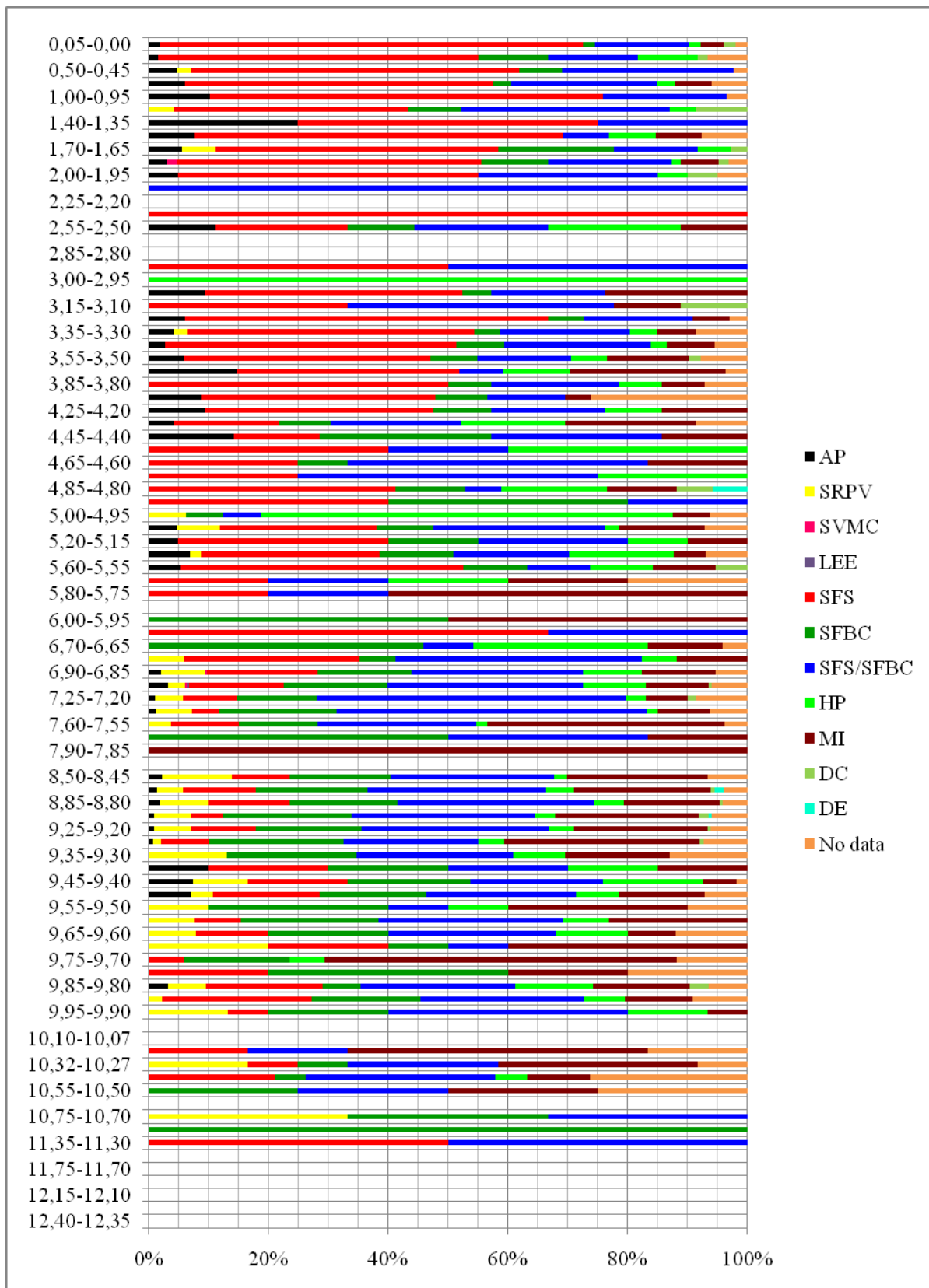
In questo intervallo diminuisce drasticamente il contenuto in molluschi rispetto alla sub-unità precedente. I molluschi scompaiono quasi del tutto nella parte medio-alta della sub-unità e ricompaiono nella porzione più alta con un numero discreto di esemplari nel campione a 5,60-5,55 m (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2; appendice 3b). Nel campione a 6,70-6,65 m i frammenti di gusci, soprattutto di bivalvi, sono molto numerosi e anche macroscopici; ma, contrariamente a quanto riscontrato per altri campioni dell'unità sabbiosa, le porzioni umbonali dei bivalvi sono quasi del tutto assenti e gli individui giovanili dei bivalvi sono scarsi. Riguardo al contenuto fossilifero generale sono presenti foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, di echinodermi e di vegetali. In alcuni dei campioni analizzati sono

preseni rari esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina* (fig. 4.1.3.2.3b). Sono del tutto assenti frammenti o individui di molluschi terrestri. Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 12 specie di bivalvi, 8 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Nei campioni dove i molluschi sono più rappresentati, per numero di esemplari prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.2.2 e 4.1.3.2.3b). Nella parte inferiore della sub-unità sono più rappresentate le specie *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* (c. 6,80-6,75 m) e *Glycymeris insubrica* (c. 6,70-6,65 m). Nell'intervallo tra 6,50 m e 5,65 m le specie di bivalvi sono rappresentate da rarissimi esemplari di *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus*, *Lentidium mediterraneum*, *Glycymeris insubrica* e *Abra alba*. Nel campione al top della sub-unità dove i molluschi sono presenti con un discreto numero di esemplari, le specie di bivalvi marini meglio rappresentate sono *Donax semistriatus*, *Lentidium mediterraneum* e *Chamelea gallina*. Sono presenti con rari esemplari le specie *Mytilaster lineatus*, *Pharus legumen*, *Spisula subtruncata* e *Striarca lactea*. Riguardo ai gasteropodi essi sono poco rappresentati nella sub-unità. Il numero di esemplari di questa classe di molluschi è relativamente maggiore nel campione a 6,70-6,65 m (quello con abbondanti frammenti di gusci di cui si diceva sopra). Le specie di gasteropodi più rappresentate in questo campione sono quelle del genere *Alvania* (fig 4.1.3.2.3b; Appendice 3b). Nello stesso campione sono presenti anche rari esemplari delle specie *Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus*.

Riguardo le caratteristiche ecologiche delle specie di molluschi presenti nella sub-unità, per le categorie di microhabitat, nei campioni analizzati, prevalgono le specie SI (figg. 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6). Nei campioni dove il numero di esemplari di molluschi è abbastanza significativo le specie SE registrano valori da bassi (4-6% nella parte inferiore della sub-unità) a discreti (21% nel campione a 5,60-5,55 m). Nel campione a 6,70-6,65 m le specie VE registrano un valore del 25%. Le specie HE e SB, presenti solo in un paio di campioni, sono poco abbondanti (4,2-5,3%).

Per quanto riguarda le categorie alimentari in tutti i campioni della sub-unità prevalgono le specie F (valori compresi tra il 40% e il 66,7%). Le specie D sono abbondanti (41,2%) nel campione inferiore prelevato a 6,80-6,75 m mentre diminuiscono (16,7%) nel campione successivo prelevato 6,70-6,65 m. In questo campione le specie MG raggiungono un valore del 29,1% e sono la categoria maggiormente rappresentata dopo quella F (50%).

Rispetto alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) in tutti i campioni dove il numero di esemplari di molluschi è abbastanza significativo prevalgono i taxa H con valori più alti nel campione inferiore (6,80-6,75 m) e nel campione al top (5,60-5,55 m). Nella porzione medio-bassa e medio-alta della sub-unità (intervallo compreso tra 6,50 m e 5,65 m) il dato sulle categorie di energia del mezzo non è significativo essendo il numero di molluschi molto scarso (da 0 a 5 esemplari). I taxa ML registrano valori molto bassi (4,2-5,3%) nei campioni a 6,70-6,65 m e 5,60-5,55 m.



**Fig. 4.1.3.2.12** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle delle biocenosi a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati del sondaggio MBS2. Per ragioni di spazio a sinistra dell'asse delle ordinate non sono indicati tutti i campioni analizzati. Per la descrizione delle biocenosi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.2. I campioni 11,35-11,30 m, 11,05-11,00 m, 10,75-10,70 m, 7,90-7,85 m, 6,50-6,45 m, 6,00-5,95 m, 3,00-2,95 m, 2,95-2,90 m e 2,05-2,00 m registrano valori alti di alcune biocenosi. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3b).

Per quanto riguarda le biocenosi nel campione a 6,80-6,75 m prevalgono le specie caratteristiche della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). Nello stesso campione si registra un discreto valore delle specie della biocenosi MI. Nel campione a 6,70-6,65 m prevalgono le specie della biocenosi SFBC (45,8%) seguite da quelle della biocenosi HP (29,2%). Nel campione al top della sub-unità (5,60-5,55 m) prevalgono le specie della biocenosi SFS (47,4%).

- Sub-unità S6 (5,50-5,00 m) - 3 campioni.

Il contenuto in molluschi di questa sub-unità è buono (figg. 4.1.3.2.1, 4.1.3.2.2; Appendice 3b). Riguardo al contenuto fossilifero generale sono presenti foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, di echinodermi, di anellidi (frammenti di Spirorbidae indet.), di colonie di briozoi e di vegetali. Nella parte inferiore della sub-unità sono presenti rari esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina* (fig. 4.1.3.2.3b). I molluschi terrestri sono rappresentati nella parte medio alta della sub-unità da alcuni frammenti della specie dunicola *Theba pisana* e da altri frammenti di gasteropodi indeterminabili. Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 12 specie di bivalvi, 8 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.2.2 e 4.1.3.2.3a-b). Le specie più rappresentate sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum* (fig. 4.1.3.2.3a). Discretamente rappresentate e soprattutto nella parte inferiore della sub-unità sono le specie *Mytilaster lineatus*, *Spisula subtruncata* e *Tellina nitida*. Nel campione al top della sub-unità (5,05-5,00 m) sono stati rinvenuti alcuni esemplari della specie *Lucinella divaricata*. Riguardo ai gasteropodi, per numero di esemplari essi sono poco rappresentati nella sub-unità. Fa eccezione il campione inferiore prelevato a 5,40-5,35 m dove sono presenti un buon numero di individui della specie *Bittium reticulatum* (fig. 4.1.3.2.3b). Infine gli Scafopodi sono rappresentati da rari esemplari nella parte alta della sub-unità (4.1.3.2.2).

Riguardo le caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1, Appendice 2a, Appendice 3b) delle specie di molluschi presenti nella sub-unità, per le categorie di micro-habitat, nei campioni analizzati, prevalgono le specie SI (figg. 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6) che mostrano una tendenza ad aumentare verso l'alto (dal 64,9% all'85,7%). Al contrario le specie SE, che sono la seconda categoria maggiormente rappresentata della sub-unità, tendono a diminuire verso l'alto (dal 28,1% all'11,9%). Poco rappresentate sono le altre tipologie di categorie (EP, VE e SB) registrando valori prossimi e per lo più inferiori al 5%.

Per quanto riguarda le categorie alimentari in tutti i campioni della sub-unità prevalgono le specie F (valori compresi tra il 54,4% e il 45%). Le specie D sono abbondanti soprattutto nella parte medio-alta della sub-unità (valori tra il 40% ed il 33,3%). Nel campione inferiore prelevato

a 5,40-5,35 m sono ben rappresentate le specie MG (17,5%). Poco rappresentate, con valori in genere inferiori o di poco superiori al 5%, sono le altre categorie alimentari (C, SC, E e SY).

Rispetto alle categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) in tutti i campioni prevalgono i taxa H con valori che tendono leggermente ad aumentare verso l'alto (dal 50,9% al 61,9%). I taxa di tipo W (seconda categoria maggiormente registrata) al contrario tendono a diminuire verso l'alto (dal 38,6% al 26,2%). Delle altre categorie solo quella dei taxa ML è presente con un valore dell'1,8% nel campione inferiore prelevato a 5,40-5,35 m.

Per quanto riguarda le biocenosi (par. 3.2, tab. 3.2.2) nei campioni analizzati prevalgono le specie caratteristiche della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). Sono presenti, con valori inferiori o uguali al 15%, anche le specie della biocenosi SFBC. Nel campione a 5,40-5,35 m si segnala un buon valore (17,5%) delle specie caratteristiche della biocenosi HP. Si segnala anche la presenza delle specie della biocenosi AP (biocenosi del piano infralitorale che si imposta in ambienti a contatto con il piano mesolitorale) le quali hanno comunque valori bassi (inferiori al 10%) e che tendono a diminuire verso l'alto. Le specie della biocenosi MI registrano nel complesso valori prossimi o inferiori al 15%; essi mostrano una tendenza graduale ad aumentare verso l'alto nella subunità (dal 5,2% del campione a 5,40-5,35 m, al 10% del campione a 5,20-5,15 m, al 14,3% del campione a 5,05-5,00 m)

- Sub-unità S7 (5,00-0,00 m) - 37 campioni.

In generale in questa sub-unità il contenuto in molluschi è abbastanza buono anche se si registrano ricorrenti variazioni positive e negative delle abbondanze (numero di esemplari) lungo la porzione di successione sedimentaria corrispondente alla sub-unità (fig. 4.1.3.2.1; Appendice 3b). In particolare in alcuni intervalli della sub-unità le variazioni delle abbondanze dei molluschi sono direttamente correlate alle variazioni della quantità di limo presente (cfr. la fig. 4.1.3.2.1 con la fig. 4.1.2.2.2 del par. 4.1.2.2): il numero di esemplari diminuisce in maniera netta in alcuni livelli in cui si registrano valori particolarmente alti di limo, mentre tende ad aumentare quando la quantità di limo diminuisce. I livelli in cui è stato riscontrato questo "comportamento" della malacofauna sono: 4,75-4,70 m, 4,55-4,50 m, intervallo compreso tra 2,95 m e 2,00 m e livello a 1,40-1,35 m. A conferma di ciò si osserva come nell'intervallo tra tra 2,95 m e 2,00 m i campioni prelevati a 2,55-2,50 m e 2,45-2,40 m in cui la frazione limosa è minore rispetto ai campioni inferiori e superiori il contenuto in molluschi è maggiore. Riguardo al contenuto fossilifero generale sono presenti foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di decapodi, di balanidi, di echinodermi, di anellidi (frammenti di Spirorbidae indet.), briozoi e resti di vegetali (anche semi). Nella parte medio-bassa della sub-unità sono presenti rari esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina* (fig. 4.1.3.2.3b). I molluschi terrestri sono rappresentati da rari esemplari delle specie *Punctum pygmaeum* e *Theba pisana*, 1 esemplare



frammentario di *Carychium minimum*, da frammenti di gusci di *Cochlicella* sp., di Helicidae indet., di Hygromiidae indet., di *Pomatias elegans*, di *Theba pisana*, e da diversi frammenti di gusci di gasteropodi indeterminabili (fig. 4.1.3.2.4; Appendice 3b). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state individuate 22 specie di bivalvi, 21 di gasteropodi, 1 di scafopodi e 1 di polioplacofori. Per numero di esemplari in genere prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.2.2 e 4.1.3.2.3a-b); fa eccezione il campione prelevato alla base della sub-unità (5,00-4,95 m) in cui è maggiore il contenuto in gasteropodi rappresentati soprattutto dalla specie *Bittium reticulatum*. Le classi degli Scaphopoda (con la sola specie *Antalis dentalis*) e dei Polioplacophora (una specie indeterminata) sono presenti solo con pochissimi esemplari (figg. 4.1.3.2.2). Le specie di bivalvi maggiormente rappresentate nella sub-unità sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. In alcuni livelli c'è una buona presenza delle specie *Abra alba*, *Dosinia lupinus*, *Mytilaster lineatus* e *Spisula subtruncata*. Per quanto riguarda i gasteropodi la specie maggiormente rappresentata, in buona parte dei campioni in cui il contenuto in molluschi è buono è *Bittium reticulatum*. Fra le altre sono rappresentate in alcuni campioni, anche se con numero di esemplari molto basso, le specie *Cylichnina umbilicata*, *Muricopsis cristatus*, *Nassarius pygmaeus*, *Neverita josephinia* e *Turritella communis*.

Rispetto alle caratteristiche delle specie di molluschi presenti nella sub-unità, per le categorie di microhabitat nel campione prelevato a 5,00-4,95 m prevalgono le specie SE (62,5%) seguite dalle specie SI (18,7%); poco rappresentate sono le specie EP (6,25%) (figg. 4.1.3.2.5 e 4.1.3.2.6). Nei restanti campioni della sub-unità prevale sempre la categoria SI con valori di solito molto alti. La seconda categoria più rappresentata è quella SE; fanno eccezione i campioni a 3,85-3,80 m e 2,00-1,95 m in cui i valori della categoria EP sono superiori (c. 3,85-3,80 m) o uguali (c. 2,00-1,95 m) a quelli della SE. Le altre categorie (VE, HE e SB) quando presenti registrano valori molto bassi di solito inferiori al 5%.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.2.7 e 4.1.3.2.8) nel campione prelevato a 5,00-4,95 m prevalgono le specie MG (68,75%) seguite dalle F (12,5%); meno rappresentate sono le categorie D, E e SY (6,25%). Nel campione a 4,95-4,90 m il contenuto in molluschi è molto scarso; le specie maggiormente rappresentate sono quelle di tipo F e D seguite dalle SC. Nel campione successivo (4,85-4,80 m) il contenuto in molluschi è buono e prevalgono le specie di tipo D (52,9%) seguite dalle F (29,4%); meno rappresentate sono le categorie MG e SC (rispettivamente 11,8% e 5,9%). Nell'intervallo compreso tra 4,75 m e 4,30 m si registra la prevalenza delle specie F (eccetto nel campione a 4,45-4,40 m dove il contributo della categoria D è uguale a quello della F). Come seconda categoria più rappresentata in questo intervallo si alternano livelli in cui prevalgono le specie MG a livelli in cui prevalgono le specie D; nel campione a 4,45-4,40 m si registra un valore abbastanza alto (14,3%) delle specie SC, mentre nel

campione a 4,35-4,30 si registrano valori bassi delle categorie C e E (4,35%). Nella porzione della sub-unità compresa tra 4,25 a 3,05 m in genere prevalgono con valori alti le specie F seguite dalle D. Un'eccezione è rappresentata dai campioni a 3,35-3,30 m e 3,25-3,20 m, in cui le specie di tipo D dapprima (c. 3,35-3,30 m) sono di poco inferiori a quelle di tipo F (41,3% contro il 47,8%) poi raggiungono valori più elevati (57,6% contro 39,4%); in questo intervallo le categorie C, SC, E, e SY quando presenti registrano valori bassi o molto bassi. Nella restante porzione della sub-unità, nei campioni in cui il contenuto fossilifero è buono predominano le specie di tipo F seguite dalle D. Fanno eccezione i campioni a 2,45-2,40 m, 1,00-0,95 m, 0,50-0,45 m e il campione al top della sub-unità (0,05-0,00 m; top dell'intera successione sedimentaria del sondaggio) dove sono le specie di tipo D a prevalere seguite dalle F. In questa porzione della sub-unità come nella precedente i valori delle restanti categorie alimentari (C, SC, E, e SY) sono bassi o molto bassi.

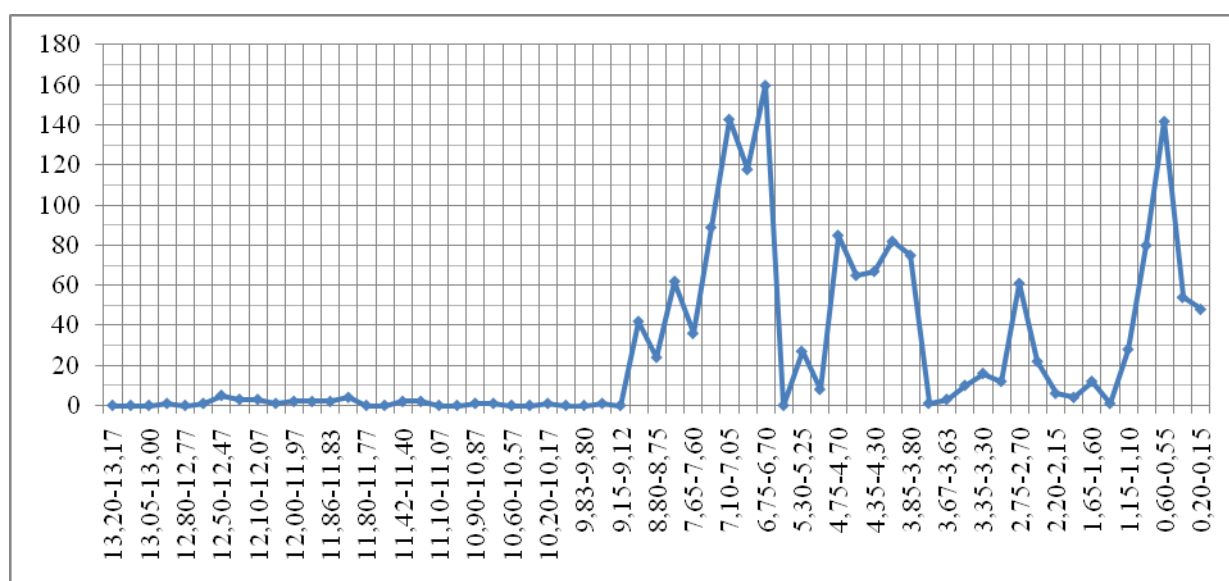
Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.2.9 e 4.1.3.2.10) nella maggior parte dei campioni della sub-unità prevalgono con valori spesso superiori al 70-80% i taxa di tipo H rispetto a quelli di tipo W. Nel campione inferiore prelevato a 5,00-4,95 m prevale nettamente la categoria W (68,75% contro il 12,5% della H e il 6,25% della ML). In alcuni campioni della sub-unità (4,85-4,80 m, 4,45-4,40 m, 4,35-4,30 m e 2,55-2,50 m) si registrano valori molto simili delle categorie W e H (intorno al 40-45%). Per quanto riguarda le categorie ML e L esse, quando rappresentate, registrano valori da bassi a molto bassi.

Per quanto riguarda le biocenosi nel campione inferiore (5,00-4,95 m) predominano in maniera netta le specie caratteristiche della biocenosi HP (68,7%) (figg. 4.1.3.2.11 e 4.1.3.2.12). A parte il campione a 4,45-4,40 m, dove prevalgono le specie riferibili alla biocenosi SFBC, e l'intervallo compreso tra 3,00 e 2,00 m, dove il contenuto di molluschi è molto scarso e non fornisce indicazioni significative, nei restanti campioni della sub-unità predominano le specie riferibili alla biocenosi SFS. In aggiunta si segnalano valori discreti delle specie della biocenosi AP nei campioni a 3,75-3,70 m (14,8%) e 1,00-0,95 m (10,3%) e delle specie della biocenosi HP nei campioni a 4,85-4,80 m (17,6%), a 4,35-4,30 m (17,4%), a 3,75-3,70 m (11,1%) e a 0,15-0,10 m (10%). Infine le specie della biocenosi MI hanno valori discreti nei campioni a 4,35-4,30 m (21,7%), a 4,25-4,20 m (14,3%), a 3,75-3,70 m (25,9%), a 3,55-3,50 m (13,7%) e a 3,05-3,00 m (23,8%).

### 4.1.3.3 Sondaggio MBS3

Per il sondaggio MBS3 è stata effettuata l'analisi qualitativa del contenuto fossilifero generale e l'analisi quantitativa delle malacofaune presenti in 61 campioni così suddivisi nelle diverse unità litologiche individuate all'interno della successione sedimentaria (cfr. par. 4.1.2.3): 29 nell'unità limoso-argillosa, 32 nell'unità sabbiosa. Per avere un quadro paleoambientale più dettagliato rispetto all'unità litologica limoso-argillosa inferiore è stata effettuata sia l'analisi semiquantitativa delle ostracofaune presenti in 27 campioni (11 nella sub-unità L1 e 16 nella subunità L2) sia dei foraminiferi presenti in 15 campioni (2 nella sub-unità L1 e 13 nella subunità L2). In aggiunta è stata effettuata l'analisi semiquantitativa sul contenuto in foraminiferi presente in 9 campioni prelevati nelle varie sub-unità dell'unità sabbiosa.

Per quanto riguarda i molluschi sono stati raccolti complessivamente 1615 esemplari ed individuate 61 specie tutte attualmente viventi [31 di bivalvi marini (1363 esemplari), 29 di gasteropodi marini (134 esemplari), 19 di gasteropodi terrestri (53 esemplari), 1 di scafopodi marini (65 esemplari)]; 30 specie sono attualmente in nomenclatura aperta. L'elenco completo delle specie di molluschi e le relative abbondanze in ciascun campione analizzato sono riportati nell'appendice 3c. Nella fig. 4.1.3.3.1 è riportato un grafico che mostra le variazioni del numero di esemplari di molluschi nei campioni analizzati del sondaggio; mentre nella fig. 4.1.3.3.2 è riportato uno schema con le variazioni delle abbondanze dei principali gruppi di molluschi rinvenuti nei livelli analizzati del sondaggio. Nelle figure 4.1.3.3.3a-b e 4.1.3.3.4 sono illustrate graficamente per i campioni analizzati le abbondanze di alcune delle specie di molluschi marini e continentali individuate.



**Fig. 4.1.3.3.1** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) dei molluschi rinvenuti nei campioni analizzati del sondaggio MBS3. Base della successione a sinistra. Per ragioni di spazio sotto l'asse delle ascisse non sono indicati tutti i campioni analizzati.

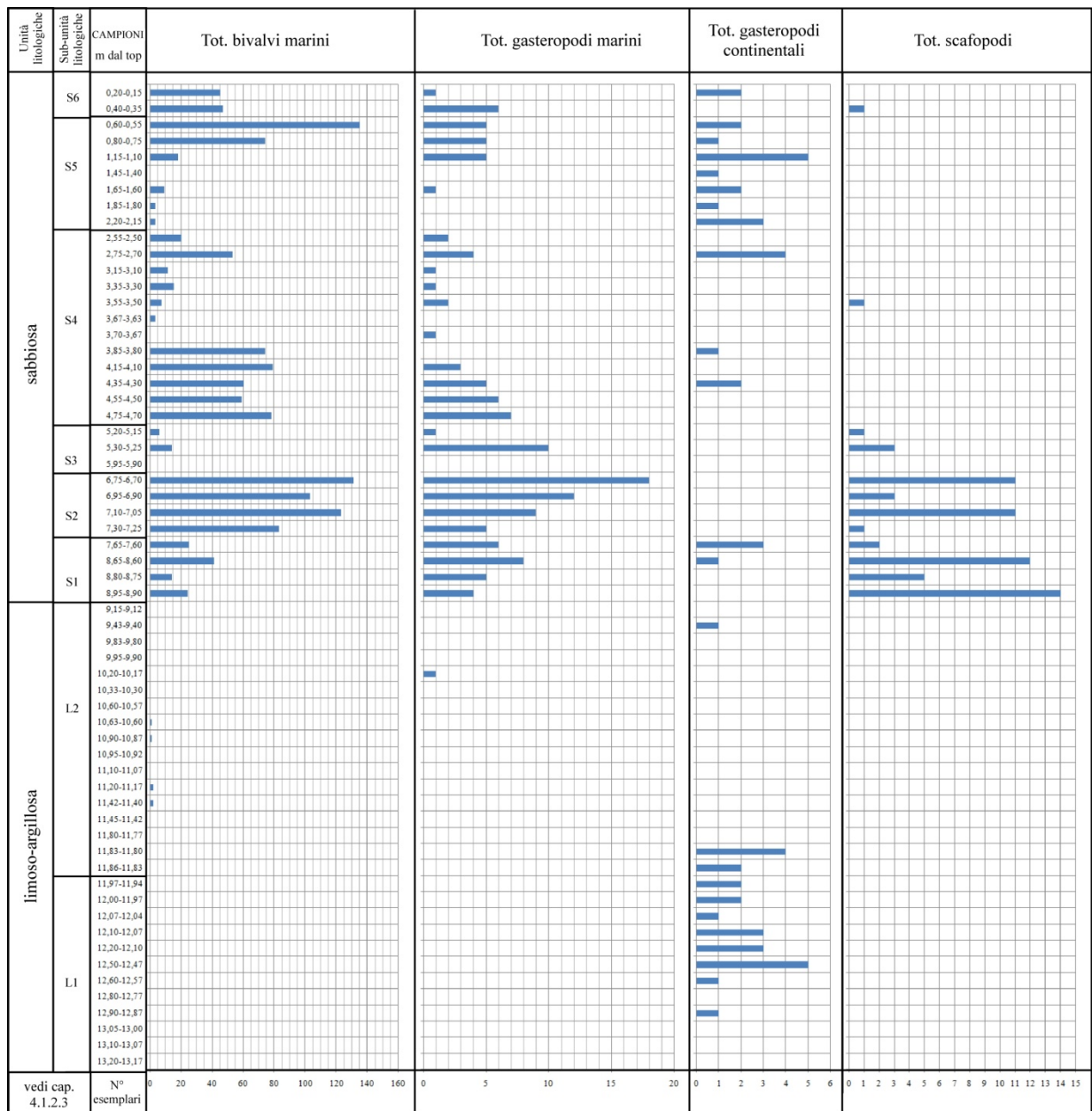
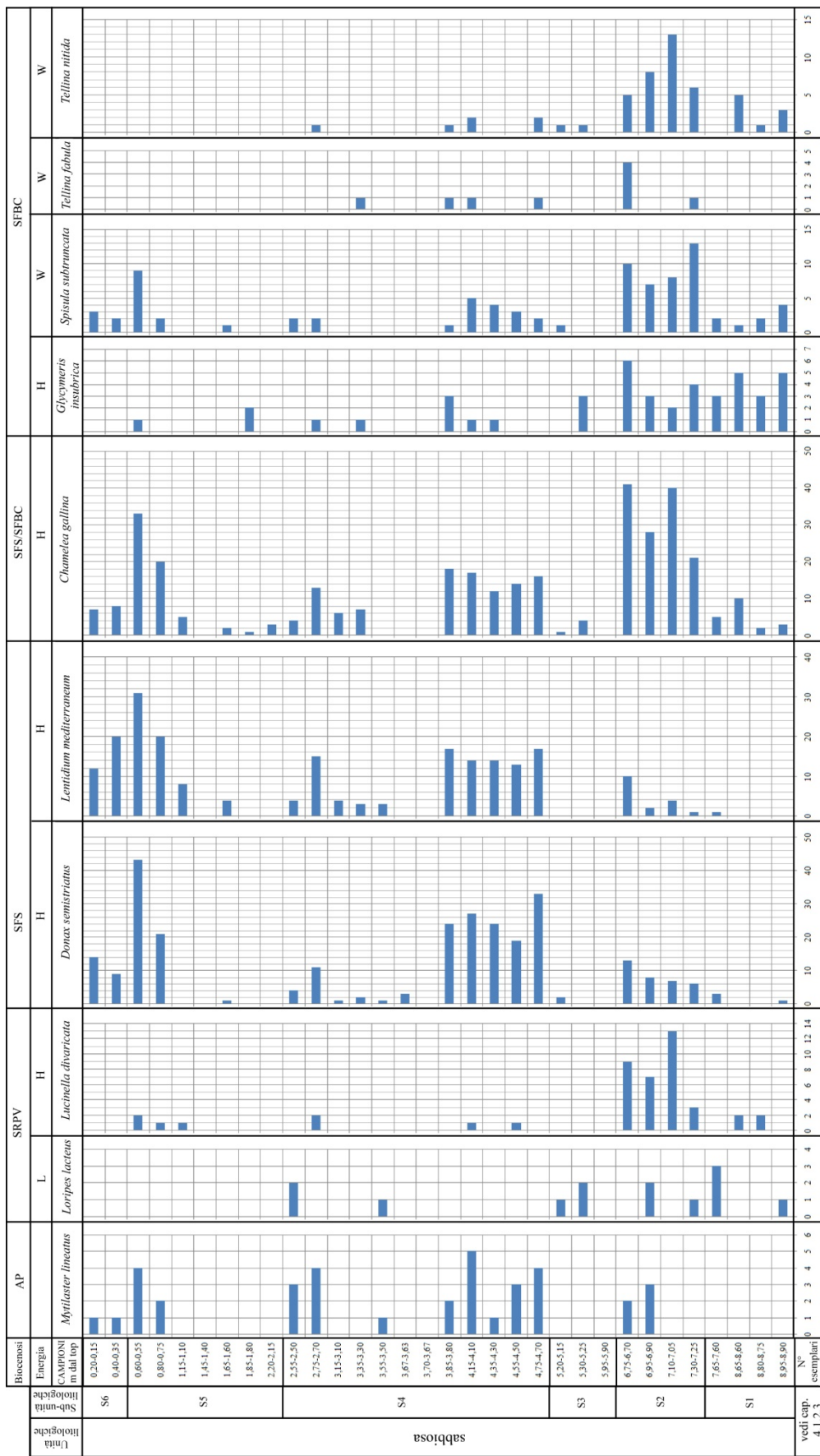


Fig. 4.1.3.3.2 - Schema delle abbondanze (n. esemplari) dei gruppi di molluschi rinvenuti nei livelli analizzati del sondaggio MBS3.



**Fig. 4.1.3.3.3a** - Schema delle abbondanze delle specie di molluschi marini rinvenute nei livelli analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Le specie sono raggruppate secondo le biocenosi di appartenenza e sono indicate le categorie di energia del mezzo W, H e L (cfr. par. 3.2, tabb. 3.2.1-3.2.2, Appendice 2a).

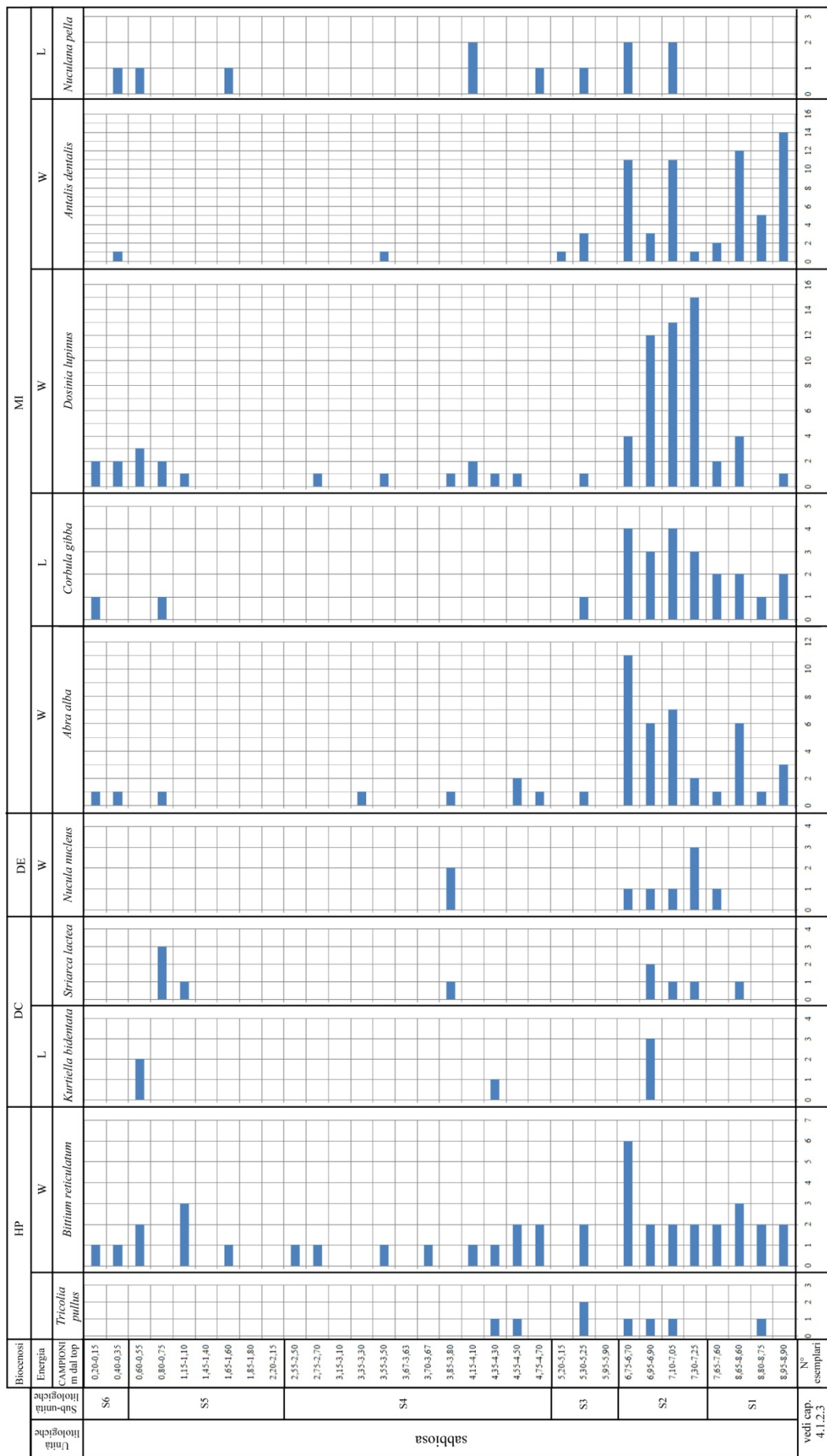


Fig. 4.1.3.3b - per la spiegazione vedi fig. 4.1.3.3a



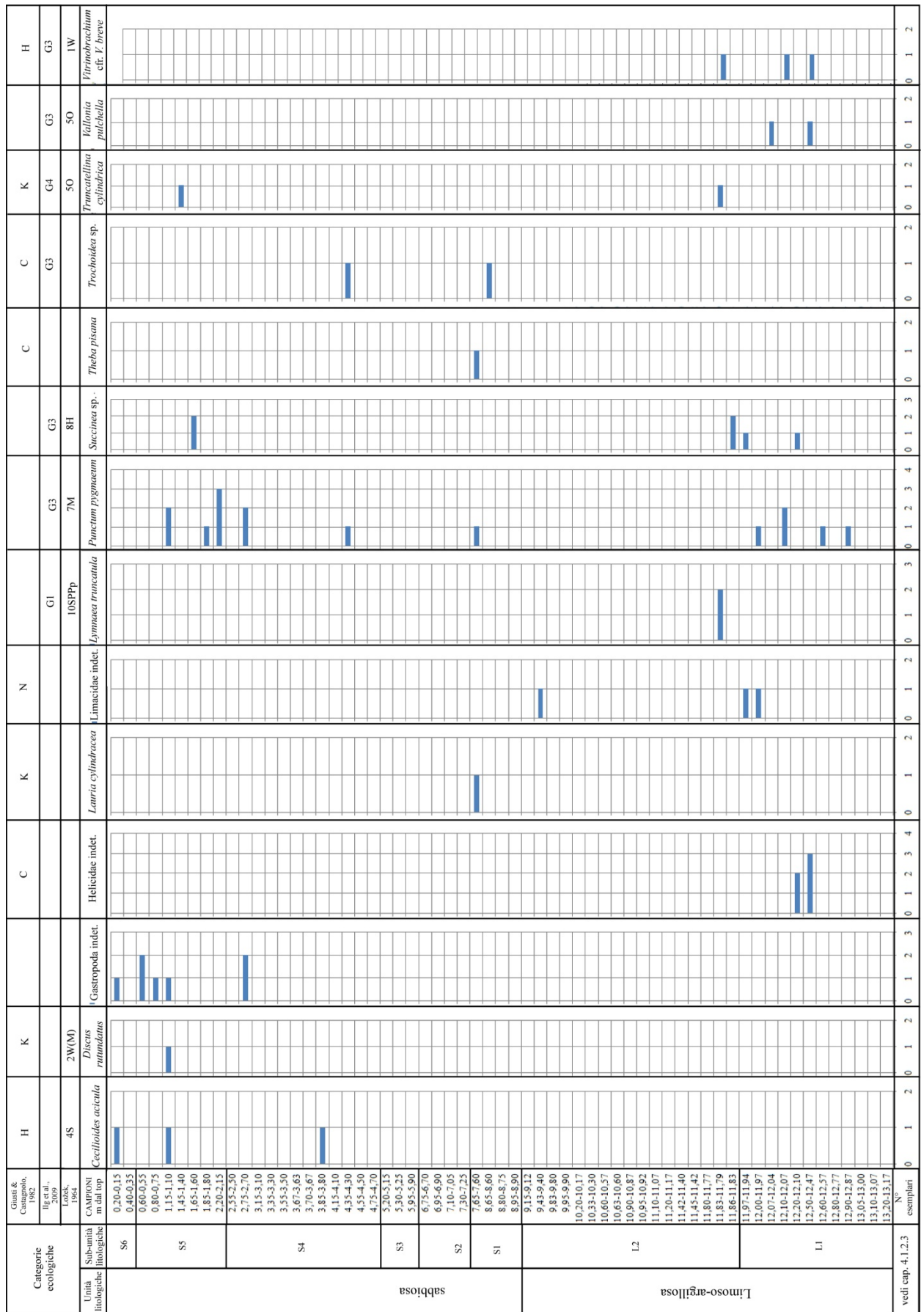


Fig. 4.1.3.3.4 - Schema che illustra le abbondanze delle specie di molluschi terrestri rinvenute nei livelli analizzati del sondaggio MBS3.

Per quanto riguarda le ostracofaune sono state individuate complessivamente 21 specie di ostracodi di queste 14 sono marine e 7 dulcicole L'elenco completo delle specie di ostracodi con le indicazioni sulle loro abbondanze relative nei campioni analizzati è riportato in appendice 4c.

Per quanto riguarda i foraminiferi sono state individuate complessivamente 21 specie di foraminiferi di queste 63 sono bentoniche e 10 planctoniche L'elenco completo delle specie di foraminiferi e le loro abbondanze nei campioni analizzati sono riportati in appendice 5.

Di seguito sono illustrati nel dettaglio i risultati delle analisi paleontologiche per le diverse unità e sub-unità litologiche del sondaggio MBS3, a partire dalla base della successione.

Unità limoso-argillosa (13,20-9,00 m).

- Sub-unità L1 (13,20-11,90 m) – 12 campioni.

In tutti i campioni analizzati sono stati rinvenuti frammenti di molluschi continentali. Nei campioni inferiori prelevati nell'intervallo compreso tra 13,20 e 13,00 m non sono presenti esemplari integri, mentre nei campioni superiori sono stati rinvenuti esemplari riferibili alle specie Limacidae indet., *Punctum pygmaeum* [classi 7M di Lozek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009); cfr. par. 3.2, tab. 3.2.4; appendice 2b], *Succinea* sp. [classi 8H di Lozek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009)], *Vitrinobrachium* cfr. *breve* [classi 1W di Lozek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009)] e *Vallonia pulchella* [classi 5O di Lozek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009)] (fig. 4.1.3.3.4). Per quanto riguarda gli ostracodi l'intervallo compreso tra 13,20 e 12,87 (4 campioni) è sterile; nel campione a 12,80-12,77 m sono stati rinvenuti solo rari esemplari della specie marina infralitorale *Pontocythere turbida* (appendice 4c); nei campioni prelevati a 12,60-12,57 m e a 12,50-12,47 m sono presenti esclusivamente specie dulcicole (*Candona neglecta*, *Ilyocypris brayi* e *Pseudocandona sarsi*); nei campioni successivi tra 12,10 e 11,94 m (4 campioni) si registra la compresenza di esemplari di specie dulcicole (*Candona neglecta*, *Cyclocypris ovum*, *Pseudocandona sarsi* e *Pseudocandona sucki*) e specie marine infralitorali (*Loxoconcha ovulata*, *Palmoconcha turbida*, *Pontocythere turbida* e *Semicytherura incongruens*). Per quanto riguarda i foraminiferi nei due campioni analizzati (12,80-12,77 m e 12,60-12,57 m) sono stati rinvenuti rari esemplari di specie bentoniche (*Heterolepa floridiana*) riferibili al piano infralitorale o al cirralitorale superiore e di specie planctoniche (*Globigerinita parkerae*) (appendice 5).

- Sub-unità L2 (11,90-9,00 m) - 17 campioni.

Nell'intervallo compreso tra 11,86 e 11,42 m (4 campioni) per quanto riguarda i molluschi sono presenti esclusivamente specie continentali; in particolare sono stati rinvenuti un discreto numero di frammenti di gusci di gasteropodi indeterminabili e pochi esemplari delle specie *Lymnaea truncatula* [classi 10SPPp di Lozek (1964) e G1 di Ilg et al. (2009)], *Succinea* sp. [classi 8H di Lozek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009)], *Truncatellina cylindrica* [classi 5O di

Lozek (1964), K di Giusti & Castagnolo (1982) e G4 di Ilg et al. (2009)] e *Vitrinobrachium* cfr. *breve* [classi 1W di Lozek (1964) e G3 di Ilg et al. (2009)]. Per quanto riguarda il contenuto di ostracodi in tutta la sub-unità si registra la compresenza di esemplari di specie dulcicole e di specie marine infralitorali; le abbondanze di queste ultime aumentano procedendo verso l'alto nella sub-unità (appendice 4c). Tra i foraminiferi le specie marine bentoniche, principalmente riferibili al piano infralitorale o al circolitorale superiore, sono abbastanza comuni mentre sono rare le specie planctoniche (appendice 5).

Unità sabbiosa (9,00-0,00 m).

- Sub-unità S1 (9,00-7,35 m) – 4 campioni.

In tutti i campioni analizzati per questa sub-unità sono presenti molluschi. Per quanto riguarda il contenuto fossilifero generale sono presenti un buon numero di esemplari di molluschi marini, foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di di echinodermi, frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae e alcuni esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina*. Sono presenti rari esemplari di molluschi terrestri appartenenti alle specie *Lauria cylindracea*, *Punctum pygmaeum*, *Theba pisana* e *Trochoidea* sp. (fig. 4.1.3.3.4). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 20 specie di bivalvi, 11 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.3.2 e 4.1.3.3.3a-b; appendice 3c). Le specie di bivalvi maggiormente rappresentate sono *Abra alba*, *Chamelea gallina*, *Dosinia lupinus*, *Glycymeris insubrica*, *Spisula subtruncata* e *Tellina nitida*. Fra i gasteropodi prevalgono *Bittium reticulatum* e *Nassarius* sp. Ben rappresentata è anche la classe Scaphopoda con un buon numero di esemplari della specie *Antalis dentalis*.

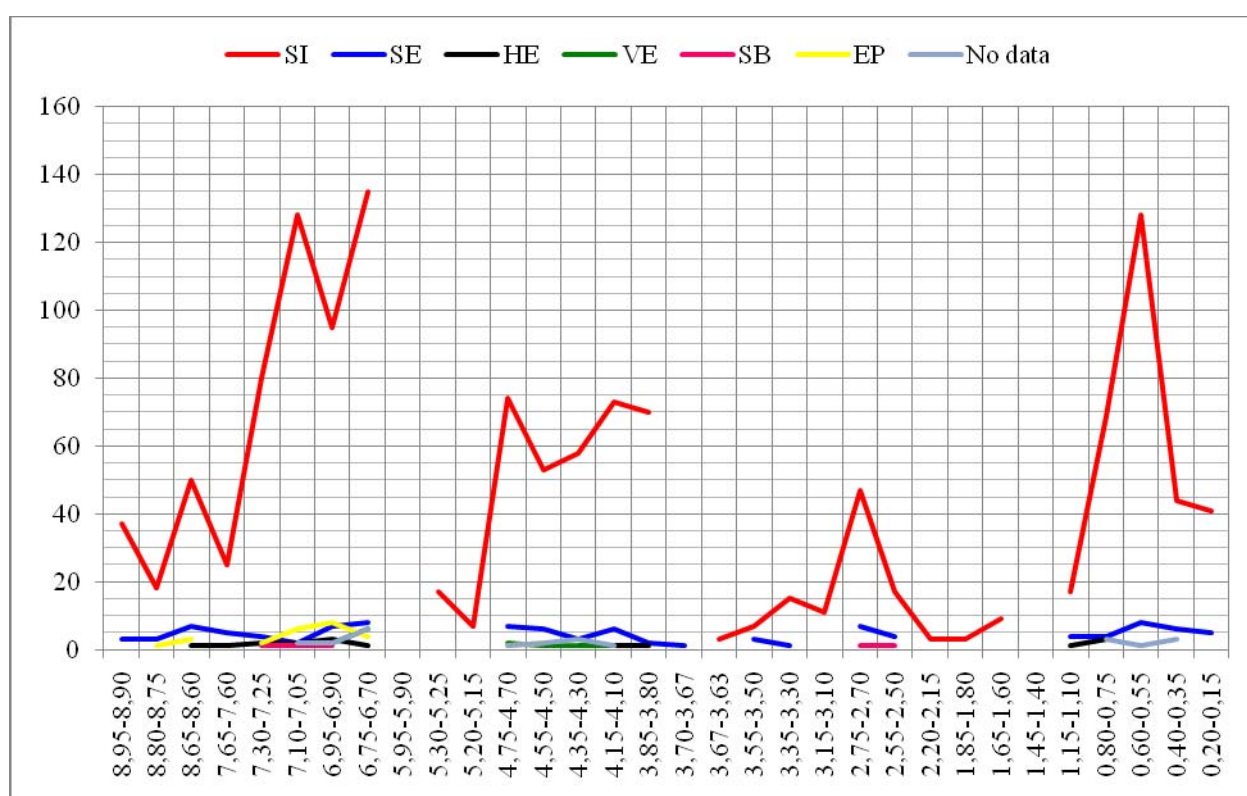
Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1; appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat in tutti i campioni analizzati prevalgono le specie SI con valori compresi tra il 75% e l'88,1% (figg. 4.1.3.3.5 e 4.1.3.3.6); seguono le specie SE con valori compresi tra il 7,1% e il 15,1%. Poco rappresentate e con valori per lo più inferiori al 5% sono le categorie HE, VE e EP.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.3.7 e 4.1.3.3.8) nel campione prelevato alla base della sub-unità S1 (8,95-8,90 m) prevale la categoria D (50%) seguita dalla F (38,15%). Nei restanti campioni prevale sempre la categoria F (valori compresi tra 41,7% e il 54,5%) con valori tendenti ad aumentare procedendo verso l'alto nella sub-unità; segue la categoria D (valori compresi tra 21,2% e 37,7%). Nei campioni prelevati a 8,80-8,75 m e a 7,65-7,60 m si registrano valori discreti delle categoria MG (rispettivamente del 16,7% e del 12,1%) e SY (rispettivamente dell'8,3% e del 9,1%). Le categorie C, SC e E registrano valori scarsi, inferiori al 5%.

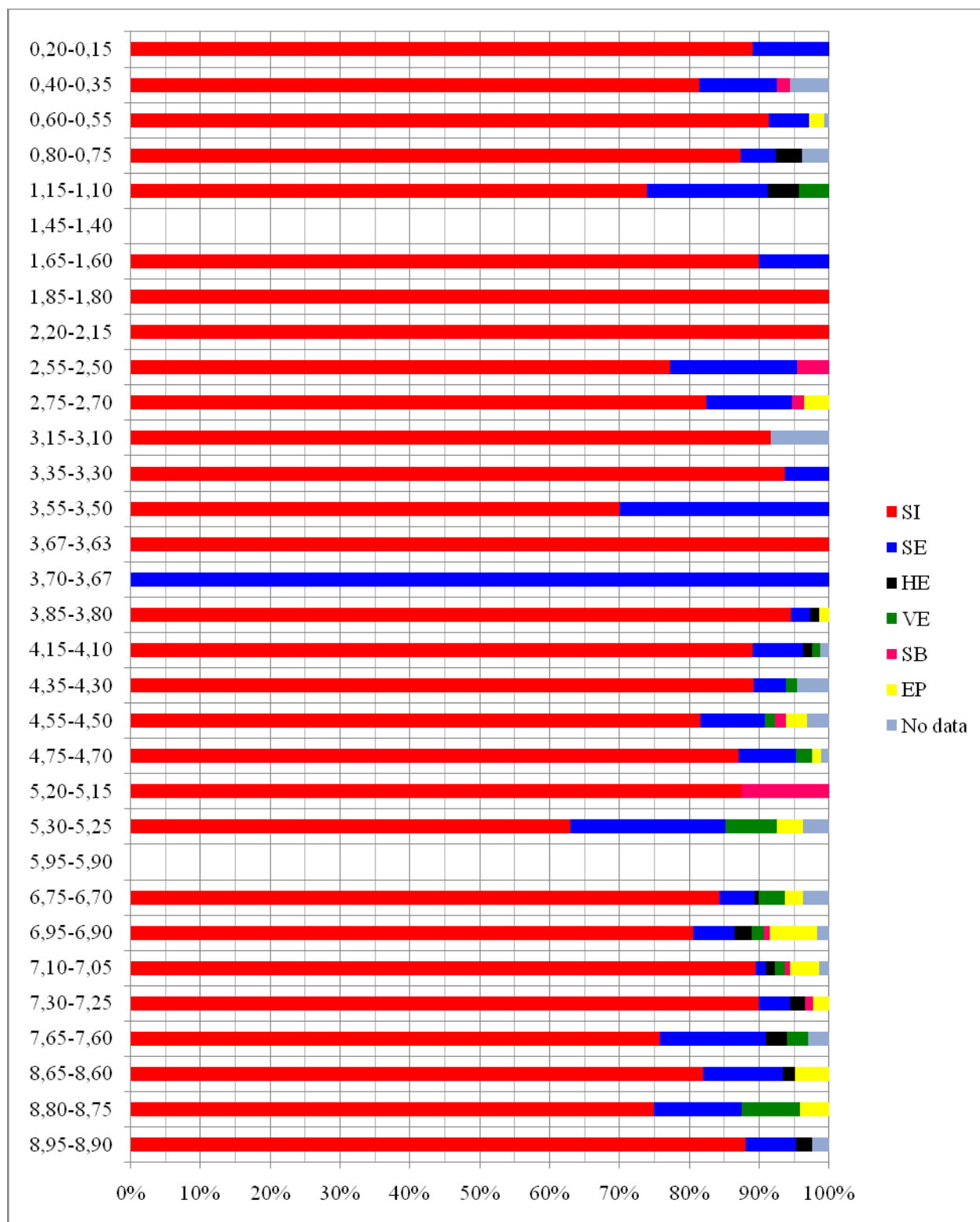
Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.3.9 e 4.1.3.3.10) nella porzione inferiore della sub-unità (tra 8,95 e 8,60 m) prevalgono i taxa di tipo W (valori compresi tra il 58,3% e il 66,7%) seguiti dai taxa di tipo H (valori compresi tra 21,4% e il 29,2%). Nel campione a 7,65-7,60 m prevalgono i taxa di tipo H (36,4%) seguiti da quelli di tipo W (33,3%). Nello stesso campione si registra un valore abbastanza alto dei taxa L (18,2%).

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2; appendice 2a) nel campione inferiore, prelevato a 8,95-8,90 m, prevalgono le specie della biocenosi MI seguite da quelle della biocenosi SFBC. Nei restanti campioni sono le specie della biocenosi SFBC a prevalere pur essendo ben rappresentate quelle della biocenosi MI (figg. 4.1.3.3.11 e 4.1.3.3.12).

Per quanto riguarda il contenuto in foraminiferi di due campioni analizzati per questa sub-unità (8,95-8,90 e 7,65-7,60 m) sono state individuate 31 specie di foraminiferi bentonici e 7 di foraminiferi planctonici (appendice 5). Complessivamente il numero di esemplari rinvenuti non è alto. Predominano fra i bentonici le specie *Ammonia beccarii*, *Ammonia parkinsoniana*, *Cassidulina carinata*, *Elphidium granosum* e *Quinqueloculina seminulum*. Fra i planctonici sono più rappresentate *Globigerina bulloides*, *Globigerinita parkerae*, *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides parkerae*.



