

**“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-COSTIERO  
NELLA REGIONE VENETO”  
GENNAIO - DICEMBRE 2011**

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2011



Area Tecnico Scientifica  
Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari  
Dipartimento Regionale ARPAV Laboratori – Servizio Laboratori di Rovigo e di Venezia  
Dipartimenti ARPAV Provinciali di Rovigo e di Venezia

Padova, novembre 2012

## **ARPAV**

### **Direzione Generale**

Carlo Emanuele Pepe

### **Direzione Tecnica**

Paolo Rocca

### **Progetto e realizzazione**

Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari

Paolo Parati

### **Autori**

Anna Rita Zogno

Maria Lavinia D'Amico

Daniel Fassina

### **Attività di campionamento**

Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari:

Daniel Fassina

Alessandra Girolimetto

Valentina Marchesini

Pasquale Rotoli

Daniele Bon

Maria Lavinia D'Amico

Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia:

Enrico Cabras

### **Analisi di laboratorio e gestione dati LIMS**

Dipartimento Regionale Laboratori - Servizio Laboratori di Rovigo e Servizio Laboratori di Venezia

Foto di copertina archivio ARPAV (Tegnù di Caorle)

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>5</b>
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI	5
1.2	LE ATTIVITA' SU PROGETTO	5
<b>2</b>	<b>TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO</b>	<b>10</b>
3.1	LA RETE DI STAZIONI	11
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	12
3.2.1	CAMPIONAMENTO	13
3.2.2	ANALISI	13
3.3	GESTIONE DEI DATI	13
<b>4</b>	<b>PARAMETRI INDAGATI</b>	<b>14</b>
4.1	DESCRIZIONE	14
4.2	METODI	16
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI</b>	<b>16</b>
5.1	MATRICE ACQUA	17
5.1.1	TRASPARENZA	17
5.1.2	TEMPERATURA	19
5.1.3	SALINITA'	21
5.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA	24
5.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO	25
5.1.6	AZOTO AMMONIACALE	27
5.1.7	AZOTO NITRICO	29
5.1.8	AZOTO NITROSO	31
5.1.9	AZOTO TOTALE	33
5.1.10	FOSFORO DA ORTOFOSFATI	35
5.1.11	FOSFORO TOTALE	37
5.1.12	CLOROFILLA <i>a</i>	39
5.1.13	INDICE TROFICO TRIX	41
5.1.14	FITOPLANCTON	46
5.1.15	RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE	50
5.2	MATRICE BIOTA	52
5.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI	52
5.2.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI	52
5.3	MATRICE SEDIMENTO	53
5.4	MATRICE BENTHOS	54
5.4.1	LE INDAGINI	55
<b>6</b>	<b>DISCUSSIONE</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2011</b>	<b>62</b>
7.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI	62
7.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE	62
7.3	FIORITURE ALGALI	62
7.4	FENOMENI IPOSSICI	62
7.5	AVVISTAMENTO CETACEI	62
<b>8</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>64</b>



## **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 marea 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” (di seguito OAA), 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 (ora Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari) nel 2006. Il Servizio 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 sopra citata. 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 Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari 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 o in atto:

- 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 - CONCLUSO
- 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) - CONCLUSO
- 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 - CONCLUSO
- Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare; Intervento 72-2; Intervento 72-3 (come prosecuzione ed integrazione alle attività svolte negli anni precedenti - CONCLUSO
- Progetto "ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico" (fase di cantiere) - CONCLUSO
- Progetto "Analisi dell'idoneità dei sedimenti presenti lungo il litorale veneto per attività di ripascimento delle spiagge emerse e sommerse", in collaborazione con ISPRA - CONCLUSO
- Progetto "Ostreopsis" per la ricerca di microalghe potenzialmente tossiche in prossimità dei litorali (I fase e II fase) - CONCLUSO
- Progetto "ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico" (fase di esercizio)

## 2 TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO

Con il documento "Integrazione della tipizzazione delle acque marine e di transizione della Regione del Veneto e individuazione dei corpi idrici, ai sensi del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 131 del 16 giugno 2008 recante modifiche al Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (allegati 1 e 3 della parte terza), di attuazione della Direttiva 2000/60/CE." sono state trasmesse alla Regione la tipizzazione delle acque marino costiere e la individuazione dei corpi idrici. In sintesi per la tipizzazione della fascia costiera (in Veneto intesa fino a 2 miglia nautiche dalla linea di costa) il calcolo del coefficiente di stabilità della colonna d'acqua (D.M. 131/2008) evidenzia come questa zona presenti valori superiori a 0,3, corrispondenti a condizioni di alta stabilità. Pertanto **le acque della fascia costiera del Veneto** (dalla linea di costa fino a due miglia nautiche), appartenente alla **Ecoregione Mediterranea**, rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**
- Descrittori idrologici: **classe (1) alta stabilità.**

Più precisamente esse appartengono al **tipo E1**, in base alla codifica di tabella 3.2 dell'allegato 1 al Decreto Ministeriale n. 131/2008.

Successivamente si è passati ad analizzare le **acque marine**, cioè le acque al di là del limite della fascia strettamente costiera, come definite al punto c, comma 1 dell'articolo 74 del D.Lgs. 152/2006 - "acque costiere: le acque superficiali situate all'interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione". La linea di base (D.P.R. n. 816 del 26 aprile 1977) nel caso del golfo di Venezia va da Faro di Punta Piave Vecchia a Punta della Maestra, nel resto della costa invece coincide con la linea di costa, pertanto l'ambito rappresentato dalla retta immaginaria di cui all'art. 74 del D.Lgs. 152/2006 si sovrappone a quello delle acque costiere. Nei corpi idrici identificati per le acque territoriali è previsto il controllo solo per lo stato chimico, ai sensi del D.M. n. 56 del 14 aprile 2009. Il coefficiente di stabilità, calcolato utilizzando i dati del Programma Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia 2000-2006, progetto di ricerca INT02 "OBAS", è risultato inferiore rispetto alle zone costiere.

Le **acque marine** individuate oltre la fascia costiera nella zona del golfo di Venezia fino a un miglio dalla linea di base rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**
- Descrittori idrologici: **classe (2) media stabilità.**

Più precisamente esse **appartengono al tipo E2**, in base alla codifica di tabella 3.2 dell'allegato 1 al Decreto Ministeriale n. 131/2008.

Il passaggio successivo (individuazione dei corpi idrici) tiene conto della conoscenza delle pressioni esistenti, dell'analisi dello storico e della assoggettazione delle acque a determinati vincoli. L'analisi delle differenti fonti di pressione presenti nel territorio regionale è fondamentale per stimare la vulnerabilità delle acque costiere e di transizione nei confronti sia degli inquinanti (nutrienti, fitofarmaci, composti organici, sostanze pericolose), sia delle alterazioni morfologiche più significative; una analisi preliminare è stata condotta sia avvalendosi di informazioni già pubblicate (Piano di Tutela delle Acque) sia tramite il reperimento di nuove informazioni presso enti quali le Autorità di Bacino, i Consorzi di Bonifica ed i Geni Civili. Per quanto concerne le aree protette, esse sono identificate in base a specifiche discipline (Allegato IX alla Parte III del D.Lgs. 152/2006). Le acque che ricadono all'interno di un'area protetta sono soggette a obiettivi aggiuntivi; pertanto nel considerare i confini dei corpi idrici devono essere considerati anche i limiti delle aree protette. La Regione del Veneto con D.G.R. n. 234 del 10/02/2009 individua all'allegato A l'elenco delle aree protette che comprende le seguenti tipologie: siti della Rete Natura 2000, acque a specifica destinazione funzionale che comprendono le acque destinate alla vita dei molluschi e zone di produzione di molluschi bivalvi, zone di tutela biologica.

Infine l'analisi dei dati storici, sia relativi ai macrodescrittori all'Indice trofico TRIX, che a quelli biologici, ha permesso di individuare quattro macroaree lungo la fascia costiera: tratto costiero a nord della laguna di Venezia, tratto antistante la laguna di Venezia, tratto compreso tra Chioggia e la foce del Po di Maistra e tratto costiero antistante il delta del fiume Po. Per quanto attiene le acque al di là della fascia costiera (2 miglia nautiche), non sono disponibili informazioni legate alla classificazione, pertanto per la individuazione di uno o più corpi idrici ci si è basati sui dati del Progetto "OBAS" e sul tipo di pressioni presenti, oltre che a differenze del coefficiente di stabilità, degli apporti di acque dolci e conseguenti valori di salinità e tenore di nutrienti.

In conclusione si conferma per la fascia costiera entro le due miglia la suddivisione in quattro corpi idrici e per le acque marine oltre le due miglia di fronte al golfo di Venezia la suddivisione in due corpi (figura 1).

Come previsto all'Allegato 3, punto 1.1, sezione C della Parte III del D.Lgs. 152/2006, si deve valutare la capacità di conseguire e/o mantenere gli obiettivi di qualità ambientale per ciascuno dei corpi idrici individuati, che quindi devono essere assegnati ad una delle categorie di rischio di cui alla tabella 3.1 dell'allegato 1, punto A.3, al D.M. n. 56 del 14/04/2009. In relazione alle acque marine costiere e territoriali della Regione Veneto l'attribuzione della categoria di rischio ai corpi idrici individuati è stata effettuata sulla base della normativa vigente e delle informazioni disponibili sulle fonti di pressione e sullo stato di qualità.

Il D.M. n. 131 del 16 giugno 2008 all'allegato 1, sezione C, punto C2 indica:

“In attesa dell'attuazione definitiva di tutte le fasi che concorrono alla classificazione dei corpi idrici, inoltre le Regioni identificano come corpi idrici a rischio ..... le aree sensibili ai sensi dell'articolo 91 del Decreto Legislativo 152/2006 e secondo i criteri dell'allegato VI del medesimo Decreto”.

L'articolo 91 del D.Lgs. 152/2006 segnala come aree sensibili, tra le altre, le seguenti:

“(...)

c) le zone umide individuate ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;

d) le aree costiere dell'Adriatico Nord-Occidentale dalla foce dell'Adige al confine meridionale del Comune di Pesaro e i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 chilometri dalla linea di costa;

“(...)

i) le acque costiere dell'Adriatico settentrionale.”.

Pertanto, in prima istanza si definiscono a rischio di non raggiungere lo stato di qualità “buono” entro il 2015 tutti i corpi idrici individuati per le acque marine e costiere e il monitoraggio che dovrà essere effettuato su essi, sia per le acque costiere che marine, è quello di tipo OPERATIVO, come indicato al punto A.3.1.3. dell'Allegato 1 al D.M. 56/2009. La scelta degli Elementi di Qualità Biologica, basata sull'analisi delle pressioni legate ad attività già in essere e ad altre previste, come indicato al punto A.3.3.4 dell'allegato 1 al D.M. 56/2009 alla tabella 3.5, ha portato a identificare quali EQB per la classificazione ecologica fitoplancton e macroinvertebrati bentonici.



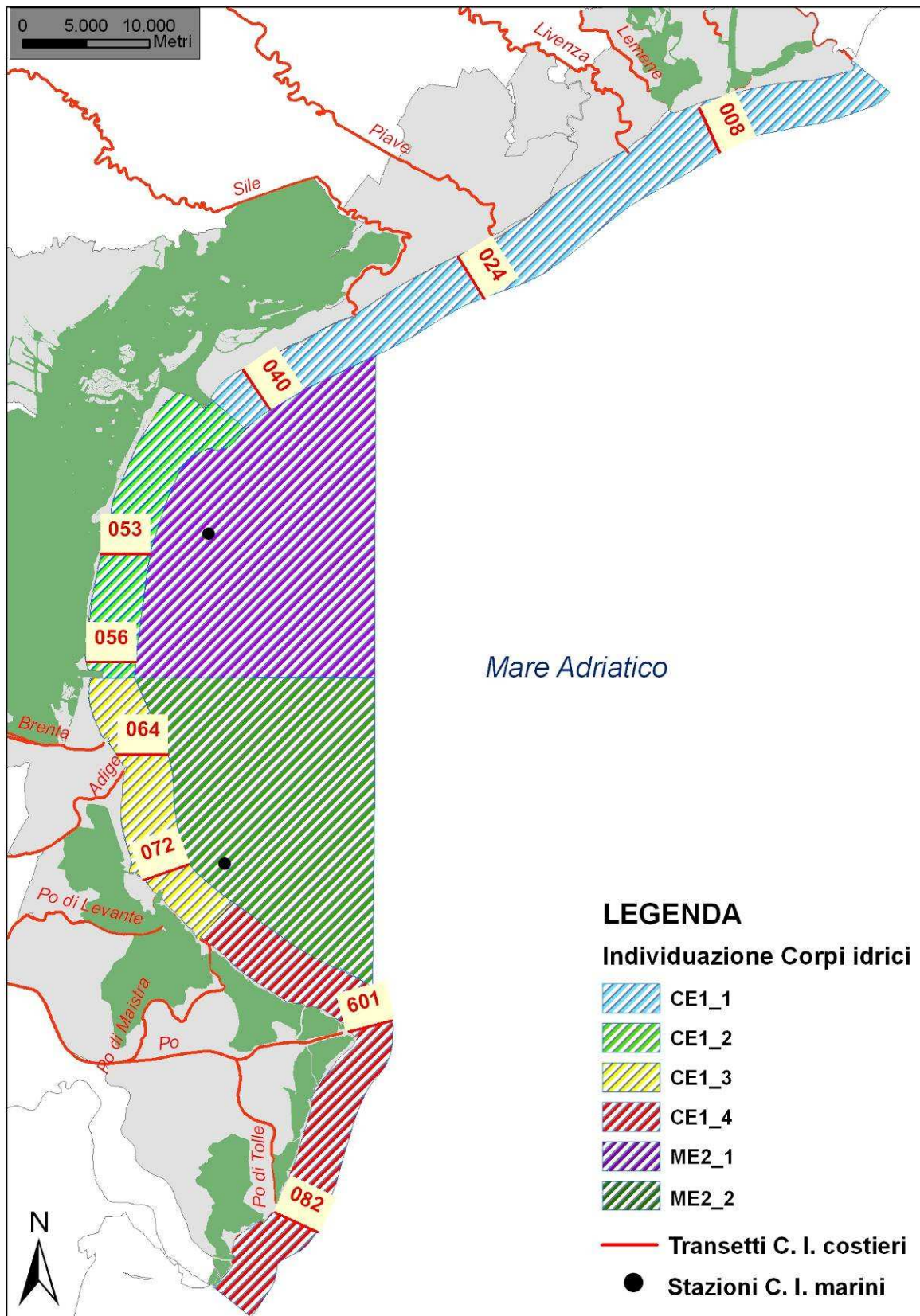


Figura 1: Individuazione dei corpi idrici delle acque marino costiere (ARPAV, 2009) e localizzazione dei transetti nel 2011.

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

Nell'anno 2011 il Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari di ARPAV ha proseguito le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale della Regione Veneto con i seguenti obiettivi:

1. prosecuzione delle attività previste dal D.Lgs. 152/2006, dal D.M. 56/2009 sulle sostanze pericolose, dal D.M. 260/2010 ai fini della classificazione ecologico-ambientale delle acque marine del Veneto
2. 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)
3. 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
4. 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
5. ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
6. attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo, in recepimento della Direttiva Europea 56/2008, recepita con Decreto legislativo 13 ottobre 2010, n. 190 (Attuazione della Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.

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 secondo le frequenze previste dalla normativa (Tab. 1).

<b>CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO</b>			
<b>anno 2011</b>			
<b>Campagna</b>	<b>Date di campionamento</b>	<b>Transetti campionati</b>	<b>Matrice</b>
Campagna 01	Non campionato		
Campagna 02	Non campionato		
Campagna 03	9,10,11,23,29,30 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota
Campagna 04	Non campionato		
Campagna 05	Non campionato		
Campagna 06	28 giugno	008-024-040	Acqua
Campagna 07	11,12,13,14,19,25 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota
Campagna 08	10,11,16,17,18,25 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota
Campagna 09	14,15,16,20,21,22 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota
Campagna 10	17,18,24 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 11	Non campionato		
Campagna 12	12,13,14,20,21 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Benthos, Sedimento

**Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2011 sulla Rete Regionale del Veneto.**

### 3.1 LA RETE DI STAZIONI

Sulla base dell'analisi delle serie storiche di dati, delle pressioni esistenti e in linea con gli indirizzi della normativa attuale, è stata individuata una rete composta da 9 transetti (direttrici perpendicolari alla linea di costa) distribuiti nei quattro corpi idrici costieri (Fig. 1 e Tab. 2 e 3). In ciascuno dei due corpi idrici al largo sono individuate una stazione per la matrice acque e due, in corrispondenza, per la matrice sedimento e benthos.

La **Rete Regionale di Monitoraggio delle acque marine e costiere**, così individuata ai sensi della Direttiva 2000/60/CE e del D.Lgs. 152/2006, è costituita dunque da 9 transetti dislocati lungo la costa, e da altre sei stazioni nei corpi idrici al largo, per un totale di 69 stazioni (Tab. 2).

Ciascun transetto costiero prevede:

- 3 stazioni per il controllo su matrice acqua e rilevamenti meteo-marini a 500, 926 a 3704 metri dalla linea di costa; solo nella prima stazione (500m) si effettuano campionamenti per l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità del D.M. 56/2009 (Tab. 1/A e 1/B);
- 1 stazione per il campionamento di mitili da banchi naturali (solo in alcune aree);
- 1 stazione per la matrice sedimento;
- 2 stazioni per lo studio di biocenosi di fondo di cui una in prossimità della costa e una al largo posta in corrispondenza della stazione di sedimento;
- 1 stazione per il controllo sulla presenza di *Ostreopsis* o altre microalghe potenzialmente nocive per la salute dei bagnanti (solo nelle aree di maggiore afflusso e/o più adatte alla possibile insorgenza di fenomeni di fioritura).

corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km <sup>2</sup> )	transetti	codice transetto	num. stazioni				
					acqua	sedimento	mitili banchi naturali	benthos	microalghe
<b>costieri</b>									
CE1_1	Tra foce Tagliamento e porto di Lido	2 miglia nautiche dalla costa (229,09)	3	008	3	1		2	
				024	3	1	1	2	1
				040	3	1	1	2	1
CE1_2	Tra porto di Lido e porto di Chioggia	2 miglia nautiche dalla costa (98,33)	2	053	3	1		2	
				056	3	1		2	
CE1_3	Tra porto di Chioggia e foce del Po di Maistra	2 miglia nautiche dalla costa (85,93)	2	064	3	1	1	2	1
				072	3	1	1	2	1
CE1_4	Tra foce del Po di Maistra e confine regionale	2 miglia nautiche dalla costa (148,43)	2	601	3	1	1	2	2
				082	3	1		2	
<b>marini</b>									
ME2_1	Al largo della zona compresa tra foce Sile e porto di Chioggia	Acque marine oltre le due miglia dalla costa e fino a un miglio oltre la linea di base (366,35)		053	1	1		1	
ME2_2	Al largo della zona compresa tra porto di Chioggia e foce del Po di Pila	Acque marine oltre le due miglia dalla costa e fino a un miglio oltre la linea di base (323,00)		072	1	1		1	

**Tabella 2 – Codifica, localizzazione ed estensione dei corpi idrici delle acque marino costiere e marine e transetti di competenza con relativo numero di stazioni per matrice.**

Transetto	Provincia	Comune	Descrizione località
008	VE	Caorle	dalla costa direzione spiaggia Brussa
024	VE	Jesolo	dalla costa direzione Jesolo lido
040	VE	Cavallino-Treporti	dalla costa direzione spiaggia Cavallino
053	VE	Venezia - Pellestrina	dalla costa direzione spiaggia San Pietro in Volta
056	VE	Venezia	dalla costa direzione spiaggia Ca' Roman Pellestrina
064	VE	Chioggia	dalla costa direzione Isola Verde
072	RO	Rosolina	dalla costa direzione Porto Caleri
601	RO	Porto Tolle	dalla costa direzione foce Po di Pila
082	RO	Porto Tolle	dalla costa direzione foce Po di Tolle

**Tabella 3 - Elenco transetti costieri e localizzazione.**

Alle stazioni sopra elencate si aggiungono inoltre le stazioni in cui sono posizionate le boe/mede della **Rete Regionale di boe meteomarine**, utilizzate per la rilevazione di dati meteorologici e idrologici sul bacino in funzione della definizione degli elementi di qualità idromorfologica.

I criteri di attribuzione del codice logico della stazione sono riportati in tabella 4.

CIFRA	CODIFICA	SPECIFICHE
1°	<b>Distanza dalla costa (valido solo per le stazioni di campionamento su matrice acqua)</b>	<b>1: 500 m dalla costa 2: 926 m dalla costa 3: 3704 m dalla costa 4: C.I. al largo</b>
2°-3°-4°	<b>Codice transetto</b>	<b>008: Caorle 024: Jesolo 040: Cavallino Treporti 053: Venezia – S.Pietro in V. 056: Venezia - Ca' Roman 064: Chioggia - Isola Verde 072: Rosolina - Caleri 601: Porto Tolle - Po di Pila 082: Porto Tolle - Po di Tolle</b>
5°	<b>Matrice campione</b>	<b>0: acqua 1: biota (mitili banchi naturali) 2: sedimento 3: benthos 5: microalghe</b>

**Tabella 4 - Criterio di attribuzione codice logico delle stazioni costiere.**

### **3.2 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, se presenti, al fine di razionalizzare le risorse e ottimizzare i risultati. Entro fine anno si predispone 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.

### 3.2.1 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.

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 viene realizzata nei primi giorni del mese. Nel periodo estivo da luglio ad settembre sono 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, così come le campagne per la raccolta di mitili da banchi naturali. La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti del Servizio Osservatorio Acque Marine e Lagunari di ARPAV. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due risorse, durante le campagne che prevedono i prelievi 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*).

### 3.2.2 ANALISI

Le attività analitiche sono state 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*).

## 3.3 GESTIONE DEI DATI

I risultati analitici, validati dai Laboratori di Venezia e Rovigo per la parte di rispettiva competenza, dal 2002 sono 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, teggùe; 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.

Ad oggi i dati relativi a ciascun anno di attività sono trasmessi al Sistema Informativo Nazionale per la Tutela delle Acque Italiane (SINTAI) di ISPRA attraverso il Sistema 152; il quadro legislativo di riferimento è rappresentato dall'ex D.Lgs 152/99 e dal D.Lgs 152/2006, che recepiscono anche le principali direttive comunitarie sulla tutela delle acque (2000/60/CE), sui reflui urbani (91/271/CE), sull'inquinamento da nitrati di origine agricola (91/676/CE), sulle sostanze pericolose (76/464/CEE), sulle acque potabili, le acque destinate alla vita dei pesci e dei molluschi, i siti balneabili. Il D.M. 198/2002 (tuttora in vigore per alcune schede), il D.M. 152/2003 (ora decaduto), il D.M. 17 luglio 2009 e infine il recente D.M. 260/2010 dispongono la standardizzazione delle informazioni ed i ruoli di responsabilità istituzionale nella raccolta, trasmissione, archiviazione e diffusione delle informazioni.

