

“MONITORAGGIO DELL’AMBIENTE MARINO COSTIERO DELLA REGIONE VENETO – DIRETTIVA 2000/60/CE”

ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2022

Rapporto tecnico



Progetto e realizzazione

Unità Organizzativa Monitoraggio delle Acque Marine e Lagunari (già U.O. Qualità del Mare e delle Lagune)

Fabio Strazzabosco (Responsabile della struttura *ad interim*)

Anna Rita Zogno, Francesco Chiarello (Autori)

Con il contributo di

Andrea Bartenor, Daniel Fassina, Angela Zampieri

Attività di campionamento e di analisi di laboratorio

Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente - Unità Organizzativa Monitoraggio delle Acque Marine e Lagunari

Dipartimento Regionale Laboratori - Sedi di Venezia, Treviso e Verona

Si ringraziano le Capitanerie di Porto territorialmente competenti per aver messo a disposizione di ARPAV il proprio personale e idonei mezzi nautici.

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

Agosto 2023

Le acque marino costiere sono definite, all'art. 54 del D.Lgs. n. 152/2006, come *“le acque superficiali marine 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 definire il limite delle acque territoriali, e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione”*.

Il presente rapporto descrive sinteticamente gli andamenti delle diverse componenti indagate nel 2022 con il programma di monitoraggio delle acque marino costiere del Veneto (realizzato ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e della Direttiva 2000/60/CE). L'analisi complessiva riconferma ancora una volta 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, la presenza di cospicui apporti fluviali e la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante.

Le informazioni raccolte, integrate con quelle degli anni a seguire, permetteranno di valutare, nell'arco di sei anni, lo stato di qualità ambientale delle acque (classificazioni ecologica e chimica) e le risposte alle misure di miglioramento apportate per mitigare gli effetti delle pressioni. La classificazione finale del sessennio, in questo caso il periodo 2020-2025, sarà oggetto di un documento di analisi e, a seguito di approvazione da parte della Regione, sarà riportata negli aggiornamenti dei Piani di Gestione e del Piano di Tutela delle Acque del Veneto.

I controlli e le analisi svolte dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV) rappresentano dunque la base conoscitiva necessaria per la salvaguardia del sistema ambientale marino.

L'informazione al pubblico avviene attraverso una sezione dedicata del sito web (<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/mare-e-lagune>) e con la pubblicazione di rapporti annuali sul sito dell'Agenzia (<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/mare-e-lagune/ultimi-aggiornamenti>). Nella sezione Open data (<https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data>) sono pubblicati i dati grezzi, scaricabili e utilizzabili nel rispetto della licenza con la quale vengono diffusi; i dati in forma di indicatori, per rappresentare (in forma sintetica e di facile lettura) la situazione ambientale, sono disponibili alla sezione Indicatori ambientali (<https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/indicatori-ambientali>). Infine alcuni dati sono visualizzati su base cartografica nelle mappe del Geoportale di ARPAV (<https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/geoportale>).

Sommario

1	PREMESSA	1
1.1	LE ATTIVITÀ ISTITUZIONALI E DI PROGETTO	1
2	TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO	1
3	LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE	3
3.1	LA RETE DI STAZIONI	3
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	6
3.2.1	Campionamento	6
3.2.2	Analisi	6
3.3	GESTIONE DEI DATI	7
4	PARAMETRI INDAGATI	7
4.1	DESCRIZIONE	7
4.2	METODI	9
5	SITUAZIONE METEOCLIMATICA E IDROLOGICA NELL'ANNO 2022	10
5.1	SITUAZIONE METEOCLIMATICA	10
	INVERNO 2021/22	10
	PRIMAVERA 2022	10
	ESTATE 2022	11
	AUTUNNO 2022	12
5.2	ANDAMENTO IDROLOGICO	12
6	ANALISI DEI RISULTATI	17
6.1	MATRICE ACQUA	17
6.1.1	Trasparenza	20
6.1.2	Temperatura	21
6.1.3	Salinità	23
6.1.4	Concentrazione idrogenionica	25
6.1.5	Ossigeno disciolto	27
6.1.6	Azoto ammoniacale	28
6.1.7	Azoto nitrico	30
6.1.8	Azoto nitroso	32
6.1.9	Azoto totale	33
6.1.10	Fosforo da ortofosfati	35
6.1.11	Fosforo totale	36
6.1.12	Silicio da ortosilicati	38
6.1.13	Clorofilla a	39
6.1.14	Indice trofico TRIX	41
6.1.15	Fitoplancton	44
6.1.16	Ricerca di alghe potenzialmente tossiche	50
6.1.17	Ricerca di microalghe bentoniche potenzialmente tossiche	51
6.1.18	Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie e altri inquinanti specifici in acqua (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/2015)	52
6.1.19	Fitofarmaci	52
6.2	MATRICE BIOTA	54
6.2.1	Acque destinate alla vita dei molluschi	54
6.2.2	Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie in biota (Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015)	55
6.2.3	Analisi delle popolazioni di macroinvertebrati bentonici - campagne 2020 e 2021	56
6.3	MATRICE SEDIMENTO (TABB. 2/A, 3/A E 3/B DEL D.LGS. 172/2015)	61
7	STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2022	61
7.1	AGGIORNAMENTO STATO CHIMICO	61
7.2	AGGIORNAMENTO STATO ECOLOGICO	62
7.2.1	Elementi di Qualità Biologica	62

7.2.2	<i>Elementi chimico-fisici a supporto</i>	63
7.2.3	<i>Esito del processo di classificazione ecologica – fase I</i>	63
7.2.4	<i>Elementi chimici a sostegno</i>	64
7.2.5	<i>Esito del processo di classificazione ecologica – fase II</i>	65
8	DISCUSSIONE	66
9	RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2022	70
9.1	AGGREGATI MUCILLAGINOSI	70
9.2	MEDUSE, CTENOFORI E ALTRO	71
9.3	FIORITURE ALGALI	72
9.4	MAMMIFERI E TARTARUGHE MARINI E ALTRO	72
9.5	FENOMENI IPOSSICI E ALTRI EVENTI	73
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	73
11	BIBLIOGRAFIA CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO	75

1 PREMESSA

1.1 Le attività istituzionali e di progetto

I monitoraggi dell'ambiente marino nascono con la Legge n. 979 del 31 dicembre 1982 "Disposizioni per la difesa del mare" con cui per la prima volta viene definito, d'intesa con le Regioni, un Piano generale di difesa del mare e delle coste marine. La Regione del Veneto ha attivato fin da subito specifici controlli sul mare, affidandoli dal 1999 all'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), istituita con Legge Regionale n. 32/1996. L'attuale Unità Organizzativa Monitoraggio delle Acque Marine e Lagunari (ex U.O. Qualità del Mare e delle Lagune), afferente al Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente, effettua, mediante piani di monitoraggio istituzionali, la sorveglianza sulla balneabilità e sulla qualità ecologica e chimica dell'ambiente marino e lagunare, sulle specifiche forme di pressione che insistono sulla costa nonché sulle attività di ripascimento della fascia costiera.

Ai programmi di monitoraggio sui corpi idrici della fascia costiera, attuati ai sensi del D.Lgs. 152/1999 prima, della Direttiva 2000/60/CE (WFD) e D.Lgs. 152/2006 poi, dal 2015 è attivo il monitoraggio sulle acque marine più al largo, ai sensi della Direttiva 2008/56/CE. Tale Direttiva, denominata Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino o più semplicemente *Marine Strategy (MS)*, ha istituito un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino; essa considera l'ambiente marino un patrimonio prezioso da proteggere, salvaguardare e, ove possibile, ripristinare al fine ultimo di mantenere la biodiversità e preservare la vitalità di mari e di oceani. Per conseguire tali obiettivi la Direttiva richiede agli Stati membri di raggiungere il buono stato ambientale (GES - *Good Environmental Status*) per le proprie acque marine.

Le attività di controllo sul campo per le acque marino costiere (WFD e MS) vengono effettuate con la collaborazione della Guardia Costiera - Direzione Marittima di Venezia con la quale ARPAV ha stipulato specifica convenzione; la cooperazione consente da un lato l'ottimizzazione delle risorse impiegate, dall'altro un fruttuoso interscambio di conoscenze tecnico scientifiche.

2 TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO

La tipizzazione della fascia costiera (in Veneto intesa fino a 2 miglia nautiche dalla linea di costa), attraverso il coefficiente di stabilità della colonna d'acqua (D.M. 131/2008), individua per questa zona 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.

Le acque oltre il limite della fascia strettamente costiera, indicate come **acque marine**, sono ricomprese nelle acque da monitorare ai sensi della WFD (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), essendo localizzate all'interno della linea di base che delimita il golfo di Venezia.

Nei due corpi idrici identificati al largo il coefficiente di stabilità 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 differenti fonti di pressione presenti nel territorio regionale, l'analisi dei dati dei monitoraggi precedenti e l'assoggettamento delle acque a determinati vincoli. In riferimento alla qualità delle acque, le analisi dei dati storici e delle classificazioni disponibili permettono di aggregare le aree appartenenti alla Rete Regionale sulla base delle caratteristiche dello stato. La prima definizione dei corpi idrici è stata parzialmente rivista con l'emanazione della Legge 28 dicembre 2015, n. 221 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali"; in essa il bacino del Fissero Tartaro Canalbianco, prima ricompreso nel Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, nella ripartizione di cui all'Art. 51 "Norme in materia di Autorità di bacino" viene a ricadere nel Distretto Idrografico del Fiume Po. Tale disposizione ha comportato la modifica di due corpi idrici in termini di superficie e di localizzazione delle stazioni: il c.i. CE1_3 ora si estende tra la bocca sud del Porto di Chioggia e lo sbocco nord della Laguna di Caleri, mentre l'area da questo limite verso sud viene accorpata al corpo idrico padano CE1_4 e il transetto 072, situato in tale area, ricade quindi nel c.i. CE1_4. Si riporta in figura 1 la mappa dei corpi idrici, unitamente ai transetti/stazioni di competenza di ciascun corpo idrico.

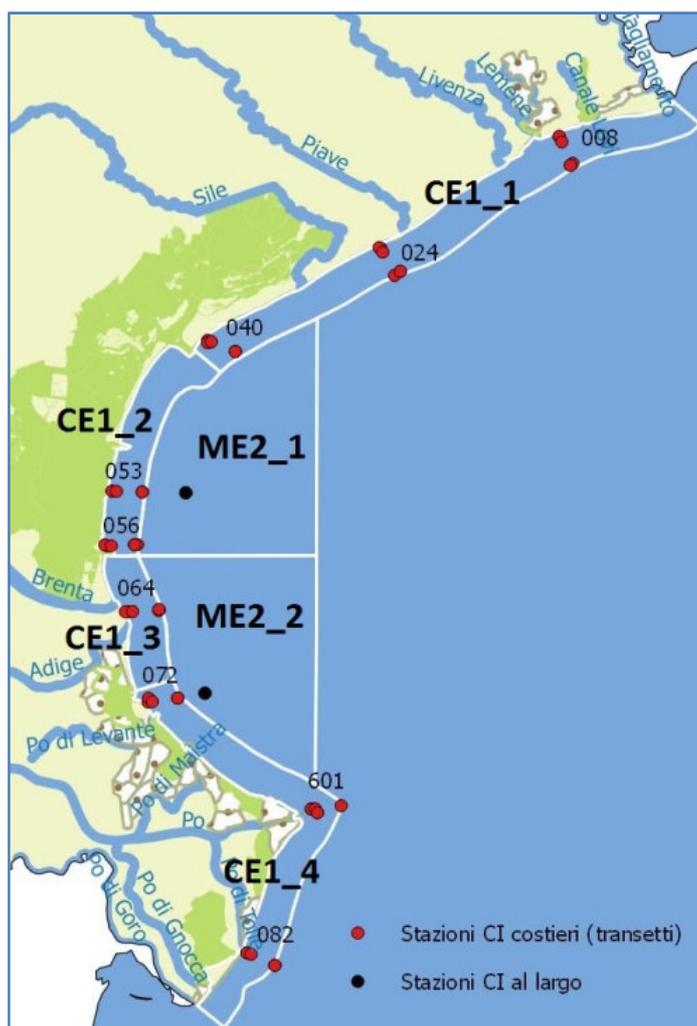


Figura 1: Corpi idrici delle acque marino costiere e localizzazione delle stazioni di monitoraggio della matrice acqua.

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. In base alle evidenze analitiche e alle conoscenze del sistema marino veneto, oltre che in base all'ultima classificazione 2014-2019 (approvata con DGRV n. 4 del 04/01/2022) si mantiene per tutti i corpi idrici la categoria "A RISCHIO" stante l'ampia variabilità e complessità del sistema costiero indagato. Tali aspetti sono riconducibili all'influenza di diversi fattori, tra cui le condizioni idrobiologiche e fisiche dell'intero bacino, l'alternarsi delle stagioni, le condizioni meteorologiche e la collocazione geografica delle stazioni in relazione alle pressioni del territorio retrostante.

In conseguenza di ciò e in base anche all'analisi delle pressioni aggiornata, è stato mantenuto il MONITORAGGIO DI TIPO OPERATIVO per il sessennio 2020-2025. La scelta degli Elementi di Qualità Biologica per la classificazione ecologica nel caso del Veneto è praticamente indifferibile dai due soli EQB disponibili per queste acque: fitoplancton e macroinvertebrati bentonici.

3 LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE

Nell'anno 2022 l'U.O. Monitoraggio delle 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. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015 ai fini della classificazione di stato chimico e di stato ecologico 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 ARPAV e Dipartimenti Prevenzione Aziende ULSS
4. ottimizzazione e razionalizzazione delle attività istituzionali e di ricerca svolte sul tema
5. integrazione delle informazioni 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 con le frequenze previste dalla normativa (Tab. 1).

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 la **Rete Regionale di Monitoraggio delle acque marine e costiere** composta da 9 transetti (direttrici perpendicolari alla linea di costa) distribuiti nei quattro corpi idrici costieri (Fig. 1 e Tabb. 2 e 3). Ciascun transetto costiero prevede:

- 3 stazioni per il controllo su matrice acqua e rilevamenti meteo-marini a 500, 926 a 3704 metri dalla linea di costa; solo nella prima stazione (500m) si effettuano campionamenti per l'analisi quali-quantitativa di fitoplancton (EQB Fitoplancton), comprese le specie potenzialmente tossiche, e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità e degli inquinanti specifici per la determinazione di stato chimico e di stato ecologico (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs.172/2015);

- 1 stazione per la matrice sedimento per le indagini finalizzate all'analisi di tendenza (D.Lgs.172/2015);
- 2 stazioni per lo studio di biocenosi di fondo (EQB Macroinvertebrati bentonici) di cui una in prossimità della costa e una al largo posta in corrispondenza della stazione di sedimento.

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO			
Campagne ACQUA anno 2022			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2022	16, 17, 24 marzo	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 02/2022	21, 26 aprile	008-024-040-053-056-064	Acqua
	17 maggio	072-601-082	
Campagna 03/2022	15, 16, 17, 22 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 04/2022	4, 5, 6, 14 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 05/2022	3, 4, 31 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 06/2022	22, 23, 28 settembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 07/2022	2 novembre	008-024-040	Acqua
	15, 19 dicembre	053-056-064-072-601-082	
Campagne MICROALGHE BENTONICHE anno 2022			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2022	12, 20 luglio	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 02/2022	22, 23 agosto	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 03/2022	12, 13 settembre	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 04/2022	17 ottobre	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagne BIOTA-CONFORMITA' VITA MOLLUSCHI anno 2022			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2022	7, 8 giugno	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagna 02/2022	12, 20 luglio	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagna 03/2022	22, 23 agosto	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagna 04/2022	12, 13 settembre	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagne BIOTA-STATO CHIMICO anno 2022			
Campagna	Date	Stazioni campionate	Matrice
2022	7, 8 giugno	10641, 10721, 10241, 10401, 70721	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	4, 12 maggio	80531, 14001	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	14 settembre	10561	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	18 luglio	CE4_6	Pesci (<i>Gobius niger</i>)
	19 luglio	ME2_6	Pesci (<i>Gobius niger</i>)
	31 agosto	CE2_6, CE3_6, ME2_1	Pesci (<i>Gobius niger</i>)
	01 settembre	CE1_6	Pesci (<i>Gobius niger</i>)

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2022 sulla Rete Regionale del Veneto

Si aggiungono le due zone di controllo sui corpi idrici marini al largo, ciascuna composta da una stazione per il controllo su matrice acqua, i rilevamenti meteo-marini, l'analisi qualitativa di fitoplancton e per il rilevamento delle sostanze dell'elenco di priorità e gli inquinanti specifici del D.Lgs.172/2015 (Tabb. 1/A e 1/B), una stazione per la matrice sedimento (analisi dei trend D.Lgs.172/2015) e una per lo studio di biocenosi di fondo.

In relazione alle indagini chimiche della Tab. 1/A del nuovo D.Lgs. 172/2015 concernenti le analisi delle sostanze obbligatorie su matrice biota (per alcune sostanze è possibile l'analisi su molluschi, per altre invece le indagini sono su specie ittiche), si è scelto di effettuare le indagini sia su molluschi bivalvi (*Mytilus galloprovincialis*) che su fauna ittica adatta allo scopo, con almeno una stazione per corpo idrico (nel caso dei pesci la stazione è individuata dal centroide del rispettivo corpo idrico).

Nella fascia costiera in prossimità dei litorali (in aree con moli o strutture favorevoli alla crescita) e indipendenti dai corpi idrici, sono individuate infine quattro stazioni per il

campionamento di mitili da banchi naturali (per la conformità delle acque alla vita dei molluschi D.Lgs. 152/2006 all. 2, sez. C) e quattro stazioni per il controllo sulla presenza di *Ostreopsis* o altre microalghe bentoniche potenzialmente nocive per la salute dei bagnanti, dislocate nelle aree di maggiore afflusso e/o più adatte alla possibile insorgenza di fenomeni di fioritura.

La Rete regionale risulta pertanto formata da un totale di 78 stazioni (Tab. 2) dislocate lungo i transetti indicati in tabella 3.

corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km ²)	transetti	codice transetto	Stazioni Direttiva 2000/60/CE					Stazioni Acque a specifica destinazione	
					acqua	biota pesci	biota molluschi	sedimento	bentos	microalghe bentoniche	mitili banchi naturali
costieri											
CE1_1	Tra foce Tagliamento e porto di Lido	2 miglia nautiche dalla costa (229,07)	3	008	3	1		1	2		
				024	3			1	2	1	1
				040	3			1	2	1	1
CE1_2	Tra porto di Lido e porto di Chioggia	2 miglia nautiche dalla costa (97,97)	2	053	3	1		1	2		
				056	3		1	1	2		
CE1_3	Tra porto di Chioggia e foce	2 miglia nautiche dalla costa	1	064	3	1		1	2	1	1
CE1_4	Tra foce del FisseroTartaroCanalbianco e confine regionale	2 miglia nautiche dalla costa (178,98)	3	072	3	1		1	2	1	1
				601	3			1	2		
				082	3		1	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 (365,80)		053	1	1	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 (322,71)		072	1	1	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 Brussa
024	VE	Jesolo	dalla costa direzione Jesolo lido
040	VE	Cavallino Treporti	dalla costa direzione Cavallino
053	VE	Venezia	dalla costa direzione Pellestrina San Pietro in Volta
056	VE	Venezia	dalla costa direzione Ca' Roman
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 e localizzazione dei transetti dei corpi idrici costieri

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

CIFRA	CODIFICA	SPECIFICHE
		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 bentoniche 6: biota pesci

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 viene eventualmente aggiornato in base alle normative di nuova emissione. Le attività previste in ambito istituzionale vengono attuate in integrazione con quelle di progetto, se presenti, al fine di razionalizzare le risorse e ottimizzare i risultati. Entro fine anno si predispone il "Calendario integrato delle attività di campionamento" che tiene conto dei differenti piani di monitoraggio e/o studio e delle diverse finalità. La Pianificazione delle attività di campionamento e il relativo Calendario sono predisposti in collaborazione con i referenti delle attività di campionamento.

3.2.1 Campionamento

Le attività operative di campionamento riguardano le uscite in mare utili al prelievo di campioni delle diverse matrici e all'acquisizione di dati chimico-fisici lungo la colonna d'acqua per mezzo di sonda multiparametrica, di dati meteorologici con una centralina meteo e di 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, eccettuate 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 ottobre sono realizzate le campagne per la rilevazione della presenza di microalghe bentoniche; tali campagne prevedono il campionamento su substrati solidi e su acqua in prossimità della linea di costa e pertanto sono condotte da terra, così come le campagne per la raccolta di mitili da banchi naturali, attuate da giugno a settembre. La realizzazione dei campionamenti e rilevamenti in mare è eseguita da tecnici specialisti della U.O. Monitoraggio delle Acque Marine e Lagunari di ARPAV. Le attività generalmente prevedono il coinvolgimento di due operatori, 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 di tipo chimico, microbiologico e biologico sono eseguite da ARPAV, eccettuato il parametro sassitossina nei mitili (per la 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 dell'elenco di priorità e inquinanti specifici), sedimento (IPA, composti

organoclorurati, composti organostannici, metalli, saggi biologici) e biota (sostanze prioritarie, IPA, PCB, Idrocarburi clorurati, metalli, Coliformi fecali) sono svolte dal personale dirigente e tecnico altamente specializzato del Dipartimento Regionale Laboratori (sedi di Venezia-Mestre e di Treviso), mentre le analisi sugli elementi biologici (fitoplancton, fitoplancton potenzialmente tossico, microalghe bentoniche, benthos) dal personale altamente specializzato della U.O. Monitoraggio delle Acque Marine e Lagunari - Ufficio ecosistemi costieri presso la sede ARPAV di 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*) o altri riferimenti indicati dalla normativa vigente.

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 (SDMV) che acquisisce anche i risultati analitici da SIRAV.

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; il quadro legislativo di riferimento è rappresentato dall'ex D.Lgs 152/1999 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. 17 luglio 2009 e il D.M. 260/2010 dispongono la standardizzazione delle informazioni e i ruoli di responsabilità istituzionale nella raccolta, trasmissione, archiviazione e diffusione delle informazioni.

4 PARAMETRI INDAGATI¹

4.1 Descrizione

Temperatura: è un parametro fisico che presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della latitudine, della bassa profondità media e del notevole afflusso di acque fluviali nel bacino. Essa condiziona, assieme alla luce, la formazione e la distribuzione del fitoplancton.

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

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

Trofia e carico trofico: si intende il livello di disponibilità di nutrienti in forma assimilabile dagli organismi autotrofi nel processo di produzione primaria. Lo stato trofico può essere determinato con misure di produzione primaria, ma più semplicemente con il rilevamento di parametri come le concentrazioni di nutrienti (azoto e fosforo), di ossigeno disciolto e le biomasse dei produttori (fitoplancton e macrofite). Con carico trofico si intende l'apporto di nutrienti al sistema acquatico, in particolare composti dell'azoto e/o del fosforo.

Torbidità: indica la presenza di materiale organico e inorganico in sospensione che 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.

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).

Sali nutritivi: sono i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta, rappresentati 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 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 ed è caratterizzato da differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dalla portata dei fiumi, dall'andamento stagionale del fitoplancton e dai processi rigenerativi a livello del sedimento.

Salinità: esprime la concentrazione di sali presenti in acqua ed è il parametro che maggiormente condiziona la vita degli organismi. In Nord Adriatico le variazioni di salinità dipendono soprattutto dagli apporti di acque dolci in superficie e dall'ingresso di correnti di fondo di acque più salate dal bacino meridionale.

pH: le acque marine presentano generalmente una notevole stabilità di pH (da 8.1 a 8.3) garantita da un efficiente sistema tampone, 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.

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 osservato per i nutrienti, anche la clorofilla è soggetta ad una variabilità spazio-temporale, essendo anch'essa coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata da più fattori (apporto di nutrienti, temperatura, intensità luminosa).

Indice trofico TRIX²: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il grado di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 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.

Sedimento: lungo la costa veneta 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: sono gli organismi animali e vegetali. Su pesci prelevati nell'area di ciascun corpo idrico vengono effettuate le analisi per determinare lo stato chimico, unitamente ai dati su acqua. Le misure di bioaccumulo e di tipo microbiologico, effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis*, sono utilizzate sia per la definizione dello stato chimico che per la valutazione della conformità delle acque alla vita dei molluschi; i campioni del bivalve vengono prelevati presso banchi naturali individuati nell'area di alcuni transetti 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, 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, mediante sonda multiparametrica Sea Bird SBE 19 PLUS V2 con fluorimetro integrato (CYCLOPS-7 TURNER DESIGN). La funzionalità della sonda

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).

viene periodicamente certificata dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con strumentazione di riferimento.

Le concentrazioni di nutrienti disciolti (azoto ammoniacale, nitroso, nitrico, silicio da ortosilicati, fosforo da ortofosfati) sono state determinate su campioni di acqua filtrata mentre azoto e fosforo totali su campioni non filtrati, 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 2019, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.

5 SITUAZIONE METEOCLIMATICA E IDROLOGICA NELL'ANNO 2022

Di seguito, a supporto di una migliore interpretazione dei dati del monitoraggio, si riporta una sintesi dell'andamento meteoclimatico e di quello idrologico, in termini di precipitazioni e portate fluviali, estrapolati dai Commenti meteoclimatici e dalle relazioni mensili "Rapporto sulla risorsa idrica in Veneto" prodotti dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV con i contributi del Servizio Meteorologico di Teolo, del Servizio Neve e Valanghe di Arabba e del Servizio Idrologico di Belluno e disponibili sul sito dell'Agenzia (<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo> e <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/rapporti-risorsa-idrica>).

5.1 Situazione meteoclimatica

Inverno 2021/22

Da rimarcare la persistenza di situazioni di alta pressione con frequenti condizioni di inversione termica, la stagione risulta più soleggiata del solito, meno fredda rispetto alla media, molto più secca con minore cumulo neve in montagna.

Un lungo periodo siccitoso si registra tra il primo dicembre e il 28 febbraio, ad eccezione degli episodi del 8 dicembre, del 5 gennaio e del 15 febbraio, non ci sono stati giorni di vero maltempo. Solo 3 giorni con precipitazioni vere e proprie in 3 mesi, pertanto il deficit di precipitazioni è assai considerevole rispetto alla norma.

La montagna s'imbianca fino a bassa quota già a inizio dicembre. La neve arrivata l'8 dicembre, particolarmente abbondante fino nei fondovalle prealpini rimane per più di un mese grazie alla stabilità del tempo e al perdurare dell'inversione termica. Globalmente l'inverno 2021-2022 si distingue nettamente da una stagione fredda abituale. Nevicate precoci ed abbondanti a dicembre in montagna, grande mitezza di fine dicembre e del primo gennaio specie in alta quota, vento forte in quota, elevato deficit di precipitazioni.

Primavera 2022

La primavera 2022 è stata assai fresca a marzo e ad aprile, con temperature medie mensili lievemente inferiori alla media, specie la prima decade di entrambi i mesi, con picchi di freddo anomali. Dopo il 10 maggio cambia drasticamente il contesto termico con un netto rialzo delle temperature sulla regione e i due terzi del mese di maggio diventano termicamente pre-estivi. In sintesi la primavera 2022 è prossima alla media considerando i due primi mesi un po' freschi e il terzo mediamente più caldo. Per quanto riguarda le precipitazioni, il deficit pluviometrico, seppur non così importante come quello invernale, rimane assai rilevante e aggrava una situazione che era già problematica ai primi di marzo,

specie per l'agricoltura regionale, ad eccezione delle Dolomiti settentrionali, soprattutto dell'alto Agordino. Altrove gli apporti pluviometrici presentano un divario negativo rispetto alla media spesso superiore al 40-50% e localmente fino al 70% in meno.

Pertanto il problema acqua si accentua sia per il mondo agricolo che per altri usi. La carta della sommatoria delle precipitazioni primaverili regionali (Fig. 2) mostra quanto poco sia piovuto su alcuni settori regionali. Ovviamente la mancanza d'acqua è legata a una circolazione generale assai inconsueta dall'inizio di quest'anno. Il vortice polare è rimasto confinato a latitudini inconsuete per il periodo freddo per le poche irruzioni dei fronti freddi nord-atlantici.

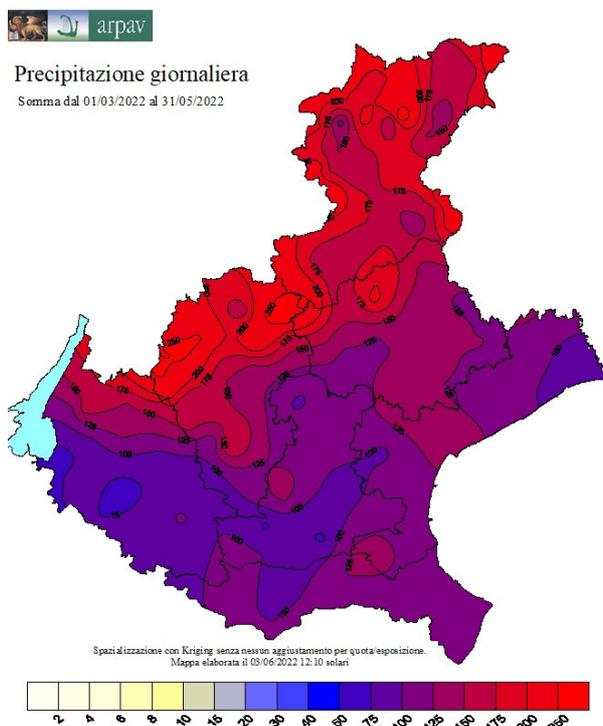


Figura 2: Grafico della sommatoria delle precipitazioni nel corso del trimestre primaverile 2022 (dal 1 marzo al 31 maggio 2022)

Estate 2022

L'estate 2022 inizia con un mese di giugno già caldo con temperature superiori alla media di 2 - 3°C, paragonabili al mese di giugno 2003. Il caldo è più sensibile in alta quota rispetto alle valli. Situazione che si ripete anche a luglio e agosto, con temperature al di sopra delle medie e altre tre ondate di caldo anomalo. Il 2003 è rimasto come un anno eccezionalmente caldo, con punte da record, ma il trimestre estivo 2022 si rivela essere mediamente più caldo, di poco in pianura e decisamente di più in montagna, almeno per i mesi di giugno e luglio, mentre il mese di agosto, seppur un po' più caldo non presenta scarti positivi così grandi. A differenza di molte altre estati il caldo è risultato spesso meno afoso, eccetto sui settori litorali durante le ore notturne, quando l'umidità relativa raggiunge livelli molto alti, senza che le temperature scendano sotto 23 o 24°C. È un'estate meno piovosa rispetto alla media, con aggravamento della situazione siccitosa, già presente sulla regione da diversi mesi. Si verifica un parziale ritorno della pioggia in agosto, almeno sui monti e qua e là anche in pianura, ma si tratta perlopiù di episodi d'instabilità con rovesci e temporali, occasionalmente intensi come il 5 agosto sera (fino a 120 mm in meno di 2 ore). In ogni caso la pluviometria estiva risente del deficit iniziale e quasi ovunque le piogge del trimestre sono deficitarie, localmente inferiori al 70-60% rispetto a quel che cade normalmente nel periodo estivo. Altra particolarità del periodo è la violenza di alcuni temporali, le cui caratteristiche sono le fortissime raffiche di vento con ormai ricorrenza quasi sistematica di

downburst e l'alta frequenza di grandinate rovinose. L'estremizzazione di certi fenomeni imputabile al riscaldamento globale lascia tracce come il collasso del ghiacciaio della Marmolada, frane di varie dimensioni, smottamenti, da aggiungere alla scarsità di acqua.

Autunno 2022

La stagione è stata meno piovosa della media e assai più mite, specie tra ottobre e novembre, grazie a numerose giornate di tempo stabile e spesso ben soleggiato. La situazione idrica non migliora sulla regione: scarsi gli episodi piovosi, senza giornate di forte maltempo con precipitazioni diffuse e abbondanti. In alcuni casi i totali pluviometrici del trimestre sono anche del 40-60% inferiori alla media stagionale, sia in montagna che in pianura. Per quanto riguarda le temperature, il mese di settembre è in linea con la media termica mensile, solo un po' più fresco da metà mese, poi il clima torna a essere bello e anormalmente mite a ottobre e novembre. Il caldo è maggiormente avvertito in quota, dove gli scarti rispetto alla media sono ben maggiori rispetto alla pianura.

In ogni caso il bel tempo predominante e l'assenza di temperature basse nonché il mancato arrivo della neve alle quote medie prima del 22 novembre, evidenziano quanto l'autunno 2022 verrà ricordato come bello, mite e siccitoso, anche se a settembre il deficit delle piogge è stato limitato, con alcune aree (Cadore e Alpe di Siusi) in cui le piogge sono state più abbondanti della media.

5.2 Andamento idrologico

GENNAIO. Precipitazioni: nel primo mese del 2022 sono caduti mediamente in Veneto 28.1 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 59.2 mm (mediana 47 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono stati poco meno della metà rispetto alla media (-53%) e sono stimabili in circa 517 milioni di m³ d'acqua. Le piogge sono state essenzialmente concentrate nei giorni 5 e 6, mentre nella seconda metà di gennaio non si è osservata alcuna precipitazione significativa.

Portate: Alla data del 31 gennaio le portate dei maggiori fiumi veneti, in calo dalla metà del mese di novembre, sono ormai decisamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata, la portata media di gennaio si attesta tra il 25° percentile e la mediana su Brenta e Adige, mentre si pone tra il 5° e il 25° percentile su Bacchiglione e Po. Rispetto alla media storica mensile, la portata media di gennaio è inferiore in tutte le sezioni: -15% sull'Adige a Boara Pisani, -24% sul Brenta a Barziza, -34% sul Po a Pontelagoscuro e -56% sul Bacchiglione a Montegalda.

