



INTERREG III A/Phare CBC Italia-Slovenia 2000-2006 Progetto cod. AAVEN111034  
Progetto co-finanziato dall' Unione Europea Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR)

**OSSERVATORIO ALTO ADRIATICO - POLO REGIONALE VENETO**

*MONITORAGGIO INTEGRATO DELL'AMBIENTE MARINO-COSTIERO  
NELLA REGIONE VENETO*

*(Legge 12 giugno 1993 n. 185 – Legge 11 luglio 2002 n. 240 – D.M. 17 giugno  
1988)*

Dati osservati nell'anno 2005



Padova, febbraio 2006



Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

**“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-  
COSTIERO NELLA REGIONE VENETO”  
GENNAIO - DICEMBRE 2005**

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2005



**Area Tecnico Scientifica**  
Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto  
Dipartimento Provinciale di Rovigo  
Dipartimento Provinciale di Venezia

Padova, febbraio 2006

## **ARPAV**

*Commissario Straordinario ARPAV*

*Sandro Boato*

*Responsabile Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto*

*Marina Vazzoler*

*A cura di:*

*Marina Vazzoler, Sara Ancona, Luigi Berti, Daniele Bon, Francesca Boscolo, Daniel Fassina,*

*Valeria Iacovone, Silvia Rossi, Silvia Rizzardi, Anna Rita Zogno*

*Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto*

*Hanno collaborato:*

*Dipartimento Provinciale di Rovigo - Osservatorio Acque di Transizione:*

*Giuliana Sanavio, Barbara Dall'Ara, Cristina Masiero*

*Dipartimento Provinciale di Venezia:*

*Emilia Aimò, Rita Frate, Luciana Menegus, Michele Gerotto, Francesca Zanon*

*Esecuzione prelievi:*

*Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto*

*Esecuzioni analisi:*

*Dipartimento Provinciale di Rovigo - Osservatorio Acque di Transizione*

*Dipartimento Provinciale di Venezia*

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI.....	5
1.2	LE ATTIVITA' SU PROGETTO.....	6
<b>2</b>	<b>LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>I PARAMETRI INDAGATI.....</b>	<b>12</b>
3.1	DESCRIZIONE.....	12
3.2	METODI.....	15
<b>4</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI.....</b>	<b>16</b>
4.1	MATRICE ACQUA.....	16
4.1.1	TRASPARENZA.....	17
4.1.2	TEMPERATURA.....	19
4.1.3	SALINITA'.....	20
4.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA.....	22
4.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO.....	23
4.1.6	TORBIDITA'.....	25
4.1.7	CONDUCIBILITA' ELETTRICA.....	26
4.1.8	POTENZIALE REDOX.....	28
4.1.9	AZOTO AMMONIACALE.....	29
4.1.10	AZOTO NITRICO.....	30
4.1.11	AZOTO NITROSO.....	32
4.1.12	AZOTO TOTALE.....	34
4.1.13	SILICIO DA ORTOSILICATI.....	35
4.1.14	FOSFORO DA ORTOFOSFATI.....	37
4.1.15	FOSFORO TOTALE.....	39
4.1.16	CLOROFILLA <i>a</i> .....	40
4.1.17	INDICE TROFICO TRIX.....	42
4.1.18	FITOPLANCTON.....	45
4.1.19	RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE.....	51
4.1.20	MESOOZOPLANCTON.....	53
4.1.21	ENTEROCOCCHI.....	57
4.2	MATRICE BIOTA.....	58
4.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI.....	58
4.2.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI.....	58
4.3	MATRICE SEDIMENTO.....	59
<b>5</b>	<b>DISCUSSIONE.....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2005.....</b>	<b>70</b>
6.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI.....	70
6.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE.....	70
<b>7</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>74</b>



## **1 PREMESSA**

### ***1.1 LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI***

Il monitoraggio delle acque marine costiere è coordinato dalla Regione del Veneto da oltre quindici anni, e in particolare dal 1999 le attività sul mare sono gestite dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto sulla base delle indicazioni e delle priorità indicate dagli organismi regionali. Dal 2003 all'interno dell'Area Tecnico Scientifica di ARPAV è attivo uno specifico servizio permanente di coordinamento tecnico operativo ad elevata specializzazione denominato "Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto", con funzioni di coordinamento e gestione di tutte le attività sul mare (tutela e sorveglianza dello stato del mare, gestione integrata dell'ambiente marino-costiero, turismo, oceanografia, aree marine protette), al fine di meglio tutelare un sistema estremamente delicato e soggetto a pressioni di diverso tipo. In particolare OAA attua, mediante piani di monitoraggio istituzionali e specifiche attività di studio e ricerca, la sorveglianza sulla balneabilità e sulla qualità ecologica dell'ambiente marino, nonché sulle specifiche forme di pressione che insistono sulla costa e nella gestione dei fenomeni anomali e delle emergenze ambientali. ARPAV ha inoltre acquisito funzioni tecnico consultive e di coordinamento nell'ambito delle attività di ripascimento della fascia costiera del Veneto (DMA 24/01/1996); la criticità dell'area di interesse e la necessità di un coordinamento unitario e omogeneo sul territorio ha portato la Direzione Tecnico Scientifica ad incaricare direttamente del tema l'Osservatorio Alto Adriatico. Il fenomeno dell'erosione costiera che coinvolge i litorali del Veneto, con possibili situazioni di rischio per il territorio retrostante e i suoi abitanti a causa del moto ondoso, ha portato alla necessità di elaborare, con il gruppo di lavoro Regione Veneto-ARPAV, un documento dal titolo "Direttive tecniche per la caratterizzazione e valutazione di compatibilità delle sabbie destinate al ripascimento dei litorali nella regione del Veneto", che contiene disposizioni per il campionamento e la caratterizzazione delle sabbie nonché per la valutazione circa l'idoneità delle stesse ai fini del ripascimento degli arenili. Inoltre, al fine di pervenire ad un'informazione completa in tempo reale sulla situazione ambientale del bacino, è attiva la Rete Regionale di Boe Meteo Marine; l'intero sistema di dati prodotti, che andrà ad aggiornare Il Sistema Dati Mare Veneto dell'Osservatorio Alto Adriatico, accessibile alle diverse utenze, permette di fornire un servizio di informazione completa in tempo reale sulla situazione ambientale del Bacino.

## ***1.2 LE ATTIVITA' SU PROGETTO***

L'Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto di ARPAV, ad integrazione delle normali attività istituzionali, prevede l'attivazione e l'esecuzione di una serie di linee progettuali; la principale è rappresentata dal Progetto a regia regionale INT3 AAVEN111034, attivato nell'ambito del Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia “Sviluppo delle attività di studio e monitoraggio sull'evoluzione dell'ecosistema marino-costiero ai fini della tutela, della gestione integrata e della valorizzazione della risorsa mare” con il coordinamento della Direzione Programmi Comunitari della Regione Veneto.

Il Progetto INT3 si compone di quattro linee progettuali di seguito elencate.

- “INT01-OAA” – Coordinamento, organizzazione e gestione delle attività sul mare nella Regione Veneto – Istituzione dell'Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto. L'OAA svolge azione sistemica focalizzata e di controllo sulla progettazione delle attività sul mare, nell'ambito dei compiti istituzionali previsti dalla normativa vigente e delle diverse attività di studio e ricerca avviate a livello regionale al fine di ottimizzare le risorse, di orientare gli investimenti e di stimolare l'impatto transfrontaliero delle iniziative regionali, fornendo nel contempo supporto alle strutture di ARPAV e agli altri laboratori impegnati garantendo l'uniformità delle procedure per la confrontabilità dei dati.
- “INT02-OBAS” - Oceanografia Biologica dell'Adriatico Settentrionale. Il progetto di ricerca prevede la prosecuzione delle attività di monitoraggio, osservazione e misura delle proprietà oceanografiche di base del bacino con una risoluzione spazio-temporale compatibile con l'attività svolta in INTERREG II e nei programmi precedenti. Il progetto, gestito dal CNR-ISMAR di Venezia, prevede l'esecuzione a cadenza mensile di crociere oceanografiche su un reticolo di stazioni distribuite su sei transetti orientati ovest-est dalla costa italiana al limite delle acque internazionali.
- “INT03-InterrMar-Co” - Evoluzione dell'ecosistema marino costiero per lo sviluppo di un sistema integrato di monitoraggio- Anni 2000-2006. Il piano delle ricerche prevede la valutazione dello stato chimico del sistema in base alla presenza di sostanze chimiche pericolose, persistenti e bioaccumulabili che provocano effetti negativi sulle comunità biotiche dell'ecosistema marino costiero (organismi marini, sedimenti), la valutazione dello stato ecologico come espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, sia da un punto di vista chimico-fisico delle acque e dei sedimenti che idrologico e morfo-funzionale del corpo idrico stesso. In particolare le attività previste integrano le analisi di routine già in atto introducendo l'acquisizione di informazioni in automatico per un controllo in continuo

dell'ambiente mediante strumentazione ad avanzato livello tecnologico (meda oceanografica), informazioni integrative di carattere igienico sanitario utilizzabili ai fini del controllo sulla qualità delle acque destinate alla balneazione, informazioni e studi ecotossicologici.

- "INT04-Tegnùe" - Le aree di pregio ambientale mirate alla gestione e valorizzazione della risorsa marina: LE TEGNUE DELL'ALTO ADRIATICO. Le "tegnùe" sono strutture rocciose irregolarmente distribuite sui fondali sabbiosi dell'area occidentale del Nord Adriatico fino a circa 20 miglia nautiche dalla costa. Il progetto è volto alla mappatura georeferenziata delle "tegnùe" e allo studio delle loro caratteristiche principali (morfologia, litologia, ecologia) come dell'ambiente circostante. Tale supporto sarà di grande utilità presso la pubblica amministrazione nelle strategie di programmazione e gestione delle attività collegate alla pesca professionale, all'acquacoltura, alla pesca sportiva, al turismo subacqueo, oltre che alla comunità scientifica, anche archeologica e di tutela ambientale.

A questa ultima linea di progetto si sono aggiunti, nel corso del 2004, ulteriori due finanziamenti sul tema relativi rispettivamente al VI Piano nazionale triennale della Pesca e dell'Acquacoltura e al progetto "Oasi marina di ripopolamento" nell'ambito del Programma Leader Plus "Piano di sviluppo locale dal Sile al Tagliamento". In particolare i due progetti sono:

- "Tegnùe - Regione Settore Primario". Il progetto prevede la localizzazione, lo studio e la caratterizzazione di alcuni biotopi marini particolari al fine della tutela ambientale di aree di particolare pregio naturalistico e la valorizzazione e promozione delle risorse ittiche pregiate.
- "Tegnùe Leader Plus". Il progetto è attuato nell'ambito del Piano Quadro "Caorle: un sistema per vivere le acque", Azione 5 "Risorse naturali"; esso è finalizzato al governo e alla valorizzazione dell'acqua intesa come risorsa naturale e culturale e rappresenta un metodo per sostenere l'interconnessione delle risorse umane, naturali e finanziarie del territorio ai fini di un migliore sfruttamento delle sue potenzialità. In particolare l'obiettivo dell'Azione 5 "Risorse naturali" è la creazione di un'oasi marina di ripopolamento per la salvaguardia, lo studio e il monitoraggio della tegnùa di Porto Falconera.

Entrambe queste linee progettuali seguite da ARPAV si sono concluse nel corso del 2005.

Infine sono in corso o da poco concluse altre iniziative progettuali, inerenti il tema mare, quali:

- il progetto Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare, conclusosi nel 2005 ma le cui attività di studio e ricerca proseguiranno già nel 2006 grazie alla attivazione del nuovo



Intervento 72-2. Il campo sperimentale è rappresentato da un'area con strutture a fondo duro e protetta da attività di pesca, avente come scopi principali la descrizione globale dello sviluppo delle comunità biologiche del sito in relazione alla realizzazione delle opere sommerse, la valutazione della capacità produttiva e dell'impatto mediante bioindicatori, lo studio delle condizioni ambientali e monitoraggio; con l'Intervento 72-2 in particolare, oltre a proseguire alcune delle linee precedenti, verrà realizzata una linea di ricerca sul tema "ecotossicologia", finalizzata alla sperimentazione e standardizzazione di nuovi test, e verranno inoltre approfondite le ricerche sui substrati artificiali da utilizzarsi per la creazione di biotopi simili alle "Tegnùe";

- il progetto AdriaMet in collaborazione con il Centro Meteorologico di Teolo, il cui obiettivo primario è quello fornire un nuovo servizio mirato alla vasta utenza turistica e a quella interessata ad attività di pesca dell'area dell'Alto Adriatico e delle zone costiere prospicienti mediante l'emissione di un bollettino integrato con informazioni meteorologiche e sullo stato di qualità delle acque;

- il progetto BIOPRO, un'indagine volta a valutare e caratterizzare l'inquinamento biologico proveniente dagli impianti di trattamento di acque reflue nel territorio della provincia di Venezia; l'istituzione del Sistema Dati Mare Veneto in collaborazione con SIRAV, quale principale sistema di gestione del dato, non limitato agli obiettivi del progetto Interreg III, ma strumento di registrazione, accesso e distribuzione di dati relativi all'ambiente marino veneto prodotti nell'ambito di più progetti e attività;

- progetto ALT "terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico": in base alle indicazioni previste dai Decreti VIA (DEC/VIA/4407 del 30.12.99, DEC/DSA/2004/0866 del 8.10.2004), ARPAV è stata investita del ruolo di supervisione e controllo rispetto a tutte le fasi del Progetto di realizzazione ed esercizio del terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico, antistante il comune di Porto Viro. In particolare l'Osservatorio Alto Adriatico di ARPAV supervisiona, nella fase di bianco dell'opera, le attività indicate nel Piano di monitoraggio ambientale per l'ambiente marino redatto da ICRAM, con la collaborazione tecnica ed operativa di personale specializzato;

- altre collaborazioni avvengono in ambito CORILA nella linea progettuale "Condizioni meteo-oceanografiche e qualità delle acque della zona costiera" (gestita da OGS e CNR-ISMAR) che costituisce una sintesi ed integrazione di studi derivanti da diversi progetti per fornire un contributo alla comprensione delle dinamiche di funzionamento dell'ecosistema lagunare e costiero veneto.

## **2 LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO**

Nell'anno 2005 l'Agenzia per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto attraverso l'Osservatorio ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto con lo scopo di raggiungere i seguenti obiettivi:

1. Studi mirati e allestimento delle attività previste dal D.Lgs.11 maggio 1999 n. 152 e s.m.i. e dal D.M. 367/2003 sulle sostanze pericolose, ai fini della classificazione ecologico-ambientale delle acque marine del Veneto
2. Attuazione del Programma di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero per il triennio 2001-2003 in convenzione tra Ministero dell'Ambiente–Servizio Difesa del Mare e Regione Veneto (DGR Veneto n. 3971 del 15 dicembre 2000)
3. Attuazione del Programma di sorveglianza algale sulle acque di balneazione (Legge 185/1993, legge 192/2004 e D.M. 17 Giugno 1988) ai fini dell'ottenimento della deroga ai valori limite del parametro Ossigeno Disciolto stabiliti dal D.P.R. 470/82 (Decreto Regionale n. 219/2004)
4. Attuazione del Programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/99 all. 2, sez. C) in adempimento della D.G.R. Veneto n° 2591 del 10/10/2001 di riparto competenze tra A.R.P.A.V. e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS
5. Attuazione del Programma di monitoraggio delle acque costiere del Mare Adriatico di cui alla rete interregionale di monitoraggio quali-quantitativo delle acque superficiali del bacino del fiume Po
6. Ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
7. Attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo, in recepimento della Direttiva Europea 2000/60.

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale prevede indagini sulle matrici acqua, biota, sedimenti nonché benthos (SFBC), da effettuarsi secondo specifici protocolli operativi. In questo report vengono presentati i dati rilevati nel corso dell'anno 2005, con campionamenti a cadenza mensile da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre, e quindicinale da giugno a settembre (Tab. 1).

**Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2005 sulla Rete Regionale del Veneto**

<b>CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI anno 2005</b>		
<b>Campagna</b>	<b>Date di campionamento</b>	<b>Transetti campionati</b>
Campagna 01	17,18,20,21 gennaio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 02	01,02,03,09 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 03	02,03,07,08,09 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 04	04,05,06, aprile	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 05	24,25,26 maggio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06A	09,10,15 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06B	27,28 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07A	13,15 luglio	008-024-040-056-064-072-601
Campagna 07B	25,26 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08A	09,10 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08B	22,23 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09A	06, 07, 08 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09B	20,22,23,26 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 10	25,26,28 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 11	09,29 novembre	008-024-040-056-072
Campagna 12	06,07,09,15,20,21 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601

La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere è costituita da un reticolo di 24 stazioni per il campionamento sulla matrice acqua, distribuite su otto transetti perpendicolari alla costa; ciascun transetto è costituito da tre stazioni poste rispettivamente a 500 m, 926 m e 3704 m dalla costa (Tab. 2 e Fig. 1). Ad esse si aggiungono, in prossimità di ciascun transetto, le stazioni di campionamento per le matrici biota, sedimento, benthos e sedimento per ecotossicologia (quest'ultima posizionata al fondo della stazione monitorata per la matrice acqua a 500 m dalla costa), per un totale di 56 stazioni di campionamento.

**Tabella 2: Elenco delle stazioni di campionamento su matrice acqua alle varie distanze dalla costa.**

<b>Transetto</b>	<b>Provincia</b>	<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Distanza dalla costa</b>		
				<b>500 m</b>	<b>926 m</b>	<b>3704 m</b>
008	VE	Caorle	direzione spiaggia Brussa	10080	20080	30080
024	VE	Jesolo	direzione Jesolo lido	10240	20240	30240
040	VE	Cavallino-Treporti	direzione Cavallino	10400	20400	30400
053	VE	Venezia	direzione S. Pietro in Volta	10530	20530	30530
056	VE	Venezia	direzione Ca' Roman Pellestrina	10560	20560	30560
064	VE	Chioggia	direzione Isola Verde	10640	20640	30640
072	RO	Rosolina	direzione Isola di Albarella – Po di Levante	10720	20720	30720
601	RO	Porto Tolle	direzione foce Po di Pila	16010	26010	36010

### Rete regionale di monitoraggio delle acque marino costiere della Regione del Veneto

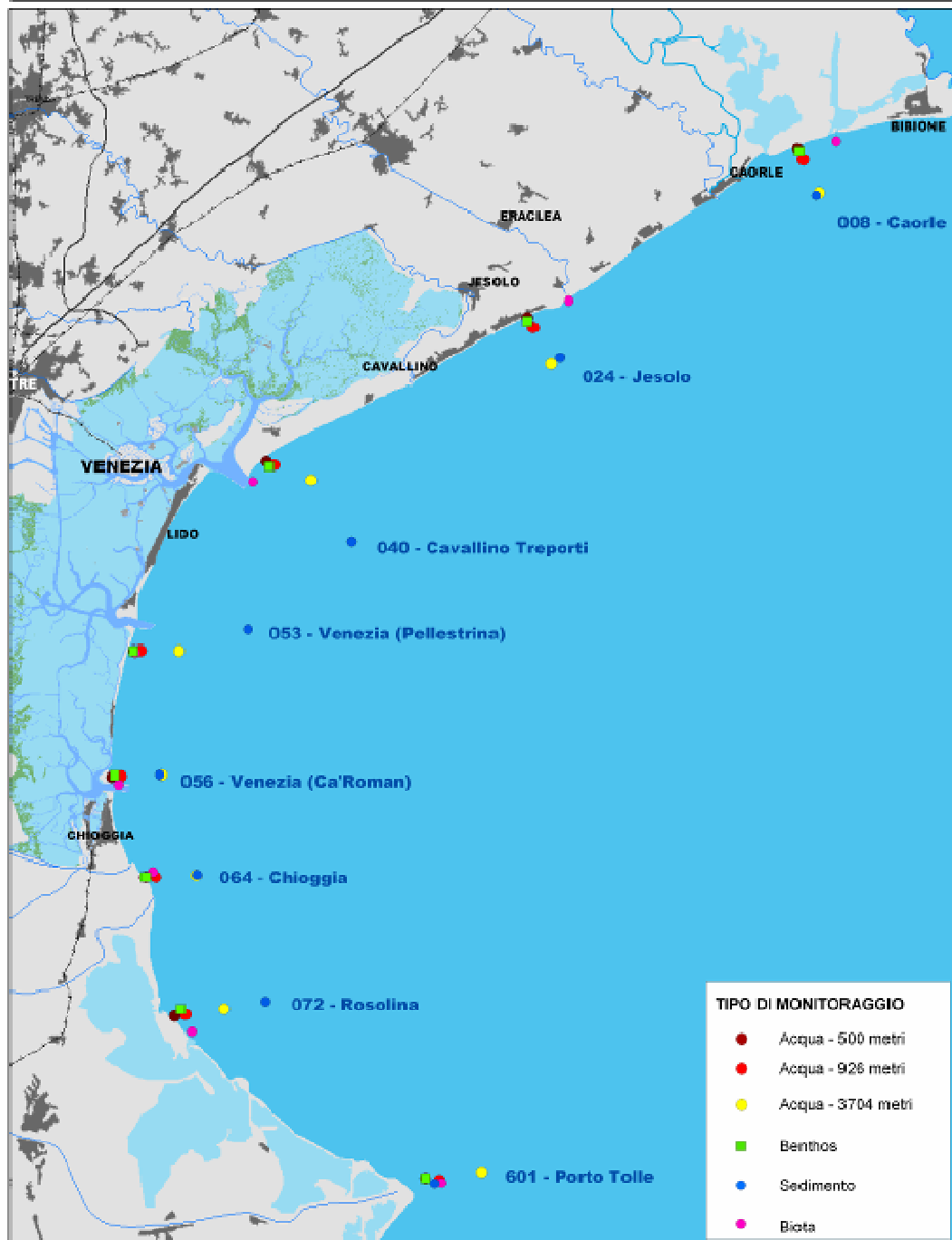


Figura 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale del Veneto

### 3 I PARAMETRI INDAGATI<sup>1</sup>

#### 3.1 DESCRIZIONE

Temperatura: parametro fisico di grande importanza per le acque del Nord Adriatico, presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della bassa profondità media, della latitudine e del notevole afflusso di acque fluviali nel bacino.

Trasparenza: esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi o "zona eufotica". È influenzata da fattori fisici (capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione) e biologici (distribuzione della massa fito- e zoo-planctonica e contenuto di detrito organico).

Torbidità: indica la presenza di materiale organico e inorganico in sospensione e modifica le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua soprattutto a livello di penetrazione della luce con conseguenze sulla produzione primaria. La torbidità può essere sia provocata da cause naturali sia da scarichi derivanti da attività umane. Essa viene espressa in NTU (Unità di Torbidità Nefelometriche).

Ossigeno disciolto: è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O<sub>2</sub> atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

Salinità: nell'Adriatico Settentrionale diviene particolarmente importante la valutazione delle variazioni di salinità che dipendono soprattutto dagli apporti di acque dolci in superficie e dall'ingresso di correnti di fondo di acque più salate dal bacino meridionale. Essa viene espressa in PSU (Practical Salinity Unit).

pH: le acque marine presentano generalmente una notevole stabilità di pH (da 8.1 a 8.3) garantita da un efficiente sistema tampone; questo è rappresentato dall'equilibrio dello ione bicarbonato tra le due forme bicarbonato di calcio (solubile) e carbonato di calcio (insolubile). Il pH è influenzato da alcuni fattori quali l'attività fotosintetica e i processi di decomposizione del materiale organico.

Conducibilità elettrica: indica il livello di elettricità presente in acqua e dipende dal grado di salinità essendo il rapporto tra questi due parametri direttamente proporzionale. Permette

---

<sup>1</sup> Regione del Veneto, 1995. "Qualità delle acque marine costiere prospicienti la Regione del Veneto. (1991-1993)." Vol. III

quindi di valutare in maniera approssimativa il grado di mineralizzazione dell'acqua. Valori troppo elevati di conducibilità possono risultare dannosi alla vita acquatica.

Potenziale redox: misura la capacità di un sistema di ossidare un altro. Questo parametro è legato alla pressione parziale dell'ossigeno e al pH. Un valore fortemente positivo ( $> +400$  mV) indica condizioni ambientali favorevoli all'ossidazione (presenza di ossigeno) mentre un potenziale basso ( $< +200$  mV) indica una tendenza alla riduzione (carenza di ossigeno).

Sali nutritivi: sotto tale denominazione vanno i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta; questi composti sono costituiti da nitrati, nitriti, sali d'ammonio e fosfati. Tra essi viene compreso anche il silicio in quanto entra nella composizione dei frustuli di Diatomee, di gusci e di spicole di Silicoflagellati e Radiolari. La concentrazione dei nutrienti non è omogenea né in senso verticale, né orizzontale, né temporale. Nella distribuzione verticale, si può notare che negli strati superficiali, eufotici, essi vengono assimilati dagli organismi fotosintetici nei vari processi metabolici con formazione di materia organica, mentre negli strati profondi hanno luogo i processi rigenerativi con decomposizione di materia organica di provenienza diversa. Grazie a questi processi i nutrienti vengono rimessi in circolo con il rimescolamento della colonna d'acqua. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dai seguenti fattori: la portata dei fiumi legata alle condizioni meteorologiche, l'andamento stagionale del fitoplancton e i processi rigenerativi a livello del sedimento.

Clorofilla a: è qualitativamente e quantitativamente il pigmento più importante nel processo della fotosintesi clorofilliana, sia in ambiente terrestre che in quello marino. In base alla relazione tra clorofilla *a* e produzione primaria, si è ritenuto opportuno utilizzare la valutazione del contenuto di clorofilla *a* come indice della biomassa fitoplanctonica. Come è stato osservato per i nutrienti anche la clorofilla è soggetta ad una variabilità spazio-temporale, essendo anch'essa coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata da più fattori (apporto di nutrienti, temperatura, intensità luminosa).

Indice trofico TRIX<sup>2</sup>: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico

---

<sup>2</sup> Per una trattazione più dettagliata della definizione dei criteri che hanno portato alla formulazione di questo indice trofico si rimanda alla pubblicazione "Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index." Di R.A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi (1998).

è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il grado di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 3).

**Tabella 3: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs. 152/99 e s.m.i.)**

Indice di trofia	Stato trofico
2 - 4	<i>Elevato</i>
4 - 5	<i>Buono</i>
5 - 6	<i>Mediocre</i>
6 - 8	<i>Scadente</i>

*Fitoplancton*: è costituito da organismi vegetali in genere microscopici ed è il maggior responsabile dei processi fotosintetici e della produzione della sostanza organica necessaria allo zooplancton. La densità fitoplanctonica presenta variazioni stagionali strettamente correlate alla quantità di radiazione solare, alla disponibilità di macronutrienti (principalmente azoto e fosforo) e alla efficienza degli organismi che si cibano di alghe planctoniche. La distribuzione verticale è influenzata dalla percentuale di penetrazione della radiazione solare incidente e dalla sua progressiva estinzione, a loro volta dipendenti dalla presenza di torbidità minerale, di sostanze umiche e degli stessi organismi planctonici.

*Mesozooplancton*: è costituito da organismi animali eterotrofi facenti parte del plancton di dimensioni convenzionalmente comprese fra 0.2 e 20 mm ed è prevalentemente rappresentato da copepodi e cladoceri. La densità dei popolamenti mesozooplanctonici varia notevolmente a seconda del periodo dell'anno.

*Sedimento*: lungo la costa del Veneto il sedimento è costituito prevalentemente da frazione terrigena, con scarsa frazione organogena, ad eccezione delle zone situate in corrispondenza dei principali sbocchi fluviali ove si osserva abbondante frazione organogena con fine granulometria.

*Biota*: le misure di bioaccumulo e di tipo microbiologico vengono effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis*; i campioni del bivalve vengono prelevati presso banchi naturali individuati nell'area del transetto in prossimità della costa.

*Benthos*: insieme degli organismi acquatici che vivono sul fondo del mare. Si distinguono: un benthos sessile, cioè attaccato al fondo; un benthos vagile, che si sposta; un benthos litoraneo e un benthos profondo. Lungo la costa veneta in relazione alla struttura del fondale le indagini

vengono effettuate sulle biocenosi delle sabbie fini ben calibrate. L'analisi sulla tipologia delle comunità bentoniche permette di caratterizzare le aree indagate e di valutare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

### ***3.2 METODI***

In ciascuna stazione sono state effettuate osservazioni meteomarine (temperatura aria, pressione barometrica, umidità relativa, direzione e velocità del vento, direzione e velocità della corrente, altezza onde, colorazione) e rilevazioni fisiche e chimiche sull'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH); inoltre sono stati prelevati diversi campioni d'acqua su cui successivamente sono state eseguite le analisi previste.

La misura della trasparenza è stata determinata mediante Disco di Secchi.

Le variabili fisico-chimiche e la concentrazione di clorofilla *a* sono state registrate, in tempo reale, rispettivamente mediante sonda multiparametrica Idronaut Ocean Seven Mod. 316 e fluorimetro Seatech. La funzionalità della sonda è stata certificata dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

Le concentrazioni di nutrienti disciolti in acqua (azoto ammoniacale, nitroso, nitrico e totale, silicio da ortosilicati, fosforo da ortofosfati e totale) sono state determinate, su campioni di acqua filtrata e non, seguendo le metodologie di riferimento indicate dal Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001), così come i conteggi per l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e mesozooplancton.

