

**“MONITORAGGIO INTEGRATO DELL’AMBIENTE MARINO-COSTIERO
NELLA REGIONE VENETO”
GENNAIO - DICEMBRE 2012**

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2012



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

Padova, novembre 2013

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

Daniel Fassina

Valentina Marchesini

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

Foto di copertina archivio ARPAV (Tegnù di Caorle)

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	LE ATTIVITA' ISTITUZIONALI	5
1.2	LE ATTIVITA' SU PROGETTO	5
2	TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO	6
3	LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO	10
3.1	LA RETE DI STAZIONI	10
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	12
3.2.1	CAMPIONAMENTO	12
3.2.2	ANALISI	13
3.3	GESTIONE DEI DATI	13
4	PARAMETRI INDAGATI	14
4.1	DESCRIZIONE	14
4.2	METODI	15
5	ANALISI DEI RISULTATI	16
5.1	MATRICE ACQUA	16
5.1.1	TRASPARENZA	17
5.1.2	TEMPERATURA	18
5.1.3	SALINITA'	19
5.1.4	CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA	23
5.1.5	OSSIGENO DISCIOLTO	24
5.1.6	AZOTO AMMONIACALE	26
5.1.7	AZOTO NITRICO	27
5.1.8	AZOTO NITROSO	28
5.1.9	AZOTO TOTALE	29
5.1.10	FOSFORO DA ORTOFOSFATI	30
5.1.11	FOSFORO TOTALE	31
5.1.12	SILICIO DA ORTOSILICATI	32
5.1.13	CLOROFILLA <i>a</i>	33
5.1.14	INDICE TROFICO TRIX	35
5.1.15	FITOPLANCTON	38
5.1.16	RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE	43
5.1.17	RICERCA DI SOSTANZE PRIORITARIE E PERICOLOSE PRIORITARIE E ALTRI INQUINANTI SPECIFICI IN ACQUA (TABB. 1A E 1B DEL D.M. 206/2010)	44
5.2	MATRICE BIOTA	44
5.2.1	ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI	44
5.2.2	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI MARINI	44
5.3	MATRICE SEDIMENTO	45
5.4	MATRICE BENTHOS	46
5.4.1	LE INDAGINI	47
5.4.2	I RISULTATI	49
6	DISCUSSIONE	49
7	RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2012	53
7.1	RINVENIMENTO DI AGGREGATI MUCILLAGINOSI	53
7.2	SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE	53
7.3	FIORITURE ALGALI	53
7.4	FENOMENI IPOSSICI	53
8	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	53
9	BIBLIOGRAFIA	56

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 un 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.) è stato realizzato, negli anni scorsi, 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 prevedeva indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota e benthos), seguiva 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 sono state effettuate unitamente alle attività legate al monitoraggio istituzionale ai sensi della normativa vigente.

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) - CONCLUSO
- 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 essendo disponibili informazioni legate alla classificazione, 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 effettuato nel triennio 2010-2012, 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.

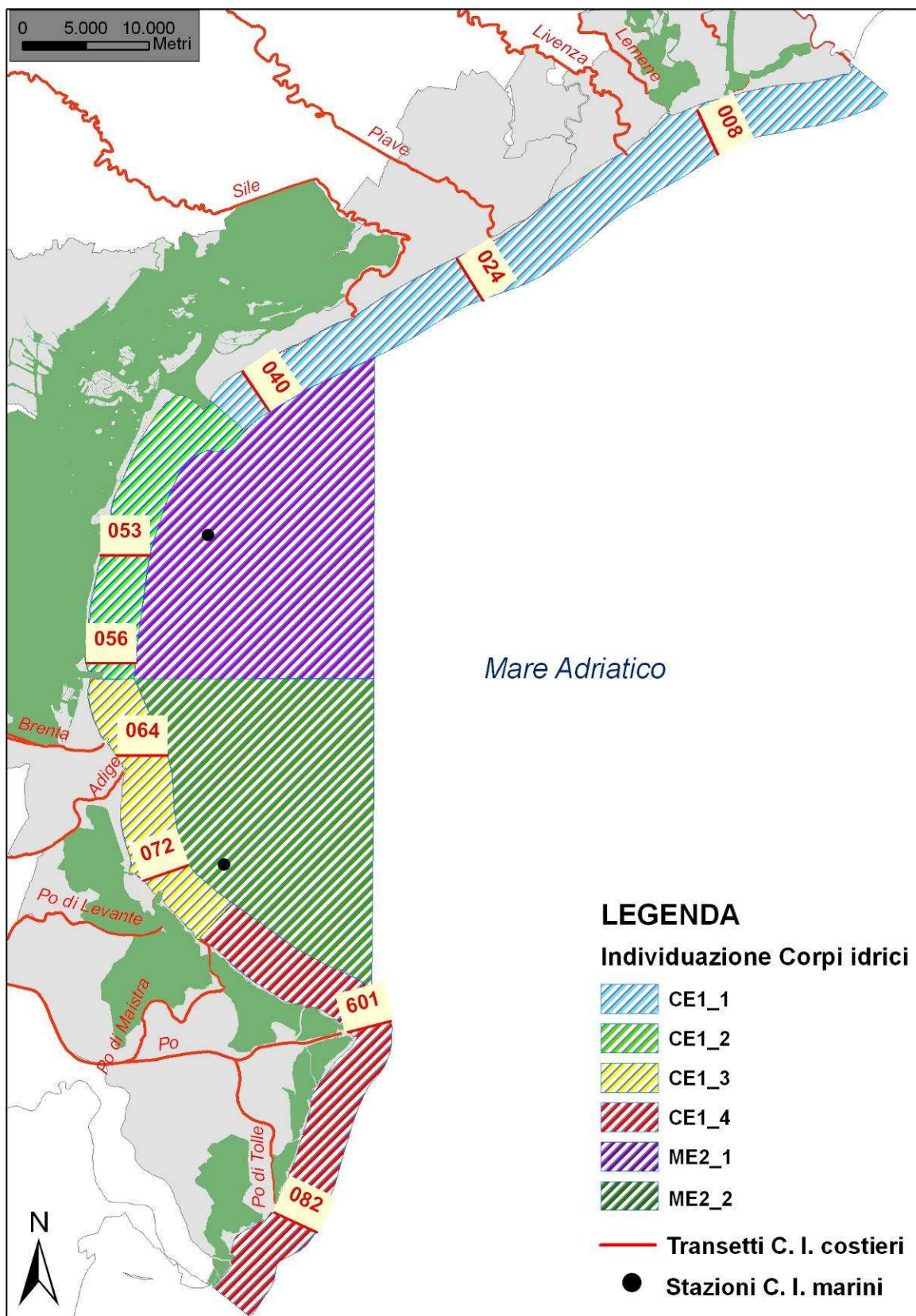


Figura 1: Individuazione dei corpi idrici delle acque marino costiere (ARPAV, 2009) e localizzazione dei transetti nel 2012.

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

Nell'anno 2012 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. ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
5. attuazione di iniziative di ricerca scientifica e sviluppo, ai sensi 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).

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO			
anno 2012			
Campagna	Date di campionamento	Transetti campionati	Matrice
Campagna 03	5, 7, 8, 12 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 04	5, 6, 10, 12 aprile	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Benthos
Campagna 06	11, 14, 15 giugno	008-024-040-053-056-064-601-082	Acqua, Biota, Sedimento
Campagna 07	17, 19, 25, 26 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota, Sedimento, Microalghe bentoniche
Campagna 08	6, 8, 20, 21 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota, Microalghe bentoniche
Campagna 09	11, 12, 17 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua, Biota, Microalghe bentoniche
Campagna 12	26 novembre, 4, 5 dicembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2012 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 Tabb. 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;
- 1 stazione per il campionamento di mitili da banchi naturali (solo in alcune aree) (D.Lgs. 152/2006 all. 2, sez. C);
- 1 stazione per la matrice sedimento per le indagini ai fini della determinazione dello stato chimico e dello stato ecologico (D.M. 260/2010 Tabb. 2/A e 3/B);
- 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).

Ad esse si aggiungono le due zone di controllo sui corpi idrici marini ciascuna composta da una stazione per il controllo su matrice acqua, rilevamenti meteo-marini, l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità del D.M. 260/2010 (Tabb. 1/A e 1/B), una stazione per la matrice sedimento (D.M. 260/2010 Tabb. 2/A e 3/B) e una per lo studio di biocenosi di fondo.

corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km ²)	transetti	codice transetto	num. stazioni				
					acqua	sedimento	mitili banchi naturali	benthos	microalghe
costieri									
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	
				082	3	1		2	
marini									
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°	Distanza dalla costa (valido solo per le stazioni di campionamento su matrice acqua)	1: 500 m dalla costa 2: 926 m dalla costa 3: 3704 m dalla costa 4: C.I. al largo
2°-3°-4°	Codice transetto	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
5°	Matrice campione	0: acqua 1: biota (mitili banchi naturali) 2: sedimento 3: benthos 5: microalghe

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 predispose il “Calendario integrato delle attività di campionamento” che tiene conto dei differenti piani di monitoraggio e/o studio e delle diverse finalità. La Pianificazione delle attività di campionamento e il relativo Calendario sono predisposti in collaborazione con i referenti delle attività di campionamento.

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, di rilievi video in colonna per verificare la presenza di forme di mucillagine. 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 e del Dipartimento Provinciale di Venezia 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 dal Dipartimento Regionale Laboratori e/o dai Dipartimenti Regionali con la sola eccezione del parametro sassitossina nei mitili (per conformità delle acque alla vita dei molluschi), la cui ricerca è affidata all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie. In dettaglio le analisi di tipo chimico e biologico 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 sugli EQB (fitoplancton, 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, dopo la validazione, 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 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 INDAGATI¹

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'O₂ atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

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

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

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

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

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 TRIX²: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il gradi 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 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 (zoobenthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte nell'ambito del monitoraggio riguardano lo studio delle comunità zoobentoniche 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,

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

altezza onde, colorazione) e rilevazioni fisiche e chimiche sull'acqua (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH) in colonna; inoltre sono stati prelevati campioni di diverse matrici 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 e del benthos.

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 2012, 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 per quanto riguarda il campionamento di nutrienti alle stazioni del transetto 072 di Rosolina e alla stazione 16010 di Porto Tolle - Pila a causa delle condizioni del mare, il recupero di tali campioni è avvenuto nella campagna effettuata tra novembre e dicembre, anch'essa fortemente condizionata dalle condizioni meteorologiche; nelle seguenti trattazioni i risultati sui nutrienti relativi a quest'ultima campagna saranno utilizzati solo nei grafici che rappresentano le distribuzioni per transetto e verranno comunque esposti nelle restanti elaborazioni. In questa sezione si mostreranno anche i dati derivanti dalle indagini sulle due stazioni dei corpi idrici esterni alla fascia strettamente costiera, analizzando quindi i dati di tutte le stazioni.

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 quantificazione del metodo 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	Curiosi
Temperatura (°C)	189	18.20	16.64	20.83	25.79	7.51	28.34	11.47	25.13	13.65	27.68	7.17	-0.110	-1.685
Salinità (PSU)	189	31.29	30.45	33.76	21.51	4.97	37.36	28.40	35.32	6.92	36.38	5.93	-1.847	3.777
Ossigeno disciolto (% saturazione)	189	99.82	99.13	98.80	99.00	71.52	151.75	93.05	105.25	12.20	118.37	12.24	1.275	3.987
Concentrazione idrogenionica (unità di pH)	189	8.18	8.17	8.20	8.20	7.38	8.67	8.11	8.25	0.14	8.34	0.15	-1.403	8.353
Clorofilla a da CTD (µg/l)	189	1.24	0.99	1.01	0.61	0.05	5.39	0.59	1.66	1.07	2.77	0.92	1.847	4.311
Trasparenza (m)	198	3.82	3.11	3.00	3.00	0.50	13.00	2.00	5.00	3.00	9.00	2.42	1.301	2.153
Azoto ammoniacale (N-NH ₄ µg/l)	172	16.61	10.36	10.19	<LOQ	<LOQ	209.30	<LOQ	20.84	16.96	49.40	22.56	4.956	34.643
Azoto nitroso (N-NO ₂ µg/l)	172	5.00	3.58	3.99	<LOQ	<LOQ	29.94	2.39	6.40	4.01	14.18	4.46	2.622	10.167
Azoto nitrico (N-NO ₃ µg/l)	172	100.43	22.75	14.25	<LOQ	<LOQ	1153.33	<LOQ	68.34	62.69	674.00	208.70	2.892	8.039
Azoto totale (N µg/l)	172	296.42	180.15	218.48	<LOQ	<LOQ	1746.78	107.85	349.55	241.70	1034.53	303.22	2.202	5.366
Fosforo da ortofosfati (P-PO ₄ µg/l)	172	11.11	5.22	4.79	<LOQ	<LOQ	98.00	2.82	14.00	11.19	39.65	14.03	2.403	8.503
Fosforo totale (P µg/l)	172	21.80	13.66	18.00	<LOQ	<LOQ	111.80	6.35	31.94	25.60	56.20	19.15	1.695	4.155
Silicio da ortosilicati (Si-SiO ₄ µg/l)	66	704.45	673.11	613.43	705.07	468.20	1539.20	552.99	732.72	179.73	1309.63	246.36	2.055	3.977
Diatomee (cell/l)	66	2024003	737347	717754	Multiplo	5960	8513246	281204	3537737	3256533	7680971	2461514	1.269	0.336
Dinoflagellate (cell/l)	66	22869	15875	2268	0	120193	4536	31749	27213	72570	25850	1.647	2.694	
Altro fitoplancton (cell/l)	66	463108	249360	374184	229046	480	2703194	172352	576016	403664	1372007	449407	2.442	8.957
Nanoflagellati (cell/l)	66	53018	0	0	0	428610	0	58962	58962	310686	101433	2.571	6.272	
Fitoplancton totale (cell/l)	66	2562996	1364737	1402622	907112	10520	8590351	768777	3952741	3183964	7966711	2456643	1.141	0.105
Clorofilla a da analisi (mg/m ³)	66	2.35	1.29	1.30	Multiplo	0.20	24.70	0.70	2.20	1.50	7.10	3.67	4.304	22.999
Indice trofico TRIX (unità)	163	4.16	4.03	4.19	Multiplo	1.29	6.68	3.49	4.78	1.30	5.74	1.00	-0.045	0.046

Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2012. **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 30080 ad agosto, e 3 minimi pari a 0.5 metri rilevati presso le stazioni del transetto 082 (Po di Tolle) nel mese di dicembre; il valore medio calcolato sull'intero dataset è risultato pari a 3.82 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). Questo in parte si riflette anche sulla distribuzione dei valori medi alle varie distanze: è infatti ben evidente un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa, legato sia alle batimetrie che al contributo degli apporti fluviali più intenso presso le stazioni a 500m.