FEBBRAIO. Precipitazioni: nel mese sono caduti mediamente in Veneto 29.0 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 61.8 mm (mediana 49 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono stati, come a gennaio, poco meno della metà rispetto alla media (-52%) e sono stimabili in circa 534 milioni di m³ d'acqua.

Portate: alla data del 28 febbraio le portate dei maggiori fiumi veneti, in calo dalla metà del mese di novembre e poco influenzate dalle precipitazioni di metà mese, si mantengono decisamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua e al minimo storico sul Gorzone a Stanghella (dati dal 2004). Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata, la portata media di febbraio si attesta tra il 5° e il 25° percentile su Brenta e Adige, e inferiore al 5° percentile sul Bacchiglione e sul Po. Rispetto alla media storica mensile, la portata media di febbraio risulta decisamente inferiore, quasi ¼ in meno sull'Adige a Boara Pisani (-24%) e all'incirca la metà sulle altre stazioni: -43% sul Brenta a Barziza, -58% sul Bacchiglione a Montegalda e -47% sul Po a Pontelagoscuro.

MARZO. Precipitazioni: nel mese sono caduti mediamente in Veneto 13 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 67 mm (mediana 57 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono inferiori alla media (-81%) e sono stimabili in

circa 233 milioni di m³ d'acqua. Sono stati registrati apporti minori nel marzo 2021 (8 mm), 2012 (10 mm), 2003 (7 mm), 1998 (8 mm) e 1994 (10 mm).

Portate: al 31 marzo le portate dei maggiori fiumi veneti, in calo da metà novembre e poco influenzate dalle deboli precipitazioni di fine mese, si mantengono decisamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua e al minimo storico su Po, Brenta e Meduna. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata, la portata media di marzo si attesta tra il 5° e il 25° percentile sull'Adige, minore del 5° percentile sul Bacchiglione (poco superiore al minimo storico del marzo 2012) e inferiore al minimo storico sul Brenta (misurato nel marzo 2012) e sul Po (rilevato nel lontano 1981). Rispetto alla media mensile storica la portata media di marzo è risultata ovunque assai inferiore: -40% sull'Adige a Boara Pisani, -70% sul Brenta a Barziza e Bacchiglione a Montegalda, -63% sul Po a Pontelagoscuro.

APRILE. Precipitazioni: nel mese sono caduti mediamente in Veneto 63 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 94 mm (mediana 95 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono inferiori alla media (-33%) e sono stimabili in circa 1.169 milioni di m³ d'acqua. Non sono infrequenti i mesi di aprile con scarse precipitazioni, basti ricordare il 2007 e 2011 (minimi con 11.4 e 18.3 mm) e più recentemente il 2015, 2016 e 2020 (quest'ultimo con soli 28.5 mm).

Portate: alla data del 30 aprile le portate dei maggiori fiumi veneti, in lieve risalita nell'ultima settimana dopo i forti cali registrati dalla metà di novembre, si mantengono decisamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua e al minimo storico su Po, Brenta, Bacchiglione e Meduna. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata, la portata media di aprile si attesta ovunque inferiore al 5° percentile e risulta addirittura inferiore al minimo storico su Po, Bacchiglione e Brenta. Rispetto alla media storica mensile i deflussi sono risultati inferiori del 60% sull'Adige a Boara Pisani, del 70% sul Brenta a Barziza, del 75% sul Bacchiglione a Montegalda e del 63% sul Po a Pontelagoscuro.

MAGGIO. Precipitazioni: a maggio 2022 sono caduti mediamente in Veneto 64 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 117 mm (mediana 97 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono assai inferiori alla media (-46%, poco più della metà) e sono stimabili in circa 1.171 milioni di m³ d'acqua. Considerando la serie storica dal 1994 questo è il quarto maggio più scarso dopo il 1997 (55 mm), il 2003 (43.5 mm) e il 2009 (33 mm), paragonabile al 2011 (67 mm).

Portate: alla data del 31 maggio le portate dei maggiori fiumi veneti si mantengono ancora decisamente inferiori alle portate medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata (ancorché discontinue), la portata media di maggio risulta essere poco superiore al 5° percentile sull'Adige, e minore del 5° percentile su Bacchiglione, Brenta e Po. Rispetto alla media mensile storica, la portata media di questo maggio risulta assai bassa: poco meno della metà sull'Adige a Boara Pisani (-57%), circa 1/3 sul Brenta a Barziza (-63%) e sul Po a Pontelagoscuro (-67%), appena ¼ sul Bacchiglione a Montegalda (-77%).

GIUGNO. Precipitazioni: nel mese sono caduti mediamente in Veneto 51 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 97 mm (mediana 100 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono inferiori alla media (-47%, poco più della metà) e sono stimabili in circa 936 milioni di m³ d'acqua. Considerando la serie storica dal 1994 questo è il quarto giugno più scarso dopo 2021, 2006 e 2019 (minimo con 26.6 mm).

Portate: al 30 giugno, nonostante i temporali degli ultimi giorni, le portate dei maggiori fiumi veneti sono ancora in calo e si mantengono nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua, e in particolare sono inferiori al minimo storico, per il mese di giugno, su Livenza, Bacchiglione e Po. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata (ancorché discontinue), la portata media di giugno risulta essere inferiore

al 5° percentile su Adige e Brenta e inferiore al minimo storico su Po e Bacchiglione. Rispetto alla media mensile storica, la portata media di questo giugno risulta inferiore del 64% sull'Adige a Boara Pisani, del 65% sul Brenta a Barzizza, dell'80% sul Bacchiglione a Montegalda, e dell'85% sul Po a Pontelagoscuro.

LUGLIO. Precipitazioni: nel mese di luglio 2022 sono caduti mediamente in Veneto 54 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 90 mm (mediana 83 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono molto inferiori alla media (-41%, poco più della metà) e sono stimabili in circa 985 milioni di m³ d'acqua. Dal 1994 sul Veneto sono stati misurati in luglio apporti mensili inferiori solo nel 2013 (52 mm) e 2015 (48 mm).

Portate: anche alla data del 31 luglio, nonostante i temporali dell'ultima parte del mese, le portate dei maggiori fiumi veneti si mantengono nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua, e i valori medi mensili sono inferiori al minimo storico per il mese di luglio su Adige, Bacchiglione, Brenta e Po. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata (ancorché discontinue), la portata media di luglio, rispetto alla media mensile storica, appare circa la metà sul Brenta a Barzizza (-52%), 1/4 sull'Adige a Boara Pisani (-76%), meno di 1/6 sul Bacchiglione a Montegalda e Po a Pontelagoscuro (-85%). Anche sul Livenza a Meduna di Livenza la portata media di questo luglio appare la minima dall'inizio delle rilevazioni (iniziate nel 2003) con un -53% rispetto alla portata media mensile.

AGOSTO. Precipitazioni: ad agosto 2022 sono caduti mediamente in Veneto 121 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 101 mm (mediana 92 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono, per la prima volta nel 2022, superiori alla media (+20%) e sono stimabili in circa 2.233 milioni di m³ d'acqua.

Portate: al 31 agosto, grazie ai temporali degli ultimi giorni del mese, le portate dei maggiori fiumi veneti sono in lieve ripresa anche se ancora nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Il deflusso medio mensile risulta essere compreso tra il 5° e il 25° percentile sul Brenta, inferiore al 5° percentile sull'Adige e inferiore al minimo storico su Po e Bacchiglione. Considerando le stazioni con le serie storiche di maggiore durata, la portata media di agosto, rispetto alla media mensile storica, risulta ovunque assai inferiore: -35% sul Brenta a Barzizza, meno della metà sull'Adige a Boara Pisani (-58%), circa 1/3 sul Po a Pontelagoscuro (-69%) e appena 1/5 sul Bacchiglione a Montegalda (-80%).

SETTEMBRE. Precipitazioni: a settembre 2022 sono caduti mediamente in Veneto 103 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 107 mm (mediana 107 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono nella media (-3%) e sono stimabili in circa 1.899 milioni di m³ d'acqua.

Portate: alla data del 30 settembre, le portate dei maggiori fiumi veneti sono simili a quelle di inizio mese, mantenendosi ancora nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Il deflusso medio mensile risulta essere compreso tra 5° e 25° percentile sul Brenta, inferiore al 5° percentile sull'Adige e inferiore al minimo storico su Po e Bacchiglione. Rispetto alla media storica mensile, i deflussi sono risultati inferiori del 52% sull'Adige a Boara Pisani, del 42% sul Brenta a Barzizza, del 78% sul Bacchiglione a Montegalda e del 65% sul Po a Pontelagoscuro.

OTTOBRE. Precipitazioni: nel mese sono caduti mediamente in Veneto 19 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 111 mm (mediana 112 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono molto inferiori alla media (-83%) e sono stimabili in circa 348 milioni di m³ di acqua. Sono stati registrati apporti inferiori solo nei mesi di ottobre 1995 (7 mm) e 1997 (18 mm), mentre quantitativi poco superiori si sono avuti nel 2017 (23 mm) e nel 2006 (27 mm).

Portate: al 31 ottobre, le portate dei maggiori fiumi veneti sono simili a quelle di inizio mese, ad eccezione del Po in lieve risalita, e si mantengono ancora nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Il deflusso medio mensile risulta essere inferiore al 5° percentile su Brenta e Adige, e inferiore al minimo storico su Po e Bacchiglione. Rispetto alla media storica mensile, i deflussi presentano i seguenti scarti: -41% sull'Adige a Boara Pisani, -66% sul Brenta a Barziza, -85% sul Bacchiglione a Montegalda e -68% sul Po a Pontelagoscuro.

NOVEMBRE. Precipitazioni: nel mese di novembre 2022 sono caduti mediamente in Veneto 108 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 136 mm (mediana 122 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono inferiori alla media (-21%) e sono stimabili in circa 1985 milioni di m³ di acqua. Quantitativi poco superiori si sono avuti nel 2016 (113 mm) e negli anni 2005 e 2018 (117 mm).

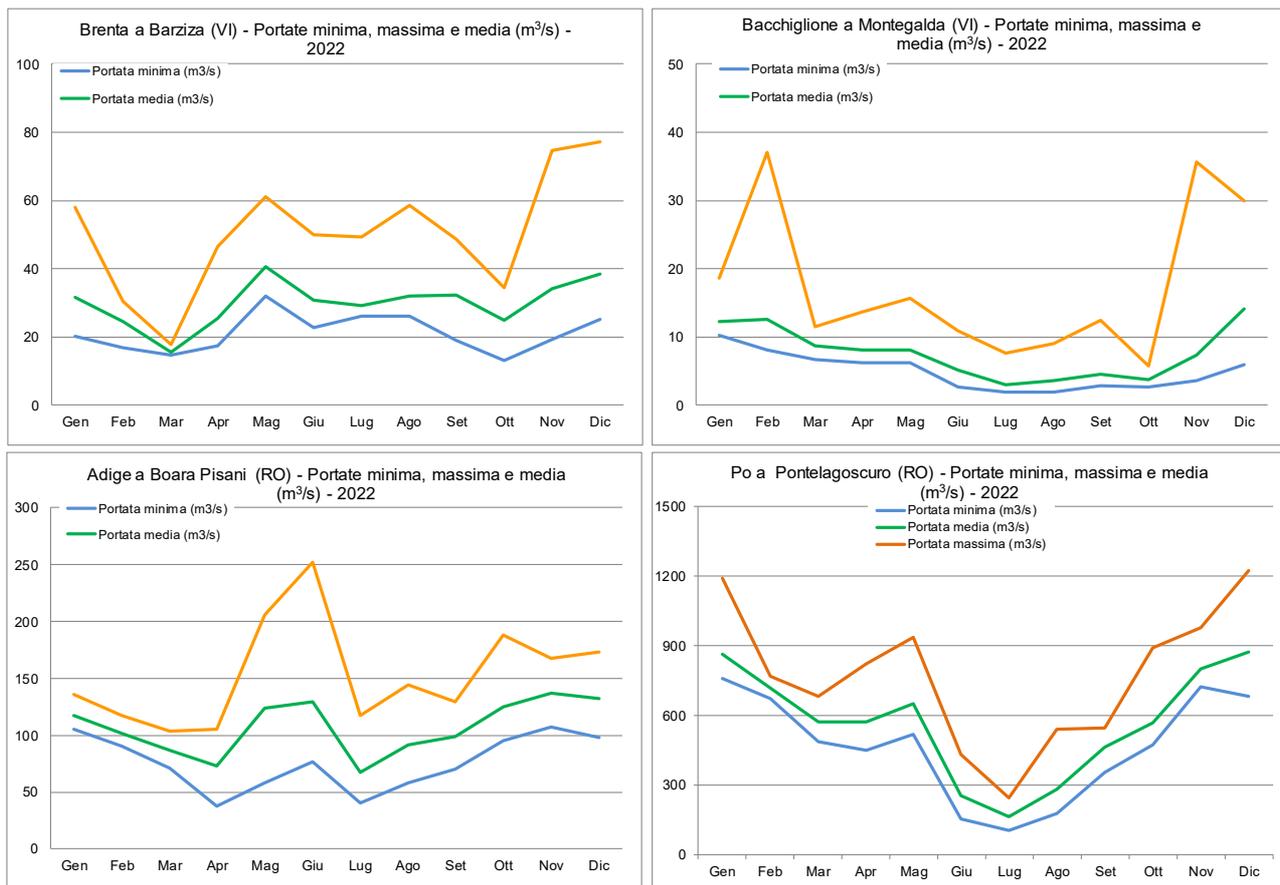
Portate: alla data del 30 novembre le portate dei maggiori fiumi veneti sono nuovamente in calo, dopo i modesti aumenti di inizio terza decade, e si mantengono ancora nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Il deflusso medio mensile risulta essere compreso tra 25° e 50° percentile sull'Adige, tra 5° e 25° percentile su Brenta e Po ed inferiore al minimo storico sul Bacchiglione. Rispetto alla media storica mensile i deflussi sono risultati inferiori del 38% sull'Adige a Boara Pisani, del 59% sul Po a Pontelagoscuro, del 60% sul Brenta a Barziza e dell'81% sul Bacchiglione a Montegalda.

DICEMBRE. Precipitazioni: nel mese di dicembre 2022 sono caduti mediamente in Veneto 109 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2021 è di 81 mm (mediana 77 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono superiori alla media (+35%) e sono stimabili in circa 2004 milioni di m³ di acqua.

Portate: alla data del 31 dicembre le portate dei maggiori fiumi veneti sono nuovamente in calo, dopo le modeste intumescenze della seconda decade, e si mantengono ancora nettamente inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Il deflusso medio mensile risulta essere compreso tra 25° e 50° percentile su Adige e Brenta e tra 5° e 25° percentile su Po e Bacchiglione. Rispetto alla media storica mensile i deflussi sono risultati inferiori del 16% sull'Adige a Boara Pisani, del 33% sul Brenta a Barziza, del 56% sul Bacchiglione a Montegalda e del 44% sul Po a Pontelagoscuro.

In figura 3-A sono riportati i valori di portata minima, massima e media calcolati nei mesi 2022 per Brenta, Bacchiglione, Adige e Po presso le principali sezioni di misura. Rispetto all'anno 2021 i valori medi mensili sono risultati nettamente in calo, come si può osservare per alcuni dei sopracitati fiumi nei grafici di figura 3-B.

A



B

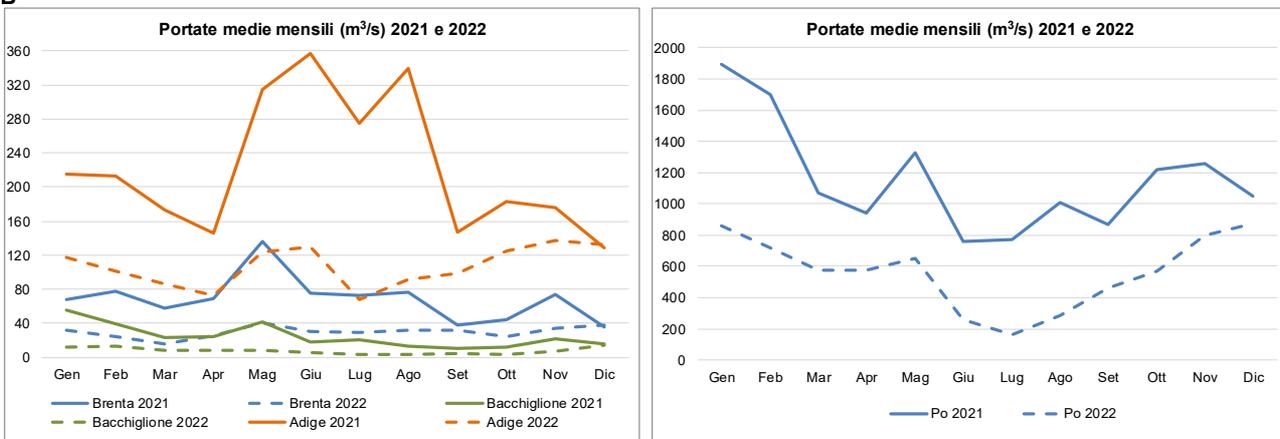


Figura 3: A - Minimo, massimo e media mensili delle portate medie giornaliere dei principali fiumi veneti nel 2022. B - Confronto tra le medie mensili del 2021 (linee continue) e del 2022 (linee tratteggiate) per i principali fiumi. (Fonte dati ARPAV). NB: le scale di portata sono differenti nei vari grafici

6 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2022, che ha visto lo svolgimento di sette campagne di monitoraggio per la matrice acqua, quattro per biota-mitili, una per biota-pesci e quattro per microalghe, 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).

6.1 Matrice acqua

In questa sezione 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, 5.00 µg/l per silicio da ortosilicati, 0.02 µg/l per clorofilla *a* rilevata tramite sonda, 1 mg/l per la colorazione al Platino/Cobalto e per la misura dei solidi sospesi.

Per la scelta del criterio con cui considerare i dati inferiori al Limite di Quantificazione (LOQ), soprattutto in casi di percentuali elevate, si è fatto riferimento 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 gli studi sul trattamento dei dati NR (non rilevabili), dal punto di vista statistico-matematico, suggeriscono tre possibilità:

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

dove LR=Limite di Rilevabilità.

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 (quindi "cautelativa" dal punto di vista della protezione dell'ambiente e della salute). La terza soluzione, maggiormente raccomandata in letteratura, fornisce una stima *medium-bound* e si basa sull'assunto che mediamente i dati NR siano approssimabili a LR/2. Il D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219, all'Art. 1, 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 nelle trattazioni successive si è proceduto, indipendentemente dalla numerosità dei dati NR, a sostituirli con un valore pari alla metà del limite di quantificazione. Si segnalano, per quanto riguarda i valori sostituiti con metà del LOQ, l'azoto ammoniacale con il 54.2% dei campioni inferiore al LOQ (110 casi su 203), il fosforo da ortofosfati con il 49.3% (100 casi su 203), l'azoto nitroso con il 30.5% (62 su 203), l'azoto nitrico con l'11.8% (24 su 203) e il fosforo totale con il 3% (6 su 203); si aggiungono infine anche la Clorofilla *a* analitica (7.8%, 6 campioni su 77) e la colorazione determinata con il metodo al Platino/Cobalto con il 79.5% dei casi (35 campioni su 44).

Per quanto riguarda i grafici che rappresentano la distribuzione dei parametri, si sottolinea che si tratta di valori medi annuali "particolari", calcolati su sette campagne poiché manca la copertura mensile. Per quanto riguarda in particolare l'anno 2022 si sottolinea inoltre che, a causa di condizioni meteo avverse e/o per mancata disponibilità dei mezzi nautici, la seconda campagna di rilevamento è stata effettuata in parte ad aprile (transetti da 008 a

064) e in parte a maggio (transetti 072, 601 e 082), così come la settima campagna eseguita parzialmente a novembre (transetti 008, 024 e 040) e ultimata a dicembre (dal transetto 053 allo 082). Questo fatto sicuramente rende poco precisi sia i risultati rappresentati per mese, ovviamente, ma anche quelli rappresentati per stazione; questo perché i parametri possono variare anche di molto nel giro di poco tempo, come si potrà osservare dai prossimi grafici.

2022	LOQ	N Validi	Media	Geometri ca Media	Mediana	Errore Standard	Dev.Std.	Moda	Frequenza della Moda	Minimo	Massimo	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	Intervallo quartile	90° Percentile	95° Percentile	Asimmetria	Curiosi
Temperatura (°C)		203	20.33	18.92	22.22	0.49	6.98	Multiplo	2	7.72	29.99	13.11	26.20	22.27	28.23	28.70	-0.408	-1.405
Salinità (PSU)		203	34.28	34.06	35.36	0.25	3.62	Multiplo	2	21.33	39.03	32.68	36.92	17.70	37.81	38.03	-1.542	2.627
Ossigeno disciolto (%)		203	106.09	105.64	103.79	0.70	10.02	104.11	2	81.59	138.58	99.64	110.94	56.98	120.84	127.01	0.933	0.660
pH (unità)		203	8.23	8.22	8.22	0.01	0.11	8.25	15	7.99	8.74	8.17	8.25	0.75	8.31	8.33	1.934	6.871
Clorofilla a CTD (µg/l)	0.03	203	1.30	0.94	1.00	0.07	1.06	Multiplo	3	0.13	5.83	0.48	1.78	5.71	2.90	3.45	1.411	2.114
Trasparenza (m)		202	3.61	3.16	3.00	0.14	2.03	2.50	31	1.00	16.00	2.00	5.00	15.00	6.00	6.50	2.355	10.671
N-NH ₃ (µg/l)	7.75	203	12.30	7.95	3.88	0.92	13.06	<LOQ	110	<LOQ	62.80	3.88	17.10	58.93	31.80	41.08	1.807	2.869
N-NO ₂ (µg/l)	1.52	203	4.08	2.62	2.65	0.27	3.82	<LOQ	62	<LOQ	19.73	0.76	6.41	18.97	9.95	11.23	1.524	2.677
N-NO ₃ (µg/l)	11.3	203	152.67	76.93	88.70	12.65	180.20	<LOQ	24	<LOQ	1295.00	36.80	207.40	1289.35	359.40	514.40	2.587	9.667
N totale (µg/l)	11.3	203	327.63	253.68	240.50	19.40	276.46	150.50	4	28.50	2790.00	161.90	455.00	2761.50	615.60	710.00	4.111	31.113
P-PO ₄ (µg/l)	1	203	1.79	0.99	1.00	0.23	3.34	<LOQ	100	<LOQ	24.00	0.50	2.00	23.50	3.00	6.00	4.718	24.760
P totale (µg/l)	1	203	15.46	11.28	12.00	0.81	11.59	7.00	14	<LOQ	59.00	7.00	19.00	58.50	32.00	43.00	1.447	2.078
Si-Sio ₄ (µg/l)	5	77	272.84	159.67	179.00	33.34	292.55	16.00	3	10.00	1659.00	87.00	343.00	1649.00	621.00	891.00	2.380	7.269
Diatomee (cell/l)		66	1409461	583089	674667	211056.1	1714628	Multiplo	2	31750.0	6045906	138337.0	2088625	6014156	4757805	4970976	1.439	0.907
Dinoflagellate (cell/l)		66	34430	24320	22680	3577.9	29067	20412	5	4536.0	147407	13608.0	49895	142871	74838	81641	1.495	2.587
Altro fitoplancton (cell/l)		66	666642	462273	443352	72709.2	590692	Multiplo	2	15875.0	2886885	248322.0	950200	2871010	1317580	1884526	1.700	3.138
Fitoplancton totale (cell/l)		66	2110533	1468117	1416233	226046.4	1836409	Multiplo	1	289145.0	6399678	791458.0	2660108	6110533	5630900	6145687	1.250	0.331
Clorofilla a analitica (mg/m ³)		77	1.81	1.13	1.00	0.23	2.05	0.60	11.00	0.20	13.22	0.60	2.40	13.02	4.41	5.21	2.910	12.289
Colore Pt/Co (mg/l)		44	0.99	0.70	0.50	0.17	1.14	0.50	35	0.50	5.00	0.50	0.50	0.00	3.00	4.00	2.319	4.345
Solidi sospesi totali (mg/l)	1	44	8.40	7.11	7.00	0.81	5.37	Multiplo	6.00	0.50	34.00	5.00	10.50	33.50	13.00	14.00	2.818	11.669
TRIX (Chl da CTD)		203	4.29	4.13	4.43	0.07	1.05	Multiplo	1.00	0.51	6.49	3.64	5.05	5.98	5.52	5.92	-0.423	0.136
TRIX Chl analitica)		77	4.35	4.16	4.46	0.13	1.15	Multiplo	1.00	0.74	6.30	3.60	5.24	5.55	5.76	6.23	-0.459	0.110

Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2022. Legenda: <LOQ = inferiore al limite di quantificazione del metodo analitico; i valori in rosso corrispondono a LOQ/2

6.1.1 Trasparenza

I valori di trasparenza nei mesi indagati sono compresi tra un massimo di 16.0 metri, rilevato presso la stazione 40530 (oltre 8km al largo di Venezia – S. Pietro in Volta) ad agosto e un valore minimo pari a 1.0m rilevato in nove casi (4.5%), quasi tutti nell'area del Delta del Po; il valore medio calcolato sull'intero dataset è risultato pari a 3.6m, la media annua alle stazioni a 500m è 2.8m, in quelle a 926m (0.5 miglia nautiche) è 3.2m e nelle stazioni a 3704m (2 miglia nautiche) è pari a 4.2m.

In figura 4 è riportato la distribuzione dei valori medi di trasparenza per ciascun mese alle diverse distanze dalla costa; come detto in precedenza la seconda campagna di rilevamento è stata effettuata in parte ad aprile (transetti da 008 a 064) e in parte a maggio (transetti 072, 601 e 082), così come la settima campagna eseguita parzialmente a novembre (transetti 008, 024 e 040) e ultimata a dicembre (dal transetto 053 allo 082). Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassi valori di batimetria (mediamente 3m) in relazione alla struttura del fondo, che degrada lentamente con l'allontanamento dalla costa raggiungendo valori medi di circa 7m alle stazioni a 0.5 miglia nautiche (926m) fino ad una media di 16m presso le stazioni più al largo (2.0mn, 3704m).

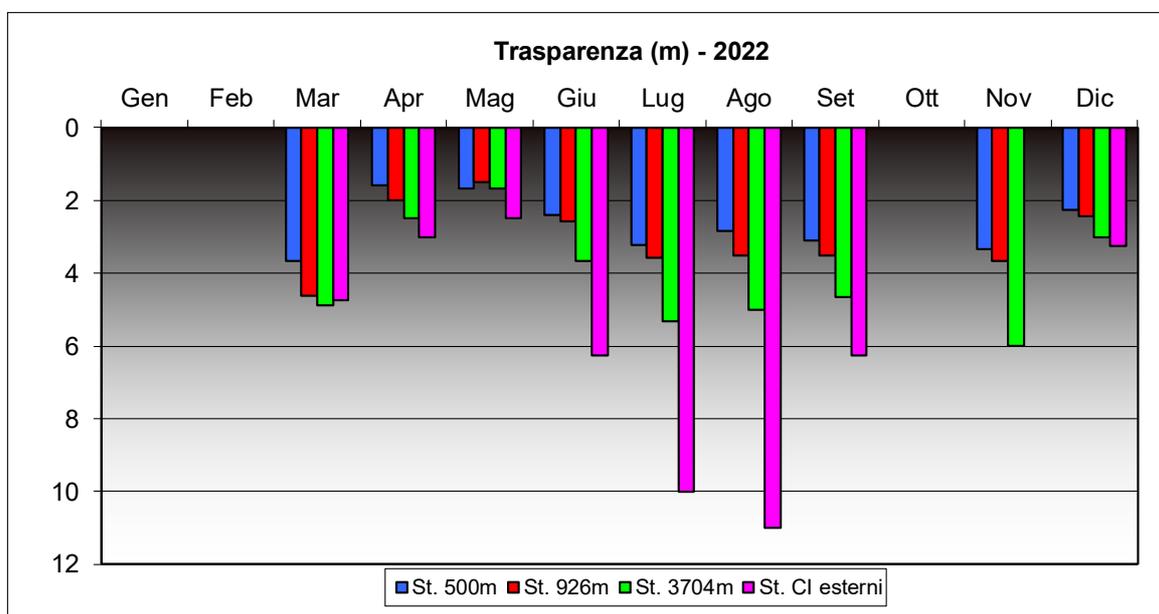


Figura 4: Valori medi di trasparenza (m) per campagna alle diverse distanze dalla costa

La distribuzione dei valori medi alle varie distanze evidenzia un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa legato sia alle batimetrie che al contributo degli apporti fluviali; gli effetti di questi ultimi sono decisamente mancati nel 2022, a causa del protratto periodo siccitoso. Le due stazioni dei corpi idrici al largo hanno di fatto presentato valori medi di trasparenza decisamente elevati, come si può osservare dal grafico di figura 5: in particolare spicca la stazione 40530 con un valore medio di oltre 8 m, il doppio rispetto alla stazione 40720 (oltre 7 km al largo di Rosolina) con 4 m.

In figura 5 è riportata infatti la distribuzione dei valori medi di trasparenza per transetto alle diverse distanze dalla costa, in rapporto alla corrispondente profondità del fondale. Dal grafico si osserva un aumento dei valori di trasparenza con l'allontanamento dalla costa, passando dalle stazioni a 500m a quelle più al largo, in quasi tutti i transetti anche quelli localizzati in vicinanza di foci importanti. Solo il transetto 053 (Venezia – S. Pietro in Volta) mostra valori praticamente eguali ed elevati nelle tre stazioni fino a 3704m.

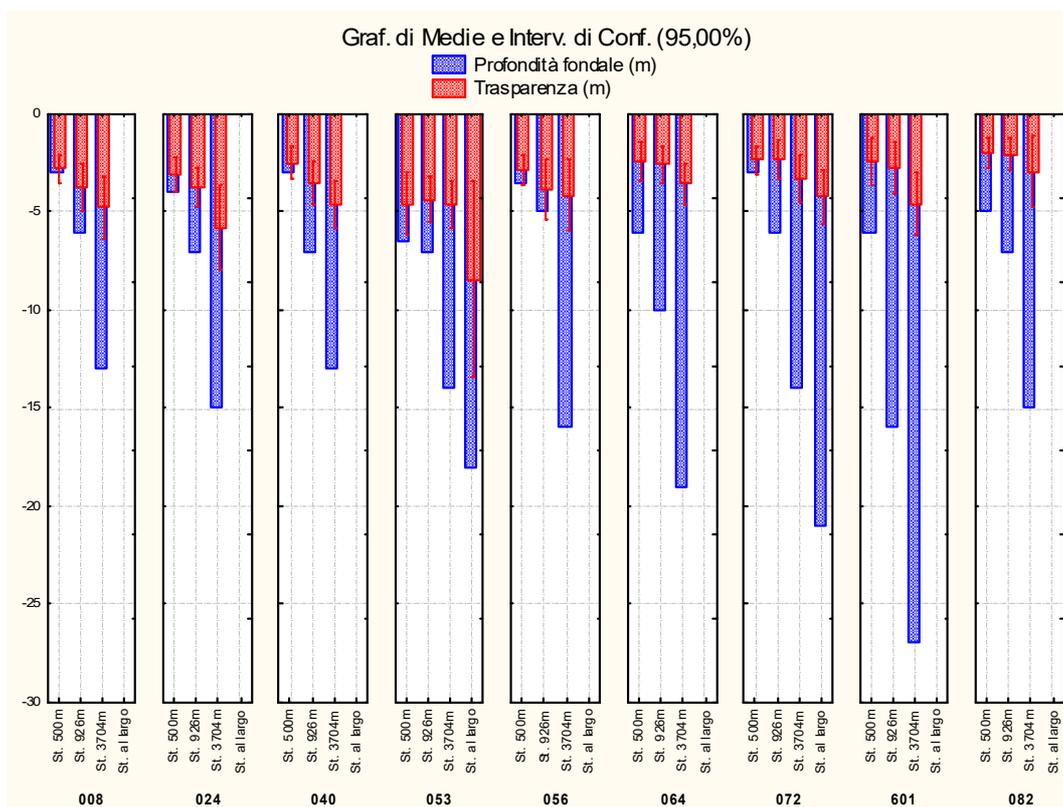


Figura 5: Valori medi di trasparenza (m) nel 2022 per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale

6.1.2 Temperatura

Come già ricordato nell'anno 2022 sono state effettuate 7 campagne, pertanto i valori medi indicati per temperatura e per i successivi parametri non sono confrontabili con quelli riportati nelle relazioni di anni passati relative a campagne mensili. In superficie il valore medio di temperatura nel periodo considerato è risultato pari a 20.33°C, con valori compresi tra un minimo di 7.72°C (a dicembre alla stazione 20720 Rosolina, posizionata nel c.i. CE1_4) e un massimo di 29.99°C (alla stazione 10820 – Po di Tolle del c.i. CE1_4, nella campagna di luglio).

Al fondo, considerando le sole stazioni a 3704 m, la temperatura media è stata pari a 18.76°C, con un minimo di 9.32°C alla stazione 30400 (al largo di Cavallino Treporti) a marzo e un massimo di 27.16°C alla stazione 30720 (al largo di Rosolina-Albarella) ad agosto.

