



Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

**“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-COSTIERO
NELLA REGIONE VENETO”
GENNAIO - DICEMBRE 2009**

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2009



Area Tecnico Scientifica

Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico – Polo Regionale Veneto
Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e di Venezia
Dipartimenti ARPAV Provinciali di Rovigo e di Venezia

Padova, luglio 2010

ARPAV

*Direttore Generale ARPAV
Andrea Drago*

*Dirigente Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto
Marina Vazzoler*

A cura di:

*Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto
Marina Vazzoler, Anna Rita Zogno, Sara Ancona, Jvan Barbaro, Luigi Berti, Daniele Bon, Alessandro Buosi,
Maria Lavinia D'Amico, Daniel Fassina, Letizia Guardati, Roberta Guzzinati, Valeria Iacovone, Angiola
Lonigo, Silvia Rossi, Silvia Rizzardi.*

Hanno collaborato:

Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e Servizio Laboratori di Venezia

Esecuzione prelievi:

Settore Acque / Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto

Esecuzioni analisi e gestione dati LIMS:

*Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e Servizio Laboratori di Venezia
Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo
Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia*

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI	5
1.2	LE ATTIVITA' SU PROGETTO	5
2	LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO	7
2.1	LA RETE DI STAZIONI	8
2.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	9
2.2.1	CAMPIONAMENTO	10
2.2.2	ANALISI	10
2.3	GESTIONE DEI DATI	10
3	I PARAMETRI INDAGATI	11
3.1	DESCRIZIONE	11
3.2	METODI	13
4	ANALISI DEI RISULTATI	13
4.1	MATRICE ACQUA	14
4.1.1	TRASPARENZA	14
4.1.2	TEMPERATURA	16
4.1.3	SALINITA'	18
4.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA	20
4.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO	22
4.1.6	AZOTO AMMONIACALE	23
4.1.7	AZOTO NITRICO	25
4.1.8	AZOTO NITROSO	26
4.1.9	AZOTO TOTALE	28
4.1.10	FOSFORO DA ORTOFOSFATI	29
4.1.11	FOSFORO TOTALE	31
4.1.12	CLOROFILLA <i>a</i>	33
4.1.13	INDICE TROFICO TRIX	34
4.1.14	FITOPLANCTON	37
4.1.15	RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE	43
4.2	MATRICE BIOTA	45
4.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI	45
4.2.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI	45
4.3	MATRICE SEDIMENTO	46
4.4	MATRICE BENTHOS	47
4.4.1	LE INDAGINI	47
4.4.2	I RISULTATI	49
5	DISCUSSIONE	59
6	RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2009	63
6.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI	63
6.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE	64
6.3	FIORITURE ALGALI	64
6.4	FENOMENI IPOSSICI	65
6.5	AVVISTAMENTO CETACEI	65
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	66
8	BIBLIOGRAFIA	68

1 PREMESSA

1.1 LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI

Con la Legge n. 979 del 31 dicembre 1982 “Disposizioni per la difesa del mare” viene definito, d’intesa con le Regioni, il Piano generale di difesa del mare e delle coste marine. La L. 979/82 prevede tra le varie azioni la realizzazione lungo le coste di reti di monitoraggio dell’ambiente marino in cui “La rete di osservazione effettua periodici controlli dell’ambiente marino con rilevamento di dati oceanografici, chimici, biologici, microbiologici e merceologici e quanto altro necessario per la lotta contro l’inquinamento di qualsiasi genere e per la gestione delle fasce costiere nonché per la tutela, anche dal punto di vista ecologico delle risorse marine”; tale legge inoltre istituisce le Riserve Naturali Marine per la protezione dell’ambiente e individua le regole per la loro gestione. Il verificarsi di fenomeni particolari quali la comparsa di mucillagini o l’esplosione di maree colorate lungo la costa nord adriatica ha reso necessaria, fin dal 1985, l’attuazione di specifici programmi di monitoraggio e di ricerca tesi ad un’interpretazione corretta e integrata dell’evolversi di tali fenomeni, allo scopo di individuare e mettere in atto opportune azioni di recupero.

La Regione del Veneto, a tale scopo, ha pertanto attivato una serie di specifici controlli, affidandoli dal 1999 all’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), istituita con Legge Regionale n. 32/1996. ARPAV, che agisce sulla base delle indicazioni e delle priorità indicate dagli organismi regionali, ha attivato all’interno dell’Area Tecnico Scientifica 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); le funzioni dell’Osservatorio sono state assunte dal Servizio Acque Marino Costiere nel 2006; il Servizio nel 2010 è confluito nel Settore Acque mantenendo le funzioni di Osservatorio Alto Adriatico. Il Settore Acque 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; è operativo nella gestione dei fenomeni anomali e delle emergenze ambientali. ARPAV infine ha assunto funzioni tecnico consultive e di coordinamento nell’ambito delle attività di ripascimento della fascia costiera del Veneto (DMA 24/01/1996).

Tra le varie azioni messe in atto da ARPAV al fine di offrire un’informazione completa ed in tempo reale sulla situazione ambientale del bacino, è attiva la Rete Regionale di Boe Meteo Marine, che consente l’acquisizione di informazioni sullo stato del mare, rese poi disponibili all’utenza nel sito di ARPAV.

Parallelamente alle attività attuate ai sensi della normativa vigente (ex D.Lgs 152/99 e D.Lgs. 152/2006, etc.) viene realizzato, da anni, il “Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero” coordinato e finanziato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in attuazione a quanto indicato dalla legge 979/1982 recante “Disposizioni per la difesa del mare”. La realizzazione del Programma, che prevede indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota e benthos), avviene secondo precisi protocolli operativi, attraverso l’esecuzione di campagne di campionamento e misura secondo un calendario indicato nella Convenzione stipulata tra Ministero Ambiente e Regioni. In un’ottica di un’efficace razionalizzazione delle risorse sia in termini di tempo che di personale, le attività di campionamento e di analisi vengono effettuate unitamente alle attività legate al monitoraggio istituzionale ai sensi della normativa vigente: la Rete Nazionale, attiva nell’ambito della Convenzione e costituita da cinque aree di indagine, coincide parzialmente con la Rete Regionale, formata da otto aree di indagine dislocate lungo la costa veneta.

1.2 LE ATTIVITA' SU PROGETTO

L'attuale Settore Acque come Servizio Acque Marino Costiere - Osservatorio Alto Adriatico di ARPAV ha continuato negli anni a svolgere le previste attività di coordinamento, assumendo anche la responsabilità scientifica di numerose linee progettuali tuttora in corso, con un impegno sistematico alla razionalizzazione e all'ottimizzazione nell'impiego delle risorse umane e strumentali.

Ad oggi tutta la fase di sviluppo delle conoscenze e di razionalizzazione delle informazioni ha visto il suo perfezionamento nella implementazione di un sistema di archiviazione denominato "Sistema Dati Mare Veneto", realizzato su incarico della Regione Veneto. Conclusasi la fase conoscitiva e di organizzazione delle informazioni si rende necessario, partendo da queste basi, sviluppare nuove azioni strategiche per una gestione sostenibile dell'ambiente marino e costiero, non limitatamente agli ambiti locali ma in una visione più ampia, proprio perché il mare non ha confini.

Progetti conclusi:

- Progetto a regia regionale INT3 AAVEN111034 (nell'ambito del Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia), costituito da quattro linee progettuali 1) "INT01-OAA" – Coordinamento, organizzazione e gestione delle attività sul mare nella Regione Veneto. Istituzione dell'Osservatorio Alto Adriatico - Polo Regionale Veneto; 2) "INT02-OBAS" - Oceanografia Biologica dell'Adriatico Settentrionale; 3) "INT03-InterrMar-Co" - Evoluzione dell'ecosistema marino costiero per lo sviluppo di un sistema integrato di monitoraggio; 4) "INT04-Tegnùe" - Le aree di pregio ambientale mirate alla gestione e valorizzazione della risorsa marina.
- VI Piano nazionale triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (collegato ad INT04).
- progetto "Oasi marina di ripopolamento" nell'ambito del Programma Leader Plus "Piano di sviluppo locale dal Sile al Tagliamento" (collegato ad INT04).
- progetto AdriaMet, in collaborazione con il Centro Meteorologico di Teolo.
- progetto BIOPRO. Studio campione sull'inquinamento biologico proveniente dagli impianti di trattamento dei reflui in provincia di Venezia. Verifica sui sistemi di abbattimento.
- Progetto "NAB – Nuove Attività sul tema Balneazione", in risposta alla adozione della Direttiva 2006/7/CE sulle acque di balneazione.
- progetto "Re Mo - Progetto per la condivisione delle conoscenze e lo sviluppo di sistemi informativi e di monitoraggio su temi specifici di interesse per la pianificazione di bacino".
- Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare e Intervento 72-2.
- progetto "ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico".

Tra le linee progettuali in atto, di cui il Servizio Acque Marino Costiere coordina l'attivazione e l'esecuzione, le principali sono rappresentate da:

- Intervento 72-3 (come prosecuzione ed integrazione alle attività svolte negli anni precedenti);
- progetto "ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico" (fase di esercizio);
- progetto "Ostreopsis" per la ricerca di microalghe potenzialmente tossiche in prossimità dei litorali (I fase e II fase, quest'ultima in corso);
- progetto "Analisi dell'idoneità dei sedimenti presenti lungo il litorale veneto per attività di ripascimento delle spiagge emerse e sommerse", in collaborazione con ISPRA.

Infine, tra i progetti di futura attivazione si citano il progetto CAOS (Coordinated Adriatic Observing System), in ambito IPA Adriatico e la linea strategica IMAGE (Integrated Management and Sustainable Governance of the marine and coastal Environment in the Adriatic Region).

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

Nell'anno 2009 il Servizio Acque Marino Costiere di ARPAV, ora Settore Acque, ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto con i seguenti obiettivi:

1. attuazione del Programma di sorveglianza algale sulle acque di balneazione (D.Lgs. 30 maggio 2008, n.116; D.M. Salute n. 97 del 30/03/2010)
2. prosecuzione delle attività previste dall'ex D.Lgs. 152/1999 e s.m.i., dal D.Lgs. 152/2006 e dal D.M. 56/2009 sulle sostanze pericolose, ai fini della classificazione ecologico-ambientale delle acque marine del Veneto, in attesa della definizione dei nuovi criteri di classificazione
3. attuazione del nuovo Programma di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero 2008-2009 in convenzione tra Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa del Mare e Regione Veneto
4. attuazione del Programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/2006 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, benthos e sedimenti, da effettuarsi secondo specifici protocolli operativi. Le campagne di campionamento e rilevazione sono state eseguite con cadenza mensile da gennaio a maggio e da ottobre a dicembre, e quindicinale da giugno a settembre (Tab. 1).

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI anno 2009		
Campagna	Date di campionamento	Transetti campionati
Campagna 01	12, 13, 14, 26 gennaio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 02	5, 9, 10, 11, 12 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 03	2, 3, 4, 9, 10, 11 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 04	6, 7, 8, 9 aprile	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 05	4, 6, 7 maggio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06A	3, 5, 8, 9, 10 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 06B	16, 18 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07A	1, 2, 3, 6, 7 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 07B	20, 21, 22, 24, 27 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08A	4, 5, 6 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 08B	17, 18, 19, 20 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09A	1, 2, 3, 4 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 09B	17, 18, 22 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 10	5, 6, 7, 9 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 11	2, 11, 12, 13 novembre	008-024-040-053-056-064-072-601
Campagna 12	2, 7, 9 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2009 sulla Rete Regionale del Veneto.

2.1 LA RETE DI STAZIONI

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 e 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 (su due stazioni), microalghe bentoniche per un totale di 64 stazioni di campionamento. Il transetto 053 rappresenta, tra gli 8 indagati, l'area di riferimento (bianco).

Transetto	Provincia	Comune	Località	Distanza dalla costa		
				500 m	926 m	3704 m
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

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

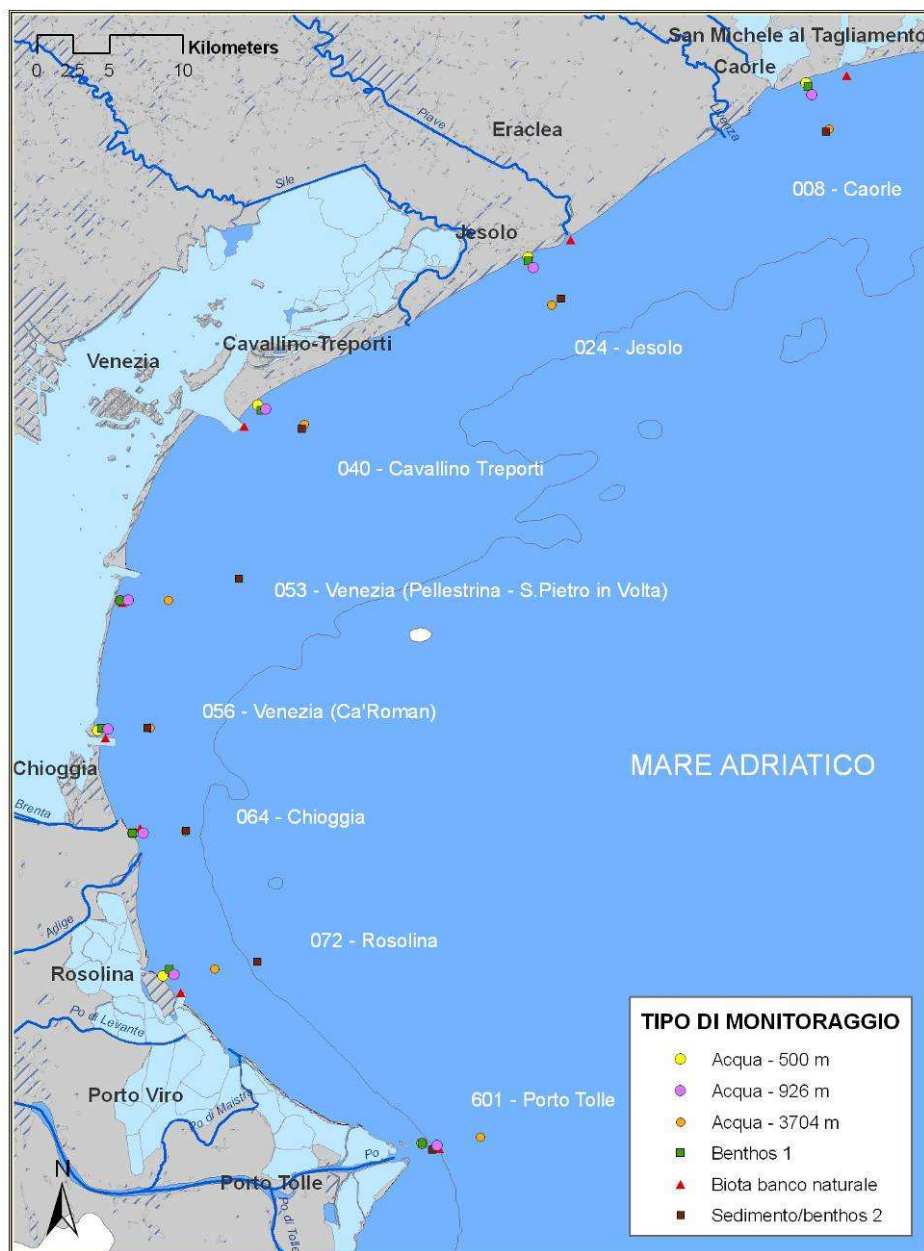


Figura 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale del Veneto nel 2009

2.2 GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota, etc.), avviene secondo precisi protocolli operativi. Il programma prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura secondo un calendario che tiene conto delle frequenze previste dalle normative vigenti in materia e quindi viene aggiornato in base alle normative di nuova emissione. Le attività previste in ambito istituzionale vengono attuate in integrazione con quelle di progetto, al fine di razionalizzare le risorse e ottimizzare i risultati. Entro fine anno si predispose il "Calendario integrato delle attività di campionamento" che tiene conto dei differenti piani di monitoraggio e/o studio e delle diverse finalità. La Pianificazione delle attività di campionamento e il relativo Calendario sono predisposti in collaborazione con i referenti delle attività di campionamento.

2.2.1 CAMPIONAMENTO

Le attività operative di campionamento riguardano le uscite in mare utili al prelievo di campioni delle diverse matrici e all'acquisizione di dati chimico-fisici lungo la colonna d'acqua per mezzo di sonda multiparametrica, di dati meteorologici con una centralina meteo e su direzione e velocità del vento con anemometro. Sono previste campagne mensili e quindicinali nel periodo estivo che prevedono il prelievo di campioni previsti dalla normativa vigente integrati da quelli previsti dalle attività di progetto.

Ogni campagna ha la durata media di 2-3 gg., salvo condizioni meteo-marine avverse, eccetto le campagne in cui si effettuano i campionamenti per la matrice benthos per le quali si rende necessario eseguire i rilievi su un transetto al giorno per i tempi lunghi dei prelievi previsti; tendenzialmente ogni campagna mensile viene realizzata nei primi giorni del mese, le campagne quindicinali nella prima e nella terza settimana del mese. Sempre nel periodo estivo da giugno ad agosto verranno realizzate le campagne per la rilevazione della presenza di microalghe bentoniche; tali campagne prevedono il campionamento su substrati solidi in prossimità della linea di costa e pertanto sono condotte da terra. La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti del Servizio Acque Marino Costiere di ARPAV, ora Settore Acque. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due risorse, durante le campagne che prevedono i prelievi di biota di sedimento e benthos è necessaria la presenza di una terza persona a supporto.

I prelievi e i rilievi sul campo vengono eseguiti secondo le indicazioni fornite dal Ministero Ambiente (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*).

2.2.2 ANALISI

Le attività analitiche vengono eseguite presso i laboratori specialistici di Rovigo e Venezia del Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori. In dettaglio le analisi di tipo chimico e microbiologico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali, sostanze prioritarie e prioritarie pericolose), sedimento (IPA, composti organoclorurati, composti organostannici, metalli, saggi biologici) e biota (IPA, PCB, Idrocarburi clorurati, metalli, Coliformi fecali) sono svolte presso il Laboratorio di Venezia, mentre le analisi biologiche (fitoplancton e fitoplancton potenzialmente tossico, benthos, etc.) presso Rovigo. Le metodologie seguite sono indicate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (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*).

2.3 GESTIONE DEI DATI

I risultati analitici, validati dai Laboratori di Venezia e Rovigo per la parte di rispettiva competenza, dal 2002 vengono inseriti nel Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto (SIRAV) attraverso un programma informatico denominato "LIMS". Nell'applicativo LIMS vengono inserite tutte le informazioni relative ad ogni singolo campione, dalla anagrafica ai risultati analitici; i dati inseriti, elaborati e validati da parte del responsabile dell'Unità Operativa, vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRAV.

I dati relativi ai rilievi fatti direttamente sul campo (sonda multiparametrica, disco di Secchi, rilievi meteorologici) vengono scaricati in file excel gestiti in locale e immessi in un database apposito denominato Sistema Dati Mare Veneto.

Le informazioni raccolte (rilevazioni sul campo, dati boe, risultanze analitiche, etc.) confluiscono nel Sistema Dati Mare Veneto (SDMV) che ha lo scopo di raccogliere e organizzare tutte le

informazioni relative al mare. Tra i requisiti chiave di SDMV vi è quello infatti di diventare uno strumento permanente di registrazione di dati relativi all'ambiente marino veneto. Le attività in relazione al SDMV prevedono pertanto l'aggiornamento della banca dati con dati SIRAV, BOE, CTD, rilievi sul campo, dati esterni, ripascimenti, teggù; l'aggiornamento e manutenzione del sistema in funzione di nuove stazioni, nuovi parametri, etc.; la produzione di report specifici in risposta alle nuove procedure di trasmissione dei dati individuate dalle normative di prossima emissione.

L'adempimento al D.Lgs. 152/2006 e ai decreti di modifica/attuazione allo stesso prevede inoltre una implementazione notevole delle attività inerenti la rappresentazione cartografica, in funzione della individuazione dei corpi idrici e dell'estensione delle aree di indagine, della rappresentazione delle reti di monitoraggio, della realizzazione di carte tematiche a rappresentazione dei dati rilevati sulle varie reti e infine della rappresentazione cartografica della classificazione ottenuta.

Fino al 2009 i dati relativi a ciascun anno di attività sono stati trasmessi ad APAT attraverso le schede 6 "Caratteristiche delle acque costiere" del Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con il Ministro della Salute, del D.M. 19 agosto 2003. Le schede sono state inviate ad APAT (Sistema152), tramite il Punto Focale Regionale di ARPAV, entro le scadenze previste dal succitato Decreto ovvero entro il 30 marzo di ogni anno. I dati vengono elaborati annualmente per procedere alla definizione dello stato ambientale delle acque. Ad oggi, ai fini della classificazione delle acque costiere viene considerato il valore medio dell'indice trofico, derivato dai valori delle singole misure durante l'intero periodo di indagine (24 mesi per la prima classificazione, 12 mesi per le successive); i risultati derivanti dalla applicazione dell'indice trofico determinano l'attribuzione dello stato ambientale di cui alla tabella 17 dell'allegato 1 al D.Lgs. 152/99, valutato anche sulla base delle condizioni ivi riportate.

In riferimento alla nuova normativa di recepimento della Direttiva 2000/60/CE, con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 17 luglio 2009 sono individuati i nuovi criteri per la trasmissione delle informazioni al sistema informativo SINTAI (Sistema informativo Nazionale per la Tutela delle Acque in Italia) – sezione WISE.

3 PARAMETRI INDAGATI¹

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". E' 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'O₂ 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

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

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.

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 TRIX²: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico 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).

Indice di trofia	Stato trofico
2 - 4	Elevato
4 - 5	Buono
5 - 6	Mediocre
6 - 8	Scadente

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

² 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).

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.

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: organismi marini animali (zoo benthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte riguardano lo studio delle comunità zoo bentoniche di fondi sabbiosi e fangosi.

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) in colonna; 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, lungo la colonna d'acqua rispettivamente mediante sonda multiparametrica Idronaut Ocean Seven Mod. 316 e fluorimetro Seatech. La funzionalità della sonda viene periodicamente 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.

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 e biota 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 2009, 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 riportate alcune statistiche di base calcolate sull'insieme dei dati per i parametri analizzati nel periodo di indagine in tutte le stazioni (solo dati di superficie). 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.

	N Validi	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	5° Percentile	95° Percentile	Intervallo Inter Quartile	Dev. Std.	Asimmetria	Curiosi
Temperatura (°C)	383	18.87	21.48	5.54	30.07	12.11	25.37	6.85	27.65	13.26	7.13	-0.353	-1.331
Salinità (PSU)	383	28.77	30.27	8.29	36.62	25.65	33.42	16.53	35.13	7.76	5.75	-1.128	0.896
Ossigeno disciolto (%)	383	110.18	106.35	84.83	224.40	98.30	119.95	91.50	134.77	21.65	17.20	2.124	8.853
pH	378	8.20	8.18	7.92	8.83	8.14	8.24	8.06	8.37	0.10	0.11	2.054	9.184
Clorofilla da CTD (µg/l)	383	0.90	0.66	< L.R.	6.61	0.39	1.01	0.15	2.74	0.62	0.89	2.813	9.900
Trasparenza (m)	384	2.29	2.00	0.10	11.00	1.50	3.00	0.50	4.00	1.50	1.27	1.866	8.777
N-NH ₃ (µg/l)	384	16.86	9.61	< L.R.	194.11	3.88	22.30	3.88	53.44	18.43	20.07	3.290	18.674
N-NO ₂ (µg/l)	384	7.77	6.00	< L.R.	45.03	2.96	10.70	0.76	20.81	7.74	6.50	1.656	4.318
N-NO ₃ (µg/l)	384	371.45	228.58	< L.R.	2895.80	66.14	508.35	5.65	1201.24	442.21	444.78	2.435	8.114
N totale (µg/l)	384	644.51	477.61	92.10	3756.60	296.96	801.67	167.00	1689.36	504.71	535.39	2.299	7.113
P-PO ₄ (µg/l)	384	10.20	5.90	< L.R.	84.50	1.30	13.80	0.50	35.60	12.50	12.40	2.315	7.205
P totale (µg/l)	384	24.05	16.40	< L.R.	264.89	7.90	30.75	0.50	67.00	22.85	29.27	4.001	23.082
Diatomee totali (cell/l)	128	2017164	661802	21700	18600178	284564	2235076	98125	7826031	1950512	3025673	2.659	8.607
Dinoflagellate totali (µg/l)	128	129466	59966	0	1467517	26167	117751	2181	575669	91584	222137	3.680	15.887
Altro fitoplancton (cell/l)	128	1490786	1322510	4000	6781540	546231	1999574	165721	3850870	1453343	1209159	1.684	4.304
Fitoplancton totale (cell/l)	128	3637414	2435686	32600	18916359	1577635	4608615	549502	10481952	3030980	3566282	2.244	5.805
Clorofilla analitica (mg/m ³)	128	3.06	2.10	0.50	34.10	1.40	3.35	0.80	7.20	1.95	3.81	5.581	39.516
Indice trofico TRIX	383	4.65	4.60	1.82	7.39	3.89	5.41	2.96	6.37	1.51	1.06	-0.047	-0.349

Tabella 4: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2009. **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 11 metri, rilevato presso la stazione 30240 nella seconda campagna di guigno, e un minimo pari a 0.1 metri rilevato in tre casi (alle stazioni 16010 e 26010 davanti alla foce del Po di Pila in febbraio, e ad aprile sempre alla stazione 16010); nell'anno il valore medio è risultato pari a 2.29 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 bassi valori di 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.

Il contributo degli apporti fluviali è ben evidenziato dalla sovrapposizione 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), condizioni verificatesi ad esempio a febbraio, maggio e nella seconda metà settembre. Secondo quanto riportato nel Bollettino Risorsa Idrica (a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV) in febbraio sono caduti sul Veneto mediamente 95 mm di precipitazione, contro una media mensile nel periodo 1994-2008 pari a 38 mm. Gli apporti mensili sul territorio regionale sono risultati pertanto superiori alla media del 149% e stimabili in circa 1.745 milioni di m³ d'acqua; tali apporti risultano essere inferiori solo a quelli registrati nell'anno 2004. Nella prima quindicina del mese di maggio 2009 si sono registrati diversi eventi che hanno interessato parzialmente la regione con apporti solo localmente significativi, per quanto riguarda invece le portate osservate nei principali fiumi del

Veneto, alla data del 15 maggio sono risultate ovunque superiori alle medie mensili di lungo periodo, anche per via del contributo dovuto allo scioglimento nivale.

In settembre sono caduti mediamente in Veneto 136 mm di pioggia contro una media nel periodo 1994-2008 pari a 111 mm. Gli apporti sono risultati pertanto superiori alla media (+22%), stimabili in circa 2.500 milioni di m³ di acqua, con un picco a metà mese che ha interrotto il trend decrescente delle portate naturali.

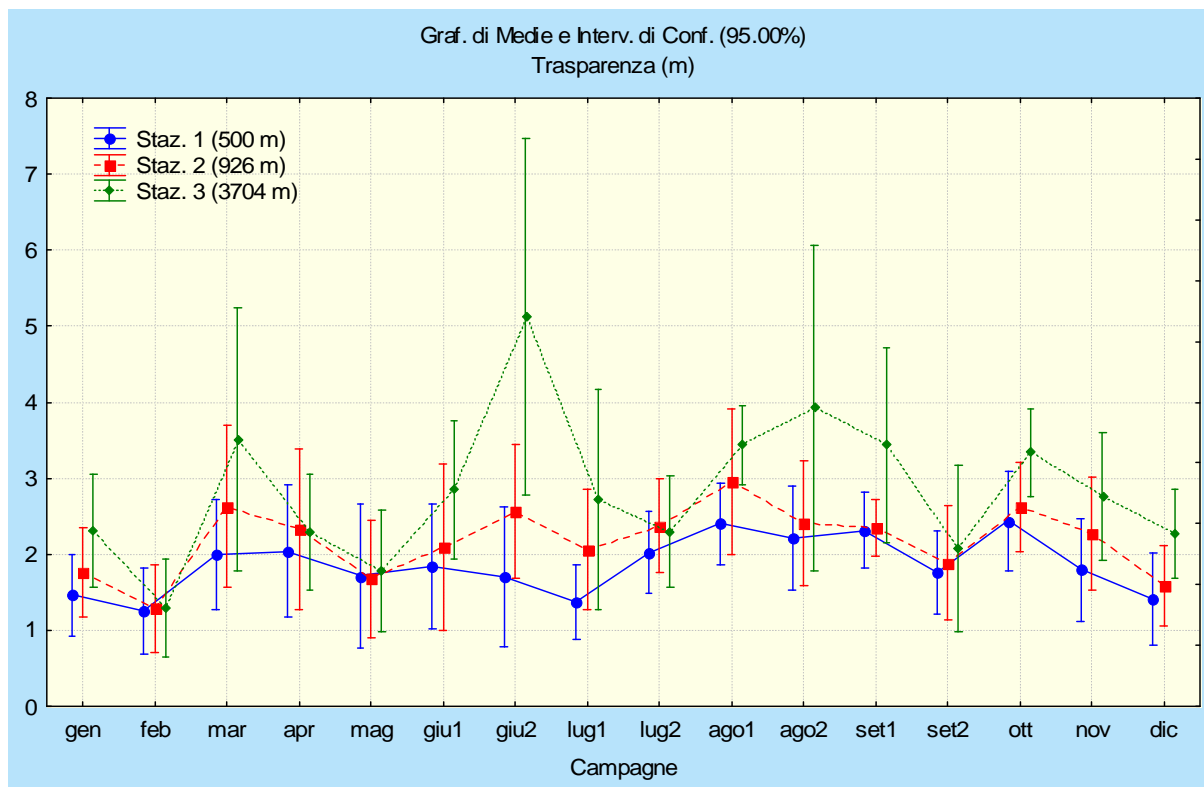


Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) e relativo intervallo di confidenza (95%) per campagna di rilevamento e misura alle diverse distanze dalla costa.