**Fig. 4.1.3.3.5** - Grafico dell'andamento delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle categorie di microhabitat (relazione organismo/substrato) a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.



**Fig. 4.1.3.3.6** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle categorie di microhabitat a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 3,70-3,67 m, 3,67-3,63 m, 2,20-2,15 e 1,85-1,80 m registrano valori del 100% di alcune delle categorie. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3c).

- Sub-unità S2 (7,35-6,45 m) – 4 campioni.

In tutti i campioni analizzati per questa sub-unità sono presenti molluschi. Per quanto riguarda il contenuto fossilifero generale sono presenti numerosi esemplari di molluschi marini,

foraminiferi ed ostracodi di ambiente marino infralitorale, resti di echinodermi, di balanidi e esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina*. Quest'ultima specie è stata rinvenuta con un numero maggiore di esemplari nella parte alta della sub-unità (campioni prelevati a 6,95-6,90 m e a 6,75-6,70 m). Sempre nella parte alta della sub-unità sono stati individuati alcuni frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae, resti di decapodi e di colonie di briozoi, 1 vertebra di osteitti e resti di vegetali (anche alcuni semi). Sono presenti pochi frammenti di molluschi terrestri delle specie *Cochlicella* sp. e Hygromiidae indet. (fig. 4.1.3.3.4). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 24 specie di bivalvi, 16 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.3.2 e 4.1.3.3.3a-b; appendice 3c). Le specie di bivalvi maggiormente rappresentate sono *Abra alba*, *Chamelea gallina*, *Dosinia lupinus*, *Lucinella divaricata*, *Spisula subtruncata* e *Tellina nitida*. Nella parte alta della sub-unità (campioni prelevati a 6,95-6,90 m e 6,75-6,70 m) aumenta in maniera netta il numero di esemplari delle specie di bivalvi *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. Fra i gasteropodi prevale *Bittium reticulatum*. La classe Scaphopoda è presente con un buon numero di esemplari della specie *Antalis dentalis* (soprattutto nei campioni prelevati a 7,10-7,05 m e a 6,75-6,7 m).

Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1; appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat in tutti i campioni analizzati prevalgono le specie SI con valori compresi tra l'80,5% e l'89,9% (figg. 4.1.3.3.5 e 4.1.3.3.6); le specie SE, HE, VE, SB e EP registrano valori bassi per lo più inferiori al 5%.

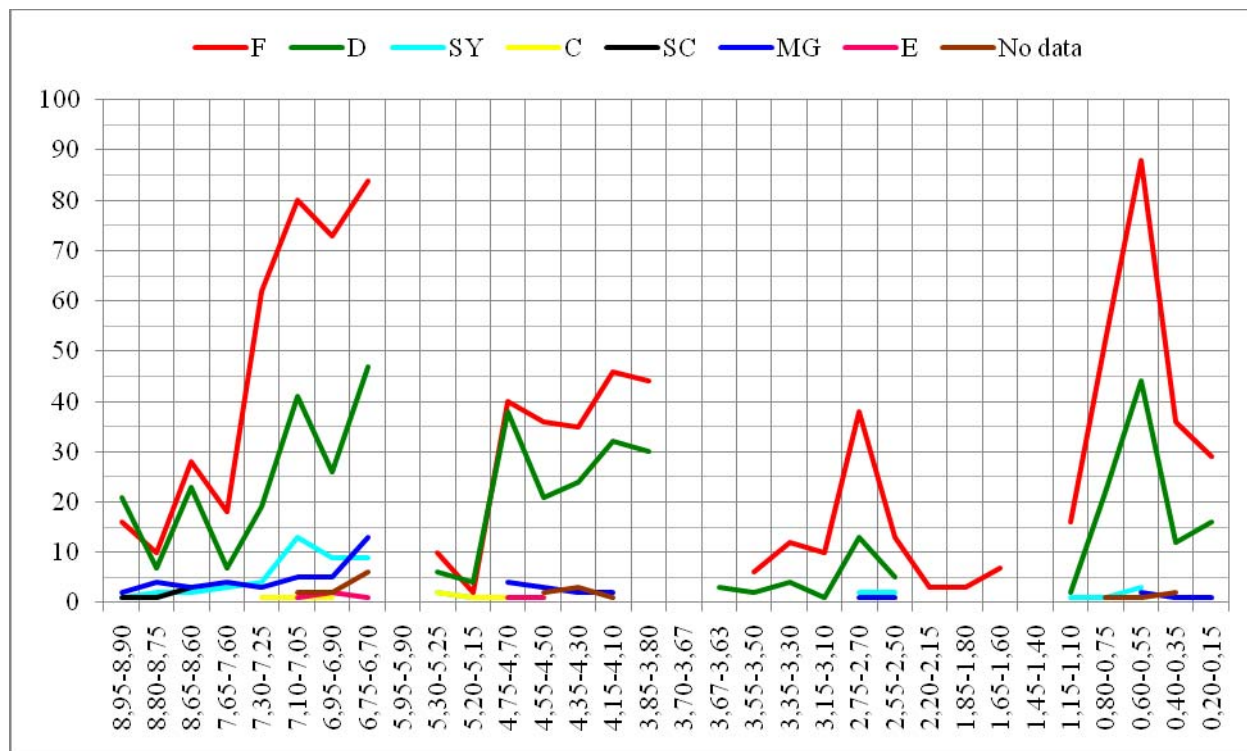
Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.3.7 e 4.1.3.3.8) in tutti i campioni analizzati prevale la categoria F (valori compresi tra il 52,5% e il 69,7%) seguita dalla D (valori compresi tra il 21,3% e il 29,4%). Le categorie SY, C, MG e E registrano valori bassi di solito inferiori al 5%.

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.3.9 e 4.1.3.3.10) nel campione prelevato alla base della sub-unità (7,30 e 7,25 m) prevalgono i taxa di tipo W (50,6%) seguiti da quelli di tipo H (40,45%). Nei restanti campioni prevalgono i taxa di tipo H (valori compresi tra il 41,5% e il 49,4%). I taxa di tipo W registrano valori comunque alti (compresi tra il 36,2% e il 42,7%).

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2; appendice 2a) nei campioni analizzati, prevalgono le specie della biocenosi SFBC seguite da quelle della biocenosi MI (figg. 4.1.3.3.11 e 4.1.3.3.12). Le specie della biocenosi SFS registrano valori sempre inferiori rispetto a quelli della biocenosi SFBC; tali valori comunque tendono ad aumentare procedendo verso l'alto nella sub-unità



Per quanto riguarda il contenuto in foraminiferi nel campione analizzato per questa sub-unità (6,75-6,70 m) sono state individuate 15 specie di foraminiferi bentonici e 2 di foraminiferi planctonici (appendice 5). Complessivamente il numero di esemplari rinvenuti non è alto. Predominano fra i bentonici le specie *Adelosina cliarensis*, *Ammonia parkinsoniana*, *Buccella granulata*, *Cassidulina carinata*, *Melonis pompilioides*, *Quinqueloculina seminulum* e *Uvigerina peregrina*. Riguardo ai planctonici sono state individuate le specie *Globigerina bulloides* e *Globigerinita parkerae*.



**Fig. 4.1.3.3.7** - Grafico dell'andamento delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle categorie alimentari a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.

- Sub-unità S3 (6,00-5,00 m) – 3 campioni.

Per quanto riguarda il contenuto fossilifero generale nel campione prelevato a 5,30-5,25 m sono presenti un discreto numero di esemplari di molluschi marini, pochi esemplari nel campione prelevato a 5,20-5,15 m, nessun esemplare nel campione prelevato nel campione della porzione inferiore della sub-unità, prelevato a 5,95-5,90 m. In tutti e tre i campioni sono presenti foraminiferi di ambiente marino infralitorale; solo nel campione prelevato a 5,95-5,90 m sono stati individuati rari esemplari di ostracodi marini infralitorali. Resti di echinodermi sono presenti nel campione prelevato a 5,95-5,90 m e in quello a 5,20-5,15 m. Nel campione prelevato a 5,30-5,25 m è stato rinvenuto un esemplare dell'anellide *Ditrupa arietina*. Nello stesso campione è stato rinvenuto un frammento della specie di gasteropode terrestre di ambiente

dunicolo *Theba pisana*. Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 10 specie di bivalvi, 8 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.3.2 e 4.1.3.3.3a-b; appendice 3c). Le specie di bivalvi maggiormente rappresentate sono nel campione prelevato a 5,30-5,25 m *Chamelea gallina*, *Glycymeris insubrica* e *Loripes lacteus*, in quello prelevato a 5,20-5,15 m *Donax semistriatus*. I gasteropodi sono discretamente rappresentati nel campione prelevato a 5,30-5,25 m principalmente con le specie *Bela nebula*, *Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus*. La classe Scaphopoda è presente con alcuni esemplari della specie *Antalis dentalis*.

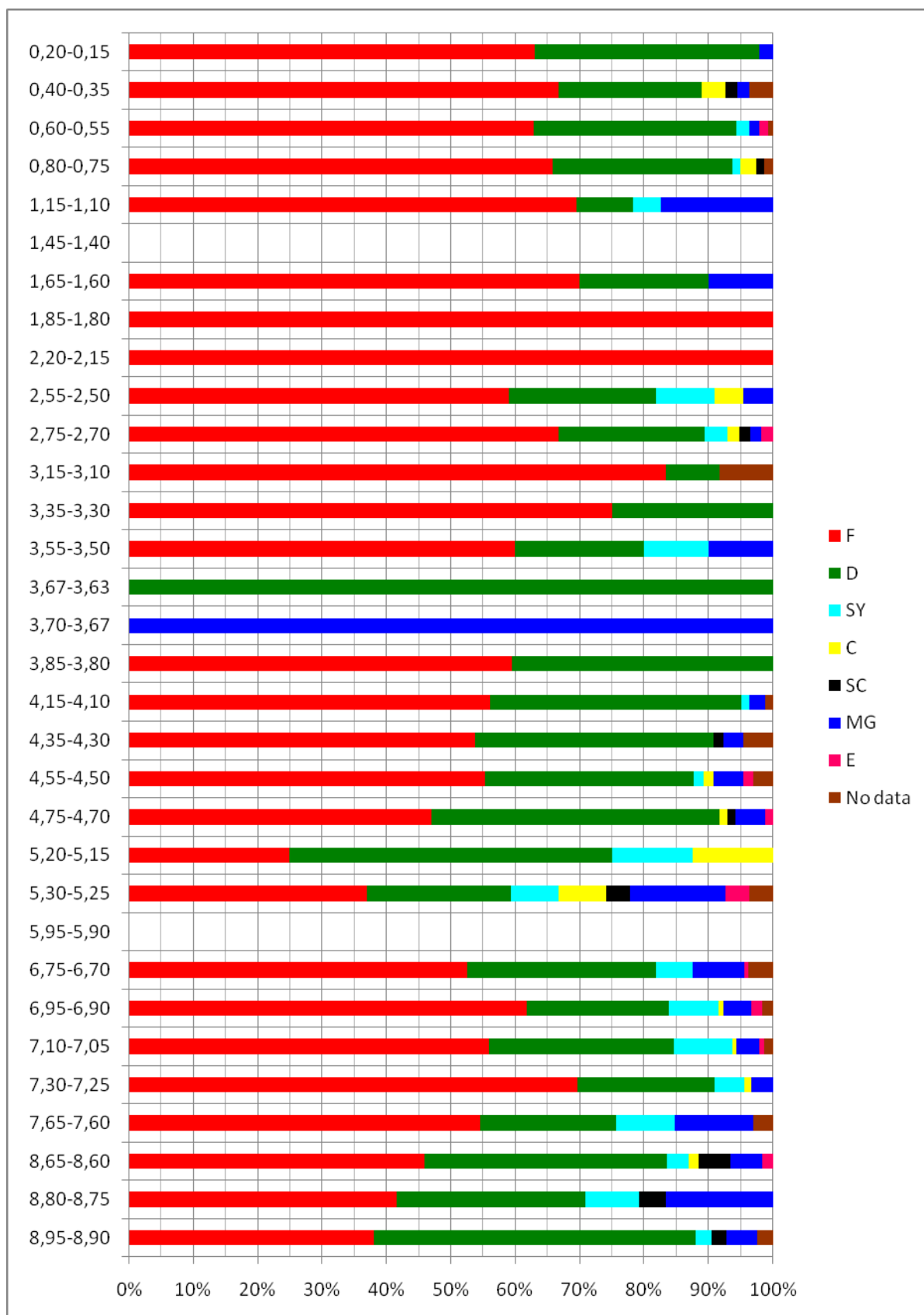
Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1; appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat, nei campioni in cui sono i molluschi sono presenti prevalgono nettamente le specie SI (figg. 4.1.3.3.5 e 4.1.3.3.6). Nel campione prelevato a 5,30-5,25 m si registra un discreto valore (22,2%) delle specie SE. Poco rappresentate sono le specie VE, SB e EP.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.3.7 e 4.1.3.3.8) nel campione prelevato a 5,30-5,25 m prevale la categoria F (37%) seguita dalla D (22,2%). Nello stesso campione si segnala un discreto valore della categoria MG (14,8%). Nel campione prelevato a 5,20-5,15 m prevale la categoria D (50%) seguita dalla F (25%). Poco rappresentate sono le specie SY e C.

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.3.9 e 4.1.3.3.10) nel campione prelevato 5,30-5,25 m prevalgono i taxa di tipo W (40,7%) seguiti da quelli di tipo H (25,9%). Nel campione prelevato a 5,20-5,15 m prevalgono i taxa di tipo H (50%) seguiti da quelli di tipo W (37,5%).

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2; appendice 2a) nel campione prelevato 5,30-5,25 m prevalgono le specie della biocenosi SFBC seguite da quelle della biocenosi MI; nel campione prelevato a 5,20-5,15 m le specie della biocenosi SFBC sono seguite da quelle della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.3.11 e 4.1.3.3.12).

Per quanto riguarda il contenuto in foraminiferi, nel campione analizzato per questa sub-unità (5,65-5,60 m) sono state distinte 7 specie di foraminiferi bentonici e 2 di foraminiferi planctonici (appendice 5). Complessivamente il numero di esemplari rinvenuti è basso. Predominano fra i bentonici le specie *Cassidulina carinata* ed *Elphidium granosum*; le specie planctoniche individuate, presenti con rari individui, sono *Globigerina bulloides* e *Globigerinita glutinata*.



**Fig. 4.1.3.3.8** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle categorie alimentari a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Per la descrizione delle categorie indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 3,70-3,67 m, 3,67-3,63 m, 2,20-2,15 e 1,85-1,80 m registrano valori del 100% di alcune delle categorie. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3c).

- Sub-unità S4 (5,00-2,40 m) - 12 campioni.

Per quanto riguarda i molluschi marini il numero di esemplari è alto nei campioni prelevati nell'intervallo compreso tra 4,75 e 3,80 m (figg. 4.1.3.3.1 e 4.1.3.3.2). I molluschi scompaiono quasi del tutto nei 2 campioni prelevati tra 3,70 e 3,63 m; ricompaiono con un discreto numero di esemplari nel campione a 3,55-3,50 m; nel campione a 2,75-2,70 m i molluschi sono presenti con un numero abbastanza alto di esemplari; il numero di esemplari diminuisce nel campione prelevato a 2,55-2,50 m. Per quanto riguarda il contenuto fossilifero, oltre ai molluschi marini, sono presenti nella maggior parte dei campioni analizzati foraminiferi bentonici ed ostracodi marini di ambiente infralitorale, resti di echinodermi e di balanidi. In alcuni campioni sono presenti anche frammenti di colonie di briozoi, resti di decapodi, frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae e frammenti di vegetali. Nel campione prelevato a 4,35-4,30 m è stato rinvenuto un esemplare dell'anellide *Ditrupa arietina*. Nei campioni della sub-unità sono presenti anche esemplari e frammenti di gusci di gasteropodi terrestri riferibili alle specie *Cecilioides acicula*, Hygromiidae indet., *Punctum pygmaeum*, *Theba pisana* e *Trochoidea* sp. (fig. 4.1.3.3.4). Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 25 specie di bivalvi, 16 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.3.2 e 4.1.3.3.3a-b; appendice 3c). Le specie di bivalvi maggiormente rappresentate sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. I gasteropodi nei diversi campioni analizzati sono rappresentati con pochi esemplari e soprattutto nella porzione inferiore della sub-unità (intervallo compreso tra 4,75 e 4,30 m); le specie più rappresentate sono *Bela nebula* e *Bittium reticulatum*. La classe Scaphopoda è presente con un esemplare della specie *Antalis dentalis* nel campione prelevato a 3,55-3,50 m.

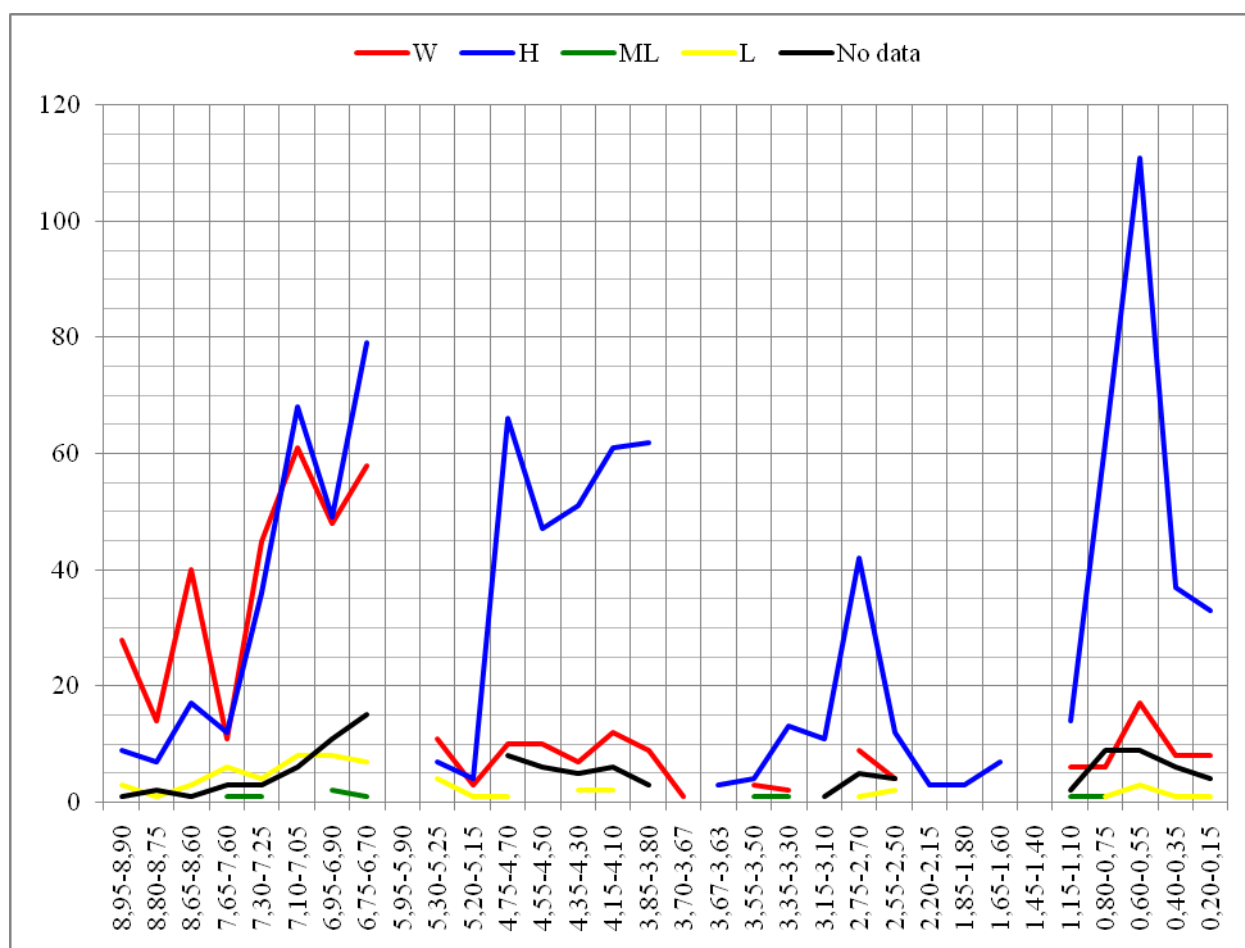
Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1; appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat, nei campioni in cui sono presenti molluschi prevalgono nettamente le specie SI (figg. 4.1.3.3.5 e 4.1.3.3.6). Nei campioni prelevati a 3,55-3,50 m, 2,75-2,70 m e 2,55-2,50 m si registrano discreti valori delle specie SE (rispettivamente 30%, 12,3% e 18,2%). Poco rappresentate e con valori sempre inferiori al 5% sono le specie HE, VE, SB e EP.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.3.7 e 4.1.3.3.8) in tutti i campioni in cui il numero di esemplari di molluschi è significativo prevale la categoria F. Le specie D registrano valori abbastanza alti (compresi tra il 32,2% e il 44,7%) nell'intervallo compreso tra 4,75 e 3,80 m. Nei campioni della parte superiore della sub-unità (intervallo tra 3,55 e 2,50 m) i valori delle specie D sono sempre inferiori al 25%. Poco rappresentate sono le specie SY, C, SC, MG e E.

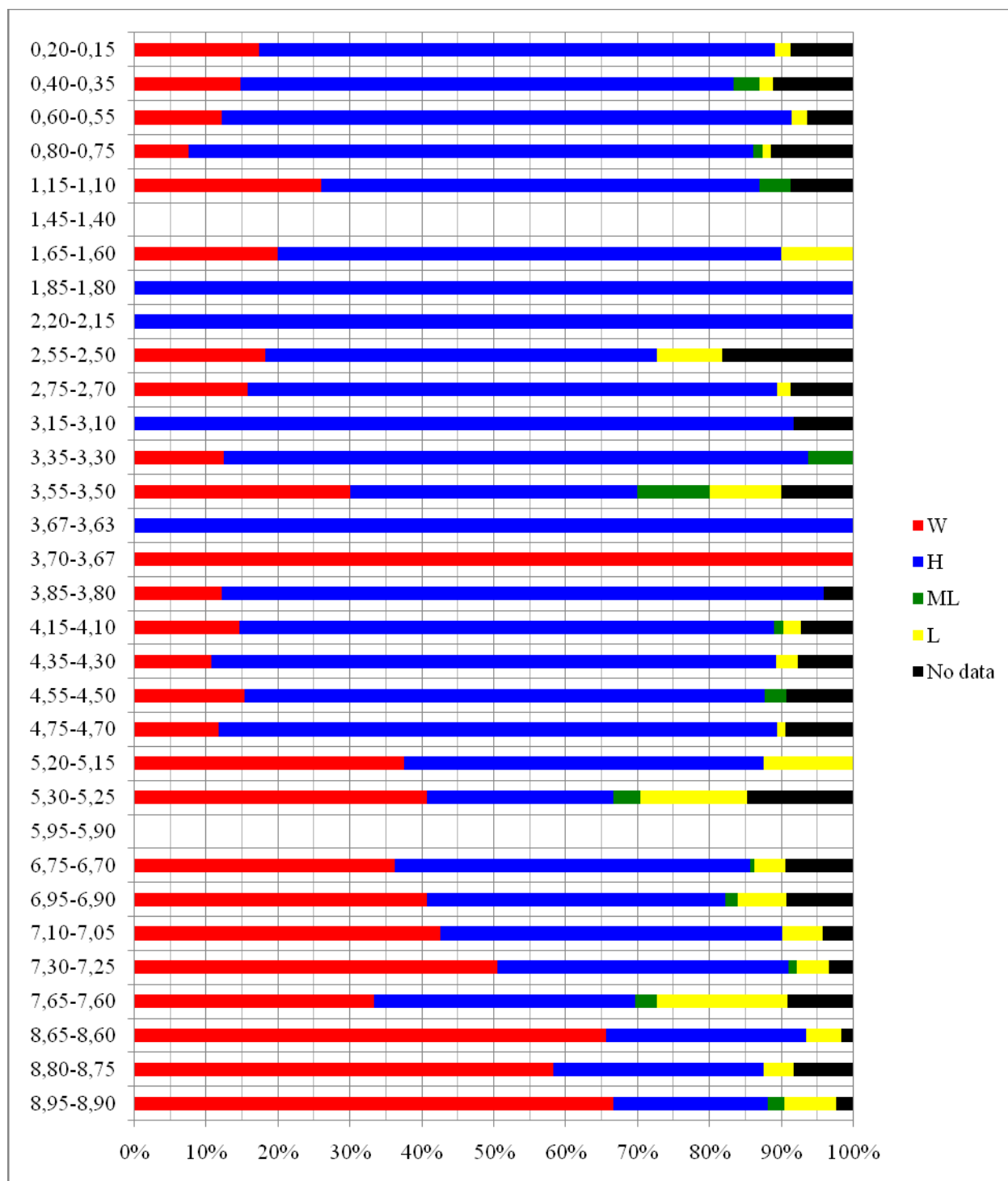
Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.3.9 e 4.1.3.3.10) in tutti i campioni in cui il numero di esemplari di molluschi è significativo prevalgono con valori spesso molto alti i taxa di tipo H. I taxa di tipo W di solito registrano valori inferiori al 20%.

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2; appendice 2a) prevalgono in tutti i campioni le specie della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.3.11 e 4.1.3.3.12). Nei campioni prelevati a 3,55-3,50 m e 2,55-2,50 m si segnalano valori discreti delle specie riferibili rispettivamente alle biocenosi MI (30%) e AP (13,6%).

In due campioni analizzati di questa sub-unità (4,35-4,30 m e 3,15-3,10 m) sono state individuate complessivamente 6 specie di foraminiferi bentonici e 2 di foraminiferi planctonici (appendice 5). Complessivamente il numero di esemplari rinvenuti è molto basso. Le specie maggiormente rappresentate fra i bentonici sono *Ammonia parkinsoniana* e *Cassidulina carinata*; le specie planctoniche individuate, presenti con rari individui sono *Globigerinoides ruber* e *Globorotalia inflata*.



**Fig. 4.1.3.3.9** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle classi di energia del mezzo cui sono riferibili le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle classi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1.



**Fig. 4.1.3.3.10** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle classi di energia del mezzo a cui sono attribuite le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Per la descrizione delle classi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.1. I campioni 3,70-3,67 m, 3,67-3,63 m, 2,20-2,15 e 1,85-1,80 m registrano valori del 100% di alcune delle categorie. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3c).

- Sub-unità S5 (2,40-0,55 m) - 7 campioni.

Per quanto riguarda i molluschi marini nei campioni prelevati nella porzione inferiore della sub-unità (intervallo compreso tra 2,20 e 1,40 m) il numero di esemplari è scarso (figg. 4.1.3.3.1 e 4.1.3.3.2). Nei campioni della porzione superiore della sub-unità (intervallo compreso tra 1,15



e 0,55 m) la presenza dei molluschi marini è abbastanza significativa ed essi mostrano una tendenza ad aumentare del numero di esemplari procedendo verso l'alto. Per quanto riguarda il contenuto fossilifero oltre ai molluschi marini nei campioni della porzione inferiore della sub-unità (intervallo compreso tra 2,20 e 1,40 m) sono presenti foraminiferi sia bentonici che planctonici, i bentonici spesso mostrano segni di ossidazione. Negli stessi campioni sono stati rinvenuti ostracodi principalmente dulcicoli, mentre rari sono quelli marini. Nella porzione superiore della sub-unità (intervallo compreso tra 1,15 e 0,55 m) sono presenti esclusivamente ostracodi marini e foraminiferi bentonici marini. In quasi tutti i campioni sono presenti resti di echinodermi. Nei campioni prelevati nella porzione inferiore della sub-unità (intervallo compreso tra 2,20 e 1,40 m) sono presenti abbondantissimi resti di vegetali (anche frammenti di foglie e semi). In due campioni prelevati nella porzione inferiore della sub-unità (2,20-2,25 m e 1,65-1,60 m) sono stati individuati oogoni di Characeae. Nei campioni prelevati a 1,65-1,60 m, a 1,15-1,10 m e a 0,60-0,55 m sono presenti resti di decapodi. Nei campioni prelevati a 1,85-1,80 m, a 1,15-1,10 m e a 0,60-0,55 m sono stati individuati frammenti di esemplari di anellidi della famiglia Spirorbidae. Nei campioni prelevati a 1,65-1,60 m e a 1,15-1,10 m sono stati raccolti rari esemplari della specie di anellide *Ditrupa arietina*. Nel campione 1,15-1,10 m sono presenti 2 frammenti di colonie di briozoi. In tutti i campioni della sub-unità sono presenti resti e/o esemplari di molluschi terrestri; in particolare nel campione prelevato a 2,20-2,15 m si segnala la presenza di 3 esemplari ben conservati di *Punctum pygmaeum* (fig. 4.1.3.3.4). Le altre specie rappresentate con rari esemplari e frammenti di gusci nei diversi campioni della sub-unità sono *Cecilioides acicula*, *Clausilia* sp., *Discus rotundatus*, Helicidae indet., Hygromiidae indet., *Pomatias elegans*, *Succinea* sp. e *Truncatellina cylindrica*. Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 20 specie di bivalvi e 8 di gasteropodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.3.2 e 4.1.3.3.3a-b; appendice 3c). Le specie maggiormente rappresentate sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. Nel campione prelevato a 0,65-0,60 m sono stati raccolti un discreto numero di esemplari della specie *Spisula subtruncata*. I gasteropodi sono quasi del tutto assenti nella porzione inferiore della sub-unità (intervallo compreso tra 2,20 e 1,40 m). Nella porzione alta della sub-unità (intervallo compreso tra 1,15 e 0,55 m) la specie più rappresentata è *Bittium reticulatum*.

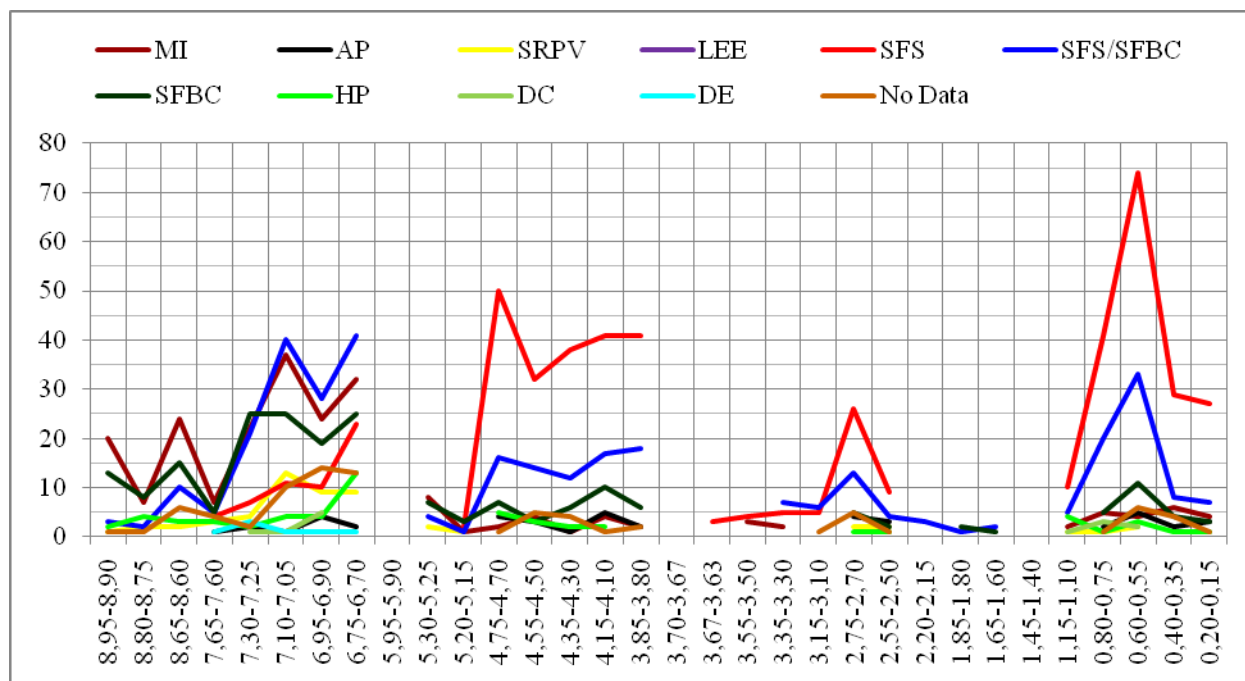
Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1; appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat, prevalgono nettamente le specie SI (figg. 4.1.3.3.5 e 4.1.3.3.6). Nel campione prelevato a 1,15-1,10 m le specie SE registrano un valore discreto (17,4%).

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.3.7 e 4.1.3.3.8) in tutti i campioni prevale la categoria F. Nei due campioni della porzione superiore della sub-unità (0,80-0,75 m e 0,60-0,55 m) le specie D registrano valori abbastanza alti (rispettivamente del 27,8% e del 31,4%). Nel campione prelevato a 1,15-1,10 m è registrato un valore discreto (17,4%) della categoria MG.

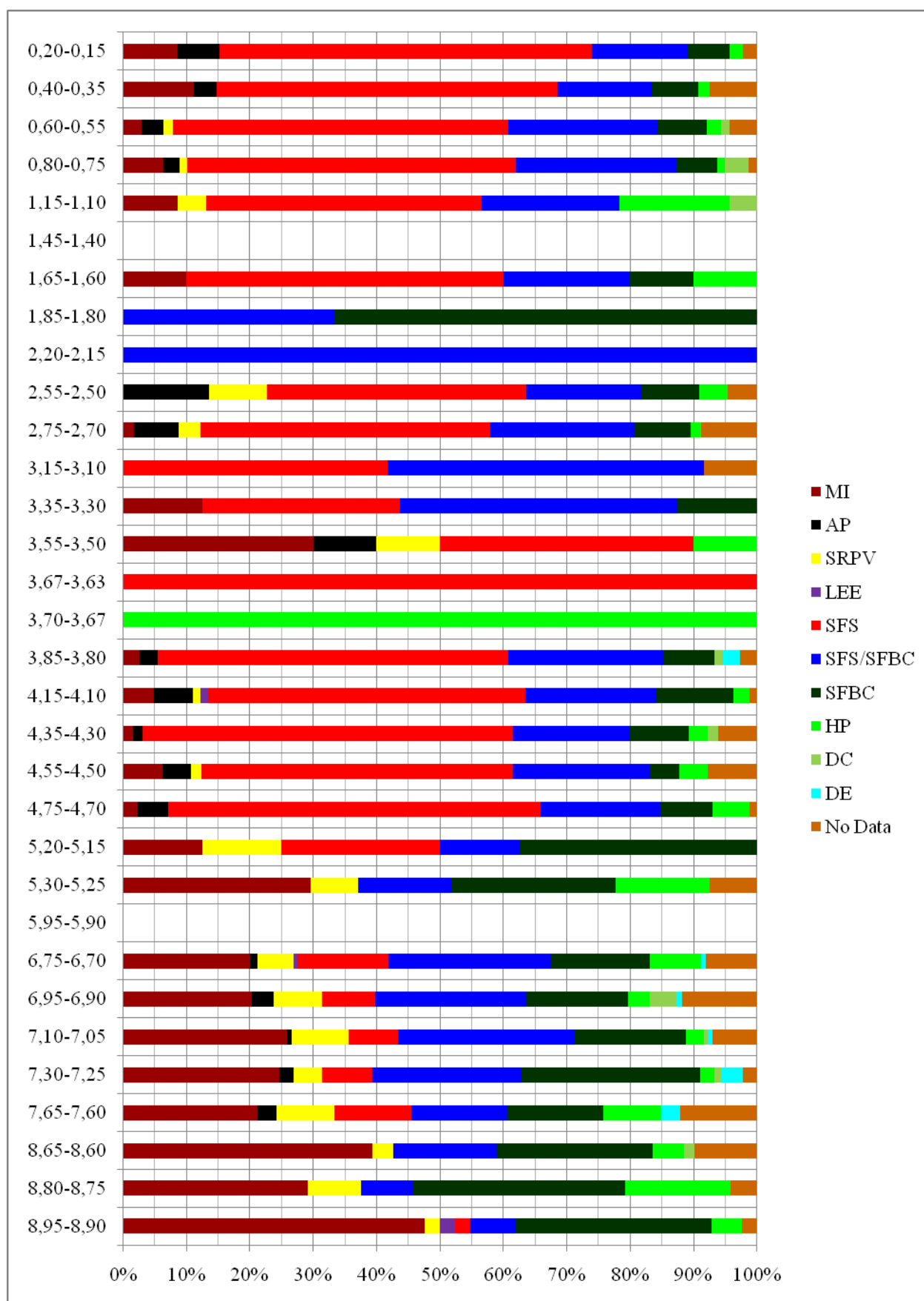
Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.3.9 e 4.1.3.3.10) in tutti i campioni prevalgono i taxa di tipo H. I taxa di tipo W registrano valori discreti nei campioni prelevati a 1,65-1,60 m (20%), 1,15-1,10 m (26,1%) e 0,60-0,55 m (12,1%).

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2; appendice 2a) nella sub-unità prevalgono in generale le specie della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.3.11 e 4.1.3.3.12). Nel campione prelevato a 1,85-1,80 m sono stati rinvenuti rari esemplari di molluschi riferibili principalmente alla biocenosi SFBC. Nel campione prelevato a 1,15-1,10 m si segnala un discreto valore (17,4%) delle specie riferibili alla biocenosi HP.

Per quanto riguarda il contenuto in foraminiferi nei cinque campioni analizzati di questa sub-unità (4,35-4,30 m, 3,15-3,10 m, e 2,20-2,15 m 1,45-1,40 m e 0,80-0,75 m) sono state individuate complessivamente 16 specie di foraminiferi bentonici e 10 di foraminiferi planctonici (appendice 5). Complessivamente il numero di esemplari rinvenuti è basso. Le specie maggiormente rappresentate fra i bentonici sono *Ammonia parkinsoniana* e *Cassidulina carinata*, mentre tra i planctonici prevalgono le specie *Globigerina bulloides*, *Globigerinita parkerae* e *Orbulina universa*.



**Fig. 4.1.3.3.11** - Grafico delle variazioni delle abbondanze (n. esemplari) delle biocenosi a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Base della successione a sinistra. Per la descrizione delle biocenosi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.2.



**Fig. 4.1.3.3.12** - Grafico delle variazioni dei valori percentuali delle biocenosi a cui appartengono le specie di molluschi marini identificate nei campioni analizzati dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Per la descrizione delle biocenosi indicate da sigle nel grafico si rimanda al par. 3.2 e alla tab. 3.2.2. I campioni 3,70-3,67 m, 3,67-3,63 m, 2,20-2,15 e 1,85-1,80 m registrano valori molto alti di alcune biocenosi. Va precisato però che in questi campioni sono presenti solo rarissimi esemplari di molluschi (cfr. Appendice 3c).

- Sub-unità S6 (0,55-0,00 m) - 2 campioni.

Per quanto riguarda i molluschi marini nei campioni analizzati della sub-unità il numero di esemplari è abbastanza alto (figg. 4.1.3.3.1 e 4.1.3.3.2). In aggiunta sono presenti foraminiferi, sia bentonici che planctonici, e ostracodi marini infralitorali. Nei due campioni analizzati sono presenti resti di echinodermi, di balanidi e frammenti di vegetali (nel campione a 0,20-0,15 m anche resti di foglie). Nel campione a 0,40-0,35 m sono stati raccolti alcuni oogoni di Characeae. Per quanto riguarda i molluschi continentali nel campione prelevato a 0,40-0,35 m sono presenti frammenti di gasteropodi indeterminabili, mentre nel campione a 0,20-0,15 m è stato individuato 1 esemplare frammentario di *Cecilioides acicula*, 1 esemplare di una specie di gasteropode indeterminata e 1 frammento di *Pomatias elegans*. Per quanto riguarda i molluschi marini nella sub-unità sono state complessivamente individuate 13 specie di bivalvi, 6 di gasteropodi e 1 di scafopodi. Per numero di esemplari, prevalgono i bivalvi (figg. 4.1.3.3.2 e 4.1.3.3.3a-b; appendice 3c). Le specie maggiormente rappresentate sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum*. I gasteropodi e gli scafopodi per numero di esemplari sono quasi del tutto assenti.

Rispetto alle caratteristiche ecologiche (cfr. par. 3.2, tab. 3.2.1; appendice 2a) della malacofauna marina presente nella sub-unità, per quanto riguarda le categorie di microhabitat prevalgono le specie SI con valori superiori all'80% (figg. 4.1.3.3.5 e 4.1.3.3.6). Le specie SE registrano valori di poco superiori al 10%.

Per quanto riguarda le categorie alimentari (figg. 4.1.3.3.7 e 4.1.3.3.8) nei due campioni analizzati prevale la categoria F che registra valori compresi tra il 63% e il 66,7%. Le specie D registrano valori abbastanza alti del 22,2% nel campione prelevato a 0,40-0,35 m e del 34,8% nel campione prelevato a 0,20-0,15 m.

Per quanto riguarda le categorie di energia del mezzo (figg. 4.1.3.3.9 e 4.1.3.3.10) nei due campioni analizzati prevalgono i taxa di tipo H (valori compresi tra il 68,5% ed il 71,7%). I taxa di tipo W registrano valori discreti (14,8% nel campione a 0,40-0,35 m e 17,4% nel campione a 0,20-0,15 m).

Rispetto alle biocenosi di appartenenza (par. 3.2, tab. 3.2.2; appendice 2a) nella sub-unità prevalgono nettamente le specie della biocenosi SFS (figg. 4.1.3.3.11 e 4.1.3.3.12).

#### 4.1.4 Palinologia

##### 4.1.4.1 Sondaggio MBS3

Dei 17 campioni sottoposti a questo tipo di analisi 16 sono stati prelevati lungo l'intervallo argilloso del sondaggio MBS3 ed 1 lungo l'intervallo sabbioso dello stesso sondaggio. Tutti i campioni sono risultati troppo poveri o sterili per poter effettuare una qualsiasi analisi quantitativa. Anche l'analisi qualitativa non sembra poter fornire alcun indizio sul tipo di ambiente vegetale presente nell'area di studio all'epoca della deposizione dei sedimenti investigati. Nella tab. 4.1.4.1.1 è riportata una tabella in cui sono indicati i taxa individuati nei diversi campioni analizzati.

Taxa/Campioni (m)	8,90	9,07-9,10	9,47-9,50	9,80-9,83	9,95	10,17-10,20	10,27-10,30	10,30-10,33	10,57-10,60	10,92-10,95	11,08-11,11	11,42-11,45	11,83-11,86	11,94-11,97	12,04-12,07	12,60-12,63	12,80-12,83
<i>Pinus</i>		xx	xx		x		xx	xx	xx	x	x	x	x	xx	xx	xx	xx
<i>Abies</i>	x																x
<i>Picea</i>					x					x			x	x			x
<i>Cedrus</i>											x		x				
<i>Tsuga</i>					x						x						
Cupressaceae																	
<i>Betula</i>																	x
<i>Fagus</i>	x							x									
<i>Quercus</i>	x																
<i>Carpinus</i>	x						x					x					
<i>Ulmus</i>										x					x		
<i>Alnus</i>				x						x							
<i>Quercus ilex</i>																	
Poaceae										x					x		x
Cichorioideae	x									x							
Asterioideae										x					x	x	
Caryophyllaceae																x	
<i>Helianthemum</i>																x	
Chenopodiaceae							x			x	x				x		x
<i>Artemisia</i>							x	x		x	x			x	x	x	x
<i>Hippophae</i>															x		
<i>Centaurea</i>								x									
Cyperaceae																x	x
<i>Ephedra</i>							x				x					x	
Spore	x														x		x
Dinoflagellati								x		x							
Test Foraminiferi	x																

**Tab. 4.1.4.1.1** – Tabella con indicati i taxa vegetali individuati all'interno dei campioni (m dal top della carota) sottoposti alle analisi polliniche. La quantità di polline è risultata essere troppo esigua per trarre indicazioni ambientali e climatiche. Si nota comunque che in genere predomina il polline del genere *Pinus*.

## 4.1.5 Geocronologia

### 4.1.5.1 Sondaggio MBS3

2 campioni prelevati nell'unità limoso-argillosa (uno alla base ed uno al top della sub-unità litologica L1; cfr. fig. 4.1.2.3.2) ed 1 nell'unità sabbiosa (base della sub-unità S1) del sondaggio MBS3 sono stati sottoposti a datazione con il metodo del radiocarbonio mediante la tecnica della spettrometria di massa ad alta risoluzione (AMS) (cfr. par. 2.4). Una sintesi dei risultati delle analisi è riportata nella tab. 4.1.5.1.1.

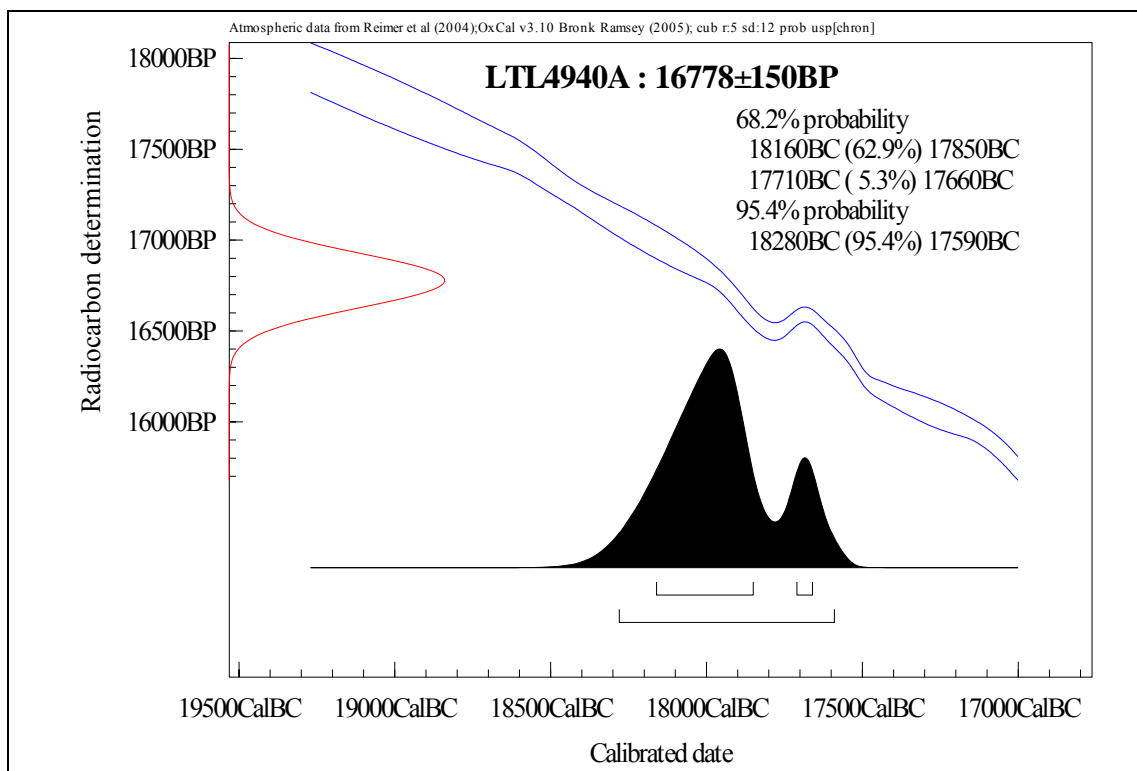
Sigla campione	MBS3_ARG1	MBS3_ARG2	MBS3_SAB1	
Materiale	resti vegetali	resti vegetali	gusci <i>Ammonia</i> sp.	
Laboratorio	CEDAD Lecce	CEDAD Lecce	CIRCE Caserta	
Codice campione laboratorio	LTL4940A	LTL5282A	DSH1637	
Profondità carota (m dal top)	12,8	11,90	8,6	
Profondità sotto il livello del mare (m)	16,91	16,01	12,71	
Unità litologica	Limoso-argillosa	Limoso-argillosa	Sabbiosa	
Sub-unità litologica	Base L1	Top L1	Base S1	
Età al Radiocarbonio (anni BP)	16778 ± 150	15883 ± 90	7220±59	
$\delta^{13}\text{C}$ (%)	-39.5 ± 0.6	-30.9 ± 0.5	-3±2	
Età calibrata	2 $\sigma$ (95,4%)	17935 ± 345 BC (19945 ± 345 BP)	17155 ± 195 BC (19165 ± 195 BP)	6110,5 ± 108,5 BC (8120,5 ± 108,5 BP)
	1 $\sigma$ (68,2%)	18005 ± 155 BC	17110 ± 100 BC	6061,5 ± 43,5 BC

**Tab. 4.1.5.1.1** – Tabella riassuntiva con i risultati delle analisi radiometriche (datazione al radiocarbonio mediante AMS) effettuate su 3 campioni prelevati rispettivamente alla base e al top della sub-unità L1 dell'unità limoso-argillosa e alla base della sub-unità S1 dell'unità sabbiosa. Per l'età al radiocarbonio con BP si intende qui una datazione convenzionale al radiocarbonio non calibrata il cui calcolo implica (cfr. M. Stuiver, H.A. Polach, Radiocarbon, Vol. 19, No.3, 1977, 355-363): l'uso del tempo di dimezzamento di Libby (5568 anni) rispetto al valore corretto di 5730 anni, l'anno 1950 come anno di riferimento, l'utilizzo diretto o indiretto dell'acido ossalico come standard di riferimento.

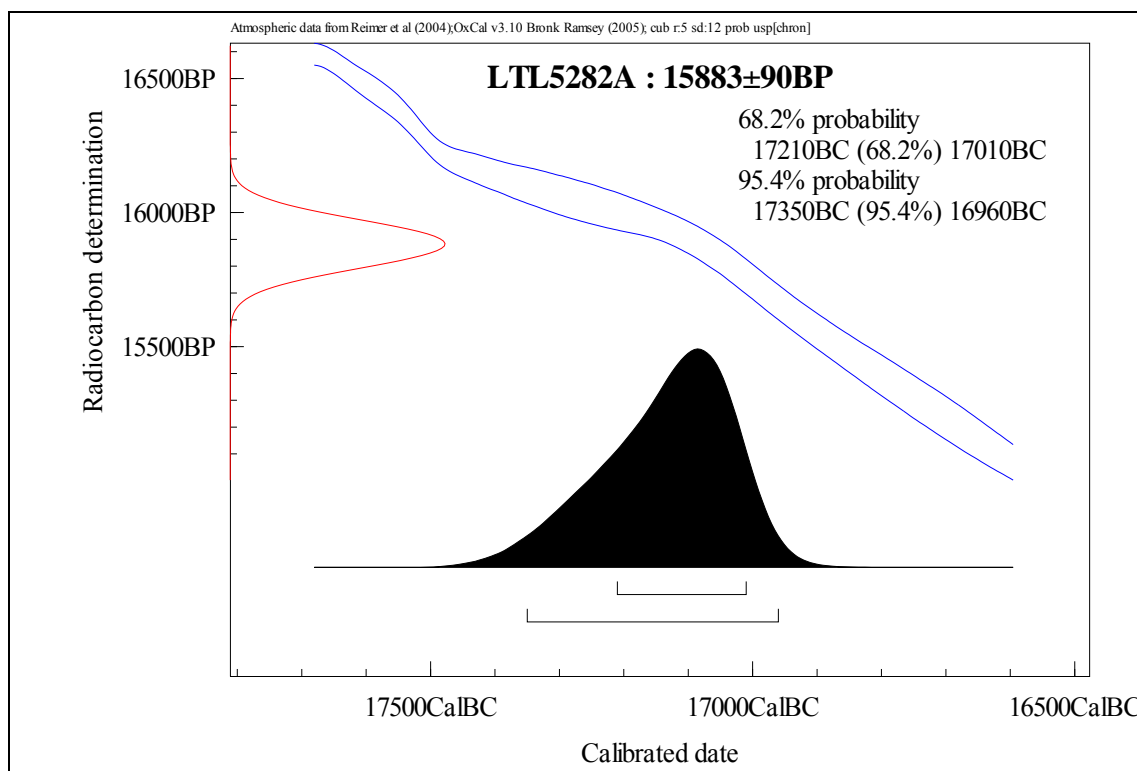
I 2 campioni prelevati nella unità limoso-argillosa consistono di resti vegetali quello prelevato nell'unità sabbiosa di gusci di foraminiferi della specie *Ammonia* sp.

Le analisi effettuate hanno restituite datazioni convenzionali al radiocarbonio che poi sono state calibrate in età di calendario mediante l'utilizzo di software dedicati. I grafici con le specifiche delle 3 calibrazioni sono riportati rispettivamente nelle figure 4.1.5.1.1, 4.1.5.1.2 e 4.1.5.1.3.

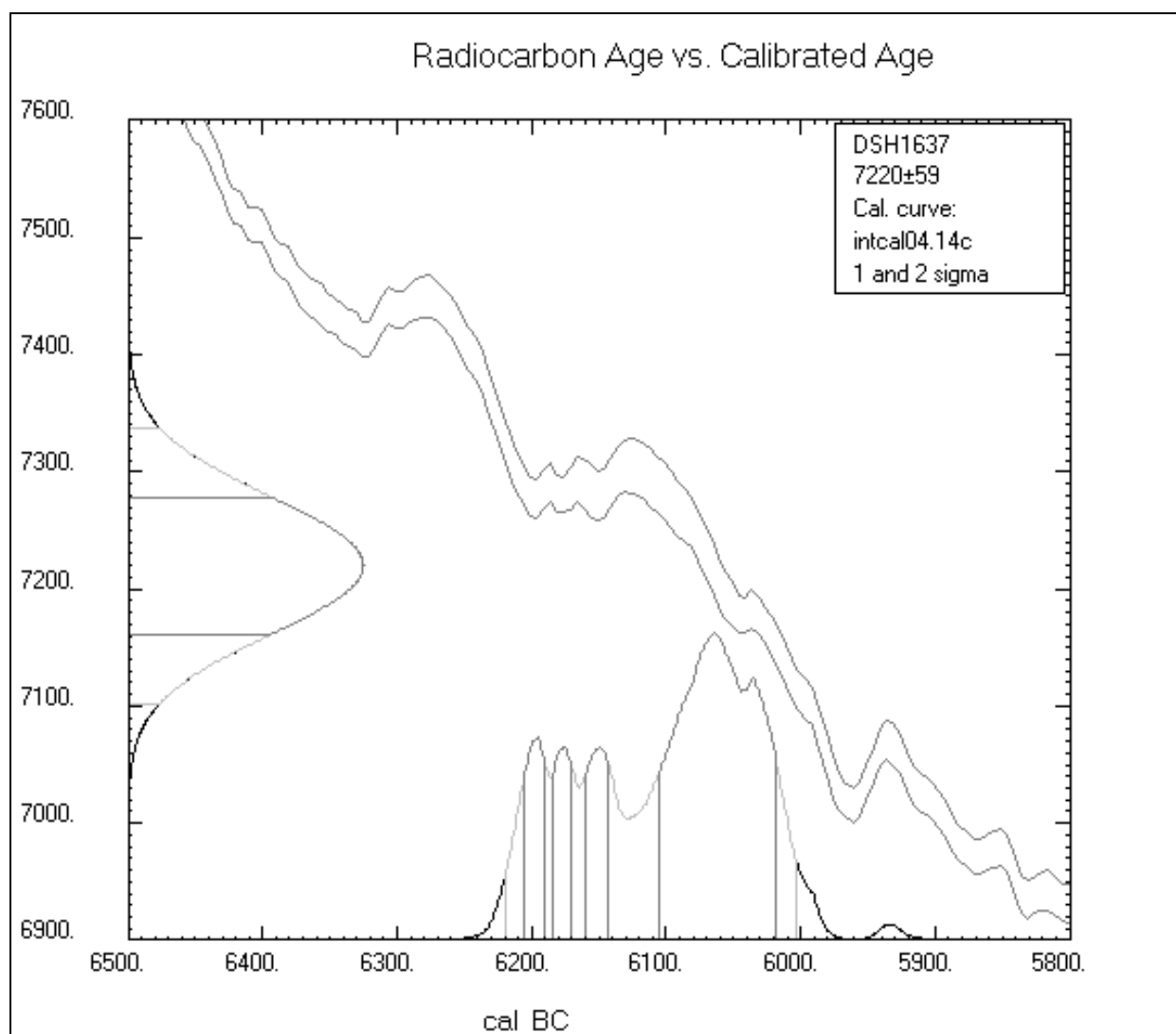




**Fig. 4.1.5.1.1** – Grafico che illustra la calibrazione in età di calendario della data convenzionale al radiocarbonio del campione LTL4940A (= MBS3\_Arg1; cfr tab. 4.1.5.1.1). La calibrazione è stata effettuata utilizzando il software OxCal Ver. 3.10 basato sui dati atmosferici (Reimer PJ, et al. 2004 Radiocarbon 46:1029-1058). Le analisi sono state effettuate presso il laboratorio del CEDAD dell'Università del Salento di Lecce.