In figura 6 si riporta la distribuzione delle temperature medie in superficie ed in profondità, presso stazioni al largo (3704 m) dei corpi idrici, registrate nelle campagne 2022. Pur mancando alcuni mesi, si intuisce, dai dati rappresentati in grafico, la presenza del fenomeno di inversione termica, con temperature più elevate al fondo da settembre in poi, mentre da aprile e per tutto l'estate i valori di superficie superano quelli di fondo con un divario maggiore nei primi mesi estivi.

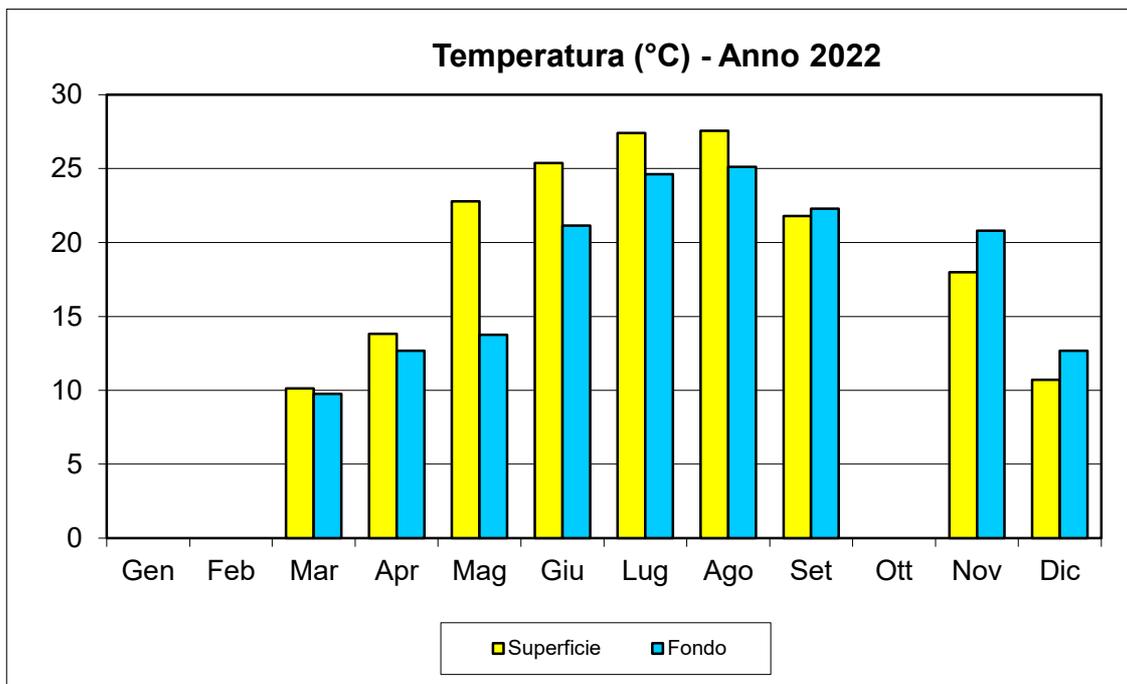


Figura 6: Valori medi di temperatura (°C) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704m da costa

In figura 7 si riporta la distribuzione dei valori medi di temperatura per ciascun transetto e alle diverse distanze dalla costa, calcolati sul dataset disponibile: mancano i mesi del periodo invernale (gennaio, febbraio e dicembre) e primaverile (maggio). Come si può osservare, i valori di temperatura medi si sono mantenuti entro un range abbastanza ristretto lungo tutta la costa, con i valori medi più bassi nell'area ricompresa tra le foci di Brenta-Bacchiglione e Adige (Transetto 064).

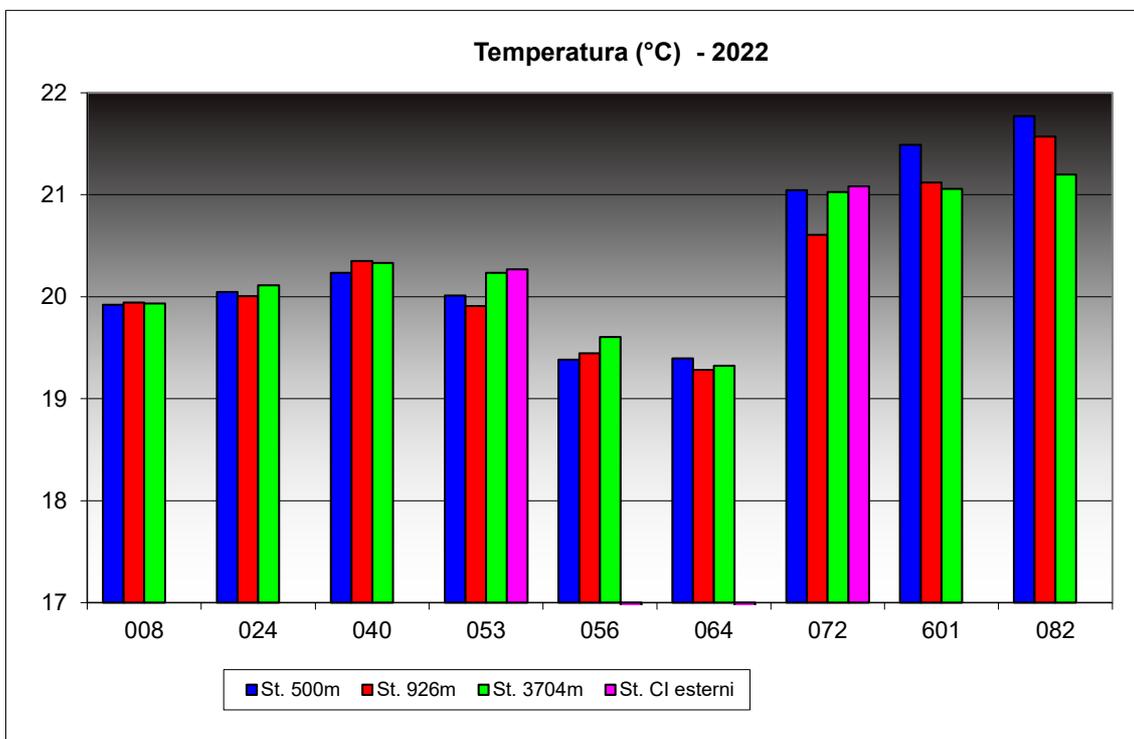


Figura 7: Valori medi di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa

6.1.3 Salinità

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un valore medio pari a 34.28 PSU ed un'escursione compresa tra il valore minimo di 21.33 PSU (stazione 10640 a giugno, a fronte di una conducibilità attorno a 33.42 mS/cm) e il valore massimo pari a 39.03 PSU (stazione 40530 a settembre, con 56.44 mS/cm di conducibilità). Al fondo la media calcolata presso le stazioni a 3704m è risultata pari a 38.25 PSU variando da 36.64 (stazione 30560 a dicembre, profondità circa 16m) a 39.22 PSU (stazione 30820 ad agosto, profondità circa 15m).

Rispetto all'anno 2021 sia i valori medi che quelli massimi risultano più elevati di qualche grado, particolarmente importante è il divario, per le acque di superficie, relativo al valore minimo passato da 9.55 nel 2021 a 21.33 PSU nella stessa zona di mare (trasetto 064); tali riscontri sono plausibilmente legati al perdurare delle condizioni di siccità con conseguenti ridotti apporti da parte dei fiumi sfocianti in Alto Adriatico.

In figura 8 si riporta l'andamento delle salinità medie mensili in superficie e al fondo, registrate presso le stazioni a 3704m dalla costa. La distribuzione dei valori medi nelle acque di fondo di queste stazioni si presenta tipicamente molto più uniforme rispetto alla superficie e sempre sopra i 37 PSU; per quanto riguarda gli strati superficiali, i valori medi presentano una maggiore variabilità, con una media minima a maggio, rimanendo sempre sopra i 30 PSU.

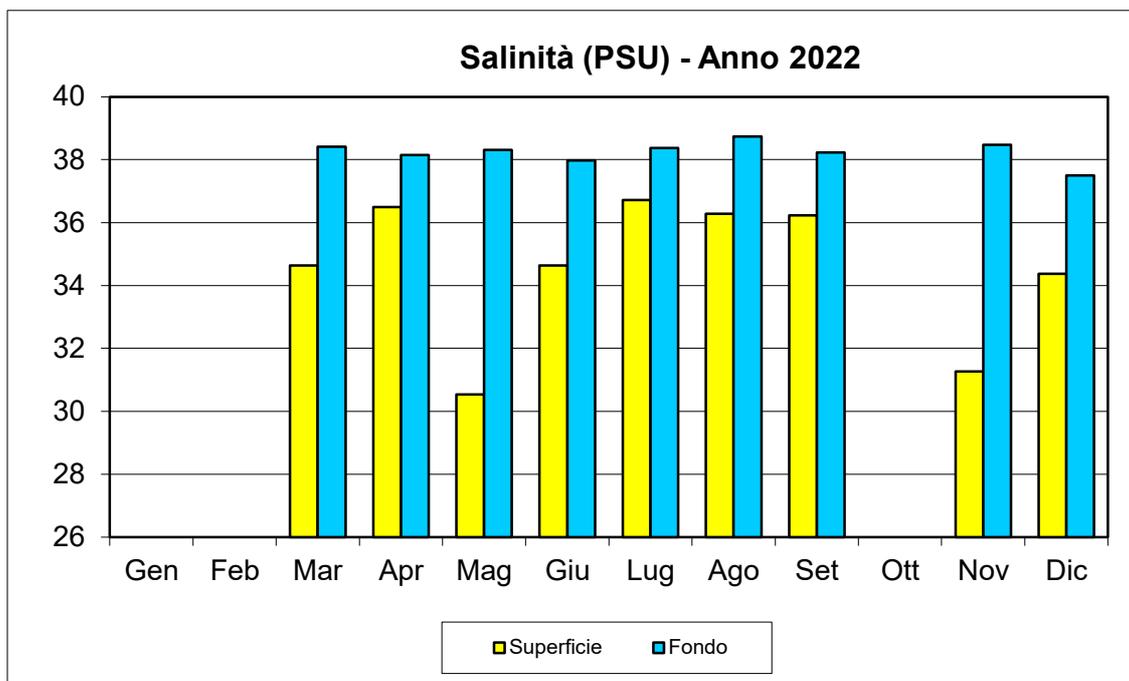


Figura 8: Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704m da costa

In figura 9 sono riportate invece le salinità medie di superficie calcolate per ciascuna campagna presso le stazioni poste alle diverse distanze dalla costa. La campagna di maggio presenta le concentrazioni medie più basse a tutte le stazioni, mentre i valori medi più alti sono stati registrati nel mese di aprile e da luglio a settembre, soprattutto nelle stazioni più al largo.

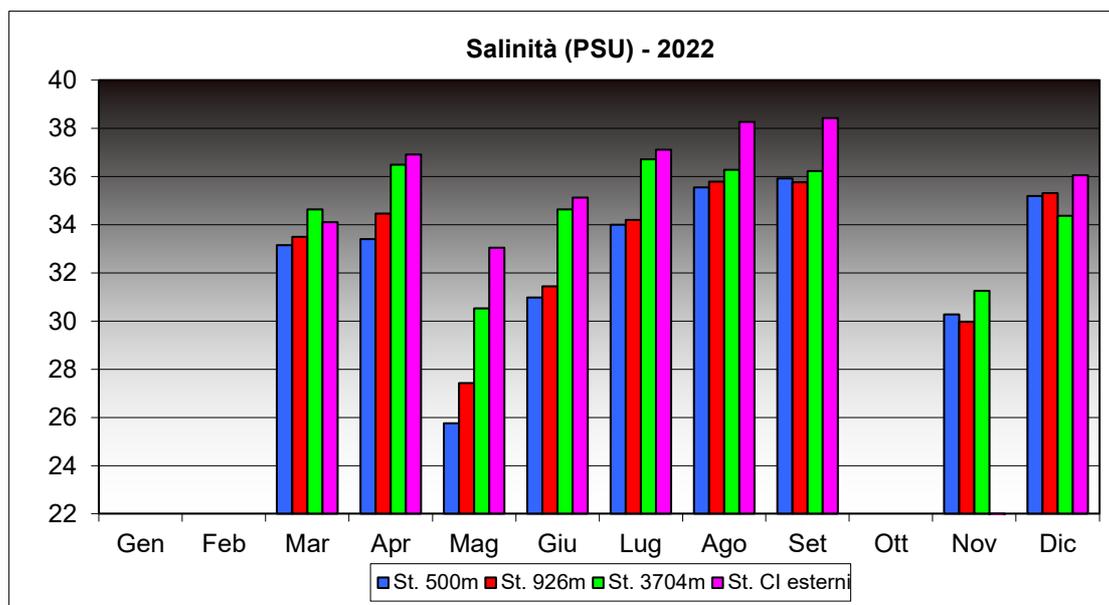


Figura 9: Salinità medie (PSU) in superficie per campagna alle diverse distanze dalla costa

In figura 10 si riporta la distribuzione dei valori rilevati per ciascun transetto nelle 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 le aree davanti alla laguna di Venezia (transetti 053 e 056) presentino valori di salinità elevati (mediane superiori a 36 PSU) già nelle stazioni prossime alla costa; i transetti a nord presentano valori di mediana compresi tra 34 e 36 PSU mentre subito a sud di Chioggia (dal tr. 064) le concentrazioni mostrano una ampia variabilità (maggiore dispersione dei valori attorno alla mediana), mantenendo comunque i valori di mediana superiori a 30 PSU con la sola eccezione della stazione 10820 (Po di Tolle).

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

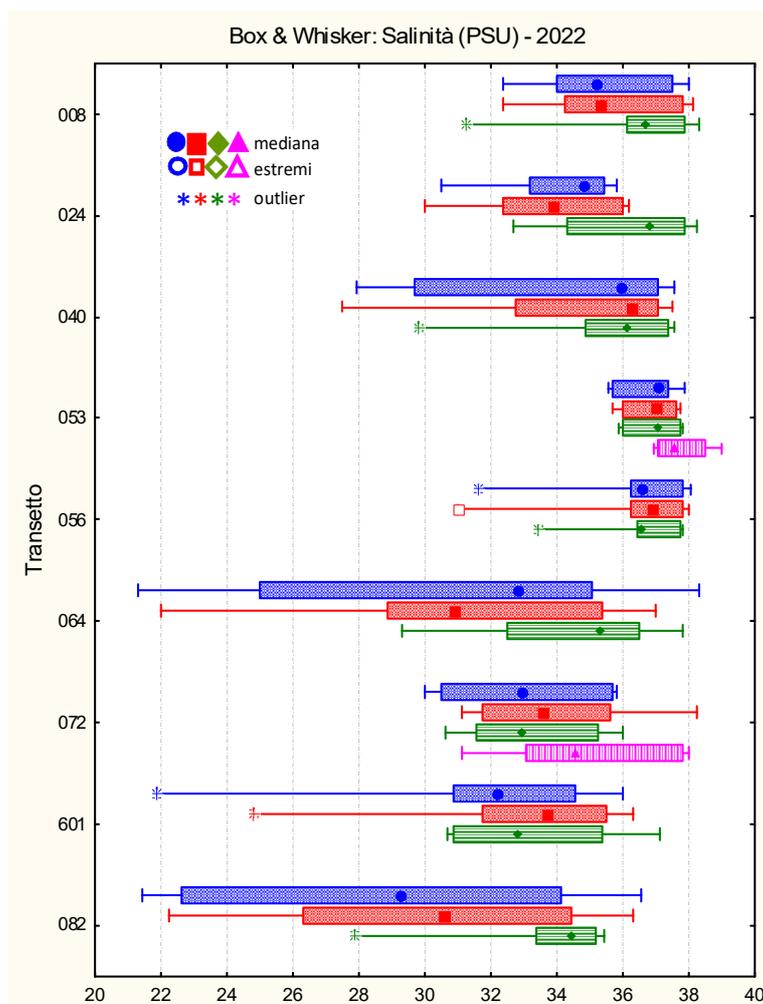


Figura 10: Distribuzione dei valori di salinità in superficie (PSU) per transetto (da nord a sud) e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.4 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 8.23 unità di pH, un massimo di 8.74 (stazione 30820 – Po di Tolle a maggio) e un minimo di 7.99 (alla stazione 10820 – Po di Tolle a marzo). Al fondo, presso le stazioni a 3704m da costa, la media è stata pari a 8.15 unità di pH variando da un minimo di 7.95 (stazione 30720 – Rosolina - Albarella a giugno, profondità circa 14m) a un massimo di 8.36 (alla stazione 36010 a maggio, profondità circa 27m).

In figura 11 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 quasi tutte le campagne i valori medi di fondo risultano inferiori a quelli di superficie, solo a dicembre si equivalgono; la discrepanza tra le due quote è notevole nella campagna di maggio, con la media di superficie più alta di oltre 0.3 unità rispetto al fondo.

In figura 12 si riporta la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: generalmente la maggior parte delle mediane è ricompresa in un range ristretto tra 8.15 e 8.25 unità di pH. La dispersione maggiore per quanto riguarda i valori ricompresi tra il 25° e il 75° percentile si osserva nelle stazioni localizzate nel tratto settentrionale di costa, mentre per i valori del quartile superiore presentano una maggiore dispersione nei transetti più a sud, da 072 a 082.

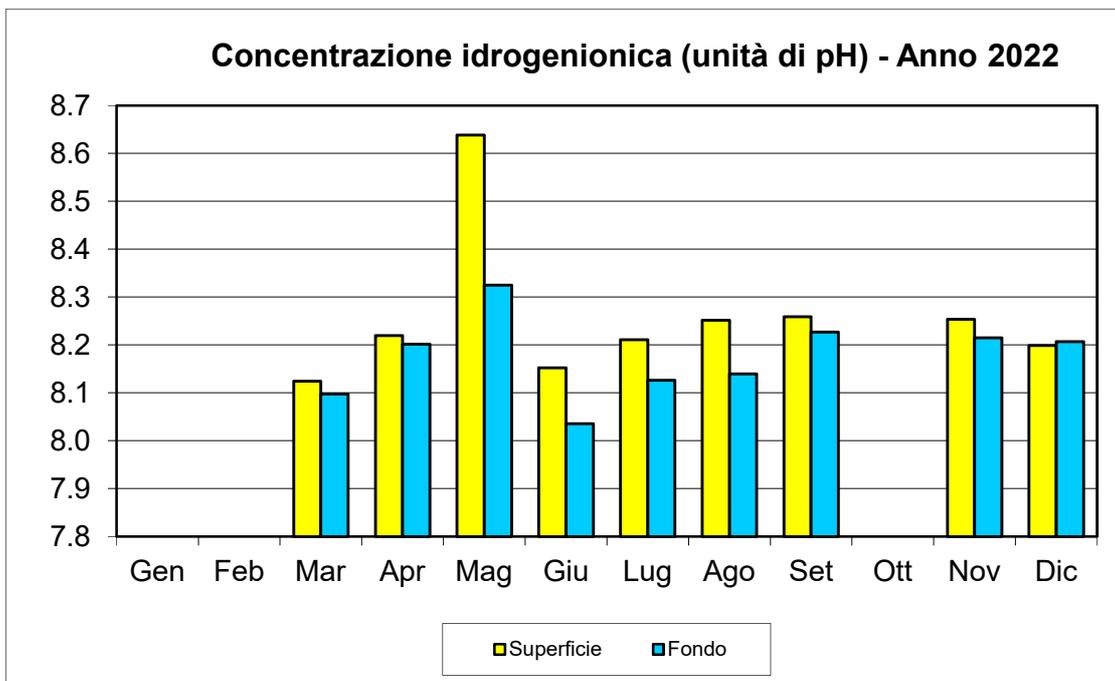


Figura 11: Valori medi di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni a 3704m da costa

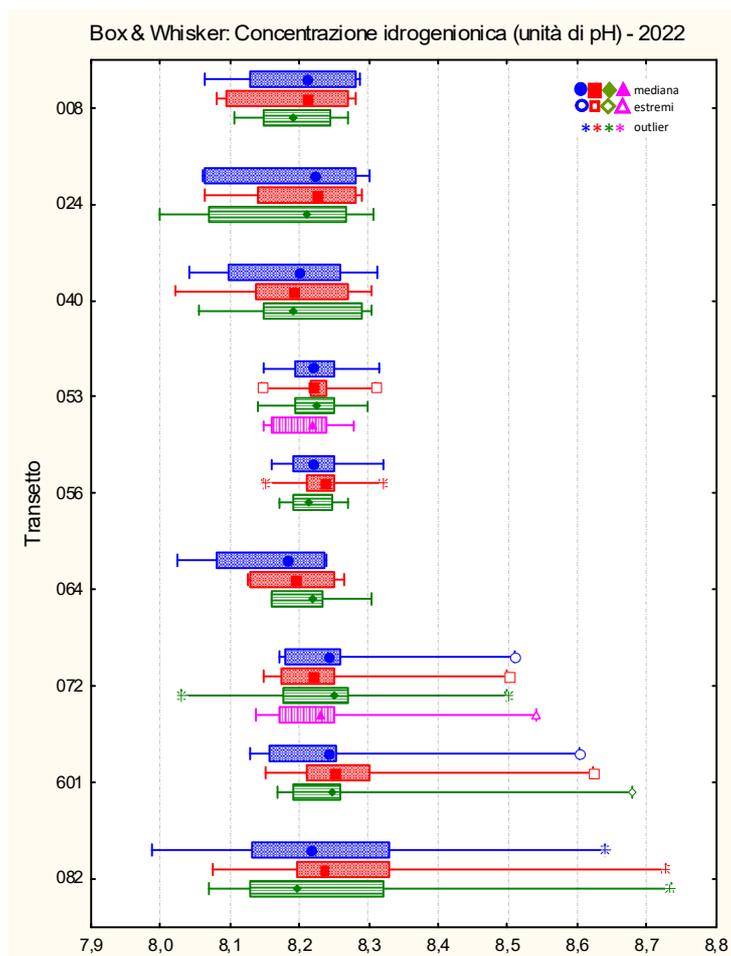


Figura 12: Distribuzione dei valori di pH per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.5 Ossigeno disciolto

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 106.09% con un minimo di 81.59% alla stazione 30240 (al largo di Jesolo) nel mese di aprile; il valore massimo pari a 138.58% è stato registrato a maggio alla stazione 36010 (Po di Pila). Al fondo, considerando solo le stazioni a 3704m, i valori sono variati tra un minimo di 82.64% (stazione 30400 a novembre, profondità circa 13m) e un massimo pari a 109.15% (sempre alla stazione 30400 a giugno), con una media annuale pari a 96.78%.

La figura 13 rappresenta i valori di ossigenazione medi in superficie ed al fondo, calcolati presso le stazioni più al largo. I valori di superficie si sono mantenuti sopra il 100% di saturazione nel periodo da maggio a novembre, conservando comunque valori superiori al 95% nelle campagne di marzo, aprile e dicembre. I valori al fondo sono rimasti sempre inferiori rispetto a quelli di superficie, mantenendosi sempre sopra il 95% di saturazione; il divario tra le due quote è maggiore nel periodo da maggio a novembre. In figura 14 si riporta la distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in superficie 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 su valori superiori alla saturazione lungo tutta la costa, superando il 110% nell'area dal transetto 072 in giù, area in cui si manifesta anche una maggiore dispersione dei valori. Nell'area settentrionale e centrale invece le distribuzioni delle misure risultano più contenute.

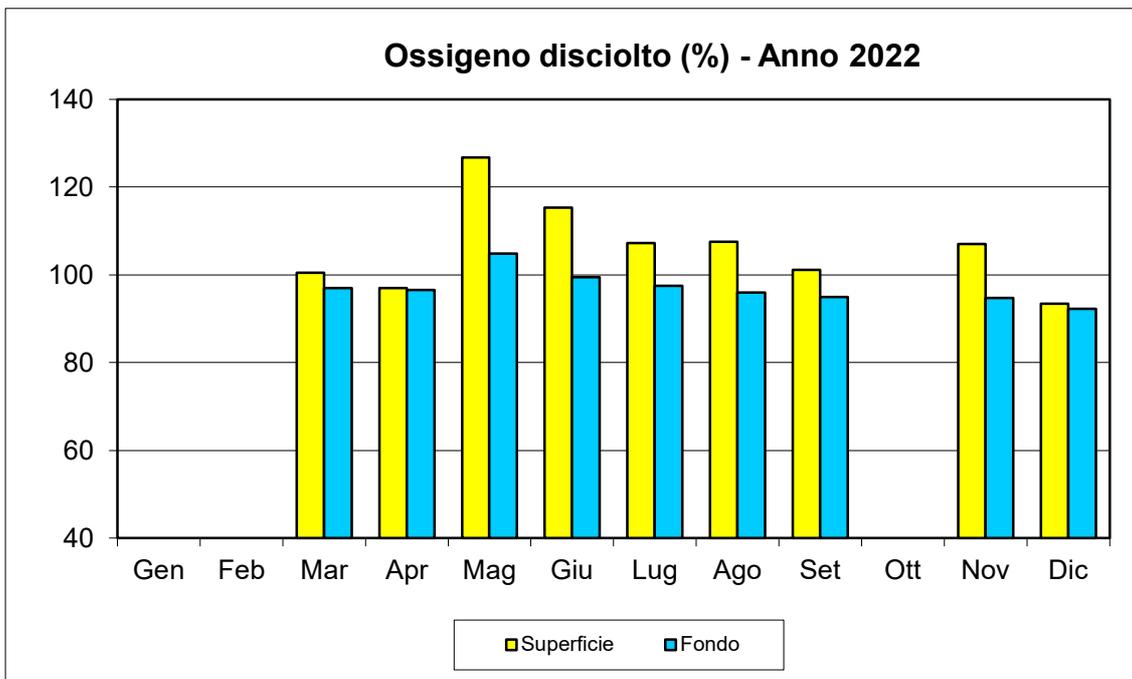


Figura 13: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m

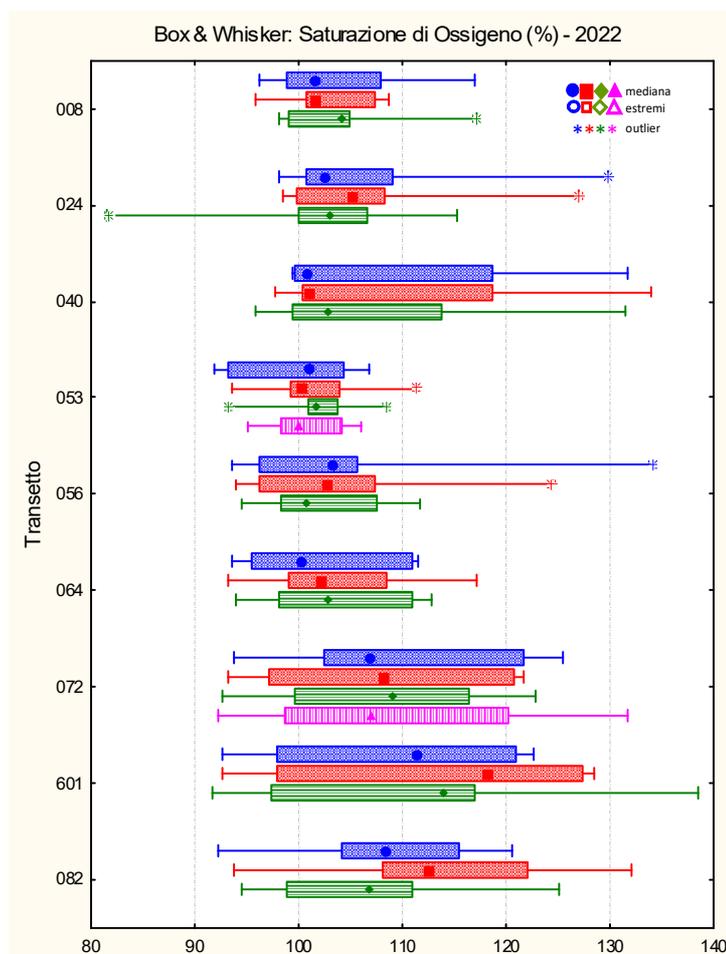


Figura 14: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.6 Azoto ammoniacale

In superficie il valore massimo pari a 62.8 $\mu\text{g/l}$ è stato registrato alla stazione 20640 nel mese di dicembre; la concentrazione media di azoto ammoniacale nelle campagne effettuate è stata pari a 12.30 $\mu\text{g/l}$ con un numero di campioni con valore inferiore al limite di quantificazione (7.75 $\mu\text{g/l}$) pari al 54.2% dei campioni totali (110 casi su 203 campioni), percentuale quasi raddoppiata rispetto all'anno precedente (2021=32.0%; 2020=13.5%; 2019 = 7.4%).

In figura 15 si riportano i valori medi calcolati sulle stazioni poste alle diverse distanze dalla linea di costa in ciascuna campagna di campionamento; risulta evidente l'abbondanza del parametro riscontrata nelle campagne di settembre e dicembre (solo transetti centro meridionali, da 053 a 082), con concentrazioni elevate anche a distanza da costa. Tale andamento non è stato osservato per gli altri sali nutritivi a base di azoto.

L'azoto ammoniacale deriva principalmente dalla degradazione di composti organici azotati derivanti da scarichi fognari e allevamenti zootecnici, dal dilavamento di terreni agricoli trattati con concimi a base di urea e da reflui di industrie alimentari e chimiche. Generalmente il contenuto di azoto ammoniacale in mare è basso in quanto si ossida velocemente ad azoto nitrico, pertanto la sua presenza in quantità è indice di inquinamento recente.

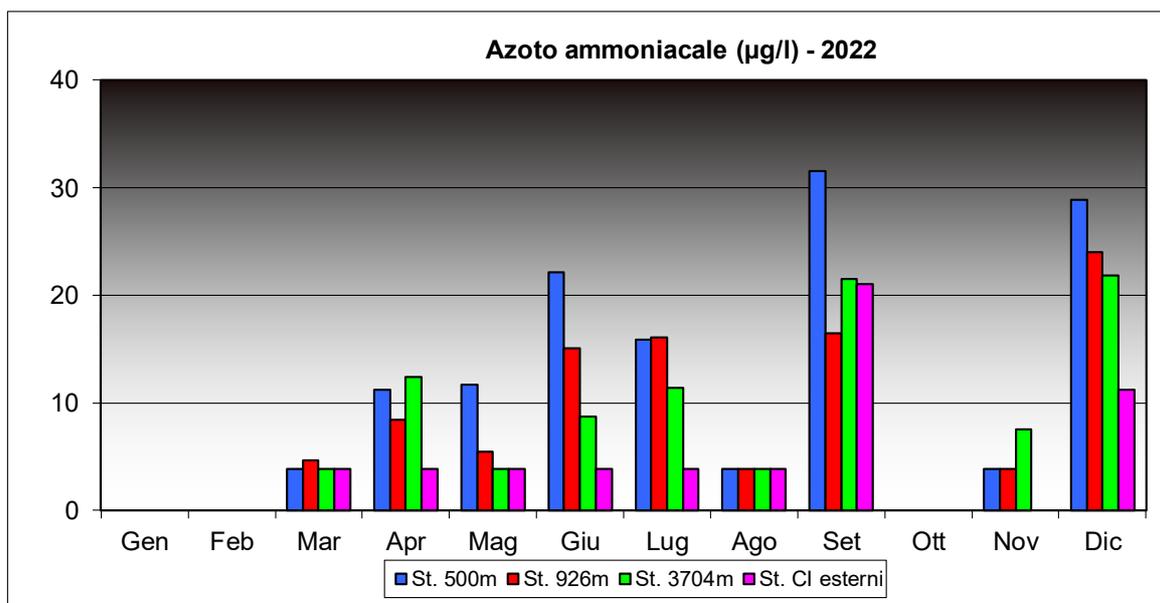


Figura 15: Valori medi di azoto ammoniacale (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

Dall'esame della distribuzione dei valori per ciascuna stazione nei diversi transetti (Fig. 16), si osserva una differenziazione tra l'area centro settentrionale di costa e l'area a sud di Chioggia meno marcata rispetto ad anni precedenti, pur permanendo maggiore la dispersione dei valori attorno alla mediana presso l'area del delta. A causa del gran numero di campioni con concentrazione inferiore al LOQ in molti casi la mediana coincide con il quartile inferiore e con il minimo (posto pari a $\frac{1}{2}$ LOQ, cioè 3.88 µg/l).