## 4 PARAMETRI INDAGATI<sup>1</sup>

### 4.1 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 provocata sia da cause naturali sia da scarichi derivanti da attività umane. Viene espressa in NTU (Unità di Torbidità Nefelometriche).

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

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

---

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

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

Indice trofico TRIX<sup>2</sup>: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico 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. 5).

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

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

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

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

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.

## 4.2 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 2007, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.

## 5 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2011, che ha visto lo svolgimento di sette campagne di monitoraggio, 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). Delle sette campagne quella di giugno è rimasta incompleta (sono state monitorate solo le stazioni del tratto settentrionale di costa per un totale di 9 stazioni su 27) a causa di una avaria al mezzo nautico che ne ha impedito la conclusione; nelle seguenti trattazioni i risultati relativi a questa campagna non saranno utilizzati nei grafici che rappresentano le distribuzioni dei dati per campagna o per transetto anche se verranno comunque esposti nelle restanti elaborazioni. In questa sezione si tratterà solo dei dati derivanti dalle indagini sui soli corpi idrici costieri, tralasciando i dati relativi ai c.i. marini, e analizzando i dati di tutte le stazioni anziché per singolo corpo idrico, al fine di fornire un inquadramento temporale e spaziale sull'intera fascia costiera entro le due miglia nautiche.



## 5.1 MATRICE ACQUA

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di superficie della sola matrice acqua. In tabella 6 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 quantificazione analitica sono indicati come <LOQ. 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	Geometrica Media	Mediana	Moda	Minimo	Massimo	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	Quartile Intervallo	95° Percentile	Dev.Std.	Asimmetria	Curtosi
Temperatura (°C)	167	18.93	17.36	22.72	Multiplo	7.47	28.18	11.15	25.51	14.36	27.58	7.16	-0.282	-1.581
Salinità (PSU)	167	31.48	30.91	32.74	Multiplo	8.47	36.42	30.39	34.38	3.99	35.93	4.96	-2.376	6.762
Ossigeno disciolto (% saturazione)	167	99.00	98.55	96.60	Multiplo	80.23	149.00	93.03	103.53	10.50	113.80	9.99	2.006	6.981
Concentrazione idrogenionica (unità di pH)	167	8.15	8.15	8.15	Multiplo	7.96	8.49	8.09	8.20	0.11	8.28	0.07	0.696	1.866
Clorofilla <i>a</i> da CTD (µg/l)	167	0.95	0.78	0.72	Multiplo	0.27	10.35	0.54	1.12	0.57	1.65	1.00	6.756	55.893
Trasparenza (m)	171	3.59	2.82	3.00	2.00	0.50	13.00	2.00	5.00	3.00	10.00	2.63	1.591	2.450
Azoto ammoniacale (N-NH <sub>4</sub> µg/l)	171	27.42	21.60	20.79	<LOQ	<LOQ	94.81	14.32	36.79	22.47	71.56	19.09	1.374	1.715
Azoto nitroso (N-NO <sub>2</sub> µg/l)	171	4.35	3.31	3.05	<LOQ	<LOQ	19.79	2.43	5.18	2.75	11.89	3.60	2.179	5.431
Azoto nitrico (N-NO <sub>3</sub> µg/l)	171	139.25	45.56	53.50	<LOQ	<LOQ	2539.00	5.65	143.41	137.76	583.71	275.09	5.175	36.594
Azoto totale (N µg/l)	171	512.59	402.48	385.14	Multiplo	63.57	3356.27	245.07	596.43	351.36	1202.29	458.65	3.337	14.666
Fosforo da ortofosfati (P-PO <sub>4</sub> µg/l)	171	6.35	4.40	4.00	4.00	<LOQ	37.00	3.00	7.00	4.00	19.00	5.89	2.436	7.217
Fosforo totale (P µg/l)	171	17.32	9.29	10.00	<LOQ	<LOQ	131.80	5.30	23.10	17.80	52.70	19.62	2.487	8.529
Silicio da ortosilicati (Si-SiO <sub>4</sub> µg/l)	57	466.87	297.70	292.20	104.40	62.35	2802.90	137.33	629.80	492.47	1435.48	526.28	2.686	8.769
Diatomee (cell/l)	57	2287055	586786	628003	Multiplo	2680	39288724	276932	1788061	1511129	8425684	5640683	5.489	34.317
Dinoflagellate (cell/l)	57	117967		52334	52334	0	1068476	21806	122111	100305	419757	190087	3.258	12.499
Altro fitoplancton (cell/l)	57	1303234	655544	675975	305279	2640	5327106	375057	1903629	1528572	4108176	1289807	1.358	1.202
Nanoflagellati (cell/l)	57	845018		508070	39250	0	3063687	268209	1275628	1007419	2643929	820009	1.155	0.454
Fitoplancton totale (cell/l)	57	4553273	1919638	3009173	Multiplo	8160	39833862	1199308	4862649	3663341	14583585	6430435	3.613	16.607
Clorofilla <i>a</i> da analisi (mg/m <sup>3</sup> )	57	1.88	1.38	1.20	Multiplo	0.40	14.50	0.90	1.70	0.80	6.50	2.24	3.947	18.559
Indice trofico TRIX (unità)	167	4.18	4.08	4.08	Multiplo	2.19	7.10	3.63	4.65	1.02	5.85	0.91	0.395	0.647

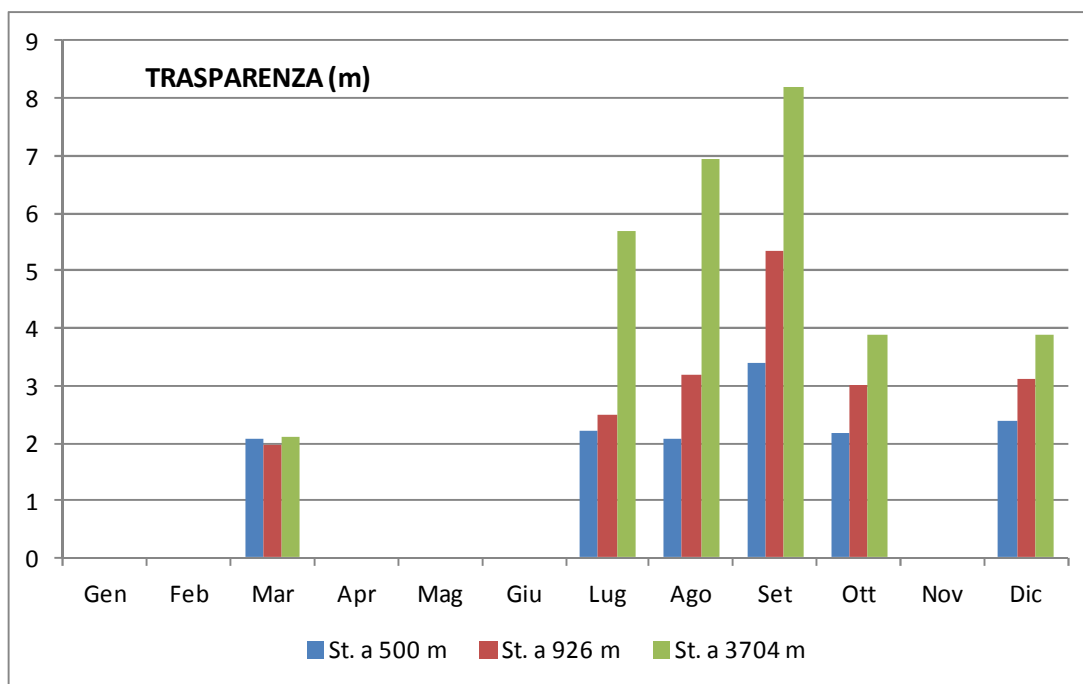
Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2011. **Legenda:** < LOQ = inferiore al limite di quantificazione del metodo analitico.

### 5.1.1 TRASPARENZA

I valori di trasparenza nei mesi indagati sono compresi tra un massimo di 13.0 metri, rilevato presso la stazione 30240 sia ad agosto che a settembre, e minimi (6 casi) pari a 0.5 metri rilevati presso le stazioni dei transetti 601 (Po di Pila) e 082 (Po di Tolle); il valore medio calcolato sull'intero dataset è risultato pari a 3.59 m.

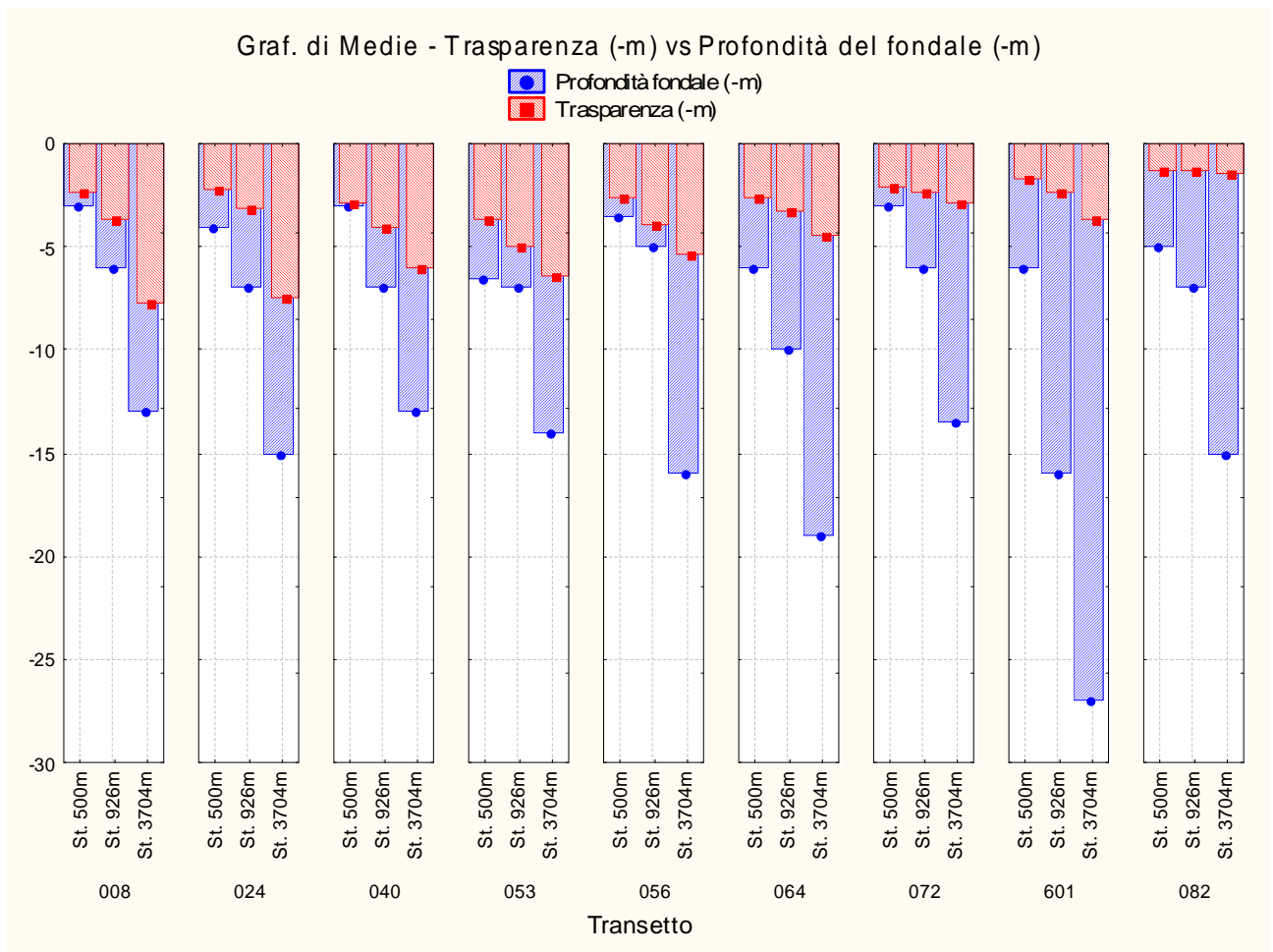
In figura 2 è riportato la distribuzione dei valori medi di trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa. Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassi valori di batimetria (mediamente 3 m) in relazione alla struttura del fondo, che degrada lentamente 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).

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 a marzo.



**Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) 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 082 (Po di Tolle) 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 elevati alle varie distanze dalla costa (la profondità alla stazione sottocosta è pari a 5.0 m), mentre nei transetti a nord è maggiormente evidente il gradiente positivo con trasparenze elevate alle stazioni a 3704m dalla costa.



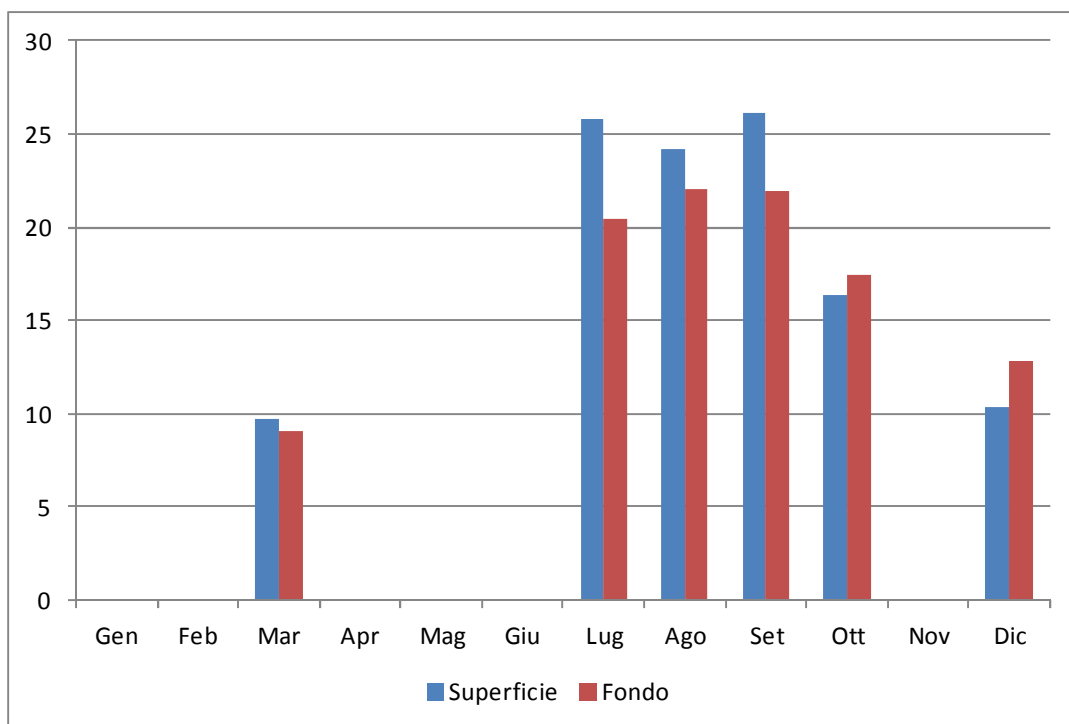
**Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.**

### 5.1.2 TEMPERATURA

Come già ricordato nell'anno 2011 sono state effettuate 7 campagne, nei mesi di marzo, giugno (parziale), luglio, agosto, settembre, ottobre e dicembre; pertanto i valori medi indicati per temperatura e per i successivi parametri non sono confrontabili con quelli riportati nelle precedenti relazioni annuali. In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 17.36°C, con valori compresi tra un minimo di 7.47 (stazione 30720 a dicembre) e un massimo di 28.18°C (stazione 10080 nella campagna di luglio).

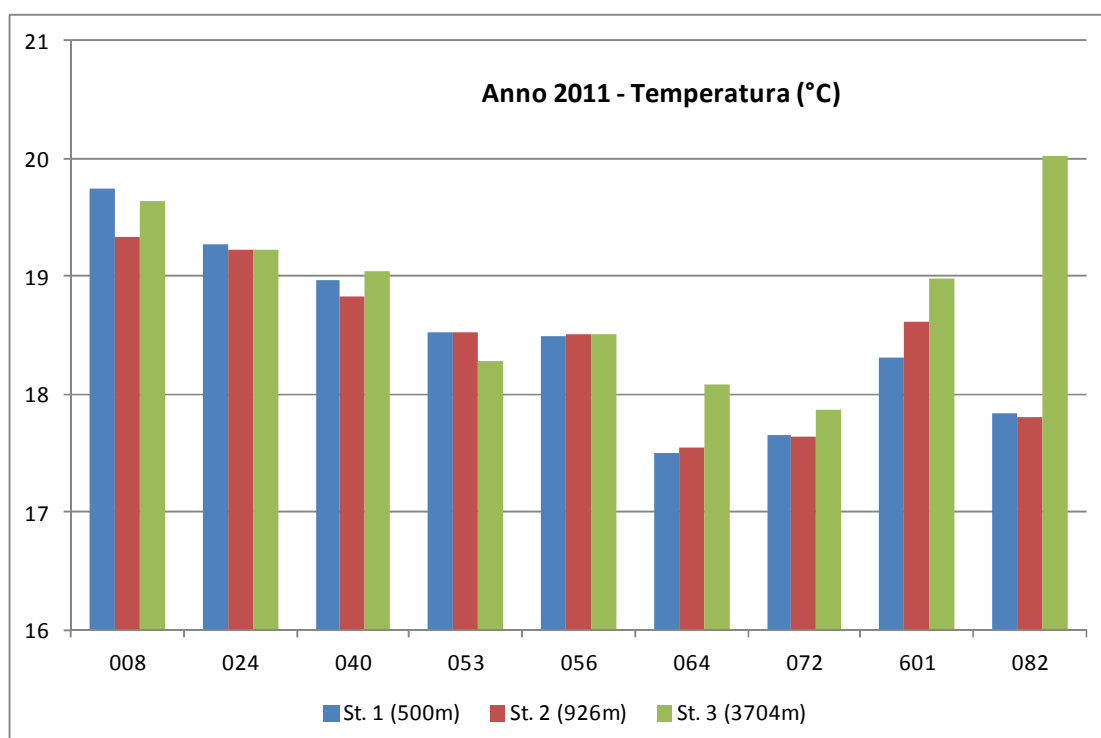
Al fondo, nelle sole stazioni a 3704 m, la temperatura media è stata pari a 17.5°C, con un minimo di 8.62 alla stazione 30400 a marzo e un massimo di 25.83°C alla 30530 a settembre.

La distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso le sole stazioni al largo (3704 m), registrate nelle campagne 2011, mostra l'inversione termica tipica del periodo autunno-invernale, in cui le temperature di fondo sopravanzano quelle di superficie (Fig. 4).



**Figura 4: Valori medi 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, calcolati sul dataset disponibile (si ricorda che mancano molte campagne del periodo inverno-primaverile): 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 settentrionali (008, 024 e 040) mostrano i valori medi più elevati a tutte le distanze dalla costa, mentre i valori medi più bassi si registrano nei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa tra Chioggia e Rosolina (064 e 072).



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

### 5.1.3 SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 8.47 PSU (stazione 16010 a marzo) ed il valore massimo di 36.42 PSU (stazione 10530 sempre a marzo), mentre il valore medio nelle campagne eseguite risulta pari a 31.48 PSU; al fondo la media calcolata presso le sole stazioni al largo è risultata pari a 36.73 PSU variando da 34.86 (stazione 30530 a settembre) a 37.79 PSU (stazione 36010 a dicembre).

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 36 PSU; negli strati superficiali, tra le campagne realizzate, solo in quella di marzo le salinità medie restano inferiori a 30 PSU.

Nonostante il lungo periodo senza precipitazioni, gli ultimi eventi perturbati del mese di febbraio hanno riportato un innevamento abbastanza diffuso con un paesaggio tipicamente invernale in montagna. Nel primo bimestre del 2011 le precipitazioni risultano in media o leggermente inferiori alla media, poi da metà marzo l'arrivo di intense correnti meridionali d'aria umida provocano una spiccata fase di maltempo, con abbondanti piogge (40/250 mm nelle 72 ore) su gran parte della regione, specie sulla fascia prealpina, assieme a significative neviccate oltre i 2000 m, con raggiungimento dei massimi spessori di neve di tutta la stagione sulla montagna veneta; in marzo sono caduti sul Veneto mediamente 123 mm mentre la media del periodo 1994-2010 è di 58 mm (mediana 48 mm), gli apporti risultano pertanto superiori alla media del +111%.

L'importante riduzione delle salinità a marzo è quindi probabilmente da attribuire alle precipitazioni di metà mese, con il manifestarsi di deflussi medi superiori ai valori di lungo periodo per tutti i principali corsi d'acqua di pianura determinando la presenza all'interno del bacino di acque fortemente diluite.

Nella figura 7 si riportano i valori medi mensili di portata dei fiumi Brenta (alla sezione di Barziza, a circa 105 km dalla foce) e Po (sezione di Pontelagoscuro, a 91 km dalla foce): in entrambi i casi dal confronto con la figura 6 si evidenzia una buona corrispondenza tra l'afflusso di acque dolci all'interno del bacino nel 2011 e la riduzione di salinità in superficie.