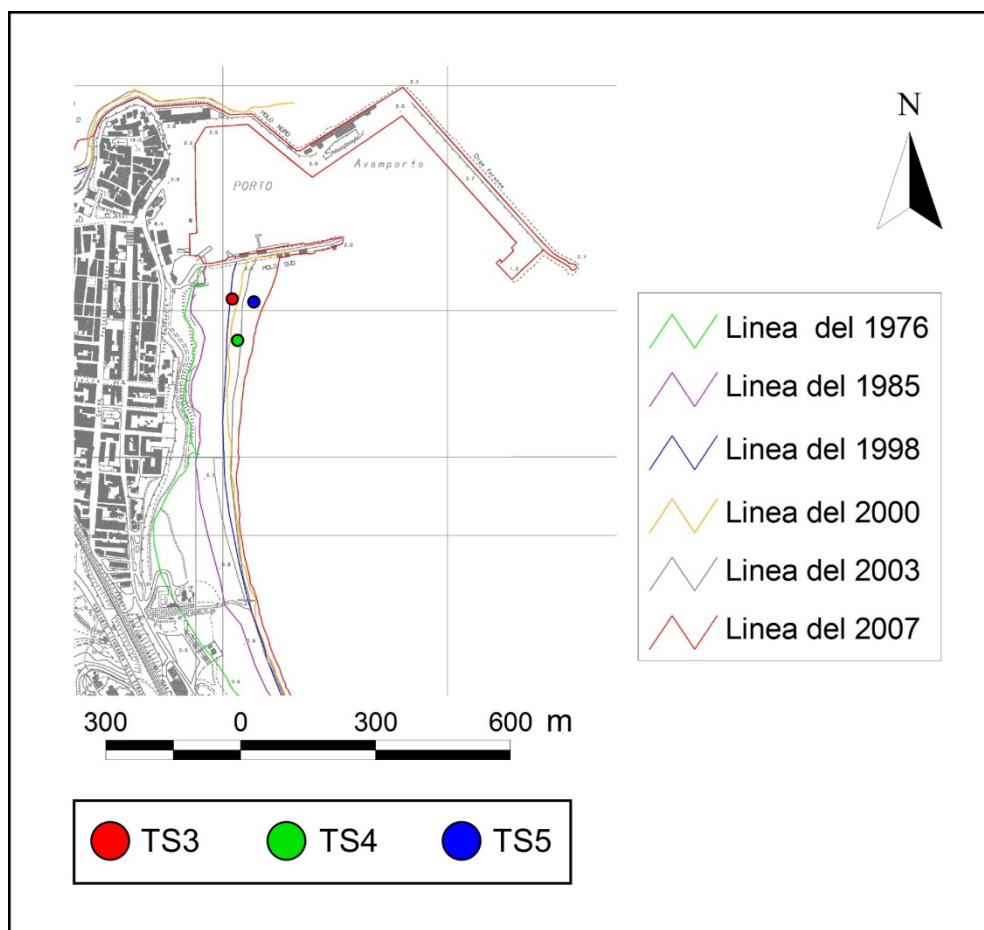


**Fig. 4.1.5.1.2** – Grafico che illustra la calibrazione in età di calendario della data convenzionale al radiocarbonio del campione LTL5282A (= MBS3\_Arg2; cfr tab. 4.1.5.1.1). La calibrazione è stata effettuata utilizzando il software OxCal Ver. 3.10 basato sui dati atmosferici (Reimer PJ, et al. 2004 Radiocarbon 46:1029-1058). Le analisi sono state effettuate presso il laboratorio del CEDAD dell'Università del Salento di Lecce.



**Fig. 4.1.5.1.3** – Grafico che illustra la calibrazione in età di calendario della data convenzionale al radiocarbonio del campione DSH1637 (= MBS3\_Sab1; cfr tab. 4.1.5.1.1). Le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio CIRCE di Caserta.

Per questa località sono state analizzate 3 carote di sedimenti prelevate a terra nel periodo dal 17 al 21 maggio 2007. I sondaggi sono stati effettuati nella porzione meridionale dell'area portuale della città molisana. In particolare essi sono ubicati in prossimità della linea di riva precedente all'intervento antropico effettuato per la realizzazione del nuovo porto turistico (fig. 4.2.1).



**Fig. 4.2.1** - Area del porto di Termoli con le linee di riva ricostruite per il periodo 1976-2007. Sono indicati i punti in cui sono state prelevate le 3 carote di sedimenti (TS3, TS4 e TS5).

Tutti e tre i sondaggi sono stati effettuati ad una quota di poco superiore (tra 0 e 50 cm) al livello attuale del mare.

Il sondaggio TS3 ha uno spessore di 16,5 m; le sue coordinate Gauss-Boaga sono  $X=2520011.9737$ ,  $Y=4650016.9372$ .

Il sondaggio TS4 ha uno spessore di 15,6 m; le sue coordinate Gauss-Boaga sono  $X=2520025.9605$ ,  $Y=4649946.2881$ .

Il sondaggio TS5 ha uno spessore di 10,5 m; le sue coordinate Gauss-Boaga sono  $X=2520061.4461$ ,  $Y=4650016.8978$ .

#### 4.2.1 Assetto geomorfologico-geologico

Da un punto di vista geomorfologico, l'area è caratterizzata da una costa alta, ovvero una spiaggia sabbiosa antistante una falesia fossile che dista circa 60 m dalla linea di riva.

La falesia è delimitata al top da un orlo di scarpata e da una superficie terrazzata posta a quota 25-18 m s.l.m. Verso sud la continuità laterale della falesia è interrotta dalla presenza del Vallone Rio Vivo, caratterizzato, nell'area più a monte, da pareti subverticali e dalla presenza di un corso d'acqua di piccole dimensioni a regime idrico di tipo "stagionale". La foce di tale corso d'acqua dista circa 700 m dall'ubicazione dei sondaggi analizzati. Circa 3 km più sud è localizzata la foce del fiume Biferno, che rappresenta il corso d'acqua principale in questo settore.

Da un punto di vista geologico, le principali unità stratigrafiche affioranti sono rappresentate dalle Sabbie di Serracapriola (Amorosi et al., 2009; Boni et al. 1969), associabili alla sequenza Qm1 di Bracone et al. (2010) e di Bracone (2010), e da un'unità conglomeratica, associabile ad un ciclo deposizionale di età mal precisata (Pleistocene medio-superiore) relativo alla sequenza Qc3 di Bracone et al. (2010) e di Bracone (2010).

Le Sabbie di Serracapriola, in questo settore, sono caratterizzate da sabbie da fini a grossolane contraddistinte da facies di spiaggia, dai termini inferiori di spiaggia sommersa inferiore fino a quelli superiori di battigia.

L'unità conglomeratica, invece, è caratterizzata principalmente da litofacies di tipo Gmm di Miall (1996), quindi si presenta massiva, matrice sostenuta, caratterizzata dalla presenza di ciottoli eterometrici (da centimetrici a decimetrici) e di natura poligenica (prevalenza di litotipi calcarei, arenacei e di selci) con un buon grado di arrotondamento. Questa facies è riconducibile ad un ambiente di conoide (*Alluvial fan*) in un contesto continentale. Al top questa unità è caratterizzata da depositi sabbioso-pelitici relativi ad associazioni di facies di tipo *flood plain*.

In particolare, nell'area in cui sono ubicati i sondaggi, in maniera discontinua sono affioranti, all'interno dei depositi olocenici di spiaggia attuale, blocchi conglomeratici di circa 3-4 m relativi alla suddetta unità conglomeratica.

All'interno delle incisioni come il Vallone Rio Vivo, sono presenti depositi alluvionali olocenici, caratterizzati da depositi ghiaiosi e sabbioso-pelitici.

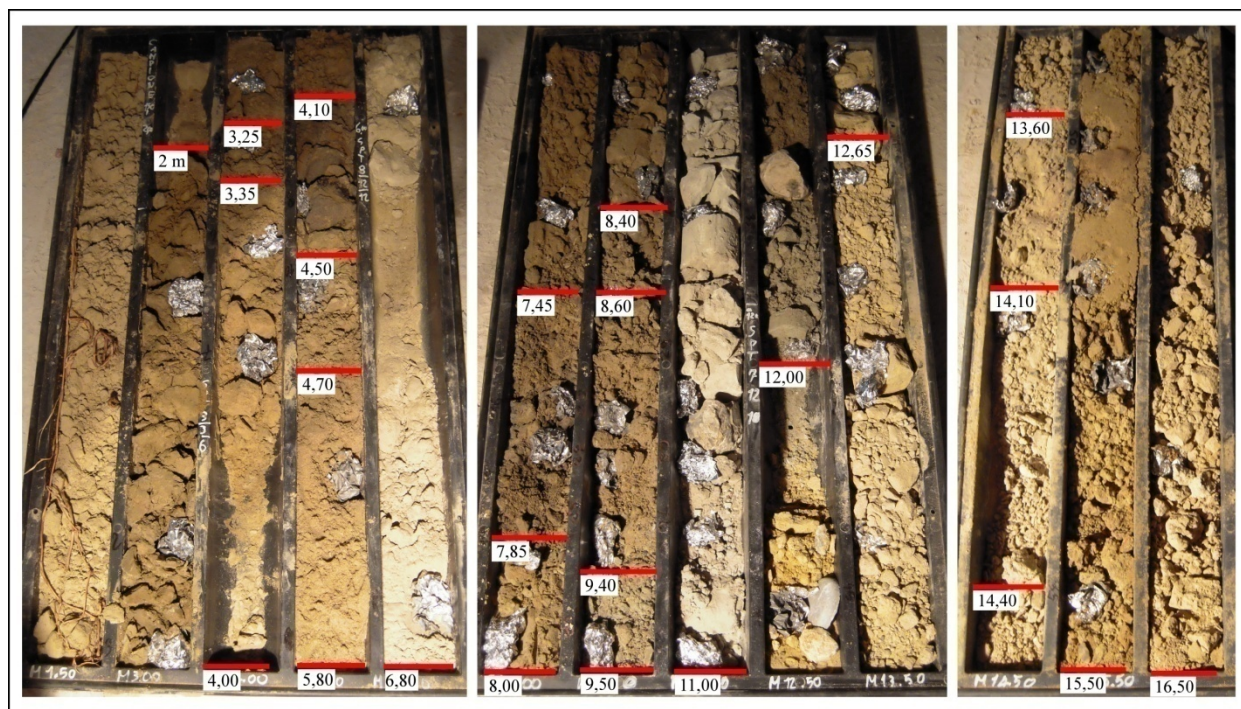
Non si riscontrano, per quanto riguarda l'aspetto strutturale, particolari strutture, fratture o lineamenti importanti.

#### **4.2.2 Sedimentologia**

La caratterizzazione litologica delle carote di sedimenti e l'integrazione dei risultati delle analisi granulometriche quantitative effettuate su una serie di campioni prelevati a diverse altezze di 2 (TS4 e TS5) delle 3 successioni sedimentarie, hanno consentito di distinguere una serie di intervalli litologico-stratigrafici le cui caratteristiche sono di seguito illustrate nel dettaglio.

#### 4.2.2.1 Sondaggio TS3

Il sondaggio TS3 è stato suddiviso in 24 intervalli litologici con spessori che vanno da 10 a 200 cm (figg. 4.2.2.1.1 e 4.2.2.1.2).

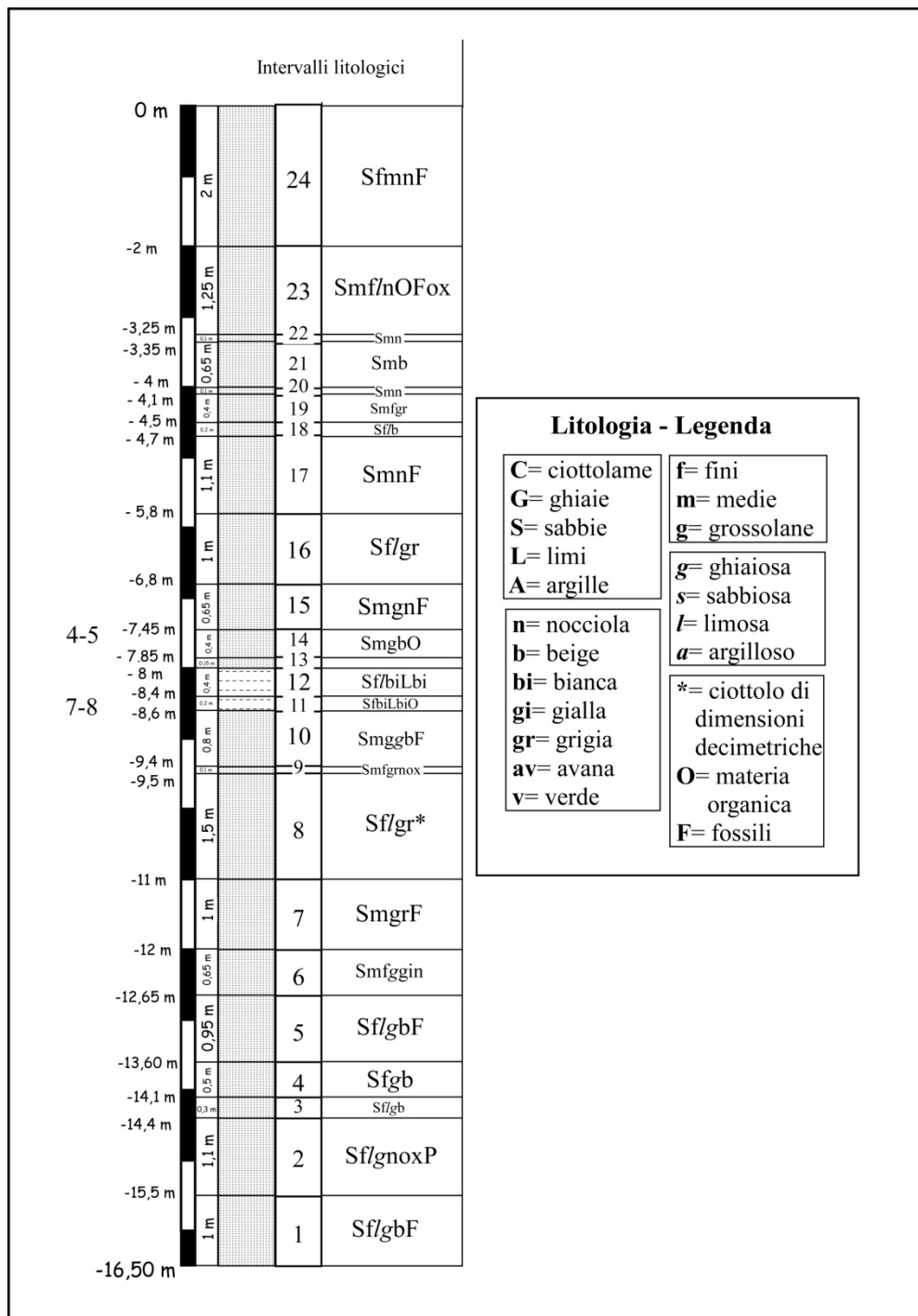


**Fig. 4.2.2.1.1** - Foto della carota di sedimenti del sondaggio TS3 con indicati i limiti inferiori degli intervalli litologici distinti (in metri).

Le caratteristiche litologiche degli intervalli individuati sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. Le sigle utilizzate fanno riferimento a quelle riportate nella fig. 4.2.2.1.2 e spiegate nella legenda della stessa figura.

- Intervallo 1 - **SflgbF** (16,50-15,50 m) - Sabbie fini, limose, di colore beige, con ciottoli di dimensioni millimetriche (max 1,5 cm). Sono presenti frammenti di gusci e localmente resti di vegetali.

- Intervallo 2 - **SflgnoxP** (15,50-14,40 m) - Sabbie fini, limose, di colore nocciola, con sparsi ciottoli di dimensioni variabili da pochi mm a max 2 cm. E' presente un livello pedogenizzato arricchito di sostanze organiche e resti vegetali, con locali tracce di ossidazione in maniera particolare da 15,10 m fino alla base dell'intervallo.



**Fig. 4.2.2.1.2** - Schema di sintesi con i risultati delle analisi sedimentologiche effettuate sul sondaggio **TS3**. Sono illustrati gli intervalli litologici distinti (spessori in metri).

- Intervallo 3 - **Sf/gb** (14,40-14,10 m) - Sabbie da fini a molto fini, limose, di colore beige, con alcuni ciottoli calcarei e selci spigolose di circa 5 cm.
- Intervallo 4 - **Sf/gb** (14,10-13,60 m) - Sabbie fini, pulite, di colore beige, con ciottoli millimetrici.
- Intervallo 5 - **Sf/gbF** (13,60-12,65 m) - Sabbie fini, limose, di colore beige, con ciottoli di dimensioni millimetriche (max 1.5 cm) frequenti da 13.40 a 13.50. Sono presenti frammenti di gusci.



- Intervallo 6 - **Smfgrin** (12,65-12,00 m) - Sabbie da medie a fini, pulite, di colore da giallo a nocciola chiaro, con ciottoli calcarei e di selce arrotondati ed appiattiti fino a 7 cm circa di grandezza. Alla base è presente un livello di sabbie a granulometria media debolmente cementate.

- Intervallo 7 - **SmgrF** (12,00-11,00 m) - Sabbie medie, di color grigio, con scarsi clasti di dimensioni centimetriche. Sono presenti frammenti e gusci di bivalvi.

- Intervallo 8 - **Sf/gr\*** (11,00-9,50 m) - Sabbie fini, localmente limose, di colore grigio, caratterizzate da una sottile laminazione piano-parallela; è presente un ciottolo di natura selciosa di dimensioni decimetriche (\*).

- Intervallo 9 - **Smfgrnox** (9,50-9,40 m) - Sabbie da medie a fini, di color grigio, alternate a sabbie di color nocciola, con evidenti segni di ossidazione. Sembra che il materiale ossidato sia stato in qualche modo rimaneggiato in quanto non caratterizza dei livelli contigui. Sono presenti clasti di dimensioni variabili tra il mm ed il cm.

- Intervallo 10 - **SmggbF** (9,40-8,60 m) - Sabbie da medie a grossolane, di colore beige, con ghiaia. I clasti hanno dimensioni da alcuni millimetri a qualche centimetro più frequenti verso la porzione basale dell'intervallo. Sono presenti gusci e frammenti di gusci.

- Intervallo 11 - **SfbiLbiO** (8,60-8,40 m) - Alternanza di sabbie fini, biancastre, e limi caratterizzati da laminazione piano-parallela. Sono presenti frammenti scheggiati di selce ciottoli carbonatici. Presenza di materiale organico.

- Intervallo 12 - **Sf/biLbi** (8,40-8,00 m) - Alternanza di sabbie fini, limose, e limi biancastri, caratterizzati dalla presenza di un livello con clasti arrotondati di dimensioni centimetriche.

- Intervallo 13 - (8,00-7,85 m) -

- Intervallo 14 - **Smgbo** (7,85-7,45 m) - Sabbie da medie a grossolane, di colore beige, che si presentano localmente ricche di materia organica e resti vegetali. Verso il basso aumenta la componente limosa.

- Intervallo 15 - **SmgNF** (7,45-6,80 m) - Sabbie medio-grossolane, di colore nocciola, caratterizzate dalla presenza di gusci di bivalvi.

- Intervallo 16 - **Sf/gr** (6,80-5,80 m) - Sabbie da fini a molto fini, a luoghi limose, di colore grigio.

- Intervallo 17 - **SmnF** (5,80-4,70 m) - Sabbie medie, di color nocciola, con gusci e frammenti di gusci di bivalvi localizzati soprattutto alla base.

- Intervallo 18 - **Sf/b** (4,70-4,50 m) - Sabbie fini, di colore beige, a luoghi limose.

- Intervallo 19 - **Smfgr** (4,50-4,10 m) - Sabbie medio-fini, di colore grigio, caratterizzate da una sottile laminazione piano-parallela, poggianti su un livello carbonioso di 1 cm circa di spessore a 4.50 m.

- Intervallo 20 - **Smn** (4,10-4,00 m) - Sabbie medie, di colore nocciola.

- Intervallo 21 - **Smb** (4,00-3,35 m) - Sabbie medie, di color beige scuro.

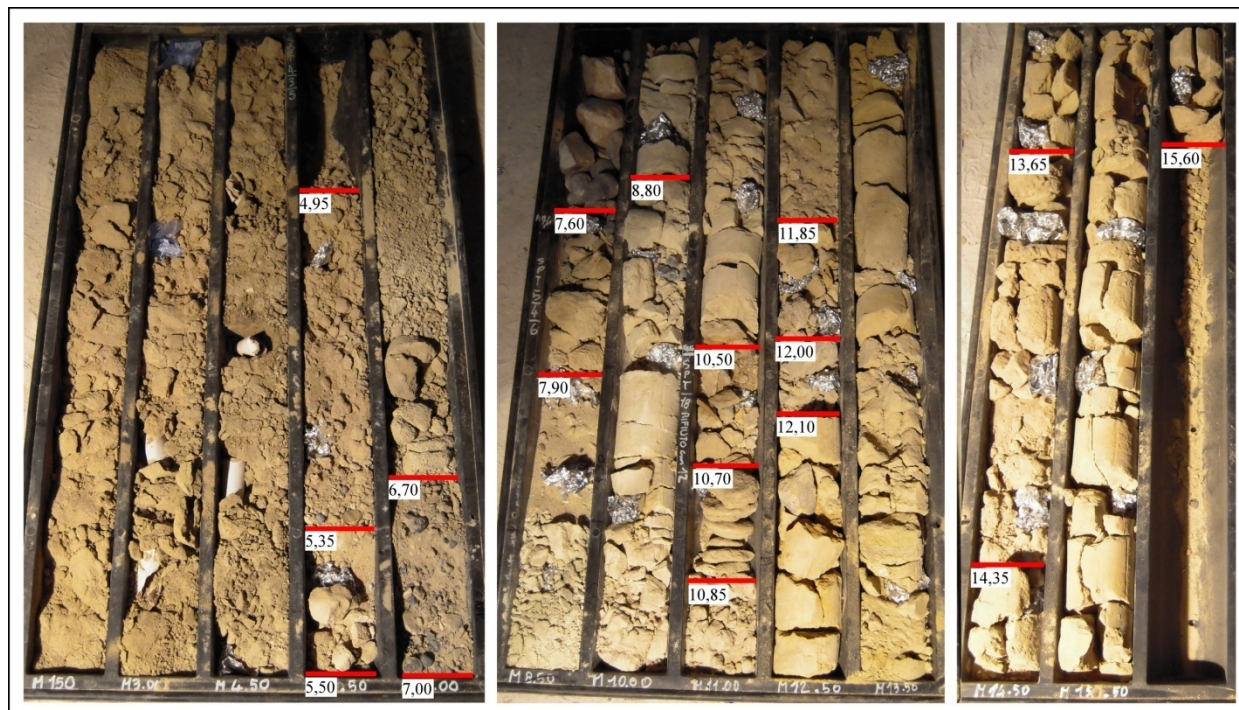
- Intervallo 22 - **Smn** (3,35-3,25 m) - Sabbie medie, di color nocciola.

- Intervallo 23 - **Smf/nOFox** (3,25-2,00 m) - Sabbie medio-fini, di colore nocciola ed a tratti limose. Si presentano ricche di materia organica, con resti vegetali e con diffuse tracce di ossidazione. Localmente si rinvencono livelli caratterizzati da un maggiore arricchimento di minerali femici. Sono presenti gusci e frammenti di gusci.

- Intervallo 24 - **SfnnF** (2,00-0,00 m) - Sabbie da fini a medie, di colore nocciola, con resti vegetali, gusci e frammenti di gusci.

#### 4.2.2.2 Sondaggio TS4

Il sondaggio TS4 è stato suddiviso in 17 intervalli litologici con spessori che vanno da 10 a 490 cm (figg. 4.2.2.2.1 e 4.2.2.2.2).



**Fig. 4.2.2.2.1** - Foto della carota di sedimenti del sondaggio TS4 con indicati i limiti inferiori degli intervalli litologici distinti (in metri).

Le caratteristiche litologiche degli intervalli individuati sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. Le sigle utilizzate fanno riferimento a quelle riportate nella fig. 4.2.2.2.2 e spiegate nella legenda della stessa figura.

- Intervallo 1 - **S<sub>mg</sub>i** (15,60-14,35 m) - Sabbie medie, di colore giallo, ben addensate, caratterizzate da laminazione incrociata da *ripple* da onda.

- Intervallo 2 - **S<sub>f</sub>S<sub>i</sub>g<sub>i</sub>P** (14,35-13,65 m) - Sabbie fini e sabbie limose, scarsamente addensate e con accenno di laminazione piano-parallela; sono presenti clasti da millimetrici a centimetrici. Il top (circa 30 cm) si presenta pedogenizzato.

- Intervallo 3 - **S<sub>f</sub>g<sub>i</sub>S/box** (13,65-12,10 m) - Sabbie da fini a molto fini, di colore giallo, talora limose di colore beige. Si evidenzia la presenza di un livello stratigrafico caratterizzato da ghiaie con clasti di piccole dimensioni a m 12,90. E' presente laminazione piano-parallela. Al tetto questa unità stratigrafica è caratterizzata da materiale rimaneggiato con segni di ossidazione.

- Intervallo 4 - **L<sub>S</sub>f<sub>g</sub>b** (12,10-12,00 m) - Limi e sabbie fini, di colore beige, con ciottoli centimetrici di natura calcarea con un buon grado di arrotondamento.

- Intervallo 5 - **L<sub>ox</sub>S<sub>m</sub>g** (12,00-11,85 m) - Alternanza di limi caratterizzati da laminazione piano-parallela con evidenze di ossidazione, dovute ad esposizione subaerea, e sabbie da medie a

grossolane. Non si riescono ad apprezzare strutture sedimentarie primarie all'interno del sedimento sabbioso.

- Intervallo 6 - **Sfgb** (11,85-10,85 m) - Sabbie da fini a molto fini di colore beige chiaro, con ghiaia caratterizzata da ciottoli centimetrici di natura carbonatica piuttosto arrotondati.

- Intervallo 7 - **Smb** (10,85-10,70 m) - Sabbie medie di colore beige, che si presentano piuttosto addensate e localmente cementate, caratterizzate da laminazione grossolana piano-parallela.

- Intervallo 8 - **Smbgiox** (10,70-10,50 m) - Sabbie medie di colore beige con livelli più scuri di colore giallo caratterizzati da segni d'ossidazione. E' presente una laminazione piano-parallela.

- Intervallo 9 - **SfLbi** (10,50-8,80 m) - Alternanza di sabbie fini e limi di colore biancastro. All'interno è presente un livello caratterizzato da ciottoli con clasti carbonatici ben arrotondati. La laminazione è piano-parallela.

- Intervallo 10 - **Smfgi** (8,80-7,90 m) - Sabbie da medie a fini giallastre con rara ghiaia con ciottoletti di dimensioni di qualche millimetro.

- Intervallo 11 - **SfLbi** (7,90-7,60 m) - Alternanza di sabbie fini e limi di colore biancastro, con locali inclusioni di ghiaia poligenica di dimensioni di alcuni millimetri. I livelli sabbiosi si presentano porosi. E' presente una laminazione piano-parallela.

- Intervallo 12 - **Gg** (7,60-7,00 m) - Ghiaia grossolana di natura poligenica (calcarei e selci). I ciottoli presentano un buon grado di arrotondamento e sono parzialmente appiattiti. Scarsa matrice sabbiosa con frammenti di gusci di bivalvi.

- Intervallo 13 - **SmfGmF** (7,00-6,70 m) - Sabbie medio-fini con ghiaie poligeniche (prevalenza di carbonati e selce) di medie dimensioni, sono inoltre presenti frammenti di gusci di bivalvi.

- Intervallo 14 - **Smf** (6,70-5,50 m) - Sabbie da medie a fini, caratterizzate da un intervallo limoso tra i 6.40 e 6.50 m.

- Intervallo 15 - **Smbi** (5,50-5,35 m) - Sabbie medie di color biancastro, che si presentano ben cementate.

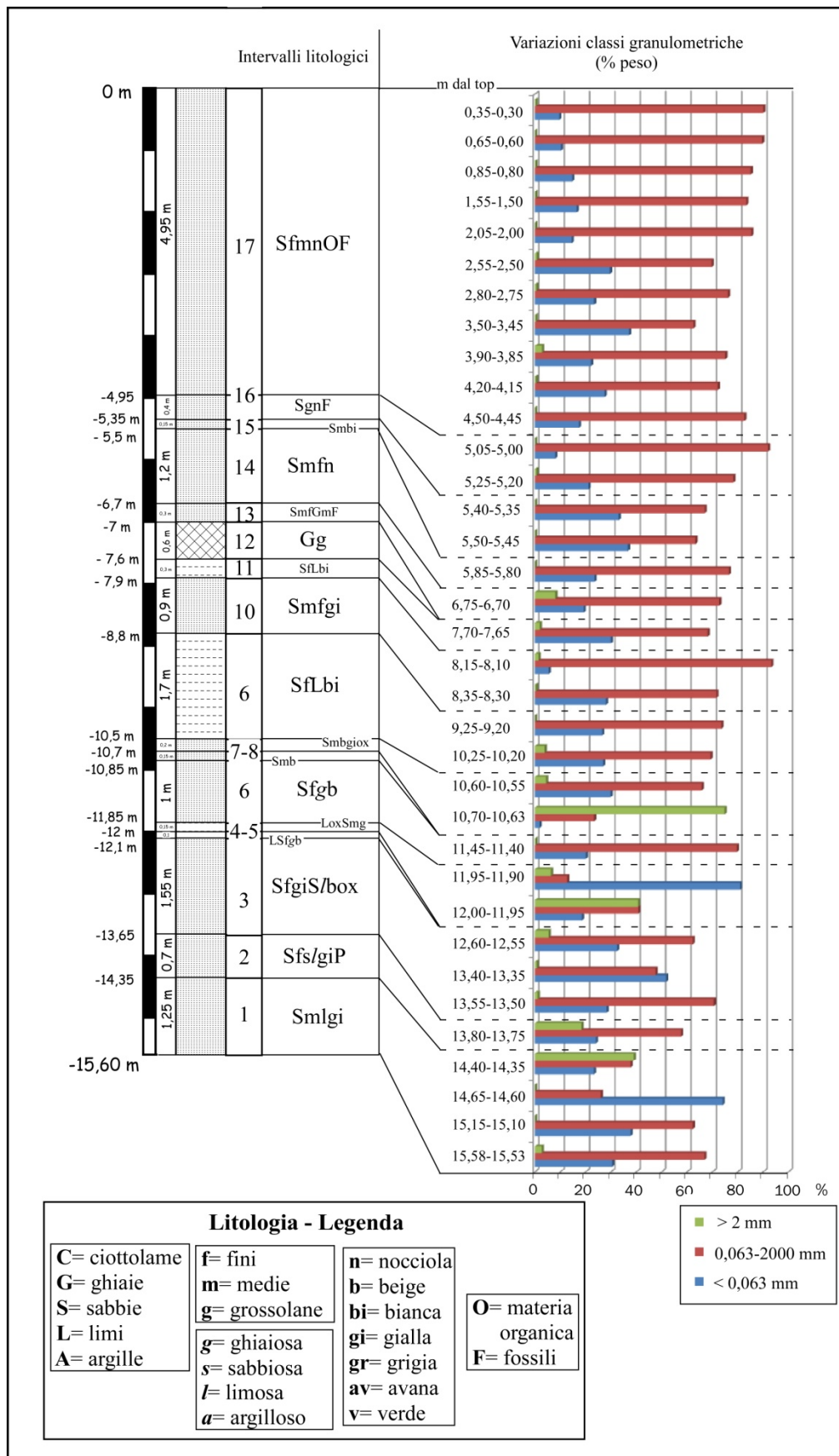
- Intervallo 16 - **SgnF** (5,35-4,95 m) - Sabbie grossolane di color nocciola con clasti di piccole dimensioni e buon grado di arrotondamento e frammenti di gusci.

- Intervallo 17 - **SfmnOF** (4,95-0,00 m) - Sabbie da fini a medie, di color nocciola, localmente arricchite di minerali femici (in particolare a m 2.55 e 3.90) e di materia organica; inoltre sono presenti locali resti di vegetali e frammenti di gusci. A 3 m è presente un livello stratigrafico relativamente pedogenizzato.

35 campioni prelevati nei diversi intervalli litologici sono stati sottoposti alle analisi granulometriche quantitative. I risultati hanno permesso di determinare le variazioni delle percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie all'interno della successione sedimentaria. I dati ricavati sono riportati nella tabella 4.2.2.2.1 ed illustrati nel grafico della fig. 4.2.2.2.2.

Campioni profondità top carota (m)	Peso totale (grammi)	Peso frazione <63 µm	Peso frazione 63-2000 µm	Peso frazione >2000 µm	% in peso frazione <63 µm	% in peso frazione 63-2000 µm	% in peso frazione >2000 µm
15,58-15,53	95,91	29,22	64,11	2,58	30,46	66,84	2,69
15,15-15,10	137,57	51,89	85,68	0,00	37,72	62,28	0,00
14,65-14,60	118,08	87,42	30,66	0,00	74,04	25,96	0,00
14,40-14,35	144,67	33,68	54,56	56,44	23,28	37,71	39,01
13,80-13,75	181,22	43,56	104,37	33,29	24,04	57,60	18,37
13,55-13,50	117,23	33,19	82,70	1,34	28,31	70,54	1,14
13,40-13,35	212,47	109,89	101,03	1,55	51,72	47,55	0,73
12,60-12,55	224,48	72,70	139,67	12,11	32,39	62,22	5,40
12,00-11,95	142,48	26,41	58,13	57,94	18,53	40,80	40,67
11,95-11,90	216,08	174,89	27,48	13,71	80,94	12,72	6,35
11,45-11,40	142,08	28,57	113,13	0,38	20,11	79,62	0,27
10,70-10,63	65,45	1,19	15,26	48,98	1,82	23,31	74,83
10,60-10,55	107,63	32,12	70,77	4,74	29,84	65,76	4,40
10,25-10,20	146,49	39,41	101,46	5,62	26,90	69,26	3,84
9,25-9,20	216,40	57,32	159,08	0,00	26,49	73,51	0,00
8,35-8,30	212,40	59,50	152,04	0,85	28,02	71,58	0,40
8,15-8,10	132,57	7,16	123,55	1,85	5,40	93,20	1,40
7,70-7,65	256,89	77,00	174,96	4,93	29,97	68,11	1,92
6,75-6,70	276,41	53,22	200,92	22,26	19,25	72,69	8,05
5,85-5,80	241,33	56,68	184,63	0,01	23,49	76,51	0,01
5,50-5,45	237,79	87,23	150,46	0,10	36,68	63,27	0,04
5,40-5,35	179,91	59,47	120,40	0,05	33,05	66,92	0,03
5,25-5,20	273,91	57,82	214,45	1,64	21,11	78,29	0,60
5,05-5,00	200,30	16,02	184,13	0,15	8,00	91,93	0,07
4,50-4,45	232,06	40,36	191,66	0,04	17,39	82,59	0,02
4,20-4,15	252,40	69,41	182,02	0,97	27,50	72,12	0,38
3,90-3,85	198,78	44,01	149,18	5,58	22,14	75,05	2,81
3,50-3,45	209,30	77,78	130,80	0,72	37,16	62,49	0,34
2,80-2,75	90,40	21,07	68,84	0,49	23,31	76,15	0,54
2,55-2,50	192,54	57,00	134,17	1,37	29,61	69,68	0,71
2,05-2,00	250,26	36,39	213,63	0,25	14,54	85,36	0,10
1,55-1,50	297,92	49,01	248,37	0,55	16,45	83,37	0,18
0,85-0,80	163,77	24,04	139,36	0,37	14,68	85,09	0,23
0,65-0,60	170,51	17,58	152,83	0,10	10,31	89,63	0,06
0,35-0,30	163,76	15,68	147,50	0,58	9,58	90,07	0,35

**Tab. 4.2.2.2.1** - Tabella con i risultati delle analisi granulometriche effettuate sui campioni prelevati dagli intervalli del sondaggio TS4. Nelle colonne a partire da sinistra sono riportati i campioni con indicate le profondità dal top della carota, il peso totale di ciascun campione, il peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie per ogni campione e i valori percentuali di queste 3 classi all'interno di ciascun campione (cfr. fig. 4.2.2.2.2).



**Fig. 4.2.2.2** - Schema di sintesi con i risultati delle analisi sedimentologiche effettuate sul sondaggio **TS4**. Nella parte sinistra sono illustrati gli intervalli litologici distinti (sigle spiegate nella legenda annessa) e gli spessori in metri. Nella parte destra è riportato il grafico con le percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi (diametro dei granuli < 63µm), delle sabbie (tra 63µm e 2 mm) e delle ghiaie (> 2 mm) riscontrate in campioni prelevati nei diversi intervalli litologici del sondaggio (vedi tab. 4.2.2.1).



I campioni analizzati per l'intervallo 1 registrano valori della classe dei limi abbastanza elevati essendo essi compresi tra circa il 23,2% ed il 37,7 % (tab. 4.1.2.3.1, fig.4.1.2.3.2); fa eccezione il campione a 14,65-14,60 m in cui questa classe raggiunge valori molto più alti di circa il 74%. La classe delle sabbie nei 2 campioni inferiori dell'intervallo, prelevati a 15,58-15,53 e a 15,15-15,10, ha valori rispettivamente di circa il 66,8% ed il 62,2%, mentre nei campioni della parte alta, a 14,65-14,60 e a 14,40-14,35 m, i valori di questa classe sono relativamente bassi con valori di circa il 26% ed il 37,7%. La classe delle ghiaie o è assente o ha valori bassi (circa il 2,7% nel campione a 15,58-15,53 m); fa eccezione il campione a 14,40-14,35 m in cui si raggiungono valori del 39%.

Il campione a 13,80-13,75 m dell'intervallo 2 (14,35-13,65 m) registra valori della classe dei limi, delle sabbie e delle ghiaie rispettivamente di circa il 24%, il 57,6% ed il 18,4 %.

Nei campioni analizzati per l'intervallo 3 (13,65-12,10 m) la classe dei limi è rappresentata con valori compresi tra il 28,3% ed il 52% circa. Nei campioni analizzati predominano comunque le sabbie con valori compresi tra il 70,5 ed il 62% circa. Fa eccezione il campione a 13,40-13,35 m in cui è la classe dei limi che registra percentuali maggiori, del 52%, mentre le sabbie sono presenti con un valore di circa il 47,5%. La classe delle ghiaie è poco rappresentata registrando valori compresi tra circa lo 0,7% ed il 5,4%.

Nei due campioni analizzati per l'intervallo 5 (12,00-11,85 m) i valori percentuali delle 3 classi granulometriche sono tra loro molto differenti. Il campione inferiore (12,00-11,95 m) ha valori della classe dei limi relativamente bassi (18,5% circa) mentre quelli della classe delle sabbie e delle ghiaie sono abbastanza elevate e simili (41% circa). Per quanto riguarda il campione superiore (11,95-11,90 m) predomina nettamente la classe dei limi con valori superiori all'80%; scarsamente rappresentate sono le classi delle sabbie e delle ghiaie, rispettivamente con il 12,7% ed il 6,3%.

Nel campione a 11,45-11,40 m dell'intervallo 6 (11,85-10,85 m) predomina la classe delle sabbie con valori di circa l'80%. La classe dei limi è rappresentata con circa il 20%; quasi del tutto assente è la classe delle ghiaie che registra un valore inferiore all'1%.

I valori delle 3 classi granulometriche nei due campioni analizzati per l'intervallo 8 (10,70-10,50 m) sono tra loro differenti. Nel campione inferiore (10,70-10,63 m) predomina la classe delle ghiaie con circa il 74,8%; la classe delle sabbie è rappresentata con circa il 23,3% mentre la classe dei limi registra valori molto bassi dell'1,8%. Nel campione superiore (10,60-10,55 m) predomina la classe delle sabbie con il 67%; discretamente rappresentata è la classe dei limi con il 23,3% circa, mentre la classe delle ghiaie ha un valore del 4,4%.

I valori percentuali delle classi granulometriche dei limi e delle sabbie nei due campioni, (a 10,25-10,20 m e 9,25-9,20 m) analizzati per l'intervallo 9 (10,50-8,80 m) sono tra loro

abbastanza simili: 26-27% per la classe dei limi e 69-73% per la classe delle sabbie. Nel campione a 10,25-10,20 m la classe delle ghiaie registra il 4% circa mentre non è presente nel campione a 9,25-9,20 m.

Nei due campioni analizzati per l'intervallo 10 (8,80-7,90 m) predomina la classe delle sabbie i cui valori sono del 71,58% nel campione a 8,35-8,30 m, e del 93,2% nel campione a 8,15-8,10 m. La classe dei limi con circa il 28% è ben rappresentata nel campione a 8,35-8,30 m, mentre è poco rappresentata nel campione a 8,15-8,10 m. La classe delle ghiaie registra valori inferiori o di poco superiori all'1% in entrambi i campioni.

Nel campione a 7,70-7,65 m prelevato nella parte alta dell'intervallo 11 (7,90-7,60 m), predomina la classe delle sabbie con circa il 68%; ben rappresentata è la classe dei limi con circa il 30%; la classe delle ghiaie è poco rappresentata con un valore inferiore al 2%.

Nel campione a 6,75-6,70 m, proveniente dalla parte alta dell'intervallo 13 (7,00-6,70 m) predomina la classe delle sabbie con circa il 72,7%; la classe dei limi registra un valore del 19,25%, mentre quella della ghiaie è discretamente rappresentata con un valore di poco superiore all'8%.

Il campione a 5,85-5,80 m, prelevato nella parte alta dell'intervallo 14 (6,70-5,50 m), mostra un dominio della classe delle sabbie con un valore di circa il 76,5%, seguita dalla classe dei limi con circa il 23,5%. La classe delle ghiaie ha un valore molto basso, dello 0,01%.

I due campioni analizzati (5,50-5,45 m e 5,40-5,35 m) provenienti dall'intervallo 15 (5,50-5,35 m) registrano valori delle tre classi granulometriche molto simili: in entrambi i campioni predomina la classe delle sabbie con valori compresi tra circa il 63% ed il 67%; la classe dei limi ha valori compresi tra il 33% ed il 37% circa, mentre la classe delle ghiaie registra valori molto inferiori all'1% (rispettivamente dello 0,04% e 0,03%).

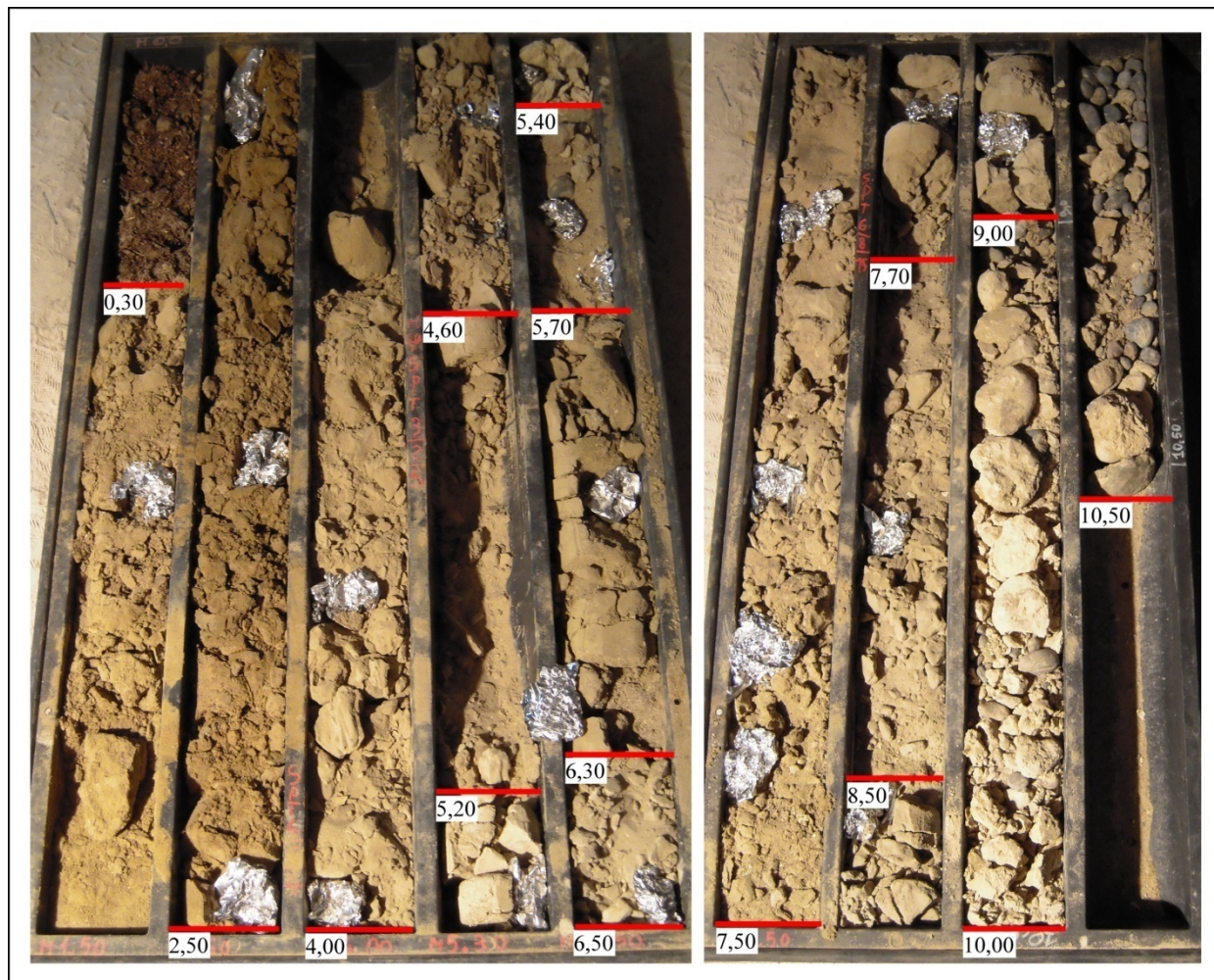
Nell'intervallo 16 (5,35-4,95 m), così come si ricava dai risultati delle analisi effettuate su due campioni prelevati rispettivamente nella parte alta e nella parte bassa, c'è una tendenza alla diminuzione dei valori della classe dei limi verso l'alto; infatti questa classe è rappresentata nel campione inferiore (5,25-5,20 m) con un valore di circa il 21,1%, mentre in quello superiore (5,05-5,00 m) con un valore di circa l'8%. Allo stesso tempo c'è un aumento dei valori della classe delle sabbie che passa dal 78,3% circa del campione a 5,25-5,20 m, al 91,9% circa del campione a 5,05-5,00 m. La classe delle ghiaie registra in entrambi i campioni valori inferiori all'1%.

Dall'analisi effettuata su 11 campioni dell'intervallo 17 (4,95-0,00 m) si ricava che nella parte bassa (intervallo compreso tra i campioni a 4,50-4,45 m e a 2,55-2,50 m) i valori della classe dei limi sono relativamente alti e compresi tra il 17,4% ed il 37,16%. Nella parte alta dell'intervallo i valori di questa classe sono compresi tra il 16,45% ed il 9,58%. Per quanto

riguarda la classe delle sabbie si registra il trend opposto: i valori nella parte inferiore dell'intervallo sono più bassi (compresi tra l'82,6% ed il 62,5% circa) rispetto a quelli registrati per la parte superiore (valori compresi tra l'83,4% ed il 90% circa). La classe delle ghiaie in tutti i campioni analizzati registra valori inferiori all'1% eccetto che per il campione a 3,90-3,85 m in cui si ha un valore del 2,8%.

### 4.2.2.3 Sondaggio TS5

Il sondaggio TS5 è stato suddiviso in 15 intervalli litologici con spessori che vanno da 20 a 220 cm (figg. 4.2.2.3.1 e 4.2.2.3.2).



**Fig. 4.2.2.3.1** - Foto della carota di sedimenti del sondaggio TS5 con indicati i limiti inferiori degli intervalli litologici distinti (unità in metri).

Le caratteristiche litologiche degli intervalli individuati sono di seguito descritte a partire dalla base della successione sedimentaria. Le sigle utilizzate fanno riferimento a quelle riportate nella fig. 4.2.2.3.2 e spiegate nella legenda della stessa figura.

- Intervallo 1 - **Gs** - (10,50-10,00 m) - Ghiaia costituita da ciottoli arrotondati di dimensioni fino a 5-10 cm, di natura prevalentemente calcarea, con alcuni elementi selciosi immersi in scarsa matrice sabbiosa.

- Intervallo 2 - **Gs/lb** (10,00-9,00 m) - Ghiaia poligenica immersa in abbondante matrice sabbioso-limosa di colore beige; la matrice si presenta localmente piuttosto addensata.

- Intervallo 3 - **SfL** (9,00-8,50 m) - Alternanza di sabbie fini e limi caratterizzate da laminazione piano-parallela o a basso angolo.

- Intervallo 4 - **SmnSfbF** (8,50-7,70 m) - Sabbie medie di color nocciola leggermente pedogenizzate passanti verso il basso a sabbie fini di colore beige, caratterizzate dalla presenza di frammenti di gusci. La tendenza interna è *coarsening upward*. I contatti con la sovrastante unità sono piuttosto netti.

- Intervallo 5 - **SmfLb** (7,70-7,50 m) - Alternanza di sabbie da medie a fini e limi di colore biancastro, caratterizzate da laminazione piano parallela o a basso angolo.

- Intervallo 6 - **SmgavF** (7,50-6,50 m) - Sabbie da medie a grossolane di colore avana che si presentano per lo più sciolte. Si presentano a granulometria media nella porzione superiore dell'unità evidenziando una tendenza *fining upward*. Da m 7,10 a m 7,50 sono presenti clasti millimetrici eterogenei e frammenti di gusci. In questo intervallo le sabbie sono leggermente pedogenizzate.

- Intervallo 7 - **Sfbi** (6,50-6,30 m) - Sabbie fini limose di colore biancastro.

- Intervallo 8 - **Smgb/F** (6,30-5,70 m) - Sabbie da medie a grossolane di colore beige, localmente limose, caratterizzate da frammenti di gusci. L'unità mostra una tendenza *fining upward*.

- Intervallo 9 - **Sfbi** (5,70-5,40 m) - Sabbie fini di color biancastro poco cementate (come intervallo 4.60-5.20 m).

- Intervallo 10 - **Lbi** (5,40-5,20 m) - Limi di colore biancastro, ben addensati.

- Intervallo 11 - **SfbiF** (5,20-4,60 m) - Sabbie fini di colore biancastro caratterizzate dalla presenza di rari inclusi ghiaiosi di dimensioni millimetriche. Sono presenti frammenti di gusci.

- Intervallo 12 - **Sf/n** (4,60-4,00 m) - Sabbie fini debolmente limose, di color nocciola, caratterizzate da sottile laminazione piano parallela. Si presentano localmente leggermente pedogenizzate.

- Intervallo 13 - **SfbF** (4,00-2,50 m) - Sabbie fini di color beige, con clasti millimetrici di natura poligenica. Sono presenti frammenti di gusci.

- Intervallo 14 - **Sf/nOF** (2,50-0,30 m) - Sabbie fini di color nocciola, debolmente limose, ricche di materia organica. Sono presenti frammenti di gusci. A m 1.50 sono presenti evidenti segni di pedogenesi.

- Intervallo 15 - **SgO** (0,30-0,00 m) - Terreno di copertura costituito da sabbie grossolane ricche di materiale organico e macroresti vegetali.

13 campioni prelevati in diversi intervalli litologici sono stati sottoposti alle analisi granulometriche quantitative. I risultati hanno permesso di determinare le variazioni delle percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie all'interno della successione sedimentaria. I dati ricavati sono riportati nella tabella 4.2.2.3.1 ed illustrati nel grafico della fig. 4.2.2.3.2.

In tutti i campioni analizzati predomina la classe granulometrica delle sabbie con valori compresi tra circa il 63% e il 92%. La classe dei limi registra valori compresi tra circa il 7% ed il 34,6%. La classe delle ghiaie non è rappresentata in tutti i campioni analizzati e registra valori non superiori al 5,2% circa.

Campioni profondità top carota (m)	Peso totale (grammi)	Peso frazione <63 µm	Peso frazione 63-2000 µm	Peso frazione >2000 µm	% in peso frazione <63 µm	% in peso frazione 63-2000 µm	% in peso frazione >2000 µm
8,85-8,80	253,23	75,72	177,51	0,00	29,90	70,10	0,00
8,55-8,50	188,74	61,80	126,95	0,00	32,74	67,26	0,00
7,60-7,55	178,40	54,52	123,88	0,00	30,56	69,44	0,00
7,40-7,35	155,62	26,79	127,09	1,73	17,22	81,67	1,11
6,50-6,45	123,96	32,33	91,39	0,24	26,08	73,73	0,19
6,30-6,25	155,27	37,10	109,76	8,14	23,90	70,69	5,24
6,00-5,95	186,22	39,46	146,03	0,73	21,19	78,41	0,39
5,65-5,60	117,14	8,28	108,13	0,73	7,07	92,31	0,62
5,30-5,25	222,14	76,83	139,25	6,07	34,59	62,68	2,73
4,30-4,25	142,48	11,76	130,68	0,04	8,25	91,72	0,03
3,65-3,60	179,29	21,21	157,97	0,11	11,83	88,11	0,06
2,50-2,45	165,44	43,43	121,89	0,12	26,25	73,68	0,07
1,00-0,95	183,35	25,20	157,19	0,96	13,74	85,73	0,53

**Tab. 4.2.2.3.1** - Tabella con i risultati delle analisi granulometriche effettuate sui campioni prelevati da alcuni degli intervalli litologici individuati nel sondaggio TS5. Nelle colonne a partire da sinistra sono riportati i campioni con indicate le profondità dal top della carota, il peso totale di ciascun campione, il peso delle classi granulometriche dei limi, delle sabbie e delle ghiaie di ogni campione e i valori percentuali di queste 3 classi all'interno di ciascun campione (cfr. fig. 4.2.2.3.2).

Nell'intervallo 3 (9,00-8,50 m) la classe dei limi è abbastanza rappresentata così come si ricava dalle analisi effettuate sui campioni a 8,85-8,80 m e a 8,55-8,50 m che registrano valori intorno al 30%. La classe delle sabbie predomina in questo intervallo con valori prossimi al 70% mentre la classe delle ghiaie è del tutto assente.