Il contributo degli apporti fluviali è 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, queste, che si sono verificate nel mese di novembre in cui le piogge sono state abbondanti (nei giorni 10/11 e 27/29 novembre), provocando allagamenti in varie zone del Veneto, e i cui effetti sono visibili nella campagna di dicembre.

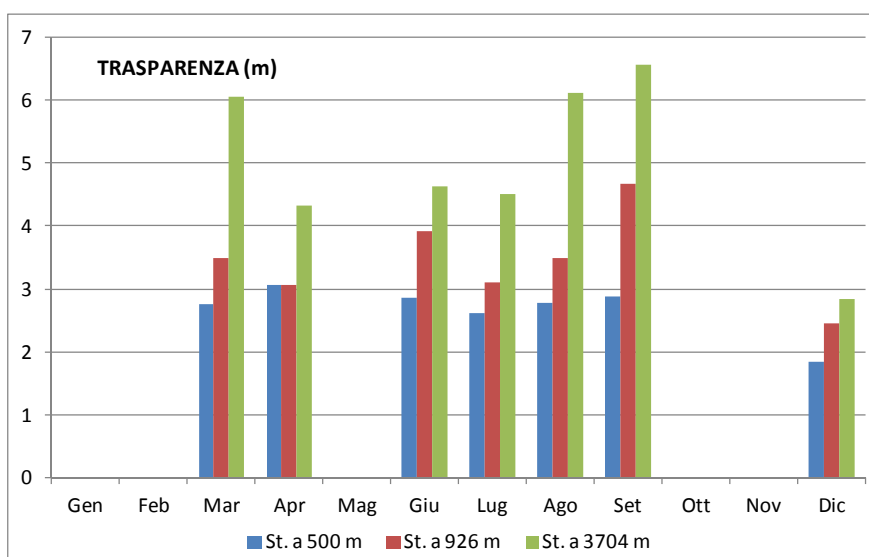


Figura 2: Valori medi di trasparenza (m) per campagna alle diverse distanze dalla costa.

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 diverse 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 i transetti 601 (Po di Pila) e 082 (Po di Tolle) risentono 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.

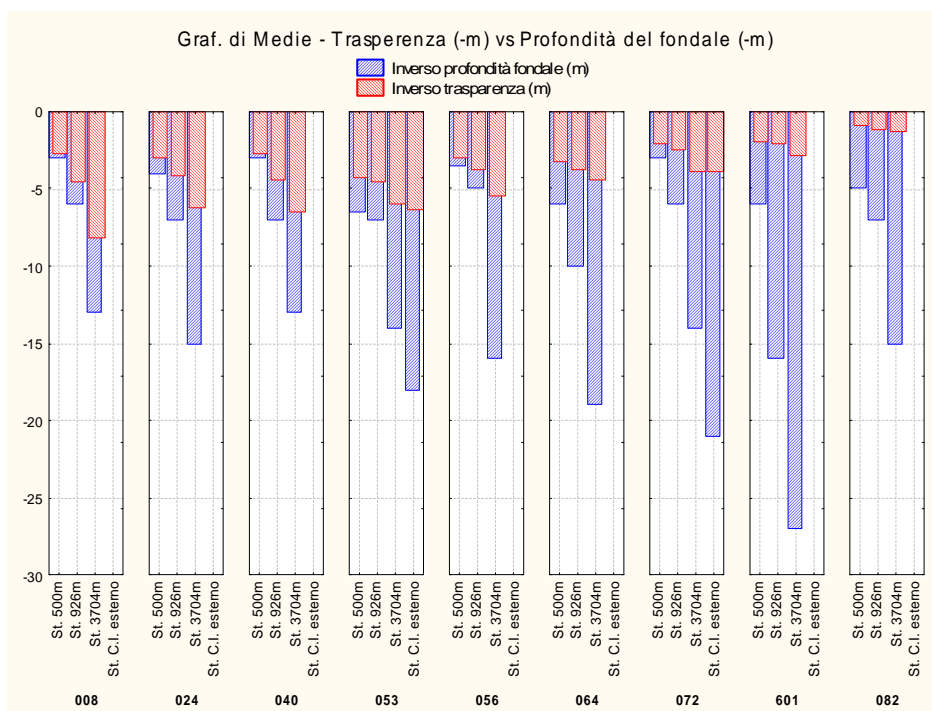


Figura 3: Valori medi di trasparenza (m) per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale.

5.1.2 TEMPERATURA

Come già ricordato nell'anno 2012 sono state effettuate 7 campagne, nei mesi di marzo, aprile, giugno, luglio, agosto, settembre e l'ultima, a causa delle condizioni meteo perturbate, tra novembre (area a nord della costa) e dicembre (centro e sud); 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 18.20°C, con valori compresi tra un minimo di 7.51 (a marzo alla stazione 40530, posizionata nel c.i. ME2_1 a circa 8300m dalla costa) e un massimo di 28.34°C (stazione 30820 nella campagna di agosto).

Al fondo, nelle sole stazioni a 3704 m, la temperatura media è stata pari a 16.8°C, con un minimo di 6.5°C alla stazione 30080 a marzo e un massimo di 26.3°C alla 36010 ad agosto.

In figura 4 si riporta la distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso le sole stazioni al largo (3704 m), registrate nelle campagne 2012; mancando i mesi generalmente interessati dal fenomeno di inversione termica, tale manifestazione si intuisce dal solo dato di dicembre, in cui le temperature al fondo sopravanzano quelle di superficie.

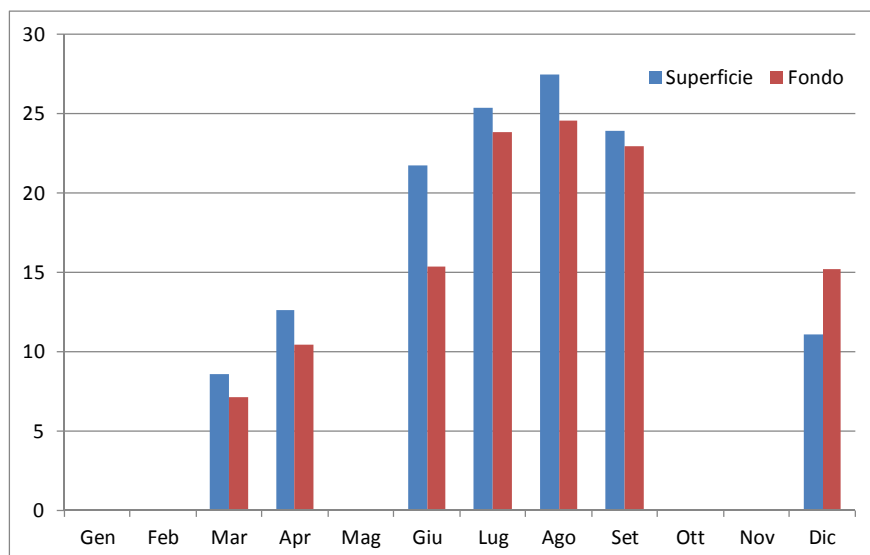


Figura 4: Valori medi di temperatura (°C) in superficie e al fondo rilevati alle stazioni a 3704 m dalla costa.

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 invernale (gennaio, febbraio) e autunnale (ottobre, novembre). Come si può osservare, i valori di temperatura medi si sono mantenuti entro un range abbastanza ristretto lungo tutta la costa; le stazioni corrispondenti ai transetti centrali (040, 053, 056 e 064) mostrano i valori medi più elevati a tutte le distanze dalla costa, contrariamente a quanto osservato nell'anno precedente.

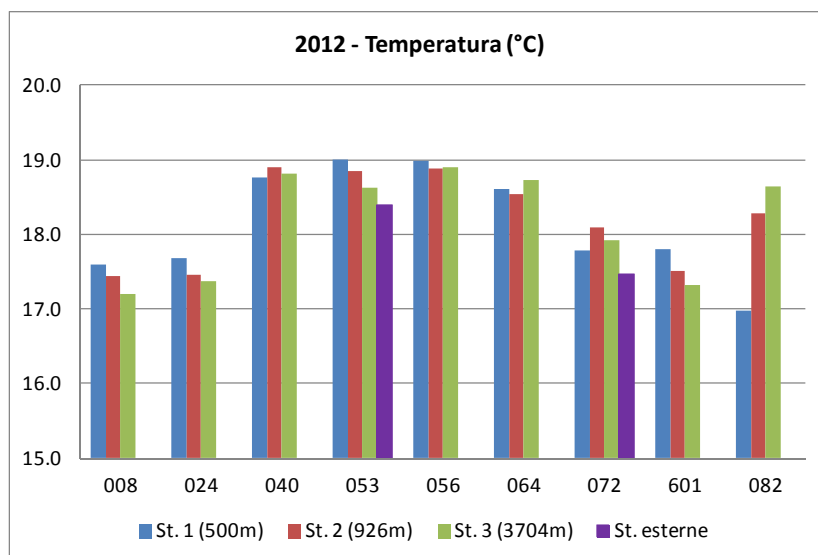


Figura 5: Valori medi di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa.

5.1.3 SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 4.97 PSU (stazione 20820 a giugno) ed il valore massimo di 37.36 PSU (stazione 40530 a marzo), mentre il valore medio nelle campagne eseguite risulta pari a 31.29 PSU; al fondo la media calcolata preso le sole stazioni al largo è risultata pari a 36.78 PSU variando da 29.15 (stazione 30240 a settembre) a 38.18 PSU (stazione 30640 a marzo).

In figura 6/A 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 quasi sempre sopra i 36 PSU; negli strati superficiali, nelle campagne realizzate i valori medi sono risultati compresi tra 30 e 34 PSU, solo in quella di dicembre le salinità medie si presentano decisamente inferiori, con circa 23 PSU.



Figura 6: A - Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704 m dalla costa; B - Salinità medie (PSU) in superficie alle tre distanze dalla costa.

In figura 6/B sono riportate invece le salinità medie calcolate per ciascuna campagne presso le stazioni poste alle diverse distanze dalla costa.

L'anno 2012 è risultato, dal punto di vista degli apporti meteorici sul territorio regionale, sostanzialmente in media con media del ventennio 1992-2011; in dettaglio tuttavia si è osservato che l'area montana ha presentato condizioni di surplus pluviometrico rispetto alla media, mentre la costa e la pianura centro orientale hanno presentato, invece, condizioni di deficit pluviometrico. I periodi da gennaio a marzo, da giugno ad agosto e dicembre sono risultati assai siccitosi, mentre i restanti mesi (particolarmente novembre, con due eventi alluvionali nei giorni 10-11 e 27-29) sono stati caratterizzati da precipitazioni sensibilmente superiori alla media (estratto dai "Commenti meteo climatici" pubblicati sul sito ARPAV a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Meteorologico di Teolo).

L'importante riduzione delle salinità in superficie a dicembre, più decisa nel tratto meridionale di costa, è quindi probabilmente da attribuire alle precipitazioni di novembre, con il manifestarsi di

deflussi medi superiori ai valori di lungo periodo per i principali corsi d'acqua determinando la presenza di acque fortemente diluite.

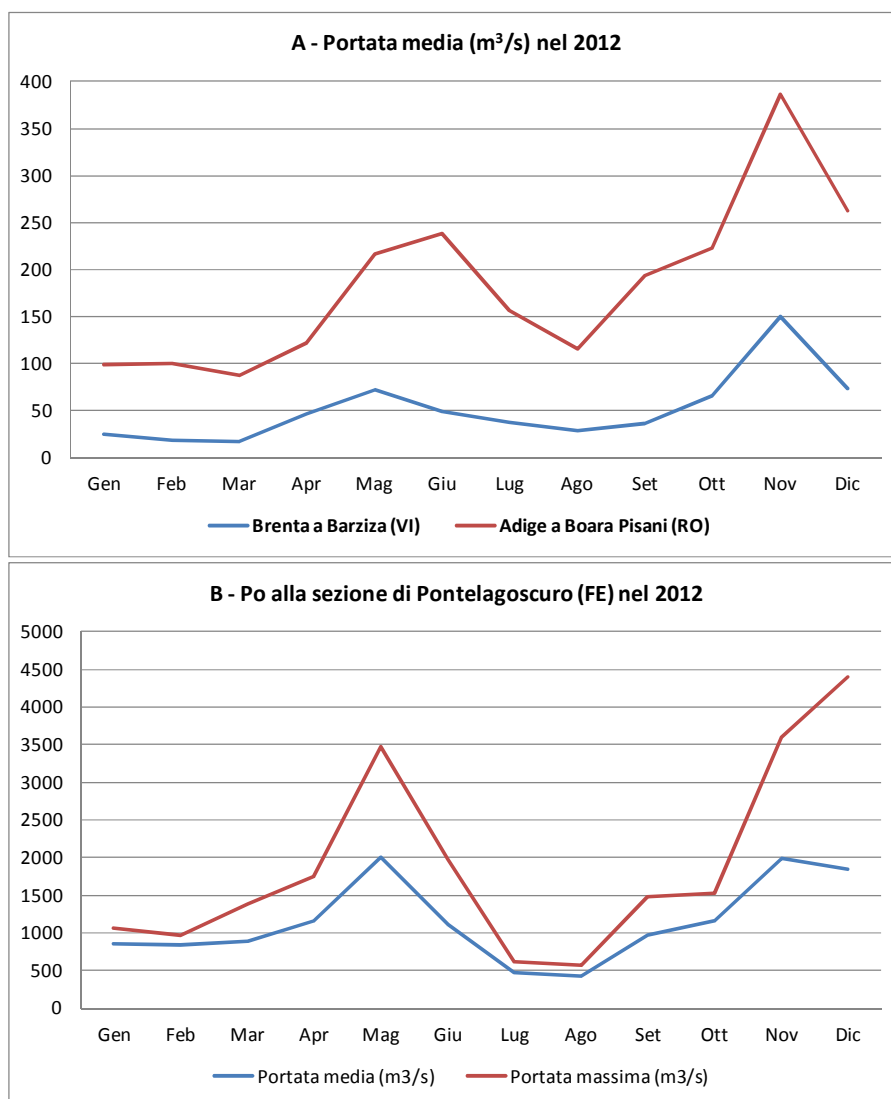


Figura 7: A - Portate medie mensili (m³/s) di Brenta e Adige, rilevate rispettivamente alle stazioni di Barziza e Boara Pisani nel 2012 (Fonte dei dati: Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Idrologico ARPAV); B - Portate medie e massime mensili (m³/s) del Po, rilevate alla stazione di Pontelagoscuro nel 2012 (Fonte dei dati: Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia ARPA ER).

