

r e g i o n e

MOLISE

Articolazione del programma di monitoraggio

AREA COSTIERA INDAGATA	INIZIO ATTIVITÀ
35 km	gennaio 1997



CATEGORIE DI MONITORAGGIO	NUMERO DI TRANSETTI	NUMERO DI STAZIONI
Ecosistemi marini	3	9
Eutrofizzazione	2	4
Bivalvi		2

**REGIONE MOLISE
MONITORAGGIO ECOSISTEMI**

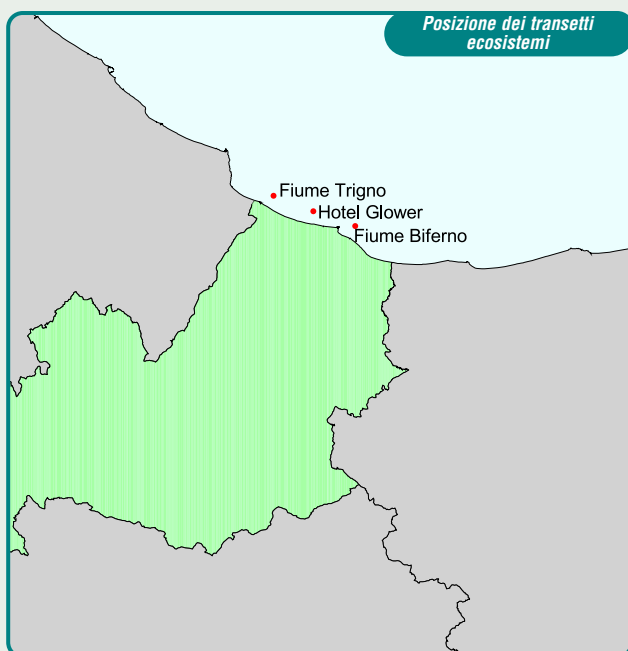
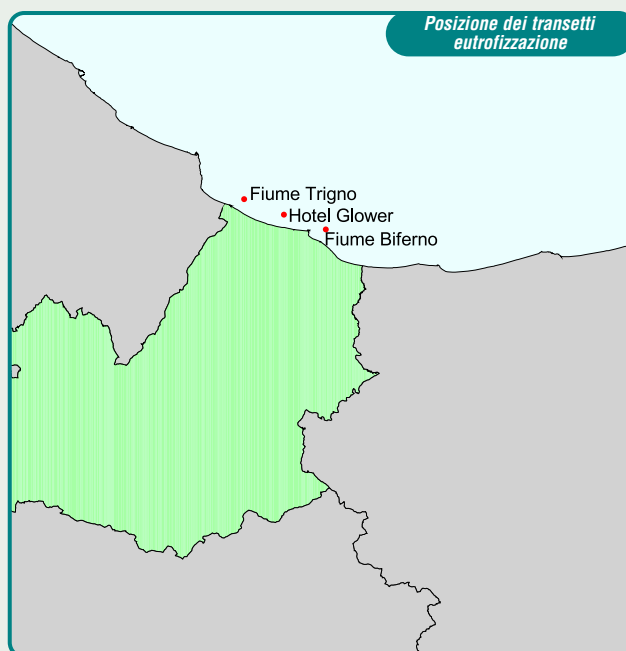
NOME TRANSETTO	DISTANZA DALLA COSTA (M)	LAT (°N)	LONG (°E)
FIUME BIFERNO	500	41 59 08	015 01 55
	1000	41 59 22	015 02 05
	3000	42 00 21	015 02 45
HOTEL GLOWER	500	42 01 10	014 55 45
	1000	42 01 25	014 55 50
	3000	42 02 28	014 56 12
FIUME TRIGNO	500	42 03 35	014 48 56
	1000	42 03 48	014 49 08
	3000	42 04 40	014 49 58

Tabella delle stazioni indagate

**REGIONE MOLISE
MONITORAGGIO EUTROFIZZAZIONE**

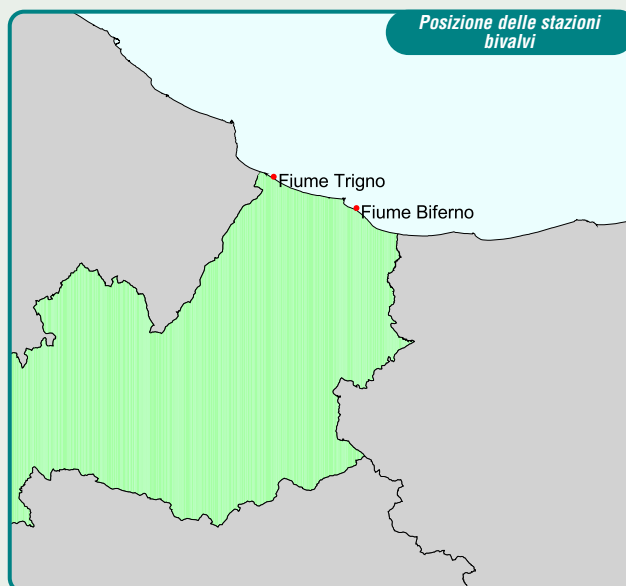
NOME TRANSETTO	DISTANZA DALLA COSTA (M)	LAT (°N)	LONG (°E)
FIUME BIFERNO	500	41 59 08	015 01 55
	3000	42 00 21	015 02 45
HOTEL GLOWER	500	42 01 10	014 55 45
	3000	42 02 28	014 56 12
FIUME TRIGNO	500	42 03 35	014 48 56
	3000	42 04 40	014 49 58

Tabella delle stazioni indagate

Posizione dei transetti
ecosistemiPosizione dei transetti
eutrofizzazione
**REGIONE MOLISE
MONITORAGGIO BIVALVI**

