

**LAVORI DI DRAGAGGIO DEI FONDALI DEL PORTO COMMERCIALE DI SALERNO E  
DEL CANALE D'INGRESSO. IMMERSIONE A MARE DEI SEDIMENTI.  
MONITORAGGIO AMBIENTALE  
POST OPERAM  
24 mesi dalla fine dei lavori di escavo  
Risultati sulla componente della MEIOFAUNA**

**GRUPPO DI LAVORO**

Stazione Zoologica "Anton Dohrn"

**Relazione effettuata con il contributo di:**

Angela Buonduonno, Marco Cannavacciolo, Fabio Conversano, Davide Errico, Giulio Franzitta, Roberto Gallia, Claudio Iorio, Augusto Passarelli, Paolo Fasciglione, Rosanna Guglielmo, Sara Verni, Marco Pansera, Viviana Di Tuccio, Vincenzo Rando

**In collaborazione con**

**Università degli Studi di Napoli Parthenope**

Vincenzo Pasquale

**Università Politecnica delle Marche**

Francesco Regoli, Daniele Fattorini, Giuseppe d'Errico, Marta Di Carlo, Sara Propeti, Maura Benedetti, Camilla Latini, Silvia Bianchelli

**2023**



## INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Abbondanza della meiofauna .....	4
2. Ricchezza di taxa .....	5
3. Struttura di comunità .....	6
3. Conclusioni.....	10
4. Bibliografia .....	10

## 1. Introduzione

I campioni pervenuti presso l'Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, sono relativi ad 8 stazioni (A20, A21, A22, A23, A24, A74, A75 e A76), campionate in 7 tempi (febbraio 2018, settembre 2020, dicembre 2020, febbraio 2021, settembre 2021, marzo 2022 e febbraio 2023) denominati rispettivamente T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> e T<sub>6</sub>. I campioni sono stati ricevuti in carote di plexiglas congelate, che sono state estruse e sezionate in strati di sedimento (0-1, 1-3, 3-5 e 5-10 cm). I campioni sono stati poi estratti con metodologie standard (cioè gradiente di densità in Ludox, Heip 1985, Danovaro 2010). Una volta estratti dal sedimento, gli organismi della meiofauna sono stati contati e identificati ad elevato livello tassonomico allo stereomicroscopio, secondo protocolli standard (Heip 1985, Danovaro 2010).

Nella presente relazione si riportano i risultati relativi ad abbondanza, ricchezza di taxa, struttura di comunità e composizione tassonomica di tutte le stazioni in tutti i tempi, considerando lo strato di sedimento corrispondente a 0-10 cm.