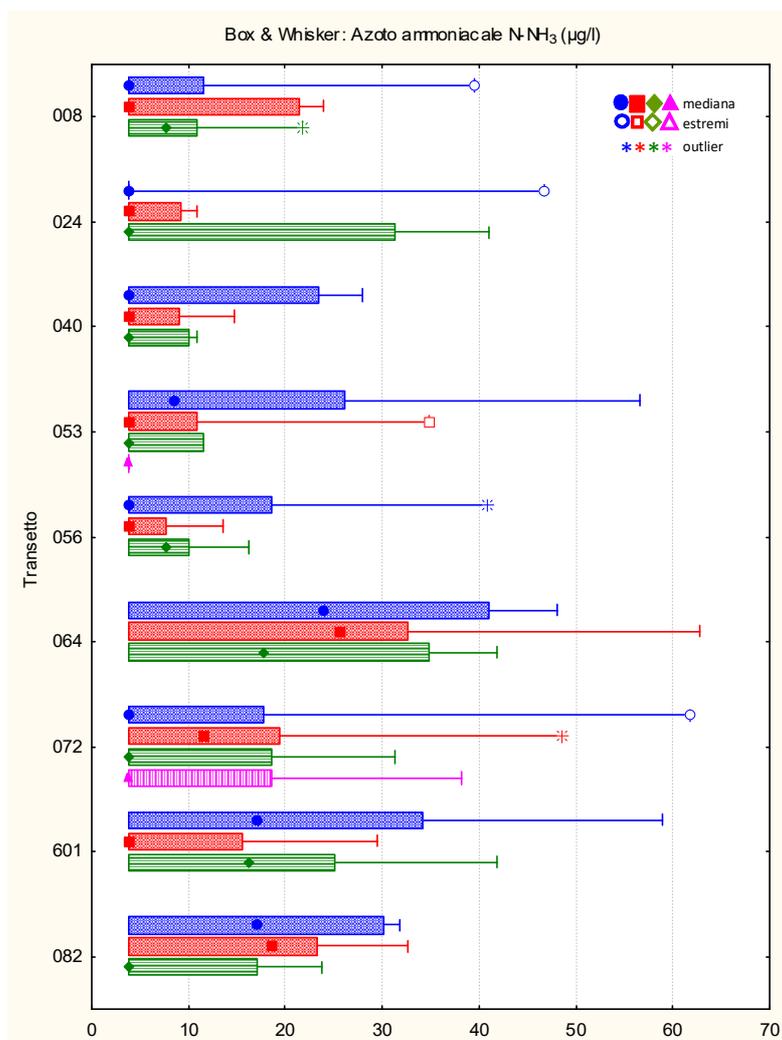


Figura 16: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.7 Azoto nitrico

In superficie nel 2021 la concentrazione media di azoto nitrico è stata pari a 152.67 µg/l (inferiore sia al 2021, 213.45 µg/l, che al 2020, 228.28 µg/l), con valori minimi inferiori al limite di quantificazione (11.30 µg/l) che nel 2022 costituiscono 11.8% dei campioni (24 casi su 203, quasi tutti a luglio) rispetto al 3.0% del 2021. Il valore massimo pari a 1295.00 µg/l è stato misurato alla stazione 16010 (500m al largo di Po di Pila) nel mese di dicembre.

In figura 17 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili di azoto nitrico calcolate alle varie distanze dalla costa. I maggiori carichi di questo nutriente sono stati registrati nei mesi di marzo, novembre e dicembre, con concentrazioni decrescenti con la distanza da costa. I rilevamenti temporali relativi ai mesi citati sono correlati agli apporti meteorici sul territorio regionale (comunque inferiori alle medie storiche) e alle portate dei maggiori fiumi, anch'esse spesso inferiori alle medie storiche, come si può osservare dai grafici di figura 3. In molte campagne si può notare il decremento delle concentrazioni con l'allontanamento dalla costa.

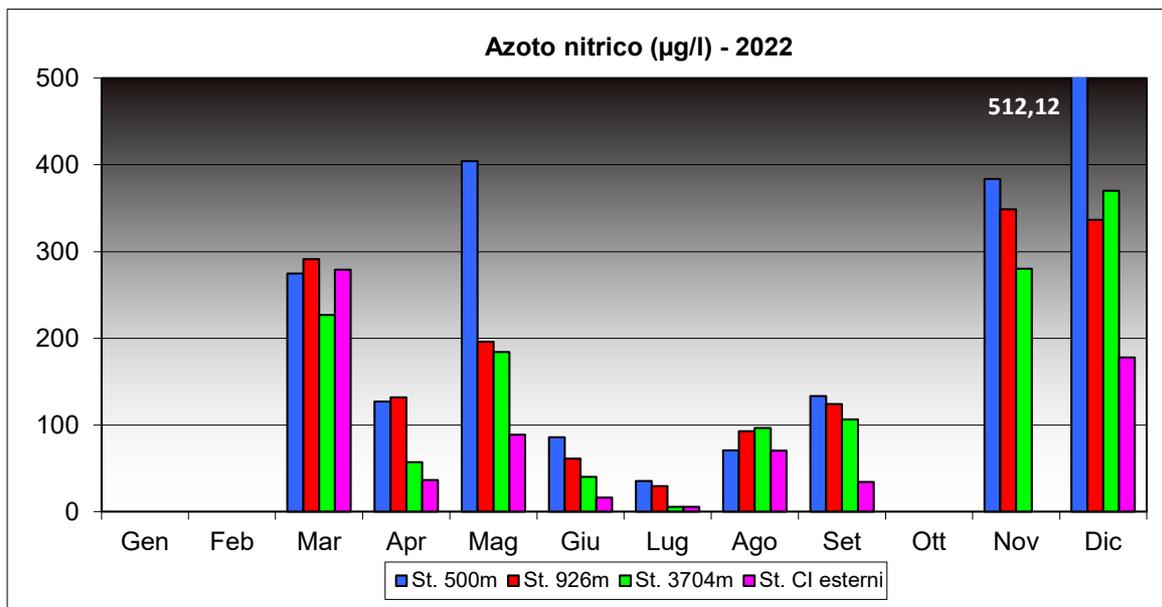


Figura 17: Valori medi di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

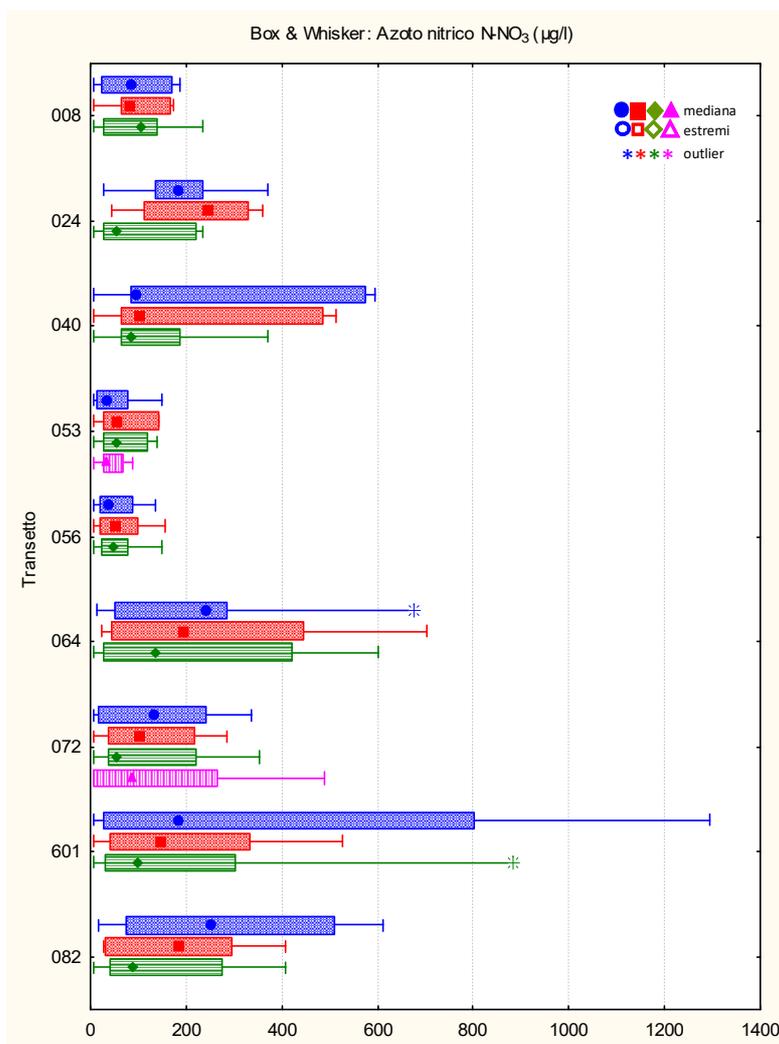


Figura 18: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

In figura 18 è riportata la distribuzione dei valori rilevati in superficie in tutte le stazioni. Dal box plot risulta evidente ancora una volta come i valori di concentrazione decisamente più bassi siano stati rilevati nell'area antistante la laguna di Venezia (transetti 053 e 056), mentre si osserva un forte aumento delle concentrazioni di questo nutriente nel tratto meridionale di costa già dal transetto 064 di Chioggia, con valori particolarmente elevati nella zona antistante il delta del Po (transetto 601 - Po di Pila). Nella parte settentrionale del bacino si riscontra una situazione intermedia tra le precedenti, con concentrazioni più elevate al transetto 040 (Cavallino Treporti).

6.1.8 Azoto nitroso

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 4.08 µg/l con valori minimi inferiori al limite di quantificazione (1.52 µg/l) nel 30.5% dei casi (62 su 185 campioni, contro il 15.3% del 2021), quasi tutti riscontrati tra giugno e agosto; il valore massimo pari a 19.73 µg/l è stato rilevato nella stazione 10640 (a 500 m tra la foce del Brenta-Bacchiglione e quella dell'Adige) a dicembre.

La distribuzione dei valori medi mensili per distanza dalla costa (Fig. 19) è simile a quella dell'azoto nitrico; per questo parametro valori elevati sono stati riscontrati nelle campagne di maggio (solo transetti antistanti il delta del Po) e dicembre, come si può osservare dal grafico.

In figura 20 la situazione lungo la costa è meno netta rispetto all'azoto nitrico, comunque si osserva la presenza di valori più elevati in corrispondenza dei transetti localizzati nell'area a sud di Chioggia fino al confine regionale, con mediana e dispersione più elevati al transetto 064, direttamente esposto all'influenza dei due fiumi sopra citati.

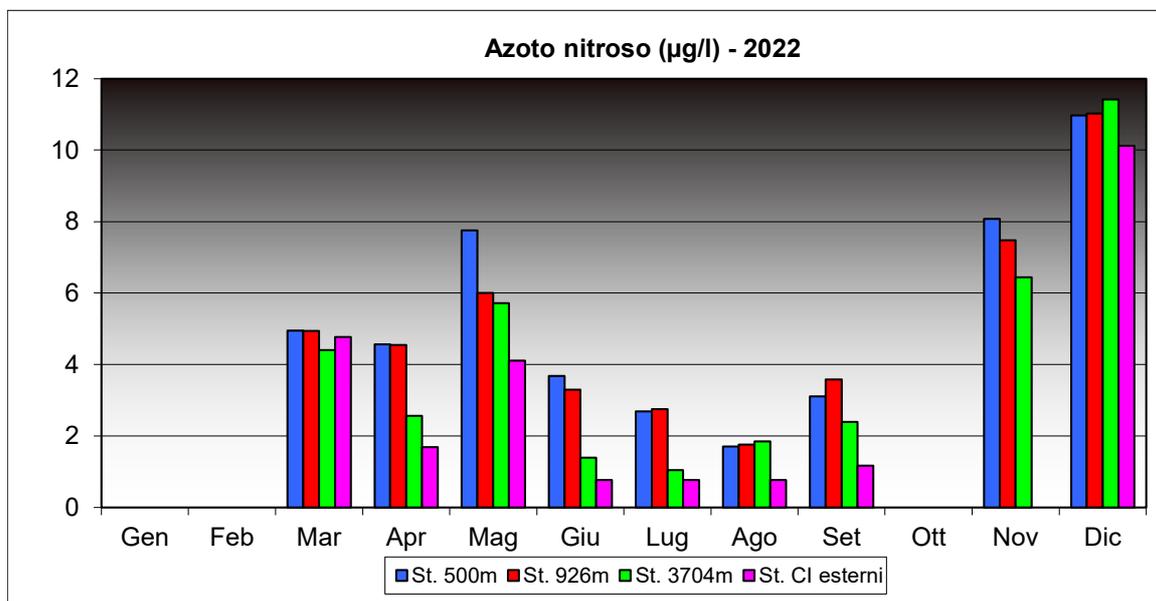


Figura 19: Valori medi di azoto nitroso (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

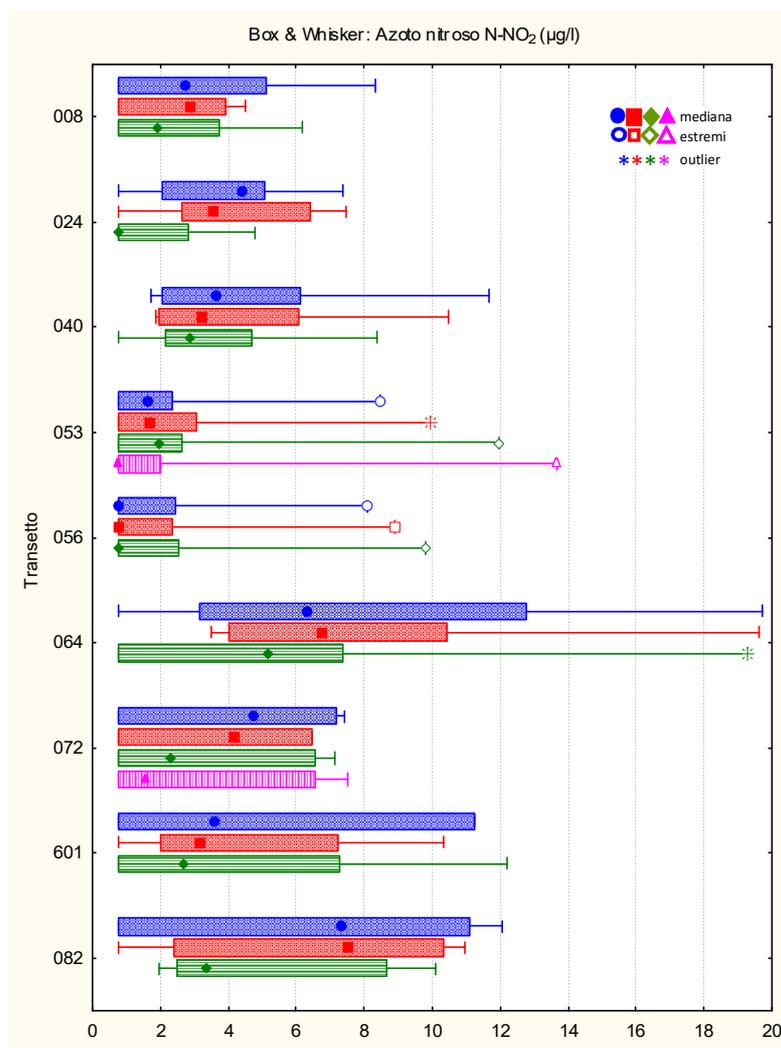


Figura 20: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.9 Azoto totale

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di $327.63 \mu\text{g/l}$, con un valore minimo pari a $28.50 \mu\text{g/l}$ registrato a luglio alla stazione 40530 (8km al largo di Venezia – S.Pietro in V.) e un valore massimo di $2790.00 \mu\text{g/l}$ nella stazione 16010 (a 500m dalla foce del Po di Pila) a dicembre (contro un massimo di $1343.00 \mu\text{g/l}$ nel 2021). La distribuzione dei valori medi mensili per ciascuna distanza e per campagna di misura, riportata in figura 21, ricalca quella dell'azoto nitrico e mostra ancora una volta le maggiori concentrazioni nelle campagne di marzo, novembre e dicembre; il gradiente negativo con l'allontanamento dalla costa risulta evidente in alcune campagne, ad indicare, in modo indiretto, un afflusso di acque dolci relativamente scarso.

Per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni per transetto e stazioni (Fig. 22), si osserva chiaramente, come per l'azoto nitrico, un aumento delle concentrazioni nei transetti maggiormente influenzati da apporti fluviali, nel tratto meridionale di costa, e soprattutto in quelli localizzati nell'area antistante il delta del Po (transetti 601 e 082); la zona centrale di costa antistante la laguna di Venezia presenta concentrazioni decisamente inferiori, mentre l'area settentrionale mostra una situazione intermedia tra le due.

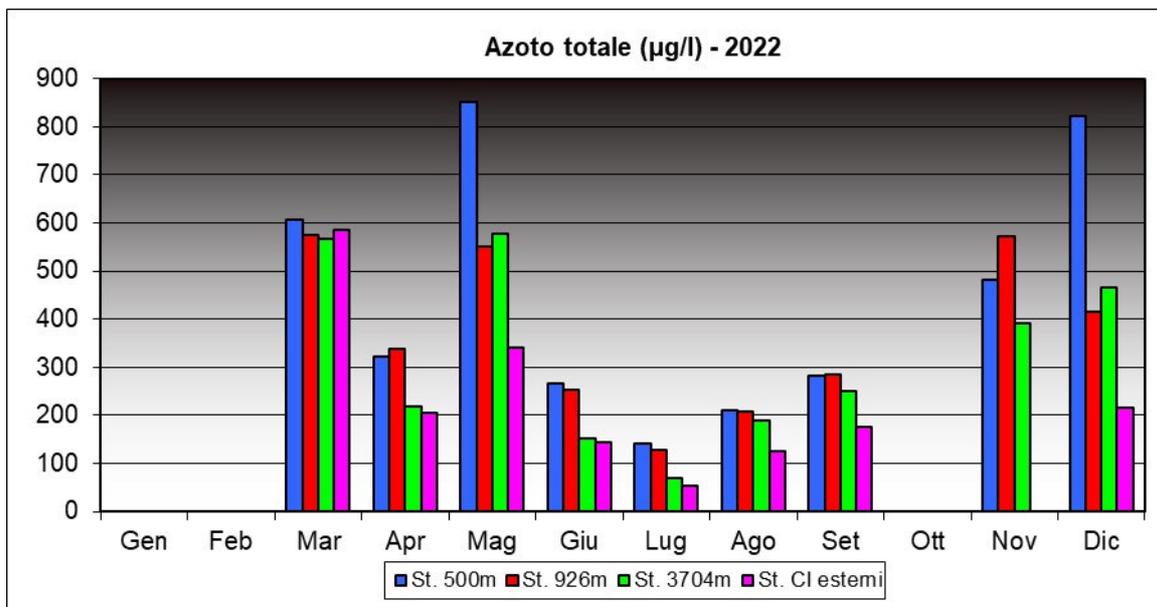


Figura 21: Valori medi di azoto totale ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

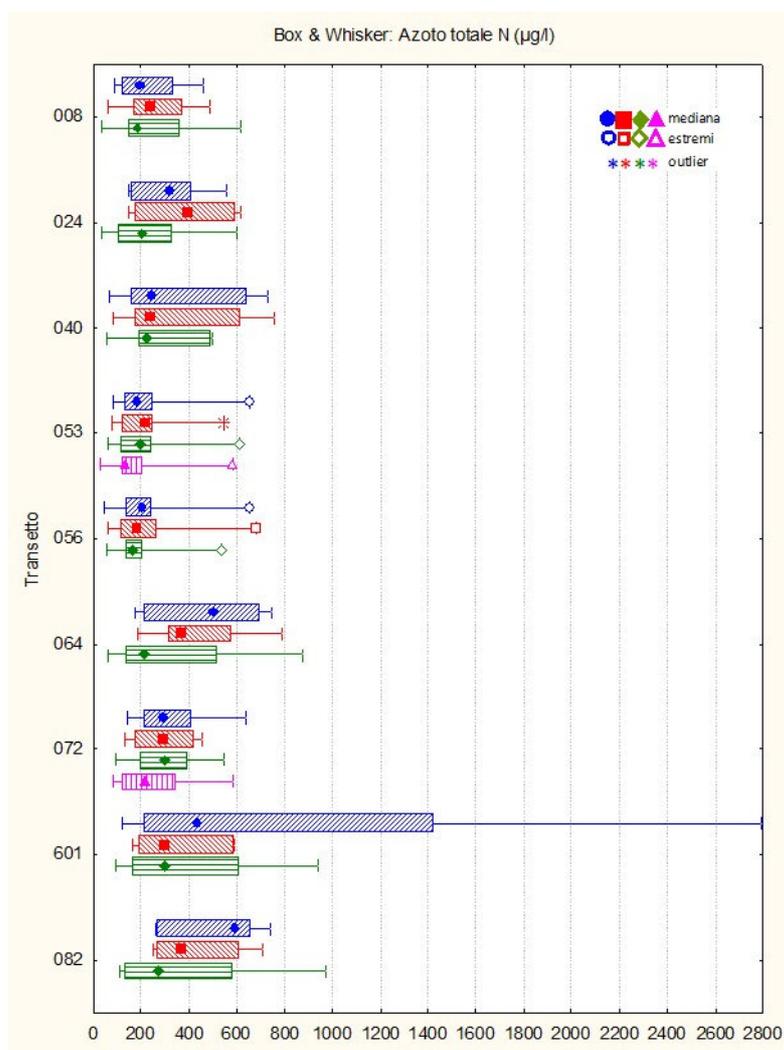


Figura 22: Distribuzione dei valori di azoto totale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.10 Fosforo da ortofosfati

Il valore medio calcolato nel 2021 (con LOQ=1 µg/l) è risultato pari a 1.79 µg/l, il valore massimo pari a 24.00 µg/l è stato registrato alle stazioni 20640 (926 m al largo di Rosolina) e 16010 (500m al largo della foce del Po di Pila) nella campagna di dicembre, mentre il minimo è stato registrato in 100 campioni su 203, quindi nel 49.3% dei casi (contro il 17.2% registrato nel 2021).

Si riporta di seguito la distribuzione dei valori medi per campagna e per transetto. Come si può osservare dal grafico di medie riportato in figura 23, dove le concentrazioni <LOQ sono sostituite con un valore pari alla metà del limite di quantificazione, i valori maggiori sono riscontrati nella campagna di dicembre, in cui sono stati monitorati i transetti della parte centro meridionale di costa (da 053 a 082).

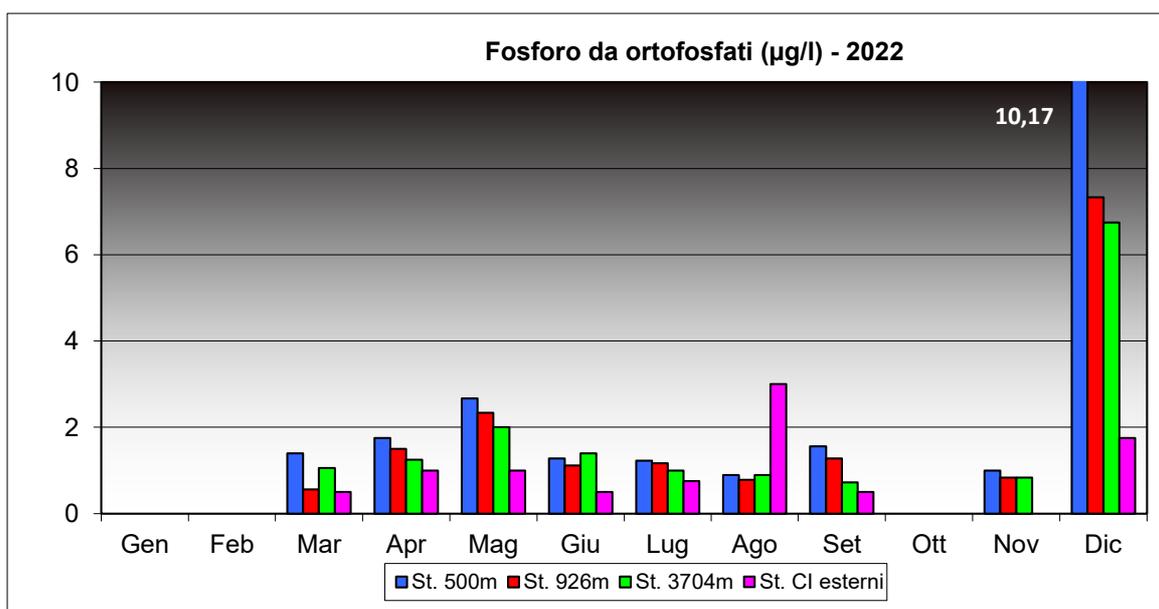


Figura 23: Valori medi di fosforo da ortofosfati (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

La distribuzione delle concentrazioni di ortofosfato lungo la costa alle diverse distanze evidenzia nettamente valori di mediana elevati e maggiore dispersione ancora una volta nella zona costiera a sud di Chioggia, in particolare al transetto 064 situato tra le foci di Brenta-Bacchiglione e Adige (Fig. 24). Restano molto basse le concentrazioni negli altri transetti, come si può osservare dalla posizione delle mediane: come per l'azoto ammoniacale, anche qui, a causa del gran numero di campioni con concentrazione inferiore al LOQ, in molti casi la mediana coincide con il quartile inferiore e con il minimo (posto pari a ½ LOQ, cioè 0.5 µg/l).

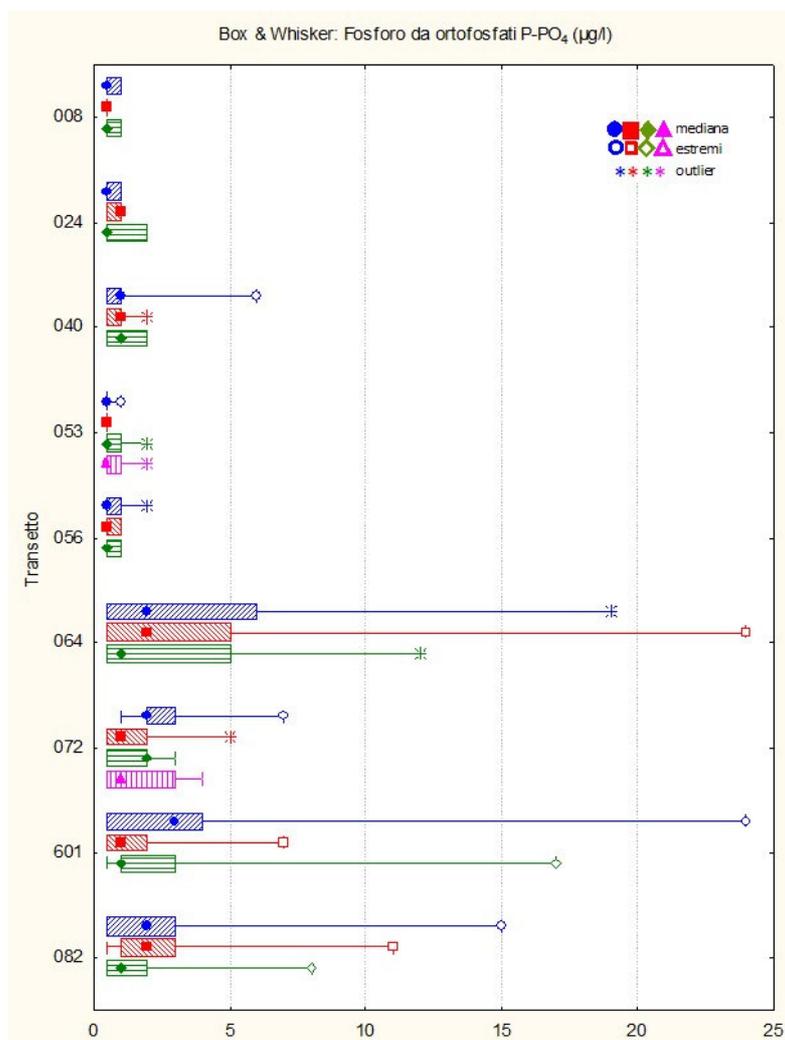


Figura 24: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.11 Fosforo totale

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 15.46 µg/l con un massimo di 59.00 µg/l alla stazione 16010 (500m al largo del Po di Pila) a dicembre e minimi inferiori a LOQ in sei campioni (7.8% dei casi). La distribuzione dei valori medi per distanza dalla costa in ciascuna campagna (Fig. 25) mostra un andamento molto diverso rispetto agli altri parametri già descritti; i valori più elevati sono registrati a maggio, ma anche i mesi successivi presentano concentrazioni di rilievo, soprattutto nelle stazioni più prossime alla costa.

Come per altri nutrienti, nella distribuzione da nord verso sud si evidenziano valori maggiori in corrispondenza dei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa a partire dal transetto 064 (Chioggia) e fino ai due transetti antistanti le foci dei principali rami del fiume Po, cioè il transetto 601 (Po di Pila) e lo 082 (Po di Tolle) (Fig. 26).

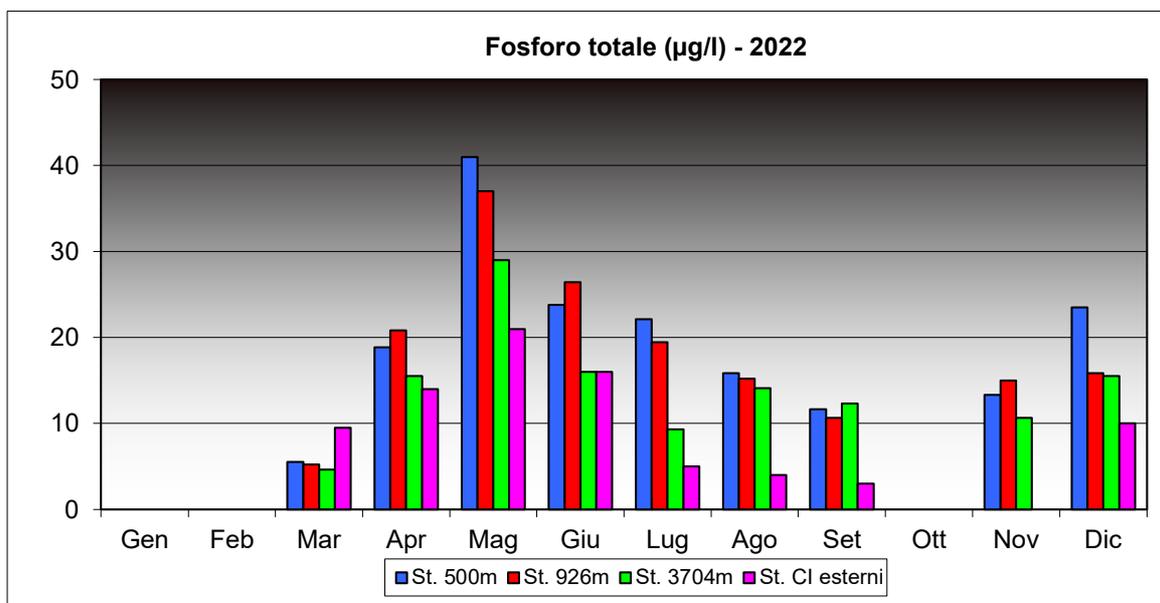


Figura 25: Valori medi di fosforo totale ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

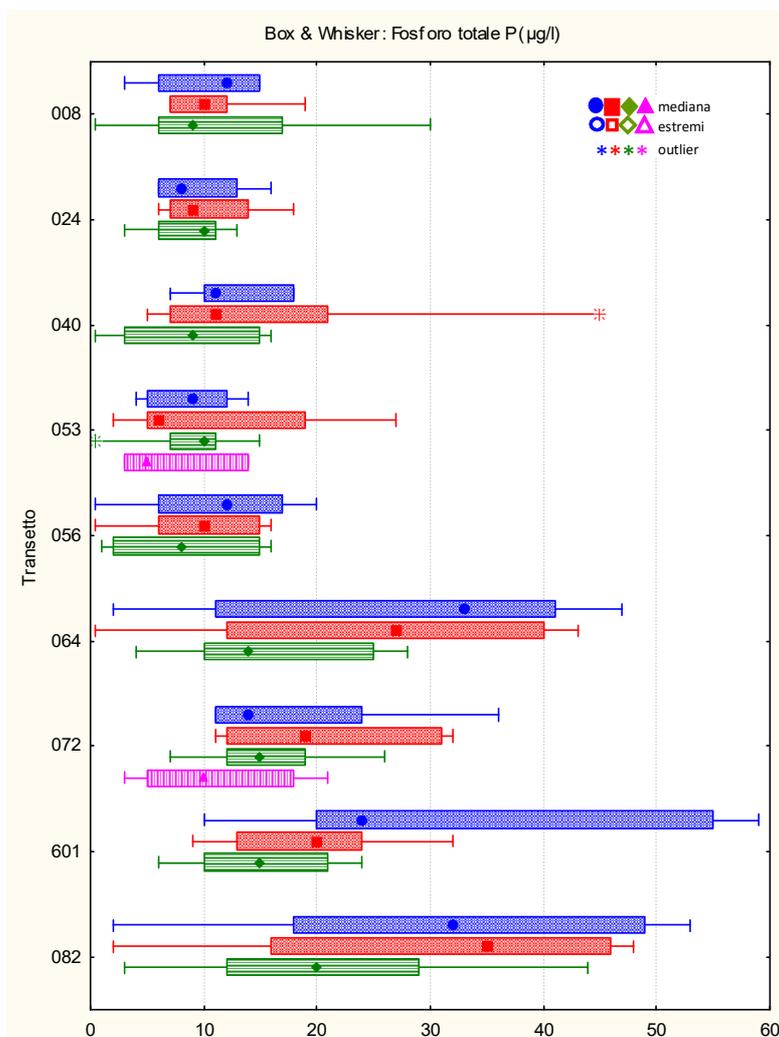


Figura 26: Distribuzione dei valori di fosforo totale ($\mu\text{g/l}$) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m; stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.12 Silicio da ortosilicati

L'analisi di silicio da ortosilicati, essenziale per la costruzione dei frustuli silicei (gusci) in alcune specie algali, viene eseguita nei campioni di acqua nei quali sono 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 nel 2022 una concentrazione media pari a 272.84 $\mu\text{g/l}$, variando da un massimo di 1659.00 $\mu\text{g/l}$, osservato a maggio alla stazione 16010 (Po di Pila) a un valore minimo di 10.00 $\mu\text{g/l}$ alla stazione 10530 (500m al largo di Venezia S. Pietro in V.) ad aprile. I valori più elevati sono stati registrati a maggio e dicembre, soprattutto nelle stazioni costiere, come si può vedere dal grafico di figura 27.