NOME TRANSETTO	LAT (°N)	LONG (°E)
FIUME BIFERNO	41 59 08	015 01 55
FIUME TRIGNO	42 03 35	014 48 56

Tabella delle stazioni indagate

Posizione delle stazioni
bivalvi

	PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA UTILIZZATE	ECOSISTEMI	EUTROFIZZAZIONE	BIVALVI
PARAMETRI METEO-MARINI	Temperatura dell'aria	°C	•	•	•
	Direzione del vento	0°-360°	•	•	•
	Intensità del vento	m/s	•	•	•
	Altezza delle onde (massima)	m	•	•	•
	Direzione della corrente	0°-360°	•	•	•
	Intensità della corrente	cm/s	•	•	•
PARAMETRI CHIMICO-FISICI NELLE ACQUE	Temperatura dell'acqua	°C	•	•	•
	Salinità	‰	•	•	•
	pH	unità di pH	•	•	•
	Ossigeno disciolto	% saturazione	•	•	•
	Trasparenza	m	•	•	•
	Colorazione visiva	presenza/assenza	•		•
	Clorofilla "a"	mg/m³	•	•	•
	Ammoniaca	µmol/L	•	•	•
	Fosfati	µmol/L	•	•	•
	Nitrati	µmol/L	•	•	•
	Nitriti	µmol/L	•	•	•
	Fosforo totale	µmol/L	•	•	•
	Tensioattivi anionici	µg/L	•		•
	Fenoli	µg/L	•		•
	Residui catramosi	presenza/assenza	•		•
	Strato di olio	presenza/assenza	•		•
ANALISI BIOLOGICHE	Densità totale Fitoplancton	cellule/L		•	
	Diatomee	cellule/L		•	
	Dinoflagellati	cellule/L		•	
	Altro Fitoplancton	cellule/L		•	
PARAMETRI MICROBIOLOGICI NELLE ACQUE E NEI BIVALVI	Coliformi totali (acqua)	MPN/100 ml	•		•
	Coliformi fecali (acqua)	MPN/100 ml	•		•
	Streptococchi fecali (acqua)	MPN/100 ml	•		•
	Salmonelle (acqua)	MPN/100 ml	•		•
	Coliformi totali (bivalvi)	MPN/g			•
	Coliformi fecali (bivalvi)	MPN/g			•
	Streptococchi fecali (bivalvi)	MPN/g			•
	Salmonelle (bivalvi)	MPN/100 g			•
METALLI PESANTI NEI BIVALVI	Cadmio	µg/Kg			•
	Mercurio	µg/Kg			•
PESTICIDI E COMPOSTI ORGANO CLORURATI NEI BIVALVI	Idrocarburi clorurati in org. marini	µg/Kg			•

Tabella dei parametri indagati nel monitoraggio ecosistemi, eutrofizzazione e bivalvi della Regione Molise

**RISULTATI DELLE ANALISI DEI PARAMETRI
CHIMICO-FISICI E DEGLI INDICATORI
DI STATO TROFICO**
TEMPERATURA

I minimi di temperatura sono raggiunti nel mese di febbraio, con valori intorno a 8°C. Nel periodo estivo, da luglio a settembre, la temperatura delle acque superficiali si attesta su valori superiori a 25°C, con un massimo in agosto di oltre 26°C.

Nel periodo autunnale la temperatura diminuisce rapidamente con un'ampia escursione, da 20°C in ottobre a 9°C in dicembre.

SALINITÀ

L'andamento del parametro salinità mostra un marcato gradiente verso il largo. Per effetto dei regimi delle portate fluviali, le differenze tra le misure effettuate nelle stazioni a 500 m e quelle a 3000 m dalla costa sono più evidenti nel periodo autunnale e primaverile (36 psu e oltre 38 psu rispettivamente nelle stazioni a 500 m e 3000 m). I valori minimi (34 psu) sono registrati a 500 m in febbraio.

OSSIGENO DISCIOLTO

L'andamento dei valori di concentrazione dell'ossigeno disciolto mostra un'elevata variabilità, dai massimi invernali e primaverili intorno a 9-9,5 mg/L fino al minimo del mese d'agosto, inferiore a 6,5 mg/L. Le medie delle distribuzioni intorno a 8 mg/L in entrambi i transekti di Biferno e Trigno dimostrano le buone condizioni di ossigenazione delle acque costiere del Molise, con un modesto incremento dei valori medi nelle misure effettuate nelle stazioni al largo.

L'andamento della % di saturazione d'ossigeno segue il ciclo delle fioriture algali, con un primo massimo raggiunto in primavera: la media di marzo è pari al 105% di saturazione di O₂, in entrambe le distanze dalla costa. Il minimo annuale è raggiunto in aprile, con valori di saturazione che superano di poco l'80% e che sono da riferire alla fine del ciclo di fioritura delle Diatomee e coincidono anche con bassi valori di clorofilla. La saturazione risale nei mesi estivi fino a valori del 120% mostrando un altro massimo in ottobre.

L'esame delle singole distribuzioni indica valori medi intorno al 100% di saturazione in tutte le stazioni di campionamento, con un intervallo massimo di variazione che oscilla dal 70% al 130%.

TRASPARENZA (misure di Disco Secchi)

Nel complesso, la trasparenza delle acque costiere molisane risulta bassa, non superando nelle osservazioni effettuate a 500 m il valore di 4 m, come media di tutte le misure. A 3000 m si raggiungono invece valori di trasparenza intorno a 7 m, in corrispondenza dei massimi di salinità tipici della stagione estiva. I minimi (< 2 m di Disco Secchi a 500 m) sono segnalati in febbraio, in concomitanza

con le estese fioriture di diatomee, e in novembre, verosimilmente per le torbide causate dal naturale aumento delle portate dei fiumi nella stagione piovosa.

NUTRIENTI
Azoto minerale disciolto

I *nitrati* e i *nitrati* presentano andamenti analoghi, con i massimi di concentrazione in inverno (circa 1 µmol/L di NO₂, tra 10 e 20 µmol/L di NO₃). Le marcate differenze di concentrazione tra le determinazioni effettuate su prelievi a 500 m e a 3000 m dalla costa riflettono le differenze di salinità da riva al largo riscontrabili nella fascia costiera, specialmente in inverno e in autunno, e dimostrano l'influenza dei regimi fluviali sull'andamento delle concentrazioni dell'azoto minerale disciolto.

I valori massimi sono stati registrati nella stazione di Foce Biferno (a 500 m), con un massimo di 0,9 e 20 µmol/L per l'azoto nitroso e l'azoto nitrico rispettivamente, come valori del 75-esimo percentile.

L'andamento dell'*azoto ammoniacale* è simile a quello dei nitrati, con massimi primaverili (tra 2 e 3 µmol/L) e autunnali (oltre 4 µmol/L per le stazioni a 3000 m dalla costa), corrispondenti ai minimi di salinità. Tuttavia questo parametro presenta un picco di concentrazione media di circa 3 µmol/L anche in agosto, che dimostra l'effetto di apporti fluviali con un alto livello di azoto ammoniacale in regime di tempo secco.

I valori massimi di azoto ammoniacale sono stati registrati nella stazione di Foce Biferno (3 µmol/L, come valore del 75-esimo percentile).

