



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto

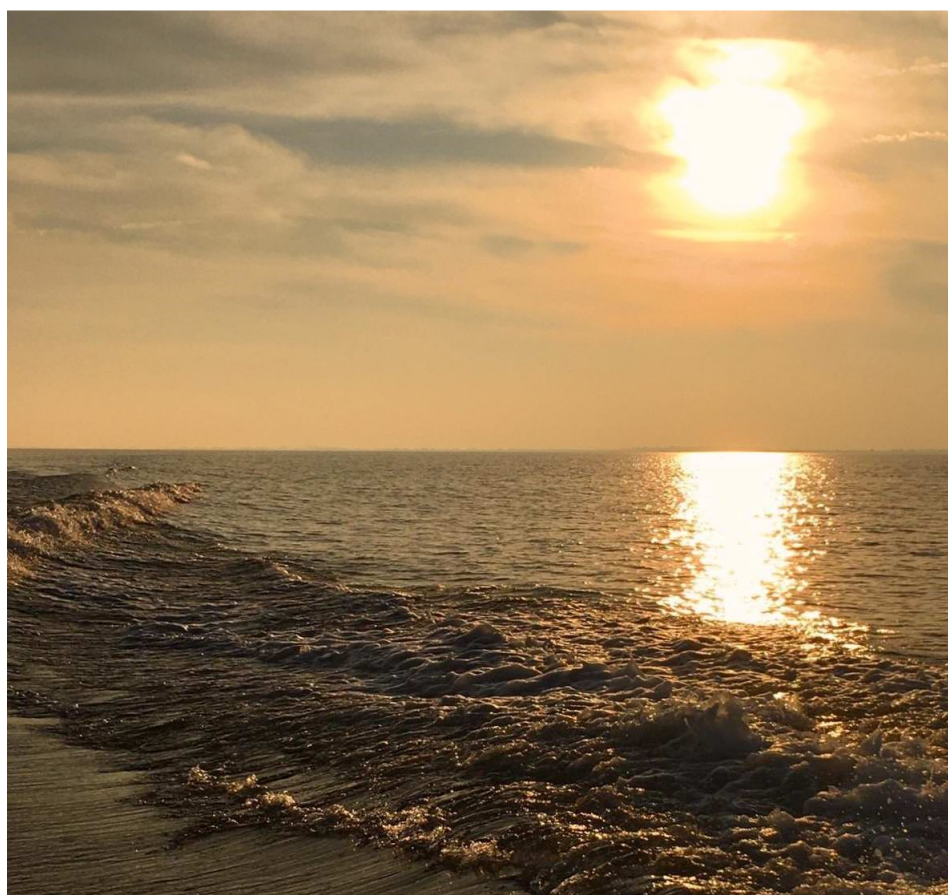


REGIONE DEL VENETO

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

## **ANALISI DEI DATI OSSERVATI NELL’ANNO 2020**

Rapporto tecnico



## **Progetto e realizzazione**

### **Unità Organizzativa Qualità del Mare e delle Lagune (ex Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari)**

*Paolo Parati* (Responsabile della struttura)

*Anna Rita Zogno* (Autore)

*Con il contributo di*

Andrea Bartenor, Daniel Fassina

*Attività di campionamento e di analisi di laboratorio*

Dipartimento Provinciale di Venezia - Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari (ora Unità Organizzativa Qualità del Mare e delle Lagune del Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente)

Dipartimento Regionale Laboratori - Sedi di Venezia, Treviso e Verona

Dipartimento Provinciale di Rovigo - Servizio Monitoraggio e Valutazioni

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 2021

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 documento descrive sinteticamente i risultati relativi alla qualità delle acque marino costiere del Veneto nel corso dell'anno 2020, mostrando gli andamenti delle diverse componenti indagate con il programma di monitoraggio (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 (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/acque-marino-costiere>) e con la pubblicazione di rapporti annuali sul sito dell'Agenzia (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/file-e-allegati/documenti/acque-marino-costiere>). Nella sezione Open data (<http://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 individuati per rappresentare (in forma sintetica e di facile lettura) la situazione ambientale, sono disponibili alla sezione Indicatori ambientali (<http://www.arpa.veneto.it/arpavinforma/indicatori-ambientali>).



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
1.1	LE ATTIVITÀ ISTITUZIONALI E DI PROGETTO	1
<b>2</b>	<b>TIPIZZAZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI E CLASSE DI RISCHIO</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>LA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE DEL VENETO AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE</b>	<b>4</b>
3.1	LA RETE DI STAZIONI	5
3.2	GESTIONE DEL MONITORAGGIO (CAMPIONAMENTO E ANALISI)	7
3.2.1	Campionamento	7
3.2.2	Analisi	8
3.3	GESTIONE DEI DATI	8
<b>4</b>	<b>PARAMETRI INDAGATI</b>	<b>9</b>
4.1	DESCRIZIONE	9
4.2	METODI	11
<b>5</b>	<b>SITUAZIONE METEOCLIMATICA E IDROLOGICA NELL'ANNO 2020</b>	<b>11</b>
5.1	SITUAZIONE METEOCLIMATICA	11
5.2	ANDAMENTO IDROLOGICO	13
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI</b>	<b>16</b>
6.1	MATRICE ACQUA	17
6.1.1	Trasparenza	19
6.1.2	Temperatura	20
6.1.3	Salinità	22
6.1.4	Concentrazione idrogenionica	25
6.1.5	Ossigeno disciolto	26
6.1.6	Azoto ammoniacale	28
6.1.7	Azoto nitrico	29
6.1.8	Azoto nitroso	31
6.1.9	Azoto totale	32
6.1.10	Fosforo da ortofosfati	34
6.1.11	Fosforo totale	35
6.1.12	Silicio da ortosilicati	37
6.1.13	Clorofilla a	38
6.1.14	Indice trofico TRIX	40
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)	51
6.1.19	Fitofarmaci	52
6.2	MATRICE BIOTA	55
6.2.1	Acque destinate alla vita dei molluschi	55
6.2.2	Ricerca di sostanze prioritarie e pericolose prioritarie in biota (Tab. 1/A del D.Lgs. 172/2015)	55
6.3	MATRICE SEDIMENTO (TABB. 2/A, 3/A E 3/B DEL D.LGS. 172/2015)	57
<b>7</b>	<b>STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2020</b>	<b>58</b>
7.1	AGGIORNAMENTO STATO CHIMICO	58
7.2	AGGIORNAMENTO STATO ECOLOGICO	59
7.2.1	Elementi di Qualità Biologica	59
7.2.2	Elementi chimico-fisici a supporto	60
7.2.3	Esito del processo di classificazione ecologica – fase I	60
7.2.4	Elementi chimici a sostegno	61
7.2.5	Esito del processo di classificazione ecologica – fase II	62
<b>8</b>	<b>DISCUSSIONE</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2020</b>	<b>67</b>

9.1	AGGREGATI MUCILLAGINOSI .....	67
9.2	MEDUSE E CTENOFORI.....	68
9.3	FIORITURE ALGALI .....	69
9.4	MAMMIFERI E TARTARUGHE MARINI .....	69
9.5	FENOMENI IPOSSICI E ALTRI EVENTI.....	69
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	69
11	BIBLIOGRAFIA CITATA E ALTRI DOCUMENTI DI APPROFONDIMENTO .....	71

## 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 Qualità del Mare e delle Lagune (ex Servizio Centro Veneto Acque Marine e Lagunari), ora 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, 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.

L'U.O. Qualità del Mare e delle Lagune ha condotto nel corso degli anni diverse linee progettuali, con un impegno sistematico alla razionalizzazione e all'ottimizzazione nell'impiego delle risorse umane e strumentali. Tra esse si ricordano il Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in attuazione alla Legge 979/1982), il Progetto a regia regionale INT3 AAVEN111034 (Programma di iniziativa comunitaria Interreg III A/Phare CBC Italia-Slovenia), Progetto AdriaMet (in collaborazione con il Centro Meteorologico di Teolo), Intervento 72 – Campo Sperimentale a mare (con le successive prosecuzioni), Progetto ALT - Terminale marino di rigassificazione LNG nel mare Adriatico (fase di esercizio) e Progetti MoVEco (Monitoraggio Ecologico della Laguna di Venezia).

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

Per la tipizzazione della fascia costiera (in Veneto intesa fino a 2 miglia nautiche dalla linea di costa) il calcolo del coefficiente di stabilità della colonna d'acqua (D.M. 131/2008) evidenzia come questa zona presenti valori superiori a 0.3, corrispondenti a condizioni di alta stabilità. Pertanto **le acque della fascia costiera del Veneto** (dalla linea di costa fino a due miglia nautiche), appartenente alla **Ecoregione Mediterranea**, rientrano, in base ai differenti descrittori, nelle classi:

- Descrittori geomorfologici: **classe (E) Pianura alluvionale**

- Descrittori idrologici: **classe (1) alta stabilità.**

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

Le acque oltre il limite della fascia strettamente costiera, indicate come **acque marine**, sono ricomprese nelle acque da monitorare ai sensi della WFD intese come riportato nella definizione al punto c, comma 1 dell'articolo 74 del D.Lgs. 152/2006 - "acque costiere: le acque superficiali situate all'interno rispetto a una retta immaginaria distante, in ogni suo punto, un miglio nautico sul lato esterno dal punto più vicino della linea di base che serve da riferimento per definire il limite delle acque territoriali e che si estendono eventualmente fino al limite esterno delle acque di transizione". La linea di base (D.P.R. n. 816 del 26 aprile 1977) nel caso del golfo di Venezia va da Faro di Punta Piave Vecchia a Punta della Maistra, nel resto della costa invece coincide con la linea di costa, pertanto l'ambito rappresentato dalla retta immaginaria di cui all'art. 74 del D.Lgs. 152/2006 si sovrappone a quello delle acque costiere.

Nei 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. Ad esempio per quanto concerne le aree protette, (Allegato IX alla Parte III del D.Lgs. 152/2006), i c.i. che ricadono all'interno di un'area protetta sono soggetti a obiettivi aggiuntivi. Tra le aree protette rientrano aree designate per la protezione di specie acquatiche significative dal punto di vista economico (comprese le acque destinate alla vita dei molluschi), corpi idrici intesi a scopo ricreativo (acque di balneazione), aree sensibili rispetto ai nutrienti, aree designate per la protezione degli habitat e delle specie (aree ZPS e SIC, quali ad esempio le "Tegnùe di Porto Falconera" in Caorle e le "Tegnùe di Chioggia").

Con la 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", 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, rispetto al sessennio precedente, 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.

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. 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, che quindi devono essere assegnati ad una delle categorie di rischio di cui alla tabella 3.1 dell'allegato 1, punto A.3, al D.M. n. 56 del 14/04/2009. In relazione alle acque marino costiere della Regione Veneto l'attribuzione della categoria di rischio ai corpi idrici individuati è stata effettuata inizialmente sulla base della normativa vigente (D.M. n. 131 del 16 giugno 2008) e delle informazioni disponibili sulle fonti di pressione e sullo stato di qualità.

La prima classificazione 2010-2013 attuata ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (approvata con DGRV 1429 del 05/09/2017) e la parziale classificazione del triennio 2014-2016 (approvata con DGRV 893 del 19/06/2018) mostrano che alcuni corpi idrici presentano stato chimico e stato ecologico "buono", tuttavia, in base alle evidenze analitiche e alle conoscenze del sistema marino veneto, si ritiene opportuno mantenere 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, sia per i corpi idrici costieri che per quelli al largo.

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

Nell'anno 2020 l'U.O. Qualità del Mare e delle Lagune (ex Servizio Centro Veneto 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), ma le tempistiche sono state condizionate dalla necessità di ottemperare alle indicazioni ministeriali per garantire la salute e la sicurezza del personale dalla pandemia da virus Sars-CoV-2. In particolare per la campagna di novembre, le condizioni meteo-climatiche e quelle organizzative hanno portato alla decisione di effettuare rilievi e campionamenti solo presso le stazioni i cui dati sono utilizzati nelle classificazioni di stato chimico e di stato ecologico, tralasciando le stazioni (a 900 e 3704m da costa) monitorate per altri scopi.

CALENDARIO DEI CAMPIONAMENTI E ANALISI IN CAMPO			
Campagne ACQUA anno 2020			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2020	18, 19, 20 febbraio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 02/2020	9, 10, 11, 12 giugno	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 03/2020	20, 21, 22 luglio	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 04/2020	3, 4, 6, 12 agosto	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 05/2020	9, 10, 21, 23 settembre - 1 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 06/2020	19, 20, 22, 26, 30 ottobre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagna 07/2020	18, 19 novembre	008-024-040-053-056-064-072-601-082	Acqua
Campagne MICROALGHE BENTONICHE anno 2020			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2020	15, 16 luglio	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 02/2020	12, 13 agosto	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 03/2020	14, 15 settembre	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagna 04/2020	7 ottobre	024-040-064-072	Microalghe bentoniche, Acqua
Campagne BIOTA-CONFORMITA' VITA MOLLUSCHI anno 2020			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
Campagna 01/2020	23, 24 giugno	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagna 02/2020	15, 16 luglio	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagna 03/2020	12, 13 agosto	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagna 04/2020	14, 15 settembre	024-040-064-072	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
Campagne BIOTA-STATO CHIMICO anno 2020			
Campagna	Date	Stazioni campionate	Matrice
2020	16, 23, 24 giugno	70721, 10641, 10721, 10241, 10401	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	27 luglio	14001	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	16, 30 settembre	10561, 80531	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
	30 giugno	CE4_6	Pesci
	6, 8, 9 luglio	CE1_6, CE2_6, CE3_6, ME1_6	Pesci
	17 settembre	ME2_6	Pesci
Campagne MACROINVERTEBRATI BENTONICI e SEDIMENTO anno 2020			
Campagna	Date	Transetti campionati	Matrice
2020	9, 10, 21, 23 settembre	008-024-040-053	Benthos, sedimento
	19, 20, 22 ottobre	056-064-072-082	Benthos, sedimento
	14 dicembre	601	Benthos, sedimento

Tabella 1: Calendario delle campagne di rilevamento effettuate nel 2020 sulla Rete Regionale del Veneto

### 3.1 La rete di stazioni

Sulla base dell'analisi delle serie storiche di dati, delle pressioni esistenti e in linea con gli indirizzi della normativa attuale, è stata individuata 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. 1A 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.

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 quali-

quantitativa 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; si ricorda che per questa relazione si è fatto riferimento ai corpi idrici nella versione modificata, come indicato al capitolo 2.

corpi idrici	localizzazione	estensione (area in km <sup>2</sup> )	transetti	codice transetto	Stazioni Direttiva 2000/60/CE					Stazioni Acque a specifica destinazione	
					acqua	biota pesci	biota molluschi	sedimento	benthos	microalghe bentoniche	mitili banchi naturali
<b>costieri</b>											
CE1_1	Tra foce Tagliamento e porto di Lido	2 miglia nautiche dalla costa (229,07)	3	008	3			1	2		
				024	3	1		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	2	1	1
				601	3	1		1	2		
				082	3		1	1	2		
<b>marini</b>											
ME2_1	Al largo della zona compresa tra foce Sile e porto di Chioggia	Acque marine oltre le due miglia dalla costa e fino a un miglio oltre la linea di base (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 spiaggia Brussa
024	VE	Jesolo	dalla costa direzione Jesolo lido
040	VE	Cavallino-Treporti	dalla costa direzione spiaggia Cavallino
053	VE	Venezia - Pellestrina	dalla costa direzione spiaggia San Pietro in Volta
056	VE	Venezia	dalla costa direzione spiaggia Ca' Roman
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 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 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 predispongono 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. Come già indicato in precedenza le attività nel corso del 2020 hanno subito alcune modifiche in conseguenza della pandemia da Sars-CoV-2.

#### **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. Qualità del mare e delle lagune (ex Servizio Centro Veneto

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 bentos è necessaria la presenza di una terza persona a supporto.

I prelievi e i rilievi sul campo vengono eseguiti secondo le indicazioni fornite dal Ministero Ambiente (ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio–Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*).

### **3.2.2 Analisi**

Le attività analitiche sono state eseguite dal Dipartimento Regionale Laboratori e/o dai Dipartimenti Provinciali con la sola eccezione del 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 prioritarie e prioritarie pericolose), sedimento (IPA, composti organoclorurati, composti organostannici, metalli, saggi biologici) e biota (sostanze prioritarie, IPA, PCB, Idrocarburi clorurati, metalli, Coliformi fecali) sono svolte presso il Laboratorio di Venezia e la sezione di Treviso, mentre le analisi biologiche sugli EQB (fitoplancton, fitoplancton potenzialmente tossico, microalghe bentoniche, bentos) presso il Dipartimento Provinciale di Rovigo - Servizio Monitoraggio e Valutazioni. 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.

### **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 INDAGATI<sup>1</sup>

### 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.

Trasparenza: esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi o "zona eufotica". E' influenzata da fattori fisici (capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione) e biologici (distribuzione della massa fito e 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 e modifica le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua soprattutto a livello di penetrazione della luce con conseguenze sulla produzione primaria. La torbidità può essere provocata sia da cause naturali sia da scarichi derivanti da attività umane.

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

Sali nutritivi: sono così chiamati 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 nei vari processi metabolici con formazione di materia organica, mentre negli strati profondi hanno luogo i processi rigenerativi con decomposizione di materia organica di provenienza diversa. Grazie a questi processi i nutrienti vengono rimessi in circolo con il rimescolamento della colonna d'acqua. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dalla portata dei fiumi (legata alle condizioni meteorologiche), 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.

---

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

pH: le acque marine presentano generalmente una notevole stabilità di pH (da 8.1 a 8.3) garantita da un efficiente sistema tampone, 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 TRIX<sup>2</sup>: è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla a ed ossigeno disciolto). Il TRIX esprime, attraverso una scala da 2 a 8, il grado di trofia ed il livello di produttività delle acque costiere in base a quattro classi di qualità (Tab. 5).

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

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

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

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 per la definizione dello stato chimico e 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.

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



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

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

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

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

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti è stata realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office 2007, Statistica 6.0 di Statsoft e Surfer 8 della Golden Software.

## **5 SITUAZIONE METEOCLIMATICA E IDROLOGICA NELL'ANNO 2020**

Di seguito, a supporto di una migliore interpretazione dei dati di trasparenza, di salinità e dei successivi parametri, 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 (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici> e <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/file-e-allegati/rapporti-e-documenti/idrologia-regionale/idrologia-regionale-rapporti-sulla-risorsa-idrica>).

### **5.1 Situazione meteoclimatica**

Inverno 2019-2020. L'inverno è stato caratterizzato da una anomala mitezza, più avvertita sulle Alpi e in quota rispetto alla pianura e ai fondovalle, dove le giornate con inversione termica hanno consentito un minore scostamento positivo rispetto alle medie del trimestre invernale. Poche incursioni d'aria fredda, con il vortice polare ripiegato su sé stesso, hanno lasciato spazio ai promontori atlantici con avvezioni subtropicali, responsabili del perdurare di situazioni stabili e miti. I dati in quota forniti dalle stazioni nivometeo del Centro Valanghe indicano che si tratta dell'inverno più mite degli ultimi 35 anni. Le precipitazioni superiori alla media tra Prealpi e pedemontana in dicembre, sono state quasi assenti nel bimestre gennaio-febbraio, con deficit fino al 90-95% rispetto alla media. Inverni simili si erano verificati nel 88/89 e 89/90 ma non così critici.

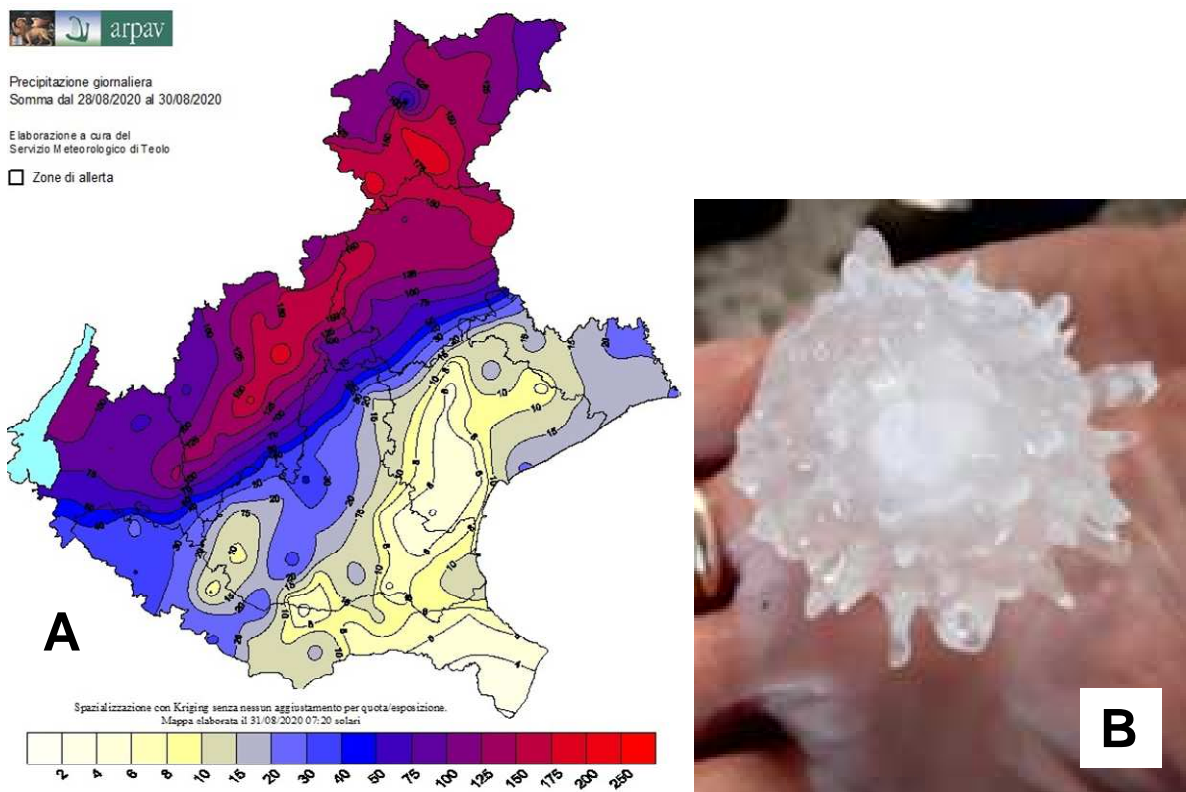
Questa anomalia nelle temperature si registra anche in mare, con temperature medie più elevate del solito quasi ovunque attorno all'Italia; a fine gennaio infatti la temperatura marittima risulta infatti 2-3°C più alta rispetto alla media 1971-2000, solo attorno alla Sicilia e alla Calabria risulta un po' più freddo. Probabilmente l'anomalia termica invernale non ha consentito ai mari di raffreddarsi e viceversa i mari caldi hanno generato una certa mitezza di cui il nostro continente ha subito gli effetti. Anche nella libera atmosfera le temperature sono state superiori, anche di molto, alla media del periodo.