Nella figura 7/A si riportano i valori medi mensili di portata (m³/s) dei fiumi Brenta (alla sezione di Barziza, a circa 105 km dalla foce) e Adige (alla sezione di Boara Pisani, a circa 51 km dalla foce) Po (sezione di Pontelagoscuro, a 91 km dalla foce) (estratti da “Rapporto sulla Risorsa Idrica in Veneto” pubblicati sul sito ARPAV a cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio con i contributi del Servizio Meteorologico di Teolo, del Servizio Neve e Valanghe di Arabba e del Servizio Idrologico di Belluno), mentre in figura 7/B sono osservabili le portate medie e massime mensili (m³/s) del Po, rilevate alla stazione di Pontelagoscuro (dati estratti da “Annali idrologici. 2012.” Pubblicati dal Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia di ARPA Emilia Romagna): in entrambi i casi dal confronto con la figura 6/B si evidenzia una buona corrispondenza tra l'afflusso di acque dolci all'interno del bacino nel 2012 e la riduzione dei valori di salinità misurati in superficie nei mesi di giugno e, soprattutto, nel mese di dicembre.

In figura 8 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascun transetto e alle diverse stazioni che lo compongono (il grafico mostra i transetti da nord a sud lungo la costa) in forma di Box &

Whisker Plots³. Dalle distribuzioni delle mediane si osserva come l'area antistante la laguna di Venezia (transetti 053 e 056) presenti valori di salinità elevati (superiori a 35 PSU) già nelle stazioni prossime alla costa; 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 transetti posizionati nel tratto di costa a nord della laguna di Venezia presentano una situazione intermedia, il transetto 008 di Caorle (soggetto all'influenza degli apporti del Tagliamento) presenta un range di valori decisamente più ristretto rispetto alla situazione dei transetti 024 (Jesolo) e 040 (Cavallino Treporti).

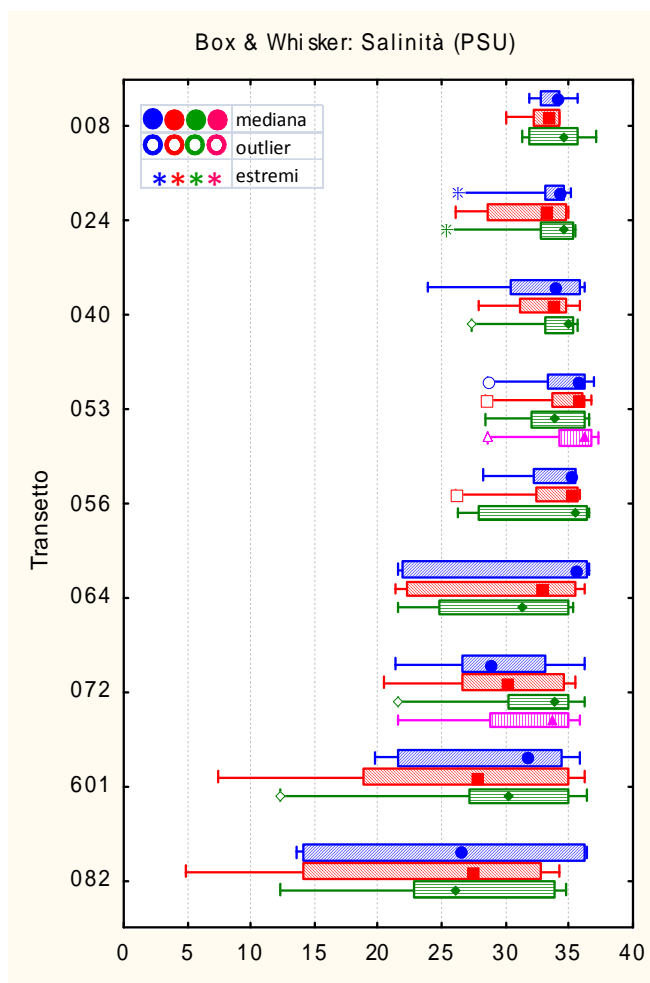


Figura 8: Distribuzione dei valori di salinità (PSU) per transetto (da nord a sud) e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

³ Box & Whisker Plot: la costruzione di un grafico Box & Whisker Plot fa uso dei quartili di un insieme di dati ed utilizza la rappresentazione dei dati in senso verticale. L'area della scatola rappresenta il 50% della distribuzione dei dati complessivi dove l'estremità inferiore corrisponde al primo quartile (25%) e l'estremità superiore al terzo (75%); il valore massimo e il minimo vengono rappresentati rispettivamente dall'ampiezza del baffo superiore ed inferiore della scatola, mentre dalla posizione della mediana (rappresentata graficamente dal quadratino interno alla scatola) si può capire se la distribuzione dei dati è simmetrica intorno al valore medio. Nei box plot utilizzati nel presente rapporto si è scelto di visualizzare i valori outlier e quelli estremi; gli outlier sono calcolati come: valore 75° percentile + c.o.*(75° percentile - 25° percentile), mentre gli estremi come: valore 75° percentile + 2 c.o.*(75° percentile - 25° percentile) dove c.o. è un coefficiente di outlier (1.5 per impostazione predefinita).

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 8.18 unità di pH, un massimo di 8.62 (stazione 30820 a marzo) ed un minimo di 7.38 (stazione 10640 a giugno). Al fondo, presso le stazioni al largo, la media è stata pari a 8.12 unità di pH variando da un minimo di 7.47 (stazione 30640 a giugno) ad un massimo di 8.56 (stazione 30560 a luglio).

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 alcune campagne i valori medi di fondo risultano superiori a quelli di superficie, nei mesi di agosto e settembre invece si presentano decisamente inferiori rispetto alla superficie.

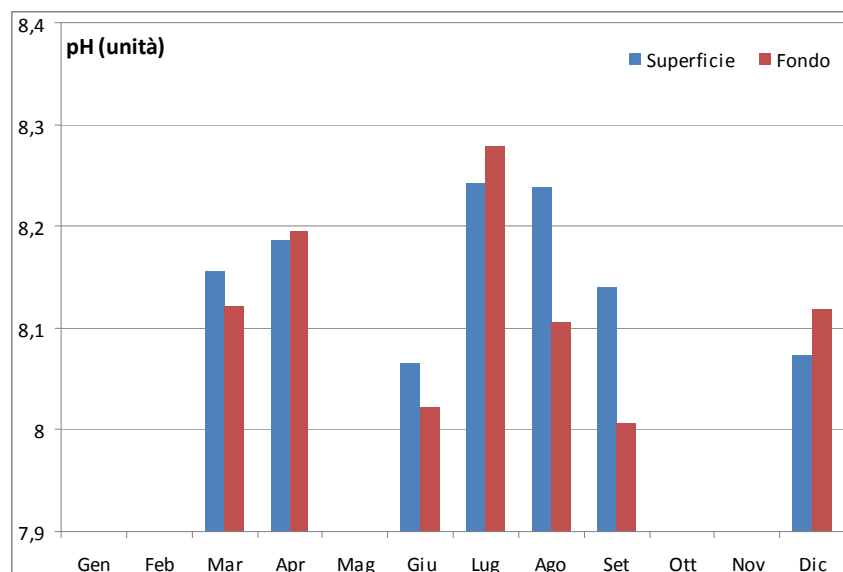


Figura 9: Valori medi di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni a 3704 m dalla costa.

In figura 10 si riporta la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: si può osservare come la dispersione dei valori di concentrazione idrogenionica attorno alla mediana sia maggiore nei transetti localizzati nella zona meridionale di costa (dal transetto 064 allo 082).

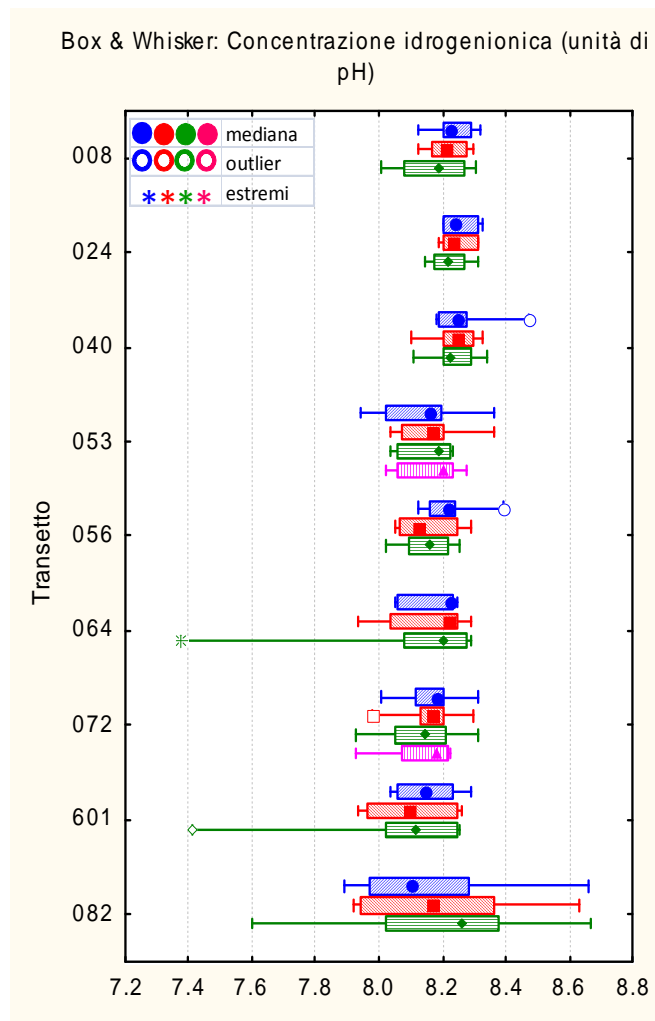


Figura 10: Distribuzione dei valori di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.5 OSSIGENO DISCIOLTO

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 99.82% con un minimo di 71.52% alla stazione 36010 a settembre ed un massimo di 151.75% alla stazione 30820 a marzo. Al fondo, considerando solo le stazioni al largo (3704 m dalla costa), i valori sono variati tra un minimo di 66.24% (stazione 36010 a settembre) e un massimo pari a 117.37% (stazione 30820 a luglio), con una media annuale pari a 99.60%.

La figura 11 rappresenta i valori di ossigenazione medi in superficie ed al fondo, calcolati presso le stazioni più al largo (3704m dalla costa). I valori di superficie si sono mantenuti sopra il livello di saturazione nei mesi di marzo, luglio e agosto; nel mese di settembre le concentrazioni in superficie e al fondo praticamente si equivalgono, probabilmente per un rimescolamento della colonna d'acqua legato a qualche perturbazione, attestandosi comunque di poco sotto il 90% di saturazione.

In figura 12 si riporta la distribuzione dei valori di ossigeno disciolto per transetto alle varie di distanze dalla costa in forma di Box & Whisker Plots; dalla figura si osserva come i valori di mediana si assestino, nella maggior parte dei transetti in prossimità del livello di saturazione e come vi sia invece un discreto scostamento nei transetti direttamente influenzati da apporti fluviali, unitamente ad una maggiore dispersione delle misure attorno alla corrispondente mediana (transetti 040 a nord e 082 a sud).

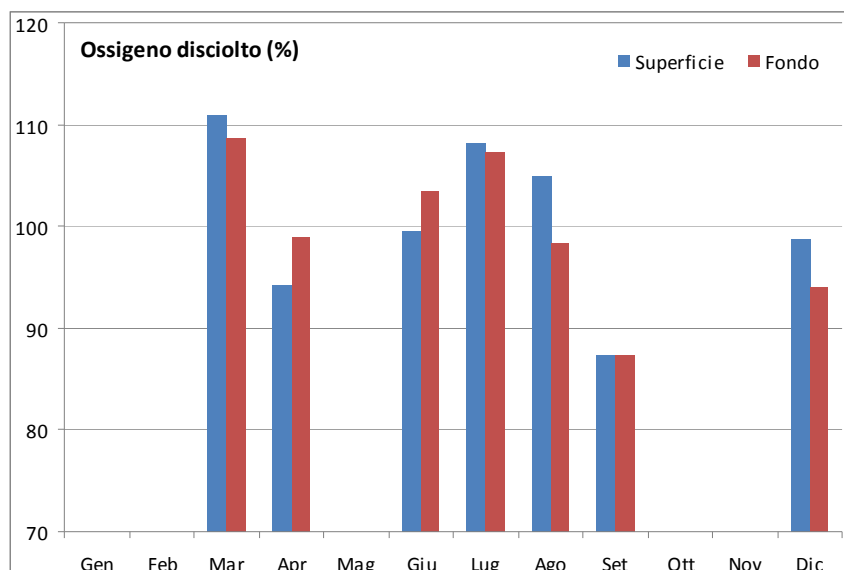


Figura 11: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m.

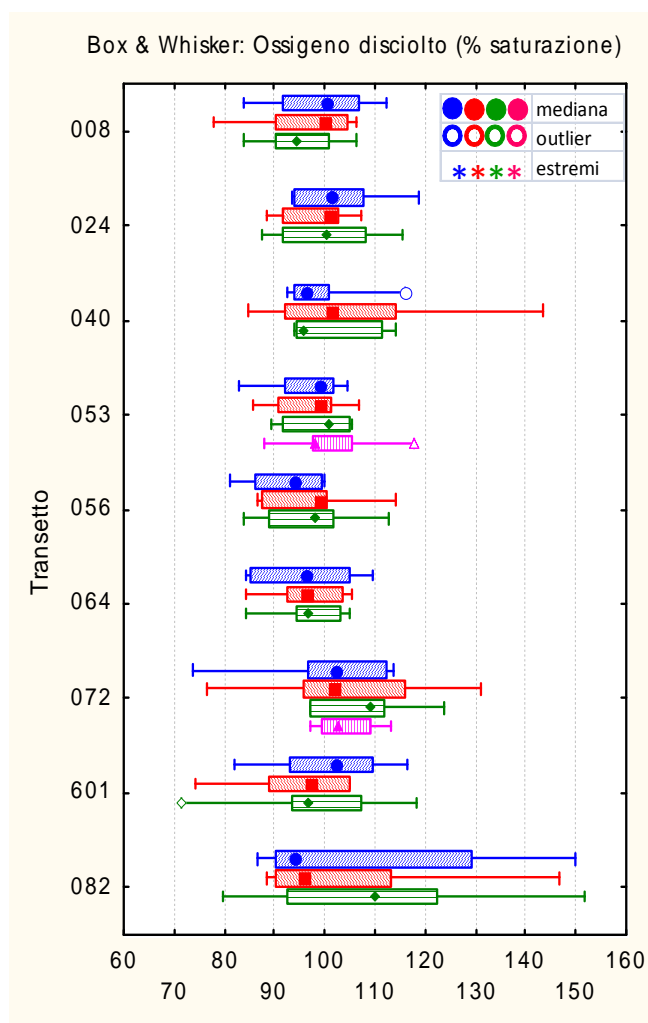


Figura 12: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.6 AZOTO AMMONIACALE

In superficie il valore massimo pari a 209.30 µg/l è stato registrato alla stazione 10640 nel mese di giugno; la concentrazione media di azoto ammoniacale nelle campagne effettuate è stata pari a 16.61 µg/l con un numero di campioni con valore inferiore al limite di quantificazione (7.75 µg/l) pari al 37.2% dei campioni totali (64 casi su 172 campioni).