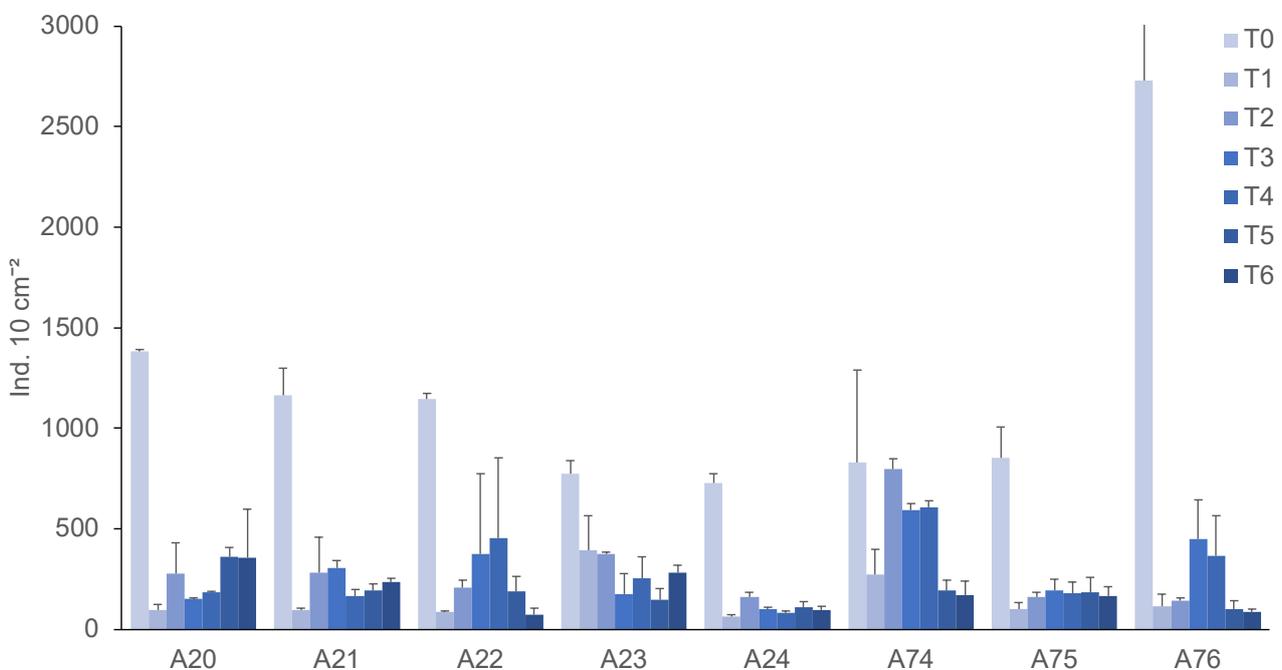
Sono state condotte analisi statistiche tramite analisi permutazionale della varianza (PERMANOVA), su matrici di distanza Euclidea (per l'abbondanza totale della meiofauna, in ambito univariato) e di dissimilarità di Bray-Curtis (per la composizione tassonomica, in ambito multivariato), sui dati trasformati con radice quadrata. Per le analisi è stato applicato un disegno sperimentale che comprende i fattori "Stazioni" (8 livelli: A20, A21, A22, A23, A24, A74, A75 e A76) e "Tempo" (7 livelli: T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> e T<sub>6</sub>). Per la composizione tassonomica sono stati effettuati test SIMPER per quantificare la dissimilarità % tra gli assemblaggi.

Trattamento dati e analisi statistiche sono stati condotti con il pacchetto PRIMER7 e con Excel del pacchetto Office365.

## 2. Abbondanza della meiofauna

L'abbondanza totale della meiofauna mostra valori maggiori al  $T_0$  rispetto a tutti gli altri tempi di campionamento, con un intervallo di valori compreso tra  $726 \pm 49$  e  $2731 \pm 297$  ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$  in A24 e A76, rispettivamente. Al tempo di campionamento  $T_1$  sono stati osservati i valori più bassi, con valori compresi tra  $65 \pm 7$  e  $393 \pm 170$  ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$  nelle stazioni A24 e A23, rispettivamente. Successivamente, al  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  e  $T_6$  abbondanze mostrano valori compresi tra gli intervalli:  $140 \pm 16$  e  $798 \pm 5$  (A76 e A74, rispettivamente);  $102 \pm 3$  e  $593 \pm 125$  (A24 e A74, rispettivamente);  $82 \pm 7$  e  $608 \pm 30$  (A24 e A74, rispettivamente);  $98 \pm 46$  e  $360 \pm 46$  (A76 e A20, rispettivamente);  $74 \pm 33$  e  $354 \pm 243$  (A22 e A20, rispettivamente) ind.  $10 \text{ cm}^{-2}$  (Fig. 1).

Le analisi statistiche indicano un effetto significativo dei fattori Tempo e Tempo x Stazione (Tabella 1). I test pair wise indicano un decremento significativo tra  $T_0$  e i tempi successivi, in tutte le stazioni eccetto le A23 e A74 (Tabella 2). Per quanto riguarda i campionamenti successivi, sono stati osservati esclusivamente un decremento significativo nella stazione A74 tra il  $T_4$  e il  $T_5$  e un incremento significativo nella stazione A76 tra il  $T_2$  e  $T_3$  (pair wise,  $p < 0.05$ ; Fig. 1 e Tabella 2).