Il campione a 7,60-7,55 prelevato nell'intervallo 5 (7,70-7,50 m) ha valori delle tre classi granulometriche per lo più identici a quelli registrati nei campioni dell'intervallo 3.

Nel campione prelevato a 7,40-7,35 m dell'intervallo 6 (7,50-6,50 m) i valori della classe dei limi sono inferiori (17,2% circa) rispetto a quelli registrati nel campione dell'intervallo precedente. La classe delle sabbie d'altra parte ha valori relativamente più alti (circa 82%). La classe delle ghiaie registra valori prossimi all'1%.

Il campione 6,50-6,45 proveniente dall'intervallo 7 (6,50-6,30 m) ha valori abbastanza alti della classe dei limi (26% circa). Nel campione predomina la classe delle sabbie con valori di circa il 74%, mentre la classe delle ghiaie è molto poco rappresentata con un valore dello 0,19%.



In base ai risultati delle analisi effettuate su due campioni prelevati rispettivamente a 6,30-6,25 m e a 6,00-5,95 m, nell'intervallo 8 (6,30-5,70 m) sono registrati valori alti della classe delle sabbie, compresi tra circa il 70,7% e il 78,4%. La classe dei limi è rappresentata con valori compresi tra il 21,2% ed il 23,9%. Valori bassi sono stati ricavati per la classe delle ghiaie che nel campione a 6,30-6,25 m raggiunge il 5,2% circa, mentre nel campione a 6,00-5,95 m è inferiore all'1%.

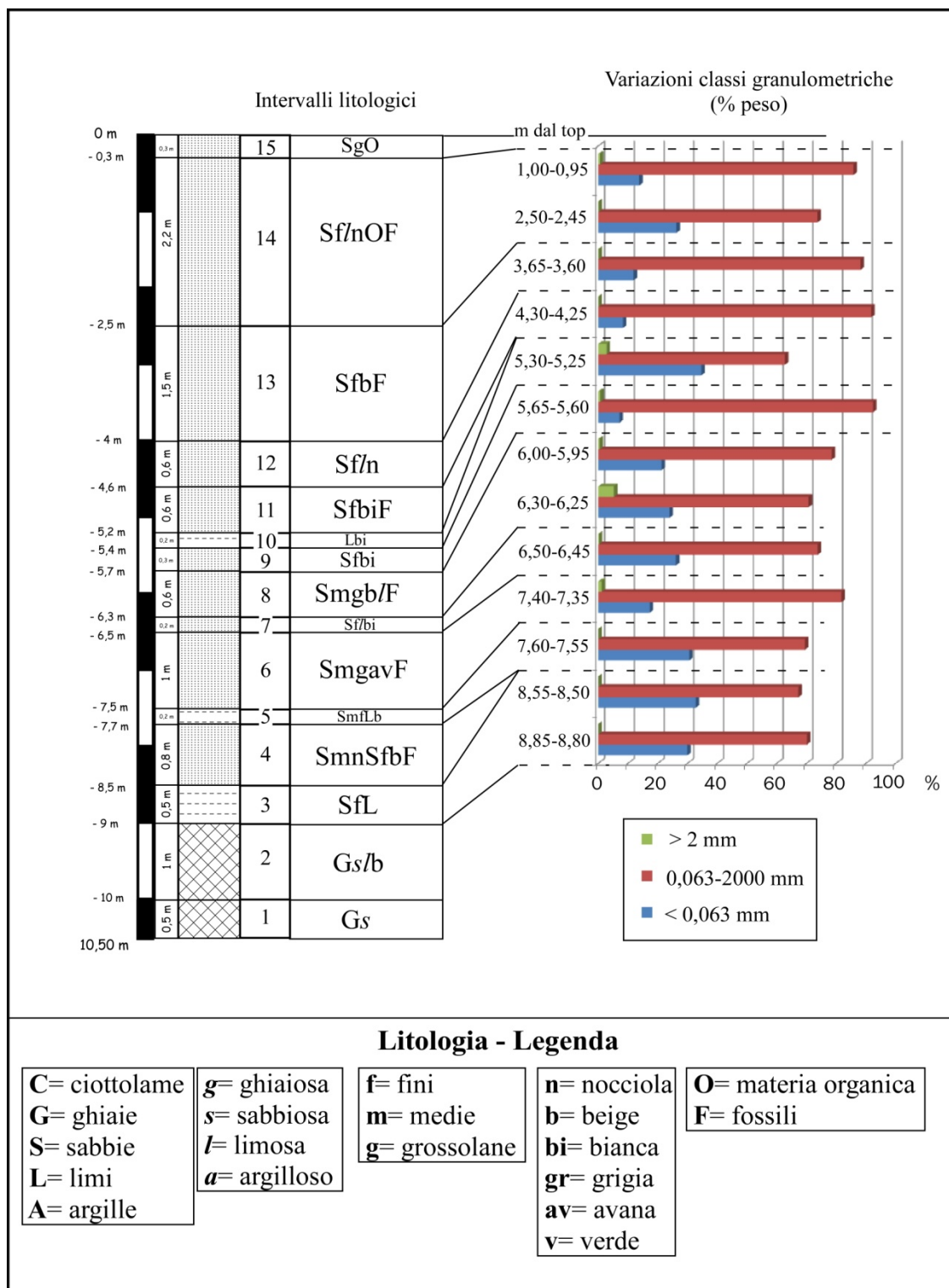
Nel campione a 5,65-5,60 m dell'intervallo 9 (5,70-5,40 m) si registra un netto aumento dei valori della classe delle sabbie e una conseguente diminuzione di quelli della classe dei limi rispetto a quanto ricavato per l'intervallo precedente: i valori delle due classi sono rispettivamente del 92,3% e del 7,1% circa; i valori della classe delle ghiaie non subiscono variazioni sostanziali essendo ancora inferiori all'1%.

Il campione prelevato a 5,30-5,25 m nell'intervallo 10 (5,40-5,20 m) rispetto all'intervallo precedente registra un netto aumento dei valori della classe dei limi che raggiungono circa il 35%. D'altra parte la classe delle sabbie registra valori relativamente inferiori (62,7%). Per quanto riguarda la classe delle ghiaie il valore, pur rimanendo basso, aumenta rispetto a quello del campione dell'intervallo precedente e raggiunge il 2,7% circa.

Il campione a 4,30-4,25 m dell'intervallo 12 (4,60-4,00 m) registra valori della classe delle sabbie di poco superiori al 90%; la classe dei limi ha valori bassi dell'8,25% mentre la classe delle sabbie ha valori molto inferiori all'1%.

Nel campione a 3,65-3,60 m dell'intervallo 13 (4,00-2,50 m) si registrano valori alti della classe delle sabbie (circa 88,1%) e relativamente bassi della classe dei limi (circa 11,8%). La classe delle ghiaie anche in questo caso ha valori molto inferiori all'1%.

Infine per quanto riguarda l'intervallo 14 (2,50-0,30 m) la classe dei limi registra valori abbastanza alti nella parte inferiore dell'intervallo (26,2% circa nel campione a 2,50-2,45 m) che diminuiscono nella parte alta (13,7% circa nel campione a 1,00-0,95 m). La classe delle sabbie pur dominando in tutto l'intervallo mostra un trend opposto essendo i valori relativamente più bassi nella porzione inferiore dell'intervallo (73,7% circa nel campione a 2,50-2,45 m) e più alti nella porzione superiore (85,7% circa nel campione a 1,00-0,95 m). La classe delle ghiaie registra nei due campioni analizzati valori inferiori all'1%.



**Fig. 4.2.2.3.2** - Schema di sintesi con i risultati delle analisi sedimentologiche effettuate sul sondaggio **TS5**. Nella parte sinistra sono illustrati gli intervalli litologici distinti (sigle spiegate nella legenda annessa) e gli spessori in metri. Nella parte destra è riportato il grafico con le percentuali in peso delle classi granulometriche dei limi (diametro dei granuli < 63µm), delle sabbie (tra 63µm e 2 mm) e delle ghiaie (> 2 mm) riscontrate in campioni prelevati in diversi intervalli del sondaggio (vedi tab. 4.2.2.3.1).

### 4.2.3 Paleontologia

I 3 sondaggi sono stati sottoposti alle analisi paleontologiche qualitative che hanno interessato complessivamente 70 campioni prelevati nei diversi intervalli individuati nelle 3 successioni sedimentarie.

Per la definizione degli intervalli litologici cui si fa riferimento nei successivi tre paragrafi si rimanda alla sezione precedente (4.2.2).

#### 4.2.3.1 Sondaggio TS3

Per il sondaggio TS3 sono stati analizzati complessivamente 28 campioni presenti in diversi intervalli litologici della successione sedimentaria.

- Intervallo 1 (16,50-15,50 m) - Nel campione prelevato a 16,25-16,20 m sono presenti un discreto numero di frammenti di molluschi marini (principalmente bivalvi), alcuni foraminiferi bentonici infralitorali e scarsi resti macroscopici di vegetali. Sono presenti alcuni esemplari integri di molluschi marini delle specie *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus*, *Glycymeris insubrica*, *Alvania* sp., *Tricolia pullus* e *Bittium reticulatum*. Il campione prelevato a 15,75-15,70 è sterile.

- Intervallo 2 (15,50-14,40 m) - Nel campione prelevato a 15,40-15,35 m sono presenti rari frammenti di gusci di molluschi marini, 1 frammento di opercolo di gasteropode marino e scarsi foraminiferi bentonici infralitorali. Nel campione prelevato a 15,10-15,05 m sono presenti alcuni frammenti di bivalvi marini parzialmente arrotondati, due porzioni umbonali della specie *Lentidium mediterraneum* e 1 frammento di *Tricolia pullus*; sono presenti anche alcuni foraminiferi bentonici infralitorali e resti macroscopici di vegetali. Nel campione prelevato a 14,95-14,90 m sono presenti scarsi frammenti di bivalvi marini parzialmente arrotondati indeterminabili e pochi foraminiferi bentonici infralitorali. Nel campione prelevato a 14,80-14,75 m sono presenti scarsi frammenti di bivalvi marini alterati, pochi foraminiferi bentonici infralitorali, 1 dente microscopico di pesci e resti macroscopici di vegetali. Nel campione prelevato a 14,70-14,65 m sono presenti scarsi frammenti di bivalvi marini alterati, 1 piastra di poliplacofori, un discreto numero di foraminiferi bentonici, alcuni ostracodi marini infralitorali anche a valve unite e resti macroscopici di vegetali. Nel campione prelevato a 14,55-14,50 m sono presenti scarsi frammenti di bivalvi marini per lo più arrotondati, 1 esemplare frammentario di *Lentidium mediterraneum*, alcuni resti di balanidi, pochi foraminiferi bentonici, alcuni ostracodi marini anche a valve unite e resti macroscopici di vegetali.

- Intervallo 3 (14,40-14,10 m) - Nel campione prelevato a 14,15-14,10 m sono presenti frammenti di bivalvi marini (*Donax semistriatus*, *Chamelea gallina*, *Striarca lactea*, *Mytaster* sp.) e di gasteropodi indeterminabili, alcuni frammenti di echinodermi e alcuni foraminiferi

bentonici infralitorali. Riguardo i molluschi sono stati rinvenuti esemplari integri e ben conservati delle specie di bivalvi *Chamelea gallina* e *Lentidium mediterraneum*, e un esemplare di *Ebala pointeli*.

- Intervallo 4 (14,10-13,60 m) - Nel campione prelevato a 13,85-13,80 m sono presenti frammenti di bivalvi marini (principalmente di *Donax semistriatus*) e rari foraminiferi bentonici infralitorali. Riguardo i molluschi sono stati rinvenuti esemplari integri della specie di bivalvi *Lentidium mediterraneum*, del gasteropode *Bittium reticulatum* e dello scafopode *Antalis dentalis*.

- Intervallo 5 (13,60-12,65 m) - Nel campione prelevato a 13,60-13,55 m sono stati rinvenuti alcuni frammenti di bivalvi marini, alcuni foraminiferi bentonici marini infralitorali, alcuni ostracodi marini e rari resti di vegetali. Riguardo i molluschi sono stati rinvenuti esemplari integri della specie di bivalvi *Chamelea gallina* e *Lentidium mediterraneum*, e di gasteropodi delle specie *Bittium reticulatum* e *Hydrobia* sp. Nel campione prelevato a 13,40-13,35 m il sedimento con numerosi ciottolotti mostra evidenti segni di ossidazione; è presente un discreto numero di frammenti di molluschi bivalvi e gasteropodi marini. Riguardo i molluschi sono stati rinvenuti esemplari frammentari della specie di bivalvi *Lentidium mediterraneum* e *Spisula subtruncata*. Nel campione prelevato a 13,30-13,25 m è stato rinvenuto un discreto numero di frammenti di gusci di bivalvi parzialmente levigati e alcuni foraminiferi bentonici marini infralitorali. Nei due campioni prelevati a 13,05-13,00 m e a 13,00-12,95 m sono presenti solo alcuni foraminiferi bentonici marini infralitorali. Nel campione prelevato a 12,95-12,90 m sono stati rinvenuti alcuni frammenti di gusci di bivalvi, pochi foraminiferi bentonici infralitorali e un otolie di pesce. Riguardo i molluschi sono stati rinvenuti due esemplari di *Bittium reticulatum* uno dei quali frammentario. Nel campione prelevato a 12,85-12,80 m è stato rinvenuto solo un frammento parzialmente arrotondato della specie di gasteropode terrestre *Pomatias elegans*.

- Intervallo 6 (12,65-12,00 m) - Nel campione prelevato a 12,60-12,55 m sono presenti solo rari frammenti di bivalvi marini. Nel campione prelevato 12,55-12,50 m sono presenti pochi frammenti di gusci ed alcuni esemplari frammentari di bivalvi delle specie *Lentidium mediterraneum* e *Striarca lactea*. Sono presenti evidenti segni di ossidazione. Nel campione prelevato 12,45-12,40 m sono presenti pochi frammenti di bivalvi non alterati ed una valva perfettamente conservata di un esemplare semi-adulto della specie *Chamelea gallina*.

- Intervallo 7 (12,00-11,00 m) - Nel campione prelevato a 12,00-11,95 m sono presenti pochi foraminiferi bentonici discretamente conservati e rari frammenti di gusci di bivalvi marini. Nel campione prelevato a 11,45-11,40 m sono presenti pochi foraminiferi bentonici, rari frammenti di gusci di bivalvi marini e 1 frammento di guscio di gasteropode terrestre indeterminabile. Nel campione prelevato a 11,25-11,20 m sono presenti pochi foraminiferi

bentonici, frammenti di gusci di bivalvi marini e apici di gasteropodi parzialmente arrotondati, resti di decapodi e pochi ostracodi marini infralitorali. Nel campione prelevato a 11,10-11,05 m sono presenti numerosi frammenti di gusci di bivalvi marini, resti balanidi, qualche otolite di pesci, foraminiferi bentonici infralitorali e rari ostracodi infralitorali. Nel campione sono presenti esemplari integri di molluschi marini. Sono rappresentate le specie *Bittium reticulatum* (numerosi esemplari), *Tricolia pullus*, *Rissoa* sp., *Alvania cimex*, *Gibbula* sp., *Glycymeris insubrica*, *Striarca lactea*, *Lentidium mediterraneum* (esemplari frammentari), *Donax semistriatus* (esemplari frammentari), *Chamelea gallina*, *Antalis dentalis* e Poliplacophora indet.

- Intervallo 8 (11,00-9,50 m) - Nel campione prelevato a 9,60-9,55 m sono presenti numerosi esemplari di molluschi marini ma quasi tutti frammentari. Sono presenti anche rari foraminiferi bentonici infralitorali. Le specie di molluschi rappresentati sono *Donax semistriatus*, *Chamelea gallina*, *Lentidium mediterraneum*, *Striarca lactea* e *Glycymeris insubrica*.

- Intervallo 10 (9,40-8,60 m) - Nel campione prelevato 9,25-9,20 m il contenuto fossilifero è abbondante ma per lo più frammentario e costituito dalle stesse specie del campione prelevato a 9,60-9,55 m nell'intervallo 8 .

- Intervallo 13 - (7,85-8,00) - Il campione prelevato a 8,00-7,95 m è sterile. Nel campione prelevato a 7,90-7,85 sono stati rinvenuti alcuni frammenti di bivalvi marini e foraminiferi bentonici marini ben conservati.

#### **4.2.3.2 Sondaggio TS4**

Per il sondaggio TS4 sono stati analizzati complessivamente 28 campioni presenti in diversi intervalli litologici della successione sedimentaria.

- Intervallo 1 (15,60-14,35 m) - Nel campione prelevato a 15,58-15,53 m sono presenti pochi frammenti di molluschi marini, una porzione umbonale del bivalve *Glycymeris insubrica*, e alcuni foraminiferi bentonici di ambiente marino infralitorale. Nel campione prelevato a 15,15-15,10 m sono presenti un discreto numero di foraminiferi bentonici di ambiente marino infralitorale e 1 esemplare frammentario del gasteropode marino *Bittium reticulatum*. Il campione prelevato a 14,65-14,60 m è sterile ed il sedimento mostra evidenti segni di ossidazione. Nel campione prelevato a 14,40-14,35 m il contenuto fossilifero è scarsissimo; sono presenti alcuni foraminiferi bentonici di ambiente marino infralitorale. Nel sedimento del campione si riscontrano alcuni segni di ossidazione.

- Intervallo 2 (14,35-13,65 m) - Nel campione prelevato a 13,80-13,75 m il contenuto fossilifero è scarso. Sono presenti alcuni molluschi marini frammentari indeterminabili (sia gasteropodi che bivalvi) e foraminiferi bentonici infralitorali; alcuni di questi ultimi sono alterati e levigati.

- Intervallo 3 (13,65-12,10 m) - Nel campione prelevato a 13,55-13,50 m sono presenti un discreto numero di esemplari di foraminiferi bentonici marini infralitorali. Nel campione prelevato a 13,40-13,35 m sono presenti foraminiferi bentonici marini infralitorali e planctonici; sono presenti anche alcuni frammenti di bivalvi marini. Nel campione prelevato a 12,60-12,55 m sono presenti foraminiferi bentonici marini infralitorali e alcuni frammenti di bivalvi marini.

- Intervallo 5 (12,00-11,85 m) - Nel campione prelevato a 12,00-11,95 m il contenuto fossilifero è scarso. Sono presenti alcuni frammenti di bivalvi arrotondati e levigati e foraminiferi bentonici marini levigati. Nel campione prelevato a 11,95-11,90 m sono presenti foraminiferi bentonici marini infralitorali alterati. Nel sedimento si evidenziano alcuni segni di ossidazione.

- Intervallo 6 (11,85-10,85 m) - Il campione prelevato a 11,45-11,40 m è sterile.

- Intervallo 8 (10,70-10,50 m) - I campioni prelevati a 10,70-10,63 m e 10,60-10,55 m sono sterili.

- Intervallo 9 (10,50-8,80 m) - I campioni prelevati a 10,25-10,20 m e a 9,25-9,20 m sono sterili.

- Intervallo 10 (8,80-7,90 m) - Nel campione prelevato a 8,35-8,30 m sono stati individuati rari frammenti di gusci di bivalvi marini levigati e 1 valva di un esemplare giovanile della specie *Lentidium mediterraneum*. Nel campione prelevato a 8,15-8,10 m sono presenti alcuni frammenti di bivalvi levigati, 1 porzione umbonale di *Donax semistriatus*, 1 valvetta microscopica di *Lentidium mediterraneum* e numerosi foraminiferi bentonici infralitorali levigati.

- Intervallo 11 (7,90-7,60 m) - Il campione prelevato a 7,70-7,65 m è sterile.

- Intervallo 13 (7,00-6,70 m) - Nel campione prelevato a 6,75-6,70 m sono presenti numerosi frammenti di gusci di molluschi marini (alcuni arrotondati altri no), frammenti di balanidi, resti di echinodermi, alcuni foraminiferi bentonici e alcuni ostracodi marini infralitorali. Per quanto riguarda i molluschi sono presenti alcuni esemplari delle specie *Lentidium mediterraneum*, *Chamelea gallina*, *Abra* sp., *Glycymeris insubrica*, *Bittium reticulatum* e 1 frammento di placca di poliplacoforo.

- Intervallo 14 (6,70-5,50 m) - Nel campione prelevato a 5,85-5,80 m sono presenti numerosi frammenti di gusci di molluschi marini e foraminiferi bentonici infralitorali.

- Intervallo 15 (5,50-5,35 m) - Nel campione prelevato a 5,50-5,45 m sono presenti rari frammenti di bivalvi levigati e qualche frammento di insetto. Nel campione prelevato a 5,40-5,35 m sono presenti alcuni foraminiferi bentonici alterati e rari frammenti di gusci di bivalvi. Il sedimento è arrotondato.

- Intervallo 16 (5,35-4,95 m) - Nel campione prelevato a 5,25-5,20 m sono presenti frammenti di bivalvi, foraminiferi bentonici, alcuni ostracodi marini infralitorali, frammenti di



echinodermi. Sono presenti alcuni esemplari integri di molluschi marini delle specie *Cardiidae* indet., *Chamelea gallina*, *Lentidium mediterraneum* e *Bittium reticulatum*. Nel campione prelevato 5,05-5,00 m sono presenti frammenti di bivalvi, foraminiferi bentonici, alcuni ostracodi marini infralitorali, frammenti di echinodermi, frammenti di anellidi della famiglia Spirorbidae, resti di vegetali e alcuni frammenti di frammenti di gusci di molluschi terrestri. Sono presenti alcuni esemplari integri di molluschi marini delle specie *Cardiidae* indet., *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus*, *Lentidium mediterraneum*, *Striarca lactea* e *Bittium reticulatum*.

- Intervallo 17 (4,95-0,00 m) - Nel campione prelevato a 4,50-4,45 m sono presenti frammenti di bivalvi, foraminiferi bentonici, ostracodi e resti di vegetali. Sono presenti alcuni esemplari integri di molluschi marini delle specie *Chamelea gallina*, *Lentidium mediterraneum*, *Glycymeris insubrica*, *Muricopsis cristatus* e *Bittium reticulatum*. Nel campione prelevato a 4,20-4,15 m sono presenti frammenti di bivalvi, foraminiferi bentonici numerosi, ostracodi, resti di vegetali e frammenti di echinodermi. Sono presenti alcuni esemplari integri di molluschi marini delle specie *Lentidium mediterraneum*, *Glycymeris insubrica*, *Mytilaster lineatus*, *Striarca lactea*, *Tellina nitida* e *Bittium reticulatum*. Nel campione prelevato a 3,90-3,85 m sono presenti numerosissimi vegetali, numerosi foraminiferi bentonici e planctonici, Ostracodi marini infralitorali, balanidi, briozoi, echinodermi e frammenti di gusci di molluschi terrestri. Sono presenti numerosi esemplari integri di molluschi marini riferibili principalmente alle specie *Anomia ephippium*, *Corbula gibba*, *Hiatella arctica*, *Lentidium mediterraneum*, *Modiolarca subpicta*, *Mytilaster lineatus*, *Tellina nitida*, *Tellina* sp., *Rissoa* sp. e *Bittium reticulatum*. Sono stati individuati anche alcuni esemplari di molluschi terrestri della specie *Trochoidea trochoides*.

#### **4.2.3.3 Sondaggio TS5**

Per il sondaggio TS5 sono stati analizzati complessivamente 14 campioni presenti in diversi intervalli litologici della successione sedimentaria.

- Intervallo 3 (9,00-8,50 m) - Nel campione prelevato a 8,85-8,80 m sono presenti frammenti di gusci marini, foraminiferi bentonici, di ostracodi marini infralitorali e frammenti di echinodermi. Riguardo i molluschi si segnala la presenza di una porzione umbonale del bivalve *Spisula subtruncata* e di un frammento del gasteropode marino *Turbonilla* sp. Nel campione prelevato a 8,55-8,50 m sono presenti frammenti di gusci marini sia di bivalvi che di gasteropodi, foraminiferi bentonici, qualche ostracode marino infralitorale e frammenti di echinodermi. Fra i molluschi sono stati rinvenuti esemplari giovanili del bivalve *Glycymeris insubrica* e dei gasteropodi *Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus*.

- Intervallo 5 (7,70-7,50 m) - Nel campione prelevato a 7,60-7,55 m sono stati rinvenuti pochi frammenti di gusci e foraminiferi bentonici di ambiente marino infralitorale.

- Intervallo 6 (7,50-6,50 m) - Nel campione prelevato a 7,40-7,35 m il contenuto fossilifero è abbondante. Sono presenti numerosi foraminiferi sia bentonici che planctonici, numerosi ostracodi marini infralitorali anche a valve unite e frammenti di echinodermi. I frammenti di gusci marini sono abbondanti, sono presenti anche frammenti di gusci di terrestri. Fra i bivalvi predominano le specie *Chamelea gallina* e *Lentidium mediterraneum* della biocenosi SFS (cfr. par.3.2, tab. 3.2.2). Fra i gasteropodi prevale la specie *Bittium reticulatum*. Si segnala anche la presenza di esemplari delle specie di bivalvi *Anomia ephippium*, *Cardiidae* indet., *Glycymeris insubrica*, *Lucinella divaricata*, *Nuculana pella*, *Spisula subtruncata*, *Striarca lactea*, *Tellina nitida*, *Tellina* sp.; fra i gasteropodi *Caecum* sp., *Tricolia pullus*, *Turbonilla* sp. e *Turritella* sp. juv. Sono presenti anche esemplari di scafopodi della specie *Antalis dentalis*. Si segnala la presenza anche di alcuni esemplari della specie *Hydrobia* sp., un gasteropode che di solito si rinviene negli ambienti salmastri. Fra i gasteropodi terrestri sono stati identificati esemplari di *Carychium minimum* e *Theba pisana*.

- Intervallo 7 (6,50-6,30 m) - Nel campione prelevato a 6,50-6,45 m il contenuto fossilifero è scarso. Sono presenti pochi foraminiferi bentonici, qualche ostracode marino infralitorale, pochi frammenti di gusci marini (*Lentidium mediterraneum*), due esemplari del gasteropode *Bittium reticulatum* e alcuni frammenti di gusci di terrestri.

- Intervallo 8 (6,30-5,70 m) - Nel campione prelevato a 6,30-6,25 m il contenuto fossilifero è abbondante. Sono presenti esemplari e frammenti di gusci di molluschi marini, alcuni frammenti di gusci di molluschi terrestri, foraminiferi bentonici e planctonici, ostracodi infralitorali anche a valve unite e resti di echinodermi. Riguardo i molluschi marini prevalgono con numerosi esemplari integri le specie *Bittium reticulatum*, *Lentidium mediterraneum* e *Chamelea gallina*. Nel campione prelevato a 6,00-5,95 m sono presenti numerosi foraminiferi di ambiente marino infralitorale, foraminiferi planctonici, numerosi ostracodi anche a valve unite di ambiente marino infralitorale, resti di echinodermi, abbondanti frammenti di gusci di molluschi marini e alcuni frammenti di molluschi terrestri. Riguardo i molluschi marini sono presenti pochi esemplari integri delle specie *Bittium reticulatum*, *Lentidium mediterraneum* e *Chamelea gallina*.

- Intervallo 9 (5,70-5,40 m) - Nel campione prelevato a 5,65-5,60 m sono presenti frammenti di gusci di molluschi di ambiente marino infralitorale, foraminiferi bentonici ed ostracodi infralitorali, pochi foraminiferi planctonici, alcuni resti di echinodermi, 1 otolite di pesci, rari frammenti di gusci di molluschi terrestri. Per quanto riguarda i molluschi marini è

stato rinvenuto un esemplare della specie di bivalve *Chamelea gallina*, una porzione umbonale della specie *Donax semistriatus* e alcuni esemplari giovanili di *Bittium reticulatum*.

- Intervallo 10 (5,40-5,20 m) - Nel campione prelevato a 5,30-5,25 m sono presenti scarsi frammenti di gusci di bivalvi marini alterati (*Glycymeris insubrica* e *Chamelea gallina*).

- Intervallo 12 (4,60-4,00 m) - Nel campione prelevato a 4,30-4,25 m sono presenti frammenti di gusci di bivalvi marini, pochi foraminiferi bentonici infralitorali, resti di vegetali, alcuni frammenti di gusci di molluschi terrestri. Riguardo ai molluschi marini sono stati rinvenuti rari esemplari integri di bivalvi (*Lentidium mediterraneum*, *Chamelea gallina* e *Striarca lactea*).

- Intervallo 13 (4,00-2,50 m) - Nel campione prelevato a 3,65-3,60 m il contenuto fossilifero è discreto. Sono presenti resti di echinodermi, alcuni ostracodi, foraminiferi bentonici, resti di balanidi, resti di anellidi della famiglia Spirorbidae, pochi frammenti di gusci di molluschi terrestri e alcuni resti di vegetali. Per quanto riguarda i molluschi marini sono presenti alcuni esemplari integri delle specie *Lentidium mediterraneum* e *Chamelea gallina*. Sono presenti anche esemplari della specie *Abra* sp., *Anomia ephippium*, *Dosinia lupinus*, *Hiatella arctica*, *Mytilaster minimus*, *Pharus legumen*, *Spisula subtruncata*, *Tellina nitida*, *Striarca lactea*; fra i gasteropodi sono presenti *Bittium reticulatum*, *Nassarius* sp. e Trochidae indet.

- Intervallo 14 (2,50-0,30 m) - Nel campione prelevato a 2,50-2,45 m sono presenti un buon numero di frammenti di gusci marini, abbondanti vegetali (anche semi), foraminiferi bentonici, ostracodi anche a valve unite, resti di balanidi, di echinodermi, di anellidi, un otolite di pesce. Riguardo ai molluschi marini sono presenti numerosi esemplari di bivalvi della specie *Lentidium mediterraneum*, alcuni esemplari di *Donax semistriatus*, 1 cerniera di *Abra* sp., 2 esemplari giovanili di *Bittium reticulatum*, 1 valva di *Striarca lactea* juv e 1 valva di *Lucinella divaricata*. Sono stati rinvenuti anche pochi frammenti di gusci di molluschi terrestri. Infine nel campione prelevato a 1,00-0,95 m il contenuto fossilifero è abbondante. Sono presenti frammenti ed esemplari di molluschi marini, foraminiferi bentonici ed ostracodi marini infralitorali, resti di echinodermi, di balanidi, resti di vegetali, alcuni semi, alcuni oogoni di Characeae. Per quanto riguarda i molluschi sono stati rinvenuti numerosi esemplari delle specie di bivalvi *Lentidium mediterraneum*, *Chamelea gallina* e *Donax semistriatus*. Sono presenti anche esemplari delle specie di bivalvi *Abra* sp., *Anomia ephippium*, *Hiatella arctica*, *Mytilaster lineatus*, *Nucula nucleus*, *Spisula subtruncata* e *Striarca lactea*; fra i gasteropodi sono presenti *Bittium reticulatum*, *Neverita josephinia*, *Odostomia* sp., *Patella* sp., *Retusa* sp. e *Turritella* sp.

## 5. Discussione

### 5.1 Area della foce del fiume Trigno

#### Sondaggio MBS1

In base ai risultati delle analisi effettuate dal punto di vista delle faune presenti è possibile suddividere la successione sedimentaria del sondaggio MBS1 in tre unità principali che corrispondono alle tre principali unità litologiche descritte nel par. 4.1.2.1.

- L'unità inferiore ghiaiosa (12,00-9,75 m). Questa unità è priva di contenuto fossilifero e date le caratteristiche sedimentologiche è riferibile ad un ambiente fluviale.

- L'unità intermedia limoso-argillosa (9,75-9,00). Questa unità ha spessore ridotto e presenta una fauna di tipo continentale (molluschi terrestri e ostracodi dulcicoli) associata a resti di vegetali anche macroscopici (foglie, semi, ecc.). Date le caratteristiche ecologiche della fauna si ricava un paleoambiente corrispondente ad una zona fluviale vegetata di piana inondabile (*flood plain*). Verso l'alto si riscontra una certa influenza dell'ambiente marino così come evidenziato dalla presenza di alcuni esemplari di ostracodi di ambiente marino infralitorale.

- L'unità superiore sabbiosa (9,00-0,00 m). In base ai risultati delle analisi sulle malacofaune e sugli ostracodi si ricava che l'intera successione sedimentaria corrispondente all'unità sabbiosa si è deposta in ambiente marino infralitorale. In particolare in base al contenuto in ostracodi non è possibile riconoscere lungo la successione sedimentaria variazioni paleobatimetriche. Alcune indicazioni importanti in questo senso si ricavano invece dai risultati delle analisi malacologiche. In alcuni livelli della porzione inferiore dell'unità sabbiosa, dove i valori della biocenosi SFBC (*range* batimetrico attuale da 2,5 a 25 m) sono relativamente alti, le paleobatimetrie erano verosimilmente maggiori rispetto a quelle della porzione alta dell'unità dove predominano le specie caratteristiche della biocenosi SFS (*range* batimetrico attuale da 0 a 2,5 m) e dove spesso i valori della biocenosi AP (superficiale, al limite con il piano mesolitorale) sono abbastanza significativi indicando una relativa vicinanza della linea di riva. Nella porzione inferiore della subunità in generale si ricava una maggiore instabilità del substrato dovuta a tassi di sedimentazione verosimilmente alti (valori della biocenosi MI relativamente alti). Confrontando il contenuto in molluschi delle diverse sub-unità con le caratteristiche sedimentologiche di quest'ultime (par. 4.1.2.1, fig. 4.1.2.1.2) si osserva come nelle sub-unità dove la frazione limosa è alta (20-30%) (sub-unità S3 e S7) la presenza delle specie di molluschi marini diminuisce in maniera drastica; fanno eccezione i campioni della porzione alta (a 1,80-1,75 e a 1,50-1,40) della sub-unità S7 dove, pur essendo la frazione limosa significativa (superiore al 20%), i molluschi marini sono ben rappresentati.

## Sondaggio MBS2

In base ai risultati delle analisi effettuate sulle faune presenti è possibile suddividere la successione sedimentaria del sondaggio MBS2 in tre unità principali: due inferiori corrispondenti alle 2 sub-unità litologiche dell'unità limoso-argillosa, con il passaggio tra le due unità faunistiche spostato però un pò verso il basso (tra 11,55 m e 11,70 m) rispetto a quello tra le 2 sub-unità litologiche (11,10 m) (par. 4.1.2.2); una superiore corrispondente all'unità sabbiosa.

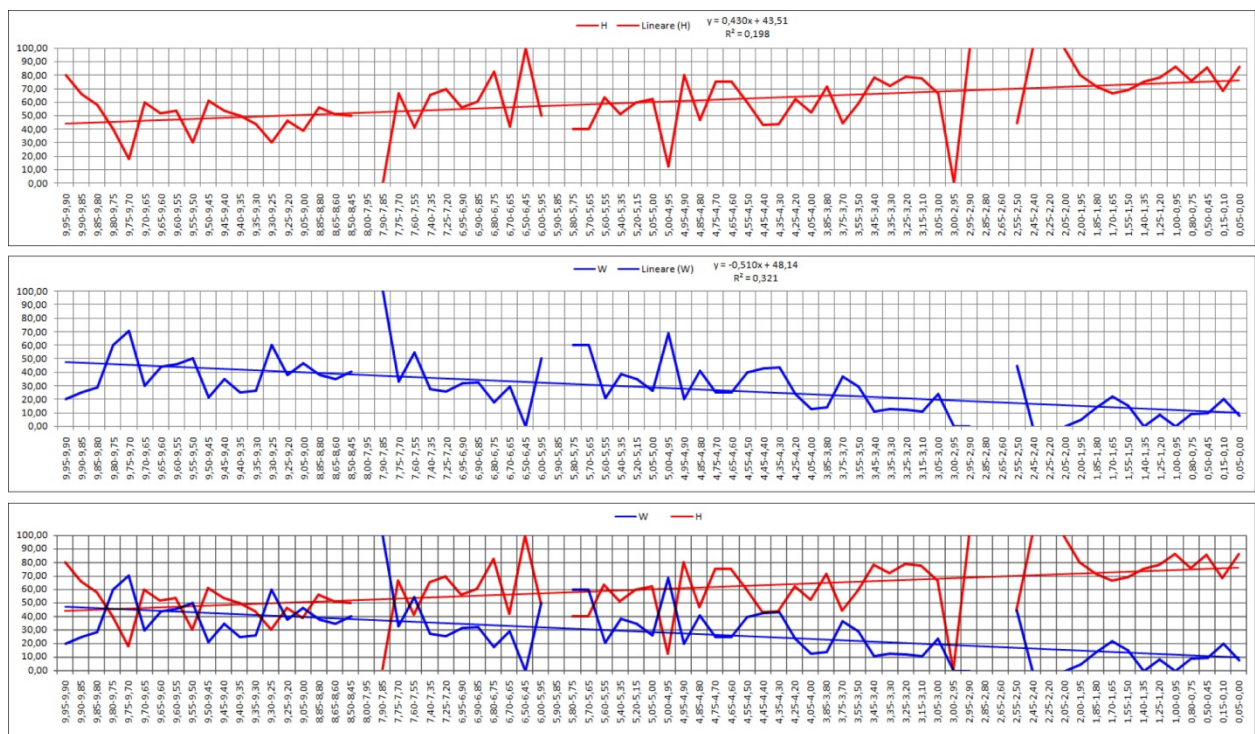
- La porzione inferiore dell'unità limoso-argillosa compresa tra 12,40 m e 11,70 m corrisponde ad un paleoambiente continentale che è possibile ricondurre, in base al contenuto faunistico e le caratteristiche litologiche, ad un'area alluvionale più o meno vegetata (molto probabilmente ad una *flood plain*).

- Per quanto riguarda la porzione dell'unità limoso-argillosa compresa tra 11,55 m e 10,07 m (circa il top dell'unità), sia le analisi sui molluschi sia quelle sugli ostracodi rivelano la presenza preponderante di faune marine infralitorali meglio rappresentate nei campioni prelevati in prossimità del top dell'unità. In particolare dalle analisi sugli ostracodi si ricava che diversi livelli di questa porzione dell'unità limoso-argillosa sono condizionati dagli apporti di sedimenti trasportati da acque continentali: sono presenti infatti sia ostracodi tipici di acque dolci, che forme tipiche di ambiente marino, sia infralitorali che circalitorali-batiali. Alcune di queste ultime appartengono a taxa che risultano estinti nel Recente e nella parte alta del Quaternario. Nonostante l'ottimo stato di conservazione di pressoché tutti gli esemplari rinvenuti, risulta evidente la ripetuta presenza di associazioni miste in cui l'associazione infralitorale (verosimilmente autoctona) ha subito una duplice contaminazione da parte di faune continentali, presumibilmente coeve, ed ostracodi di ambiente marino più profondo derivanti dai sedimenti argillosi del substrato plio-pleistocenico, attraversato ed inciso dal Fiume Trigno nel settore vallivo basso retrostante l'area di studio. L'interpretazione paleoambientale per questa porzione della successione sedimentaria è quella di un ambiente marino piuttosto marginale con condizioni idrodinamiche di bassa energia molto probabilmente riconducibili alla presenza di una barra sabbiosa distale.

- Unità sabbiosa superiore (10,00-0,00 m). In base ai risultati delle analisi paleontologiche si ricava che l'intera successione sedimentaria corrispondente all'unità sabbiosa si è deposta in ambiente marino infralitorale. Dai risultati delle analisi malacologiche in particolare si ricavano alcune importanti indicazioni sulle variazioni ambientali e paleobatimetriche registrate lungo la successione sedimentaria dell'unità. La sub-unità S1 (10,00-9,30 m) è caratterizzata dalla presenza di un alto numero di specie di molluschi marini delle classi dei bivalvi e dei gasteropodi rappresentati da un discreto numero di esemplari. Nella porzione inferiore (tra 9,90 e 9,80 m) la malacofauna è ben rappresentata e riferibile principalmente alla biocenosi SFS del piano

infralitorale che attualmente in Mediterraneo ha un un range batimetrico che va da 0 a 2,5 m (Pérès & Picard, 1964). Nel campione a 9,75-9,70 m la specie *Antalis dentalis* della classe Scaphopoda è quella che si rinviene con il maggior numero di esemplari. In questo campione sono stati raccolti numerosi esemplari dell'anellide *Ditrupa arietina*. La presenza di questa associazione faunistica riferibile alla biocenosi MI è legata alla fase iniziale di un incremento negli apporti di limo all'interno del paleoambiente corrispondente a questo intervallo della sub-unità, così come ricavato dai risultati delle analisi granulometriche (par. 4.1.2.2; fig. 4.1.2.2.2). Fra l'altro una delle caratteristiche principali della biocenosi MI, che è indipendente dal piano marino (si rinviene cioè sia nell'infralitorale che nel circalitorale), è proprio quella di svilupparsi e di subentrare alle biocenosi preesistenti in ambienti in cui si verificano eventi di ipersedimentazione fine (Pérès & Picard, 1964). Nella porzione superiore della sub-unità (9,65-9,30 m) le associazioni a molluschi sono riferibili principalmente alla biocenosi SFBC del piano infralitorale che in Mediterraneo ha un un range batimetrico che va da circa 2,5 m a circa 25 m (Pérès & Picard, 1964). Nella sub-unità S2 (9,30-8,45 m) sono presenti associazioni a molluschi di ambiente marino molto ricche sia per numero di specie che di esemplari. Le associazioni a molluschi dei campioni analizzati sono riconducibili principalmente alla biocenosi SFBC del piano infralitorale. Nella sub-unità sono presenti e discretamente rappresentate anche specie della biocenosi MI. Nella sub-unità S3 (8,00-7,50 m) in risposta ad un aumento massiccio della frazione limosa (cfr. par. 4.1.2.2; fig. 4.1.2.2.2) scompaiono quasi del tutto i molluschi. Essi tornano ad essere numerosi solo nella parte alta della sub-unità (c. 7,60-7,55 m) dove prevalgono le specie della biocenosi MI (soprattutto *Dosinia lupinus*) seguite da quelle della biocenosi SFBC. La sub-unità S4 (7,50-6,80 m) è quella in cui i molluschi sono presenti con il maggior numero di esemplari rispetto all'intera successione sedimentaria corrispondente al sondaggio. Nella porzione inferiore e in quella medio-alta della sub-unità (7,40-6,90 m) la malacofauna è riconducibile principalmente alla biocenosi SFBC. Procedendo comunque verso l'alto lungo la sub-unità si osserva una tendenza ad aumentare dei valori delle specie riferibili alla biocenosi SFS che divengono quelle più rappresentate nel campione al top della sub-unità (6,80-6,75 m). Nella parte alta di questa sub-unità quindi è registrata una variazione in senso negativo delle paleobatimetrie. Nella sub-unità S5 (6,80-5,50 m) diminuisce drasticamente il contenuto in molluschi rispetto alla sub-unità precedente. I molluschi scompaiono quasi del tutto nella parte medio-alta della sub-unità e ricompaiono nella porzione più alta con un numero discreto di esemplari nel campione a 5,60-5,55 m. Come già segnalato, nel campione a 6,80-6,75 m prevalgono le specie caratteristiche della biocenosi SFS; in quello a 6,70-6,65 m prevalgono le specie della biocenosi SFBC mentre nel campione al top della sub-unità (5,60-5,55 m) prevalgono nuovamente le specie della biocenosi SFS. Nella sub-unità S6 (5,50-5,00 m) è stato

raccolto un buon numero di molluschi marini. Le specie più rappresentate sono *Chamelea gallina*, *Donax semistriatus* e *Lentidium mediterraneum* tutte caratteristiche della biocenosi SFS. Infine nella sub-unità S7 (5,00-0,00 m) si registrano ricorrenti variazioni positive e negative delle abbondanze delle associazioni a molluschi. In particolare in alcuni intervalli della sub-unità le variazioni delle abbondanze dei molluschi sono riconducibili alle variazioni delle caratteristiche granulometriche del substrato, infatti il numero di esemplari delle specie diminuisce drasticamente quando la frazione limosa aumenta, mentre tende ad aumentare quando la quantità di limo diminuisce portando all'instaurarsi sul fondale marino della biocenosi SFS. Nella fig. 5.1.1 sono illustrate le linee di tendenza lineari calcolate rispetto alle percentuali delle categorie di energia del mezzo H e W riscontrate lungo la successione sedimentaria corrispondente all'unità sabbiosa. La categoria W mostra una tendenza a diminuire procedendo verso l'alto mentre i taxa di tipo H mostrano una tendenza ad aumentare, da ciò si ricava per l'unità sabbiosa un assetto morfologico-deposizionale tipico di una *shoreface*.



**Fig. 5.1.1** - Schema di confronto delle linee di tendenza lineari calcolate per le percentuali delle classi di energia del mezzo W e H riscontrate lungo la successione sedimentaria corrispondente all'unità sabbiosa del sondaggio MBS2. Parte inferiore dell'unità a sinistra.

Nella fig. 5.1.2 sono illustrate le linee di tendenza lineari calcolate rispetto alle percentuali delle principali biocenosi (SFS, SFBC, MI e HP) riscontrate lungo la successione sedimentaria dell'unità sabbiosa. Si osserva che le specie della biocenosi SFS mostrano una tendenza ad aumentare mentre quelle della biocenosi SFBC, MI e HP una tendenza a diminuire procedendo verso il top della successione. Dal confronto tra i valori percentuali delle biocenosi SFS e SFBC si ricava che le paleobatimetrie nella porzione inferiore dell'unità sabbiosa, compresa almeno tra



9,65 e 6,90 m erano maggiori di quelle della parte alta della successione compresa tra 5,60 e il top. Ciò si ricava dal fatto che nell'intervallo 9,65-6,90 m prevalgono le specie caratteristiche della biocenosi SFBC (range batimetrico 2,5-25 m), mentre in quello tra 5,60 e 0 m sono le specie caratteristiche della biocenosi SFS ad essere maggiormente rappresentate. Per quanto riguarda l'intervallo tra queste due porzioni, cioè tra 6,90 e 5,60, nei campioni prelevati tra 6,90 e 6,65 m si alternano livelli con valori maggiori delle specie della biocenosi SFS e livelli con valori maggiori di quelle della biocenosi SFBC, mentre nei campioni prelevati tra 6,50 e 5,65 il contenuto in molluschi è molto scarso non fornendo indicazioni significative sul tipo di biocenosi.



**Fig. 5.1.2** - Grafici delle linee di tendenza lineari calcolate per le percentuali delle principali biocenosi (SFS, SFBC, MI e HP) riscontrate lungo la successione sedimentaria dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS2. Nel terzo grafico sono confrontate le linee di tendenza delle percentuali delle biocenosi SFS e SFBC. Nel riquadro la porzione della successione sedimentaria in cui in base ai valori percentuali registrati per le 2 biocenosi è possibile individuare l'inversione in senso negativo del trend paleobatimetrico rispetto a quello della porzione inferiore della successione sedimentaria. Base dell'unità sabbiosa a sinistra (per la descrizione delle biocenosi cfr. par. 3.2, tab. 3.2.2).

### Sondaggio MBS3

In base ai risultati delle analisi effettuate sulle faune presenti è possibile suddividere la successione sedimentaria del sondaggio MBS3 in 4 unità principali: una inferiore corrispondente all'unità ghiaiosa, due corrispondenti alle 2 sub-unità litologiche L1 e L2 dell'unità limoso-argillosa ed una superiore corrispondente all'unità sabbiosa.

- L'unità inferiore ghiaiosa (15,00-13,20 m) è priva di contenuto fossilifero e date le sue caratteristiche sedimentologiche è riferibile ad un ambiente fluviale.

- La sub-unità L1 dell'unità limoso-argillosa, compresa tra 13,20 m e 11,90 m, date le caratteristiche litologiche ed il contenuto faunistico (molluschi terrestri, ostracodi dulcicoli e resti di vegetali) è riferibile ad un paleoambiente continentale di tipo fluvio-palustre. In base ai risultati delle datazioni radiometriche l'intera successione sedimentaria di questa sub-unità si è deposta nell'intervallo temporale compreso tra  $19945 \pm 345$  BP e  $19165 \pm 195$  BP (età C14 calibrate) e quindi a ridosso dell'ultimo massimo glaciale.

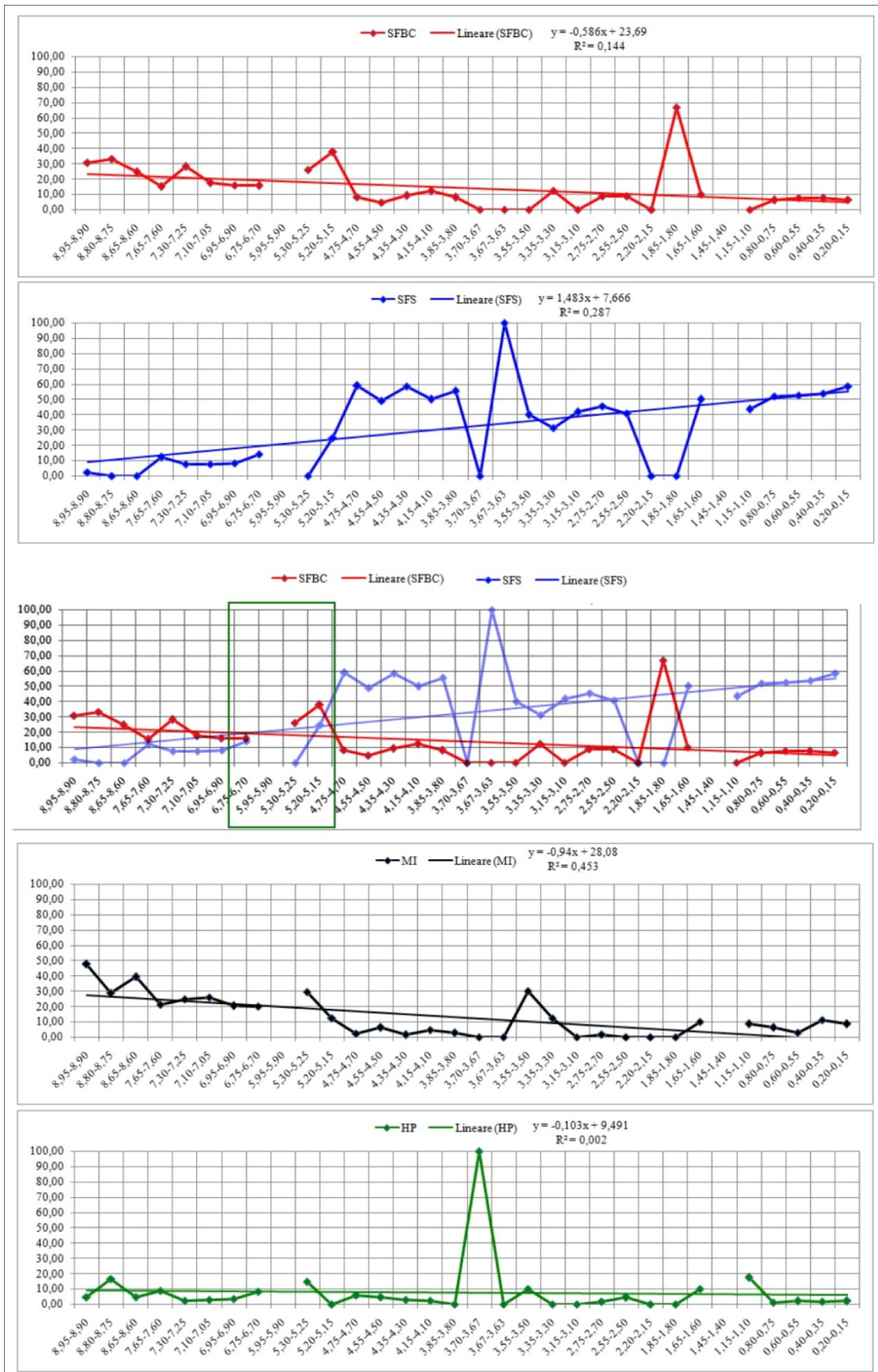
- Nella porzione inferiore (tra 11,90 e 11,40) della sub-unità L2 per quanto riguarda i molluschi sono presenti solo specie continentali; si tratta sia di specie terrestri che dulcicole; esse attualmente popolano ambienti molto umidi e nelle aree alluvionali hanno un'alta tolleranza alle fasi di inondazione (specie terrestri) e alle successive fasi d'inaridimento (specie dulcicole). Nella parte alta della sub-unità prevalgono le specie marine infralitorali. Per quanto riguarda il contenuto in ostracodi, in tutta la sub-unità si rinvencono sia specie dulcicole che marine infralitorali; le abbondanze di queste ultime aumentano procedendo verso l'alto nella sub-unità. In aggiunta nella sub-unità sono comuni le specie di foraminiferi bentonici infralitorali. In base a questi dati è possibile attribuire la sub-unità ad un paleoambiente con condizioni idrodinamiche simili a quelli di una laguna: in questo paleoambiente l'influenza delle acque dolci era maggiore nella porzione inferiore mentre nella superiore c'era una maggiore influenza dell'ambiente marino, così come si ricava dalla presenza di specie marine infralitorali sia fra i molluschi che fra gli ostracodi ed i foraminiferi.