Fosforo totale e fosforo ortofosfato

Nel periodo invernale e primaverile, le variazioni delle medie mensili di *fosforo totale* seguono l'andamento delle concentrazioni di clorofilla, essendo questo nutriente associato soprattutto alle cellule fitoplanctoniche presenti nella colonna d'acqua. Esso presenta un massimo di oltre 0,6 µmol/L in marzo e un minimo di circa 0,2 µmol/L in luglio. Le concentrazioni medie aumentano di nuovo a partire da agosto, fino a raggiungere in ottobre-novembre valori di oltre 1 µmol/L. Questo forte aumento è principalmente da correlare agli apporti provenienti dai fiumi.

L'*ortofosfato* ha un comportamento simile a quello del P totale, con i valori massimi annuali raggiunti in novembre (0,3-0,4 µmol/L), mentre nei restanti periodi dell'anno le medie mensili si attestano intorno a 0,1 µmol/L, con valori che spesso si avvicinano ai limiti della rilevanza analitica. Per entrambe le forme di fosforo, la stazione di Biferno presenta le concentrazioni medie più alte, con valori di picco che, nel caso del P totale, raggiungono 1,4 µmol/L.

CLOROFILLA "a" E FITOPLANCTON

L'andamento delle medie di *clorofilla* presenta i massimi in inverno (circa 3 µg/L), mantenendosi su questi valori fino a marzo. Questi massimi sono corrispondenti a fioriture di *Diatomee* (principalmente *Skeletonema costatum*). In questo periodo le Diatomee raggiungono densità medie eleva-

te, di circa 800.000-1.000.000 cell/L, decadono molto rapidamente da aprile in poi e si ripresentano in autunno, con densità molto più basse (< 100.000 cell/L). Anche la clorofilla, alla fine del ciclo di crescita delle Diatomee, presenta concentrazioni basse che non superano 1 µg/L per tutta la stagione estiva, fino a ottobre, quando riprende l'attività fotosintetica delle Diatomee.

Da maggio a luglio si segnalano deboli fioriture sostenute dalle *Dinoflagellate* (con densità medie intorno a 4000 cell/L), che non influiscono in maniera apprezzabile sulle concentrazioni di clorofilla. Da segnalare anche per le acque costiere del Molise, nel periodo estivo del 1998, la comparsa di marea colorate provocate dall'alga *Raphidophyceae*.

LIVELLI TROFICI

L'andamento del rapporto elementare N/P indica condizioni generali di fosforo-limitazione. Le medie mensili si mantengono infatti sempre su valori del rapporto maggiori di 16, anche nel pieno della stagione estiva, quando gli apporti di azoto dai fiumi si riducono a causa del tempo secco. Le distribuzioni statistiche del rapporto si situano sempre al di sopra della linea N/P=16, con valori compresi tra N/P=100 e N/P=230 a Foce Biferno e tra N/P=50 e N/P=150 a Foce Trigno.

Il giudizio preliminare di stato trofico, basato sul valore medio assunto dall'Indice TRIx (cfr. D. LGS. 152/99) è il seguente: le acque costiere della Regione Molise complessivamente rientrano ancora nello **STATO BUONO**, tipico di **ACQUE MODERATAMENTE PRODUTTIVE**. Questo giudizio preliminare scaturisce da un valore medio di TRIx pari a 4,45 – con una Deviazione standard pari a 0,85 e con un numero di records elaborati pari a 265, per il periodo gennaio '97-aprile '99.

Considerando le singole distribuzioni di dati, si osserva che il valore di 5 unità di TRIx (limite inferiore dello STATO MEDIOCRE – ACQUE MOLTO PRODUTTIVE) viene superato soltanto nel transetto di Foce Biferno, a 500 m dalla costa, mentre negli altri punti di campionamento della regione le distribuzioni dei dati di TRIx mostrano valori del 75-esimo percentile sempre inferiori a questa soglia.

VARIABILI MICROBIOLOGICHE DELLE ACQUE COSTIERE

Nell'analizzare i risultati relativi allo stato di inquinamento batterico delle acque, non bisogna dimenticare che le stazioni di campionamento sono state localizzate in corrispondenza della foce dei fiumi Biferno e Tigno, che con i loro apporti hanno determinato un'alta incidenza di presenze di batteri indicatori di contaminazione fognaria. Anche se i massimi di concentrazione non sono risultati particolarmente elevati (918 Coliformi totali a 500 m dalla Foce Biferno), tuttavia le percentuali di analisi positive per la presenza di Coliformi e Streptococchi superano il 50% del totale delle determinazioni.

Secondo il criterio di suddivisione in classi di abbondanza indicato nel § 2.2.2., i risultati complessivi relativi a tutta la fascia costiera regionale sono riportati nelle tabelle seguenti.

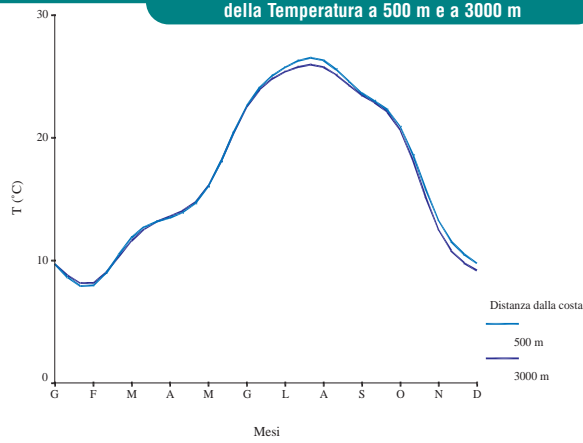
COLIFORMI TOTALI	CLASSE	500 M	1000 M	3000 M
	I	92,3	100	100
	II	–	–	–
	III	7,7	–	–
	IV	–	–	–
	V	–	–	–
COLIFORMI FECALI	CLASSE	500 M	1000 M	3000 M
	I	46,2	57,7	57,7
	II	–	–	34,6
	III	42,3	42,3	7,7
	IV	7,7	–	–
	V	3,8	–	–
STREPTOCOCCI FECALI	CLASSE	500 M	1000 M	3000 M
	I	46,2	69,2	76,9
	II	19,2	15,4	23,1
	III	30,8	15,4	–
	IV	3,8	–	–
	V	–	–	–

Percentuali di appartenenza alle classi di abbondanza, sul totale delle determinazioni eseguite