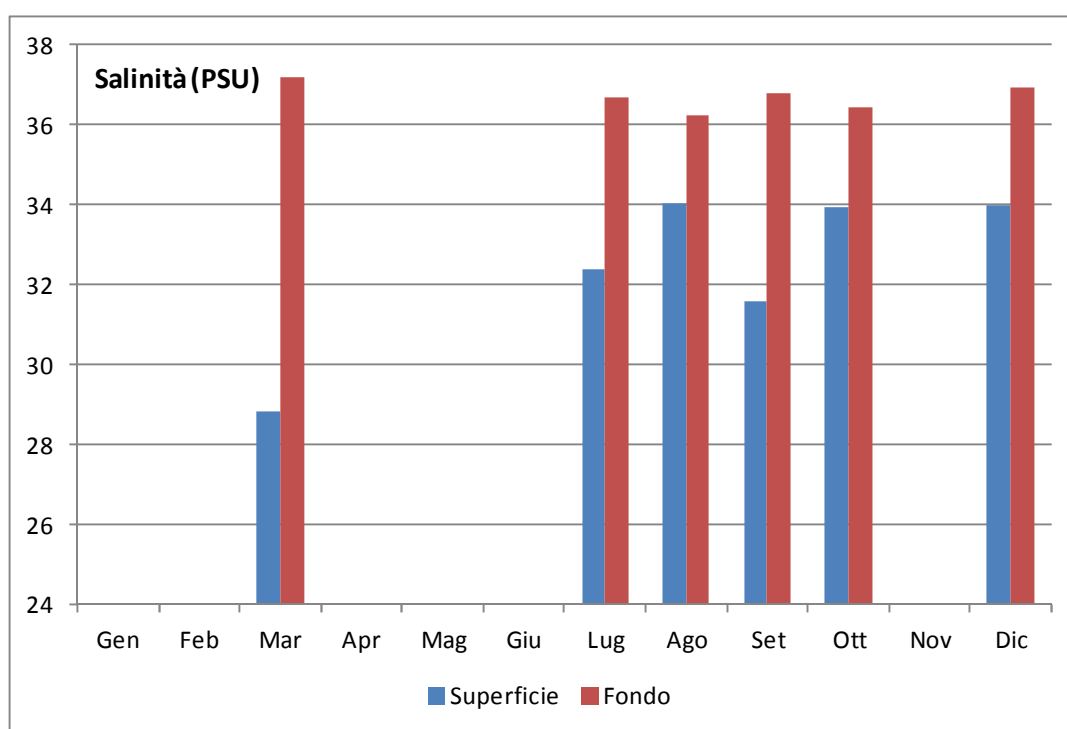
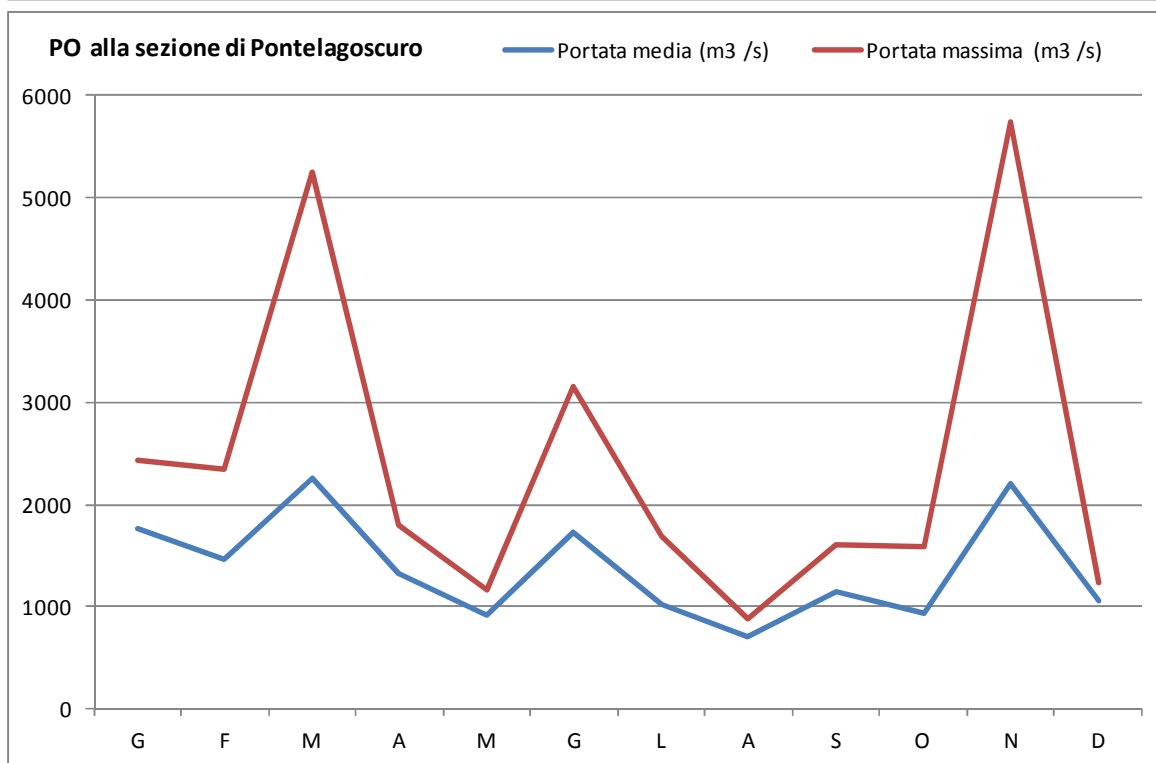
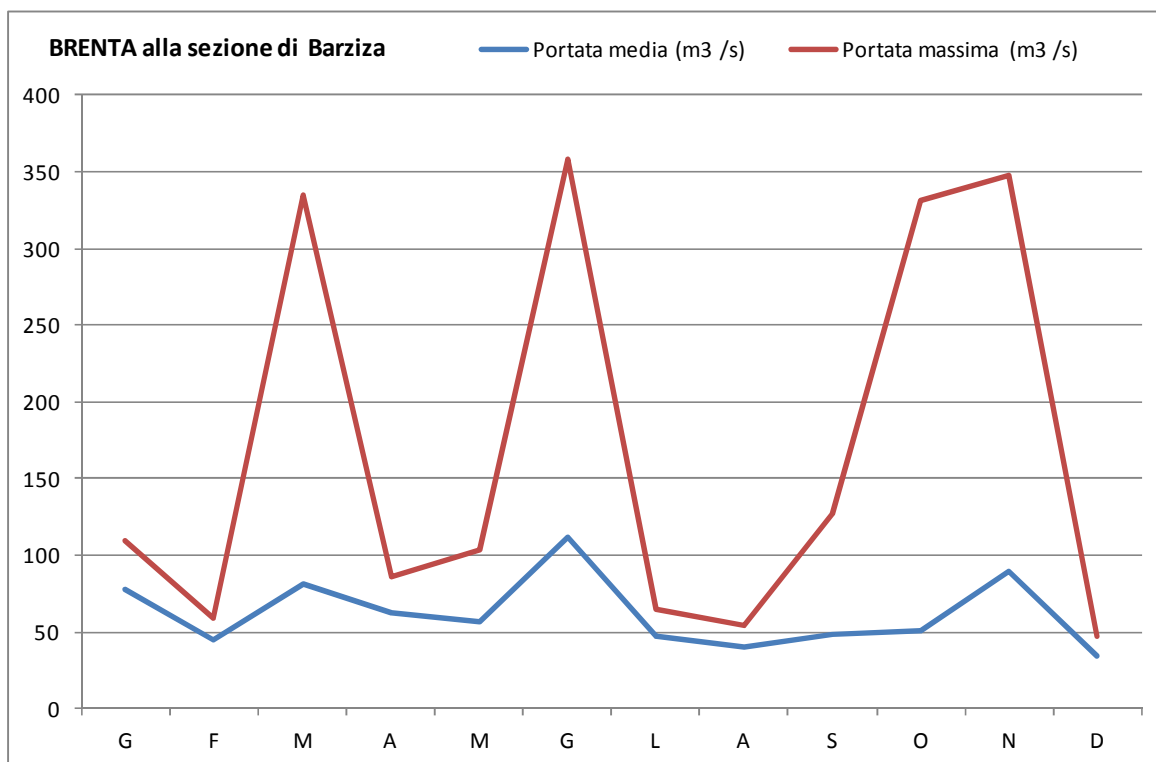


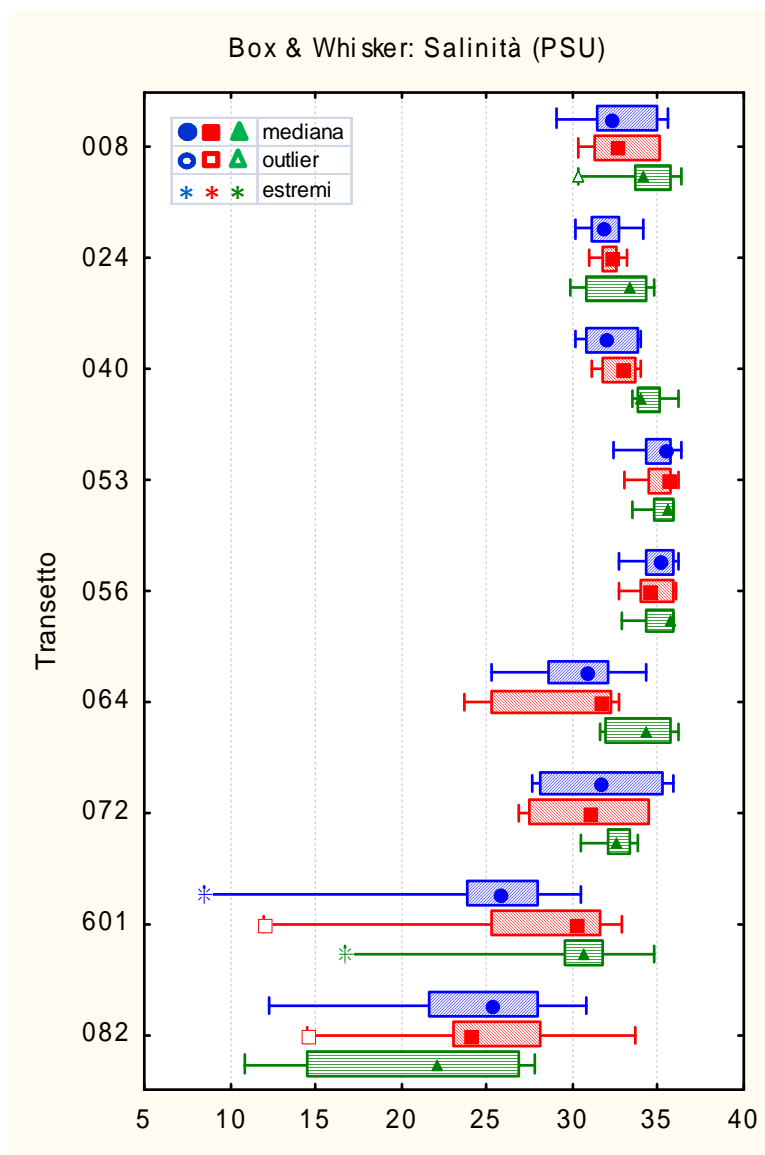
Figura 6: Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704 m dalla costa.



**Figura 7: Portate medie e massime mensili (m<sup>3</sup>/s) del Brenta e del Po, rilevate rispettivamente alle stazioni di Barziza e Pontelagoscuro, nel 2011 (Fonte dei dati: per il Brenta Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Idrologico ARPAV; per il Po Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia ARPA ER).**

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 Plots<sup>3</sup>. Dalle distribuzioni delle mediane e dal ridotto intervallo interquartile si osserva come l'area antistante la laguna di Venezia (trasetti 053 e 056) presenti valori di salinità elevati già nelle stazioni prossime alla costa, con una ridotta variabilità; subito a sud di Chioggia (tr. 064) 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, ancora più evidenti nelle zone antistanti il delta del Po (tr. 601 e 082). I trasetti 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; la maggiore variabilità in quest'area si registra presso il transetto 024, influenzato dai contributi del fiume Piave.



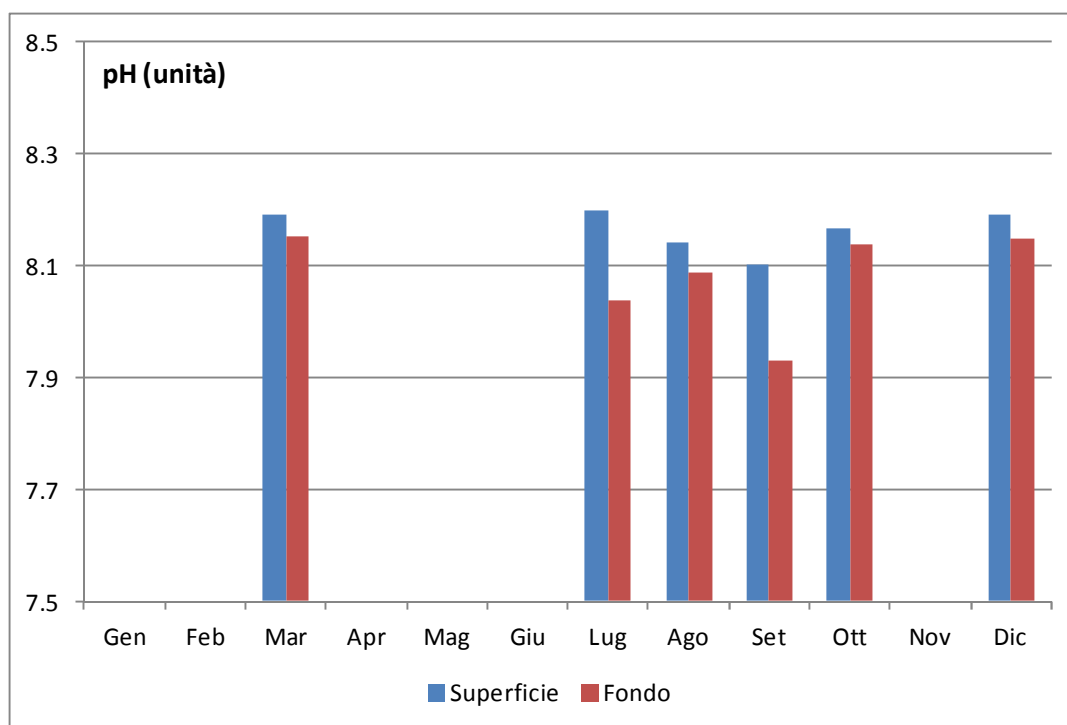
<sup>3</sup> Box & Whisker Plot: la costruzione di un grafico Box & Whisker Plot fa uso dei quartili di un insieme di dati ed utilizza la rappresentazione dei dati in senso verticale. L'area della scatola rappresenta il 50% della distribuzione dei dati complessivi dove l'estremità inferiore corrisponde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

#### 5.1.4 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 8.15 unità di pH, un massimo di 8.49 (stazione 20820 a marzo) ed un minimo di 7.96 (stazione 10400 ad agosto). Al fondo, presso le stazioni al largo, la media è stata pari a 8.08 unità di pH variando da un minimo di 7.84 (stazione 30560 a settembre) ad un massimo di 8.21 (stazione 30640 a marzo).

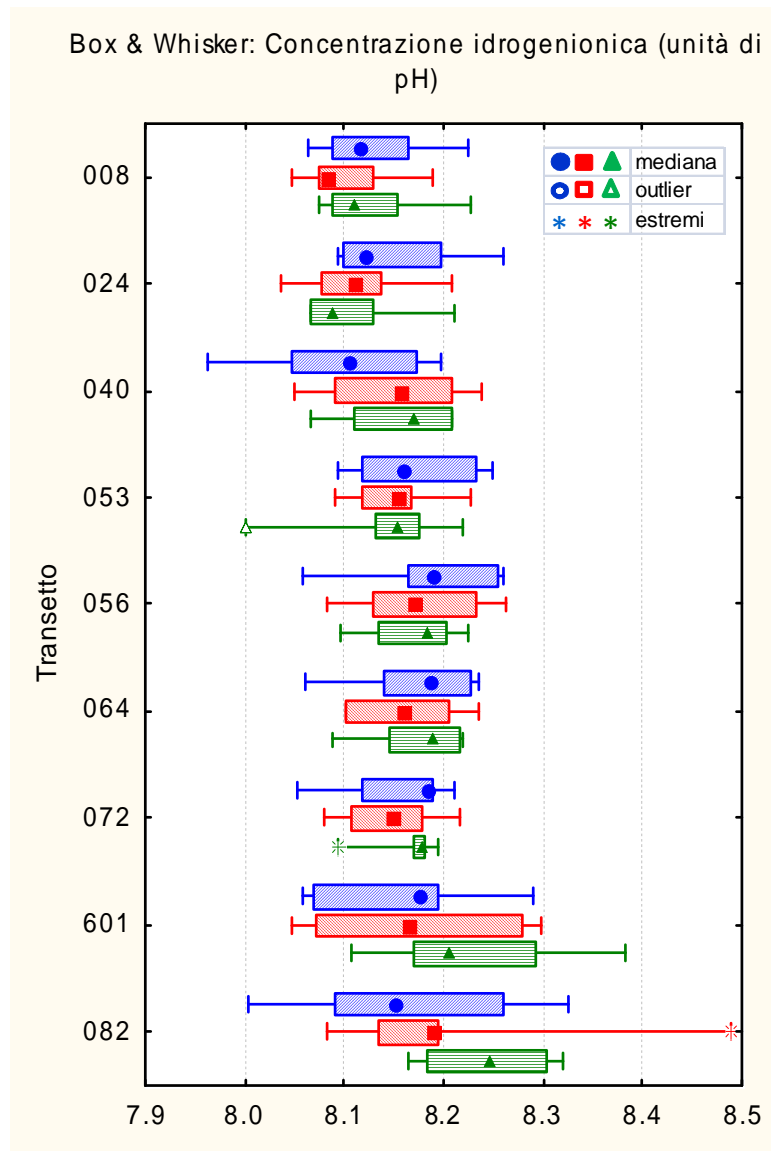
In figura 9 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH calcolati in superficie e al fondo per le sole stazioni a 3704 m dalla linea di costa; in tutte le campagne i valori medi di fondo risultano inferiori a quelli di superficie, con una maggiore discrepanza nel mese di settembre.



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

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 mediani di concentrazione idrogenionica tendano ad aumentare procedendo da nord verso sud; è maggiore la dispersione dei valori attorno alla mediana nei transetti più prossimi a foci fluviali (040 a nord, 601 e 082 a sud).



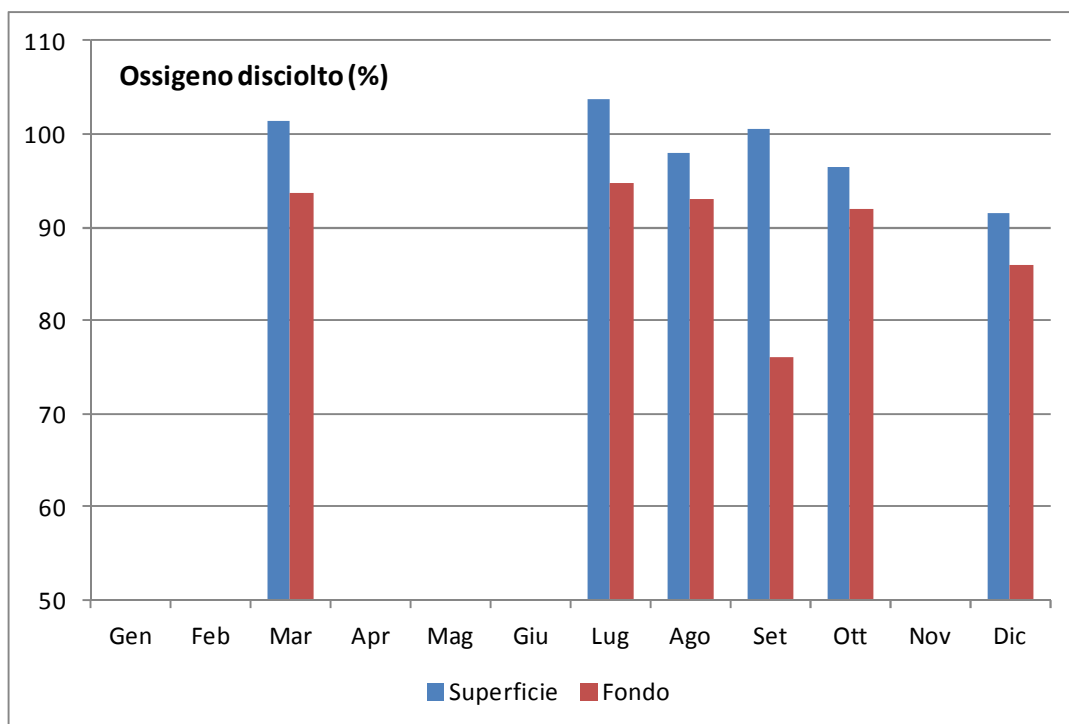


**Figura 10: Distribuzione dei valori di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).**

### 5.1.5 OSSIGENO DISCIOLTO

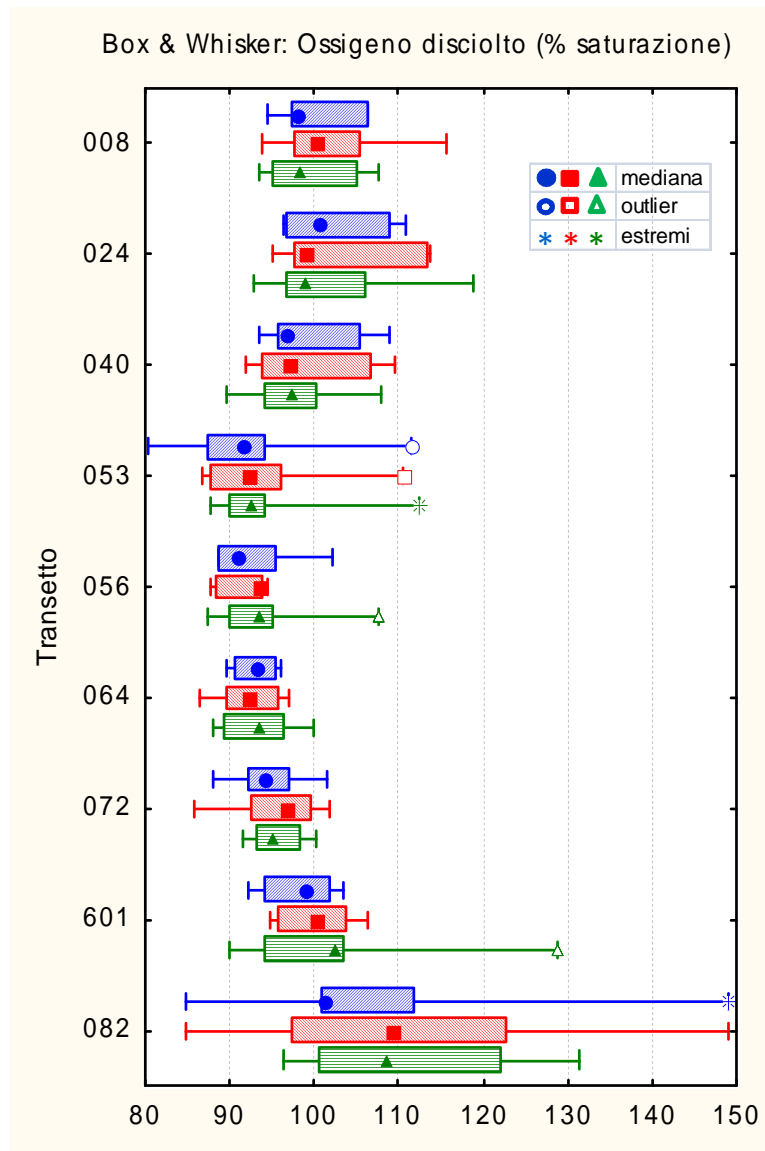
In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 99.00% con un minimo di 80.23% alla stazione 10530 ad agosto ed un massimo di 149.00% alle stazioni 10820 e 20820 a marzo. Al fondo, considerando solo le stazioni al largo (3704 m dalla costa), i valori sono variati tra un minimo di 50.73% (stazione 30820 a settembre) e un massimo pari a 117.73% (stazione 30080 a giugno), con una media annuale pari a 90.41%.

La figura 11 rappresenta i valori di ossigenazione medi 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 di marzo, luglio e settembre, in quest'ultimo mese il divario tra superficie e fondo si fa importante (fino a circa 25% di saturazione di differenza), analogamente a quanto accade per la concentrazione idrogenionica (Fig. 9); molto probabilmente tale riduzione dell'ossigenazione al fondo, osservata su tutte le stazioni a 3704m dalla costa, è da imputarsi al fenomeno di stratificazione.



**Figura 11: Valori medi 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 riduzione sia dei valori di mediana che della dispersione nei transetti dell'area centrale di costa (dal tr. 056 al tr. 072) mentre questa tendenza è opposta nei transetti 042 a nord e 082 a sud.



**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).**

### 5.1.6 AZOTO AMMONIACALE

In superficie il valore massimo pari a  $94.81 \mu\text{g/l}$  è stato registrato alla stazione 10400 nel mese di giugno; la concentrazione media di azoto ammoniacale nelle campagne effettuate è stata pari a  $27.42 \mu\text{g/l}$  con un numero di campioni con valore inferiore al limite di quantificazione ( $7.75 \mu\text{g/l}$ ) pari a 12 (7% dei campioni totali).