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.

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, maggiormente influenzata da apporti fluviali. Particolarmente elevate risultano le concentrazioni al transetto 064 (sottoposto all'influenza degli apporti di Bacchiglione-Brenta ed Adige), ovviamente soprattutto la stazione più vicina alla costa (500m), che ha registrato la massima concentrazione a giugno.

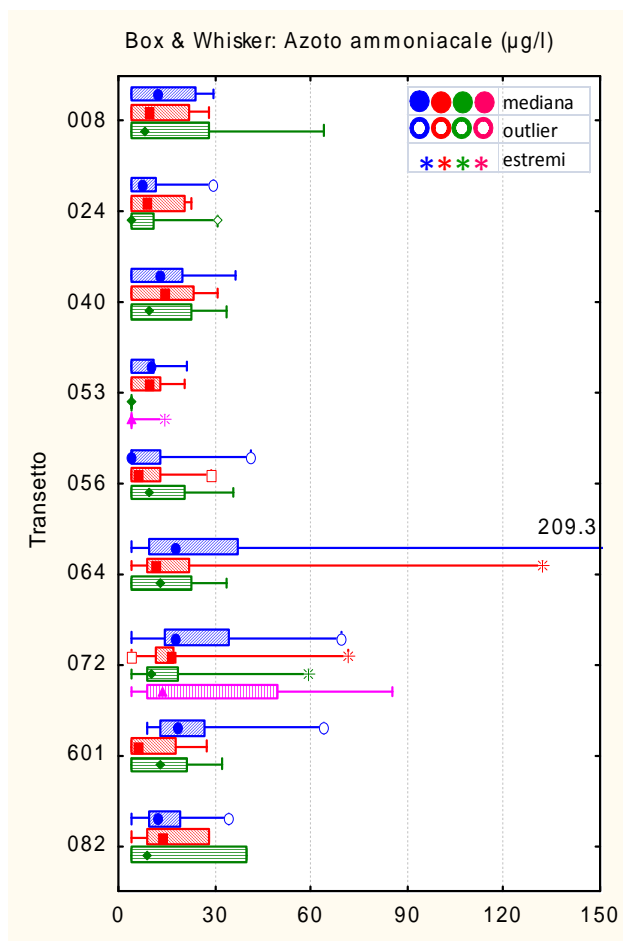


Figura 13: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.7 AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media di azoto nitrico è di 100.43 µg/l, con valori minimi inferiore al limite di quantificazione (11.30 µg/l) nel 48.3% dei casi (83 su 172 campioni), quasi il doppio rispetto all'anno precedente (circa il 25%); il valore massimo pari a 1153.33 µg/l è stato misurato alla stazione 20820 (a 926m dalla foce del Po di Tolle) nel mese di giugno.

In figura 14 è riportata la distribuzione dei valori rilevati in superficie in tutte le stazioni, dal box plot risulta evidente come i valori di concentrazione più bassi siano stati rilevati nell'area antistante la laguna di Venezia, mentre si assiste ad un forte 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 1000 µg/l, lasciando fuori l'unico valore eccedente questo limite (concentrazione massima pari a 1153.33µg/l alla stazione 20820). 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). Nei transetti con le concentrazioni maggiori si può osservare un chiaro gradiente negativo con l'allontanamento dalla costa.

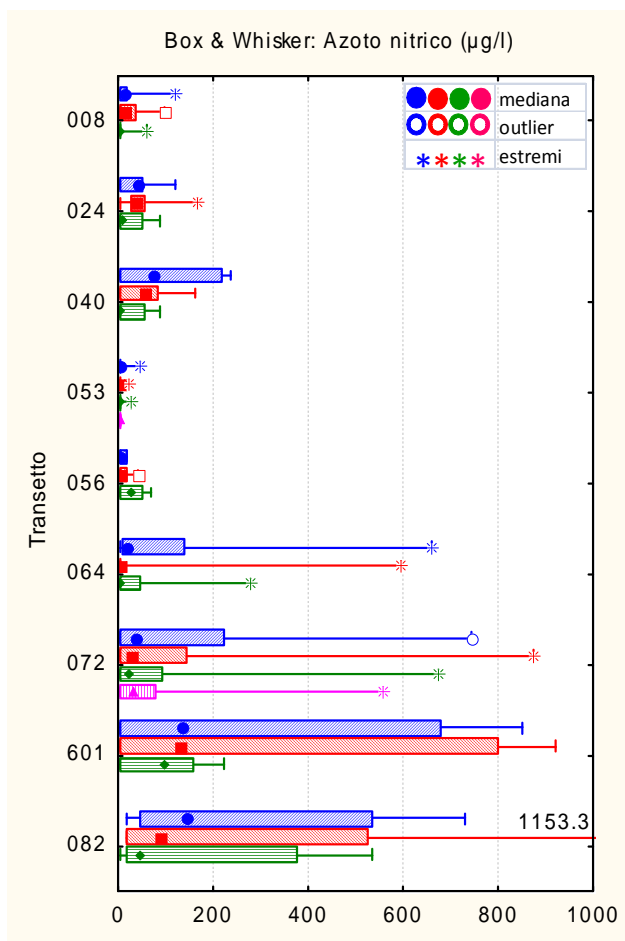


Figura 14: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.8 AZOTO NITROSO

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di $5.00 \mu\text{g/l}$ con valori minimi inferiori al limite di quantificazione ($1.52 \mu\text{g/l}$) nel 15.1% dei casi (26 su 172 campioni) ed un valore massimo di $29.94 \mu\text{g/l}$ nella stazione 20640 a giugno.

In figura 15 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, anche se i valori massimi sono stati registrati presso il transetto 064 (influenzato dagli apporti di Bacchiglione-Brenta e Adige).

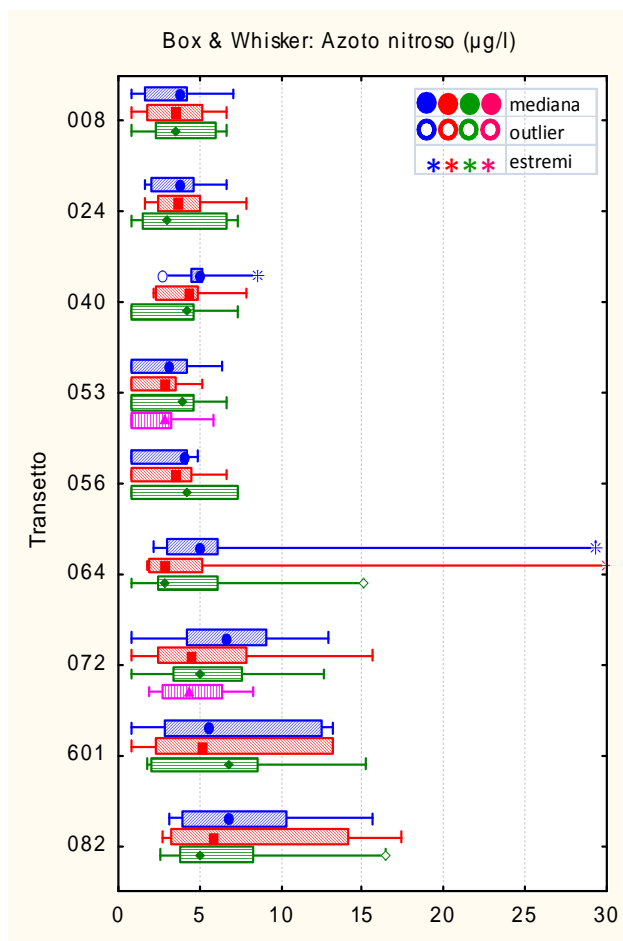


Figura 15: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.9 AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di $296.42 \mu\text{g/l}$, con tre valori inferiori al limite di quantificazione ($11.30 \mu\text{g/l}$) registrati in agosto presso il transetto 053 antistante S.Pietro in Volta a Pellestrina-Venezia ed un valore massimo di $1746.78 \mu\text{g/l}$ nella stazione 36010 ad aprile.

Per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni per transetto e stazioni (Fig. 16), 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 quelli localizzati nell'area antistante il delta del Po (transetti 601 e 082).

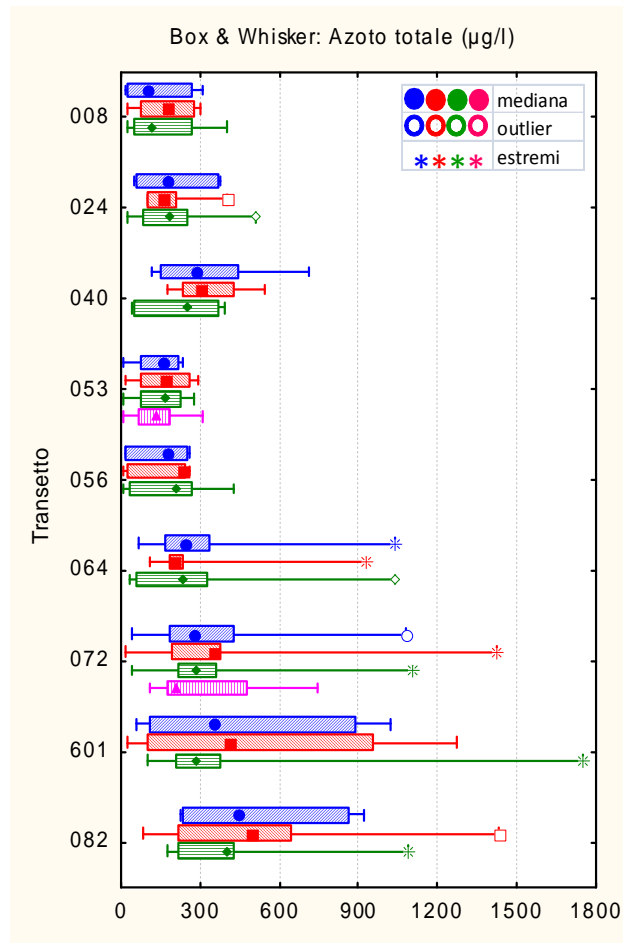


Figura 16: Distribuzione dei valori di azoto totale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.10 FOSFORO DA ORTOFOSFATI

In superficie la concentrazione media di fosforo da ortofosfati è di $11.11 \mu\text{g/l}$ con un massimo pari a $98.00 \mu\text{g/l}$ misurato alla stazione 16010 ad aprile; i valori minimi, inferiori al limite di quantificazione ($1.0 \mu\text{g/l}$), sono stati registrati nel 14% dei casi (24 su 172 campioni).

La distribuzione delle concentrazioni 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. 17), ma anche ai transetti 040 e 053. Occasionali rinvenimenti di concentrazioni di ortofosfati elevate si sono osservati presso la stazione 10080 (Caorle) a marzo, e alla 30640 (al largo di Chioggia) nel mese di agosto.

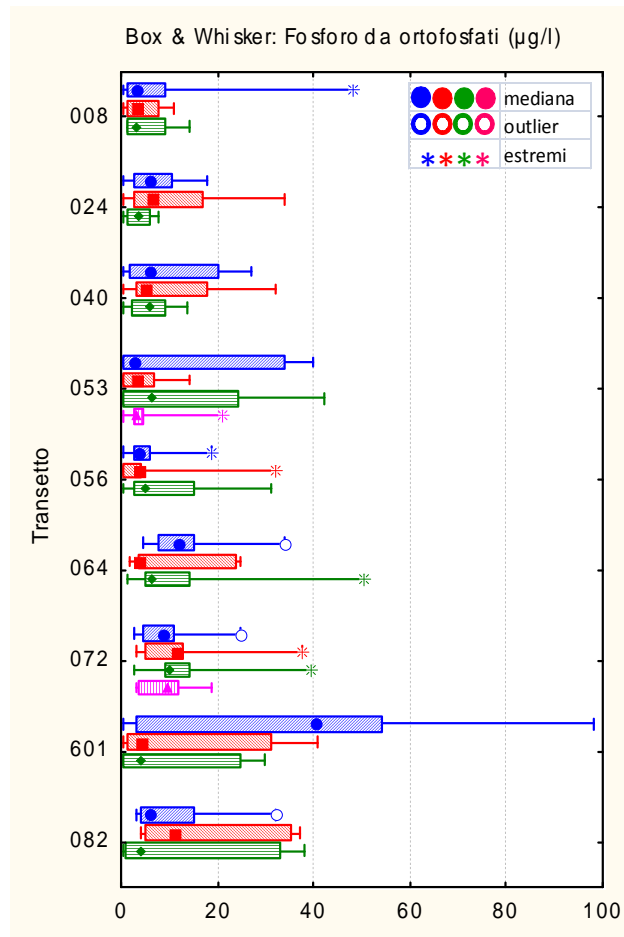


Figura 17: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.11 FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di $21.80 \mu\text{g/l}$ con un massimo di $111.80 \mu\text{g/l}$ (stazione 16010 a dicembre) e valori minimi inferiori al limite di rilevabilità dello strumento ($1.0 \mu\text{g/l}$) nel 5.2% dei casi (9 su 172 campioni) rilevati tutti nel mese di giugno.

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. 18).

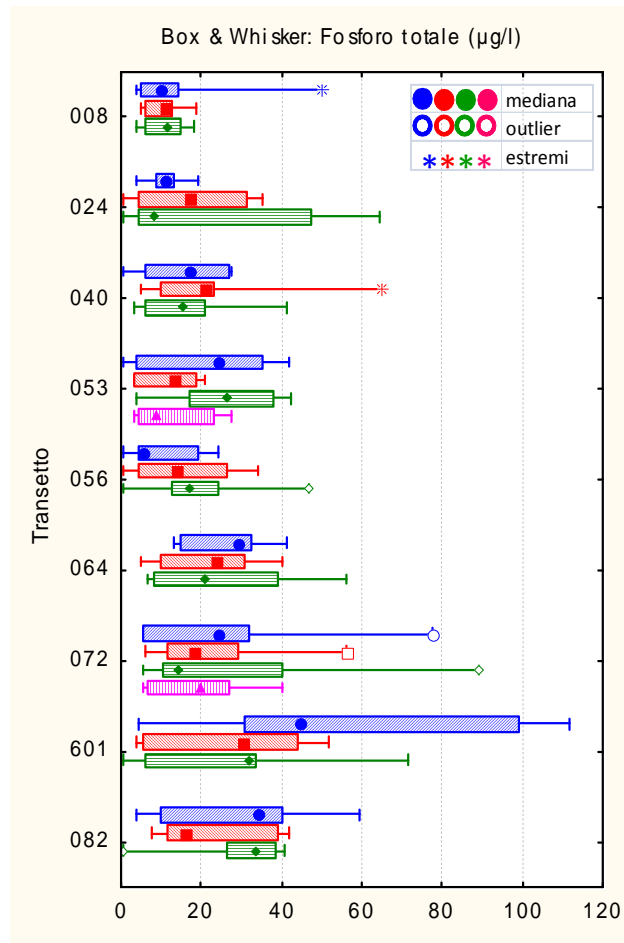


Figura 18: Distribuzione dei valori di fosforo totale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.12 SILICIO DA ORTOSILICATI

L'analisi di Silicio da ortosilicati viene eseguita nei campioni di acqua in cui vengono determinate le popolazioni fitoplanctoniche, quindi solo presso le stazioni a 500m dei corpi idrici costieri e nelle due stazioni al largo dei due corpi idrici marini. In superficie il silicio ha presentato una concentrazione media pari a $704.45\mu\text{g/l}$, variando tra un minimo di $468.2\mu\text{g/l}$ registrato presso la stazione 10080 a luglio, e un massimo di $1539.2\mu\text{g/l}$, osservato a giugno alla stazione 10640. In figura 19 si riportano le concentrazioni misurate presso le stazioni a 500m e le due esterne nel 2012: dal grafico Box & Whisker Plots si evidenzia come l'area antistante la laguna di Venezia presenti i valori più bassi di concentrazione e la minore variabilità, come consueto, mentre nella zona meridionale, fortemente condizionata da cospicui apporti fluviali, mostra un'ampia variabilità attorno ai valori di mediana qui decisamente più alti.