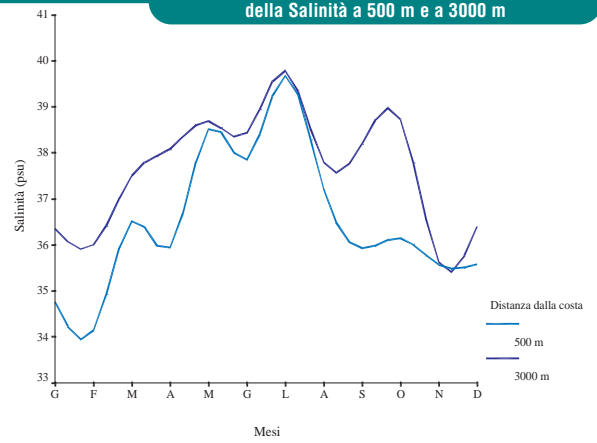
STATO DI CONTAMINAZIONE DEL BIOTA: DETERMINAZIONI ESEGUITE SUI BIVALVI

L'accumulo di *Cadmio* e *Mercurio* nei mitili è sempre attestato su valori molto contenuti, nonostante le zone di raccolta dei mitili fossero quelle a maggior rischio, per la presenza di scarichi e di attività industriale. In particolare il *Mercurio*, con un valore medio intorno a 250-300 µg/kg P.S. in entrambe le stazioni considerate, è confrontabile con i dati dalla letteratura (250 µg/kg P.S. per la zona di Brindisi, 110 µg/kg P.S. per l'Adriatico centrale) e risulta inferiore ai limiti di concentrazione ammessi dalla normativa che regola la commercializzazione dei molluschi lamelli-branchi.

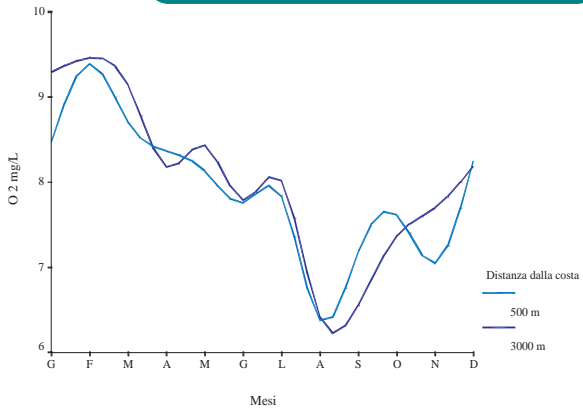
1. Andamento delle medie mensili della Temperatura a 500 m e a 3000 m



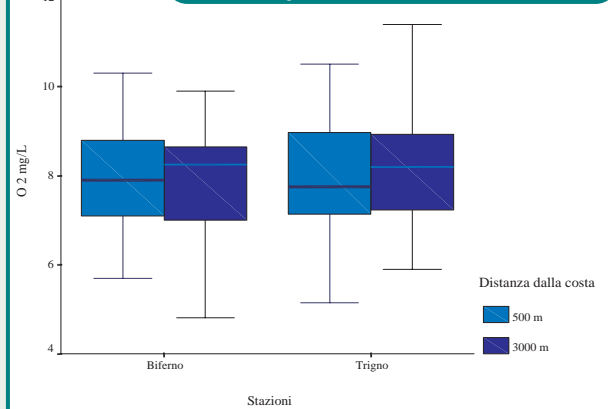
2. Andamento delle medie mensili della Salinità a 500 m e a 3000 m



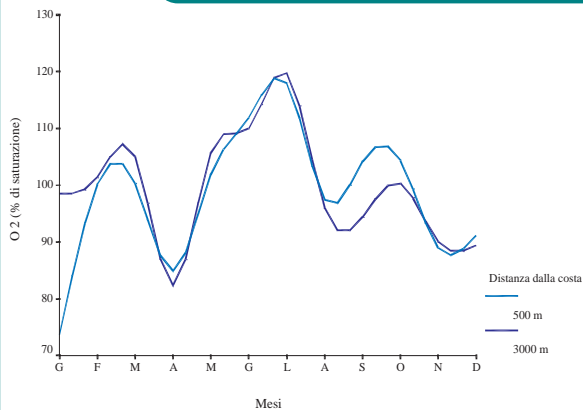
3. Andamento delle medie mensili dell'Ossigeno disciolto a 500 m e a 3000 m



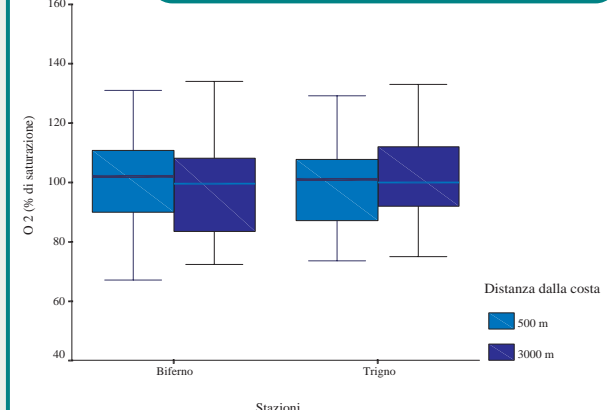
3a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Ossigeno disciolto a 500 m e a 3000 m



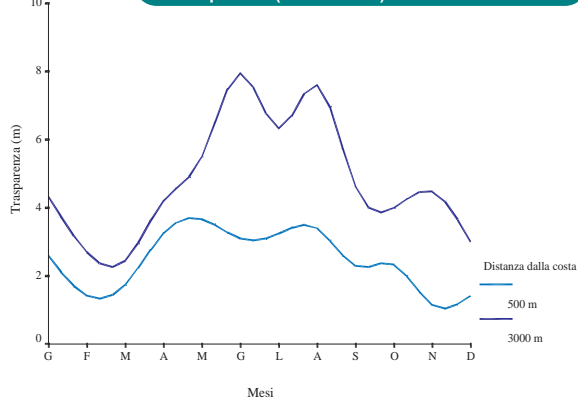
4. Andamento delle medie mensili della % di saturazione di ossigeno a 500 m e a 3000 m



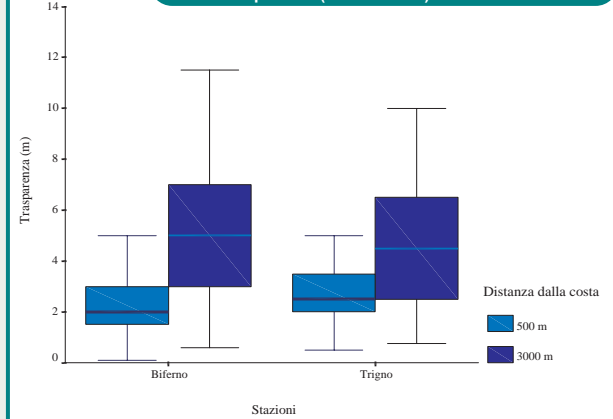
4a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati della % di saturazione di Ossigeno a 500 m e a 3000 m