La scelta del criterio con cui considerare i dati inferiori al Limite di Quantificazione (LOQ), soprattutto con percentuali così elevate, diviene di fondamentale importanza al fine di garantire una omogeneità nella valutazione dei risultati e, in particolare, nella applicazione della normativa. Si fa riferimento di seguito a quanto riportato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel Rapporto ISTISAN 04/15 - Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici, seppur redatto per una diversa tipologia di indagini (misure delle emissioni in atmosfera da impianti industriali). In letteratura sono disponibili molti lavori in cui è stato specificamente discusso il trattamento dei dati cosiddetti NR (non rilevabili) da un punto di vista statistico-matematico; le soluzioni più comunemente suggerite, e più praticabili, consistono nell'assumere che:

- 1) NR = 0
- 2) NR = LR
- 3) NR = LR/2.

La prima soluzione fornisce la stima *lower-bound*, cioè sottostima il valore vero della concentrazione media o della sommatoria delle concentrazioni.

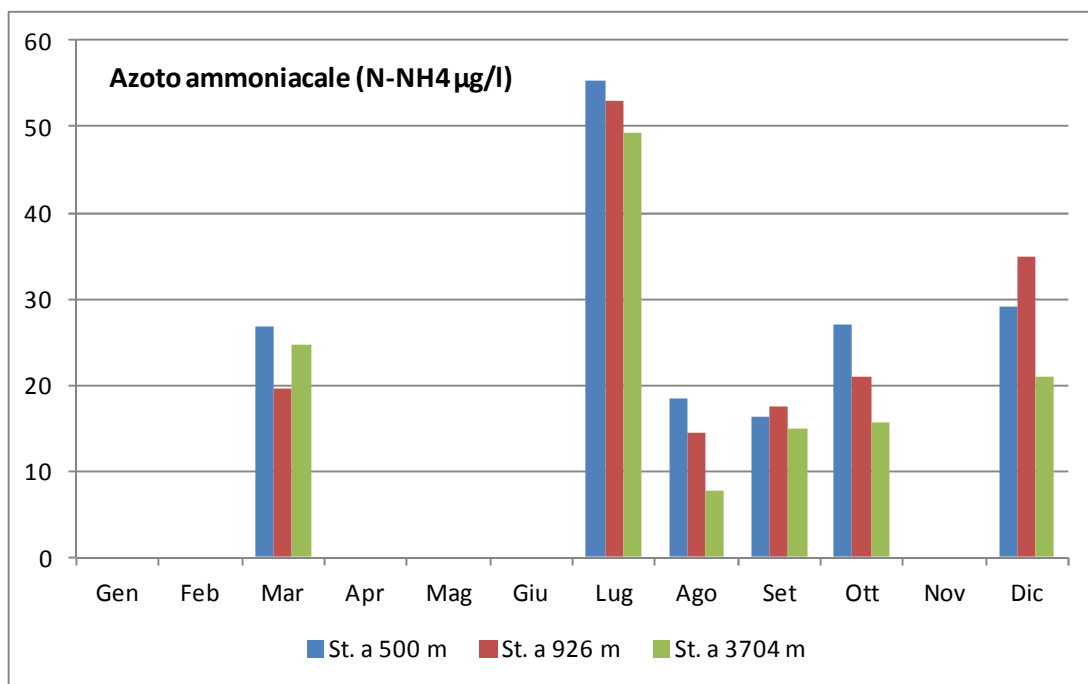
La seconda soluzione, all'opposto, fornisce la stima *upper-bound*, cioè sovrastima il valore vero: rappresenta quindi di una soluzione "cautelativa" dal punto di vista della protezione dell'ambiente e della salute.

La terza soluzione fornisce una stima *medium-bound* e si basa sull'assunto che mediamente i dati NR siano approssimabili a LR/2. Questa è la soluzione maggiormente raccomandata in letteratura, anche quando i risultati non servano per valutare la conformità ad un valore limite.

D'altro canto il D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219, all'Art. 1 - Modificazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, e successive modificazioni. Comma "g" recita "A. 2.8.-bis. Requisiti minimi di prestazione per i metodi di analisi e calcolo dei valori medi. Lettera B. Calcolo dei valori medi. ....a) i risultati di misura inferiori al limite di quantificazione sono posti pari alla metà del valore del limite di quantificazione del metodo (risultato della singola misura inferiore al limite di quantificazione =LQ/2).....".

Pertanto nella trattazione si è proceduto, indipendentemente dalla numerosità dei dati NR, a sostituirli con un valore pari alla metà del limite di quantificazione.

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 elevati siano stati rilevati nel mese di luglio, mentre negli altri mesi estivi le concentrazioni siano ridotte. 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 064 in poi), maggiormente influenzata da apporti fluviali. Particolarmente elevate risultano le concentrazioni al transetto 072 (sottoposto all'influenza degli apporti di Bacchiglione-Brenta ed Adige da nord e del Fissero-Tartaro-Canalbianco), in particolare per quanto riguarda la stazione intermedia posta a 926 m dalla costa.



**Figura 13: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

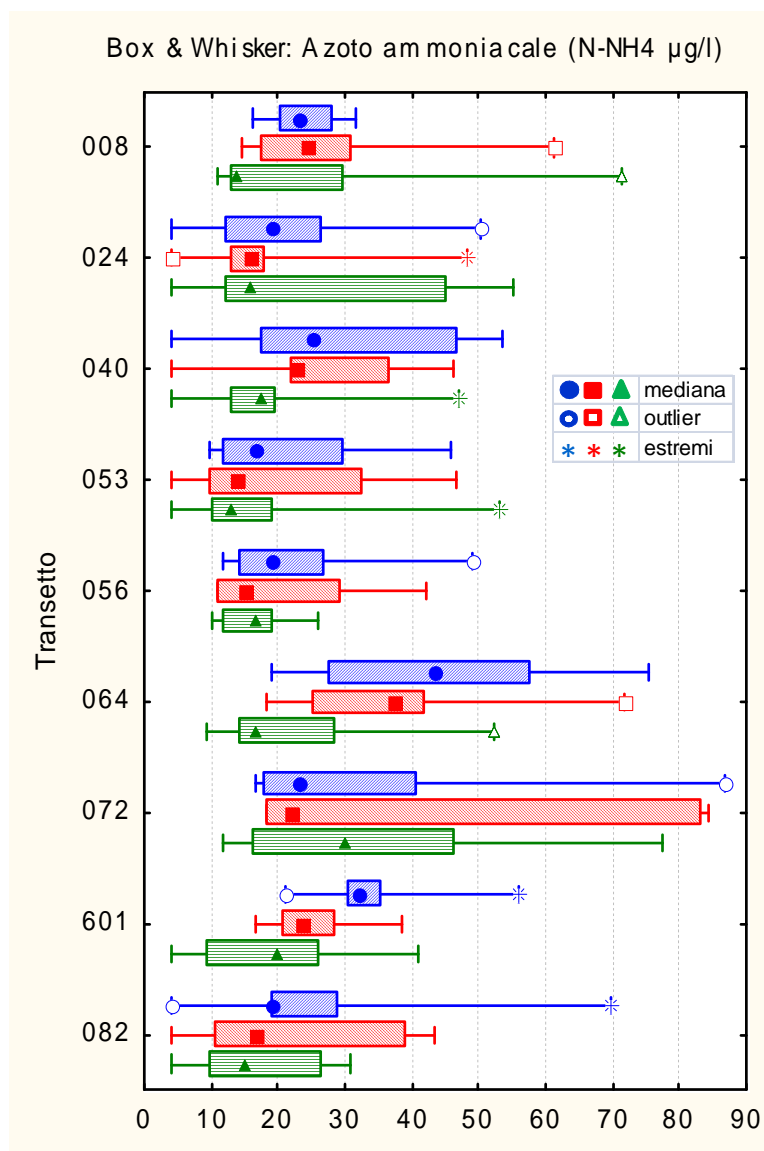
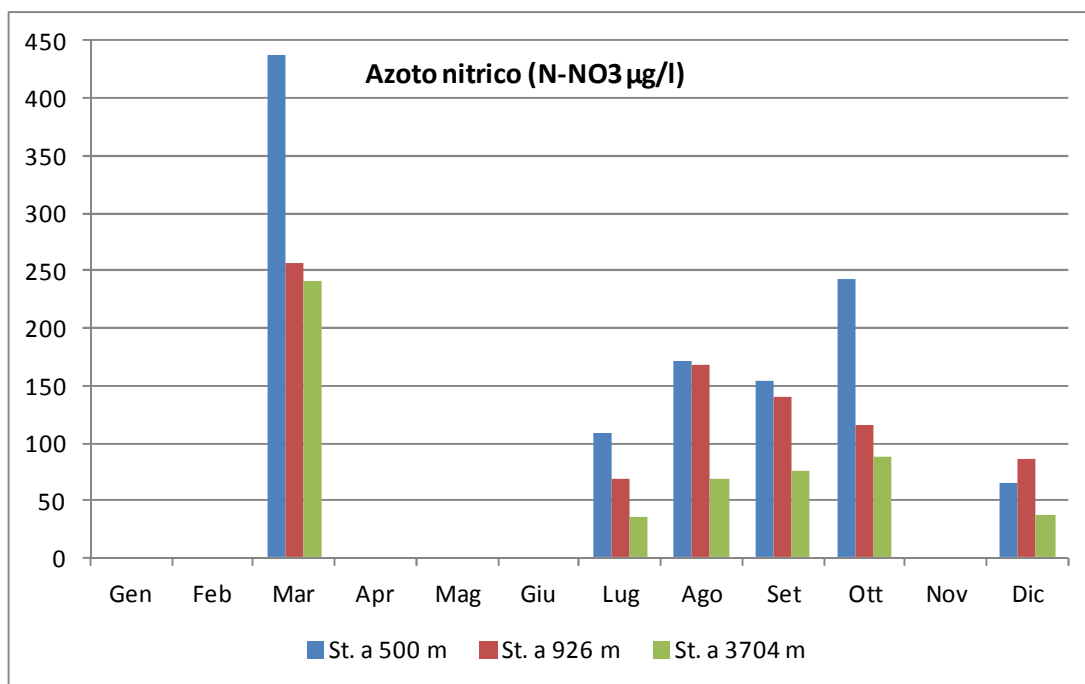


Figura 14: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.7 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di  $139.25 \mu\text{g/l}$ , con valori minimi inferiore al limite di quantificazione ( $11.30 \mu\text{g/l}$ ) nel 25.7% dei casi (44 su 171 campioni), ed un valore massimo di  $2539.00 \mu\text{g/l}$  nella stazione 16010 nel mese di marzo.

In figura 15 è riportata la distribuzione dei valori medi rilevati in superficie per ciclo di rilevamento alle tre distanze dalla costa; le maggiori concentrazioni sono state rilevati nel mese di marzo. Risulta inoltre osservabile il gradiente negativo di concentrazione con l'allontanamento dalla costa



**Figura 15: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

L'esame della successiva figura 16 mette in evidenza come i valori di concentrazione 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 (transetti 601 – foce Po di Pila e 082 - foce Po di Tolle); per meglio evidenziare le distribuzioni la scala del grafico è stata portata a  $1500 \mu\text{g/l}$ , lasciando fuori l'unico valore eccedente questo limite (concentrazione massima pari a  $2539 \mu\text{g/l}$  alla stazione 16010 a marzo). Nella parte settentrionale del bacino si riscontra una situazione intermedia tra le precedenti, con concentrazioni più elevate nell'area antistante la foce del Sile (transetto 040).

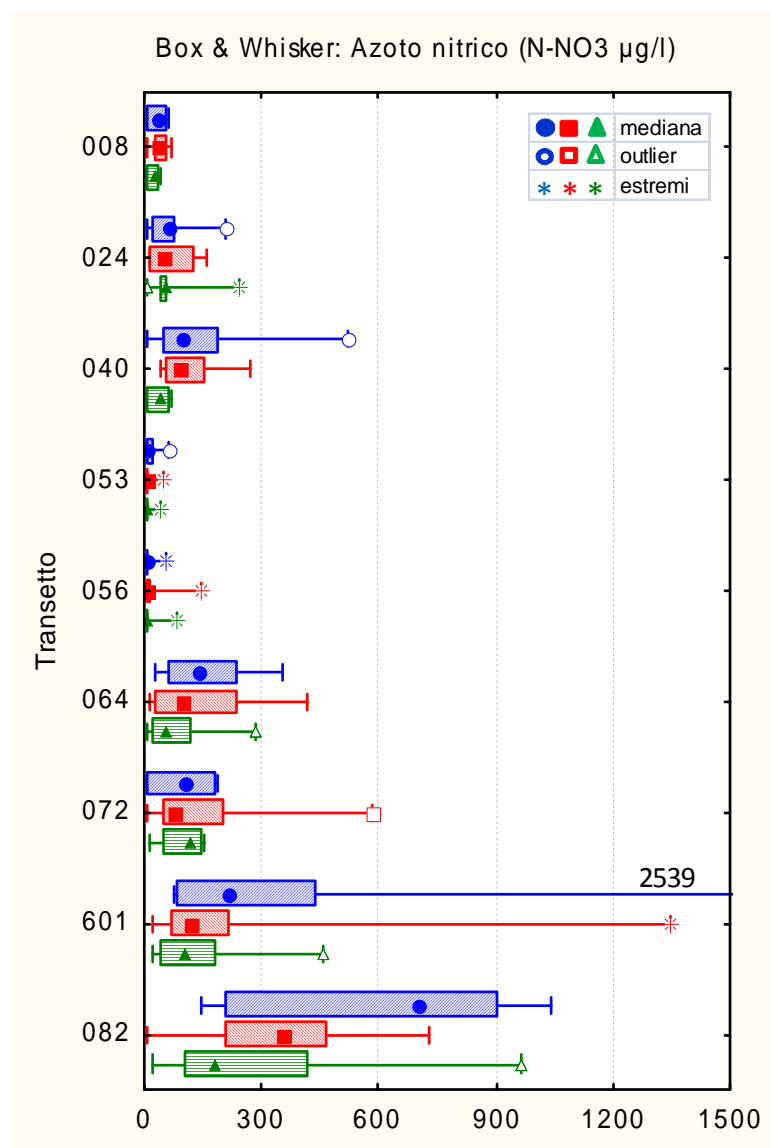
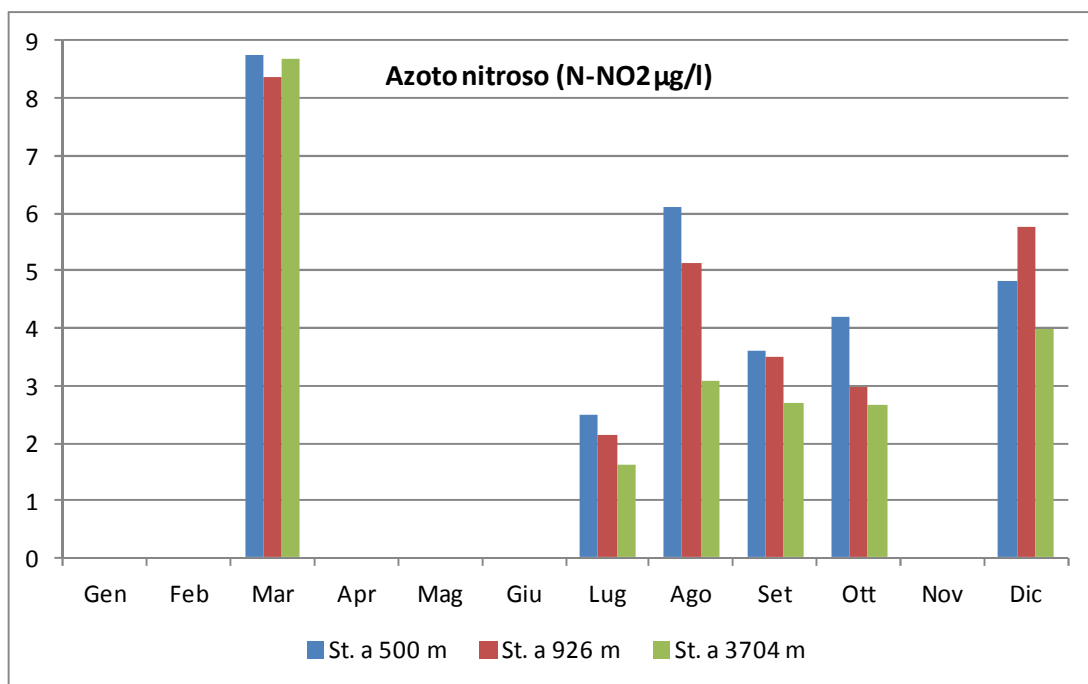


Figura 16: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.8 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di  $4.35 \mu\text{g/l}$  con valori minimi inferiori al limite di quantificazione ( $1.52 \mu\text{g/l}$ ) nel 10.53% dei casi (18 su 171 campioni) ed un valore massimo di  $19.79 \mu\text{g/l}$  nella stazione 20820 a marzo.

L'evoluzione temporale delle concentrazioni medie di azoto nitroso per campagna e distanza dalla costa ha presentato le concentrazioni più elevate nel mese di marzo a tutte le distanze, mentre sono rimaste basse nei mesi estivi (Fig. 17) mostrando il tipico gradiente negativo con l'allontanamento dalla costa.



**Figura 17: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

In figura 18 è ancora una volta da notare la presenza di valori elevati in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia, più evidente in quelli antistanti il delta del Po (transetti 601 e 082) che presentano una più ampia dispersione dei dati attorno alla mediana e alla stazione a 500 m del transetto 064 (influenzato dagli apporti di Bacchiglione-Brenta e Adige).



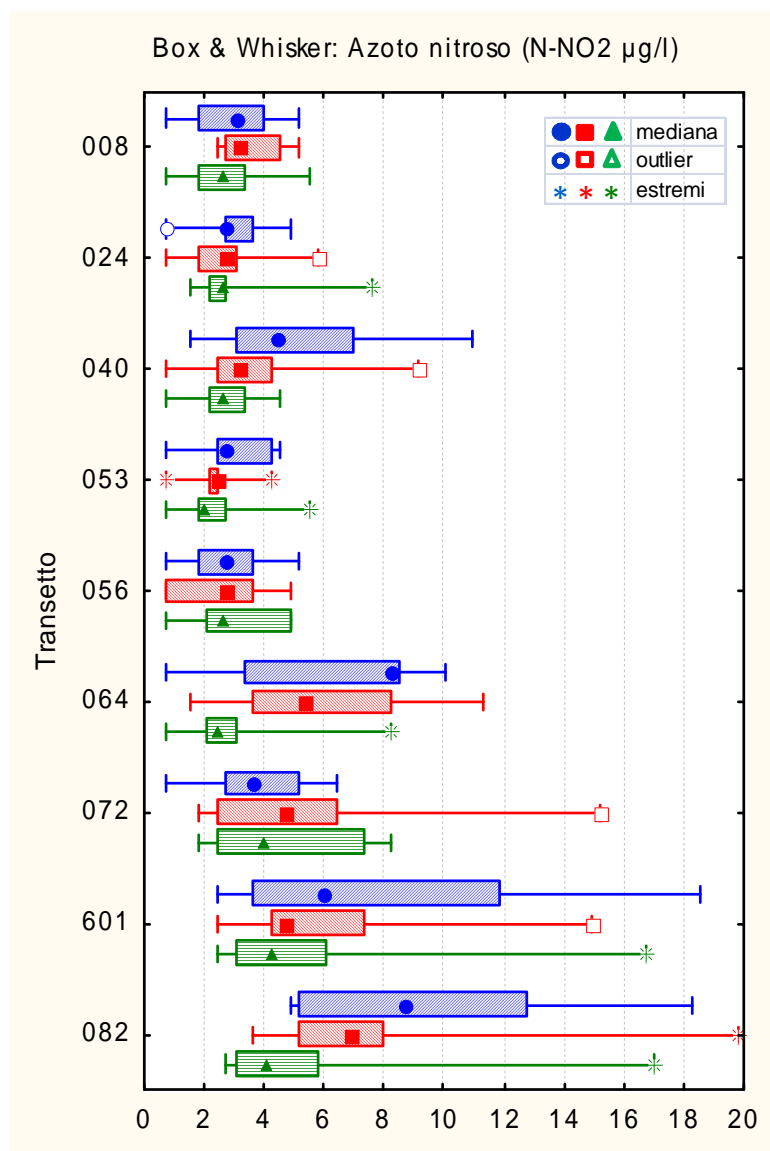
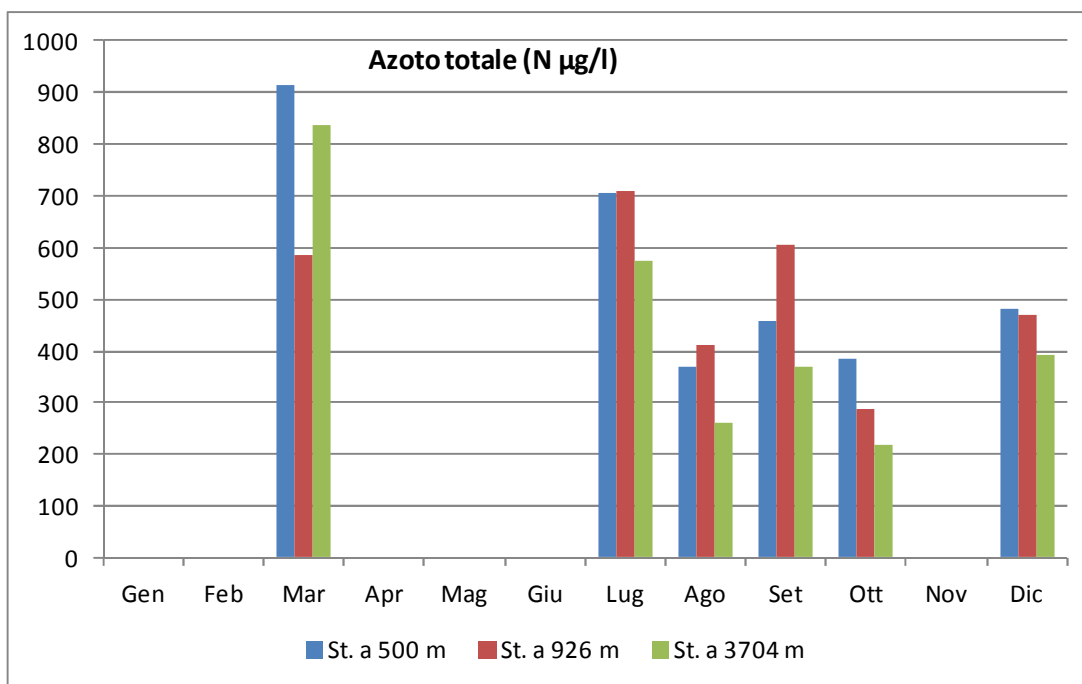


Figura 18: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.9 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di  $512.59 \mu\text{g/l}$ , con un valore minimo pari a  $63.57 \mu\text{g/l}$  alla stazione 36010 a luglio ed un valore massimo di  $3356.27 \mu\text{g/l}$  nella stazione 16010 a marzo.

La distribuzione dei valori medi per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa (Fig. 19) si presenta abbastanza in linea con i composti azotati visti in precedenza, con valori massimi nel mese di marzo.