I campioni per la determinazione analitica di clorofilla *a* sono stati trattati secondo la metodologia indicata dal D.M. 17 giugno 1988 (Strickland e Parsons, 1972).

Le determinazioni analitiche su sedimenti, biota, benthos sono state eseguite sempre secondo le metodiche indicate dal Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001).

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti è stata realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office 2003, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.



## 4 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2005, che ha visto lo svolgimento di sedici campagne di monitoraggio sugli otto transetti della Rete Regionale del Veneto, con raccolta di dati acquisiti direttamente in campo e di campioni da analizzare in laboratorio utilizzando come metodiche di riferimento quelle indicate dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare (ICRAM-ANPA, 2001).

### 4.1 MATRICE ACQUA

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di superficie della sola matrice acqua. In tabella 4 sono riportati numerosità (N), valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard (SD) dei parametri analizzati nel periodo di indagine per tutte le stazioni. In tabella i valori risultati al di sotto dei limiti di rilevabilità delle strumentazione sono indicati come < L.R.. Tali limiti sono rispettivamente 7.75 µg/l per azoto ammoniacale, 1.52 µg/l per azoto nitroso, 11.30 µg/l per azoto nitrico e totale, 1.00 µg/l per fosforo da ortofosfati e totale, 7.96 µg/l per silice e 0.02 µg/l per clorofilla *a* rilevata tramite sonda. Nella elaborazione dei dati i valori risultati inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti da un valore pari alla metà del limite corrispondente, ai fini di una migliore lettura dell'andamento dei parametri.

**Tabella 4: Numerosità (N), valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard (SD) dei parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2004**

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Temperatura acqua	°C	372	17,80	20,66	4,33	28,46	7,56
Conducibilità	mS/cm	372	44,10	45,90	23,02	56,80	8,20
Salinità	PSU	372	33,76	34,84	19,14	37,59	3,27
Ossigeno disciolto	% saturazione	372	100,89	96,60	81,20	187,10	15,08
Ossigeno disciolto	ppm	372	7,91	7,70	5,93	14,19	1,31
pH	unità	372	8,19	8,18	7,91	8,58	0,07
Potenziale redox	mV	324	175,94	173,90	64,50	292,10	31,30
Clorofilla "a" (sonda)	µg/l	372	0,95	0,65	<LR	5,90	0,90
Clorofilla "a" (analitica)	µg/l	372	2,25	1,60	0,20	12,70	2,01
Torbidità	NTU	370	6,26	4,90	0,10	50,00	5,74
Trasparenza	metri	372	3,05	3,00	0,05	13,00	1,71
Azoto ammoniacale (N-NH <sub>3</sub> )	µg/l	372	16,57	10,16	<LR	184,20	19,60
Azoto nitroso (N-NO <sub>2</sub> )	µg/l	372	7,18	4,96	<LR	42,18	6,40
Azoto nitrico (N-NO <sub>3</sub> )	µg/l	372	145,63	70,53	<LR	2007,80	212,49
Azoto totale (N Tot.)	µg/l	372	412,55	336,18	37,88	2180,76	306,02
Fosfati (P-PO <sub>4</sub> )	µg/l	372	4,38	2,60	<LR	38,70	5,50
Fosforo totale (P Tot.)	µg/l	372	20,96	14,20	<LR	214,60	23,82
Silicati (Si-SiO <sub>4</sub> )	µg/l	372	243,14	188,22	<LR	1416,35	214,12
Diatomee	n° cell/l	123	1793654,5	444832,0	680	21871017	3435480,5
Dinoflagellate	n° cell/l	123	28463,6	17444,0	0	196251	31368,1
Altro Fitoplancton	n° cell/l	123	487384,1	344529,0	0	2474936	513651,4
Fitoplancton Totale	n° cell/l	123	2309502,3	1094640,0	7840	22525185	3597929,2

Parametro	Unità di misura	N	Media	Mediana	Minimo	Massimo	SD
Cladoceri	numero/m <sup>3</sup>	124	511,0	89,0	0,0	7535,6	1177,4
Copepodi	numero/m <sup>3</sup>	124	1357,7	895,0	20,6	6966,4	1385,0
Altro Mesozooplancton	numero/m <sup>3</sup>	124	446,3	220,1	1,7	5337,9	715,6
Mesozooplancton Totale	numero/m <sup>3</sup>	124	2315,0	1738,2	23,5	11708,7	2214,3
Enterococchi	(UFC/100 ml)	115	8,2	0,0	0	500	48,3
TRIX (Chla sonda)	unità	372	4,39	4,33	1,86	7,13	0,92
TRIX (Chla analitica)	unità	372	4,72	4,66	2,09	7,44	0,93

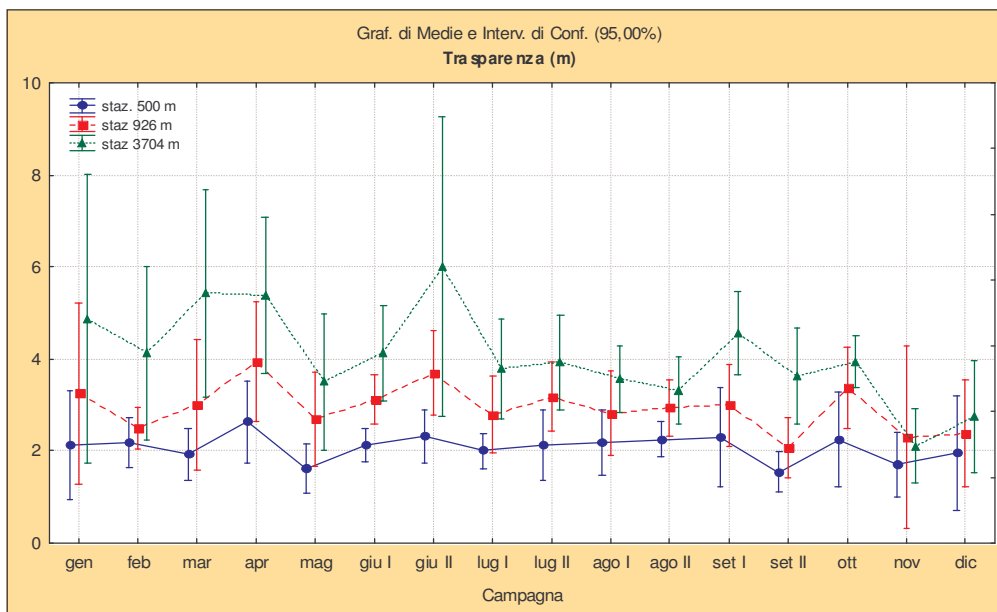
Legenda:

< L.R.= inferiore al limite di rilevabilità dello strumento

#### 4.1.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nel periodo indagato sono compresi tra un massimo di 13 metri, rilevato presso la stazione 30080 nella seconda campagna di giugno, e valori minimi pari a 0.05 metri rilevati alle tre stazioni del transetto 601 (antistante la foce del Po di Pila) nel mese di dicembre, mentre nell'anno il valore medio è risultato pari a 3.05 m.

In figura 2 è riportato l'andamento medio della trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa. Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassa batimetria (mediamente 3 m) in relazione alla struttura del fondo, che degrada lentamente con l'allontanamento dalla costa raggiungendo valori medi di circa 7 m alle stazioni a 0.5 miglia nautiche (926 m) fino ad una media di 16 m presso le stazioni più al largo (2.0 mn, 3704 m). Pertanto l'intervallo di confidenza risulta più elevato laddove maggiore è la batimetria del fondale, in relazione anche al minore influsso dovuto agli apporti terrigeni dai fiumi; quest'ultimo si evidenzia dall'avvicinarsi dei valori medi calcolati alle diverse distanze dalla costa nei periodi caratterizzati da condizioni meteorologiche intense (elevata piovosità, apporti fluviali più intensi e mare mosso), ad esempio nelle campagne di agosto (08B), novembre, dicembre.



**Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) e relativo intervallo di confidenza (95%) per campagna di rilevamento e misura alle diverse distanze dalla costa.**

In figura 3 è riportata la distribuzione dei valori medi di trasparenza per transetto alle diverse distanze dalla costa, in rapporto alla corrispondente profondità del fondale; si osserva una diminuzione dei valori di trasparenza, nelle stazioni alle tre distanze, in direzione sud e in particolare a sud di Chioggia dove sono presenti le foci dei maggiori fiumi della regione. Ciò risulta evidente nella zona fronte Po, dove il transetto 601 (Po di Pila) risente fortemente dell'influenza delle acque del fiume anche alla stazione più esterna (2.0 miglia nautiche). Situazione diversa si osserva al transetto 053, situato nella zona antistante il lido di Venezia (località S. Pietro in Volta) e non soggetto a influenze fluviali, che presenta valori medi annui di trasparenza uniformi alle varie distanze dalla costa (la profondità alla stazione sottocosta è pari a 5.0 m).

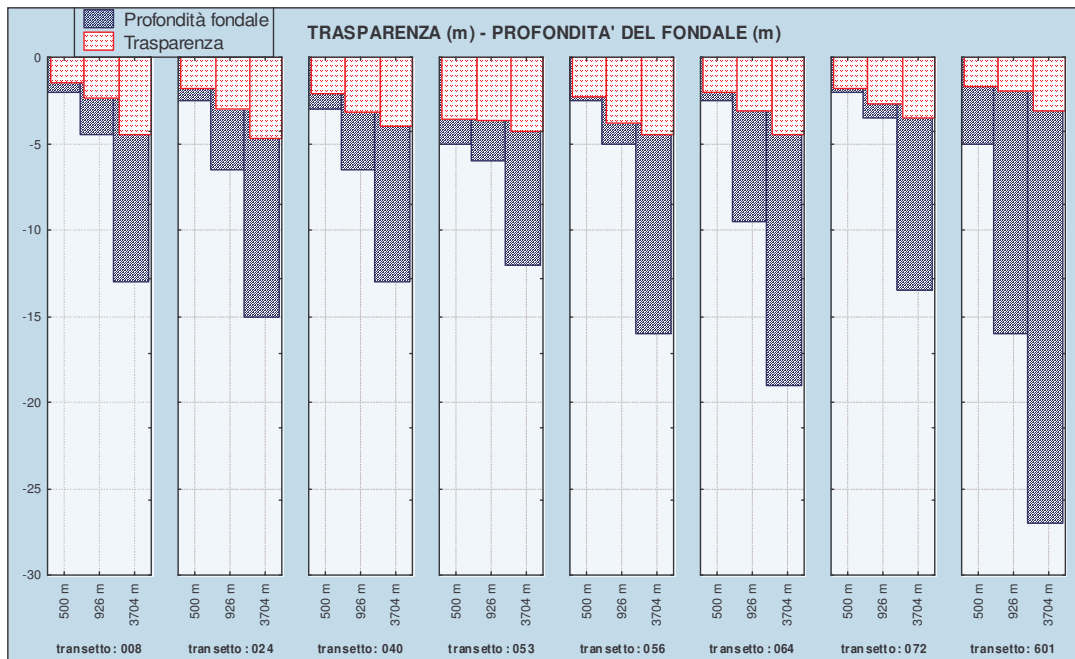


Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.

#### 4.1.2 TEMPERATURA

In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è di 17.80 °C (17.74 °C nel 2004), con un minimo di 4.33 alla stazione 10400 nel mese di marzo ed un massimo di 28.46 nella stazione 10560 nella seconda campagna di giugno (nel 2004 è stato 27.64 °C).

La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità conferma la presenza di due differenti regimi termici: uno primaverile-estivo, caratterizzato da valori medi superficiali più elevati rispetto a quelli di fondo, ed uno, autunno-invernale, di inversione termica in cui le temperature di fondo sopravanzano quelle di superficie (Fig. 4).

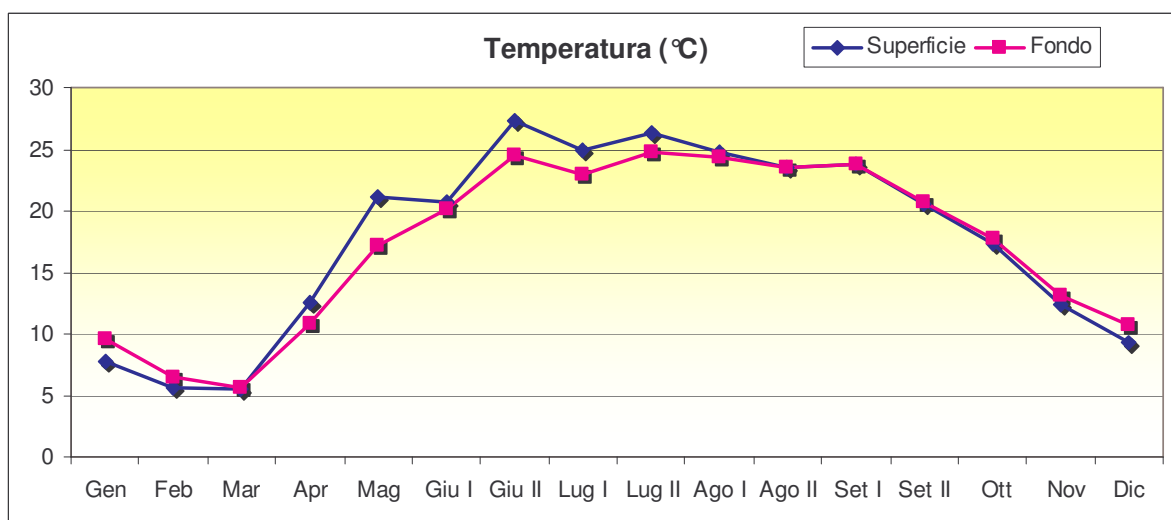
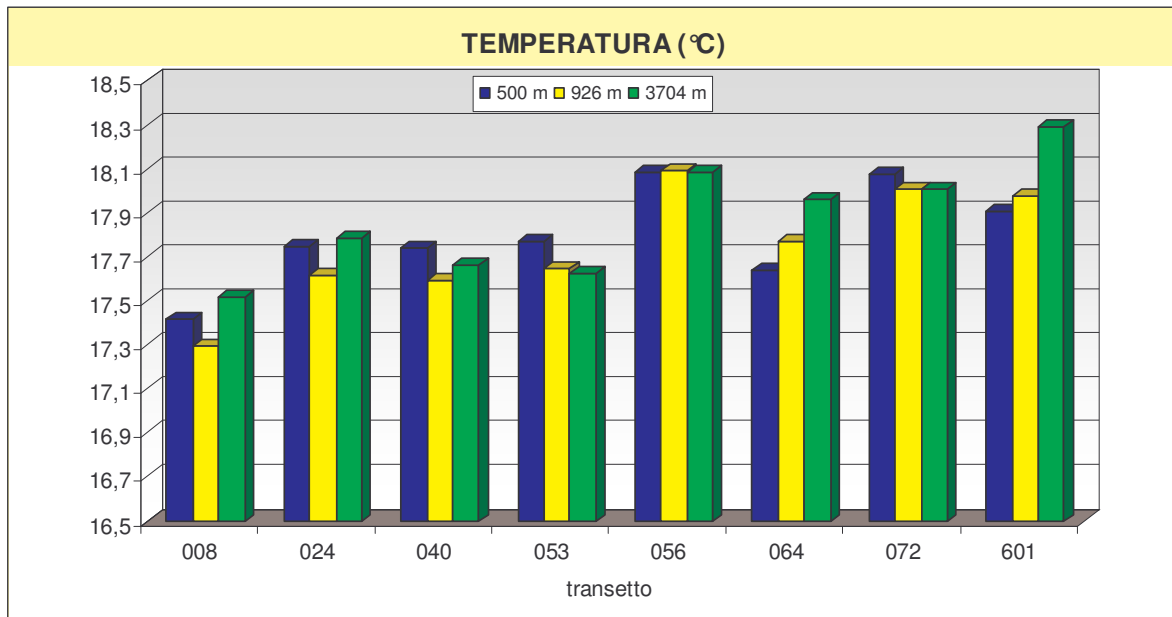


Figura 4: Valori medi di temperatura (°C) per campagna di rilevamento in superficie e al fondo.

In figura 5 si riporta la temperatura media per transetto alle diverse distanze dalla costa: come si può osservare, i valori di temperatura medi si sono mantenuti entro un range abbastanza ristretto lungo tutta la costa. Contrariamente a quanto osservato nell'anno 2004, i transetti localizzati a sud di Chioggia (Fig. 1), influenzati dalla presenza dei grossi apporti fluviali, mostrano valori di temperature medie più elevate rispetto ai transetti a nord, con gradienti più evidenti allontanandosi dalla costa presso i transetti 064 e 601: temperature più basse alla stazione a 500 m e via via più alte verso le stazioni più esterne.

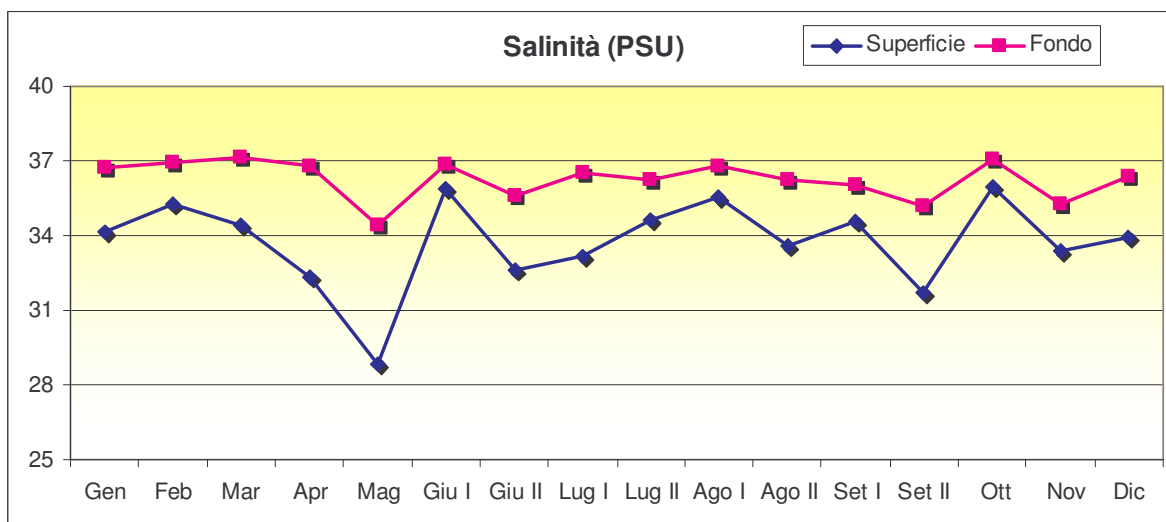


**Figura 5: Valori medi di temperatura per transetto alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.3 SALINITA'

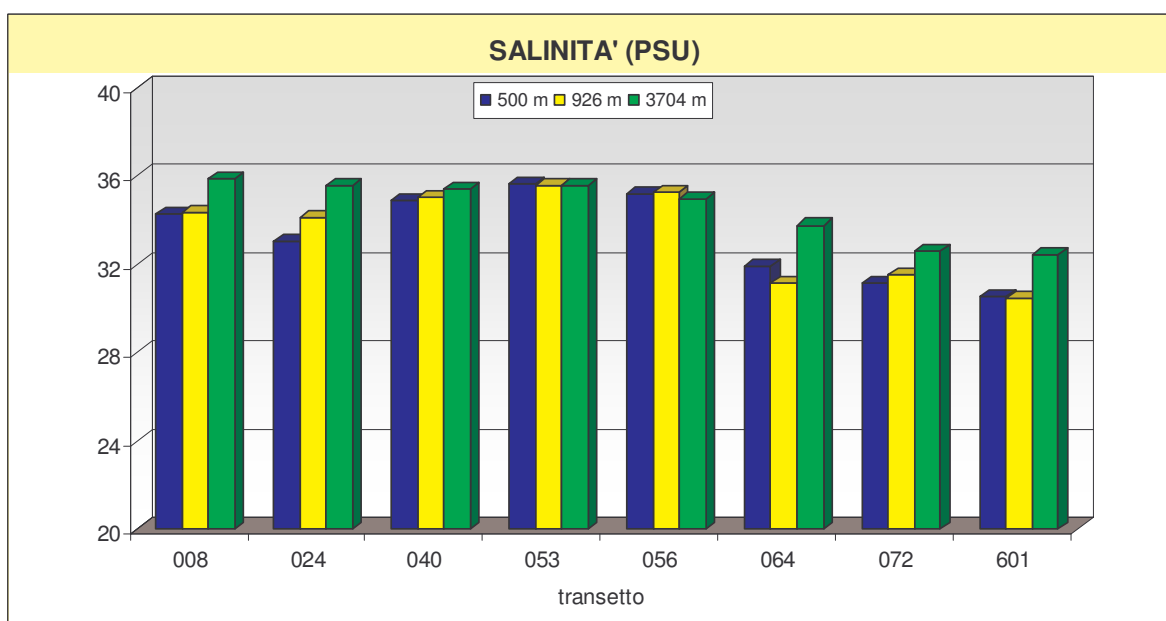
In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra un minimo di 19.14 PSU (stazione 10640 a maggio) e un massimo di 37.59 PSU (stazione 30080 nel mese di marzo), con un valore medio annuale di 33.76 PSU.

In figura 6 si riporta l'andamento delle salinità medie in superficie e al fondo per campagna di rilevamento. La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie, con cali evidenti in corrispondenza dei mesi di maggio e settembre (campagna 09B); in queste due occasioni negli strati superficiali sono raggiunti valori medi inferiori a 32 PSU, con un brusco abbassamento evidente nel mese di maggio a causa delle abbondanti precipitazioni, verificatesi prima della campagna, che hanno determinato la presenza di acque fortemente diluite.



**Figura 6: Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.**

Dalla figura 7, in cui si riportano i valori medi di salinità per transetto alle diverse distanze dalla costa, si osserva come l'area antistante la laguna di Venezia presenti valori medi di salinità elevati e uniformi alle tre distanze; subito a sud di Chioggia le concentrazioni si abbassano di molto in relazione al maggiore afflusso di acque dolci nella zona, e in modo più accentuato presso le stazioni vicine alla costa, mentre aumenta la dispersione dei valori puntiformi. I transetti posizionati nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia presentano una situazione intermedia, con valori di salinità più bassi rispetto alle zone di mare prospicienti la laguna; i gradienti longitudinali risultano particolarmente accentuati presso il transetto 024, localizzato presso la foce del fiume Sile.



**Figura 7: Valori medi di salinità per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.4 CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA

Rappresenta il parametro che, grazie alla azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8.19 unità di pH, un massimo di 8.85 (stazione 30720 a novembre) ed un minimo di 7.91 (stazione 20400 a novembre).

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH per ciascuna campagna di rilevamento in superficie e al fondo; durante i mesi estivi si evidenziano valori più bassi al fondo rispetto a quelli di superficie.

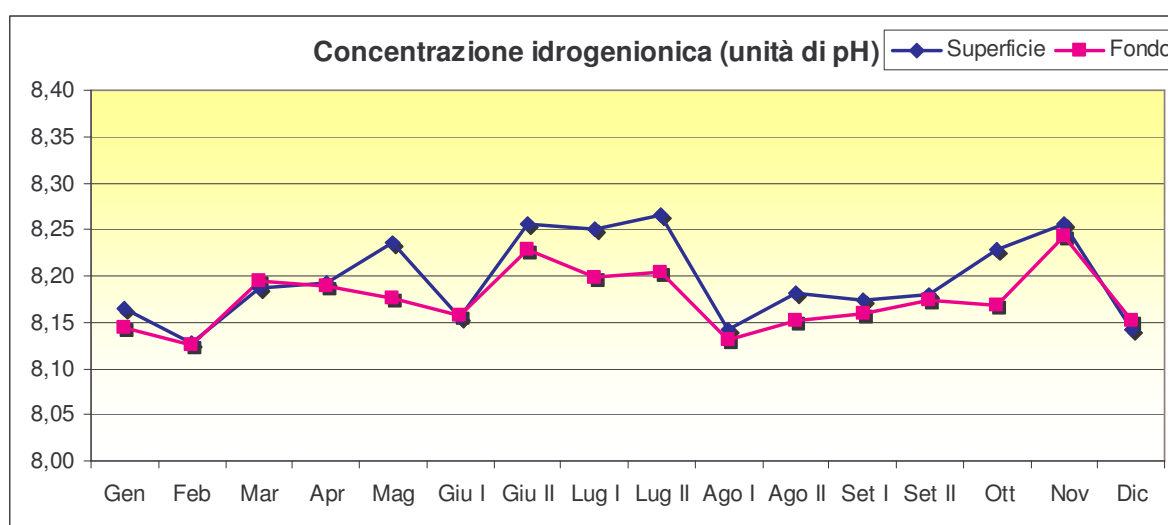
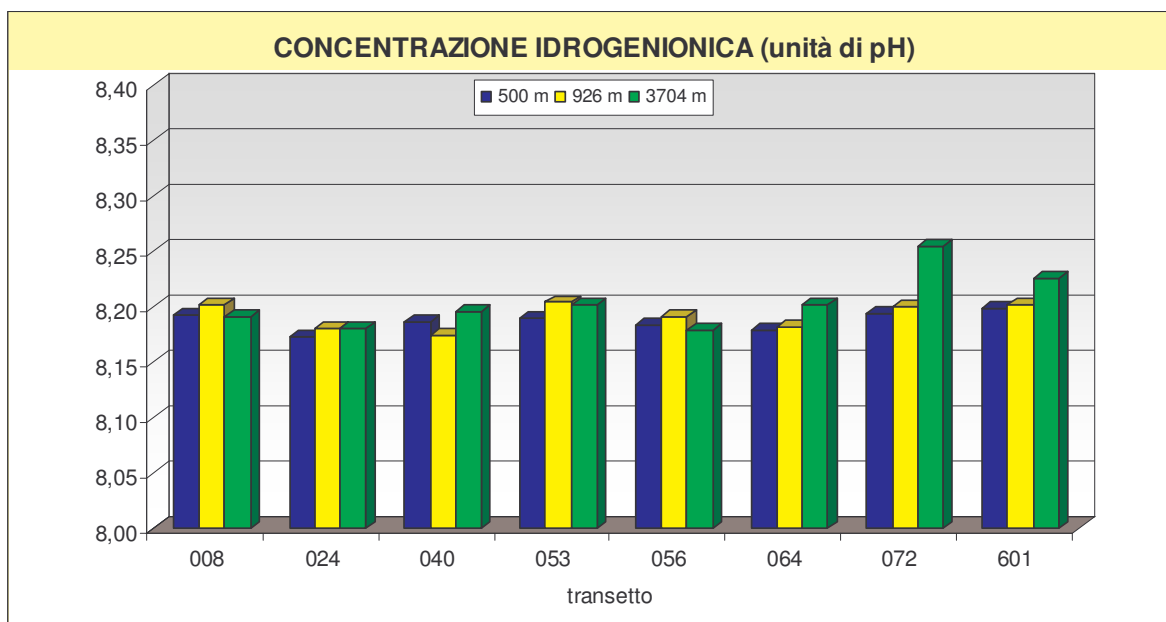


Figura 8: Valori medi di pH in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.

In figura 9 (valori medi di pH per transetto alle diverse distanze dalla costa) si può osservare come, pur su scala ridotta, i valori medi di concentrazione idrogenionica tendano leggermente ad aumentare procedendo da nord verso sud, anche se in modo meno evidente rispetto agli anni precedenti; si mantiene invece una maggiore variabilità dei valori nei transetti a sud di Chioggia, rispetto al resto della costa.



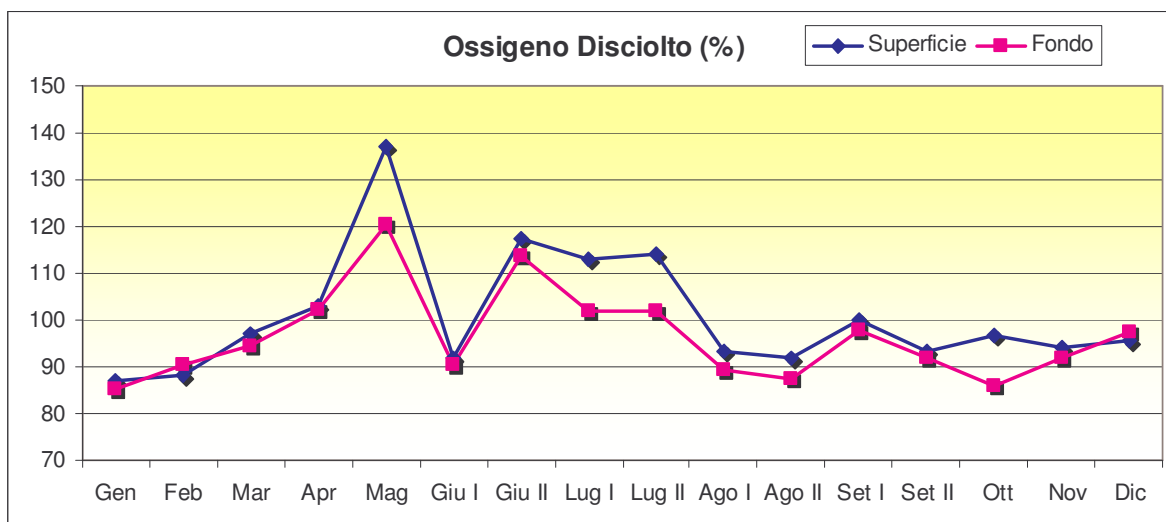
**Figura 9: Valori medi di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.5 OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 100.89% con un minimo di 81.20% alla stazione 10530 nel mese di gennaio ed un massimo di 187.10% alla stazione 20720 nella campagna di maggio. Al fondo i valori sono variati da 47.45% a 175.40%, con una media annuale pari a 96.46%.