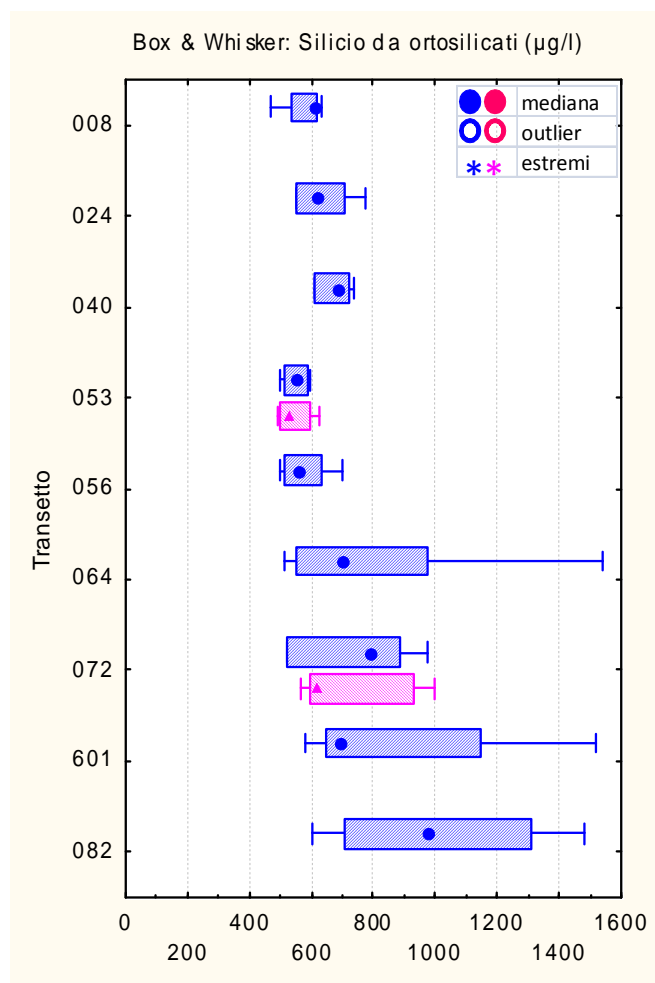


Figura 19: Distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) per stazione (in blu le stazioni a 500 m; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.13 CLOROFILLA *a*

In superficie la concentrazione media di clorofilla *a*, misurata *in situ* tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di $1.24 \mu\text{g/l}$, con un valore minimo pari a $0.05 \mu\text{g/l}$ alla stazione 10240 (Jesolo) nella campagna di luglio ed un massimo di $5.39 \mu\text{g/l}$ rilevato a novembre presso la stazione 20240. 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 2012 è stato osservato un valore medio pari a $2.35 \mu\text{g/l}$ con valori compresi tra un minimo di $0.20 \mu\text{g/l}$ (alle stazioni 10080, 10240, 10640 e 16010 a luglio) ed un massimo di $24.70 \mu\text{g/l}$ rilevato nella campagna di settembre alla stazione 10820.

Nella figura 20 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 tra le due tipologie di misura, con una notevole differenza tra valori rilevati in loco tramite CTD e le concentrazioni risultanti dalla attività analitica in relazione ai campionamenti effettuati nel mese di settembre. In figura 21, invece, sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ* con fluorimetro. Si può osservare, dalla posizione delle mediane, come le concentrazioni risultino relativamente ridotte in tutte le stazioni e in tutti i transetti, con dispersioni più o meno ampie; solo nell'area meridionale i valori delle mediane risultano, seppur di poco, superiori.

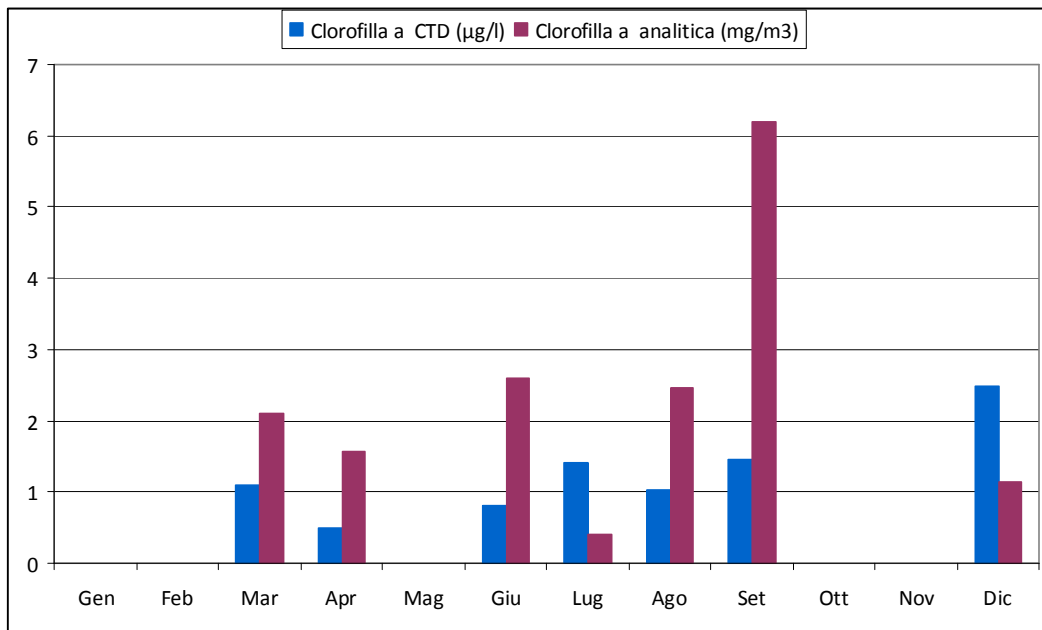


Figura 20: Valori medi di clorofilla *a*, rilevata con fluorimetro associato a sonda multiparametrica e con metodo analitico, rilevate presso le stazioni a 500 m per campagna di rilevamento.

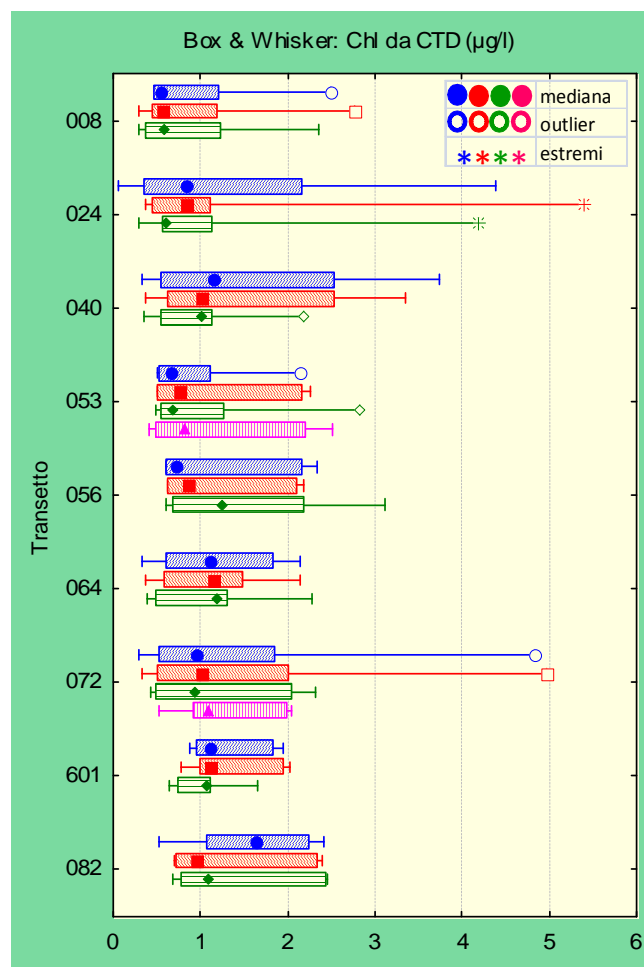


Figura 21: Distribuzione dei valori di clorofilla *a* (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni).

5.1.14 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 (µg/l);

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

N = Azoto minerale disciolto (µg/l);

P = Fosforo totale (µg/l).

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 4.16 (classe “buono”) con un minimo di 1.29 (stazione 20240, campagna di giugno) ed un massimo di 6.68 (stazione 10820, a marzo).

In figura 22 sono riportati i valori medi dell'indice trofico calcolato sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, per ciascun transetto: le due distribuzioni risultano pressoché sovrapponibili. Osservando l'indice quantificato con la clorofilla *a* da sonda si può osservare come i valori medi risultino generalmente inferiori, seppur di poco, a quelli di TRIX calcolato utilizzando la clorofilla determinata analiticamente; le discrepanze si fanno più ampie nei transetti maggiormente interessati da carichi trofici (601 e 082), dove i valori di TRIX superano il limite pari a 5 unità.

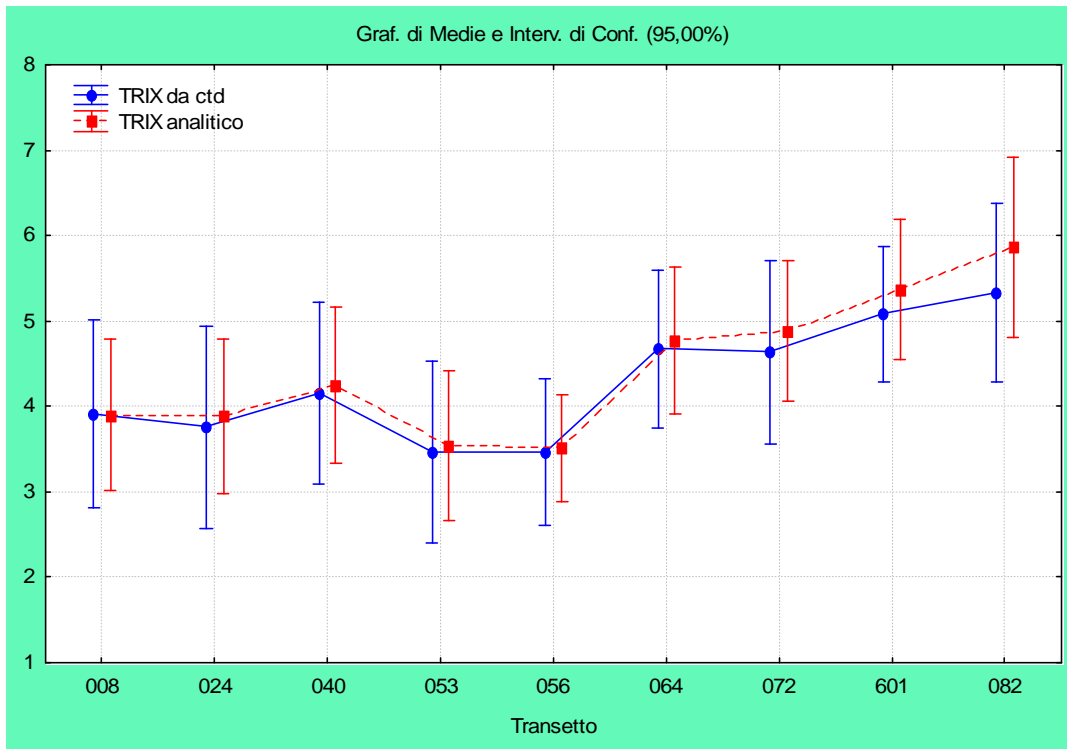


Figura 22: Valori medi di TRIX (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie alle stazioni a 500 m dalla costa, per campagna di rilevamento.

I valori di TRIX calcolati, utilizzando la clorofilla *a* misurata *in situ* con fluorimetro associato alla sonda, su tutte le stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 23) 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, con superamento del limite dato dal D.M. 210/2010 pari a 5, nel caso dei stazioni dei transetti 601 (Po di Pila) e 082 (Po di Tolle). Le stazioni dei due transetti antistanti Venezia presentano i valori di TRIX più bassi, mentre quelli localizzati nell'area settentrionale di costa mostrano una situazione intermedia tra le due precedenti.

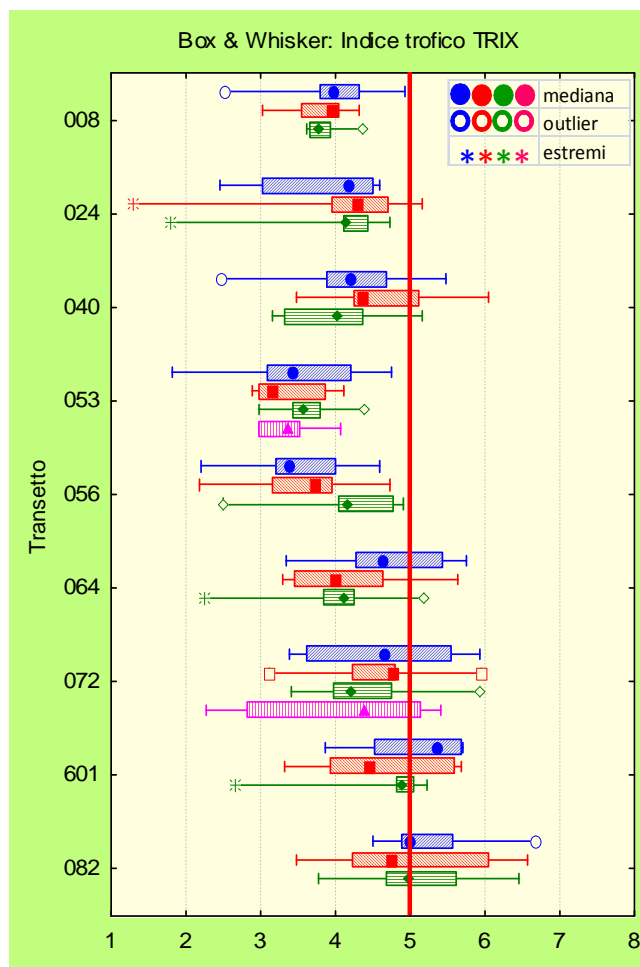


Figura 23: Valori medi di TRIX calcolati per ciascun transetto (clorofilla *a* da fluorimetro).