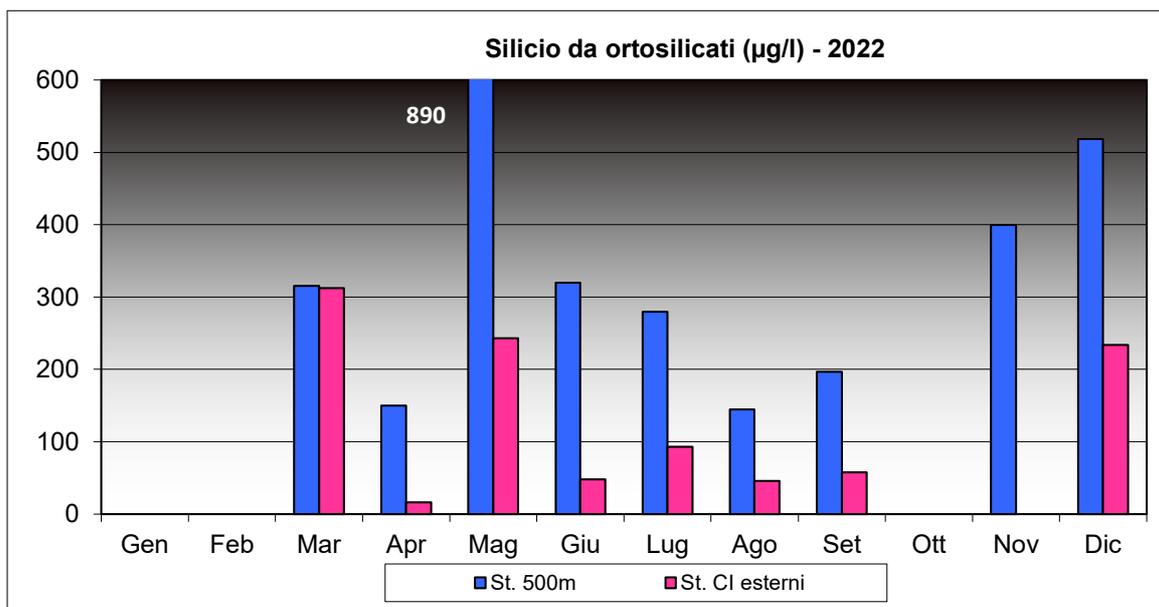


Figura 27: Valori medi di silicio da ortosilicati ($\mu\text{g/l}$) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

In figura 28 si riportano le concentrazioni misurate presso le stazioni a 500m e le due esterne nelle campagne effettuate nel 2022: 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 anche nelle stazioni più esterne, come consueto, mentre la zona meridionale di costa, fortemente condizionata da cospicui apporti fluviali, mostra un'ampia variabilità attorno ai valori di mediana, decisamente più alti (trasetti 064, 601 e 082); la zona costiera settentrionale presenta una situazione intermedia tra le due, per la presenza di apporti di acque continentali meno cospicui.

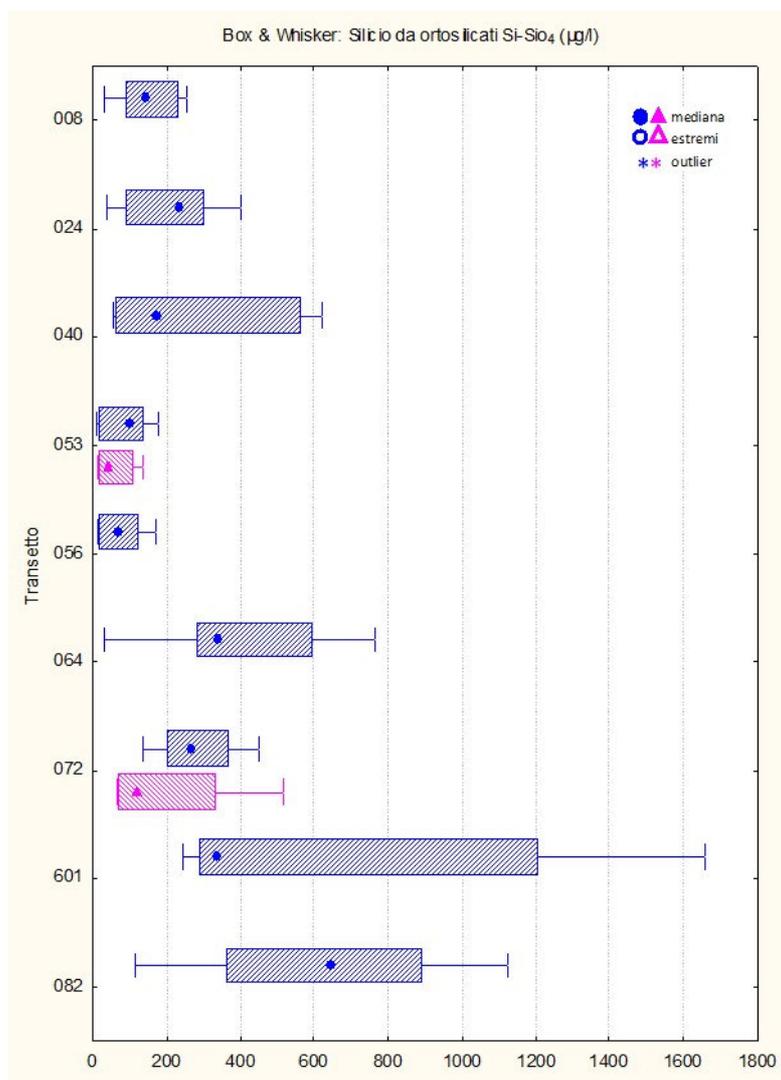


Figura 28: Distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati (µg/l) per stazione (in blu le stazioni a 500 m; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.13 Clorofilla a

In superficie la concentrazione media di clorofilla *a*, misurata *in situ* tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 1.30 µg/l (N=203), con un minimo pari a 0.13 µg/l alla stazione 40530 (a oltre 8km da Venezia) ad agosto e un massimo di 5.83 µg/l rilevato, a novembre, presso la stazione 10400 (Cavallino Treporti). L'analisi in laboratorio è effettuata solo sui campioni su cui viene analizzato il fitoplancton (le stazioni a 500 m e le due esterne) (N=77); nel 2022 è stato osservato un valore medio pari a 1.81 µg/l con un minimo di 0.20 µg/l misurato su sei campioni (3% dei casi) e un massimo di 13.22 µg/l nella campagna di marzo alla stazione 16010 (500m al largo di Po di Pila).

In figura 29 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. Ad aprile, novembre e dicembre la clorofilla rilevata in campo presenta concentrazioni maggiori rispetto a quella determinata in laboratorio; nei restanti mesi invece i valori di clorofilla misurati sul campo risultano nettamente inferiori rispetto a quella analizzata.

In figura 30, invece, sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ*. Si può osservare, dalla posizione delle mediane, come le concentrazioni e le dispersioni dei valori risultino molto ridotte nei transetti 053 (Venezia S. Pietro in Volta) e 056 (Venezia Ca'Roman); nell'area a nord e a sud aumentano sia le concentrazioni che le dispersioni dei valori attorno alle mediane.

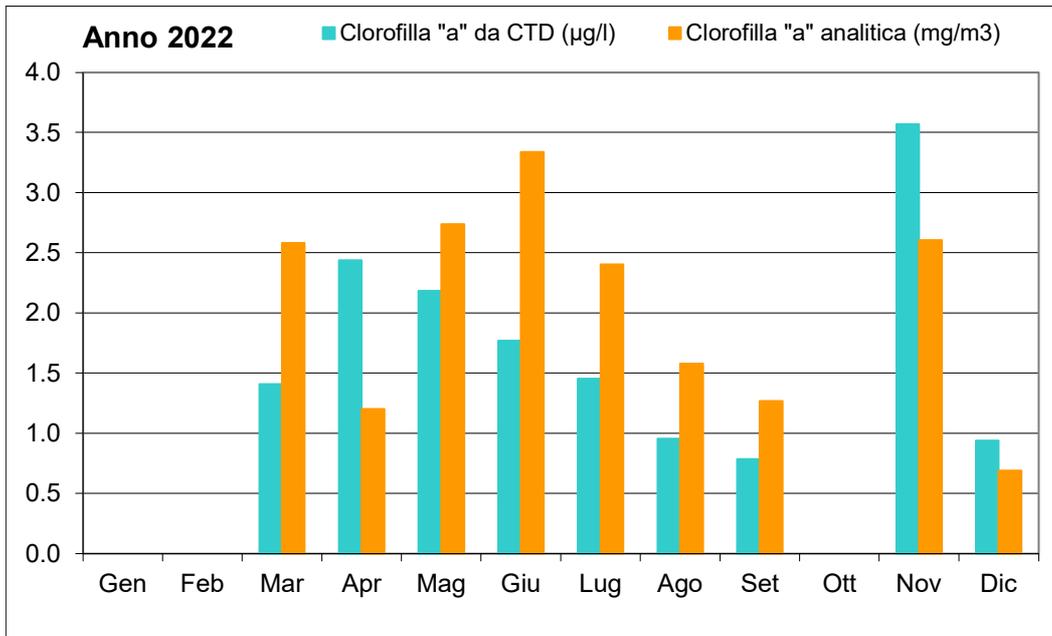


Figura 29: Valori medi di clorofilla a (misure con sonda e con metodo analitico) presso le stazioni a 500 m, per campagna di rilevamento

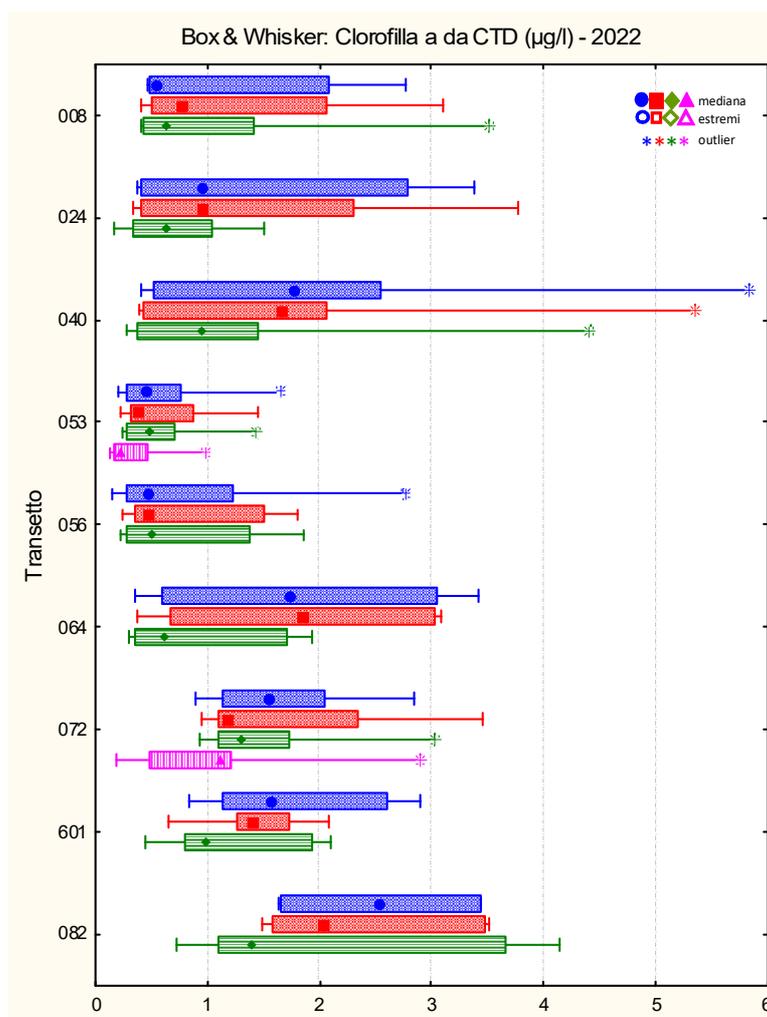


Figura 30: Distribuzione dei valori di clorofilla a (µg/l) misurata *in loco*, per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

6.1.14 Indice trofico TRIX

L'indice TRIX considera le principali componenti degli ecosistemi marini che caratterizzano la produzione primaria: fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto, fosforo totale) e fattori legati alla produttività (Clorofilla "a" [indice di biomassa fitoplanctonica], Ossigeno disciolto) riassumendo in un valore numerico la combinazione di queste variabili che definiscono, in una scala di valori da 1 a 10, le condizioni di trofia e il livello di produttività delle aree costiere. Esso classifica dunque lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità (Tab. 7), in funzione delle variazioni dei parametri che lo compongono:

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

dove:

Chl a = clorofilla ($\mu\text{g/l}$);

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

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

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

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

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

I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla a misurata *in situ* con fluorimetro associato alla sonda, evidenziano per le acque di superficie del Veneto un valore medio di indice trofico pari a 4.29 (classe "buono"; N=203) con un minimo di 0.51 (stazione 40530, campagna di luglio) e un massimo di 6.49 (stazione 30820, a maggio). L'indice è stato calcolato anche con la clorofilla determinata analiticamente, solo per le stazioni in cui si effettua l'analisi delle popolazioni fitoplanctoniche (a 500m dalla costa e due stazioni al largo); in questo caso il valore medio, calcolato su un numero campionario inferiore (77 valori contro i 203 del TRIX calcolato con Chl da fluorimetro), è pari a 4.35 (classe "buono") variando da un minimo di 0.74 (stazione 40530, a luglio) a un massimo di 6.30 (stazione 16010 a maggio). In questo anno i campioni su cui sono calcolati i due valori

minimi coincidono, mentre i due valori massimi sono registrati nell'area antistante il Delta del Po, nello stesso mese.

In figura 31 sono riportati i valori medi dell'indice trofico calcolato (sia con clorofilla analitica che con clorofilla da CTD) sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, per ciascun transetto. Osservando il grafico si nota che le due distribuzioni risultano abbastanza sovrapponibili; inoltre è evidente come i transetti localizzati nel tratto meridionale di costa siano, come sempre, quelli maggiormente interessati dai carichi trofici e dalle conseguenti variazioni dei parametri connessi; il superamento del valore soglia pari a 5, indicato dal D.M. 260/2010 come limite tra buono e sufficiente nella valutazione degli elementi chimico-fisici a supporto per lo stato ecologico per le acque fortemente influenzate da apporti fluviali, si osserva per le stazioni a 500m dei transetti 601 e 082 (rispettivamente Po di Pila e Po di Tolle).

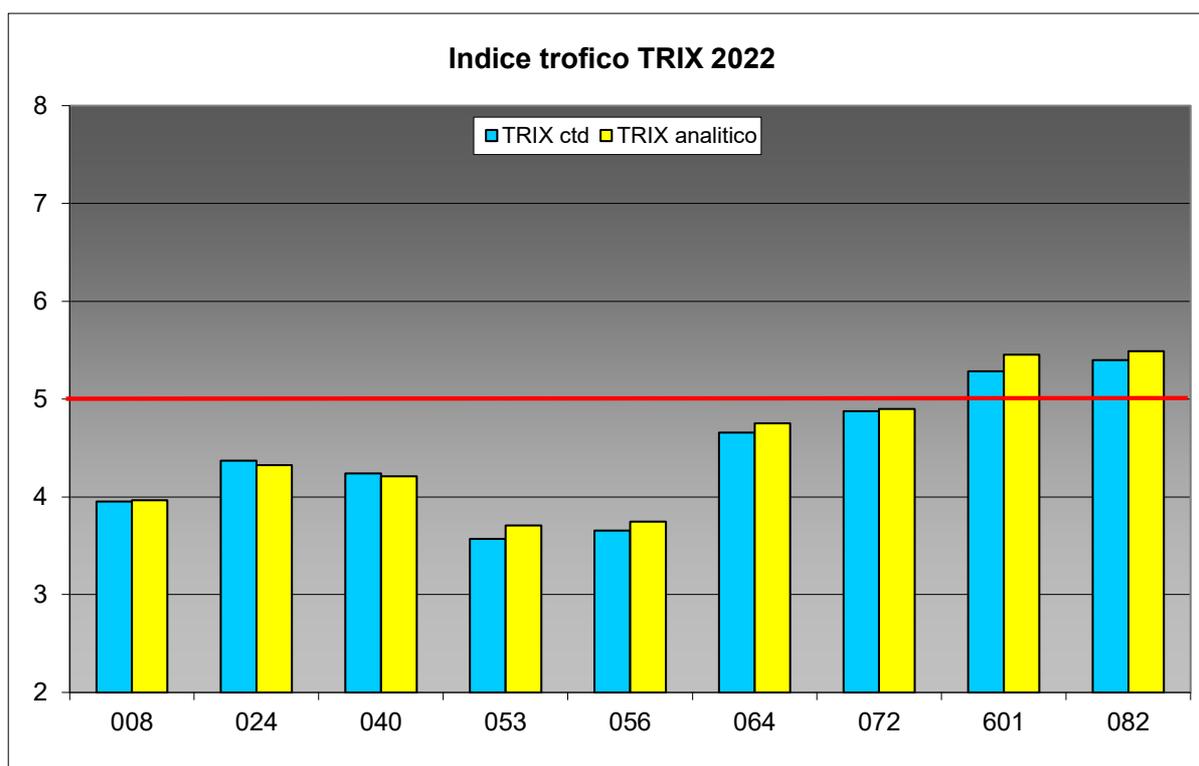


Figura 31: Valori medi annui di TRIX nel 2022 (calcolato con clorofilla rilevata con CTD e con metodo analitico) in superficie alle stazioni a 500 m dalla costa

I valori di TRIX calcolati, utilizzando la clorofilla *a* misurata *in situ* con sonda, su tutte le stazioni e visualizzati per ciascun transetto (Fig. 32) mostrano ancora come l'area a sud del Porto di Chioggia 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 per le acque fortemente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo I, TRIX pari a 5) per le stazioni a 500 e 926m dei transetti 064, 601 e 082. Per quanto riguarda il resto della costa, i valori di TRIX risultano più bassi (in particolare l'area centrale) e sempre con la mediana inferiore al limite; per le acque dei due corpi idrici al largo, mediamente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo II) il limite indicato dal D.M. 260/2010 (4.5, evidenziato in rosa nel grafico) è raggiunto, considerando la mediana, solo dalla stazione 40720 (situata a oltre 7 km dalla costa) senza tuttavia vi sia superamento.

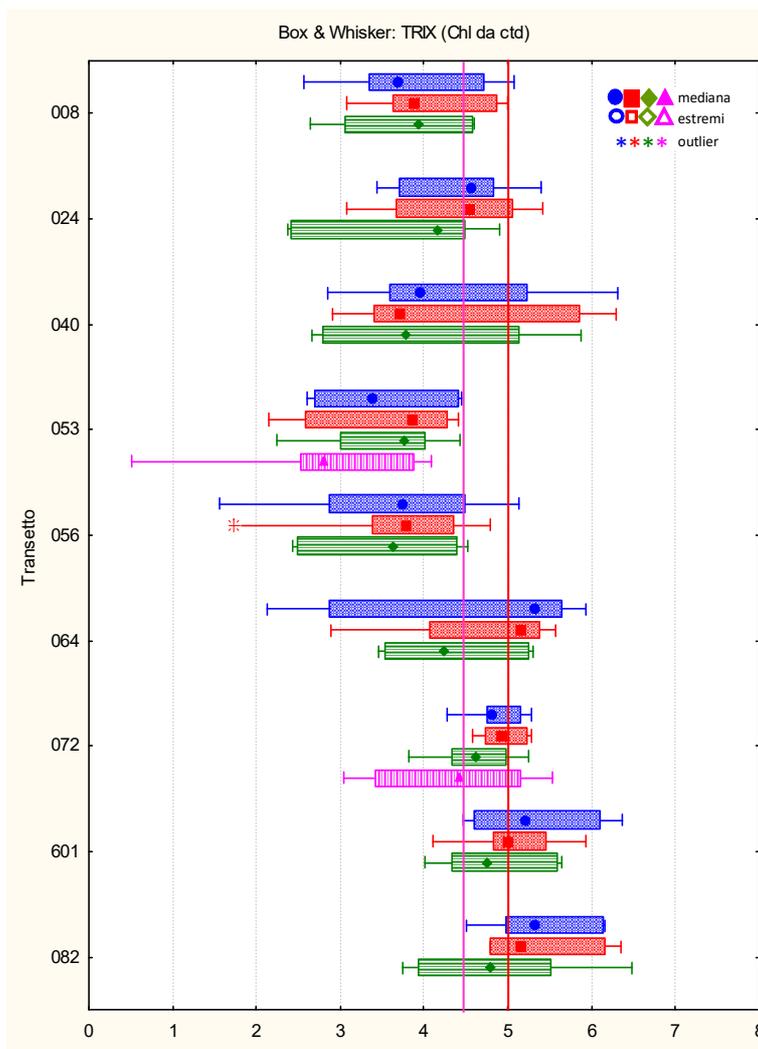


Figura 32: Distribuzione dei valori di TRIX per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni). Le barre indicano i valori soglia individuati dal D.M. 260/2010 rispettivamente per le acque fortemente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo I, TRIX = 5, in rosso) e per le acque mediamente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo II, TRIX = 4.5, in fucsia)

In figura 33 si osservano nello specifico le mappe di distribuzione dei valori di TRIX di tutte le stazioni (calcolati utilizzando clorofilla *a* rilevata con sonda) nelle campagne realizzate nel 2022. Dalla figura si evidenzia come la fascia costiera settentrionale e quella al largo (corpi idrici CE1_1, CE1_2, ME2_1 e ME2_2) presentino valori di indice trofico quasi sempre compresi tra le classi “elevato” (TRIX tra 3 e 4) e “buono” (tra 4 e 5), valori superiori a 5 (“mediocre”) si osservano nella campagna effettuata tra novembre e dicembre. La situazione nella fascia costiera a sud (corpi idrici CE1_3, CE1_4 e ME2_2) è risultata più compromessa per il carico più importante di nutrienti che arriva in questa zona di mare (Figg. 16, 18, 20, 24); di conseguenza i valori di indice trofico risultano superiori a 5 da marzo a giugno e, ovviamente nella campagna di dicembre.

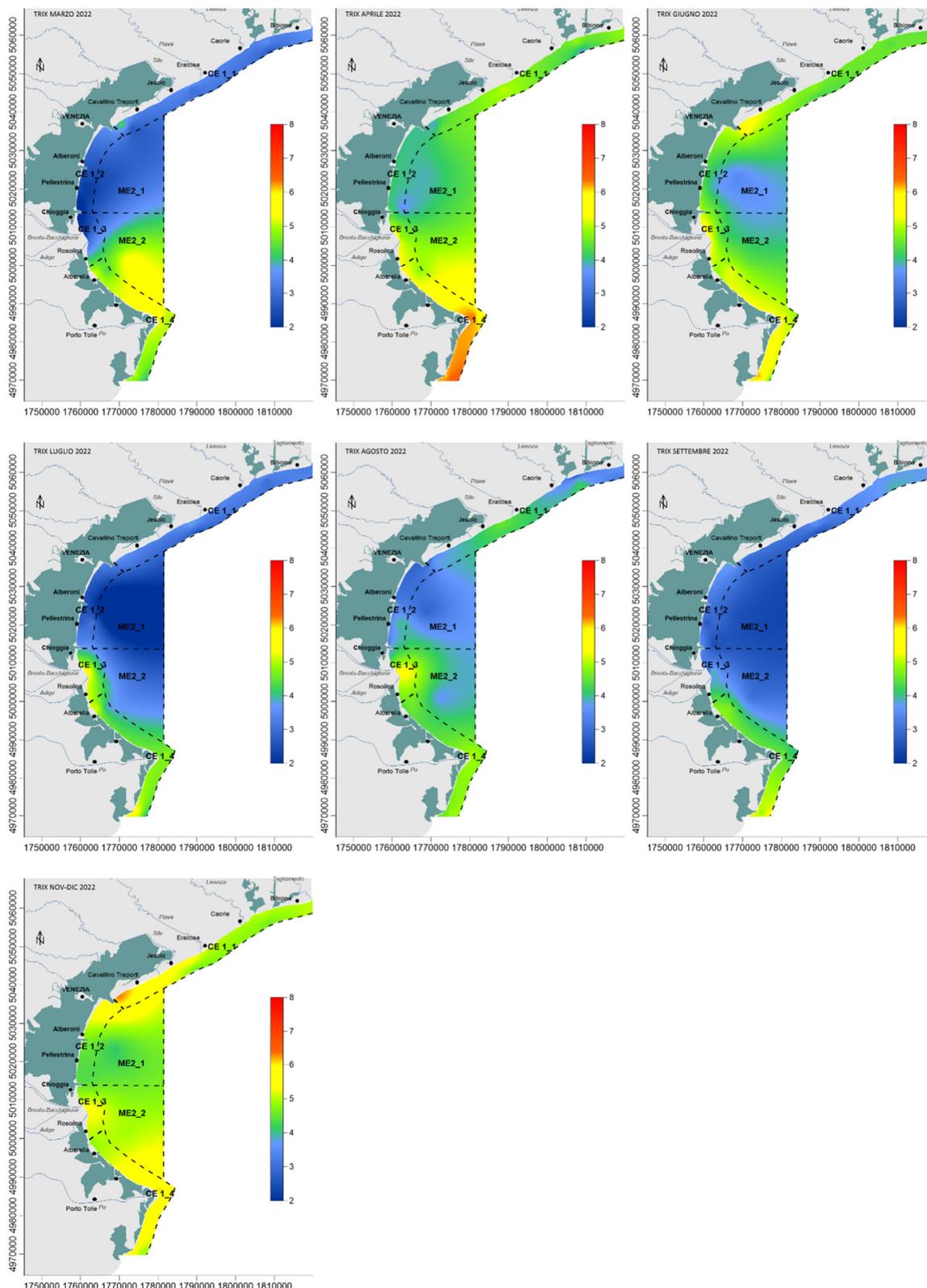


Figura 33: Distribuzione dei valori di TRIX calcolati nelle singole campagne dell'anno 2022

6.1.15 Fitoplancton

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite, nei corpi idrici costieri, su campioni prelevati alle sole stazioni a 500 m di distanza dalla costa e, nei c.i. marini, sulle corrispondenti stazioni. Non era previsto il campionamento nella campagna eseguita tra aprile e maggio. Invece, come indicato in precedenza, la campagna di novembre ha visto il campionamento, a inizio mese, di soli tre transetti, quelli localizzati più

a nord (008, 024 e 040), mentre gli altri sono stato monitorati nella seconda metà di dicembre; poiché a inizio novembre le temperature dell'acqua erano più alte, le abbondanze fitoplanctoniche di novembre, seppure mediate su tre campioni, sono risultate notevolmente differenti rispetto a dicembre (media su otto campioni).

Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 6.399.678 cell/l (rinvenuto nella stazione 10400 a giugno) ed un minimo assoluto pari a 289.145 cell/l (rinvenuto nella stazione 10720 a dicembre). Il numero esiguo di campagne realizzate con frequenza ridotta e tra loro distanziate nel tempo non permette una valutazione significativa sui dati del monitoraggio. La composizione fitoplanctonica del campione con massima abbondanza (prelevato alla stazione 10400 a giugno) era caratterizzata dall'elevata presenza di specie plurime di *Chaetoceros* (2.948.114 cell/l), Cryptophyceae indet. (2.766.692 cell/l), e poi a seguire *Chaetoceros simplex* (140.602 cell/l) e Prasinophyceae (104.318 cell/l).

In figura 34 vengono riportate le distribuzioni delle abbondanze di fitoplancton totale, delle Diatomee, delle Dinoflagellate e del gruppo Altro fitoplancton nelle campagne 2022. Dal confronto si nota come il Fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee e, a seguire, dalla componente Altro fitoplancton ad eccezione della campagna di dicembre in cui il secondo raggruppamento è preponderante; generalmente sono molto modeste le abbondanze di Dinoflagellate.

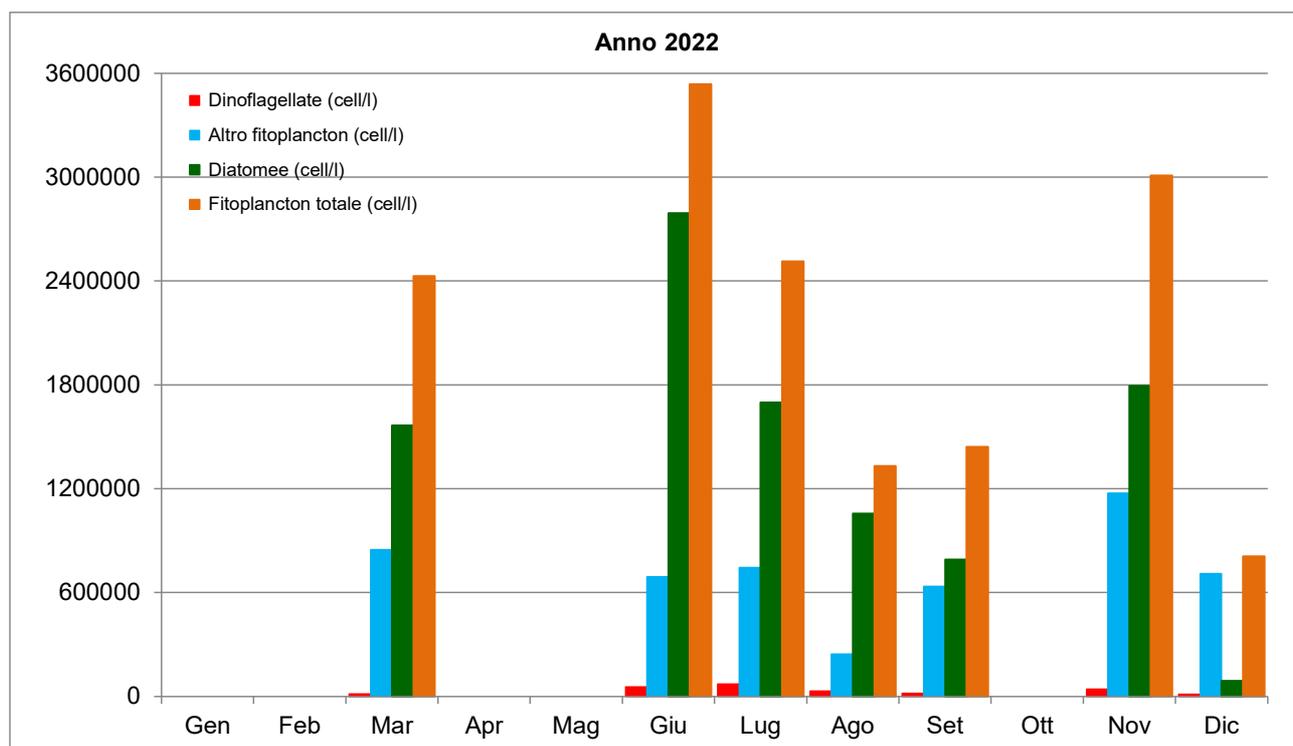


Figura 34: Valori medi per campagna delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l) nel 2022

In dettaglio, i valori medi di abbondanze di fitoplancton totale più elevati sono osservabili nella campagna di giugno seguito da novembre mese in cui, si ricorda, è stato monitorato solo il tratto di costa a nord della laguna di Venezia (transetti 008, 024 e 040); la distribuzione delle specie appartenenti al gruppo delle Diatomee segue lo stesso andamento, ma si riduce molto a dicembre. La frazione legata al gruppo Dinoflagellate è sempre molto bassa, mentre il gruppo Altro fitoplancton è presente anche in modo consistente nei mesi più freddi (marzo, novembre e dicembre).

Nel mese di giugno i valori di abbondanza maggiori sono stati riscontrati alla stazione 10400 (6.399.678 cell/l), seguita dalle stazioni 40720 (6.324.838 cell/l) e 10640 (6.145.684 cell/l);

in questa campagna i taxa predominanti sono *Chaetoceros socialis* (5.850.872 alla stazione 407720 e 3.369.921 alla stazione 10720), *Chaetoceros* spp. (2.948.114 cell/l alla st. 10400), Cryptophyceae indet. (2.766.692 cell/l alla st. 10400), *Chaetoceros curvisetus* (2.018.324 cell/l alla st. 10820 e 1.787.011 cell/l alla st. 10400) e *Cylindrotheca closterium* (1.133.890 cell/l alla st. 10640).

A novembre le abbondanze più elevate sono state registrate nell'area di mare settentrionale (stazioni 10080, 10240 e 10400), contrariamente a quanto di solito si osserva (ma facilmente spiegabile per le temperature più alte registrate a novembre rispetto a dicembre, Fig. 35), con un massimo alla stazione 10400 (5.542.454 cell/l) e a seguire dalla stazione 10240 (2.719.068 cell/l); in questo mese i taxa più rappresentativi sono *Chaetoceros* spp. (2.689.587 alla stazione 10400 e 1.054.518 cell/l alla 10240) e Cryptophyceae indet. (1.991.111 cell/l alle st. 10400).

La figura 35 mostra le mappe di distribuzione di alcuni parametri nella campagna eseguita tra novembre e dicembre 2022, rispettivamente temperatura (°C), ossigeno disciolto (%) e clorofilla a (µg/l), rilevati in superficie: dalle mappe si vede nettamente la differenza tra la zona settentrionale e il resto di costa. Si è scelto di mostrare queste distribuzioni in quanto le abbondanze di fitoplancton sono state più elevate nell'area a nord di Venezia, monitorata proprio a novembre, mentre nel resto delle stazioni (monitorate oltre la metà di dicembre) le abbondanze sono rimaste molto basse.