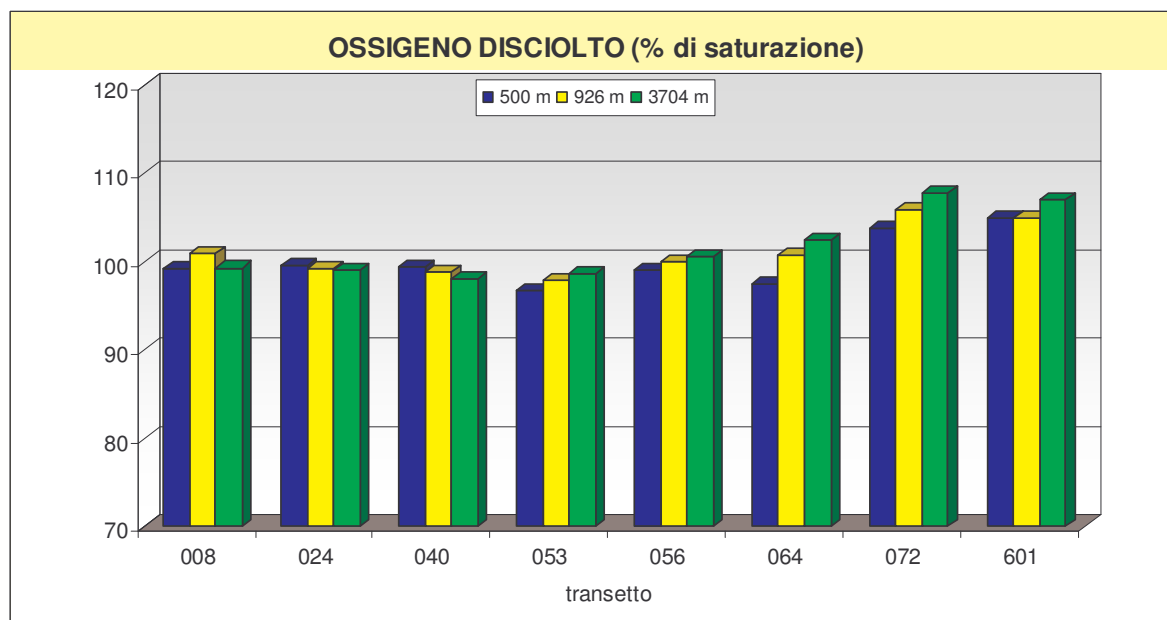
La figura 10 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie ed al fondo. I valori di superficie si mantengono al disotto del livello di saturazione nei primi mesi dell'anno, raggiungendo i valori massimi di concentrazione di ossigeno disciolto sia in superficie che al fondo nella campagna di maggio; segue un brusco calo nella prima campagna di giugno con livelli di sottosaturazione che caratterizzano poi anche il periodo da agosto a fine anno. Solamente i mesi di maggio, fine giugno e luglio presentano valori di ossigeno disciolto superiori alla saturazione.





**Figura 10: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.**

Nella figura 11 si riporta l'andamento medio dell'ossigeno disciolto per transetto alle varie di distanze dalla costa; dalla figura si evidenzia una tendenza all'aumento dei valori in direzione nord-sud. Il range di variazione delle concentrazioni di ossigeno disciolto è comunque più ristretto rispetto all'anno precedente; inoltre la maggiore variabilità è stata rilevata nel 2005 presso il transetto 072 (Albarella), mentre nel 2004 era presso il transetto 601, localizzato nell'area antistante la foce del Po di Pila.

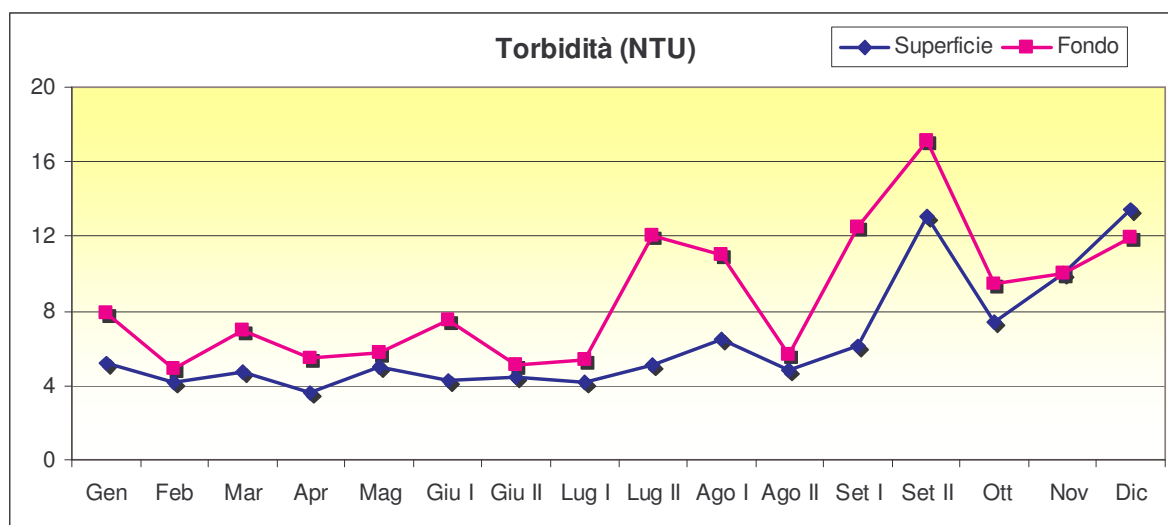


**Figura 11: Valori medi di ossigeno disciolto per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.6 TORBIDITA'

In superficie il valore medio di torbidità riscontrato è di 6.26 NTU con un minimo di 0.10 in tre casi (0.8%) ed un massimo di 50.00 NTU alla stazione 36010 nel mese di dicembre; in realtà le due stazioni del transetto 601 più vicine alla linea di costa (16010 e 26010) hanno presentato in questa occasione valori di torbidità molto spinti rispetto a quelli rilevati nel corso dell'anno lungo la costa, tanto da potere essere considerati come outlier e di conseguenza sono stati tolti dalle elaborazioni statistiche di base e dalle relative rappresentazioni grafiche.

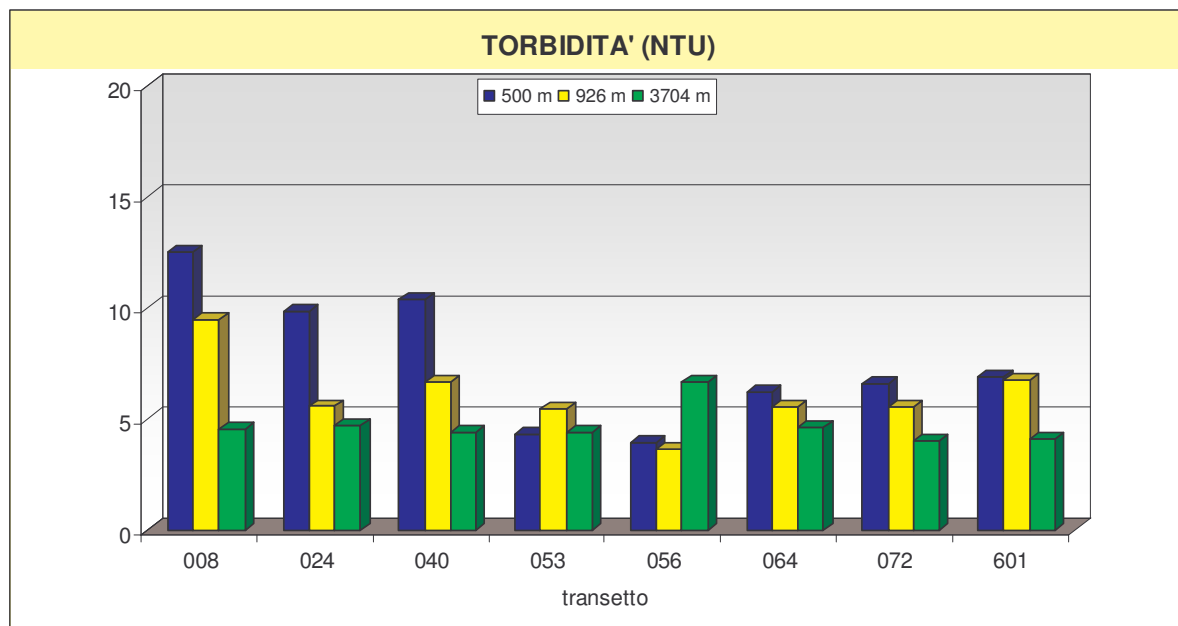
La figura 12 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie e al fondo; i valori medi nel corso dei primi mesi dell'anno risultano poco variabili, mentre nel periodo estivo si riscontrano i valori più elevati, contrariamente a quanto rilevato nell'anno precedente; inoltre sempre i valori di fondo sovrapassano quelli di superficie. Valori massimi sono evidenziati a settembre e a dicembre sia in superficie che al fondo.



**Figura 12: Valori medi di torbidità (NTU) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.**

In figura 13 è riportato l'andamento medio per transetto alle diverse distanze dalla costa; nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia risultano particolarmente elevati i valori presso le stazioni più vicine alla costa, influenzate dagli apporti fluviali dei fiumi sfocianti, mentre l'effetto non raggiunge le stazioni più al largo. Nella zona antistante la laguna, non condizionata dalla presenza di foci, la situazione è simile a tutte le distanze dalla costa con valori bassi di torbidità. Nel tratto di costa a sud di Chioggia, pur essendo presenti sbocchi di fiumi importanti e quindi notevoli afflussi di acqua dolce, le acque non risultano

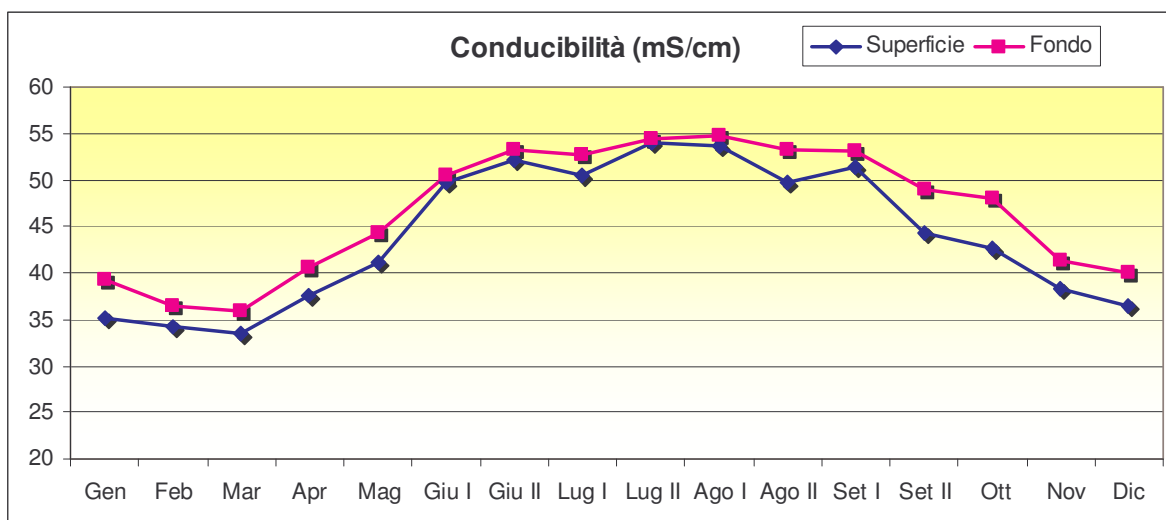
particolarmente condizionate, con valori più bassi rispetto ai transetti del tratto di costa a nord; resta evidente comunque un gradiente decrescente con l'allontanamento dalla costa.



**Figura 13: Valori medi di torbidità (NTU) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

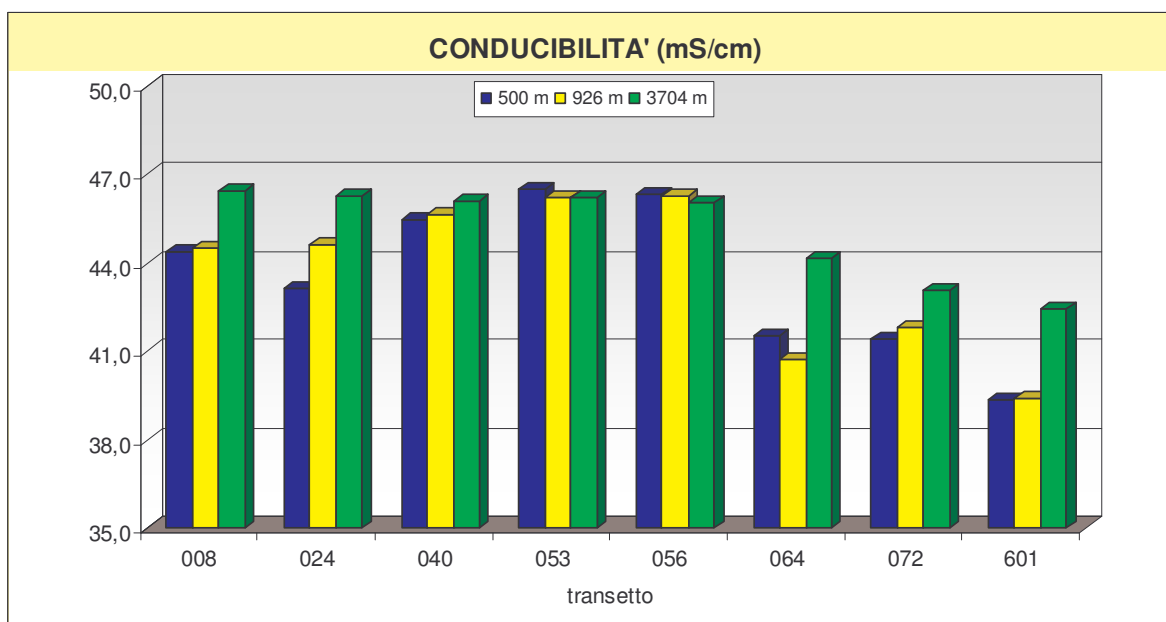
#### 4.1.7 CONDUCEBILITA' ELETTRICA

In superficie il valore medio annuo di conducibilità elettrica riscontrato è di 44.10 mS/cm con un minimo di 23.02, alla stazione 16010 nel mese di ottobre, ed un massimo di 56.80 alla stazione 30080 nella seconda campagna del mese di giugno. La figura 14 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie e al fondo: i valori più elevati sono stati rilevati nel periodo estivo, con i valori di fondo sempre superiori a quelli di superficie con andamento comunque sovrapponibile.



**Figura 14: Valori medi di conducibilità elettrica (mS/cm) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.**

La figura 15 mostra l'andamento dei valori medi di conducibilità per transetto alle diverse distanze dalla costa, evidenziando come le stazioni situate nel tratto di mare a sud di Chioggia, ove sboccano fiumi di ampia portata, presentino una netta riduzione dei valori ed una maggiore differenza di valori alle stazioni più esterne rispetto alle stazioni più prossime alla linea di costa.

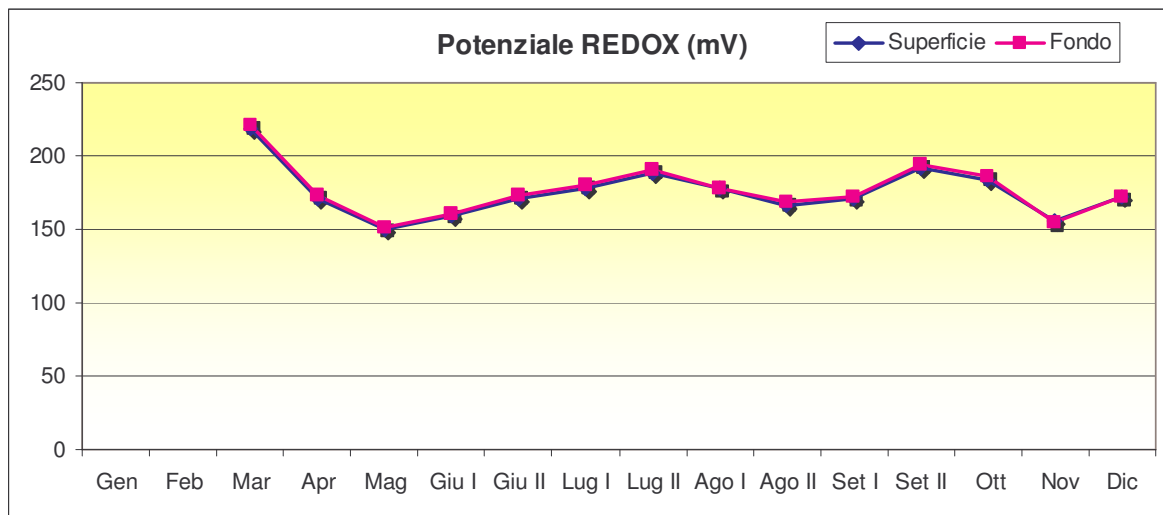


**Figura 15: Valori medi di conducibilità elettrica (mS/cm) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.8 POTENZIALE REDOX

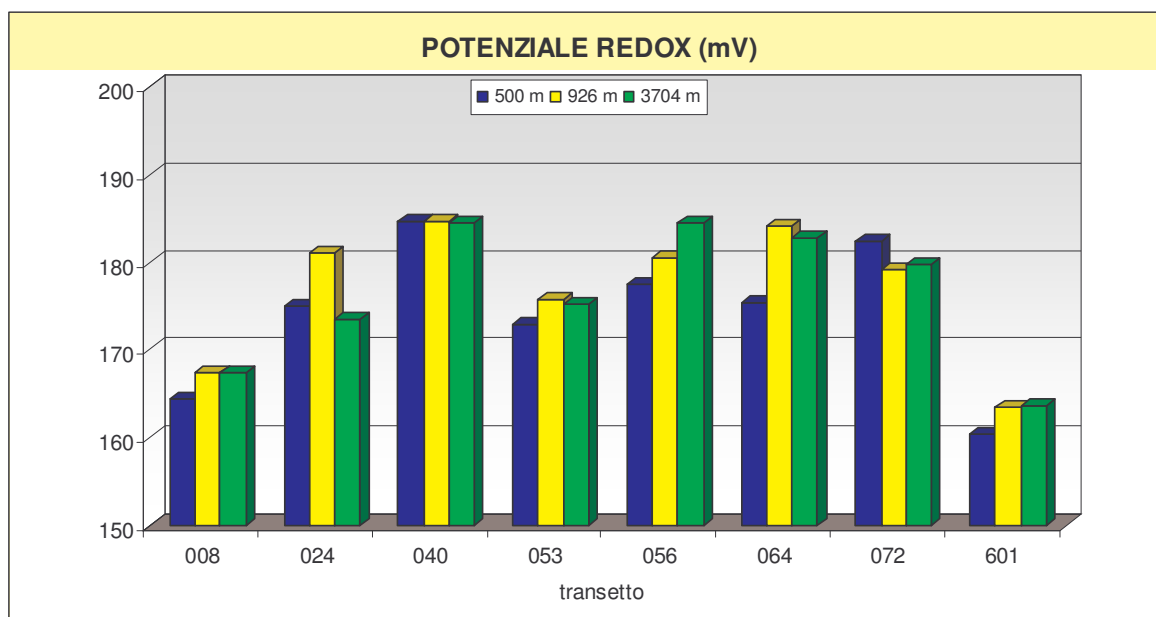
In superficie il valore medio di potenziale redox riscontrato è di 175,94 mV con un minimo di 64.50 mV, alla stazione 10640 nella prima campagna di giugno, ed un massimo di 292.10 mV alla stazione 20240 nella campagna di marzo.

La figura 16 rappresenta gli andamenti medi per ciclo di rilevamento in superficie e al fondo; risulta evidente la completa coincidenza dei valori rilevati al fondo con quelli di superficie, compresi tra 150 e 230 mV. Dalle elaborazioni sono stati omessi i dati rilevati nei mesi di gennaio e febbraio, rilevati con un sensore diverso e quindi non confrontabili con quelli successivi.



**Figura 16: Valori medi di potenziale redox (mV) in superficie e al fondo per campagna di rilevamento.**

In figura 17 si riporta l'andamento medio per transetto alle diverse distanze dalla costa, da cui risulta evidente come i valori medi presentino generalmente un gradiente non definito alle varie distanze mentre i transetti antistanti la laguna di Venezia mostrano un gradiente positivo. I valori più bassi sono stati rilevati nei transetti localizzati ai due estremi della rete di monitoraggio cioè lo 008 a Caorle e il 601 a Po di Pila.



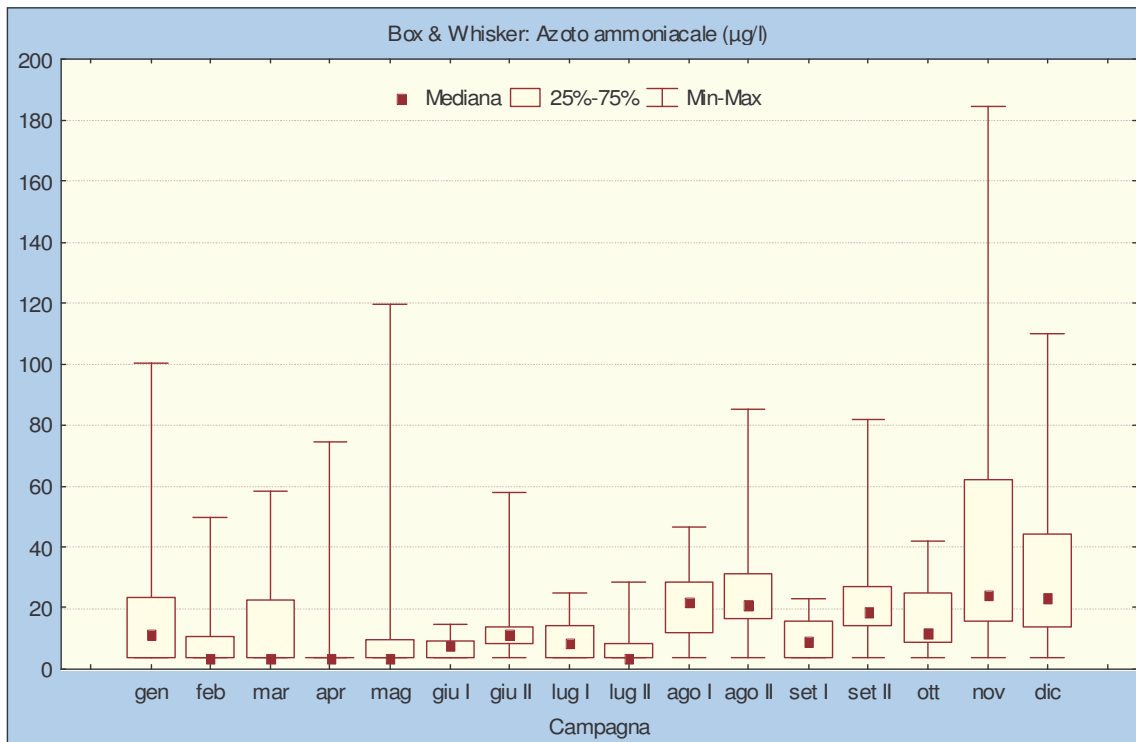
**Figura 17: Valori medi di potenziale redox (mV) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.9 AZOTO AMMONIACALE

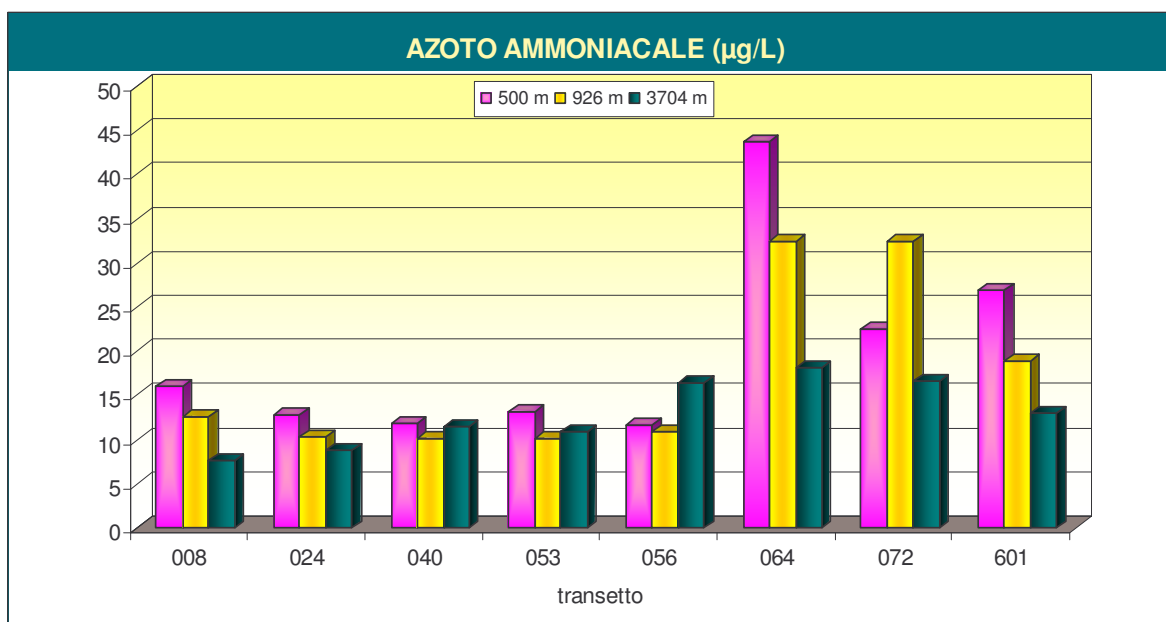
In superficie la concentrazione media annua di azoto ammoniacale è stata pari a 16.57  $\mu\text{g/l}$  con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (7.75  $\mu\text{g/l}$ ) nel 36.6% dei casi (in aumento rispetto al 19,0% rilevato nel 2004) ed un valore massimo di 184.20  $\mu\text{g/l}$  nella stazione 20720 nel mese di novembre.

In figura 18 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascuna campagna in forma di Box & Whisker Plots<sup>3</sup>. Dalla figura si osserva come nel mese di novembre si riscontrino valori particolarmente elevati e con un più ampia distribuzione. Dall'andamento per transetto (fig. 19) si nota un forte aumento delle concentrazioni nei transetti a sud del porto di Chioggia, maggiormente influenzati da apporti fluviali; particolarmente elevate risultano le concentrazioni rilevate a tutte le stazioni del transetto 064 direttamente sottoposto all'influenza del fiume Adige. Particolare è la situazione del transetto 072 per le concentrazioni più elevate alla stazione intermedia (926 m) piuttosto che alla stazione sottocosta (500 m).

<sup>3</sup> Box & Whisker Plot: la costruzione di un grafico Box & Whisker Plot fa uso dei quartili di un insieme di dati ed utilizza la rappresentazione dei dati in senso verticale. L'area della scatola rappresenta il 50% della distribuzione dei dati complessivi dove l'estremità inferiore corrisponde al primo quartile (25%) e l'estremità superiore al terzo (75%); il valore massimo e il minimo vengono rappresentati rispettivamente dall'ampiezza del baffo superiore ed inferiore della scatola, mentre dalla posizione della mediana (rappresentata graficamente dal quadratino interno alla scatola) si può capire se la distribuzione dei dati è simmetrica intorno al valore medio.