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 prospiciente il Po, nell'ambito della quale il transetto 601 (Po di Pila) risente fortemente dell'influenza delle acque del fiume, anche alle stazioni più esterne. 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: le stazioni qui presentano valori medi annui di trasparenza molto simili alle varie distanze dalla costa (la profondità alla stazione sottocosta è pari a 5.0 m).

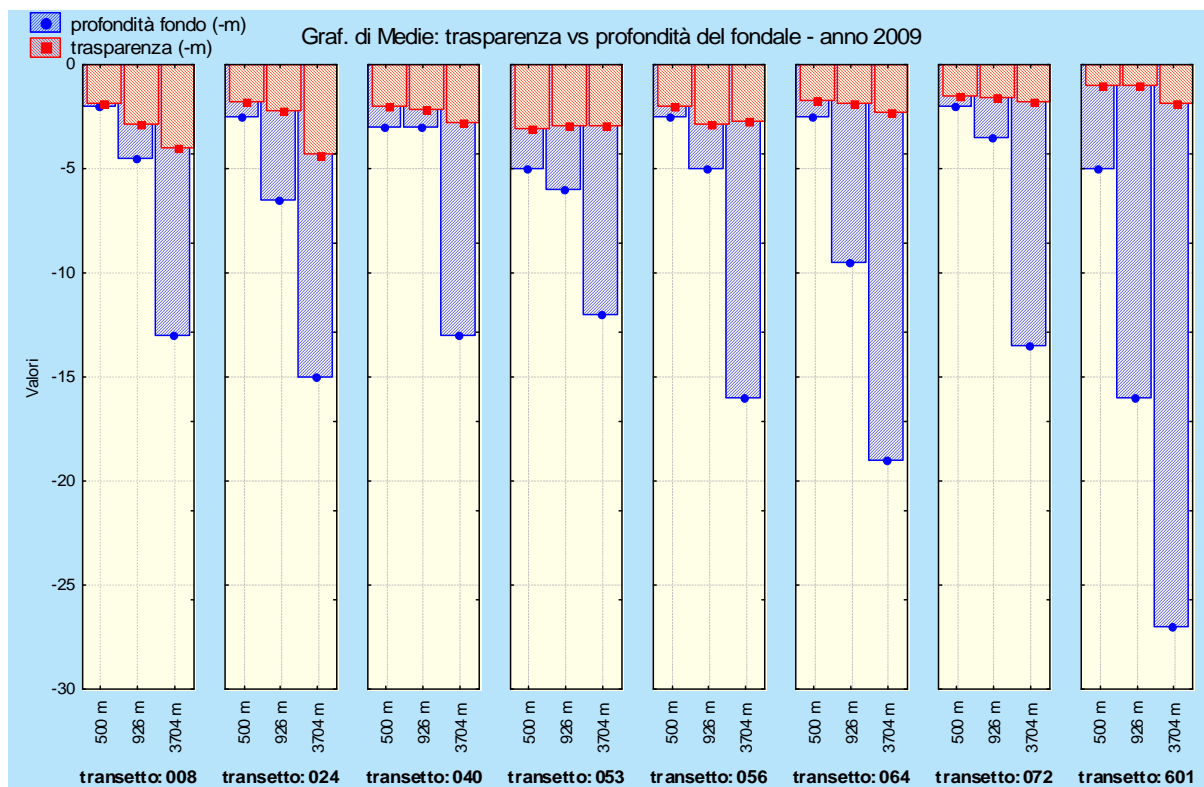


Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.

4.1.2 TEMPERATURA

In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 18.87°C, superiore di mezzo grado a quelli del 2008 (18.33°C) e del 2007 (18.37°C). I valori sono risultati compresi tra un minimo di 5.54 (stazione 20720 a gennaio) e un massimo di 30.07°C (stazione 36010 nella seconda campagna di agosto).

La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso le sole stazioni al largo (3704 m) lungo l'arco dell'anno 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). Nel 2009 il fenomeno di inversione termica è iniziato più tardi, cioè a ottobre anziché a metà settembre come nell'anno precedente.

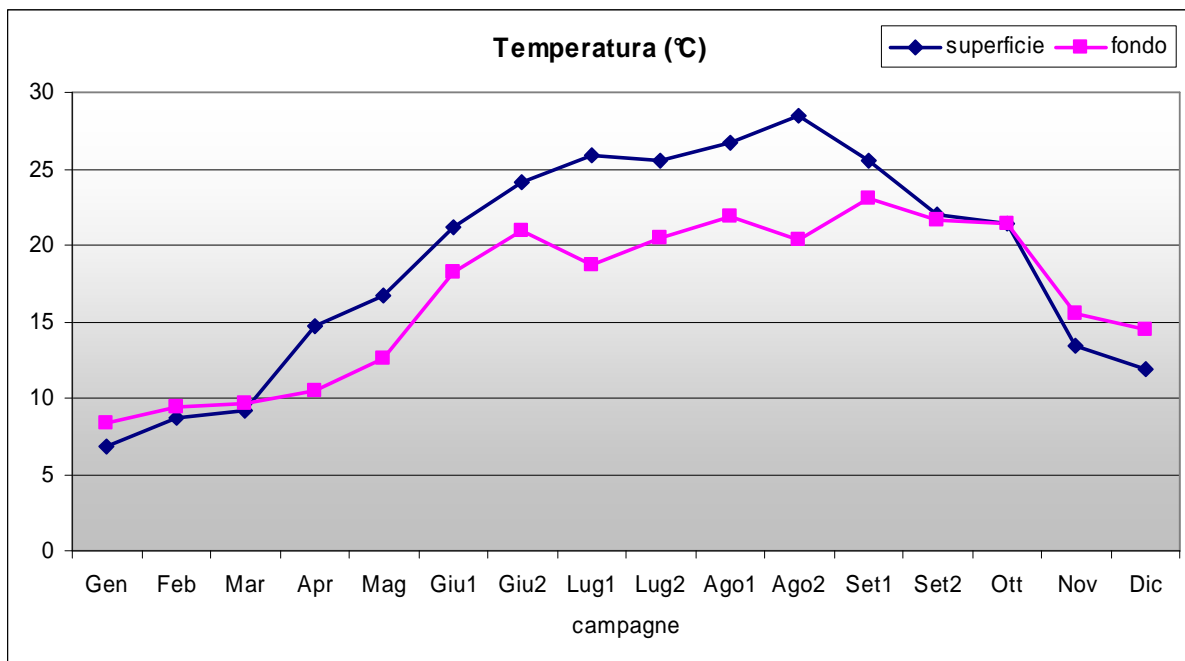


Figura 4: Valori medi mensili di temperatura (°C) in superficie e al fondo rilevati alle stazioni a 3704 m dalla costa.

In figura 5 si riporta la distribuzione dei valori medi di temperatura per ciascun transetto e 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. Le stazioni corrispondenti ai transetti centrali, posizionati davanti alla laguna di Venezia, mostrano i valori medi più elevati, nei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa si osservano i valori medi più bassi.

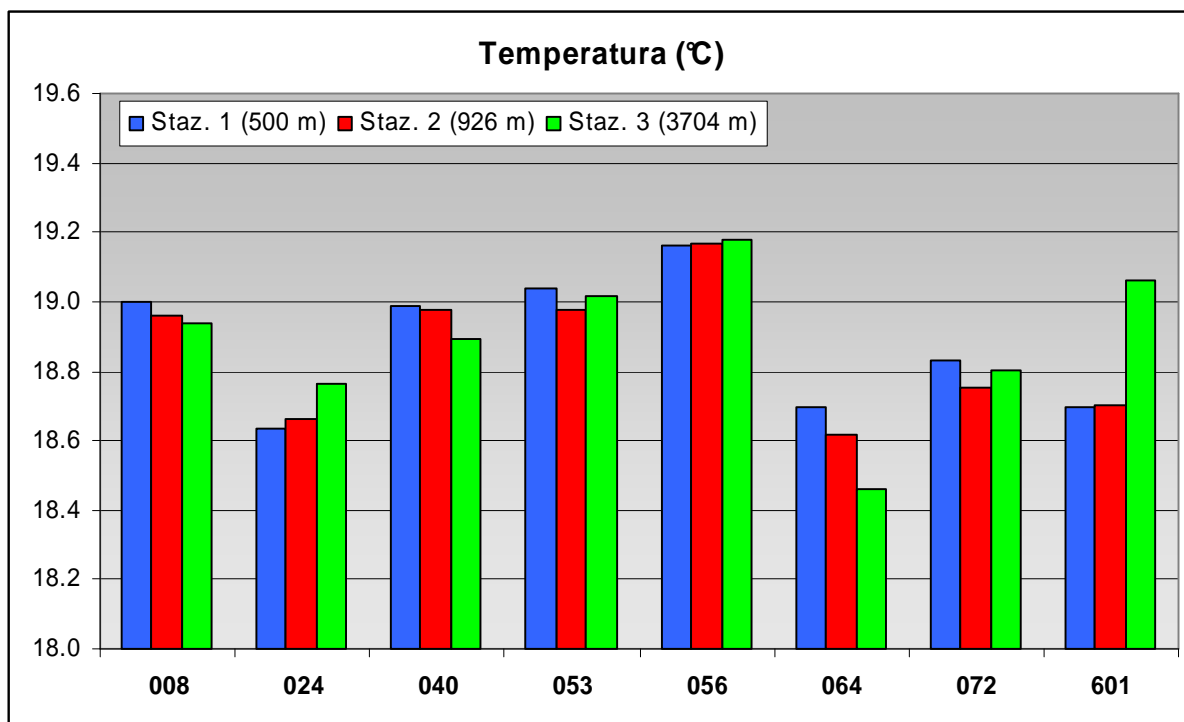


Figura 5: Valori medi annuali di temperatura per transetto alle diverse distanze dalla costa.

4.1.3 SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 8.29 PSU (stazione 16010 nel mese di novembre) ed il valore massimo di 36.62 PSU (stazione 30080 a gennaio), mentre il valore medio annuale risulta pari a 28.77 PSU, nettamente inferiore a quello degli anni precedente (31.20 PSU nel 2008 e 35.63 PSU nel 2007).

In figura 6 si riporta l'andamento delle salinità medie mensili in superficie e al fondo, registrate presso le stazioni più lontane dalla costa (3704 m). La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo di queste stazioni al largo si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie e sempre sopra i 35 PSU, con un valore medio nell'anno pari a 36.85 PSU. Negli strati superficiali sono superati i 30 PSU a gennaio, nella seconda metà di giugno e poi nel periodo tra agosto e dicembre; da febbraio a metà giugno le salinità medie restano sempre inferiori a 30 PSU, con minimi ad aprile e maggio. Questa riduzione importante delle salinità (con medie mensili attorno ai 23 PSU) è probabilmente da attribuire alle abbondanti precipitazioni di aprile e allo scioglimento nivale, che hanno determinato la presenza all'interno del bacino di acque fortemente diluite. Di fatto, tali condizioni hanno causato il manifestarsi di deflussi medi nettamente superiori ai valori di lungo periodo per tutti i principali fiumi (Po, Adige, Brenta-Bacchiglione, Piave) soprattutto appunto nei mesi di gennaio, aprile e maggio. Nella figura 7 si riportano i valori medi quindicinali di portata del Po rilevati presso la stazione di Pontelagoscuro: dal confronto con la figura 6 si evidenzia una buona corrispondenza tra l'afflusso di acque dolci all'interno del bacino e la riduzione di salinità in superficie.

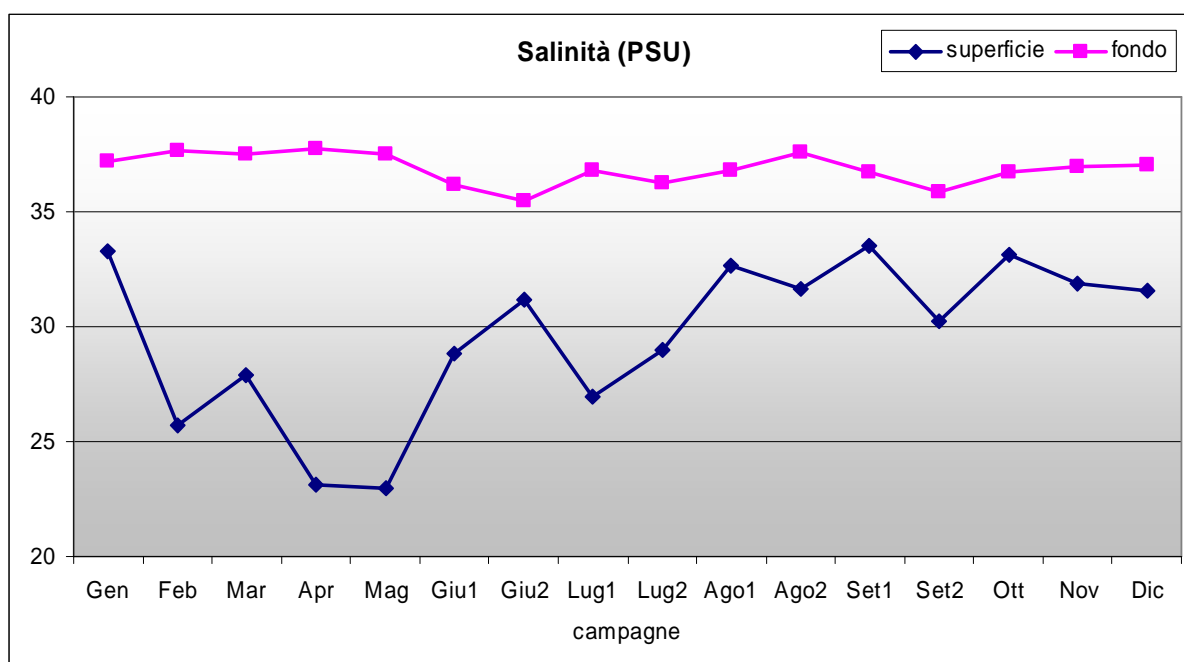


Figura 6: Salinità medie mensili (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704 m dalla costa.

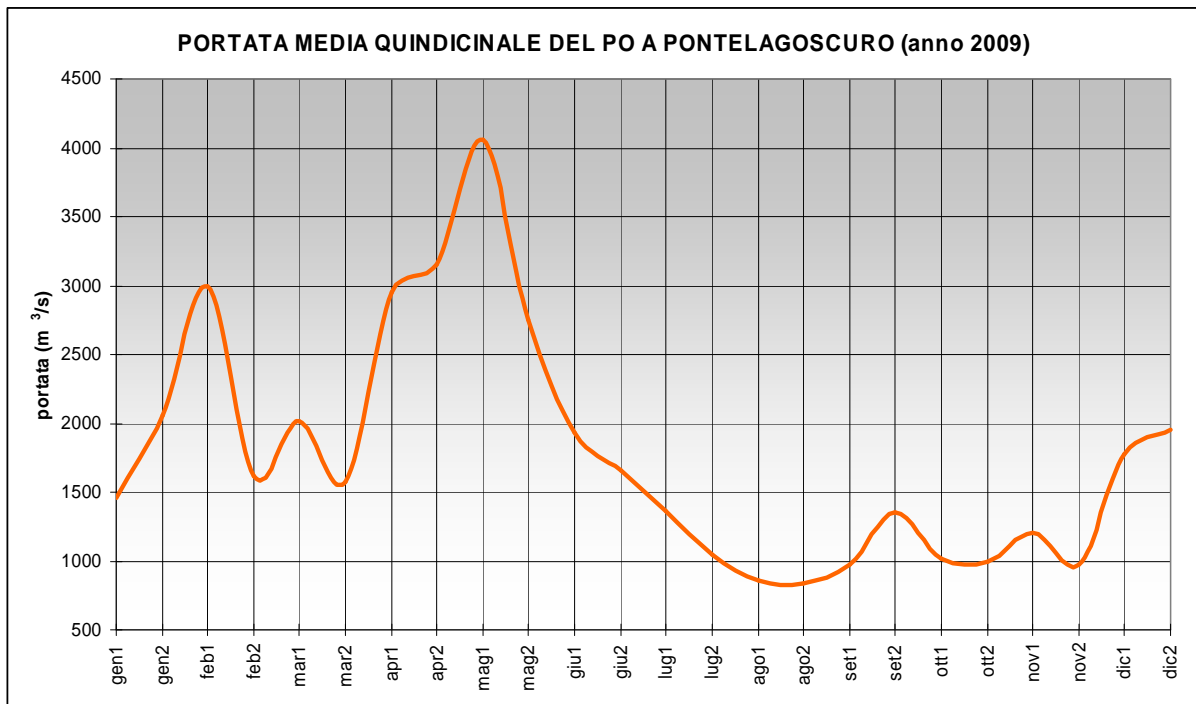


Figura 7: Portate medie quindicinali del Po rilevate alla stazione di Pontelagoscuro nel 2009.

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascun transetto e alle diverse stazioni che lo compongono (il grafico mostra i transetti da nord a sud lungo la costa) in forma di Box & Whisker Plots³. Dalle distribuzioni delle mediane e dal ridotto intervallo interquartile si osserva come l'area antistante la laguna di Venezia (transetti 053 e 056) presenti valori di salinità elevati già nelle stazioni prossime alla costa, con una ridotta variabilità; subito a sud di Chioggia le concentrazioni si abbassano di molto in relazione al maggiore afflusso di acque dolci nella zona, sia presso le stazioni vicine alla costa che nelle altre, e aumenta nel contempo la dispersione dei valori. I transetti posizionati nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia presentano una situazione intermedia, con valori di salinità più bassi alle stazioni costiere, rispetto alle zone di mare prospicienti la laguna; i valori più bassi in quest'area si registrano presso il transetto 024, maggiormente influenzato dai contributi del fiume Piave.

³ 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. Nei box plot utilizzati nel presente rapporto si è scelto di visualizzare i valori outlier e quelli estremi; gli outlier sono calcolati come: valore 75° percentile + c.o.*(75° percentile - 25° percentile), mentre gli estremi come: valore 75° percentile + 2 c.o.*(75° percentile - 25° percentile) dove c.o. è un coefficiente di outlier (1.5 per impostazione predefinita).

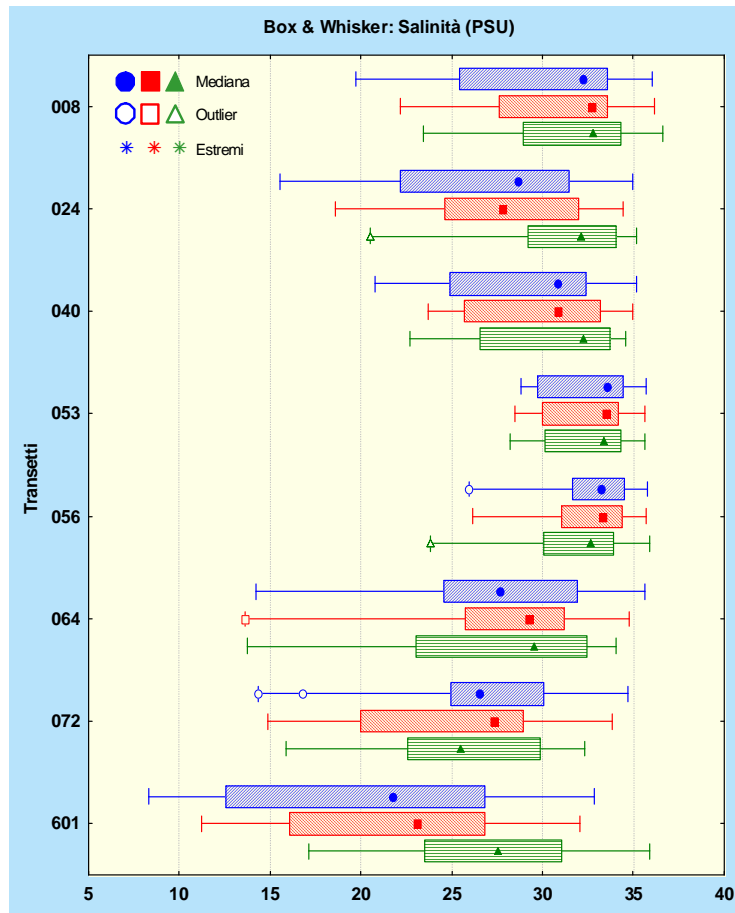


Figura 8: Distribuzione dei valori di salinità per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.4 CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA

Rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8.20 unità di pH, un massimo di 8.83 (stazione 20720 nella prima campagna di luglio) ed un minimo di 7.92 (stazione 26010 a febbraio).

In figura 9 si riporta la distribuzione dei valori medi mensili di pH calcolati in superficie e al fondo per le sole stazioni a 3704 m dalla linea di costa; durante gran parte dell'anno, a eccezione di gennaio e febbraio, i valori medi di fondo risultano inferiori a quelli di superficie, con una maggiore discrepanza nel periodo estivo.

In figura 10 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: si può osservare come, pur su una scala ridotta, i valori medi di concentrazione idrogenionica tendano ad aumentare procedendo da nord verso sud, così come è maggiore la dispersione dei valori attorno alla mediana.

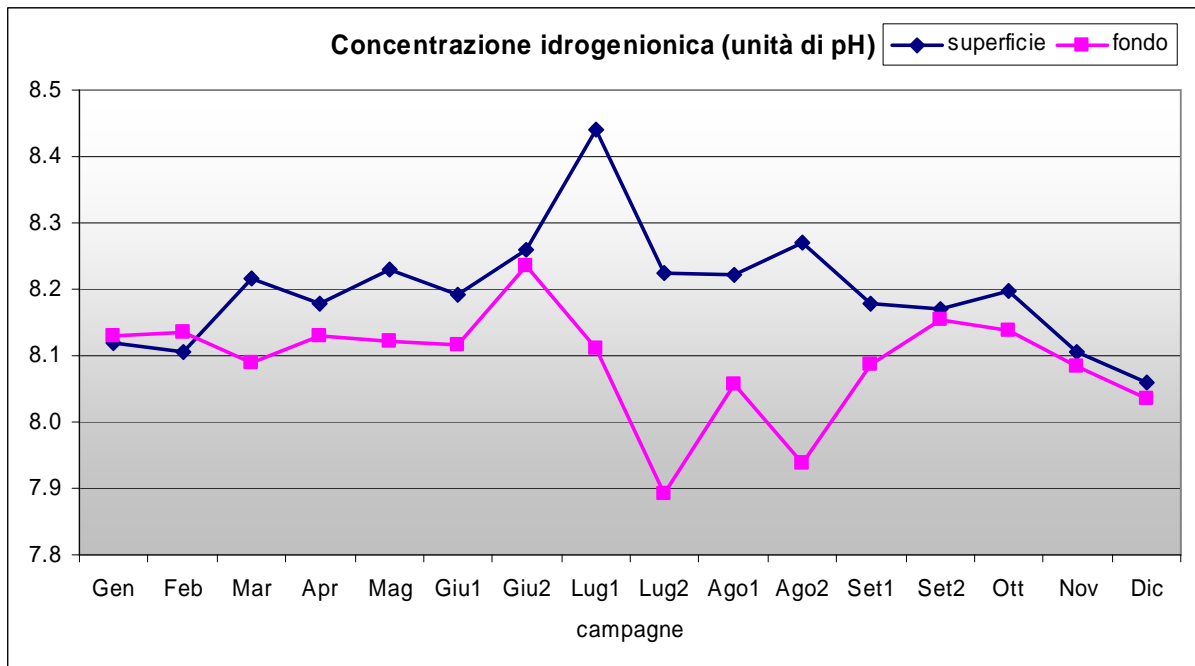


Figura 9: Valori medi mensili di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni a 3704 m dalla costa.

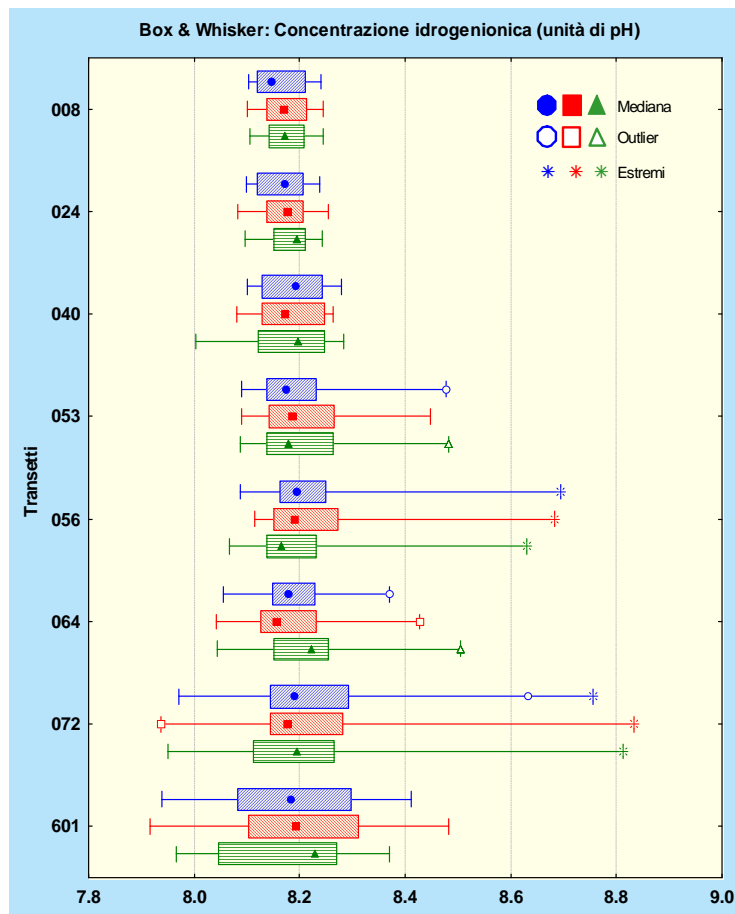


Figura 10: Distribuzione dei valori di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.5 OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 110.18% con un minimo di 84.83% alla stazione 20400 a gennaio ed un massimo di 224.40% alla stazione 20720 nella prima campagna di luglio. Al fondo i valori sono variati tra un minimo di 14.92% (stazione 30720 nella seconda metà di agosto) e un massimo pari a 140.68% (stazione 30640 nella seconda campagna di luglio), con una media annuale pari a 95.55%.

La figura 11 rappresenta gli andamenti medi mensili in superficie ed al fondo, calcolati presso le stazioni più al largo. I valori di superficie si sono mantenuti sopra il livello di saturazione nei mesi centrali dell'anno (da aprile a luglio), con valori massimi di concentrazione nelle campagne di luglio; da gennaio a marzo e da settembre a fine anno mediamente i valori di ossigenazione restano sotto la saturazione. Al fondo l'andamento segue quello di superficie, con scarti notevoli soprattutto nel mese di agosto; nella seconda metà del mese infatti è stata registrata una forte sottosaturazione, associata a bassi valori di concentrazione idrogenionica (pH) nell'area tra Pellestrina e Chioggia - Isola Verde alla distanza di circa 2 miglia nautiche dalla costa. Il fenomeno è descritto in dettaglio al capitolo "6 - RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2009".