**Figura 1.** Abbondanza della meiofauna nelle 8 stazioni nei 7 tempi di campionamento (dati espressi come media  $\pm$  deviazione standard).  $T_0$  = febbraio 2018,  $T_1$  = settembre 2020,  $T_2$  = dicembre 2020,  $T_3$  = febbraio 2021,  $T_4$  = settembre 2021,  $T_5$  = marzo 2022,  $T_6$  = febbraio 2023.

**Tabella 1.** Output PERMANOVA dell'abbondanza totale della meiofauna

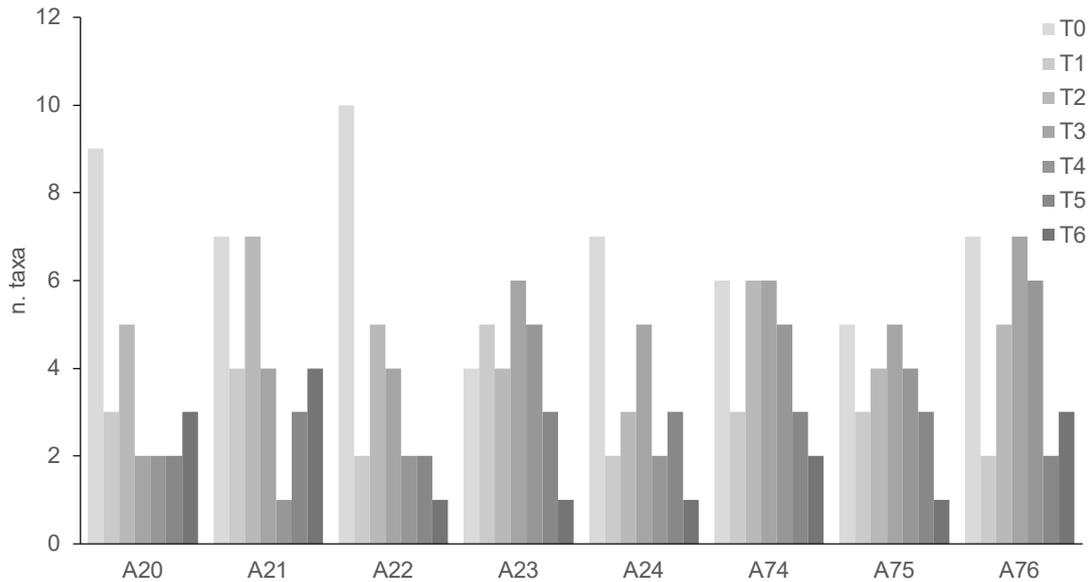
Source	df	MS	F	P
tempo	6	2.2E+06	75.6	0.0001
stazione	7	2.0E+05	1.3	0.2799
tempo x stazione	42	1.6E+05	5.4	0.0001
residui	56	29081		

**Tabella 2.** Pair wise test della PERMANOVA dell'abbondanza totale della meiofauna

	A20	A21	A22	A23	A24	A74	A75	A76
<b>T0 vs T1</b>	0.001	0.014	0.001	0.168	0.006	0.369	0.043	0.013
<b>T1 vs T2</b>	0.358	0.392	0.094	0.920	0.076	0.058	0.244	0.733
<b>T2 vs T3</b>	0.508	0.919	0.360	0.078	0.162	0.273	0.561	0.003
<b>T3 vs T4</b>	0.451	0.298	0.864	0.566	0.121	0.919	0.844	0.735
<b>T4 vs T5</b>	0.062	0.638	0.585	0.463	0.502	0.021	0.945	0.310
<b>T5 vs T6</b>	0.980	0.405	0.297	0.198	0.749	0.820	0.843	0.833