Primavera 2020. La primavera è stata un po' più calda rispetto alla norma, specie in montagna, mentre lo scarto è minore in pianura. La primavera si affaccia, ma l'inverno è ancora presente, specie in alta quota (-21.8°C in Marmolada nei giorni 23 e 24 marzo, ma anche -20.3°C il 1 aprile e -12.7°C il 3 maggio) e non solo con gelate in pianura nella terza decade di marzo e il primo giorno di aprile. In seguito la primavera si caratterizza con un andamento termico un po' più caldo del solito, di conseguenza c'è una rapida fusione della neve in alta quota, e una piovosità inferiore alla media, specie in pianura. L'andamento termico inizialmente nella norma si rivela decisamente più caldo ad aprile (2/3°C più della media) e a maggio, anche se in maniera minore (0,5/1°C in più). In sintesi una stagione più calda e più secca. Per quanto riguarda la piovosità, la stagione risulta più secca del solito e dopo un inverno avaro di pioggia e neve, con valori cumulati stagionali generalmente molto lontani dalle medie storiche climatiche, su alcuni settori la minaccia siccità si è accentuata. I 46 giorni anticiclonici di bel tempo sono assai più numerosi rispetto al solito, le giornate variabili 34 e i giorni di maltempo solo 12 (5 in marzo, 3 in aprile e 4 a maggio), pochi rispetto ad una primavera normalmente più fresca e soprattutto più piovosa. Un mese di maggio agli antipodi di quello del 2019, quando è piovuto per ben 27/29 giorni, e la primavera 2019 è risultata essere la più fresca degli ultimi 30 anni.

Estate 2020. Dopo un bimestre primaverile (aprile - maggio) piuttosto caldo ed assai più secco del normale, le due prime decadi di giugno offrono una continua latitanza estiva. Il tempo è spesso fresco e instabile con molti temporali, paradossalmente più frequenti tra la fascia prealpina a ridosso della pedemontana e sulla pianura rispetto alle zone prettamente montane. La terza decade di giugno si rivela più stabile e più calda grazie alla presenza dell'alta pressione delle Azzorre; le temperature massime registrate sul Veneto il giorno 30 risultano essere il più elevate di tutto il mese, si raggiungono i 35/36°C in pianura, anche i 31/32°C nelle conche prealpine e i 27/28°C sui 1000 m. A luglio, il tempo torna ad essere spesso variabile, a tratti instabile, con un andamento termico maggiormente di stampo estivo che favorisce l'innescò di temporali convettivi, spesso forti e dannosi tra la fascia prealpina e la pedemontana. Si verificano numerosi episodi estremi, con fenomenologia temporalesca particolarmente violenta, si battono record d'intensità di pioggia su tempi brevi (il più significativo ad Auronzo con ben 99.6 mm in un ora). In agosto la situazione cambia radicalmente e il tempo risulta finalmente estivo e caldo in pianura, a volte molto caldo, ma senza eccessi. Anche in montagna agosto risulta piuttosto caldo, anche in alta quota, con giornate spesso belle fino a metà pomeriggio, poi l'attività convettiva innesca episodi temporaleschi soprattutto in serata (tipici temporali di calore). La piovosità dell'estate 2020 è complessivamente alta, anche se non quanto l'anno precedente nello stesso periodo e la frequenza degli eventi grandinigeni è incredibilmente alta, con episodi anche dannosi per la dimensione dei chicchi. In sintesi le giornate di brutto tempo sono 10 (molto instabili o perturbate) e 2/3 di queste si verificano a giugno; i giorni di tempo in parte buono e in parte variabile o a tratti leggermente instabile per fenomeni convettivi (piovaschi, rovesci o temporali) sono 55 nella stagione; infine, sono 27 le giornate belle, stabili e calde. Un estate tutto sommato buona e un po' più calda della norma, anche più piovosa della media estiva, specie sulla pianura settentrionale e sulla montagna.

Autunno 2020. L'autunno risulta meno piovoso del solito e assai più mite, nonostante il freddo osservato durante la fine di settembre e il 20 ottobre, anomalia termica più marcata in quota rispetto alla pianura. Un autunno durante il quale ci sono state anomalie termiche,

temporalesche con la supercella grandinigena del 25 settembre in Valbelluna, tre episodi fortemente perturbati in montagna con abbondanti precipitazioni e intense sciroccate sulla costa, l'anomalia termica assai marcata di fine ottobre e del primo novembre. Una stagione dunque ben diversa da quella dell'anno precedente, specie per quanto riguarda novembre, quando gli eventi alluvionali erano all'ordine del giorno con la ripetuta acqua alta a Venezia e la montagna veneta sommersa dalla neve. L'autunno 2020 presenta 39 giorni, quasi il 43%, di giornate autunnali di bel tempo di stampo anticiclonico. Sono 34, cioè il 37%, le giornate discrete o variabili per situazioni dette di struttura mista e infine 9 giorni (circa il 10%) risultano perturbati, anche fortemente perturbati a tre riprese durante il mese di ottobre, molto meno di quanto accade normalmente in questo periodo dell'anno.



**Figura 2: A-Precipitazioni dell'evento di fine agosto 2020 nel territorio veneto e B-Grandine caduta nell'area pedemontana bellunese il 25 settembre (Fonte Servizio Meteorologico di Teolo – Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio di ARPAV)**

## 5.2 Andamento idrologico

**GENNAIO. Precipitazioni:** in gennaio sono caduti mediamente sul Veneto 14 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 59 mm (mediana 47 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale risultano pertanto ben inferiori alla media (-77%, -45 mm) e sono stimabili in circa 248 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

**Portate:** alla data del 31 gennaio, nonostante un mese avaro di precipitazioni, le portate dei maggiori fiumi veneti (Po, Adige, Brenta e Bacchiglione) risultano ancora prossime o poco superiori alle medie mensili storiche, anche se in calo da inizio anno. Rispetto alla media mensile storica, la portata media di gennaio appare superiore sul Po a Pontelagoscuro (+20%), sull'Adige a Boara Pisani (+35%) e sul Brenta a Barzisa (47%), mentre risulta leggermente inferiore sul Bacchiglione a Montegalda (-5%).

**FEBBRAIO. Precipitazioni:** nel mese sono caduti mediamente sul Veneto 6.5 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 64 mm (mediana 52 mm). Gli apporti

risultano pertanto assai inferiori alla media (-90%) e sono stimabili in circa 120 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

Portate: al 29 febbraio, a causa del ridotto apporto pluviometrico, le portate dei maggiori fiumi veneti (ad esclusione dell'Adige) risultano inferiori alle medie mensili storiche e in vistoso calo da inizio anno (Fig. 3). Rispetto alla media storica mensile la portata media di febbraio risulta superiore sull'Adige a Boara Pisani (+9%) ma inferiore sul Po a Pontelagoscuro (-13%), sul Brenta a Barziza (-17%) e sul Bacchiglione a Montegalda (-32%).

**MARZO.** Precipitazioni: nel mese di marzo sono caduti mediamente sul Veneto 89 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 68 mm (mediana 57 mm). Gli apporti risultano pertanto superiori alla media (+31%) e sono stimabili in circa 1.638 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

Portate: alla data del 31 marzo, a causa del ridotto apporto pluviometrico nelle due ultime decadi del mese, le portate dei maggiori fiumi veneti, ad esclusione dell'Adige ove è iniziato l'apporto dovuto allo scioglimento nivale, risultano ormai anche sensibilmente inferiori alle medie mensili storiche ed in vistoso calo negli ultimi 20 giorni. Rispetto alla media storica mensile la portata media di marzo appare superiore solo sull'Adige a Boara Pisani (+6%), mentre è nella media sul Bacchiglione a Montegalda (-3%) ed inferiore sul Po a Pontelagoscuro (-18%) e sul Brenta a Barziza (-8%).

**APRILE.** Precipitazioni: in aprile sono caduti mediamente sul Veneto 29 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 97 mm (mediana 97 mm). Gli apporti risultano pertanto nettamente inferiori alla media (-71%) e sono stimabili in circa 524 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

Portate: con le precipitazioni degli ultimi giorni le portate dei maggiori fiumi veneti, alla data del 30 aprile, risultano in lieve crescita ma si mantengono ancora sensibilmente inferiori alle medie mensili storiche. Rispetto alla media mensile storica la portata media di aprile appare ovunque inferiore: -13% sull'Adige a Boara Pisani, -39% sul Po a Pontelagoscuro, -47% sul Brenta a Barziza e -60% sul Bacchiglione a Montegalda.

**MAGGIO.** Precipitazioni: in maggio sono caduti mediamente sul Veneto 70 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 117 mm (mediana 97 mm). Gli apporti risultano pertanto inferiori alla media (-40%) e sono stimabili in circa 1.290 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

Portate: alla data del 31 maggio, complice la scarsità di precipitazioni registrate nell'ultima decade del mese, le portate dei maggiori fiumi veneti risultano in costante calo e sono tornate sensibilmente inferiori alle medie mensili storiche. Rispetto alla media mensile storica la portata media di maggio appare ovunque inferiore: di poco sull'Adige a Boara Pisani (-5%) e sul Po a Pontelagoscuro (-14%), ben di più sul Brenta a Barziza (-39%) e soprattutto sul Bacchiglione a Montegalda (-58%).

**GIUGNO.** Precipitazioni: nel mese di giugno sono caduti mediamente sul Veneto 165 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 97 mm (mediana 100 mm). Gli apporti risultano pertanto assai superiori alla media (+70%) e sono stimabili in circa 3.033 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua. Gli apporti di giugno 2020 rappresentano il secondo valore più alto dal 1994, superati solo dal 1995 (1 mm in più).

Portate: al 30 giugno, a causa della scarsità di precipitazioni nell'ultima decade, le portate dei maggiori fiumi veneti risultano in costante calo e sono tornate sensibilmente inferiori alle medie mensili storiche. Rispetto alla media mensile storica la portata media di giugno appare ovunque leggermente inferiore: -5% sull'Adige a Boara Pisani e sul Brenta a Barziza, -3% sul Po a Pontelagoscuro, -17% sul Bacchiglione a Montegalda.

**LUGLIO. Precipitazioni:** nel mese di luglio sono caduti mediamente sul Veneto 92 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 89 mm (mediana 81 mm). Gli apporti risultano pertanto nella media (+3%) e sono stimabili in circa 1.693 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.  
**Portate:** alla data del 31 luglio le portate dei maggiori fiumi veneti, in costante calo soprattutto dall'inizio del mese, risultano nettamente inferiori alle medie storiche. Rispetto alla media storica mensile la portata media di luglio appare ovunque inferiore: -22% sull'Adige a Boara Pisani, -29% sul Brenta a Barziza, -48% sul Bacchiglione a Montegalda e -22% sul Po a Pontelagoscuro.

**AGOSTO. Precipitazioni:** nel mese di agosto sono caduti mediamente sul Veneto 201 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 98 mm (mediana 93 mm). Gli apporti sono molto superiori alla media (+105%) e sono stimabili in circa 3.694 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

**Portate:** alla data del 31 agosto, a causa delle intense precipitazioni registrate negli ultimi giorni, le portate dei maggiori fiumi veneti, ad eccezione del fiume Po la cui morbida arriva in Veneto usualmente con qualche giorno di ritardo, risultano nettamente superiori alle medie mensili storiche. Rispetto alla media storica mensile la portata media di agosto risulta superiore sull'Adige a Boara Pisani (+12%), sul Brenta a Barziza (+40%) e sul Bacchiglione a Montegalda (+12%), ed inferiore sul Po a Pontelagoscuro (-16%).

**SETTEMBRE. Precipitazioni:** in settembre sono caduti mediamente sul Veneto 76 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 110 mm (mediana 114 mm). Gli apporti sono inferiori alla media (-31%) e sono stimabili in circa 1.399 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua.

**Portate:** alla data del 30 settembre le portate dei maggiori fiumi veneti sono tornate inferiori alle medie mensili storiche. Rispetto alla media storica mensile la portata media di settembre risulta superiore sull'Adige a Boara Pisani (+61%, Fig. 3) e Brenta a Barziza (+22%) ed inferiore sul Po a Pontelagoscuro (-7%) e Bacchiglione a Montegalda (-14%).

**OTTOBRE. Precipitazioni:** in ottobre sono caduti mediamente sul Veneto 171 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 111 mm (mediana 112 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono superiori alla media (+54%) e sono stimabili in circa 3.140 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua. Nel periodo storico indicato era piovuto di più nell'ottobre 2018, 2005, 2000, 1998 e 1996.

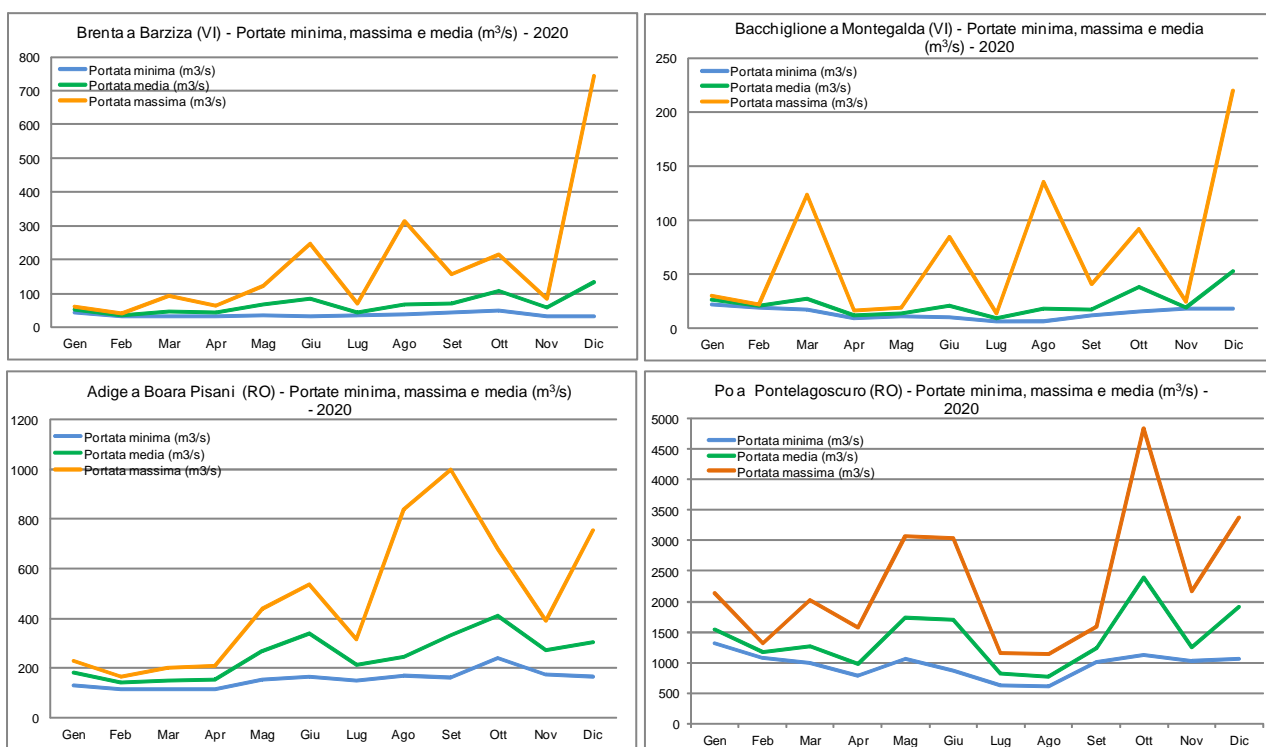
**Portate:** alla data del 31 ottobre, a causa di un attenuarsi delle precipitazioni rispetto all'inizio del mese, le portate dei maggiori fiumi veneti sono in lieve calo ma comunque sempre nettamente superiori alle medie mensili storiche. Rispetto alla media storica mensile la portata media di ottobre risulta ovunque superiore: quasi doppia (+96%) sull'Adige a Boara Pisani, +51% sul Brenta a Barziza, +52% sul Bacchiglione a Montegalda e +35% sul Po a Pontelagoscuro.

**NOVEMBRE. Precipitazioni:** in novembre sono caduti mediamente sul Veneto 14 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 140 mm (mediana 122 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono nettamente inferiori alla media (-90%) e sono stimabili in circa 258 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua. Si tratta del secondo valore più basso dal 1994, appena superiore agli apporti registrati nel 2015 (12 mm).

**Portate:** alla data del 30 novembre le portate dei maggiori fiumi veneti, a causa dell'assenza di precipitazioni significative dall'inizio del mese, sono in calo e risultano ormai inferiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua. Rispetto alla media storica mensile la portata media di novembre risulta superiore solo sull'Adige a Boara Pisani (+23%), mentre appare inferiore sul Brenta a Barziza (-34%), sul Po a Pontelagoscuro (-36%) e sul Bacchiglione a Montegalda (-50%).

**DICEMBRE. Precipitazioni:** nel mese di dicembre sono caduti mediamente sul Veneto 245 mm di precipitazione; la media del periodo 1994-2019 è di 76 mm (mediana 77 mm). Gli apporti meteorici mensili sul territorio regionale sono molto superiori alla media (+223%) e sono stimabili in circa 4.513 milioni di m<sup>3</sup> d'acqua. Questi apporti pluviometrici sono i maggiori mai registrati in dicembre dal 1994 (superando di gran lunga i 209 mm del dicembre 2008).

**Portate:** al 31 dicembre le portate dei maggiori fiumi veneti, causa la ripresa delle piogge negli ultimi giorni, sono tornate a crescere e risultano nettamente superiori alle medie storiche su tutti i principali corsi d'acqua (Fig. 3). Rispetto alla media storica mensile la portata media di dicembre risulta ovunque superiore: +92% sull'Adige a Boara Pisani, +135% sul Brenta a Barziza, +106% sul Bacchiglione a Montegalda e +23% sul Po a Pontelagoscuro.



**Figura 3: Minimo, massimo e media mensili delle portate medie giornaliere dei principali fiumi veneti nel 2020 (dati non validati; fonte ARPAV). NB: le scale di portata sono differenti nei vari grafici**

## 6 ANALISI DEI RISULTATI

Il periodo oggetto di questa indagine è l'anno 2020, 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 bentoniche 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). Nel 2020, come già descritto al capitolo 3, le campagne non sono state realizzate nei mesi pianificati nel Piano di monitoraggio, inoltre la campagna di novembre è stata realizzata campionando solo le stazioni i cui dati sono utilizzati nelle classificazioni di stato chimico e di stato ecologico, tralasciando le stazioni (a 900 e 3704m da costa).

## 6.1 Matrice acqua

In questa sede vengono analizzati i dati rilevati su campioni di superficie della sola matrice acqua. In tabella 6 sono riportate alcune statistiche di base calcolate sull'insieme dei dati per i parametri analizzati nel periodo di indagine in tutte le stazioni (solo dati di superficie). In tabella i valori risultanti 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 e 0.02 µg/l per clorofilla a rilevata tramite sonda.

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 i molti lavori in cui è discusso il 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: rappresenta quindi una soluzione "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. D'altro canto 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, il fosforo da ortofosfati e l'azoto ammoniacale entrambi con il 13.5% dei campioni inferiore al LOQ (25 casi su 185) e l'azoto nitrico con il 18.4% (34 casi su 185).

Per quanto riguarda i grafici che rappresentano la distribuzione temporale dei parametri (per campagna e distanza da costa), si sottolinea che la numerosità campionaria è pari a nove per le stazioni a 500, 926 e 3704m e pari a due per le stazioni al largo, a novembre tuttavia mancano le stazioni a 926 e 3704m. Per questo stesso motivo anche i grafici che rappresentano le distribuzioni spaziali (per transetto e distanza dalla costa) presentano una numerosità diversa tra le stazioni a 500m e al largo (7 campioni) e quelle a 926 e 3704m (6 campioni); come si vedrà in seguito per i singoli parametri, questa mancanza incide sul normale andamento costa - largo, in quanto il campionamento di novembre, caratterizzato da ridotte concentrazioni di nutrienti, ha portato per questi ultimi ad una diminuzione del valore medio di concentrazione nelle stazioni a 500m e al largo, mentre le concentrazioni medie delle altre stazioni sono rimaste più elevate. Si tratta comunque di valori medi annuali "particolari", in quanto manca la copertura mensile.