**Figura 19: Distribuzione dei valori di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) 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, in particolare quelli del tratto meridionale di costa, e soprattutto in quello localizzato nell'area antistante il Po di Tolle (transetto 082).

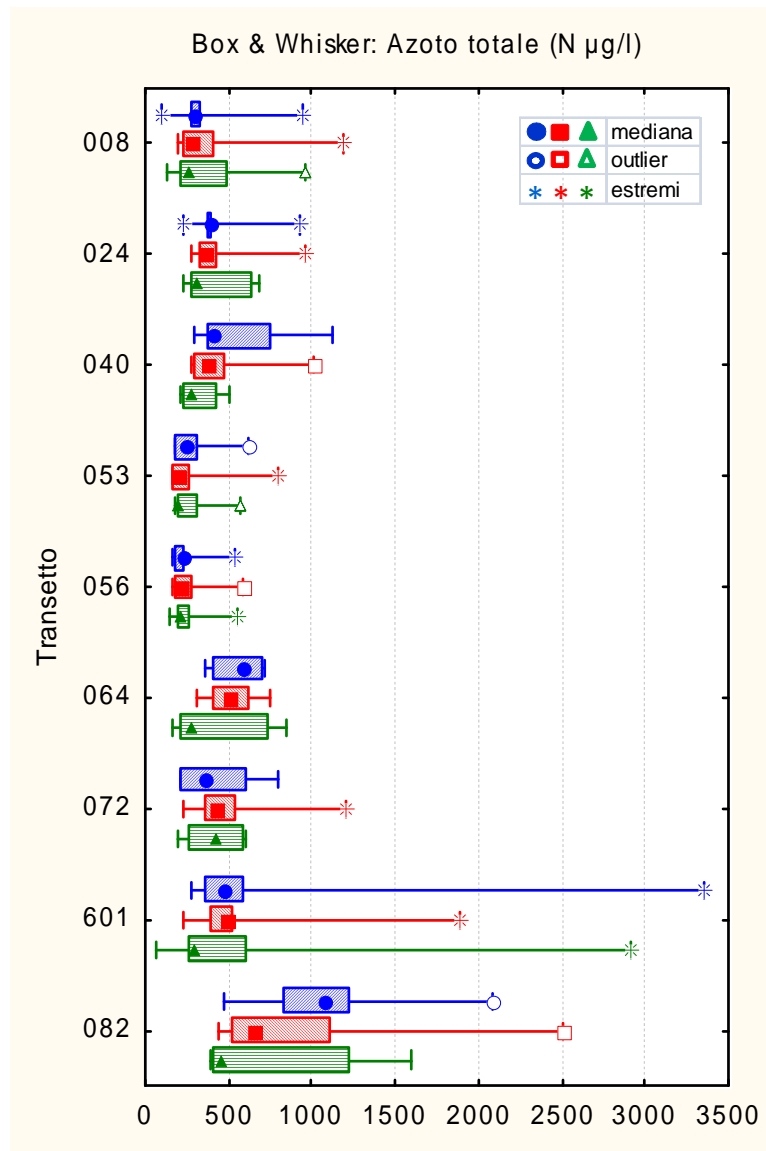
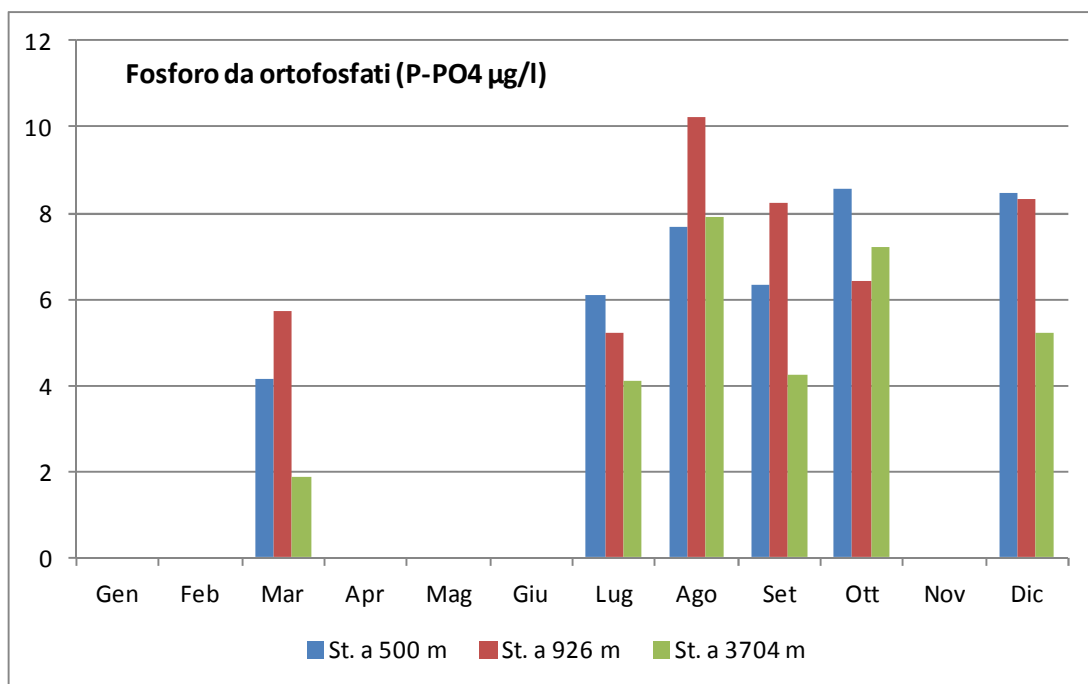


Figura 20: Distribuzione dei valori di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.10 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di  $6.35 \mu\text{g/l}$  con un massimo pari a  $37.00 \mu\text{g/l}$  misurato alla stazione 26010 a marzo. I valori minimi, inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ( $1.0 \mu\text{g/l}$ ), sono stati registrati nel 10.53% dei casi (18 su 171 campioni).

La distribuzione delle concentrazioni medie di fosforo rilevate per ciascuna campagna di rilevamento e misura (Fig. 21) presenta, contrariamente ai parametri precedenti, un andamento in cui le concentrazioni si mantengono relativamente elevate durante quasi tutto il periodo estivo-autunnale, con i valori più bassi a marzo.



**Figura 21: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati ( $\mu\text{g/l}$ ) 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 maggiore dispersione ancora una volta nella zona costiera antistante il delta del Po, in particolare presso i transetti 601 e 082 (Fig. 22), ma anche ai transetti 024 e 053. Occasionali rinvenimenti di concentrazioni di ortofosfati elevate si sono osservati presso la stazione 30080, al largo di Caorle, e alla 20240 (al largo di Jesolo) nel mese di agosto.

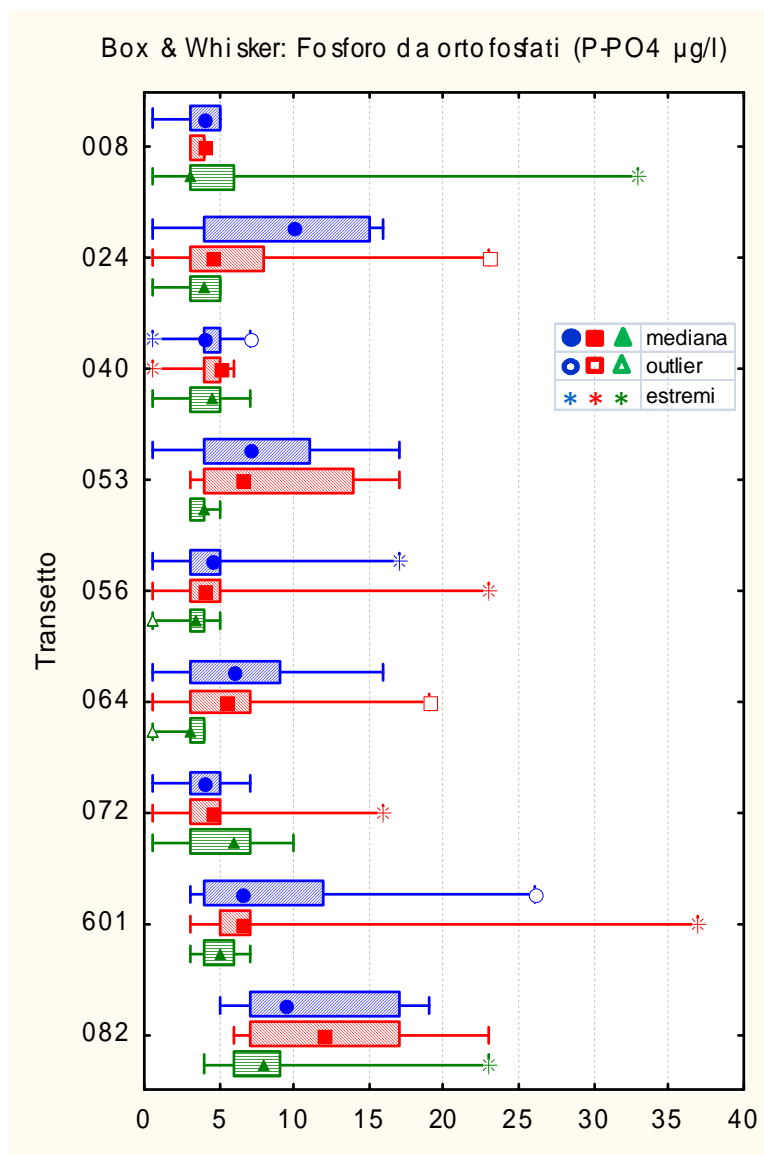
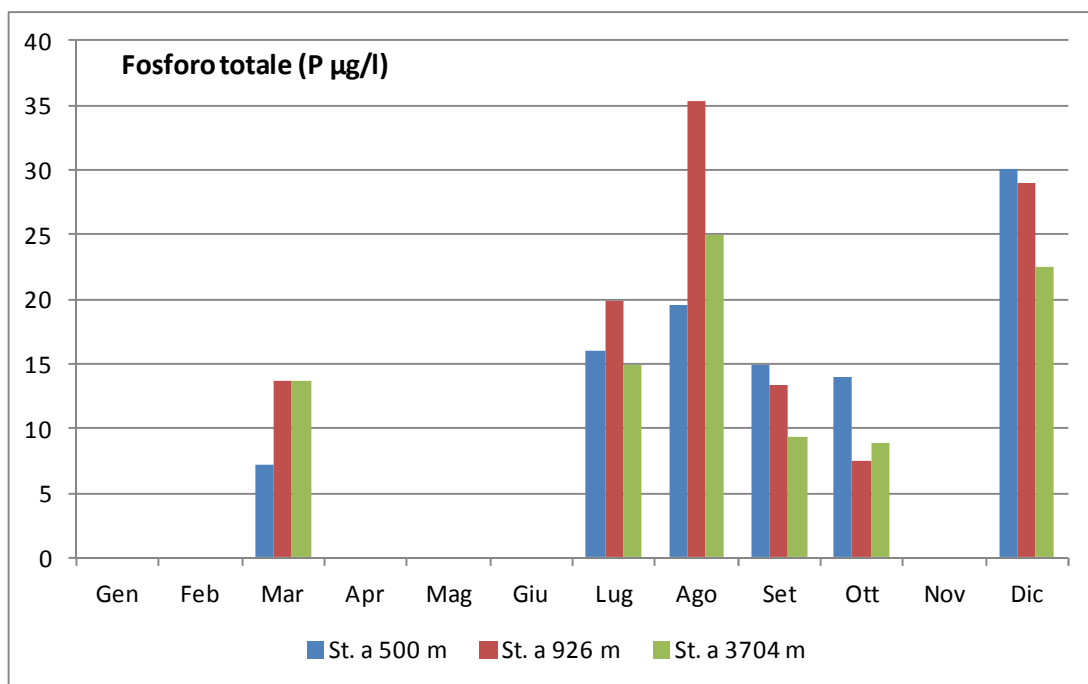


Figura 22: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.11 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 17.32 µg/l con un massimo di 131.80 µg/l (stazione 26010 ad agosto) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento (1.0 µg/l) rilevati nel 10.53% dei casi (18 su 171 campioni).

La distribuzione per ciclo di rilevamento (Fig. 23) presenta i valori medi più elevati nei mesi di agosto e dicembre, in questo mese a tutte le distanze dalla costa. Come per gli altri nutrienti, la distribuzione da nord a sud evidenzia valori maggiori in corrispondenza dei transetti a sud di Chioggia, in particolare risultano decisamente più carichi i transetti 601 e 082 antistanti l'area del delta (Fig. 24).



**Figura 23: Distribuzione dei valori di fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa.**

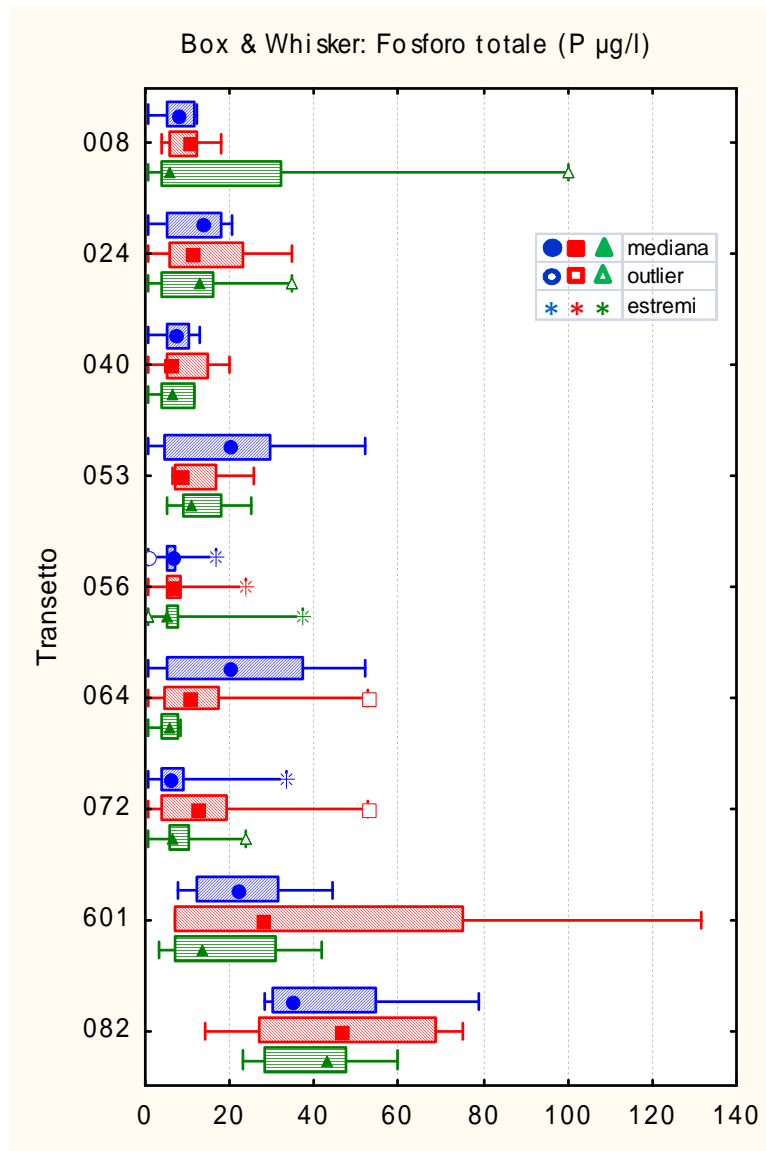
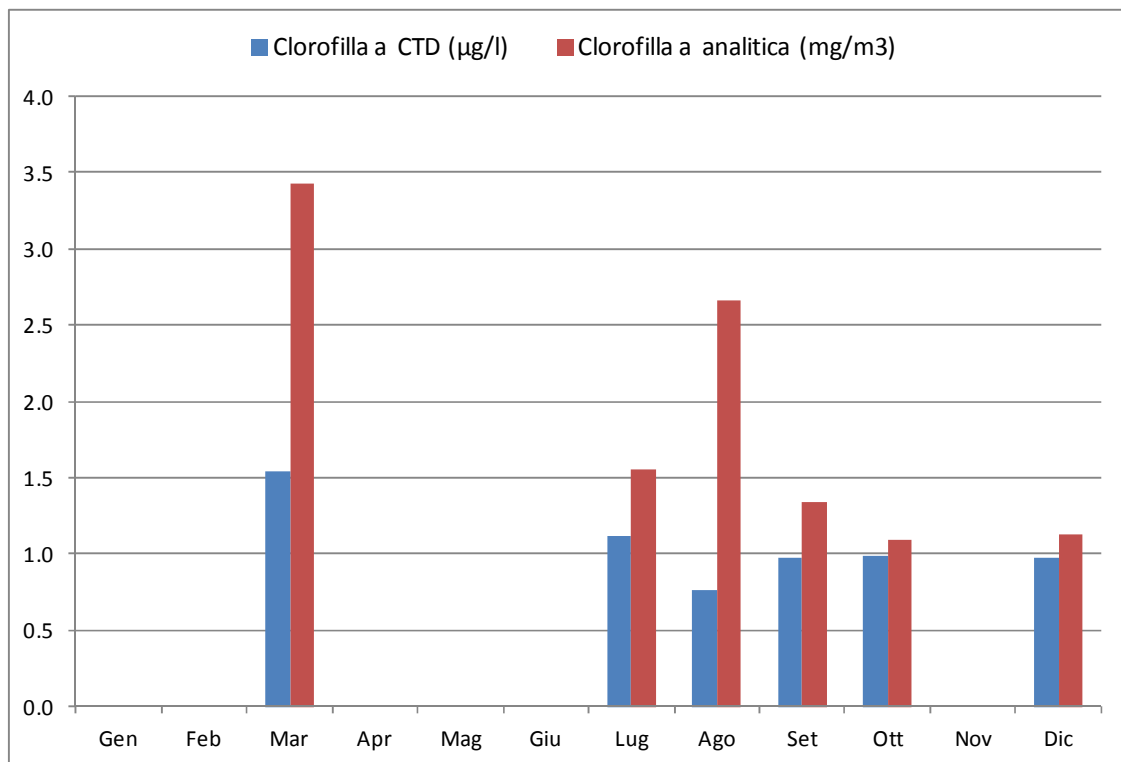


Figura 24: Distribuzione dei valori di fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.12 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media di clorofilla *a*, misurata *in situ* tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di  $0.95 \mu\text{g/l}$ , con un valore minimo pari a  $0.27$  alla stazione 20530 nella campagna di marzo ed un massimo di  $10.35 \mu\text{g/l}$  rilevato sempre a marzo presso la stazione 10820. La misura di clorofilla *a* con il metodo analitico è stata effettuata solo sui campioni prelevati presso le stazioni a 500 m dalla costa, ove si effettua la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton; nel 2011 è stato osservato un valore medio pari a  $1.88 \mu\text{g/l}$  con valori compresi tra un minimo di  $0.40 \mu\text{g/l}$  (alla stazione 10400 a settembre) ed un massimo di  $14.50 \mu\text{g/l}$  rilevato nella campagna di marzo alla stazione 10820.

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; risultano evidenti le discrepanze elevate nei mesi di marzo e agosto, con una forte differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e le concentrazioni risultanti dalla attività analitica in relazione ai campionamenti effettuati nelle stazioni più prossime alle foci fluviali (in particolare 16010 e 10820).



**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; per meglio evidenziare le distribuzioni la scala del grafico è stata portata a 7.5 µg/l, lasciando fuori l'unico valore eccedente questo limite (concentrazione massima pari a 10.345 µg/l alla stazione 10820 a marzo). Si può osservare, come le concentrazioni risultino relativamente ridotte in tutte le stazioni e in tutti i transetti con l'eccezione del transetto situato di fronte al Po di Tolle (082), analogamente a quanto si osserva più avanti per le abbondanze fitoplanctoniche (Fig. 33).



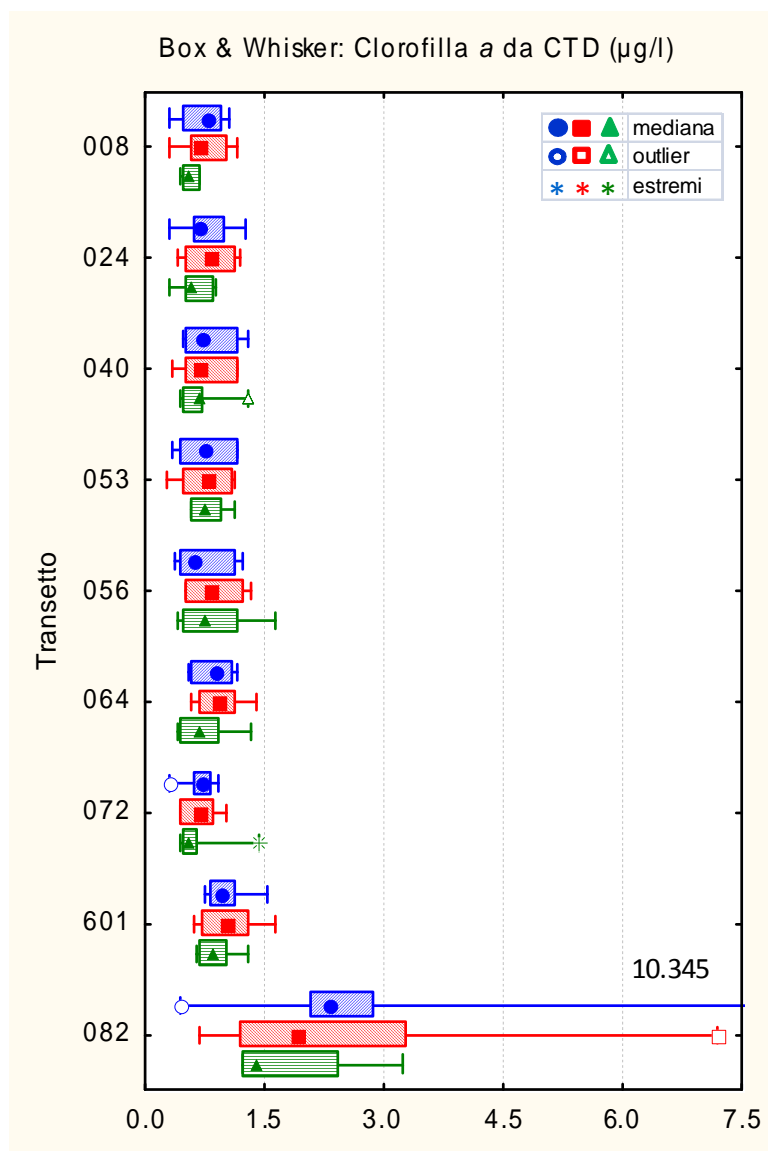


Figura 26: Distribuzione dei valori di clorofilla *a* ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m).