## 2. Ricchezza di taxa

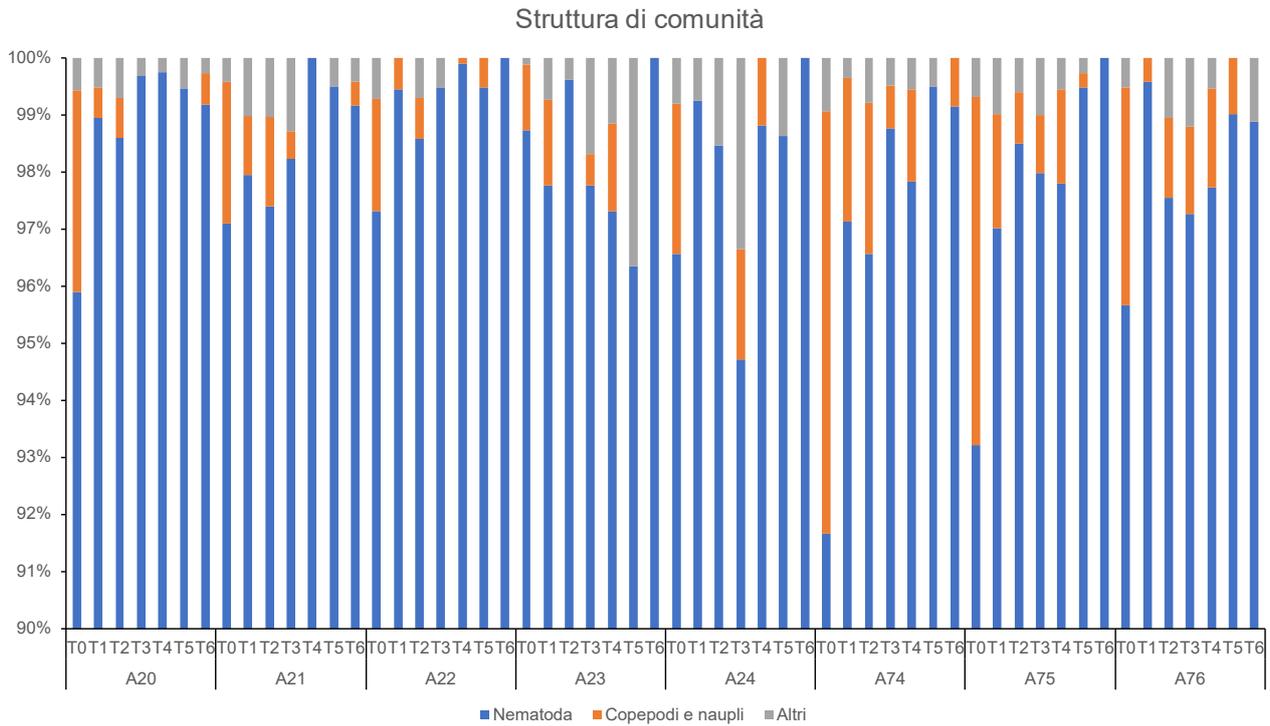
Anche la ricchezza di taxa mostra valori più alti al  $T_0$  con un intervallo compreso tra 4 e 10 in A23 e A22, rispettivamente. Ai tempi  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  e  $T_6$  sono stati osservati valori compresi tra 2 e 5 (A22, A24, A76 e A23, rispettivamente); 3 e 7 (A24 e A21, rispettivamente); 2 e 7 (A20 e A76, rispettivamente); 1 e 6 (A21 e A76, rispettivamente), 2 e 3 (A20, A22, A76 e A21, A23, A24, A74, A75, rispettivamente), 1 e 4 (A22, A23, A24, A75 e A21) (Fig. 2). Similmente a quanto riportato per l'abbondanza totale, il numero di taxa ha mostrato una drastica riduzione dal  $T_0$  al  $T_1$ , seguita da un aumento durato fino al  $T_2$  o  $T_3$  (a seconda della stazione), per mostrare un ulteriore diminuzione dal  $T_3$  o  $T_4$ , registrata in tutte le stazioni ad eccezione di A20, A21 e A76 che mostravano un aumento al  $T_5$  e  $T_6$  (Fig. 2). In tutte le stazioni, comunque, negli ultimi tempi di campionamento non viene mai osservati gli stessi valori osservati al tempo iniziale.