- Unità sabbiosa (9,00-0,00 m). In base ai risultati delle analisi paleontologiche si ricava che la successione sedimentaria corrispondente all'unità sabbiosa nella sua porzione inferiore (9,00-2,20 m) e superiore (1,15-0,00 m) si è deposta in ambiente marino infralitorale; la porzione corrispondente alla parte inferiore e media della sub-unità S5 (intervallo compreso tra 2,20 e 1,40 m) si è deposta in un paleoambiente fluvio-deltizio. Dai risultati delle analisi malacologiche in particolare si ricavano alcune importanti indicazioni sulle variazioni ambientali e paleobatimetriche registrate lungo la successione sedimentaria dell'unità. La sub-unità S1 (9,00-7,35 m) è caratterizzata dalla presenza di un alto numero di specie di molluschi marini delle classi dei bivalvi e dei gasteropodi rappresentati da un buon numero di esemplari. Nel campione

inferiore, prelevato a 8,95-8,90 m, prevalgono le specie della biocenosi MI principalmente rappresentate dallo scafopode *Antalis dentalis* seguito dai bivalvi *Abra alba* e *Corbula gibba*. La presenza di questa associazione faunistica è direttamente legata agli apporti alti di limo all'interno del paleoambiente corrispondente a questo intervallo della sub-unità, così come ricavato dai risultati delle analisi granulometriche (par. 4.1.2.3; fig. 4.1.2.3.2). Nei restanti campioni della sub-unità (8,80-7,85 m) le associazioni a molluschi sono riferibili principalmente alla biocenosi SFBC del piano infralitorale che in Mediterraneo ha un range batimetrico che va da circa 2,5 m a circa 25 m (Pérès & Picard, 1964). Nella sub-unità S2 (7,35-6,45 m) sono presenti associazioni a molluschi di ambiente marino ricche sia per numero di specie che di esemplari. Le associazioni a molluschi dei campioni analizzati sono riconducibili principalmente alla biocenosi SFBC del piano infralitorale. Nei campioni analizzati, sono presenti con valori abbastanza alti anche le specie della biocenosi MI. Le specie della biocenosi SFS registrano valori sempre inferiori rispetto a quelli della biocenosi SFBC; tali valori comunque tendono ad aumentare procedendo verso l'alto nella sub-unità. Nella sub-unità S3 (6,00-5,00 m) in generale il contenuto fossilifero in molluschi non è abbondante. Nel campione prelevato nella porzione inferiore della sub-unità (5,95-5,90 m) non sono presenti esemplari di molluschi. Nei due campioni prelevati nella porzione superiore della sub-unità (5,30-5,25 m e 5,20-5,15 m) il contenuto in molluschi è discreto. Le associazioni a molluschi dei campioni analizzati sono riconducibili principalmente alla biocenosi SFBC. Nel campione prelevato a 5,30-5,25 m discretamente rappresentate sono le specie della biocenosi MI mentre in quello a 5,20-5,15 m le specie della biocenosi SFBC sono seguite da quelle della biocenosi SFS. Nella sub-unità S4 (5,00-2,40 m) il numero di esemplari di molluschi marini è alto in alcuni livelli mentre essi sono quasi assenti o poco rappresentati in altri livelli. In particolare i molluschi scompaiono quasi del tutto nell'intervallo tra 3,70 e 3,63 m in corrispondenza di un aumento della frazione limosa nella sub-unità. Nella sub-unità prevalgono nettamente le specie della biocenosi SFS. Nel campione prelevato a 3,55-3,50 m dove la frazione limosa è abbondante sono registrati valori relativamente alti della biocenosi MI. Nel campione prelevato a 2,55-2,50 m si segnalano valori discreti delle specie riferibili alla biocenosi AP. Dal momento che nelle sub-unità precedenti erano maggiormente rappresentate le specie della biocenosi SFBC che attualmente ha un range batimetrico che va da 2,5 a 25 m, mentre nella sub-unità S4 prevalgono nettamente le specie della biocenosi SFS, con range batimetrico che va da 0 a 2,5 m, si registra a partire dalla base di questa sub-unità una variazione in senso negativo delle paleobatimetrie. Nella porzione inferiore della sub-unità S5 (tra 2,20 e 1,40 m) il numero di esemplari di molluschi marini è molto scarso; qui d'altra parte sono presenti un buon numero di esemplari di gasteropodi terrestri delle specie *Punctum pygmaeum*, *Succinea* sp. e *Truncatellina cylindrica*; sono presenti anche numerosi

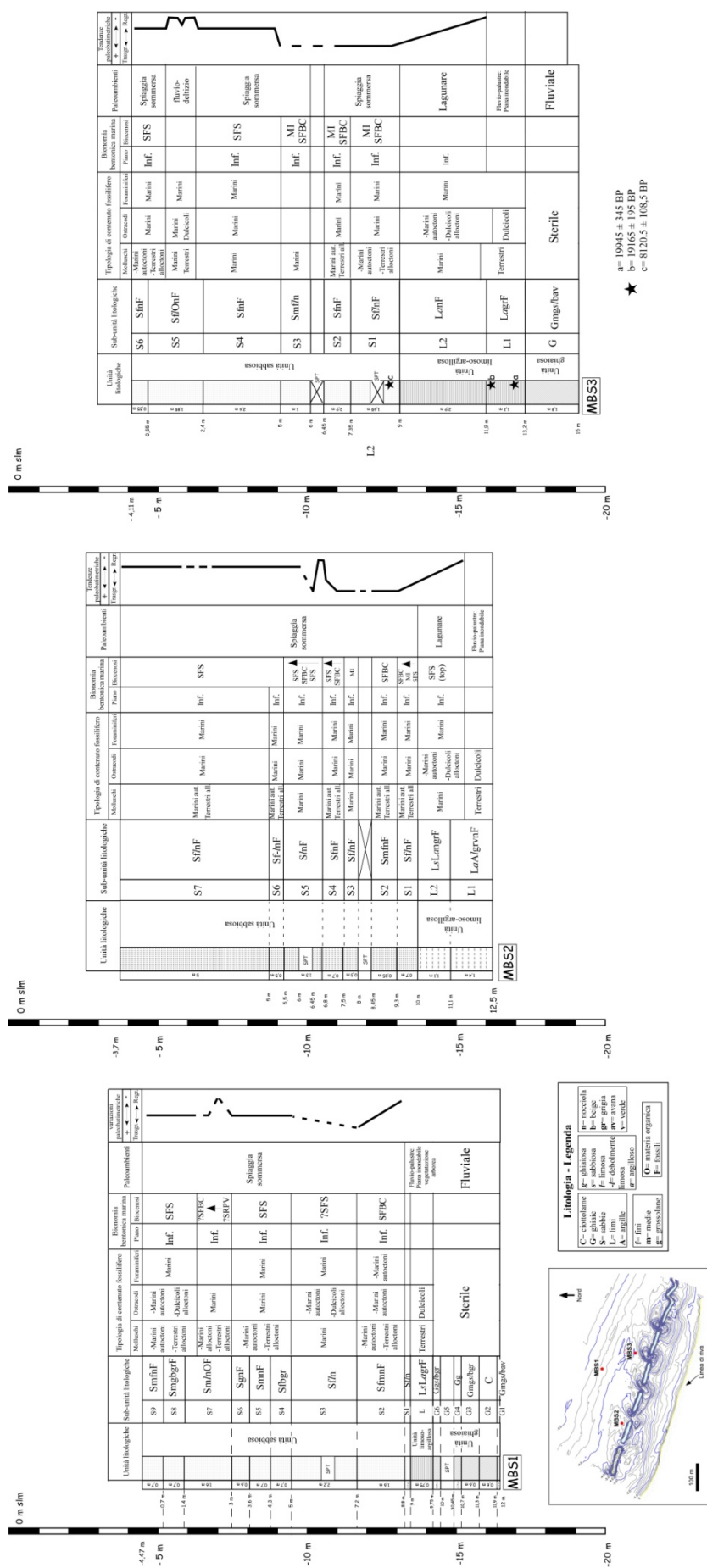
frammenti di gusci di gasteropodi terrestri indeterminabili; sempre in questa porzione della sub-unità sono presenti abbondantissimi resti di vegetali, oogoni di Characeae, ostracodi dolcioli e foraminiferi sia bentonici che planctonici marini; i foraminiferi bentonici spesso mostrano segni di ossidazione. L'interpretazione di questa porzione della sub-unità è quella di un ambiente di tipo fluvio-deltizio in cui si registrano temporanee emersioni. A questo punto della sub-unità si registra quindi un'ulteriore diminuzione delle paleobatimetrie rispetto ai livelli precedenti. La situazione cambia drasticamente nei campioni prelevati nella porzione superiore della sub-unità (tra 1,15 e 0,55 m) dove la presenza dei molluschi marini è abbastanza significativa ed essi mostrano una tendenza ad aumentare del numero di esemplari procedendo verso l'alto. Sempre in questa porzione della sub-unità sono presenti esclusivamente ostracodi marini e foraminiferi bentonici marini. In questa porzione della sub-unità predominano le specie della biocenosi SFS. La successione sedimentaria è chiusa al tetto dalla sub-unità S6 (0,55-0,00 m) in cui i molluschi marini sono ben rappresentati e riferibili alla biocenosi SFS.

Nella fig. 5.1.3 sono illustrate le linee di tendenza lineari calcolate rispetto alle percentuali delle principali biocenosi (SFS, SFBC, MI e HP) riscontrate lungo la successione sedimentaria dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Si osserva che le specie della biocenosi SFS mostrano una tendenza ad aumentare mentre quelle della biocenosi SFBC e MI una tendenza a diminuire procedendo verso il top della successione. Dal confronto tra i valori percentuali delle biocenosi SFS e SFBC si ricava che le paleobatimetrie nella porzione inferiore dell'unità sabbiosa, compresa almeno tra 8,95 e 5,20 m erano maggiori di quelle della parte alta della successione compresa almeno tra 4,75 m e il top. Ciò si ricava dal fatto che nell'intervallo 8,95-5,20 m prevalgono le specie caratteristiche della biocenosi SFBC (range batimetrico 2,5-25 m), mentre in quello tra 4,75 e 0 m sono le specie caratteristiche della biocenosi SFS ad essere maggiormente rappresentate. Un'eccezione sembra essere data dal livello a 1,85 m in cui prevalgono le specie SFBC; questa dominanza è solo apparente; infatti nel campione corrispondente sono stati rinvenuti solo rarissimi esemplari di molluschi e quindi il dato non è significativo.



**Fig. 5.1.3** - Grafici delle linee di tendenza lineari calcolate per le percentuali delle principali biocenosi (SFS, SFBC, MI e HP) riscontrate lungo la successione sedimentaria dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Nel terzo grafico sono confrontate le linee di tendenza delle percentuali delle biocenosi SFS e SFBC. Nel riquadro la porzione della successione sedimentaria in cui in base ai valori percentuali registrati per le 2 biocenosi è possibile individuare l'inversione in senso negativo del trend paleobatimetrico rispetto a quello della porzione inferiore della successione sedimentaria. Base dell'unità sabbiosa a sinistra (per la descrizione delle biocenosi cfr. par. 3.2, tab. 3.2.2).





★ a= 19945 ± 345 BP  
b= 19165 ± 195 BP  
c= 8120.5 ± 108.5 BP

I risultati delle analisi effettuate sui sondaggi dell'area della foce del fiume Trigno permettono di ricostruire in maniera dettagliata le diverse tappe dell'evoluzione paleoambientale di questo settore costiero molisano per gli ultimi 20000 anni circa. Uno schema di sintesi dei risultati ottenuti con l'interpretazione paleoambientale per le successioni sedimentarie dei sondaggi è riportato nella figura 5.1.4.

Durante l'Ultimo Massimo Glaciale (LGM) nell'area di studio era presente una paleotopografia articolata la cui genesi è riconducibile all'azione di erosione e di deposito di materiale grossolano in un paleoambiente fluviale. Dopo il culmine del LGM, intorno ai 20000 anni fa e per circa un millennio, così come ricavato dai dati radiometrici, nelle aree precedentemente incise dall'azione fluviale si impostarono dei paleoambienti di tipo fluvio-palustre, in cui si aveva deposizione di sedimento molto fine. Dai dati di letteratura (cfr. par. 1.1) emerge, che all'epoca il livello del mare era inferiore rispetto a quello attuale di almeno 100 m e che la linea di costa occidentale del bacino adriatico era spostata verso mare rispetto alla sua posizione attuale di alcune decine di chilometri.

La successiva fase evolutiva dell'area di studio, registrata nei sondaggi analizzati, è legata alla risalita progressiva del livello del mare e alla conseguente trasgressione marina olocenica che si è verificata a seguito dello scioglimento delle coltri di ghiaccio depositatesi durante il precedente LGM. In particolare nell'area di studio dapprima si impostarono dei paleoambienti simili, per le caratteristiche idrodinamiche, a quelli lagunari, ma con condizioni di salinità di tipo marino. Ciò si ricava dalla fauna presente all'interno dei livelli litologici studiati: si tratta principalmente di una fauna marina infralitorale. Questi paleoambienti in cui si aveva deposizione di sedimento fine e che erano popolati da faune marine erano probabilmente in parte isolati rispetto al mare aperto grazie alla presenza di cordoni sabbiosi più o meno emersi antistanti ed erano anche influenzati in maniera più o meno diretta dagli apporti fluviali così come si ricava dalla presenza di ostracodi dulcicoli alloctoni all'interno dei livelli analizzati. La mancanza di faune salmastre tipiche di ambienti lagunari potrebbe essere riconducibile alla rapidità della risalita del livello del mare in quell'epoca e quindi, di conseguenza, al mancato instaurarsi di condizioni favorevoli all'attecchimento di una fauna di tipo salmastro.

Intorno agli 8000 anni fa, così come ricavato dai dati radiometrici, nell'area di studio, quindi in prossimità della costa attuale, si affermano dei paleoambienti marini tipici di spiaggia sommersa caratterizzati dalla deposizione di sedimenti la cui componente principale è sabbiosa. Questi paleoambienti vengono popolati da faune tipicamente infralitorali la cui composizione specifica è legata alle caratteristiche granulometriche del substrato su cui vivono; inizialmente, queste faune indicano, come ben evidenzia il contenuto faunistico presente alla base dell'unità



sabbiosa nel sondaggio MBS2, paleobatimetrie molto ridotte (SFS: 0-2,5 m) che consentono di stimare un livello del mare intorno agli -11/13 m rispetto al livello del mare attuale.

Nella prima fase di questa trasgressione, le paleobatimetrie aumentano, il mare continua ad avanzare, e di conseguenza gli ambienti costiero-marginali e la linea di riva si spostano ulteriormente verso terra.

Una prima tendenza regressiva viene indicata dalla diminuzione delle paleobatimetrie, chiaramente evidenziata dal passaggio da una biocenosi SFBC ad una biocenosi SFS dominante, ben evidente al passaggio dalla sub-unità litologica S4 alla S5 nel sondaggio MBS2; ad esso corrisponde anche un netto aumento della frazione limosa presumibilmente ad indicare maggiori apporti fluviali. Tale tendenza regressiva, in prima ipotesi, potrebbe essere collegata con il deterioramento climatico che ha permesso l'affermarsi di avanzate glaciali tra i 6800 e 7000 anni BP ca. (Antonioli et al., 2000) ), in un "momento" in cui il livello del mare nell'area di studio stazionava a ca. -7,5-8,0 m dal livello del mare attuale.

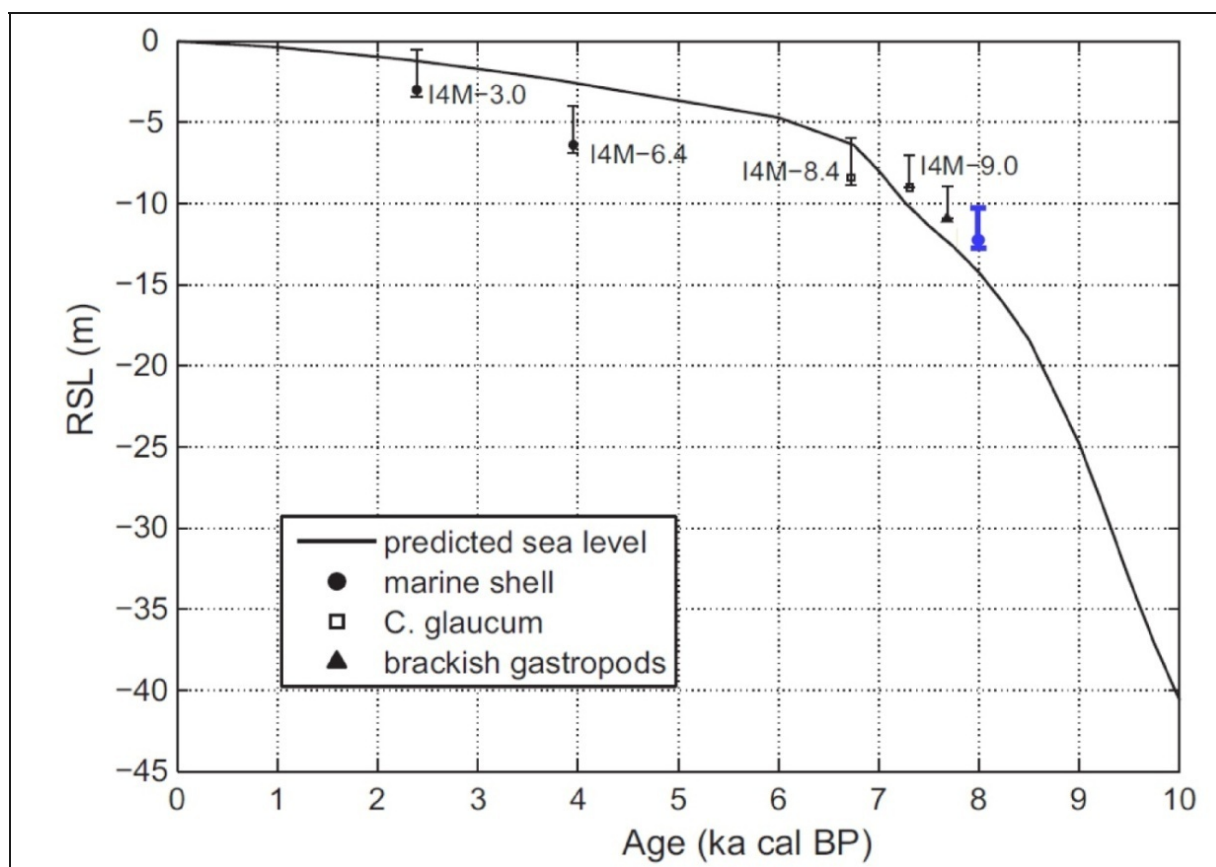
Successivamente, molto probabilmente dopo la fase di *optimum* climatico verificatasi circa 6000 anni fa e l'inizio della fase di *highstand*, le facies marino-costiere cominciano a spostarsi nuovamente verso mare e le paleobatimetrie iniziano a diminuire rispetto a quelle della fase precedente, come ben evidente nei sondaggi MBS1 e MBS2. Ciò potrebbe essere collegato con una ulteriore variazione climatica di tipo freddo, molto probabilmente da identificare con l'inizio delle neoglaciazione (ca. 5000-5500 anni BP). Nell'area di studio a questa fase corrisponderebbe un livello del mare di ca. - 4/5 m s.l.m.

Le quote raggiunte dal livello del mare nei vari momenti della risalita del livello del mare per ora ricostruiti od ipotizzabili si correlano abbastanza bene alle quote del livello del mare e relativi ratei di sollevamento ricostruiti da Antonioli et al. (2000) per il mar Tirreno sulla base dei dati di Alessio et al. (1996).

L'evoluzione successiva dell'area di studio è caratterizzata da una permanenza dell'ambiente litorale che registra alcune ulteriori lievi oscillazioni della linea di costa. Infatti, i dati raccolti nella parte alta della successione sedimentaria di uno dei 3 sondaggi (MBS3) supportano la presenza di un paleoambiente di tipo fluvio-deltizio e connesse fasi di emersione temporanee dell'area di studio. L'evoluzione, ricostruibile attraverso le successioni sedimentarie esaminate, chiude con un nuovo avanzamento della linea di riva verso terra rimanendo comunque prossima a quella attuale e con l'impostazione della costa attuale.

Le successioni di carote esaminate non hanno fornito dati utili ai fini della ricostruzione morfo-sedimentaria dell'area di studio conseguente all'affermarsi della piccola età glaciale. Come evidenzia, in particolare, la cartografia storica, l'area di studio risultava completamente emersa tra il 1850 e inizio del 1900 a seguito della consistente progradazione del sistema fluvio-

deltizio del fiume Trigno. Il record sedimentario relativo a tale fase di progradazione costiera è andato distrutto attraverso il successivo arretramento della linea di costa nel corso dell'ultimo secolo che ha raggiunto valori intorno ai 700 m (Aucelli et al., 2004)



**Fig. 5.1.5** – Curva predittiva di risalita del mare (Lambeck et al., in press) per la piana del Pescara (Abruzzo). Sulla curva sono confrontati i dati osservazionali di Parlagreco et al. (in press) (barrette in nero) e il dato del Trigno (in blu) (modificata da Parlagreco et al., in press).

Per quanto riguarda in particolare le modalità della risalita glacio-eustatica del livello del mare olocenico e i relativi paleo livelli marini stimabili in base ai dati sedimentologici, faunistici e cronologici derivati dalle carote esaminate, è possibile fare alcune ulteriori considerazioni, partendo dall'età radiocarbonio calibrata di  $8120 \pm 108,5$  BP che è stata attribuita alla porzione inferiore dell'unità sabbiosa del sondaggio MBS3. Questa datazione è stata fatta su foraminiferi bentonici (*Ammonia* sp.) di ambiente marino infralitorale presenti in un livello della carota di sedimenti posto a -12,7 m rispetto al livello attuale del mare. Considerato un *range* ecologico di errore di 2 m per la valutazione del livello del mare corrispondente al dato cronologico di cui si dispone, il livello del mare ca. 8000 anni fa circa era inferiore rispetto a quello attuale di massimo 12,7 m e minimo di 10,7 m. Questo dato è stato confrontato (fig. 5.1.5) con la curva predittiva di risalita del livello mare durante l'Olocene ricostruita da Lambeck et al. (in press) per la piana del Pescara (Parlagreco et al. in press), area ritenuta stabile durante l'Olocene e non

molto distante dall'area della foce del fiume Trigno. Oltre alla curva predittiva, nella fig. 5.1.5 sono riportati (come nell'originale) i dati osservazionali della risalita del livello del mare nell'Olocene ricavati da Parlagreco et al. (in press) in un sondaggio effettuato nell'area della piana del Pescara a circa 600 m dal mare. I *range* del livello del mare corrispondenti ai vincoli cronologici degli autori sono stati corretti con un'incertezza almeno per i gusci marini di 2 m. Il dato plottato sulla estrema destra è quello del sondaggio MBS3 del Trigno. Innanzitutto si può osservare che il dato del Trigno corrisponde ancora alla fase trasgressiva che precede la diminuzione del tasso di risalita del livello del mare (punto di flesso della curva). Un altro dato, ed è forse quello più importante è che ipotizzando che la curva predittiva per l'area del Pescara sia valida anche per l'area del Trigno, quest'ultima risulterebbe tettonicamente stabile.

## 5.2 Area del Porto di Termoli

Di seguito vengono illustrate le interpretazioni paleoambientali per gli intervalli litologici individuati nelle successioni sedimentarie di 2 dei 3 sondaggi dell'area del Porto di Termoli. Nella fig. 5.2.1 è riportato uno schema di sintesi dei risultati ottenuti con l'interpretazione paleoambientale per le successioni sedimentarie dei 3 sondaggi.

### *Sondaggio TS4*

In base al contenuto fossilifero ed alle caratteristiche litologiche dell'**intervallo 1** (15,60-14,35 m) si ricava per la porzione compresa tra 15,60 e 15,10 un ambiente marino infralitorale di spiaggia sommersa. A partire da 14,65 m e fino al top dell'intervallo 1 il contenuto fossilifero è scarsissimo e sono presenti evidenti segni di ossidazione del sedimento; ciò indica per la parte alta dell'intervallo un ambiente emerso molto probabilmente corrispondente ad una spiaggia emersa. Nell'**intervallo 2** (14,35-13,65 m) il contenuto fossilifero è scarso e costituito da molluschi marini frammentari indeterminabili e foraminiferi bentonici infralitorali alcuni dei quali alterati e levigati. Dalle analisi sedimentologiche si ricava che la parte alta dell'intervallo (circa 30 cm) è relativamente pedogenizzata. Si ricava per questo intervallo, nella parte inferiore, un ambiente emerso corrispondente ad una spiaggia emersa o ad una duna; tale ambiente verso l'alto ha subito un processo incipiente di pedogenesi indicativo di condizioni microclimatiche relativamente umide e di un relativo allontanamento verso mare della linea di riva. In base al contenuto fossilifero la porzione dell'**intervallo 3** compresa tra la base posta a 13,65 e 12,55 m corrisponde ad un ambiente marino infralitorale. Al tetto (12,10 m) l'intervallo è caratterizzato dalla presenza di materiale rimaneggiato con segni di ossidazione; probabilmente tale materiale proveniva dai versanti adiacenti impostati sul substrato pleistocenico delle Sabbie Gialle di Serracapriola. In base al contenuto fossilifero e alle caratteristiche litologiche è possibile attribuire l'**intervallo 5** (12,00-11,85 m) ad un ambiente di spiaggia emersa. Il campione prelevato a 11,45-11,40 m dell'**intervallo 6** (11,85-10,85 m) è sterile; l'interpretazione in base alle caratteristiche litologiche è quella di un ambiente di spiaggia emersa. L'**intervallo 7** (10,85-10,70 m) in base alle caratteristiche litologiche corrisponde ad un ambiente di battigia. L'**intervallo 8** (10,70-10,50 m) è sterile dal punto di vista del contenuto fossilifero. L'interpretazione in base alle caratteristiche litologiche è quella di un ambiente di battigia/spiaggia emersa. I campioni prelevati a 10,25-10,20 m e a 9,25-9,20 m dell'**intervallo 9** (10,50-8,80 m) sono sterili. In base alle caratteristiche litologiche (alternanze di limi e sabbie con laminazione parallela) è possibile ricavare un "paleoambiente da ristagno" molto probabilmente non marino data l'assenza totale di fauna. In base al contenuto faunistico e allo stato di conservazione dei fossili rappresentati da gusci sia di molluschi che di foraminiferi

abrasati e levigati, e in base alle caratteristiche litologiche è possibile attribuire l'**intervallo 10** (8,80-7,90 m) ad un ambiente di spiaggia emersa. L'**intervallo 11** (7,90-7,60 m) è privo di contenuto fossilifero ed è simile per le caratteristiche litologiche all'intervallo 9; l'interpretazione paleoambientale è quella di un "ambiente da ristagno" molto probabilmente non marino. L'**intervallo 12** (7,60-7,00) costituito di ghiaia grossolana è riferibile ad un deposito di barra di foce. Nell'**intervallo 13** (7,00-6,70 m) sono presenti numerosi frammenti di gusci di molluschi marini alcuni arrotondati, altri no, frammenti di balanidi, resti di echinodermi, alcuni foraminiferi bentonici e alcuni ostracodi marini infralitorali. Fra i molluschi sono presenti anche alcuni esemplari integri delle specie di bivalvi *Lentidium mediterraneum*, *Chamelea gallina*, *Abra* sp. e *Glycymeris insubrica*, e del gasteropode *Bittium reticulatum*. L'interpretazione in base al contenuto faunistico, al grado di conservazione dei fossili e alle caratteristiche litologiche del sedimento è quello di una battigia. L'**intervallo 14** (6,70-5,50 m) dato il contenuto faunistico (numerosi frammenti di gusci e foraminiferi bentonici infralitorali) è riferibile ad un ambiente marino di battigia/spiaggia sommersa. Le caratteristiche litologiche dell'**intervallo 15** (5,50-5,35 m), la presenza di rari frammenti di bivalvi levigati, di alcuni foraminiferi bentonici alterati e qualche frammento di insetto all'interno di esso, indicano un paleoambiente di spiaggia emersa. Il contenuto faunistico dell'**intervallo 16** (5,35-4,95 m), rappresentato da foraminiferi bentonici, ostracodi marini infralitorali, frammenti di echinodermi, di anellidi, frammenti di molluschi ed esemplari integri di molluschi delle specie *Chamelea gallina*, *Lentidium mediterraneum*, *Donax semistriatus*, *Striarca lactea* e *Bittium reticulatum*, permette di attribuirlo ad un ambiente marino infralitorale e quindi ad una spiaggia sommersa con paleo-batimetrie non superiori ai 2,5 m. Infine, le caratteristiche litologiche ed il contenuto faunistico (numerosi esemplari di molluschi marini infralitorali, foraminiferi bentonici ed ostracodi marini infralitorali) consentono di riferire l'**intervallo 17** (4,95-0,00 m) ad un ambiente marino infralitorale corrispondente ad una spiaggia sommersa. Intorno ai 3 m è presente un livello relativamente pedogenizzato che indica una fase di emersione temporanea.

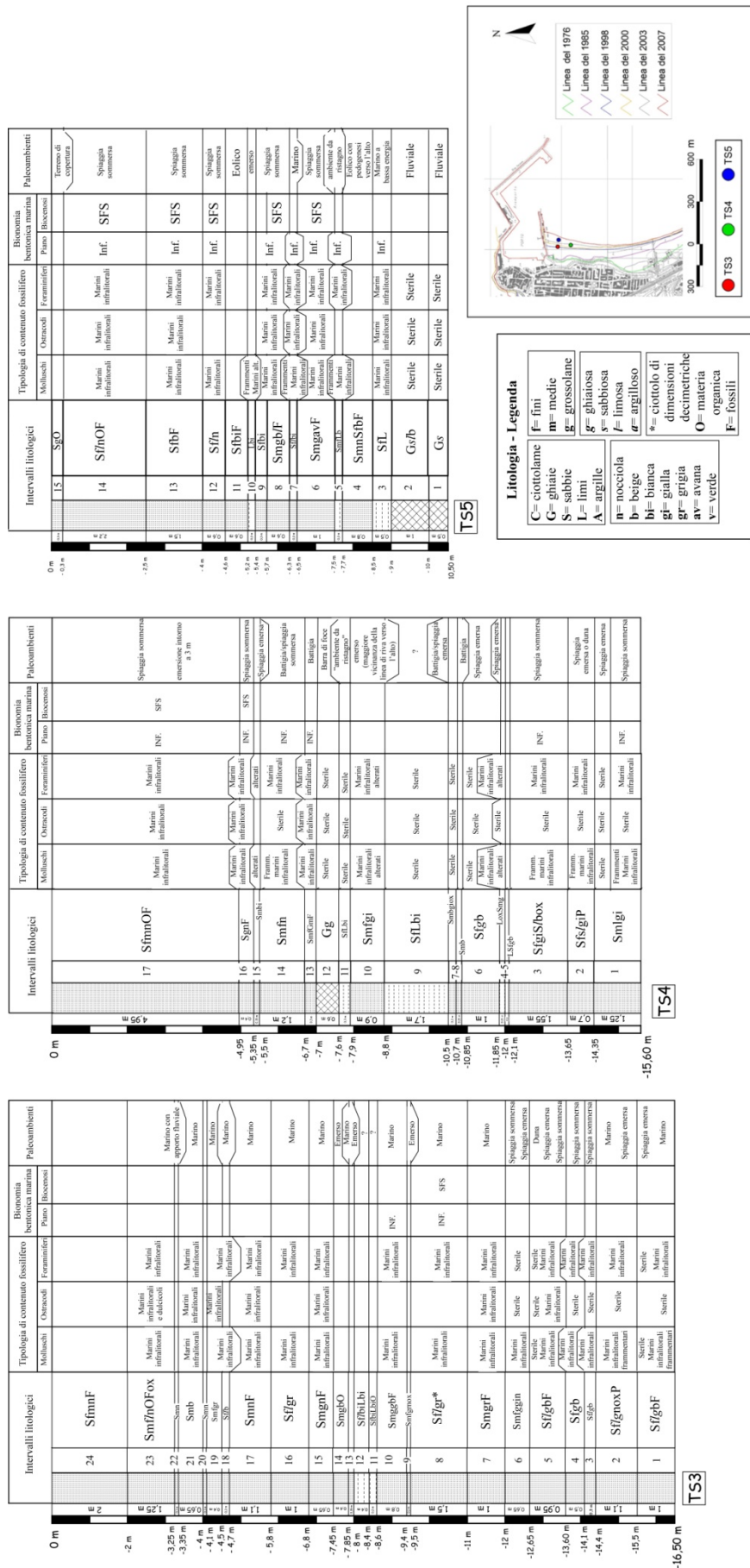
#### *Sondaggio TS5*

Gli **intervalli 1** (10,50-10,00 m) e **2** (10,00-9,00 m) costituite da ghiaie sono riferibili ad un ambiente fluviale. Nell'**intervallo 3** (9,00-8,50) sono stati rinvenuti esemplari di molluschi marini infralitorali, foraminiferi bentonici ed ostracodi marini infralitorali; l'interpretazione dell'intervallo in base al contenuto fossilifero è quello di un ambiente marino infralitorale, le caratteristiche litologiche indicano un ambiente a bassa energia. L'**intervallo 4** (8,50-7,70) date le caratteristiche litologiche è riferibile ad un ambiente eolico/dunare che subisce pedogenesi verso l'alto. Nell'**intervallo 5** (7,70-7,50 m) sono stati rinvenuti pochi frammenti di gusci marini

e foraminiferi infralitorali; date le caratteristiche litologiche è possibile individuare per questo intervallo un ambiente da ristagno adiacente al mare. Il campione analizzato dell'**intervallo 6** (7,50-6,50 m) è ricco per il contenuto fossilifero costituito da numerosi esemplari di diverse specie di molluschi marini, di foraminiferi bentonici infralitorali, di ostracodi infralitorali. Fra i molluschi predominano le specie della biocenosi SFS del piano infralitorale. L'interpretazione paleoambientale quindi è quella di un ambiente marino corrispondente ad una spiaggia sommersa. Nell'**Intervallo 7** (6,50-6,30 m) il contenuto fossilifero è scarso. Sono presenti pochi foraminiferi bentonici, qualche ostracode marino infralitorale, pochi frammenti di gusci ed esemplari di molluschi marini. L'interpretazione è quella di un ambiente marino infralitorale. Nell'**intervallo 8** (6,30-5,70 m) il contenuto fossilifero è abbondante e costituito principalmente da esemplari e frammenti di gusci di molluschi marini, foraminiferi bentonici e planctonici, ostracodi infralitorali e resti di echinodermi. Fra i molluschi marini prevalgono le specie riferibili alla biocenosi SFS del piano infralitorale. L'interpretazione quindi è quella di un ambiente marino infralitorale corrispondente ad una spiaggia sommersa. L'**intervallo 9** (5,70-5,40 m) registra sempre la presenza di una fauna marina simile a quella dell'intervallo 8 solo meno ricca, l'interpretazione paleoambientale comunque è la stessa. Nell'**intervallo 10** (5,40-5,20 m) sono presenti scarsi frammenti di gusci di bivalvi marini alterati indicano un ambiente emerso. L'**intervallo 11** (5,20-4,60 m) in base alle caratteristiche litologiche è riferibile ad un ambiente eolico. L'**intervallo 12** (4,60-4,00 m) in base al contenuto fossilifero è riferibile ad un ambiente marino infralitorale. Nell'**intervallo 13** (4,00-2,50 m) è presente una caratteristica fauna marina riferibile al piano infralitorale. L'interpretazione quindi è quella di un ambiente marino infralitorale corrispondente ad una spiaggia sommersa. Anche per l'**intervallo 14** (2,50-0,30 m) in base al contenuto fossilifero si ricava un paleoambiente marino infralitorale corrispondente ad una spiaggia sommersa.

Confrontando le tre successioni esaminate, gli intervalli litologici individuati e i relativi paleo ambienti ricostruiti od ipotizzati (fig. 5.2.1), si evince un quadro piuttosto complesso ed eterogeneo che rende molto difficile correlare i diversi intervalli tra le varie successioni; è molto probabile che nell'area in determinati intervalli temporali fossero presenti condizioni paleoambientali abbastanza differenti, anche a distanze ravvicinate.

In linea generale si possono ricavare lungo le successioni dei 3 sondaggi ripetute fasi di avanzamento ed arretramento della linea di riva: infatti nelle successioni si individuano fasi di emersione, durante le quali i sedimenti subivano anche fenomeni di parziale pedogenesi, alternate a fasi in cui erano presenti condizioni marine.



**Fig. 5.2.1 - Schema di sintesi dei risultati ottenuti con l'interpretazione paleoambientale per le successioni sedimentarie dei 3 sondaggi dell'area del Porto di Termoli.**



Alcuni tentativi di correlazione possono essere fatti per alcuni livelli dei sondaggi. Uno di questi indica con molta probabilità l'arrivo della trasgressione marina olocenica ed è quello che corrisponde alla quota a - 11,1 m della successione sedimentaria, nell'intervallo 7 del sondaggio TS3. Questo livello, in cui è presente una fauna marina ben caratterizzata di spiaggia sommersa, si correla abbastanza bene con un livello individuato tra 10,75 e 10,85 m nell'intervallo 8 del sondaggio TS4; quest'ultimo è stato interpretato come corrispondente ad una battigia che verosimilmente rivela la posizione della linea di riva all'epoca. Per quando riguarda il sondaggio TS5 la successione sedimentaria comincia con delle ghiaie interpretate come facenti parte di una barra di foce; la quota della base delle ghiaie è di poco superiore a quella della quota dei 2 livelli precedentemente descritti per i sondaggi TS3 e TS4, per cui non è dato sapere se esse si siano deposte su sedimenti marini corrispondenti a quelli presenti negli altri due sondaggi. L'interpretazione di questo livello come corrispondente al momento in cui il mare olocenico arriva per la prima volta nell'area di studio sembra essere confermato dai dati raccolti per l'area del Trigno ed illustrati nella sezione precedente. Questi dati infatti indicano che l'arrivo del mare olocenico nel settore costiero molisano è databile a circa 8000 anni fa quando il livello del mare aveva raggiunto valori di -11/12 m rispetto a quelli odierni. Nei sondaggi di Termoli alcuni livelli inferiori ai 2 precedentemente indicati sono stati attribuiti in base alle caratteristiche litologiche del sedimento ed in base al contenuto fossilifero ad ambienti marini. Questi livelli comunque verosimilmente corrispondono ad oscillazioni del livello del mare precedenti alla trasgressione marina olocenica e quindi precedenti anche all'Ultimo Massimo Glaciale. Un altro dato importante che emerge dallo studio delle successioni sedimentarie di Termoli è che successivamente all'arrivo del mare olocenico gli apporti da terra sono stati tali da respingere più volte la linea di riva verso mare con ripetute emersioni dell'area e con un massiccio ripristino dell'ambiente marino solo nella parte alta delle successioni in corrispondenza circa degli ultimi 4-5 metri delle successioni sedimentarie.

## **6. Conclusioni**

Con la presente tesi di dottorato si è affrontato per la prima volta uno studio finalizzato alla comprensione dell'evoluzione paleo-ambientale del settore costiero molisano nel tardo Pleistocene e nell'Olocene a seguito del passaggio dall'Ultimo Massimo Glaciale all'attuale Interglaciale.

E' stato utilizzato un approccio di studio multidisciplinare, integrando analisi sedimentologiche, paleontologiche, geomorfologiche e geocronologiche, che è stato svolto su successioni sedimentarie provenienti da due settori costieri molisani: l'area della foce del Fiume Trigno e quella del Porto di Termoli.

I risultati raggiunti evidenziano come l'approccio multidisciplinare possa rivelarsi fondamentale per la ricostruzione degli ambienti transizionali-marini che tipicamente si istaurano nell'area costiera, a cavallo tra ambienti continentale e marino, e della loro evoluzione nel tempo in relazione alle forzanti climatiche e le connesse variazioni del livello del mare.

I risultati ottenuti per l'area della foce del fiume Trigno hanno permesso di delineare in maniera molto accurata alcune fasi fondamentali della sua evoluzione paleoambientale durante gli ultimi 20000 anni. In particolare, è stato possibile, grazie anche ai vincoli geocronologici ottenuti, di relazionare direttamente una parte degli eventi sedimentari registrati nelle successioni esaminate con la trasgressione marina olocenica, la quale ha portato all'affermarsi di ambienti litorali emersi e sommersi, mutevoli nel tempo e nello spazio sotto l'influenza variabile delle dinamiche fluviali e marini. Per quanto riguarda in particolare la trasgressione marina olocenica, il quadro cronologico della risalita del livello del mare olocenico delineato per l'area del fiume Trigno concorda abbastanza bene con quello di altre aree del Mediterraneo e in particolare del Mar Adriatico e del Tirreno. Tutti i dati raccolti inoltre indicano che l'area del Trigno è tettonicamente stabile.

Per quanto riguarda l'area del Porto di Termoli i risultati ottenuti hanno rivelato la presenza di un quadro evolutivo paleoambientale più complesso ed articolato. Nell'area in particolare si sono alternate ripetute fasi di emersione e di sommersione marina. L'arrivo del mare olocenico in questo settore della costa molisana, in base alla quota del relativo paleo livello marino, è correlabile cronologicamente con l'arrivo del mare nell'area della foce del fiume Trigno. Nell'area del Porto di Termoli sono state individuate anche oscillazioni della linea di costa e del livello del mare verificatesi precedentemente alla trasgressione marina olocenica. Tali oscillazioni verosimilmente si sono verificate prima dell'inizio dell'ultima glaciazione. Approfondimenti futuri, uniti ad analisi geocronologiche, potranno consentire di delineare un quadro evolutivo dettagliato degli eventi che hanno determinato queste oscillazioni.

Nell'ambito dello studio integrato svolto, le analisi paleontologiche hanno ricoperto un ruolo fondamentale sia ai fini delle ricostruzioni paleoambientali in generale e sia per evidenziare in particolare una serie di variazioni paleo batimetriche, interpretabili come tendenze regressive e trasgressive, controllate da cambiamenti climatici, che hanno interessato l'area di studio durante gli ultimi 8000 anni.

Lo studio svolto è il primo per l'area costiera molisana che affronta l'aspetto della evoluzione tardo-pleistocenica ed olocenica in particolare. I risultati raggiunti, pur essendo molto significativi, sono certamente ancora preliminari ma rappresentano per l'area molisana sicuramente una importante base di partenza per le ricerche che si occuperanno in futuro della tematica affrontata.

In tale ottica, gli obiettivi di ricerca più prossimi sono i seguenti:

a) discriminare gli eventi legati alle variazioni climatiche oloceniche con ciclicità millenaria nel record sedimentario dell'area della foce del fiume Trigno.

b) ottenere una conoscenza più dettagliata delle dinamiche evolutive costiere del tardo Pleistocene e dell'Olocene per l'area del Porto di Termoli ed inquadrare cronologicamente gli eventi che hanno guidato l'evoluzione paleoambientale di questo settore costiero.

c) Allargare lo studio anche ad altri settori costieri molisano in modo da ottenere un quadro evolutivo più esteso, ma anche di maggiore dettaglio soprattutto in riferimento alle influenze climatiche, tenendo conto anche delle evidenze morfo-sedimentarie della evoluzione medio e tardo-olocenica della costa molisana presenti in superficie.

## Bibliografia

Abbott, S.T. & Carter, R.M. (2007) QUATERNARY STRATIGRAPHY/Sequence Stratigraphy. In: Elias, S.A. (Ed) *Encyclopedia Of Quaternary Science*, 2856-2869, Elsevier.

Agip (1982) *Foraminiferi Padani (Terziario e Quaternario). Atlante iconografico e distribuzione stratigrafica. II Edizione.*

Alessio, M., Allegri, L., Antonioli, F., Belluomini, G., Improta, S., Manfra, L., Preite, M. (1996) La curva di risalita del Mare Tirreno negli ultimi 43 ka ricavata da datazioni su speleotemi sommersi e dati archeologici. *Memorie Descrittive del Servizio Geologico Nazionale*, **52**, 235-256.

Amorosi, A., Barbieri, M., Castorina, F., Colalongo, M.L., Pasini, G., Vaiani, S. (1998) Sedimentology, micropaleontology, and Strontium-isotope dating of a Lower-Middle Pleistocene marine succession ("Argille Azzurre") in the Romagna Apennines, Northern Italy. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **117**, 789-806.

Amorosi, A., Colalongo, M.L., Fiorini, F., Fusco, F., Pasini, G., Vaiani, S.C., Sarti, G. (2004) Palaeogeographic and palaeoclimatic evolution of the Po Plain from 150-ky core records. *Global and Planetary Change*, **40**, 55-78.

Amorosi, A., Bracone, V., Di Donato, V., Roskopf, C.M., Aucelli, P.P.C. (2009) The Plio-Pleistocene succession between Trigno and Fortore rivers (Molise and Apulia Appennines): stratigraphy and facies characteristics. *GeoActa*, **8**, 1-12.

Antonioli, F. & Silenzi, S. (2007) *Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane*. Quaderni della Società Geologica Italiana, **2**.

Antonioli, F. & Vai, G.B. (Ed.) (2004) *Climex Maps. Explanatory Notes*. 32nd International Geological Congress, Florence, Italy.

Antonioli, F., Baroni, C., Camuffo, D., Carrara, C., Cremaschi, M., Frisia, S., Giraudi, C., Improta, S., Magri, D., Margottini, C., Orombrelli, G., Silenzi, S. (2000) Le fluttuazioni del clima nel corso dell'Olocene: stato dell'arte. *Il Quaternario*, **13**(1), 95-128.

Appeltans, W., Bouchet, P., Boxshall, G.A., Fauchald, K., Gordon, D.P., Hoeksema, B.W., Poore, G.C.B., van Soest, R.W.M., Stöhr, S., Walter, T.C., Costello, M.J. (eds) (2010). *World Register of Marine Species*. Accessed at <http://www.marinespecies.org> on [2010-11-29].

Arduino, G., Locatelli, B., Orlando, F., Repetto, G. (1995) *Catalogo illustrato delle conchiglie marine del Mediterraneo*. Ed. Amici del Museo "F. Eusebio", Alba (CN).

Aucelli, P.P.C., Brancaccio, L., Faillace, P.I., Pellegrino, P., Roskopf, C.M., Scapillati, N. (2004) L'evoluzione recente della costa molisana (Italia meridionale). *Il Quaternario*, **17**(1), 21-31.

Aucelli, P.P.C., Aminti, P.L., Amore, C., Artom, C., Bellotti, P., Bozzano, A., Caputo, C., Castellini, G., Cipriani, L.E., Cocco, E., Corradi, N., D'Alessandro, L., Damiani, L., Davoli, L., De Pippo, T., Devoti, S., Di Gregorio, F., Evangelista, S., Ferrari, M., Ferri, S., Fierro, G., Fontolan, G., Ginesu, S., Giuffrida, E., Iannantuono, E., Iuliano, S., La Monica, G.B., Landini, B., Mascioli, F., Nesci, O., Palmentola, G., Pranzini, E., Pugliese, F., Randazzo, G., Raffi, R., Roskopf, C.M., Salvatore, M.C., Silenzi, S., Simeoni, U., Veltri, P. (2006) Lo stato dei litorali italiani. *Studi Costieri*, **10**, 5-112.

Aucelli, P.P.C., De Pippo, T., Iannantuono, E., Roskopf, C.M. (2007) Caratterizzazione morfologico-dinamica e meteomarina della costa molisana nel settore compreso tra la foce del torrente Sinarca e Campomarino Lido (Italia meridionale). *Studi Costieri*, **13**, 75-92.

Aucelli, P.P.C., Iannantuono, E., Roskopf, C.M. (2009) Evoluzione recente e rischio di erosione della costa molisana (Italia meridionale). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **128**(3), 759-771.

Aucelli, P.P.C., Faillace, P.I. & Roskopf, C.M. (2010) - Evoluzione geomorfologica del tratto finale del fondovalle del fiume Biferno (Molise) dal 1800 ad oggi. *Atti del II Convegno Nazionale dell'AIGEO "Ambiente geomorfologico e attività dell'uomo: Risorse, Rischi, Impatti"*, 28-30 marzo 2007, Torino. *Memorie della Società Geografica Italiana*, **87**(2), 367-378.

Basso, D. & Corselli, C. (2007) Molluscan paleoecology in the reconstruction of coastal changes. In: Yanko-Hombach, V., Gilbert, A.S., Panin, N., Dolukhanov, P.M. (eds), *The Black Sea Flood Question - changes in coastline, climate and human settlement*. 23-46, Dordrecht.

Bedulli, D., Castagnolo, L., Ghisotti, F., Spada, G. (1995a) *Checklist delle specie della fauna italiana. 17. Bivalvia, Scaphopoda*. Ed. Calderini, Bologna.

Bedulli, D., Cattaneo-Vietti, R., Chemello, R., Ghisotti, F., Giovine, F. (1995b) *Checklist delle specie della fauna italiana. 15. Gatropoda, Opisthobranchia, Divasibranchia, Gymnomorpha*. Ed. Calderini, Bologna.

Bellotti, P., Caputo, C., Davoli, L., Evangelista, S., Garzanti, E., Pugliese, F., Valeri, P. (2004) Morpho-sedimentary characteristics and Holocene evolution of the emergent part of the Ombrone River delta (southern Tuscany). *Geomorphology*, **61**, 71-90.

Berger, A. & Loutre, M.-F. (2007) GLACIATION, CAUSES/ Milankovitch theory and paleoclimate. In: Elias, S.A. (Ed) *Encyclopedia Of Quaternary Science*, 1017-1022, Elsevier.

Bergomi, C. & Valletta, M. (1971) Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 148 "Vasto". *Servizio Geologico d'Italia*.

Bernasconi, M.P. & Stanley, D.J. (1997) Molluscan Biofacies, their distributions and current erosion on the Nile delta shelf. *Journal of Coastal Research*, **13**(4), 1201-1212.

Bodon, M., Favilli, L., Giannuzzi-Savelli, R., Giovine, F., Giusti, F., Manganelli, G., Melone, G., Oliverio, M., Sabelli, B. & Spada, G. (1995): *Checklist delle specie della fauna italiana. 14. Gatropoda, Prosobranchia, Heterobranchia, Heterostropha*. Ed. Calderini, Bologna.

Bonaduce, G., Ciampo, G., Masoli, M. (1975) Distribution of ostracods in the Adriatic Sea. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, **40**(Suppl. 1), 1-154.

Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., deMenocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, i., Bonani, G. (1997) A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates. *Science*, **278**, 1257-1266.

Bond, G., Kromer, B., Beer, J., Muscheler, R., Evans, M.N., Showers, W., Hoffmann, S., Lotti-Bond, R., Hajdas, I., Bonani, G. (2001) Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science*, **294**, 2130-2136.

Boni, A., Casnedi, R., Centamore, E., Colantoni, P., Cremonini, P., Elmi, C., Monesi, A., Selli, R. & Valletta, M. (1969) Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 155 "S. Severo". *Servizio Geologico d'Italia*.

Bracone, V. (2009) *Studio geologico-stratigrafico e geomorfologico nel settore costiero compreso tra il fiume Trigno ed il fiume Fortore*. Tesi di Dottorato, XXII ciclo, Università degli Studi del Molise.

Bracone V., Aucelli, P.P.C., Roskopf, C.M., Ciampo, G., Di Donato, V., Esposito, P. (2009) Quaternary evolution of the Molise Adriatic foredeep: new constraints from geomorphologic, sedimentological and bio-stratigraphic data. *Atti Geoitalia 2009, VII Forum Italiano delle Scienze della Terra, Rimini 9-11 Settembre 2009, Epitome*, **3**, 396.

Bracone, V., Aucelli, P.P.C, Roskopf, C.M., Amorosi, A. (2010) Stratigraphy and tectono-sedimentary evolution of the periadriatic basin between Trigno and Fortore rivers (Southern Apennines). *Rendiconti on-line della Società Geologica Italiana*, **11**, 715-716. ISSN: 2035-8008.

Brandmayr, P. & Ghirardelli, E. (1995): Gli animali e l'ambiente: ecologia. *In: Baccetti B. et al. 1995. Zoologia. Trattato italiano. Vol. 1.* 469-603, Zanichelli, Bologna.

Carboni, M.G., Bergamin, L., Di Bella, L., Esu, D., Pisegna Cerone, E., Antonioli, F., Verrubi, V. (2010) Palaeoenvironmental reconstruction of late Quaternary foraminifera and molluscs from the ENEA borehole (Versilian plain, Tuscany, Italy). *Quaternary Research*, **74**, 265-276.

Casnedi, R., Crescenti, U., D'Amato, C., Mostardini, F., Rossi, U. (1981) Il Plio-Pleistocene del sottosuolo molisano. *Geologica romana*, **20**, 1-42.

Cesari, P. (1994) *I molluschi della laguna di Venezia*. Ed. Arsenale, Verona.

Cita, M.B. & Pillans, B. (2010) Global stages, regional stages or no stages in the plio/Pleistocene? *Quaternary International*, **219**, 6-15.

Clark, P.U., McCabe, A.M., Mix, A.C., Weaver, A.J. (2004) Rapid sea level 19,000 years ago and its global implications. *Science*, **304**, 1141-1144.

Coe, A.L. (Ed) (2003) *The sedimentary record of sea level change*. Cambridge University Press.

Cossignani, T. & Cossignani, V. (1995) *Atlante delle conchiglie terrestri e dulciacquicole italiane*. Ed. L'Informatore Piceno, Ancona.

Cullen, H.P., deMendocal, P.B., Hemming, S., Hemming, G., Brown, F.H., Guilderson, T., Sirocko, F. (2000) Climate change and the collapse of the Akkadian empire. Evidence from the deep sea. *Geology*, **28**(4), 379-382.

Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dahi-Jensen, D., Gundestrup, N.S., Hammer, C.U., Hvidberg, C.S., Steffensen, J.P., Sveinbjörnsdottir, Jouzel, J., Bond, G. (1993) Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature*, **364**, 218-220.

Ditlevsen, P.D., Kristensen, M.S., Andersen, K. (2005) The recurrence of Dansgaard-Oeschger events and limits on the possible periodic component. *Journal of Climate*, **18**, 2594-2603.

Dominici, S. & Zuscini M. (2007) Sea-level change and the structure of marine ecosystems. *Palaios*, **22**, 225-227.

Edwards, R. (2006) Sea levels: change and variability during warm intervals. *Progress in Physical Geography*, **30**(6), 785-796.

EEA (2006) *The changing faces of Europe's coastal areas*. Report, N. 6/2006, EEA, Copenhagen, 2006.

Ehlers, J. & Gibbard, P.L. (2007) GLACIATIONS/Overview. In: Elias, S.A. (Ed) *Encyclopedia Of Quaternary Science*, 1023-1031, Elsevier.

EPICA (2004) Eight Glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature*, **429**, 623-628.

Esat, T.M., McCulloch, M.T., Chappell, J., Pillans B., Omura A. (1999) Rapid fluctuations in sea level recorded at Huon Peninsula during the penultimate deglaciation. *Science*, **283**, 197-201.

Fairbanks, R.G. (1989) A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, **342**, 637-642.

Ferranti, L., Antonioli, F., Mauz, B., Amorosi, A., Dai Pra, G., Mastronuzzi, G., Monaco, C., Orrù, P., Pappalardo, M., Radtke, U., Renda, P., Romano, P., Sansò, P., Verrubi, V. (2006) Markers of the last interglacial sea-level along the coast of Italy: Tectonic implications. *Quaternary International*, **145-146**, 30-54.



Festa, A., Ghisetti, F., Vezzani, L. (2006) *Carta Geologica del Molise. Scala 1:100000. Note illustrative.*

Fiorini, F. & Vaiani, S.C. (2001) Benthic foraminifers and trasgressive-regressive cycles in the Late Quaternary subsurface sediments of the Po Plain near Ravenna (Northern Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **40**, 357-403.

Genty, D., Blamart, D., Ouhadi, R., Gilmour, M., Baker, A., Jouzel, J., Van-Exter, S. (2003) Precise dating of Dansgaard-Oeschger climate oscillations in western Europe stalagmite data. *Nature*, **421**, 833-837.

Ghetti, P.F. & Mc Kenzie, K. (1981) *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 11. Ostracodi (Crustacea, Ostracoda)*. C.N.R., Stamperia Valdonega, Verona.

Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palmieri, A., Ebreo, C. (1997) *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 1 (Archaeogastropoda)*. Ed. "La Conchiglia", II Ed., Roma.

Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palmieri, A., Ebreo, C. (1999) *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 3 (Caenogastropoda parte 2: Ptenoglossa)*. Ed. Evolver, Roma.

Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palmieri, A., Ebreo, C. (2001) *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 7 (Bivalvia: Protobranchia-Pteriomorpha)*. Ed. Evolver, Roma.

Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palmieri, A., Ebreo, C. (2002) *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 2 (Caenogastropoda parte 1: Discopoda-Heteropoda)*. 1<sup>a</sup> ristampa riveduta e corretta. Ed. Evolver, Roma.

Giannuzzi-Savelli, R., Pusateri, F., Palmieri, A., Ebreo, C. (2003) *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. 4 (Neogastropoda: Muricoidea)*. Ed. Evolver, Roma.

Gibbard, P.L., Head, M.J., Walker, M.J.C., Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (2010) Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Journal of Quaternary Science*, **25**(2), 96-102.

Giraudi, C. (2004) Evoluzione tardo-olocenica del delta del Tevere. *Il Quaternario*, **17**(2/2), 477-492.

Giusti, F. & Castagnolo, L. (1982) I molluschi terrestri delle dune italiane: brevi cenni di ecologia, elenco delle specie e chiavi per il loro riconoscimento. In: CNR (ed.) *Quaderni "Struttura delle zoocenosi terrestri". 3. Ambienti mediterranei. 1. Le coste sabbiose*. AQ/1/172-180, 51-102, Roma.

Gornitz, V. (2009) Ancient cultures and climate change. In: Gornitz, V. (ed) *Encyclopedia of paleoclimatology and ancient environments*, 6-10, Encyclopedia of Earth Sciences Series, Springer.