### 5.1.13 INDICE TROFICO TRIX

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 7), 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 ( $\mu\text{g/l}$ );

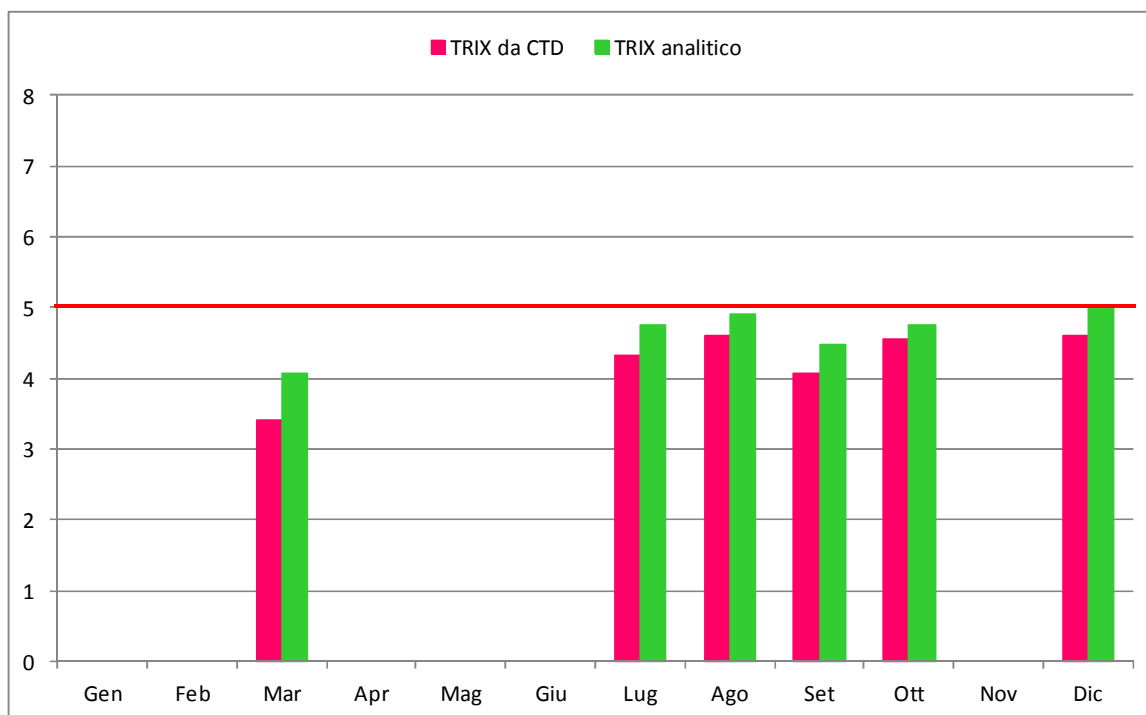
P = Fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ).

INDICE DI TROFIA	STATO	COLORE DI RAPPRESENTAZIONE	CONDIZIONI
2 – 4	ELEVATO	AZZURRO	buona trasparenza delle acque assenza di anomale colorazioni delle acque assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4 – 5	BUONO	VERDE	occasionalmente intorbidimenti delle acque occasionalmente anomale colorazioni delle acque occasionalmente ipossie nelle acque bentiche
5 – 6	MEDIO CRE	GIALLO	scarsa la trasparenza delle acque anomale colorazioni delle acque ipossie e occasionalmente anossie nelle acque bentiche stati di sofferenza a livello di ambiente bentonico
6 – 8	SCADENTE	ROSSO	elevata torbidità delle acque diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche morte di organismi bentonici alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

**Tabella 7: Suddivisione delle acque marine costiere in classi in base alla scala trofica (ex D.Lgs. 152/99 e s.m.i.)**

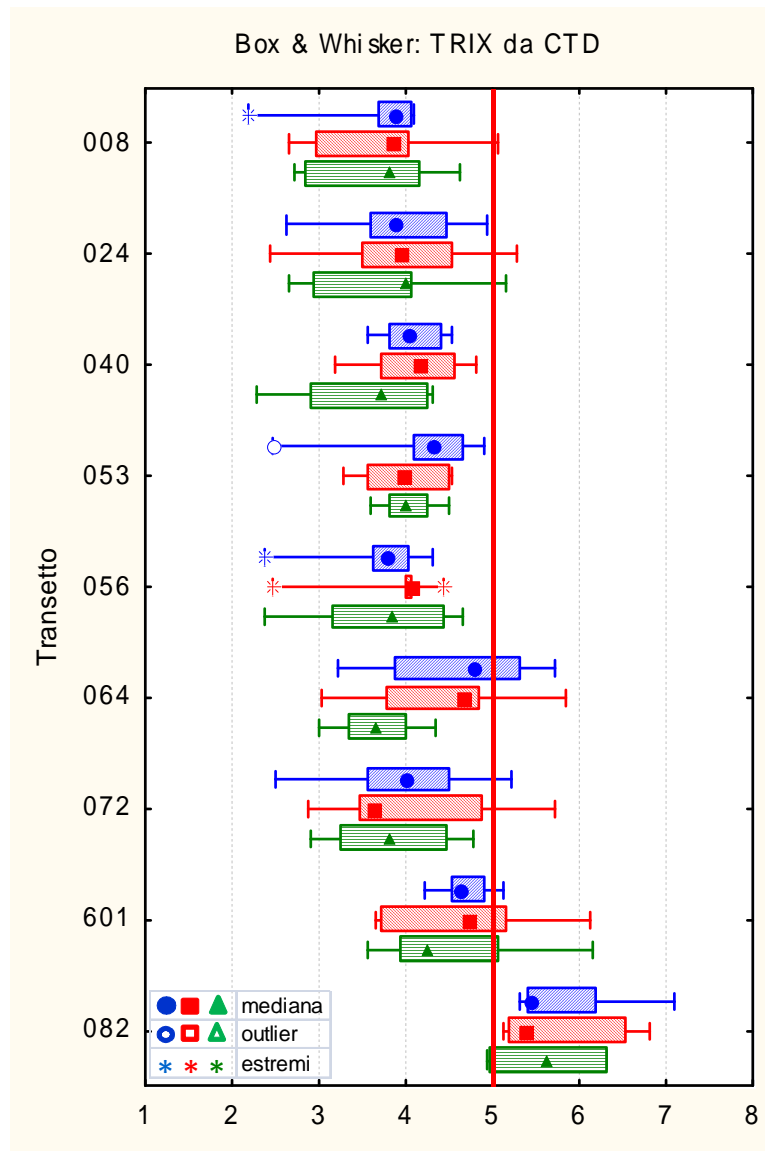
I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla *a* misurata *in situ* con fluorimetro associato alla sonda, evidenziano per le acque di superficie un valore medio di indice trofico pari a 4.18 (classe “buono”) con un minimo di 2.19 (stazione 10080, campagna di marzo) ed un massimo di 7.10 (stazione 10820, sempre a marzo).

In figura 27 sono riportati i 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 nella classe “buono” eccetto il mese di marzo che raggiunge la classe “elevato”; considerando invece l’indice calcolato attraverso il parametro clorofilla *a* analitica, i dati mantengono un andamento pressoché analogo a quello del TRIX calcolato utilizzando i dati di clorofilla da CTD, pur attestandosi su valori numerici leggermente più alti sempre compresi nella classe “buono” (tra 4 e 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 situ* 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, 601 e 082) risulti caratterizzata da valori medi di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa ma entro il limite dato dal D.M. 210/2010 pari a 5 con la sola eccezione del transetto 082 di Po di Tolle. Tutti i transetti, eccetto appunto lo 082 (classe "mediocre"), sono riconducibili, come valore medio annuo, alla classe "buono".



**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 di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* rilevata con fluorimetro) nelle campagne realizzate nel 2011. Dalla figura si evidenzia come la fascia costiera antistante la laguna di Venezia (corpo idrico CE1\_2) presenti valori di indice trofico compresi nella classi “elevato” (con TRIX compreso tra 3 e 4) e “buono” (tra 4 e 5); spostandosi verso nord (corpo idrico CE1\_1) si passa da “elevato” a marzo e settembre a “buono” con qualche spot “mediocre” (a luglio e agosto). La situazione nella fascia costiera a sud vede il corpo idrico CE1\_3 (transetti 064, 072, foci di Brenta-Bacchiglione, Adige e Fissero-Tartaro) con situazioni simili a quelle del corpo idrico settentrionale CE1\_1, mentre quello più meridionale (CE1\_4 con i transetti 601 e 082), risentendo dei forti apporti fluviali dei rami del Po, presenta una distribuzione di valori di TRIX tale da classificare le stazioni qui localizzate tra le classi “buono” e “mediocre”, con tendenza a “scadente” nel mese di marzo.

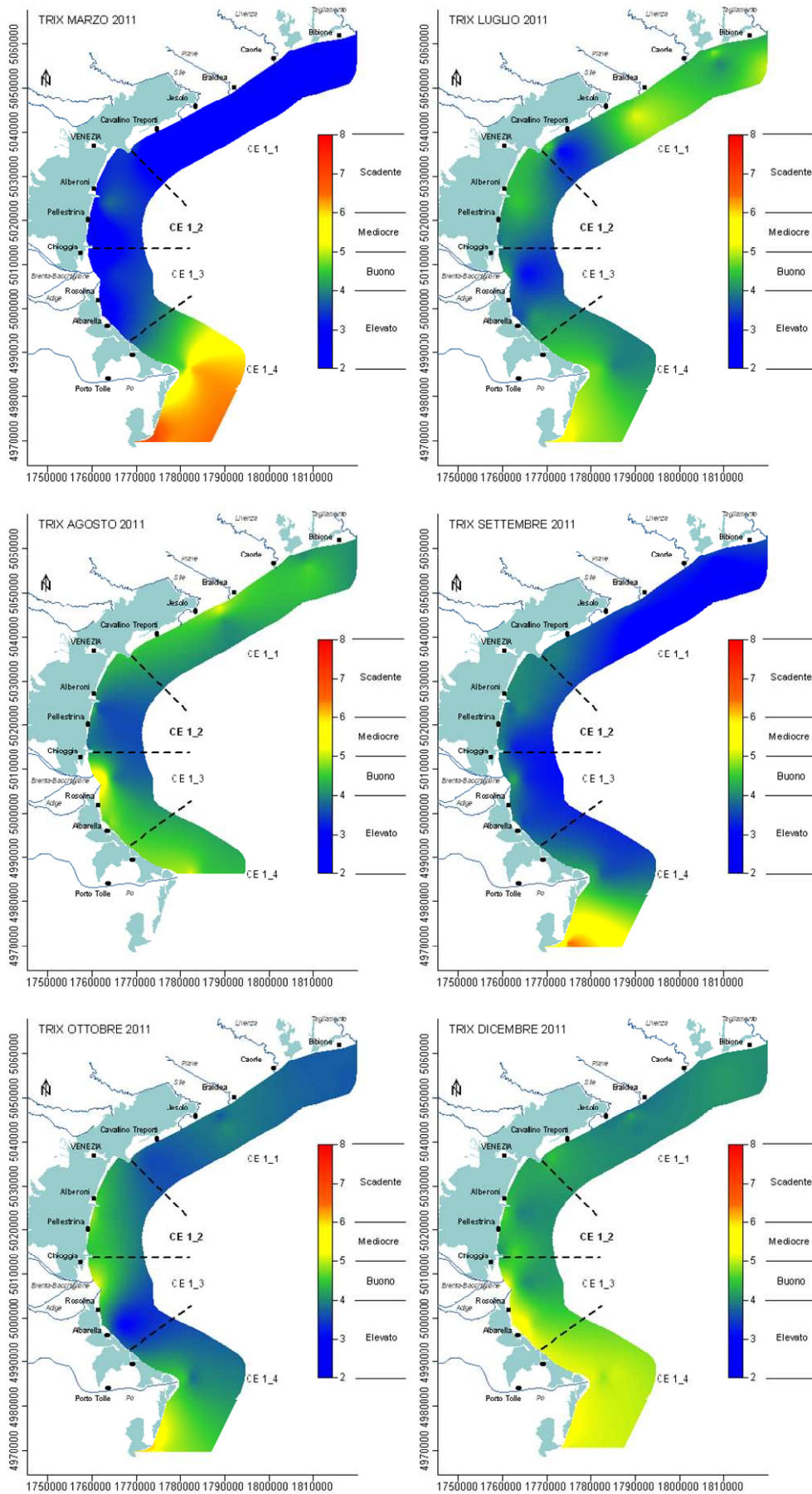
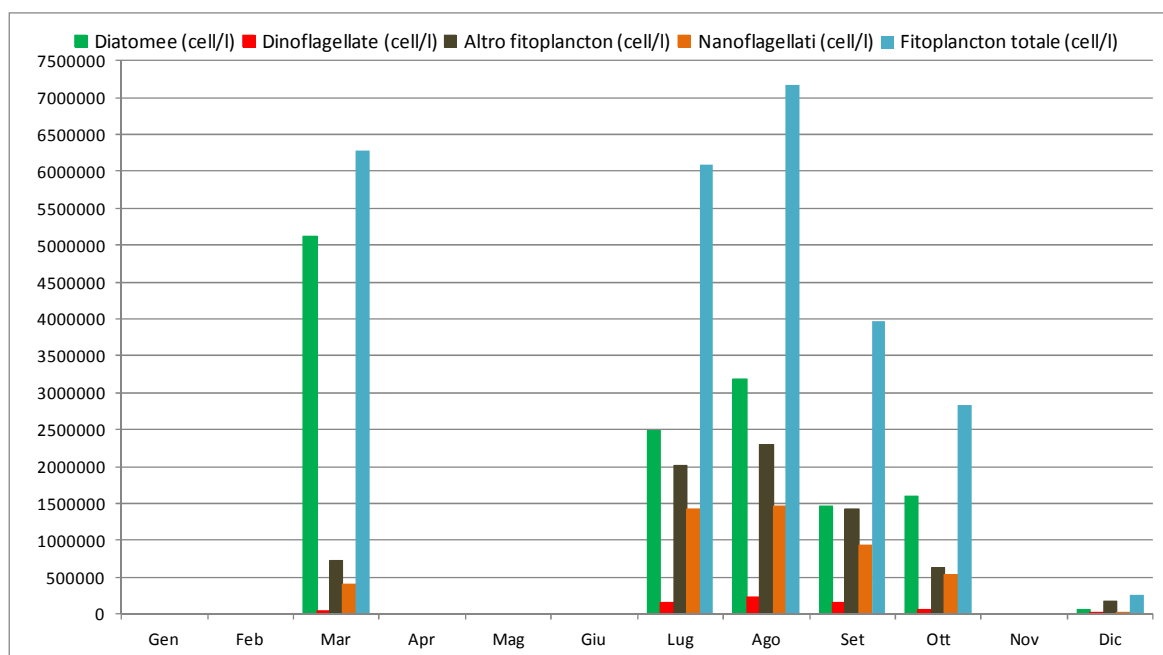


Figura 29: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie campagne dell'anno 2011.

### 5.1.14 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 39.833.862 cell/l (rinvenuto nella stazione 10820 a marzo) ed un minimo assoluto pari a 8160 cell/l (rinvenuto nella stazione 10820 a dicembre).

Nella figura 30 vengono riportate le distribuzioni delle abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinofitocce, del gruppo Altro fitoplancton e di Nanoflagellati nelle campagne 2011. Dal confronto si nota come il Fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee nel mese di marzo mentre, nei mesi estivi, diviene importante anche il contributo del gruppo Altro fitoplancton e Nanoflagellati.



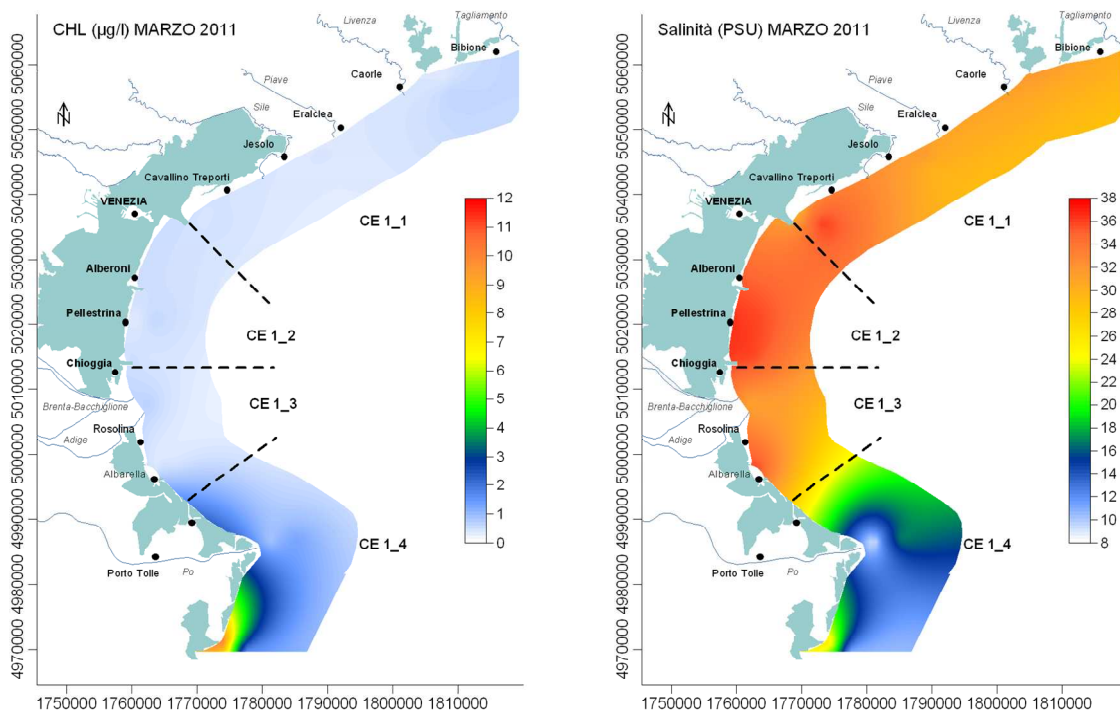
**Figura 30: Valori medi delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l) nelle stazioni a 500 m dalla costa.**

In dettaglio, i valori elevati osservabili nella campagna di marzo (eseguita nei giorni 9, 10, 11, 23 e 30) sono riconducibili alle forti abbondanze registrate presso la stazione 10820 di Po di Tolle con quasi di 40 milioni di cell/l; in questo campione risulta preponderante la componente delle Diatomee (39.3 milioni di cell/l), con *Skeletonema spp.* (oltre 37.5 milioni di cell/l).

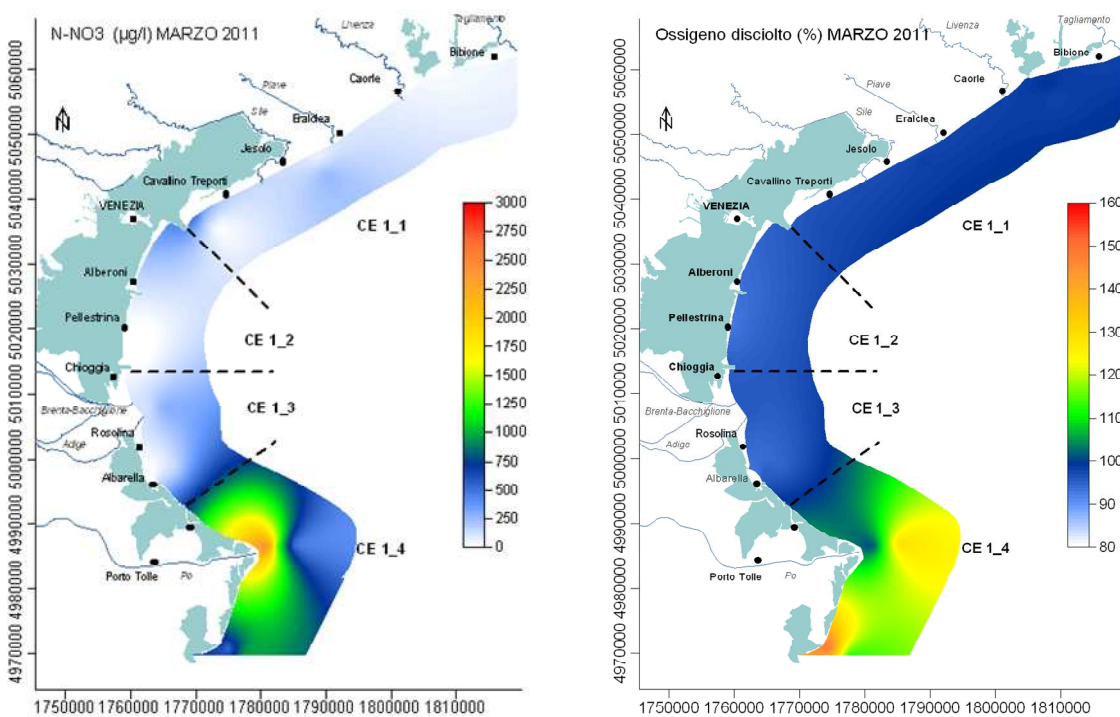
Per quanto riguarda invece la campagna di agosto (10, 11, 16 e 25 agosto) le abbondanze elevate sono riconducibili ai due campioni prelevati presso le stazioni 16010 di fronte a Po di Pila (oltre 12.5 milioni di cell/l) e 10820 di fronte alla foce del Po di Tolle (oltre 23.3 milioni di cell/l). Nella stazione di Po di Pila le abbondanze maggiori sono state a carico di Bacillariophyceae indet. (1.6 milioni) e *Chaetoceros spp.* (oltre 1.7 milioni) per le Diatomee (4.9 milioni di cell/l complessivamente), Cryptophyceae indet. (oltre 2 milioni) e Nanoflagellati indet. (oltre 2.4 milioni); per quanto attiene la composizione del campione prelevato di fronte al Po di Tolle esso era costituito prevalentemente da Diatomee (15.6 milioni di cell/l) con Bacillariophyceae indet. (3.3 milioni), *Chaetoceros minimus* (3.7 milioni), *Chaetoceros spp.* (oltre 3.8 milioni) e *Skeletonema spp.* (oltre 2.2 di cell/l), Chlorophyceae e Prymnesiophyceae indet. (oltre 1 milione), Cryptophyceae indet. (1.4), Nanoflagellati indet. (oltre 2.6 milioni).

Le figure 31 e 32 mostrano le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri nella campagna di marzo, rispettivamente in figura 31 clorofilla *a* (rilevazione con fluorimetro) e salinità e, in figura 32, azoto nitrico e ossigeno disciolto in % di saturazione. In tutte le mappe risulta evidente la

diversa situazione del corpo idrico antistante il delta del Po rispetto al resto della costa: valori elevati di azoto nitrico, ossigenazione e clorofilla a fronte di una forte riduzione del grado di salinità delle acque.



**Figura 31: Mappe di distribuzione dei valori di clorofilla (µg/l) e salinità (PSU) lungo la fascia costiera rilevati in superficie nella campagna di marzo 2011.**



**Figura 32: Mappe di distribuzione dei valori di azoto nitrico (µg/l) e ossigeno disciolto (%) lungo la fascia costiera rilevati nella campagna di marzo 2011.**

In figura 33 sono riportate invece le abbondanze medie dei tre diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2011. Come più volte sottolineato, le abbondanze sono relative alle sole campagne effettuate quindi non è possibile osservare l'andamento tipico registrato negli scorsi anni: si può notare comunque come le abbondanze maggiori si riscontrino in quei transetti lungo la costa più influenzati dagli apporti fluviali e di conseguenza più ricchi in sostanze nutrienti (transetti 024 e 040 a nord, 601 e soprattutto 082 a sud); il contributo al fitoplancton totale risulta legato alla componente delle Diatomee solo per la stazione di Po di Tolle, nelle altre spesso prevale la componente Altro fitoplancton.