2020	N Validi	Media	Geometria Media	Mediana	Errore Standard	Dev.Std.	Moda	Frequenza Moda	Minimo	Massimo	Quartile Inferiore	Quartile Superiore	Quartile Intervallo	90° Percentile	95° Percentile	Asimmetria	Curtosi
Temperatura (°C)	185	19.94	19.01	20.92	0.41	5.64	26.055	2	9.72	27.67	15.83	25.14	9.31	26.34	26.73	-0.479	-1.023
Salinità (PSU)	185	29.03	28.06	31.39	0.47	6.40	Multiplo	1	8.36	36.26	26.53	33.45	6.92	34.72	35.45	-1.412	1.308
Ossigeno disciolto (%)	185	104.64	103.85	102.13	0.97	13.16	Multiplo	1	71.70	145.92	95.96	111.79	15.83	124.49	131.97	0.825	0.753
pH	181	8.32	8.32	8.33	0.01	0.10	8.35	10	8.02	8.55	8.27	8.38	0.11	8.43	8.48	-0.378	0.529
Chl a CTD (µg/l)	185	2.45	1.74	1.63	0.17	2.37	Multiplo	2	0.18	16.71	1.01	2.84	1.83	5.40	7.42	2.498	8.425
Trasparenza (m)	185	3.16	2.53	3.00	0.15	2.08	3.00	31	0.20	15.00	2.00	4.00	2.00	5.80	6.80	2.020	7.149
N-NH <sub>3</sub> (µg/l)	185	21.08	16.58	19.40	1.02	13.81	3.88	25	<LOQ	83.70	10.90	28.70	17.80	39.98	44.84	1.250	2.907
N-NO <sub>2</sub> (µg/l)	185	6.90	5.39	5.42	0.39	5.33	0.76	7	<LOQ	40.13	3.57	8.43	4.86	13.76	17.16	2.413	9.283
N-NO <sub>3</sub> (µg/l)	185	228.28	88.22	115.60	21.65	294.43	5.65	34	<LOQ	1726.10	26.50	308.60	282.10	550.44	882.88	2.302	6.339
N totale (µg/l)	185	538.17	416.55	386.70	32.05	435.99	Multiplo	3	99.20	2259.50	266.00	669.20	403.20	1128.00	1514.34	1.877	3.459
P-PO <sub>4</sub> (µg/l)	185	3.27	1.93	2.00	0.37	5.00	2.00	67	<LOQ	33.00	1.00	3.00	2.00	6.00	14.00	3.706	14.857
P totale (µg/l)	185	33.50	27.33	34.00	1.37	18.57	37.00	11	2.00	109.00	17.00	46.00	29.00	55.00	61.00	0.592	0.781
Si-SiO <sub>4</sub> (µg/l)	77	389.91	250.38	257.32	43.28	379.78	Multiplo	2	23.30	1811.00	124.00	538.00	414.00	804.00	1200.80	1.920	4.067
Diatomee (cell/l)	66	2027963	1203985	1054518	251627	2044228	Multiplo	1	57829	7773951	518188.8	3312660	2794471	5347427	6162127	1.192	0.170
Dinoflagellate (cell/l)	66	38330	26304	24947	5082	41290	Multiplo	3	4536	240386	14174.8	40823	26648	66902	128131	2.879	9.860
Altro fitoplancton (cell/l)	66	479773	340835	386658	46180	375169	Multiplo	2	18142	1573840	213171.5	631576	418405	950200	1322116	1.177	0.808
Fitoplancton totale (cell/l)	66	2546066	1851766	1709910	254834	2070285	Multiplo	1	283473	8651582	891235.3	3857497	2966261	5673986	6657072	1.128	0.236
Chl a analitica (mg/m <sup>3</sup> )	77	1.86	1.46	1.50	0.15	1.33	1.28	8	0.21	6.41	1.00	2.14	1.14	3.84	4.22	1.553	2.517
Colore Pt/Co (mg/l)	44	2.25	1.52	1.00	0.32	2.09	1.00	15	<LOQ	8.00	1.00	3.25	2.25	5.00	7.00	1.332	0.865
Solidi sospesi totali (mg/l)	44	8.43	7.90	8.00	0.49	3.22	6.00	10	3.00	21.00	6.00	10.00	4.00	12.00	12.85	1.484	4.222
TRIX (Chl da ctd)	185	5.09	5.03	5.09	0.06	0.82	Multiplo	1	3.01	6.86	4.48	5.66	1.18	6.22	6.43	-0.049	-0.576
TRIX (Chl analitica)	77	5.02	4.97	4.98	0.08	0.72	Multiplo	1	3.61	6.52	4.56	5.55	0.99	5.92	6.19	0.068	-0.730

Tabella 6: Statistiche di base relative ai parametri analizzati nelle acque di superficie nell'anno 2020. 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 15.0 metri, rilevato presso la stazione 40530 (circa 8km al largo di Venezia) a febbraio, e un valore minimo pari a 0.2m rilevato in cinque stazioni dei transetto 601 (Po di Pila) e 082 (Po di Tolle) nel mese di ottobre; il valore medio calcolato sull'intero dataset è risultato pari a 3.2m, la media annua alle stazioni a 500m è 2.4m, in quelle a 926m (0.5 miglia nautiche) è 2.7m e nelle stazioni a 3704m (2 miglia nautiche) è pari a 4.0m.

In figura 4 è riportato la distribuzione dei valori medi di trasparenza per ciascuna campagna di rilevamento alle diverse distanze dalla costa. Le stazioni poste a 500 m dalla linea di costa presentano bassi valori di batimetria (mediamente 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).

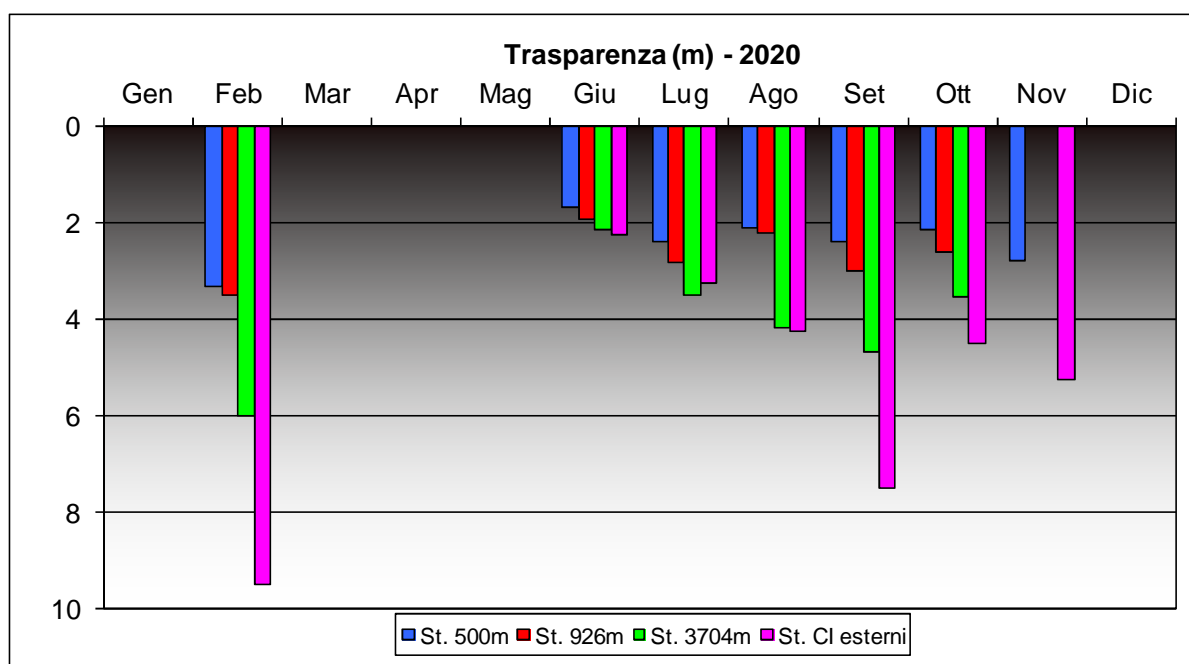
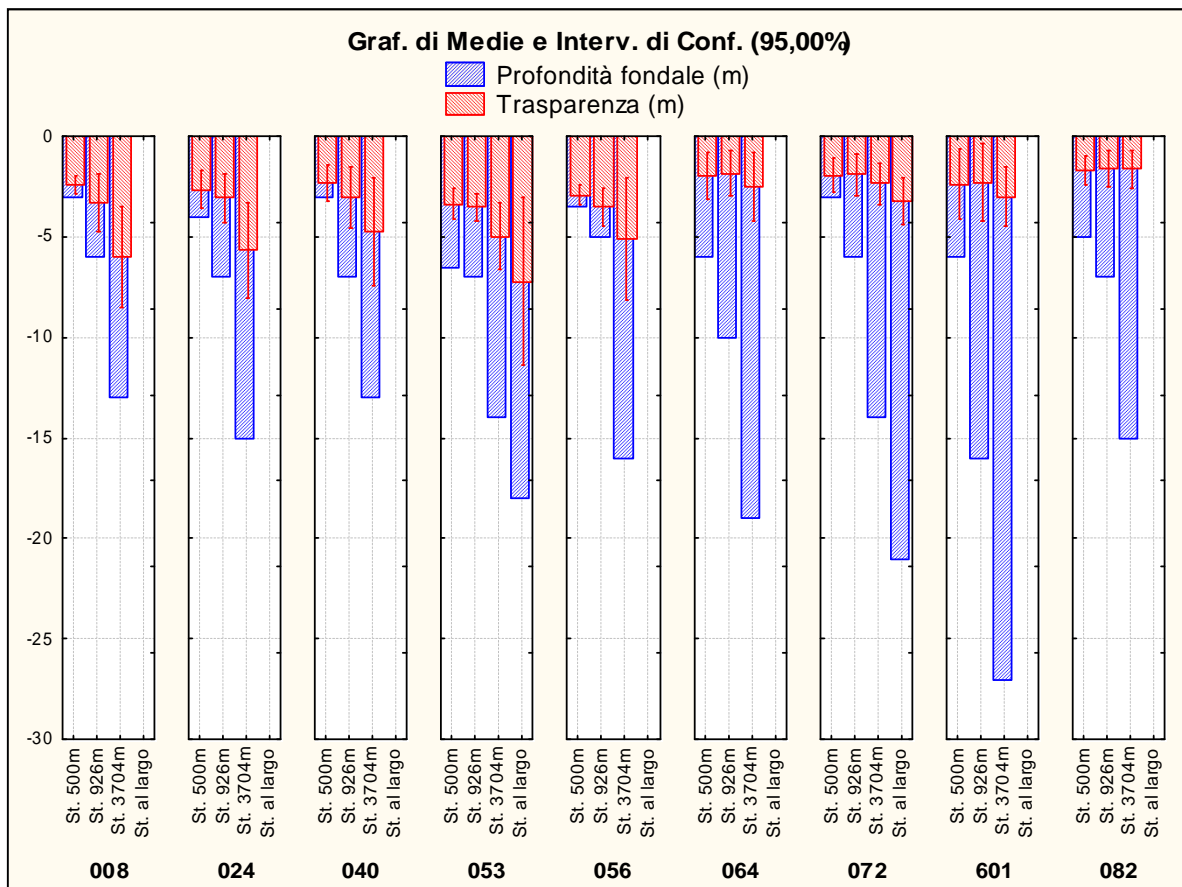


Figura 4: Valori medi di trasparenza (m) per campagna alle diverse distanze dalla costa

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 in alcune occasioni possono arrivare ad interessare anche le zone più al largo (giugno). Nella campagna di febbraio sono state registrate le trasparenze più elevate a tutte le distanze dalla costa.

In figura 5 è riportata 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, nell'area centro-settentrionale di costa; invece nell'area di mare a sud di Chioggia (dal transetto 064), dove sono presenti le foci dei maggiori fiumi della regione, l'influenza delle acque fluviali incide fortemente sulla trasparenza, anche alle stazioni più esterne.



**Figura 5: Valori medi di trasparenza (m) nel 2020 per ciascun transetto alle diverse distanze dalla costa e corrispondente profondità del fondale**

### 6.1.2 Temperatura

Come già ricordato nell'anno 2020 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 19.94°C, con valori compresi tra un minimo di 9.72°C (a febbraio alla stazione 20720 - Rosolina, posizionata nel c.i. CE1\_4) e un massimo di 27.67°C (alla stazione 40720 - Rosolina del c.i. ME2\_2, nella campagna di agosto).

Al fondo, considerando le sole stazioni a 3704 m, la temperatura media è stata pari a 18.57°C, con un minimo di 11.56°C alla stazione 30400 (3704m al largo di Cavallino Treporti) a febbraio e un massimo di 25.62°C alla stazione 30530 (al largo di Venezia-S.Pietro in V.) 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 2020. Pur mancando alcuni mesi, si intuisce, dai dati rappresentati in grafico, la presenza del fenomeno di inversione termica, con temperature più elevate al fondo a febbraio e poi in ottobre, mentre in giugno i valori di superficie superano quelli di fondo con un divario che aumenta nei mesi più caldi.

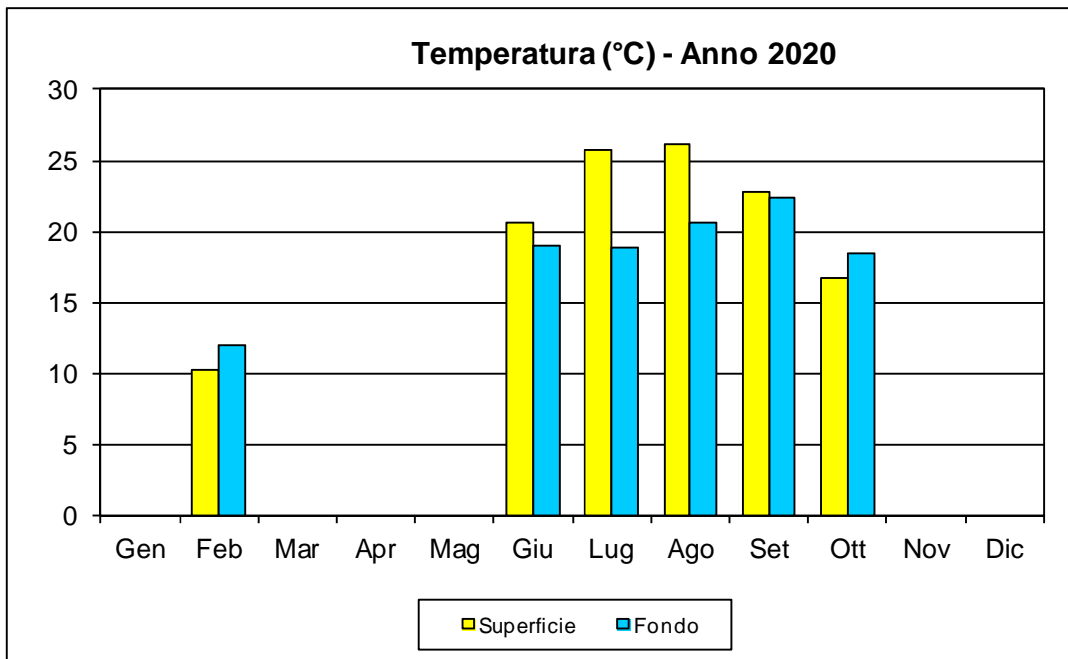


Figura 6: Valori medi di temperatura (°C) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704m da costa

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, marzo e dicembre) e primaverile (aprile e maggio), e a novembre il campionamento è ridotto alle stazioni a 500m e al largo. Come si può osservare, i valori di temperatura medi si sono mantenuti entro un range abbastanza ristretto lungo tutta la costa, con valori medi decrescenti andando da nord verso sud.

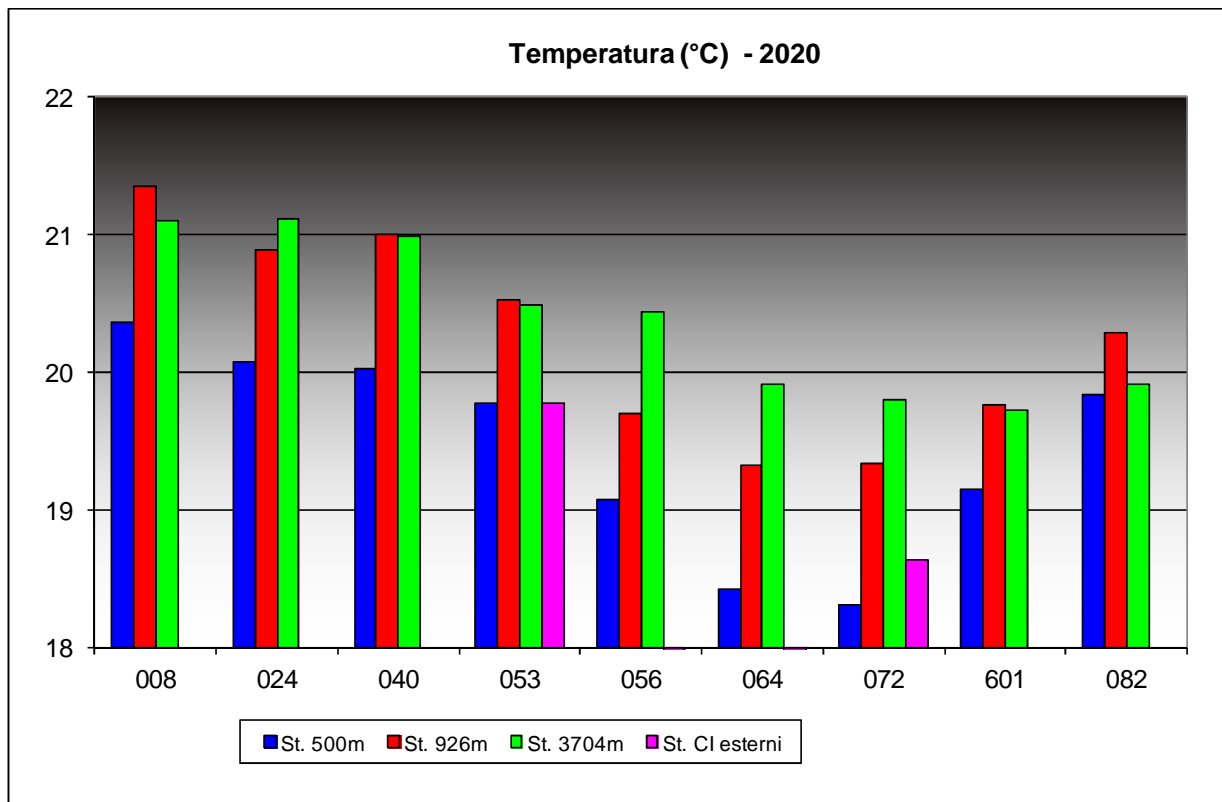


Figura 7: Valori medi di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa, compresi i dati di novembre per le sole stazioni a 500m e al largo

Nella successiva figura 8 si riportano i valori medi di temperatura calcolati escludendo il mese di novembre che, come in precedenza descritto, ha visto il campionamento delle stazioni a 500m e di quelle al largo; in questo grafico si può osservare come le temperature risultino più omogenee alle varie distanze da costa rispetto al grafico di figura 7, in cui i valori registrati a novembre abbassavano le medie delle stazioni sopra citate rispetto alle altre (St. a 926m e a3704m da costa).

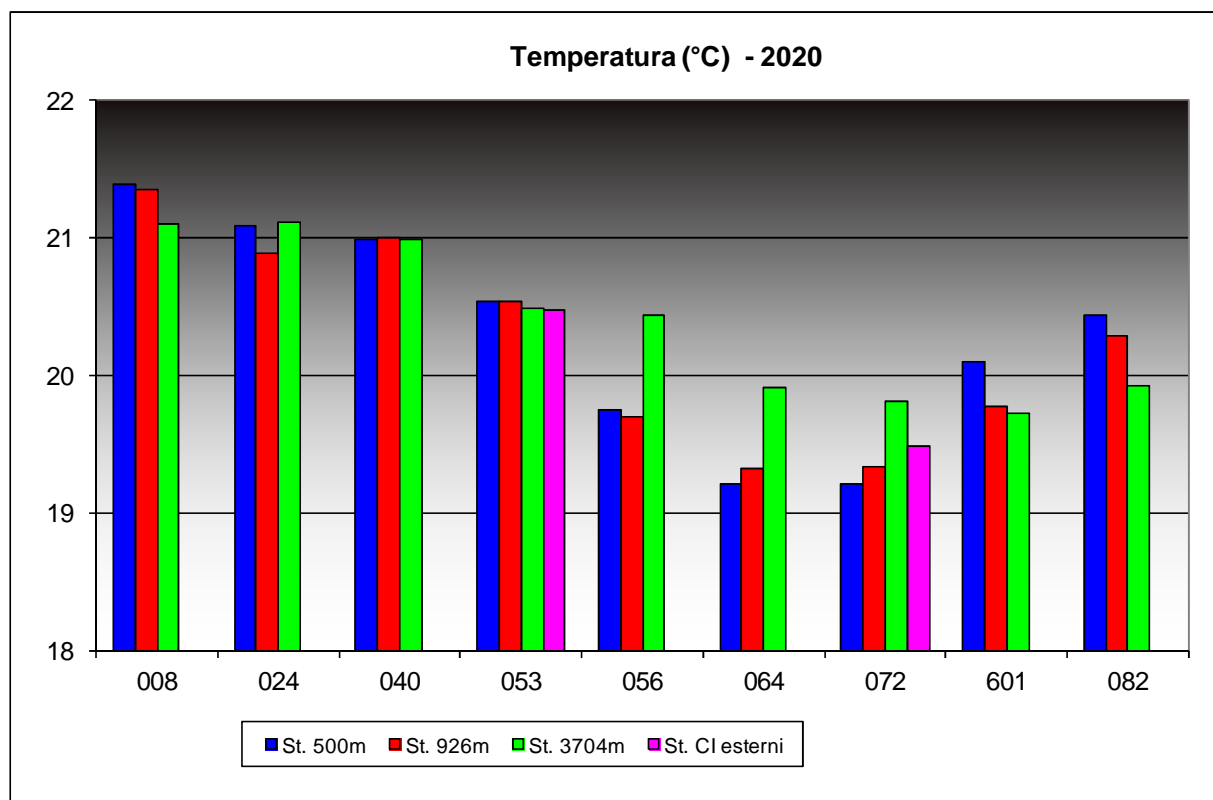


Figura 8: Valori medi di temperatura (°C) per transetto alle diverse distanze dalla costa escludendo i dati di novembre alle stazioni a 500m e al largo

### 6.1.3 Salinità

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un valore medio pari a 29.03 PSU ed un'escursione compresa tra il valore minimo di 8.36 PSU (stazione 10820 a ottobre, a fronte di una conducibilità attorno a 12.13 mS/cm) e il valore massimo pari a 36.26 PSU (stazione 10080 a ottobre, con 48.63 mS/cm di conducibilità). Al fondo la media calcolata presso le stazioni a 3704m è risultata pari a 37.75 PSU variando da 34.75 (stazione 30530 ad agosto, profondità circa 14m) a 38.41 PSU (stazione 36010 a luglio, profondità circa 27m).