Gravina, A., Mastronuzzi, G., Sansò, P. (2005) Historical and prehistorical evolution of the Fortore River coastal plain and the Lesina Lake area (southern Italy). *Méditerranée*, **1.2**, 107-117.

Greenland Ice-core Project (GRIP) Members (1993) Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core. *Nature*, **364**, 203-207.

Hallam, A. & Wignall, P.B. (1999) Mass extinctions and sea-level changes. *Earth Science Reviews*, **48**, 217-250.

Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R. (1988) Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.S.C., Posamentier, H.W., Ross, O.A., Van Wagoner, J.C. (Eds) *Sea Level Changes: An Integrated Approach*, SEPM, S.P. **42**, 71-108.

Haug, G.H., Günther, D., Peterson, L.C., Sigman, D.M., Hughen, K.A., Aeschlimann, B. (2003) Climate and the collapse of Maya civilization. *Science*, **299**, 1731-1735.

Henderson G.M. & Slowey N.C. (2000) Evidence from U-Th dating against Northern Hemisphere forcing of the penultimate deglaciation. *Nature*, **404**, 61-66.

Hu, F.S., Kaufman, D., Yoneji, S., Nelson, D., Shemesh, A., Huang, Y., Tian, J., Bond, G., Clegg, B., Brown, T. (2003) Cyclic variation and solar forcing of Holocene in the Alaskan Subarctic. *Science*, **301**, 1890-1893.

Ilg, C., Foeckler, F., O., Deichner, Henle K. (2009) Extreme flood events favour floodplain mollusc diversity. *Hydrobiologia*, **621**, 63-73.

Karner, D.B. & Muller, R.A. (2000) A Causality Problem for Milankovitch. *Science*, **288**, 2143-2144.

Kerney, M.P. & Cameron, R.A.D. (1979) *A field guide to the land snails of Britain and North-west Europe*. Collins, London.

Lambeck, K. & Purcell, A. (2005) Sea-level change in the Mediterranean Sea since LGM: model predictions for tectonically stable areas. *Quaternary Science Reviews*, **24**, 1969-1988.

Lambeck, K., Esat, T.M., Potter, E.-K. (2002) Links between climate and sea levels for the past three million years. *Nature*, **419**, 199-206.

Lambeck, K., Antonioli, F., Purcell, A., Silenzi, S. (2004a) Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000 yr. *Quaternary Science Reviews*, **23**, 1567-1598.

Lambeck, K., Anzidei, M., Antonioli, F., Benini, A., Esposito, A. (2004b) Sea level in Roman time in Central Mediterranean and implications for recent change. *Earth and Planetary Science Letters*, **224**, 563-575.

Lambeck, K., Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G., Silenzi, S. (in press) Sea level change along the Italian coast during the Holocene and projections for the future. *Quaternary International* (2010), doi: 10.1016/j.quaint.2010.04.026.

Loeblich Jr., A.R. & Tappan, H. (1987) *Foraminiferal Genera and their Classification*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Lourens, L.J., Slujs, A., Kroon, D., Zachos, J.C., Thomas, E., Röhl, U., Bowles, J., Raffi, I. (2005) Astronomical pacing of late Paleocene to early Eocene global warming events. *Nature*, **435**, 1083-1087.

Ložek, V. (1964) Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozprawy Ustředního Ústavu Geologického*. **31**, 1-368.

Ložek, V. (2000) Palaeoecology of Quaternary Mollusca. *Antropozoikum*, **24**, 35-59.

Mabesoone, J.M. & Neumann, V.H. (Eds) (2005) *Cyclic developments of sedimentary basins*. Developments in sedimentology **57**, Elsevier.

Manganelli, G., Bodon, M., Favilli, L., Giusti, F. (1995): *Checklist delle specie della fauna italiana. 16. Gatropoda Pulmonata*. Ed. Calderini, Bologna.

Maslin, M., Seidov, D., Lowe, J. () Synthesis of the nature and causes of rapid climate transitions during the Quaternary. *Geophysical monograph*, **126**, 9-52.

Masson, V., Vimeux, F., Jouzel, J., Morgan, V., Delmotte, M., Ciais, P., Hammer, C., Johnsen, S., Lipenkov, Ya.V., Mosley-Thompson, E., Petit, J.-R., Steig, E.J., Stievenard, M., Vaikmae, R. (2000) Holocene climate variability in Antarctica based on 11 ice-core isotopic record. *Quaternary Research*, **54**, 348-358.

Mastroruzzi, G. & Sansò, P. (2002) Holocene uplift rates and historical rapid sea-level changes at the Gargano promontory, Italy. *Journal of Quaternary Science*, **17**(5-6), 593-606.

Matthews, J.A. (2007) GLACIATIONS/Neoglaciation in Europe. In: Elias, S.A. (Ed) *Encyclopedia Of Quaternary Science*, 1122-1133, Elsevier.

Matthews, J.A. & Dresser, Q. (2007) Holocene glacier variation chronology of the Smørstabbtindan massif, Jotunheimen, southern Norway, and the recognition of century- to millennial-scale European Neoglacial Events. *The Holocene*, **18**(1), 181-201.

Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlén, W., Maasch, K.A., Meeker, L.D., Meyerson, E.A., Gasse, F., van Kreveld, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R.R., Steig, E.J. (2004) Holocene climate variability. *Quaternary Research*, **62**, 243-255.

Mazzini, I., Anadon, P., Barbieri, M., Castorina, F., Ferreli, L., Gliozzi, E., Mola, M., Vittori, E. (1999) Late Quaternary sea-level changes along the Tyrrhenian coast near Orbetello

(Tuscany, central Italy): palaeoenvironmental reconstruction using ostracods. *Marine Micropaleontology*, **37**, 289-311.

McDermott, F., Matthey, D.P., Hawkesworth, C. (2001) Centennial-scale Holocene climate variability revealed by a high-resolution speleothem  $\delta^{18}\text{O}$  record from SW Ireland. *Science*, **294**, 1328-1331.

Miall, A.D. (2010) *The geology of stratigraphic sequences, II ed.* Springer.

Milankovitch, M. (1941) *Canon of insolation and the ice age problem.* Zavod za Udžbenike i Nastavna Sredstva, Belgrade.

Nesje, A. & Dahl, S.O. (2003) The "Little Ice Age" - only temperature? *The Holocene*, **13**(1), 139-145.

Orombrelli, G. & Ravazzi, C. (1996) The Late Glacial and Early Holocene Chronology and Paleoclimate. *Il Quaternario*, **9**(2), 439-444.

Pahnke, K., Zahn, R., Elderfield, H., Schulz, M. (2003) 340,000-year centennial-scale marine record of southern hemisphere climatic oscillation. *Science*, **301**, 948-952.

Parenzan, P. (1970) *Carta d'identità delle Conchiglie del Mediterraneo. Vol. 1. Gasteropodi.* Ed. Bios Taras, Taranto.

Parenzan, P. (1974) *Carta d'identità delle Conchiglie del Mediterraneo. Vol. 2. Bivalvi, prima parte.* Ed. Bios Taras, Taranto.

Parenzan, P. (1976) *Carta d'identità delle Conchiglie del Mediterraneo. Vol. 2. Bivalvi, seconda parte.* Ed. Bios Taras, Taranto.

Parlagreco, L., Mascioli, F., Miccadei, E., Antonioli, F., Gianolla, D., Devoti, S., Leoni, G., Silenzi, S. (in press) New data on Holocene relative sea level along the Abruzzo coast (central Adriatic, Italy). *Quaternary International* (**2010**), doi: 10.1016/j.quaint.2010.07.021

Pérès, J.M. & Picard, J. (1964) Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume. *Bulletin*. **31**(47), 5-137.

Pérès, J.M. (1982) Major benthic assemblages. In: Kinne, O. (Ed.) *Marine ecology*. **5**(1), 373-508, Wiley and Sons.

Pieri, V., Martens, K., Stoch, F., Rossetti, G. (2009) Distribution and ecology of non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from Friuli Venezia Giulia (NE Italy). *Journal of Limnology*, **68**(1), 1-15.

Pirazzoli, P.A. (1996) *Sea level changes. The last 20000 years.* Wiley, Chichester.

Pirazzoli, P.A. (2000) Cambiamenti globali e variazioni del livello del mare: meccanismi e tendenze evolutive. In: *Mare e Cambiamenti Globali. Aspetti scientifici e gestione del territorio.* 15-28, Ed. ICRAM.

Pisegna Cerone, E. (2008) *I molluschi continentali delle successioni medio-pleistoceniche dell'Italia centro-meridionale: Paleoecologia e Biocronologia*. Tesi di Dottorato in Paleontologia, XX ciclo, Consorzio Interuniversitario Modena, Bologna, Roma, Sede Amministrativa Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Piva, A., Asioli, A., Trincardi, F., Schneider, R.R., Vigliotti, L. (2008) Late-Holocene climate variability in the Adriatic Sea (Central Mediterranean). *The Holocene*, **18**(1), 153-167.

Porter, S.C. (2007) GLACIATIONS/Neoglaciation in the American Cordilleras. In: Elias, S.A. (Ed) *Encyclopedia Of Quaternary Science*, 1133-1142, Elsevier.

Prasad, S., Brauer, A., Rein, B., Negendank, J.F.W. (2006) Rapid climate change during the early Holocene in western Europe and Greenland. *The Holocene*, **16**(2), 153-158.

Pussègur, J.J. (1976) Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne. *Mémoires Géologique Université Dijon*. 3, 1-241

Rahmstorf, S. (2003) Timing of abrupt climate change: a precise clock. *Geophysical Research Letters*, **30**(10), 1510, doi:10.1029/2003GL017115.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J., and Weyhenmeyer, C.E. (2004). IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**, 1029-1058.

Ricci Lucchi, M., Fiorini, F., Colalongo, M.L., Curzi, P.V. (2006) Late-Quaternary paleoenvironmental evolution of Lesina lagoon (southern Italy) from subsurface data. *Sedimentary Geology*, **183**, 1-13.

Rueda, J.L., Gofas, S., Urra, J., Salas, C. (2009) A highly diverse molluscan assemblage associated with eelgrass beds (*Zostera marina* L.) in the Alboran Sea: Micro-habitat preference, feeding guilds and biogeographical distribution. *Scientia Marina*, **73**(4), 679-700.

Russo Ermolli, E. (1996) L'analisi pollinica quale strumento per la ricostruzione paleoclimatica del Quaternario. VI Conferenza Scientifica Annuale sulle Attività di Ricerca dei Dipartimenti, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Facoltà di Scienze MM, FF e NN, 130-131.

Scarponi, D. & Kowalewski, M. (2004) Stratigraphic paleoecology: Bathymetric signatures and sequence overprint of mollusk associations from Upper Quaternary sequences of the Po Plain, Italy. *Geology*, **32**(11), 989-992.

Schmidt, G.A., Shindell, D.T., Miller, R.L., Mann, M.E., Rind, D. (2004) General circulation modelling of Holocene climate variability. *Quaternary Science Reviews*, **23**, 2167-2181.

Schulz, M. (2002) On the 1470-year pacing of Dansgaard-Oeschger warm events. *Paleoceanography*, **17**(2), 1014, doi:10.1029/2000PA000571.

Schulz, M. & Paul, A. (2002) Holocene climate variability on centennial-to-millennial time scales: 1. Climate records from the North-Atlantic Realm. In: Wefer, G., Berger, W., Behre, K.-E., Jansen, E. (eds) *Climate development and history of the North Atlantic Realm*, 41-54, Springer-Verlag, Berlin.

Sgarrella, F. & Moncharmont Zei, M. (1993) Benthic Foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **32**, 145-264.

Shaffer, G., Olsen, S.M., Bjerrum, C.J. (2004) Ocean subsurface warming as a mechanism for coupling Dansgaard-Oeschger climate cycles and ice-rafting events. *Geophysical Research Letters*, **31**, L24202, doi:10.1029/2004GL020968.

Siddall, M., Rohling, E.J., Almogi-Labin, A., Hemleben, Ch., Meischner, D., Schmelzer, I., Smeed, D.A. (2003) Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. *Nature*, **423**, 853-858.

Silenzi, S., Antonioli, F., Chemello, R., Devoti, S., Mazzoli, C., Montagna, P. (2008) La ricerca di nuovi archivi naturali ad alta risoluzione per comprendere le variazioni climatiche nel Mediterraneo nel corso degli ultimi 500 anni. *Studi Costieri*, **15**, 11-25.

Stirling, C.H., Esat, T.M., Lambeck, K., McCulloch, M.T., Blake, S.G., Lee, D.-C., Halliday, A.N. (2001) Orbital forcing of the Marine Isotope Stage 9 Interglacial. *Science*, **291**, 290-293.

Thompson, W.G. & Goldstein, S. (2005) Open-system coral ages reveal persistent suborbital sea-level cycles. *Science*, **308**, 401-404.

Todd, J.A. (2001) Molluscan Life Habits Databases. Versione consultata il 29/07/2010, link: <http://eusmilia.geology.uiowa.edu/database/mollusc/mollusclifestyles.htm>, aggiornamento Marzo 2001.

Torelli, A. (1982) *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. 8. Gasteropodi conchigliati*. C.N.R., Monotipia Erredi, Genova.

Vezzani, L., Ghisetti, F., Festa A. (2004) *Carta Geologica del Molise. Scala 1:100000*. Ed. S.EL.CA., Firenze.

Zunica, M. (1987) *Lo spazio costiero italiano. Dinamiche fisiche e umane*. Valerio Levi Editore, Roma.

Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S.O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L.C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakagawa, T., Newham, R., Schwander, J. (2009) Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science*, **24**(1), 3-17.

Wanner, H., Beer, J., Bütikofer, J., Crowley, T.J., Cubasch, U., Flückiger, J., Goosse, H., Grosjean, M., Joos, F., Kaplan, J.O., Küttel, M., Müller, S.A., Prentice, I.C., Solomina, O., Stoker, T.F., Tarasov, P., wagner, M., Widmann, M. (2008) Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews*, **27**, 1791-1828.

Weedon, G. (2003) *Time-series analysis and cyclostratigraphy - Examining stratigraphic records of environmental cycles*. Cambridge University Press.

Yokoyama, Y., Lambeck, K., De Deckker, P., Johnston, P., Fifled, L.K. (2000) Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature*, **406**, 713-716.



## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio la mia Famiglia che mi ha consentito di raggiungere questo risultato.

Ringrazio la Prof.ssa Roskopf e la Prof.ssa Esu che mi hanno supportato scientificamente e umanamente durante il periodo del dottorato di ricerca.

Ringrazio il Prof. Celico per la disponibilità sempre concessami con molta cortesia.

Ringrazio il Prof. Aucelli che mi ha indirizzato a questo percorso formativo.

Ringrazio le persone che hanno contribuito in maniera diretta allo sviluppo di questo lavoro: la Prof.ssa Barra, il Dott. Bracone, il Dott. Frezza, la Dott.ssa Russo Ermolli.

Ringrazio tutti gli amici e colleghi afferenti al laboratorio di Cartografia e GIS del Dip.to STAT che hanno condiviso con me questo percorso.

## Appendice 1

### Ordine sistematico delle specie di molluschi presenti nei campioni analizzati

- Specie marine: Appeltans et al. (2010) - Specie continentali: Manganelli et al. (1995) -

Phylum	Mollusca CUVIER, 1797
Classe	Bivalvia LINNAEUS, 1758
Sottoclasse	Heterodonta NEUMAYR, 1884
Infraclasse	Euheterodonta
Ordine	Euheterodonta <i>incertae sedis</i>
Superfamiglia	Hiatelloidea GRAY, 1824
Famiglia	Hiatellidae GRAY, 1824
Genere	<i>Hiatella</i> BOSC, 1801 <b><i>Hiatella arctica</i></b> (LINNAEUS, 1767)
Superfamiglia	Solenoidea LAMARCK, 1809
Famiglia	Pharidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1856
Genere	<i>Ensis</i> SCHUMACHER, 1817 <b><i>Ensis sp.</i></b>
Genere	<i>Pharus</i> LEACH IN BROWN, 1844 <b><i>Pharus legumen</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Famiglia	Solenidae LAMARCK, 1809 <b>Solenidae indet.</b>
Genere	<i>Solen</i> LINNAEUS, 1758 <b><i>Solen marginatus</i></b> PULTENEY, 1799
Ordine	Lucinoidea GRAY, 1854
Superfamiglia	Lucinoidea FLEMING, 1828
Famiglia	Lucinidae FLEMING, 1828
Genere	<i>Ctena</i> MÖRCH, 1861 <b><i>Ctena decussata</i></b> (O.G. COSTA, 1829)
Genere	<i>Loripes</i> POLI, 1791 <b><i>Loripes lacteus</i></b> (POLI, 1791)
Genere	<i>Lucinella</i> MONTEROSATO, 1883 <b><i>Lucinella divaricata</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Ordine	Myoidea STOLICZKA, 1870
Superfamiglia	Myoidea LAMARCK, 1809
Famiglia	Corbulidae LAMARCK, 1818

Genere *Corbula* BRUGUIÈRE, 1797  
*Corbula gibba* (OLIVI, 1792)

Genere *Lentidium* DE CRISTOFORI & JAN, 1832  
*Lentidium mediterraneum* (O.G. COSTA, 1829)

Ordine Veneroidea GRAY, 1854

Superfamiglia Cardioidea LAMARCK, 1809

Famiglia Cardiidae LAMARCK, 1809  
**Cardiidae indet.**

Sottofamiglia Cardiinae LAMARCK, 1809

Genere *Acanthocardia* GRAY, 1851  
*Acanthocardia* sp.

Superfamiglia Galeommatoidea GRAY, 1840

Famiglia Lasaeidae GRAY, 1842

Genere *Hemilepton* COSSMANN, 1911  
*Hemilepton nitidum* (TURTON, 1822)

Famiglia Montacutidae CLARK, 1855  
**Montacutidae indet.**

Genere *Kurtiella* GOFAS & SALAS, 2008  
*Kurtiella bidentata* (MONTAGU, 1803)

Superfamiglia Mactroidea LAMARCK, 1809

Famiglia Mactridae LAMARCK, 1809

Genere *Spisula* GRAY, 1837  
*Spisula subtruncata* (DA COSTA, 1778)

Superfamiglia Tellinoidea BLAINVILLE, 1814

Famiglia Donacidae FLEMING, 1828

Genere *Donax* LINNAEUS, 1758  
*Donax semistriatus* POLI, 1795

Famiglia Semelidae STOLICZKA, 1870 (1825)

Genere *Abra* LEACH in LAMARCK, 1818  
*Abra alba* (WOOD, 1802)

Famiglia Tellinidae BLAINVILLE, 1814  
**Tellinidae indet.**

Genere *Tellina* LINNAEUS, 1758  
*Tellina exigua* POLI, 1791  
*Tellina fabula* GMELIN, 1791

	<i>Tellina nitida</i> POLI, 1791
	<b><i>Tellina</i> sp.</b>
Superfamiglia	Veneroidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Veneridae RAFINESQUE, 1815
Genere	<i>Chamelea</i> MÖRCH, 1853
	<b><i>Chamelea gallina</i> (LINNAEUS, 1758)</b>
Genere	<i>Dosinia</i> SCOPOLI, 1777
	<b><i>Dosinia lupinus</i> (LINNAEUS, 1758)</b>
Genere	<i>Ruditapes</i> CHIAMENTI, 1900
	<b><i>Ruditapes decussatus</i> (LINNAEUS, 1758)</b>
Sottoclasse	Protobranchia PELSENEER, 1889
Ordine	Nuculanoida CARTER, D.C. CAMPBELL, M.R. CAMPBELL, 2000
Superfamiglia	Nuculanoidea H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854)
Famiglia	Nuculanidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854)
Sottofamiglia	Nuculaninae H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854)
Genere	<i>Nuculana</i> LINK, 1807
	<b><i>Nuculana pella</i> (LINNAEUS, 1767)</b>
Ordine	Nuculida DALL, 1889
Superfamiglia	Nuculoidea GRAY, 1824
Famiglia	Nuculidae GRAY, 1824
Genere	<i>Nucula</i> LAMARCK, 1799
	<b><i>Nucula nucleus</i> (LINNAEUS, 1758)</b>
Sottoclasse	Pteriomorphia BEURLEN, 1944
Ordine	Arcoidea STOLICZKA, 1871
Superfamiglia	Arcoidea LAMARCK, 1809
Famiglia	Glycymerididae DALL, 1908 (1847)
Genere	<i>Glycymeris</i> DA COSTA, 1778
	<b><i>Glycymeris insubrica</i> (1814)</b>
Famiglia	Noetiidae STEWART, 1930
Genere	<i>Striarca</i> CONRAD, 1862
	<b><i>Striarca lactea</i> (LINNAEUS, 1758)</b>
Ordine	Mytiloidea FÉRUSAC, 1822
Superfamiglia	Mytiloidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Mytilidae RAFINESQUE, 1815
Genere	<i>Modiolarca</i> GRAY, 1847

	<i>Modiolarca subpicta</i> (CANTRAINED, 1835)
Genere	<i>Mytilaster</i> MONTEROSATO, 1883
	<i>Mytilaster lineatus</i> (GMELIN, 1791)
	<i>Mytilaster minimus</i> (POLI, 1795)
Ordine	Ostreoida FÉRUSAC, 1822
Superfamiglia	Ostreoidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Ostreidae RAFINESQUE, 1815
Genere	<i>Ostrea</i> LINNAEUS, 1758
	<b>Ostrea sp.</b>
Ordine	Pectinoidea GRAY, 1854
Superfamiglia	Anomioidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Anomiidae RAFINESQUE, 1815
Genere	<i>Anomia</i> LINNAEUS, 1758
	<i>Anomia ehippium</i> LINNAEUS, 1758
Genere	<i>Pododesmus</i> PHILIPPI, 1837
	<i>Pododesmus patelliformis</i> (LINNAEUS, 1761)
Superfamiglia	Pectinoidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Pectinidae RAFINESQUE, 1815
Sottofamiglia	Chlamydinae VON TEPPNER, 1922
Tribù	Chlamydini VON TEPPNER, 1922
Genere	<i>Chlamys</i> RÖDING, 1798
	<b>Chlamys sp.</b>
Classe	Gastropoda CUVIER, 1795
Sottoclasse	Caenogastropoda COX, 1960
Ordine	Caenogastropoda <i>incertae sedis</i>
Superfamiglia	Cerithioidea FÉRUSAC, 1819
Famiglia	Cerithiidae FLEMING, 1822
	<b>Cerithiidae indet.</b>
Sottofamiglia	Bittiinae COSSMANN, 1906
Genere	<i>Bittium</i> LEACH IN GRAY, 1847
	<i>Bittium reticulatum</i> (DA COSTA, 1778)
Famiglia	Turritellidae LOVÉN, 1847
Sottofamiglia	Turritellinae LOVÉN, 1847
Genere	<i>Turritella</i> LAMARCK, 1799
	<i>Turritella communis</i> RISSO, 1826

	<b><i>Turritella</i> sp.</b>
Superfamiglia	Epitonioidea BERRY, 1910 (1812)
Famiglia	Epitoniidae BERRY, 1910 (1812)
Genere	<i>Epitonium</i> RÖDING, 1798
	<b><i>Epitonium clathrus</i></b> (LINNAEUS, 1758) (= <i>Scalaria communis</i> LAMARCK, 1819)
Genere	<i>Opalia</i> H. & A. ADAMS, 1853
	<b><i>Opalia</i> sp.</b>
Superfamiglia	Triphoroidea GRAY, 1847
Famiglia	Cerithiopsidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1853
Genere	<i>Cerithiopsis</i> FORBES & HANLEY, 1850
	<b><i>Cerithiopsis tubercularis</i></b> (Montagu, 1803)
Famiglia	Triphoridae GRAY, 1847
Genere	<i>Monophorus</i> GRILLO, 1877
	<b><i>Monophorus perversus</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Ordine	Littorinimorpha GOLIKOV & STAROBOGATOV, 1975
Superfamiglia	Capuloidea FLEMING, 1822
Famiglia	Capulidae FLEMING, 1822
Genere	<i>Capulus</i> MONTFORT, 1810
	<b><i>Capulus</i> sp.</b>
Superfamiglia	Littorinoidea GUILDING, 1834
Famiglia	Littorinidae GRAY, 1840
Genere	<i>Littorina</i> FÉRUSAC, 1822
	<b><i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Famiglia	Pomatiasidae GRAY, 1852
Genere	<i>Pomatias</i> STUDER, 1789
	<b><i>Pomatias elegans</i></b> (O.F. MÜLLER, 1774)
Superfamiglia	Naticoidea GUILDING, 1834
Famiglia	Naticidae GUILDING, 1834
	<b>Naticidae indet.</b>
Genere	<i>Euspira</i> AGASSIZ, 1838
	<b><i>Euspira</i> sp.</b>
Genere	<i>Neverita</i> RISSO, 1826
	<b><i>Neverita josephinia</i></b> RISSO, 1826
Superfamiglia	Rissooidea GRAY, 1847

Famiglia Caecidae GRAY, 1850  
 Genere *Caecum* FLEMING, 1813  
*Caecum sp.*

Famiglia Rissoidae GRAY, 1847  
**?Rissoidae indet.**

Sottofamiglia Rissoinae GRAY, 1847  
 Genere *Alvania* RISSO, 1826  
*Alvania cimex* (LINNAEUS, 1758)  
*Alvania discors* (ALLAN, 1818)  
*Alvania schwartziana* Brusina, 1866  
*Alvania sp.*

Genere *Crisilla* MONTEROSATO, 1917  
*Crisilla semistriata* (MONTAGU, 1808)  
*Crisilla sp.*

Genere *Rissoa* FREMINVILLE IN DESMAREST, 1814  
*Rissoa cfr. splendida* EICHWALD, 1830  
*Rissoa sp.*

Genere *Setia* H. ADAMS & A. ADAMS, 1852  
*Setia globulinus* MONTEROSATO, 1884

Famiglia Tornidae SACCO, 1896  
 Genere *Circulus* JEFFREYS, 1865  
*Circulus striatus* (PHILIPPI, 1836)

Genere *Tornus* TURTON & KINGSTON, 1830  
*Tornus subcarinatus* (MONTAGU, 1803)

Ordine Neogastropoda WENZ, 1938  
 Superfamiglia Buccinoidea RAFINESQUE, 1815  
 Famiglia Nassariidae IREDALE, 1916  
 Genere *Nassarius* DUMÉRIL, 1806  
*Nassarius pygmaeus* (LAMARCK, 1822)  
*Nassarius mutabilis* (LINNAEUS, 1758)  
*Nassarius sp.*

Superfamiglia Conoidea FLEMING, 1822  
 Famiglia Conidae FLEMING, 1822  
 Sottofamiglia Mangeliinae P. FISCHER, 1883  
 Genere *Bela* GRAY, 1847



	<i>Bela nebula</i> (MONTAGU, 1803)
Genere	<i>Mangelia</i> LOVÉN, 1846 <i>Mangelia</i> sp.
Famiglia	Turridae H. ADAMS & A. ADAMS, 1853 (1838) <b>Turridae indet.</b>
Superfamiglia	Muricoidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Muricidae RAFINESQUE, 1815
Sottofamiglia	Muricopsinae RADWIN & D'ATTILIO, 1971
Genere	<i>Muricopsis</i> BUCQUOY & DAUTZENBERG, 1882
Sottogenere	<i>Muricopsi</i> ) BUCQUOY & DAUTZENBERG, 1882 <i>Muricopsis (Muricopsis) cristatus</i> (BROCCHI, 1814)
Sottoclasse	Heterobranchia GRAY, 1840
Infraclasse	Opisthobranchia MILNE-EDWARDS, 1848
Ordine	Cephalaspidea P. FISCHER, 1883
Superfamiglia	Philinoidea GRAY, 1850 (1815)
Famiglia	Cylichnidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1854
Genere	<i>Cylichna</i> LOVÉN, 1846 <i>Cylichna crossei</i> BUCQUOY, DAUTZENBERG & DOLLFUS, 1886 <i>Cylichna</i> sp.
Famiglia	Retusidae THIELE, 1925 <b>Retusidae indet.</b>
Genere	<i>Cylichnina</i> MONTEROSATO, 1884 <i>Cylichnina umbilicata</i> (MONTAGU, 1803)
Genere	<i>Retusa</i> BROWN, 1827 <i>Retusa mammillata</i> (PHILIPPI, 1836) <i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i> (BRUGUIÈRE, 1792)
Infraclasse	Heterobranchia <i>incertae sedis</i>
Superfamiglia	Acteonoidea D'ORBIGNY, 1843
Famiglia	Acteonidae D'ORBIGNY, 1843
Genere	<i>Acteon</i> MONTFORT, 1810 <i>Acteon tornatilis</i> (LINNAEUS, 1758)
Superfamiglia	Pyramidelloidea GRAY, 1840
Famiglia	Murchisonellidae CASEY, 1904
Genere	<i>Ebala</i> GRAY, 1847 <i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i> (DE FOLIN, 1868)

Famiglia	Pyramidellidae GRAY, 1840
Sottofamiglia	Odostomiinae PELSENEER, 1928
Genere	<i>Chrysallida</i> CARPENTER, 1857 <b><i>Chrysallida interstincta</i></b> (ADAMS J., 1797) <b><i>Chrysallida juliae</i></b> (DE FOLIN, 1872) <b><i>Chrysallida</i> sp.</b>
Genere	<i>Odostomia</i> FLEMING, 1813 <b><i>Odostomia erjaveciana</i></b> BRUSINA, 1869 <b><i>Odostomia imponderabilior</i></b> (OBERLING, 1970) <b><i>Odostomia</i> sp.</b>
Sottofamiglia	Pyramidellinae GRAY, 1840
Genere	<i>Eulimella</i> GRAY, 1847 <b><i>Eulimella acicula</i></b> (PHILIPPI, 1836)
Sottofamiglia	Turbonillinae BRONN, 1849
Genere	<i>Turbonilla</i> RISSO, 1826 <b><i>Turbonilla lactea</i></b> (LINNAEUS, 1758) <b><i>Turbonilla rufa</i></b> (PHILIPPI, 1836) <b><i>Turbonilla</i> sp.</b>
Superfamiglia	Ringiculoidea GRAY, 1840
Famiglia	Ringiculidae PHILIPPI, 1853
Genere	<i>Ringicula</i> DESHAYES, 1838 <b><i>Ringicula</i> sp.</b>
Sottoclasse	Vetigastropoda SALVINI-PLAWEN, 1980
Superamiglia	Fissurelloidea FLEMING, 1822
Famiglia	Fissurellidae FLEMING, 1822
Genere	<i>Diodora</i> GRAY, 1821 <b><i>Diodora cfr. graeca</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Genere	<i>Emarginula</i> LAMARCK, 1801 <b><i>Emarginula</i> sp.</b>
Superfamiglia	Phasianelloidea SWAINSON, 1840
Famiglia	Phasianellidae SWAINSON, 1840
Genere	<i>Tricolia</i> RISSO, 1826 <b><i>Tricolia pullus</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Superfamiglia	Trochoidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Calliostomatidae THIELE, 1924 (1847)

Sottofamiglia	Calliostomatinae THIELE, 1924
Genere	<i>Calliostoma</i> SWAINSON, 1840 <i>Calliostoma virescens</i> COEN, 1933 <b><i>Calliostoma</i> sp.</b>
Famiglia	Trochidae RAFINESQUE, 1815
Sottofamiglia	Cantharidinae GRAY, 1857
Genere	<i>Gibbula</i> RISSO, 1826 <b><i>Gibbula varia</i></b> (LINNAEUS, 1758) <b><i>Gibbula</i> sp.</b>
Sottofamiglia	Trochinae RAFINESQUE, 1815
Genere	<i>Clanculus</i> MONTFORT, 1810 <b><i>Clanculus cfr. corallinus</i></b> (GMELIN, 1791) <b><i>Clanculus cruciatus</i></b> (LINNAEUS, 1758) <b><i>Clanculus</i> sp.</b>
Classe	Polyplacophora GRAY, 1821 <b>Polyplacophora indet.</b>
Classe	Scaphopoda BRONN, 1862
Ordine	Dentaliida STAROBOGATOV, 1974
Famiglia	Dentaliidae CHILDREN, 1834
Genere	<i>Antalis</i> H. ADAMS & A. ADAMS, 1854 <b><i>Antalis dentalis</i></b> (LINNAEUS, 1758)
Sottoclasse	Pulmonata CUVIER, 1817
Ordine	Archaeopulmonata MORTON, 1955
Famiglia	Ellobiidae ADAMS A., 1855
Sottofamiglia	Carychiinae JEFFREYS, 1830
Genere	<i>Carychium</i> O.F. MÜLLER, 1774 <b><i>Carychium minimum</i></b> O.F. MÜLLER, 1774
Ordine	Basommatophora KERFENSTEIN, 1864
Superfamiglia	Lymnaoidea RAFINESQUE, 1815
Famiglia	Lymnaeidae RAFINESQUE, 1815
Sottofamiglia	Lymnaeinae RAFINESQUE, 1815
Genere	<i>Lymnaea</i> LAMARCK, 1799
Sottogenere	<i>Galba</i> SCHRANK, 1803 <b><i>Lymnaea (Galba) truncatula</i></b> (O.F. MÜLLER, 1774)
Ordine	Stylommatophora SCHMITT, 1855

Famiglia Clausiliidae GRAY, 1855  
 Genere *Clausilia* DRAPARNAUD, 1805  
***Clausilia* sp.**

Famiglia Discidae THIELE, 1931  
 Genere *Discus* FITZINGER, 1833  
 Specie ***Discus rotundatus*** (O.F. MÜLLER, 1774)

Famiglia Enidae WOODWARD, 1903  
**Enidae indet.**

Famiglia Ferussacidae BOURGUIGNAT, 1883  
 Genere *Cecilioides* FÉRUSAC, 1814  
 Sottogenere *Cecilioides* FÉRUSAC, 1814  
***Cecilioides (Cecilioides) acicula*** (O.F. MÜLLER, 1774)

Famiglia Helicidae RAFINESQUE, 1815  
**Helicidae indet.**

Genere *Theba* RISSO, 1826  
***Theba pisana*** (O.F. MÜLLER, 1774)

Famiglia Hygromiidae TRYON, 1866  
**Hygromiidae indet.**

Genere *Cochlicella* FÉRUSAC, 1821  
***Cochlicella* sp.**

Genere *Trochoidea* BROWN, 1827  
***Trochoidea* sp.**

Famiglia Limacidae LAMARCK, 1801  
**Limacidae indet.**

Famiglia Punctidae MORSE, 1864  
 genere *Punctum* MORSE, 1864  
***Punctum pygmaeum*** (DRAPARNAUD, 1801)

Famiglia Pupillidae TRYON, 1831  
 genere *Lauria* GRAY IN TURTON, 1840  
***Lauria cylindracea*** (DA COSTA, 1778)

Famiglia Succineidae BECK, 1837  
 Sottofamiglia Succineinae BECK, 1837  
 Genere *Succinea* DRAPARNAUD, 1801  
***Succinea* sp.**

Famiglia Valloniidae MORSE, 1864

Sottofamiglia Valloniinae MORSE, 1864  
Genere *Vallonia* Risso, 1826  
*Vallonia pulchella* (O.F. MÜLLER, 1774)  
Famiglia Vertiginidae FITZINGER, 1833  
Genere *Truncatellina* LOWE, 1852  
*Truncatellina cylindrica* (FÉRUSSAC, 1807)  
Famiglia Vitrinidae FITZINGER, 1833  
**?Vitrinidae indet.**  
Genere *Vitrinobrachium* KÜNKEL, 1929  
*Vitrinobrachium cfr. breve* (FÉRUSSAC, 1821)  
Famiglia Zonitidae MÖRCH, 1864  
Genere *Vitrea* FITZINGER, 1833  
*Vitrea subrimata* (REINHARDT, 1871)

## Appendice 2a

Elenco delle specie di molluschi marini identificate nei sondaggi analizzati con indicate le rispettive categorie ecologiche e le biocenosi di appartenenza. Batimetria, energia e salinità del mezzo da Scarponi & Kowalewski (2004). W-m fa riferimento alla batimetria preferita dai generi, calcolata da Scarponi & Kowalewski (2004) dall'elaborazione di dati osservazionali su record attuale (ENEA Mollusks Database). Microhabitat (relazioni organismo/substrato, MH) e categoria alimentare (FG) da Todd (2001) e da Rueda et al. (2009). Piani marini e biocenosi da Pérès & Picard (1964) [cfr. anche Pérès (1982) e Bernasconi & Stanley (1997)]. Per la spiegazione delle sigle delle categorie ecologiche e delle biocenosi riferite alle diverse specie si rimanda al par. 3.2 e alle tabelle 3.2.1 e 3.2.2. Nella colonna delle sigle delle biocenosi fra parentesi sono riportate le categorie di ruolo delle specie nella biocenosi (CE: caratteristiche esclusive, che data la loro particolare abbondanza e/o dominanza in una determinata biocenosi sono confinate ad esso; CP: caratteristiche preferenziali, sono nettamente più abbondanti in una determinata biocenosi rispetto ad altre dove esse possono assumere il valore di semplici specie accompagnatrici; A: accompagnatrici, non caratteristiche di una biocenosi ma comuni a 2 o più biocenosi).

Molluschi Marini	CARATTERISTICHE ECOLOGICHE						BIONOMIA	
	Batimetria (m)		Energia	Salinità	MH	FG	Piano	Biocenosi (cat. Specie)
Bivalvi	W-m	max-min						
<i>Abra alba</i>	-5,959	116-0	W	M	SI	D	INF-CIRC	MI
<i>Acanthocardia</i> sp.	-13,268	110-0	W	M	SI	F	INF	SFBC
<i>Anomia ephippium</i>			W	P	SE	F		
Cardiidae indet.			W	M	SI	F		
<i>Chamelea gallina</i>	-7,630	40-0	H	P	SI	F	INF	SFS(A)/SFBC(A)
<i>Chlamys</i> sp.	-22,31	180-0	L	EU/P	SE	F		
<i>Corbula gibba</i>			L	b-M	SI	F	INF-CIRC	MI(CP)/DC
<i>Ctena decussata</i>					SI	SY		
<i>Donax semistriatus</i>	-2,119	65-0	H	EU	SI	D	INF	SFS(CE)
<i>Dosinia lupinus</i>	-7,521	41-0	W	P	SI	F	INF-CIRC	MI(CE)
<i>Ensis</i> sp.					SI	F	INF	SFBC
<i>Glycymeris insubrica</i>	-6,964	60-0	H	EU	SI	F	INF	SFBC(CE)
<i>Hemilepton nitidum</i>		90-0	L	EU	SI	F		
<i>Hiatella arctica</i>					SI	F		HP
<i>Kurtiella bidentata</i>	-13,162	60-2	L	b-M	SI	F	CIRC	DC
<i>Lentidium mediterraneum</i>	-2,864	23-0	H	P	SI	F	INF	SFS(CE)
<i>Loripes lacteus</i>			L	O	SI	SY	INF	SRPV(A) SVMC(CE) LEE(A) SFBC(A)
<i>Lucinella divaricata</i>			H	P	SI	SY	INF	SRPV(A)
<i>Modiolarca subpicta</i>					SE	F		

**Appendice 2a (continuazione)**

<i>Mytilaster lineatus</i>					SE	F	INF superficiale	AP
<i>Mytilaster minimus</i>					SE	F	INF superficiale	AP
<i>Nucula nucleus</i>	-19,690	98-2	W	M				
<i>Nuculana pella</i>			L	EU	SI	D	INF-CIRC	MI(CE)
<i>Ostrea sp.</i>			ML	P	HE	F	INF	LEE
<i>Pharus legumen</i>			H	b-M	SI	F	INF	SFBC(CE)
<i>Pododesmus patelliformis</i>					SE	F		
<i>Ruditapes decussatus</i>					SI	F	INF	SVMC(CE)
<i>Solen marginatus</i>					SI	F	INF	SFBC(CE)
<i>Spisula subtruncata</i>	-6,553	98-0	W	M	SI	F	INF	SFBC(CE)
<i>Striarca lactea</i>					HE	F	CIRC	DC
<i>Tellina exigua</i>			W	M	SI	D	INF	SFS(CE)
<i>Tellina fabula</i>	-6,927	60-0	W	M	SI	D	INF	SFBC(CE)
<i>Tellina nitida</i>	-6,927	60-0	W	M	SI	D	INF	SFBC(CE)
<b>Gasteropodi</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>	-8,981	61-0	H	b-M	SB	C	INF	SFBC(CE)
<i>Alvania cimex</i>					VE	MG	INF	HP
<i>Alvania discors</i>					VE	MG	INF	HP
<i>Alvania schwartziana</i>					VE	MG	INF	HP
<i>Bela nebula</i>	-9,45	61-0	W	P/EU	SE	C	INF	SFBC(CP)
<i>Bittium reticulatum</i>	-3,666	50-0	W	b-M/P	SE	MG	INF	HP
<i>Caecum sp.</i>					SI	AG/SG/MG		
<i>Calliostoma virescens</i>					SE	E	INF	AP
<i>Capulus sp.</i>						F		
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>					EP	E		
<i>Chrysallida interstincta</i>					EP	E		
<i>Chrysallida juliae</i>					EP	E		
<i>Circulus striatus</i>								
<i>Clanculus cfr. corallinus</i>								
<i>Clanculus cruciatus</i>								
<i>Crisilla semistriata</i>								
<i>Cylichna crossei</i>			?	b-M	SB	C		
<i>Cylichnina umbilicata</i>					SB	C		
<i>Diodora cfr. graeca</i>								
<i>Ebala cfr. pointeli</i>						E		
<i>Emarginula sp.</i>								
<i>Epitonium clathrus</i>			W	M	EP	E		
<i>Eulimella acicula</i>						E		
<i>Euspira sp.</i>	-18,913	85-0	M-L	?	SB	C		
<i>Gibbula varia</i>					HE	MG	INF	AP
<i>Gibbula sp.</i>					HE	MG	INF	AP
<i>Littorina cfr. obtusata</i>						MG	INF	HP
<i>Mangelia sp.</i>			W	EU	SE	C		



## Appendice 2a (fine)

<i>Monophorus perversus</i>									
<i>Muricopsis cristatus</i>									
<i>Nassarius pygmaeus</i>	-9,818	125-0	W	M	SE	SC	INF	SFBC(CP)	
<i>Nassarius mutabilis</i>	-9,818	125-0	W	M	SE	SC	INF	SFBC(CE)	
<i>Neverita josephinia</i>						C	INF	SFBC(CE)	
<i>Odostomia erjaveciana</i>			W	M	EP	E			
<i>Odostomia imponderabilior</i>			W	M	EP	E			
<i>Opalia</i> sp.					EP	E			
<i>Retusa mammillata</i>					SB	C			
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>					SB	C			
<i>Ringicula</i> sp.	-26,911	61-7	L	EU	SB	C	INF-CIRC		
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>			W	M	VE	MG	INF	HP	
<i>Setia globulinus</i>					VE	MG	INF	HP	
<i>Tornus subcarinatus</i>					SI	D			
<i>Tricolia pullus</i>					VE	MG	INF	HP	
<i>Turbonilla lactea</i>			W	M	EP	E			
<i>Turbonilla rufa</i>			W	M	EP	E			
<i>Turritella communis</i>	-18,612	124-0	ML	b-M	SE	F	INF-CIRC	MI/VTC	
<b>Scafopodi</b>									
<i>Antalis dentalis</i>	-21,589	105-1	W	EU	SI	D	INF-CIRC	MI	
<b>Poliplacofori</b>									
Polyplacophora indet.					HE				

## Appendice 2b

Elenco delle specie di molluschi continentali identificate nei sondaggi analizzati con indicate le rispettive categorie ecologiche. Per la spiegazione delle sigle riferite alle diverse specie si rimanda al par. 3.2 e alle tabelle 3.2.4, 3.2.5 e 3.2.6.

Gasteropodi non marini	Gruppi ecologici-biotopi (Ložek, 1964)	Specie terrestri degli ambienti dunicoli e delle aree interne costiere. Struttura del guscio/tolleranza all'insolazione/tolleranza all'aridità (Giusti & Castagnolo, 1982)	Tolleranza all'umidità (Ilg et la., 2009)
<i>Carychium minimum</i>	9P	H	G3
<i>Cecillioides acicula</i>	4S	H	
<i>Clausilia</i> sp.		K	G3
<i>Cochlicella</i> sp.		CM	G3
<i>Discus rotundatus</i>	2W(M)	K	
Enidae indet.		K	
Helicidae indet.		C	
Hygromiidae		C	G3
<i>Lauria cylindracea</i>		K	
Limacidae indet.		N	
<i>Lymnaea truncatula</i>	10SPPp		G1
<i>Pomatias elegans</i>	2W(M)	K	
<i>Punctum pygmaeum</i>	7M		G3
<i>Succinea</i> sp.	8H		G3
<i>Theba pisana</i>	6X	C	
<i>Trochoidea</i> sp.		C	G3
<i>Truncatellina cylindrica</i>	5O	K	G4
<i>Vallonia pulchella</i>	5O		G3
<i>Vitrea subrimata</i>	1W	H	G3
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>	1W	H	G3
? Vitrinidae		H	G3





**Appendice 3a - (continuazione)**

Sondaggio	MBS1								
	Unità Litologica	Ghiaiosa	Limoso-argillosa				Sabbiosa		
Campione	11,20-11,15	9,68-9,65	9,53-9,50	9,40-9,37	9,30-9,25	9,20-9,17	8,70-8,60	8,30-8,25	7,70-7,65
Molluschi									
<i>Continentali</i>									
Gastropoda									
<i>Carychium minimum</i>			1						
<i>Clausilia</i> sp.			1 ap						
<i>Cochlicella</i> sp.							fgs		
Enidae indet.									
Gastropoda indet.		fgs		fgs	fgs	fgs		fgs	
Helicidae indet.								fgs	
Hygromiidae indet.									
<i>Lauria cylindracea</i>									
<i>Pomatias elegans</i>		fgs		fgs	fgs	fgs	fgs	fgs	
<i>Trochoidea</i> sp.									
<i>Vitrea subrimata</i>			3						
Tot. bivalvi marini	0	0	0	0	0	0	23	17	0
Tot. gasteropodi marini	0	0	0	0	0	0	16	4	0
Tot. gasteropodi continentali	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Tot. scafopodi	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Tot. poliplacofori	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	0	0	5	0	0	0	41	23	0







**Appendice 3a - (continuazione)**

Sondaggio	MBS1								
Unità Litologica	Sabbiosa								
Campione	7,30-7,25	6,80-6,75	6,65-6,60	5,65-5,60	5,30-5,25	4,45-4,40	4,20-4,10	3,90-3,85	3,60-3,50
Molluschi									
<i>Continentali</i>									
Gastropoda									
<i>Carychium minimum</i>									
<i>Clausilia</i> sp.									
<i>Cochlicella</i> sp.							fgs		
Enidae indet.									1
Gastropoda indet.						fgs			
Helicidae indet.							fgs	fgs	1 fg ap
Hygromiidae indet.	fgs						fgs		
<i>Lauria cylindracea</i>									
<i>Pomatias elegans</i>	fgs				fgs		fgs	fgs	fgs
<i>Trochoidea</i> sp.									
<i>Vitrea subrimata</i>									
Tot. bivalvi marini	17	0	2	0	0	18	56	26	136
Tot. gasteropodi marini	0	0	0	0	0	9	2	2	7
Tot. gasteropodi continentali	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tot. scafopodi	3	0	0	0	0	0	0	2	0
Tot. poliplacofori	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	20	0	2	0	0	27	58	28	145

**Appendice 3a - (continuazione)**

Sondaggio	MBS1								
Unità Litologica	Sabbiosa								
Campione	3,20-3,10	2,90-2,85	2,50-2,45	2,25-2,20	1,80-1,75	1,50-1,40	1,20-1,10	0,85-0,80	0,60-0,55
Molluschi									
<i>Marini</i>									
Bivalvia	fgs(+)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(+)	fgs(+++)	fgs(+++)	fgs(++)	fgs(++)
<i>Abra alba</i>	2					1	5	2	
<i>Anomia ephippium</i>	2					3	3		
Bivalvia indet.							2		
Cardiidae indet.						1	1 fg		
<i>Chamelea gallina</i>	183				9	74	161	26	23
<i>Chlamys</i> sp.									
<i>Corbula gibba</i>	1				1		2		
<i>Donax semistriatus</i>	249				6	63	215	74	25
<i>Dosinia lupinus</i>						2	3		1
<i>Ensis</i> sp.	1								
<i>Glycymeris insubrica</i>				1					
<i>Hiatella arctica</i>	1						3		
<i>Kurtiella bidentata</i>							1		
<i>Lentidium mediterraneum</i>	85				7	57	182	23	13
<i>Lucinella divaricata</i>	2	1				1	2		
<i>Mytilaster lineatus</i>	32				3	30	94	8	4
<i>Nucula nucleus</i>						1			
<i>Nuculana pella</i>	1fg						1		
<i>Ostrea</i> sp.	1					6	3		
<i>Pharus legumen</i>	2					2	2		
<i>Ruditapes decussatus</i>	1					1	1		
<i>Solen marginatus</i>							1		
Solenidae indet.									
<i>Spisula subtruncata</i>	3					6	23	8	4
<i>Striarca lactea</i>	1					4	2		
<i>Tellina fabula</i>	3						1	1	
<i>Tellina nitida</i>	2					6	5		
<i>Tellina</i> sp.									1
Tellinidae indet.						1			

**Appendice 3a - (continuazione)**

Sondaggio	MBS1								
Unità Litologica	Sabbiosa								
Campione	3,20-3,10	2,90-2,85	2,50-2,45	2,25-2,20	1,80-1,75	1,50-1,40	1,20-1,10	0,85-0,80	0,60-0,55
<b>Gastropoda</b>									
<i>Acteon tornatilis</i>	1fg					1			
<i>Alvania discors</i>							1		
<i>Alvania schwartziana</i>									
<i>Alvania</i> sp.									
<i>Bela nebula</i>						1	3		
<i>Bittium reticulatum</i>	1					1	2	3	
<i>Calliostoma virescens</i>						1			
<i>Calliostoma</i> sp.							1 fg		
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>									
<i>Clanculus cruciatus</i>									
<i>Clanculus</i> sp.							1 fg		
<i>Cylichna crossei</i>							1		
<i>Diodora</i> cfr. <i>graeca</i>	1								
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>							1		
<i>Epitonium clathrus</i>							1		
<i>Gibbula</i> sp.	1 fg								
<i>Monophorus perversus</i>						1 fg			
<i>Muricopsis cristatus</i>						1			
<i>Nassarius pygmaeus</i>	2				1	3	3		
<i>Nassarius</i> sp.							1 fg		
<i>Neverita josephinia</i>							2		
<i>Odostomia erjaveciana</i>							1		
<i>Odostomia imponderabilior</i>							1		
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>								1	
<i>Ringicula</i> sp.							1		
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>									
<i>Rissoa</i> sp.									
<i>Tornus subcarinatus</i>									
<i>Tricolia pullus</i>						2	1 fg		
<i>Turbonilla lactea</i>							1		
Turridae indet.						1			
<i>Turritella communis</i>	1fg					1 fg	1		
<i>Turritella</i> sp.								1	
<b>Scaphopoda</b>									
<i>Antalis dentalis</i>	1						1		
<b>Polyplacophora</b>									
Polyplacophora indet.						1 fg			

### Appendice 3a - (fine)

Sondaggio	MBS1								
Unità Litologica	Sabbiosa								
Campione	3,20-3,10	2,90-2,85	2,50-2,45	2,25-2,20	1,80-1,75	1,50-1,40	1,20-1,10	0,85-0,80	0,60-0,55
Molluschi									
<i>Continentali</i>									
Gastropoda									
<i>Carychium minimum</i>									
<i>Clausilia</i> sp.									
<i>Cochlicella</i> sp.									
Enidae indet.							1		
Gastropoda indet.	fgs,1							2 aps	
Helicidae indet.		fgs	fgs	fgs	fgs	fgs		fgs	
Hygromiidae indet.					fgs				
<i>Lauria cylindracea</i>									
<i>Pomatias elegans</i>		fgs	fgs	fgs	fgs		fgs	fgs	
<i>Trochoidea</i> sp.							1 f		
<i>Vitrea subrimata</i>									
Tot. bivalvi marini	572	1	0	1	26	259	713	142	71
Tot. gasteropodi marini	7	0	0	0	1	14	23	5	0
Tot. gasteropodi continentali	1	0	0	0	0	0	2	2	0
Tot. scafopodi	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Tot. poliplacofori	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Tot. molluschi	580	1	0	1	27	274	739	149	71

**Appendice 3b** - Tabella con le abbondanze (numero di esemplari) delle specie di molluschi presenti nei campioni analizzati per il sondaggio MBS2.

**fg/fgs**: frammento/frammenti - (-): rari - (+): scarsi - (++): discreto numero - (+++): abbondanti - **dec**: decalcificati - **f**: individuo frammentario - **ap/aps**: apice/apici.