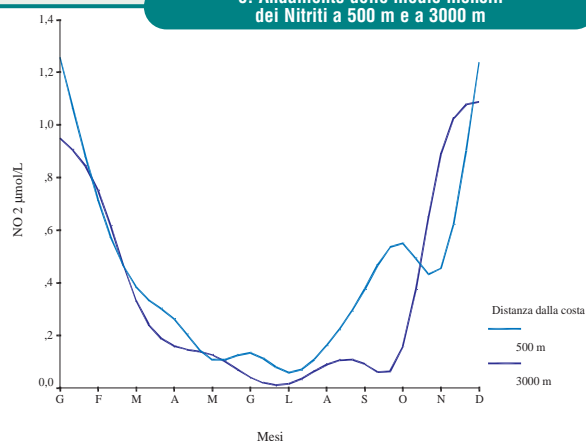
5. Andamento delle medie mensili della Trasparenza (Disco Secchi) a 500 m e a 3000 m



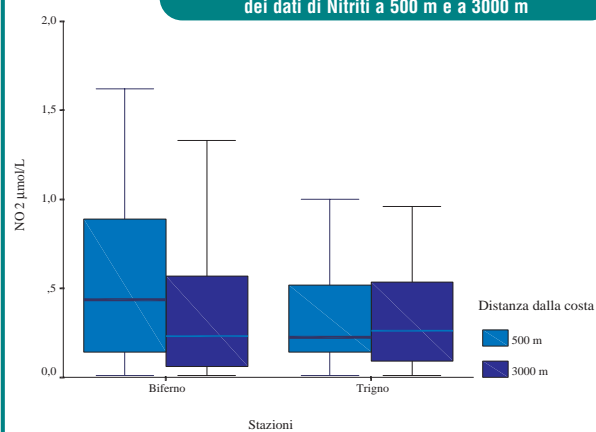
5a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati della Trasparenza (Disco Secchi) a 500 m e a 3000 m



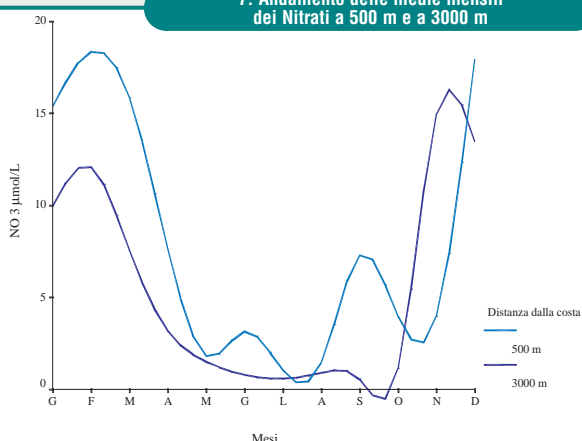
6. Andamento delle medie mensili dei Nitriti a 500 m e a 3000 m



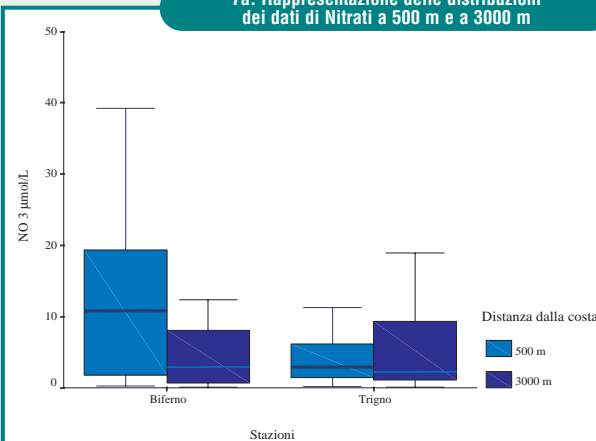
6a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Nitriti a 500 m e a 3000 m



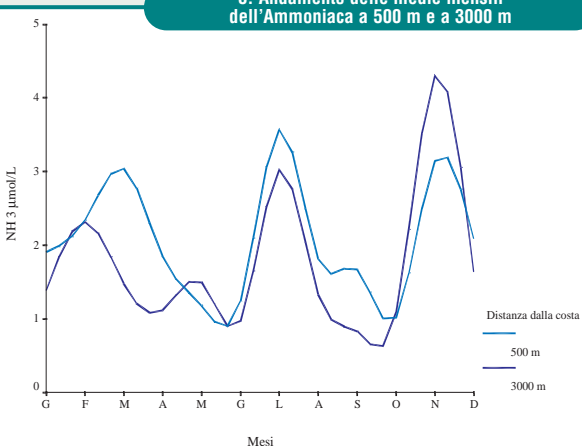
7. Andamento delle medie mensili dei Nitriti a 500 m e a 3000 m



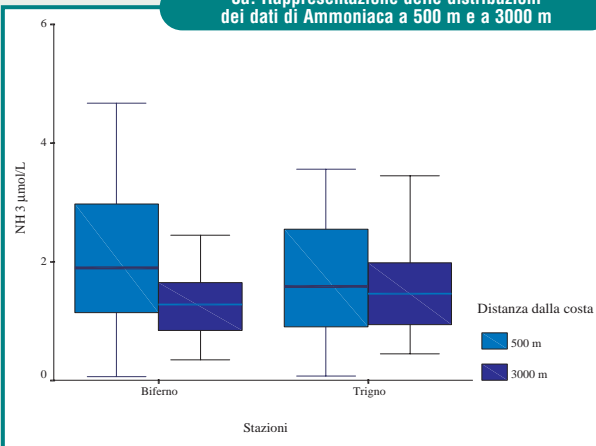
7a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Nitriti a 500 m e a 3000 m



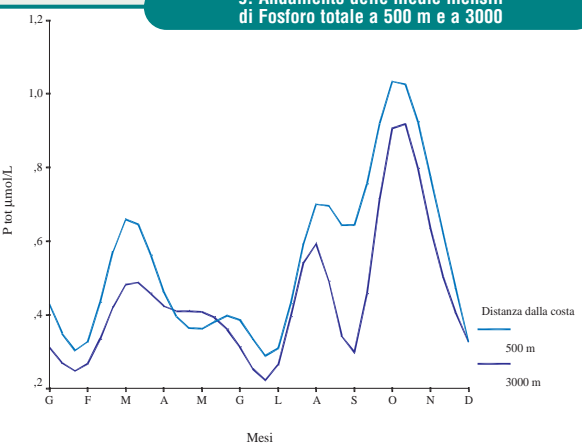
8. Andamento delle medie mensili dell'Ammoniaca a 500 m e a 3000 m