In figura 9 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 36 PSU; per quanto riguarda gli strati superficiali, i valori medi presentano una maggiore variabilità passando da poco più di 27 PSU a febbraio a 32 PSU in settembre.

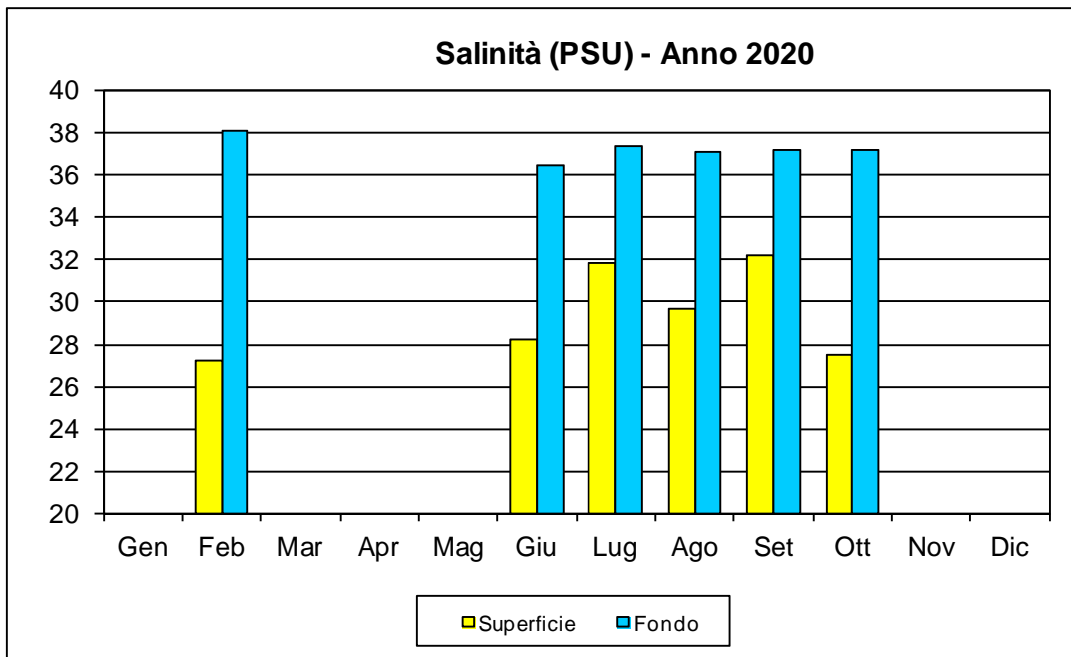


Figura 9: Salinità medie (PSU) in superficie e al fondo alle stazioni a 3704m da costa

In figura 10 sono riportate invece le salinità medie di superficie calcolate per ciascuna campagna presso le stazioni poste alle diverse distanze dalla costa. La campagna di novembre presenta le concentrazioni medie più elevate (solo per le stazioni a 500m e al largo), mentre i valori medi più bassi sono stati registrati nel mese di febbraio eccettuate le due stazioni al largo (situate nei c.i. esterni).

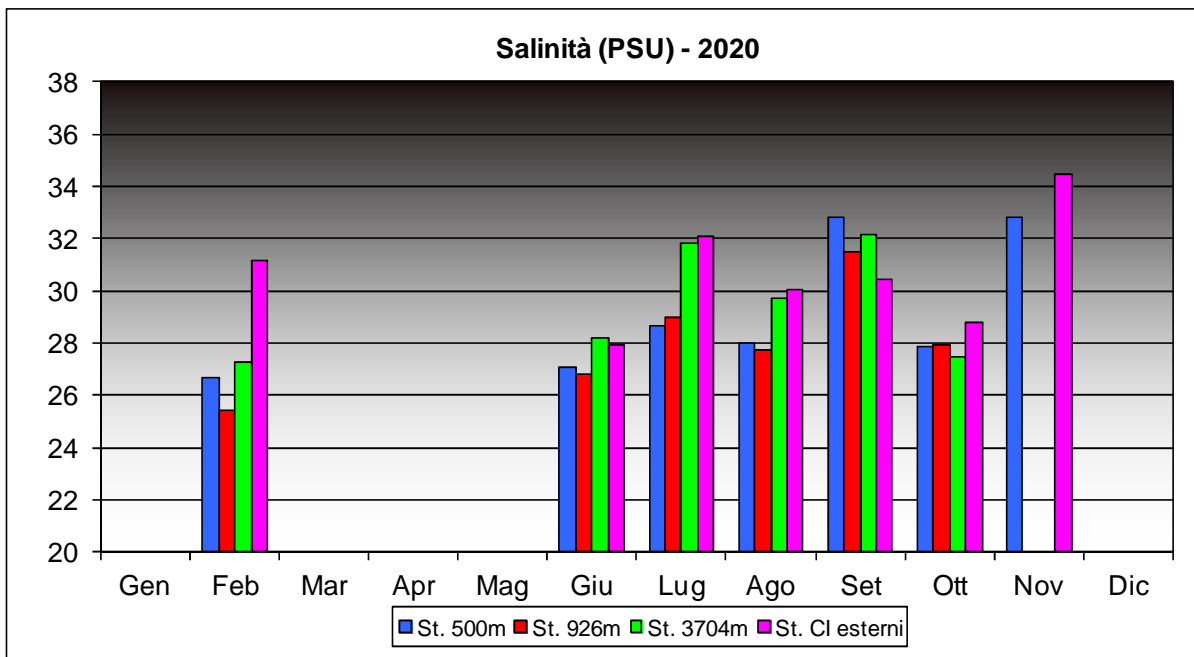
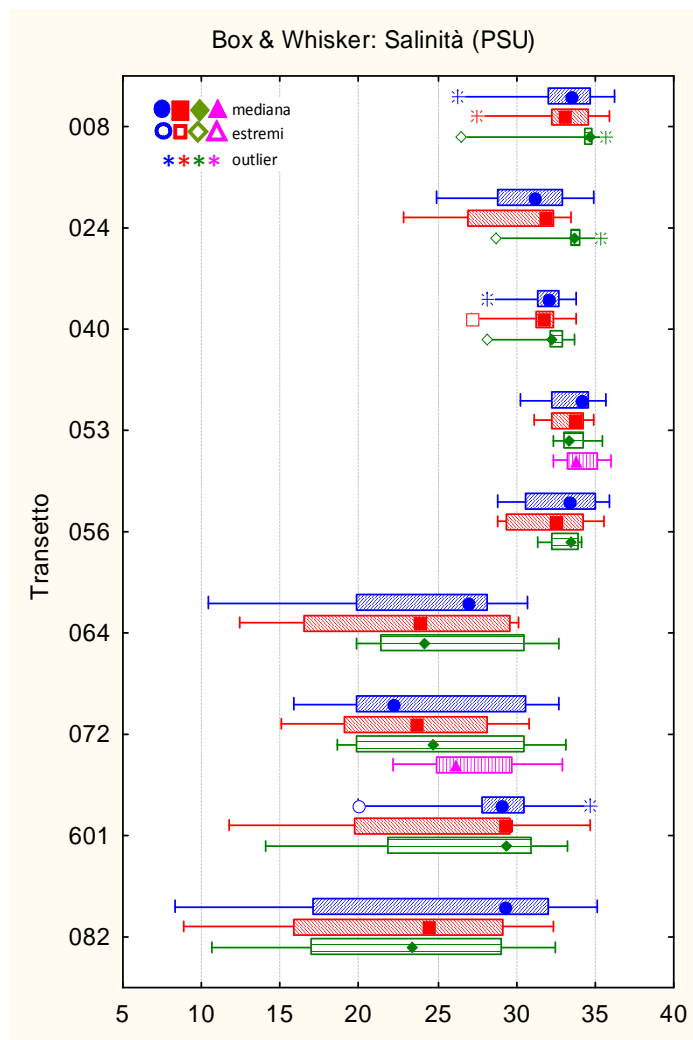


Figura 10: Salinità medie (PSU) in superficie per campagna alle diverse distanze dalla costa

In figura 11 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 Plots<sup>3</sup>. Dalle distribuzioni delle mediane si osserva come le aree a nord e davanti alla laguna di Venezia (transetti da 008 a 056) presentino valori di salinità mediamente elevati (mediane superiori a 30 PSU) già nelle stazioni prossime alla costa; subito a sud di Chioggia (tr. 064) le concentrazioni si abbassano di molto in relazione al maggiore afflusso di acque dolci nella zona, come si può dedurre dalla posizione della mediana e dalla dispersione dei valori, più evidente nel transetto meridionale dell'area del delta del Po (tr. 082).



**Figura 11: 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)**

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

#### 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 8.32 unità di pH, un massimo di 8.55 (stazione 30720 – Po di Pila ad agosto) e un minimo di 8.02 (alla stazione 20560 – Venezia Ca'Roman a febbraio). Al fondo, presso le stazioni a 3704m da costa, la media è stata pari a 8.11 unità di pH variando da un minimo di 7.80 (stazione 30820 ad agosto, profondità circa 15m) a un massimo di 8.44 (alla stazione 36010 a giugno, profondità circa 27m).

In figura 12 si riporta la distribuzione dei valori medi di pH calcolati in superficie e al fondo per le stazioni a 3704 m dalla linea di costa; in quasi tutte le campagne i valori medi di fondo risultano inferiori a quelli di superficie, la discrepanza tra le due quote è maggiore nelle campagne realizzate nel periodo estivo (luglio, agosto).

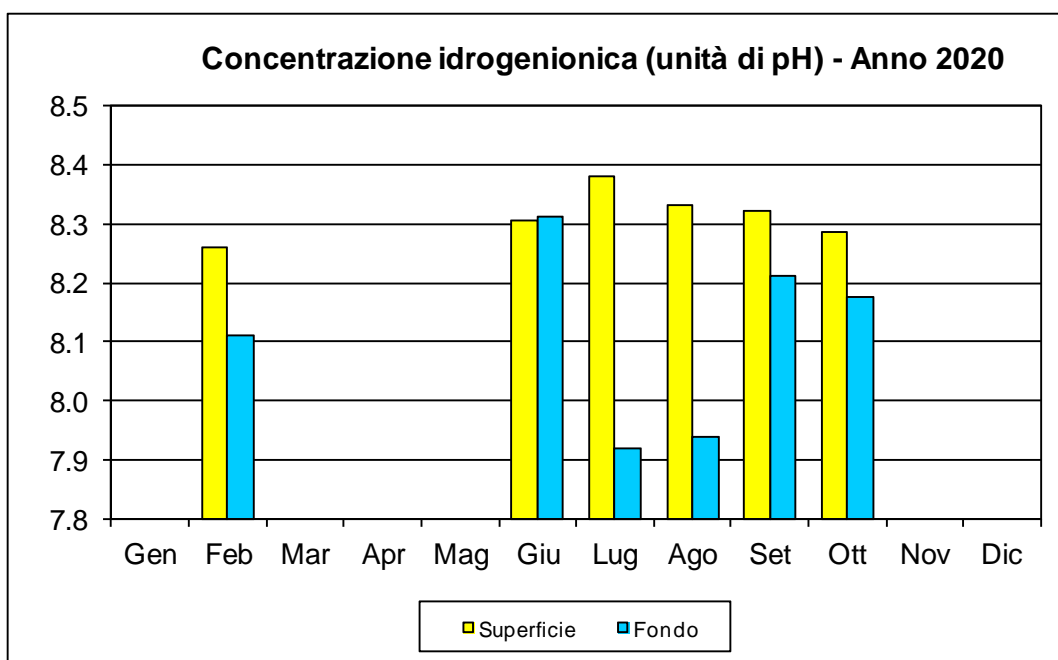
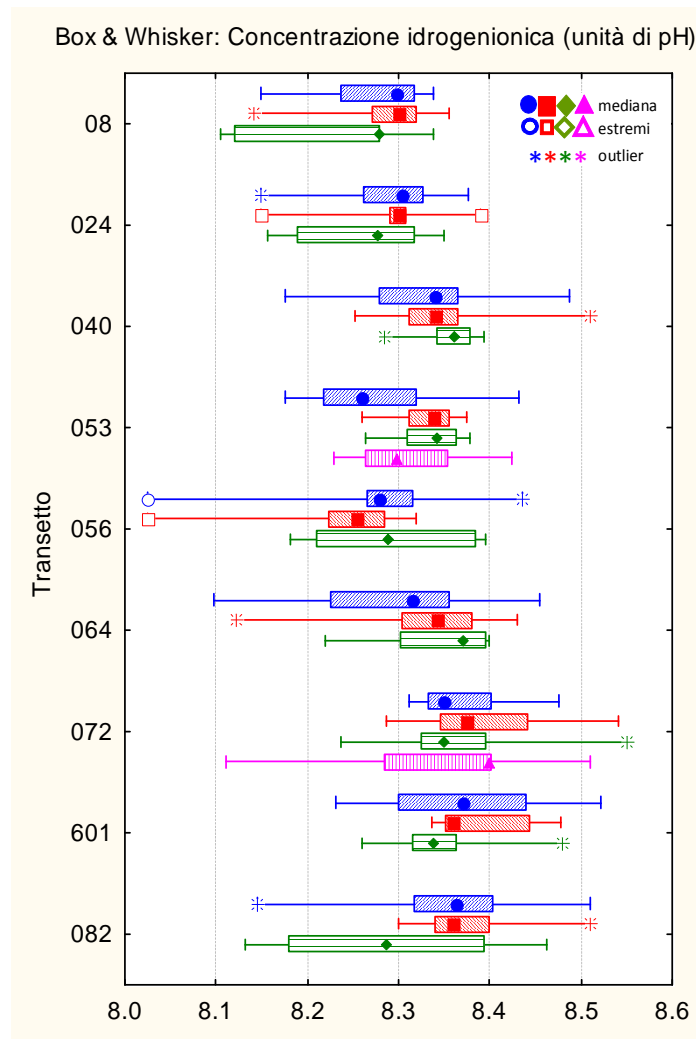


Figura 12: Valori medi di pH in superficie e al fondo, registrati presso le stazioni a 3704m da costa

In figura 13 si riporta la distribuzione dei valori rilevati in superficie per ciascuna stazione in forma di Box & Whisker Plots: rispetto agli anni precedenti è meno chiaro il gradiente in aumento andando da nord verso sud. Si può inoltre osservare nell'area meridionale una maggiore dispersione dei valori di concentrazione idrogenionica attorno alla mediana.



**Figura 13: 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 104.64% con un minimo di 71.70% alla stazione 26010 nel mese di ottobre; il valore massimo pari a 145.92% è stato registrato a luglio alla stazione 30720. Al fondo, considerando solo le stazioni a 3704m, i valori sono variati tra un minimo di 37.28% (stazione 36010 a ottobre, profondità circa 27m) e un massimo pari a 108.70% (alla stazione 30720 a luglio, profondità circa 14m), con una media annuale pari a 79.30%.

La figura 14 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 tranne nelle campagne di settembre e ottobre in cui sono rimasti di poco sotto la saturazione. I valori al fondo sono rimasti sempre inferiori rispetto a quelli di superficie, mantenendosi comunque sopra il 70% di saturazione; il divario tra le due quote è maggiore nel periodo estivo, da luglio in poi.



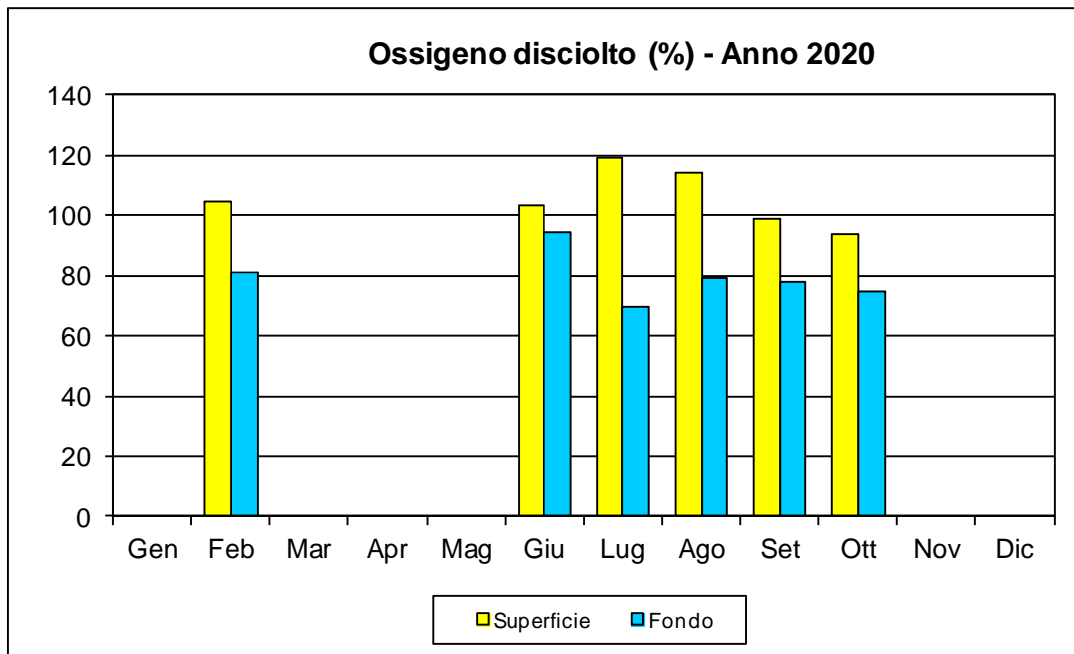


Figura 14: Valori medi di ossigeno disciolto (%) in superficie e al fondo presso le stazioni a 3704 m

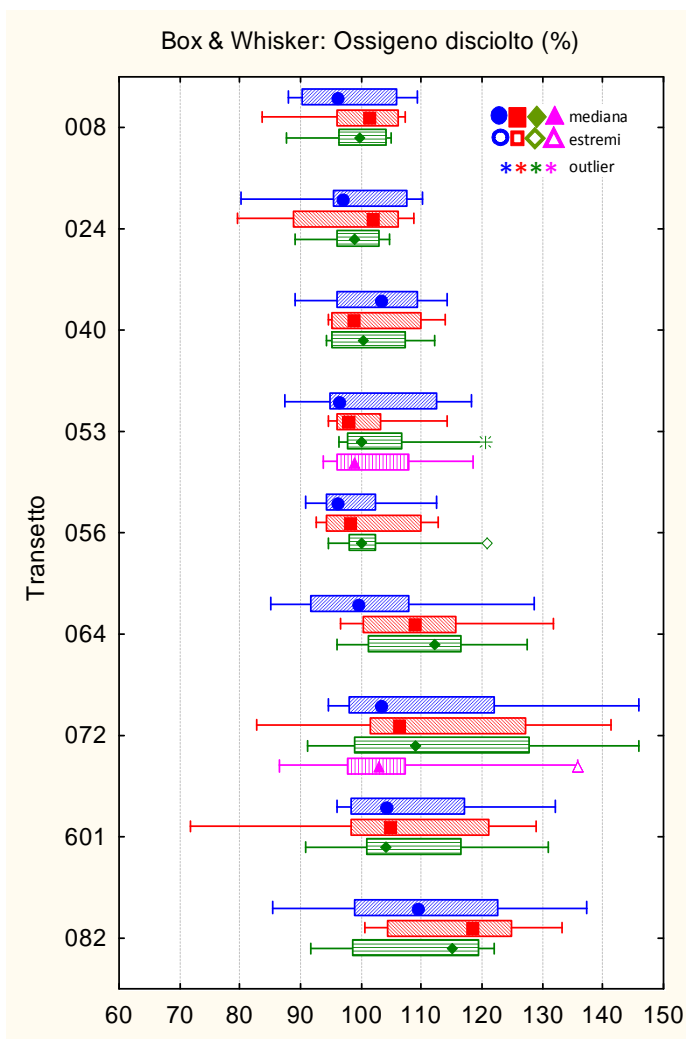


Figura 15: Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto (%) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

In figura 15 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 nell'area meridionale di costa, area in cui si manifesta anche una maggiore dispersione dei valori; solo il transetto 082 del delta del Po presenta valori di mediana superiori al 110%. Nell'area settentrionale invece le distribuzioni delle misure risultano più contenute e le mediane presentano valori inferiori alla saturazione in quasi tutte le stazioni più vicine a costa.

### 6.1.6 Azoto ammoniacale

In superficie il valore massimo pari a 83.70 µg/l è stato registrato alla stazione 20820 nel mese di agosto; la concentrazione media di azoto ammoniacale nelle campagne effettuate è stata pari a 21.08 µg/l con un numero di campioni con valore inferiore al limite di quantificazione (7.75 µg/l) pari al 13.5% dei campioni totali (25 casi su 185 campioni), percentuale doppia rispetto all'anno precedente (2019 = 7.4%) ma inferiore a quella registrata nel 2018 (26.1%). Si ricorda comunque che mancano i dati di molte stazioni nel mese di novembre.

In figura 16 si riportano i valori medi calcolati sulle stazioni poste alle diverse distanze dalla linea di costa in ciascuna campagna di campionamento; risulta evidente il notevole carico di sostanze nutritive giunto a mare nei periodi antecedenti la campagna di giugno, ma valori elevati sono evidenti in tutti i mesi estivi anche a distanza da costa. Dall'esame della distribuzione dei valori per ciascuna stazione nei diversi transetti (Fig. 17), si osserva la mancata differenziazione tra l'area centro settentrionale di costa e l'area a sud di Chioggia, tipica degli anni precedenti: la distribuzione dei valori e delle mediane si presenta abbastanza uniforme e manca spesso il gradiente in diminuzione da costa verso il largo.