**Figura 2.** Ricchezza di taxa della meiofauna nelle stazioni analizzate in tutti i tempi di campionamento. T0 = febbraio 2018, T1 = settembre 2020, T2 = dicembre 2020, T3 = febbraio 2021, T4 = settembre 2021, T5 = marzo 2022, T6 = febbraio 2023.

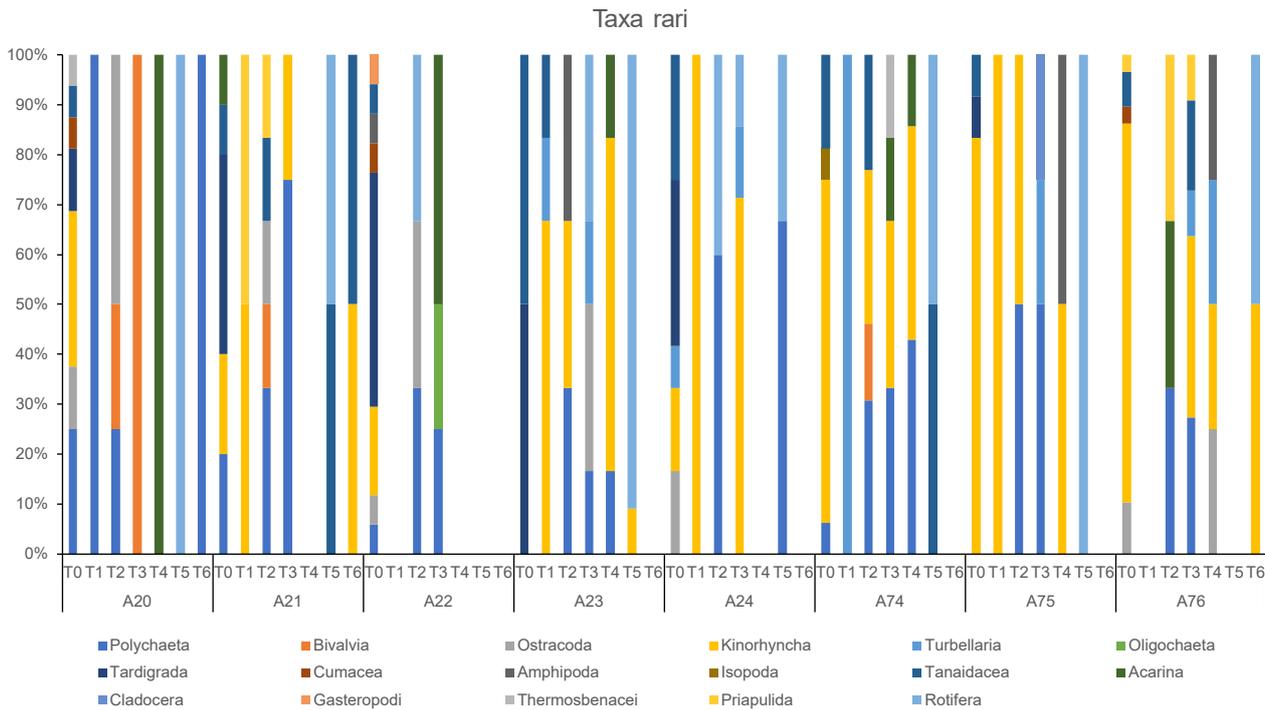
### 3. Struttura di comunità

Il taxon dominante è sempre quello dei nematodi con una abbondanza relativa maggiore del 90%, seguito da quello dei copepodi (inclusi i naupli) (Fig. 3). Nonostante i nematodi fossero già il taxon dominante, hanno mostrato un aumento dell'abbondanza relativa nei differenti tempi di campionamento a partire dal T<sub>1</sub> (ad eccezione della stazione A23); contrariamente ai copepodi che hanno evidenziato un decremento, in tutte le stazioni, fino alla scomparsa (Fig. 3). Solo nella A20, A21 e A74 si osservano copepodi all'ultimo tempo di campionamento.



**Figura 3.** Struttura di comunità della meiofauna, dominata da nematodi e copepodi. T0 = febbraio 2018, T1 = settembre 2020, T2 = dicembre 2020, T3 = febbraio 2021, T4 = settembre 2021, T5 = marzo 2022, T6 = febbraio 2023.

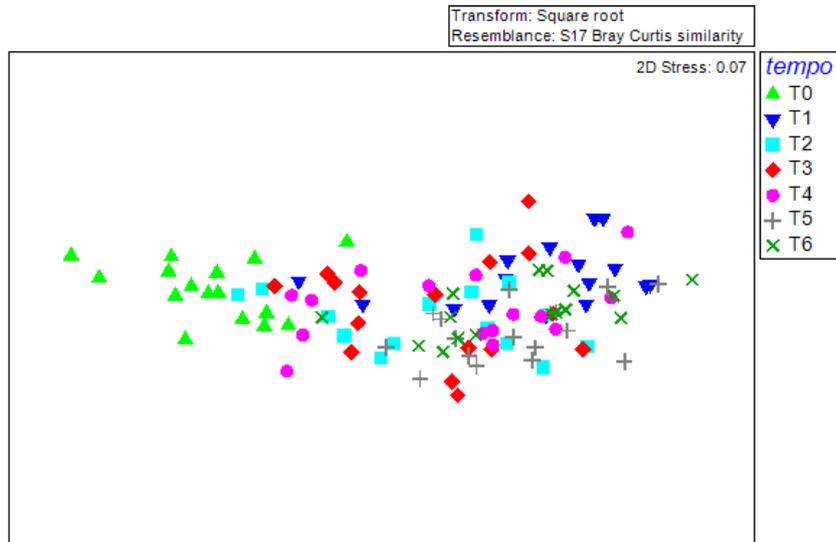