**Figura 18: Box & Whisker Plots dei valori di azoto ammoniacale in superficie per campagna di rilevamento.**



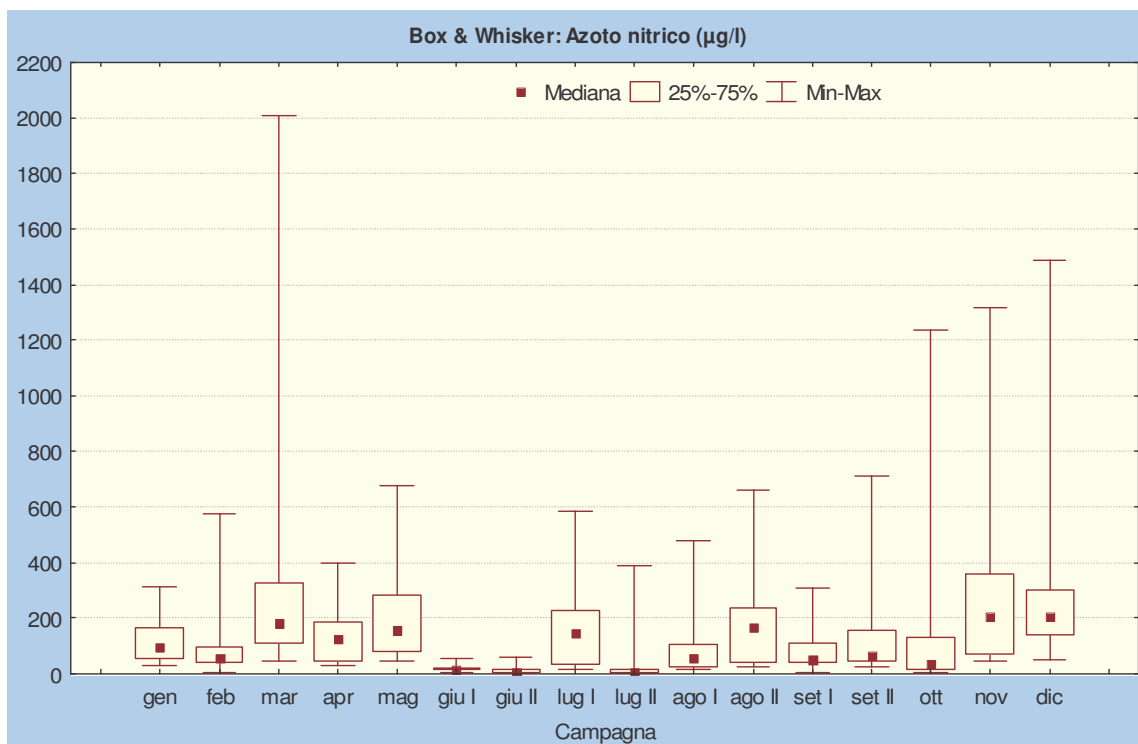
**Figura 19: Valori medi di azoto ammoniacale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.10 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di 145,63 µg/l con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (11,30 µg/l) nel 11,8% dei casi

(contro il 15,4% nel 2004), ed un valore massimo di 2007.80  $\mu\text{g/l}$  nella stazione 16010 nel mese di marzo.

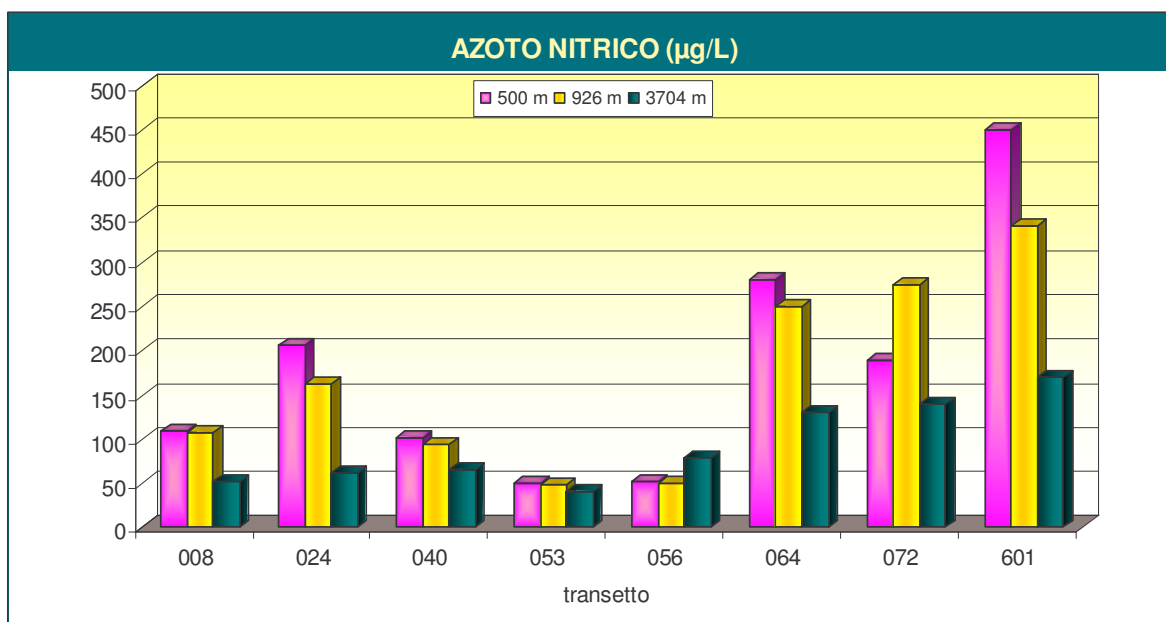
In figura 20 è riportato la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciclo di rilevamento; l'andamento tipicamente stagionale, rilevato negli anni precedenti, risulta meno evidente in conseguenza delle condizioni meteo-climatiche verificatesi nel corso dell'anno. I valori medi più elevati sono stati rilevati nei mesi di marzo (mese in cui si è registrato il valore massimo) ma anche a novembre, in corrispondenza a fenomeni di precipitazioni intense verificatesi in questo mese, a conferma dell'origine esogena di tale nutriente.



**Figura 20: Box & Whisker Plots dei valori di azoto nitrico in superficie per campagna di rilevamento.**

Dalla figura 21 si evidenzia un aumento delle concentrazioni di questo nutriente procedendo da nord verso sud, con valori medi più bassi nell'area antistante la laguna di Venezia, e con valori particolarmente elevati nei transetti antistanti le foci dei principali fiumi del Veneto (064, 072 e 601).



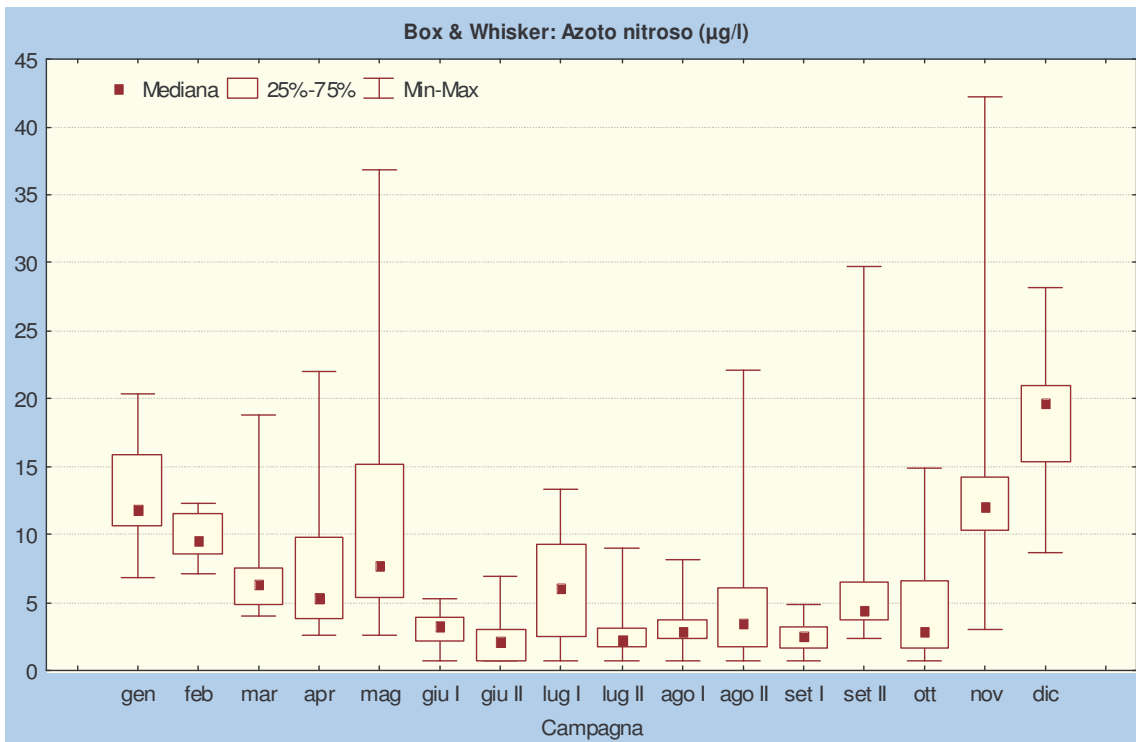


**Figura 21: Valori medi di azoto nitrico per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.11 AZOTO NITROSO

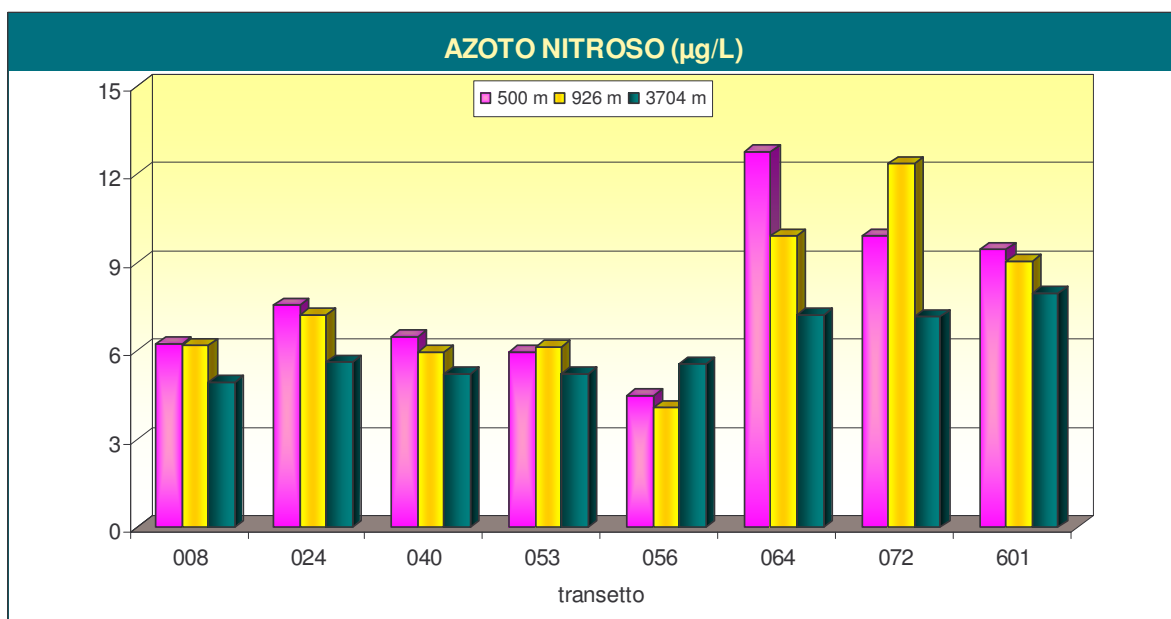
In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 7.18 µg/l con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.52 µg/l) nel 7.5% dei casi (contro il 6,8% dell'anno precedente) ed un valore massimo di 42.18 µg/l nella stazione 20720 nella campagna di novembre.

L'andamento temporale dei nitriti ha presentato un netto andamento stagionale con concentrazioni medie più alte nel periodo invernale e valori minimi nei mesi estivi (Fig. 22), con picchi di concentrazione nei mesi di gennaio e dicembre, mentre una maggiore dispersione dei valori si evidenzia nei mesi di maggio e novembre.



**Figura 22: Box & Whisker Plots dei valori di azoto nitroso in superficie per campagna di rilevamento.**

Dalla figura 23 è da notare la presenza di valori medi particolarmente elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia. In particolare il transetto 064, influenzato dalla presenza della foce del fiume Adige, presenta valori particolarmente elevati soprattutto nella stazione più vicina alla costa (500 m); come per i precedenti nutrienti, anche in questo caso al transetto 072 risalta la stazione intermedia per le concentrazioni più elevate rispetto alla stazione sottocosta.



**Figura 23: Valori medi di azoto nitroso per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.12 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 412,55 µg/l, con un valore minimo pari a 37.88 µg/l alla stazione 30080 nella prima campagna di settembre ed un valore massimo di 2180.76 µg/l nella stazione 16010 nel mese di marzo.

La distribuzione dei valori per campagna di rilevamento, che non segue quello dell'azoto nitrico, presenta valori decisamente elevati in tre periodi temporali (marzo-maggio, luglio-agosto e dalla seconda quindicina di settembre in poi) separati tra loro da cali improvvisi dei valori di concentrazione nelle campagne svolte nella prima quindicina del mese di giugno e del mese di settembre (Fig. 24).

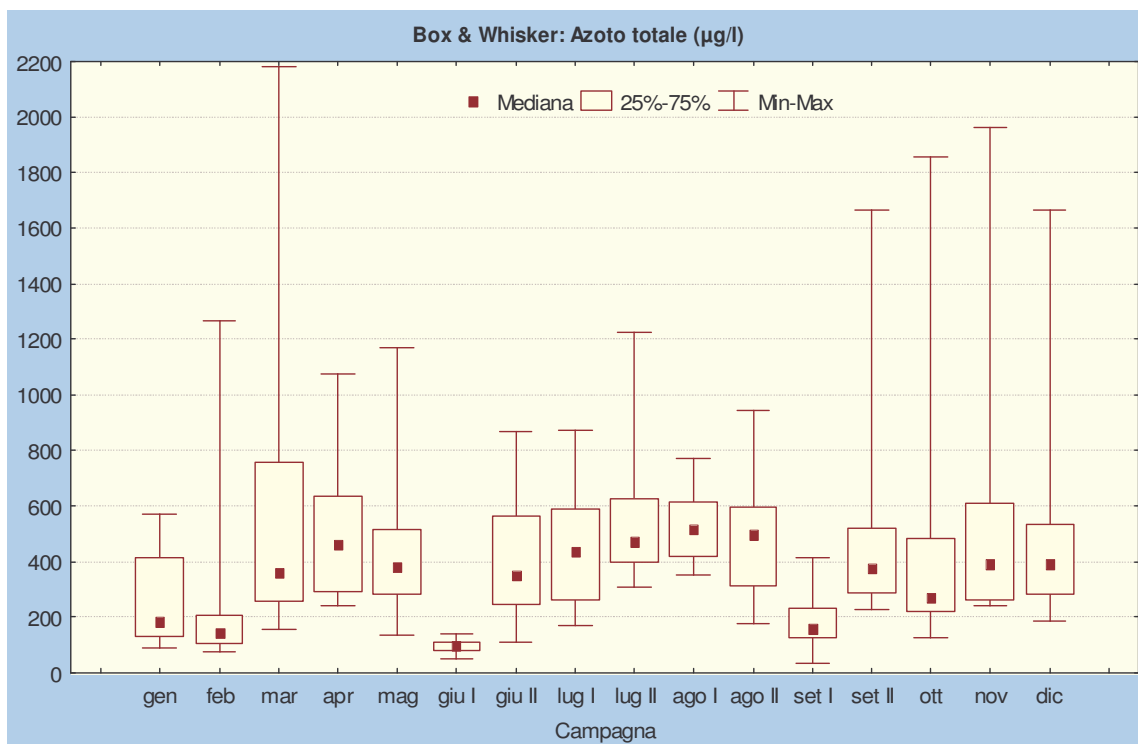


Figura 24: Box & Whisker Plots dei valori di azoto totale in superficie per campagna di rilevamento.

Per quanto riguarda l'andamento per transetto si osserva ancora una volta un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali: transetto 024 a nord (foce del Sile) e soprattutto quelli localizzati a sud di Chioggia (transetti 64, 072, 601) (Fig. 25).

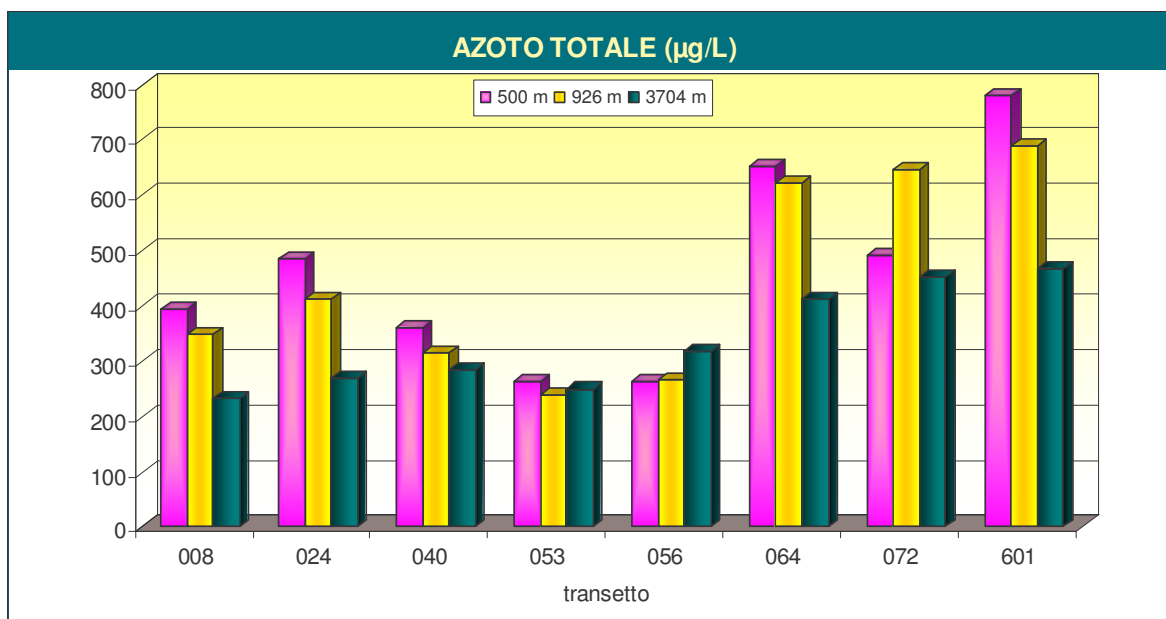
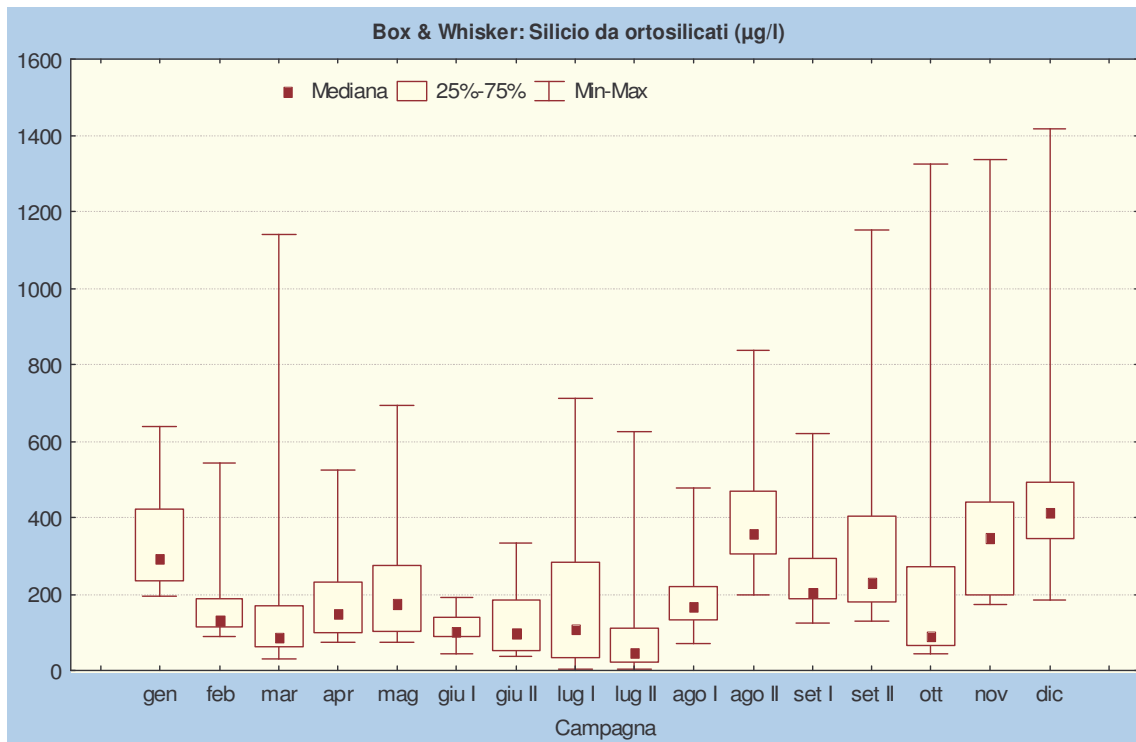


Figura 25: Valori medi di azoto totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

#### 4.1.13 SILICIO DA ORTOSILICATI

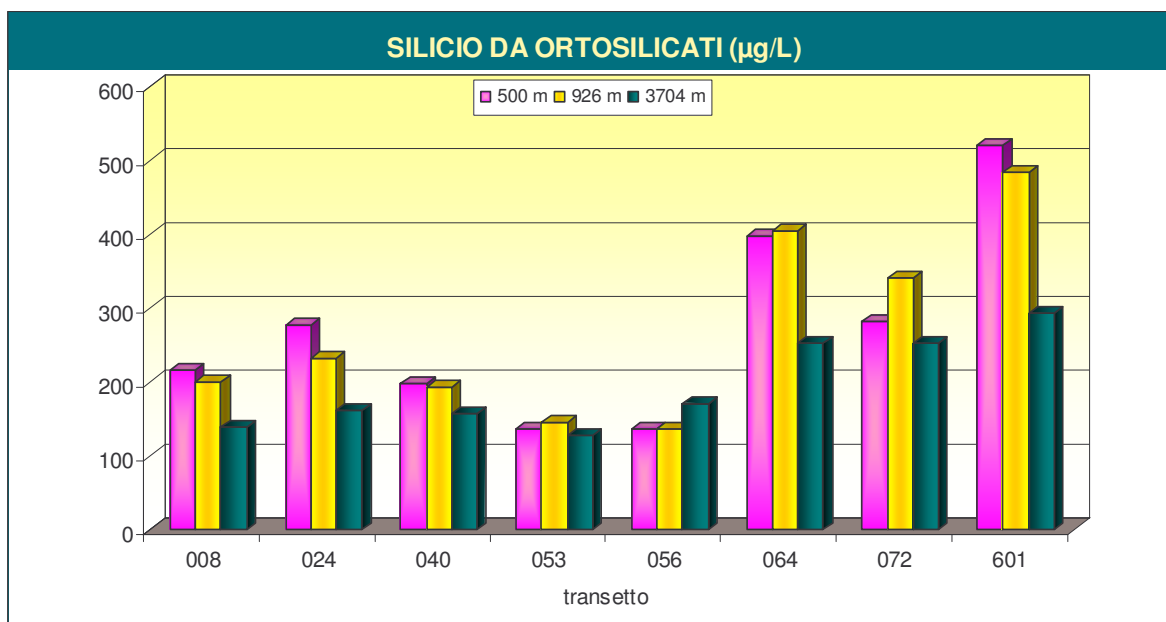
Il valore medio di silicio da ortosilicati osservato in superficie è di 243,14 µg/l con un massimo di 1416.35 (stazione 16010 nel mese di dicembre) e valori minimi, inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (7.96 µg/l), in due casi: alla stazione 20560 nella prima campagna di luglio e alla stazione 30530 nella seconda campagna dello stesso mese.

In figura 26 si riporta la distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati rilevati nelle varie campagne; anche in questo caso l'andamento stagionale tipico dei nutrienti è poco delineato, con valori di concentrazione abbastanza elevati a partire dalla metà di agosto e una ampia variabilità all'interno di ciascuna campagna da questo mese in poi, in conseguenza ad eventi occasionali di precipitazione.



**Figura 26: Box & Whisker Plots dei valori di di silicio da ortosilicati in superficie per campagna di rilevamento.**

Dall'andamento per transetto (Fig. 27) si nota ancora, come per gli altri nutrienti, un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali: 064, 072 e soprattutto quello di fronte alla foce del Po di Pila (601), con evidenti gradienti decrescenti con l'allontanamento dalla costa. Tale influenza risulta evidente dalla forte correlazione inversa del silicio da ortosilicati con la salinità ( $r = -0.52$ ), rilevabile anche per azoto totale ( $r = -0.56$ ) e azoto nitrico ( $r = -0.48$ ) nelle stazioni a 500 m dalla costa; tale correlazione si mantiene anche nelle stazioni più al largo.

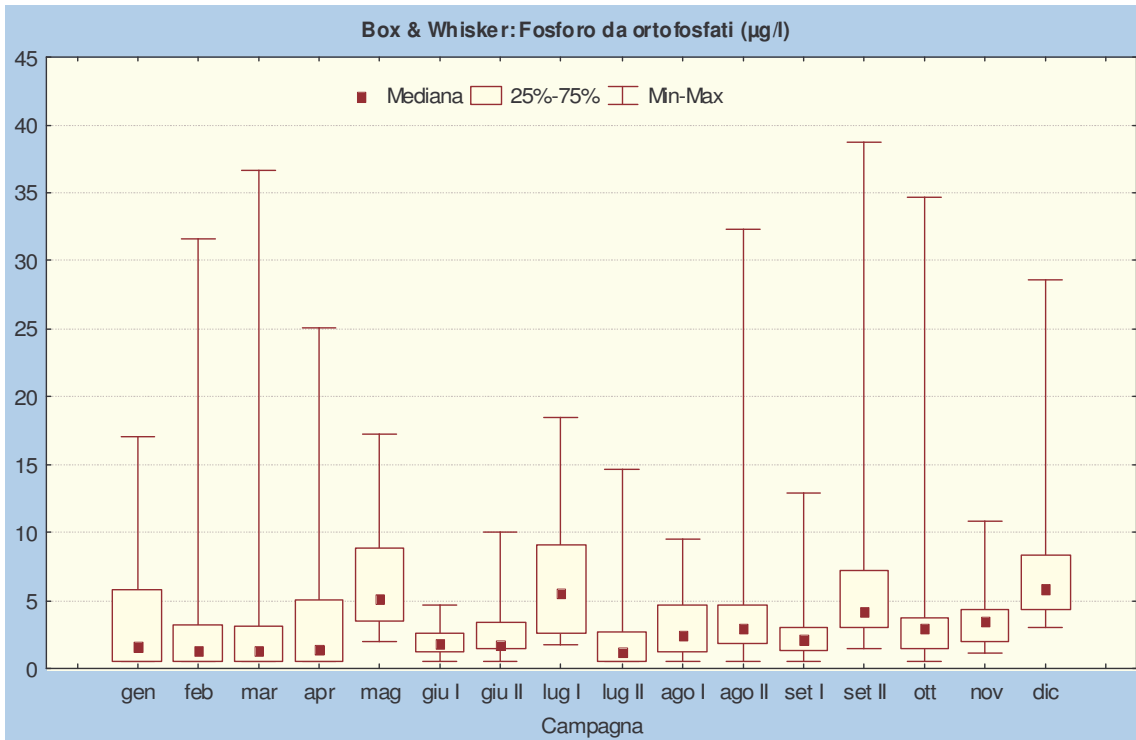


**Figura 27: Valori medi di silicio da ortosilicati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.14 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

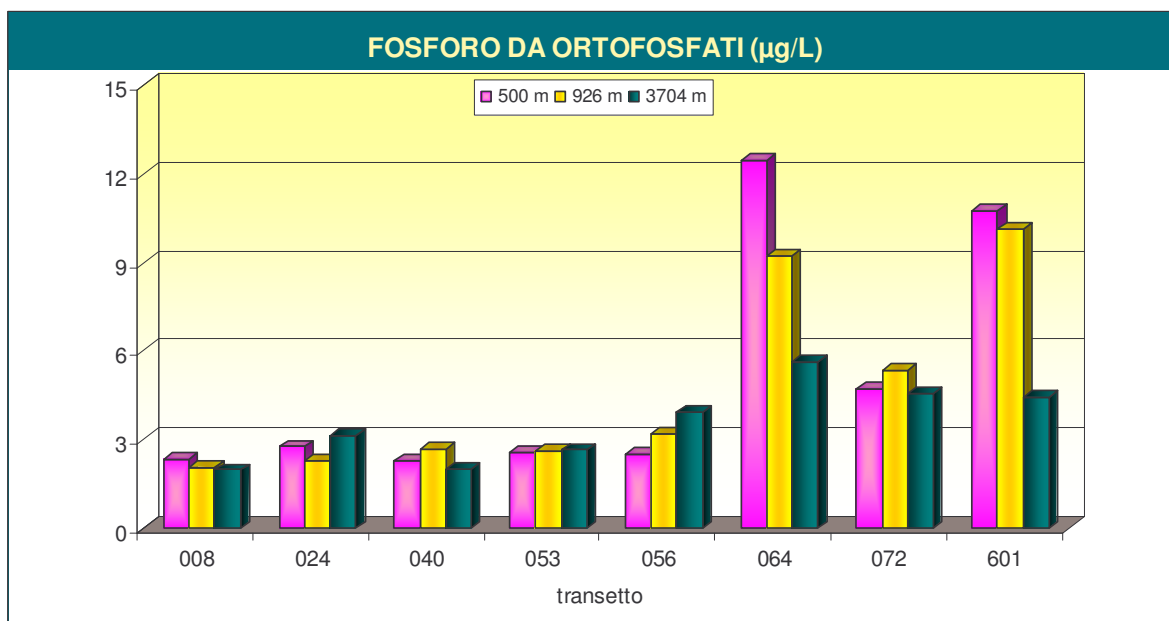
In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di 4.38 µg/l con un massimo di 38.70 µg/l (stazione 10640 nella seconda campagna di settembre) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) nel 15.1% dei casi; rispetto agli ultimi anni risulta evidente una diminuzione del numero di campioni con valori inferiori al limite di rilevabilità della strumentazione (il 33.9% nel 2004 e il 47.3% nel 2003 con valori medi rispettivamente di 4.30 µg/l nel 2004 e 3.26 nel 2003).