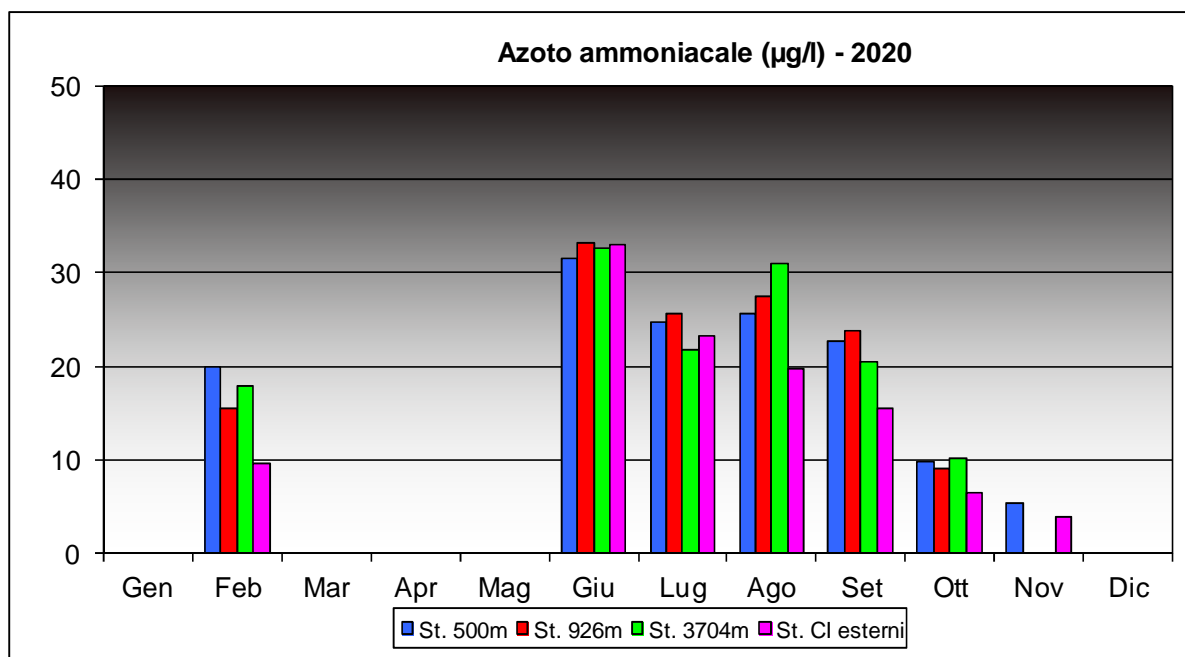


Figura 16: Valori medi di azoto ammoniacale (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

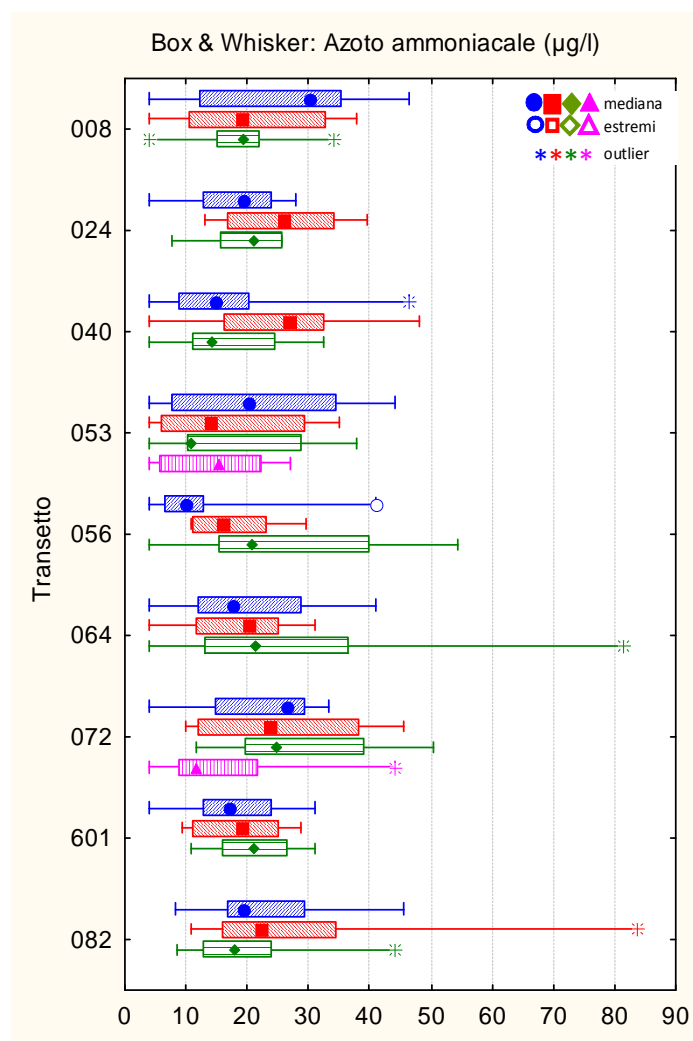


Figura 17: Distribuzione dei valori di azoto ammoniacale (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

### 6.1.7 Azoto nitrico

In superficie nel 2020 la concentrazione media di azoto nitrico è stata pari a 228.28 µg/l (inferiore al 2019, 273.49 µg/l), con un aumento dei valori minimi inferiori al limite di quantificazione (11.30 µg/l) che nel 2020 costituiscono il 18.4% (34 casi su 185) rispetto al 4.4% del 2019, ma la percentuale rimane più bassa rispetto agli anni precedenti (44.3% nel 2017 e 22.7% nel 2018). Il valore massimo pari a 1726.10 µg/l è stato misurato alla stazione 10820 (500m al largo di Po di Tolle) nel mese di febbraio.

In figura 18 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 febbraio, giugno e ottobre, con concentrazioni elevate anche alle stazioni dei due corpi idrici esterni. L'andamento temporale è molto diverso da quello dell'azoto ammoniacale, visto in precedenza. I rilevamenti di ottobre sono molto probabilmente collegati agli apporti meteorici sul territorio regionale (molto superiori alla media a ottobre) e alle portate dei maggiori fiumi, anch'esse nettamente superiori alle medie storiche, come si può osservare dai grafici di figura 3; le situazioni di febbraio e giugno risultano più difficilmente commentabili, visto l'andamento meteo-idrologico di quei mesi e dei mesi antecedenti. In molte campagne si può notare il decremento delle concentrazioni con l'allontanamento dalla costa.

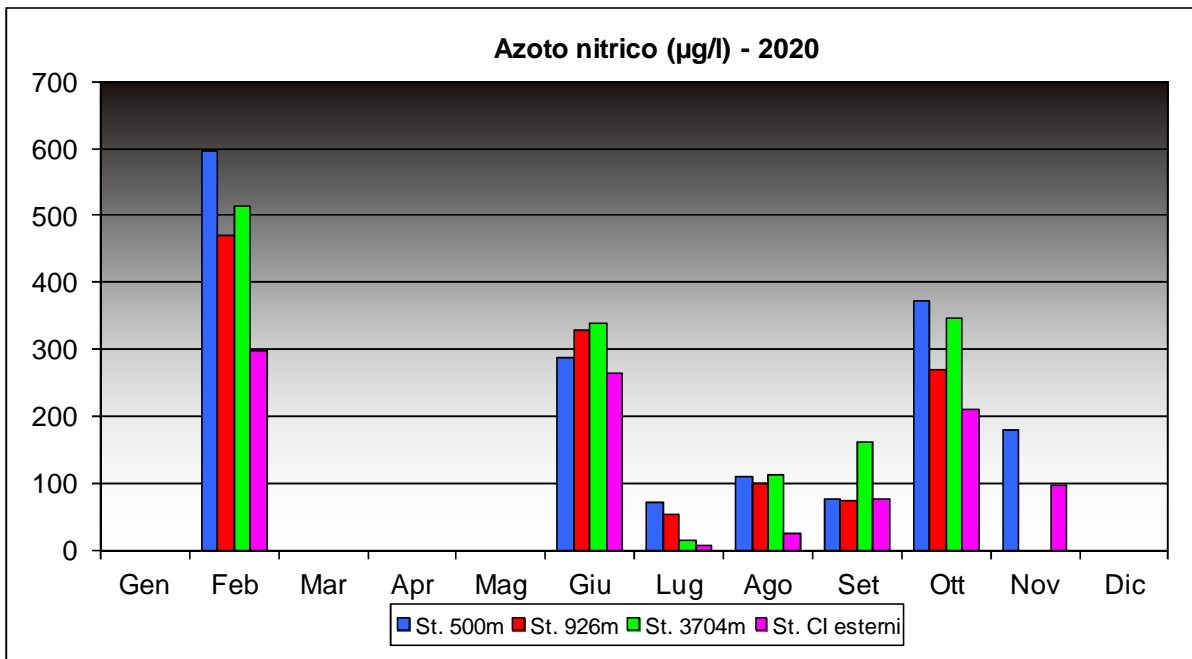


Figura 18: Valori medi di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

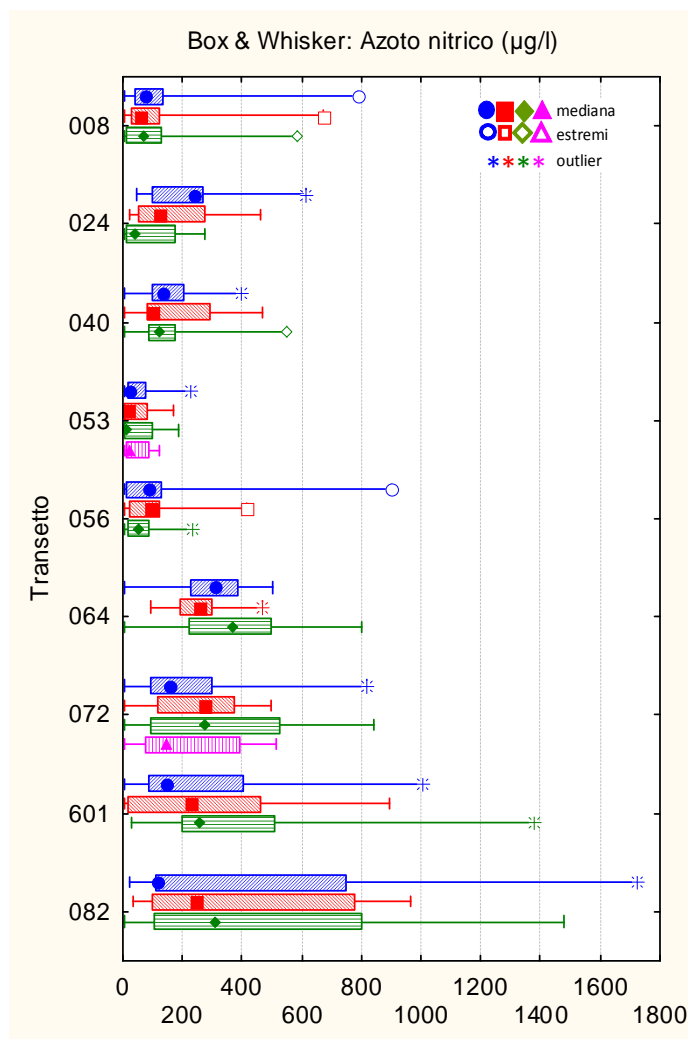


Figura 19: Distribuzione dei valori di azoto nitrico ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

In figura 19 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 (transesti 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 (transesti 601 - Po di Pila e 082 - Po di Tolle). Nella parte settentrionale del bacino si riscontra una situazione intermedia tra le precedenti, con concentrazioni più elevate al transetto 024 (Jesolo).

### 6.1.8 Azoto nitroso

In superficie la concentrazione media di azoto nitroso è di 6.90 µg/l con valori minimi inferiori al limite di quantificazione (1.52 µg/l) nel 3.8% dei casi (7 su 185 campioni) e un valore massimo di 40.13 µg/l nella stazione 30640 (a 3704m al largo di Chioggia) a giugno. Analogamente a quanto già riportato per l'azoto nitrico, valori elevati sono stati riscontrati soprattutto nelle campagne di febbraio e giugno, come si può osservare dal grafico riportato in figura 20.

In figura 21 la situazione lungo la costa è meno netta rispetto all'azoto nitrico, comunque si osserva la presenza di valori più elevati in corrispondenza dei transesti localizzati nell'area a sud di Chioggia.

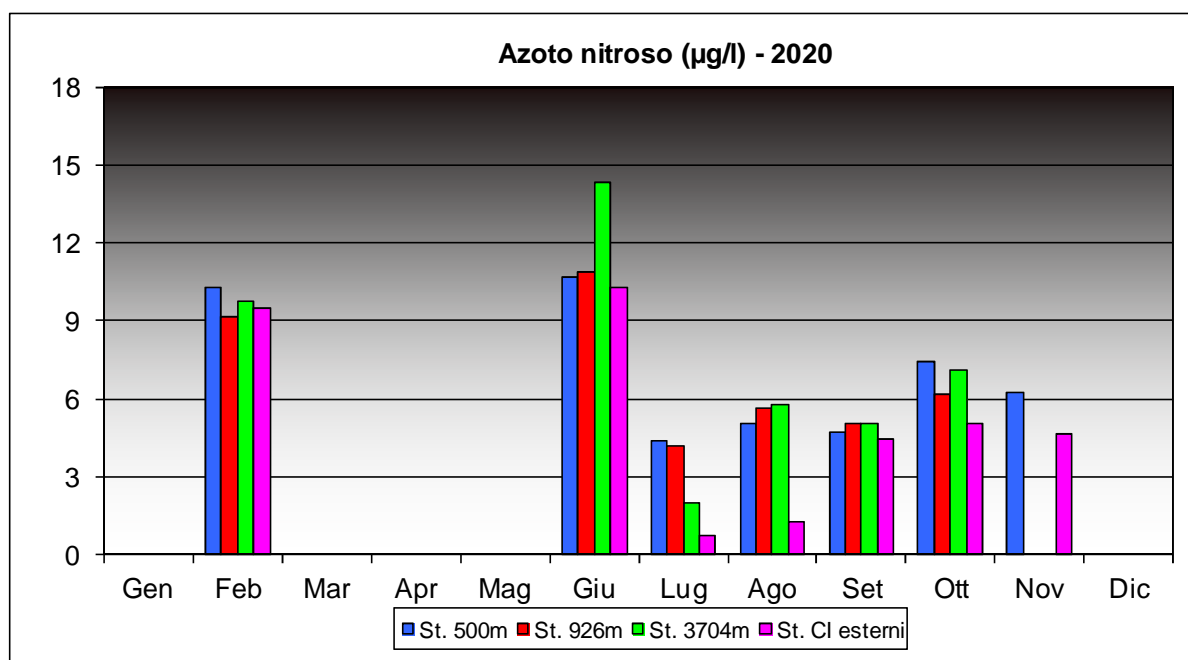


Figura 20: Valori medi di azoto nitroso (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

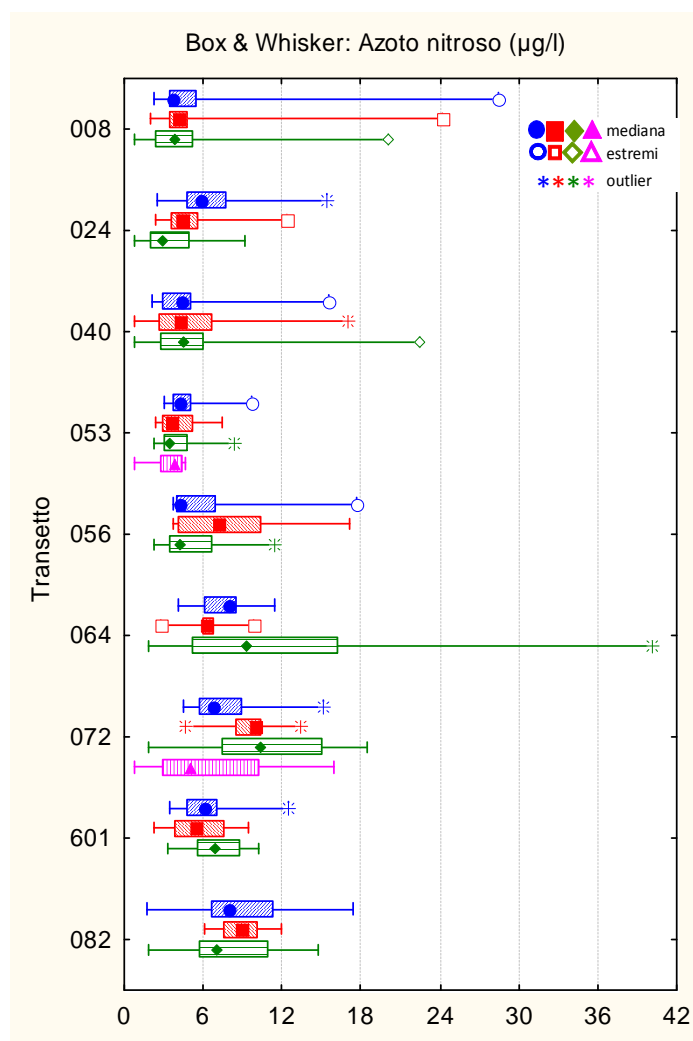


Figura 21: Distribuzione dei valori di azoto nitroso ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

### 6.1.9 Azoto totale

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di  $538.17 \mu\text{g/l}$ , con un valore minimo pari a  $99.20 \mu\text{g/l}$  registrato alla stazione 30080 a luglio e un valore massimo di  $2259.50 \mu\text{g/l}$  nella stazione 36010 (a 3704m dalla foce del Po di Pila) a febbraio. La distribuzione dei valori medi mensili per ciascuna distanza e per campagna di misura, riportata in figura 22, mostra ancora una volta le maggiori concentrazioni nelle campagne di febbraio e giugno, pur restando abbastanza consistenti anche nei mesi da agosto in poi; il gradiente negativo con l'allontanamento dalla costa risulta poco evidente.

Per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni per transetto e stazioni (Fig. 23), 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 (più evidente per il transetto 053), mentre l'area settentrionale mostra una situazione intermedia tra le due.

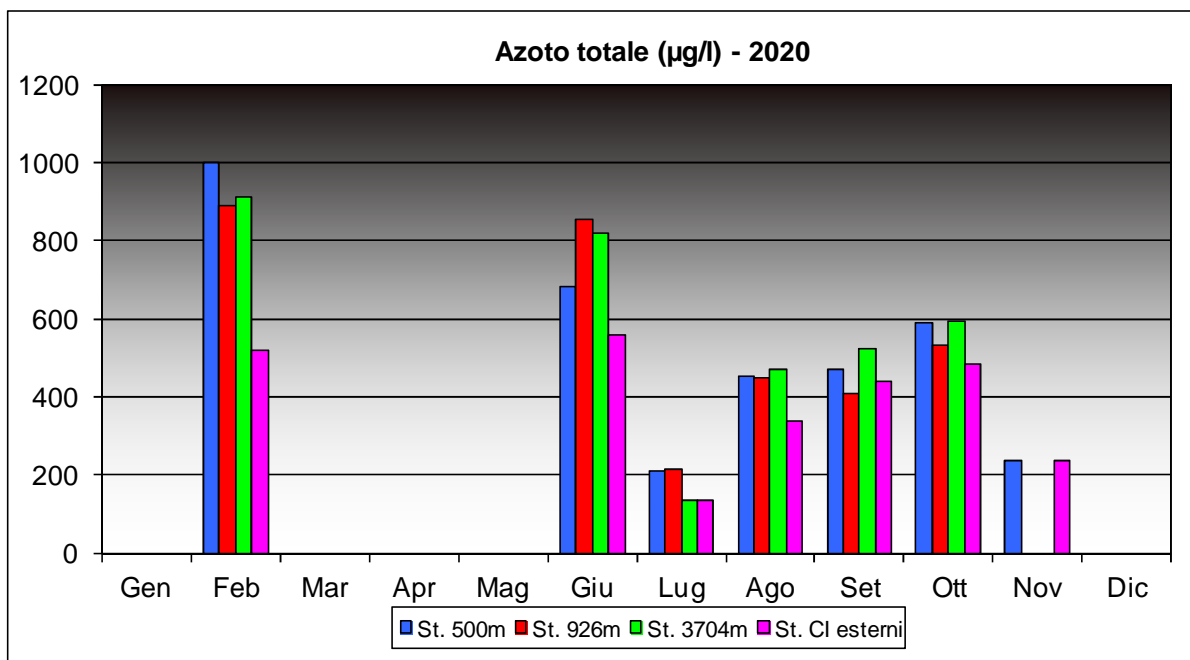


Figura 22: Valori medi di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

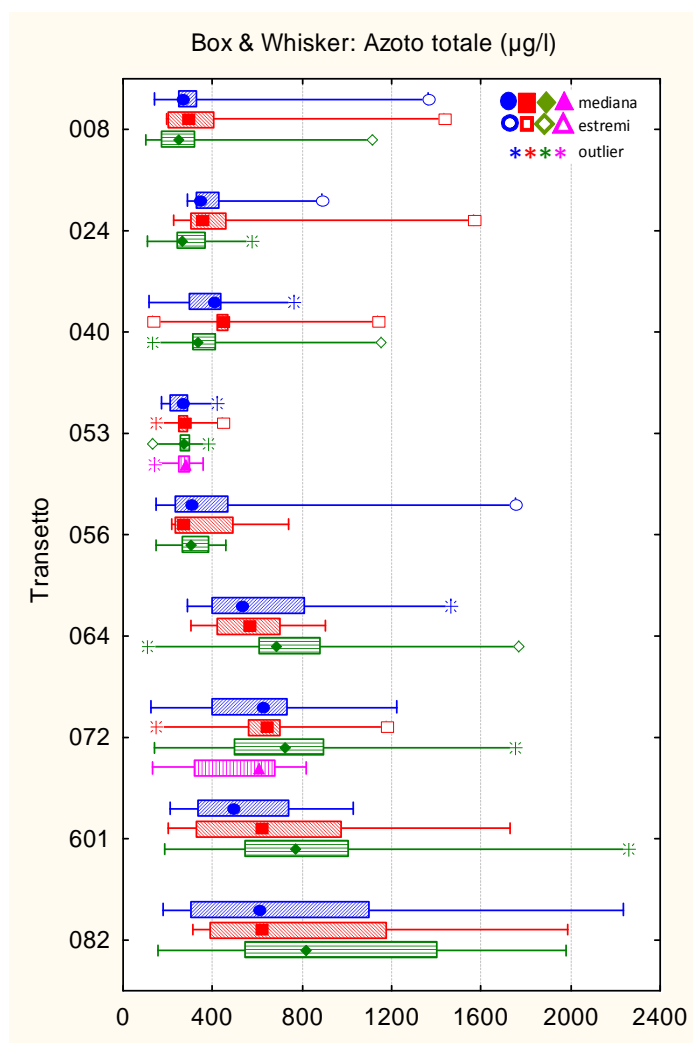


Figura 23: Distribuzione dei valori di azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

### 6.1.10 Fosforo da ortofosfati

Il valore medio calcolato nel 2020 (con LOQ=1 µg/l) è risultato pari a 3.29 µg/l, il valore massimo pari a 33.00 µg/l è stato registrato alla stazione 30820 (a 3704m al largo della foce del Po di Tolle) nella campagna di ottobre, mentre il minimo è stato registrato in 25 campioni su 185, quindi nel 13.5% dei casi (contro il 10.8% del 2019 e il 34% dell'anno 2018).