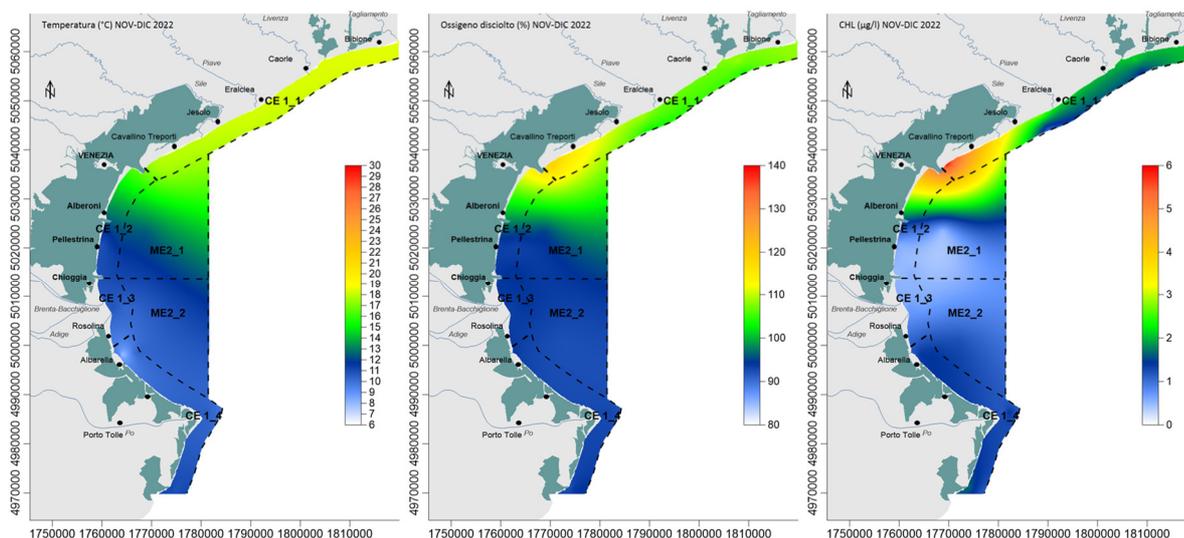


Figura 35: Mappe di distribuzione di temperatura (°C), ossigeno disciolto (%) e clorofilla a (µg/l) rilevati in superficie nella campagna eseguita tra novembre e dicembre 2022

In figura 36 sono riportate invece le abbondanze medie dei diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2022, comprese le stazioni dei due corpi idrici esterni, poste a destra nel grafico. Come più volte sottolineato, le abbondanze sono relative alle sole campagne effettuate. Diversamente dal solito, le stazioni con le maggiori abbondanze sono la 10820 (foce Po di Tolle) e la 10400 (Cavallino Treporti), mentre i valori medi più ridotti sono nelle aree costiere settentrionale (10080 e 10240) e centrale (10530, 10560 e 40530). La componente a Diatomee mantiene lo stesso andamento, mentre la componente Altro fitoplancton è percentualmente maggiore nell'area di mare della stazione 10400. Ovunque risulta scarsamente rappresentata la componente a Dinoflagellate. Rispetto agli anni precedenti risulta molto povera di abbondanze la stazione 40530, situata oltre 8 km al largo di Venezia – S.Pietro in Volta.

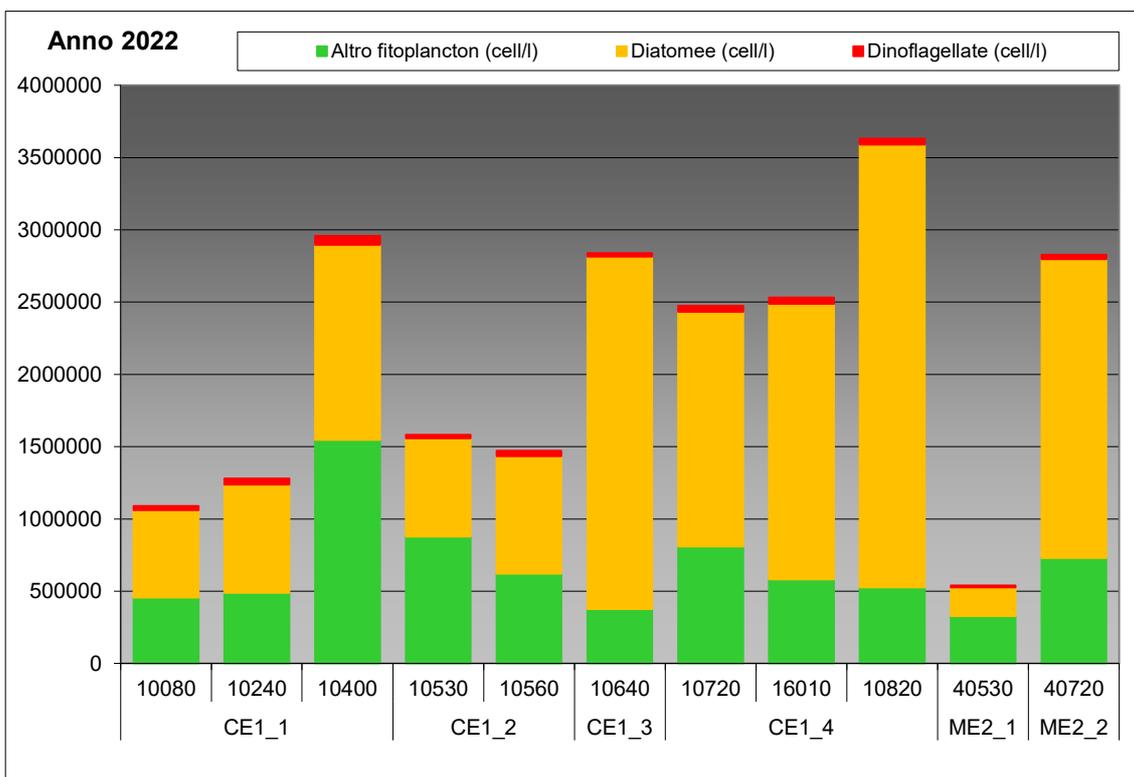


Figura 36: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per stazione di campionamento nel 2022

Nell'anno 2022 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DIATOMEE	
Amphora sp.	Eucampia cornuta
Asterionella formosa	Fragilaria sp.
Asterionella gracillima	Guinardia flaccida
Asterionellopsis glacialis	Guinardia striata
Asteromphalus flabellatus	Gyrosigma acuminatum
Aulacoseira granulata	Gyrosigma fasciola
Bacillariales indet.	Halamphora coffeiformis
Bacillaria paxillifera	Haslea wawrikan
Bacteriastrium furcatum	Hemiaulus hauckii
Bacteriastrium hyalinum	Leptocylindrus convexus
Bacteriastrium jadrans	Leptocylindrus danicus
Bacteriastrium sp.	Leptocylindrus mediterraneus
Cerataulina pelagica	Licmophora communis
Chaetoceros affinis	Licmophora flabellata
Chaetoceros anastomosans	Licmophora gracilis
Chaetoceros brevis	Lindavia glomerata
Chaetoceros costatus	Melosira moniliformis
Chaetoceros curvisetus	Navicula anglica
Chaetoceros dadayi	Navicula delicatula
Chaetoceros danicus	Navicula salinarum
Chaetoceros decipiens	Navicula sp.
Chaetoceros diadema	Navicula spp.
Chaetoceros diversus	Navicula transitans

DIATOMEE	
Chaetoceros lorenzianus	Neomoelleria cornuta
Chaetoceros peruvianus	Nitzschia longissima
Chaetoceros simplex	Nitzschia palea
Chaetoceros socialis	Odontella sp.
Chaetoceros sp.	Paralia sulcata
Chaetoceros spp.	Pleurosigma angulatum
Chaetoceros tenuissimus	Pleurosigma normanii
Chaetoceros teres	Pleurosigma sp.
Chaetoceros tortissimus	Proboscia alata
Cocconeis scutellum	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Coscinodiscus centralis	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Coscinodiscus concinnus	Pseudo-nitzschia multistriata
Coscinodiscus radiatus	Pseudosolenia calcar-avis
Coscinodiscus sp.	Rhizosolenia imbricata
Cyclotella caspia	Skeletonema marinoi
Cyclotella glomerata	Skeletonema pseudocostatum
Cyclotella meneghiniana	Skeletonema sp.
Cyclotella sp.	Skeletonema spp.
Cyclotella spp.	Striatella unipunctata
Cyclotella striata	Tabellaria fenestrata
Cylindrotheca closterium	Tenuicylindrus belgicus
Dactyliosolen blavyanus	Thalassionema frauenfeldii
Dactyliosolen fragilissimus	Thalassionema nitzschioides
Dactyliosolen phuketensis	Thalassiosira gravida
Diatoma sp.	Thalassiosira Nordenskioldii
Diploneis sp.	Thalassiosira rotula
Diploneis stroemii	Tryblionella compressa
Entomoneis paludosa	

DINOFLAGELLATE	
Akashiwo sanguinea	Prorocentrum micans
Alexandrium minutum	Proto-peridinium bipes
Amylax sp.	Proto-peridinium brevipes
Blixaea quinquecornis	Proto-peridinium diabolus
Ceratium fusus	Proto-peridinium divergens
Dinophyceae indet.	Proto-peridinium latissimum
Diplopsalis lenticula	Proto-peridinium leonis
Diplopsalis sp.	Proto-peridinium oceanicum
Gonyaulax sp.	Proto-peridinium pellucidum
Gonyaulax spinifera	Proto-peridinium sp.
Gymnodiniales indet.	Proto-peridinium spp.
Gymnodinium sp.	Proto-peridinium steinii
Gymnodinium spp.	Proto-peridinium subinermis
Gyrodinium fusiforme	Pselodinium vaubanii
Gyrodinium sp.	Scrippsiella acuminata
Karenia sp.	Scrippsiella spinifera
Katodinium glaucum	Scrippsiella trochoidea

DINOFLAGELLATE	
Kofoidinium velleoides	Spatulodinium pseudonoctiluca
Lebouridinium glaucum	Tecati sp.
Minuscula bipes	Tecati spp.
Noctiluca scintillans	Torodinium robustum
Oxytoxum adriaticum	Triadinium polyedricum
Oxytoxum caudatum	Tripos candelabrum
Oxytoxum gracile	Tripos furca
Oxytoxum scolopax	Tripos fusus
Oxytoxum sp.	Tripos lineatus
Oxytoxum variabile	Tripos macroceros
Oxytoxum viride	Tripos muelleri
Peridinium quinquecorne	Tripos seta
Podolampas spinifera	Tripos simmetricus
Prorocentrum cordatum	Tripos trichoceros
Prorocentrum lima	

ALTRO FITOPLANCTON	
Altro Fitoplancton indet.	Lemmermannia tetrapedia
Anabaena sp.	Leucocryptos marina
Ankistrodesmus sp.	Meringosphaera mediterranea
Apedinella radians	Meringosphaera sp.
Apedinella spinifera	Octactis pulchra
Chrysochromulina parkeae	Octactis speculum
Chrysochromulina sp.	Oltmannsiella lineata
Coccolitoforidi indet.	Oltmannsiellopsis viridis
Cryptophyceae indet.	Oscillatoria sp.
Dictyocha fibula	Pediastrum duplex
Dictyocha speculum	Pediastrum sp.
Dinobryon coalescens	Phacus sp.
Dinobryon sp.	Prasinophyceae indet.
Ebria tripartita	Prymnesiophyceae indet.
Euglena sp.	Raphidophyceae indet.
Euglena viridis	Scenedesmus quadricauda
Euglenophyceae indet.	Scenedesmus sp.
Eutreptiella sp.	Tetradesmus dimorphus
Hermesinum adriaticum	

Sono state rinvenute, nelle campagne realizzate nel 2022, 201 varietà di fitoplancton di cui 189 identificate a livello di genere o specie e 12 a livello di classe o di entità non determinate. I taxa si sono così ripartiti:

Gruppo	N° taxa	% del gruppo sul totale di individui
Diatomee	101	66.78
Dinoflagellate	63	1.63
Altro fitoplancton	37	31.59

Rispetto all'anno precedente, nel 2022 è aumentato il numero di taxa passando da 180 a 201; l'incidenza percentuale dell'abbondanza di Diatomee sul totale di individui è aumentata rispetto al 2021, tornando alle percentuali di qualche anno fa (68.6% nel 2019), è più che dimezzata invece la percentuale di Dinoflagellate (3.55% nel 2021) ed è calata anche la presenza percentuale del raggruppamento Altro fitoplancton (44.44% nel 2021).

6.1.16 Ricerca di alghe potenzialmente tossiche

Su tutti i campioni indagati per l'analisi quali-quantitativa del fitoplancton prelevati presso le stazioni a 500m 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.

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*, *Ostreopsis cf ovata*, *Ostreopsis* sp., *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia* spp..

Delle specie sopra elencate, nei campioni analizzati nel corso dell'anno 2022 sono stati rilevati *Alexandrium tamarense* e *Dinophysis* spp. rispettivamente con 16 campioni su 54 (29.6%) e 17 campioni (31.5); *Alexandrium minutum* e *Pseudo-nitzschia* spp. sono le specie più frequentemente ritrovate nei campioni analizzati, rispettivamente con 41 (75.9%) e 51 campioni (94.4%) sui 54 analizzati. *Gymnodinium catenatum*, *Ostreopsis cf ovata* e *Ostreopsis* sp. non sono mai stati individuati, mentre *Lingulodinium polyedrum*, e *Protoceratium reticulatum* sono stati trovati entrambi su 7 campioni.

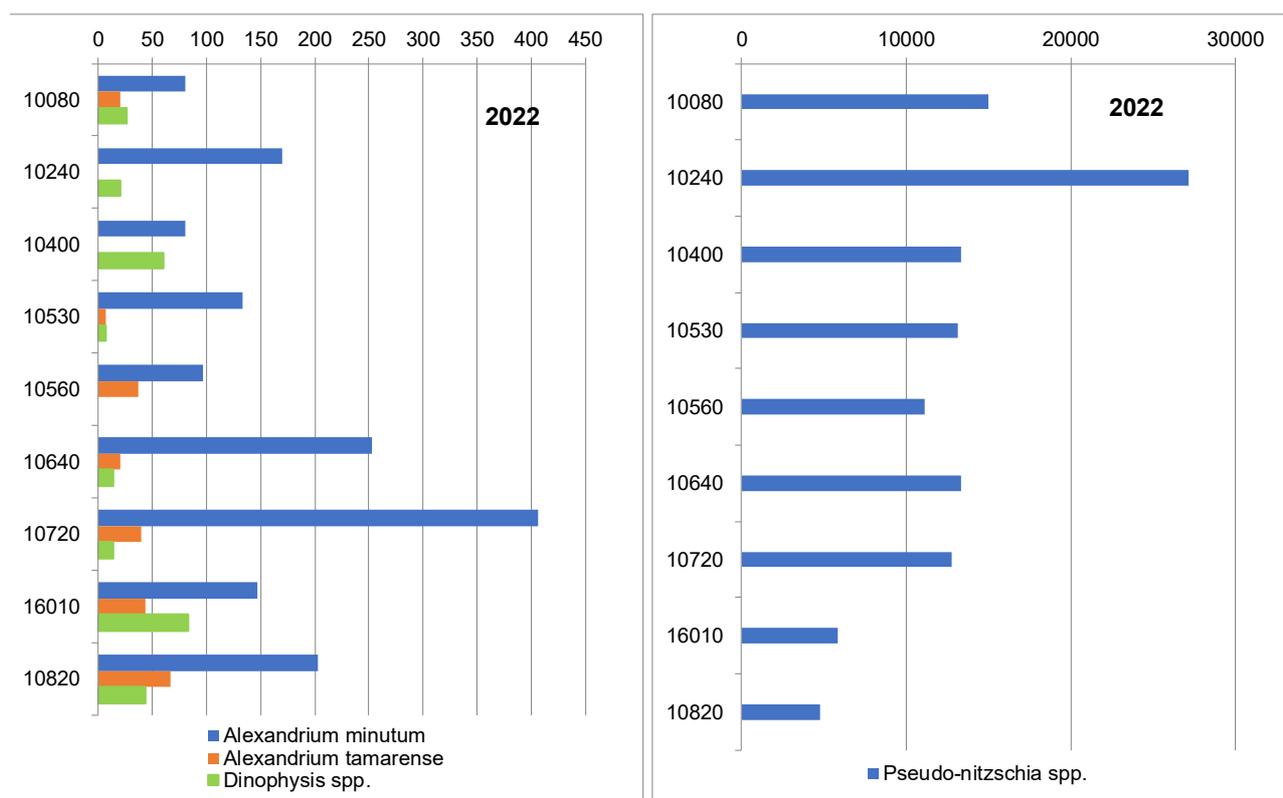


Figura 37: Valori medi annuali delle abbondanze di alcune delle specie indagate per stazione di campionamento nel 2022

La distribuzione spaziale dei valori medi calcolati sulle campagne eseguite nel 2022 rappresentata in figura 37 mostra come le specie *Alexandrium minutum*, *Alexandrium*

tamarense e *Dinophysis* spp. siano presenti lungo tutta la costa, soprattutto nell'area meridionale della costa; anche *Pseudo-nitzschia* spp. è presente su tutta la fascia costiera, ma con abbondanze maggiori nella parte settentrionale di costa e il valore medio più alto alla stazione 10240 situata nella zona di mare antistante Jesolo, stazione che ha presentato valori elevati nelle ultime tre campagne dell'anno. Il valore di abbondanza massimo per *Pseudo-nitzschia* spp. con 76.000 cell/l è registrato ad agosto alla stazione 10530 (Venezia – S.Pietro in Volta) mentre i valori nei rimanenti mesi sono rimasti sempre bassi.

Il valore medio mensile più elevato, sempre di *Pseudo-nitzschia* spp., lo si è riscontrato proprio ad agosto (Fig. 38, grafico a destra), con abbondanze elevate in tutte le stazioni; è da evidenziare, in relazione alle abbondanze di questa alga, che nel fitoplancton dell'Adriatico cellule del genere *Pseudo-nitzschia* sono comunemente presenti. Le altre forme algali presentano invece valori medi mensili elevati a giugno e luglio per *A. minutum*, a luglio per *A. tamarense* e tra agosto e settembre per *Dinophysis* spp., come appare nel grafico di sinistra della figura 38.

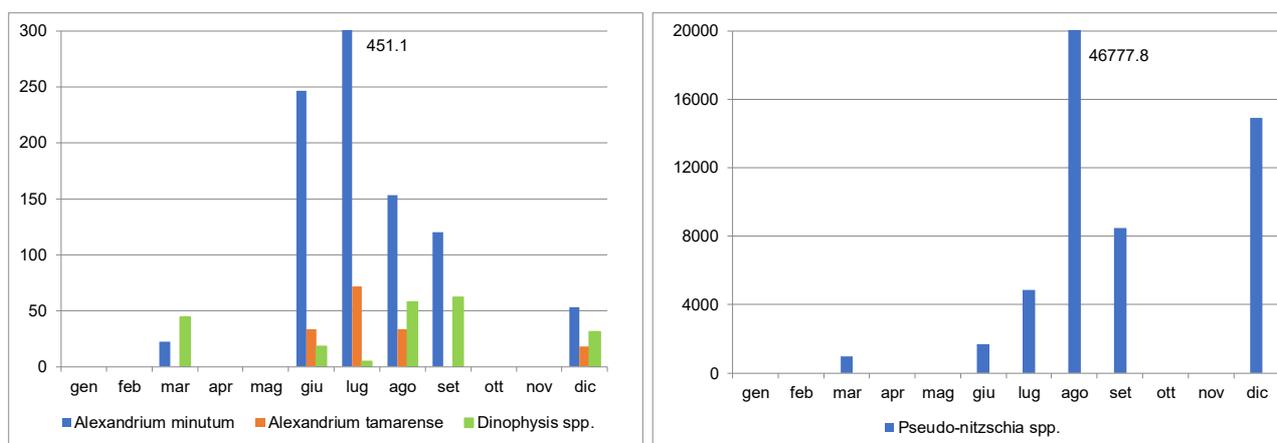


Figura 38: Valori medi delle abbondanze di ciascuna specie indagata per campagna di campionamento

Nel corso del 2022 il valore limite di abbondanza per *Dinophysis* spp. indicato nei D.D.M.M. 1.8.1990 e 1.9.1990, pari a 1.000 cell/l (molluschicoltura), non è mai stato superato; considerando le due specie *Alexandrium minutum* e *Alexandrium tamarense* non si è registrato alcun superamento per quanto riguarda il limite di $10 \cdot 10^6$ cell/l per *Alexandrium* spp., valore soglia consigliato dal Ministero della Sanità con circolare del 31.7.1998 e inerente alla balneazione.

6.1.17 Ricerca di microalghe bentoniche potenzialmente tossiche

Nella fascia costiera in prossimità dei litorali, indipendenti dai corpi idrici, sono individuate quattro stazioni, dislocate nelle aree di maggiore afflusso turistico, in cui viene attuato un programma di sorveglianza algale per il controllo sulla presenza di *Ostreopsis* o altre microalghe bentoniche potenzialmente nocive per la salute dei bagnanti. Tali controlli avvengono nei mesi di luglio, agosto, settembre e ottobre. Le specie ricercate sono: *Amphidinium* spp., *Coolia monotis*, *Ostreopsis cf ovata*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum rathymum*.

Il campionamento avviene mediante prelievo di macroalghe o, in assenza di queste, per grattaggio di substrati solidi su cui possono essere adese le microalghe; dal 2017 la ricerca viene effettuata anche su campioni di acqua prelevati in vicinanza del substrato.

Nel corso del 2022 non è stata riscontrata la presenza delle specie sopra elencate in alcuna delle matrici analizzate (substrato duro e/o macroalga e acqua).

6.1.18 Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie e altri inquinanti specifici in acqua (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/2015)

Nell'anno 2022 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. Dal 2016 si è passati alla applicazione del D.Lgs. 172/2015, che prevede per alcuni parametri di Tab. 1/A l'analisi su matrice biota (pesci e/o molluschi e crostacei).

Per quanto riguarda l'acqua, non sono analizzati Cloroalcani C10-13, Dicofol, Bifenox, Cipermetrina ed Esabromociclododecano (HBCDD); Dicofol e HBCDD sono analizzati su matrice biota, mentre PFOS e derivati sono stati analizzati anche su matrice acqua nonostante la matrice di elezione sia il biota. Per alcuni dei parametri analizzati il LOQ non è conforme a quanto richiesto dalla normativa (30% dell'SQA-MA), ma in tutti i casi sono state comunque utilizzate le migliori tecniche analitiche certificate e standardizzate disponibili, a costi sostenibili (D.Lgs. 172/2015 Art. 1, comma 4). A causa di problemi tecnici mancano le analisi organostannici in tutti i campioni e di ftalato nella campagna di giugno.

Come per il sessennio precedente, a scopo cautelativo si è ritenuto opportuno determinare, per i parametri di tab. 1/A, la media aritmetica delle concentrazioni rilevate nell'anno per ogni sito di campionamento, come indica la Direttiva 2008/105/CE, anziché per l'intero corpo idrico.

L'analisi dei dati rilevati nella matrice acqua nel 2022 mostra, in tutti corpi idrici, valori medi annui (calcolati per ogni singola stazione) conformi agli SQA-MA (concentrazione media annua) di Tab. 1/A, con la sola eccezione del PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat) che risulta superare l'SQA-MA (0.00013 µg/l) in otto stazioni sulle undici monitorate: sono rimaste entro il limite le stazioni 10240 (C.I. CE1_1), 10560 (C.I. CE1_2) e 40530 (C.I. ME2_1). Nel caso dei PFOS (nelle forme isomeri lineari, isomeri ramificati espressi come lineari, isomeri lineari e ramificati espressi come PFOS lineare) i risultati hanno evidenziato la presenza dei contaminanti in tutti i campioni, con concentrazioni comunque inferiori all'SQA-CMA (Concentrazione Massima Ammissibile per singolo campione). Si sono inoltre osservate alcune presenze in acqua (cioè valori puntuali quantificabili, superiori al LOQ) per i parametri Di(2etililftalato), alcuni IPA (Antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Fluorantene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene) Nonilfenoli, Nichel e Piombo. Per nessun parametro si è verificato il superamento dell'SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile).

Anche nel caso degli inquinanti specifici non si è rilevato alcun superamento rispetto all'SQA di tabella 1/B; è stata riscontrata invece la presenza (superamento del relativo LOQ) come media per stazione per Arsenico (presente in tutti campioni), sommatoria di Terbutilazina e Desetilterbutilazina e PFBA (PerfluoroButanoic Acid). Ai fini della classificazione si è ritenuto tuttavia opportuno considerare solo le presenze con concentrazione superiore al 30% dell'SQA-MA, come meglio specificato al paragrafo 7.2.4 Elementi chimici a sostegno: con tale valutazione solo l'arsenico risulta pregiudicare la qualità delle acque nelle aree centrale e meridionale, per cui solo il c.i. CE1_1 risulta in stato elevato.

6.1.19 Fitofarmaci

Per fitofarmaci si intende una categoria di composti inorganici, organici naturali e di sintesi che hanno lo scopo di prevenire o curare le malattie causate alle piante da organismi nocivi (funghi, batteri, insetti, acari, etc.) o di contrastare la crescita di specie vegetali infestanti. In Italia sono presenti in commercio migliaia di prodotti diversi e le quantità di sostanze attive impiegate ogni anno sono molto elevate; il rischio legato a tale impiego è connesso alla persistenza e all'accumulo nell'ecosistema con conseguenti fenomeni di inquinamento.

Alcune delle sostanze attive monitorate nell'ambito dei controlli in acque marino costiere sono stabilite dal D.Lgs. 172/2015 (tabelle 1/A e 1/B), unitamente alla voce Pesticidi singoli. Questi, per il Veneto, vengono selezionati in funzione dei dati di vendita e di fattori che ne indicano la pericolosità per l'ecosistema, in altri casi, pur non essendo in commercio da molti anni, sono ancora monitorati per le caratteristiche di persistenza nell'ambiente.

A causa di problemi tecnici i parametri Acetochlor e Dicamba sono stati analizzati sui campioni delle prime due campagne annuali, mentre il parametro Trifenilstagno e composti non è stato mai analizzato.

In tabella 8 sono elencati i parametri indagati nel corso del monitoraggio 2022, con indicate le stazioni dove sono avvenuti i rilevamenti (dati puntuali). I riscontri di alcuni dei parametri analizzati sono stati sporadici, quasi tutti lungo la parte meridionale di costa e in prevalenza nei mesi di giugno e dicembre; il calcolo del valore medio per stazione non ha mostrato comunque evidenze di superamenti degli SQA-MA, laddove fossero previsti.

FITOFARMACI ANALIZZATI NEL 2022			PRESENZA (Valori >LOQ)	
PARAMETRO	Tab.	SQA-MA (µg/l)	STAZIONI	MESE
4-4' DDT	1/A	0.01		
Aclonifen	1/A	0.012		
Alachlor	1/A	0.3		
Aldrin+Dieldrin+Endrin+Isodrin	1/A	0.005		
Atrazina	1/A	0.6		
Chlorpiriphos	1/A	0.03		
Cibutrina	1/A	0.0025		
Clorfenvinfos	1/A	0.1		
Dichlorvos	1/A	0.00006		
Diuron	1/A	0.2		
Endosulfano (miscela isomeri)	1/A	0.0005		
Esaclorocicloesano (isomeri) (HCH's)	1/A	0.002		
Isoproturon	1/A	0.3		
Quinoxifen	1/A	0.015		
Simazina	1/A	1		
Terbutrina	1/A	0.0065		
Trifluralin	1/A	0.03		
2,4 - D	1/B	0.2		
Acido 2,4,5-triclorofenossiacetico (2,4,5 T)	1/B	0.2		
Azinfos-Metile	1/B	0.01		
Bentazone	1/B	0.2	16010	dicembre
Dimetoato	1/B	0.2		
Linuron	1/B	0.2		
Mcpa	1/B	0.2		
Mecoprop	1/B	0.2		
Terbutilazina	1/B	0.2	10820, 40720	marzo, giugno
Desetilterbutilazina			10820	giugno
2-4' DDT				
4-4' DDD				
4-4' DDE				
Acetochlor		0.1		
Atrazina desisopropil		0.1		
Azoxystrobin		0.1		
Boscalid		0.1		
Chlorpiriphos metile		0.1		
Clomazone		0.1	10820	giugno

FITOFARMACI ANALIZZATI NEL 2022			PRESENZA (Valori >LOQ)	
PARAMETRO	Tab.	SQA-MA (µg/l)	STAZIONI	MESE
Cloridazon		0.1		
Cyprodinil		0.1		
Desetiltrazina		0.1	40530	giugno
Dicamba		0.1		
Difenoconazolo		0.1		
Dimetenamide		0.1		
Dimetomorf		0.1	10400, 10640	giugno
Eptacloro epossido		0.1		
Eptacloro		0.1		
Etofumesate		0.1		
Fenhexamid		0.1		
Fludioxonil		0.1		
Flufenacet		0.1		
Fluopicolide		0.1		
Imidacloprid		0.1	40530	dicembre
Iprovalicarb		0.1		
Lenacil		0.1		
Metalaxil-M + Metalaxil		0.1		
Metamitron		0.1		
Metazaclor		0.1		
Metolachlor		0.1	10820, 40530	giugno
Metolachlor ESA		0.1	10640, 16010, 10820	giugno, settembre, dicembre
Metossifenozide		0.1		
Metribuzina		0.1		
Molinate		0.1		
Nicosulfuron		0.1	10640, 10720, 16010, 10820, 40720	giugno
Oxadiazon		0.1		
Penconazolo		0.1		
Pendimetalin		0.1		
Propamocarb		0.1		
Propanil		0.1		
Propiconazolo		0.1		
Propizamide		0.1		
Pyrimethanil		0.1		
Quizalopof-etile		0.1		
Rimsulfuron		0.1		
Spiroxamina		0.1		
Tebuconazolo		0.1		
Tebufenozide		0.1		
Tetraconazole		0.1		
Tiofanate-metil		0.1		

Tabella 8: Prodotti fitosanitari monitorati nel 2022 nelle acque marine e superamenti di SQA o LOQ

6.2 Matrice biota

6.2.1 Acque destinate alla vita dei molluschi

Nel corso del 2022 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 2022, le acque costiere venete del Mare Adriatico risultano complessivamente idonee alla vita dei molluschi avendo rispettato i valori percentuali di conformità previsti dalla legge. Anche nel 2022 non è stata rilevata la presenza di Sassitossina (PSP) nei campioni di molluschi analizzati dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie.

6.2.2 Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie in biota (Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015)

Il D.Lgs. 172/2015 indica, per alcuni parametri, l'analisi su matrice biota prevedendo comunque, per alcuni, SQA anche nell'acqua. Per quanto riguarda il biota sono previsti i pesci (per difenileteri bromurati, DDT [laddove non venga eseguita l'analisi prioritariamente su acqua], esaclorobenzene, esaclorobutadiene, Mercurio e composti), crostacei o molluschi (per gli IPA) o uno dei tre gruppi per le diossine e composti dioxin-like.

Per ottemperare alla normativa sono stati utilizzati i campionamenti su mitili effettuati per monitoraggio delle acque destinate alla vita dei molluschi laddove esistente, mentre in ciascuno dei corpi idrici non coperti da tale rete di monitoraggio è stata individuata una stazione per il recupero di campioni di mitili. Oltre ai mitili, sono stati reperiti campioni di fauna ittica presso operatori della pesca (ogni campione costituito da più individui) per ciascun c.i., al fine di analizzare i parametri previsti su specie ittiche; allo scopo è stata selezionata una specie abbastanza residenziale e di scarso interesse economico, il *Gobius niger*, in allineamento con i prelievi eseguiti per il monitoraggio Marine Strategy. Tale specie è disponibile in taglia piccola, pertanto l'analisi è stata condotta sul pesce intero.

Si ricorda che l'applicazione del D.Lgs. 172/2015 alla matrice biota comporta, nel caso di utilizzo di molluschi o di pesci, un adeguamento degli SQA di tabella 1/A in base alla tipologia di organismo e al suo livello trofico così come riportato nelle "Linee Guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs. 172/2015)" pubblicate da ISPRA (MLG 143/2016). Gli SQA con cui confrontare i valori di concentrazione dei parametri, considerando il livello trofico dei molluschi (*Mitylus galloprovincialis* LT=2) o la specie di pesce utilizzata (*Gobius niger* LT=3) sono più bassi rispetto a quelli indicati in tabella 1/A, come si può osservare dalla tabella 9 riportata di seguito, e in alcuni casi la metodologia adottata non permette di raggiungere gli SQA indicati. I valori espressi in tabella 9 si riferiscono al peso umido e sono stati ricalcolati su pesce intero (mentre la tabella originaria del MLG 143/2016 riconduce in taluni casi al peso secco, in altri alla frazione lipidica).

Dall'analisi dei dati 2022 emerge, come si può osservare in tabella 10, che vi sono superamenti dell'SQA del mercurio e della somma dei PBDE in tutti i campioni di pesce analizzati, quindi per tutti i corpi idrici; le concentrazioni superano direttamente l'SQA-MA del D.Lgs 172/2015 senza necessità di fare riferimento all'SQA ricalcolato per livello trofico. Esaclorobenzene, Esaclorobutadiene e Esabromociclododecano presentano in tutti i campioni valori inferiori al LOQ (5µg/kg p.u.); di questi parametri Difenileteri bromurati e Esaclorobenzene hanno il LOQ superiore all'SQA ricalcolato per il livello trofico, ma inferiore all'SQA-MA del D.Lgs. 172/2015. Sono stati analizzati inoltre PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat), isomero lineare, presente in un campione (prelevato nel corpo idrico a nord CE1_1) e DDT (somma dei quattro isomeri o,p e p,pDDT, p,pDDE e p,pDDD) presente in quattro campioni, in entrambi i casi con concentrazioni nettamente inferiori all'SQA-MA del Decreto e a quello ricalcolato per livello trofico; infine Eptacloro + Eptacloro Epossido presenta in tutti i campioni concentrazioni inferiori al LOQ che però è superiore a SQA-MA (LOQ=5µg/kg p.u. e SQA=0.0067µg/kg p.u.).