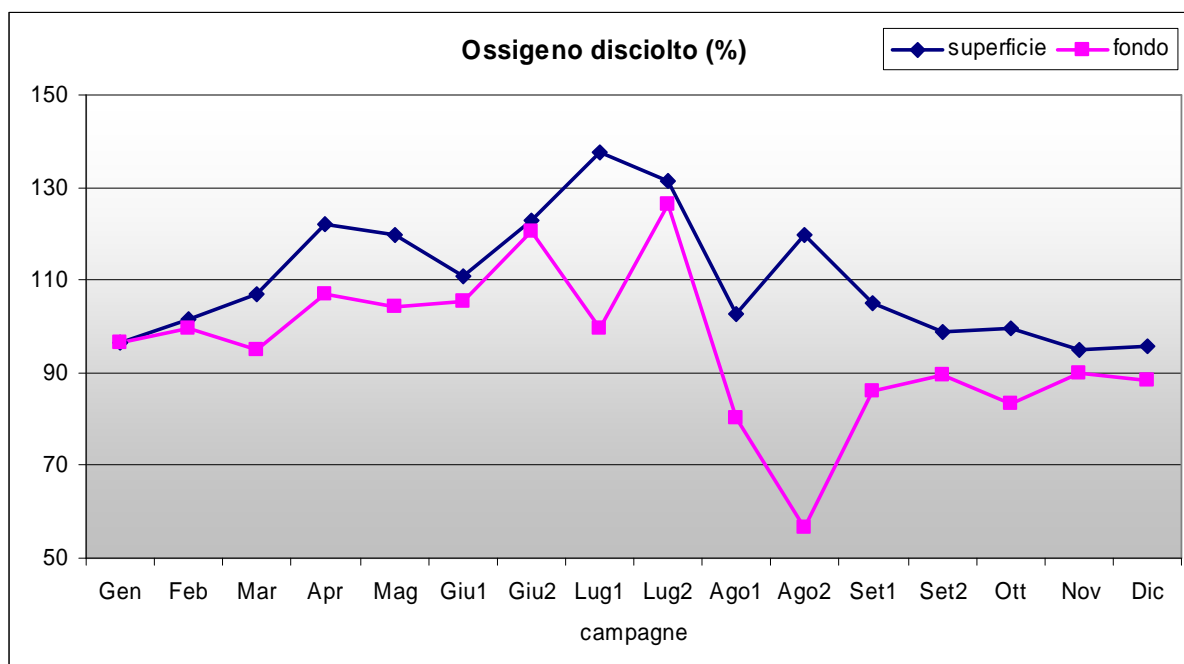


Figura 11: Valori medi mensili di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m.

Nella figura 12 si riporta la distribuzione dei valori di ossigeno disciolto per transetto alle varie di distanze dalla costa; dalla figura si evidenzia una tendenza all'aumento della dispersione dei valori in direzione nord-sud, con mediane più basse vicine al 100% di saturazione) nell'area antistante la laguna di Venezia. Il range di variazione delle concentrazioni di ossigeno disciolto appare più elevato presso le stazioni del transetto 072, che presenta i valori massimi di ossigenazione.

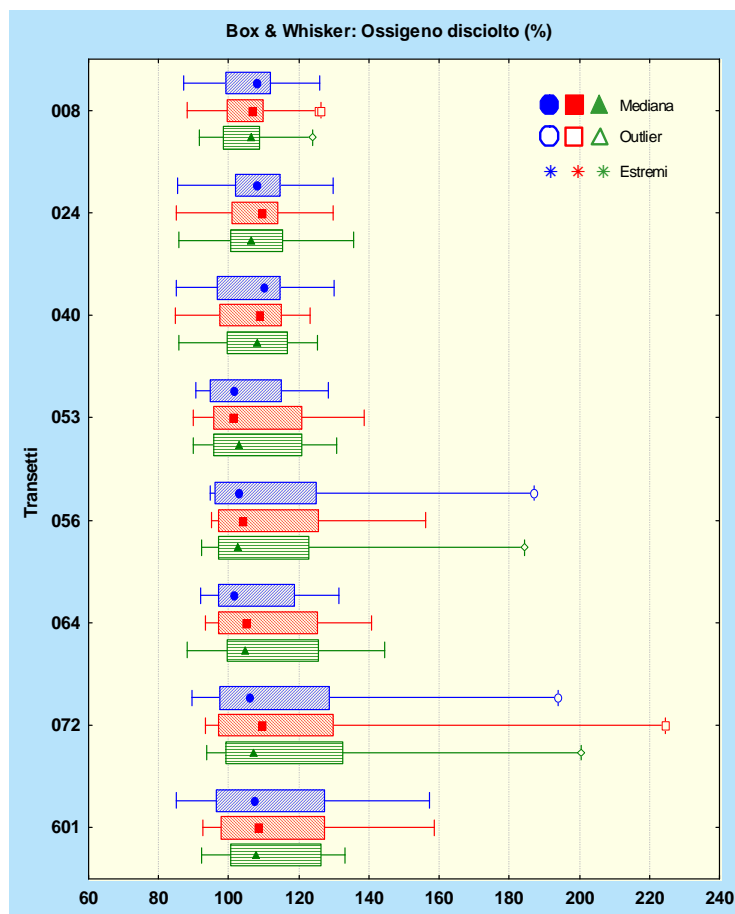


Figura 12: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.6 AZOTO AMMONIACALE

In superficie la concentrazione media annua di azoto ammoniacale è stata pari a 16.86 $\mu\text{g/l}$ (contro i 22.55 $\mu\text{g/l}$ del 2008) con valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (7.75 $\mu\text{g/l}$) nel 42.70% dei casi (rispetto al 32.6% nel 2008, al 20.1% nel 2007 e al 15.1% nel 2006) ed un valore massimo di 194.11 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 26010 nel mese di febbraio.

In figura 13 si riporta la distribuzione dei valori medi per ciascuna campagna alle tre distanze dalla costa. Dalla figura si osserva come i valori più ridotti (e la minore dispersione) siano rilevati nei mesi estivi. Dall'esame della distribuzione dei valori, per ciascuna stazione nei diversi transetti (Fig. 14), si nota un aumento delle concentrazioni nell'area a sud di Chioggia (dal transetto 64 in poi), maggiormente influenzata da apporti fluviali. Particolarmente elevate risultano le concentrazioni rilevate alle prime stazioni dei transetti 064 (sottoposto all'influenza delle foci dei fiumi Bacchiglione-Brenta ed Adige) e 601 (Po di Pila) presso il quale risulta maggiore la dispersione delle misure.

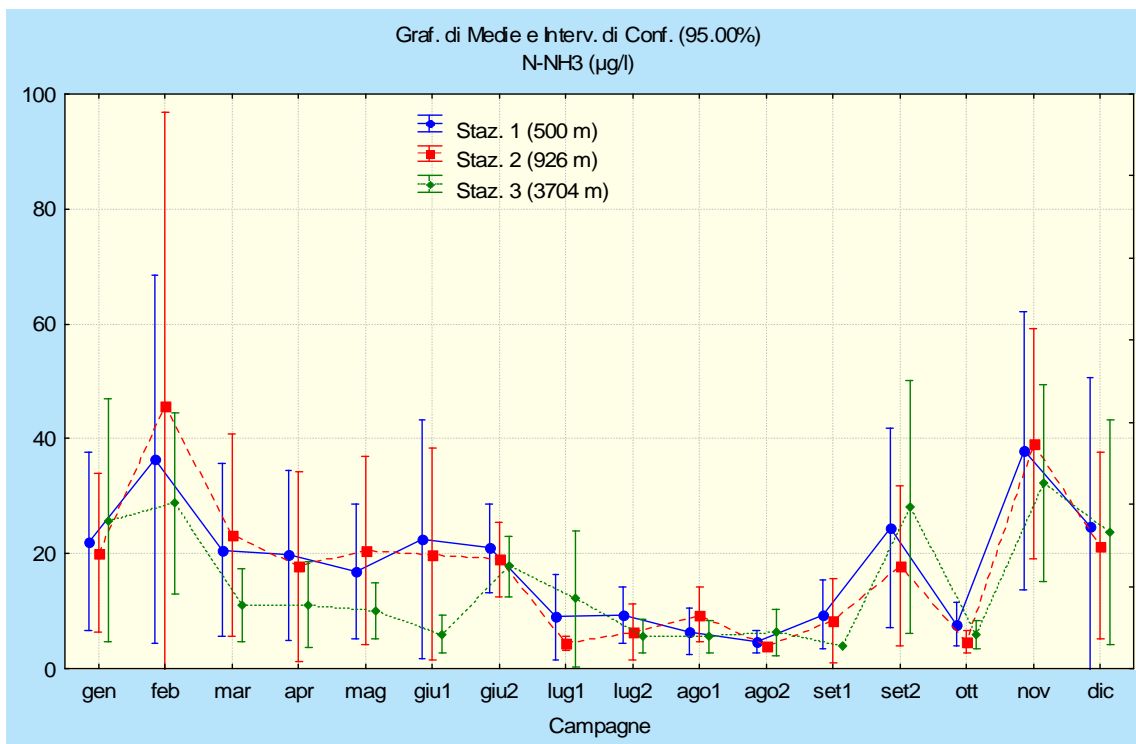


Figura 13: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.



Figura 14: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.7 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di 371.45 $\mu\text{g/l}$, con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (11.30 $\mu\text{g/l}$) nel 6.5% dei casi (contro il 7.8 del 2008 e il 18.2% nel 2007), ed un valore massimo di 2895.80 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 26010 nel mese di febbraio.

In figura 15 è riportata la distribuzione dei valori medi rilevati in superficie per ciclo di rilevamento; l'andamento tipicamente stagionale, rilevato negli anni precedenti, risulta abbastanza evidente compatibilmente con lo sviluppo delle condizioni meteorologiche nel corso dell'anno. La maggiore dispersione e valori elevati sono stati rilevati tra febbraio e maggio (mese in cui si è registrato il valore massimo nelle stazioni più vicine alla costa). Valori elevati di portata dei principali corsi d'acqua, verificatisi a febbraio e maggio nei giorni antecedenti lo svolgimento della campagna di misura (cfr. paragrafo 4.1.1), potrebbero essere responsabili dei picchi di concentrazione evidenziati.

L'esame della figura 16 mette in evidenza come valori più bassi siano stati rilevati nell'area antistante la laguna di Venezia, mentre si assiste ad un aumento delle concentrazioni di questo nutriente nel tratto meridionale di costa, con valori particolarmente elevati nella zone antistante il delta del Po (trasetto 601). Nella parte settentrionale del bacino si riscontra una situazione intermedia tra le precedenti, con concentrazioni più elevate nell'area antistante la foce del Piave (trasetto 024).

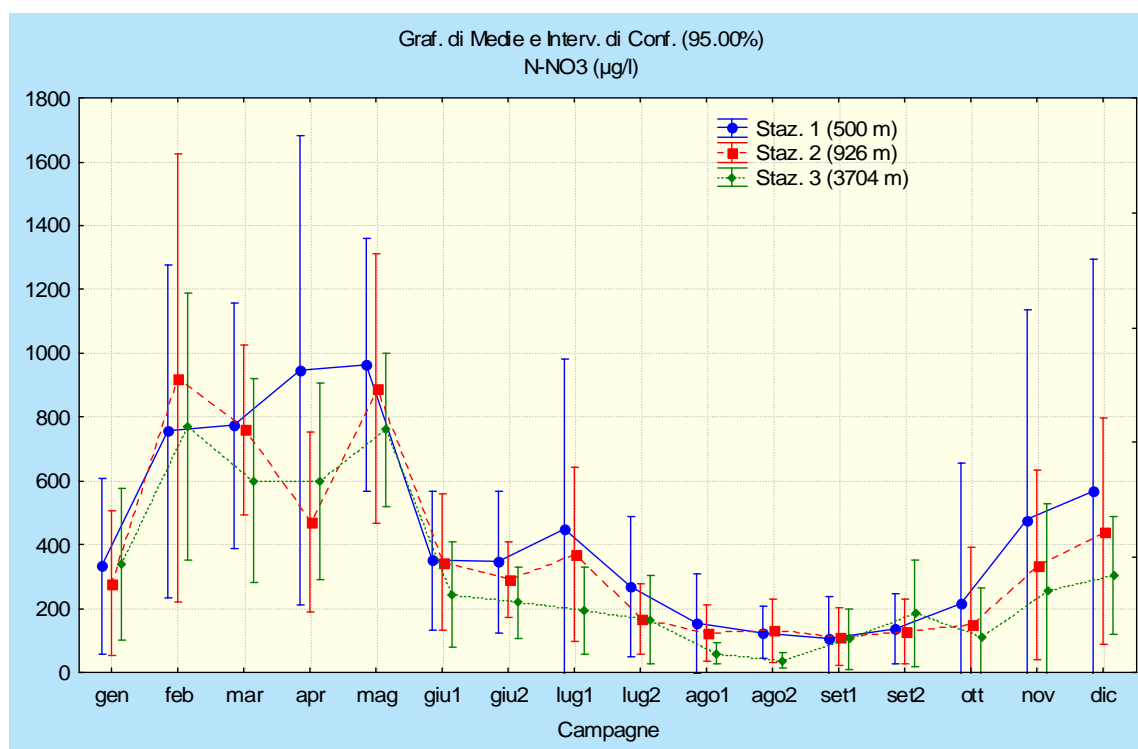


Figura 15: Distribuzione dei valori di azoto nitrico in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

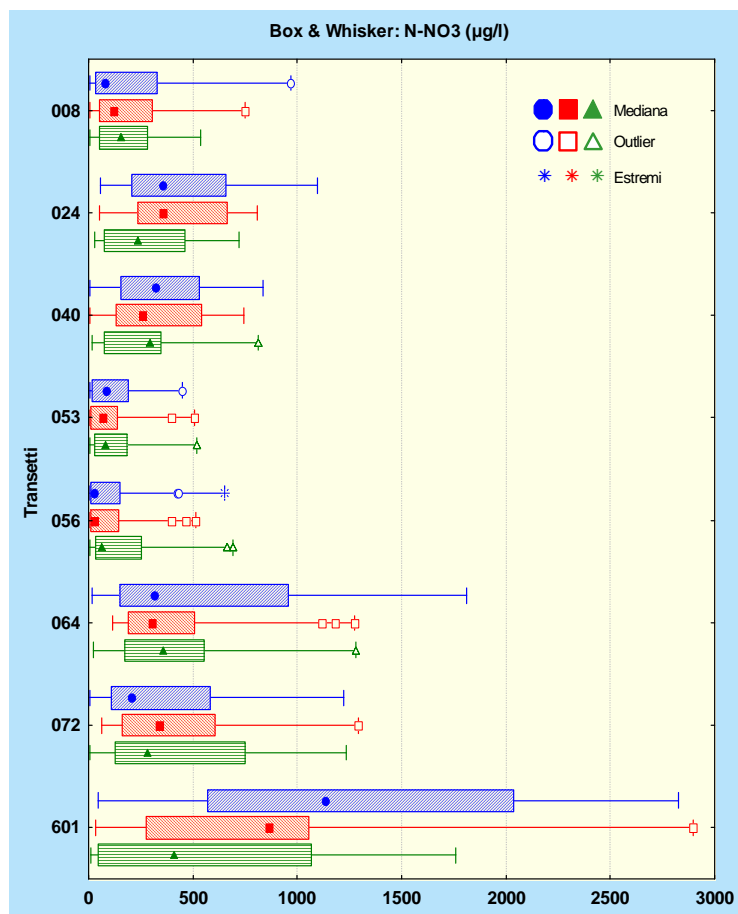


Figura 16: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.8 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di $7.77 \mu\text{g/l}$ con un valore minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento ($1.52 \mu\text{g/l}$) nell'11.2% dei casi (contro il 15.6% e il 15.4 rispettivamente nel 2008 e nel 2007) ed un valore massimo di $45.03 \mu\text{g/l}$ nella stazione 16010 a novembre.

L'evoluzione temporale delle concentrazioni medie di azoto nitroso per campagna e distanza dalla costa ha presentato un andamento stagionale evidente con concentrazioni più basse nei mesi estivi (Fig. 17) ed elevate in quelli invernali e primaverili.

In figura 18 è ancora una volta da notare la presenza di valori particolarmente elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia. In particolare il transetto 601, influenzato dall'apporto del Po di Pila, presenta valori particolarmente elevati e maggiore dispersione soprattutto nella stazione più vicina alla costa.

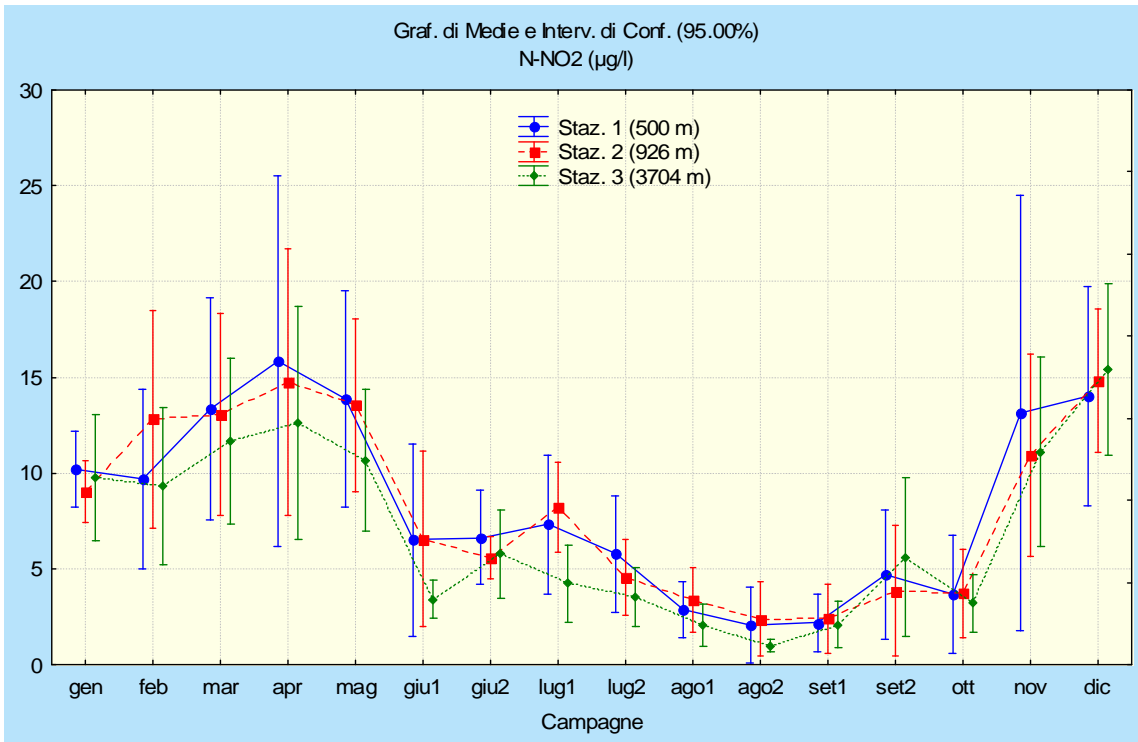


Figura 17: Distribuzione dei valori di azoto nitroso in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

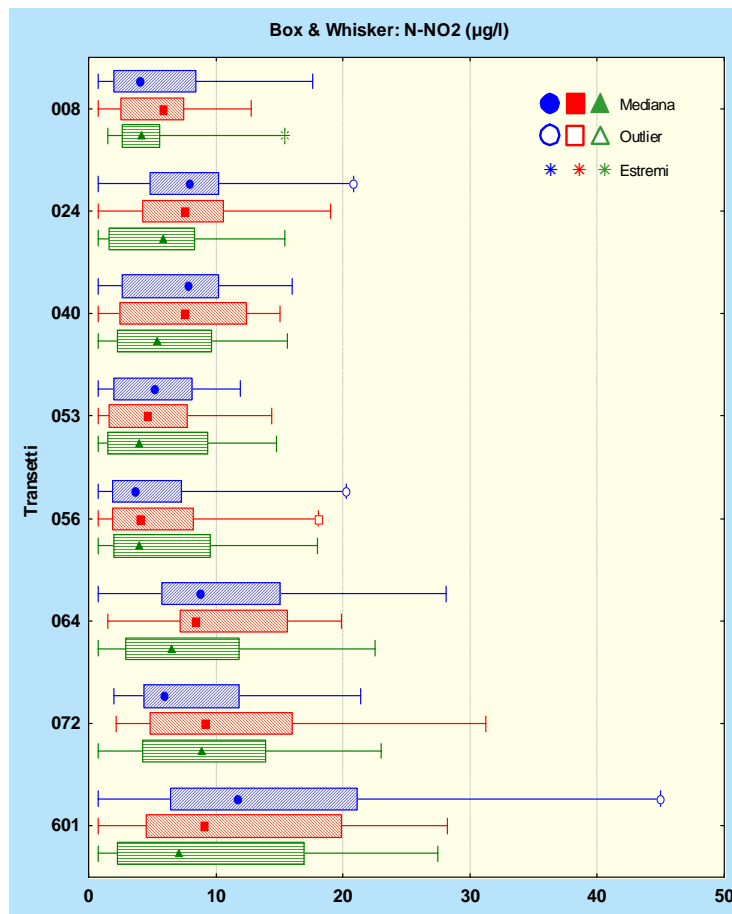


Figura 18: Distribuzione dei valori di azoto nitroso (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.9 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 644.51 $\mu\text{g/l}$, con un valore minimo pari a 92.10 $\mu\text{g/l}$ alla stazione 30080 nella seconda metà di settembre ed un valore massimo di 3756.60 $\mu\text{g/l}$ nella stazione 16010 a novembre.

La distribuzione dei valori medi per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa si presenta in linea con i composti azotati visti in precedenza, con valori più ridotti nel periodo estivo ed elevati in quello invernale e primaverile; quasi sempre le concentrazioni registrate nella zona vicina alla costa (stazioni a 500 m) risultano più elevate (Fig. 19).

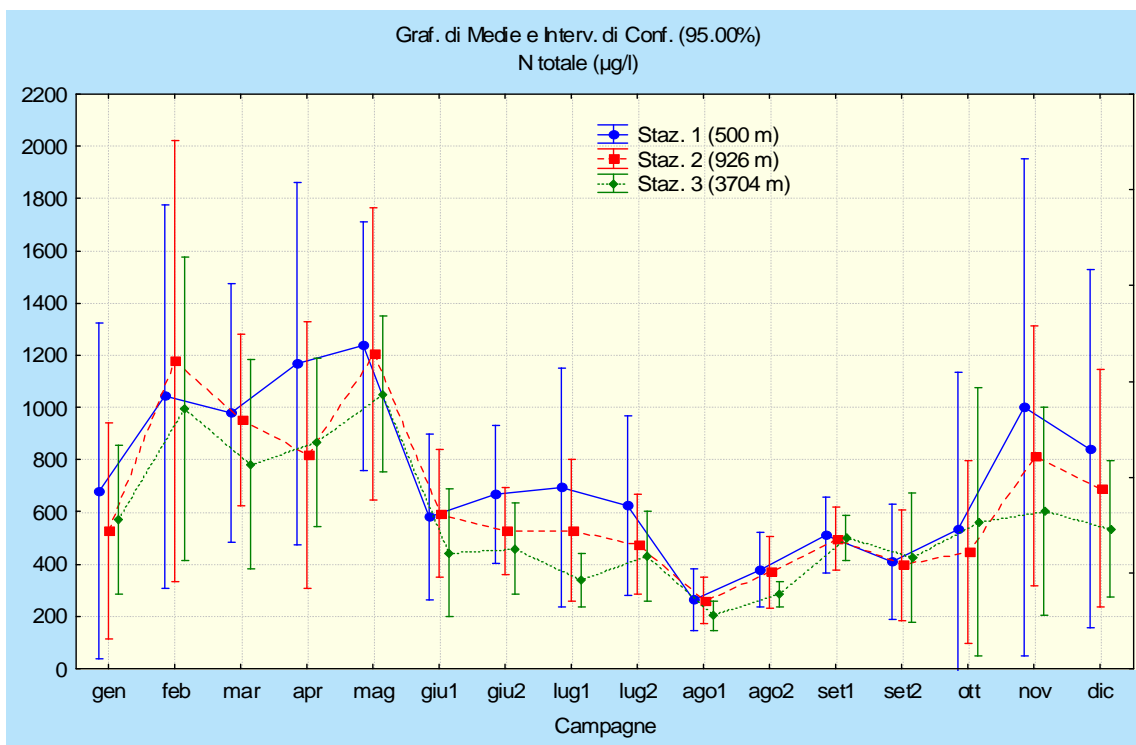


Figura 19: Distribuzione dei valori di azoto totale in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

Per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni per transetto e stazioni (Fig. 20), si osserva ancora una volta un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali: transetto 024 a nord (foce del Piave) ma soprattutto in quelli localizzati a sud di Chioggia (transetti 064, 072) e soprattutto nell'area antistante il Po di Pila (transetto 601) con i valori più elevati a tutte le distanze dalla costa.

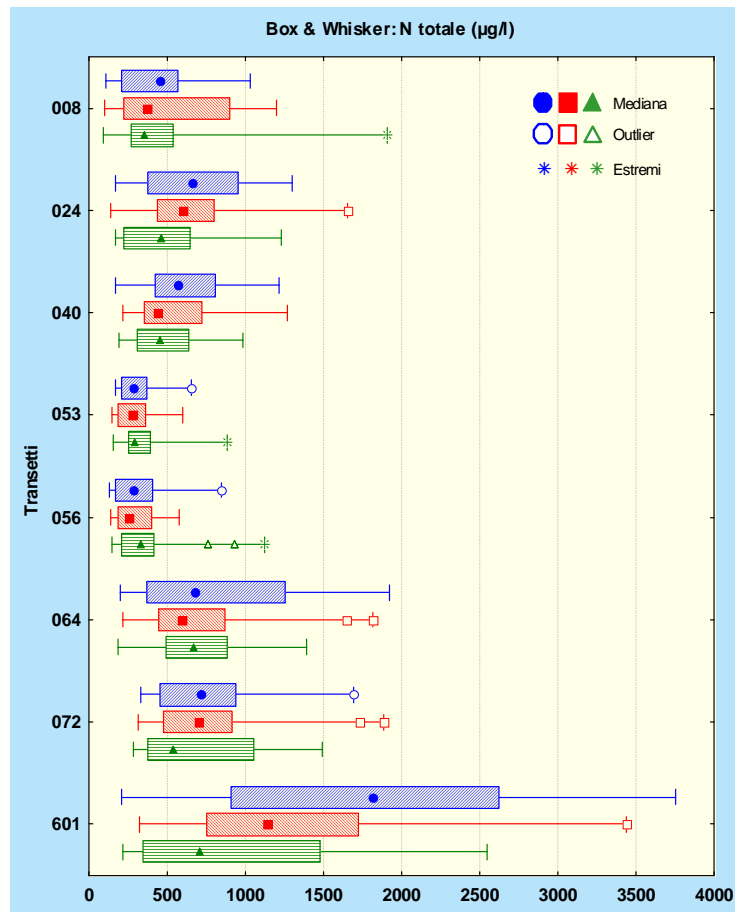


Figura 20: Distribuzione dei valori di azoto totale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.10 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di $10.20 \mu\text{g/l}$ con un massimo di $84.50 \mu\text{g/l}$ (stazione 16010 a dicembre) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento ($1.0 \mu\text{g/l}$) nel 21.6% dei casi (rispetto al 21.9% del 2008 e al 7.8% nel 2007).

La distribuzione delle concentrazioni medie di fosfato rilevate per ciascuna campagna di rilevamento e misura (Fig. 21) presenta, contrariamente ai parametri precedenti, un andamento altalenante; in particolare si può notare la campagna effettuata nella seconda metà di agosto in cui sono state registrate concentrazioni elevate presso tutte le stazioni indagate a tutte le distanze.