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 24, dove i valori <LOQ sono sostituiti con un valore pari alla metà del limite di quantificazione, i valori maggiori sono riscontrati nelle campagne di giugno e ottobre, con prevalenza alle stazioni a 500m e a quelle più al largo; nelle altre campagne le concentrazioni sono un po' ridotte.

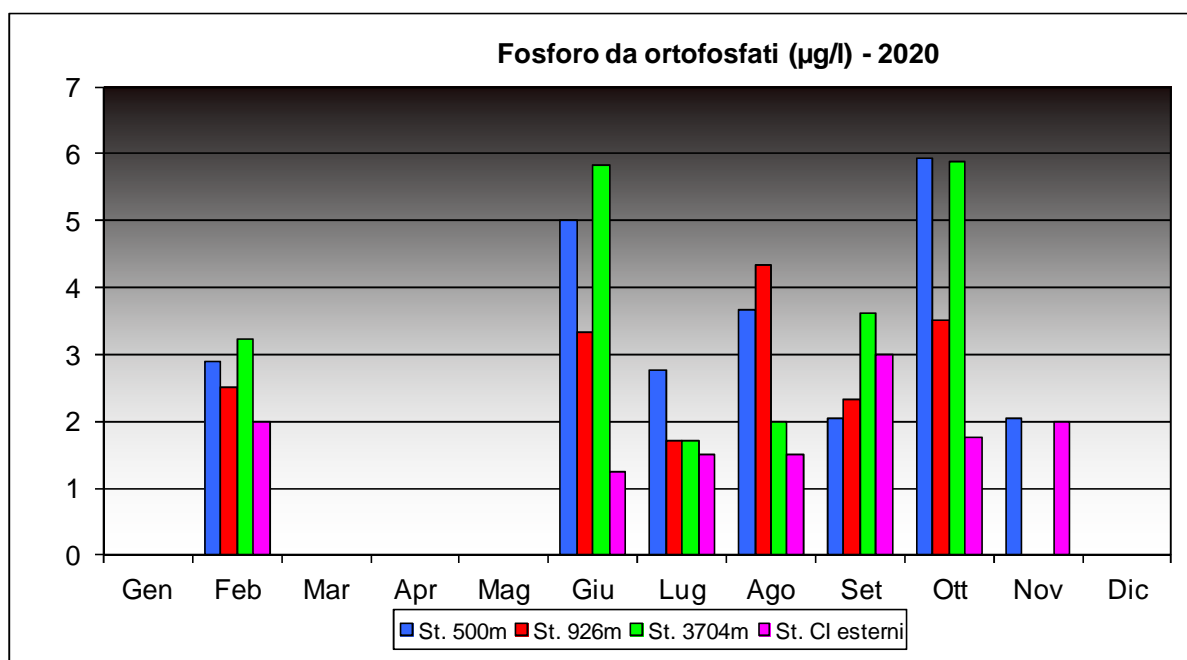


Figura 24: Valori medi di fosforo da ortofosfati (µg/l) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

La distribuzione delle concentrazioni di ortofosfato lungo la costa alle diverse distanze evidenzia valori di mediana elevati e maggiore dispersione ancora una volta nella zona costiera a sud di Chioggia (Fig. 25).



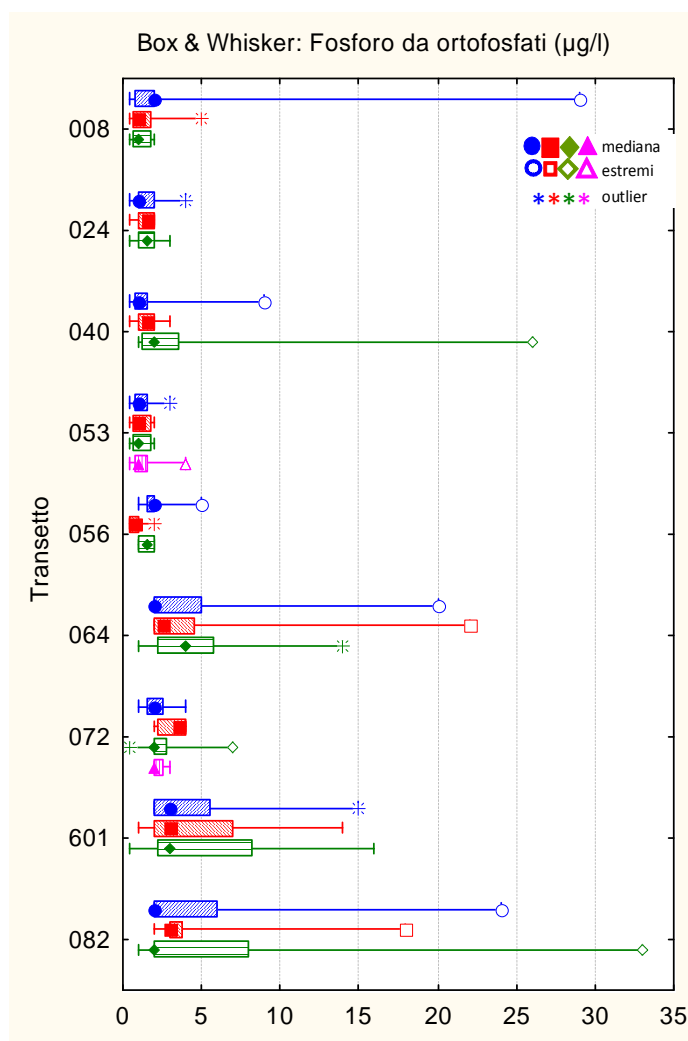


Figura 25: Distribuzione dei valori di fosforo da ortofosfati (µg/l) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

### 6.1.11 Fosforo totale

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 33.50 µg/l con un massimo di 109.0 µg/l alla stazione 16010 (500m al largo del Po di Pila) a ottobre e un minimo di 2.0 µg/l alla stazione 30080 (3704m al largo di Caorle) a febbraio. La distribuzione dei valori medi per distanza dalla costa in ciascuna campagna (Fig. 26) mostra valori elevati nelle campagne da giugno a ottobre, come per l'azoto ammoniacale, e nelle stazioni a tutte le distanze da costa.

Come per altri nutrienti, la distribuzione da nord verso sud cresce gradualmente e 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. 27).

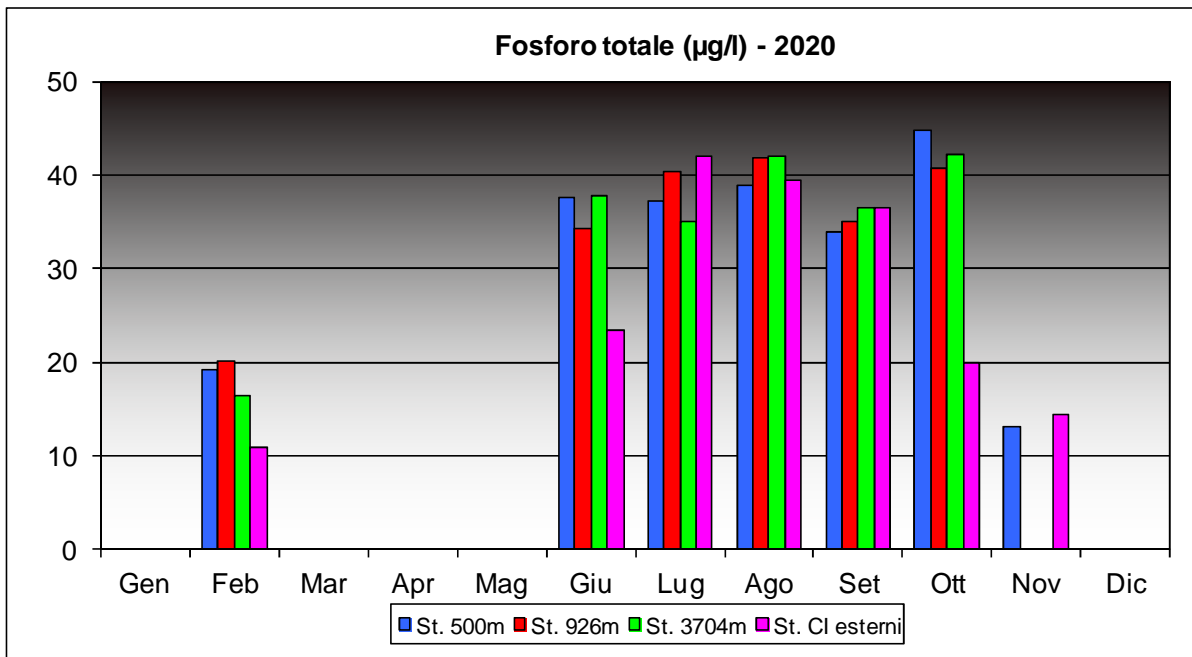


Figura 26: Valori medi di fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

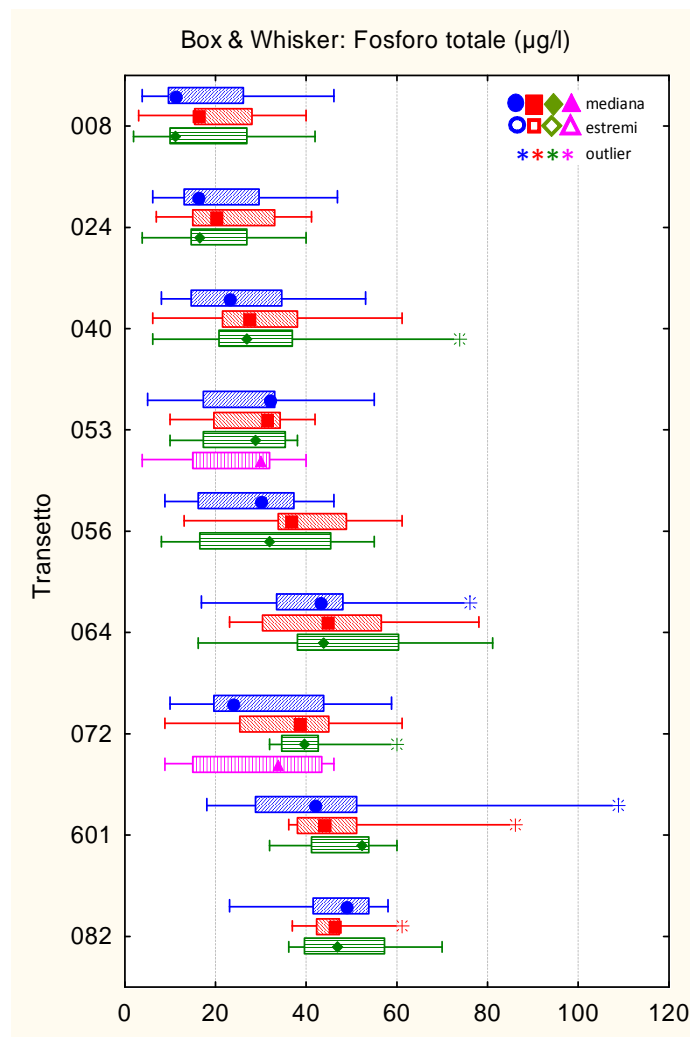


Figura 27: Distribuzione dei valori di fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

### 6.1.12 Silicio da ortosilicati

L'analisi di silicio da ortosilicati, in quanto costituente di gusci in alcune specie, viene eseguita nei campioni di acqua in cui vengono determinate le popolazioni fitoplanctoniche, quindi solo presso le stazioni a 500m dei corpi idrici costieri e nelle due stazioni al largo dei due corpi idrici marini. In superficie il silicio ha presentato nel 2020 una concentrazione media pari a 389.91  $\mu\text{g/l}$ , variando da un massimo di 1811.0  $\mu\text{g/l}$ , osservato a febbraio alla stazione 10820 (Po di Tolle) a un valore minimo di 23.3  $\mu\text{g/l}$  alla stazione 40530 (oltre 8 km al largo di Venezia S.Pietro in V.) in luglio. Valori elevati sono stati registrati a febbraio, giugno e ottobre sia sottocosta che nelle due stazioni al largo, come si può vedere dal grafico di figura 28.

In figura 29 si riportano le concentrazioni misurate presso le stazioni a 500m e le due esterne nel 2020: dal grafico Box & Whisker Plots si evidenzia come l'area antistante la laguna di Venezia presenti i valori più bassi di concentrazione e la minore variabilità, come consueto, mentre 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, 072, 601 e 082); la zona marina settentrionale presenta una situazione intermedia tra le due, per la presenza di apporti di acque continentali meno cospicui.

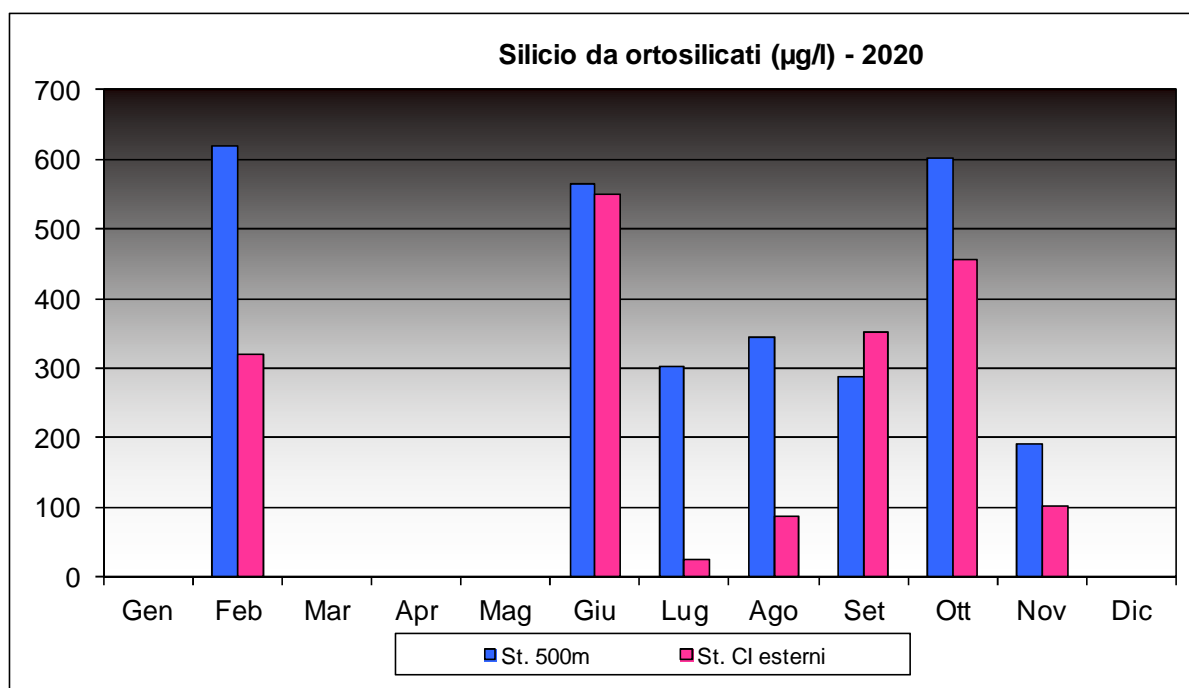


Figura 28: Valori medi di silicio da ortosilicati ( $\mu\text{g/l}$ ) in superficie per ciascuna campagna alle diverse distanze dalla costa

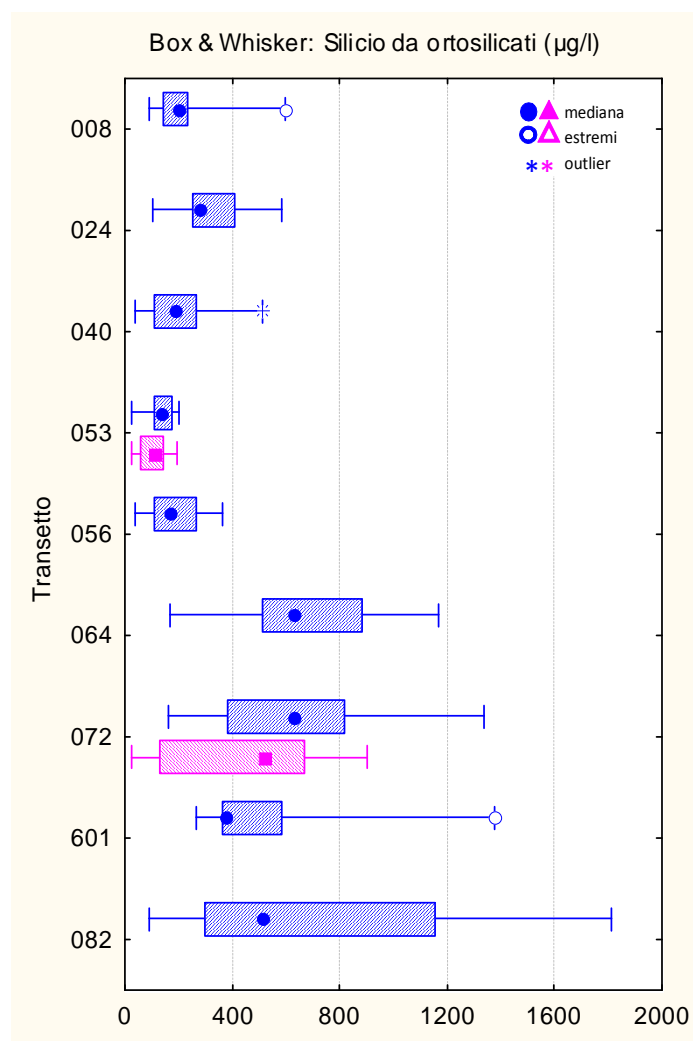
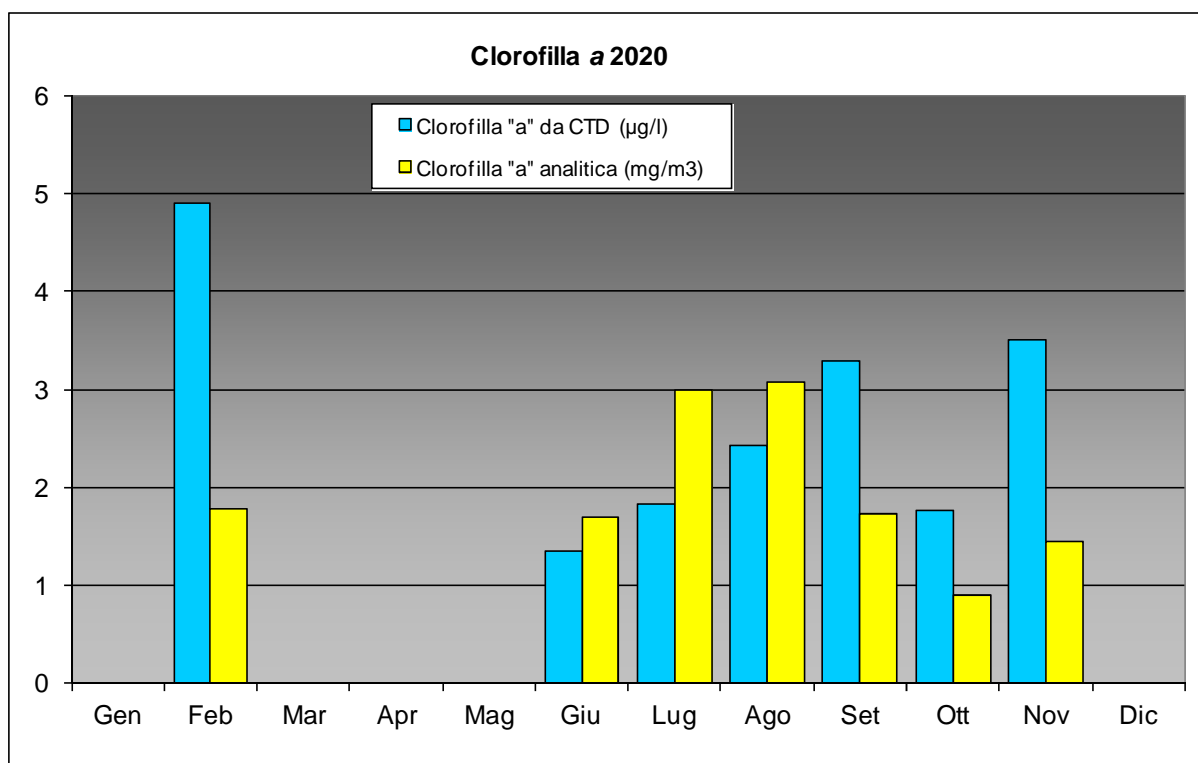


Figura 29: Distribuzione dei valori di silicio da ortosilicati (µg/l) per stazione (in blu le stazioni a 500 m; in rosa le due stazioni dei corpi idrici esterni)

### 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 2.45 µg/l (N=185), con un valore minimo pari a 0.18 µg/l alla stazione 10240 (500m al largo di Jesolo) a febbraio e un massimo di 16.71 µg/l rilevato, sempre a febbraio, presso la stazione 40720 (oltre 7km al largo di Rosolina). La misura di clorofilla a con il metodo analitico è stata effettuata solo sui campioni ove si effettua la determinazione quali-quantitativa di fitoplancton (le stazioni a 500 m e le due esterne) (N=77); nel 2020 è stato osservato un valore medio pari a 1.86 µg/l con valori minimi pari a 0.21 µg/l misurati a febbraio alla stazione 10240 (Jesolo) e poi alla stazione 10080 (Caorle) a settembre, mentre il massimo di 6.41 µg/l è stato rilevato nella campagna di agosto alla stazione 16010 (500m al largo di Po di Pila).