Per quanto riguarda gli IPA benzo(a)pirene e fluorantene, analizzati su campioni di molluschi (*Mitylus galloprovincialis*), le concentrazioni sono sempre inferiori al LOQ (rispettivamente 1µg/kg p.u. e 5µg/kg p.u.) e quindi all'SQA (rispettivamente 5 e 30 µg/kg p.u.); sempre sui

molluschi sono inoltre ricercati Diossine e composti Diossina-simili, espressi in TE, risultati presenti in tutti i campioni ma con valori decisamente inferiori all'SQA-MA.

Sostanza	Organismo	UdiM	D.Lgs. 172/2015		MLG 143/2016		LOQ 2022 (µg/kg p.u.)
			SQA-MA	LOQ richiesto	SQA-MA ricalcolato per TL	LOQ richiesto (per TL)	
Difenileteri bromurati	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	0.0085	0.00255	0.005	0.0015	0.004
DDT totale	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	50 o 100	15 o 30	50 o 100	15 o 30	2 o 3
Esaclorobenzene	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	10	3	3.7	1.11	5
Esaclorobutadiene	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	55	16.5	55	16.5	5
Mercurio e composti	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	20	6	9.1	2.73	6
Dicofol	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	33	9.9	33	9.9	non analizzato
Acido perfluorottansolfonico e suoi Sali (PFOS)	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	9.1	2.73	4.42	1.33	0.1 o 0.125 o 0.25
Esabromociclododecano (HBCDD)	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	167	50.1	61.55	18.47	5
Eptacloro ed eptacloro epossido	Pesce TL 3	µg/kg p.u.	0.0067	0.002	0.0067	0.002	5
Fluorantene	Mitili TL 2	µg/kg p.u.	30	9	30	9	5
Benzo(a)pirene	Mitili TL 2	µg/kg p.u.	5	1.5	5	1.5	1
Diossine e composti diossina-simili	Mitili TL 2	µg/kg TEQ p.u.	0.0065 µg/kg TEQ	0.00195	0.0065 µg/kg TEQ	0.00195	0.000124 (upper bound)
							0.000622 (medium bound)

Tabella 9: SQA biota del D.Lgs 172/2015, corretti per il livello trofico (3 per *Gobius niger*, 2 per molluschi) e riportati all'organismo intero, e LOQ richiesto (30%SQA). (Legenda: TL=livello trofico; in rosso i LOQ >SQA-MA, in arancio i LOQ < o = SQA-MA ma non conformi)

2022	Specie	TL	Difenileteri bromurati	Mercurio (Hg)	Eptacloro + Eptacloro epossido	Esaclorobenzene	Esaclorobutadiene	Esabromociclododecano	PFOS (PerfluoroOctan e Sulfonat)	DD's totali
CE1_1	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	<LOQ
CE1_2	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ		<LOQ	<LOQ	>LOQ
CE1_3	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>LOQ
CE1_4	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ		<LOQ	>LOQ	<LOQ
ME2_1	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>LOQ
ME2_2	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	>LOQ
	Specie	TL	Fluorantene	Benzo(a)pirene	Diossine e composti D-L					
CE1_1	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
		2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
CE1_2	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
CE1_3	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
CE1_4	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
		2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
ME2_1	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					
ME2_2	<i>Mitylus galloprovincialis</i>	2	<LOQ	<LOQ	>LOQ					

>SQA-MA
 >LOQ (presenza)
 <LOQ (adeguato)
 <LOQ (non adeguato)

Tabella 10: Superamenti degli SQA e presenze nei campioni di pesce (in alto) e nei campioni di molluschi (in basso) prelevati nel 2022 (Legenda: TL=livello trofico)

6.2.3 Analisi delle popolazioni di macroinvertebrati bentonici - campagne 2020 e 2021

Nell'autunno 2020 e nella primavera 2021 sono state eseguite le due campagne di campionamento dell'Elemento di Qualità Biologica (EQB) Macroinvertebrati bentonici, previsto dalla normativa, per il triennio di monitoraggio operativo 2020-2022 (I triennio del sessennio 2020-2025). Solitamente le campagne sono programmate nello stesso anno ma a causa delle problematiche conseguenti alla pandemia da coronavirus (SARS-CoV-2), la campagna primaverile è stata posticipata al 2021.

Di seguito si presentano alcuni dati relativi alle due campagne; i campionamenti sono effettuati su due stazioni per ciascun transetto, una a sabbie fini (prossima alla linea di costa)

e una a fanghi terrigeni (al largo), e su due stazioni dei due corpi idrici più al largo, nei mesi di settembre/ottobre 2020 (campagna autunnale) e marzo/aprile (campagna primaverile). In tabella 11 si presentano i principali indici strutturali delle comunità analizzate:

- numero specie;
- numero individui (espressi in individui/m²);
- 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 +∞, 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;
- indice di equiripartizione o evenness (Pielou, 1966), tiene conto della distribuzione degli individui nell'ambito delle varie specie che compongono la comunità; l'indice presenta il valore massimo (1) nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza, indipendentemente dal numero di specie del campione, mentre presenta un valore basso nel caso in cui ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare.

	Numero di individui/m ²		Numero di specie		Indice di diversità specifica		Indice di equiripartizione		Indice di ricchezza specifica	
	Aut2020	Prim2021	Aut2020	Prim2021	Aut2020	Prim2021	Aut2020	Prim2021	Aut2020	Prim2021
10083	5803	637	51	30	2.17	3.48	0.38	0.71	13.29	10.34
10243	5567	720	44	33	2.25	3.22	0.41	0.64	11.48	11.20
10403	1270	1010	29	24	2.40	2.44	0.49	0.53	9.02	7.66
10533	2110	1630	46	30	2.44	2.36	0.44	0.48	13.54	9.03
10563	1667	1820	23	25	1.55	2.43	0.34	0.52	6.83	7.36
10643	1753	1593	49	34	3.34	2.63	0.60	0.52	14.80	10.31
10723	5167	4220	28	32	0.47	1.47	0.10	0.29	7.27	8.55
16013	2483	913	38	25	3.04	2.58	0.58	0.56	10.90	8.11
10823	5147	1990	28	30	0.57	2.40	0.12	0.49	7.28	8.79
30083	6353	1523	98	56	4.21	4.22	0.64	0.73	25.51	17.28
30243	5133	1417	87	54	4.22	3.83	0.65	0.67	23.18	16.82
30403	29870	11080	128	89	2.14	2.11	0.31	0.33	28.38	21.76
40533	6207	2813	117	87	4.77	4.82	0.69	0.75	30.58	24.93
30563	8023	2593	123	74	4.94	4.71	0.71	0.76	31.25	21.38
40643	2790	1660	68	47	3.58	2.96	0.59	0.53	19.45	14.29
40723	2923	1990	93	72	5.05	4.53	0.77	0.74	26.54	21.52
36013	6177	2360	69	49	3.33	2.71	0.55	0.48	17.94	14.23
30823	3943	1813	54	45	3.13	2.55	0.54	0.46	14.74	13.50
30533	3507	1000	113	79	5.05	5.55	0.74	0.88	31.60	26.00
30723	2850	887	57	39	3.04	3.85	0.52	0.73	16.21	12.89

Tabella 11: Indici strutturali calcolati per ciascuna stazione nelle due campagne

Per quanto riguarda il numero di individui quasi sempre il valore è maggiore nella campagna autunnale che in quella primaverile; sia il numero di individui sia il numero di specie sono maggiori nelle stazioni situate a distanza dalla costa a fondale fangoso (3---3 e 4---4) rispetto a quelle prossime alla costa (1---3) a fondale sabbioso.

In figura 39 sono rappresentate, in forma di torte, le percentuali relative del numero di individui per i principali raggruppamenti di taxa; per ciascuna riga sono rappresentati i risultati delle stazioni costiere in autunno e in primavera, seguiti da quelli delle stazioni al largo, lungo lo stesso transetti, in autunno e in primavera, con i transetti nell'ordine da nord verso sud. Analizzando le popolazioni per macro-raggruppamenti, nelle stazioni costiere (1---3) prevalgono numericamente i taxa del gruppo Molluschi Bivalvia in autunno mentre in

primavera sono sopravanzati dai taxa di Annelidi Polichaeta nelle stazioni meridionali; interessante in primavera la situazione della stazione 10403 (Cavallino Treporti) in cui la popolazione è rappresentata per il 47% da individui appartenenti al gruppo Altri crostacei. Per le stazioni al largo situate nell'area centro settentrionale prevalgono numericamente gli Annelidi Polichaeta, in entrambe le campagne, mentre andando verso sud le popolazioni presentano una prevalenza di Crostacei Amphipoda sia in autunno che in primavera. In figura 40 sono rappresentate, in forma di torte, le percentuali relative del numero di specie per i principali raggruppamenti di taxa; per ciascuna riga sono rappresentati i risultati delle stazioni costiere in autunno e in primavera, seguiti da quelli delle stazioni al largo, lungo lo stesso transetti, in autunno e in primavera, con i transetti nell'ordine da nord verso sud. Dalla distribuzione dei raggruppamenti principali per stazione e campagna si osserva la predominanza numerica di specie appartenenti al gruppo Annelidi Polichaeta in tutte le stazioni al largo (sia quelle a 3704m da costa che nelle due più esterne) in entrambe le campagne; per quanto riguarda le stazioni in prossimità della costa (1--3), invece, tale andamento si registra prevalentemente per le stazioni situate lungo il tratto meridionale di costa, mentre al centro e a settentrione si osserva una alternanza tra Annelidi Polichaeta e Molluschi Bivalvia sia in senso temporale che spaziale. Nelle stazioni al largo è comunque maggiore il numero di taxa identificati rispetto alle stazioni costiere, ed è più evidente la disparità numerica tra la campagna autunnale, più ricca, e quella primaverile, più scarsa. In tabella 12 si riportano i valori di AMBI, diversità, ricchezza M-AMBI e stato per ciascuna stazione nelle due campagne 2020-2021, calcolati, come sempre, con i dati espressi per metro quadro. Per l'EQB Macroinvertebrati bentonici (dimensioni superiori a 1 mm) si applica l'Indice M-AMBI, che utilizza lo strumento dell'analisi statistica multivariata ed è in grado di riassumere la complessità delle comunità di fondo mobile, permettendo una lettura ecologica dell'ecosistema in esame. L'M-AMBI è dunque un indice multivariato che deriva da una evoluzione dell'indice AMBI integrato con l'Indice di diversità di Shannon-Wiener ed il numero di specie (S) (Borja *et al.*, 2004; Borja *et al.*, 2007; Muxika *et al.*, 2007). Per il calcolo dell'indice è utilizzato un software gratuito (AZTI Marine Biotic Index vers. AMBI 6.0) da applicarsi con l'ultimo aggiornamento disponibile della lista delle specie. I valori di riferimento e i limiti di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di RQE (stato elevato/buono e stato buono/sufficiente), sono indicati dalla Decisione (UE) 2013/480 e acquisiti da ISPRA con il documento "Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere. EQB Macroalghe, Macroinvertebrati bentonici, Angiosperme.". Come si può osservare dalla tabella 12, lo stato, in base ai valori di M-AMBI, è ricompreso tra elevato e buono (con preponderanza del primo); solo una stazione, 16013 monitorata in primavera 2021, presenta stato sufficiente, ma va detto che tale stazione, posizionata a 500 m dalla foce del Po di Pila, è fortemente condizionata dagli apporti fluviali e dalle condizioni idrodinamiche locali.

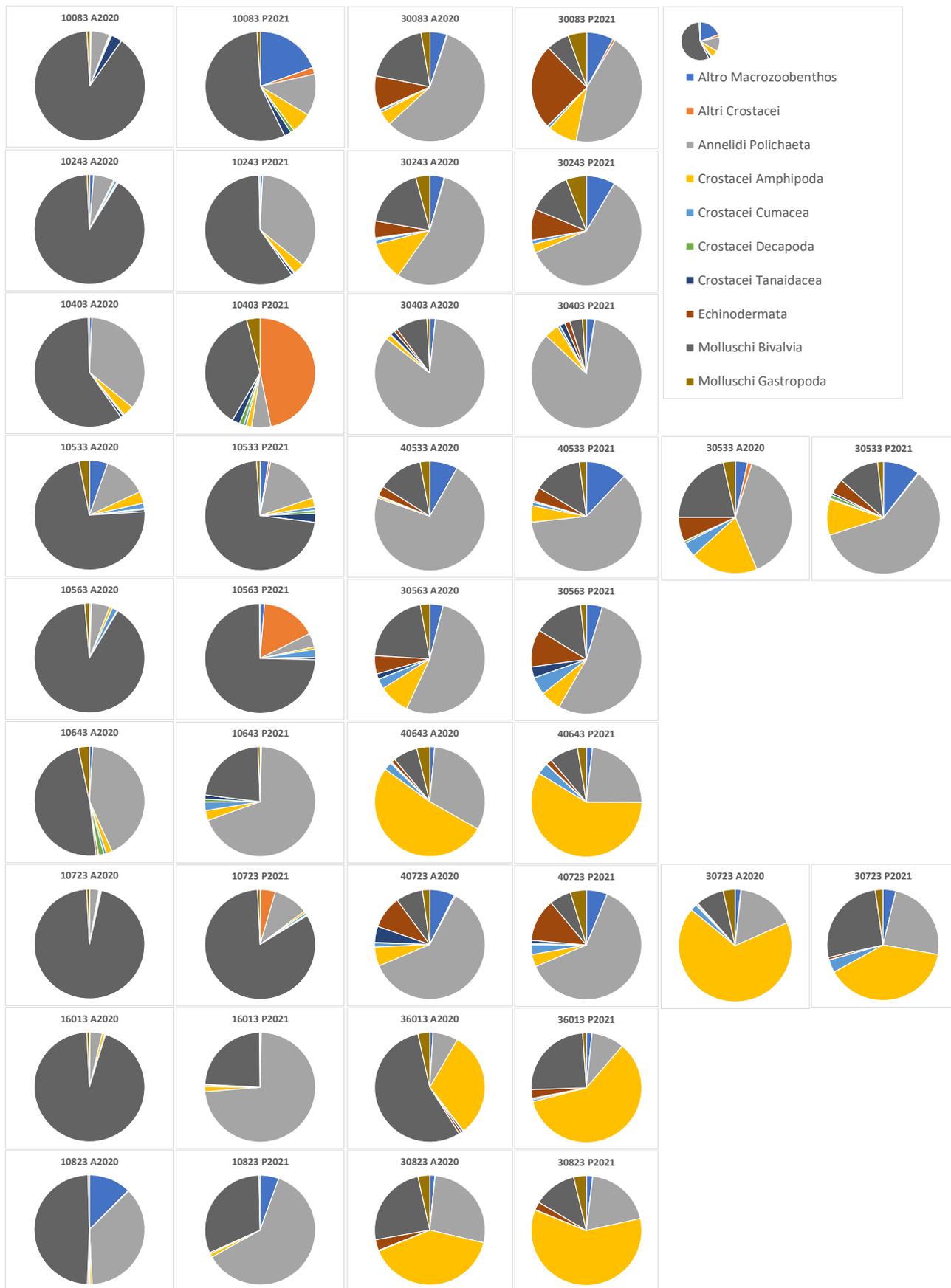


Figura 39: Rappresentazione delle percentuali di individui per ciascuna stazione e campagna di campionamento



Figura 40: Rappresentazione delle percentuali di specie per ciascuna stazione e campagna di campionamento

AUTUNNO 2020						PRIMAVERA 2021					
Stations	AMBI	Diversity	Richness	M-AMBI	Status	Stations	AMBI	Diversity	Richness	M-AMBI	Status
Bad	6	0	0	0	Bad	Bad	6	0	0	0	Bad
High	0.5	4.8	50	1	High	High	0.5	4.8	50	1	High
10083-A	0.21	2.30	53	0.85	High	10083-P	0.96	3.52	31	0.82	High
10243-A	0.19	2.32	47	0.84	High	10243-P	0.40	3.30	35	0.87	High
10403-A	0.25	2.56	33	0.82	High	10403-P	0.26	2.71	23	0.82	High
10533-A	0.36	2.76	52	0.86	High	10533-P	0.39	2.66	33	0.82	High
10563-A	0.12	1.62	27	0.75	Good	10563-P	0.28	2.24	26	0.78	Good
10643-A	0.58	3.80	54	0.93	High	10643-P	0.92	3.16	35	0.81	Good
10723-A	0.04	0.48	30	0.68	Good	10723-P	0.31	1.71	33	0.75	Good
16013-A	0.08	0.73	33	0.70	Good	16013-P	3.64	2.44	31	0.48	Moderate
10823-A	1.54	3.27	41	0.77	Good	10823-P	1.51	3.11	26	0.73	Good
30083-A	1.99	4.53	110	0.95	High	30083-P	1.62	4.53	58	0.88	High
30243-A	1.79	4.37	97	0.93	High	30243-P	1.61	4.10	60	0.86	High
30403-A	2.84	2.28	143	0.76	Good	30403-P	2.70	2.15	93	0.67	Good
40533-A	1.99	5.55	133	1.07	High	40533-P	2.00	5.12	93	0.96	High
30563-A	2.13	5.57	143	1.08	High	30563-P	2.16	5.18	81	0.92	High
40643-A	0.73	3.96	78	0.97	High	40643-P	0.62	3.17	51	0.87	High
40723-A	2.16	5.64	106	1.01	High	40723-P	2.26	5.24	81	0.92	High
36013-A	2.61	3.19	58	0.69	Good	36013-P	1.35	2.70	47	0.75	Good
30823-A	1.43	3.70	82	0.89	High	30823-P	0.67	2.75	51	0.83	High
30533-A	1.68	5.79	124	1.10	High	30533-P	1.63	5.88	86	1.04	High
30723-A	0.64	3.30	60	0.89	High	30723-P	1.35	3.88	40	0.83	High

Tabella 12: Valori di M-AMBI e relativo stato calcolati per ciascuna stazione nelle due campagne (A=autunno 2020 e P=primavera 2021)

6.3 Matrice sedimento (Tabb. 2/A, 3/A e 3/B del D.Lgs. 172/2015)

Il campionamento su matrice sedimento per il triennio 2020-2022 è avvenuto nel 2020, in adempimento a quanto previsto dal D.Lgs. 172/2015 che indica una cadenza triennale per l'analisi della tendenza a lungo termine delle concentrazioni delle sostanze dell'elenco di priorità, elencate al punto "m" dell'art. 1 (Modifiche al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152). Per i risultati si rimanda al Rapporto annuale 2020 sulle acque marino costiere (Regione del Veneto - ARPAV, 2021).

7 STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2022

7.1 Aggiornamento stato chimico

A scopo cautelativo si è ritenuto opportuno determinare, per i parametri di Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015, la media aritmetica delle concentrazioni rilevate nei diversi periodi dell'anno per ogni sito di campionamento, come indica la Direttiva 2008/105/CE, anziché mediare per corpo idrico in caso di presenza di più siti di monitoraggio. Con la pubblicazione delle Linee guida (ISPRA – IRSA CNR – ISS, 2016) si è provveduto al reperimento di biota che fosse rappresentativo dei corpi idrici monitorati; pur in assenza di indicazioni su alcuni aspetti dell'attività, è stato programmato il prelievo di molluschi, su banchi naturali dei sei corpi idrici monitorati, e il recupero di campioni di pesce (uno per corpo idrico) presso gli operatori della pesca. Le specie sono rappresentate dal *Mitylus galloprovincialis* per i molluschi e da *Gobius niger* per i pesci.

In tabella 13 si riporta la situazione relativa all'anno 2022 per le diverse matrici. Come descritto al paragrafo 5.2.18-Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie e altri inquinanti specifici in acqua (Tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. 172/2015), nelle acque sono

stati osservati valori eccedenti l'SQA-MA solo per PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat), mentre non vi è stato alcun superamento di SQA-CMA (considerando come già riportato i dati per singola stazione e non per corpo idrico); tale riscontro mette tutti i corpi idrici in Stato Non buono eccettuato il c.i. ME2_1 (con la stazione 40530). Nel biota/molluschi (*Mitylus galloprovincialis*) le analisi previste hanno mostrato assenza di IPA ma presenza di diossine seppure in concentrazioni molto basse rispetto all'SQA; nei pesci (*Gobius niger*) sono state riscontrate elevate concentrazioni di PBDE e di mercurio in tutti i campioni analizzati e in entrambi casi il superamento del rispettivo SQA (sia del D.Lgs. 172/2015 che di quello ricalcolato per livello trofico) fa attribuire lo Stato Non buono.

CORPO IDRICO	DIST RET TO	ACQUA			BIOTA (<i>Gobius niger</i>)		BIOTA (<i>Mitylus g.</i>)		STATO complessivo 2022
		>SQA-MA	> SQA-CMA	STATO parziale	>SQA-MA	STATO parziale	>SQA-MA	STATO parziale	
CE1_1	AO	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
CE1_2	AO	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
CE1_3	AO	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
CE1_4	Pa	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
ME2_1	AO			Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
ME2_2	AO	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO

Tabella 13: Situazione di stato chimico parziale nell'anno 2022 (valutato per singola stazione)

7.2 Aggiornamento stato ecologico

7.2.1 Elementi di Qualità Biologica

Nel 2022 è stato monitorato l'EQB Fitoplancton che, come indica il D.M. 260/2010, nel monitoraggio operativo deve essere previsto tutti gli anni, mentre l'EQB Macroinvertebrati bentonici, con cadenza ogni tre anni, è stato campionato tra il 2020 per la campagna autunnale e il 2021 per quella primaverile. Poiché le analisi sui campioni di macroinvertebrati bentonici non sono riferite all'anno 2022, una sintesi dell'indice M-AMBI è riportata nel precedente paragrafo (6.2.3 Analisi delle popolazioni di macroinvertebrati bentonici - campagne 2020 e 2021) e non concorre all'analisi dello stato ecologico 2022.

Per quanto attiene il Fitoplancton, il parametro utilizzato, in quanto indicatore della biomassa fitoplanctonica, è la concentrazione di "Clorofilla a" (misurata in superficie); si è utilizzata la misura effettuata con il metodo analitico associata ai campioni per la determinazione qualitativa di fitoplancton.

Il D.M. 260/2010, per il calcolo del valore finale prevedeva due metriche differenti a seconda del macrotipo marino-costiero, ma con la pubblicazione della Decisione (UE) 2018/229, che riporta gli esiti della III intercalibrazione per la classificazione ecologica dei corpi idrici, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha indicato l'adozione dei nuovi criteri di classificazione (nota Prot. 4774 del 07/03/2018); tali criteri modificano quelli del D.M.260/2010 per le acque di macrotipo II, ora macrotipo II A Adriatico. La Decisione è stata interpretata e integrata con valori di riferimento e *boundaries* nel documento ISPRA "Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere. Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton. Aprile 2018"; anche in questo caso sono previsti valori e *boundaries* differenti per macrotipo marino-costiero, mentre la metrica suggerita (media geometrica) è eguale per tutti i macrotipi. La classe può essere espressa sia come concentrazione di clorofilla ($\mu\text{g/l}$) che in termini di rapporto di qualità ecologica (RQE), che nella Decisione 2018/229 è normalizzato; nella seguente tabella 14 la classe è calcolata secondo le modalità indicate dalla Decisione del 2018.

ANNO 2022				STATO Decisione 2018/229			
MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	METRICA	[Clorofilla a]		RQE	
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Media geometrica	0.98	Elevato	1.04	Elevato
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali		0.71	Elevato	1.12	Elevato
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali		1.76	Elevato	0.89	Elevato
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po		2.34	Buono	0.81	Buono
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali		0.46	Elevato	0.90	Elevato
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali		0.76	Buono	0.78	Buono

Tabella 14: Esiti dell'EQB Fitoplancton (clorofilla a) per corpo idrico nel 2022

Dall'applicazione dei valori di riferimento della Decisione 2018/229 si distingue tutta l'area centro settentrionale in stato elevato (c.i. CE1_1, CE1_2, CE1_3, ME2_1), mentre le acque nella parte meridionale risultano in stato buono (c.i. CE1_4 e ME2_2). Come risulta dalla tabella 14, vi è concordanza tra i risultati espressi in concentrazione di clorofilla a e quelli espressi in RQE normalizzato; nei casi in cui vi fosse discordanza il documento ISPRA sopra citato indica di dare preferenza ai valori espressi in termini di concentrazione.

7.2.2 Elementi chimico-fisici a supporto

Gli elementi chimico-fisici a supporto (ossigeno disciolto, azoto inorganico disciolto, fosforo totale) nella definizione dello stato ecologico vengono utilizzati per il calcolo dell'indice trofico TRIX, unitamente al parametro clorofilla a; in relazione a quest'ultima per il calcolo del TRIX si è utilizzata la misura effettuata con il metodo analitico associata ai campioni per la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton.

Di seguito (Tab. 15) si riportano i valori medi annui di indice TRIX calcolati per ciascun corpo idrico e la situazione rispetto ai valori soglia per ciascun macrotipo di acque. I limiti individuati dal D.M. 260/2010 distinguono tra le classi Buono e Sufficiente; nel 2022 lo stato Buono caratterizza tutti i corpi idrici (CE1_1, CE1_2, CE1_3 costieri, ME2_1 e ME2_2 al largo) eccettuato il c.i. CE1_4 (antistante il Delta del Po) che supera il valore soglia (stato Sufficiente).

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	LIMITE DI CLASSE	TRIX 2022	STATO 2022
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	5.0	4.2	BUONO
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	5.0	3.7	BUONO
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	5.0	4.8	BUONO
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	5.0	5.3	SUFFICIENTE
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	4.5	3.0	BUONO
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	4.5	4.3	BUONO

Tabella 15: Stato degli elementi chimico fisici a supporto per ciascun corpo idrico nel 2022

7.2.3 Esito del processo di classificazione ecologica – fase I

In tabella 16 si riporta il giudizio emergente dalla prima fase, in cui si incrociano gli esiti derivanti dagli EQB con quelli degli elementi chimico fisici a sostegno. Si osserva che, pur in presenza di EQB in stato Buono per il c.i. CE1_4, il superamento della soglia per gli elementi chimico fisici a sostegno penalizza lo stato portandolo a Sufficiente. Degli altri c.i. quelli costieri e quello al largo della laguna di Venezia (CE1_1, CE1_2, CE1_3 e ME2_1) risultano in stato Elevato, mentre il c.i. al largo a sud di Venezia (ME2_2) risulta in stato Buono.

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	EQB FITOPLANCTON	TRIX	GIUDIZIO FASE I
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	ELEVATO
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Elevato	Buono	ELEVATO
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Elevato	Buono	ELEVATO
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Buono	Sufficiente	SUFFICIENTE
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	ELEVATO
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Buono	Buono	BUONO

Tabella 16: Esito della prima fase di classificazione ecologica nel 2022

7.2.4 Elementi chimici a sostegno

Nel corso del 2022 non si è rilevato alcun superamento rispetto agli SQA di tabella 1/B (inquinanti specifici). Si conferma la presenza (superamento del relativo LOQ) per l'arsenico, ubiquitario, e per alcuni fitofarmaci, senza che siano oltrepassati i relativi valori soglia (SQA). Nell'agosto 2018 è stata inviata una richiesta di chiarimenti al MATTM e a ISPRA per una serie di criticità tra cui quella relativa al criterio di attribuzione di stato Elevato agli inquinanti specifici in caso di difformità nei limiti analitici tra diversi enti; a tale quesito ISPRA si dichiarava concorde sull'utilizzo di un valore soglia di LOQ quantificato con il 30% dell'SQA-MA. Pertanto, ai fini della attribuzione della classe di stato si considerano i superamenti o meno di tale soglia.

In tabella 17/A si riportano le presenze (>LOQ), i superamenti del 30% SQA-MA e lo stato nel 2022 per ciascuna stazione dei corpi idrici dei due Distretti; si associa (Tab. 17/B) l'elenco dei pesticidi singoli rilevati in alcune stazioni, ma che non hanno presentato superamenti dell'SQA (0.1µg/l). Anche il calcolo dei pesticidi totali non ha mostrato alcun superamento del relativo SQA (1µg/l). Da notare che il solo inquinante specifico che, superando la soglia 30% SQA-MA, porta allo stato Buono è l'arsenico, che risulta presente in tutti i corpi idrici eccettuato quello più settentrionale, il CE1_1.

CORPO IDRICO	STAZIONE	Media annua >LOQ (presenza)	>30% SQA-MA	STATO 2022 per stazione	STATO 2022 per c.i.
CE1_1	10080	Arsenico, PFBA (PerfluoroButyric Acid)		ELEVATO	ELEVATO
CE1_1	10240	Arsenico		ELEVATO	
CE1_1	10400	Arsenico, PFBA (PerfluoroButyric Acid)		ELEVATO	
CE1_2	10530		Arsenico	BUONO	BUONO
CE1_2	10560		Arsenico	BUONO	
CE1_3	10640		Arsenico	BUONO	BUONO
CE1_4	10720		Arsenico	BUONO	BUONO
CE1_4	16010		Arsenico	BUONO	
CE1_4	10820	Terbutilazina + Desetilterbutilazina	Arsenico	BUONO	
ME2_1	40530		Arsenico	BUONO	BUONO
ME2_2	40720		Arsenico	BUONO	BUONO

A

CORPO IDRICO	STAZIONE	Media annua >LOQ (presenza)	>30% SQA-MA
CE1_1	10080		
CE1_1	10240		
CE1_1	10400		
CE1_2	10530		
CE1_2	10560		
CE1_3	10640	Metolachlor ESA	
CE1_3	10720		
CE1_4	16010	Metolachlor ESA	
CE1_4	10820	Metolachlor ESA, Nicosulfuron	
ME2_1	40530	Metolachlor	
ME2_2	40720		

B

Tabella 17: Situazione delle diverse stazioni dei corpi idrici relativamente agli altri inquinanti specifici (A) e ad altri pesticidi singoli (B) nel 2022

7.2.5 Esito del processo di classificazione ecologica – fase II

In tabella 18 l'esito della Fase I viene integrato dalle risultanze delle indagini chimiche per la definizione dello stato ecologico. Solo il corpo idrico costiero CE1_1 risulta in stato Elevato, mentre il c.i. costiero CE1_4 (antistante il delta del Po) risulta in stato Sufficiente; tutti gli altri sono in stato Buono. Nell'anno 2022 il fattore che ha condizionato lo stato del c.i. CE1_4 è rappresentato dagli elementi chimico-fisici a supporto (rappresentati dall'Indice trofico TRIX).

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	GIUDIZIO FASE I	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	STATO ECOLOGICO 2022
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Elevato	Elevato	ELEVATO
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Elevato	Buono	BUONO
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Elevato	Buono	BUONO
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Sufficiente	Buono	SUFFICIENTE
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	BUONO
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Buono	Buono	BUONO

Tabella 18: Esito della seconda fase di classificazione ecologica e stato ecologico parziale nel 2022

8 DISCUSSIONE

L'apporto dei vari fiumi, le cui foci caratterizzano la fascia costiera veneta, ha sempre un ruolo predominante nel determinare le fluttuazioni dei principali parametri chimico-fisici. Normalmente ciò è rappresentato dall'esistenza di gradienti positivi con l'allontanamento dalla costa per le variabili trasparenza e salinità e negativi per i composti di azoto e fosforo; tali gradienti, nell'anno 2022 risultano evidenti solo per quei transetti vicini a foci di una certa consistenza (Adige, Po) plausibilmente per la forte riduzione delle portate (più condizionante nei fiumi minori) legata al lungo periodo di siccità che ha caratterizzato l'anno. Di fatto dall'analisi degli andamenti temporali, difficilmente si evidenziano collegamenti tra le portate dei vari fiumi e le concentrazioni in mare. Dall'esame delle figure relative ai nutrienti nel capitolo 6.1- MATRICE ACQUA e di quella relativa a clorofilla *a* (Fig. 41), permangono le concentrazioni più elevate soprattutto nel tratto di costa meridionale, posta sotto l'influenza degli apporti dei maggiori fiumi (dal transetto 64 in giù), come pure per la distribuzione delle abbondanze di fitoplancton; da notare la stazione 10400 (Cavallino Treporti) con valori elevati sia di clorofilla che di fitoplancton. I valori medi di salinità e trasparenza risultano minori nell'area meridionale a conferma del contributo dovuto all'ingresso di acque continentali nel bacino.