In figura 24 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori di TRIX (calcolati utilizzando clorofilla *a* rilevata con fluorimetro) nelle campagne realizzate nel 2012. 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 situazioni di “buono” a marzo e settembre a “elevato” in giugno. 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 generalmente simili a quelle del corpo idrico settentrionale CE1_1, anche se occasionalmente passa a livelli di “mediocre”, come accade in giugno. Infine l’area del c.i. 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.

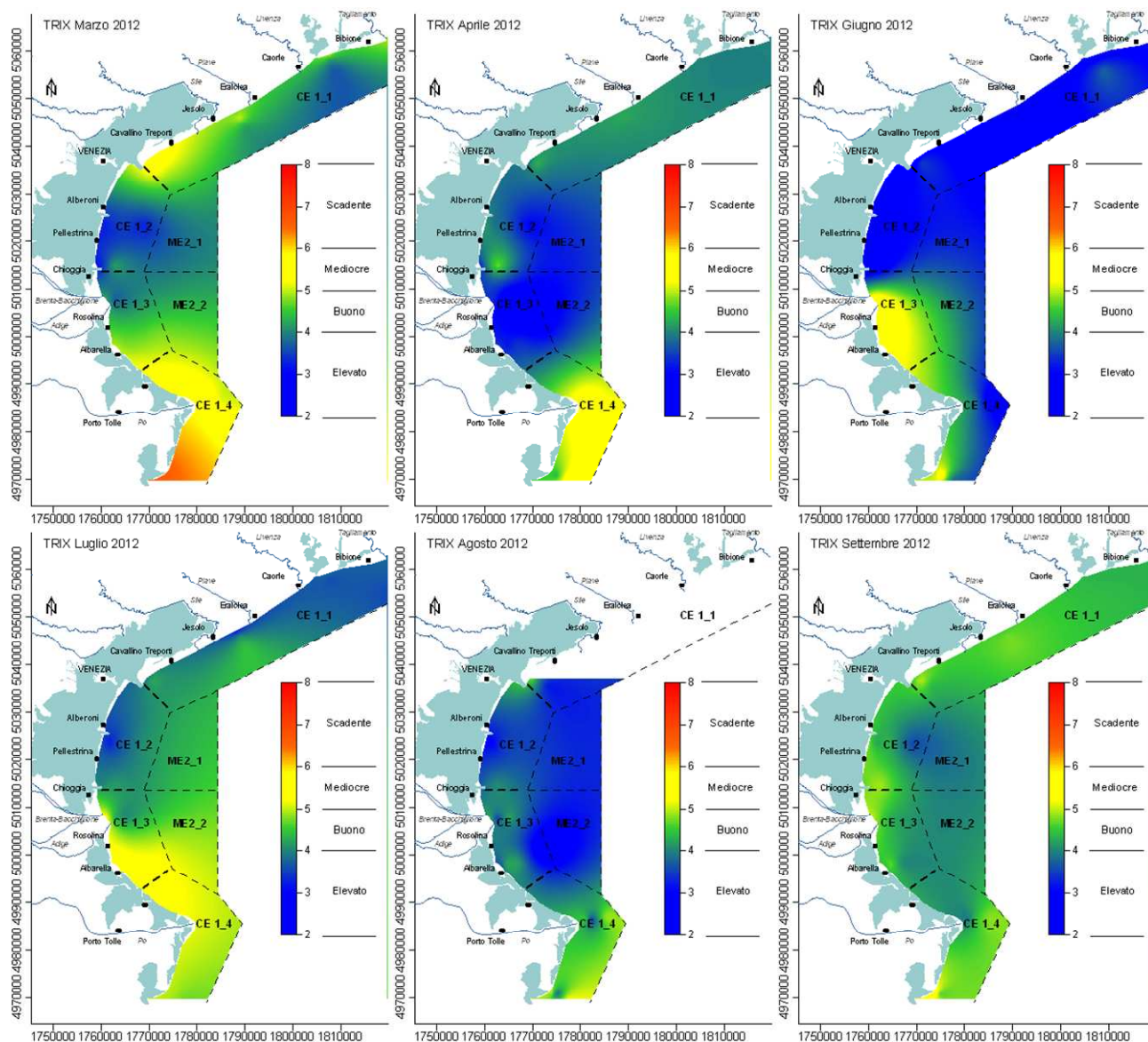


Figura 24: Distribuzione dei valori medi di TRIX calcolati nelle varie campagne dell'anno 2012.

5.1.15 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite, nei corpi idrici costieri, su campioni prelevati, nei corpi idrici costieri, alle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa e, nei c.i. marini, sulle corrispondenti stazioni. Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 8.590.351cell/l (rinvenuto nella stazione 10820 a marzo) ed un minimo assoluto pari a 10.520 cell/l (rinvenuto nella stazione 10820 a dicembre).

Nella figura 25 vengono riportate le distribuzioni delle abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoficee, del gruppo Altro fitoplancton e di Nanoflagellati nelle campagne 2012. 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.

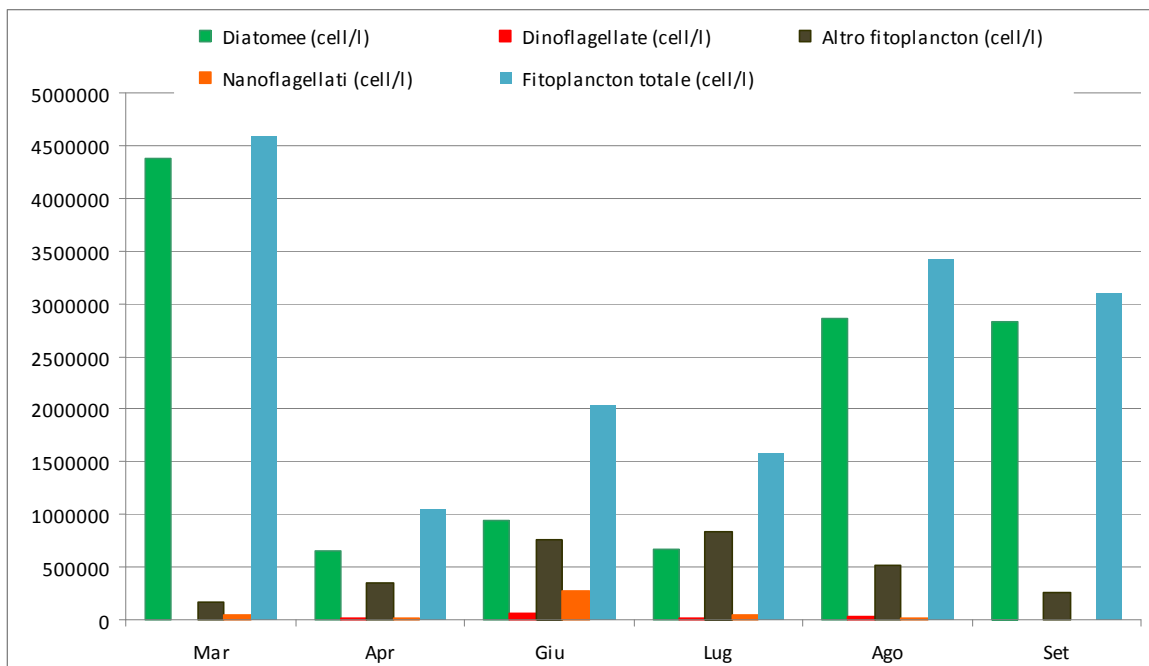


Figura 25: Valori medi per campagna delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l).

In dettaglio, i valori elevati osservabili nella campagna di marzo (eseguita nei giorni 5, 7, 8 e 12) sono riconducibili alle forti abbondanze registrate presso la stazione 10820 di Po di Tolle con quasi 8.6 milioni di cell/l, quasi esclusivamente rappresentato dalla componente delle Diatomee con *Skeletonema spp.* (oltre 7.7 milioni di cell/l).

Per quanto riguarda invece la campagna di agosto (6, 20 e 21 agosto) le abbondanze elevate sono riconducibili a tre campioni prelevati rispettivamente presso le stazioni 10720 di Rosolina (7.8 milioni di cell/l), 16010 di fronte a Po di Pila (7.8 milioni di cell/l) e 10820 di fronte alla foce del Po di Tolle (7.4 milioni di cell/l). In tutte e tre le stazioni le abbondanze maggiori sono state a carico di Diatomee, in particolare *Chaetoceros spp.*, seguito da *Skeletonema spp.* e *Chaetoceros curvisetus*; da segnalare anche la presenza di Prasinophyceae indet. (0.3-0.4 milioni cell/l) e Cryptophyceae indet. (0.6 milioni cell/l alla stazione 10720).

La figura 26 mostra le mappe di distribuzione di alcuni dei parametri nella campagna di marzo, rispettivamente azoto nitrico, fosforo da ortofosfati, silicio da ortosilicati (espressi in $\mu\text{g/l}$) e ossigeno disciolto (% di saturazione). In tutte le mappe risulta evidente la diversa situazione del corpo idrico antistante il delta del Po rispetto al resto della costa: importanti concentrazioni di nutrienti di origine esogena, elevata ossigenazione delle acque superficiali.

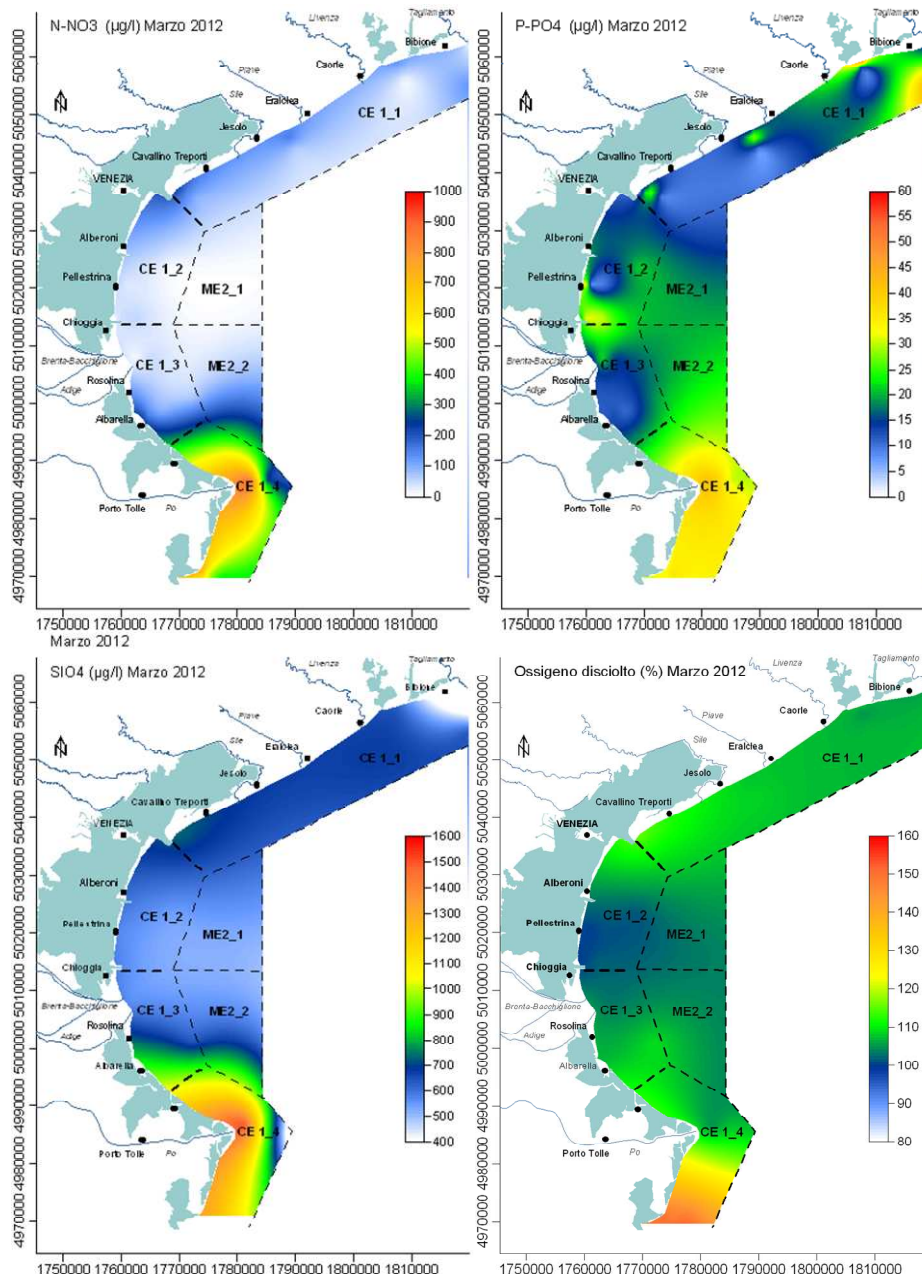


Figura 26: Mappe di distribuzione dei valori di azoto nitrico (µg/l), fosforo da ortofosfati (µg/l), silicio da ortosilicati (µg/l) e ossigeno disciolto (%) rilevati in superficie nella campagna di marzo 2012.

In figura 27 sono riportate invece le abbondanze medie dei diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2012, comprese le stazioni dei due corpi idrici esterni. Come più volte sottolineato, le abbondanze sono relative alle sole campagne effettuate: si può notare comunque come le abbondanze maggiori si riscontrino in quelle stazioni lungo la costa più influenzate dagli apporti fluviali e di conseguenza più ricche in sostanze nutritive (10720, 16010 e 10820), ma anche a diversa distanza dalla costa si osservano abbondanze confrontabili come si vede in figura per la stazione 40720 posta a circa 7 km dalla costa lungo il transetto 072. Il contributo al fitoplancton totale in tutti i casi risulta legato alla componente delle Diatomee e, in minor parte, alla componente Altro fitoplancton.