La distribuzione delle concentrazioni di fosforo rilevate per ciascuna campagna di rilevamento e misura (Fig. 28) mostra, come già visto per gli altri nutrienti, una situazione abbastanza disomogenea, senza un preciso andamento stagionale; valori elevati sono stati rilevati nel mese di maggio, nella prima campagna di luglio, nella seconda di settembre ed infine a dicembre, mentre una ampia distribuzione dei valori risulta in molte delle campagne effettuate.



**Figura 28: Box & Whisker Plots dei valori di silicio da ortosilicati in superficie per campagna di rilevamento.**

La distribuzione dei dati medi lungo la costa alle diverse distanze evidenzia valori più elevati ancora una volta nella zona costiera a sud di Chioggia, in particolare presso i transetti 064 e 601, influenzati dai cospicui apporti dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Adige e soprattutto Po (Fig. 29).

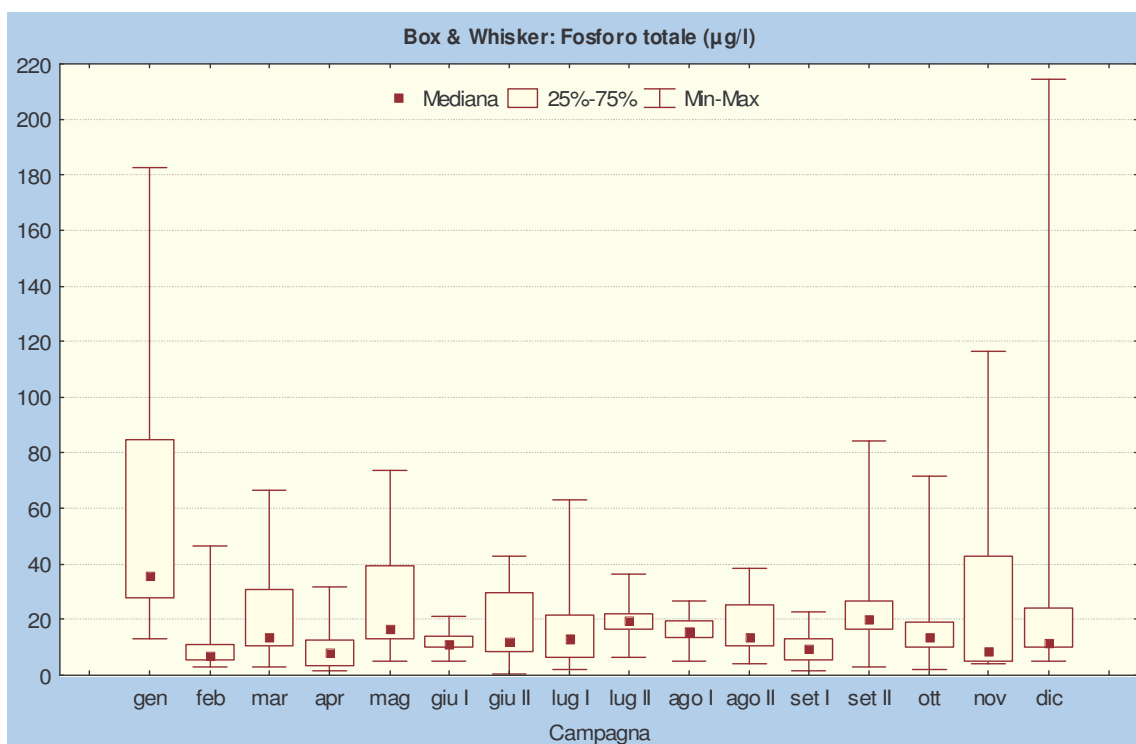


**Figura 29: Valori medi di fosforo da ortofosfati per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.15 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 20,96  $\mu\text{g/l}$  con un massimo di 214.60  $\mu\text{g/l}$  (stazione 16010 nella campagna di dicembre) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (1.0  $\mu\text{g/l}$ ) rilevato alla stazione 30080 nella seconda campagna di giugno.

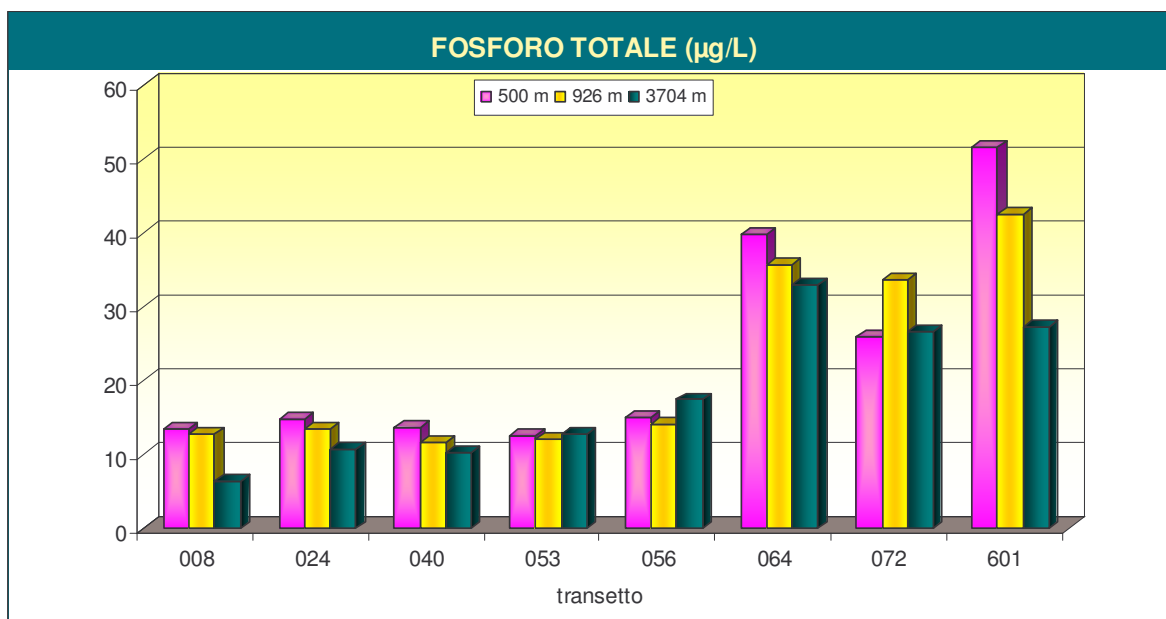
L'andamento per ciclo di rilevamento si presenta abbastanza costante nel periodo indagato (Fig. 30), con i valori nettamente più alti nel mese di gennaio.



**Figura 30: Box & Whisker Plots dei valori di fosforo totale in superficie per campagna di rilevamento.**

Come per gli altri nutrienti, la distribuzione lungo la costa evidenzia valori decisamente più elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia in particolare 064 e 601, quest'ultimo con concentrazioni che restano alte anche alle stazioni più distanti dalla costa per l'estesa influenza delle acque del Po (Fig. 31).





**Figura 31: Valori medi di fosforo totale per transetto e alle diverse distanze dalla costa.**

#### 4.1.16 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a*, misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0.95 µg/l, con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità (0.02 µg/l) nello 0.8% dei casi ed un massimo di 5.90 µg/l rilevato nel mese di aprile alla stazione 26010.

Considerando invece la clorofilla *a* rilevata con il metodo analitico si ritrova un valore medio di 2.25 µg/l con valori compresi tra un minimo di 0.20 µg/l (nello 1.3% dei casi) ed un massimo di 12.70 µg/l rilevato, concordemente con quanto osservato per la clorofilla da CTD, nel mese di aprile alla stazione 26010 (foce del Po di Pila).

Nella figura 32 si riporta la distribuzione dei valori medi di clorofilla *a*, misurata con entrambi i metodi, per campagna di rilevamento; i due andamenti risultano simili, con discrepanze abbastanza uniformi, durante tutto l'anno ad eccezione dei due picchi di concentrazione rilevati a maggio e alla prima campagna di luglio dove invece è evidente una forte differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e concentrazioni da attività analitica.

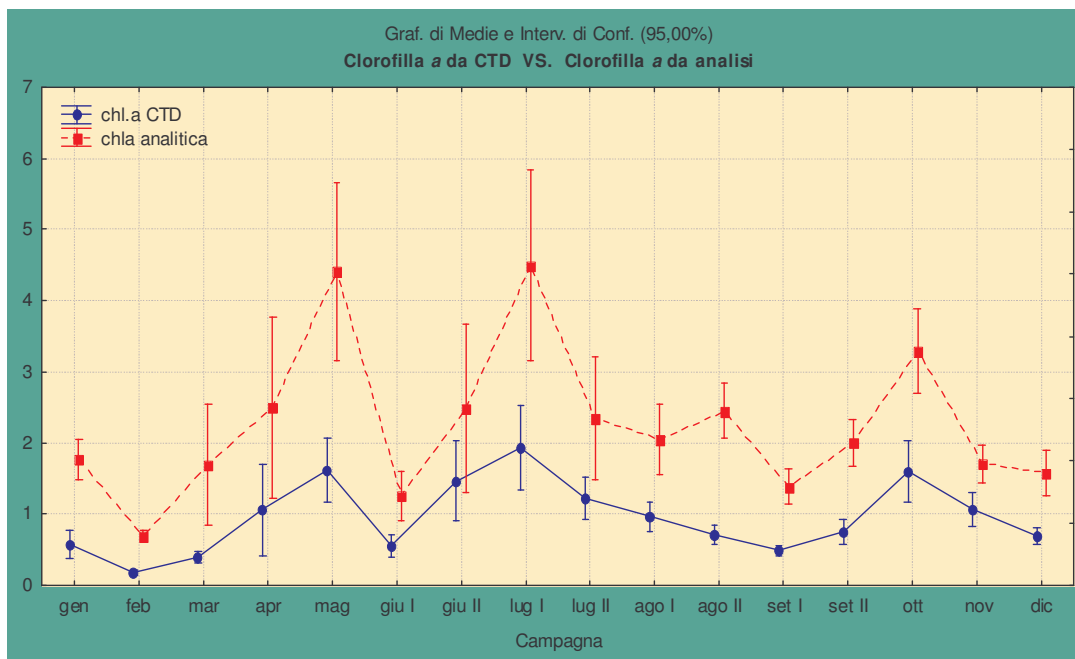


Figura 32: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l), rilevata con sonda multiparametrica e con metodo analitico, in superficie per campagna di rilevamento.

In figura 33 ed in figura 34 sono riportate le concentrazioni medie per transetto alle diverse distanze dalla costa rispettivamente per la clorofilla da sonda e analitica; si può osservare come gli andamenti siano sovrapponibili, seppur su scala diversa, con concentrazioni più elevate nei transetti presenti nella zona di costa a sud di Chioggia, interessata dallo sbocco dei maggiori fiumi (064, 072 e 601), analogamente a quanto si osserva per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 38).

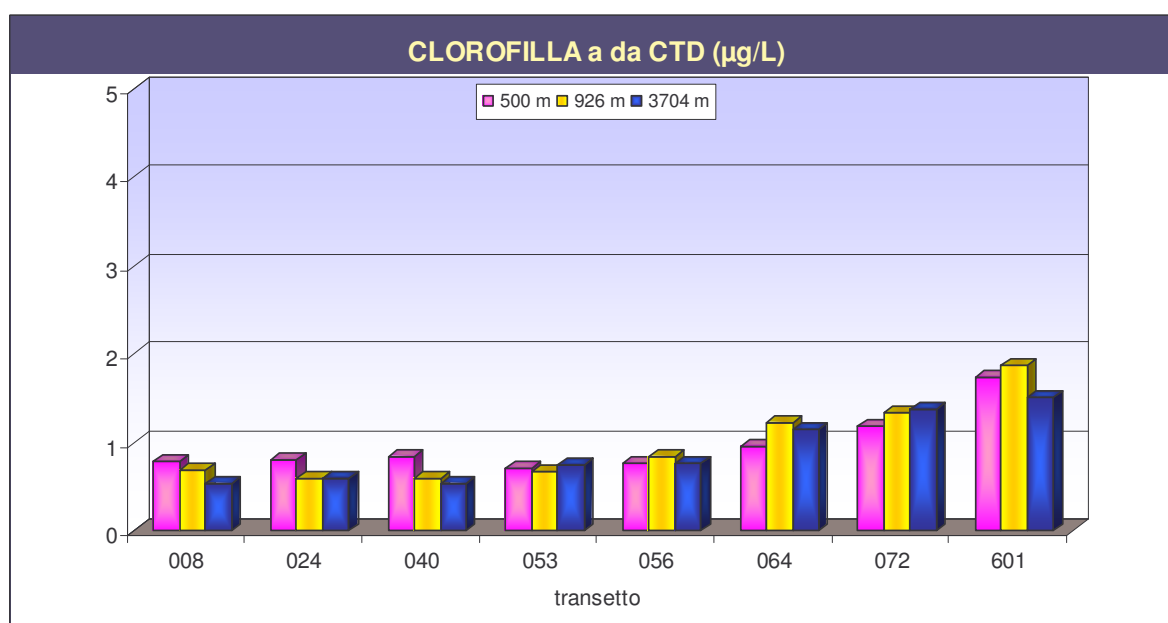


Figura 33: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l, da CTD) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

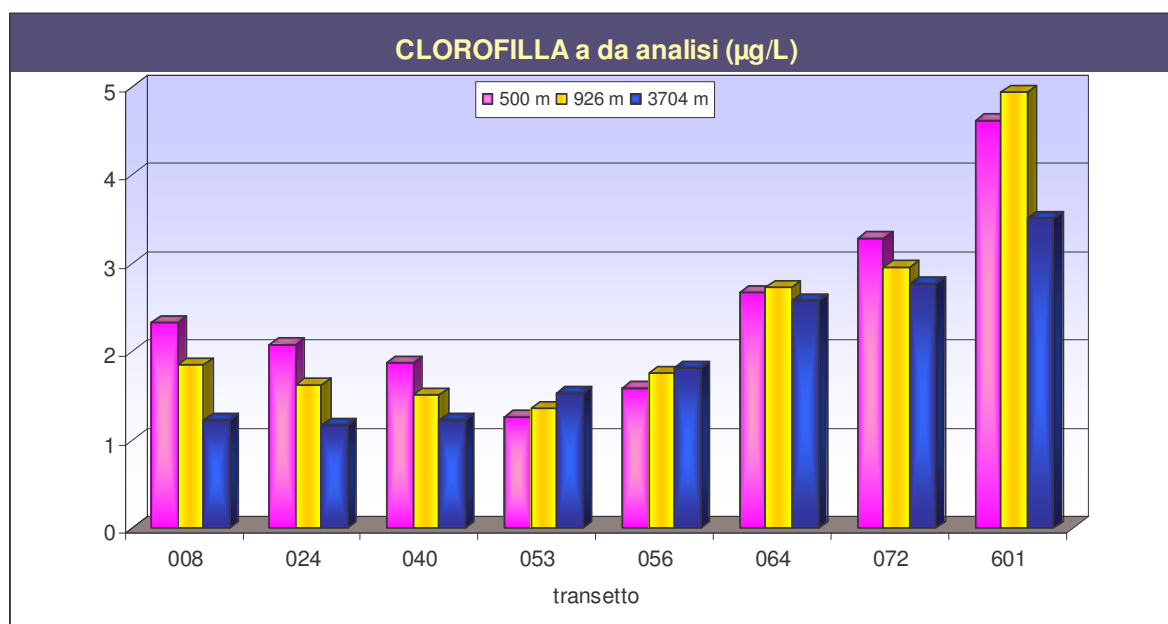


Figura 34: Valori medi di clorofilla *a* (µg/l, analitica) per transetto e alle diverse distanze dalla costa.

#### 4.1.17 INDICE TROFICO TRIX

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 5), in funzione delle variazioni di parametri quali clorofilla *a*, ossigeno disciolto, fosforo totale ed azoto inorganico:

$$\text{Indice trofico TRIX} = (\log (\text{Chl } a * \text{OD}\% * \text{N} * \text{P}) - (-1.5)) / 1.2$$

dove:

Chl *a* = clorofilla (µg/l);

OD% = Ossigeno disciolto in percentuale come deviazione in valore assoluto dalla saturazione;

N = Azoto minerale disciolto (µg/l);

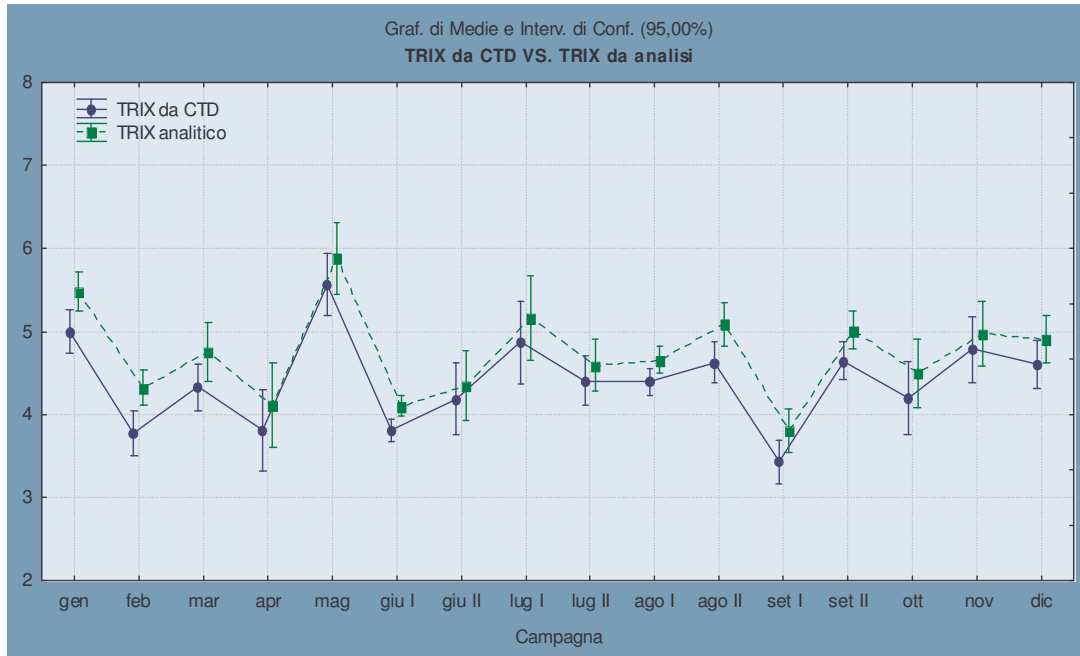
P = Fosforo totale (µg/l).

Tabella 5: Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs 152/99 e s.m.i.).

INDICE DI TROFIA	STATO TROFICO	COLORE
2-4	Elevato	Blu
4-5	Buono	Verde
5-6	Mediocre	Giallo
6-8	Scadente	Rosso

I dati rilevati nel periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla *a* da sonda, evidenziano per le acque di superficie un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.39 (classe “buono”) con un minimo di 1.86 (stazione 30080, seconda campagna di giugno) ed un massimo di 7.13 (stazione 20720, campagna di maggio); considerando invece la clorofilla *a* analitica l’indice trofico risulta compreso tra un minimo di 2.09 ed un massimo di 7.44, rispettivamente alle stesse stazioni e campagne del TRIX calcolato con clorofilla da CTD, con un valore medio di 4.72 (classe “buono”).

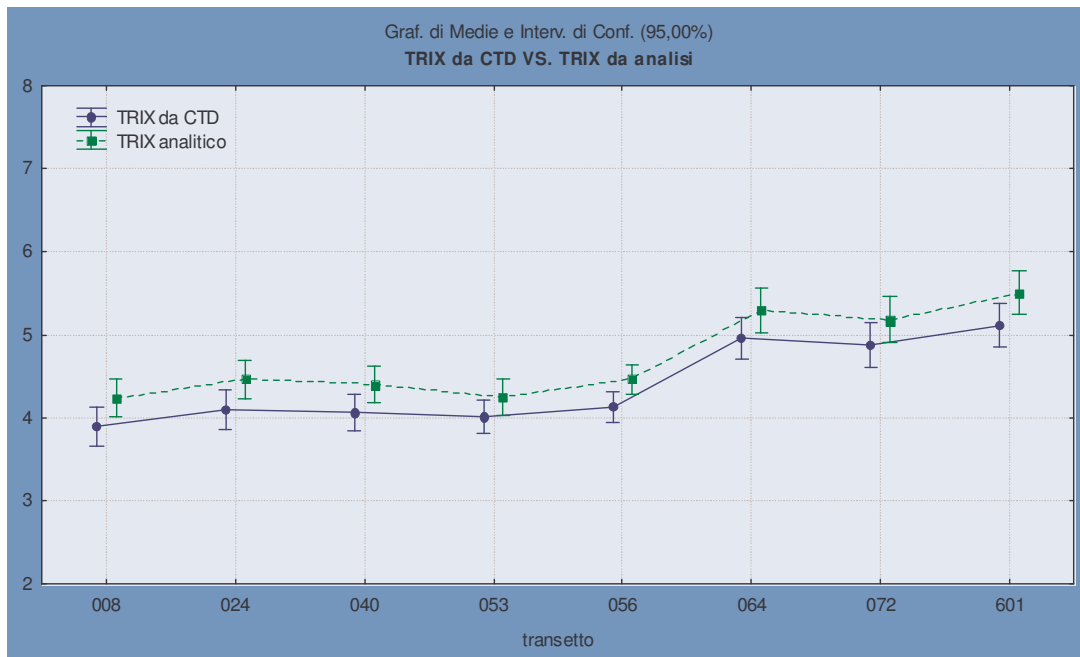
In figura 35 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell’indice trofico per ciascuna campagna: considerando l’indice calcolato con la clorofilla *a* da sonda si può osservare come i valori medi risultino compresi nelle due classi “elevato” e “buono”, ad eccezione della campagna di maggio in cui raggiunge un valore medio compreso nella classe “mediocre”; considerando invece l’indice calcolato con la clorofilla *a* analitica, si osserva come presenti lo stesso andamento del TRIX calcolato utilizzando i dati di clorofilla da CTD pur se su valori numerici leggermente più alti, raggiungendo la classe mediocre anche in altre campagne oltre a quella di maggio, mentre nella maggior parte dei casi i valori di TRIX si mantengono inferiori al valore 5.



**Figura 35: Valori medi di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie per campagna di rilevamento.**

I valori medi calcolati su tutte le tre stazioni per ciascun transetto (Fig. 36) mostrano ancora come l’area a sud del Porto di Chioggia risulti caratterizzata da un indice trofico più

elevato, con un andamento parallelo tra i valori calcolati con clorofilla rilevata tramite CTD e clorofilla analizzata in laboratorio.



**Figura 36: Valori medi di TRIX calcolati per ciascun transetto (clorofilla da sonda e analitica).**

In figura 37 si riportano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* determinata con metodo analitico) mediati nelle quattro stagioni 2005. Dalla figura si evidenzia bene come la maggior parte della fascia costiera presenti valori di indice trofico compresi nella classi “elevato” (soprattutto a nord e al largo, con TRIX compreso tra 3 e 4) e “buono” (nelle stazioni prossime alla costa nel tratto a nord e in quello antistante la laguna di Venezia, con TRIX compreso tra 4 e 5) in tutte le stagioni; fa eccezione la fascia costiera a sud influenzata dalle foci di fiumi quali Brenta-Bacchiglione, Adige e Po (064, 072 e 601) che, risentendo dell’influsso fluviale, presenta una distribuzione di valori di TRIX tale da classificare le stazioni qui localizzate nella classe “mediocre”, con l’area antistante il Po di Pila compresa talvolta nella classe “scadente” (TRIX tra 6 e 8) soprattutto nel periodo autunnale.

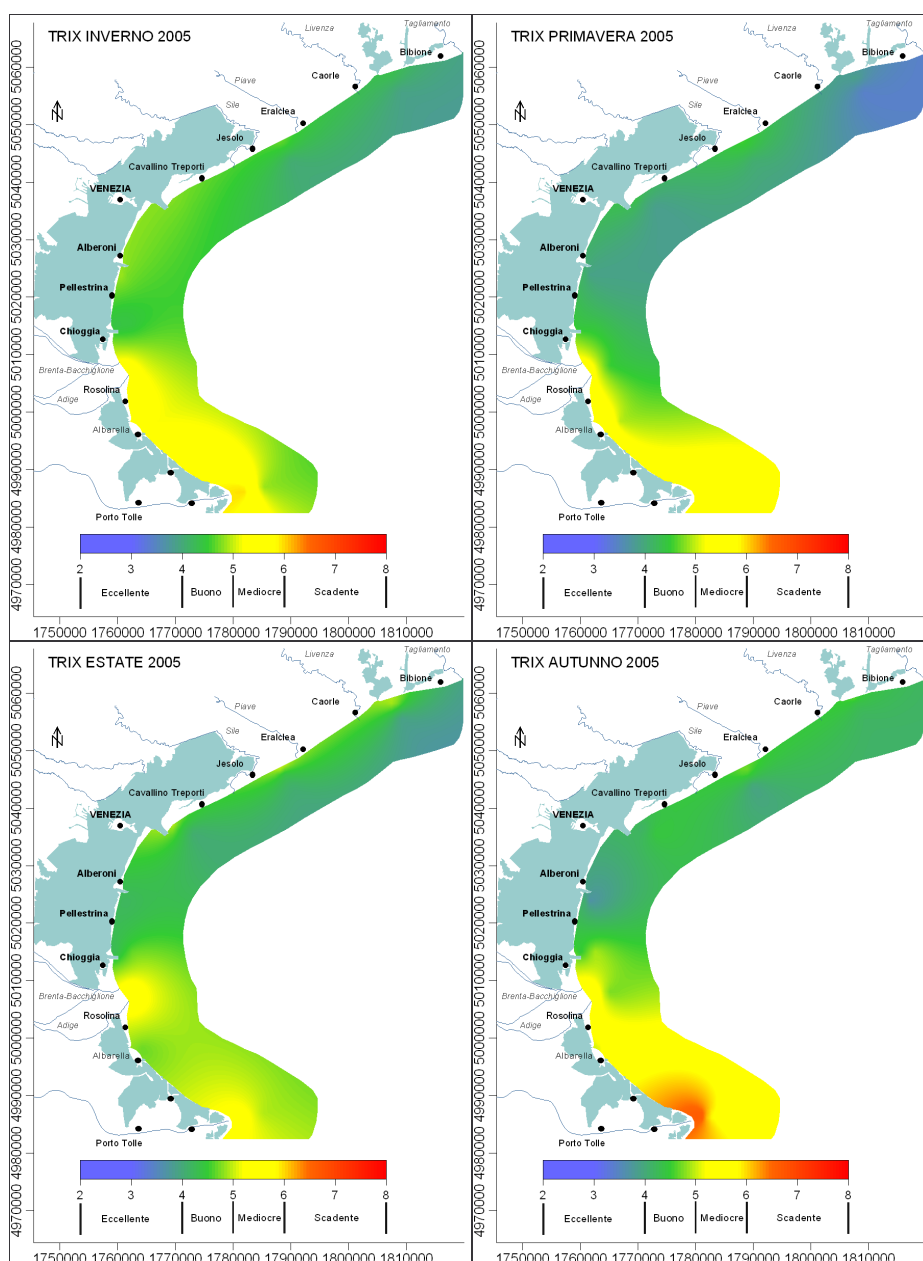
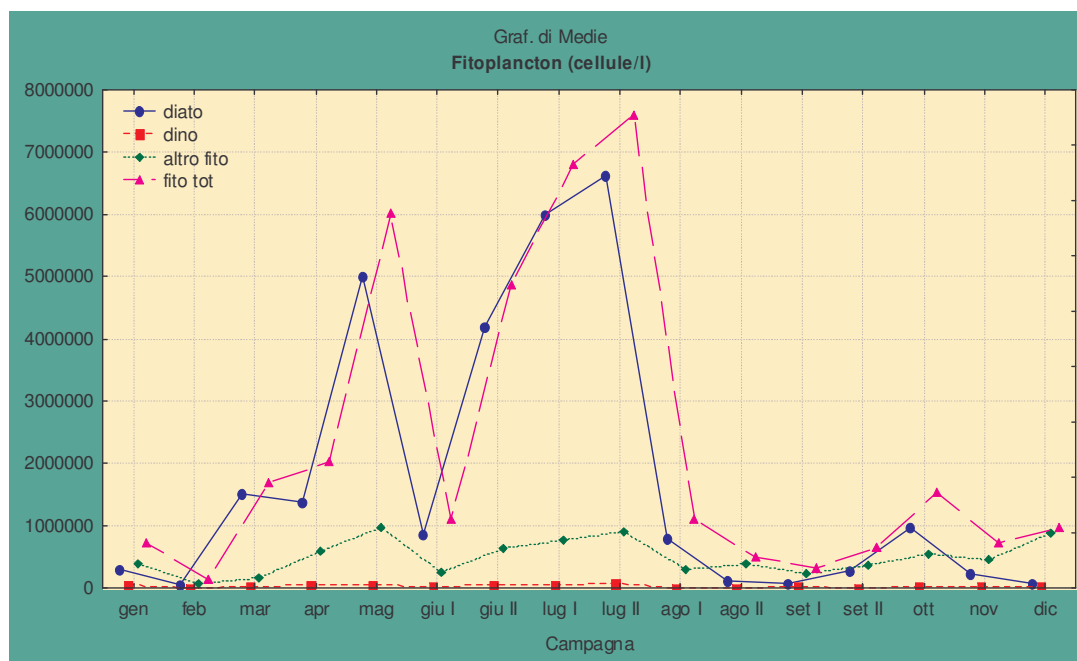


Figura 37: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie stagioni dell'anno 2005.