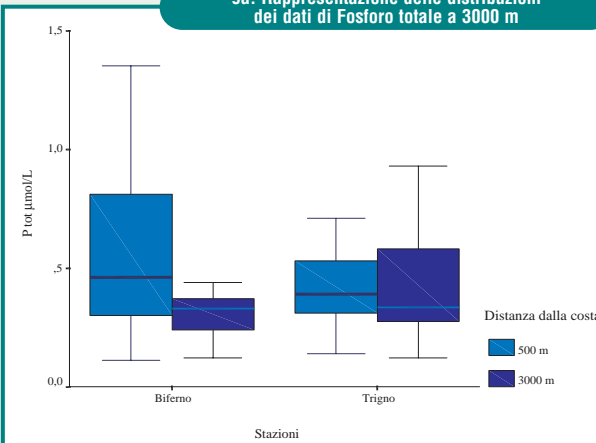
8a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Ammoniaca a 500 m e a 3000 m



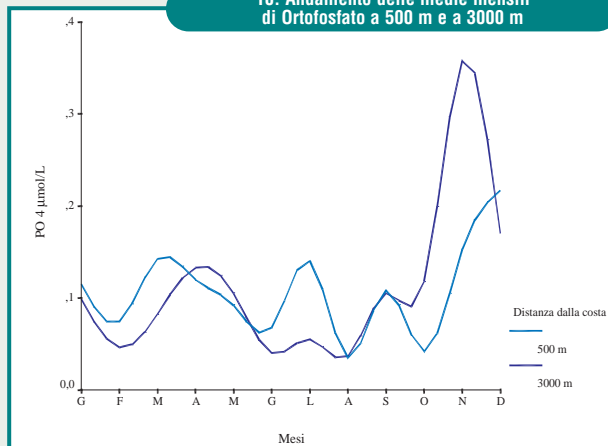
9. Andamento delle medie mensili di Fosforo totale a 500 m e a 3000



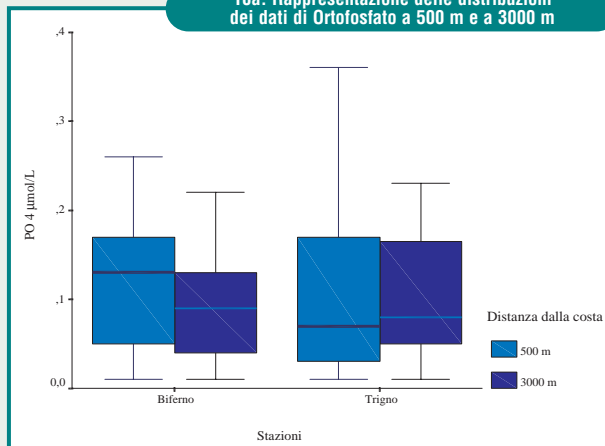
9a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Fosforo totale a 3000 m



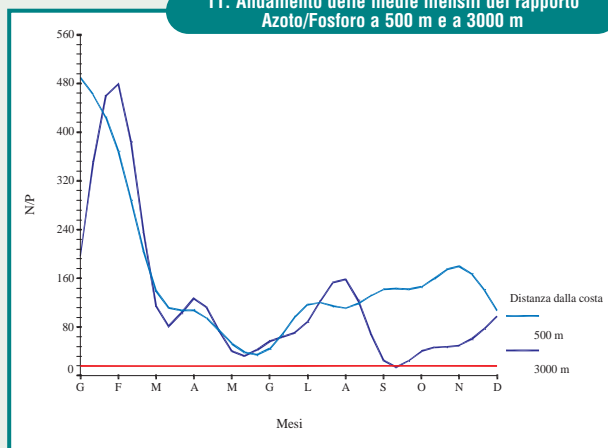
10. Andamento delle medie mensili di Ortofosfato a 500 m e a 3000 m



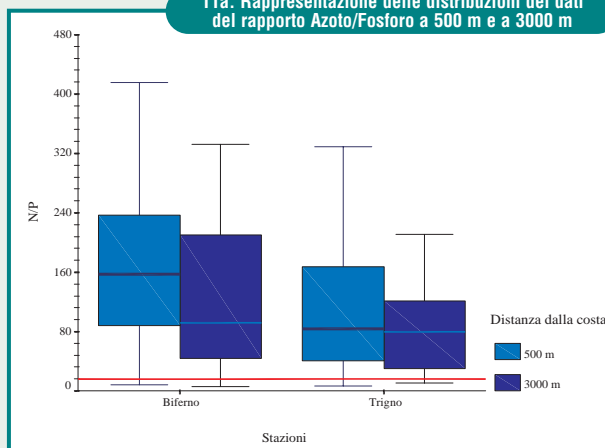
10a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Ortofosfato a 500 m e a 3000 m



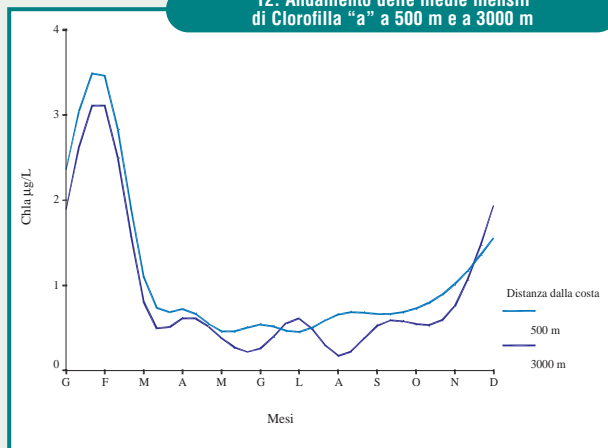
11. Andamento delle medie mensili del rapporto Azoto/Fosforo a 500 m e a 3000 m



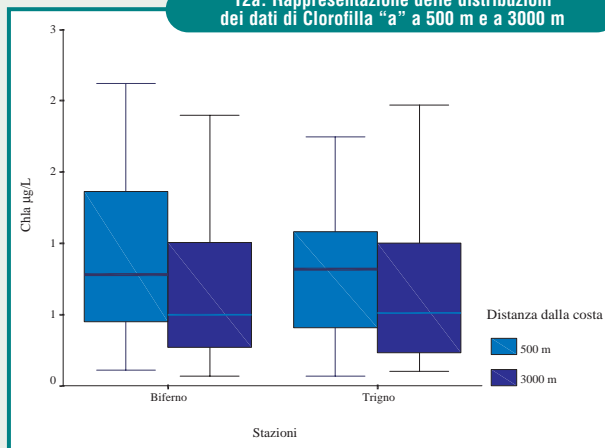
11a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati del rapporto Azoto/Fosforo a 500 m e a 3000 m