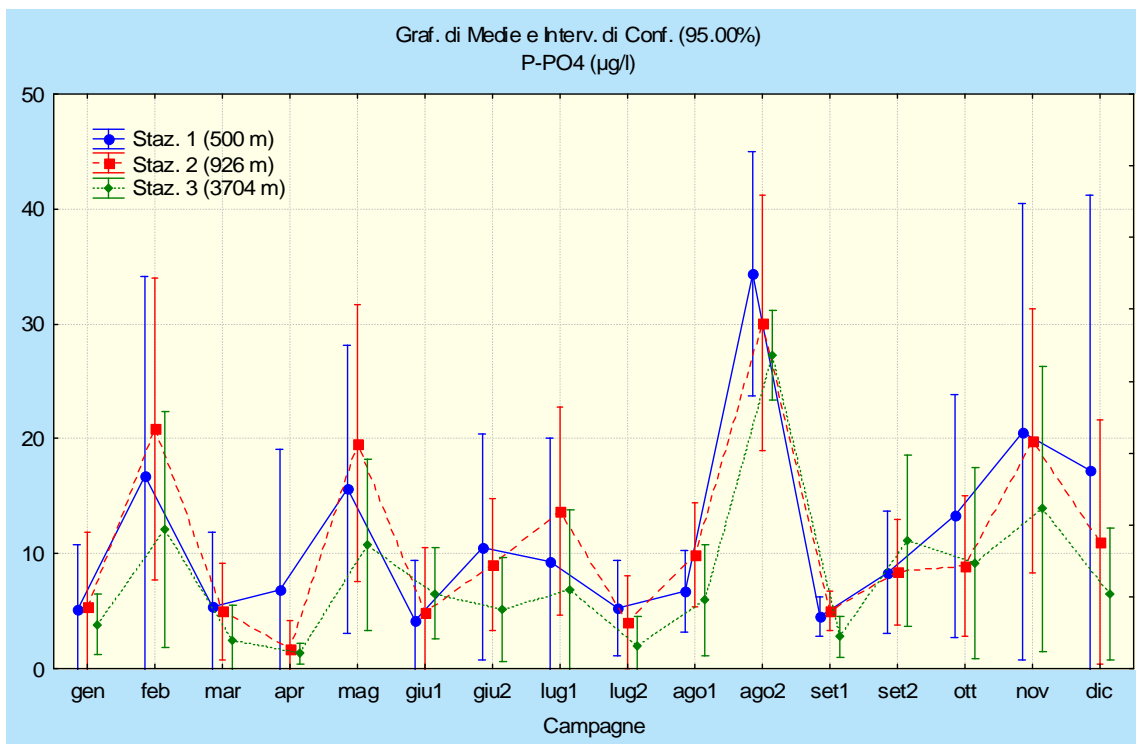


Figura 21: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

La distribuzione dei dati di ortofosfato lungo la costa alle diverse distanze evidenzia sempre valori più elevati e ammgior dispersione 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 Po (Fig. 22).

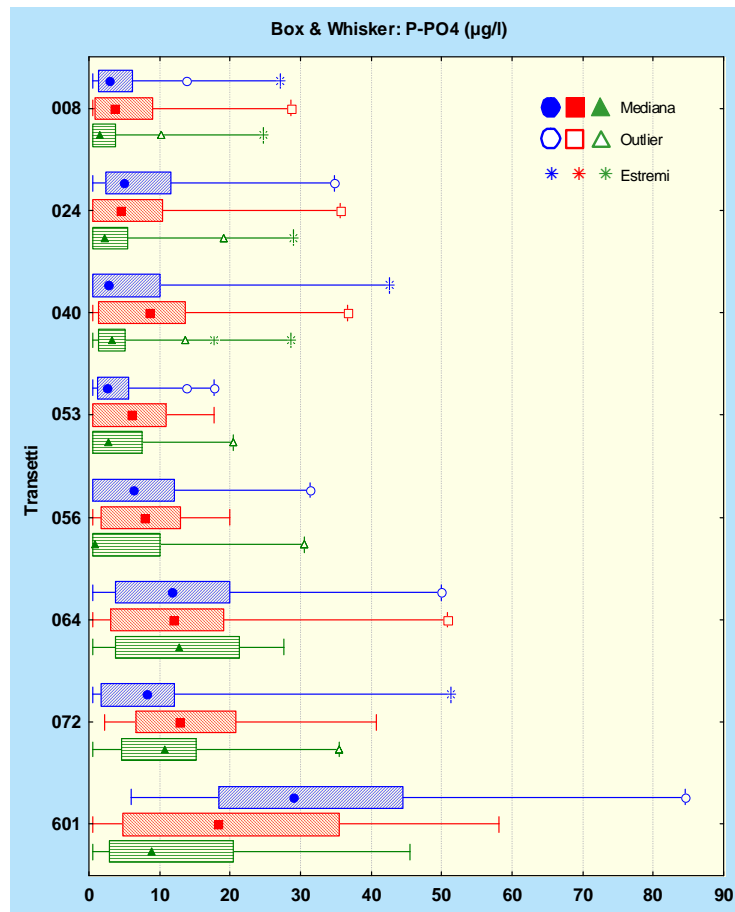


Figura 22: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso le stazioni a 926 m, in verde le stazioni al largo a 3704 m).

4.1.11 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di $24.05 \mu\text{g/l}$ con un massimo di $264.89 \mu\text{g/l}$ (stazione 10400 a dicembre) ed un minimo inferiore al limite di rilevabilità dello strumento ($1.0 \mu\text{g/l}$) rilevato nel 9.1% dei casi (contro il 7.6% nel 2008 e un unico caso nell'anno 2007).

L'andamento per ciclo di rilevamento (Fig. 23) presenta valori più alti nel periodo invernale e minori in quello estivo soprattutto evidenti nelle stazioni a 500 e 926 m dalla costa. Come per gli altri nutrienti, la distribuzione da nord a sud evidenzia valori più elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia, in particolare risulta decisamente più carico il transetto 601 (Fig. 24). Da evidenziare anche al transetto 040 di Cavallino Treporti la stazione 10400 in cui è stato registrato il massimo ($264.89 \mu\text{g/l}$), mostrato in grafico come valore estremo ed escluso dal calcolo della mediana.

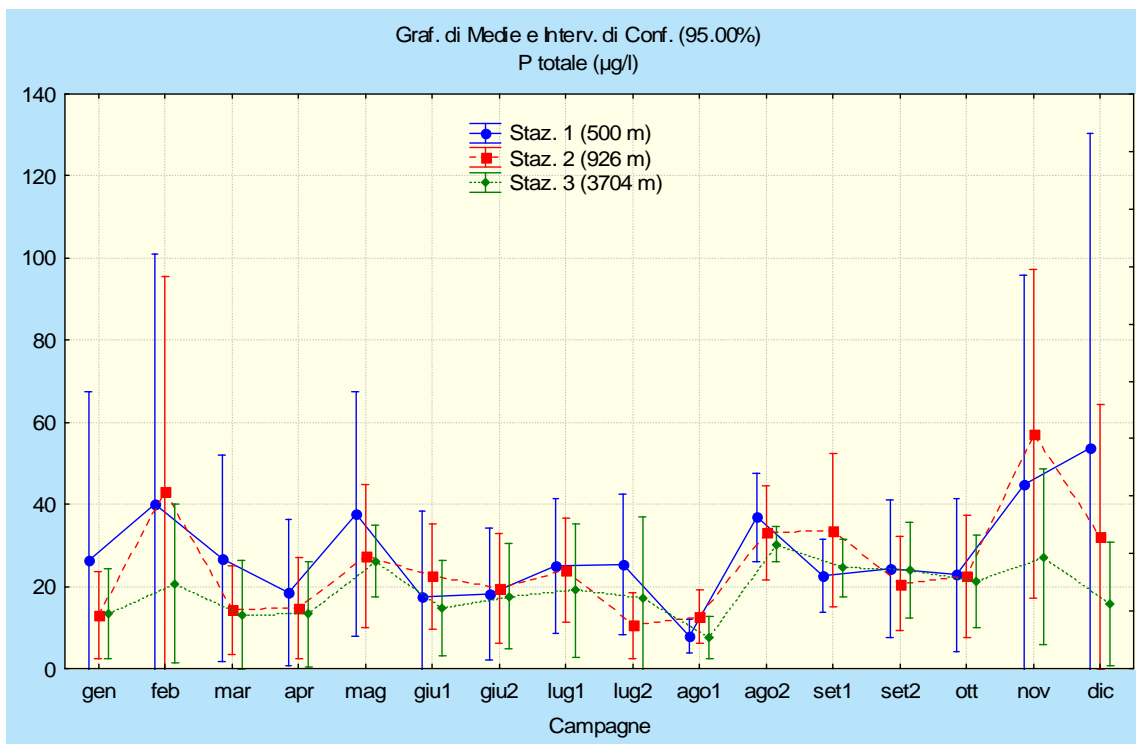


Figura 23: Distribuzione dei valori di fosforo totale in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.

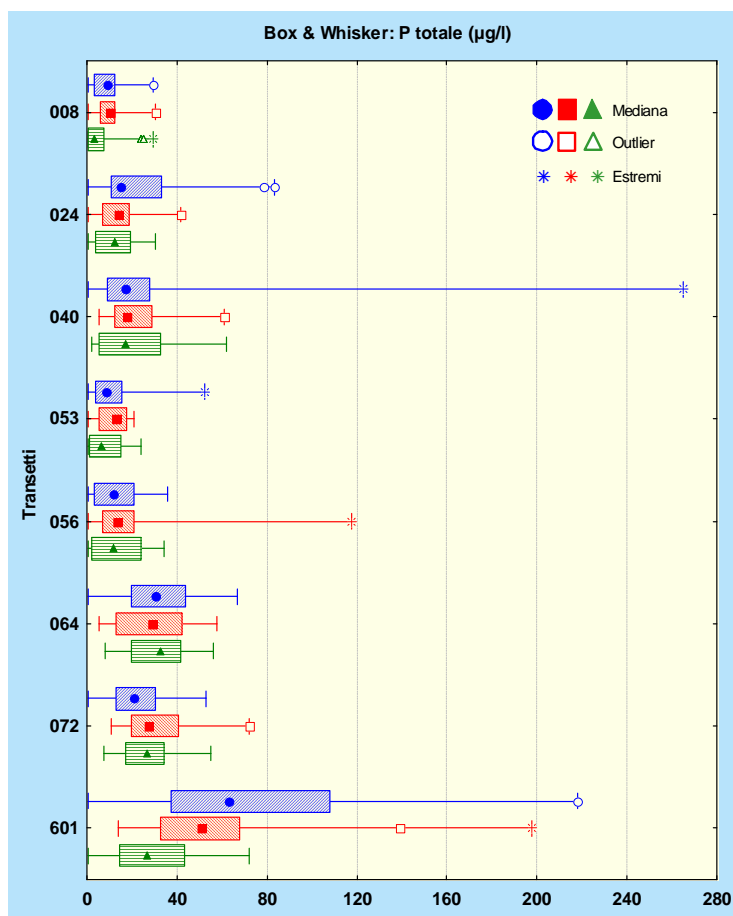


Figura 24: Distribuzione dei valori di fosforo totale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.12 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla *a*, misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0.90 $\mu\text{g/l}$, con un valore minimo inferiore al limite di detezione (0.02 $\mu\text{g/l}$) alla stazione 10240 nella prima campagna di settembre ed un massimo di 6.61 $\mu\text{g/l}$ rilevato nella prima quindicina di luglio alla stazione 26010.

La clorofilla *a* rilevata con il metodo analitico è stata analizzata solo sui campioni prelevati presso le stazioni a 500 m dalla costa, ove si effettua la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton; nel 2009 è stato osservato un valore medio pari a 3.06 $\mu\text{g/l}$ con valori compresi tra un minimo di 0.50 $\mu\text{g/l}$ (alla stazione 10080 nella prima campagna di giugno) ed un massimo di 34.10 $\mu\text{g/l}$ rilevato nella prima campagna di luglio alla stazione 16010.

Nella figura 25 si riporta la distribuzione dei valori medi di clorofilla *a*, misurata con entrambi i metodi, per campagna di rilevamento presso le sole stazioni a 500 m dalla costa; i due andamenti risultano simili, con discrepanze abbastanza uniformi durante l'anno ad eccezione dei picchi di concentrazione rilevati nelle campagne di luglio dove invece è evidente una forte differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e concentrazioni da attività analitica, pur mostrando queste ultime un intervallo di confidenza più elevato.

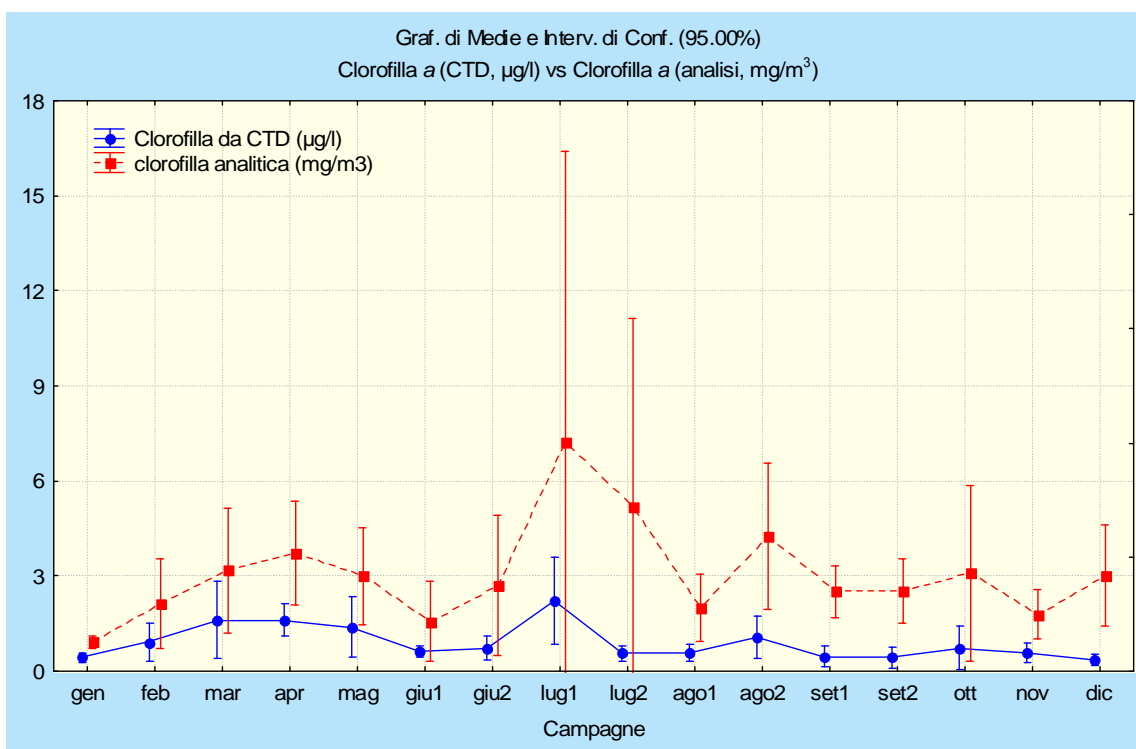


Figura 25: Valori medi di clorofilla *a*, rilevata con fluorimetro associato a sonda multiparametrica e con metodo analitico, rilevate presso le stazioni a 500 m per campagna di rilevamento.

In figura 26 sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ* con fluorimetro; si può osservare, nel gradiente crescente in direzione nord-sud, come le concentrazioni risultino sempre più elevate nei transetti presenti nel tratto di costa a sud di Chioggia (064, 072 e 601), analogamente a quanto si osserva più avanti per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 33).

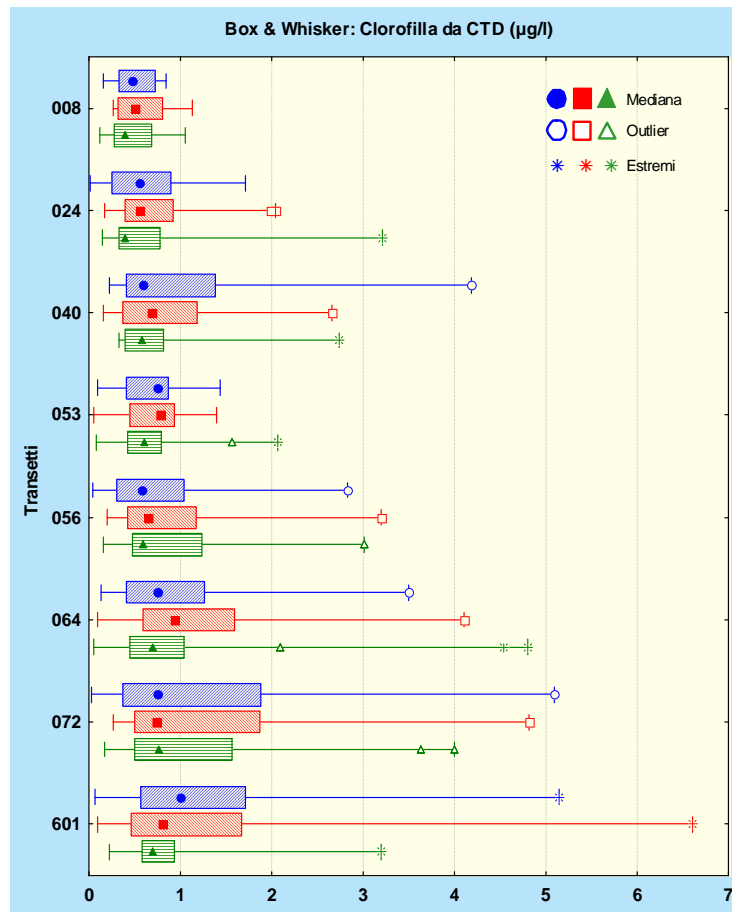


Figura 26: Distribuzione dei valori di clorofilla *a* ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

4.1.13 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 ($\mu\text{g/l}$);

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

N = Azoto minerale disciolto ($\mu\text{g/l}$);

P = Fosforo totale ($\mu\text{g/l}$).

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

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

I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla *a* misurata in loco con fluorimetro associato alla sonda, evidenziano per le acque di superficie un valore medio annuale di indice trofico pari a 4.65 (classe “buono”) con un minimo di 1.82 (stazione 20080, campagna di dicembre) ed un massimo di 7.39 (stazione 16010, prima campagna di luglio).

In figura 27 sono riportati gli andamenti dei valori medi dell’indice trofico calcolato sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, per ciascuna campagna: considerando l’indice quantificato con la clorofilla *a* da sonda si può osservare come i valori medi risultino compresi nelle due classi “elevato” e “buono”, ad eccezione delle campagne di aprile, maggio e il periodo tra metà giugno e metà luglio in cui l’indice raggiunge valori medi compresi nella classe “mediocre”. Considerando invece il valore calcolato attraverso il parametro clorofilla *a* analitica, si osserva come l’andamento sia pressoché analogo a quello del TRIX calcolato utilizzando i dati di clorofilla da CTD, pur attestandosi su valori numerici leggermente più alti, dunque indicando una classe mediocre anche nei mesi di febbraio e marzo. Nelle rimanenti campagne i valori di TRIX si mantengono attorno o inferiori al valore 5.

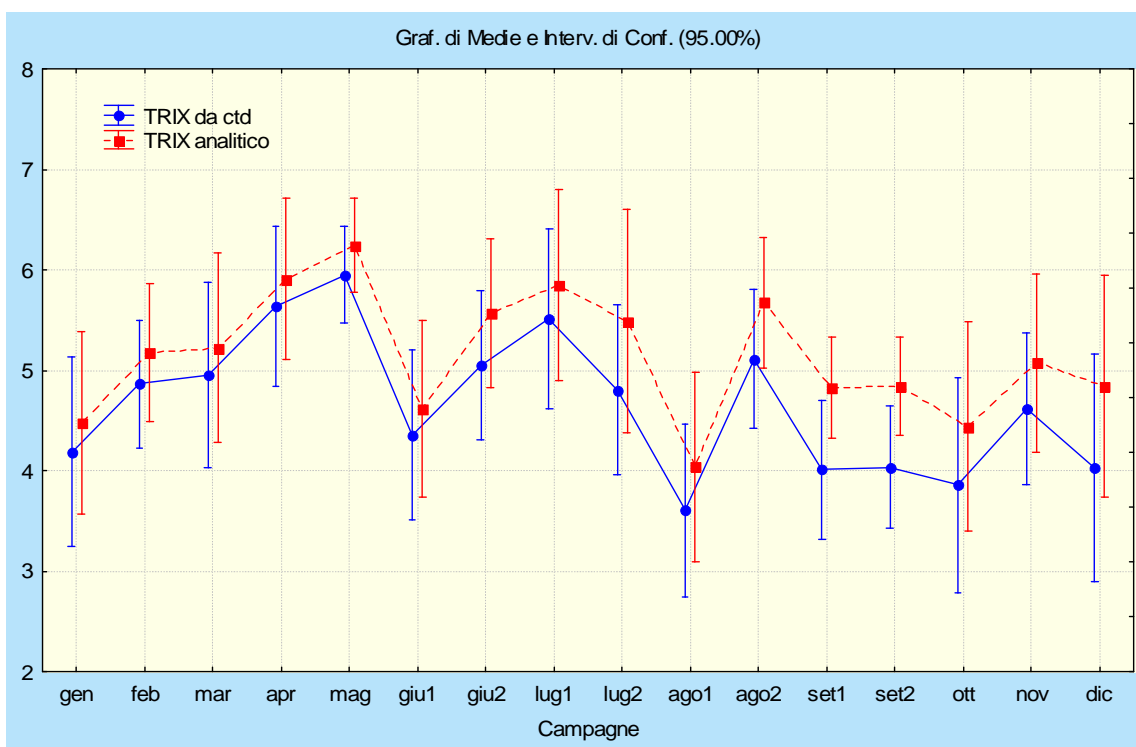


Figura 27: Valori medi di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie alle stazioni a 500 m dalla costa, per campagna di rilevamento.

I valori di TRIX calcolati, utilizzando la clorofilla *a* misurata in loco con fluorimetro associato alla sonda, su tutte le tre stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 28) mostrano ancora come l’area a sud del Porto di Chioggia (corrispondente ai transetti 064, 072 e 601) risulti caratterizzata da valori mediani di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa. Tutti i transetti a nord (008, 024, 040) sono riconducibili, come valore medio annuo, alla classe “buono” e quelli di fronte alla laguna di Venezia (053 e 056) alla classe “elevato”.

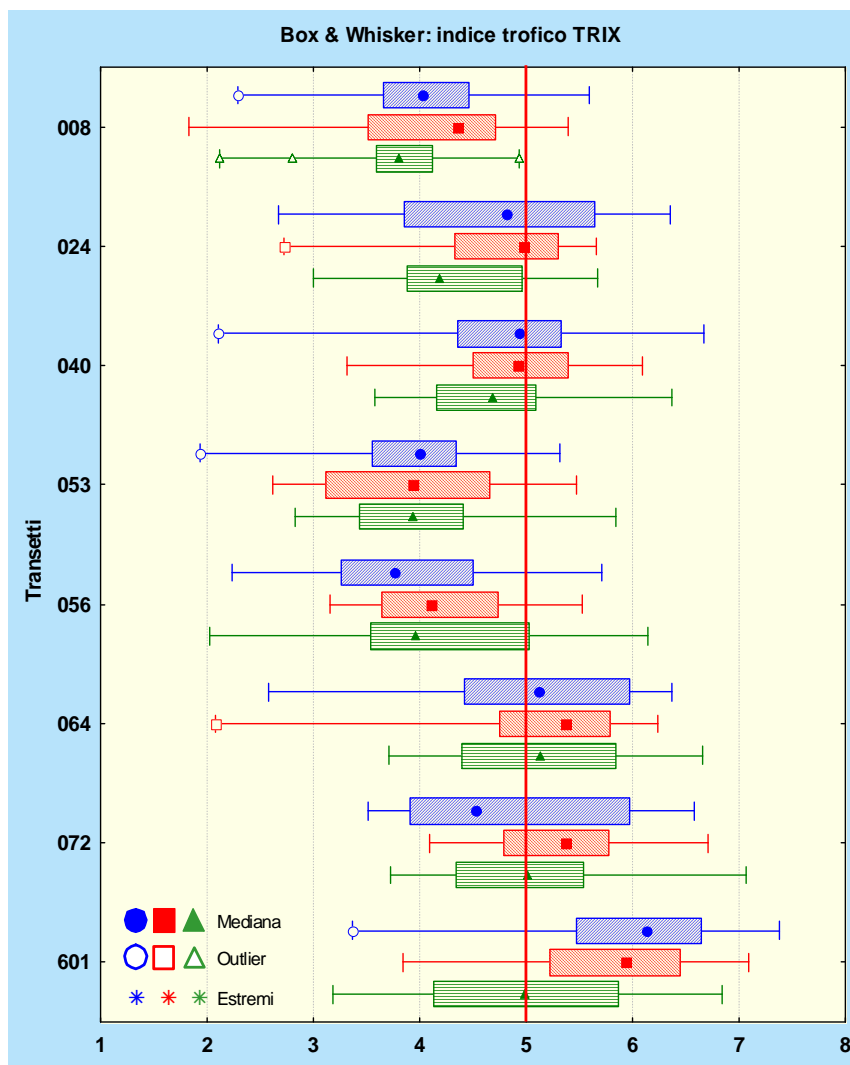


Figura 28: Valori medi di TRIX calcolati per ciascun transetto (clorofilla *a* da fluorimetro).

In figura 29 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori medi stagionali di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* rilevata con fluorimetro). Dalla figura si evidenzia come la maggior parte della fascia costiera da Chioggia verso nord presenti valori di indice trofico compresi nella classi “elevato” (soprattutto nell’area di mare antistante la laguna di Venezia e a nord, con TRIX compreso tra 3 e 4) e “buono” (nelle stazioni prossime alla costa nel tratto a nord della laguna, con TRIX compreso tra 4 e 5) in quasi tutte le stagioni; fa eccezione la primavera quando, a causa delle abbondanti precipitazioni di aprile e allo scioglimento nivale, anche la zona costiera settentrionale mostra valori di TRIX superiori a 5 (classe “mediocre”) seppur di poco. Differente la situazione nella fascia costiera a sud influenzata dalle foci di fiumi quali Brenta-Bacchiglione, Adige e Po (064, 072 e 601) che, risentendo dei forti apporti fluviali, presenta una distribuzione di valori di TRIX tale da classificare le stazioni qui localizzate nella classe “mediocre”, soprattutto nelle aree più prossime alla linea di costa; solo nel periodo estivo i valori di indice trofico si abbassano rientrando nella classe “buono”.

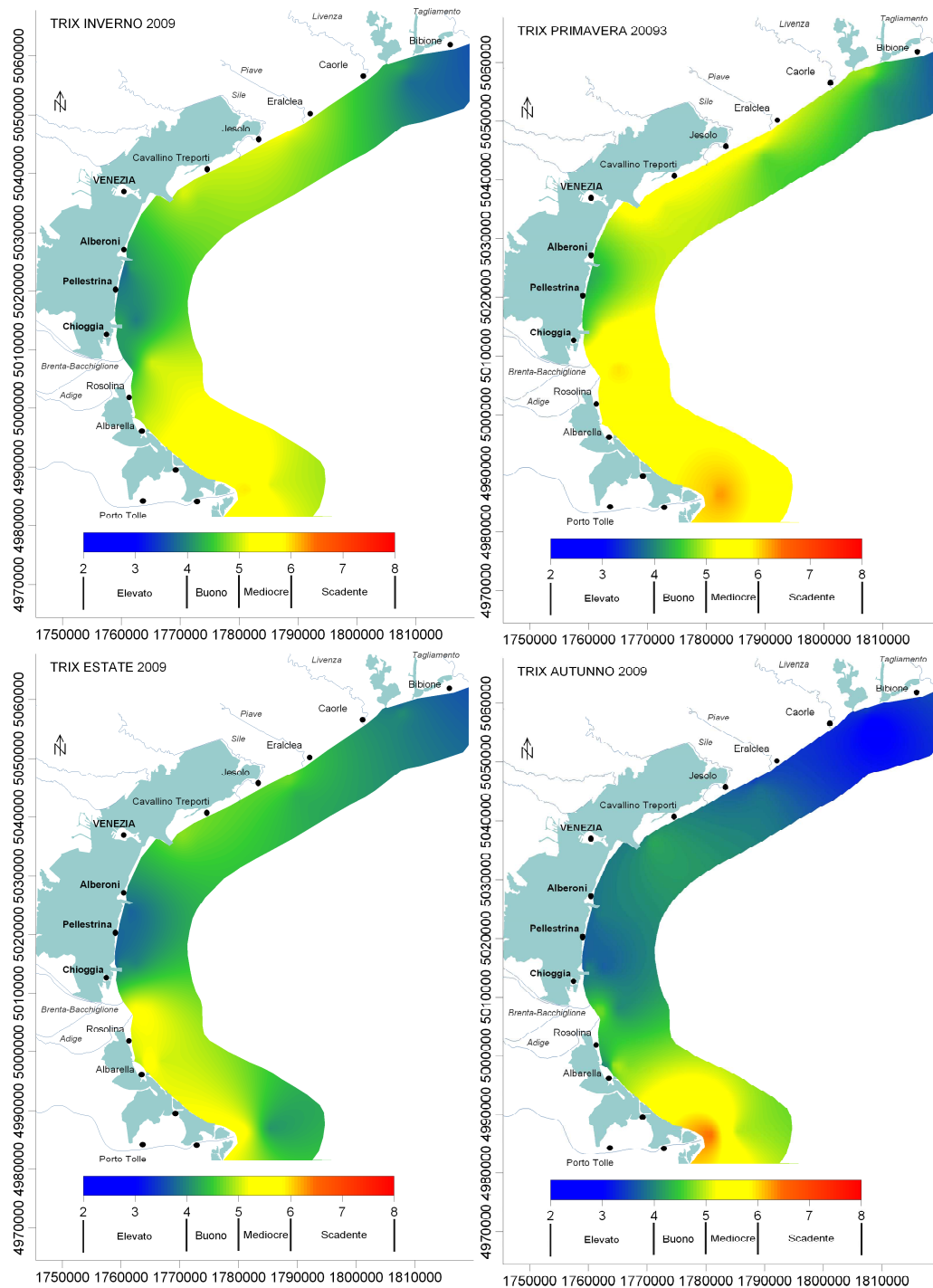


Figura 29: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie stagioni dell'anno 2009.