#### 4.1.18 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite su campioni prelevati nelle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa. Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 22525185 cell/l (rinvenuto nella stazione 10720 a maggio) ed un minimo assoluto pari a 7840 cell/l (rinvenuto nella stazione 10530 nella seconda campagna di agosto).

Nella figura 38 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoflagellate e per il gruppo Altro fitoplancton. Dal confronto si nota come il fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee mentre è irrilevante il contributo della classe delle Dinoflagellate.

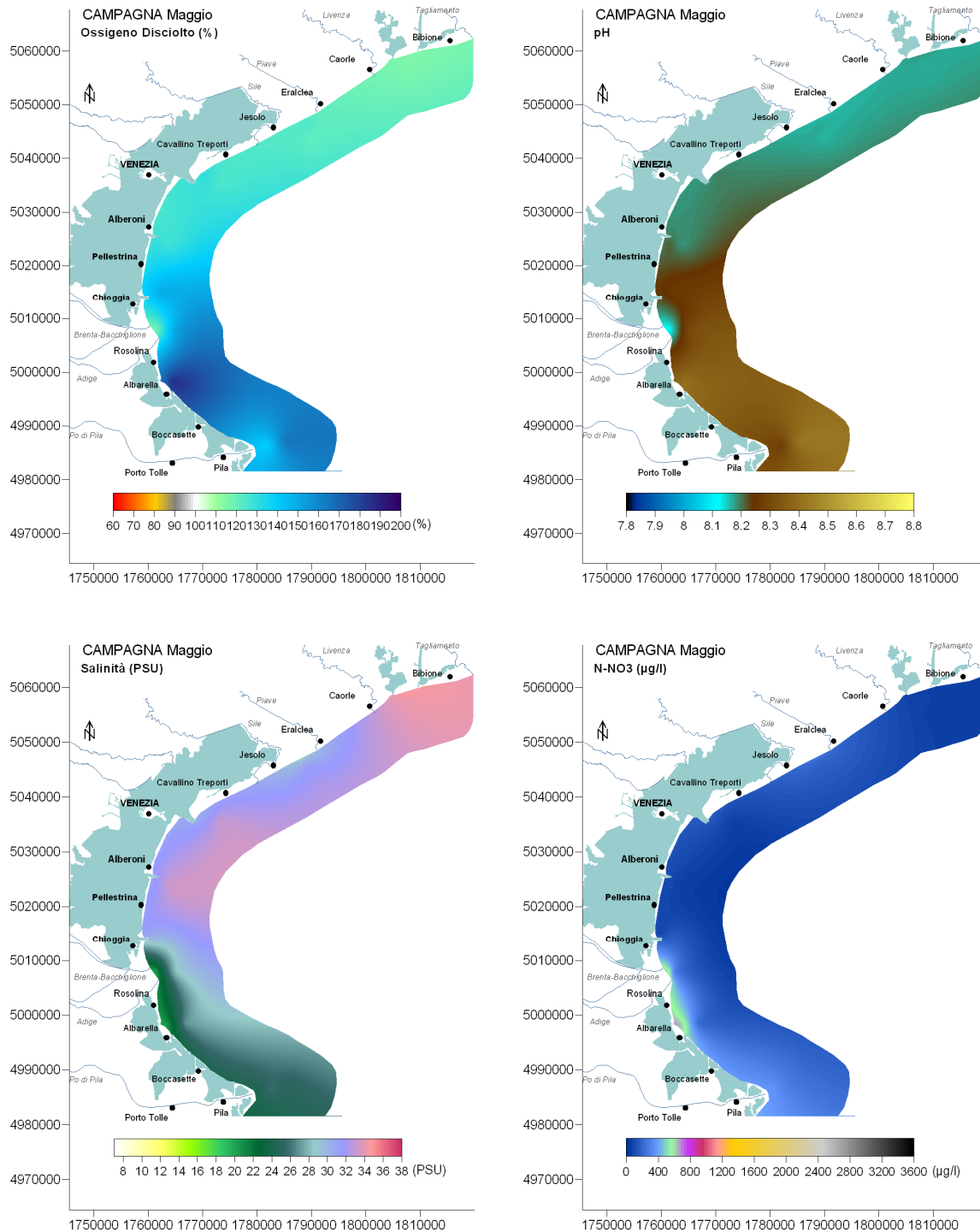


**Figura 38: Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche nelle stazioni a 500 m dalla costa.**

Dall'analisi del grafico è possibile evidenziare un andamento particolare delle abbondanze, caratterizzato da valori più elevati nel mese di maggio, seguito da un brusco calo nella prima campagna di giugno ed un altrettanto rapido aumento nella campagna successiva raggiungendo poi valori massimi a luglio, dovuti ad una forte presenza di Diatomee.

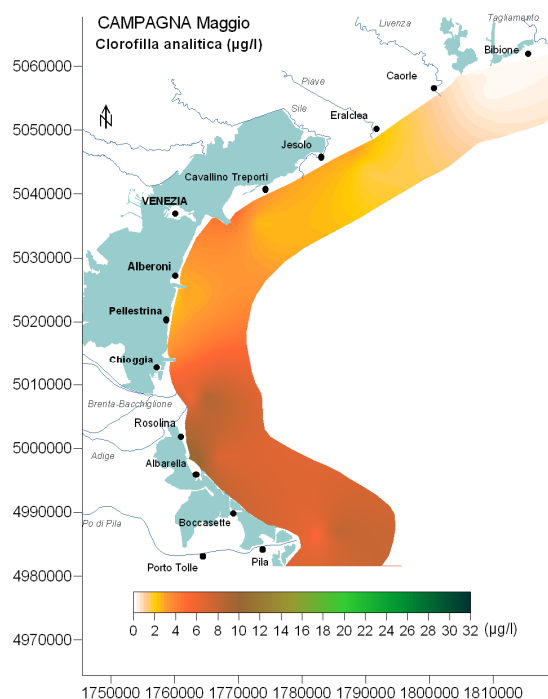
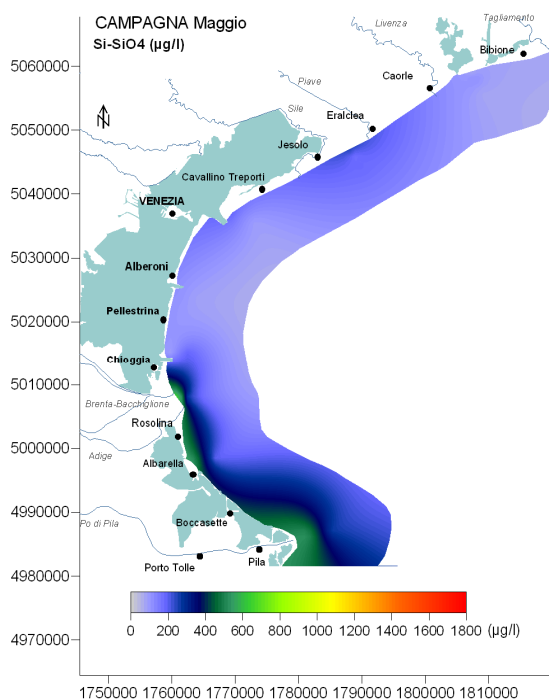
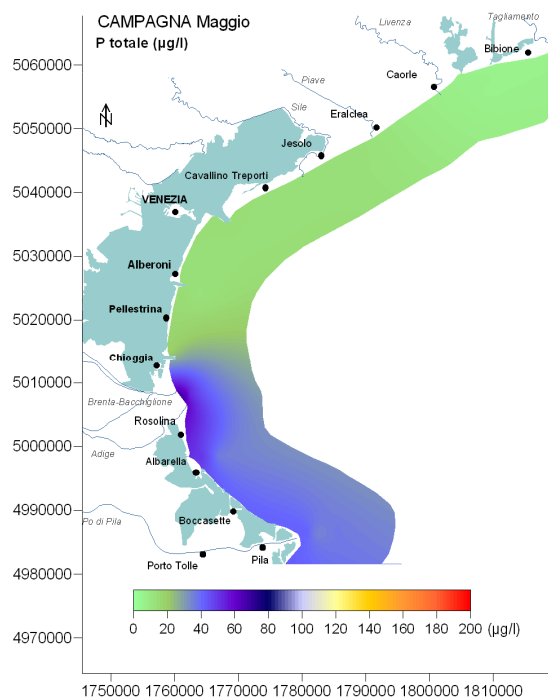
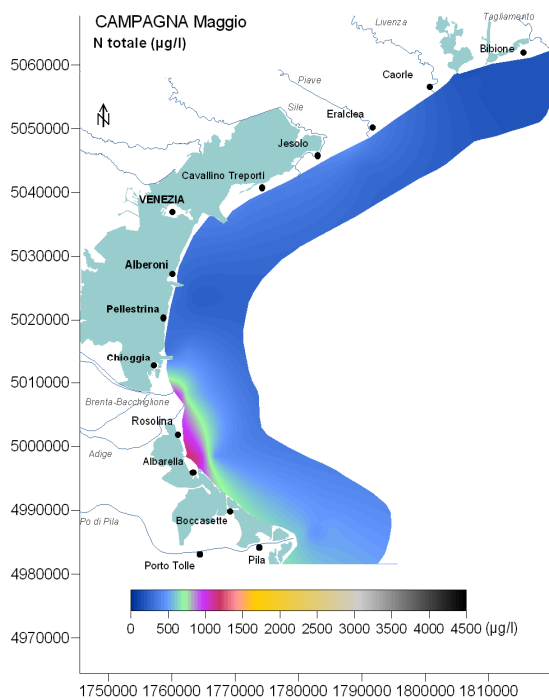
Particolare è il caso della campagna del mese di maggio che mostra valori elevati di fitoplancton totale dovuti alla situazione rilevata presso il transetto 072 posizionato presso l'Isola di Albarella, nel comune di Rosolina (RO); l'intera area infatti è stata interessata da un esteso bloom superficiale dovuto alla presenza di *Chaetoceros* spp., con valori superiori a 18.750.000 cell/l nella stazione più vicina alla costa scendendo a 13.200.000 cell/l e a 7.600.000 cell/l alle stazioni più esterne, con una evidente colorazione verde-marrone dell'acqua in tutta la zona. Il transetto 072 è stato caratterizzato in tutte le stazioni da concentrazioni elevate di ossigeno disciolto (oltre 170%), di pH (8.39-8.40) e di azoto nitrico disciolto e valori di salinità bassi rispetto agli altri transetti monitorati nel corso della campagna. Le figure 39 e 40 mostrano le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri:

l'area del transetto 072 (Albarella, nel comune di Rosolina) risulta particolarmente condizionata.



**Figura 39:** Mappe di distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%), pH (unità), salinità (PSU) e azoto nitrico (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella campagna di maggio 2005.

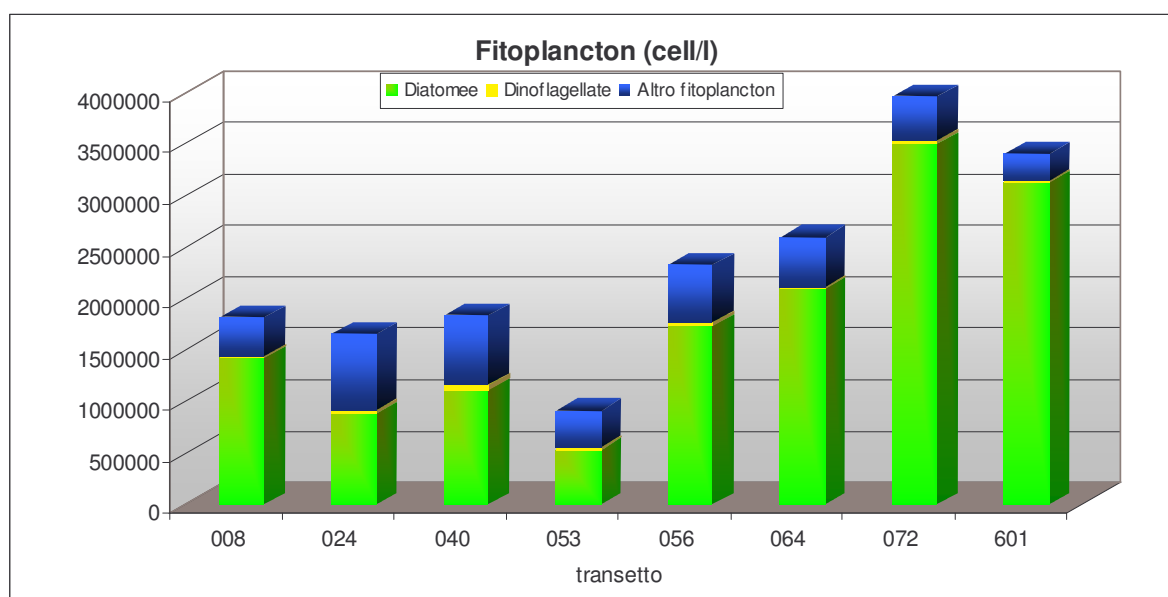




**Figura 40:** Mappe di distribuzione dei valori di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ), fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ), silicio da ortosilicati ( $\mu\text{g/l}$ ) e clorofilla *a* ( $\mu\text{g/l}$ ) lungo la fascia costiera rilevati nella campagna di maggio 2005.

Le elevate abbondanze rilevate durante il mese di luglio sono dovute invece a valori piuttosto alti presso tutte le stazioni monitorate lungo la costa.

Nella figura 41 sono riportati invece le abbondanze delle tre diverse classi per singolo transetto e da esse si può notare come le abbondanze maggiori quantitativamente si riscontrino in quei transetti lungo la costa più influenzati dagli apporti fluviali, in particolare in questo anno il transetto 072, dove il contributo al fitoplancton totale è per lo più dovuto alla componente delle Diatomee e dove si è verificata una situazione di bloom algale nel mese di maggio.



**Figura 41: Valori medi delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per transetto.**

Nell'anno 2005 l'elenco floristico delle specie identificate, secondo i criteri e la lista delle specie forniti dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare, è il seguente:

#### ALTRO FITOPLANCTON

Altro Fitoplancton indet.  
 Ankistrodesmus sp.  
 Apedinella sp.  
 Apedinella spinifera  
 Chlorophyceae indet.  
 Chrysochromulina sp.  
 Coccolithinae indet.  
 Coccolitoforidi indet.  
 Cryptophyceae indet.

Dictyocha sp.  
 Dinobryon sp.  
 Euglena sp.  
 Euglenophyceae indet.  
 Meringosphaera sp.  
 Merismopedia sp.  
 Prasinophyceae indet.  
 Prymnesiophyceae indet.  
 Scenedesmus spp.

## DIATOMEE

Achnanthes sp.	Guinardia sp.
Amphora sp.	Guinardia striata
Asterionella formosa	Gyrosigma sp.
Asterionellopsis glacialis	Haslea sp.
Bacillariales indet.	Hemiaulus sp.
Bacillariophyceae indet.	Lauderia sp.
Bacteriastrium sp.	Leptocylindrus minimus
Biddulphia sp.	Leptocylindrus spp.
Cerataulina pelagica	Licmophora sp.
Chaetoceros brevis	Lioloma sp.
Chaetoceros curvisetus	Melosira sp.
Chaetoceros simplex	Navicula longissima
Chaetoceros spp.	Navicula spp.
Chaetoceros tenuissimus	Nitzschia longissima
Cocconeis sp.	Nitzschia sp.
Coscinodiscus sp.	Pleurosigma sp.
Cyclotella glomerata	Proboscia alata
Cyclotella spp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Cylindrotheca closterium	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Dactyliosolen fragilissimus	Rhizosolenia sp.
Dactyliosolen sp.	Skeletonema costatum
Diploneis sp.	Striatella sp.
Ditylum brightwellii	Synedra spp.
Eucampia sp.	Thalassionema nitzschioides
Fragilaria sp.	Thalassionema sp.
Guinardia flaccida	Thalassiosira sp.

## DINOFLAGELLATE

Alexandrium sp.	Noctiluca spp.
Ceratium furca	Oxytoxum sp.
Ceratium fusus	Prorocentrum micans
Ceratium sp.	Prorocentrum minimum
Dinophyceae indet.	Prorocentrum sp.
Dinophysis fortii	Proto-peridinium bipes
Dinophysis sacculus	Proto-peridinium spp.
Dinophysis sp.	Scrippsiella sp.
Gymnodinium spp.	Scrippsiella trochoidea
Gyrodinium sp.	Torodinium sp.
Katodinium sp.	

Sono state rinvenute 91 specie di cui 80 a livello di genere o specie e 11 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Diatomee	52	(57.1%)
Dinoflagellate	21	(23.1%)
Altro fitoplancton	18	(19.8%)

#### 4.1.19 RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE

Su tutti i campioni indagati per l'analisi quali quantitativa del fitoplancton viene anche effettuata la ricerca delle alghe potenzialmente tossiche, in adempimento delle normative vigenti in materia di acque per molluschicoltura e di balneazione.

Per quanto riguarda la balneazione, l'attività di sorveglianza algale lungo la costa veneta, secondo le indicazioni di cui al Decreto Ministero della Sanità 17 giugno 1988 e alle Circolari del Ministero della Sanità 9 aprile 1998 e 31 luglio 1998, è stata attuata anche ai fini dell'ottenimento per l'anno 2004 della deroga ai valori limiti del parametro Ossigeno Disciolto previsti dal DPR 470/1982. L'attività ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

*Alexandrium spp.*

*Dinophysis spp.*

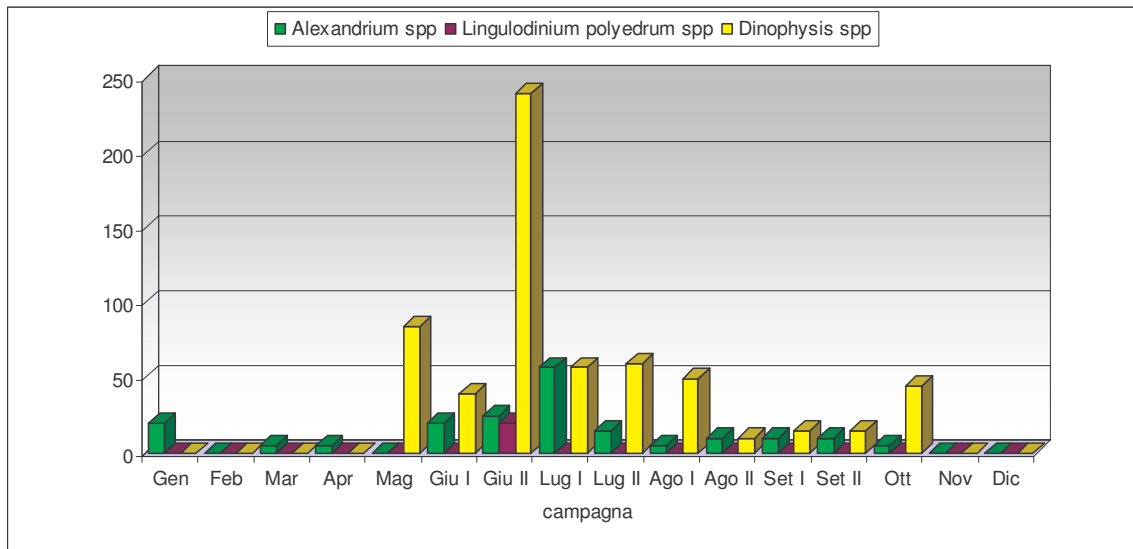
*Lingulodinium polyedrum*

*Gonyaulax grindley*

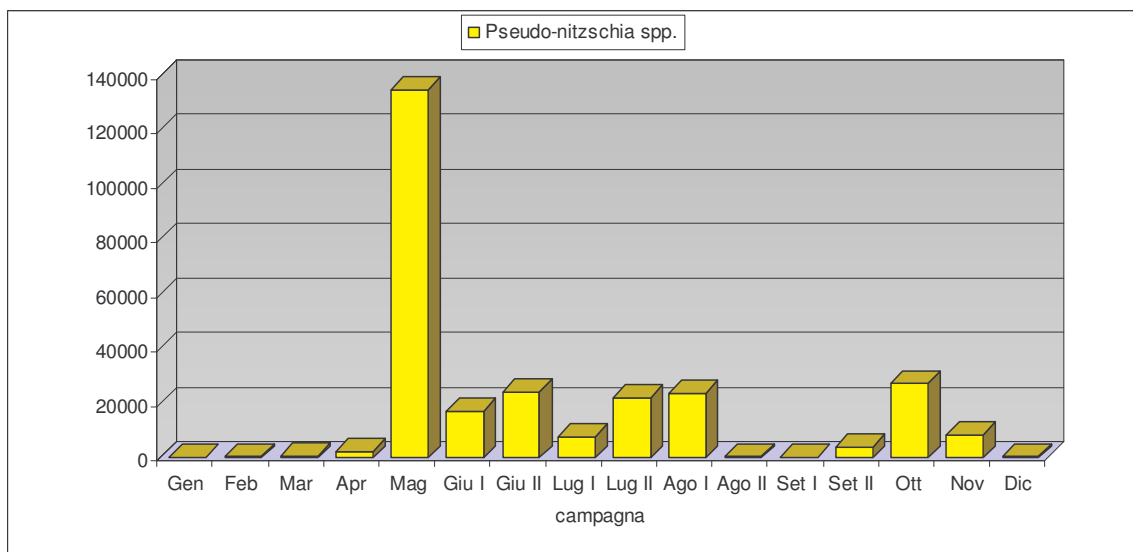
*Pseudo-nitzschia spp.*

Delle specie elencate, solo *Dinophysis* e *Pseudo-nitzschia* sono state rilevate nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2005; sporadiche comparse di *Lingulodinium polyedrum* si sono avute ma sempre a valori prossimi al limite di detezione. In figura 42 si riporta l'andamento temporale delle concentrazioni di *Dinophysis spp.*, *Lingulodinium polyedrum* e *Alexandrium spp.*; dalla figura si evince come nel 2005, contrariamente a quanto osservato nell'anno precedente, il periodo tardo primaverile - estivo sia quello maggiormente interessato alla presenza di queste alghe; le maggiori concentrazioni di *Dinophysis spp.* sono state rilevate nella seconda campagna di giugno. Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia spp.* dalla figura 43 si evidenzia anche in questo caso la presenza di valori particolarmente elevati nello stesso periodo, con un picco nella campagna di maggio e valori particolarmente elevati presso il transetto 072 (a tutte le stazioni) in corrispondenza del fenomeno di fioritura algale descritto precedentemente. E' da evidenziare, in relazione alle concentrazioni elevate di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono

comunemente presenti, ma fortunatamente l'acido domoico (tossina ASP) da loro prodotta non ha finora dato luogo a ritrovamento di tossicità nei molluschi raccolti nell'area veneta.



**Figura 42: Distribuzioni temporali delle concentrazioni delle alghe potenzialmente tossiche *Dinophysis spp.*, *Lingulodinium polyedrum* e *Alexandrium spp.***



**Figura 43: Distribuzione temporale dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia spp.***

Nel corso del 2005 non è mai stato superato il valore limite di abbondanza per *Dinophysis spp.* indicato nel D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/dm<sup>3</sup> (molluschicoltura) e neanche il limite di 10\*10<sup>6</sup> cell/l per *Alexandrium spp.* indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione).

#### 4.1.20 MESOZOOPLANCTON

Le analisi relative al mesozooplankton vengono eseguite su campioni prelevati nelle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa, come per il fitoplancton.

Per quanto concerne il mesozooplankton totale, l'intervallo di variazione delle abbondanze è risultato compreso tra un minimo assoluto di 23.5 individui/m<sup>3</sup> (stazione 10240 nel mese di aprile) ed un massimo assoluto pari a 11708,7 individui/m<sup>3</sup> (stazione 10720 nella seconda campagna di luglio). Nei campionamenti effettuati nella seconda campagna di giugno presso le stazioni 10530 (antistante la località di S. Pietro in Volta, Venezia) e 10640 (a sud di Chioggia, in prossimità della foce dell'Adige) sono state rilevate abbondanti concentrazioni di larve di *Echinopluteus* (riccio di mare); è tipico di tale specie produrre milioni di uova, di conseguenza se il prelievo del campione con il retino viene effettuata in prossimità del nügolo di emissione delle uova è naturale riscontrarne un elevato numero.

Nella figura 44 vengono riportati gli andamenti per le abbondanze di mesozooplankton totale, della classe dei Cladoceri, dei Copepodi e per il gruppo Altro mesozooplankton. Dal confronto degli andamenti si nota come il mesozooplankton totale sia caratterizzato da valori elevati nel periodo tardo primaverile-estivo (ad eccezione della prima campagna di luglio e, successivamente, del mese di agosto), con una ripresa che ha interessato i mesi di settembre e ottobre. Il picco della seconda quindicina di luglio risulta legato ad una prevalenza di Cladoceri in tutte le stazioni monitorate; le specie riscontrate a concentrazioni elevate sono *Penilia avirostris* e *Podon polyphemoides*. A settembre si osserva uno sviluppo cospicuo che perdura fino a novembre, dovuto alla classe dei Copepodi con alcuni gruppi indeterminati (*Calanoida* indet. Copepoditi, *Clausocalanus* spp., Copepoditi Acartiidae indet.).

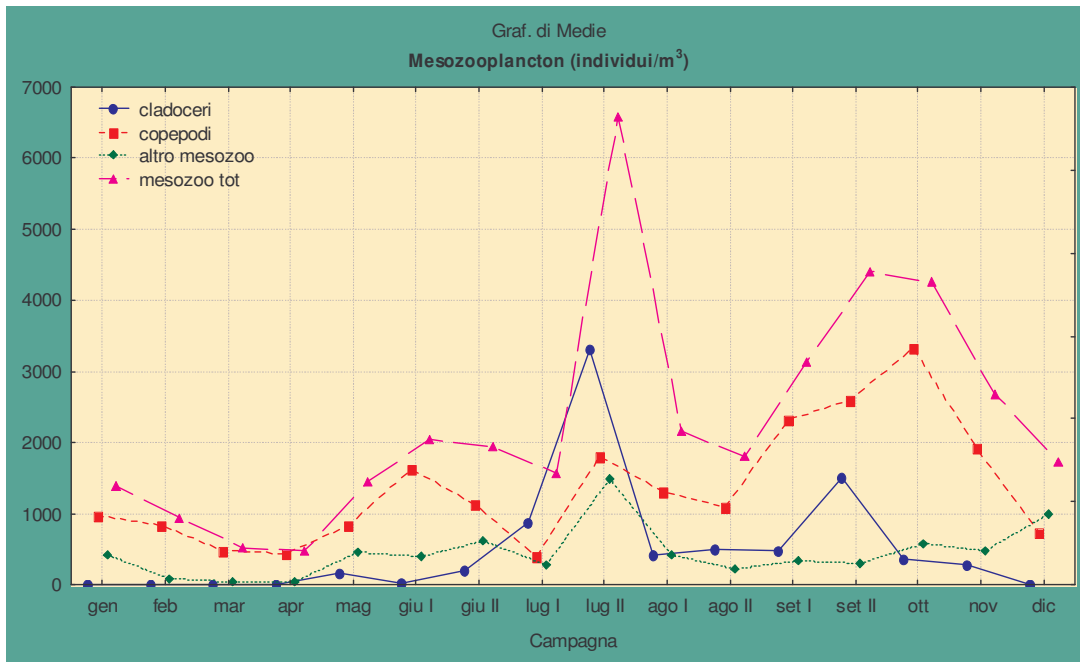


Figura 44: Valori medi delle abbondanze nelle stazioni sotto costa nel periodo indagato.

In figura 45 sono riportate le abbondanze delle tre diverse classi per singolo transetto e da esse si può notare come le abbondanze quantitativamente più elevate si riscontrino nella stazione 16010 direttamente influenzata dagli apporti del Po, anche se altre stazioni hanno presentato valori di poco inferiori; dal grafico si nota inoltre come la componente predominante in tutti i transetti sia quella dei Copepodi, tranne appunto alla stazione 16010 ove le abbondanze di Cladoceri sono maggiori.