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,40-12,35	12,30-12,25	12,15-12,10	11,95-11,90	11,75-11,70	11,55-11,50	11,35-11,30
Molluschi							
<i>Marini</i>							fgs(-)
Bivalvia							
<i>Abra alba</i>							
<i>Acanthocardia</i> sp.							
<i>Anomia ephippium</i>							
Bivalvia indet.							
Cardiidae indet.							
<i>Chamelea gallina</i>							1
<i>Chlamys</i> sp.							
<i>Corbula gibba</i>							
<i>Donax semistriatus</i>							1
<i>Dosinia lupinus</i>							
<i>Ensis</i> sp.							
<i>Glycymeris insubrica</i>							
<i>Hemilepton nitidum</i>							
<i>Hiatella arctica</i>							
<i>Kurtiella bidentata</i>							1 f
<i>Lentidium mediterraneum</i>							
<i>Loripes lacteus</i>							
<i>Lucinella divaricata</i>							
<i>Modiolarca subpicta</i>							
Montacutidae indet.							
<i>Mytilaster lineatus</i>							
<i>Nucula nucleus</i>							
<i>Nuculana pella</i>							
<i>Ostrea</i> sp.							
<i>Pharus legumen</i>							
<i>Pododesmus patelliformis</i>							
<i>Ruditapes decussatus</i>							
Solenidae indet.							
<i>Spisula subtruncata</i>							
<i>Striarca lactea</i>							
<i>Tellina exigua</i>							
<i>Tellina fabula</i>							
<i>Tellina nitida</i>							

**Appendice 3b** - (continuazione)

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,40-12,35	12,30-12,25	12,15-12,10	11,95-11,90	11,75-11,70	11,55-11,50	11,35-11,30
<b>Gastropoda</b>							
<i>Acteon tornatilis</i>							
<i>Alvania cimex</i>							
<i>Alvania discors</i>							
<i>Alvania</i> sp.							
<i>Bela nebula</i>							
<i>Bittium reticulatum</i>							
<i>Caecum</i> sp.							
<i>Capulus</i> sp.							
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>							
<i>Chrysallida interstincta</i>							
<i>Chrysallida juliae</i>							
<i>Chrysallida</i> sp.							
<i>Circulus striatus</i>							
<i>Clanculus</i> sp.							
<i>Crisilla semistriata</i>							
<i>Cylichna crossei</i>							
<i>Cylichna</i> sp.							
<i>Cylichnina umbilicata</i>							
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>							
<i>Emarginula</i> sp.							
<i>Epitonium clathrus</i>							
<i>Eulimella acicula</i>							
<i>Euspira</i> sp.							
<i>Gibbula</i> sp.							
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>							
<i>Mangelia</i> sp.							
<i>Monophorus perversus</i>							
<i>Muricopsis cristatus</i>							
<i>Nassarius pygmaeus</i>							
<i>Nassarius mutabilis</i>							
<i>Nassarius</i> sp.							
Naticidae indet.							
<i>Neverita josephina</i>							
<i>Odostomia erjaveciana</i>							
<i>Odostomia imponderabilior</i>							
<i>Odostomia</i> sp.							
<i>Opalia</i> sp.							
<i>Retusa mammillata</i>							
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>							

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,40-12,35	12,30-12,25	12,15-12,10	11,95-11,90	11,75-11,70	11,55-11,50	11,35-11,30
<b>Gastropoda</b>							
Retusidae indet.							
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>							
<i>Rissoa</i> sp.							
<i>Setia globulinus</i>							
<i>Tornus subcarinatus</i>							
<i>Tricolia pullus</i>							
<i>Turbonilla lactea</i>							
<i>Turbonilla rufa</i>							
<i>Turbonilla</i> sp.							
<i>Turritella communis</i>							
<i>Turritella</i> sp.							
<b>Scaphopoda</b>							
<i>Antalis dentalis</i>							
<b>Polyplacophora</b>							
Polyplacophora indet.							
<b>Continentali</b>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Carychium minimum</i>							
<i>Cochlicella</i> sp.							
Gastropoda indet.	aps, fgs (++)	fgs (+)		fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)	fgs(-)
Helicidae indet.							
Hygromiidae indet.							
Limacidae indet.	1						
<i>Pomatias elegans</i>							
<i>Punctum pygmaeum</i>	1						
<i>Theba pisana</i>							
Tot. bivalvi marini	0	0	0	0	0	0	3
Tot. gasteropodi marini	0	0	0	0	0	0	0
Tot. gasteropodi continentali	2	0	0	0	0	0	0
Tot. scafopodi	0	0	0	0	0	0	0
Tot. polioplacofori	0	0	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	2	0	0	0	0	0	3

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	11,05-11,00	10,75-10,70	10,63-10,60	10,55-10,50	10,45-10,40	10,32-10,27	10,25-10,20
<b>Molluschi</b>							
<i>Marini</i>	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(+)	fgs(+)	fgs(+)
<b>Bivalvia</b>							
<i>Abra alba</i>				1		2	1
<i>Acanthocardia</i> sp.							
<i>Anomia ephippium</i>				1	1	1	1
Bivalvia indet.							
Cardiidae indet.							
<i>Chamelea gallina</i>		1, fgs		1	6	3	1, fgs
<i>Chlamys</i> sp.							
<i>Corbula gibba</i>							
<i>Donax semistriatus</i>					3	fgs	fgs
<i>Dosinia lupinus</i>							
<i>Ensis</i> sp.							
<i>Glycymeris insubrica</i>	1	1		1		fgs	
<i>Hemilepton nitidum</i>							
<i>Hiatella arctica</i>							
<i>Kurtiella bidentata</i>							
<i>Lentidium mediterraneum</i>					1	1	1
<i>Loripes lacteus</i>		1		fgs (-)		2	
<i>Lucinella divaricata</i>							
<i>Modiolarca subpicta</i>							
Montacutidae indet.							
<i>Mytilaster lineatus</i>							
<i>Nucula nucleus</i>							
<i>Nuculana pella</i>							
<i>Ostrea</i> sp.							
<i>Pharus legumen</i>							
<i>Pododesmus patelliformis</i>							
<i>Ruditapes decussatus</i>							
Solenidae indet.					1		
<i>Spisula subtruncata</i>							
<i>Striarca lactea</i>							
<i>Tellina exigua</i>							
<i>Tellina fabula</i>							
<i>Tellina nitida</i>							



**Appendice 3b** - (continuazione)

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	11,05-11,00	10,75-10,70	10,63-10,60	10,55-10,50	10,45-10,40	10,32-10,27	10,25-10,20
<b>Gastropoda</b>							
<i>Acteon tornatilis</i>							
<i>Alvania cimex</i>							
<i>Alvania discors</i>							
<i>Alvania</i> sp.							
<i>Bela nebula</i>						1	
<i>Bittium reticulatum</i>							
<i>Caecum</i> sp.							
<i>Capulus</i> sp.					1		
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>							
<i>Chrysallida interstincta</i>							
<i>Chrysallida juliae</i>							
<i>Chrysallida</i> sp.							
<i>Circulus striatus</i>							
<i>Clanculus</i> sp.							
<i>Crisilla semistriata</i>							
<i>Cylichna crossei</i>							
<i>Cylichna</i> sp.							
<i>Cylichnina umbilicata</i>							
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>							
<i>Emarginula</i> sp.							
<i>Epitonium clathrus</i>							
<i>Eulimella acicula</i>							
<i>Euspira</i> sp.							
<i>Gibbula</i> sp.							
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>							
<i>Mangelia</i> sp.							
<i>Monophorus perversus</i>							
<i>Muricopsis cristatus</i>							
<i>Nassarius pygmaeus</i>							
<i>Nassarius mutabilis</i>							
<i>Nassarius</i> sp.							
Naticidae indet.					1		
<i>Neverita josephina</i>							
<i>Odostomia erjaveciana</i>							
<i>Odostomia imponderabilior</i>							
<i>Odostomia</i> sp.							
<i>Opalia</i> sp.							
<i>Retusa mammillata</i>							
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>					1		

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2						
	Limoso-argillosa						
Unità Litologica							
Campione	11,05-11,00	10,75-10,70	10,63-10,60	10,55-10,50	10,45-10,40	10,32-10,27	10,25-10,20
<b>Gastropoda</b>							
Retusidae indet.							
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>							
<i>Rissoa</i> sp.					1		
<i>Setia globulinus</i>							
<i>Tornus subcarinatus</i>							
<i>Tricolia pullus</i>							
<i>Turbonilla lactea</i>							
<i>Turbonilla rufa</i>							
<i>Turbonilla</i> sp.							
<i>Turritella communis</i>							
<i>Turritella</i> sp.				fg			
<b>Scaphopoda</b>							
<i>Antalis dentalis</i>					2	2	2
<b>Polyplacophora</b>							
Polyplacophora indet.					1		
<b>Continentali</b>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Carychium minimum</i>							
<i>Cochlicella</i> sp.							
Gastropoda indet.					fgs(-)		
Helicidae indet.							
Hygromiidae indet.							
Limacidae indet.							
<i>Pomatias elegans</i>							
<i>Punctum pygmaeum</i>							
<i>Theba pisana</i>							
<b>Tot. bivalvi marini</b>	2	3	0	4	12	9	4
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	0	0	4	1	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	0	0	2	2	2
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	1	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	2	3	0	4	19	12	6

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Lim.-argill.	Sabbiosa						
Campione	10,10-10,07	10,00-9,95	9,95-9,90	9,90-9,85	9,85-9,80	9,80-9,75	9,75-9,70	9,70-9,65
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>	fgs(-)	fgs(-)	fgs(++)	fgs(+++)	fgs(+++)	fgs(+)	fgs(++)	fgs(++)
<b>Bivalvia</b>								
<i>Abra alba</i>	1 f			2	1		1	1
<i>Acanthocardia</i> sp.								
<i>Anomia ephippium</i>				2		1	1	
Bivalvia indet.								
Cardidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>			6	12	8			1
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>							1	1
<i>Donax semistriatus</i>			1	7	4	1		
<i>Dosinia lupinus</i>								
<i>Ensis</i> sp.								
<i>Glycymeris insubrica</i>			3	4	2	1	1	1
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>								
<i>Kurtiella bidentata</i>								
<i>Lentidium mediterraneum</i>				4	2		1	2
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>			2	1	2			2
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>		fg			1			
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>				1			1	
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>								
<i>Striarca lactea</i>					1			
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>				2		1	1	



**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
	Lim.-argill.	Sabbiosa						
Campione	10,10-10,07	10,00-9,95	9,95-9,90	9,90-9,85	9,85-9,80	9,80-9,75	9,75-9,70	9,70-9,65
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>				1				
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>				1				
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>				2	1			
<i>Turritella</i> sp.		fg						
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>			1	1	3	1	8	2
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.								
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.								
Gastropoda indet.				fg	2			
Helicidae indet.								
Hygromiidae indet.								
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Theba pisana</i>				1				
<b>Tot. bivalvi marini</b>	0	0	12	35	21	4	7	8
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	2	8	7	0	2	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	1	2	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	1	1	3	1	8	2
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	0	0	15	45	33	5	17	10

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	9,65-9,60	9,60-9,55	9,55-9,50	9,50-9,45	9,45-9,40	9,40-9,35	9,35-9,30	9,30-9,25
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>	fgs (+++)	fgs (+)	fgs (+)	fgs (++)	fgs (+++)	fgs (++)	fgs (+)	fgs (++)
<b>Bivalvia</b>								
<i>Abra alba</i>		1		1	2		1	3
<i>Acanthocardia</i> sp.								1
<i>Anomia ephippium</i>	3				1			6
Bivalvia indet.								2
Cardiidae indet.							1	
<i>Chamelea gallina</i>	7	4	1	7	12	4	6	31
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>							2	1
<i>Donax semistriatus</i>	2	1		2	7	4		3
<i>Dosinia lupinus</i>			1					36
<i>Ensis</i> sp.								
<i>Glycymeris insubrica</i>	1	1	2	4	4	2	4	5
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>								1
<i>Kurtiella bidentata</i>								1
<i>Lentidium mediterraneum</i>	1			3	2			2
<i>Loripes lacteus</i>			1		1		3	2
<i>Lucinella divaricata</i>	2	1		1	4			
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>				2	3	2		1
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								1
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>								1
<i>Pododesmus patelliformis</i>								1
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>	1	1		1	1	2		10
<i>Striarca lactea</i>								
<i>Tellina exigua</i>								6
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>	1				3		1	13

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	9,65-9,60	9,60-9,55	9,55-9,50	9,50-9,45	9,45-9,40	9,40-9,35	9,35-9,30	9,30-9,25
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania cimex</i>								1
<i>Alvania discors</i>					1			1
<i>Alvania</i> sp.								
<i>Bela nebula</i>	1	1	1		1			
<i>Bittium reticulatum</i>	3	1	1	1	5	1	1	3
<i>Caecum</i> sp.								1
<i>Capulus</i> sp.								
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>								
<i>Chrysallida interstincta</i>								
<i>Chrysallida juliae</i>								
<i>Chrysallida</i> sp.								
<i>Circulus striatus</i>								
<i>Clanculus</i> sp.								
<i>Crisilla semistriata</i>								
<i>Cylichna crossei</i>								
<i>Cylichna</i> sp.								
<i>Cylichnina umbilicata</i>								
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>								
<i>Emarginula</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>								
<i>Eulimella acicula</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
<i>Gibbula</i> sp.					1			
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>								
<i>Mangelia</i> sp.								
<i>Monophorus perversus</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>	1				2			
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius</i> sp.								1
Naticidae indet.								
<i>Neverita josephina</i>				1			1	
<i>Odostomia erjaveciana</i>							1	
<i>Odostomia imponderabilior</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
<i>Retusa mammillata</i>								
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>								

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	9,65-9,60	9,60-9,55	9,55-9,50	9,50-9,45	9,45-9,40	9,40-9,35	9,35-9,30	9,30-9,25
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.				1	3			
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>				1				
<i>Tricolia pullus</i>						2	1	
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>	1			1		1		
<i>Turritella</i> sp.								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>	1	2	2	2	1	2	1	4
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.			1					
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.								
Gastropoda indet.								
Helicidae indet.								
Hygromiidae indet.								
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Theba pisana</i>								
<b>Tot. bivalvi marini</b>	18	9	5	21	40	14	18	126
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	6	2	2	5	13	4	4	8
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	1	2	2	2	1	2	1	4
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	25	13	10	28	54	20	23	138



**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	9,25-9,20	9,05-9,00	8,85-8,80	8,65-8,60	8,50-8,45	8,00-7,95	7,90-7,85	7,75-7,70
Molluschi								
<i>Marini</i>	fgs (+++)	fgs (+++)	fgs (++)	fgs (+++)	fgs (++)	fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)
Bivalvia								
<i>Abra alba</i>	6	6	6	9	3			
<i>Acanthocardia</i> sp.			2	2				
<i>Anomia ephippium</i>	6	12	7	5	7			
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>	66	98	86	81	37			2
<i>Chlamys</i> sp.		3			2			
<i>Corbula gibba</i>	4	7		19	4			
<i>Donax semistriatus</i>	14	6	19	18	4			
<i>Dosinia lupinus</i>	23	52	23	20	21			
<i>Ensis</i> sp.								
<i>Glycymeris insubrica</i>	7	7	5	15	4			2
<i>Hemilepton nitidum</i>	1	1		2				
<i>Hiatella arctica</i>	2	1		1				
<i>Kurtiella bidentata</i>	1	2		2				
<i>Lentidium mediterraneum</i>	9	10	16	13	9			
<i>Loripes lacteus</i>	13	20	2	2	3			
<i>Lucinella divaricata</i>			19	10	13			
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>	2	3	5	4	2			
<i>Nucula nucleus</i>		2		4				
<i>Nuculana pella</i>	1	3	1		1			
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>	1	2	1	1	1			
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>	11	23	16	14	5			1
<i>Striarca lactea</i>		3	1					
<i>Tellina exigua</i>		1	1	2				
<i>Tellina fabula</i>	fg	1						
<i>Tellina nitida</i>	15	35	19	14	13			

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	9,25-9,20	9,05-9,00	8,85-8,80	8,65-8,60	8,50-8,45	8,00-7,95	7,90-7,85	7,75-7,70
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>		1		1				
<i>Alvania cimex</i>				1				
<i>Alvania discors</i>		1	3	1				
<i>Alvania</i> sp.								
<i>Bela nebula</i>				2				
<i>Bittium reticulatum</i>	5	7	8	8	3			
<i>Caecum</i> sp.		1						
<i>Capulus</i> sp.								
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>	1							
<i>Chrysallida interstincta</i>	1							
<i>Chrysallida juliae</i>								
<i>Chrysallida</i> sp.								
<i>Circulus striatus</i>								
<i>Clanculus</i> sp.								
<i>Crisilla semistriata</i>			1					
<i>Cylichna crossei</i>								
<i>Cylichna</i> sp.				2				
<i>Cylichnina umbilicata</i>	1							
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>		1						
<i>Emarginula</i> sp.			1					
<i>Epitonium clathrus</i>			2					
<i>Eulimella acicula</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
<i>Gibbula</i> sp.					1			
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>								
<i>Mangelia</i> sp.								
<i>Monophorus perversus</i>	1							
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>	1		4	2				
<i>Nassarius mutabilis</i>	1							
<i>Nassarius</i> sp.								
Naticidae indet.								
<i>Neverita josephina</i>	1			1				
<i>Odostomia erjaveciana</i>								
<i>Odostomia imponderabilior</i>								
<i>Odostomia</i> sp.	1							
<i>Opalia</i> sp.								
<i>Retusa mammillata</i>								
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>		1						

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	9,25-9,20	9,05-9,00	8,85-8,80	8,65-8,60	8,50-8,45	8,00-7,95	7,90-7,85	7,75-7,70
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>			1					
<i>Rissoa</i> sp.		1		1				
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>	2	1	1	1				
<i>Turbonilla lactea</i>				1				
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>	2		1	2				
<i>Turritella</i> sp.								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>	11	9	11	12	3		1	1
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.								
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.			fg					
Gastropoda indet.				1				
Helicidae indet.								
Hygromiidae indet.		fg	fgs		1			
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Theba pisana</i>		fg		fg				
<b>Tot. bivalvi marini</b>	183	298	229	238	129	0	0	5
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	17	14	22	23	4	0	0	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	1	1	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	11	9	11	12	3	0	1	1
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	211	321	262	274	137	0	1	6

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	7,60-7,55	7,40-7,35	7,25-7,20	6,95-6,90	6,90-6,85	6,80-6,75	6,70-6,65	6,50-6,45
Molluschi								
<i>Marini</i>	fgs (+)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (+++)	fgs (+++)	fgs (+)	fgs (+++)	fgs (-)
Bivalvia								
<i>Abra alba</i>	1	5	12	5	10			
<i>Acanthocardia</i> sp.								
<i>Anomia ephippium</i>	2	9	25	9	6			
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.			1		1			
<i>Chamelea gallina</i>	14	114	198	81	70	7	2	1
<i>Chlamys</i> sp.		2	2		1			
<i>Corbula gibba</i>	2	4	1	1	2			
<i>Donax semistriatus</i>	4	4	25	28	23	5		1
<i>Dosinia lupinus</i>	16			2	4		1	
<i>Ensis</i> sp.								
<i>Glycymeris insubrica</i>		5	15	11	12	1	8	
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>		2	2	1				
<i>Kurtiella bidentata</i>			4	1				
<i>Lentidium mediterraneum</i>	2	6	10	11	22			1
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>	2	13	18	7	18	1		
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>		3	4	8	5			
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>		1	3	2	1			
<i>Ostrea</i> sp.				1				
<i>Pharus legumen</i>		1	1	1	2			
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>				1	1			
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>	1	16	17	15	15		1	
<i>Striarca lactea</i>			1					
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>	6	21	17	8	5		2	

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	7,60-7,55	7,40-7,35	7,25-7,20	6,95-6,90	6,90-6,85	6,80-6,75	6,70-6,65	6,50-6,45
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania cimex</i>							3	
<i>Alvania discors</i>				1	1		1	
<i>Alvania sp.</i>				1			1	
<i>Bela nebula</i>				6				
<i>Bittium reticulatum</i>	1	2	11	20	23	1	1	
<i>Caecum sp.</i>								
<i>Capulus sp.</i>								
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>								
<i>Chrysallida interstincta</i>								
<i>Chrysallida juliae</i>				1				
<i>Chrysallida sp.</i>		1						
<i>Circulus striatus</i>					1			
<i>Clanculus sp.</i>								
<i>Crisilla semistriata</i>								
<i>Cylichna crossei</i>				1				
<i>Cylichna sp.</i>								
<i>Cylichnina umbilicata</i>		1			1			
<i>Ebala cfr. pointeli</i>								
<i>Emarginula sp.</i>								
<i>Epitonium clathrus</i>			1		1			
<i>Eulimella acicula</i>				1				
<i>Euspira sp.</i>							1	
<i>Gibbula sp.</i>								
<i>Littorina cfr. obtusata</i>				1				
<i>Mangelia sp.</i>			1					
<i>Monophorus perversus</i>					1			
<i>Muricopsis cristatus</i>					1			
<i>Nassarius pygmaeus</i>			1	2	4			
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius sp.</i>								
Naticidae indet.								
<i>Neverita josephinia</i>		1						
<i>Odostomia erjaveciana</i>								
<i>Odostomia imponderabilior</i>								
<i>Odostomia sp.</i>								
<i>Opalia sp.</i>				1				
<i>Retusa mammillata</i>			2					
<i>Retusa cfr. truncatula</i>								

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
	Sabbiosa							
Unità Litologica								
Campione	7,60-7,55	7,40-7,35	7,25-7,20	6,95-6,90	6,90-6,85	6,80-6,75	6,70-6,65	6,50-6,45
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>				2			1	
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>			1	2				
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>		2		6	3			
<i>Turritella</i> sp.								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>	2	7	11	10	10	2	2	
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.								
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.				2	1			
Gastropoda indet.		fgs, 1 ap			fgs, 2 ap.			
Helicidae indet.				fgs				
Hygromiidae indet.				fgs				
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Theba pisana</i>			1	2				
<b>Tot. bivalvi marini</b>	50	206	356	193	198	14	14	3
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	1	7	17	45	36	1	8	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	1	1	4	3	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	2	7	11	10	10	2	2	0
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	53	221	385	252	247	17	24	3

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	6,00-5,95	5,90-5,85	5,80-5,75	5,70-5,65	5,60-5,55	5,40-5,35	5,20-5,15	5,05-5,00
Molluschi								
<i>Marini</i>	fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)	fgs (+)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (++)
Bivalvia								
<i>Abra alba</i>			1				1	2
<i>Acanthocardia</i> sp.								
<i>Anomia ephippium</i>						1		2
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>			1	1	2	11	5	12
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>								
<i>Donax semistriatus</i>					6	8	6	9
<i>Dosinia lupinus</i>						2		2
<i>Ensis</i> sp.								1
<i>Glycymeris insubrica</i>	1							
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>								1
<i>Kurtiella bidentata</i>								
<i>Lentidium mediterraneum</i>			1	1	3	9	1	2
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>						1		3
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>					1	4	1	2
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>					1			
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>					1	3	2	1
<i>Striarca lactea</i>					1			
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>						3		1

**Appendice 3b** - (continuazione)

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	6,00-5,95	5,90-5,85	5,80-5,75	5,70-5,65	5,60-5,55	5,40-5,35	5,20-5,15	5,05-5,00
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania cimex</i>								
<i>Alvania discors</i>								
<i>Alvania</i> sp.								
<i>Bela nebula</i>						1		1
<i>Bittium reticulatum</i>				1	2	9	2	
<i>Caecum</i> sp.								
<i>Capulus</i> sp.								
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>								
<i>Chrysallida interstincta</i>								
<i>Chrysallida juliae</i>								
<i>Chrysallida</i> sp.								
<i>Circulus striatus</i>								
<i>Clanculus</i> sp.								
<i>Crisilla semistriata</i>								
<i>Cylichna crossei</i>								
<i>Cylichna</i> sp.								
<i>Cylichnina umbilicata</i>								1
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>								
<i>Emarginula</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>						2		
<i>Eulimella acicula</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
<i>Gibbula</i> sp.								
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>								
<i>Mangelia</i> sp.								
<i>Monophorus perversus</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>							1	
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius</i> sp.								
Naticidae indet.								
<i>Neverita josephina</i>								
<i>Odostomia erjaveciana</i>								
<i>Odostomia imponderabilior</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
<i>Retusa mammillata</i>								
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>								



**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	6,00-5,95	5,90-5,85	5,80-5,75	5,70-5,65	5,60-5,55	5,40-5,35	5,20-5,15	5,05-5,00
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>						1		
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>						1		
<i>Turbonilla</i> sp.				1				
<i>Turritella communis</i>					1	1	fg	
<i>Turritella</i> sp.								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>	1		2	1	1		1	2
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.								
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.								
Gastropoda indet.								fgs
Helicidae indet.								
Hygromiidae indet.								
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Theba pisana</i>							fgs	
<b>Tot. bivalvi marini</b>	1	0	3	2	15	42	16	38
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	0	2	3	15	3	2
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	1	0	2	1	1	0	1	2
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	2	0	5	5	19	57	20	42

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	5,00-4,95	4,95-4,90	4,85-4,80	4,75-4,70	4,65-4,60	4,55-4,50	4,45-4,40	4,35-4,30
Molluschi								
<i>Marini</i>	fgs (++)	fgs (-)	fgs (++)	fgs (-)	fgs (+)	fgs (+)	fgs (+)	fgs (+)
Bivalvia								
<i>Abra alba</i>			1		1			3
<i>Acanthocardia</i> sp.								
<i>Anomia ephippium</i>								1
Bivalvia indet.								
Cardidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>	1	1	1	2	6	1	2	5
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>								
<i>Donax semistriatus</i>		2	5				1	
<i>Dosinia lupinus</i>								
<i>Ensis</i> sp.								
<i>Glycymeris insubrica</i>		1						1
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>			1					
<i>Kurtiella bidentata</i>								
<i>Lentidium mediterraneum</i>			2	1	3	2		4
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>	1							
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>							1	1
<i>Nucula nucleus</i>			1					
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>								
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>								
<i>Striarca lactea</i>			1					
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>							1	
<i>Tellina nitida</i>	1		1		1			

**Appendice 3b** - (continuazione)

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	5,00-4,95	4,95-4,90	4,85-4,80	4,75-4,70	4,65-4,60	4,55-4,50	4,45-4,40	4,35-4,30
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania cimex</i>								
<i>Alvania discors</i>								
<i>Alvania</i> sp.	2							
<i>Bela nebula</i>								1
<i>Bittium reticulatum</i>	9		2	1		2		4
<i>Caecum</i> sp.								
<i>Capulus</i> sp.								
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>								
<i>Chrysallida interstincta</i>								
<i>Chrysallida juliae</i>								
<i>Chrysallida</i> sp.								
<i>Circulus striatus</i>								
<i>Clanculus</i> sp.								
<i>Crisilla semistriata</i>								
<i>Cylichna crossei</i>								
<i>Cylichna</i> sp.								
<i>Cylichnina umbilicata</i>								
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>								
<i>Emarginula</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>	1							1
<i>Eulimella acicula</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
<i>Gibbula</i> sp.								
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>								
<i>Mangelia</i> sp.								
<i>Monophorus perversus</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>		1	1				1	
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius</i> sp.								
Naticidae indet.								
<i>Neverita josephina</i>								
<i>Odostomia erjaveciana</i>								
<i>Odostomia imponderabilior</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
<i>Retusa mammillata</i>								
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>								

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	5,00-4,95	4,95-4,90	4,85-4,80	4,75-4,70	4,65-4,60	4,55-4,50	4,45-4,40	4,35-4,30
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>								
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>	1							2
<i>Turritella</i> sp.								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>			1		1		1	
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.								
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.					fgs			
Gastropoda indet.					fgs			
Helicidae indet.								
Hygromiidae indet.								
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Theba pisana</i>					fgs			
<b>Tot. bivalvi marini</b>	3	4	13	3	11	3	5	15
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	13	1	3	1	0	2	1	8
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	1	0	1	0	1	0
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	16	5	17	4	12	5	7	23

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	4,25-4,20	4,05-4,00	3,85-3,80	3,75-3,70	3,55-3,50	3,45-3,40	3,35-3,30	3,25-3,20
Molluschi								
<i>Marini</i>	fgs (+)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (+++)	fgs (+++)	fgs (++)	fgs (++)
Bivalvia								
<i>Abra alba</i>				1	1		2	1
<i>Acanthocardia</i> sp.								
<i>Anomia ephippium</i>		1		1	1		1	
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.							1	
<i>Chamelea gallina</i>	4	3	3	2	8	9	10	6
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>								
<i>Donax semistriatus</i>	3	5	2	5	9	9	16	18
<i>Dosinia lupinus</i>	3		1	2	4	2		1
<i>Ensis minor</i>								
<i>Glycymeris insubrica</i>	1				1	1		
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>	1		1					
<i>Kurtiella bidentata</i>					1			
<i>Lentidium mediterraneum</i>	5	4	5	5	12	9	6	2
<i>Loripes lacteus</i>							1	
<i>Lucinella divaricata</i>								
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.		1						
<i>Mytilaster lineatus</i>	2	2		4	3	1	2	2
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>						1	1	
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>	1	1			2	1		2
<i>Striarca lactea</i>								
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>		1	1				1	



**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	4,25-4,20	4,05-4,00	3,85-3,80	3,75-3,70	3,55-3,50	3,45-3,40	3,35-3,30	3,25-3,20
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>								
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>				1		1		
<i>Turritella</i> sp.		1					1	
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>				3	2			
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.						1		
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.							fgs	
Gastropoda indet.								
Helicidae indet.							fgs	
Hygromiidae indet.				fgs				
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>							fgs	
<i>Punctum pygmaeum</i>					1			
<i>Theba pisana</i>	1						1	
<b>Tot. bivalvi marini</b>	20	18	13	20	42	33	41	32
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	1	5	1	4	7	3	5	1
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	0	3	2	0	0	0
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	1	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	21	23	14	27	52	37	46	33

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	3,15-3,10	3,05-3,00	3,00-2,95	2,95-2,90	2,85-2,80	2,65-2,60	2,55-2,50	2,45-2,40
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>	fgs(-)	fgs (+)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)
<b>Bivalvia</b>								
<i>Abra alba</i>	1							
<i>Acanthocardia</i> sp.								
<i>Anomia ephippium</i>								
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>	4	4		1			2	
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>								
<i>Donax semistriatus</i>	1	4		1			2	3
<i>Dosinia lupinus</i>		5					1	
<i>Ensis</i> sp.								
<i>Glycymeris insubrica</i>		1						
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>			1					
<i>Kurtiella bidentata</i>	1							
<i>Lentidium mediterraneum</i>	2	5						1
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>								
<i>Modiolarca subpicta</i>								
Montacutidae indet.								
<i>Mytilaster lineatus</i>		2					1	
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp.								
<i>Pharus legumen</i>								
<i>Pododesmus patelliformis</i>								
<i>Ruditapes decussatus</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>							1	
<i>Striarca lactea</i>								
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>								



**Appendice 3b** - (continuazione)

Sondaggio	MBS2							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	3,15-3,10	3,05-3,00	3,00-2,95	2,95-2,90	2,85-2,80	2,65-2,60	2,55-2,50	2,45-2,40
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania cimex</i>								
<i>Alvania discors</i>								
<i>Alvania</i> sp.								
<i>Bela nebula</i>								
<i>Bittium reticulatum</i>							2	
<i>Caecum</i> sp.								
<i>Capulus</i> sp.								
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>								
<i>Chrysallida interstincta</i>								
<i>Chrysallida juliae</i>								
<i>Chrysallida</i> sp.								
<i>Circulus striatus</i>								
<i>Clanculus</i> sp.								
<i>Crisilla semistriata</i>								
<i>Cylichna crossei</i>								
<i>Cylichna</i> sp.								
<i>Cylichnina umbilicata</i>								
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>								
<i>Emarginula</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>								
<i>Eulimella acicula</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
<i>Gibbula</i> sp.								
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>								
<i>Mangelia</i> sp.								
<i>Monophorus perversus</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>								
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius</i> sp.								
Naticidae indet.								
<i>Neverita josephinia</i>								
<i>Odostomia erjaveciana</i>								
<i>Odostomia imponderabilior</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
<i>Retusa mammillata</i>								
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>								

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2							
	Sabbiosa							
Unità Litologica								
Campione	3,15-3,10	3,05-3,00	3,00-2,95	2,95-2,90	2,85-2,80	2,65-2,60	2,55-2,50	2,45-2,40
<b>Gastropoda</b>								
Retusidae indet.								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Setia globulinus</i>								
<i>Tornus subcarinatus</i>								
<i>Tricolia pullus</i>								
<i>Turbonilla lactea</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>								
<i>Turritella</i> sp.								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>								
<b>Polyplacophora</b>								
Polyplacophora indet.								
<b>Continentali</b>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Carychium minimum</i>								
<i>Cochlicella</i> sp.								
Gastropoda indet.		fgs					fgs	
Helicidae indet.	fgs							
Hygromiidae indet.								
Limacidae indet.								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								1
<i>Theba pisana</i>								
<b>Tot. bivalvi marini</b>	9	21	1	2	0	0	7	4
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	0	0	0	0	2	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	9	21	1	2	0	0	9	5

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2					
Unità Litologica	Sabbiosa					
Campione	2,25-2,20	2,05-2,00	2,00-1,95	1,85-1,80	1,70-1,65	1,55-1,50
<b>Molluschi</b>						
<i>Marini</i>	fgs(-)	fgs(+)	fgs(-)	fgs(++)	fgs(+)	fgs(+)
<b>Bivalvia</b>						
<i>Abra alba</i>						1
<i>Acanthocardia</i> sp.						
<i>Anomia ephippium</i>						1
Bivalvia indet.						
Cardiidae indet.						
<i>Chamelea gallina</i>		2	6	13	5	1
<i>Chlamys</i> sp.						
<i>Corbula gibba</i>						
<i>Donax semistriatus</i>			5	20	12	3
<i>Dosinia lupinus</i>				1		
<i>Ensis</i> sp.						
<i>Glycymeris insubrica</i>						
<i>Hemilepton nitidum</i>						
<i>Hiatella arctica</i>			1		1	
<i>Kurtiella bidentata</i>			1	1	1	
<i>Lentidium mediterraneum</i>			5	12	5	5
<i>Loripes lacteus</i>						
<i>Lucinella divaricata</i>					2	
<i>Modiolarca subpicta</i>						
Montacutidae indet.						
<i>Mytilaster lineatus</i>			1	2	2	1
<i>Nucula nucleus</i>						
<i>Nuculana pella</i>						
<i>Ostrea</i> sp.						
<i>Pharus legumen</i>						
<i>Pododesmus patelliformis</i>						
<i>Ruditapes decussatus</i>				1		
Solenidae indet.						
<i>Spisula subtruncata</i>				5	4	
<i>Striarca lactea</i>						
<i>Tellina exigua</i>						
<i>Tellina fabula</i>						
<i>Tellina nitida</i>					2	

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2					
Unità Litologica	Sabbiosa					
Campione	2,25-2,20	2,05-2,00	2,00-1,95	1,85-1,80	1,70-1,65	1,55-1,50
<b>Gastropoda</b>						
<i>Acteon tornatilis</i>						
<i>Alvania cimex</i>						
<i>Alvania discors</i>						
<i>Alvania</i> sp.						
<i>Bela nebula</i>						
<i>Bittium reticulatum</i>					1	
<i>Caecum</i> sp.						
<i>Capulus</i> sp.						
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>						
<i>Chrysalida interstincta</i>						
<i>Chrysalida juliae</i>						
<i>Chrysalida</i> sp.						
<i>Circulus striatus</i>						
<i>Clanculus</i> sp.						
<i>Crisilla semistriata</i>						
<i>Cylichna crossei</i>						
<i>Cylichna</i> sp.						
<i>Cylichnina umbilicata</i>						
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>						
<i>Emarginula</i> sp.						
<i>Epitonium clathrus</i>						
<i>Eulimella acicula</i>						
<i>Euspira</i> sp.						
<i>Gibbula</i> sp.						
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>						
<i>Mangelia</i> sp.						
<i>Monophorus perversus</i>						
<i>Muricopsis cristatus</i>						
<i>Nassarius pygmaeus</i>				2	1	
<i>Nassarius mutabilis</i>						
<i>Nassarius</i> sp.						
Naticidae indet.						
<i>Neverita josephina</i>				1		
<i>Odostomia erjaveciana</i>						
<i>Odostomia imponderabilior</i>						
<i>Odostomia</i> sp.						
<i>Opalia</i> sp.						
<i>Retusa mammillata</i>						
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>						

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2					
Unità Litologica	Sabbiosa					
Campione	2,25-2,20	2,05-2,00	2,00-1,95	1,85-1,80	1,70-1,65	1,55-1,50
<b>Gastropoda</b>						
Retusidae indet.				1		
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>						
<i>Rissoa</i> sp.						
<i>Setia globulinus</i>						1
<i>Tornus subcarinatus</i>						
<i>Tricola pullus</i>				1		
<i>Turbonilla lactea</i>						
<i>Turbonilla rufa</i>						
<i>Turbonilla</i> sp.			1			
<i>Turritella communis</i>				2		
<i>Turritella</i> sp.						
<b>Scaphopoda</b>						
<i>Antalis dentalis</i>				1		
<b>Polyplacophora</b>						
Polyplacophora indet.						
<b>Continentali</b>						
<b>Gastropoda</b>						
<i>Carychium minimum</i>						
<i>Cochlicella</i> sp.						
Gastropoda indet.						
Helicidae indet.						
Hygromiidae indet.						
Limacidae indet.						
<i>Pomatias elegans</i>						
<i>Punctum pygmaeum</i>						
<i>Theba pisana</i>						
Tot. bivalvi marini	0	2	19	55	34	12
Tot. gasteropodi marini	0	0	1	7	2	1
Tot. gasteropodi continentali	0	0	0	0	0	0
Tot. scafopodi	0	0	0	1	0	0
Tot. poliplacofori	0	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	0	2	20	63	36	13

**Appendice 3b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Sabbiosa						
Campione	1,40-1,35	1,25-1,20	1,00-0,95	0,80-0,75	0,50-0,45	0,15-0,10	0,05-0,00
<b>Molluschi</b>							
<i>Marini</i>	fgs(-)	fgs(-)	fgs(-)	fgs (+)	fgs (++)	fgs (+)	fgs (+)
<b>Bivalvia</b>							
<i>Abra alba</i>				1			1
<i>Acanthocardia</i> sp.							
<i>Anomia ephippium</i>						1	
Bivalvia indet.							
Cardiidae indet.						1	
<i>Chamelea gallina</i>	1	8	6	8	12	9	8
<i>Chlamys</i> sp.							
<i>Corbula gibba</i>							
<i>Donax semistriatus</i>	2	6	16	13	14	14	25
<i>Dosinia lupinus</i>							1
<i>Ensis</i> sp.							
<i>Glycymeris insubrica</i>							
<i>Hemilepton nitidum</i>							
<i>Hiatella arctica</i>		1		1		1	
<i>Kurtiella bidentata</i>		2				1	1
<i>Lentidium mediterraneum</i>		3	3	4	9	18	11
<i>Loripes lacteus</i>							
<i>Lucinella divaricata</i>		1			1		
<i>Modiolarca subpicta</i>						1	
Montacutidae indet.							
<i>Mytilaster lineatus</i>	1		3	2	2	1	1
<i>Nucula nucleus</i>							
<i>Nuculana pella</i>							
<i>Ostrea</i> sp.							
<i>Pharus legumen</i>							
<i>Pododesmus patelliformis</i>							
<i>Ruditapes decussatus</i>							
Solenidae indet.							
<i>Spisula subtruncata</i>		2		1	2	5	
<i>Striarca lactea</i>							
<i>Tellina exigua</i>							
<i>Tellina fabula</i>							
<i>Tellina nitida</i>						1	

**Appendice 3b** - (continuazione)

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Sabbiosa						
Campione	1,40-1,35	1,25-1,20	1,00-0,95	0,80-0,75	0,50-0,45	0,15-0,10	0,05-0,00
<b>Gastropoda</b>							
<i>Acteon tornatilis</i>							
<i>Alvania cimex</i>							
<i>Alvania discors</i>							
<i>Alvania</i> sp.							
<i>Bela nebula</i>							1
<i>Bittium reticulatum</i>						2	1
<i>Caecum</i> sp.							
<i>Capulus</i> sp.							
<i>Cerithiopsis tubercularis</i>							
<i>Chrysallida interstincta</i>							
<i>Chrysallida juliae</i>							
<i>Chrysallida</i> sp.				1			
<i>Circulus striatus</i>							
<i>Clanculus</i> sp.							
<i>Crisilla semistriata</i>							
<i>Cylichna crossei</i>							
<i>Cylichna</i> sp.			1				
<i>Cylichnina umbilicata</i>							
<i>Ebala</i> cfr. <i>pointeli</i>							
<i>Emarginula</i> sp.							
<i>Epitonium clathrus</i>							
<i>Eulimella acicula</i>							
<i>Euspira</i> sp.							
<i>Gibbula</i> sp.							
<i>Littorina</i> cfr. <i>obtusata</i>							
<i>Mangelia</i> sp.							
<i>Monophorus perversus</i>							
<i>Muricopsis cristatus</i>				1			
<i>Nassarius pygmaeus</i>					1	1	
<i>Nassarius mutabilis</i>							
<i>Nassarius</i> sp.							
Naticidae indet.							
<i>Neverita josephina</i>							
<i>Odostomia erjaveciana</i>							
<i>Odostomia imponderabilior</i>							
<i>Odostomia</i> sp.							
<i>Opalia</i> sp.							
<i>Retusa mammillata</i>							
<i>Retusa</i> cfr. <i>truncatula</i>							

**Appendice 3b - (fine)**

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Sabbiosa						
Campione	1,40-1,35	1,25-1,20	1,00-0,95	0,80-0,75	0,50-0,45	0,15-0,10	0,05-0,00
<b>Gastropoda</b>							
Retusidae indet.						1	
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>							
<i>Rissoa</i> sp.						1	
<i>Setia globulinus</i>						1	
<i>Tornus subcarinatus</i>							1
<i>Tricolia pullus</i>						1	
<i>Turbonilla lactea</i>							
<i>Turbonilla rufa</i>							
<i>Turbonilla</i> sp.					1		
<i>Turritella communis</i>							
<i>Turritella</i> sp.							
<b>Scaphopoda</b>							
<i>Antalis dentalis</i>				1			
<b>Polyplacophora</b>							
Polyplacophora indet.							
<b>Continentali</b>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Carychium minimum</i>				1 f			
<i>Cochlicella</i> sp.							
Gastropoda indet.							fgs
Helicidae indet.				fgs			
Hygromiidae indet.							
Limacidae indet.							
<i>Pomatias elegans</i>				fgs			
<i>Punctum pygmaeum</i>							
<i>Theba pisana</i>							
<b>Tot. bivalvi marini</b>	4	23	28	30	40	53	48
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	1	2	2	7	3
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	1	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	0	1	0	0	0
<b>Tot. polioplacofori</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	4	23	29	34	42	60	51



**Appendice 3c** - Tabella con le abbondanze (numero di esemplari) delle specie di molluschi presenti nei campioni analizzati per il sondaggio MBS3.

**fg/fgs**: frammento/frammenti - (-): rari - (+): scarsi - (++): discreto numero - (+++): abbondanti - **dec**: decalcificati - **f**: individuo frammentario - **ap/aps**: apice/apici.

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	13,20-13,17	13,10-13,07	13,05-13,00	12,90-12,87	12,80-12,77	12,60-12,57	12,50-12,47
Molluschi							
<i>Marini</i>							
Bivalvia							
<i>Abra alba</i>							
<i>Anomia ephippium</i>							
Bivalvia indet.							
Cardiidae indet.							
<i>Chamelea gallina</i>							
<i>Chlamys</i> sp.							
<i>Corbula gibba</i>							
<i>Ctena decussata</i>							
<i>Donax semistriatus</i>							
<i>Dosinia lupinus</i>							
<i>Glycymeris insubrica</i>							
<i>Hemilepton nitidum</i>							
<i>Hiatella arctica</i>							
<i>Kurtiella bidentata</i>							
<i>Lentidium mediterraneum</i>							
<i>Loripes lacteus</i>							
<i>Lucinella divaricata</i>							
<i>Modiolarca subpicta</i>							
<i>Mytilaster lineatus</i>							
<i>Mytilaster minimus</i>							
<i>Nucula nucleus</i>							
<i>Nuculana pella</i>							
<i>Ostrea</i> sp							
<i>Pharus legumen</i>							
Solenidae indet.							
<i>Spisula subtruncata</i>							
<i>Striarca lactea</i>							
<i>Tellina exigua</i>							
<i>Tellina fabula</i>							
<i>Tellina nitida</i>							
<i>Tellina</i> sp.							

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	13,20-13,17	13,10-13,07	13,05-13,00	12,90-12,87	12,80-12,77	12,60-12,57	12,50-12,47
<b>Molluschi</b>							
<i>Marini</i>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Acteon tornatilis</i>							
<i>Alvania discors</i>							
<i>Alvaniasp.</i>							
<i>Bela nebula</i>							
<i>Bittium reticulatum</i>							
<i>Caecum</i>							
Cerithiidae indet.							
<i>Cylichnina umbilicata</i>							
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>							
<i>Crisilla</i> sp.							
<i>Epitonium clathrus</i>							
<i>Euspira</i> sp.							
Gastropoda indet.							
<i>Gibbula varia</i>							
<i>Muricopsis cristatus</i>							
<i>Nassarius mutabilis</i>							
<i>Nassarius pygmaeus</i>							
<i>Nassarius</i> sp.							
<i>Neverita josephina</i>							
<i>Odostomia</i> sp.							
<i>Opalia</i> sp.							
?Rissoidae							
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>							
<i>Rissoa</i> sp.							
<i>Tricolia pullus</i>							
<i>Turbonilla rufa</i>							
<i>Turbonilla</i> sp.							
<i>Turritella communis</i>							
<i>Turritellasp.</i>							
<b>Scaphopoda</b>							
<i>Antalis dentalis</i>							

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	13,20-13,17	13,10-13,07	13,05-13,00	12,90-12,87	12,80-12,77	12,60-12,57	12,50-12,47
<b>Molluschi</b>							
<i>Continentali</i>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Cecilioides acicula</i>							
<i>Clausilia</i> sp.							
<i>Cochlicella</i> sp.							
<i>Discus rotundatus</i>							
Gastropoda indet.	fgs (-)	fgs (-)	fgs (+)	fgs (+)	fgs (-)	fgs (++)	fgs (++)
Helicidae indet.							3
Hygromiidae							
<i>Lauria cylindracea</i>							
Limacidae indet.							
<i>Lymnaea truncatula</i>							
<i>Pomatias elegans</i>							
<i>Punctum pygmaeum</i>				1		1	
<i>Succinea</i> sp.							
<i>Theba pisana</i>							
<i>Trochoidea</i> sp.							
<i>Truncatellina cylindrica</i>							
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>							1
<i>Vallonia pulchella</i>							1
? Vitrinidae							
<b>Tot. bivalvi marini</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	1	0	1	5
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	0	0	0	1	0	1	5

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,20-12,10	12,10-12,07	12,07-12,04	12,00-11,97	11,97-11,94	11,86-11,83	11,83-11,80
<b>Molluschi</b>							
<i>Marini</i>							
<b>Bivalvia</b>							
<i>Abra alba</i>							
<i>Anomia ephippium</i>							
Bivalvia indet.							
Cardiidae indet.							
<i>Chamelea gallina</i>							
<i>Chlamys</i> sp.							
<i>Corbula gibba</i>							
<i>Ctena decussata</i>							
<i>Donax semistriatus</i>							
<i>Dosinia lupinus</i>							
<i>Glycymeris insubrica</i>							
<i>Hemilepton nitidum</i>							
<i>Hiatella arctica</i>							
<i>Kurtiella bidentata</i>							
<i>Lentidium mediterraneum</i>							
<i>Loripes lacteus</i>							
<i>Lucinella divaricata</i>							
<i>Modiolarca subpicta</i>							
<i>Mytilaster lineatus</i>							
<i>Mytilaster minimus</i>							
<i>Nucula nucleus</i>							
<i>Nuculana pella</i>							
<i>Ostrea</i> sp							
<i>Pharus legumen</i>							
Solenidae indet.							
<i>Spisula subtruncata</i>							
<i>Striarca lactea</i>							
<i>Tellina exigua</i>							
<i>Tellina fabula</i>							
<i>Tellina nitida</i>							
<i>Tellina</i> sp.							

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,20-12,10	12,10-12,07	12,07-12,04	12,00-11,97	11,97-11,94	11,86-11,83	11,83-11,80
<b>Molluschi</b>							
<i>Marini</i>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Acteon tornatilis</i>							
<i>Alvania discors</i>							
<i>Alvaniasp.</i>							
<i>Bela nebula</i>							
<i>Bittium reticulatum</i>							
<i>Caecum</i>							
Cerithiidae indet.							
<i>Cylichnina umbilicata</i>							
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>							
<i>Crisilla</i> sp.							
<i>Epitonium clathrus</i>							
<i>Euspira</i> sp.							
Gastropoda indet.							
<i>Gibbula varia</i>							
<i>Muricopsis cristatus</i>							
<i>Nassarius mutabilis</i>							
<i>Nassarius pygmaeus</i>							
<i>Nassarius</i> sp.							
<i>Neverita josephina</i>							
<i>Odostomia</i> sp.							
<i>Opalia</i> sp.							
?Rissoidae							
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>							
<i>Rissoa</i> sp.							
<i>Tricolia pullus</i>							
<i>Turbonilla rufa</i>							
<i>Turbonilla</i> sp.							
<i>Turritella communis</i>							
<i>Turritellasp.</i>							
<b>Scaphopoda</b>							
<i>Antalis dentalis</i>							

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,20-12,10	12,10-12,07	12,07-12,04	12,00-11,97	11,97-11,94	11,86-11,83	11,83-11,80
Molluschi							
<i>Continentali</i>							
Gastropoda							
<i>Cecilioides acicula</i>							
<i>Clausilia</i> sp.							
<i>Cochlicella</i> sp.							
<i>Discus rotundatus</i>	fgs (+)	fgs (-)	fgs (++)	fgs (+)	fgs (+)	fgs (++)	fgs (++)
Gastropoda indet.	2						
Helicidae indet.							
Hygromiidae							
<i>Lauria cylindracea</i>				1	1		
Limacidae indet.							2
<i>Lymnaea truncatula</i>							
<i>Pomatias elegans</i>		2		1			
<i>Punctum pygmaeum</i>	1				1	2	
<i>Succinea</i> sp.							
<i>Theba pisana</i>							
<i>Trochoidea</i> sp.							1
<i>Truncatellina cylindrica</i>		1					1
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>			1				
<i>Vallonia pulchella</i>							
? Vitrinidae							
Tot. bivalvi marini	0	0	0	0	0	0	0
Tot. gasteropodi marini	0	0	0	0	0	0	0
Tot. gasteropodi continentali	3	3	1	2	2	2	4
Tot. scafopodi	0	0	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	3	3	1	2	2	2	4

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	11,80-11,77	11,45-11,42	11,42-11,40	11,20-11,17	11,10-11,07	10,95-10,92	10,90-10,87
Molluschi							
<i>Marini</i>							
Bivalvia						fgs (-)	
<i>Abra alba</i>							
<i>Anomia ephippium</i>				1			
Bivalvia indet.							
Cardiidae indet.							
<i>Chamelea gallina</i>							
<i>Chlamys</i> sp.							
<i>Corbula gibba</i>							
<i>Ctena decussata</i>							
<i>Donax semistriatus</i>							
<i>Dosinia lupinus</i>							
<i>Glycymeris insubrica</i>							
<i>Hemilepton nitidum</i>							
<i>Hiatella arctica</i>							
<i>Kurtiella bidentata</i>							
<i>Lentidium mediterraneum</i>							
<i>Loripes lacteus</i>							
<i>Lucinella divaricata</i>							1
<i>Modiolarca subpicta</i>							
<i>Mytilaster lineatus</i>							
<i>Mytilaster minimus</i>							
<i>Nucula nucleus</i>							
<i>Nuculana pella</i>							
<i>Ostrea</i> sp							
<i>Pharus legumen</i>							
Solenidae indet.							
<i>Spisula subtruncata</i>							
<i>Striarca lactea</i>			2	1			
<i>Tellina exigua</i>							
<i>Tellina fabula</i>							
<i>Tellina nitida</i>							
<i>Tellina</i> sp.							

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	11,80-11,77	11,45-11,42	11,42-11,40	11,20-11,17	11,10-11,07	10,95-10,92	10,90-10,87
<b>Molluschi</b>							
<i>Marini</i>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Acteon tornatilis</i>							
<i>Alvania discors</i>							
<i>Alvaniasp.</i>							
<i>Bela nebula</i>							
<i>Bittium reticulatum</i>							
<i>Caecum</i>							
Cerithiidae indet.							
<i>Cylichnina umbilicata</i>							
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>							
<i>Crisilla</i> sp.							
<i>Epitonium clathrus</i>							
<i>Euspira</i> sp.							
Gastropoda indet.							
<i>Gibbula varia</i>							
<i>Muricopsis cristatus</i>							
<i>Nassarius mutabilis</i>							
<i>Nassarius pygmaeus</i>							
<i>Nassarius</i> sp.							
<i>Neverita josephina</i>							
<i>Odostomia</i> sp.							
<i>Opalia</i> sp.							
?Rissoidae							
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>							
<i>Rissoa</i> sp.							
<i>Tricolia pullus</i>							
<i>Turbonilla rufa</i>							
<i>Turbonilla</i> sp.							
<i>Turritella communis</i>							
<i>Turritellasp.</i>							
<b>Scaphopoda</b>							
<i>Antalis dentalis</i>							



**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	11,80-11,77	11,45-11,42	11,42-11,40	11,20-11,17	11,10-11,07	10,95-10,92	10,90-10,87
<b>Molluschi</b>							
<i>Continentali</i>							
<b>Gastropoda</b>							
<i>Cecilioides acicula</i>							
<i>Clausilia</i> sp.							
<i>Cochlicella</i> sp.							
<i>Discus rotundatus</i>							
Gastropoda indet.	fgs (+)						
Helicidae indet.							
Hygromiidae							
<i>Lauria cylindracea</i>							
Limacidae indet.							
<i>Lymnaea truncatula</i>							
<i>Pomatias elegans</i>					1 fg op.		
<i>Punctum pygmaeum</i>							
<i>Succinea</i> sp.							
<i>Theba pisana</i>							
<i>Trochoidea</i> sp.							
<i>Truncatellina cylindrica</i>							
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>							
<i>Vallonia pulchella</i>							
? Vitrinidae							
<b>Tot. bivalvi marini</b>	0	0	2	2	0	0	1
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tot. molluschi</b>	0	0	2	2	0	0	1

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Limoso-argillosa							
Campione	10,63-10,60	10,60-10,57	10,33-10,30	10,20-10,17	9,95-9,90	9,83-9,80	9,43-9,40	9,15-9,12
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>								
<b>Bivalvia</b>	fgs (-)				fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)
<i>Abra alba</i>								
<i>Anomia ephippium</i>								
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>								
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>								
<i>Ctena decussata</i>								
<i>Donax semistriatus</i>								
<i>Dosinia lupinus</i>								
<i>Glycymeris insubrica</i>								
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>								
<i>Kurtiella bidentata</i>								
<i>Lentidium mediterraneum</i>								
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>								
<i>Modiolarca subpicta</i>								
<i>Mytilaster lineatus</i>								
<i>Mytilaster minimus</i>								
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp								
<i>Pharus legumen</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>								
<i>Striarca lactea</i>	1							
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>								
<i>Tellina</i> sp.								

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Limoso-argillosa							
Campione	10,63-10,60	10,60-10,57	10,33-10,30	10,20-10,17	9,95-9,90	9,83-9,80	9,43-9,40	9,15-9,12
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania discors</i>								
<i>Alvaniasp.</i>								
<i>Bela nebula</i>								
<i>Bittium reticulatum</i>				1				
<i>Caecum</i>								
Cerithiidae indet.								
<i>Cylichnina umbilicata</i>								
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>								
<i>Crisilla</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
Gastropoda indet.								
<i>Gibbula varia</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>								
<i>Nassarius</i> sp.								
<i>Neverita josephina</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
?Rissoidae								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Tricolia pullus</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>								
<i>Turritellasp.</i>								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>								

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
	Limoso-argillosa							
Unità Litologica	10,63-10,60	10,60-10,57	10,33-10,30	10,20-10,17	9,95-9,90	9,83-9,80	9,43-9,40	9,15-9,12
Campione								
Molluschi								
<i>Continentali</i>								
Gastropoda								
<i>Cecilioides acicula</i>								
<i>Clausilia</i> sp.								
<i>Cochlicella</i> sp.								
<i>Discus rotundatus</i>								
Gastropoda indet.								
Helicidae indet.								
Hygromiidae								
<i>Lauria cylindracea</i>								
Limacidae indet.							1	
<i>Lymnaea truncatula</i>								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>								
<i>Succinea</i> sp.								
<i>Theba pisana</i>								
<i>Trochoidea</i> sp.								
<i>Truncatellina cylindrica</i>								
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>								
<i>Vallonia pulchella</i>								
? Vitrinidae								
Tot. bivalvi marini	1	0	0	0	0	0	0	0
Tot. gasteropodi marini	0	0	0	1	0	0	0	0
Tot. gasteropodi continentali	0	0	0	0	0	0	1	0
Tot. scafopodi	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	1	0	0	1	0	0	1	0

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	8,95-8,90	8,80-8,75	8,65-8,60	7,65-7,60	7,30-7,25	7,10-7,05	6,95-6,90	6,75-6,70
Molluschi								
<i>Marini</i>								
Bivalvia	fgs (+)			fgs (+)	fgs (++)	fgs (+++)	fgs (++)	fgs (++)
<i>Abra alba</i>	3	1	6	1	2	7	6	11
<i>Anomia ephippium</i>		1	2		2	5	6	3
Bivalvia indet.								2
Cardiidae indet.			2				1	
<i>Chamelea gallina</i>	3	2	10	5	21	40	28	41
<i>Chlamys</i> sp.				1				
<i>Corbula gibba</i>	2	1	2	2	3	4	3	4
<i>Ctena decussata</i>								
<i>Donax semistriatus</i>	1			3	6	7	8	13
<i>Dosinia lupinus</i>	1		4	2	15	13	12	4
<i>Glycymeris insubrica</i>	5	3	5	3	4	2	3	6
<i>Hemilepton nitidum</i>			1			2		1
<i>Hiatella arctica</i>								2
<i>Kurtiella bidentata</i>							3	
<i>Lentidium mediterraneum</i>				1	1	4	2	10
<i>Loripes lacteus</i>	1			3	1		2	
<i>Lucinella divaricata</i>		2	2		3	13	7	9
<i>Modiolarca subpicta</i>				1				
<i>Mytilaster lineatus</i>							3	2
<i>Mytilaster minimus</i>					1			
<i>Nucula nucleus</i>				1	3	1	1	1
<i>Nuculana pella</i>						2		2
<i>Ostrea</i> sp	1							1
<i>Pharus legumen</i>						1	1	
Solenidae indet.		1						
<i>Spisula subtruncata</i>	4	2	1	2	13	8	7	10
<i>Striarca lactea</i>			1		1	1	2	
<i>Tellina exigua</i>								
<i>Tellina fabula</i>					1			4
<i>Tellina nitida</i>	3	1	5		6	13	8	5
<i>Tellina</i> sp.								