4.1.14 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 18916359 cell/l (rinvenuto nella stazione 10720 a marzo) ed un minimo assoluto pari a 32600 cell/l (rinvenuto nella stazione 16010 a febbraio).

Nella figura 30 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, rispetto agli altri anni, diviene importante anche il contributo della classe delle Dinoflagellate soprattutto nei mesi estivi.

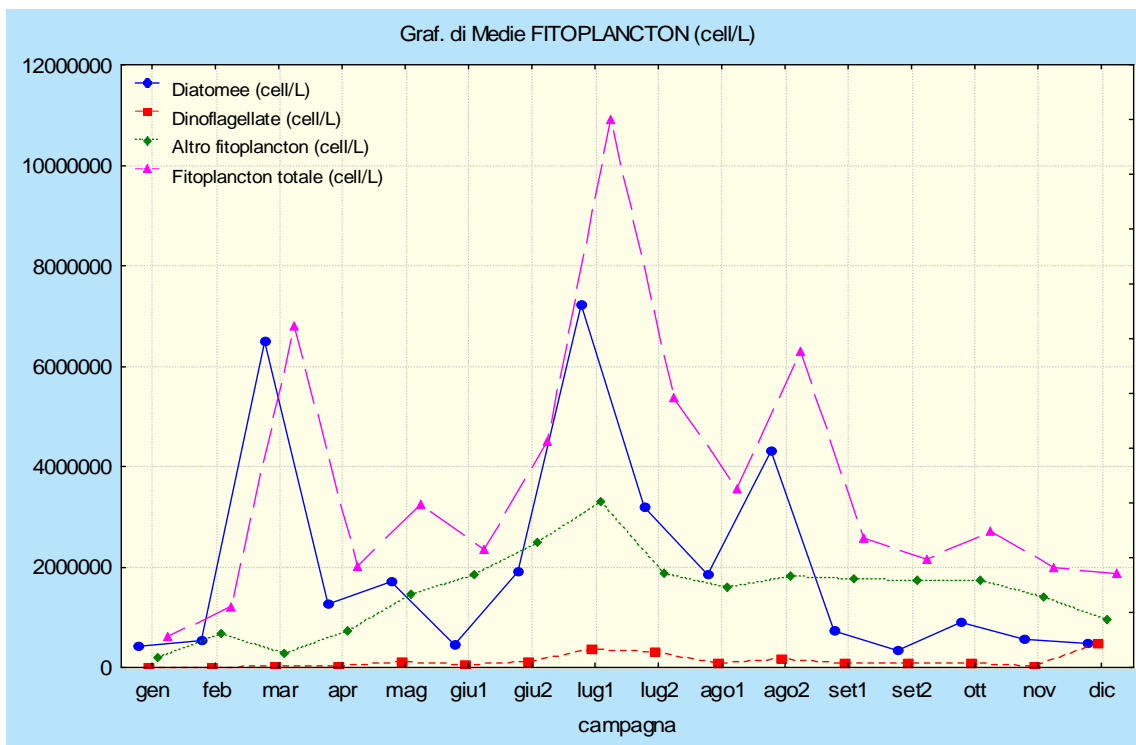


Figura 30: Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l) nelle stazioni a 500 m dalla costa.

Dall'analisi del grafico è possibile evidenziare un andamento abbastanza tradizionale della distribuzione delle abbondanze fitoplanctoniche, caratterizzato da valori crescenti a partire dalla primavera, con valori massimi a marzo in conseguenza all'aumento di temperatura delle acque costiere, a luglio e nella seconda metà di agosto, tutti legati ad una forte presenza di Diatomee; nei primi due mesi dell'anno e poi da settembre le abbondanze si riducono, con valori minimi nel mese di gennaio.

In dettaglio, i valori elevati osservabili alla prima campagna di luglio (1, 2, 3, 6, 7 luglio) sono riportabili alle forti abbondanze registrate principalmente alle stazioni 10560, 10640 e 16010, ma elevate anche presso le altre zone; nei tre casi risulta preponderante la componente delle Diatomee, con *Chaetoceros* spp., inoltre alla stazione 16010 sono state rilevate Chlorophyceae indet. (con oltre 2 milioni di cell/l), *Cyclotella* spp. (oltre i 6 milioni di cell/l) e *Skeletonema* sp. (oltre 3 milioni di cell/l).

Le figure 31 e 32 mostrano le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri nella prima campagna di luglio, rispettivamente in figura 31 ossigeno disciolto in % e clorofilla *a* (rilevazione con fluorimetro) e, in figura 32, nitrato e ortofosfato disciolti e azoto e fosforo totali. I valori di ossigenazione risultano superare il livello di saturazione, soprattutto nell'area del transetto 056 (Ca' Roman) e a sud di Chioggia, dove sono elevate pure le concentrazioni di clorofilla; nella stessa zona meridionale di costa appaiono alte le concentrazioni di azoto nitrico, di fosforo da ortofosfati, di azoto e fosforo totali.

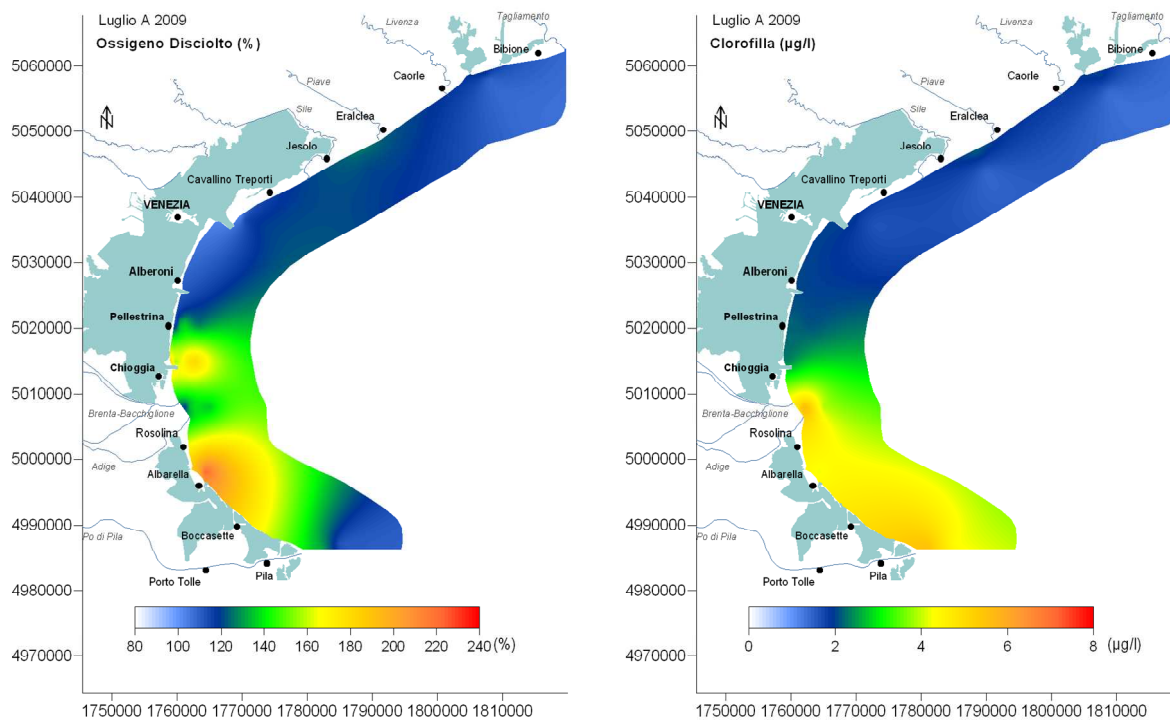


Figura 31: Mappe di distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) e clorofilla (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella prima campagna di luglio 2009.

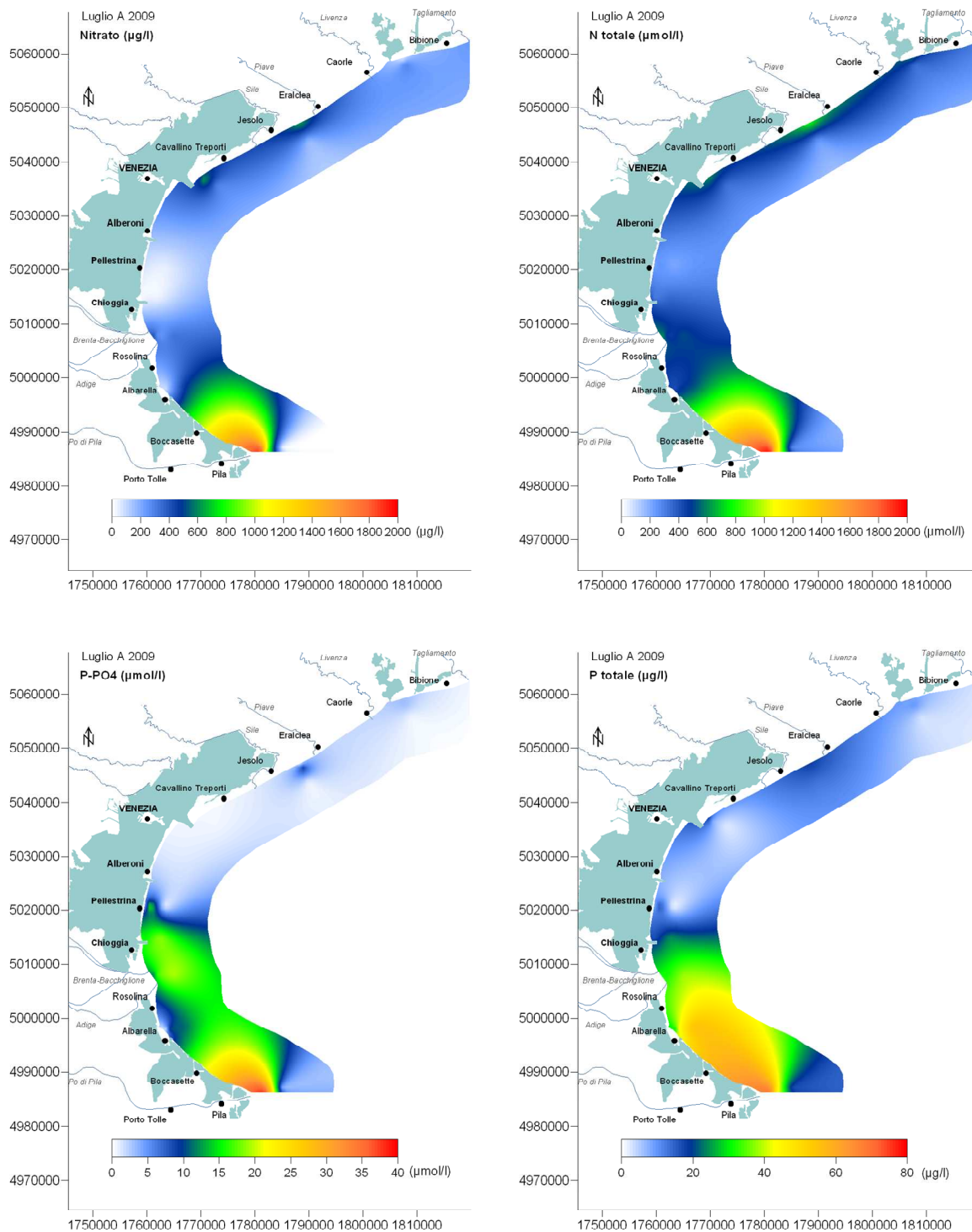


Figura 32: Mappe di distribuzione dei valori di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$), azoto totale ($\mu\text{g/l}$), fosforo da ortofosfati ($\mu\text{g/l}$) e fosforo totale ($\mu\text{g/l}$) lungo la fascia costiera rilevati nella prima campagna di luglio 2009.

In figura 33 sono riportate invece le abbondanze dei tre diversi raggruppamenti per singolo transetto. La figura 33 mostra l'andamento tipico registrato negli scorsi anni: si può notare come le abbondanze maggiori quantitativamente si riscontrino in quei transetti lungo la costa più influenzati dagli apporti fluviali e di conseguenza più ricchi in sostanze nutritive (transetti 064, 072 e 601) dove il contributo al fitoplancton totale risulta sempre legato alla componente delle Diatomee.

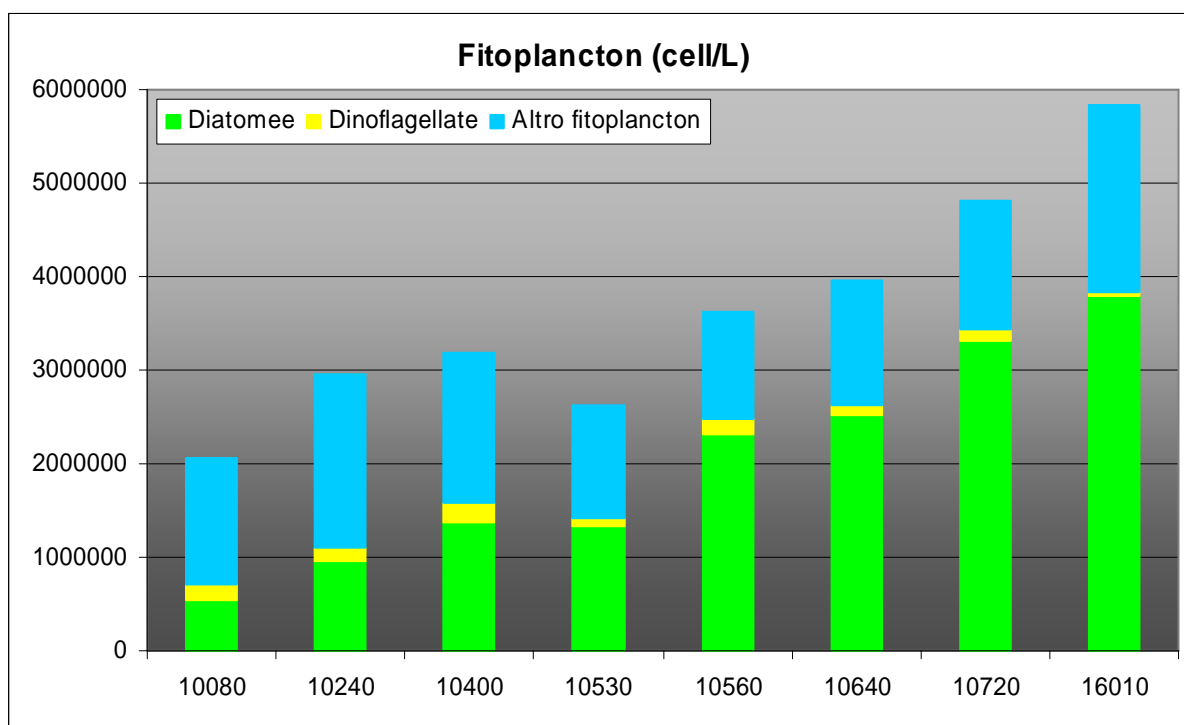


Figura 33: Valori medi delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per transetto.

Nell'anno 2009 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DIATOMEE	
Achnanthes sp.	Diatoma sp.
Amphora sp.	Diploneis sp.
Asterionella formosa	Ditylum brightwellii
Asterionella gracilima	Eucampia cornuta
Asterionellopsis glacialis	Fragilaria crotonensis
Asteromphalus flabellatus	Fragilaria sp.
Attheya zachariasii	Gomphonema sp.
Aulacoseira granulata	Guinardia flaccida
Aulacoseira sp.	Guinardia striata
Bacillariales indet.	Hemiaulus hauckii
Bacillariophyceae indet.	Leptocylindrus danicus
Bacteriastrium sp.	Leptocylindrus minimus
Biddulphiales indet.	Leptocylindrus sp.
Cerataulina pelagica	Licmophora gracilis
Cerataulina sp.	Licmophora sp.
Chaetoceros curvisetus	Lioloma pacificum
Chaetoceros danicus	Melosira sp.
Chaetoceros lorenzianus	Navicula directa
Chaetoceros minimus	Navicula sp.
Chaetoceros peruvianus	Nitzschia longissima
Chaetoceros simplex	Nitzschia palea

DIATOMEAE	
Chaetoceros sp.	Nitzschia sp.
Chaetoceros tenuissimus	Pleurosigma sp.
Chaetoceros thronsenii	Proboscica alata
Cocconeis scutellum	Pseudo-nitzschia delicatissima
Cocconeis sp.	Pseudo-nitzschia seriata
Coscinodiscus sp.	Pseudo-nitzschia sp.
Cyclotella glomerata	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Cyclotella sp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Cyclotella striata	Rhizosolenia sp.
Cylindroseteca closterium	Rhoicosphenia curvata
Cymbella sp.	Skeletonema sp.
Dactyliosolen blavyanus	Synedra sp.
Dactyliosolen fragilissimus	Thalassionema nitzschioides
Dactyliosolen phuketensis	Thalassiosira rotula
Dactyliosolen sp.	Thalassiosira sp.

DINOFLAGELLATE	
Alexandrium spp.	Katodinium glaucum
Ceratium furca	Katodinium sp.
Ceratium fusus	Mesoporos sp.
Ceratium sp.	Minuscola bipes
Ceratium trichoceros	Oxytoxum sp.
Dinophyceae indet.	Peridinium quinquecorne
Dinophysis caudata	Prorocentrum gracile
Dinophysis sacculus	Prorocentrum micans
Dinophysis sp.	Prorocentrum minimum
Diplopsalis sp.	Prorocentrum sp.
Gonyaulax polygramma	Prorocentrum triestinum
Gonyaulax sp.	Protoceratium reticulatum
Gymnodinium sp.	Protoperidinium depressum
Gyrodinium fusiforme	Protoperidinium diabolium
Gyrodinium impudicum	Protoperidinium divergens
Gyrodinium pingue	Protoperidinium sp.
Gyrodinium sp.	Scrippsiella sp.
Heterocapsa sp.	Scrippsiella trochoidea
Karenia sp.	Torodinium robustum

ALTRO FITOPLANCTON	
Actinastrum sp.	Eutreptia spp.
Altro Fitoplancton indet.	Eutreptiella sp.

ALTRO FITOPLANCTON	
Anabaena sp.	Hermesinum adriaticum
Ankistrodesmus sp.	Heterosigma sp.
Apedinella sp.	Kirchneriella sp.
Apedinella spinifera	Leucocryptos marina
Chlamydomonas sp.	Mallomonas sp.
Chlorophyceae indet.	Meringosphaera sp.
Chodatella sp.	Merismopedia sp.
Chrysochromulina sp.	Micractinium sp.
Closterium sp.	Octactis octonaria
Coccolitoforidi indet.	Oltmannsiella lineata
Coelastrum sp.	Oltmansiellopsis sp.
Cosmarium sp.	Pandorina sp.
Crucigenia sp.	Pediastrum sp.
Crucigenia tetrapedia	Prasinophyceae indet.
Cryptophyceae indet.	Prymnesiophyceae indet.
Crysophyceae indet.	Pseudopedinella pyriforme
Cyanophyceae indet.	Raphidophyceae indet.
Dictyocha sp.	Scenedesmus quadricauda
Dinobryon sp.	Scenedesmus sp.
Eudorina sp.	Spirulina sp.
Euglena sp.	Staurastrum sp.
Euglenophyceae indet.	Tetraedron sp.

Sono state rinvenute 158 varietà di fitoplancton di cui 144 a livello di genere o specie e 14 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Gruppo	N° taxa	% del gruppo sul totale
Diatomee	72	45.60%
Dinoflagellate	38	24.00%
Altro fitoplancton	48	30.40%

4.1.15 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 ha previsto la ricerca delle seguenti specie potenzialmente tossiche:

Alexandrium spp.

Dinophysis spp.

Lingulodinium polyedrum

Gonyaulax grindley (rinominata *Protoceratium reticulatum*)
Pseudo-nitzschia spp.

A queste si è aggiunta al ricerca di *Ostreopsis ovata*, ricercata anche nelle acque del Veneto dal 2005 al fine di determinarne l'eventuale presenza in tali aree, facendo seguito alla necessità di tutela dei bagnanti, dopo gli avvenimenti verificatisi negli ultimi anni in altre zone costiere italiane.

Delle specie sopra elencate, nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2009 sono stati rilevati *Alexandrium* spp., *Dinophysis* spp., *Lingulodinium polyedrum*, *Protoceratium reticulatum* (in rare occasioni) e *Pseudo-nitzschia* spp., mentre *Ostreopsis ovata* non è mai stata trovata.

In figura 34 si riporta l'andamento temporale delle concentrazioni di *Alexandrium* spp., *Dinophysis* spp., *Lingulodinium polyedrum*, *Protoceratium reticulatum*; dalla figura si evince come nel 2009, il periodo estivo sia quello maggiormente interessato dalla presenza delle alghe sopra elencate.

Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia* spp. dalla figura 35 si evidenzia la presenza nei mesi estivi, con valori particolarmente elevati nella seconda metà di luglio e di agosto (rispettivamente di 70160 e 63135 cellule/l), dovuti alle abbondanze rilevate nelle stazioni dal transetto 053 (Venezia - S. Pietro in Volta) al transetto 072 (Rosolina - Punta Caleri). E' da evidenziare, in relazione alle abbondanze di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti.

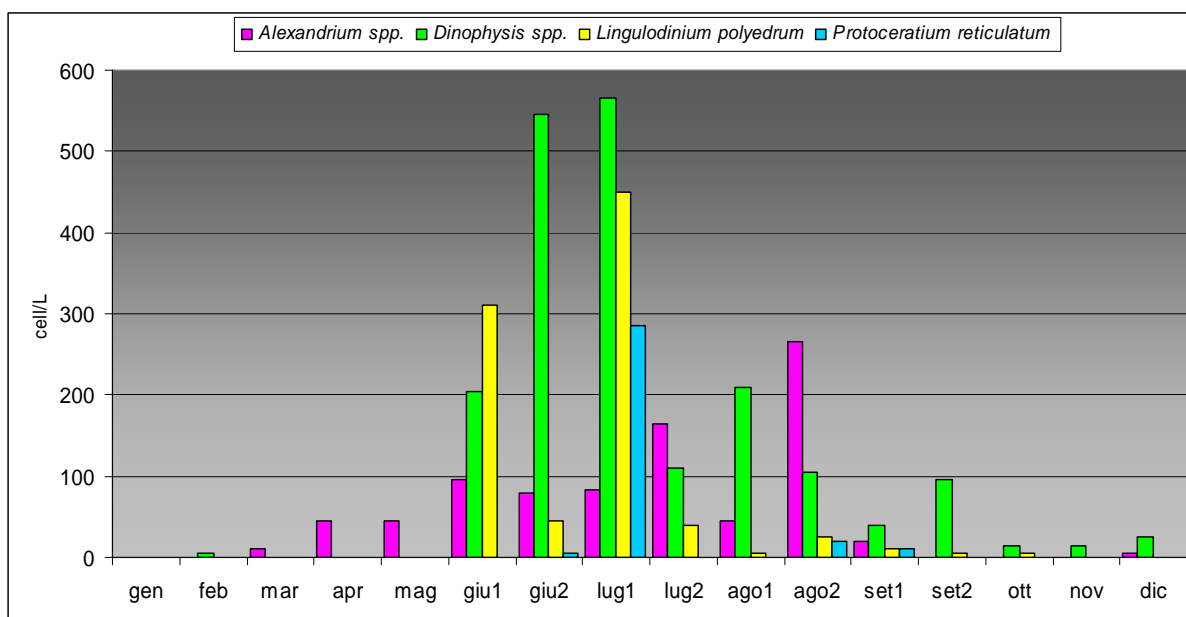


Figura 34: Distribuzioni temporali delle concentrazioni di alghe potenzialmente tossiche (campagne 2009).

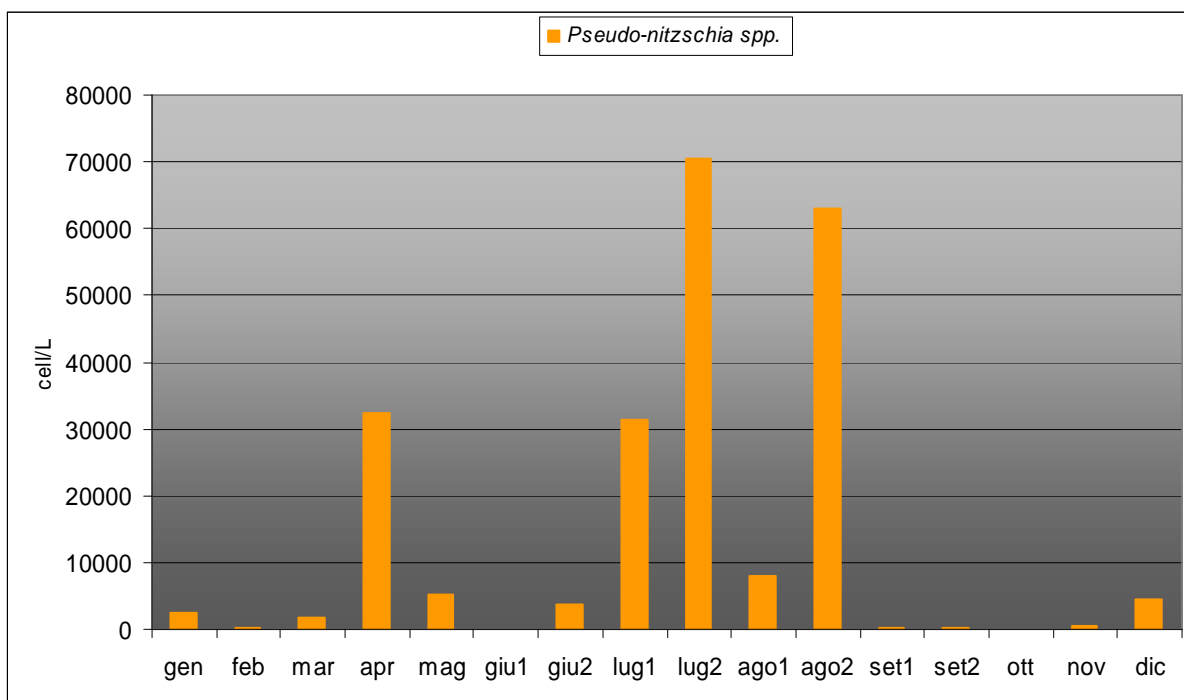


Figura 35: Distribuzione temporale dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia* spp.

Nel corso del 2009 il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/l (molluschicoltura), è stato superato in una sola occasione alla stazione 10240 nella prima campagna di luglio (2160 cell/l); non si è verificato alcun superamento per quanto riguarda il limite di $10 \cdot 10^6$ cell/l per *Alexandrium* spp. consigliato dal Ministero della Sanità con circolare del 31.7.1998 per vietare la balneazione.

4.2 MATRICE BIOTA

4.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI

Nel corso del 2009 è proseguito inoltre il programma di monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi come previsto dal D.Lgs 152/2006 - Allegato 2 - Sezione C, all'interno del quale sono illustrati 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. Dall'analisi dei parametri indagati su acqua e biota durante l'anno 2009, 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 stato previsto inizialmente ai sensi dell'ex 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); i parametri rilevati su questa matrice sono Idrocarburi clorurati, DD's, PoliCloroBifenili e metalli. Dall'analisi dei dati rilevati nel corso dei campionamenti di biota dell'anno 2009, non risultano evidenze di situazioni di bioaccumulo tali da indicare una compromissione del sistema indagato.