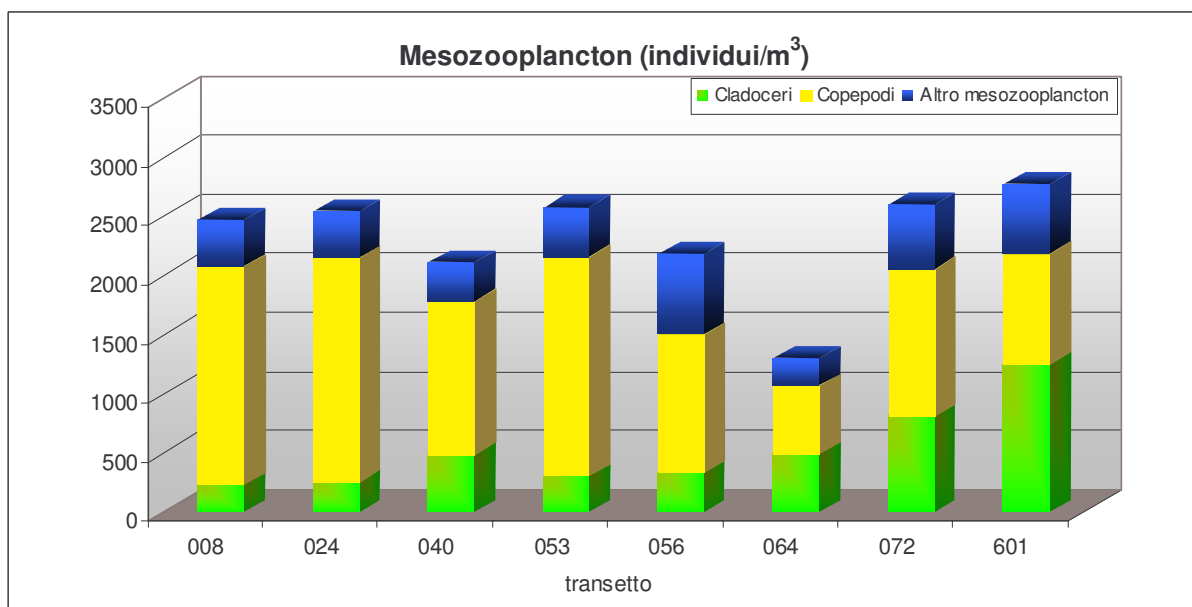


Figura 45: Valori medi delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per transetto

Nell'anno 2005 l'elenco delle specie identificate, secondo i criteri e la lista delle specie forniti dal Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa Mare, è il seguente:

#### ALTRO MESOZOOPLANKTON

Amphipoda indet.	Larva actinotrocha
Amphipoda larve indet.	Larva auricularia
Anthozoa larve	Larva bipinnaria
Appendicularia indet.	Larva cypris
Chaetognatha indet.	Larva doliolaria
Cirripedia larve	Larva echinopluteus
Cnidaria indet.	Larva ophiopluteus
Crustacea indet.	Larva pilidium
Crustacea larve	Larve indet.
Ctenophora indet.	Naupli indet.
Decapoda larve	Oikopleura spp.
Doliolida indet.	Ostracoda indet.
Doliolum spp.	Pisces larve
Euphausiacea indet.	Pisces uova
Foraminifera indet.	Polychaeta larve
Gastropoda larve	Polychaeta Syllidae larve
Hydromedusae indet.	Pteropoda indet.
Hydromedusae larve indet.	Radiolaria indet.
Insecta larve	Salpida indet.
Isopoda parassiti indet.	Siphonophora indet.
Kowalevskia spp.	Turbellaria larve
Lamellibranchia larve indet.	Uova indet.

#### CLADOCERI

Cladoceri indet. (di acque dolci)	Penilia avirostris
Evadne nordmanni	Podon intermedius
Evadne spinifera	Podon polyphemoides
Evadne spp.	Podon spp.
Evadne tergestina	



## COPEPODI

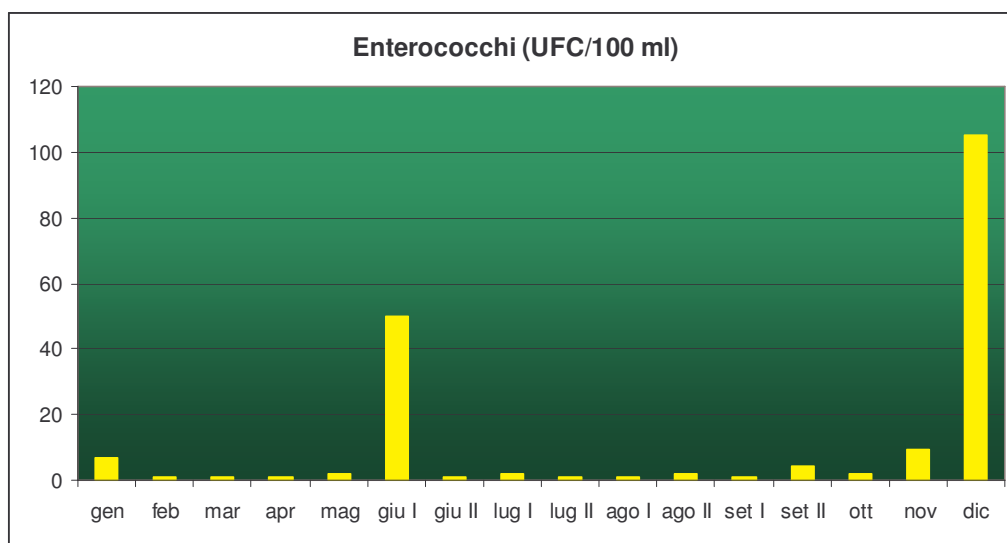
Acartia clausi	Cyclopoida indet.
Acartia spp.	Euchaeta hebes
Acartia tonsa	Euterpina acutifrons
Anomalocera patersoni	Farranula spp.
Calanoida indet.	Harpacticoida copepoditi
Calanoida indet. copepoditi	Harpacticoida indet.
Calanus helgolandicus	Labidocera brunescens
Calocalanus copepoditi	Mecynocera clausi
Calocalanus pavo	Mecynocera clausi copepoditi
Calocalanus spp.	Microsetella norvegica
Calocalanus styliremis	Microsetella rosea
Candacia armata	Microsetella spp.
Candacia spp.	Monstrilloida indet.
Candaciidae copepoditi	Oithona copepoditi
Centropages copepoditi	Oithona nana
Centropages ponticus	Oithona plumifera
Centropages typicus	Oithona similis
Clausocalanus copepoditi	Oithona spp.
Clausocalanus furcatus	Oncaea spp.
Clausocalanus jobei	Oncaea venusta
Clausocalanus lividus	Paracalanus copepoditi
Clausocalanus spp.	Paracalanus parvus
Clytemnestra spp.	Pontellidae copepoditi
Copepoda naupli	Pontellidae indet.
Copepodi parassiti	Pseudocalanus elongatus
Copepoditi Acartiidae indet.	Sapphirinidae indet.
Copepoditi Oithonidae indet.	Temora longicornis
Copepoditi Paracalanidae indet.	Temora longicornis copepoditi
Corycaeus spp.	Temora stylifera
Ctenocalanus vanus	Temora stylifera copepoditi
Ctenocalanus vanus copepoditi	Temoridae copepoditi

Sono state rinvenute 115 specie di cui 83 a livello di genere o specie e 32 identificate a livello di classe o di entità non determinate. I taxa si sono così ripartiti:

Cladoceri	9	(7.8%)
Copepodi	62	(53.9%)
Altro mesozooplankton	44	(38.3%)

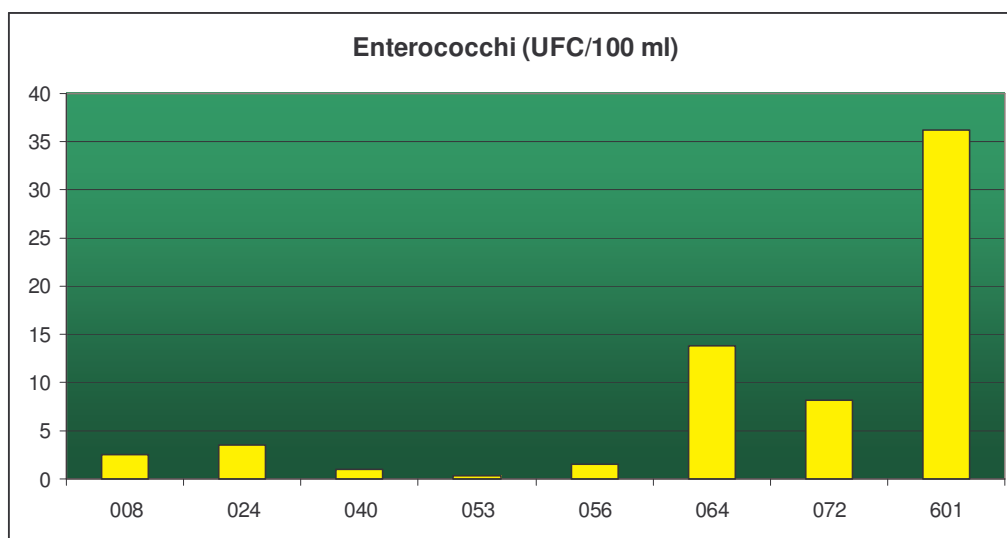
#### 4.1.21 ENTEROCOCCHI

Nel corso del 2005 sono stati raccolti campioni per analisi microbiologiche con cadenza mensile da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre e cadenza quindicinale da giugno a settembre; gli enterococchi rientrano tra i parametri indagati, come previsto dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i.. In figura 46 si riportano i valori medi annui calcolati per ciascuna campagna di campionamento; i valori massimi di contaminazione microbica sono stati riscontrati nella prima quindicina di giugno e nel mese di dicembre, legati prevalentemente alle situazioni rilevate presso le stazioni 10640 (tra le foci di Brenta e Adige) e 16010 (Po di Pila).



**Figura 46: Valori medi annui di enterococchi rilevati nelle sole stazioni a 500 m dalla costa**

I valori medi annui calcolati per ciascun transetto sono riportati in figura 47. Si ripete la situazione già evidenziata precedentemente per altri parametri, con i valori più elevati nelle aree direttamente influenzate da apporti fluviali (Tagliamento, Sile, Piave a nord; Bacchiglione-Brenta, Adige, Po a sud); in particolare i transetti maggiormente condizionati sono lo 064, ubicato tra le foci di Bacchiglione-Brenta e Adige, e il 601 posizionato nell'area antistante il Po di Pila.



**Figura 47: Valori medi annui di enterococchi rilevati presso ciascun transetto**

## **4.2 MATRICE BIOTA**

### **4.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI**

Nel corso del 2005 è proseguito inoltre il programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi come previsto dal D.Lgs 152/99 e s.m.i. - Allegato 2 - Sezione C, in cui si riportano i criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative ed il calcolo della conformità di queste acque; tutto questo in adempimento della D.G.R. Veneto n. 2591 del 10/10/2001 di riparto competenze tra ARPAV e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS. Dalla analisi dei parametri indagati su acqua e biota durante l'anno 2005, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge.

### **4.2.2 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI**

Il campionamento su matrice biota per la caratterizzazione dello stato degli ecosistemi marini è previsto dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i. per il "Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale" (All. 1, punto 3.4). Come previsto dal D.Lgs. 152/99, i parametri rilevati su questa matrice sono Idrocarburi clorurati, DD's, PoliCloroBifenili, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Composti organostannici e metalli. Dall'analisi dei dati rilevati nel corso dei campionamenti di biota dell'anno 2005, non

risultano evidenze di situazioni di bioaccumulo tali da indicare una compromissione del sistema indagato.

#### **4.3 MATRICE SEDIMENTO**

Il campionamento su matrice sedimento è previsto dal D.Lgs. 152/99 e s.m.i. per il “Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale” (All. 1, punto 3.4) e recentemente dal Decreto Ministeriale n° 367 del 06/11/2003. La collocazione delle stazioni su cui vengono attuati i controlli su sedimento, così come quelle per il biota, è stata a suo tempo individuata secondo quanto concordato tra Ministero dell’Ambiente e Regioni (All.1: “1.1 Posizionamento dei transetti. All’interno di ogni area di prelievo individuata si effettueranno i campionamenti lungo un transetto disposto perpendicolarmente alla linea di costa. Nel posizionare il transetto si dovranno privilegiare i siti in cui siano presenti banchi naturali di *Mytilus galloprovincialis* e praterie di Posidonia oceanica o biocenosi SFBC - Sabbie Fini Ben Calibrate. Le stazioni di prelievo per l’analisi dei sedimenti dovranno essere individuate, a seconda della geomorfologia del tratto costiero considerato, in corrispondenza della fascia di sedimentazione della frazione pelitica.”). Pertanto le stazioni per il sedimento, sulla base di quanto indicato, sono state individuate previa ricognizione sulla percentuale di frazione pelitica e risultano posizionate lungo ciascun transetto mediamente ben oltre i 3000 m dalla costa, ad eccezione delle stazioni antistanti il Delta del Po.

Anche in questa matrice i composti analizzati sono Idrocarburi clorurati, DD’s, PoliCloroBifenili, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Composti organostannici, metalli nonché test ecotossicologici. Per quanto attiene i rilevamenti effettuati nel corso del 2005, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori agli standard di riferimento indicati dal D.M. 367/2003; come già evidenziato per gli anni precedenti le concentrazioni di alcuni dei metalli indagati risultano talvolta superare quelle indicate nel D.M. 367/2003, soprattutto nella stazione 10402 posizionata lungo il transetto 040 (Cavallino-Treporti) a circa 8 km dalla costa, evidenziando una situazione di contaminazione preesistente del sistema e l’esigenza di individuare corretti programmi d’azione per la riduzione o eliminazione delle sostanze in oggetto.

D’altro canto i risultati dei test ecotossicologici effettuati sulla matrice evidenziano una situazione di assenza di tossicità in quasi tutte le zone monitorate, con indicazioni di lieve tossicità in quasi tutti i campionamenti precedenti presso la stazione 10402 del transetto 040 (Cavallino-Treporti) localizzata a 8 km circa dalla linea di costa. Al fine di valutare la

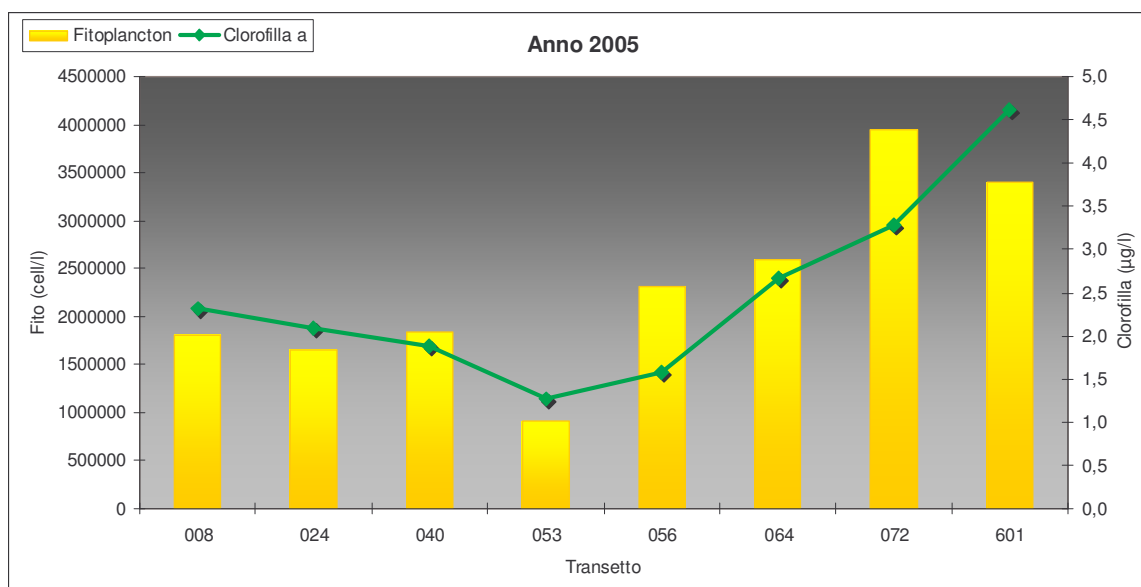
situazione anche nei sedimenti più prossimi alla costa, da gennaio 2004 vengono effettuati studi ecotossicologici più estesi su campioni prelevati a 500 m dalla linea di costa con cadenza mensile, come previsto dalla linea progettuale “InterrMarCo” attivata nell’ambito del Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia. Anche in questo caso i test effettuati su *Dunaliella tertiolecta*, *Vibrio fischeri* (fase liquida) e *Brachionus plicatilis* hanno dimostrato nel 2005 assenza di tossicità su tutti i campioni; il test condotto su *Vibrio fischeri* (fase solida) ha mostrato situazioni di lieve tossicità in due campioni prelevati presso la stazione antistante la foce del Po di Pila, nei mesi di febbraio e settembre, con valori di STI (Sediment Toxicity Index) compresi tra 1 e 3.

## 5 DISCUSSIONE

La fascia costiera veneta, come già descritto, è ricca di sbocchi fluviali il cui apporto svolge un ruolo predominante nel determinare le fluttuazioni delle diverse variabili.

Tutto ciò si evidenzia anche nella presenza di un gradiente positivo allontanandosi dalla costa per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 3 e 7) e di uno negativo per silicio da ortosilicati come anche per l'azoto nitrico, nutrienti di chiara provenienza esogena, e per l'azoto totale (Figg. 27, 21 e 25); tali gradienti risultano più evidenti nel passaggio dalla stazione a 500 m a quelle più esterne e nei transetti localizzati in prossimità di foci fluviali.

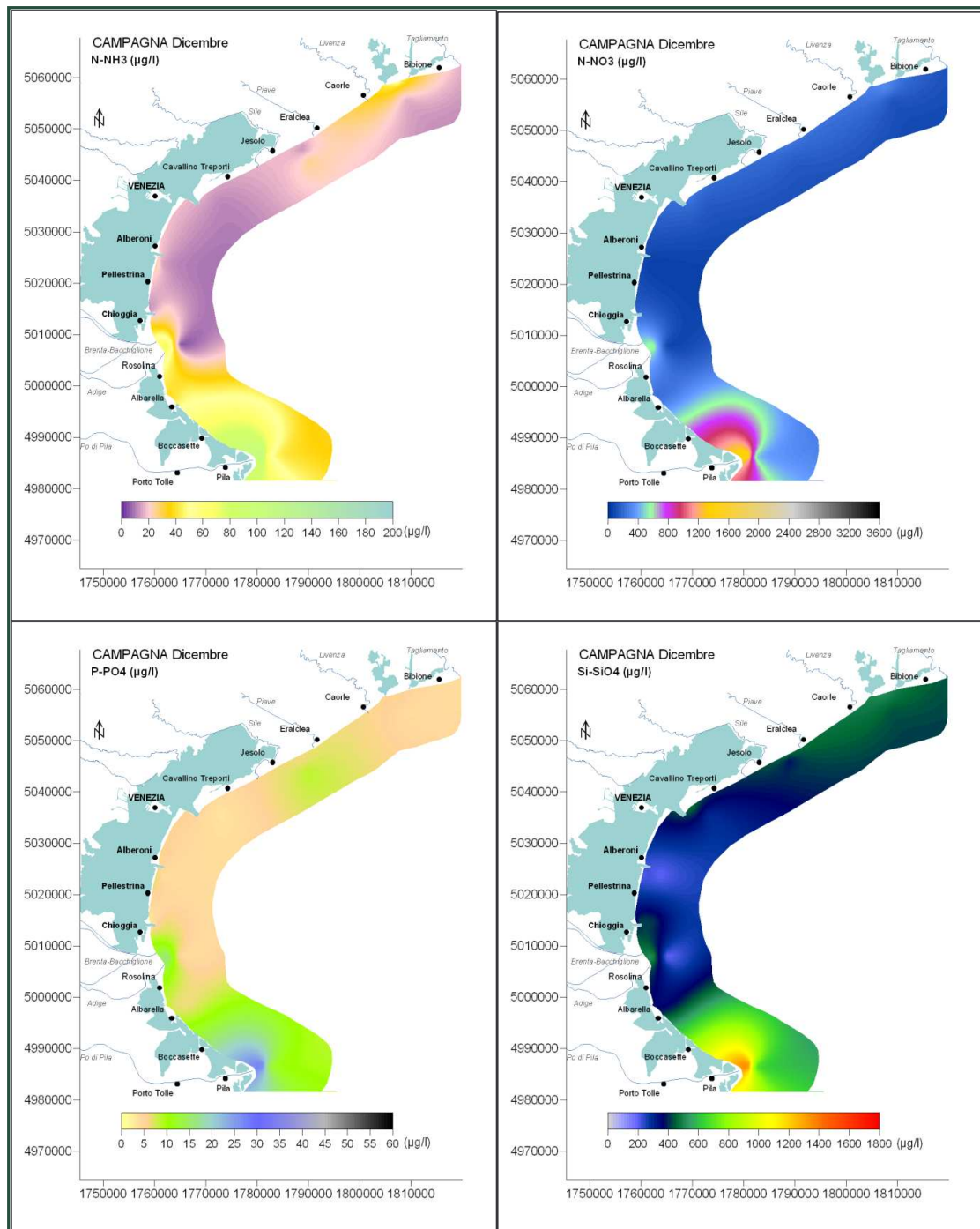
Dalle figure si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali nutrienti e della clorofilla *a* e di fitoplancton (Fig. 48), siano più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza di Bacchiglione-Brenta, Adige e soprattutto del Po; per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori.



**Figura 48:** Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/l) lungo la costa.

Dalla analisi dei risultati su matrice acqua, riportata nel paragrafo 4.1, è emerso un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti 064, 072 e 601, cioè quelli più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (rispettivamente Adige e Po di Pila). In figura 49 sono riportati graficamente in mappe di distribuzione le concentrazioni rilevate nel mese di dicembre per azoto ammoniacale e nitrico, fosforo da ortofosfati e silicio da ortosilicati. Dalla

figura, ma anche dalle mappe riportate alle figure 39 e 40 (maggio), risulta evidente la situazione di compromissione che ha interessato l'area di costa situata a sud di Chioggia.



**Figura 49:** Mappe di distribuzione dei valori di azoto ammoniacale e nitrico (µg/l), fosforo da ortofosfati e silicio da ortosilicati (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie in dicembre 2005.

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 6 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 7 e 8 sono riportati i coefficienti per i soli parametri chimici e fisici rispettivamente per le stazioni a 926 (0.5 miglia nautiche) e 3704 m (2.0 miglia nautiche).

La salinità è risultata strettamente correlata in senso negativo con azoto nitrico e silicio da ortosilicati, a tutte le distanze dalla costa, indicando come l'aumento delle concentrazioni di tali parametri in ambiente costiero coincida con la diminuzione della salinità (Tabb. 6, 7 e 8); la stessa risulta comunque fortemente correlata in senso negativo anche con gli altri nutrienti, nonché con azoto totale e fosforo totale.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune. Mancano correlazioni tra nutrienti e componente fitoplanctonica (nelle stazioni a 500 m) e ciò può essere legato alla presenza di elevate concentrazioni di nutrienti che non agiscono in tal caso da fattore limitante (Tab. 6).

L'esistenza di una associazione inversa tra trasparenza e clorofilla *a* (determinata analiticamente), già evidente nella stazione a 500 metri dalla costa, si rafforza notevolmente nelle stazioni a 926 e a 3704 metri.

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con tutte le variabili che sono coinvolte con i meccanismi di produzione.



	Condu	Salin.	O.D. %	pH	RED-OX	Trasp.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N tot	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Si-SiO <sub>4</sub>	Diato	Dino	Altro fito	Fito tot	Clado	Copep	Altro meso	Meso tot	Clor <i>a</i>	TRIX
Temp.	<b>0,82</b>	-0,11	<b>0,40</b>	<b>0,23</b>	<b>-0,52</b>	0,00	-0,04	<b>-0,42</b>	<b>-0,20</b>	0,04	-0,07	-0,13	-0,09	<b>0,33</b>	0,17	<b>0,18</b>	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>	<b>0,21</b>	<b>0,22</b>	<b>0,37</b>	<b>0,27</b>	0,01
Conduc.		<b>0,43</b>	0,06	0,09	<b>-0,38</b>	0,17	<b>-0,24</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,46</b>	0,08	0,08	0,00	0,07	<b>0,21</b>	<b>0,26</b>	<b>0,23</b>	<b>0,36</b>	-0,12	<b>-0,39</b>
Salin.			<b>-0,53</b>	-0,14	0,14	<b>0,28</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,52</b>	<b>-0,37</b>	-0,15	<b>-0,25</b>	<b>-0,39</b>	-0,13	<b>0,20</b>	0,05	0,08	<b>-0,59</b>	<b>-0,65</b>
O.D. %				<b>0,59</b>	<b>-0,34</b>	-0,14	-0,16	0,11	0,12	<b>0,29</b>	-0,01	0,03	-0,03	<b>0,71</b>	<b>0,43</b>	<b>0,34</b>	<b>0,73</b>	0,17	-0,16	<b>0,22</b>	<b>0,18</b>	<b>0,63</b>	<b>0,37</b>
pH					<b>-0,23</b>	-0,08	<b>-0,20</b>	-0,04	-0,09	0,11	-0,12	-0,03	-0,15	<b>0,54</b>	<b>0,30</b>	0,16	<b>0,54</b>	<b>0,23</b>	-0,08	<b>0,23</b>	<b>0,23</b>	<b>0,41</b>	<b>0,20</b>
RED-OX						-0,01	-0,12	<b>0,20</b>	-0,07	<b>-0,20</b>	-0,07	0,15	-0,02	<b>-0,19</b>	-0,10	-0,17	<b>-0,20</b>	-0,13	-0,14	-0,05	-0,14	<b>-0,21</b>	0,03
Trasp.							-0,13	-0,12	-0,14	-0,15	-0,07	<b>-0,25</b>	<b>-0,19</b>	-0,14	0,11	0,00	-0,13	-0,09	-0,10	0,05	-0,03	<b>-0,27</b>	<b>-0,38</b>
N-NH <sub>3</sub>								<b>0,50</b>	<b>0,39</b>	<b>0,41</b>	<b>0,60</b>	<b>0,52</b>	<b>0,52</b>	-0,12	<b>-0,23</b>	-0,02	-0,12	-0,11	-0,02	-0,10	-0,13	0,11	<b>0,43</b>
N-NO <sub>2</sub>									<b>0,59</b>	<b>0,48</b>	<b>0,59</b>	<b>0,43</b>	<b>0,64</b>	0,14	0,02	<b>0,18</b>	0,16	-0,15	<b>-0,29</b>	-0,17	<b>-0,30</b>	<b>0,31</b>	<b>0,58</b>
N-NO <sub>3</sub>										<b>0,83</b>	<b>0,76</b>	<b>0,43</b>	<b>0,82</b>	0,09	-0,06	0,14	0,10	0,00	<b>-0,19</b>	-0,13	<b>-0,18</b>	<b>0,45</b>	<b>0,58</b>
N tot											<b>0,70</b>	<b>0,45</b>	<b>0,71</b>	<b>0,24</b>	0,10	<b>0,24</b>	<b>0,26</b>	0,14	-0,16	-0,06	-0,07	<b>0,52</b>	<b>0,62</b>
P-PO <sub>4</sub>												<b>0,51</b>	<b>0,79</b>	0,01	-0,16	0,08	0,02	0,03	<b>-0,20</b>	-0,10	-0,15	<b>0,33</b>	<b>0,52</b>
P tot													<b>0,52</b>	0,13	-0,02	-0,01	0,13	0,07	-0,13	-0,02	-0,04	<b>0,34</b>	<b>0,66</b>
Si-SiO <sub>4</sub>														-0,06	-0,14	0,16	-0,04	0,05	-0,13	-0,16	-0,17	<b>0,32</b>	<b>0,58</b>
Diato															<b>0,46</b>	<b>0,21</b>	<b>0,99</b>	<b>0,31</b>	-0,15	0,12	0,14	<b>0,63</b>	<b>0,39</b>
Dino																<b>0,65</b>	<b>0,54</b>	<b>0,32</b>	-0,08	0,04	0,11	<b>0,20</b>	0,07
Altro fito																	<b>0,35</b>	0,08	-0,06	-0,08	-0,06	<b>0,20</b>	<b>0,23</b>
Fito tot																		<b>0,31</b>	-0,15	0,10	0,13	<b>0,64</b>	<b>0,40</b>
Clado																			0,09	0,07	<b>0,42</b>	0,14	0,07
Copep																				0,00	<b>0,41</b>	-0,16	<b>-0,20</b>
Altro mesozoo																					<b>0,85</b>	0,00	-0,07
Mesozoo tot																						-0,02	-0,11
Clor <i>a</i>																							<b>0,70</b>

Tabella 6: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa (n=123).