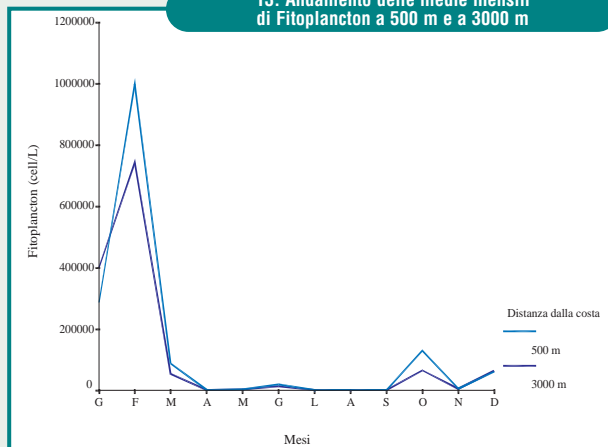
12. Andamento delle medie mensili di Clorofilla "a" a 500 m e a 3000 m



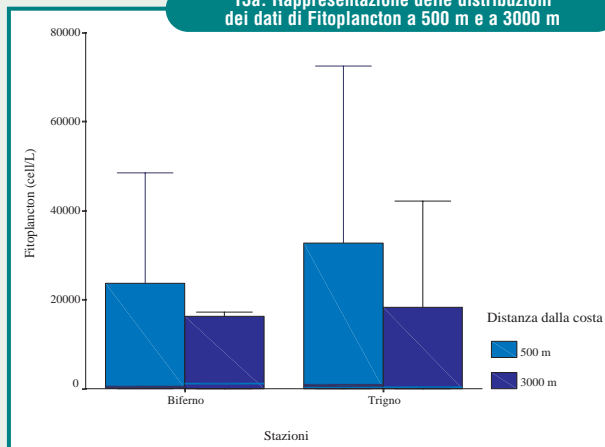
12a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Clorofilla "a" a 500 m e a 3000 m



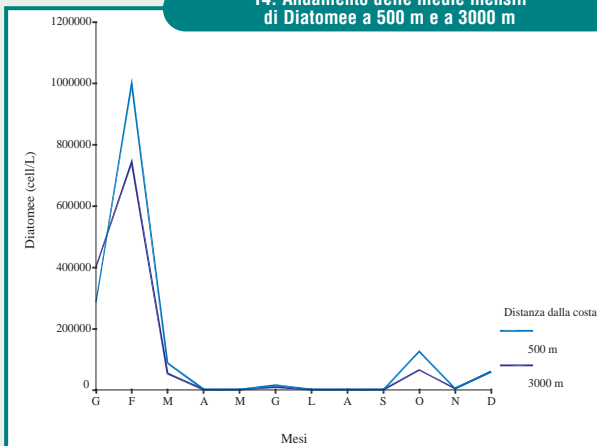
13. Andamento delle medie mensili di Fitoplancton a 500 m e a 3000 m



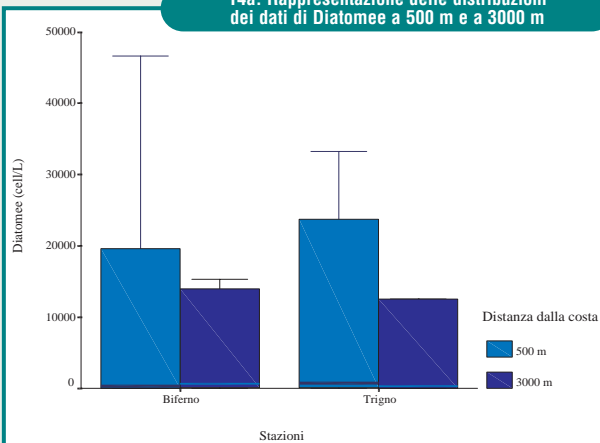
13a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Fitoplancton a 500 m e a 3000 m



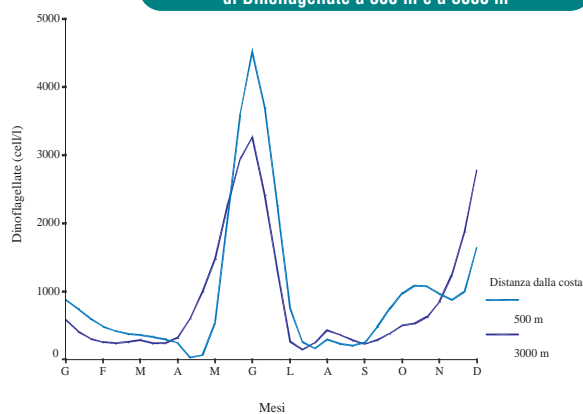
14. Andamento delle medie mensili di Diatomee a 500 m e a 3000 m



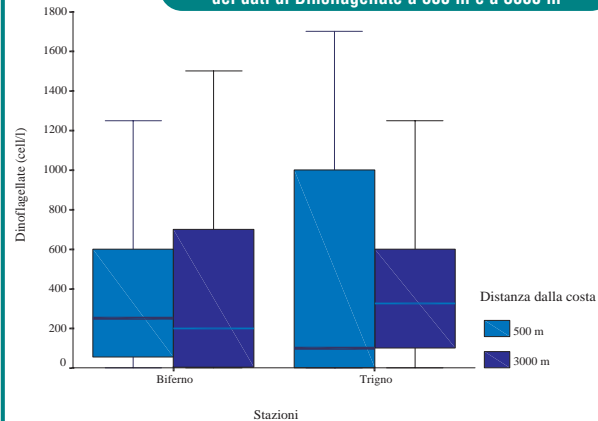
14a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Diatomee a 500 m e a 3000 m



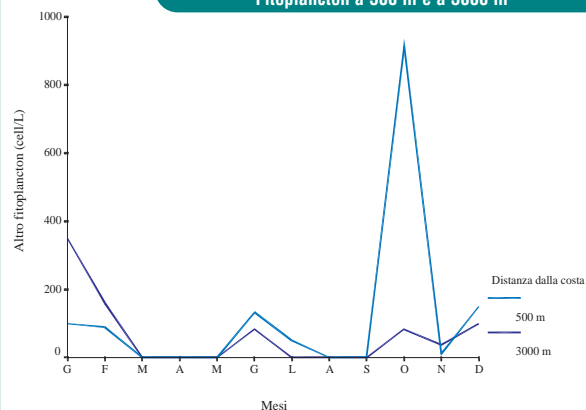
15. Andamento delle medie mensili di Dinoflagellate a 500 m e a 3000 m