In riferimento al D.M. 56/2009, emesso nel mese di aprile, i parametri indagati sono mercurio (al posto di mercurio e composti) e esaclorobenzene misurati sul mitile in peso umido. Mentre per l'esaclorobenzene i valori sono sempre inferiori al limite di detezione e al limite indicato dal DM 56/2009, per il mercurio su 16 analisi ben 10 sono risultati superiori al limite; va sottolineato comunque la incongruità del valore limite per lo stato chimico (20 µg/kg p.f.) che è ben inferiore al limite per la classificazione delle acque destinate alla vita dei molluschi (0.5 ppm, equivalente a 500 µg/kg p.f.).

4.3 MATRICE SEDIMENTO

Il campionamento su matrice sedimento è stato eseguito in adempimento a quanto previsto dal Decreto Ministeriale n. 56 del 14 aprile 2009. La collocazione delle stazioni in cui vengono attuati i controlli su sedimento è stata a suo tempo individuata in linea con le disposizioni dettate dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito della convenzione stipulata con le regioni costiere per l'attuazione del Programma di controllo delle acque marine costiere (ai sensi della Legge 979/82 "Disposizioni per la difesa del mare"): "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 della stazione antistante il Delta del Po (Tab. 6).

I sedimenti provenienti da foci fluviali presenti nella costa veneta, a causa del sistema di correnti di circolazione antioraria, tipico del periodo invernale, e dell'effetto legato alla movimentazione ondosa vengono trasportati e ridistribuiti verso il largo in direzione sud-est; le frazioni grossolane si ridistribuiscono sottocosta mentre quelle fini vengono trasportate più ampiamente verso il largo e verso sud (Frasconi *et al.*, 2000). La frazione pelitica costituisce, all'analisi granulometrica, la componente con diametro inferiore a 0,063 mm; segue la componente a sabbia con diametro compreso tra 0,063 mm e 2 mm, ed infine la ghiaia con diametro superiore a 2 mm (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*). La scelta di utilizzare come discriminante per il posizionamento delle stazioni la percentuale di componente pelitica sta nel fatto che i contaminanti non si distribuiscono in modo omogeneo nelle varie frazioni che compongono il sedimento, ma si concentrano maggiormente in quelle più fini ove la maggiore superficie ne consente l'adsorbimento in quantità superiore.

Codice stazioni Rete Regionale Veneto	Comune e località	Distanza dalla costa (m)	Profondità fondale (m)
10082	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	3704.0	13.0
10242	Jesolo-VE (Foce del Piave)	3518.8	14.0
30402	Cavallino Treporti-VE (Porto Lido Nord)	3704.4	13.0
10532	S. Pietro in Volta-VE (Lido Pellestrina)	8334.0	18.0
10562	Pellestrina-VE (Ca' Roman)	3333.6	16.0
10642	Chioggia-VE (Fossone)	4259.6	17.0
10722	Rosolina-RO (Porto Caleri)	7222.8	21.0
16012	Porto Tolle-RO (Po della Pila)	740.8	13.0

Tabella 6: Localizzazione delle stazioni di campionamento, loro distanza dalla costa e profondità.

In questa matrice i composti analizzati sono Idrocarburi Policiclici Aromatici, Pesticidi, PoliCloroBifenili, organostannici e metalli. Per quanto attiene i rilevamenti effettuati nel corso del 2009, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori agli

standard di riferimento indicati dal D.M. 56/2009, ad eccezione, come già evidenziato per gli anni precedenti, delle concentrazioni di alcuni dei metalli indagati che risultano talvolta superare quelle indicate nel decreto sia come standard di qualità SQA che come valore di SQA maggiorato del 20% (come previsto dal decreto stesso). In dettaglio la presenza di mercurio in tutte le stazioni, eccetto quella antistante il Po di Pila, risulta superiore allo standard maggiorato (0.36 mg/kg s.s.); nel tratto costiero meridionale sono presenti anche cadmio, cromo, nichel e piombo con valori pari o superiori all'SQA+20% (rispettivamente Cd 0.36, Cr 60, Ni 36 e Pb 36 mg/kg s.s.). Le stazioni con il maggior numero di contaminanti che eccedono i rispettivi SQA+20% sono la 16012 (di fronte alla foce del Po di Pila, peraltro la più vicina alla linea di costa) con tutti i metalli sopra indicati, ma anche Benzo(a)pirene (36 µg/kg) e Benzo(b)fluorantene (48 µg/kg) e la stazione 10532 (Venezia Pellestrina, al largo di S. Pietro in Volta) per Cadmio, Cromo Mercurio e per alcuni IPA: Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene (24 µg/kg) e Fluorantene (132 µg/kg). Le batterie di saggi associate alle indagini chimiche (Saggio algale su *Dunaliella tertiolecta*; saggio con *Tigriopus fulvus*; test *Vibrio fischeri* su fase liquida e su fase solida) hanno tuttavia sempre evidenziato assenza di tossicità; il saggio con *Dunaliella* in molti casi manifestava presenza di effetto eutrofizzante.

4.4 MATRICE BENTHOS

Nel corso del 2009 sono state realizzate due campagne per lo studio delle comunità macrozoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi, la prima campagna è stata effettuata nel mese di aprile e la seconda a ottobre; le stazioni a fondale sabbioso sono localizzate in prossimità della fascia costiera mentre quelle a fondale fangoso sono corrispondenti alle stazioni su cui è realizzato il campionamento di sedimento (Tab. 7).

Codice transetto	Comune e località	Codice stazioni Rete Regionale Veneto	Distanza dalla costa (m)	Profondità fondale (m)
008	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	10083	370.0	2.0
		30083	3704.0	13.0
024	Jesolo-VE (Foce del Piave)	10243	278.0	2.5
		30243	3518.8	14.0
040	Cavallino Treporti-VE (Porto Lido Nord)	10403	259.0	4.5
		30403	3704.4	13.0
053	S. Pietro in Volta-VE (Lido Pellestrina)	10533	370.0	5.0
		30533	8334.0	18.0
056	Pellestrina-VE (Ca' Roman)	10563	407.0	2.0
		30563	3333.6	16.0
064	Chioggia-VE (Isola Verde)	10643	370.0	2.5
		30643	4259.6	17.0
072	Rosolina-RO (Porto Caleri)	10723	1111.0	3.0
		30723	7222.8	21.0
601	Porto Tolle-RO (Po della Pila)	16013	370.0	5.0
		36013	740.8	13.0

Tabella 7: Localizzazione delle stazioni di campionamento, loro distanza dalla costa e profondità.

4.4.1 LE INDAGINI

Per ogni campione analizzato viene redatta la lista specie completa, unitamente agli indici che caratterizzano la comunità presente nel campione. Le forme coloniali (poriferi, cnidari e briozoi), i

foraminiferi, i platelminti, i nemertini, i nematodi, gli oligocheti e gli emicordati sono riportati nella lista specie, laddove rilevati, ma esclusi dall'analisi statistica. È stata elaborata, per ciascun campione, la matrice quantitativa dei dati su cui calcolare i seguenti parametri strutturali della comunità:

- numero specie presenti;
- numero individui;
- indice di diversità specifica (Shannon e Weaver, 1949), tiene conto del numero di specie presenti e di come gli individui siano distribuiti in esse. Esso varia tra 0 e $+\infty$, vale 0 quando tutti gli individui presenti nel campione appartengono alla stessa specie e aumenta all'aumentare del numero di specie;
- indice di ricchezza specifica (Margalef, 1958), considera il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale di individui di una comunità.

Si è deciso inoltre di provare l'applicazione del Coefficiente Biotico **AMBI** di Borja (Borja *et al.*, 2000) per valutare lo stato di qualità ambientale nelle stazioni a fondo mobile analizzate sia per il tipo di dato richiesto (abbondanza specifica) sia per la facilità e velocità di applicazione, caratteristiche che risultano indispensabili per una applicazione in monitoraggi di routine.

L'AMBI è stato proposto per valutare lo stato di qualità di ambienti marini estuarini e costieri in Europa. Il lavoro originale è stato eseguito studiando le comunità presenti lungo la costa basca i cui taxa sono stati attribuiti a cinque differenti gruppi ecologici sulla base della loro sensibilità o tolleranza ad un eccesso di materia organica. I cinque gruppi fanno riferimento ai gruppi individuati da Grall e Glémarec (1997), che avevano precedentemente proposto un Indice Biotico basato sulla percentuale di abbondanza dei gruppi e che assume valori discreti compresi tra 0 e 6, mentre il Coefficiente Biotico di Borja varia in modo continuo nello stesso intervallo di valori. I gruppi ecologici sono così rappresentati:

- Gruppo I: comprende specie molto sensibili all'arricchimento organico, presenti quindi quando l'ambiente è intatto e soggette a scomparsa anche a seguito di un leggero squilibrio.
- Gruppo II: è caratterizzato da specie indifferenti all'arricchimento, presenti in ridotte densità e senza variazioni significative nel tempo, che possono svilupparsi a seguito della riduzione delle specie del gruppo I.
- Gruppo III: specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica, che sono stimolate dall'arricchimento quindi in situazioni di disequilibrio.
- Gruppo IV: specie opportunistiche di secondo ordine, si sviluppano in condizioni di disequilibrio.
- Gruppo V: specie opportunistiche di primo ordine, presenti in condizioni di forte disequilibrio.

Come sopra riportato, l'indice originariamente è stato costruito in riferimento a inquinamento organico; successivamente esso è stato testato in situazioni differenti (ICES, 2004): impatti di tipo chimico e fisico, quali contaminazioni da metalli pesanti, inquinamenti diffusi, condizioni eutrofiche, dragaggi, costruzioni portuali, movimentazione di materiali dal fondale, etc. (Caselli *et al.*, 2003; Forni e Occhipinti Ambrogi, 2004; Bonne *et al.*, 2003; Gorostiaga *et al.*, 2004; Salas *et al.*, 2004).

Il coefficiente viene calcolato considerando per ogni campione la percentuale di abbondanza di ciascun gruppo con la formula:

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

Il valore di AMBI varia da 0, situazione in cui tutte le specie appartengono al gruppo I e si è in condizioni di assenza di inquinamento, a 6 in cui tutti gli organismi appartengono al gruppo V e l'ambiente è fortemente inquinato, mentre il valore corrispondente a 7 è indice di un ambiente privo di vita (azoico).

Un ulteriore sviluppo dell'applicazione ha portato alla scelta di utilizzare in combinazione l'indice di diversità di Shannon, l'indice di ricchezza specifica e AMBI con un approccio multivariato

formulando il metodo denominato **M-AMBI** (Multivariate AMBI); M-AMBI fornisce un indice numerico che varia da 0 (stato ecologico scadente) a 1 (stato ecologico elevato) in accordo ai requisiti indicati dalla Direttiva 2000/60/CE.

Con l'ausilio del programma AMBI (AZTI Marine Biotic Index) fornito gratuitamente dal Technological Institute for Fisheries and Food (AZTI) di San Sebastian (Spagna) attraverso il proprio sito, è stato applicato il sistema ai dati rilevati presso le stazioni monitorate per il calcolo dell'indice AMBI e la determinazione di M-AMBI.

Il sistema per la determinazione del Coefficiente Biotico e di M-AMBI è stato applicato ai dati rilevati nella fascia costiera studiata, pur essendo primariamente costruito su dati e con condizioni di riferimento rilevati nell'area costiera basca. In questo approccio vengono utilizzate le condizioni di riferimento provviste dal programma, pur consapevoli di non offrire in tal modo una valutazione accurata e mirata dello stato ecologico del sistema in esame. Il software usa di *default* i limiti tra classi (*boundaries*), riportati in tabella 8, derivanti dalle intercalibrazioni realizzate nel circuito di intercalibrazione europeo per il benthos (Borja *et al.* 2007).

Stato di qualità ecologica	Boundaries
High	0.85 – 1.00
Good	0.55 – 0.85
Moderate	0.39 – 0.55
Poor	0.20 – 0.39
Bad	<0.20

Tabella 8: Classi di qualità ecologica e corrispondenti limiti.

4.4.2 I RISULTATI

Si presentano di seguito i dati emersi dalle indagini effettuate nelle due campagne di marzo e ottobre, considerando separatamente le due tipologie di stazioni a fondale con sedimenti sabbiosi e a fondale fangoso, coincidenti queste ultime con la corrispondente stazione individuata per le indagini sui sedimenti.

Stazioni a fondale sabbioso

Le stazioni a fondale sabbioso sono posizionate in prossimità della costa, generalmente entro i 500 m, con batimetrie comprese nei 5 m; di fatto proprio per la loro localizzazione risentono in modo maggiore dei fattori climatici (temperature) e degli apporti da terra (salinità, sostanza organica) e quindi risultano soggette a evidenti fluttuazioni in termini di numero di specie e abbondanze.

In figura 36 è riportato il numero di taxa individuati nei principali gruppi sistematici nelle due campagne eseguite, mentre in figura 37 si presenta la composizione della comunità espressa come contributo dei diversi gruppi alle abbondanze.

Risulta evidente che i gruppi maggiormente rappresentati sono i molluschi bivalvi e i policheti, sia come numero di taxa che come abbondanze (in particolare tra i policheti il maggiore contributo in termini di abbondanza è dovuto agli spionidi); tra i crostacei la maggiore presenza di specie è data dai malacostraci.

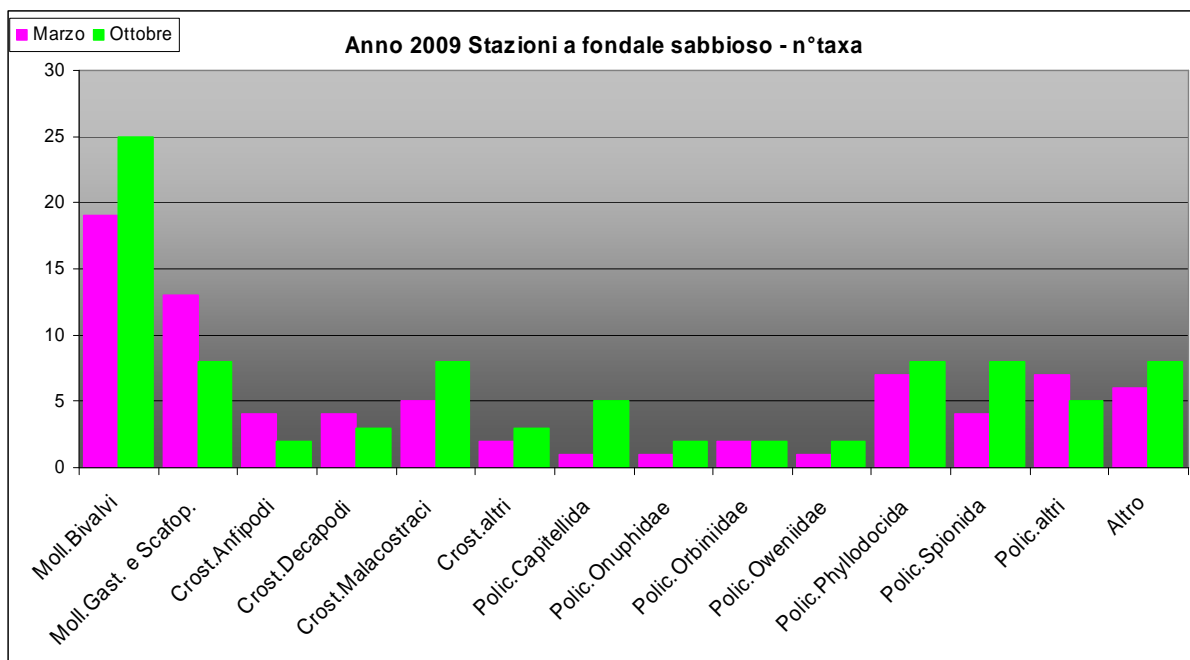


Figura 36: Ripartizione dei taxa trovati nelle principali categorie sistematiche.

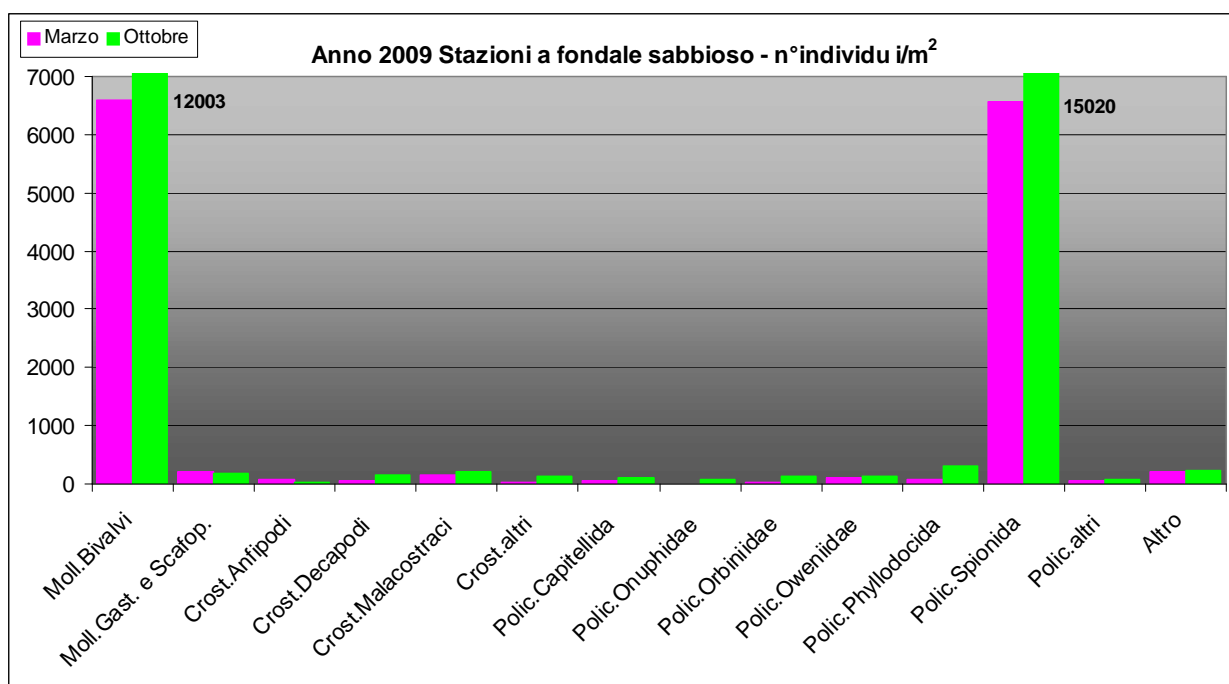


Figura 37: Composizione delle comunità in relazione alle abbondanze.

Nelle successive figure 38 e 39 si riportano le distribuzioni di tutti i taxa raccolti in ognuna delle stazioni monitorate, nei principali gruppi sistematici e le abbondanze corrispondenti, nelle due campagne realizzate. Ad eccezione di alcuni casi, è il periodo autunnale quello che presenta un maggiore numero di specie e di individui; ciò risulta particolarmente evidente nella stazione 16013 posizionata al largo della foce del Po di Pila. In tutte le stazioni molluschi e policheti costituiscono la frazion e maggiore sia come numero di specie che come abbondanze.

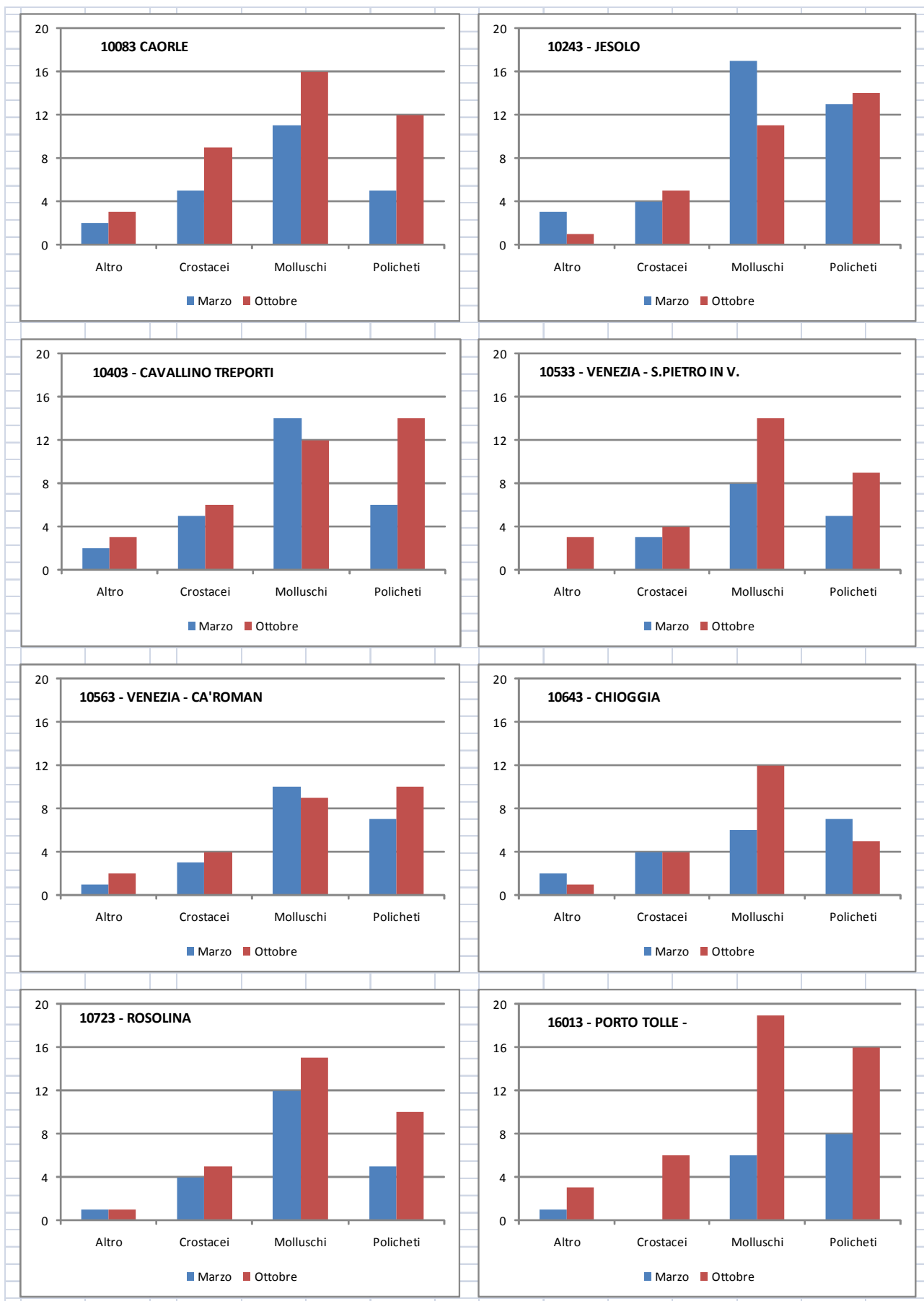


Figura 38: Ripartizione dei taxa per ciascuna stazione nelle due campagne 2009.

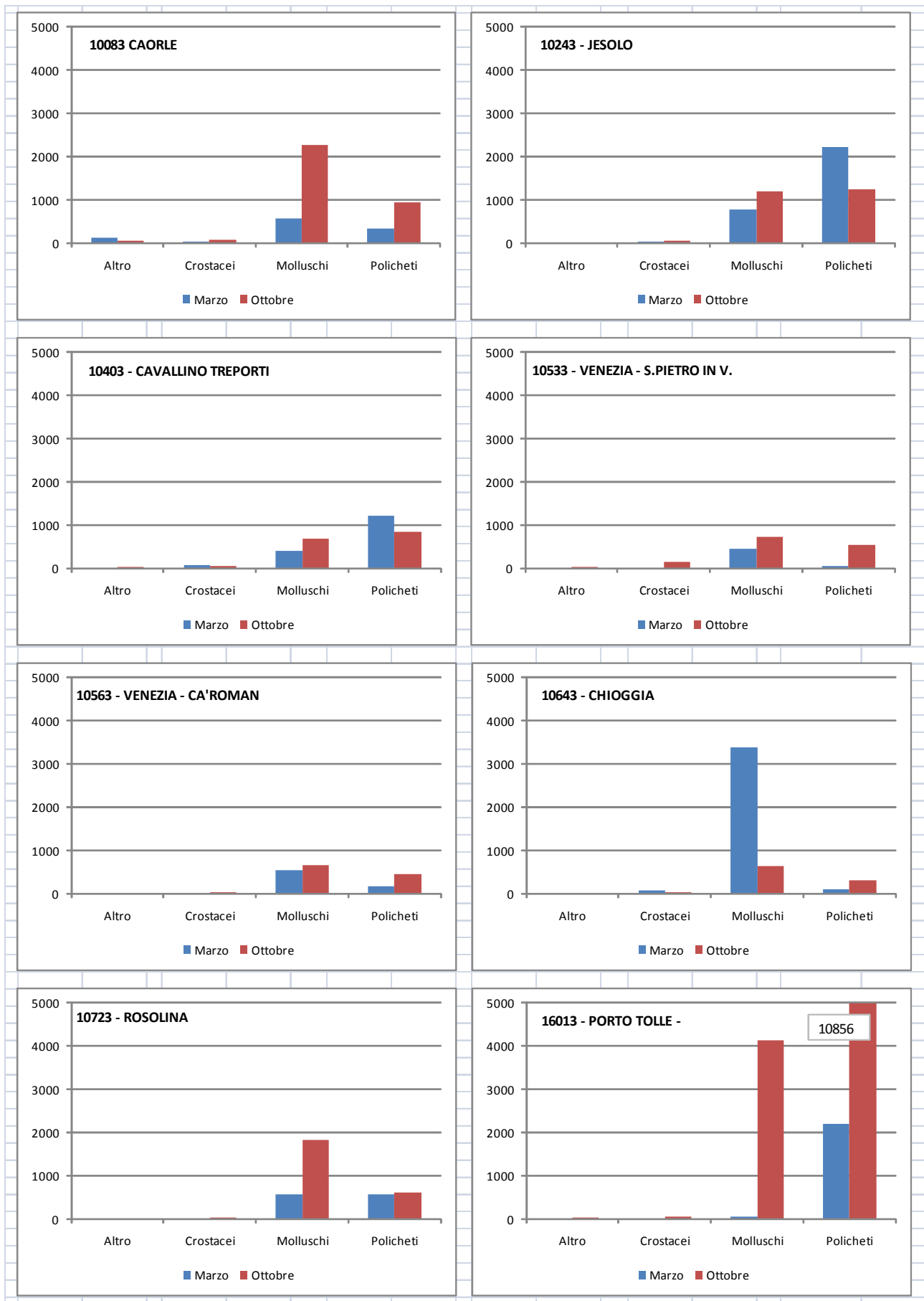


Figura 39: Abbondanze rilevate per ciascuna stazione nelle due campagne 2009.

Il sistema per la determinazione del Coefficiente Biotico e di M-AMBI è stato applicato ai dati rilevati utilizzando le condizioni di riferimento previste dal programma (Tab. 8). In figura 40 è riportata graficamente la suddivisione delle specie rilevate nei cinque gruppi ecologici. Dalla figura si può osservare come i campioni analizzati nel periodo primaverile presentino maggiori percentuali, in termini di abbondanze, di specie appartenenti al gruppo IV (specie opportunistiche di secondo ordine) ad eccezione delle stazioni 10533 e 10563 (antistanti la laguna di Venezia) in cui prevalgono le specie sensibili (gruppo I) e la 10643 caratterizzata da specie indifferenti (gruppo II); in ottobre si verifica una omogeneizzazione della situazione con le stazioni pressoché simili come composizione, con un aumento delle specie appartenenti al gruppo I (specie sensibili), mentre la stazione 16013 davanti al Po di Pila mostra ancora una prevalenza di specie opportunistiche (gruppo IV).