	Condu	Salin.	O.D. %	pH	RED-OX	Trasp.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N tot	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Si-SiO <sub>4</sub>	Clor a	TRIX
Temp.	<b>0,85</b>	-0,07	<b>0,43</b>	<b>0,30</b>	<b>-0,54</b>	0,06	-0,12	<b>-0,47</b>	<b>-0,27</b>	0,03	-0,07	-0,17	-0,14	<b>0,24</b>	-0,09
Conduc.		<b>0,42</b>	0,15	<b>0,21</b>	<b>-0,39</b>	<b>0,22</b>	<b>-0,26</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,33</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,44</b>	-0,10	<b>-0,44</b>
Salin.			<b>-0,44</b>	-0,09	0,17	<b>0,31</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,67</b>
O.D. %				<b>0,60</b>	<b>-0,34</b>	-0,06	<b>-0,18</b>	0,04	0,05	<b>0,24</b>	0,09	0,03	-0,13	<b>0,57</b>	<b>0,34</b>
pH					<b>-0,19</b>	0,07	<b>-0,24</b>	-0,10	-0,13	0,07	-0,08	-0,05	<b>-0,23</b>	<b>0,44</b>	0,17
RED-OX						-0,08	-0,09	0,16	-0,05	<b>-0,18</b>	-0,04	0,10	-0,02	<b>-0,24</b>	-0,02
Trasp.							<b>-0,22</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,26</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,44</b>
N-NH <sub>3</sub>								<b>0,58</b>	<b>0,64</b>	<b>0,58</b>	<b>0,45</b>	<b>0,54</b>	<b>0,62</b>	0,00	<b>0,43</b>
N-NO <sub>2</sub>									<b>0,69</b>	<b>0,53</b>	<b>0,43</b>	<b>0,47</b>	<b>0,64</b>	<b>0,21</b>	<b>0,60</b>
N-NO <sub>3</sub>										<b>0,84</b>	<b>0,63</b>	<b>0,53</b>	<b>0,80</b>	<b>0,29</b>	<b>0,63</b>
N tot											<b>0,62</b>	<b>0,50</b>	<b>0,71</b>	<b>0,44</b>	<b>0,66</b>
P-PO <sub>4</sub>												<b>0,45</b>	<b>0,64</b>	<b>0,25</b>	<b>0,54</b>
P tot													<b>0,64</b>	<b>0,25</b>	<b>0,66</b>
Si-SiO <sub>4</sub>														<b>0,23</b>	<b>0,60</b>
Clor a															<b>0,61</b>

**Tabella 7: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 926 m dalla costa (n=124).**

	Condu	Salin.	O.D. %	pH	RED-OX	Trasp.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N tot	P-PO <sub>4</sub>	P tot	Si-SiO <sub>4</sub>	Clor a	TRIX
Temp.	<b>0,92</b>	-0,10	<b>0,41</b>	<b>0,26</b>	<b>-0,54</b>	-0,05	-0,07	<b>-0,59</b>	<b>-0,24</b>	0,13	0,12	-0,13	-0,16	<b>0,18</b>	-0,03
Conduc.		<b>0,26</b>	0,17	0,07	<b>-0,48</b>	0,09	-0,15	<b>-0,69</b>	<b>-0,48</b>	-0,10	-0,03	<b>-0,29</b>	<b>-0,33</b>	-0,11	<b>-0,31</b>
Salin.			<b>-0,56</b>	<b>-0,42</b>	0,07	<b>0,35</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,54</b>	<b>-0,43</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,72</b>
O.D. %				<b>0,54</b>	<b>-0,35</b>	-0,11	<b>-0,25</b>	0,02	0,08	0,17	<b>0,24</b>	0,02	-0,15	<b>0,59</b>	<b>0,31</b>
pH					<b>-0,24</b>	<b>-0,22</b>	-0,10	-0,02	0,12	<b>0,33</b>	0,05	0,09	0,08	<b>0,52</b>	<b>0,27</b>
RED-OX						0,01	0,05	<b>0,28</b>	0,01	<b>-0,20</b>	-0,08	0,16	0,04	<b>-0,20</b>	0,07
Trasp.							<b>-0,28</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,27</b>	<b>-0,28</b>	<b>-0,20</b>	<b>-0,33</b>	<b>-0,31</b>	<b>-0,48</b>
N-NH <sub>3</sub>								<b>0,36</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,33</b>	<b>0,63</b>	<b>0,60</b>	-0,01	<b>0,38</b>
N-NO <sub>2</sub>									<b>0,58</b>	<b>0,24</b>	<b>0,33</b>	<b>0,36</b>	<b>0,54</b>	<b>0,21</b>	<b>0,51</b>
N-NO <sub>3</sub>										<b>0,73</b>	<b>0,47</b>	<b>0,52</b>	<b>0,76</b>	<b>0,30</b>	<b>0,64</b>
N tot											<b>0,32</b>	<b>0,45</b>	<b>0,57</b>	<b>0,34</b>	<b>0,57</b>
P-PO <sub>4</sub>												<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,25</b>	<b>0,49</b>
P tot													<b>0,57</b>	<b>0,23</b>	<b>0,59</b>
Si-SiO <sub>4</sub>														<b>0,18</b>	<b>0,54</b>
Clor a															<b>0,63</b>

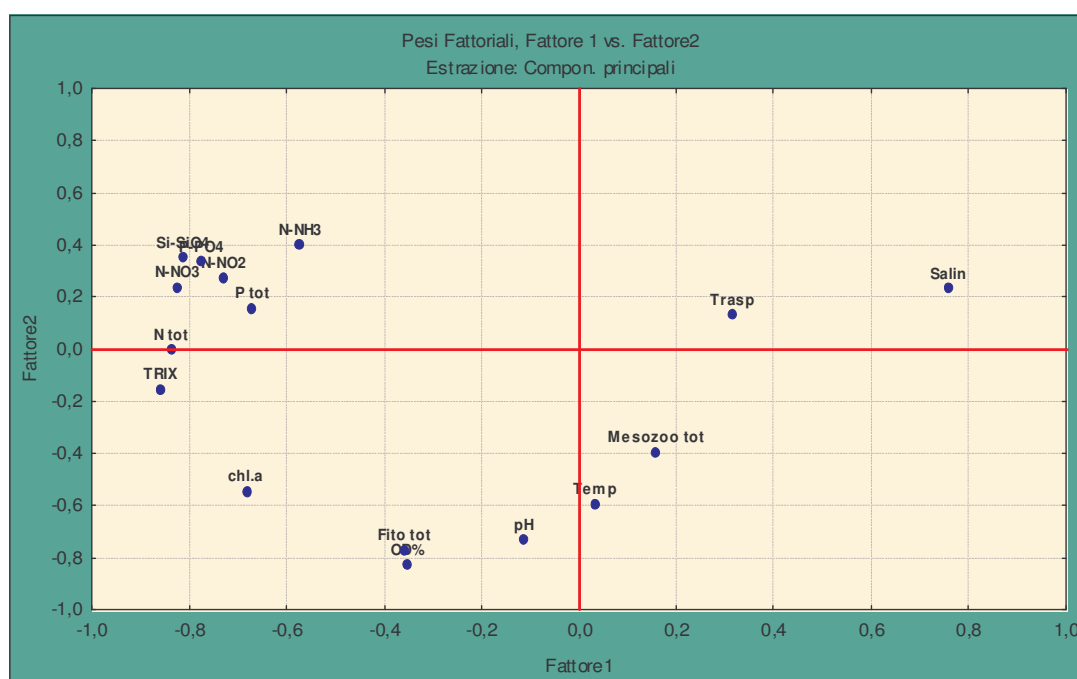
**Tabella 8: Coefficienti di correlazione lineare semplice significativi allo 0,05% (in grassetto) calcolati alle stazioni poste a 3704 m dalla costa (n=124).**

Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum *et al.*, 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili chimico-fisiche e biologiche, individua alcune combinazioni lineari di esse, in grado di spiegare da sole la maggior parte della variabilità del sistema. Tale analisi è stata effettuata sui dati di superficie delle sole stazioni a 500 m (Tab. 9 e Fig. 50), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e di mesozooplancton totale.

**Tabella 9: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m, in grassetto i valori >0.70.**

	<i>FATTORE 1</i>	<i>FATTORE 2</i>
<b>VARIANZA (%)</b>	<b>38,22</b>	<b>20,37</b>
Trasparenza	0,31	0,14
Temperatura	0,03	- 0,59
Salinità	<b>0,76</b>	0,24
pH	- 0,12	<b>- 0,73</b>
O.D. %	- 0,35	<b>- 0,82</b>
N-NH <sub>3</sub>	- 0,57	0,40
N-NO <sub>2</sub>	<b>- 0,73</b>	0,28
N-NO <sub>3</sub>	<b>- 0,82</b>	0,24
N TOT	<b>- 0,84</b>	0,00
Si-SiO <sub>4</sub>	<b>- 0,81</b>	0,35
P-PO <sub>4</sub>	<b>- 0,78</b>	0,34
P TOT	- 0,67	0,16
Clorofilla <i>a</i>	- 0,68	- 0,54
TRIX	<b>- 0,86</b>	- 0,15
Fitoplancton totale	- 0,36	<b>- 0,77</b>
Mesozooplancton totale	0,16	- 0,39

Le prime due componenti estratte hanno spiegato oltre il 58% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 38,2% di tale varianza (Tab. 9).



**Figura 50: Ordinamento dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati.**

La *prima componente* descrive l'effetto di interferenza che l'apporto continentale produce sull'acqua della fascia costiera, alterandone le caratteristiche peculiari di salinità e trasparenza. Il vettore bipolare che esprime questa componente all'estremo inferiore vede collocati campioni di acqua ad elevato contenuto in sali nutrienti (coefficiente di autovettore

con segno negativo) e a quello superiore campioni a salinità elevata (coefficiente con segno positivo) (Tab. 9 e Fig. 50). La *seconda componente* individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emerge, per il proprio contributo, il Fitoplancton totale e le variabili strettamente associate sia in veste di fattore causa (temperatura) che di fattore conseguenza (ossigeno disciolto e pH). Si tratta di un vettore unipolare in quanto il contributo delle variabili è risultato concorde come evidenziato dal segno negativo dei relativi coefficienti di autovettore (Tab. 9). Come già evidenziato per gli anni precedenti, le variabili si sono ancora una volta spontaneamente aggregate evidenziando i tre aspetti fondamentali dell'ecosistema marino costiero: componente pelagica, caratterizzata da salinità e trasparenza; componente continentale con elevate concentrazioni di macronutrienti, azoto e fosforo totali; risultante biologica, caratterizzata da clorofilla *a*, fitoplancton totale, ossigeno disciolto, pH e temperatura.

Dopo aver calcolato i valori medi annui sui parametri, al data set di dati è stata applicata l'analisi fattoriale escludendo dalla elaborazione il parametro plancton in quanto rilevato nelle sole stazioni a 500 m. In tabella 10 sono rappresentati i pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri sui due fattori individuati; in figura 51 si riportano graficamente i punteggi fattoriali, relativi ai due fattori della tabella 10, da cui si evidenziano alcuni raggruppamenti particolari delle stazioni prese in considerazione.

**Tabella 10: pesi fattoriali relativi ad alcuni parametri analizzati ( $p > 0.70$ ).**

	<i>FATTORE 1</i>	<i>FATTORE 2</i>
<b>VARIANZA (%)</b>	<b>66,62 %</b>	<b>14,96 %</b>
Trasparenza	0,57	- 0,32
Temperatura	- 0,36	- 0,64
Salinità	<b>0,97</b>	0,05
pH	- 0,20	<b>- 0,81</b>
O.D. %	- 0,66	- 0,69
N-NH <sub>3</sub>	<b>- 0,81</b>	0,32
N-NO <sub>2</sub>	<b>- 0,87</b>	0,22
N-NO <sub>3</sub>	<b>- 0,95</b>	0,14
N TOT	<b>- 0,98</b>	0,12
Si-SiO <sub>4</sub>	<b>- 0,97</b>	0,11
P-PO <sub>4</sub>	<b>- 0,88</b>	0,17
P TOT	<b>- 0,96</b>	- 0,06
Clorofilla <i>a</i>	<b>- 0,92</b>	- 0,23

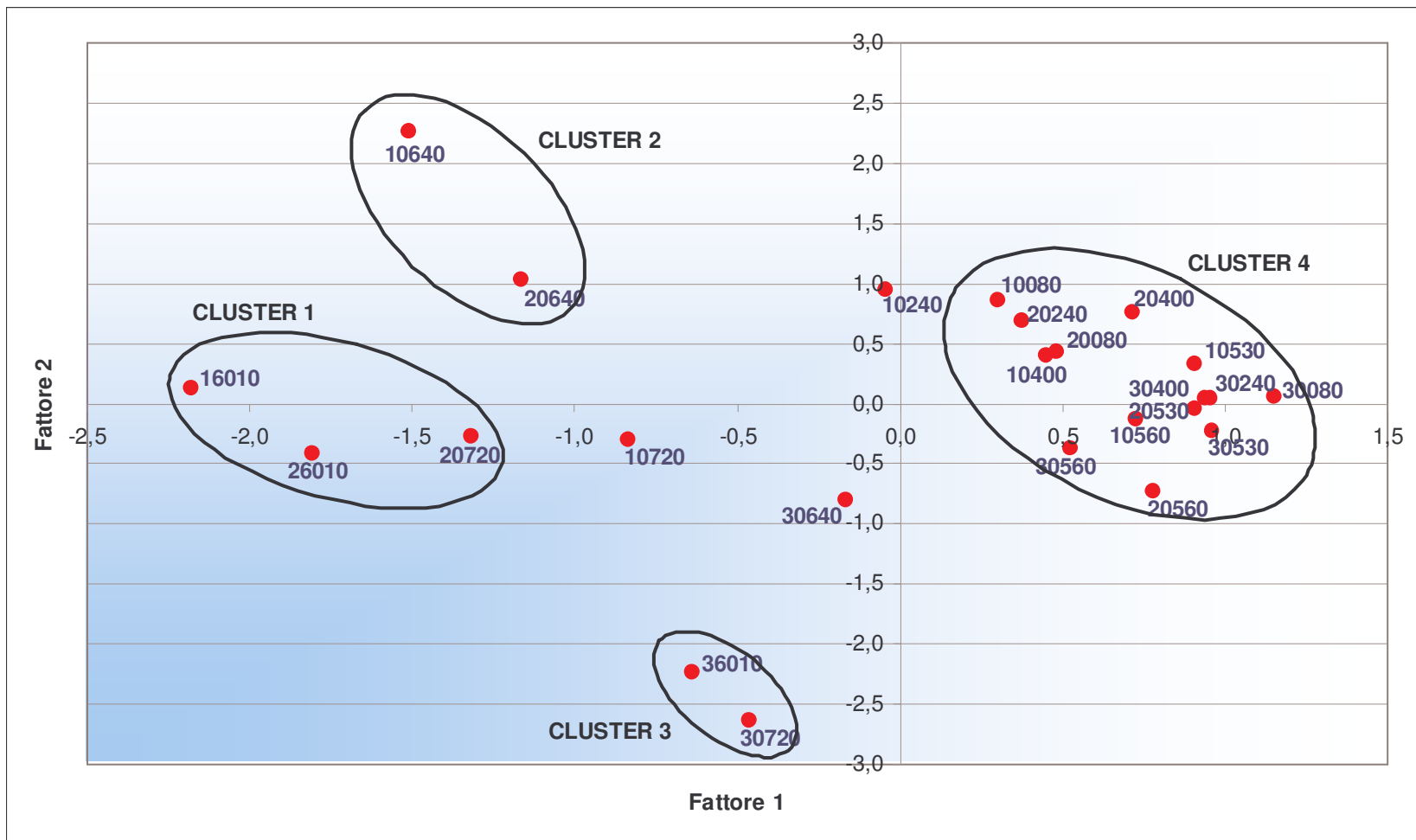


Figura 51: Rappresentazione dei punteggi fattoriali, relativi alle diverse stazioni di campionamento, sui due fattori individuati.

In figura 51 si possono evidenziare alcuni cluster principali:

- CLUSTER 1 raggruppa le due stazioni più prossime alla linea di costa del transetto posto di fronte alla foce del Po di Pila, caratterizzate da salinità mediamente piuttosto basse ed elevate concentrazioni di nutrienti fino al largo (Fig. 48); è presente anche la stazione 20720, situata a circa 1 km dalla costa del transetto 072, spesso fortemente condizionata dalla estensione verso nord della plume del Po (Figg. 19, 21, 27);
- CLUSTER 2 comprende le stazioni 10640 e 20640, poste rispettivamente a 500 e 926 m dalla linea di costa e posizionate tra le foci di Brenta-Bacchiglione e di Adige; forte è l'influenza delle acque che arrivano e caratterizzano queste stazioni, distinguendole dalle altre per le elevate concentrazioni di azoto ammoniacale e di fosforo da ortofosfati rilevate, come già osservato nel corso del 2004 (Fig. 19);
- CLUSTER 3 raggruppa le stazioni più lontane dalla costa (3704 m) dei transetti 072 (località Albarella) e 601 (Po di Pila): queste stazioni, sulla base dei dati rilevati, risultano presentare valori elevati di tutti i nutrienti rispetto alle stazioni di altri transetti sia pure in misura inferiore rispetto alle stazioni più prossime alla costa del transetto di appartenenza;
- CLUSTER 4 comprende in una grande area tutte le altre stazioni, localizzate sia nel tratto a nord della laguna che nella zona antistante la stessa. Tali stazioni, influenzate in maniera ridotta dai fiumi locali o poste in aree dove non sono presenti apporti di tale tipo, presentano una ridotta variabilità dei valori di nutrienti e salinità rispetto a quanto visto per le stazioni dei clusters 1 e 2.

## **6 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2005**

### ***6.1 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI***

Nel corso del 2005 non sono stati rilevati eventi di formazione di aggregati mucillaginosi; talvolta è stata osservata presenza di neve marina e occasionalmente forme piccole di filamenti, lungo la colonna d'acqua.

### ***6.2 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE***

Nel corso delle normali campagne di monitoraggio in mare la presenza di meduse è stata rilevata sporadicamente, con pochi esemplari di taglia ridotta della specie *Rhizostoma pulmo*; poiché si tratta di specie da considerarsi innocua il fenomeno, anche per il ridotto numero di organismi avvistati, non ha rappresentato motivo di preoccupazione per i bagnanti.

## 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attività svolta nell'ambito delle attività istituzionali sulle acque marino-costiere, relativamente alle campagne di campionamento nell'anno 2005, è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto come previsto dal programma di ricerca e monitoraggio, cercando di rispettare le modalità e i tempi previsti; le condizioni meteorologiche hanno talvolta reso difficoltoso il regolare compimento della campagna di rilevamento e misura, comportando lo slittamento delle date di campionamento senza peraltro impedirne lo svolgimento entro i tempi massimi (Tab. 1).

Nel dettaglio, dall'analisi dei dati raccolti si può evidenziare quanto segue per le variabili idrobiologiche:

- le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche nonché gli apporti continentali hanno esercitato come sempre una forte azione sulla trasparenza. Il gradiente positivo che si delinea con l'allontanamento dalla costa, particolarmente forte oltre i 1000 m, rimane sempre ben evidente riducendosi gradualmente verso sud (trasetti 072, 601) a causa dell'estendersi dell'influenza fluviale verso il largo

- gli apporti fluviali più cospicui nei mesi di aprile-maggio e a settembre hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona a sud di Chioggia e in particolare nell'area antistante il delta del Po caratterizzata da valori di bassa salinità anche alle stazioni più lontane dalla costa; per contro i trasetti localizzati nell'area antistante la laguna di Venezia (040, 053, 056) hanno mostrato valori medi di salinità elevati in tutte le stazioni, senza gradienti di sorta

- per quanto attiene l'ossigeno disciolto, mediamente i valori si sono mantenuti al di sotto del livello di saturazione nella zona compresa tra i trasetti 008 e 064, aumentando gradatamente e raggiungendo in alcune occasioni condizioni di soprassaturazione ai trasetti 072 (Albarella) e 601 (Po di Pila), caratterizzati anche da elevati valori di concentrazione idrogenionica, di nutrienti disciolti e valori di salinità bassi

- rispetto al 2004 si è evidenziata una ridotta variabilità per i principali parametri chimico-fisici (pH, ossigeno disciolto, salinità) sia in superficie che lungo la colonna d'acqua

- per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni di tutti i nutrienti lungo la costa, si evidenzia come i valori più elevati siano stati rilevati come sempre nei trasetti 064, 072 e 601 ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona. Infine, mentre nel 2004 si era osservata una forte riduzione dei casi di campioni con concentrazioni inferiori al



limite di rilevabilità rispetto all'anno precedente, nel 2005 si è verificata una situazione differente per i diversi nutrienti: ad esempio per l'azoto ammoniacale si è passati dal 68.7% nel 2003 al 19.0% nel 2004 al 36.6% nel 2005 (valori medi annui rispettivamente pari a 11.9 µg/l, 22.3 µg/l e 16.57 µg/l), per il fosforo da ortofosfati si è scesi dal 47.3% (2003) al 33.9% (2004) al 15.1% nel 2005 (valori medi annui rispettivamente 3.26 µg/l, 4.30 µg/l, 4.38 µg/l)

- come per i nutrienti, anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra valori elevati nei transetti localizzati a sud della foce dell'Adige, con valori più elevati, sempre legati alla presenza di Diatomee, nei mesi tardo-primaverili ed estivi e minimi nel periodo invernale; particolarmente forte la situazione rilevata presso il transetto 072, dove si è verificata una situazione di fioritura algale nel mese di maggio dovuto a elevate abbondanze di *Chaetoceros* spp. con valori superiori a 18.750.000 cell/l nella stazione più vicina alla costa scendendo a 13.200.000 cell/l e a 7.600.000 cell/l alle stazioni più esterne, con una evidente colorazione verde-marrone dell'acqua in tutta la zona. Il transetto 072 è stato caratterizzato in tutte le stazioni da concentrazioni elevate di ossigeno disciolto (oltre 170%), di pH (8.39-8.40) e di azoto nitrico disciolto e valori di salinità bassi rispetto agli altri transetti monitorati nel corso della campagna

- la ricerca delle specie potenzialmente tossiche non ha mai evidenziato valori superiori ai limiti di abbondanza indicati nei D.D.M.M. 01.08.1990 e 01.09.1990, pari a 1000 cell/l per *Dinophysis* spp (molluschicoltura) e nella Circolare M.S. del 31.7.1998, pari a  $10 \cdot 10^6$  cell/l, per *Alexandrium* spp (balneazione).

- per quanto riguarda il mesozooplanton, la componente che presenta le maggiori abbondanze è costituita dai Copepodi durante tutto il corso dell'anno, ad eccezione della seconda campagna di luglio (07B) caratterizzata dalla forte presenza di Cladoceri (*Penilia avirostris*), particolarmente presso la stazione 16010 al Po di Pila (Figg. 44 e 45)

- infine sono fortunatamente mancate, rispetto all'anno precedente, le occasioni di situazioni anomale dell'ecosistema indagato.

In linea generale, come evidente da anni di indagine, nelle acque della fascia costiera i cicli stagionali delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto. Ciò è riconducibile alla presenza di cospicui apporti di acque interne ricche di macronutrienti ma anche alle condizioni meteorologiche che, in ambienti a ridotta batimetria, sono in grado di influire marcatamente sia sulle caratteristiche chimico-fisiche del corpo idrico che sulla componente biologica in esso contenuta.

In particolare, le osservazioni emerse dall'analisi condotta sui dati raccolti permettono di sottolineare che le fluttuazioni meteorologiche occorse a carico del sistema costiero veneto nel periodo indagato hanno esercitato una influenza sugli andamenti specifici di alcune variabili, modificandone, talvolta in modo sensibile, le caratteristiche più tipiche.

In conclusione, l'insieme delle informazioni raccolte in anni di studi hanno permesso di evidenziare da sempre l'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato; entrambi gli aspetti sono riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, l'alternarsi delle stagioni, le condizioni meteorologiche e la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante. Si sono di fatto osservati cambiamenti significativi nell'ecosistema marino dell'Alto Adriatico in generale, evidenziando ad esempio un certo parallelismo tra le variazioni ecologiche e cambiamenti meteoclimatici e inducendo, anche in funzione delle nuove direttive europee (Direttiva CE 2000/60, ad esempio), ad ampliare le conoscenze su componenti prima poco studiate quali le componenti zooplanctoniche e bentoniche e, più recentemente, su aree di pregio particolare che caratterizzano il Nord Adriatico denominate localmente Tegnùe. Lo studio approfondito della componente biologica del sistema permette, più che lo studio degli aspetti chimico-fisici dello stesso, di trarre informazioni più chiare e dettagliate della situazione attuale dell'ecosistema marino del Veneto e del suo trend evolutivo.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ARPAV-ATS, REGIONE DEL VENETO, 2003. *Progetto Mar-Co2. Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto (DLgs 152/99 e s.m.i.). Analisi conclusiva dei dati osservati nel periodo Novembre 2002-Ottobre 2003.* A cura di Vazzoler M., Ancona S., Zogno A.R. e Iacovone V.

Baroni A., Ancona S., Bresolin C., De Boni S., Lonigo A., Scarpa C., Zogno A.R., 2002. *Programma di ricerca INTERREG II. Monitoraggio dell'Alto Adriatico. Anno 2001. Rapporto finale.*

Circolare Ministero della Sanità, 9 Aprile 1998. *Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 Giugno 1988 concernente i criteri per la definizione del programma di sorveglianza di cui all'art. 1 del D.L. 14 Maggio 1988 n. 155 convertito con legge del 15 luglio 1988 n. 271.*

Circolare Ministero della Sanità, 31 Luglio 1998. *Aggiornamento delle metodiche analitiche per la determinazione dei parametri previsti nel decreto interministeriale 17 Giugno 1988 concernenti i criteri per la definizione del programma di sorveglianza di cui all'art. 1 del D.L. 14 Maggio 1988 n. 155 convertito con legge del 15 luglio 1988 n. 271.*

D.G.R. Veneto n. 3971, 15 Dicembre 2000. *Convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e la Regione del Veneto per la realizzazione di un programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero prospiciente la regione.*

D.G.R. Veneto n. 1468, 7 giugno 2002. *Progetto di monitoraggio integrato dell'ambiente marino costiero e delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs 152/99 e s.m.i.). BUR Veneto n. 69, 16 luglio 2002.*

Decreto del Ministro della Sanità, di concerto con il Ministro dell'Ambiente, 17 giugno 1988 *Criteri per la definizione dei programmi di sorveglianza algale per la rilevazione di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie.* G.U. n. 149 del 27/06/1988 pagg. 7-8

Decreto Ministero della Sanità, 1 Agosto 1990, n. 256. *Regolamento recante modificazioni al decreto ministeriale 27 Aprile 1978 concernente i requisiti microbiologici, biologici, chimici e fisici delle zone acquee sedi di banchi e di giacimenti naturali di molluschi eduli lamellibranchi e delle zone acquee destinate alla molluschicoltura, ai fini della classificazione in approvate, condizionate e precluse.* G.U. 10/9/1990 n.211.

Decreto Ministero della Sanità, 1 Settembre 1990. *Metodi di analisi per la determinazione delle biotossine algali nei molluschi bivalvi, nonché per la determinazione quali-quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici nelle acque marine adibite alla molluschicoltura.* G.U. 18/9/1990, n. 218.

Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 6 novembre 2003 n. 367. *Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.*

Decreto Legislativo, 11 Maggio 1999 n. 152. *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.* G.U.29/5/1999, n.124.

Decreto legislativo, 18 Agosto 2000 n. 258. *Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128.* G. U. 18/09/2000, n. 218. Suppl. Ordinario n. 153/L.

Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982 n. 470. *Attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione.* G.U. n. 203 del 26/07/1982 pagg. 5239-5245

Ferronato A., Vazzoler M., Ancona S., Bresolin C., De Boni S., Zogno A.R., Aimo E., Sanavio G. e Soccorso C., 2003. *Convenzione Ministero dell'Ambiente – Regione del Veneto. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero prospiciente la Regione del Veneto. Triennio 2001-2003. Anno 2002. Rapporto finale.* ARPAV-ATS

ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento.* ICRAM - ANPA

Legge 12 giugno 1993 n. 185. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 13 aprile 1993 n. 109 recante Modifiche al D.P.R. 8/06/1982 n. 470 concernente attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione.* G.U. n. 137 del 14/06/1993 pagg. 17-18

Legge 28 luglio 2004 n. 192. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 4 giugno 2004 n. 144 recante Differimento della disciplina sulla qualità delle acque di balneazione.* G.U. n. 180 del 03/08/2004

Kleinbaum, D.G., Kupper L.L. e Muller K.E., 1988. *Applied analysis and other multivariable methods.* PWS – Kent Publishing Company, Boston.

Morrison, D.F., 1976. *Multivariate statistical methods.* McGraw – Hill International Student Edition.

OSSERVATORIO ALTO ADRIATICO ARPAV-ATS, 2005. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2004. Analisi dei dati osservati nell'anno 2004.* A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Aimo E., Ancona S., Berti L., Bon D., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Sanavio G., Vanin S.

OSSERVATORIO ALTO ADRIATICO - ARPAV, 2005. *Convenzione tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Regione del Veneto. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero prospiciente la Regione del Veneto. Triennio 2001-2003. – Il litorale veneto. Territorio pressioni e stato delle acque costiere (Giugno 2003-Dicembre 2004).* A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Berti L., Bon D., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S.

REGIONE DEL VENETO, ARPAV-ATS Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto, 2005. *Rapporto 2004. Qualità delle acque di balneazione nella regione Veneto*. A cura di Vazzoler M., Berti L., Ancona S., Bon D., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Vanin S., Zogno A.R.

Regione del Veneto – Segreteria Regionale per il Territorio, dipartimento per l'Ecologia e la Tutela dell'Ambiente, 1995. *Qualità delle acque marine costiere prospicienti la Regione del Veneto (1991-1993)*. Volume III

Vazzoler M., Ancona., Zogno A.R., 2004. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto: gennaio-dicembre 2003. Analisi conclusiva dei dati osservati nell'anno 2003. Rapporto finale*. Osservatorio Alto Adriatico- Polo Regionale Veneto ARPAV-ATS

Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G. e Rinaldi A., 1998. *Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index*. *Environmetrics*, 9, 329-357.

## ALLEGATI

- DATI IDROLOGICI
- DATI CHIMICI
- DATI DI FITOPLANCTON E MESOZOOPLANCTON TOTALI
- DATI QUALITATIVI E QUANTITATIVI DI FITOPLANCTON E MESOZOOPLANCTON
- ANALISI QUANTITATIVA FITOPLANCTON POTENZIALMENTE TOSSICO
- DATI METEOROLOGICI E IDROLOGICI