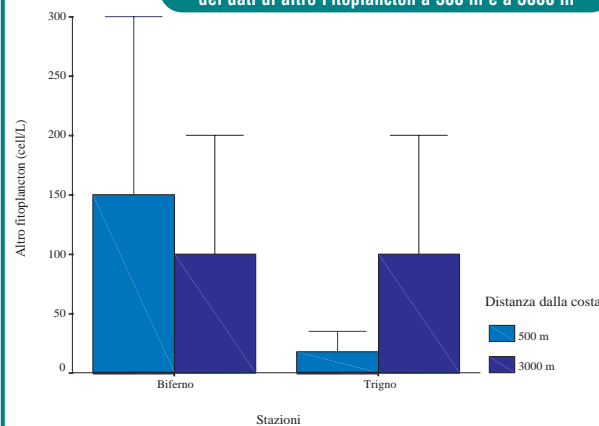
15a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di Dinoflagellate a 500 m e a 3000 m



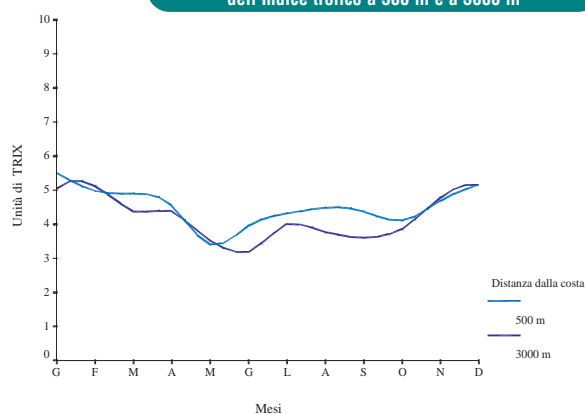
16. Andamento delle medie mensili di altro Fitoplancton a 500 m e a 3000 m



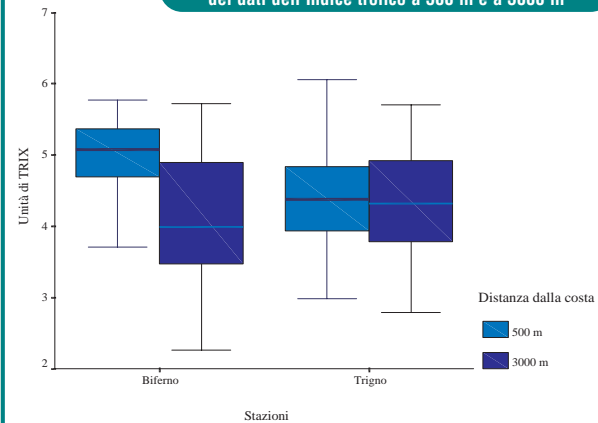
16a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati di altro Fitoplancton a 500 m e a 3000 m



17. Andamento delle medie mensili dell'Indice trofico a 500 m e a 3000 m



17a. Rappresentazione delle distribuzioni dei dati dell'Indice trofico a 500 m e a 3000 m



REGIONE MOLISE – ECOSISTEMI 1997-1999

		FEBBRAIO 1997			MAGGIO 1997			AGOSTO 1997			NOVEMBRE 1997			FEBBRAIO 1998			MAGGIO 1998			AGOSTO 1998			DICEMBRE 1998			FEBBRAIO 1999		
		500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M	500 M	1000 M	3000 M			
BIFERNO	Coliformi totali																											
	Coliformi fecali				V																IV							
	Streptococchi f.				IV																							
	Salinità (psu)	34,9	35,1	36	38,7	39,01	39,1	36,89	37,54	39,4	30,39	33,64	33,66	34,48	35,3	34,35	38,86	38,76	38,99	36,81	36,77	37,09	34,22	36,78	37,09	28,38	36,25	38,06
TRIGNO	Coliformi totali																											
	Coliformi fecali																											
	Streptococchi f.																											
	Salinità (psu)	35,5	35,7	35,8	37,8	38,76	38,9	39,5	38,55	38,4	37,84	37,89	34,65	35,76	35,73	35,62	38,45	37,45	38,15	36,92	36,75	37,07	,	,	,	36,74	36,72	36,06

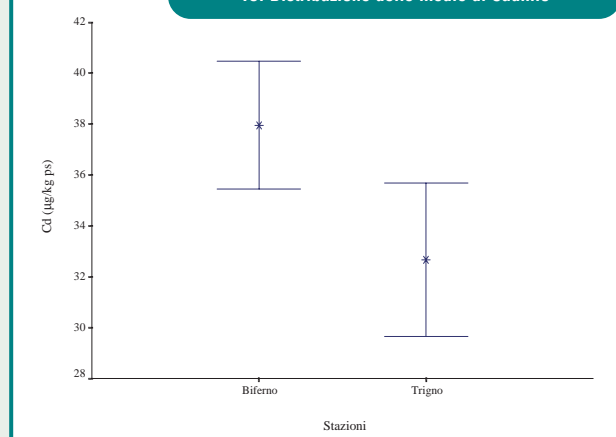
Classi di abbondanza per i microrganismi, espressi in n/100mL, rilevati nelle acque (normativa di riferimento: DPR 470/82)

REGIONE MOLISE – DETERMINAZIONI ESEGUITE SUI BIVALVI

		N	MINIMO	MASSIMO	MEDIA	ERRORE STANDARD
BIFERNO	Cd (µg/kg)	N=7	29	45	37,96	2,50
	Hg (µg/kg)	N=7	280	360	302,86	11,23
	Coliformi fecali (n/g)	N=7	0	0	0,00	0,00
	Coliformi totali (n/g)	N=7	0	0	0,00	0,00
	Streptococchi fecali (n/g)	N=7	0	0	0,00	0,00
	Salmonella (n/25 g)	N=7	0	0	0,00	0,00
TRIGNO	Cd (µg/kg)	N=7	21,2	39,2	32,67	3,02
	Hg (µg/kg)	N=7	210	300	255,00	12,68
	Coliformi fecali (n/g)	N=7	0	0	0,00	0,00
	Coliformi totali (n/g)	N=7	0	0	0,00	0,00
	Streptococchi fecali (n/g)	N=7	0	0	0,00	0,00
	Salmonella (n/25 g)	N=7	0	0	0,00	0,00

Concentrazioni di metalli pesanti (esprese in peso secco) e parametri microbiologici in *Mytilus galloprovincialis*

18. Distribuzione delle medie di Cadmio



19. Distribuzione delle medie di Mercurio