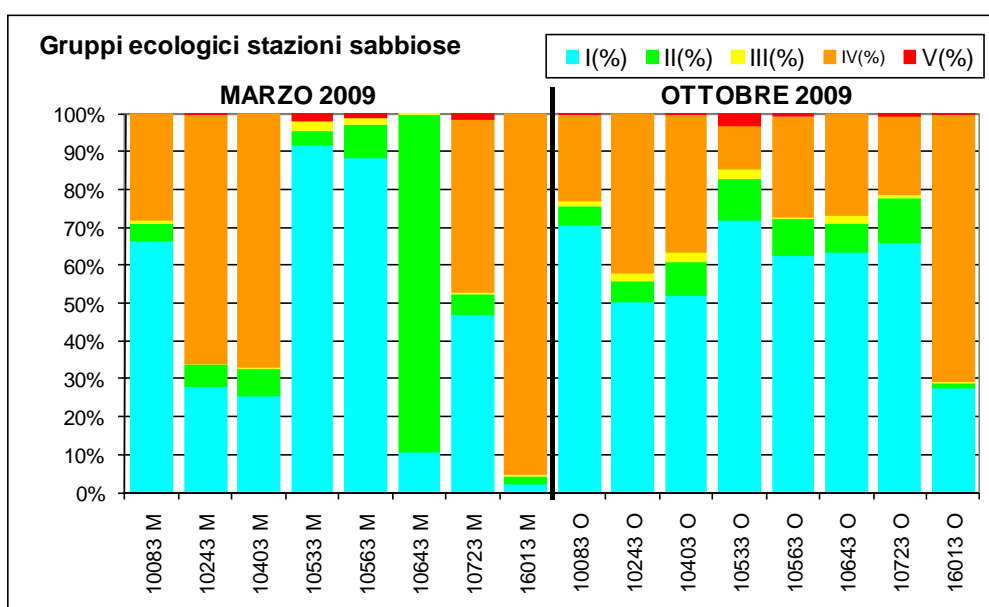


Figura 40: Percentuali di appartenenza ai gruppi ecologici delle specie e relative abbondanze rilevate presso ciascuna stazione, riportate da sinistra (nord) a destra (sud), nei due periodi.

In tabella 9 si riportano i valori di M-AMBI calcolati per ciascuna stazione nelle due campagne realizzate e lo stato corrispondente. Ai valori di M-AMBI corrisponde infatti un determinato stato di qualità ecologica in base ai *boundaries* di tabella 8. Come si osserva tutte le stazioni rientrano nelle classi elevato e buono, ad eccezione del campione prelevato in marzo alla stazione 10643 (Chioggia) con stato moderato e di quello della stazione 16013 di Porto Tolle sempre a marzo.

Stations	MARZO		OTTOBRE	
	M-AMBI	Status	M-AMBI	Status
10083	0.803	Good	0.878	High
10243	0.744	Good	0.744	Good
10403	0.651	Good	0.833	Good
10533	0.688	Good	0.899	High
10563	0.838	Good	0.779	Good
10643	0.533	Moderate	0.693	Good
10723	0.684	Good	0.791	Good
16013	0.320	Poor	0.657	Good

Tabella 9: Valori di M-AMBI e stato di qualità ecologica calcolati per le stazioni nei due periodi indagati.

Stazioni a fondale fangoso

Queste stazioni sono posizionate generalmente oltre i 3000 m dalla costa, con batimetrie comprese tra i 13 e i 21 m; non sono pertanto direttamente influenzati da apporti fluviali, le caratteristiche fisico chimiche dell'acqua (temperatura, salinità) risultano più omogenee durante l'anno, mentre il fattore più importante per le comunità presenti è rappresentato dalla disponibilità di ossigeno.

In figura 41 è riportato il numero di taxa individuati nei principali gruppi sistematici nelle due campagne eseguite, mentre in figura 42 si presenta la composizione della comunità espressa come contributo dei diversi gruppi alle abbondanze.

Risulta evidente che i gruppi maggiormente rappresentati sono i molluschi bivalvi e i policheti, sia come numero di taxa che come abbondanze; tra i crostacei la maggiore presenza di specie è data dagli anfipodi, mentre dal punto di vista delle abbondanze agli anfipodi si aggiungono i tanaidacei.

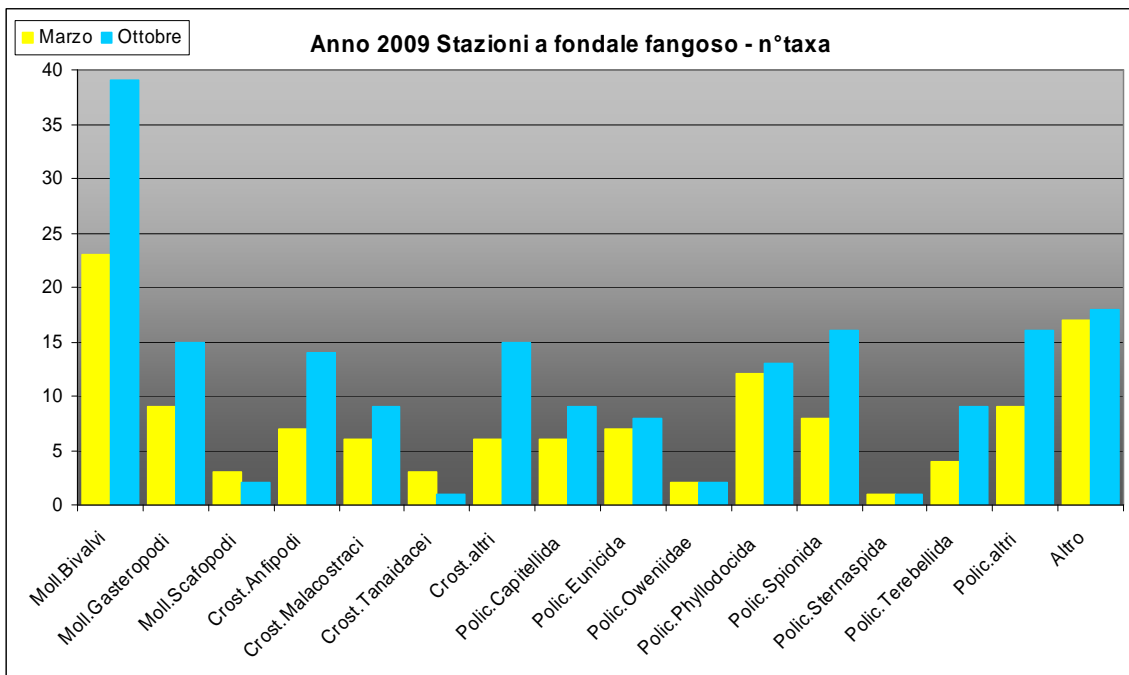


Figura 41: Ripartizione dei taxa trovati nelle principali categorie sistematiche.

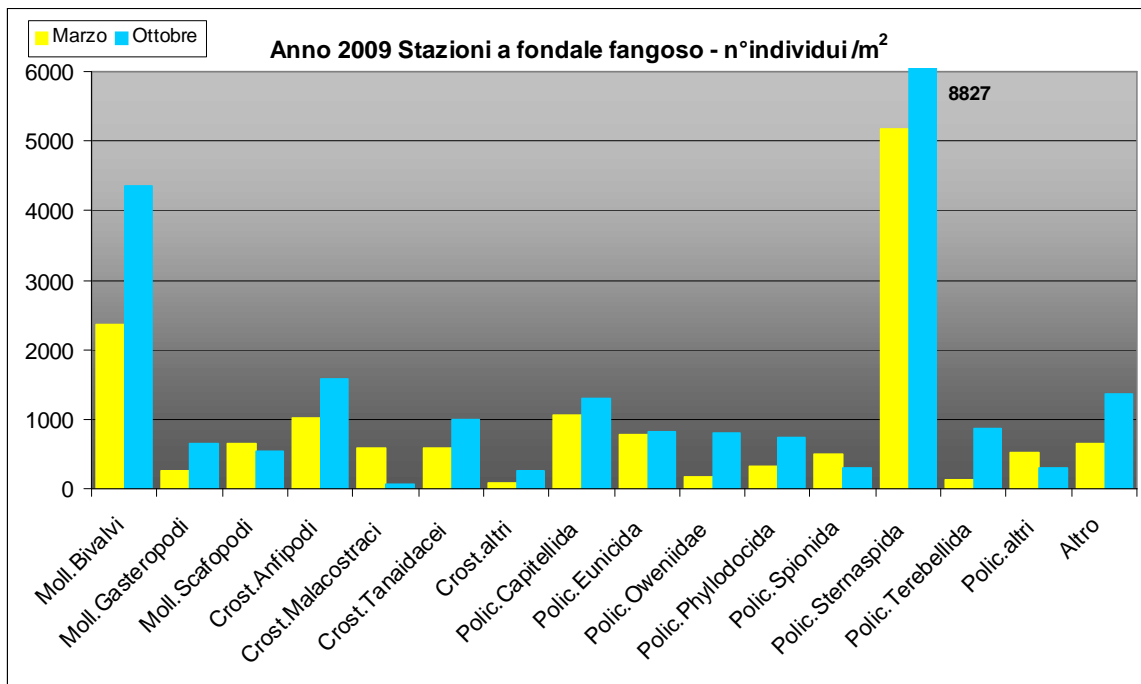


Figura 42: Composizione delle comunità in relazione alle abbondanze.

Nelle successive figure 43 e 44 si riportano le distribuzioni di tutti i taxa raccolti in ognuna delle stazioni monitorate, nei principali gruppi sistematici e le abbondanze corrispondenti, nelle due campagne realizzate. Anche in questo caso si evidenzia il differente comportamento delle diverse stazioni rispetto ai due periodi di campionamento, seppure in modo meno accentuato rispetto alle stazioni a fondale sabbioso; i policheti rappresentano il raggruppamento tassonomico più importante per numero di specie in tutte le stazioni e come numero di individui alla stazione 16013 di Po di Pila in entrambe le campagne.

In figura 45 è rappresentata la distribuzione dei taxa, in termini di abbondanze, rilevati presso ciascuna stazione nei cinque gruppi ecologici, nelle due campagne di marzo e ottobre. In quasi tutte le stazioni la suddivisione mostra una leggera riduzione delle percentuali del gruppo I a fronte di un aumento delle specie del gruppo III. In dettaglio si evidenzia la stazione 36013 di Po di Pila ove prevale nettamente, in entrambe le stagioni, il raggruppamento III (specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica) risultando quella più “pregiudicata” dalla forte incidenza delle specie del gruppo III.

In tabella 10 si riportano i valori di M-AMBI con corrispondente stato di qualità ecologica calcolati per ciascuna stazione nelle due campagne realizzate. Come per le stazioni a fondali sabbiosi, anche qui molte stazioni rientrano nelle classi elevato e buono, con prevalenza di quest’ultimo; la sola eccezione è rappresentata dal campione prelevato in marzo alla stazione 36013 di Porto Tolle, che vedeva una forte abbondanza del polichete *Sternaspis scutata*, specie appartenente al gruppo III, che ha “pesato” in modo importante nel calcolo di M-AMBI portando ad uno stato scarso.

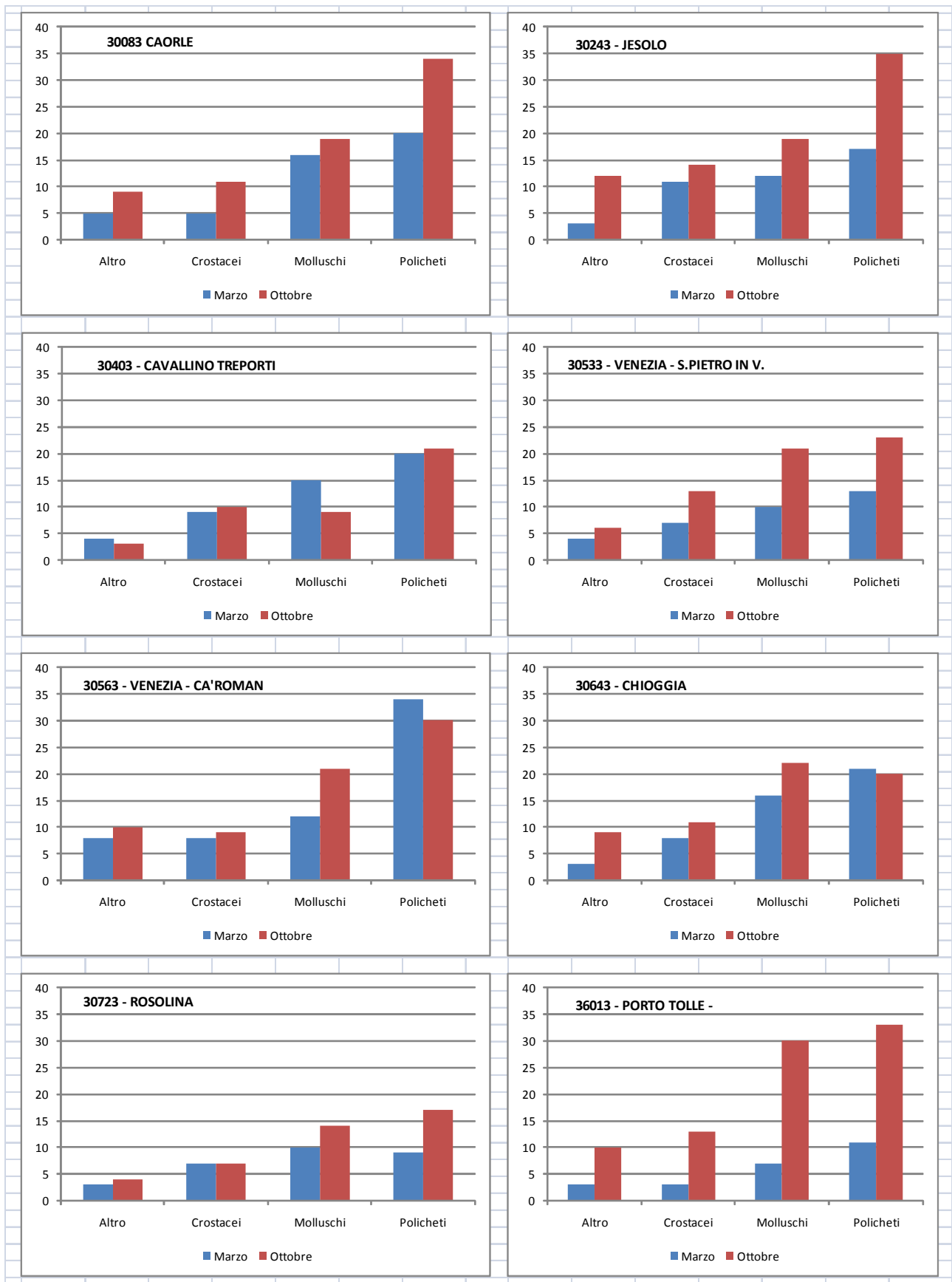


Figura 43: Ripartizione dei taxa per ciascuna stazione nelle due campagne.

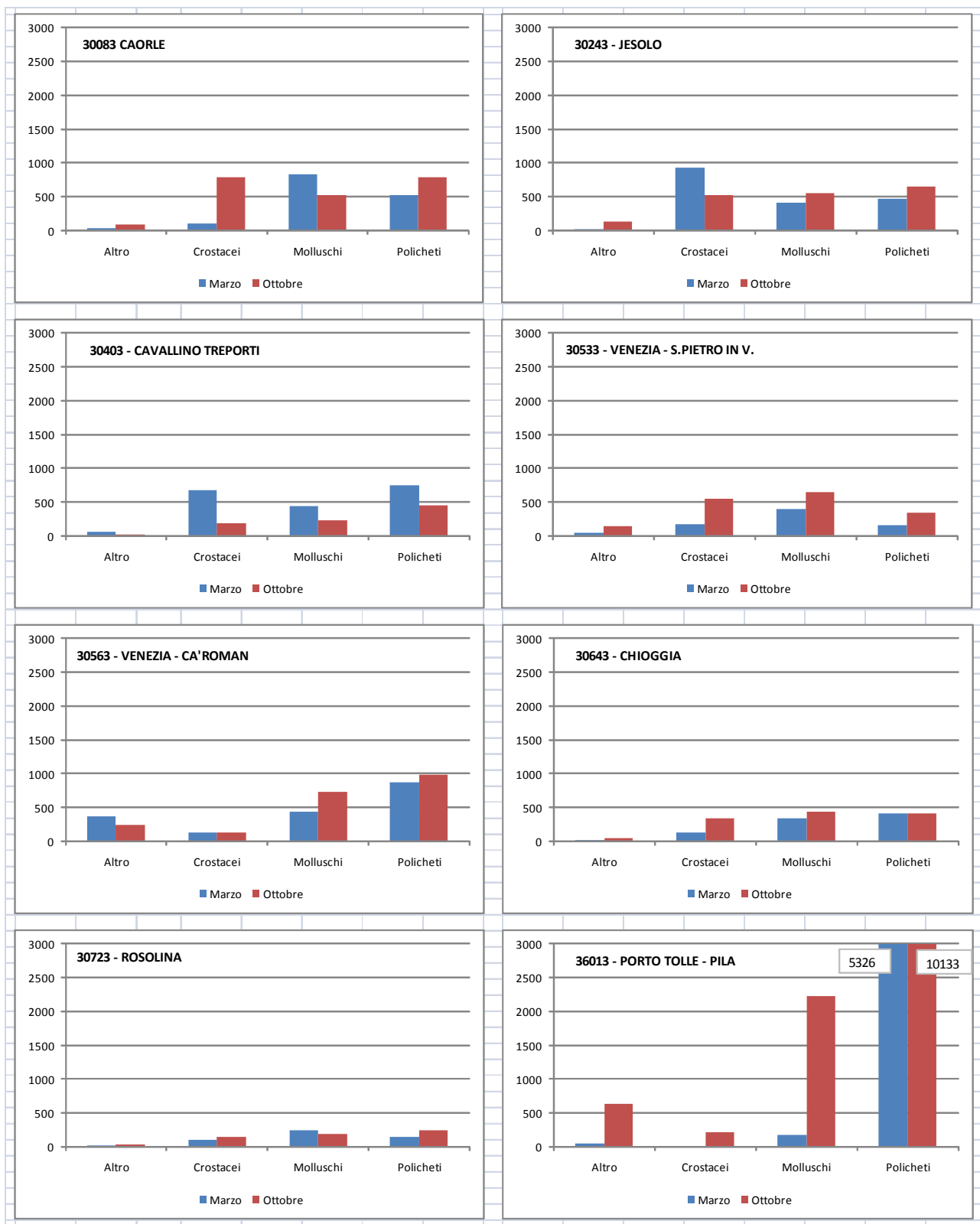


Figura 44: Abbondanze rilevate per ciascuna stazione nelle due campagne.

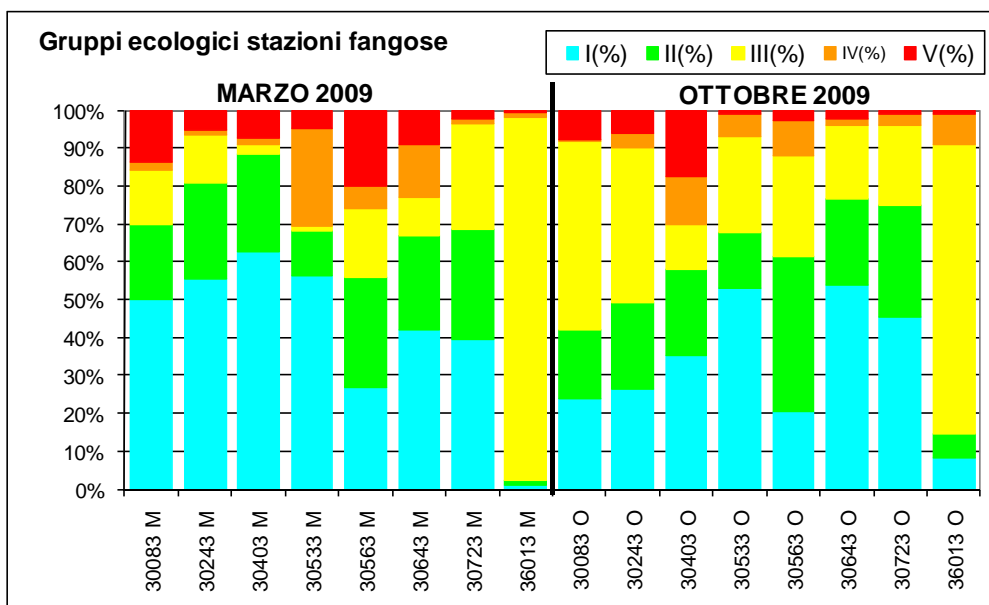


Figura 45: Percentuali di appartenenza ai gruppi ecologici delle specie e relative abbondanze rilevate nei due periodi presso ciascuna stazione, riportate da sinistra (nord) a destra (sud).

	MARZO		OTTOBRE	
Stations	M-AMBI	Status	M-AMBI	Status
30083	0.810	Good	0.823	Good
30243	0.824	Good	0.908	High
30403	0.853	High	0.711	Good
30533	0.727	Good	0.889	High
30563	0.900	High	0.874	High
30643	0.834	Good	0.898	High
30723	0.709	Good	0.799	Good
36013	0.379	Poor	0.716	Good

Tabella 10: Valori di M-AMBI e stato di qualità ecologica calcolati per le stazioni nei due periodi indagati.

Complessivamente i fondi sabbiosi delle aree studiate presentano una generale varietà biocenotica sia in scala temporale che spaziale, dipendente sia dalle caratteristiche del sedimento sia dalla presenza di apporti terrigeni fluviali e dalle variazioni salinità, particolarmente intensi alle foci dei principali fiumi. Di fatto le aggregazioni di specie presenti in un determinato ambiente sono fortemente influenzate dalle condizioni chimico-fisiche, climatiche, trofiche che ne regolamentano la composizione. Nelle aree indagate si sovrappongono diversi attori (il sedimento, la colonna d'acqua, la torbidità, l'idrodinamismo, i nutrienti, etc.) le cui interazioni portano ad una frammentazione degli habitat e delle biocenosi tali da offrire una alta biodiversità, difficilmente riconducibile a modelli di classificazione quali ad esempio quello di Peres e Picard. Le aree più spesso soggette a modificazioni nella costituzione della comunità risultano essere proprio quelle che presentano anche le maggiori variabilità per quanto riguarda i principali parametri chimico-fisici (nutrienti, salinità, etc.), conseguentemente alla posizione ravvicinata alle più importanti foci fluviali: un esempio è rappresentato dalle stazioni 16013 e 36013 localizzate di fronte alla foce del Po di Pila, i cui apporti a volte intensi possono modificare sensibilmente le caratteristiche del sedimento e quindi le comunità bentoniche che in esso vivono.

Per quanto riguarda le stazioni posizionate in fondali fangosi, si rileva un numero di taxa presenti decisamente più elevato rispetto alle stazioni su fondali sabbiosi, così come elevate sono le abbondanze; queste aree, come accennato precedentemente, sono caratterizzate da minore variabilità per quanto riguarda i parametri chimico fisici, conseguentemente sono ridotte le fluttuazioni dei popolamenti bentonici presenti.

5 DISCUSSIONE

La fascia costiera veneta, come noto, è ricca di sbocchi fluviali il cui apporto svolge un ruolo predominante nel determinare le fluttuazioni dei principali parametri chimico-fisici. Ciò viene evidenziato anche dall'esistenza, al progressivo allontanarsi dalla costa, di un gradiente positivo per le variabili trasparenza e salinità (Figg. 3 e 8) e di uno negativo per i composti dell'azoto e del fosforo (Figg. 16, 18, 20, 22, 24). Tali gradienti sono più evidenti nei transetti localizzati in prossimità di foci fluviali. Dall'esame delle figure si nota, inoltre, che le concentrazioni di tali parametri, oltre che della clorofilla *a* e del fitoplancton (Fig. 46, nel grafico è utilizzata la clorofilla *a* determinata analiticamente), sono più elevate nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza dei fiumi Bacchiglione-Brenta, Adige e Po; per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori in quest'area del bacino a conferma del rilevante contributo dovuto all'ingresso di acque continentali nel bacino.

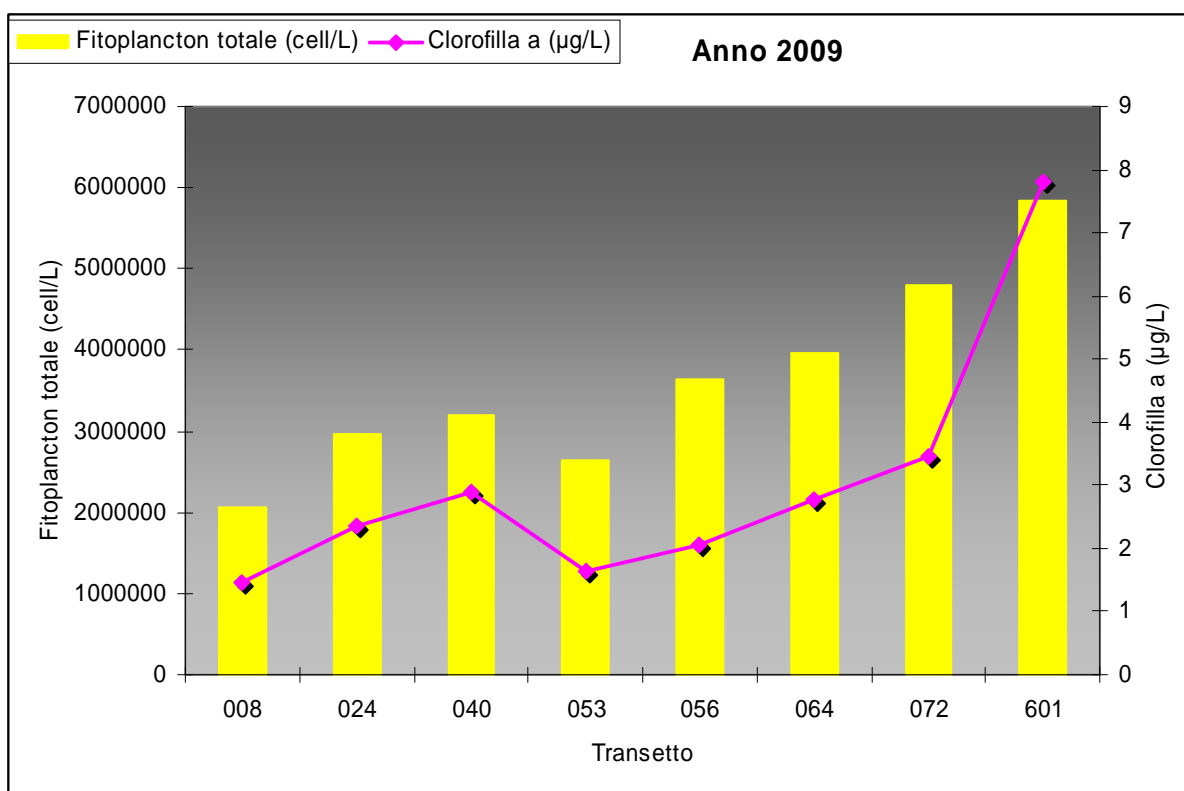


Figura 46: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/L) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/L, determinata analiticamente) lungo la costa, nell'anno 2009.

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 4.1, emerge 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 presenti nell'area meridionale del bacino (Brenta-Bacchiglione, Adige, Po di Levante-Canalbianco e Po di Pila).

In figura 47 sono riportati, attraverso mappe di distribuzione, le concentrazioni rilevate nella campagna di maggio per ossigeno disciolto, salinità, temperatura e clorofilla *a*. Dall'esame della figura, è evidente il contributo dei fiumi Piave nell'area a nord, Adige e Brenta nell'area a sud, all'apporto di nutrienti nelle acque costiere.