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	8,95-8,90	8,80-8,75	8,65-8,60	7,65-7,60	7,30-7,25	7,10-7,05	6,95-6,90	6,75-6,70
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>					1	1		
<i>Alvania discors</i>								
<i>Alvaniasp.</i>						1	1	2
<i>Bela nebula</i>			1					
<i>Bittium reticulatum</i>	2	2	3	2	2	2	2	6
<i>Caecum</i>								1
Cerithiidae indet.	1							
<i>Cylichnina umbilicata</i>							1	
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>							1	
<i>Crisilla</i> sp.						1		
<i>Epitonium clathrus</i>						1	2	1
<i>Euspira</i> sp.								
Gastropoda indet.				1			1	4
<i>Gibbula varia</i>				1	1	1	1	
<i>Muricopsis cristatus</i>						1		
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>								
<i>Nassarius</i> sp.	1	1	3					
<i>Neverita josephina</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
?Rissoidae								1
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>				1				
<i>Rissoa</i> sp.		1						2
<i>Tricolia pullus</i>		1				1	1	1
<i>Turbonilla rufa</i>			1					
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>					1			
<i>Turritellasp.</i>				1			2	
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>	14	5	12	2	1	11	3	11

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	8,95-8,90	8,80-8,75	8,65-8,60	7,65-7,60	7,30-7,25	7,10-7,05	6,95-6,90	6,75-6,70
Molluschi								
<i>Continentali</i>								
Gastropoda								
<i>Cecilioides acicula</i>								
<i>Clausilia</i> sp.								
<i>Cochlicella</i> sp.						fgs	1 fg	fgs
<i>Discus rotundatus</i>								
Gastropoda indet.							fgs	fgs
Helicidae indet.								
Hygromiidae								fgs
<i>Lauria cylindracea</i>				1				
Limacidae indet.								
<i>Lymnaea truncatula</i>								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>				1				
<i>Succinea</i> sp.								
<i>Theba pisana</i>				1				
<i>Trochoidea</i> sp.			1					
<i>Truncatellina cylindrica</i>								
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>								
<i>Vallonia pulchella</i>								
? Vitrinidae								
<b>Tot. bivalvi marini</b>	24	14	41	25	83	123	103	131
<b>Tot. gasteropodi marini</b>	4	5	8	6	5	9	12	18
<b>Tot. gasteropodi continentali</b>	0	0	1	3	0	0	0	0
<b>Tot. scafopodi</b>	14	5	12	2	1	11	3	11
<b>Tot. molluschi</b>	42	24	62	36	89	143	118	160





**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	5,95-5,90	5,30-5,25	5,20-5,15	4,75-4,70	4,55-4,50	4,35-4,30	4,15-4,10	3,85-3,80
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>			1					
<i>Alvania discors</i>				1				
<i>Alvaniasp.</i>				1				
<i>Bela nebula</i>		2						
<i>Bittium reticulatum</i>		2		2	2	1	1	
<i>Caecum</i>								
Cerithiidae indet.								
<i>Cylichnina umbilicata</i>								
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>								
<i>Crisilla</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>					1			
<i>Euspira</i> sp.					1			
Gastropoda indet.						2	fgs, 1 ap	
<i>Gibbula varia</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>		1						
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>								
<i>Nassarius</i> sp.		1		1		1		
<i>Neverita josephina</i>				1				
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.		1						
?Rissoidae								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.							1	
<i>Tricolia pullus</i>		2			1	1		
<i>Turbonilla rufa</i>								
<i>Turbonilla</i> sp.				1				
<i>Turritella communis</i>		1			1			
<i>Turritellasp.</i>								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>		3	1					

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	5,95-5,90	5,30-5,25	5,20-5,15	4,75-4,70	4,55-4,50	4,35-4,30	4,15-4,10	3,85-3,80
Molluschi								
<i>Continentali</i>								
Gastropoda								
<i>Cecilioides acicula</i>								1
<i>Clausilia</i> sp.								
<i>Cochlicella</i> sp.								
<i>Discus rotundatus</i>								
Gastropoda indet.						fgs (+++)		
Helicidae indet.								
Hygromiidae					fgs			
<i>Lauria cylindracea</i>								
Limacidae indet.								
<i>Lymnaea truncatula</i>								
<i>Pomatias elegans</i>								
<i>Punctum pygmaeum</i>						1		
<i>Succinea</i> sp.								
<i>Theba pisana</i>		fg		fgs			fgs	
<i>Trochoidea</i> sp.						1		
<i>Truncatellina cylindrica</i>								
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>								
<i>Vallonia pulchella</i>								
? Vitrinidae								
Tot. bivalvi marini	0	14	6	78	59	60	79	74
Tot. gasteropodi marini	0	10	1	7	6	5	3	0
Tot. gasteropodi continentali	0	0	0	0	0	2	0	1
Tot. scafopodi	0	3	1	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	0	27	8	85	65	67	82	75

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	3,70-3,67	3,67-3,63	3,55-3,50	3,35-3,30	3,15-3,10	2,75-2,70	2,55-2,50	2,20-2,15
Molluschi								
<i>Marini</i>								
Bivalvia	fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)	fgs (+)	fgs (++)	fgs (+)	fgs (-)
<i>Abra alba</i>				1				
<i>Anomia ephippium</i>						1		
Bivalvia indet.								
Cardiidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>				7	6	13	4	3
<i>Chlamys</i> sp.						1		
<i>Corbula gibba</i>								
<i>Ctena decussata</i>								
<i>Donax semistriatus</i>		3	1	2	1	11	4	
<i>Dosinia lupinus</i>			1			1		
<i>Glycymeris insubrica</i>				1		1		
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>								
<i>Kurtiella bidentata</i>								
<i>Lentidium mediterraneum</i>			3	3	4	15	4	
<i>Loripes lacteus</i>			1				2	
<i>Lucinella divaricata</i>						2		
<i>Modiolarca subpicta</i>								
<i>Mytilaster lineatus</i>			1			4	3	
<i>Mytilaster minimus</i>								
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>								
<i>Ostrea</i> sp								
<i>Pharus legumen</i>								
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>						2	2	
<i>Striarca lactea</i>								
<i>Tellina exigua</i>							1	
<i>Tellina fabula</i>				1				
<i>Tellina nitida</i>						1		
<i>Tellina</i> sp.						1		

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	3,70-3,67	3,67-3,63	3,55-3,50	3,35-3,30	3,15-3,10	2,75-2,70	2,55-2,50	2,20-2,15
<b>Molluschi</b>								
<i>Marini</i>								
<b>Gastropoda</b>								
<i>Acteon tornatilis</i>								
<i>Alvania discors</i>								
<i>Alvaniasp.</i>								
<i>Bela nebula</i>								
<i>Bittium reticulatum</i>	1		1			1	1	
<i>Caecum</i>								
Cerithiidae indet.					1			
<i>Cylichnina umbilicata</i>						1	1	
<i>Clanculus</i> cfr. <i>corallinus</i>								
<i>Crisilla</i> sp.								
<i>Epitonium clathrus</i>								
<i>Euspira</i> sp.								
Gastropoda indet.								
<i>Gibbula varia</i>								
<i>Muricopsis cristatus</i>								
<i>Nassarius mutabilis</i>								
<i>Nassarius pygmaeus</i>								
<i>Nassarius</i> sp.						1 ap		
<i>Neverita josephina</i>								
<i>Odostomia</i> sp.								
<i>Opalia</i> sp.								
?Rissoidae								
<i>Rissoa</i> cfr. <i>splendida</i>								
<i>Rissoa</i> sp.								
<i>Tricolia pullus</i>								
<i>Turbonilla rufa</i>						1		
<i>Turbonilla</i> sp.								
<i>Turritella communis</i>			1	1				
<i>Turritellasp.</i>								
<b>Scaphopoda</b>								
<i>Antalis dentalis</i>			1					

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
	Sabbiosa							
Unità Litologica	3,70-3,67	3,67-3,63	3,55-3,50	3,35-3,30	3,15-3,10	2,75-2,70	2,55-2,50	2,20-2,15
Campione								
Molluschi								
<i>Continentali</i>								
Gastropoda								
<i>Cecilioides acicula</i>								
<i>Clausilia</i> sp.								
<i>Cochlicella</i> sp.								
<i>Discus rotundatus</i>								
Gastropoda indet.						1, 1 ap, 1 fg	fgs	fgs
Helicidae indet.								
Hygromiidae		fgs				1 fg		
<i>Lauria cylindracea</i>								
Limacidae indet.								
<i>Lymnaea truncatula</i>								
<i>Pomatias elegans</i>								fgs
<i>Punctum pygmaeum</i>						2, 1 fg		3
<i>Succinea</i> sp.								
<i>Theba pisana</i>	fgs	fgs		1 fg			1 fg	
<i>Trochoidea</i> sp.								
<i>Truncatellina cylindrica</i>								
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>								
<i>Vallonia pulchella</i>								
? Vitrinidae						1		
Tot. bivalvi marini	0	3	7	15	11	53	20	3
Tot. gasteropodi marini	1	0	2	1	1	4	2	0
Tot. gasteropodi continentali	0	0	0	0	0	4	0	3
Tot. scafopodi	0	0	1	0	0	0	0	0
Tot. molluschi	1	3	10	16	12	61	22	6

**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	1,85-1,80	1,65-1,60	1,45-1,40	1,15-1,10	0,80-0,75	0,60-0,55	0,40-0,35	0,20-0,15
Molluschi								
<i>Marini</i>								
Bivalvia	fgs (-)	fgs (-)	fgs (-)	fgs (+)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (++)	fgs (++)
<i>Abra alba</i>					1		1	1
<i>Anomia ephippium</i>						1		
Bivalvia indet.							2	
Cardiidae indet.								
<i>Chamelea gallina</i>	1	2		5	20	33	8	7
<i>Chlamys</i> sp.								
<i>Corbula gibba</i>					1			1
<i>Ctena decussata</i>						1		
<i>Donax semistriatus</i>		1			21	43	9	14
<i>Dosinia lupinus</i>				1	2	3	2	2
<i>Glycymeris insubrica</i>	2					1		
<i>Hemilepton nitidum</i>								
<i>Hiatella arctica</i>					1	1		
<i>Kurtiella bidentata</i>						2		
<i>Lentidium mediterraneum</i>		4		8	20	31	20	12
<i>Loripes lacteus</i>								
<i>Lucinella divaricata</i>				1	1	2		
<i>Modiolarca subpicta</i>						1		1
<i>Mytilaster lineatus</i>					2	4	1	1
<i>Mytilaster minimus</i>						1	1	2
<i>Nucula nucleus</i>								
<i>Nuculana pella</i>		1				1	1	
<i>Ostrea</i> sp								
<i>Pharus legumen</i>						1		
Solenidae indet.								
<i>Spisula subtruncata</i>		1			2	9	2	3
<i>Striarca lactea</i>				1	3			
<i>Tellina exigua</i>				2				1
<i>Tellina fabula</i>								
<i>Tellina nitida</i>								
<i>Tellina</i> sp.								



**Appendice 3c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3							
	Sabbiosa							
Unità Litologica	1,85-1,80	1,65-1,60	1,45-1,40	1,15-1,10	0,80-0,75	0,60-0,55	0,40-0,35	0,20-0,15
Campione								
Molluschi								
<i>Continentali</i>								
Gastropoda								
<i>Cecilioides acicula</i>				1 f		1 fg		1
<i>Clausilia</i> sp.				1 fg				
<i>Cochlicella</i> sp.								
<i>Discus rotundatus</i>				1				
Gastropoda indet.	fgs(++)	fgs(++)		1 ap, fgs (++)	1	2 aps	fgs	1
Helicidae indet.		fgs						
Hygromiidae		fgs						
<i>Lauria cylindracea</i>								
Limacidae indet.								
<i>Lymnaea truncatula</i>								
<i>Pomatias elegans</i>						fgs		1fg
<i>Punctum pygmaeum</i>	1	fgs		2, fgs(++)				
<i>Succinea</i> sp.		2						
<i>Theba pisana</i>								
<i>Trochoidea</i> sp.								
<i>Truncatellina cylindrica</i>			1					
<i>Vitrinobrachium</i> cfr. <i>breve</i>								
<i>Vallonia pulchella</i>								
? Vitrinidae								
Tot. bivalvi marini	3	9	0	18	74	135	47	45
Tot. gasteropodi marini	0	1	0	5	5	5	6	1
Tot. gasteropodi continentali	1	2	1	5	1	2	0	2
Tot. scafopodi	0	0	0	0	0	0	1	0
Tot. molluschi	4	12	1	28	80	142	54	48



**Appendice 4a** - Tabella con i risultati delle analisi semiquantitative effettuate sul contenuto i ostracodi della successione sedimentaria del sondaggio MBS1.

**mr**: molto rara - **r**: rara - **pc**: poco comune - **c**: comune - **mc**: molto comune

Sondaggio	MBS1								
Unità Litologica	Limoso-argillosa			Sabbiosa					
Campione	9,60-9,55	9,30-9,25	9,10-9,05	8,30-8,25	7,70-7,65	7,30-7,20	6,80-6,75	5,65-5,60	5,30-5,25
<b>Ostracodi</b>									
<i>Marini</i>									
<i>Aurila convexa</i>					mr				
<i>Aurila</i> sp.									
<i>Callistocythere flavidofusca</i>									mr
<i>Callistocythere littoralis</i>			r	r					
<i>Carinocythereis whitei</i>							r		
<i>Cistacythereis turbida</i>				r	pc	pc	r	mr	
<i>Cyprideis torosa</i>					r				
<i>Cytheretta adriatica</i>				pc	c	mr		pc	
<i>Cytheretta subradiosa</i>				c	c	c		r	pc
<i>Cytheridea neapolitana</i>					mr				
<i>Heterocythereis voraginosa</i>						mr			
<i>Leptocythere bacescoi</i>					mr				
<i>Leptocythere levis</i>				r					
<i>Leptocythere ramosa</i>					mr				mr
<i>Loxoconcha ovulata</i>				pc	mr	pc	r	mr	
<i>Loxoconcha rubritincta</i>				r	pc	c		pc	pc
<i>Krithe praetexta</i>									
<i>Neocytherideis muelleri</i>				pc	c	pc	r	mr	r
<i>Palmoconcha turbida</i>				r	pc	r	r		
<i>Pontocythere turbida</i>				mc	mc	mc	c	c	c
<i>Procytherideis subspiralis</i>								mr	
<i>Semicytherura incongruens</i>				pc	pc	pc	r	r	r
<i>Semicytherura sulcata</i>				r	r	pc			
<i>Semicytherura</i> aff. <i>S. sulcata</i>						mr			
<i>Xestoleberis dispar</i>						mr			
<i>Dulcicoli</i>									
<i>Candona neglecta</i>									
<i>Herpetocypris</i> sp.			mr						
<i>Ilyocypris bradyi</i>	mr								mr
<i>Mixtacandona laisi</i>	mr		mr						

**Appendice 4a - (continuazione e fine)**

Sondaggio	MBS1							
Unità Litologica	Sabbiosa							
Campione	4,45-4,40	4,20-4,10	3,90-3,85	3,20-3,10	2,90-2,85	1,45-1,40	0,85-0,80	0,60-0,55
<b>Ostracodi</b>								
<b><i>Marini</i></b>								
<i>Aurila convexa</i>								
<i>Aurila</i> sp.	mr							
<i>Callistocythere flavidofusca</i>								
<i>Callistocythere littoralis</i>								
<i>Carinocythereis whitei</i>								
<i>Cistacythereis turbida</i>	r					r		
<i>Cyprideis torosa</i>								
<i>Cytheretta adriatica</i>			r		mr		pc	pc
<i>Cytheretta subradiosa</i>	r	r		pc		r	pc	r
<i>Cytheridea neapolitana</i>								
<i>Heterocythereis voraginoso</i>								
<i>Leptocythere bacescoi</i>								
<i>Leptocythere levis</i>	mr							
<i>Leptocythere ramosa</i>						mr		
<i>Loxoconcha ovulata</i>	r					pc	r	
<i>Loxoconcha rubritincta</i>	pc	r				mr	pc	pc
<i>Krithe praetexta</i>						mr	mr	
<i>Neocytherideis muelleri</i>	r					pc	mr	
<i>Palmoconcha turbida</i>		mr				r		
<i>Pontocythere turbida</i>	c	pc	pc	r	r	c	c	c
<i>Procytherideis subspiralis</i>								
<i>Semicytherura incongruens</i>	mr		r			mr	mr	
<i>Semicytherura sulcata</i>	r					mr		
<i>Semicytherura</i> aff. <i>S. sulcata</i>								
<i>Xestoleberis dispar</i>								
<b><i>Dulcicoli</i></b>								
<i>Candona neglecta</i>							r	
<i>Herpetocypris</i> sp.								
<i>Ilyocypris bradyi</i>								
<i>Mixtacandona laisi</i>								

**Appendice 4b** - Tabella con i risultati delle analisi semiquantitative effettuate sul contenuto in ostracodi unità litologica limoso-argillosa della successione sedimentaria del sondaggio MBS2.

**mr**: molto rara - **r**: rara - **pc**: poco comune - **c**: comune - **mc**: molto comune

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L1)						
Campione	12,40-12,35	12,30-12,25	12,15-12,10	11,95-11,90	11,75-11,70	11,55-11,50	11,35-11,30
Ostracodi							
<i>Marini</i>							
<i>Argilloecia</i> sp.							
<i>Aurila</i> sp. 1							
<i>Aurila</i> sp. 2							
<i>Aurila</i> sp.							
<i>Acantocythereis</i> sp.							
<i>Callistocythere flavidofusca</i>							
<i>Callistocythere littoralis</i>							
<i>Callistocythere</i> sp.							
<i>Cistacythereis turbida</i>							mr
<i>Costa</i> sp.							
<i>Cytheretta adriatica</i>							
<i>Cytheretta subradiosa</i>							
<i>Cytheropteron? alatum</i>							
<i>Cytheropteron monoceros</i>							
<i>Leptocythere bacescoi</i>							
<i>Leptocytheree levis</i>							
<i>Leptocythere multipunctata</i>							
<i>Leptocythere ramosa</i>							
<i>Loxoconcha bonaducei</i>							
<i>Loxoconcha ovulata</i>							
<i>Loxoconcha rubritincta</i>							
<i>Loxoconcha stellifera</i>							
<i>Krithe praetexta</i>							
<i>Macrocyprissa arcuata</i>							
<i>Neocytherideis muelleri</i>							r
<i>Nipponocythere drapalensis pithekoussaii</i>							
<i>Palmoconcha turbida</i>							
<i>Pontocythere turbida</i>						r	pc
<i>Procytherideis retifera</i>							
<i>Ruggieria tetraptera palpebralis</i>							
<i>Sagmatocythere moncharmonti</i>							
<i>Sagmatocythere versicolor</i>							
<i>Semicytherura incongruens</i>							
<i>Semicytherura ruggierii</i>							
<i>Semicytherura sulcata</i>							
<i>Semicytherura</i> aff. <i>S. sulcata</i>							
<i>Xestoleberis</i> sp.							



**Appendice 4b - (continuazione)**

Sondaggio	MBS2					
Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L2)					
Campione	11,05-11,00	10,75-10,70	10,63-10,60	10,55-10,50	10,32-10,27	10,10-10,07
<b>Ostracodi</b>						
<i>Marini</i>						
<i>Argilloecia</i> sp.		mr				
<i>Aurila</i> sp. 1					r	mr
<i>Aurila</i> sp. 2					r	
<i>Aurila</i> sp.				mr		
<i>Acantocythereis</i> sp.	mr					
<i>Callistocythere flavidofusca</i>		mr				
<i>Callistocythere littoralis</i>				r		
<i>Callistocythere</i> sp.	mr					
<i>Cistacythereis turbida</i>	r		r	pc	r	mr
<i>Costa</i> sp.			mr	mr	mr	
<i>Cytheretta adriatica</i>	mr	r		r	r	
<i>Cytheretta subradiosa</i>	r	pc	pc	c	c	mr
<i>Cytheropteron?</i> <i>alatum</i>				mr		
<i>Cytheropteron monoceros</i>	mr					mr
<i>Leptocythere bacescoi</i>	r	mr	mr	r	pc	r
<i>Leptocytheree levis</i>		mr			r	
<i>Leptocythere multipunctata</i>	r					mr
<i>Leptocythere ramosa</i>	mr	mr		mr	r	r
<i>Loxoconcha bonaducei</i>			r		r	
<i>Loxoconcha ovulata</i>		pc		pc	pc	
<i>Loxoconcha rubritincta</i>	mr	pc	mr	pc	pc	
<i>Loxoconcha stellifera</i>					mr	
<i>Krithe praetexta</i>	mr	mr				
<i>Macrocyprissa arcuata</i>	mr					
<i>Neocytherideis muelleri</i>	mr	pc		pc	pc	
<i>Nipponocythere drapalensis pithekoussaii</i>					mr	
<i>Palmoconcha turbida</i>	r	mr	r	r	r	mr
<i>Pontocythere turbida</i>	pc	c	c	mc	mc	pc
<i>Procytherideis retifera</i>		r	mr			
<i>Ruggieria tetraptera palpebralis</i>		mr				
<i>Sagmatocythere moncharmonti</i>	r					
<i>Sagmatocythere versicolor</i>				mr		
<i>Semicytherura incongruens</i>	r	pc	pc	c	pc	r
<i>Semicytherura ruggierii</i>					mr	
<i>Semicytherura sulcata</i>				r		
<i>Semicytherura</i> aff. <i>S. sulcata</i>		mr	mr	r		
<i>Xestoleberis</i> sp.					mr	

## Appendice 4b - (fine)

Sondaggio	MBS2					
Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L2)					
Campione	11,05-11,00	10,75-10,70	10,63-10,60	10,55-10,50	10,32-10,27	10,10-10,07
Ostracodi						
<i>Dulcicoli</i>						
<i>Candona</i> sp.	r	mr	mr	r	pc	r
<i>Cyclocypris ovum</i>		r				
<i>Cypridopsis</i> sp.			mr			
<i>Herpetocypris</i> sp.	mr	mr	mr	r	r	r
<i>Ilyocypris bradyi</i>	r	r	r	r	r	pc
<i>Mixtacandona laisi</i>	r	r	mr	r	r	r
<i>Paralimnocythere massanai</i>				mr		

**Appendice 4c** - Tabella con i risultati delle analisi semiquantitative effettuate sul contenuto in ostracodi unità litologica limoso-argillosa della successione sedimentaria del sondaggio MBS3.

**mr**: molto rara - **r**: rara - **pc**: poco comune - **c**: comune - **mc**: molto comune

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L1)						
Campione	13,20-13,17	13,10-13,07	13,07-13,05	12,90-12,87	12,80-12,77	12,60-12,57	12,50-12,47
<b>Ostracodi</b>							
<i>Marini</i>							
<i>Aurila</i> sp.							
<i>Cistacythereis turbida</i>							
<i>Cytheretta adriatica</i>							
<i>Cytheretta subradiosa</i>							
<i>Cytheropteron ruggierii</i>							
<i>Heterocypris salina</i>							
<i>Leptocythere</i> sp.							
<i>Loxoconcha ovulata</i>							
<i>Neocytherideis subulata</i>							
<i>Palmoconcha turbida</i>							
<i>Pontocythere turbida</i>					mr		
<i>Semicytherura incongruens</i>							
<i>Semicytherura sulcata</i>							
<i>Xestoleberis</i> aff. <i>X. dispar</i>							
<i>Dulcicoli</i>							
<i>Candona neglecta</i>							pc
<i>Candona</i> sp.							
<i>Cyclocypris ovum</i>							
<i>Ilyocypris bradyi</i>							mr
<i>Mixtacandona laisi</i>							
<i>Pseudocandona sarsi</i>						pc	
<i>Pseudocandona sucki</i>							

**Appendice 4c - (continuazione)**

Sondaggio	MBS3						
	Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L1)				Limoso-argillosa (Sub-unità L2)	
Campione	12,10-12,07	12,07-12,04	12,00-11,97	11,97-11,94	11,86-11,83	11,83-11,80	11,80-11,77
<b>Ostracodi</b>							
<i>Marini</i>							
<i>Aurila</i> sp.							
<i>Cistacythereis turbida</i>							
<i>Cytheretta adriatica</i>							
<i>Cytheretta subradiosa</i>							
<i>Cytheropteron ruggierii</i>							
<i>Heterocypris salina</i>						r	
<i>Leptocythere</i> sp.							
<i>Loxoconcha ovulata</i>		mr					
<i>Neocytherideis subulata</i>							
<i>Palmoconcha turbida</i>			mr				
<i>Pontocythere turbida</i>	mr				mr		r
<i>Semicytherura incongruens</i>		mr					
<i>Semicytherura sulcata</i>							
<i>Xestoleberis</i> aff. <i>X. dispar</i>							
<b>Dulcicoli</b>							
<i>Candona neglecta</i>	mr		r	pc	r	pc	pc
<i>Candona</i> sp.							
<i>Cyclocypris ovum</i>				r	r	pc	pc
<i>Ilyocypris bradyi</i>							r
<i>Mixtacandona laisi</i>							
<i>Pseudocandona sarsi</i>	mr						
<i>Pseudocandona sucki</i>	mr		mr			mr	



**Appendice 4c - (continuazione).**

Sondaggio	MBS3						
Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L2)						
Campione	11,45-11,42	11,42-11,40	11,10-11,07	10,95-10,92	10,90-10,87	10,63-10,60	10,60-10,57
<b>Ostracodi</b>							
<i>Marini</i>							
<i>Aurila</i> sp.			r	mr	mr		
<i>Cistacythereis turbida</i>			mr				r
<i>Cytheretta adriatica</i>			r				
<i>Cytheretta subradiosa</i>					pc		
<i>Cytheropteron ruggierii</i>							
<i>Heterocypris salina</i>		mr					
<i>Leptocythere</i> sp.						mr	
<i>Loxoconcha ovulata</i>		mr	r		r	mr	
<i>Neocytherideis subulata</i>			r				
<i>Palmoconcha turbida</i>							
<i>Pontocythere turbida</i>	mr	mr	pc			pc	mr
<i>Semicytherura incongruens</i>		mr				mr	
<i>Semicytherura sulcata</i>							
<i>Xestoleberis</i> aff. <i>X. dispar</i>							
<b>Dulcicoli</b>							
<i>Candona neglecta</i>							
<i>Candona</i> sp.							
<i>Cyclocypris ovum</i>							
<i>Ilyocypris bradyi</i>							
<i>Mixtacandona laisi</i>			r				
<i>Pseudocandona sarsi</i>							
<i>Pseudocandona sucki</i>							

**Appendice 4c - (fine).**

Sondaggio	MBS3					
Unità Litologica	Limoso-argillosa (Sub-unità L2)					
Campione	10,33-10,30	10,20-10,17	9,95-9,90	9,83-9,80	9,43-9,40	9,15-9,12
<b>Ostracodi</b>						
<i>Marini</i>						
<i>Aurila</i> sp.		mr	mr			
<i>Cistacythereis turbida</i>						
<i>Cytheretta adriatica</i>		mr				
<i>Cytheretta subradiosa</i>		mr				r
<i>Cytheropteron ruggierii</i>					mr	
<i>Heterocypris salina</i>						
<i>Leptocythere</i> sp.						
<i>Loxoconcha ovulata</i>		mr		r	r	mr
<i>Neocytherideis subulata</i>				mr		
<i>Palmoconcha turbida</i>					mr	mr
<i>Pontocythere turbida</i>			r		r	pc
<i>Semicytherura incongruens</i>					r	mr
<i>Semicytherura sulcata</i>						mr
<i>Xestoleberis</i> aff. <i>X. dispar</i>					mr	
<b>Dulcicoli</b>						
<i>Candona neglecta</i>			mr			
<i>Candona</i> sp.		mr				
<i>Cyclocypris ovum</i>						
<i>Ilyocypris bradyi</i>						
<i>Mixtacandona laisi</i>			mr			
<i>Pseudocandona sarsi</i>						
<i>Pseudocandona sucki</i>						

**Appendice 5** - Tabella con le abbondanze delle specie di foraminiferi individuate in campioni prelevati a diverse altezze della successione sedimentaria del sondaggio MBS3.

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	12,80-12,77	12,60-12,57	11,86-11,83	11,83-11,80	11,80-11,77	11,45-11,42	11,42-11,40
Foraminiferi							
<i>Bentonici</i>							
<i>Adelosina cliarensis</i>			1				2
<i>Adelosina dubia</i>							
<i>Adelosina intricata</i>							
<i>Adelosina pulchella</i>							
<i>Adelosina</i> sp.				1			
<i>Ammonia beccarii</i>							2
<i>Ammonia inflata</i>							
<i>Ammonia papillosa</i>						2	
<i>Ammonia parkinsoniana</i>					1		2
<i>Ammonia tepida</i>						1	
<i>Amphicoryna</i> sp.							
<i>Bolivina aenariensis</i>							
<i>Bolivina alata</i>							
<i>Bolivina arta</i>							
<i>Bolivina catanensis</i>							
<i>Bolivina dilatata</i>							1
<i>Bolivina punctata</i>							
<i>Bolivina spathulata</i>							
<i>Buccella granulata</i>							
<i>Bulimina etnea</i>							
<i>Bulimina marginata</i>							
<i>Cassidulina carinata</i>							5
<i>Cibicoides pseudoungerianus</i>							
<i>Elphidium advenum</i>							
<i>Elphidium crispum</i>					1		
<i>Elphidium granosum</i>			1				1
<i>Elphidium macellum</i>					1		
<i>Elphidium translucens</i>							
<i>Fissurina orbignyana</i>							
<i>Globobulimina affinis</i>							
<i>Globocassidulina subglobosa</i>							
<i>Gyroidina umbonata</i>							
<i>Haynesina depressula</i>							
<i>Heterolepa</i> cfr. <i>bellincioni</i>							
<i>Heterolepa floridana</i>	1						
<i>Hoeglundina elegans</i>							
<i>Lagena clavata</i>							

**Appendice 5 - (continuazione).**

Sondaggio	MBS2						
	Unità Litologica						
Campione	12,80-12,77	12,60-12,57	11,86-11,83	11,83-11,80	11,80-11,77	11,45-11,42	11,42-11,40
<b>Foraminiferi</b>							
<i>Bentonici</i>							
<i>Lagena striata</i>							
<i>Lobatula lobatula</i>							2
<i>Massilina secans</i>							
<i>Melonis barleeanus</i>							
<i>Melonis pompilioides</i>							
<i>Milolinella subrotunda</i>							1
<i>Neoconorbina terquemi</i>							
<i>Planulina ariminensis</i>							
<i>Plectofrondicularia inaequalis</i>							
<i>Praeglobbulimina pupoides</i>							
<i>Pullenia bulloides</i>							
<i>Quinqueloculina seminulum</i>					1		1
<i>Sigmollinita tenuis</i>							
<i>Sigmoilopsis asperula</i>							
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>							
<i>Siphonaperta aspera</i>							
<i>Sphaeroidina bulloides</i>							
<i>Spiroloculina sp.</i>							
<i>Stilostomella monilis</i>							
<i>Triloculina adriatica</i>							
<i>Triloculina cfr. inflata</i>							
<i>Triloculina plicata</i>							
<i>Triloculina sp.</i>							
<i>Uvigerina mediterranea</i>							
<i>Uvigerina peregrina</i>							
<i>Valvulineria bradyana</i>					1		
<i>Planctonici</i>							
<i>Globigerina bulloides</i>					2		2
<i>Globigerinita glutinata</i>							
<i>Globigerinita parkerae</i>	1						
<i>Globigerinoides ruber</i>					1		
<i>Globigerinoides trilobus</i>							
<i>Globorotalia inflata</i>							
<i>Globorotalia scitula</i>							
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>							
<i>Orbulina universa</i>							
<i>Turborotalita quinqueloba</i>					1		1

**Appendice 5 - (continuazione).**

Sondaggio	MBS2						
	Limoso-argillosa						
Unità Litologica							
Campione	11,10-11,07	10,90-10,87	10,63-10,60	10,60-10,57	9,95-9,90	9,83-9,80	9,43-9,40
Foraminiferi							
<i>Bentonici</i>							
<i>Adelosina cliarensis</i>	2				1		3
<i>Adelosina dubia</i>							
<i>Adelosina intricata</i>							
<i>Adelosina pulchella</i>							
<i>Adelosina</i> sp.							
<i>Ammonia beccarii</i>		6		1	1	4	1
<i>Ammonia inflata</i>		8			4	1	
<i>Ammonia papillosa</i>	5	4	1		3	2	4
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	1					1	2
<i>Ammonia tepida</i>		1				2	
<i>Amphicoryna</i> sp.							
<i>Bolivina aenariensis</i>					1	1	
<i>Bolivina alata</i>	2				2	1	
<i>Bolivina arta</i>	3	1		1	2		1
<i>Bolivina catanensis</i>	1					3	
<i>Bolivina dilatata</i>							
<i>Bolivina punctata</i>				1			1
<i>Bolivina spathulata</i>						1	
<i>Buccella granulata</i>		1	1				2
<i>Bulimina etnea</i>		2			1	3	
<i>Bulimina marginata</i>	1	6	1			2	1
<i>Cassidulina carinata</i>	3	8			4	9	3
<i>Cibicidoides pseudoungerianus</i>		9					
<i>Elphidium advenum</i>							
<i>Elphidium crispum</i>	2		1		1		1
<i>Elphidium granosum</i>	2	1			2	2	4
<i>Elphidium macellum</i>		1					
<i>Elphidium translucens</i>							
<i>Fissurina orbignyana</i>							
<i>Globobulimina affinis</i>		1					
<i>Globocassidulina subglobosa</i>							
<i>Gyroidina umbonata</i>					1		
<i>Haynesina depressula</i>						1	
<i>Heterolepa</i> cfr. <i>bellincioni</i>							1
<i>Heterolepa floridana</i>	1	1					
<i>Hoeglundina elegans</i>							1
<i>Lagena clavata</i>							

**Appendice 5 - (continuazione).**

Sondaggio	MBS2						
Unità Litologica	Limoso-argillosa						
Campione	11,10-11,07	10,90-10,87	10,63-10,60	10,60-10,57	9,95-9,90	9,83-9,80	9,43-9,40
<b>Foraminiferi</b>							
<b><i>Bentonici</i></b>							
<i>Lagena striata</i>			1				
<i>Lobatula lobatula</i>							
<i>Massilina secans</i>							1
<i>Melonis barleeanus</i>							
<i>Melonis pompilioides</i>		3			1		
<i>Milolinella subrotunda</i>							
<i>Neoconorbina terquemi</i>							
<i>Planulina ariminensis</i>							
<i>Plectofrondicularia inaequalis</i>							
<i>Praeglobbulimina pupoides</i>						1	
<i>Pullenia bulloides</i>		1					
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	4	1	2	1		1	1
<i>Sigmollinita tenuis</i>							
<i>Sigmoilopsis asperula</i>		2					
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>		1					
<i>Siphonaperta aspera</i>		1					
<i>Sphaeroidina bulloides</i>		1			1		
<i>Spiroloculina</i> sp.					1		
<i>Stilostomella monilis</i>							
<i>Triloculina adriatica</i>	1				1		
<i>Triloculina</i> cfr. <i>inflata</i>	1						
<i>Triloculina plicata</i>							
<i>Triloculina</i> sp.							1
<i>Uvigerina mediterranea</i>							
<i>Uvigerina peregrina</i>			1				1
<i>Valvulineria bradyana</i>	4	17	1		1	6	1
<b><i>Planctonici</i></b>							
<i>Globigerina bulloides</i>							
<i>Globigerinita glutinata</i>							
<i>Globigerinita parkerae</i>							
<i>Globigerinoides ruber</i>							
<i>Globigerinoides trilobus</i>							
<i>Globorotalia inflata</i>							
<i>Globorotalia scitula</i>	1				1	1	
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>		1					
<i>Orbulina universa</i>					1		
<i>Turborotalita quinqueloba</i>							

**Appendice 5 - (continuazione).**

Sondaggio	MBS3				
	Unità Litologica	Limoso-argillosa	Sabbiosa		
Campione	9,15-9,12	8,95-8,90	7,65-7,60	6,75-6,70	5,65-5,60
Foraminiferi					
<i>Bentonici</i>					
<i>Adelosina cliarensis</i>	2	1	2	2	
<i>Adelosina dubia</i>	1				
<i>Adelosina intricata</i>		1			
<i>Adelosina pulchella</i>		1			
<i>Adelosina</i> sp.					
<i>Ammonia beccarii</i>	1	3	2	1	1
<i>Ammonia inflata</i>			1		
<i>Ammonia papillosa</i>	10		2	1	1
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	1	3	3	5	1
<i>Ammonia tepida</i>			1	1	
<i>Amphicoryna</i> sp.					
<i>Bolivina aenariensis</i>				1	
<i>Bolivina alata</i>					
<i>Bolivina arta</i>					
<i>Bolivina catanensis</i>			1		
<i>Bolivina dilatata</i>					
<i>Bolivina punctata</i>			1		
<i>Bolivina spathulata</i>					
<i>Buccella granulata</i>		1	2	3	1
<i>Bulimina etnea</i>					
<i>Bulimina marginata</i>			2		1
<i>Cassidulina carinata</i>		1	4	2	2
<i>Cibicidoides pseudoungerianus</i>	1	2	1		
<i>Elphidium advenum</i>		1			
<i>Elphidium crispum</i>	5	1			
<i>Elphidium granosum</i>		5	3	1	2
<i>Elphidium macellum</i>		1			
<i>Elphidium translucens</i>	1	2		1	
<i>Fissurina orbignyana</i>			1		
<i>Globobulimina affinis</i>			1		
<i>Globocassidulina subglobosa</i>				1	
<i>Gyroidina umbonata</i>					
<i>Haynesina depressula</i>					
<i>Heterolepa</i> cf. <i>bellincioni</i>					
<i>Heterolepa floridana</i>					
<i>Hoeglundina elegans</i>					
<i>Lagena clavata</i>				1	

**Appendice 5 - (continuazione).**

Sondaggio	MBS3				
	Unità Litologica	Limoso-argillosa	Sabbiosa		
Campione	9,15-9,12	8,95-8,90	7,65-7,60	6,75-6,70	5,65-5,60
<b>Foraminiferi</b>					
<i>Bentonici</i>					
<i>Lagena striata</i>					
<i>Lobatula lobatula</i>			1		
<i>Massilina secans</i>	1				
<i>Melonis barleeanus</i>					
<i>Melonis pompilioides</i>		1	2		
<i>Milolinella subrotunda</i>					
<i>Neoconorbina terquemi</i>			1		
<i>Planulina ariminensis</i>			1		
<i>Plectofrondicularia inaequalis</i>					
<i>Praeglobobulimina pupoides</i>					
<i>Pullenia bulloides</i>					
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	3	1	3	1	
<i>Sigmollinita tenuis</i>					
<i>Sigmoilopsis asperula</i>					
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>			1		
<i>Siphonaperta aspera</i>				1	
<i>Sphaeroidina bulloides</i>			1		
<i>Spiroloculina sp.</i>					
<i>Stilostomella monilis</i>					
<i>Triloculina adriatica</i>				1	
<i>Triloculina cfr. inflata</i>					
<i>Triloculina plicata</i>			1		
<i>Triloculina sp.</i>					
<i>Uvigerina mediterranea</i>			1		
<i>Uvigerina peregrina</i>		1	2		
<i>Valvulineria bradyana</i>					
<i>Planctonici</i>					
<i>Globigerina bulloides</i>			3	2	1
<i>Globigerinita glutinata</i>					1
<i>Globigerinita parkerae</i>		1	2	1	
<i>Globigerinoides ruber</i>			2		
<i>Globigerinoides trilobus</i>			2		
<i>Globorotalia inflata</i>					
<i>Globorotalia scitula</i>			1		
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>			1		
<i>Orbulina universa</i>					
<i>Turborotalita quinqueloba</i>			1		



**Appendice 5 - (continuazione).**

Sondaggio	MBS3				
Unità Litologica	Sabbiosa				
Campione	4,35-4,30	3,15-3,10	2,20-2,15	1,45-1,40	0,80-0,75
Foraminiferi					
<i>Bentonici</i>					
<i>Adelosina cliarensis</i>	1				
<i>Adelosina dubia</i>					
<i>Adelosina intricata</i>					
<i>Adelosina pulchella</i>					1
<i>Adelosina</i> sp.					
<i>Ammonia beccarii</i>					
<i>Ammonia inflata</i>					2
<i>Ammonia papillosa</i>					1
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	3	1	1	2	3
<i>Ammonia tepida</i>					
<i>Amphicoryna</i> sp.			1		
<i>Bolivina aenariensis</i>					
<i>Bolivina alata</i>					
<i>Bolivina arta</i>					
<i>Bolivina catanensis</i>		1			
<i>Bolivina dilatata</i>					
<i>Bolivina punctata</i>					
<i>Bolivina spathulata</i>					
<i>Buccella granulata</i>					
<i>Bulimina etnea</i>					
<i>Bulimina marginata</i>	1				
<i>Cassidulina carinata</i>	1	2	1		1
<i>Cibicidoides pseudoungerianus</i>	1		1		1
<i>Elphidium advenum</i>					
<i>Elphidium crispum</i>					
<i>Elphidium granosum</i>					
<i>Elphidium macellum</i>			1		
<i>Elphidium translucens</i>					
<i>Fissurina orbignyana</i>					
<i>Globobulimina affinis</i>				1	
<i>Globocassidulina subglobosa</i>					
<i>Gyroidina umbonata</i>					
<i>Haynesina depressula</i>					
<i>Heterolepa</i> cf. <i>bellincioni</i>					
<i>Heterolepa floridana</i>					
<i>Hoeglundina elegans</i>					
<i>Lagena clavata</i>					

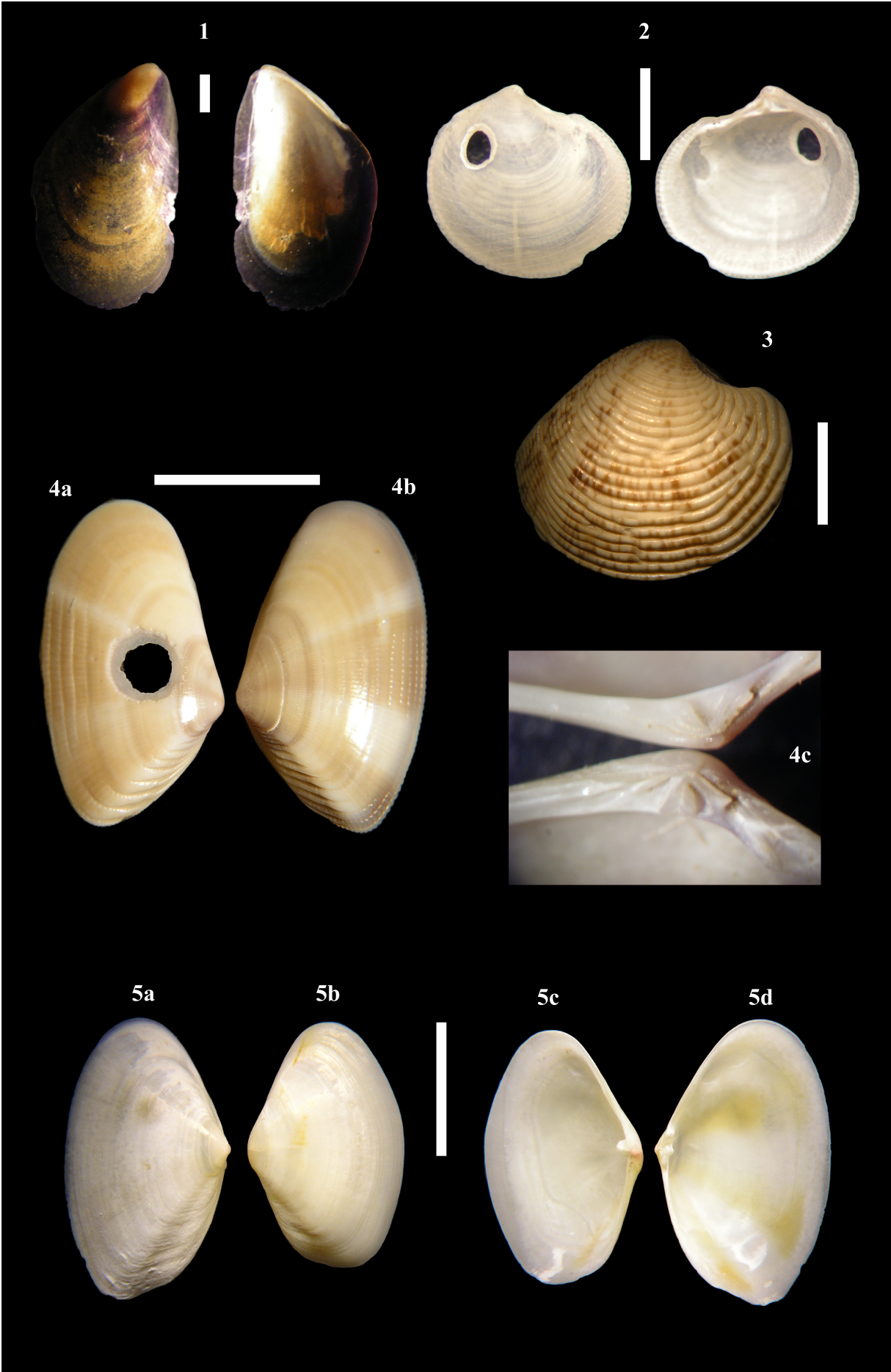
**Appendice 5 - (fine).**

Sondaggio	MBS3				
Unità Litologica	Sabbiosa				
Campione	4,35-4,30	3,15-3,10	2,20-2,15	1,45-1,40	0,80-0,75
<b>Foraminiferi</b>					
<i>Bentonici</i>					
<i>Lagena striata</i>					
<i>Lobatula lobatula</i>					
<i>Massilina secans</i>					
<i>Melonis barleeanus</i>				1	
<i>Melonis pompilioides</i>					
<i>Milolinella subrotunda</i>					
<i>Neoconorbina terquemi</i>					
<i>Planulina ariminensis</i>					
<i>Plectofrondicularia inaequalis</i>				1	
<i>Praeglobobulimina pupoides</i>					
<i>Pullenia bulloides</i>					
<i>Quinqueloculina seminulum</i>					
<i>Sigmollinita tenuis</i>			1		
<i>Sigmoilopsis asperula</i>					
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>					
<i>Siphonaperta aspera</i>					
<i>Sphaeroidina bulloides</i>					
<i>Spiroloculina sp.</i>					
<i>Stilostomella monilis</i>			1		
<i>Triloculina adriatica</i>					
<i>Triloculina cfr. inflata</i>					
<i>Triloculina plicata</i>					
<i>Triloculina sp.</i>					
<i>Uvigerina mediterranea</i>					
<i>Uvigerina peregrina</i>					
<i>Valvulineria bradyana</i>					
<i>Planctonici</i>					
<i>Globigerina bulloides</i>			1	1	
<i>Globigerinita glutinata</i>					1
<i>Globigerinita parkerae</i>			2	1	
<i>Globigerinoides ruber</i>		1			
<i>Globigerinoides trilobus</i>					1
<i>Globorotalia inflata</i>	1				
<i>Globorotalia scitula</i>			1		
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>				1	
<i>Orbulina universa</i>			1	2	
<i>Turborotalita quinqueloba</i>			1		

## TAVOLA I

- 1) *Mytilaster lineatus* (GMELIN, 1791) - Valva destra; visione esterna ed interna. Barra 1 mm. MBS1 1,50-1,45 m - Biocenosi AP
- 2) *Lucinella divaricata* (LINNAEUS, 1758) - Valva destra; visione esterna ed interna. Barra 1 mm. MBS1 1,20-1,10 m - Biocenosi SRPV.
- 3) *Chamelea gallina* (LINNAEUS, 1758) - Valva destra; visione esterna. Barra 5 mm. MBS1 4,20-4,10 m - Biocenosi SFS.
- 4) *Donax semistriatus* POLI, 1795 - a) Valva sinistra. b) Valva destra; c) particolare della cerniera. Barra 5 mm. MBS1 4,20-4,10 m - Biocenosi SFS.
- 5) *Lentidium mediterraneum* (O.G. COSTA, 1829) - a, d) Valva sinistra. b, c) Valva destra. Barra 3 mm. MBS1 1,50-1,45 m - Biocenosi SFS.

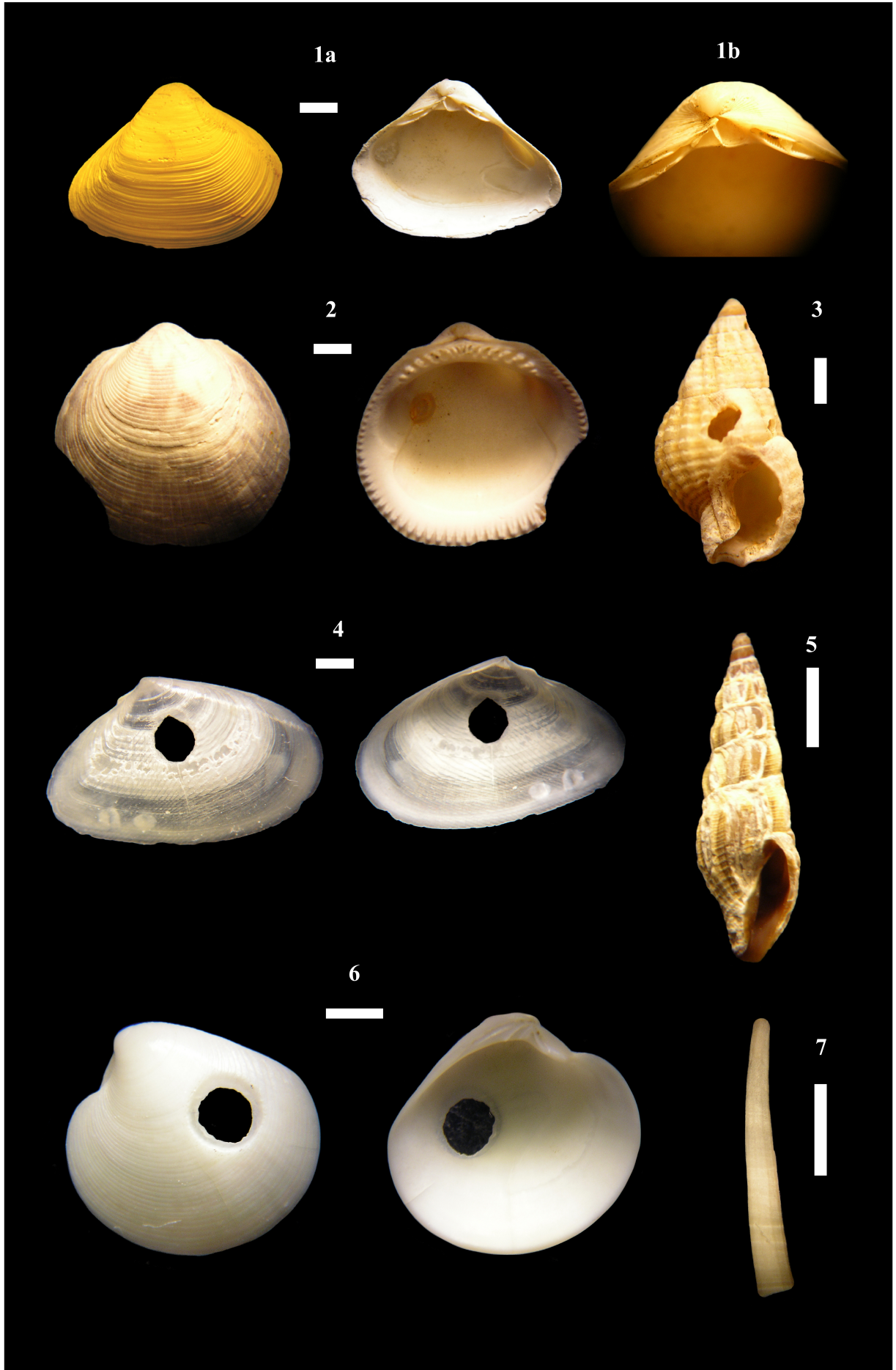
TAVOLAI



## TAVOLA II

- 1) *Spisula subtruncata* (DA COSTA, 1778) - Valva destra; a) visione esterna ed interna. b) particolare della cerniera. Barra 3 mm. MBS1 1,50-1,45 m - Biocenosi SFBC
- 2) *Glycymeris insubrica* (BROCCHI, 1814) - Valva destra; visione esterna ed interna. Barra 2 mm. MBS2 6,90-6,85 m - Biocenosi SFBC.
- 3) *Nassarius pygmaeus* (LINNAEUS, 1758) - Barra 1 mm. MBS1 1,50-1,45 m - Biocenosi SFBC.
- 4) *Tellina fabula* GMELIN, 1791 - Valva destra; visione esterna ed interna. Barra 1 mm. MBS1 3,20-3,10 m - Biocenosi SFBC.
- 5) *Bela nebula* (MONTAGU, 1803) - Barra 2 mm. MBS2 6,95-6,90 m - Biocenosi SFBC.
- 6) *Dosinia lupinus* (LINNAEUS, 1758) - Valva sinistra; visione esterna ed interna. Barra 2 mm. MBS1 3,90-3,85 m - Biocenosi MI.
- 7) *Antalis dentalis* (LINNAEUS, 1758) - Barra 5 mm. MBS2 5,60-5,55 m - Biocenosi MI.

TAVOLA II



### TAVOLA III

- 1) *Alvania discors* (ALLAN, 1818) - MBS1 4,45-4,40 m - Biocenosi HP
- 2) *Alvania cimex* (LINNAEUS, 1758) - Barra 1 mm - MBS2 3,35-3,30 m- Biocenosi HP.
- 3) *Bittium reticulatum* (LINNAEUS, 1758) - Barra 2 mm - MBS2 6,95-6,90 m - Biocenosi HP.
- 4) *Punctum pygmaeus* (DRAPARNAUD, 1801) - Barra 1 mm - MBS2 3,55-3,50 m - Gasteropode terrestre.
- 5) *Carychium minimum* O.F. MÜLLER, 1774 - Barra 1 mm - MBS1 9,53-6,50 m - Gasteropode terrestre.
- 6) *Vitrea subrimata* (REINHARDT, 1871) - Barra 1 mm - MBS1 9,53-6,50 m - Gasteropode terrestre.



TAVOLA III