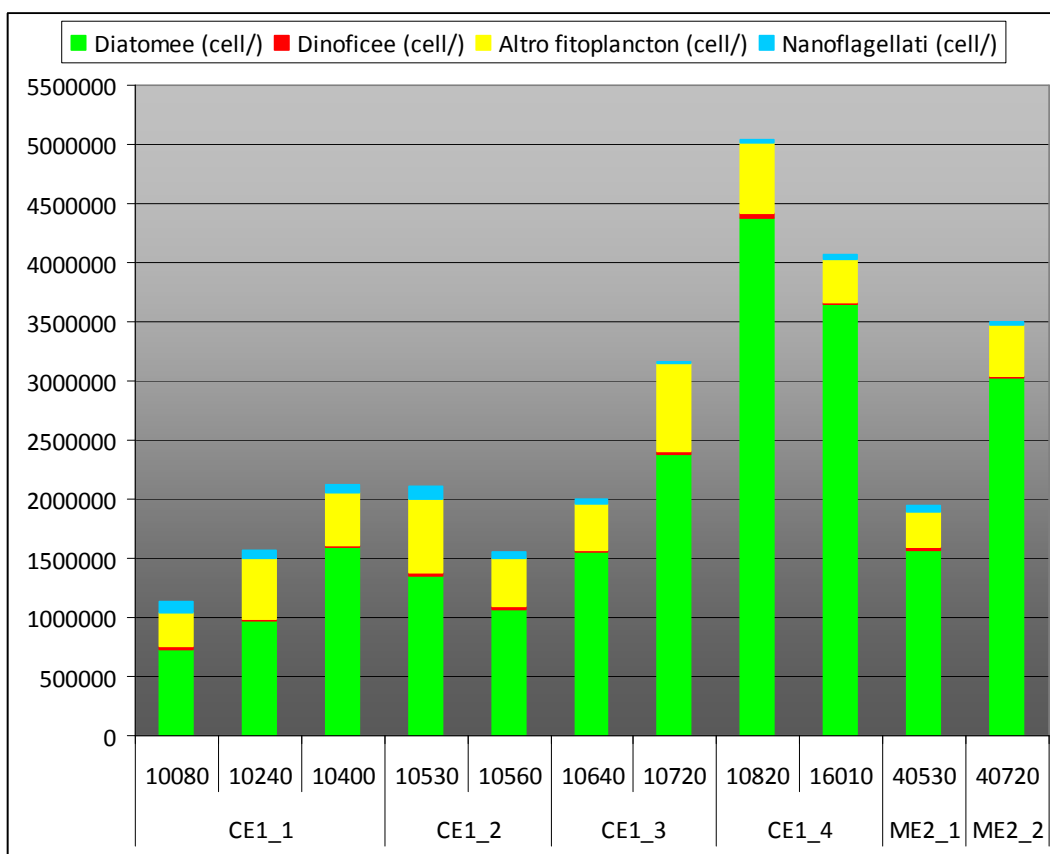


Figura 27: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per stazione di campionamento.

Nell'anno 2012 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DIATOMEE	
Achnanthes sp.	Ditylum brightwellii
Amphora sp.	Fragilaria capucina
Asterionella formosa	Guinardia flaccida
Asterionellopsis glacialis	Guinardia striata
Bacillariales indet.	Haslea sp.
Bacillariophyceae indet.	Hemiaulus hauckii
Bacteriastrium sp.	Lauderia annulata
Cerataulina pelagica	Lauderia sp.
Ceratium furca	Leptocylindrus danicus
Ceratium fusus	Leptocylindrus minimus
Ceratium trichoceros	Leptocylindrus sp.
Ceratium tripos	Licmophora gracilis
Chaetoceros affinis	Licmophora sp.
Chaetoceros brevis	Melosira sp.
Chaetoceros costatus	Navicula sp.
Chaetoceros curvisetus	Nitzschia longissima
Chaetoceros dadayi	Nitzschia sp.
Chaetoceros danicus	Pleurosigma sp.

DIATOMEAE	
Chaetoceros decipiens	Proboscia alata
Chaetoceros lorenzianus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Chaetoceros simplex	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Chaetoceros sp.	Pseudosolenia calcar-avis
Chaetoceros tenuissimus	Rhizosolenia imbricata
Cocconeis scutellum	Rhizosolenia setigera
Cocconeis sp.	Rhizosolenia sp.
Coscinodiscus sp.	Skeletonema sp.
Cyclotella glomerata	Synedra sp.
Cyclotella sp.	Thalassionema nitzschioides
Cyclotella striata	Thalassionema sp.
Cylindrotheca closterium	Thalassiosira rotula
Dactyliosolen fragilissimus	Thalassiosira sp.
Dactyliosolen sp.	

DINOFICEE	
Alexandrium minutum	Minuscola bipes
Alexandrium sp.	Noctiluca scintillans
Dinophyceae indet.	Oxytoxum sp.
Dinophysis caudata	Prorocentrum gracile
Dinophysis sacculus	Prorocentrum micans
Diplopsalis group	Prorocentrum minimum
Diplopsalis sp.	Prorocentrum sp.
Gonyaulax sp.	Proto-peridinium diabolium
Gymnodinium sp.	Proto-peridinium minutum
Gyrodinium fusiforme	Proto-peridinium sp.
Gyrodinium sp.	Scrippsiella sp.
Heterocapsa minima	Scrippsiella trochoidea
Heterocapsa sp.	Torodinium robustum

ALTRO FITOPLANCTON	
Altro Fitoplancton indet.	Eutreptiella sp.
Ankistrodesmus sp.	Hermesinum adriaticum
Apedinella spinifera	Leucocryptos marina
Chrysochromulina sp.	Meringosphaera sp.
Cryptophyceae indet.	Pediastrum sp.
Crysophyceae indet.	Prasinophyceae indet.
Dictyocha sp.	Prymnesiophyceae indet.
Dinobryon sp.	Scenedesmus quadricauda
Euglena sp.	Scenedesmus sp.
Euglenophyceae indet.	Nanoflagellati indet.

Sono state rinvenute, nelle campagne realizzate nel 2012, 109 varietà di fitoplancton di cui 98 a livello di genere o specie e 11 identificate a livello di classe o di entità non determinate.

I taxa si sono così ripartiti:

Gruppo	N° taxa	% del gruppo sul totale
Diatomee	63	57.80%
Dinoflagellate	26	23.85%
Altro fitoplancton	20	18.35%

5.1.16 RICERCA DI ALGHE POTENZIALMENTE TOSSICHE

Su tutti i campioni indagati per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton prelevati presso le stazioni a 500 m dalla costa, viene anche effettuata la ricerca di 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 2012 sono stati rilevati *Alexandrium minutum*, *Dinophysis spp.*, *Pseudo-nitzschia seriata* (tutti in modo sporadico) e *Pseudo-nitzschia spp.*, mentre *Alexandrium tamarense*, *Gymnodinium catenatum*, *Lingulodinium polyedrum*, *Protoceratium reticulatum* e *Ostreopsis ovata* non sono mai stati individuati.

Alexandrium minutum è stato rinvenuto in sei campioni su 55 (circa 11%), prevalentemente nel periodo estivo, con un massimo di abbondanza di 2268 cell/l alla stazione 16010 (Po di Pila) a settembre; la presenza di *Dinophysis spp.* è stato riscontrata in 15 campioni (27%), sempre nel periodo estivo, con un massimo di 760 cell/l alla stazione 10720 (Rosolina) a luglio. Per quanto riguarda invece la specie *Pseudo-nitzschia seriata* la maggiore abbondanza è stata registrata a marzo preso la stazione 10240 di Jesolo con 42000 cell/l, mentre *Pseudo-nitzschia spp.*, rilevata prevalentemente nei mesi di marzo e aprile, ha mostrato abbondanze elevate in tutte le stazioni nel mese di marzo, con un massimo di 251200 cell/l alla stazione 10640 di Chioggia. E' da evidenziare, in relazione alle abbondanze di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti.

Nel corso del 2012 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), non è mai stato raggiunto; 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.

5.1.17 RICERCA DI SOSTANZE PRIORITARIE E PERICOLOSE PRIORITARIE E ALTRI INQUINANTI SPECIFICI IN ACQUA (TABB. 1A E 1B DEL D.M. 206/2010)

Nell'anno 2012 sono proseguite le indagini volte alla ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie per valutare l'eventuale presenza di inquinamento chimico delle acque di superficie; tale valutazione risulta indispensabile affinché vengano adottate le misure necessarie al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie.

Per alcuni parametri non sono disponibili metodica analitica e/o strumentazione, mentre tra parametri analizzati alcuni non presentano LOQ conforme a quanto richiesto dalla normativa; in tutti i casi sono state comunque utilizzate le migliori tecniche analitiche certificate e standardizzate disponibili, a costi sostenibili (D.M. 260/2010 A 2.8. Punto 17). L'analisi dei dati rilevati nel 2012 mostra una situazione piuttosto buona, in quanto tutti i valori medi annui calcolati per ogni singola stazione risultano conformi agli SQA-MA eccetto per il superamento dell'SQA-MA per la sommatoria "Benzo(ghi)perilene + Indeno(1,2,3-c,d)pirene" alla stazione 10820 (localizzata di fronte al Po di Tolle); non è stato registrato, infine, alcun superamento degli SQA_CMA indicati dal decreto per alcune delle sostanze di Tab. 1/A.

5.2 *MATRICE BIOTA*

5.2.1 ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI

Nel corso del 2012 è proseguito 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 2012, 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 2012, 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 D.M. 260/2010, per il mercurio su 8 analisi quattro sono risultate superiori al limite (20 µg/kg p.f.): si tratta dei campioni prelevati tra agosto e settembre alle stazioni 10241 di Jesolo e 10401 di Cavallino – Treporti, mentre nelle due stazioni del tratto meridionale di costa (10641 a Chioggia e 10721 a Rosolina) non vi sono superamenti. 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 (Fracari *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	
30642	Chioggia-VE (Fossone)	3704.0	19.0	CE1_3
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 2012 presso le stazioni dei corpi idrici veneti, 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 si riportano le situazioni rilevate nei diversi corpi idrici: le stazioni del corpo idrico costiero a nord CE1_1 (10082, 10242, 30402) presentano valori di mercurio eccedenti l'SQA maggiorato; nel c.i. costiero antistante Venezia (CE1_2) la stazione 30532 risulta contaminata da Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Antracene, Fluorantene, Esaclorobenzene (HCB), Idrocarburi Policiclici Aromatici (PAH), mentre la stazione 10562 non presenta eccedenze per alcun parametro; il c.i. CE1_3 (da Chioggia al Po di Maistra) presenta in entrambe le stazioni (30642, 30722) eccedenze dell'SQA maggiorato per cadmio e mercurio e dell'SQA per IPA totali; il c.i. costiero antistante il delta del Po (CE1_4) mostra superamenti di SQA+20% alla stazione 16012 per cadmio, nichel, piombo e cromo totale e alla stazione 10822 per cadmio, nichel e cromo totale; infine la stazione 10532 del c.i. marino ME2_1 presentava superamenti di SQA+20% per cadmio e arsenico, mentre la stazione 10722 del c.i. marino ME2_2 per cadmio, mercurio, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene e dell'SQA del cromo totale.

Le batterie di saggi associate alle indagini chimiche (Saggio algale su *Dunaliella tertiolecta*; saggio con *Brachionus plicatilis*; test *Vibrio fischeri* su fase solida) hanno sempre evidenziato assenza di tossicità; solamente il saggio con *Vibrio fischeri* su fase solida (Sediment Toxicity Index) ha mostrato presenza di lieve tossicità alle stazioni 10242 di Jesolo (c.i. CE1_1) e 10822 di Po di Tolle (c.i. CE1_4).

5.4 MATRICE BENTHOS

Nel corso del 2012 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, e del successivo recupero nel 2011, sempre per condizioni avverse, si è reso necessario procedere al recupero dei campioni di alcune stazioni posizionate al largo (a fondale fangoso, corrispondenti alle stazioni su cui viene realizzato il campionamento di sedimento per la determinazione chimica - Tab. 9): le stazioni 30563 del c.i. CE1_2 e 40723 del c.i. CE1_3, le stazioni 30533 del c.i. marino ME2_1 e 30723 del c.i. marino ME2_2.

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:

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

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 del triennio 2010-2012 e quelli qui presentati del 2012 si procede 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).

5.4.2 I RISULTATI

In tabella 11 si riportano, per le stazioni monitorate nel 2012, le caratteristiche fisiche del sedimento (granulometria e C organico), gli indici strutturali delle comunità, gli indici AMBI e M-AMBI calcolati con i valori di riferimento di tabella 10 e lo stato corrispondente; come si può osservare, tutte le stazioni rientrano nello stato elevato.

Stazione	Corpo idrico	Carbonio organico (% s.s.)	PELITE <0.063 mm (% s.s.)	SABBIA 2 - 0.063 mm (% s.s.)	GHIAIA >2.0 mm (% s.s.)	Umidità (%)	Indice di diversità specifica	Indice di ricchezza specifica	Numero di individui totali su mq	Numero di specie totali	AMBI	M-AMBI	Status
30563	CE1_2	0.71	72.0	27.0	1.0	32.2	3.48	17.14	2417	59	1.56	1.01	High
40723	CE1_3	0.49	58.0	41.0	1.0	30.8	4.31	15.24	1043	47	1.78	1.06	High
30533	ME2_1	0.72	69.0	30.0	1.0	30.7	4.93	18.04	763	53	1.08	1.19	High
30723	ME2_2	1.20	95.0	4.0	1.0	39.3	3.98	11.11	270	28	2.72	0.82	High

Tabella 11: Caratteristiche chimico-fisiche del sedimento, indici strutturali delle comunità e stato risultante per ciascuna stazione monitorata nel 2012.

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. 14, 18). 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. 28, 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).

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 12 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 13 e 14 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). Non sono state considerate le due stazioni esterne, sia per la diversa distanza da costa che per la ridotta numerosità campionaria.

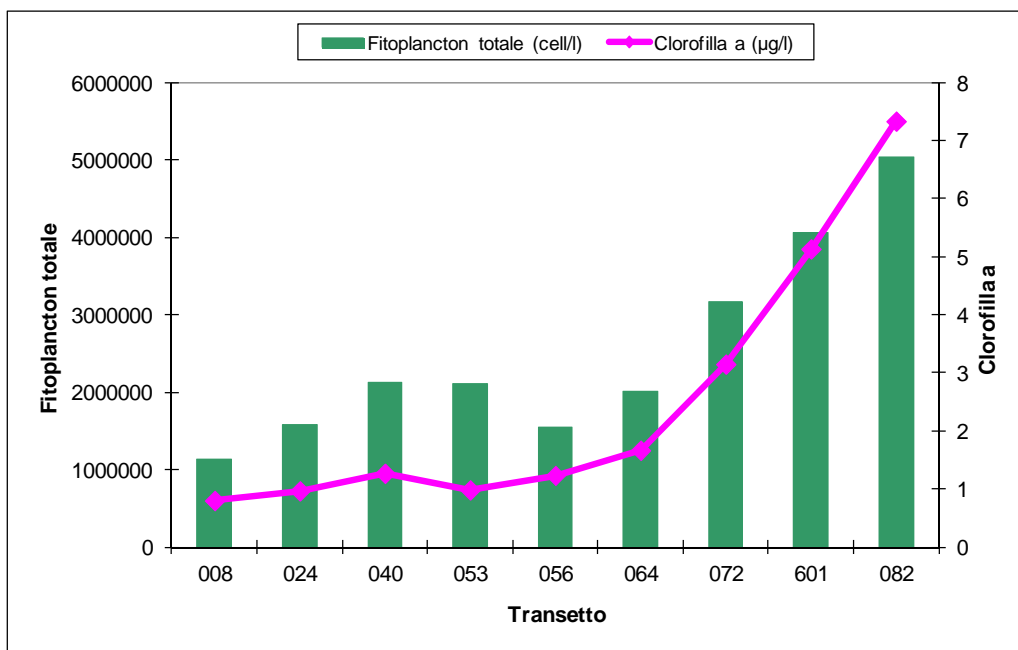


Figura 28: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/L) e della concentrazione media di Clorofilla a (µg/L, determinata analiticamente) lungo la costa, nell'anno 2011.