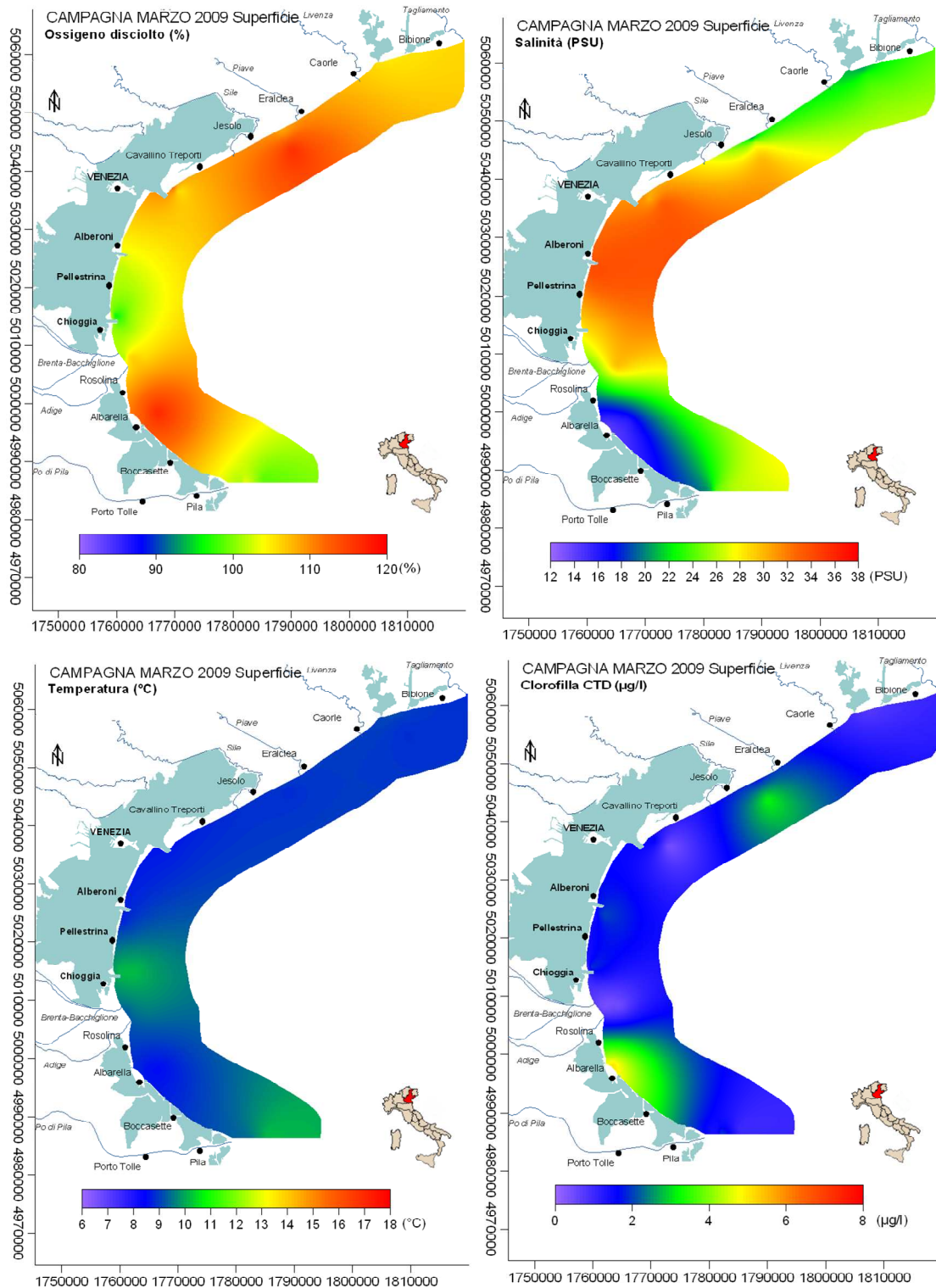


Figura 47: Mappe di distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%), salinità (PSU), temperatura (°C) e clorofilla *a* (µg/l) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nel mese di marzo 2009.

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 11 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 12 e 13 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).

Trasparenza e salinità sono correlate positivamente e non vi sono differenze significative tra i valori di correlazione calcolati per le tre distanze dalla costa.

La salinità è apparsa fortemente correlata in senso negativo con l'azoto nitrico e gli altri nutrienti sia nelle stazioni prossime alla costa che in quelle più lontane; tale comportamento del bacino può essere conseguente all'afflusso particolarmente intenso di acque fluviali (soprattutto nei mesi di febbraio, maggio e settembre), che ha condizionato anche al largo i parametri chimico-fisici delle acque.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune; correlazioni tra nutrienti e componente fitoplanctonica appaiono leggermente più elevate per i dinoflagellati e le specie classificate come "altro fitoplancton" rispetto alle diatomee.

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con tutte le variabili che sono coinvolte con i meccanismi di produzione e di conseguenza appare inversamente correlato, alle tre distanze dalla costa, con la salinità.

	salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Clorofilla da CTD (µg/l)	trasparenza (m)	N-NH3 (µg/l)	N-NO2 (µg/l)	N-NO3 (µg/l)	N totale (µg/l)	P-PO4 (µg/l)	P totale (µg/l)	DIATO totali (cell/l)	DINO totali (µg/l)	ALTRO FITO totali (cell/l)	FITO TOTALE (cell/l)	clorofilla analitica (mg/m3)	TRIX
temperatura (°C)	0.15	0.42	0.52	0.01	0.23	-0.36	-0.50	-0.34	-0.32	0.00	-0.16	0.17	0.17	0.54	0.34	0.17	-0.05
salinità (PSU)		-0.19	-0.01	-0.43	0.51	-0.30	-0.60	-0.77	-0.77	-0.43	-0.40	-0.33	0.09	-0.12	-0.31	-0.28	-0.72
Ossigeno disciolto (%)			0.70	0.44	-0.07	-0.29	-0.13	-0.02	-0.02	0.00	-0.09	0.52	0.28	0.34	0.57	0.35	0.37
pH				0.38	0.04	-0.44	-0.29	-0.23	-0.24	-0.11	-0.21	0.61	0.28	0.39	0.67	0.34	0.15
Clorofilla da CTD (µg/l)					-0.22	-0.11	0.25	0.37	0.32	0.15	0.13	0.69	0.08	0.14	0.64	0.56	0.58
trasparenza (m)						-0.45	-0.50	-0.52	-0.57	-0.39	-0.44	-0.17	-0.04	0.06	-0.13	-0.22	-0.48
N-NH3 (µg/l)							0.64	0.56	0.61	0.42	0.50	-0.18	-0.24	-0.29	-0.27	-0.11	0.28
N-NO2 (µg/l)								0.82	0.79	0.42	0.49	0.12	-0.12	-0.26	0.01	0.13	0.55
N-NO3 (µg/l)									0.94	0.61	0.55	0.18	-0.21	-0.08	0.11	0.33	0.69
N totale (µg/l)										0.63	0.64	0.17	-0.18	-0.06	0.12	0.32	0.68
P-PO4 (µg/l)											0.65	0.13	-0.06	-0.03	0.10	0.26	0.48
P totale (µg/l)												0.07	0.18	-0.04	0.06	0.24	0.51
DIATO totali (cell/l)													0.13	0.24	0.94	0.59	0.42
DINO totali (µg/l)														0.23	0.25	0.12	-0.09
ALTRO FITO totali (cell/l)															0.56	0.53	0.10
FITO TOTALE (cell/l)																0.69	0.38
Clorofilla analitica																	0.42

Tabella 11: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=130 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

	salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Clorofilla da CTD (µg/l)	trasparenza (m)	N-NH3 (µg/l)	N-NO2 (µg/l)	N-NO3 (µg/l)	N totale (µg/l)	P-PO4 (µg/l)	P totale (µg/l)	TRIX
temperatura (°C)	0.13	0.46	0.49	-0.03	0.24	-0.39	-0.59	-0.42	-0.37	0.04	-0.09	0.01
salinità (PSU)		-0.26	-0.06	-0.38	0.55	-0.36	-0.56	-0.75	-0.71	-0.41	-0.38	-0.71
Ossigeno disciolto (%)			0.77	0.41	-0.02	-0.25	-0.11	-0.07	-0.07	0.01	-0.11	0.40
pH				0.48	0.06	-0.44	-0.28	-0.26	-0.28	-0.07	-0.23	0.23
Clorofilla da CTD (µg/l)					-0.21	-0.11	0.24	0.24	0.20	0.09	0.09	0.54
trasparenza (m)						-0.35	-0.52	-0.50	-0.52	-0.38	-0.47	-0.48
N-NH3 (µg/l)							0.62	0.70	0.73	0.42	0.56	0.28
N-NO2 (µg/l)								0.75	0.74	0.25	0.36	0.47
N-NO3 (µg/l)									0.92	0.51	0.58	0.61
N totale (µg/l)										0.51	0.60	0.58
P-PO4 (µg/l)											0.72	0.48
P totale (µg/l)												0.48

Tabella 12: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 0,5 mn (926 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=128 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

	salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH	Clorofilla da CTD (µg/l)	trasparenza (m)	N-NH ₃ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	N totale (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	P totale (µg/l)	TRIX
temperatura (°C)	0.19	0.38	0.52	-0.12	0.29	-0.38	-0.66	-0.52	-0.42	0.14	0.06	-0.13
salinità (PSU)		-0.43	-0.23	-0.56	0.51	-0.21	-0.45	-0.74	-0.62	-0.27	-0.38	-0.75
Ossigeno disciolto (%)			0.78	0.43	-0.10	-0.24	-0.10	0.07	0.02	0.07	0.20	0.47
pH				0.41	0.04	-0.33	-0.31	-0.14	-0.18	0.07	0.14	0.26
Clorofilla da CTD (µg/l)					-0.29	-0.06	0.30	0.38	0.29	0.05	0.24	0.59
trasparenza (m)						-0.33	-0.38	-0.41	-0.36	-0.19	-0.35	-0.39
N-NH ₃ (µg/l)							0.57	0.45	0.46	0.34	0.32	0.22
N-NO ₂ (µg/l)								0.75	0.65	0.13	0.35	0.49
N-NO ₃ (µg/l)									0.88	0.25	0.45	0.65
N totale (µg/l)										0.31	0.48	0.54
P-PO ₄ (µg/l)											0.66	0.39
P totale (µg/l)												0.64

Tabella 13: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 2 mn (3704 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=127 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

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 rilevati nel 2009 presso le stazioni a 500 m (Tab. 14 e Fig. 49), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale.

	FATTORE 1	FATTORE 2
VARIANZA (%)	42.114	24.150
Trasparenza	0.671	-0.040
Temperatura	0.356	0.552
Salinità	0.797	-0.258
pH	0.204	0.857
O.D. %	-0.013	0.833
N-NH ₃	-0.644	-0.465
N-NO ₂	-0.843	-0.192
N-NO ₃	-0.933	-0.028
N TOT	-0.950	-0.044
P-PO ₄	-0.679	0.011
P TOT	-0.705	-0.100
Clorofilla <i>a</i>	-0.398	0.656
Fitoplancton totale	-0.162	0.844
TRIX	-0.776	0.416

Tabella 14: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m, in grassetto i valori >0.70.

Le prime due componenti estratte hanno spiegato oltre il 66% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 42.114% di tale varianza (Tab. 14).

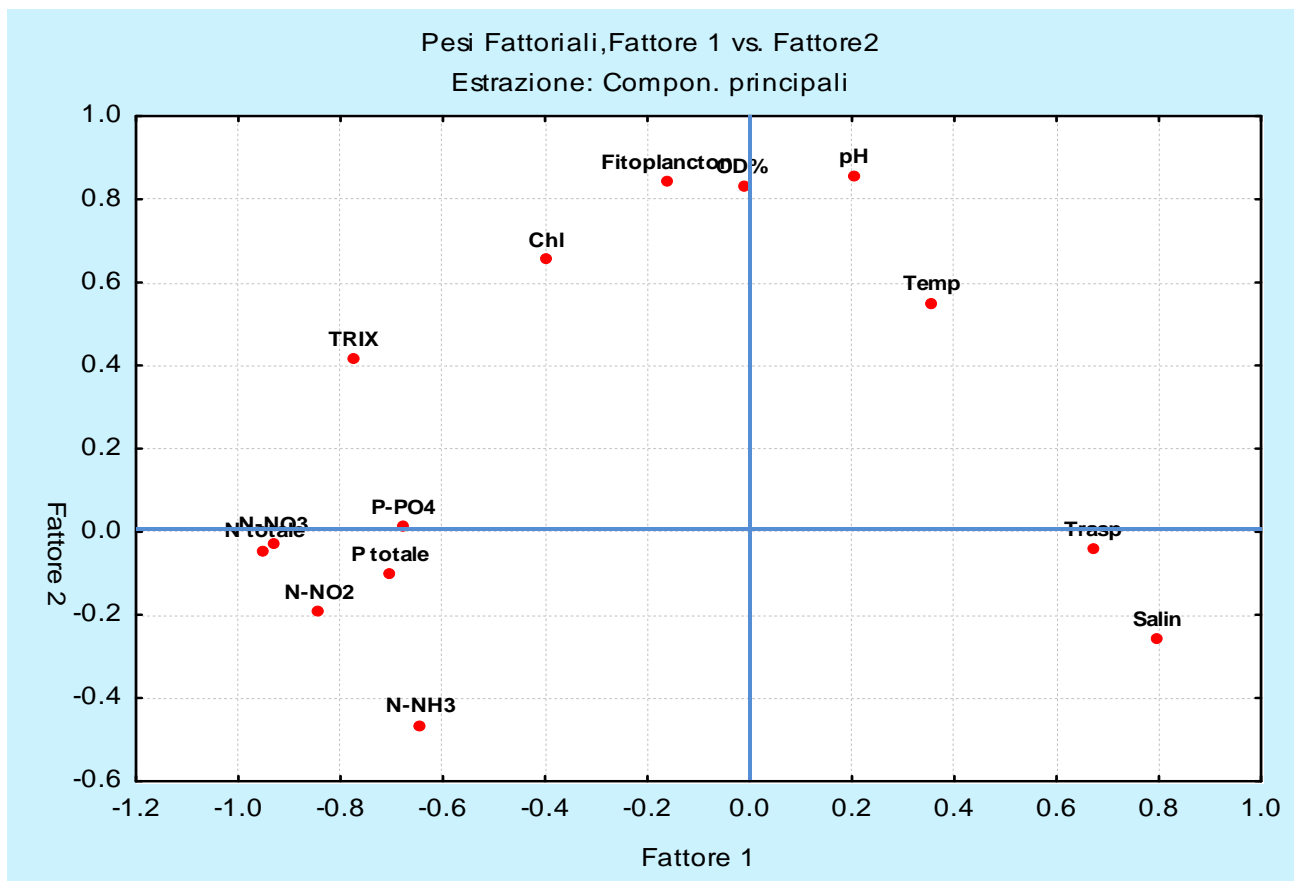


Figura 48: Ordinamento dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati nel 2008 (stazioni a 500 m).

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. 14 e Fig. 49). La *seconda componente* individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate. In esso infatti emerge, per il proprio contributo, il Fitoplancton totale e le variabili ad esso 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 positivo dei relativi coefficienti di autovettore (Tab. 14). 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.

6 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2009

6.1 RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI

Nel corso dell'anno non sono mai state rilevate formazioni di mucillagine in superficie o lungo la colonna d'acqua nella zona costiera monitorata. In alcune occasioni le immagini raccolte con la

telecamera subacquea hanno permesso di osservare formazioni a forma di fiocchi e talvolta di filamenti lungo la colonna d'acqua nelle stazioni più lontane dalla linea di costa.

6.2 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE

Nel 2009 nell'area oggetto del monitoraggio sono stati avvistati nella prima quindicina del mese di Agosto alcuni esemplari di meduse *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778) nel tratto di costa antistante il litorale di Caorle e nella seconda quindicina sotto costa di fronte ai litorali di Cavallino Treporti e Jesolo.



Figura 49: *Rhizostoma pulmo* (foto da archivio ARPAV)

6.3 FIORITURE ALGALI

I rilevamenti di fioriture algali sono stati, come in quasi tutti gli ultimi anni, sporadici e limitati sia in senso temporale che spaziale, interessando più spesso l'area meridionale di costa in prossimità di sbocchi fluviali.

Nel 2009 i casi più evidenti, tali da comportare una variazione nella colorazione dell'acqua e un aumento della percentuale di ossigeno disciolto e della concentrazione di clorofilla *a*, si sono presentati nei mesi di luglio e agosto; tali occorrenze non hanno comportato alterazioni del sistema tali da causare una compromissione delle sue componenti.

Nella prima metà di luglio, presso i transetti localizzati di fronte a Venezia (Cà Roman) 056 e Rosolina 072, i parametri chimico fisici rilevati tramite sonda multiparametrica hanno evidenziato una situazione di sovrasaturazione del parametro ossigeno disciolto negli strati superficiali, anche con valori fino a 200% di saturazione, Per quanto riguarda il pH è stata osservata una differenza significativa tra superficie e fondo soprattutto nelle stazioni più al largo. Questa differenza potrebbe essere correlata ad una prevalenza dei processi degradativi rispetto ai processi produttivi negli strati prossimi al fondo.

Tali rilevazioni, unitamente alla colorazione delle acque, hanno fatto sospettare una possibile fioritura algale in corso, confermata dalle successive analisi: la presenza di acque ferme, assenza di vento e intenso irraggiamento solare hanno favorito questa proliferazione.

Le osservazioni tramite telecamera subacquea non hanno evidenziato la presenza di fiocchi e filamenti lungo tutta la colonna d'acqua o di materiale mucillaginoso in sospensione al fondo.

Sono stati prelevati campioni *ad hoc* di acqua per la valutazione della composizione del popolamento fitoplanctonico e la rilevazione dell'eventuale presenza di specie algali tossiche; le analisi hanno evidenziato concentrazioni di specie rappresentative della stagione in corso (*Thalassionema nitzschioides* e *Chaetoceros* spp.) che appartengono alla classe delle Diatomee già

rinvenute in anni precedenti nello stesso periodo. Non sono state rilevate nei campioni analizzati specie algali potenzialmente tossiche. Gli eventi temporaleschi dei giorni successivi al rinvenimento hanno contribuito alla dispersione del fenomeno.

Durante la seconda campagna di agosto presso le stazioni sottocosta del transetto 601- Po di Pila (stazioni 16010 e 26010) e a 3704 m dalla costa di Chioggia (stazione 30640) i dati chimico fisici lungo la colonna d'acqua e la colorazione dell'acqua verde intensa hanno fatto sospettare la presenza di una possibile fioritura algale. In particolare sono stati rinvenuti valori medi di ossigeno disciolto in superficie di 170% favorita dalle elevate temperature superficiali (fino a 158 % nella stazione di fronte al Po di Pila). Sono stati osservati rari fiocchi e micro fiocchi di materiale mucillaginoso depositati sul fondo solo alla stazione più all'argo del transetto 064.

L'esito delle successive analisi su campioni d'acqua appositamente prelevati *ad hoc* hanno confermato la presenza di una fioritura algale estiva costituita per la quasi totalità da Bacillariophyceae rappresentate per la grande maggioranza dal genere *Chaetoceros* spp. con valori da 4.500.000 a 6.500.000 cellule/litro e da Nanoflagellates con valori da 2.200.000 a 8.000.000 cellule/litro. Non sono state rilevate nei campioni analizzati presso il laboratorio ARPAV di Rovigo e dal CNR-ISMAR di Venezia specie algali potenzialmente tossiche.

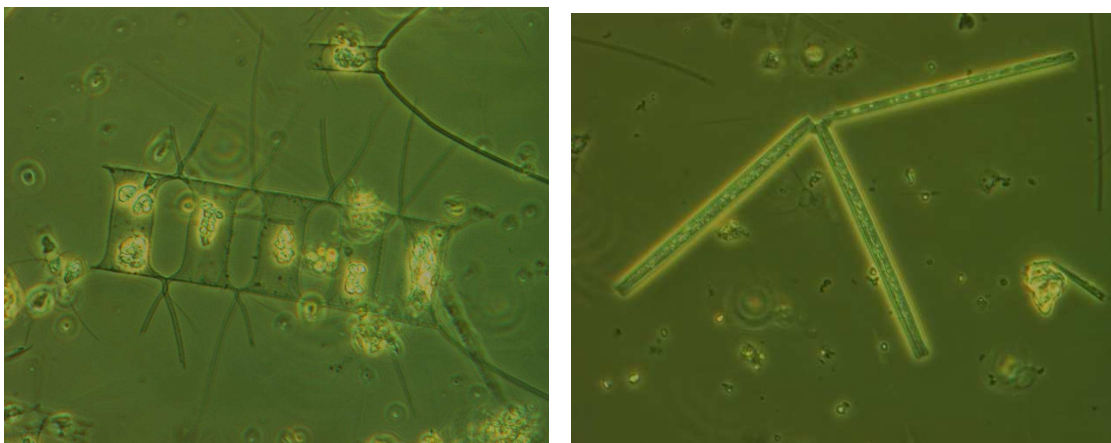


Figura 50: Alcune specie fitoplanctoniche rinvenute in luglio: a) *Chaetoceros* spp.; b) *Thalassionema nitzschioides*.

6.4 FENOMENI IPOSSICI

La netta stratificazione termoclinale nelle acque più al largo (2 miglia nautiche), del tutto normale per il periodo estivo, ha agito come barriera per la diffusione dei nutrienti e del fitoplancton negli strati prossimi al fondo. Al fondo quindi hanno prevalso processi legati alla metabolizzazione della materia organica con conseguente consumo di ossigeno che ha raggiunto valori di 1 mg/l nelle stazioni più al largo dei transetti 072 e 053.

L'ultima settimana di agosto è stata caratterizzata da intensi eventi di bora che hanno determinato il rimescolamento della colonna d'acqua riportando nella norma i valori di ossigeno disciolto al fondo (valori compresi tra i 6 e 7 mg/l) e di fitoplancton in superficie.

6.5 AVVISTAMENTO CETACEI

Nel corso del 2009, nel mese di giugno, sono stati rinvenuti due esemplari spiaggiati, e purtroppo morti, di tartaruga marina. Il 02/06/09 lungo il litorale del Lido di Venezia è stato ritrovato un esemplare adulto di oltre 150 chili di *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), la rarissima tartaruga

liuto, la tartaruga marina più grande del mondo; circa due settimane dopo (18/06/09) è stata ritrovata nei pressi della spiaggia di Brussa (Caorle) in prossimità della seconda entrata alla spiaggia un altro esemplare di *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), la tartaruga marina più diffusa del Mar Mediterraneo, morto da poco con corpo ben conservato e assenza di ferite apparenti, posizionato a circa 5m dalla battigia con la parte frontale rivolta verso terra (coda verso il mare). Nel corso della seconda quindicina di luglio sono stati avvistati alcuni esemplari di *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) al largo del litorale di Cavallino Treporti.

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2009 è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto come previsto dal programma di ricerca e monitoraggio, con lo sforzo operativo di rispettare le modalità e i tempi previsti; nonostante le condizioni meteorologiche abbiano talvolta reso difficoltoso il regolare compimento della campagna di rilevamento e misura, comportando lo slittamento delle date di campionamento, lo svolgimento è stato comunque effettuato entro i tempi massimi (Tab. 1).

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

- le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche nonché gli apporti continentali hanno esercitato una azione primaria sulla trasparenza. Il gradiente positivo che si delinea con l'allontanamento dalla costa (Fig. 3), particolarmente forte oltre i 1000 m, rimane sempre ben evidente riducendosi laddove l'influenza fluviale si estende verso il largo (ad esempio ai transetti 072 e 601)

- gli apporti fluviali, particolarmente cospicui tra febbraio e maggio, hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona costiera antistante la foce del Po e in particolare nell'area del transetto 601 caratterizzata dai più bassi valori di salinità (Figg. 6 e 8); per contro i transetti localizzati nell'area antistante la laguna di Venezia (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 sopra del livello di saturazione nei mesi centrali dell'anno (da aprile a luglio), con valori massimi di concentrazione nelle campagne di luglio; da gennaio a marzo e da settembre a fine anno mediamente i valori di ossigenazione restano sotto la saturazione. Al fondo l'andamento segue quello di superficie, con scarti notevoli soprattutto nel mese di agosto; nella seconda metà del mese infatti è stata registrata una forte sottosaturazione nell'area tra Pellestrina e Chioggia - Isola Verde alla distanza di circa 2 miglia nautiche dalla costa

- 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 transetti 064, 072 e 601 ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona (Figg. 14, 16, 18 e 22).

- come per i nutrienti, anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nei transetti localizzati a sud della foce dell'Adige, con valori più elevati, sempre legati alla presenza di Diatomee, nei mesi primaverili ed estivi (marzo, luglio, agosto) e minimi nel periodo invernale; occasionalmente si è assistito a colorazioni anomale dell'acqua e, confermato dall'analisi dei campioni prelevati *ad hoc*, a fioriture limitate nello spazio e nel tempo

- il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1000 cell/l (molluschicoltura), è stato superato in una sola occasione alla stazione 10240 nella prima campagna di luglio (2160 cell/l); non si è verificato alcun superamento per quanto riguarda il limite di $10 \cdot 10^6$ cell/l per *Alexandrium* spp. indicato dalla Circolare M.S. del 31.7.1998 (balneazione)

- inoltre, sono state di scarsa entità nel periodo estivo le situazioni di anomalia dell'ecosistema indagato, con poche evidenze di fioriture algali e comparsa di mucillagini in forma di fiocchi lungo la colonna d'acqua senza conseguenze sugli ecosistemi delle aree interessate

- infine l'analisi delle comunità bentoniche a fondi molli e a fondi fangosi ha mostrato una situazione ottimale, con stato di qualità ecologica attribuibile alle classi "elevato" e "buono", con occasionali situazioni di stato "sufficiente" nella zona antistante la foce del Po di Pila, conseguente agli importanti apporti di acque dolci e relativi carichi di sostanza organica e particolato che influiscono sia sul numero di specie e relative abbondanze che sul tipo di specie presenti.

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.

L'insieme delle informazioni raccolte nel 2009, assieme a quanto osservato in anni di studi, riconferma ancora una volta l'evidenza dell'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 meteorologici e inducendo, anche in funzione della applicazione della Direttiva 2000/60/CE, ad ampliare le conoscenze su componenti biologiche prima poco studiate quali le componenti bentoniche, le aree di pregio ambientale, in particolare quelle 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

Aleffi F., Della Seta G., Goriup F., Landri P., Orel G., 1996. *Fattori climatici ed edafici e popolamenti bentonici dell'Adriatico Settentrionale e del Golfo di Trieste*. Regione Emilia Romagna, Provincia di Ravenna, Autorità di bacino del fiume Po. Atti del Convegno "Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuati e future linee di intervento". Marina di Ravenna, 28-29 settembre 1995.

Bonne W., Rekecki A., Vincx M., 2003. *Chapter IV: Impact assessment of sand extraction on subtidal sandbanks using macrobenthos*. In: Benthic copepod communities in relation to natural and anthropogenic influences in the North Sea. Ph.D Thesis of W. Bonne, Ghent University, Biology Department, Marine Biology Section, Belgium, 207–226 p.

Borja A., Franco J., Perez V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114.

Borja A., Josefson A.B., Miles A., Muxika I., Olsgard F., Phillips G., Rodriguez J.G., Rygg B., 2007. *An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive*. Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 42–52.

Caselli C., Ponti M., Abbiati M., 2003. *Valutazione della qualità ambientale della laguna costiera Pialassa Baiona attraverso lo studio dei suoi popolamenti bentonici*. XIII Congresso Società Italiana di Ecologia, Como, 8–10 Settembre 2003, poster.

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 acque 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

Forni G., Occhipinti Ambrogi A., 2004. *Applicazione del Coefficiente biotico (Borja et al., 2000) ad una comunità macrobentonica nel Nord Adriatico.* Biol. Mar. Medit. (2004), 11 (2): 202-209.

Gorostiaga J.M., Borja A., Díez I., Francés G., Pagola-Carte S., Sáiz-Salinas J.I., 2004. *Recovery of benthic communities in polluted systems.* In: A. Borja and M. Collins (Eds.) *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country.* Elsevier Oceanography Series, 70: 549–578, Elsevier, Amsterdam.

Grall J., Glemarec M., 1997. *Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest.* Estuarine, Coastal and Shelf Science 44 (Suppl. A), 43–53.

International Council for the Exploration of the Sea (ICES), 2004. *Report of the Study Group on Ecological Quality Objectives for Sensitive and for Opportunistic Benthos Species.* 22–24 March 2004. ICES, Copenhagen

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.

Margalef R., 1958. *Information theory in ecology*. Gen. Syst., 3, 36-71.

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

Regione del Veneto, ARPAV-ATS, 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.

Regione del Veneto - ARPAV, 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.

Regione del Veneto - ARPAV, 2006. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2005. Analisi dei dati osservati nell'anno 2005*. A cura di Vazzoler M., Ancona S., Berti L., Bon D., Boscolo F., Fassina D., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Zogno A.R.

Regione del Veneto - ARPAV, 2007. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2006. Analisi dei dati osservati nell'anno 2006*. A cura di M. Vazzoler, S. Ancona, L. Berti, D. Bon, F. Boscolo, D. Fassina, L. Guardati, V. Iacovone, S. Rossi, S. Rizzardi, A.R. Zogno, A. Bartenor, L. Porporino, B. Puato

Regione del Veneto - ARPAV, 2008. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2007. Analisi dei dati osservati nell'anno 2007*. A cura di Vazzoler M., A.R. Zogno, Ancona S., Berti L., Bon D., Boscolo F., Fassina D., M.L. D'Amico, L. Guardati, V. Iacovone, S. Rossi, S. Rizzardi

Regione del Veneto - ARPAV, 2006. *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 (Gennaio 2005-Marzo 2006)*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Berti L., Bon D., Boscolo F., Fassina D., Guardati L., Iacovone V., Rizzardi S., Rossi S., Bartenor A., Puato B., Porporino L.

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

Salas F., Neto J.M., Borja A., Marques J.C., 2004. *Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondego estuary (Portugal)*. *Ecological Indicators* 4, 215–225.

Shannon C.E., Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. Illinois Press.

Vazzoler M., Ancona S., 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.