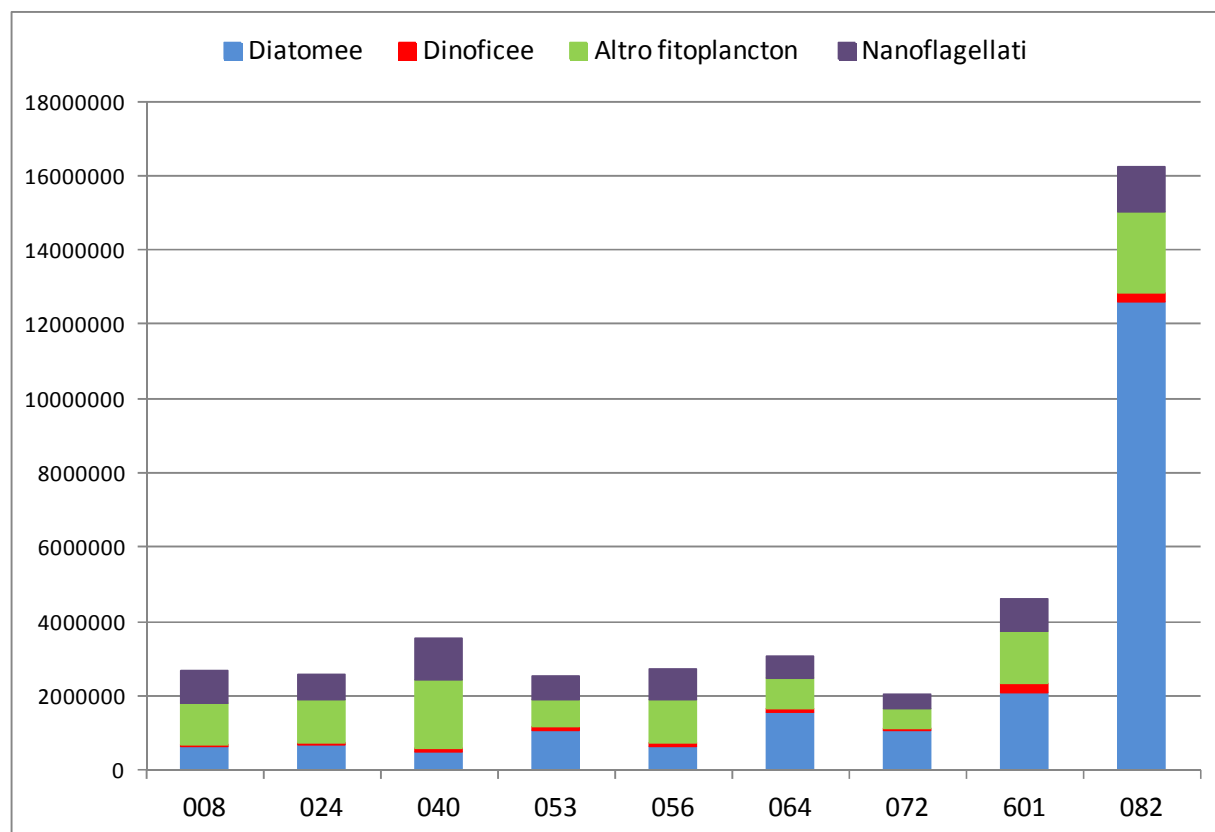


Figura 33: Valori medi delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per transetto.

Nell'anno 2011 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

<b>DIATOMEE</b>	
Achnanthes sp.	Fragilaria capucina
Achnanthidium minutissimum	Fragilaria crotonensis
Amphiprora sp.	Fragilaria sp.
Amphora sp.	Gomphonema sp.
Asterionella formosa	Guinardia flaccida
Asterionellopsis glacialis	Guinardia striata
Asteromphalus flabellatus	Hemiaulus hauckii
Aulacoseira granulata	Lauderia annulata
Bacillariales indet.	Leptocylindrus danicus
Bacillariophyceae indet.	Leptocylindrus sp.
Bacteriastrium sp.	Licmophora sp.



<b>DIATOMEAE</b>	
Biddulphia sp.	Lioloma pacificum
Cerataulina pelagica	Melosira moniliformis
Ceratium furca	Melosira sp.
Ceratium fusus	Navicula sp.
Ceratium sp.	Nitzschia longissima
Ceratium tripos	Nitzschia sigma
Chaetoceros brevis	Nitzschia sp.
Chaetoceros curvisetus	Paralia sulcata
Chaetoceros diversus	Pleurosigma sp.
Chaetoceros lorenzianus	Proboscia alata
Chaetoceros minimus	Pseudo-nitzschia delicatissima
Chaetoceros sp.	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Chaetoceros subtilis	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia pseudodelicatissima complex
Chaetoceros tenuissimus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Chaetoceros thronsenii	Rhizosolenia hebetata
Chaetoceros tortissimus	Rhizosolenia imbricata
Cocconeis sp.	Rhizosolenia sp.
Coscinodiscus sp.	Rhoicosphenia curvata
Cyclotella glomerata	Skeletonema menzelii
Cyclotella sp.	Skeletonema sp.
Cylindrotheca closterium	Striatella unipunctata
Dactyliosolen blavyanus	Surirella sp.
Dactyliosolen fragilissimus	Synedra sp.
Diatoma elongatum	Thalassionema nitzschioides
Diatoma sp.	Thalassionema sp.
Eucampia cornuta	Thalassiosira sp.

<b>DINOFICEE</b>	
Alexandrium sp.	Oxytoxum sp.
Dinophyceae indet.	Oxytoxum viride
Dinophysis caudata	Peridinium quinquecorne
Dinophysis sacculus	Prorocentrum gracile
Gonyaulax polygramma	Prorocentrum micans
Gonyaulax sp.	Prorocentrum minimum
Gymnodinium sp.	Prorocentrum sp.
Gyrodinium fusiforme	Prorocentrum triestinum
Gyrodinium sp.	Protoceratium reticulatum
Heterocapsa sp.	Protoperidinium diabolium
Katodinium sp.	Protoperidinium sp.
Lingulodinium polyedrum	Scrippsiella trochoidea
Minuscola bipes	Torodinium robustum

ALTRO FITOPLANCTON	
Actinastrum sp.	Eutreptia sp.
Altro Fitoplancton	Eutreptiella sp.
Ankistrodesmus sp.	Hermesinum adriaticum
Apedinella spinifera	Kirchneriella sp.
Chlorophyceae indet.	Leucocryptos marina
Chrysochromulina sp.	Mallomonas sp.
Closterium sp.	Meringosphaera sp.
Crucigenia sp.	Merismopedia sp.
Crucigenia tetrapedia	Micractinium sp.
Cryptophyceae indet.	Pediastrum sp.
Crysophyceae indet.	Prasinophyceae indet.
Cyanophyceae indet.	Prymnesiophyceae indet.
Dinobryon sp.	Pseudopedinella sp.
Eudorina sp.	Pyramimonas sp.
Euglena sp.	Scenedesmus sp.
Euglenophyceae indet.	Tetraedron sp.
	Nanoflagellati indet.

Sono state rinvenute, nelle campagne realizzate nel 2011, 135 varietà di fitoplancton di cui 123 a livello di genere o specie e 12 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Gruppo	N° taxa	% del gruppo sul totale
Diatomee	76	56.30%
Dinoficee	26	19.26%
Altro fitoplancton	33	24.44%

#### 5.1.15 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 minutum*

*Alexandrium tamarense*

*Dinophysis spp.*

*Gymnodinium catenatum*

*Lingulodinium polyedrum*

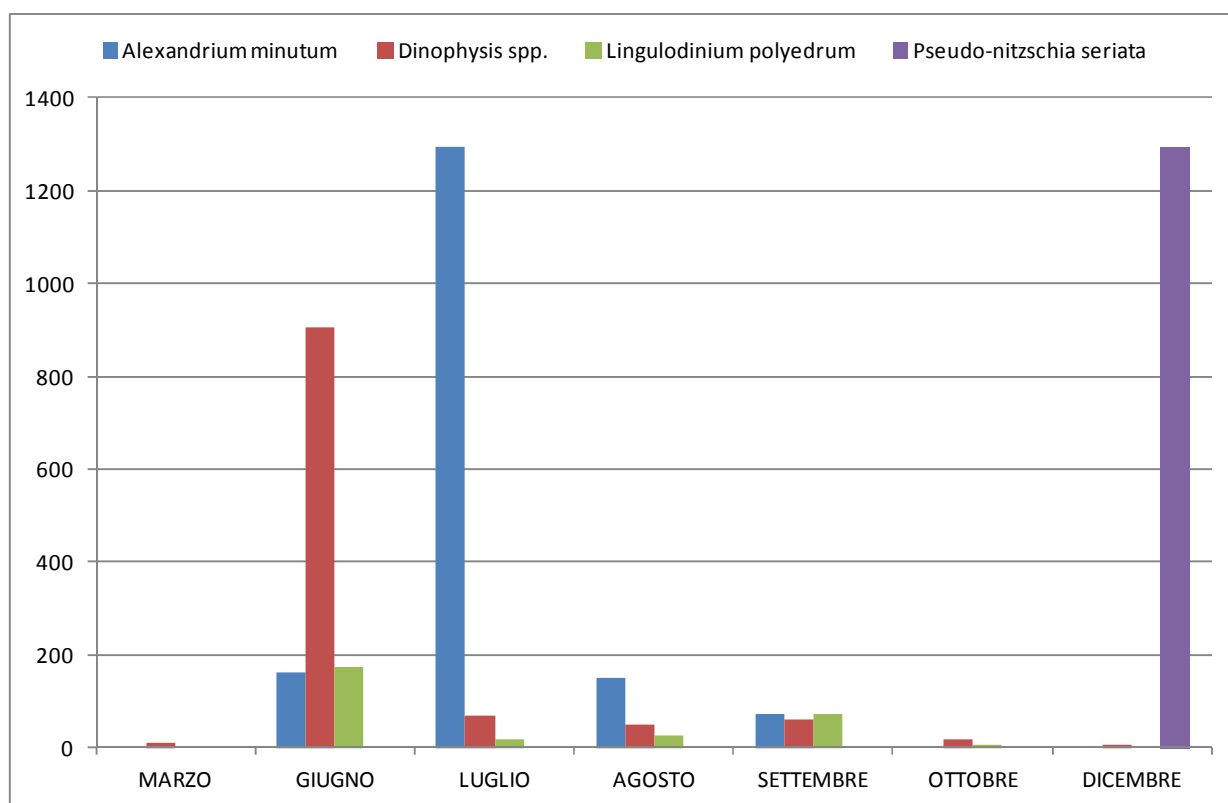
*Protoceratium reticulatum* (ex *Gonyaulax grindley*)

*Pseudo-nitzschia seriata*

*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 2011 sono stati rilevati *Alexandrium minutum*, *Dinophysis spp.*, *Lingulodinium polyedrum*, *Pseudo-nitzschia seriata* (tutti in modo sporadico) e *Pseudo-nitzschia spp.*, mentre *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium catenatum*, *Protoceratium reticulatum* e *Ostreopsis ovata* non sono mai stati individuati.

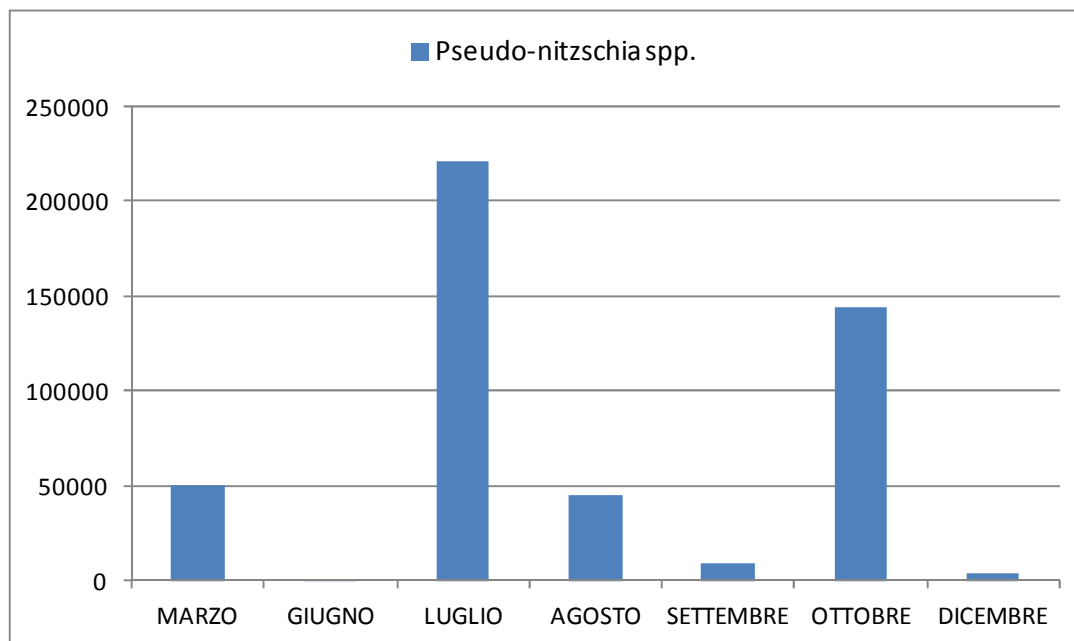
In figura 34 si riporta l'andamento temporale delle concentrazioni medie per campagna di *Alexandrium minutum*, *Dinophysis spp.*, *Lingulodinium polyedrum*, *Pseudo-nitzschia seriata*; nel grafico è stato rappresentato anche il mese di giugno, sebbene siano state campionate solo le tre stazioni settentrionali sulle nove complessive. Dalla figura si osserva come nel 2011, a fronte di sporadiche e limitate presenze di *Lingulodinium polyedrum*, i mesi di giugno, luglio e dicembre siano caratterizzati ciascuno dalla forte presenza di una delle specie elencate: giugno presenta forti abbondanze di *Dinophysis spp.*, (concentrazione massima alla stazione 10240 di Jesolo con 1640 cell/l), luglio è contraddistinto dalla presenza di *Alexandrium minutum* (valori elevati alle stazioni 10530 di Venezia - S. Pietro in Volta con 4840 cell/l e 10560 Venezia - Ca'Roman con 3240 cell/l) e infine dicembre con forti abbondanze di *Pseudo-nitzschia seriata* (stazione 10530 di Venezia - S. Pietro in Volta con 6720 cell/l).



**Figura 34: Distribuzioni temporali (medie per campagna) delle concentrazioni di alghe potenzialmente tossiche.**

Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia spp.* dalla figura 35 nel 2011 sono stati rilevati due importanti eventi nei mesi di luglio e ottobre con valori medi rispettivamente di oltre 221000 e oltre 143000 cell/l. Nel caso di luglio sono state osservate le abbondanze elevate in tutte le stazioni e un massimo alla stazione 10560 di Venezia - Ca'Roman con 918445 cell/l; anche ad ottobre le concentrazioni sono state alte in tutta la fascia costiera con un massimo pari a 525120 cell/l alla stazione 10530 di Venezia - S. Pietro in Volta. E' da evidenziare, in relazione alle abbondanze di

questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti.



**Figura 35: Distribuzione temporale (medie per campagna) dell'alga potenzialmente tossica *Pseudo-nitzschia* spp. (cell/l).**

Nel corso del 2011 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 raggiunto in una sola occasione alla stazione 10240 di Jesolo a giugno (1640 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.

## 5.2 MATRICE BIOTA

### 5.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI

Nel corso del 2011 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 2011, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge.

### 5.2.2 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 2011, non risultano evidenze di situazioni di bioaccumulo tali da indicare una compromissione del sistema indagato.

In riferimento al D.M. 260/2010, i parametri indagati sono mercurio (al posto di mercurio e composti), esaclorobutadiene e esaclorobenzene misurati sul mitile in peso umido. Mentre per questi ultimi due parametri i valori sono sempre inferiori al limite di detezione e al limite indicato dal DM 260/2010, per il mercurio su 12 analisi quattro sono risultate superiori al limite (20 µg/kg p.f.): si tratta dei campioni prelevati nel mese di marzo alle stazioni 10241 di Jesolo, 10401 di Cavallino – Treporti, 10531 di Venezia - S.Pietro in Volta e 10561 di Venezia – Ca’Roman. Si sottolinea 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.).

### 5.3 MATRICE SEDIMENTO

Il campionamento su matrice sedimento è stato eseguito in adempimento a quanto previsto dal Decreto Ministeriale 260/2010. La collocazione delle stazioni in cui vengono attuati i controlli su sedimento, a suo tempo individuata ai sensi del Programma di controllo delle acque marine costiere per la 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”), è stata adeguata alla recente individuazione dei corpi idrici in adempimento alla Direttiva 2000/60/CE e D.Lgs. 152/2006. Alcune delle stazioni per il sedimento sono state riposizionate lungo ciascun transetto entro le due miglia nautiche dalla costa (in dettaglio le stazioni 30532, 30642 e 30722 rispettivamente nei transetti 053, 064 e 072), mentre due stazioni della precedente rete di monitoraggio (10532 e 10722) rappresentano i due corpi idrici al largo (Tab. 8).

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 (Frascari *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)	Corpo idrico
10082	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	3704.0	13.0	CE1_1
10242	Jesolo-VE (Foce del Piave)	3518.8	14.0	
30402	Cavallino Treporti-VE (Porto Lido Nord)	3704.4	13.0	
30532	Venezia - S. Pietro in Volta-VE (Lido Pellestrina)	3704.0	14.0	CE1_2
10562	Venezia - Pellestrina-VE (Ca' Roman)	3333.6	16.0	CE1_3
30642	Chioggia-VE (Fossone)	3704.0	19.0	
30722	Rosolina-RO (Porto Caleri)	3704.0	13.5	
16012	Porto Tolle-RO (Po della Pila)	740.8	13.0	CE1_4
10822	Porto Tolle-RO (Po di Tolle)	3706.0	15.0	
10532	Venezia - S. Pietro in Volta- VE	8334.0	18.0	ME2_1
10722	Rosolina-RO (Porto Caleri)	7233.0	21.0	ME2_2

**Tabella 8: Localizzazione delle stazioni di campionamento, loro distanza dalla costa e profondità.**

In questa matrice i composti analizzati sono Idrocarburi Policiclici Aromatici, PoliCloroBifenili, organostannici e metalli, oltre a saggi ecotossicologici. Per quanto attiene i rilevamenti effettuati nel corso del 2011 presso le stazioni dei corpi idrici costieri, per la maggior parte delle sostanze non sono state osservate concentrazioni superiori agli standard di riferimento indicati dal D.M. 260/2010, 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 quelle antistante il delta del Po (16012 e 10822), risulta superiore allo standard maggiorato (0.36 mg/kg s.s.); in queste stazioni e in quella subito a nord di esse (30722) sono invece presenti cadmio, cromo e nichel con valori superiori all'SQA+20% (rispettivamente Cd 0.36, Cr 60 e Ni 36 mg/kg s.s.). Nei due corpi idrici al largo, i valori riscontrati eccedono l'SQA+20% di Cd e Hg in entrambe le stazioni; la stazione 10532 del corpo idrico ME2\_1 tuttavia, contrariamente a quanto osservato nei precedenti campionamenti, mostra una situazione di contaminazione eccedente i relativi SQA maggiorati del 20% per molti Idrocarburi Policiclici Aromatici (Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(k)fluorantene, Fluorantene, Indenopirene, Naftalene, IPA totali). Le batterie di saggi associate alle indagini chimiche (Saggio algale su *Dunaliella tertiolecta*; saggio con *Brachionus plicatilis*; test *Vibrio fischeri* su fase liquida e su fase solida) hanno sempre evidenziato assenza di tossicità; solamente il saggio con *Vibrio fischeri* su fase solida in cinque casi ha mostrato presenza di lieve tossicità, precisamente alle stazioni 10082, 10242, 30402 e 16012 nei corpi idrici costieri e alla stazione 10532 del corpo idrico ME2\_1 di cui si è detto sopra; un caso di tossicità media è stato invece riscontrato alla stazione 10822 di Po di Tolle (TU=2004.01 e STI=5.822).

#### 5.4 MATRICE BENTHOS

Nel corso del 2011 non erano previsti campionamenti per la matrice benthos, tuttavia, a causa del mancato completamento della campagna di ottobre 2010 a causa di condizioni meteorologiche avverse, si è reso necessario procedere al recupero dei campioni di alcune stazioni posizionate al largo nello stesso periodo del 2011; purtroppo a causa di problemi tecnici solo alcune di queste stazioni sono state monitorate nel mese di dicembre, costringendo ad un ulteriore slittamento nel recupero dei campioni mancanti all'anno 2012. I dati relativi alle stazioni monitorate a dicembre sono tuttora in corso di valutazione pertanto in questa sede non possono produrre i risultati. Si

ricorda che le stazioni a fondale sabbioso sono localizzate in prossimità della fascia costiera, mentre quelle a fondale fangoso sono corrispondenti alle stazioni su cui viene realizzato il campionamento di sedimento per la determinazione chimica (Tab. 9).

Codice transetto	Comune e località	Codice stazioni Rete Regionale Veneto	Distanza dalla costa (m)	Profondità fondale (m)	Corpo idrico	
008	Caorle-VE (Foce canale dei Lovi)	10083	370.0	2.0	CE1_1	
		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		CE1_2
		40533	3704.0	14.0		
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	CE1_3	
		40643	3704.0	19.0		
072	Rosolina-RO (Porto Caleri)	10723	1111.0	3.0		
		40723	3704.0	14.0		
601	Porto Tolle-RO (Po della Pila)	16013	370.0	5.0	CE1_4	
		36013	740.8	13.0		
082	Porto Tolle-RO (Po di Tolle)	10823	500.0	5.0		
		30823	3704.0	15.0		
	S. Pietro in Volta-VE	30533	8334.0	18.0	ME2_1	
	Rosolina-RO	30723	7233.0	21.0	ME2_2	

**Tabella 9: Localizzazione delle stazioni di campionamento, loro distanza dalla costa e profondità.**

#### 5.4.1 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:

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

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 e i limiti di classe tra stato buono ed elevato e tra buono e sufficiente individuati nel D.M. 260/2010 per le acque del macrotipo 3, cioè per le acque a bassa stabilità corrispondenti a siti costieri non influenzati da apporti di acque dolci continentali, in quanto non sono previsti nel D.M. riferimenti per il macrotipo 1 (acque ad alta stabilità) cioè per siti costieri fortemente influenzati da apporti di acque dolci, quali sono quelle del sistema costiero veneto; in successive fasi di validazione del metodo di classificazione M-AMBI nell'Esercizio di Intercalibrazione MED GIG è



risultato quanto segue (cfr. Report Acque Marino Costiere - allegato II del DM. 260/2010 - Marzo 2012) "...non è emersa una caratterizzazione dei popolamenti relazionata alla stabilità della colonna d'acqua; quindi la proposta fatta nella prima fase dell'esercizio di Intercalibrazione di suddividere, per l'EQB macroinvertebrati, il Mediterraneo in tre tipologie (Alta, media e bassa stabilità) al momento non sembra suffragata da evidenze sperimentali. La decisione quindi è quella di identificare un unico Tipo coincidente con il Tipo 3 (bassa stabilità)". Pertanto per quanto riguarda i dati 2011 si procederà all'analisi dei risultati utilizzando tali metriche, riportate nella tabella 10, sia per quanto riguarda le stazioni costiere che per quelle al largo, indipendentemente dalla tipologia di fondale.