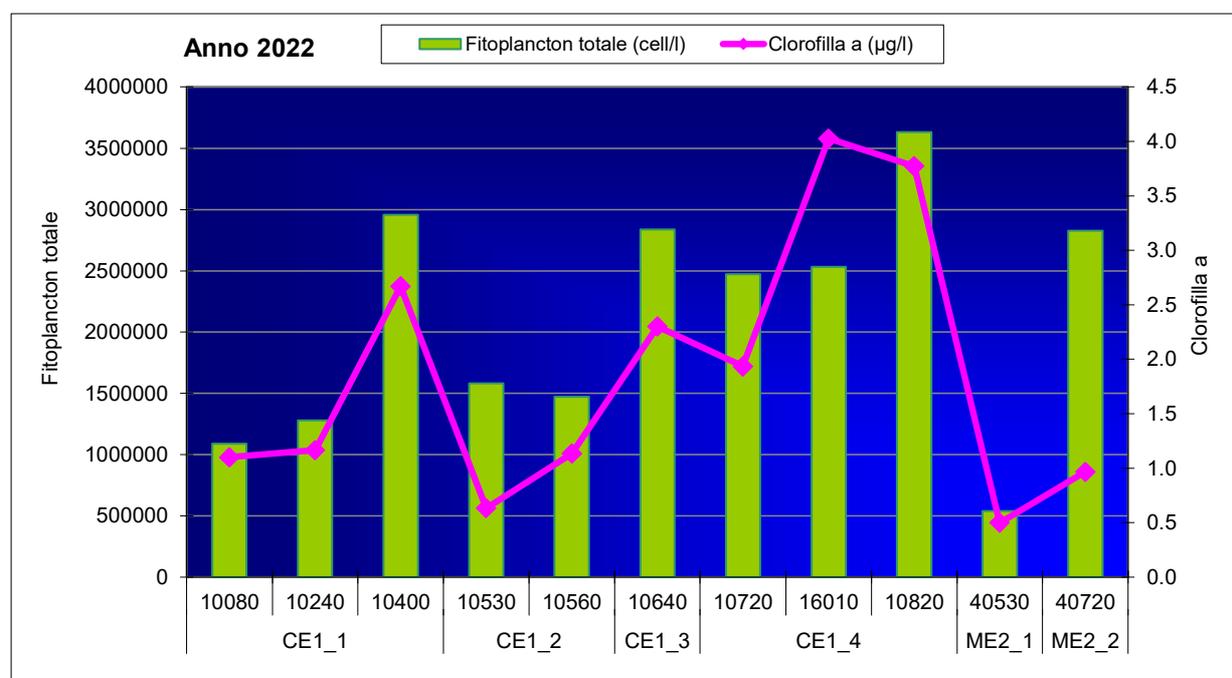


Figura 41: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla *a* (µg/l, determinata analiticamente) nell'anno 2022

In figura 41 (nel grafico è utilizzata la clorofilla *a* determinata analiticamente), va segnalato come le concentrazioni medie di clorofilla siano più elevate alle stazioni dei c.i. CE1_3 e CE1_4, con massimi alla stazione 10820-Po di Tolle, cui corrisponde il valore medio più alto per il fitoplancton; analoga corrispondenza tra valori elevati di clorofilla e fitoplancton la si osserva alle stazioni 10400 e 10640, mentre presso la stazione 40530 sono registrate abbondanze di fitoplancton e concentrazioni di clorofilla decisamente più ridotte.

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 6.1, emerge comunque 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 19 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle tabelle 20

e 21 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 differente distanza da costa che per la ridotta numerosità campionaria.

Trasparenza e salinità sono risultate correlate positivamente tra loro in tutte stazioni, con significatività più alta alle stazioni intermedie (a 926m da costa). A tutte le distanze la salinità risulta correlata in senso negativo con alcuni sali nutritivi (azoto nitroso e nitrico) e con azoto e fosforo totali; anche la trasparenza si correla negativamente con alcuni sali nutritivi. Nelle stazioni a 500m la salinità è risultata avere una forte correlazione inversa (-0.74) con il silicio da ortosilicati (data la provenienza esogena), e una correlazione positiva significativa con la clorofilla (sia da sonda che da analisi). È ovviamente ben marcata (+0.94) la correlazione, nelle stazioni a 500m, tra fitoplancton totale e la sua componente fondamentale, rappresentata dalle diatomee, così come con la componente Altro fitoplancton (+0.36), mentre manca correlazione con le dinoflagellate.

La presenza di forti correlazioni positive, alle diverse distanze da costa, tra i diversi composti di azoto e fosforo sottolinea la loro origine comune; a conferma della sua costituzione, l'indice trofico TRIX (sia quello calcolato con clorofilla analitica che quello con clorofilla da fluorimetro) risulta correlato positivamente con quasi tutte le variabili coinvolte con i meccanismi di produzione e di conseguenza appare inversamente correlato a salinità e trasparenza, a tutte le distanze da costa.

L'azoto ammoniacale risulta correlato positivamente agli altri nutrienti a tutte le distanze da costa, con una ridotta correlazione negativa con l'ossigeno disciolto e nessuna correlazione con il TRIX (sia da ctd che analitico) di cui è componente assieme agli altri sali nutritivi a base di azoto.

2022	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₄ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	Si-SiO ₄ (µg/l)	Diatomee (cell/l)	Dinoflagellate (cell/l)	Altro fitoplancton (cell/l)	Fitoplancton totale (cell/l)	Chl. a analitica (mg/m ³)	TRIX (Chl da ctd)	TRIX (Chl analisi)
Temp. (°C)	0.00	0.48	0.42	0.01	-0.09	0.01	-0.50	-0.59	-0.53	-0.34	0.27	-0.24	0.25	0.60	-0.15	0.19	0.10	0.03	0.11
Salin. (PSU)		-0.31	0.16	-0.75	0.34	-0.07	-0.54	-0.29	-0.22	-0.07	-0.60	-0.74	-0.57	-0.24	-0.12	-0.58	-0.53	-0.65	-0.65
OD (%)			0.11	0.48	-0.28	-0.29	-0.29	-0.32	-0.27	-0.31	0.21	-0.10	0.48	0.58	0.16	0.52	0.54	0.38	0.46
pH				0.06	-0.05	0.02	-0.16	-0.17	-0.19	-0.10	0.09	-0.18	-0.04	0.10	-0.04	-0.05	0.01	0.08	0.11
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.31	-0.12	0.35	0.28	0.16	-0.01	0.44	0.50	0.67	0.22	0.25	0.71	0.67	0.72	0.71
Trasp. (m)						-0.09	-0.22	-0.20	-0.22	-0.30	-0.56	-0.37	-0.22	-0.17	0.05	-0.19	-0.17	-0.49	-0.46
N-NH ₄ (µg/l)							0.30	0.30	0.29	0.50	0.36	0.35	-0.06	-0.12	0.10	-0.03	-0.16	0.24	0.23
N-NO ₂ (µg/l)								0.73	0.52	0.59	0.38	0.76	0.06	-0.21	0.13	0.09	0.15	0.53	0.48
N-NO ₃ (µg/l)									0.88	0.79	0.30	0.73	-0.04	-0.34	0.21	0.03	0.03	0.42	0.35
Azoto tot. (µg/l)										0.74	0.40	0.69	-0.05	-0.32	0.11	-0.02	0.01	0.29	0.24
P-PO ₄ (µg/l)											0.43	0.61	-0.20	-0.18	0.13	-0.14	-0.13	0.33	0.28
Fosforo tot. (µg/l)												0.71	0.39	0.27	-0.10	0.33	0.33	0.66	0.67
Si-SiO ₄ (µg/l)													0.26		0.13	0.28	0.25	0.61	0.56
Diatomee (cell/l)														0.14	0.01	0.94	0.65	0.51	0.56
Dinoflagellate (cell/l)															0.15	0.20	0.28	0.18	0.24
Altro fitopl. (cell/l)																0.36	0.16	0.13	0.12
Fitopl. totale (cell/l)																	0.67	0.52	0.56
Chl. analitica (mg/m ³)																		0.52	0.62
TRIX (Chl da ctd)																			0.98

Tabella 19: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa nel 2022. Correlazioni marcate significative al livello $p < .050$. N=54 (Eliminazione casewise dati mancanti⁴)

⁴ Con l'applicazione "eliminazione casewise dei dati mancanti" sono inclusi nell'analisi i soli casi che non contengono dato mancante in alcuna delle variabili selezionate per l'analisi. Nel caso delle correlazioni, come impostazione predefinita, esse sono calcolate escludendo i casi che contengono dati mancanti in una qualunque delle variabili selezionate (tutte le correlazioni si basano sullo stesso insieme di dati).

2022	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₄ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	TRIX (Chl da ctd)
Temp. (°C)	-0.05	0.58	0.34	-0.09	-0.08	0.01	-0.48	-0.62	-0.63	-0.22	0.33	0.11
Salin. (PSU)		-0.45	-0.29	-0.64	0.43	-0.17	-0.48	-0.29	-0.49	-0.10	-0.66	-0.66
OD (%)			0.44	0.39	-0.30	-0.17	-0.21	-0.26	-0.06	-0.18	0.57	0.51
pH				0.18	-0.32	-0.07	0.01	-0.09	0.05	0.01	0.42	0.37
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.48	0.02	0.33	0.28	0.42	0.03	0.58	0.73
Trasp. (m)						-0.31	-0.31	-0.04	-0.12	-0.30	-0.69	-0.66
N-NH ₄ (µg/l)							0.45	0.19	0.09	0.67	0.33	0.22
N-NO ₂ (µg/l)								0.79	0.65	0.66	0.27	0.46
N-NO ₃ (µg/l)									0.82	0.53	-0.07	0.29
Azoto tot. (µg/l)										0.36	0.11	0.27
P-PO ₄ (µg/l)											0.24	0.29
Fosforo tot. (µg/l)												0.75

Tabella 20: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni a 0,5 mn (926 m) dalla costa nel 2022. Correlazioni marcate significative al livello $p < .050$. N=63 (Eliminazione casewise dati mancanti)

2022	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH ₄ (µg/l)	N-NO ₂ (µg/l)	N-NO ₃ (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO ₄ (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	TRIX (Chl da ctd)
Temp. (°C)	0.20	0.56	0.22	-0.21	0.20	-0.16	-0.60	-0.56	-0.63	-0.31	0.15	-0.02
Salin. (PSU)		-0.29	-0.31	-0.59	0.32	-0.06	-0.53	-0.60	-0.65	-0.31	-0.54	-0.69
OD (%)			0.40	0.27	-0.13	-0.36	-0.25	-0.25	-0.10	-0.21	0.36	0.37
pH				0.34	-0.24	-0.02	0.09	0.04	0.18	-0.05	0.44	0.38
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.39	-0.06	0.26	0.26	0.37	-0.03	0.54	0.64
Trasp. (m)						-0.14	-0.26	-0.05	-0.19	-0.19	-0.59	-0.48
N-NH ₄ (µg/l)							0.26	0.33	0.18	0.52	0.14	0.17
N-NO ₂ (µg/l)								0.82	0.70	0.62	0.31	0.47
N-NO ₃ (µg/l)									0.85	0.72	0.24	0.41
Azoto tot. (µg/l)										0.51	0.27	0.34
P-PO ₄ (µg/l)											0.27	0.35
Fosforo tot. (µg/l)												0.73

Tabella 21: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni a 2 mn (3704 m) dalla costa nel 2022. Correlazioni marcate significative al livello $p < .050$. N=62 (Eliminazione casewise dati mancanti)

Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi Fattoriale Esplorativa 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 2022 presso le stazioni a 500 m (Tab. 22 e Fig. 42), presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e la clorofilla in laboratorio.

Considerando le 14 variabili analizzate negli anni precedenti, le prime due componenti estratte hanno spiegato il 59.44% della varianza totale del fenomeno; per migliorare la rappresentazione del sistema ed evitare una perdita di informazione, si è scelto di includere nel modello solo variabili che risultino moderatamente correlate con le altre, pertanto sono stati esclusi pH e N-NH₄ (il primo correlato solo alla temperatura, il secondo solo agli altri nutrienti, Tab. 19). In questa nuova analisi le prime due componenti estratte hanno spiegato il 67.25% della varianza totale del fenomeno.

	Fattore 1	Fattore 2
Autovalore	4.874	3.196
% Totale varianza	40.614	26.633
Temperatura (°C)	0.423	0.593
Salinità (PSU)	0.615	-0.600
Ossigeno disciolto (%)	0.146	0.812
Trasparenza (m)	0.437	-0.358
Azoto nitroso (µg/l)	-0.831	-0.135
Azoto nitrico (µg/l)	-0.872	-0.341
Azoto totale (µg/l)	-0.818	-0.313
Fosforo da ortofosfati (µg/l)	-0.758	-0.365
Fosforo totale (µg/l)	-0.650	0.473
Silicio da ortosilicati (µg/l)	-0.935	0.133
Fitoplancton totale (cell/l)	-0.234	0.754
Clorofilla a da analisi (mg/m ³)	-0.244	0.722

Tabella 22: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m (dati 2022). Pesii Fattoriali (Non ruotati). Estrazione: Componenti Principali (Pesi marcati sono >.70). Dati mancanti eliminati casewise (63 casi elaborati, 54 casi validi). Matrice correlazioni calcolata per 12 variabili.

La *prima componente* descrive l'effetto di interferenza che l'apporto continentale di acque dolci produce sull'acqua della fascia costiera, alterandone le caratteristiche peculiari di salinità e trasparenza. Il vettore che esprime questa componente all'estremo inferiore vede situati campioni di acqua ad elevate concentrazioni di sali nutrienti (azoto nitrico e silicio da ortosilicati, con coefficiente di autovettore a segno negativo); solitamente all'estremo superiore si ritrovano campioni a salinità elevate (coefficiente con segno positivo), in questa occasione tale situazione rimane poco evidente (Tab. 22 e Fig. 42). La *seconda componente*, espressa da un vettore unipolare, individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate, rappresentato da Fitoplancton totale, clorofilla a e ossigeno disciolto. Come osservato negli anni precedenti ma in misura meno netta, la distribuzione delle variabili evidenzia i tre aspetti fondamentali dell'ecosistema marino costiero: componente pelagica, rappresentata da salinità e trasparenza; componente continentale con elevate concentrazioni di macronutrienti; risultante biologica, caratterizzata da fitoplancton totale, ossigenazione, clorofilla. Tra i parametri considerati un ruolo poco definito è quello di fosforo totale e temperatura.

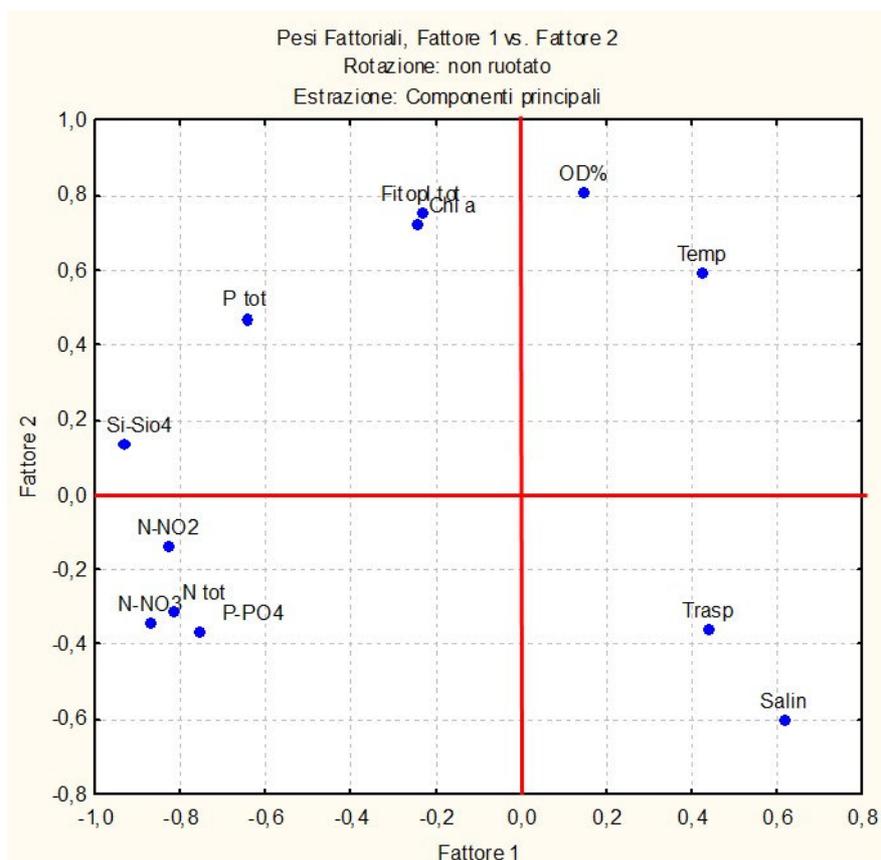


Figura 42: Ordinamento dei parametri fisico-chimici e biologici analizzati nel 2022 (stazioni a 500 m)

9 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2022

9.1 *Aggregati mucilluginosi*

Nel mese di marzo le misure di trasparenza effettuate mediante disco di “Secchi” hanno evidenziato una buona trasparenza dell’acqua, confermata anche dalle osservazioni effettuate con telecamera subacquea lungo tutta la colonna d’acqua. La temperatura è risultata generalmente omogenea in tutti i corpi idrici indagati con valori più bassi a nord della Laguna di Venezia.

Ad aprile i monitoraggi sono stati effettuati nella seconda metà del mese nei corpi idrici a nord e antistanti la Laguna di Venezia, mentre, per problemi tecnici, i restanti corpi idrici nella seconda metà di maggio. Di conseguenza è stata osservata una netta differenza in particolare per temperatura e ossigeno disciolto, risultati marcatamente più alti nei corpi idrici a sud. Le osservazioni con telecamera subacquea hanno inoltre evidenziato la presenza di fiocchi e filamenti mucilluginosi nelle stazioni a sud e in particolare al largo del Po di Pila (RO) (Fig. 43).

Nel mese di giugno la presenza di fiocchi e filamenti mucilluginosi particolarmente abbondanti ha interessato i corpi idrici di fronte e a sud della laguna di Venezia.

Nel mese di settembre sono stati riscontrati elevati valori di salinità nel corpo idrico al largo di Pellestrina raggiungendo un valore massimo di 39 PSU, mentre il valore più basso, circa 30 PSU, è stato misurato nel corpo idrico antistante le foci dei fiumi Brenta-Bacchiglione e Adige. Le misure di trasparenza effettuate con disco di “Secchi” hanno evidenziato una buona limpidezza dell’acqua.

A causa di condizioni meteo-marine avverse la campagna prevista per il mese di novembre è stata completata nel mese di dicembre con il monitoraggio dei corpi idrici a sud della Laguna di Venezia. Per tal motivo, i dati di temperatura, salinità e ossigeno disciolto rilevati

in campo riportano una netta differenza dovuta ai differenti periodi di indagine dei corpi idrici del litorale veneto. A novembre le misure effettuate mediante disco di “Secchi” hanno evidenziato una buona trasparenza dell’acqua nelle stazioni a nord della laguna di Venezia mentre a dicembre la trasparenza è risultata scarsa nelle restanti stazioni. Dalle osservazioni della colonna d’acqua, svolte con telecamera subacquea, a novembre e dicembre sono stati riscontrati fiocchi mucillaginosi nelle stazioni monitorate lungo il litorale veneto.

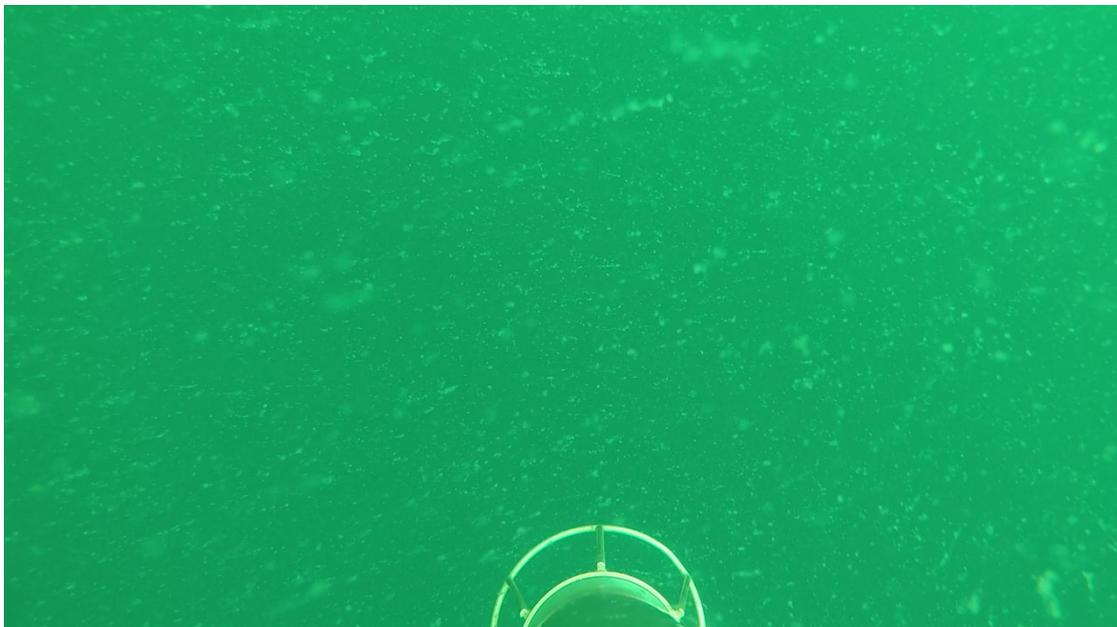


Figura 43: Flocchi e filamenti di mucillagine in colonna d’acqua a maggio 2022

9.2 Meduse, Ctenofori e altro

Durante le campagne di monitoraggio svolte nell’anno 2022 sono stati avvistati numerosi esemplari di medusa appartenenti alla specie *Rhizostoma pulmo*. In particolare nel mese di agosto e settembre è stato avvistato il maggior numero di esemplari per un totale di 13 meduse con ombrello del diametro compreso tra i 10 e 30 cm nel mese di agosto, e 11 esemplari con ombrello del diametro tra i 20 e 30 cm nel mese di settembre. Gli avvistamenti hanno interessato i corpi idrici a nord e antistanti la Laguna di Venezia.

Dalle osservazioni effettuate con telecamera subacquea nel mese di giugno sono state rilevate in colonna d’acqua diverse aggregazioni coloniali di tunicati appartenenti al genere *Salpa* (Fig. 44).

A luglio durante il prelievo degli esemplari di *Mytilus galloprovincialis* presso la stazione di Isola Verde è stata segnalata la presenza di un esemplare di medusa appartenente al genere *Carybdea* con ombrello del diametro di 5 cm.

Durante la campagna di monitoraggio del mese di agosto, sono stati avvistati un gran numero di esemplari di Noce di mare della specie *Mnemiopsis leidyi* nel corpo idrico CE1_2 antistante Pellestrina. Nello stesso mese sono stati avvistati due esemplari di medusa appartenenti alla specie *Cotylorhiza tuberculata* con ombrello del diametro compreso tra i 20 e i 40 cm in corrispondenza delle stazioni situate al largo di Pellestrina.

Anche a settembre presso le stazioni di Jesolo e Cavallino Punta Sabbioni, è stata osservata la presenza di numerosi esemplari di Noce di mare della specie *Mnemiopsis leidyi*.

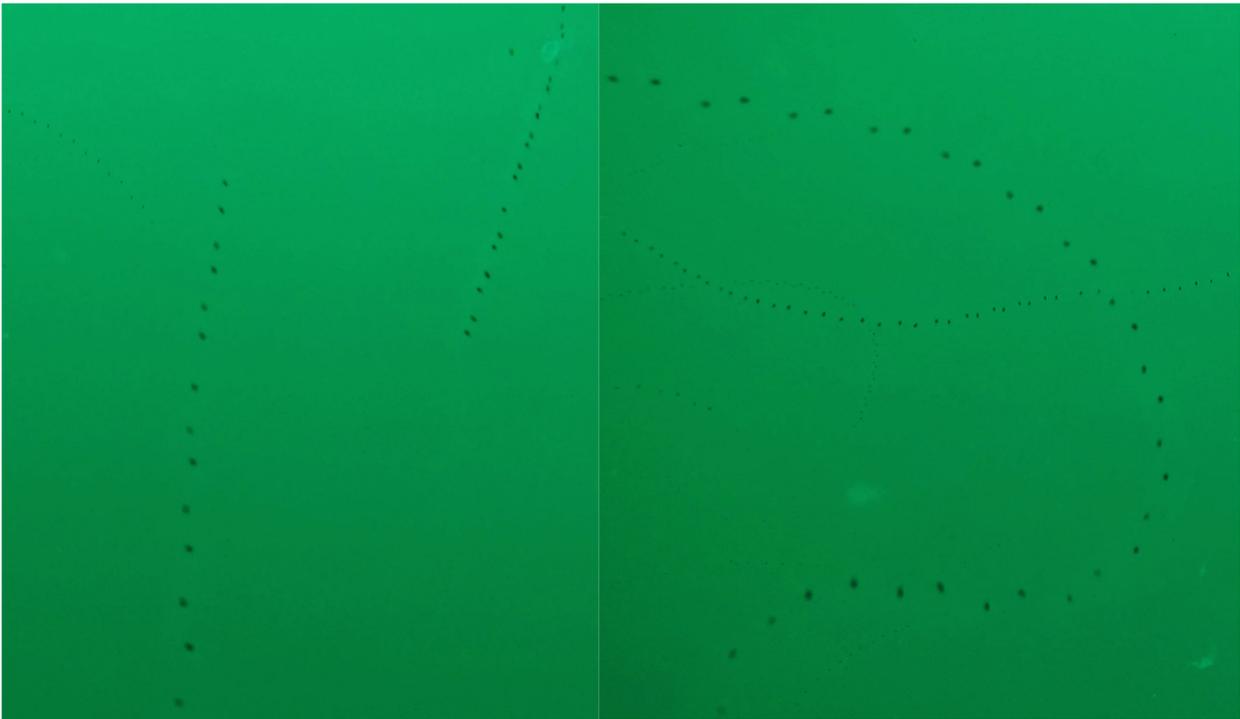


Figura 44: Colonie di Salpe in colonna d'acqua

9.3 Fioriture algali

Nel corso delle sette campagne effettuate nel 2022 non sono state rilevate situazioni di anomalia nella colorazione delle acque che abbiano fatto sospettare la presenza di bloom algali, pertanto non sono stati effettuati campionamenti di fitoplancton diversi da quelli pianificati.

9.4 Mammiferi e tartarughe marini e altro

Nel corso dell'anno 2022, nell'ambito del monitoraggio ai sensi della Direttiva 2000/60/CE sono stati avvistati alcuni esemplari di *Tursiops truncatus* (Fig. 45) e tre individui di tartaruga marina della specie *Caretta caretta* nel corso delle giornate di campionamento in mare. Nel mese di agosto durante l'attività di prelievo di campioni di mitili da banchi naturali per la conformità delle acque alla vita molluschi, sono stati avvistati sei esemplari di *Callinectes sapidus* (granchio reale blu o granchio azzurro).



Figura 45: Gruppo di *Tursiops truncatus* al largo della costa veneta

9.5 Fenomeni ipossici e altri eventi

Nell'ambito del monitoraggio effettuato nel corso dell'anno 2022, non sono stati riscontrati fenomeni di ipossia o anossia in prossimità dei fondali.

Si segnala l'osservazione di un termoclino evidente lungo la colonna d'acqua nelle stazioni antistanti il Delta del Po durante i campionamenti effettuati, per problemi tecnici, nel mese di maggio anziché ad aprile (mese in cui era ancora assente nelle stazioni monitorate a nord e di fronte alla laguna di Venezia). Nello specifico la stratificazione termica si posizionava alla quota di 3 metri nelle stazioni più vicine a costa e a 6 metri di profondità per le stazioni più a largo.

Nel mese di luglio i profili sonda hanno evidenziato la presenza di una stratificazione termica al di sotto della quota di 7 metri di profondità nelle stazioni monitorate più al largo.

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali ARPAV di monitoraggio delle acque marino-costiere, in adempimento alla Direttiva 2000/60/CE, l'attività di campionamento nel 2022 è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto cercando di rispettare quanto previsto dal programma annuale, con un rilevante sforzo operativo per mantenere le modalità e i periodi di campionamento compatibilmente non solo con le condizioni meteorologiche ma anche con la disponibilità dei mezzi nautici (Tab. 1).

Per quanto riguarda le variabili idrobiologiche dall'analisi dei dati raccolti si può evidenziare quanto segue:

- come sempre, le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche unitamente agli apporti continentali (Fig. 3) hanno manifestato una azione primaria su trasparenza e salinità (Figg. 4, 5, 9, 10); queste ultime presentano generalmente un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa
- gli apporti fluviali, seppure molto scarsi nel 2022, hanno condizionato l'andamento dei valori di salinità in superficie, soprattutto nella zona costiera meridionale, con le foci dei principali fiumi, e in particolare nell'area a sud di Chioggia (transetti 064 - 082) che risulta caratterizzata dai più bassi valori di salinità, anche nelle stazioni più esterne (Fig. 10), e da una ampia variabilità attorno alla mediana; per contro i transetti localizzati nell'area di costa

antistante la laguna di Venezia, priva di sbocchi fluviali, hanno mostrato valori medi di salinità elevati in tutte le stazioni, mentre a nord la situazione si presenta intermedia

- per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, i valori in superficie si sono mantenuti mediamente sopra la saturazione, nel periodo da maggio a novembre, mantenendo comunque valori superiori al 95% nelle altre campagne. Al fondo i valori sono rimasti sempre inferiori rispetto alla superficie, mantenendosi comunque sopra il 90% di saturazione (Fig. 13); i valori di mediana sono risultati poco variabili lungo la costa e superiori alla saturazione, aumentando nell'area costiera meridionale ove aumenta anche la variabilità delle misure (Fig. 14)

- 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, in particolare dal 064 al 082, ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona (Figg. 16, 18, 20, 24, 28); dagli stessi grafici si nota comunque l'effetto del lungo periodo di siccità con valori di mediana spesso prossimi al limite di detezione della strumentazione analitica (Figg. 16, 20 e 24)

- anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nelle stazioni localizzate a sud della foce dell'Adige (Figg. 36 e 41), con una situazione analoga presso la stazione 10400 a nord

- per quanto riguarda le alghe potenzialmente tossiche non è mai stato superato 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); inoltre non si è verificato alcun superamento 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 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 importanti e occasionale presenza di mucillagini in forma di fiocchi lungo la colonna d'acqua

- per quanto riguarda gli aspetti chimici, nella matrice acqua non sono stati osservati superamenti di SQA-MA relativamente agli inquinanti delle Tab. 1/A (acqua) e 1/B del D.Lgs. 172/2015 ad eccezione del parametro PFOS presente quasi ovunque a concentrazioni superiori all'SQA-MA ma non all'SQA-CMA; per quanto riguarda invece la matrice biota (pesci) si rilevano superamenti del relativo SQA per i parametri mercurio e PBDE (Tab. 1/A D.Lgs. 172/2015), ma non di PFOS (Tab. 10)

- infine per quanto concerne i parametri che concorrono allo stato ecologico, è sempre l'indice trofico TRIX che influisce sullo stato finale causando il mancato raggiungimento dello stato buono nel solo corpo idrico CE1_4 (classe sufficiente) (Tab. 15 e 16).

Come sempre nella fascia costiera i cicli delle diverse variabili si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto, per la presenza degli apporti di acque interne e per la variabilità meteorologica, fattori che, in ambienti a ridotta batimetria, influiscono marcatamente sia sulle caratteristiche chimico-fisiche del corpo idrico che sulla componente biologica in esso presente. Tali andamenti sono stati riscontrati anche nell'anno 2022 seppure in modo meno marcato per effetto del lungo periodo siccitoso e delle portate fluviali molto basse; le deboli fluttuazioni meteorologiche occorse a carico del sistema costiero veneto nel periodo indagato hanno comunque esercitato la loro influenza sugli andamenti di alcune variabili, modificandone le caratteristiche tipiche.

Si riconferma dunque quanto il sistema costiero indagato sia caratterizzato da una estrema variabilità e complessità, 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.

11 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.

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.*

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.*

Commissione europea. Decisione 20 settembre 2013, n. 2013/480/Ue. *Decisione che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione e che abroga la decisione 2008/915/Ce.* (GuUE 8 ottobre 2013 n. L 266)

Commissione europea. Decisione (UE) 2018/229 della Commissione del 12 febbraio 2018. *Decisione che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione e che abroga la decisione 2013/480/UE della Commissione.* (GuUE 20 febbraio 2018 n. L 47)

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.

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.*

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 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 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 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

Decreto Legislativo, 13 Ottobre 2015 n. 172. *Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque*. G.U. 27/10/2015, n. 250.

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

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

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.

Frascari F., Spagnoli F., Marcaccio M., Aleffi F., 2000. *Progetto PRISMA 1: I fondali*. RICERCA & FUTURO, v. 16, pag. 74-79

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.

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

ISPRA, 2012. *Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Classificazione dello Stato Ecologico dei Corpi Idrici delle Acque Marino Costiere*. Luglio 2012.

ISPRA, IRSA-CNR, Istituto Superiore di Sanità, 2016. *Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs. 172/2015)*. Manuali e Linee Guida 143/2016

ISPRA, 2018. *Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere. Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton*. Aprile 2018.

ISPRA, NON DATATO. *Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere. EQB Macroalghe, Macroinvertebrati bentonici, Angiosperme*.

Istituto Superiore di Sanità, 2004. *Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici*. A cura di E. Menichini e G. Viviano, Rapporto ISTISAN 04/15

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

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

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

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

Muxika I., Á. Borja, J. Bald, 2007. *Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive*. Marine Pollution Bulletin, 55: 16-29.

Regione del Veneto - ARPAV, 2020. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2019. Analisi dei dati osservati nell'anno 2019*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D.

Regione del Veneto - ARPAV, 2021. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2020. Analisi dei dati osservati nell'anno 2020*. A cura di Strazzabosco F., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D.

Regione del Veneto - ARPAV, 2022. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2021. Analisi dei dati osservati nell'anno 2021*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D., Zampieri A.

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.

ARPAV – Dipartimento Regionale Qualità dell’Ambiente
U.O. Monitoraggio Acque Marine e Lagunari
Via Rezzonico, 41
35131 Padova – Italy
Tel. +39 049 7393726-727
e-mail: aaa@arpa.veneto.it



ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto

Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova

Italy

Tel. +39 049 8239 301

Fax +39 049 660966

e-mail: urp@arpa.veneto.it

e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it

www.arpa.veneto.it