Trasparenza e salinità sono tra loro correlate positivamente e i valori di correlazione calcolati per le tre distanze dalla costa risultano eguali.

La salinità è apparsa fortemente correlata in senso negativo con i diversi sali nutritivi in tutte le stazioni e soprattutto in quelle intermedie a 926 m dalla costa, comportamento conseguente all'afflusso di acque fluviali che ha condizionato anche al largo i parametri chimico-fisici delle acque; nelle stazioni a 500 m la salinità è risultata inversamente correlata anche al silicio da ortosilicati in modo piuttosto forte (data la provenienza esogena), poco con la clorofilla, mentre non risultano correlazioni significative con le diverse componenti fitoplanctoniche.

La presenza di forti correlazioni positive tra tutti i nutrienti sottolinea la loro origine comune; 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 salinità e trasparenza.

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH (unità)	Chl da 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)	Chl analitica (mg/m ³)	Indice trofico TRIX
Temperatura (°C)	0.19	-0.18	0.10	0.16	0.09	-0.12	-0.40	-0.39	-0.52	-0.44	-0.35	-0.17	-0.13	0.38	0.40	-0.05	0.07	-0.21
Salinità (PSU)		-0.24	0.16	-0.41	0.52	-0.39	-0.73	-0.87	-0.84	-0.22	-0.35	-0.88	-0.13	-0.10	-0.27	-0.19	-0.28	-0.55
Ossigeno disciolto (%)			0.35	0.32	-0.21	-0.12	0.24	0.30	0.24	0.09	0.05	0.26	0.41	-0.07	-0.12	0.43	0.18	0.26
pH (unità)				-0.01	0.02	-0.28	-0.20	-0.09	-0.19	-0.08	-0.15	-0.17	-0.07	-0.07	0.01	-0.07	-0.27	-0.02
Chl da CTD (µg/l)					-0.23	0.11	0.29	0.27	0.27	-0.03	0.13	0.40	0.26	0.03	0.45	0.34	0.21	0.59
Trasparenza (m)						-0.19	-0.38	-0.49	-0.46	-0.18	-0.29	-0.50	-0.32	-0.20	0.06	-0.30	-0.35	-0.43
Azoto ammoniacale (µg/l)							0.78	0.48	0.52	0.25	0.36	0.51	-0.17	-0.11	-0.05	-0.19	-0.06	0.40
Azoto nitroso (µg/l)								0.81	0.86	0.36	0.41	0.83	0.15	-0.14	-0.03	0.14	0.21	0.58
Azoto nitrico (µg/l)									0.92	0.40	0.54	0.87	0.17	-0.09	0.00	0.16	0.18	0.64
Azoto totale (µg/l)										0.36	0.49	0.85	0.22	-0.09	-0.07	0.20	0.27	0.61
Fosforo da ortofosfati (µg/l)											0.76	0.23	0.14	-0.31	-0.22	0.08	0.02	0.41
Fosforo totale (µg/l)												0.34	0.02	-0.17	-0.13	-0.02	-0.09	0.59
Silicio da ortosilicati (µg/l)													0.22	0.04	0.15	0.25	0.36	0.65
Diatomee (cell/l)														0.11	-0.09	0.98	0.61	0.29
Dinoflagellate (cell/l)															0.56	0.24	-0.02	-0.30
Altro fitoplancton (cell/l)																0.11	-0.09	-0.06
Fitoplancton totale (cell/l)																	0.59	0.25
Chl analitica (mg/m ³)																		0.24

Tabella 12: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=51 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH (unità)	Chl da 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)	Indice trofico TRIX
Temperatura (°C)	0.17	-0.08	0.16	0.12	0.16	-0.17	-0.43	-0.30	-0.40	-0.63	-0.45	-0.24
Salinità (PSU)		-0.01	0.37	-0.20	0.52	-0.36	-0.72	-0.90	-0.85	-0.60	-0.54	-0.61
Ossigeno disciolto (%)			0.40	0.20	-0.16	-0.09	0.13	0.06	-0.04	0.24	0.23	0.19
pH (unità)				0.18	0.16	-0.40	-0.33	-0.37	-0.42	-0.17	-0.16	-0.04
Chl da CTD (µg/l)					-0.06	0.17	0.21	0.21	0.19	0.23	0.31	0.48
Trasparenza (m)						-0.22	-0.39	-0.44	-0.45	-0.43	-0.37	-0.38
Azoto ammoniacale (µg/l)							0.72	0.43	0.49	0.37	0.42	0.45
Azoto nitroso (µg/l)								0.78	0.80	0.70	0.64	0.62
Azoto nitrico (µg/l)									0.93	0.75	0.65	0.65
Azoto totale (µg/l)										0.69	0.64	0.63
Fosforo da ortofosfati (µg/l)											0.81	0.66
Fosforo totale (µg/l)												0.75

Tabella 13: 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=50 (Eliminaz. casewise dati mancanti).

	Salinità (PSU)	Ossigeno disciolto (%)	pH (unità)	Chl da 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)	Indice trofico TRIX
Temperatura (°C)	0.06	-0.09	0.14	0.25	-0.01	-0.18	-0.62	-0.41	-0.42	-0.40	-0.24	-0.17
Salinità (PSU)		-0.14	0.12	-0.57	0.52	-0.34	-0.54	-0.71	-0.62	-0.29	-0.29	-0.43
Ossigeno disciolto (%)			0.32	0.20	-0.33	-0.26	0.25	0.18	-0.10	0.09	0.05	0.20
pH (unità)				0.16	0.04	-0.19	-0.22	-0.19	-0.21	0.01	-0.05	0.01
Chl da CTD (µg/l)					-0.15	0.11	0.20	0.34	0.10	0.12	0.15	0.47
Trasparenza (m)						-0.11	-0.30	-0.43	-0.38	-0.23	-0.22	-0.31
Azoto ammoniacale (µg/l)							0.33	0.47	0.50	0.13	0.20	0.42
Azoto nitroso (µg/l)								0.70	0.78	0.36	0.38	0.53
Azoto nitrico (µg/l)									0.67	0.52	0.46	0.58
Azoto totale (µg/l)										0.32	0.45	0.43
Fosforo da ortofosfati (µg/l)											0.59	0.42
Fosforo totale (µg/l)												0.63

Tabella 14: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 2 mn (3704 m) dalla costa. Corr. marcate significative al livello $p < .050$. N=51 (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 2012 presso le stazioni a 500 m (Tab. 15 e Fig. 29), le uniche presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale, considerando tutte le campagne effettuate.

Le prime due componenti estratte hanno spiegato oltre il 57% della varianza totale del fenomeno, e la prima componente da sola rende conto del 42.1% di tale varianza (Tab. 15).

	FATTORE 1	FATTORE 2
VARIANZA (%)	42.129	14.876
Temperatura (°C)	0.440	0.278
Salinità (PSU)	0.861	-0.142
O.D. (% saturazione)	-0.300	0.506
pH (unità)	0.221	0.152
Trasparenza (m)	0.572	-0.322
Azoto ammoniacale (µg/l)	-0.588	-0.452
Azoto nitroso (µg/l)	-0.905	-0.111
Azoto nitrico (µg/l)	-0.936	-0.027
Azoto totale (µg/l)	-0.948	-0.020
Fosforo da ortofosfati (µg/l)	-0.490	-0.374
Fosforo totale (µg/l)	-0.586	-0.450
Silicio da ortosilicati (µg/l)	-0.897	0.161
Fitoplancton totale (cell/l)	-0.265	0.738
Clorofilla <i>a</i> (µg/l)	-0.314	0.687

Tabella 15: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m, in grassetto i valori >0.70.

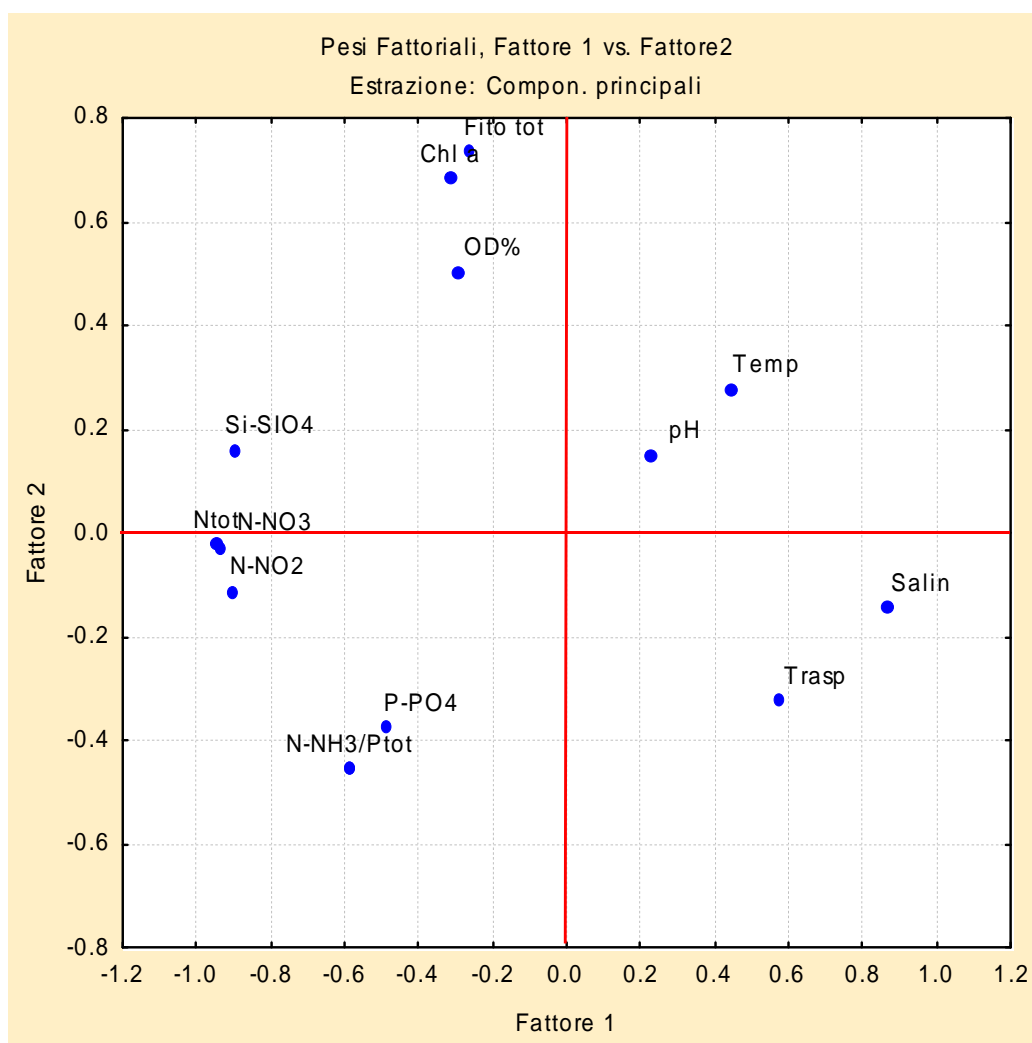


Figura 29: Ordinamento dei parametri fisico-chimici e biologici analizzati nel 2012 (stazioni a 500 m).

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. 15 e Fig. 29). 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; risultante biologica, caratterizzata da fitoplancton totale, ossigeno disciolto; risulta invece ridotto il contributo di azoto ammoniacale, fosforo da ortofosfati e totale da una parte e di pH e temperatura dall'altra, rispetto a quanto solitamente osservato nei precedenti anni.

7 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2012

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; solo in alcune occasioni le immagini raccolte con la telecamera subacquea hanno permesso di osservare piccoli fiocchi lungo la colonna d'acqua nelle stazioni più lontane dalla linea di costa.

7.2 SEGNALAZIONE PRESENZA DI MEDUSE

Nella campagna di monitoraggio condotta durante il mese di settembre sono stati avvistati, nell'area di mare antistante pressi di Caorle, una decina di esemplari appartenenti alla specie di meduse non urticanti *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 rinvenute situazioni di fioriture algali.

7.4 FENOMENI IPOSSICI

Non sono stati riscontrati fenomeni di ipossia e/o anossia durante le indagini ispettive eseguite nel corso dell'anno 2012.

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, l'attività di campionamento nell'anno 2012 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 601 e 082)

- gli apporti fluviali, particolarmente cospicui a novembre, 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. 6B 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 95% di saturazione nei mesi estivi dell'anno, con valori minimi di concentrazione nella campagna di settembre, dove i valori medi si equiparano a quelli di fondo, probabilmente per un rimescolamento della colonna d'acqua legato a qualche perturbazione, attestandosi comunque di poco sotto il 90% di saturazione

- 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. 13-19)

- come per i nutrienti, anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nei transetti localizzati a sud della foce dell'Adige (072, 601, 082) con un massimo assoluto pari a circa 8.5 milioni di cell/l rilevato a marzo presso la stazione 10820 alla foce del Po di Tolle

- non si è verificato alcun superamento sia per quanto riguarda 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) che per 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

- per quanto riguarda gli aspetti chimici, le acque non hanno mai presentato superamenti relativamente agli inquinanti delle Tab. 1/A e 1/B del D.M. 260/2010, eccetto nel caso del superamento dell'SQA-MA per la sommatoria "Benzo(ghi)perilene + Indeno(1,2,3-c,d)pirene" alla stazione 10820 (localizzata di fronte al Po di Tolle); non altrettanto positiva la situazione del sedimento che ha mostrato, come negli anni precedenti, eccedenze dell'SQA +20% relativamente ad alcuni metalli e, in una stazione della zona centrale di costa, da alcuni IPA, mentre i saggi ecotossicologici non evidenziano situazioni di presenza di tossicità.

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 2012 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 CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO

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

Decreto Legislativo, 10 dicembre 2010, n. 219. *Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.* G.U. n. 296 del 20/12/2010

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-Cardé 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.