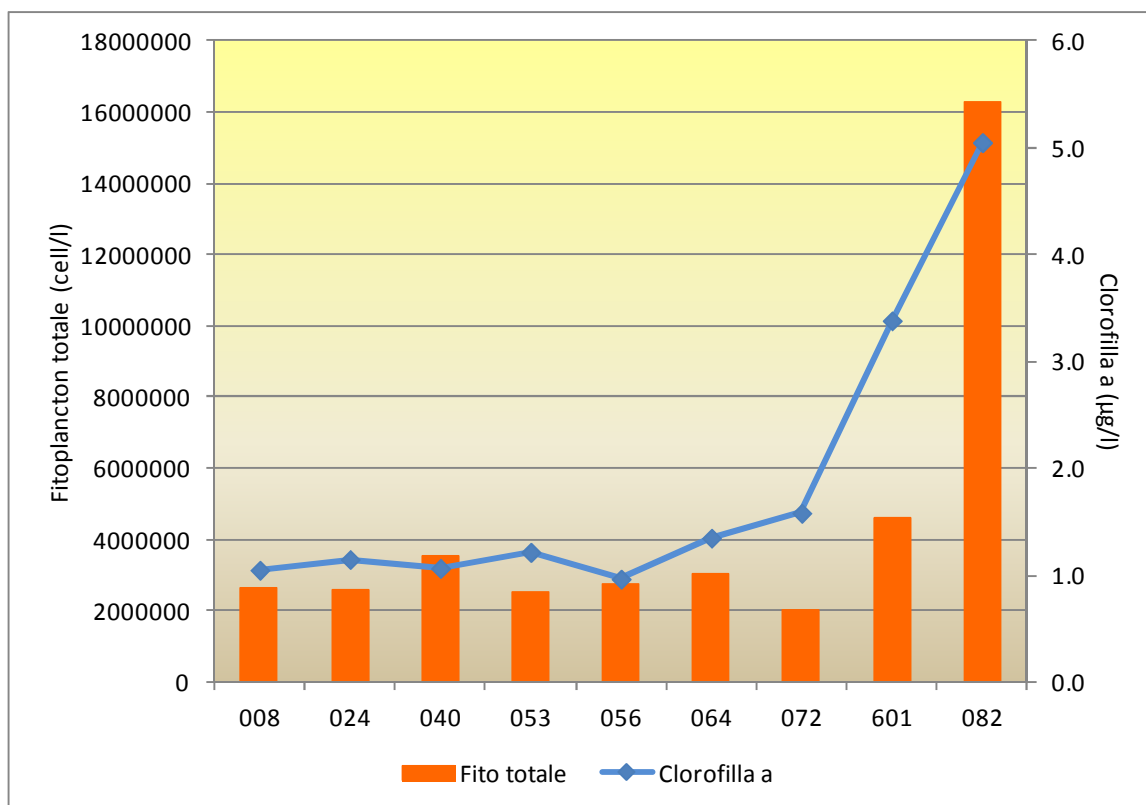
MACROTIPO	VALORI DI RIFERIMENTO			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
3	0.5	4	30	0.81	0.61

**Tabella 10: Limiti di classe e valori di riferimento per l'M-AMBI (D.M. 260/2010).**

## 6 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, 22). 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. 36, nel grafico è utilizzata la clorofilla *a* determinata analiticamente), sono più elevate soprattutto nel tratto di costa che si trova sotto l'influenza del delta del Po (Pila, transetto 601, e Tolle, 082); 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.

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 5.1, emerge dunque un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (024 e 040 a nord, 064, 072, 601 e 082 a sud).



**Figura 36: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/L) e della concentrazione media di Clorofilla a (µg/L, determinata analiticamente) lungo la costa, nell'anno 2011.**

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 tra loro 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, eccetto l'azoto ammoniacale, sia nelle stazioni prossime alla costa che in quelle più lontane, comportamento probabilmente conseguente all'afflusso intenso di acque fluviali che ha condizionato anche al largo i parametri chimico-fisici delle acque; la salinità è risultata inversamente correlata, nelle stazioni a 500 m, anche alle diverse componenti fitoplanctoniche e alla clorofilla.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune; tra i nutrienti l'azoto nitrico, nitroso e totale risultano correlati con clorofilla, Diatomee e fitoplancton totale.

A conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX risulta fortemente correlato con quasi tutte le variabili 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 (unità)	Clorofilla CTD (µg/l)	Trasparenza (m)	Azoto ammoniacale (µg/l)	Azoto nitroso (µg/l)	Azoto nitrico (µg/l)	Azoto totale (µg/l)	Fosforo da ortofosfati (µg/l)	Fosforo totale (µg/l)	Silicio da ortosilicati (µg/l)	Diatomee (cell/l)	Dinoflagellate (cell/l)	Altro fitoplancton (cell/l)	Fitoplancton totale (cell/l)	Clorofilla a da analisi (mg/m <sup>3</sup> )	TRIX
Temperatura (°C)	-0.12	<b>0.29</b>	-0.26	-0.04	0.21	0.14	<b>-0.35</b>	-0.09	-0.03	0.03	-0.10	-0.23	0.00	<b>0.37</b>	<b>0.56</b>	0.21	-0.03	0.14
Salinità (PSU)		-0.26	-0.02	<b>-0.30</b>	<b>0.37</b>	-0.15	<b>-0.63</b>	<b>-0.80</b>	<b>-0.75</b>	<b>-0.41</b>	<b>-0.38</b>	<b>-0.71</b>	<b>-0.32</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.33</b>	<b>-0.39</b>	<b>-0.58</b>	<b>-0.43</b>
Ossigeno disciolto (%)			0.16	<b>0.71</b>	0.02	0.14	0.26	0.25	<b>0.47</b>	0.06	-0.10	0.10	<b>0.74</b>	0.20	<b>0.35</b>	<b>0.80</b>	<b>0.60</b>	<b>0.34</b>
pH (unità)				<b>0.40</b>	-0.17	0.26	0.26	0.19	0.26	0.16	0.03	<b>0.27</b>	<b>0.34</b>	0.01	-0.11	<b>0.27</b>	<b>0.35</b>	0.12
Clorofilla CTD (µg/l)					-0.15	-0.02	<b>0.51</b>	<b>0.28</b>	<b>0.47</b>	0.15	0.22	<b>0.29</b>	<b>0.97</b>	0.13	0.05	<b>0.90</b>	<b>0.82</b>	<b>0.58</b>
Trasparenza (m)						-0.08	<b>-0.36</b>	<b>-0.32</b>	<b>-0.28</b>	-0.13	-0.23	<b>-0.42</b>	-0.17	-0.16	-0.06	-0.17	<b>-0.37</b>	<b>-0.20</b>
Azoto ammoniacale (µg/l)							0.08	0.18	<b>0.35</b>	0.05	0.10	0.24	0.01	0.12	0.25	0.08	0.06	0.19
Azoto nitroso (µg/l)								<b>0.72</b>	<b>0.67</b>	<b>0.39</b>	<b>0.40</b>	<b>0.68</b>	<b>0.54</b>	0.12	0.09	<b>0.49</b>	<b>0.73</b>	<b>0.43</b>
Azoto nitrico (µg/l)									<b>0.87</b>	<b>0.59</b>	<b>0.31</b>	<b>0.77</b>	<b>0.32</b>	0.13	0.19	<b>0.35</b>	<b>0.53</b>	<b>0.40</b>
Azoto totale (µg/l)										<b>0.47</b>	<b>0.33</b>	<b>0.67</b>	<b>0.51</b>	0.06	0.15	<b>0.51</b>	<b>0.63</b>	<b>0.46</b>
Fosforo da ortofosfati (µg/l)											<b>0.63</b>	<b>0.59</b>	0.12	-0.07	0.00	0.09	0.20	<b>0.54</b>
Fosforo totale (µg/l)												<b>0.57</b>	0.19	0.00	-0.08	0.13	0.24	<b>0.67</b>
Silicio da ortosilicati (µg/l)													0.25	0.01	0.15	0.25	<b>0.41</b>	<b>0.50</b>
Diatomee (cell/l)														0.15	0.07	<b>0.94</b>	<b>0.85</b>	<b>0.54</b>
Dinoflagellate (cell/l)															<b>0.68</b>	<b>0.40</b>	<b>0.38</b>	<b>0.17</b>
Altro fitoplancton (cell/l)																<b>0.41</b>	0.22	0.16
Fitoplancton totale (cell/l)																	<b>0.85</b>	<b>0.55</b>
Clorofilla a da analisi (mg/m <sup>3</sup> )																		<b>0.51</b>

**Tabella 11: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa. Corr. marcate significative al livello  $p < .050$ . N=56 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH (unità)	Clorofilla CTD (µg/l)	Trasparenza (m)	Azoto ammoniacale (µg/l)	Azoto nitroso (µg/l)	Azoto nitrico (µg/l)	Azoto totale (µg/l)	Fosforo da ortofosfati (µg/l)	Fosforo totale (µg/l)	TRIX
Temperatura (°C)	-0.14	<b>0.31</b>	-0.13	0.00	<b>0.34</b>	0.09	<b>-0.42</b>	-0.09	0.18	0.05	0.03	0.15
Salinità (PSU)		<b>-0.42</b>	-0.26	<b>-0.44</b>	<b>0.41</b>	-0.03	<b>-0.58</b>	<b>-0.89</b>	<b>-0.80</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.56</b>	<b>-0.68</b>
Ossigeno disciolto (%)			<b>0.43</b>	<b>0.69</b>	-0.12	-0.06	0.21	<b>0.30</b>	<b>0.55</b>	0.01	0.06	<b>0.39</b>
pH (unità)				<b>0.61</b>	<b>-0.34</b>	0.09	<b>0.32</b>	0.26	<b>0.32</b>	-0.03	0.00	<b>0.36</b>
Clorofilla CTD (µg/l)					<b>-0.27</b>	-0.08	<b>0.52</b>	<b>0.35</b>	<b>0.43</b>	0.06	0.21	<b>0.61</b>
Trasparenza (m)						<b>-0.28</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.36</b>	-0.02	<b>-0.37</b>	<b>-0.30</b>
Azoto ammoniacale (µg/l)							0.07	0.02	<b>0.28</b>	-0.02	0.16	0.19
Azoto nitroso (µg/l)								<b>0.69</b>	<b>0.40</b>	<b>0.39</b>	<b>0.45</b>	<b>0.50</b>
Azoto nitrico (µg/l)									<b>0.73</b>	<b>0.60</b>	<b>0.48</b>	<b>0.62</b>
Azoto totale (µg/l)										<b>0.31</b>	<b>0.37</b>	<b>0.64</b>
Fosforo da ortofosfati (µg/l)											<b>0.53</b>	<b>0.54</b>
Fosforo totale (µg/l)												<b>0.62</b>

**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=56 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH (unità)	Clorofilla CTD (µg/l)	Trasparenza (m)	Azoto ammoniacale (µg/l)	Azoto nitroso (µg/l)	Azoto nitrico (µg/l)	Azoto totale (µg/l)	Fosforo da ortofosfati (µg/l)	Fosforo totale (µg/l)	TRIX da ctd
Temperatura (°C)	0.02	<b>0.36</b>	-0.27	0.04	<b>0.56</b>	0.16	<b>-0.49</b>	-0.19	-0.06	0.18	0.05	0.07
Salinità (PSU)		<b>-0.65</b>	<b>-0.54</b>	<b>-0.55</b>	<b>0.35</b>	0.01	<b>-0.71</b>	<b>-0.90</b>	<b>-0.79</b>	-0.16	<b>-0.45</b>	<b>-0.63</b>
Ossigeno disciolto (%)			<b>0.34</b>	<b>0.43</b>	0.03	0.14	0.22	<b>0.47</b>	<b>0.69</b>	0.21	<b>0.33</b>	<b>0.49</b>
pH (unità)				<b>0.55</b>	<b>-0.52</b>	0.00	<b>0.49</b>	<b>0.55</b>	<b>0.59</b>	-0.02	0.25	<b>0.55</b>
Clorofilla CTD (µg/l)					<b>-0.32</b>	-0.11	0.13	<b>0.45</b>	<b>0.38</b>	0.12	0.21	<b>0.64</b>
Trasparenza (m)						-0.03	<b>-0.43</b>	<b>-0.41</b>	-0.25	0.05	0.03	-0.19
Azoto ammoniacale (µg/l)							-0.11	-0.07	0.20	-0.14	-0.13	-0.04
Azoto nitroso (µg/l)								<b>0.80</b>	<b>0.68</b>	-0.01	<b>0.32</b>	<b>0.35</b>
Azoto nitrico (µg/l)									<b>0.69</b>	0.12	<b>0.37</b>	<b>0.55</b>
Azoto totale (µg/l)										-0.01	<b>0.33</b>	<b>0.54</b>
Fosforo da ortofosfati (µg/l)											<b>0.67</b>	<b>0.38</b>
Fosforo totale (µg/l)												<b>0.64</b>

**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=55 (Eliminaz. casewise dati mancanti).**

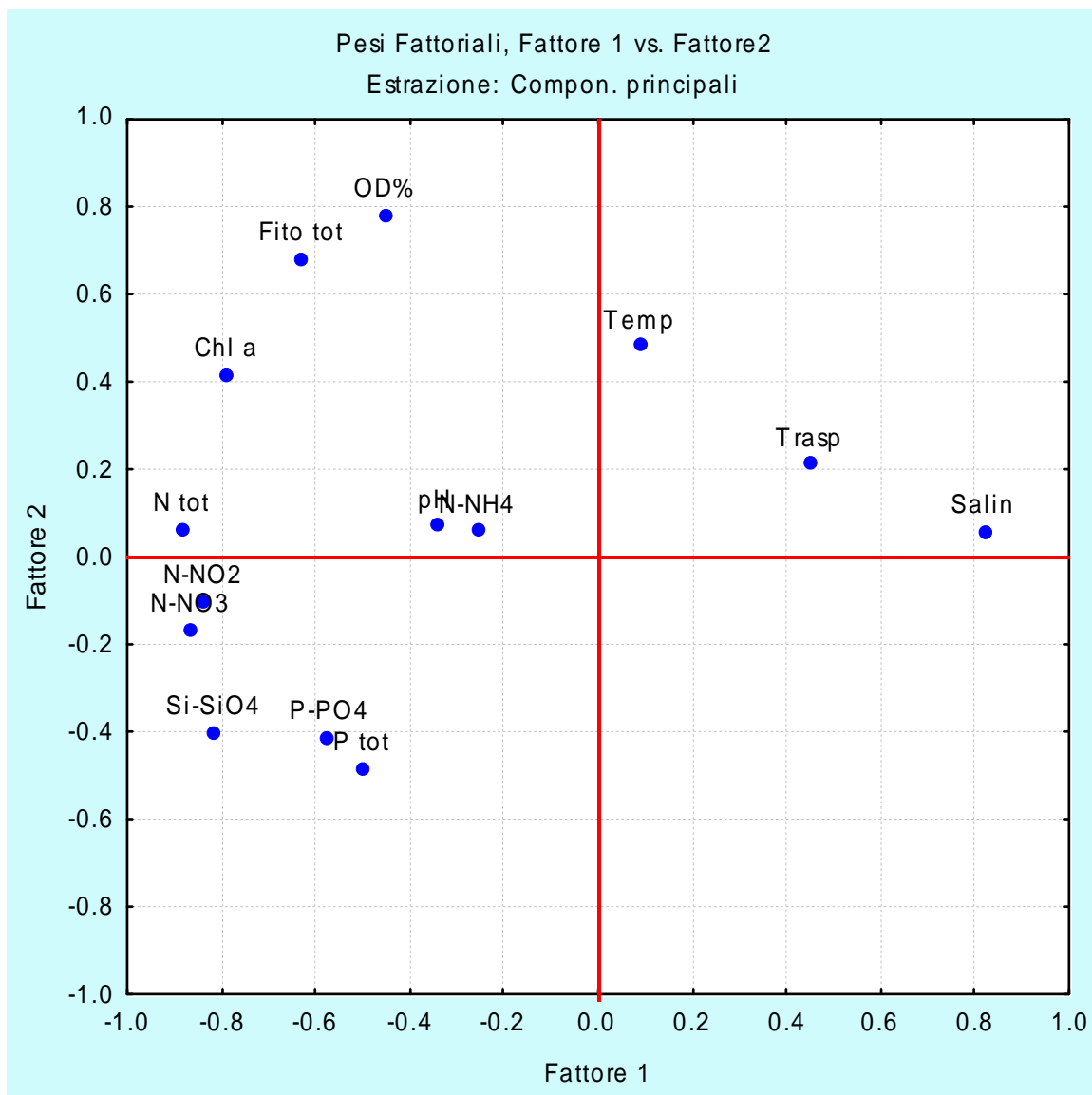
Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum *et al.*, 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili chimico-fisiche e biologiche, individua

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 2011 presso le stazioni a 500 m (Tab. 14 e Fig. 37), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale, considerando tutte le campagne effettuate, compresa quella di giugno che, come già ricordato in precedenza, ha coperto solo la parte settentrionale di costa.

	<b>FATTORE 1</b>	<b>FATTORE 2</b>
<b>VARIANZA (%)</b>	<b>41.387</b>	<b>15.361</b>
Trasparenza	0.450	0.216
Temperatura	0.089	0.486
Salinità	<b>0.819</b>	0.062
pH	-0.345	0.076
O.D. %	-0.451	<b>0.785</b>
N-NH <sub>4</sub>	-0.255	0.063
N-NO <sub>2</sub>	<b>-0.840</b>	-0.099
N-NO <sub>3</sub>	<b>-0.868</b>	-0.163
N TOT	<b>-0.888</b>	0.068
P-PO <sub>4</sub>	-0.576	-0.409
P TOT	-0.503	-0.480
Si-SiO <sub>4</sub>	<b>-0.819</b>	-0.398
Clorofilla <i>a</i>	<b>-0.790</b>	0.419
Fitoplancton totale	-0.632	0.683

**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 56.7% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 41.39% di tale varianza (Tab. 14).



**Figura 37: Ordinamento dei parametri fisico - chimici e biologici analizzati nel 2011 (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. 37). 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 (ossigeno disciolto, Clorofilla). Come già evidenziato negli anni scorsi, 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 fitoplancton totale, ossigeno disciolto; risulta invece ridotto il contributo di N-NH<sub>4</sub>, pH e temperatura rispetto a quanto solitamente osservato nei precedenti anni.

## **7 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2011**

### **7.1 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 lungo la colonna d'acqua nelle stazioni più lontane dalla linea di costa ed elevata torbidità alle stazioni antistanti la foci del Po di Pila e di Tolle.

### **7.2 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE**

Nelle campagne di monitoraggio condotte durante i mesi di agosto e settembre sono state avvistati, soprattutto nelle aree di Jesolo, Cavallino e Chioggia e Venezia, sciame di meduse non urticanti appartenenti alla specie *Rhizostoma pulmo*.

### **7.3 FIORITURE ALGALI**

Nell'ambito del monitoraggio istituzionale di ARPAV delle acque marino costiere del Veneto, durante le campagne di misura e prelievo effettuate non sono state rilevate fioriture algali di particolare importanza in nessuna area indagata, se non quella osservata presso la stazione 10820 di Po di Tolle con abbondanze pari a circa 40 milioni di cell/l nel mese di marzo (par. 5.1.14).

### **7.4 FENOMENI IPOSSICI**

Le indagini ispettive eseguite nel corso dell'anno 2011 non hanno evidenziato la presenza di condizioni di ipossia e/o anossia.

### **7.5 AVVISTAMENTO CETACEI**

Durante le campagne di campionamento e misura effettuate, come già per l'anno 2010, non sono stati avvistati esemplari di cetacei.

## **8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2011 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 compatibilmente con le condizioni meteo climatiche (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 082)

- gli apporti fluviali, particolarmente cospicui a marzo, hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona costiera antistante il delta del Po e in particolare nell'area del transetto 082 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 in superficie si sono mantenuti al di sopra del 90% di saturazione nei mesi estivi dell'anno, con valori massimi di concentrazione nella campagna di luglio. Al fondo l'andamento segue tendenzialmente quello di superficie, mentre si fa importante il divario nel mese di settembre (fino a circa il 25% di saturazione di differenza rispetto alla superficie, osservando i valori medi), molto probabilmente tale riduzione dell'ossigenazione al fondo è da imputarsi alla forte stratificazione tipica del periodo

- 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 localizzati nel tratto meridionale di costa (064, 072, 601 e 082) 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 un massimo assoluto pari a circa 40 milioni di cell/l presso la stazione 10820 alla foce del Po di Tolle

- 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 raggiunto in una sola occasione alla stazione 10240 di Jesolo a giugno (1640 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.

- inoltre, sono state di scarsa entità nel periodo estivo le situazioni di anomalia dell'ecosistema indagato rilevate nel corso delle campagne in mare, con assenza di fioriture algali e rara presenza di mucillagini in forma di fiocchi lungo la colonna d'acqua senza peraltro conseguenze sugli ecosistemi delle aree interessate.

In linea generale, nelle acque della fascia costiera i cicli stagionali delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto, sia per la presenza di cospicui apporti di acque interne ricche di macronutrienti che per la variabilità meteorologica, fattori 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.

Le osservazioni emerse dall'analisi condotta sui dati raccolti nel corso delle campagne 2011 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.

Si riconferma nel 2012 l'evidenza dell'estrema variabilità e complessità del sistema costiero indagato, aspetti 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.

## 9 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 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, 3 Aprile 2006 n. 152. *Norme in materia ambientale.* G.U. 14/4/2006, n. 88. Suppl. Ordin. n. 96

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 16 giugno 2008, n. 131. *Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.* GU n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 14 aprile 2009, n. 56. *Regolamento recante «Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo».* Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 124 del 30 maggio 2009 - Serie generale

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 17 luglio 2009. *Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque.* G.U. serie generale n. 203 del 02/09/2009

Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 novembre 2010, n. 260. *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.* Supplemento Ordinario n. 31/L alla Gazzetta Ufficiale 7 febbraio 2011 n. 30

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 31 dicembre 1982 n. 979. *Disposizioni per la difesa del mare*. Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 16 del 18/01/1993

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, 2010. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2009. Analisi dei dati osservati nell’anno 2009*. A cura di Vazzoler M., A.R. Zogno, Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., D’Amico M.L., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., S. Rossi, Rizzardi S.

Regione del Veneto - ARPAV, 2010. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2009. Analisi dei dati osservati nell’anno 2009*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., D’Amico M.L., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., S. Rossi, Rizzardi S.

Regione del Veneto - ARPAV, 2012. *Monitoraggio integrato dell’ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2010. Analisi dei dati osservati nell’anno 2010*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., D’Amico M.L., Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Fassina D., Girolimetto A., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., Menini E., Rizzardi S., Venier C., Zanon V.

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

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.