Tutti gli altri taxa possono essere considerati taxa rari, dal momento che rappresentano <1%, ciascuno (in alcuni casi, circa l'1%; Bianchelli et al. 2010). Analizzando il cambiamento dell'abbondanza relativa dei taxa rari si evince come, sebbene il cambiamento dipenda fortemente dalla stazione, è chiaramente emerso come il numero dei taxa rari sia diminuito dal T<sub>0</sub> al T<sub>1</sub> (ad eccezione delle stazioni A23 e A75) e dal T<sub>3</sub> al T<sub>6</sub>, scomparendo del tutto in alcune stazioni (Fig. 4).



**Figura 4.** Contributo % dei taxa rari nelle stazioni analizzate in tutti i tempi di campionamento. T0 = febbraio 2018, T1 = settembre 2020, T2 = dicembre 2020, T3 = febbraio 2021, T4 = settembre 2021, T5 = marzo 2022, T6 = febbraio 2023.

L'analisi SIMPER condotta sulla composizione tassonomica ha indicato un'elevata percentuale di dissimilarità tra il T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> (54.62, 43.39, 43.04, 44.83, 52.2 e 52.53% rispettivamente), dove i taxa maggiormente responsabili sono sempre nematodi e copepodi (inclusi i naupli). L'MDS mostra che gli assemblaggi relativi al T<sub>0</sub> si segregano da quelli campionati nei tempi successivi, mentre tra i tempi successivi la segregazione non è evidente (Fig. 5).