In figura 30 si riporta la distribuzione dei valori medi di clorofilla a, misurata con entrambi i metodi, per campagna di rilevamento presso le sole stazioni a 500 m dalla costa. A febbraio il divario è massimo, con valori di clorofilla misurati sul campo nettamente superiore rispetto a quella analizzata in laboratorio.



**Figura 30: Valori medi di clorofilla a (misure con sonda e con metodo analitico) presso le stazioni a 500 m per campagna di rilevamento**

In figura 31, invece, sono riportate le distribuzioni delle concentrazioni per transetto alle diverse distanze dalla costa per la clorofilla misurata *in situ* con sonda. Si può osservare, dalla posizione delle mediane, come le concentrazioni e le dispersioni dei valori risultino molto ridotte in tutte le stazioni dei transetti 008 (Caorle) e 024 (Jesolo), come già evidenziato nell'anno precedente (2019); a partire dall'area di Cavallino Treporti aumentano sia le concentrazioni che le dispersioni, con ampiezza massima nei transetti da Rosolina al delta del Po.

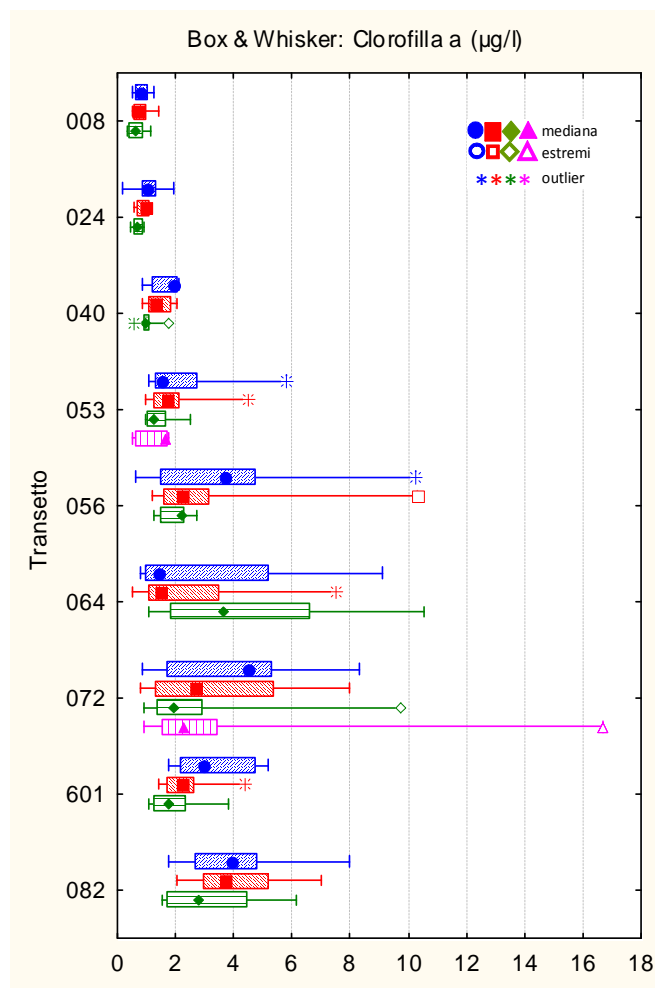


Figura 31: Distribuzione dei valori di clorofilla a ( $\mu\text{g/l}$ ) misurata *in loco*, per transetto e alle diverse distanze dalla costa (in blu le stazioni a 500 m, in rosso quelle a 926 m, in verde quelle al largo a 3704 m: stazioni dei corpi idrici costieri; in rosa le due stazioni dei corpi 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 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 ( $\mu\text{g/l}$ );

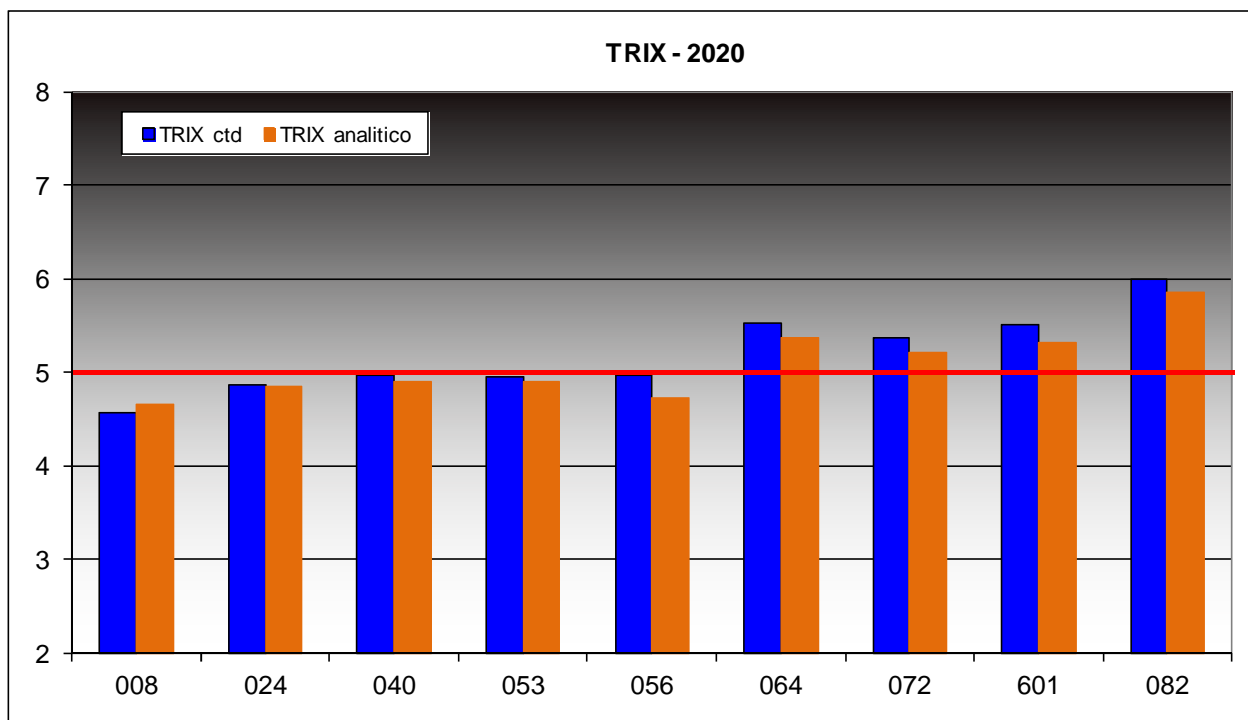
P = Fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ).

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 5.09 (classe “mediocre”; N=185) con un minimo di 3.01 (stazione 30560, campagna di giugno) e un massimo di 6.86 (stazione 30640, in agosto). 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 185 del TRIX calcolato con Chl da fluorimetro), è pari a 5.02 (classe “mediocre”) variando da un minimo di 3.61 (stazione 10080 a settembre) a un massimo di 6.52 (stazione 10820 a luglio).

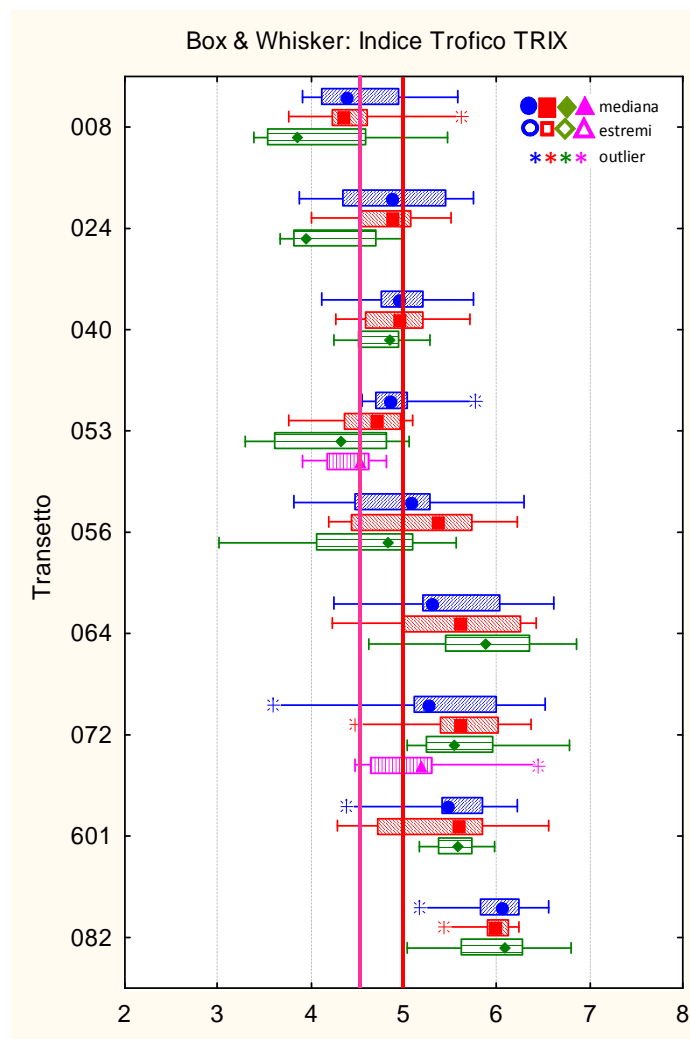
In figura 32 sono riportati i valori medi dell’indice trofico calcolato (sia con clorofilla analitica che con clorofilla da CTD) sulle sole stazioni a 500 m dalla costa, per ciascun transetto. Osservando il grafico si nota che le due distribuzioni risultano abbastanza sovrapponibili; inoltre è evidente 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 nella classificazione ecologica per le acque fortemente influenzate da apporti fluviali, si osserva per le stazioni a 500m dei transetti 064 (Bacchiglione-Brenta e Adige), 072 (Fissero-Tartaro-Canalbiano), 601 e 082 (rispettivamente Po di Pila e Po di Tolle).



**Figura 32: Valori medi annui di TRIX nel 2020 (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. 33) mostrano ancora come l'area a sud del Porto di Chioggia (corrispondente ai transetti 064, 072, 601 e 082) risulti caratterizzata da valori medi di indice trofico più elevati rispetto al resto della costa, con superamento del limite dato dal D.M. 210/2010 per le acque fortemente influenzate da apporti di acqua dolce (macrotipo I, TRIX pari a 5) per i transetti 064, 072, 601 e 082. Per quanto riguarda le zone settentrionale e centrale della costa, i valori di TRIX risultano più bassi; 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 superato, considerando la mediana, da entrambe le stazioni più esterne (40530 e 40720).





**Figura 33: 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 34 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 2020. Dalla figura si evidenzia come la fascia costiera settentrionale e quella antistante la laguna di Venezia (corpi idrici CE1\_1, CE1\_2 e ME2\_1) 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 di giugno, come conseguenza delle notevoli concentrazioni di sali nutrienti rilevate (Figg. 16,18, 20, 24). La situazione nella fascia costiera a sud (corpi idrici CE1\_3, CE1\_4 e ME2\_2) è risultata più compromessa, con valori di indice trofico spesso superiori a 5 in tutte le campagne e a 6 (classe “scadente”) nel mese di febbraio e, in modo meno marcato, di agosto. In febbraio sono stati rilevati, nella zona di mare meridionale, i valori più elevati di clorofilla (da CTD), azoto nitrico e totale, ma anche di silicio da ortosilicati (che non entra nel TRIX).

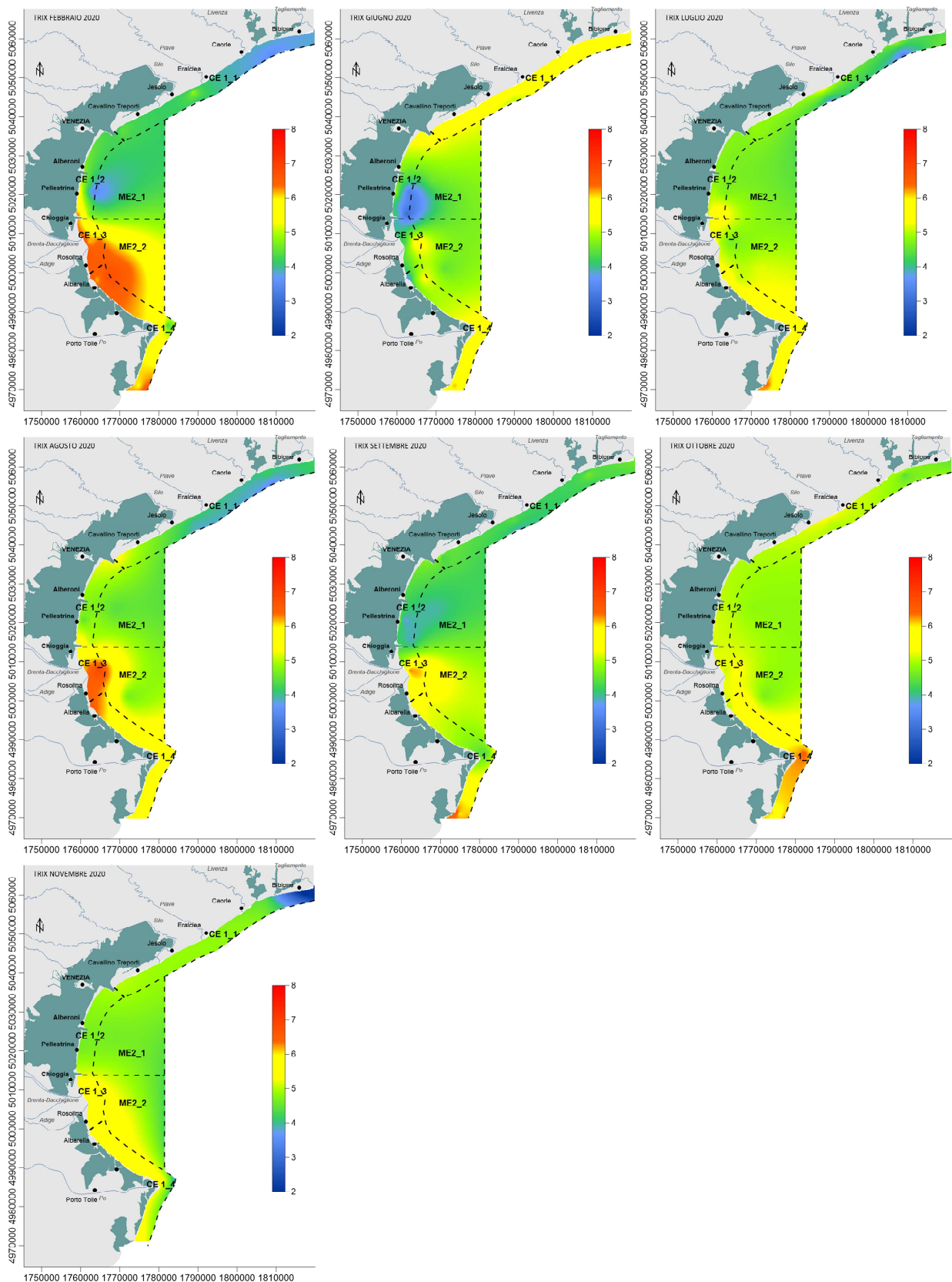


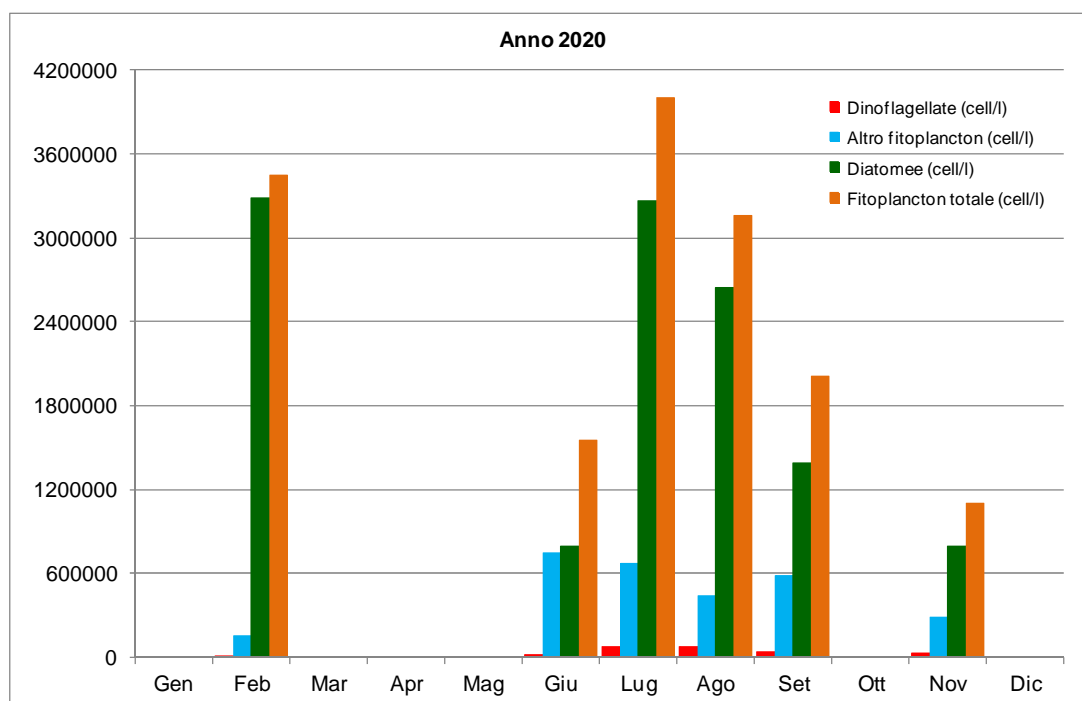
Figura 34: Distribuzione dei valori di TRIX calcolati nelle singole campagne dell'anno 2020

### 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. Per quanto concerne il fitoplancton totale l'intervallo di variazione delle abbondanze fitoplanctoniche è risultato compreso tra un massimo assoluto di 8.651.582 cell/l (rinvenuto nella stazione 10720 ad agosto) ed un minimo assoluto pari a 283.473 cell/l (rinvenuto nella stazione 10080 a febbraio). 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 10720 ad agosto) era caratterizzata dall'elevata presenza di specie plurime di *Chaetoceros* (4.095.611 cell/l) e da *Chaetoceros curvisetus* (1.621.463 cell/l), *Thalassiosira rotula* (1.140.693 cell/l), seguono Prasinophyceae (417.272 cell/l) e Cryptophyceae (383.255 cell/l).

In figura 35 vengono riportate le distribuzioni delle abbondanze di fitoplancton totale, delle Diatomee, delle Dinoflagellate e del gruppo Altro fitoplancton nelle campagne 2020. 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 giugno in cui i due raggruppamenti quasi si equivalgono; generalmente sono molto modeste le abbondanze di Dinoflagellate.



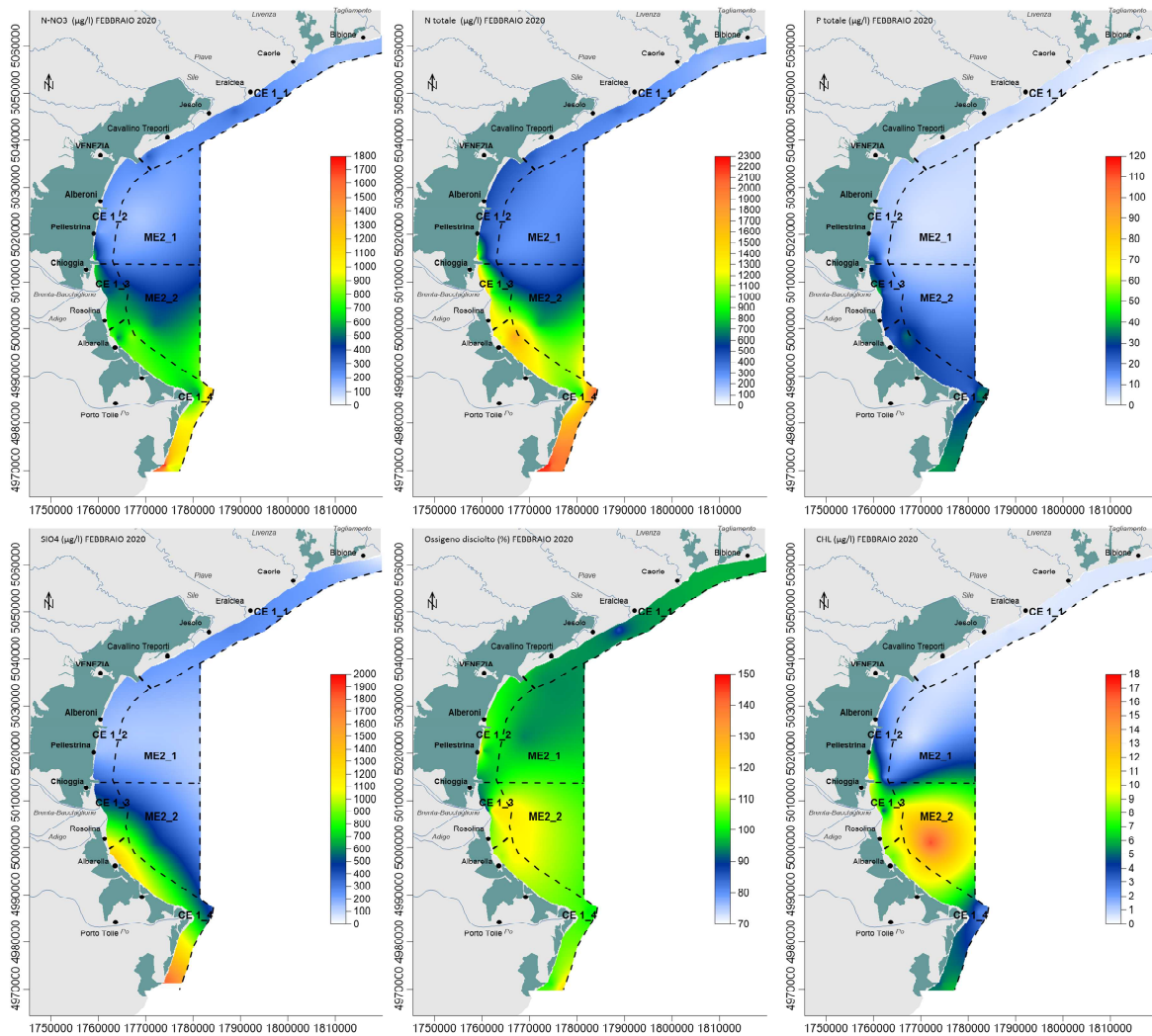
**Figura 35: Valori medi per campagna delle abbondanze fitoplanctoniche (cell/l)**

In dettaglio, i valori medi di abbondanze maggiori (fitoplancton totale) sono osservabili nella campagna di luglio seguito da febbraio e agosto, mentre il valore massimo per il gruppo delle Diatomee è a febbraio e, a seguire, nell'ordine luglio e agosto.