A conferma di quanto evidenziato dal SIMPER, le analisi statistiche indicano un effetto significativo dei fattori tempo, stazione e tempo x stazione (Tabella 3). I test pair wise indicano differenze significative nella composizione tassonomica della meiofauna tra T<sub>0</sub> e T<sub>1</sub> in tutte le stazioni tranne che nelle stazioni A23 e A74 (Tabella 4).



**Figura 5.** Multi Dimensional Scaling (MDS) condotto sulla composizione tassonomica degli assemblages della meiofauna in tutti i tempi di campionamento.

**Table 3.** Output della PERMANOVA condotta sulla composizione tassonomica dell’assemblaggio della meiofauna.

Source	df	MS	F	P
tempo	6	5487.9	21.5	0.0001
stazione	7	1066.7	2.6	0.0046
tempo x stazione	42	416.4	1.6	0.0045
residui	56	254.7		

**Tabella 4.** Pair wise test della PERMANOVA della struttura di comunità della meiofauna.

	A20	A21	A22	A23	A24	A74	A75	A76
<b>T0 vs T1</b>	0.018	0.010	0.005	0.340	0.006	0.227	0.018	0.023
<b>T1 vs T2</b>	0.466	0.477	0.116	0.484	0.032	0.130	0.284	0.535
<b>T2 vs T3</b>	0.592	0.687	0.496	0.170	0.221	0.235	0.494	0.059
<b>T3 vs T4</b>	0.513	0.202	0.647	0.564	0.609	0.785	0.518	0.427
<b>T4 vs T5</b>	0.043	0.653	0.856	0.329	0.230	0.045	0.844	0.234
<b>T5 vs T6</b>	0.394	0.662	0.278	0.185	0.356	0.461	0.872	0.711



### 3. Conclusioni

In conclusione, le analisi mostrano che in tutte le stazioni l'abbondanza totale della meiofauna mostra un forte decremento tra il  $T_0$  e il  $T_1$ , nei tempi successivi non si evince un recupero totale. Similmente a quanto osservato per l'abbondanza, il numero di taxa mostra un decremento tra i tempi di campionamento  $T_0$  e  $T_1$ , seguito da un successivo aumento fino al  $T_2$ - $T_3$ , ed una nuova diminuzione dal  $T_4$  al  $T_6$  (con alcune eccezioni). Inoltre, il numero di taxa osservati negli ultimi tempi di campionamento non raggiungono i valori iniziali in nessuna stazione, indicando l'assenza di un totale recupero.

In tutte le stazioni ed in tutti i tempi di campionamento il taxon dominante era quello dei nematodi, seguito da quello dei copepodi. La dominanza dei nematodi è aumentata nel tempo, in tutte le stazioni. I taxa rari, che sono diminuiti o addirittura scomparsi tra il  $T_0$  e il  $T_1$  e dal  $T_4$  in poi con un andamento diverso a seconda della stazione.

Complessivamente, quindi, sia l'abbondanza che la composizione tassonomica degli assemblaggi ha subito significative variazioni nel tempo, in tutte le stazioni analizzate.

### 4. Bibliografia

- Bianchelli S., Gambi C., Zeppilli D., Danovaro R. (2010) Metazoan meiofauna in deep-sea canyons and adjacent open slopes: A large-scale comparison with focus on the rare taxa. *Deep-Sea Research I* 57, 420–433.
- Coull B.C., Palmer M.A., Myers P.E. (1989) Controls on the vertical distribution of meiobenthos in mud: field and flume studies with juvenile fish *Marine Ecology Progress Series* 55, 2/3, 133-139.
- Danovaro R. (2010) Methods for the study of deep-sea sediments, their functioning and biodiversity (eds. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton).
- Heip C., Vincx M., Vranken G. (1985) The ecology of marine nematodes. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 23, 399-489.