A febbraio le abbondanze più elevate sono registrate nell'area di mare centro-meridionale, con un massimo alla stazione 10820 (6.245.466 cell/l) seguita dalle stazioni 10640 e 10720 con oltre 5 milioni di cell/l; in questo mese i taxa più rappresentativi sono *Skeletonema* spp., con oltre 8.5 milioni di cell/l alla stazione 10820. Nel mese di luglio i valori di abbondanza maggiori sono stati riscontrati alla stazione 10720 (7.179.791 cell/l), seguita dalle due stazioni situate al largo (7-8 km da costa) 40530 e 40720 con oltre 6.6 milioni di cell/l; in questa campagna i taxa predominanti sono *Chaetoceros* spp. e *Thalassiosira rotula*.

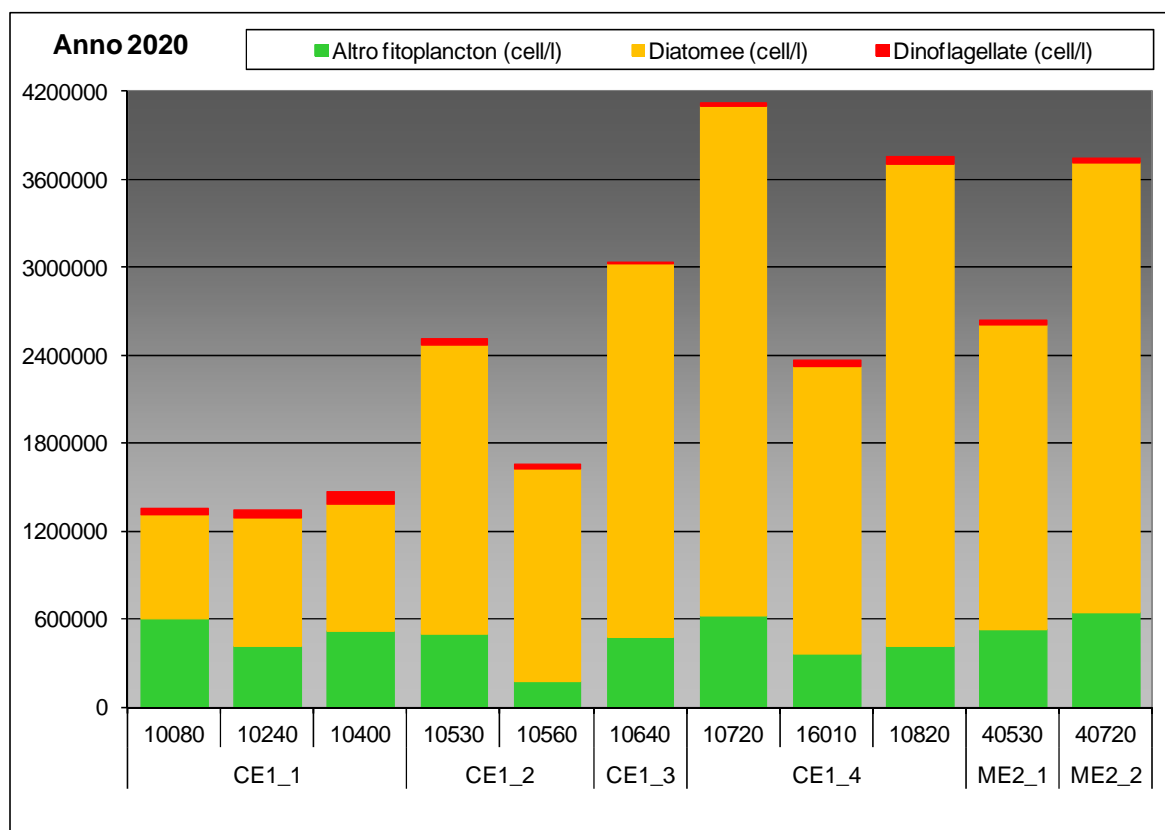
La figura 36 mostra le mappe di distribuzione di alcuni parametri nella campagna di febbraio 2020, rispettivamente azoto nitrico e totale (µg/l), fosforo totale (µg/l), silicio da ortosilicati (µg/l), ossigeno disciolto (%) e clorofilla a (µg/l) rilevati in superficie; si è scelto

di mostrare queste distribuzioni (anche se a luglio le abbondanze di fitoplancton sono state le più elevate) al fine di evidenziare la situazione particolare dell'area costiera meridionale rispetto al resto della costa.



**Figura 36: Mappe di distribuzione di azoto nitrico e totale ( $\mu\text{g/l}$ ), fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ), silicio da ortosilicati ( $\mu\text{g/l}$ ), ossigeno disciolto (%) e clorofilla a ( $\mu\text{g/l}$ ) rilevati in superficie nella campagna di febbraio 2020**

In figura 37 sono riportate invece le abbondanze medie dei diversi raggruppamenti per singola stazione di campionamento nell'anno 2020, 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. Si distingue chiaramente come l'area a sud di Chioggia (dalla st. 10640 alla 10820) e quella al largo (st. 40530 e st. 40720) presentino livelli di abbondanze maggiori rispetto all'area centro-settentrionale (st. da 10080 a 10560), con la sola eccezione della stazione 10530 che presenta un valore medio elevato; la zona meridionale presente inoltre una preponderanza della componente a Diatomee, mentre in alcune stazioni a nord la componente Altro fitoplancton è percentualmente maggiore rispetto al totale. Ovunque risulta scarsamente rappresentata la componente a Dinoflagellate.



**Figura 37: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna categoria indagata per stazione di campionamento**

Nell'anno 2020 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente:

DIATOMEE	
Achnanthes sp.	Dactyliosolen fragilissimus
Amphora sp.	Diatoma sp.
Asterionella formosa	Diploneis sp.
Asterionella gracillima	Ditylum brightwellii
Asteromphalus flabellatus	Ebria tripartita
Bacillariales indet.	Entomoneis sp.
Bacteriastrium delicatulum	Eucampia cornuta
Bacteriastrium furcatum	Fragilaria capucina
Bacteriastrium jadransum	Fragilaria crotonensis
Bacteriastrium sp.	Fragilaria ulna
Cerataulina pelagica	Gomphonema sp.
Ceratium candelabrum	Guinardia flaccida
Ceratium fusus var. seta	Guinardia striata
Ceratium lineatum	Gyrosigma sp.
Ceratium macroceros	Haslea sp.
Ceratium trichoceros	Hemiaulus hauckii
Chaetoceros affinis	Hermesinium adriaticum
Chaetoceros anostomasans	Lauderia annulata
Chaetoceros brevis	Leptocylindrus convexus
Chaetoceros costatus	Leptocylindrus danicus

<b>DIATOMEAE</b>	
Chaetoceros curvisetus	Leptocylindrus mediterraneus
Chaetoceros dadayi	Leptocylindrus sp.
Chaetoceros danicus	Licmophora gracilis
Chaetoceros decipiens	Lioloma pacificum
Chaetoceros diadema	Lithodesmium undulatum
Chaetoceros didymus	Melosira moniliformis
Chaetoceros diversus	Navicula anglica
Chaetoceros laciniosus	Navicula delicatula
Chaetoceros lorenzianus	Navicula distans
Chaetoceros minimus	Navicula sp.
Chaetoceros peruvianus	Nitzschia cf. reversa
Chaetoceros simplex	Nitzschia sp.
Chaetoceros socialis	Paralia sulcata
Chaetoceros sp.	Pleurosigma sp.
Chaetoceros subtilis Cl.	Proboscia alata
Chaetoceros tenuissimus	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia seriata complex
Chaetoceros teres	Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex
Chaetoceros thronsenii	Pseudosolenia calcar-avis
Cocconeis scutellum	Rhizosolenia imbricata
Corethron hystrix	Rhizosolenia setigera
Coscinodiscus concinnus	Skeletonema marinoi
Coscinodiscus sp.	Skeletonema sp.
Cyclotella caspia	Synedra sp.
Cyclotella glomerata	Tabellaria fenestrata
Cyclotella sp.	Tenuicylindrus belgicus
Cyclotella striata	Thalassionema frauenfeldii
Cylindrotheca closterium	Thalassionema nitzschioides
Dactyliosolen blavyanus	Thalassiosira rotula

<b>DINOFLAGELLATE</b>	
Akashiwo sanguinea	Oxytoxum scolopax
Alexandrium minutum	Oxytoxum sp.
Alexandrium sp.	Oxytoxum variabile
Alexandrium tamarense	Oxytoxum viride
Amylax sp.	Peridinium quinquecorne
Dinophyceae indet.	Podolampas palmipes
Dinophysis caudata	Prorocentrum compressum
Dinophysis rotundata	Prorocentrum gracile
Dinophysis sacculus	Prorocentrum micans
Diplopsalis sp.	Prorocentrum minimum
Gonyaulax polygramma	Protoperidinium crassipes
Gonyaulax sp.	Protoperidinium depressum
Gonyaulax spinifera	Protoperidinium diabolium
Gymnodinales indet.	Protoperidinium divergens
Gymnodinium sp.	Protoperidinium leonis

<b>DINOFLAGELLATE</b>	
Gyrodinium fusiforme	Protopteridinium sp.
Heterocapsa sp.	Protopteridinium steinii
Karenia sp.	Protopteridinium subinermis
Kofooidinium velleoides	Pselodinium vaubanii
Mesoporos perforatus	Scrippsiella trochoidea
Minuscula bipes	Tecati sp.
Noctiluca scintillans	Torodinium robustum
Oxytoxum cf. caudatum	Tripos furca
Oxytoxum sceptrum	

<b>ALTRO FITOPLANCTON</b>	
Actinastrum sp.	Leucocryptos marina
Altro Fitoplancton indet.	Meringosphaera mediterranea
Anabaena sp.	Meringosphaera sp.
Ankistrodesmus sp.	Oltmannsiella lineata
Apedinella spinifera	Oltmannsiella sp.
Chrysochromulina parkeae	Oscillatoria sp.
Chrysochromulina sp.	Pediastrum sp.
Crucigenia tetrapedia	Prasinophyceae indet.
Cryptophyceae indet.	Prymnesiophyceae indet.
Crysophyceae indet.	Pyramimonas spp.
Dictyocha fibula	Raphidophyceae indet.
Dinobryon coalescens	Scenedesmus obliquus
Dinobryon sp.	Scenedesmus quadricauda
Euglena sp.	Scenedesmus sp.
Euglenophyceae indet.	Synura sp.
Eutreptia sp.	Syracosphaera sp.
Eutreptiella sp.	Tetraselmis sp.

Sono state rinvenute, nelle campagne realizzate nel 2020, 177 varietà di fitoplancton di cui 166 a livello di genere o specie e 11 identificate a livello di classe o di entità non determinate. I taxa si sono così ripartiti:

<b>Gruppo</b>	<b>N° taxa</b>	<b>% del gruppo sul totale di individui</b>
Diatomee	96	79.65
Dinoflagellate	47	1.51
Altro fitoplancton	34	18.84

Rispetto all'anno precedente nel 2020 è aumentato il numero di taxa passando da 163 a 177; l'incidenza percentuale dell'abbondanza di Diatomee sul totale di individui è ancora aumentata rispetto agli anni precedenti (58.38% nel 2018 e 68.6% nel 2019), è diminuita invece la percentuale di Dinoflagellate (dal 5.3% del 2019), così come per il raggruppamento Altro fitoplancton che continua a calare rispetto agli anni precedenti (38.1% nel 2018 e 26.1% nel 2019).

### 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 2020 sono stati rilevati in modo sporadico *Alexandrium tamarense* (15 campioni su 54, 27.8%), *Dinophysis* spp. (11 campioni, 20.4%); *Gymnodinium catenatum*, *Lingulodinium polyedrum*, *Ostreopsis cf ovata* e *Ostreopsis* sp. e *Protoceratium reticulatum* non sono mai stati individuati, mentre *Alexandrium minutum* e *Pseudo-nitzschia* spp. sono le specie più frequentemente ritrovate nei campioni analizzati, rispettivamente con 37 (68.5%) e 53 campioni (98.1%) sui 54 analizzati.

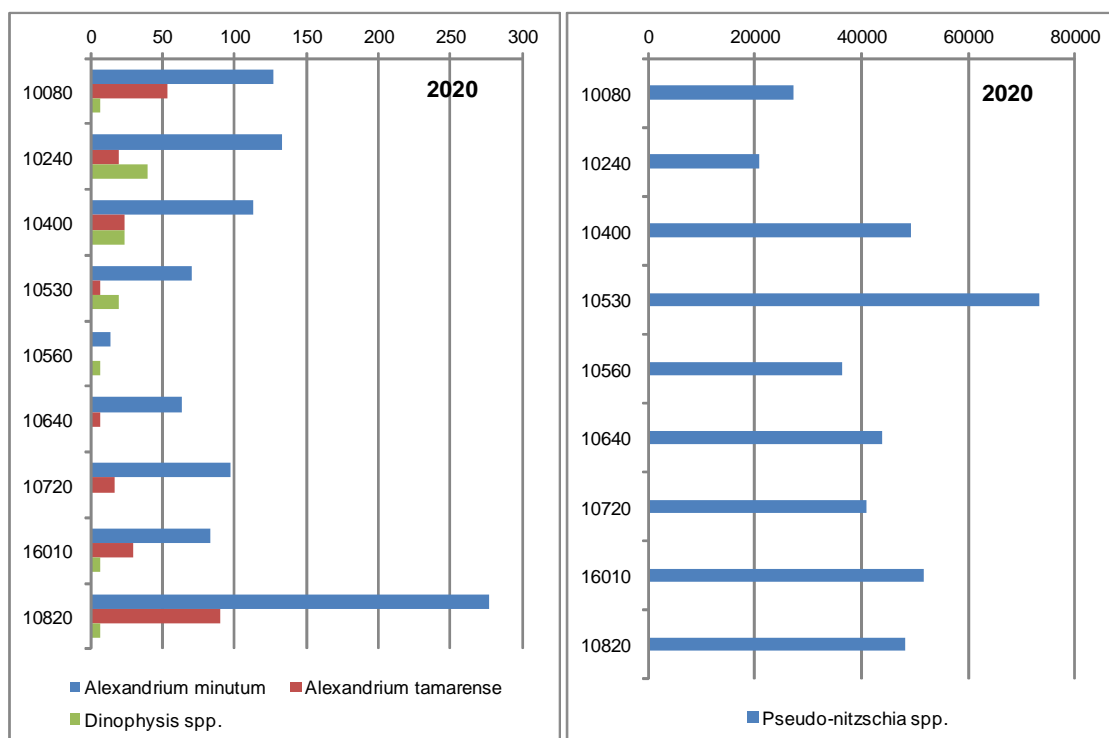
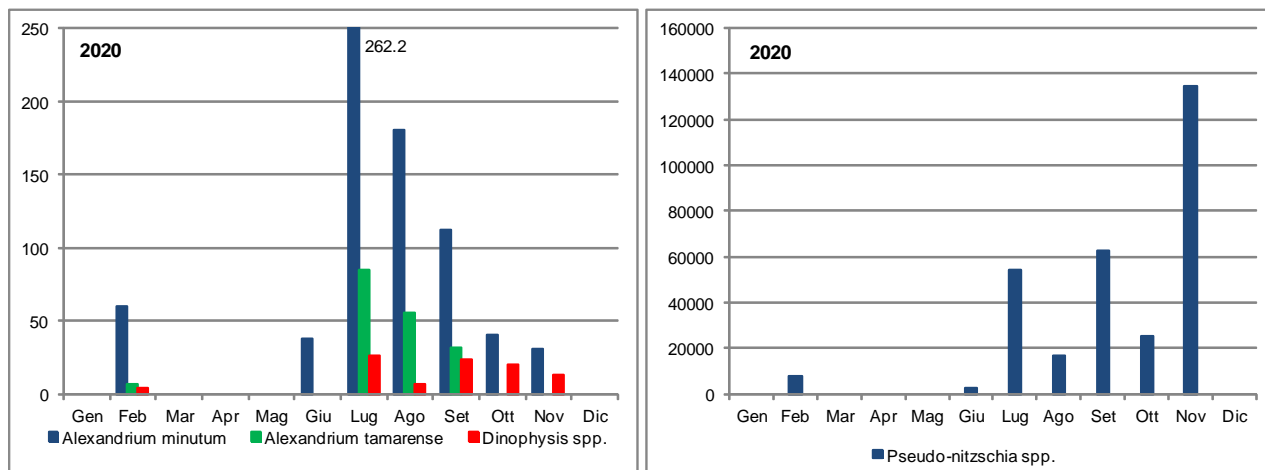


Figura 38: Valori medi annui delle abbondanze di ciascuna specie indagata per stazione di campionamento

La distribuzione spaziale dei valori medi calcolati sulle campagne eseguite nel 2020 rappresentata in figura 38 mostra come le specie *Alexandrium minutum*, *Alexandrium tamarense* e *Dinophysis* spp. siano presenti lungo tutta la costa, soprattutto nelle aree influenzate da apporti fluviali, e quindi scarsamente presenti nell'area antistante la laguna di Venezia; anche *Pseudo-nitzschia* spp. è presente su tutta la fascia costiera, ma con abbondanze elevate un po' ovunque e il valore medio più alto alla stazione 10530 situata nella zona di mare antistante la laguna (Venezia S.Pietro in Volta). In questa stazione è registrato il valore di abbondanza massimo per *Pseudo-nitzschia* spp. con 182.300 cell/l, seguito dalla stazione 16010 (foce Po di Pila) con 180.460 cell/l; entrambe le abbondanze sono state rilevate nel mese di novembre.



Il valore medio mensile più elevato, sempre di *Pseudo-nitzschia* spp., lo si è riscontrato proprio a novembre (Fig. 39), con abbondanze elevate (superiori a 100.000 cell/l) lungo tutta la costa; 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 più elevati nei mesi estivi (luglio, agosto), come appare nel grafico di sinistra della figura 39.



**Figura 39: Valori medi delle abbondanze di ciascuna specie indagata per campagna di campionamento**

Nel corso del 2020 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 la 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 principalmente 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 2020 non è stata riscontrata la presenza delle specie sopra elencate in alcuna delle matrici analizzate (substrato duro e/o macroalga e acqua), con la sola eccezione di *Prorocentrum lima* rilevato nel campione di acqua prelevato a ottobre presso la stazione 10725 dell'area di Rosolina – Albarella, con una abbondanza molto ridotta pari a 80 cell/l.

#### 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 2020 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, ed Esabromociclododecano (HBCDD) (Dicofol e HBCDD sono previsti su matrice biota), la Cipermetrina è stata analizzata su pochi campioni per la messa a punto della metodologia (ma con LOQ non conforme), mentre PFOS e derivati sono stati analizzati anche su matrice acqua nonostante la matrice di elezione fosse 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). Come per il triennio 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 2020 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 tutte le stazioni monitorate. 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 una presenza del contaminante in quasi tutti i campioni, con concentrazioni comunque inferiori all'SQA-CMA (Concentrazione Massima Ammissibile per un singolo campione). Si sono inoltre osservate alcune presenze in acqua (cioè valori puntuali quantificabili, superiori al LOQ) per i parametri Di(2etiltiltalato), Nichel e Piombo, ma solo per quest'ultimo il valore medio calcolato per stazione risulta superiore al LOQ (alla stazione 10240 di Jesolo). 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 (prevalentemente nelle stazioni dell'area centro-settentrionale di costa) e PFBA (PerfluoroButanoic Acid) (nell'area meridionale). Ai fini della classificazione si è ritenuto 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.

### **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.

In tabella 8 sono elencati i parametri indagati nel corso del monitoraggio 2020, con indicate le stazioni dove sono avvenuti i rilevamenti (dati puntuali). Come negli anni precedenti (2018 e 2019) i riscontri dei parametri Metolachlor e Terbutilazina+Desetilterbutilazina sono avvenuti lungo tutta la costa; si aggiunge la Desetilatrizona, prevalentemente nell'area settentrionale di costa, mentre altri analiti risultano con presenze sporadiche. I rilevamenti sono avvenuti nelle campagne effettuate a giugno e a novembre; il calcolo del valore medio per stazione non ha mostrato comunque evidenze di superamenti degli SQA-MA.

FITOFARMACI ANALIZZATI NEL 2020		PRESENZA (Valori >LOQ)	
PARAMETRO	Tab.	STAZIONI	MESE
4-4' DDT	1/A		
Aclonifen	1/A		
Alachlor	1/A		
Aldrin+Dieldrin+Endrin+Isodrin	1/A		
Atrazina	1/A		
Chlorpiriphos	1/A		
Cibutrina	1/A		
Cipermetrina	1/A		
Clorfenvinfos	1/A		
DDT totale	1/A		
Dichlorvos	1/A		
Diuron	1/A		
Endosulfano (miscela isomeri)	1/A		
Eptacloro+Eptacloro epossido	1/A		
Esaclorocicloesano (isomeri)	1/A		
Isoproturon	1/A		
Quinoxifen	1/A		
Simazina	1/A		
Terbutrina	1/A		
Trifluralin	1/A		
2,4 - D	1/B		
Acido 2,4,5-triclorofenossiacetico (2,4,5 T)	1/B		
Azinfos-Metile	1/B		
Bentazone	1/B	10080	giugno
Dimetoato	1/B		
Linuron	1/B		
Mcpa	1/B		
Mecoprop	1/B		
Terbutilazina	1/B	10080, 10240, 10400, 10530, 10720, 16010, 10820, 40720	giugno
Desetilterbutilazina		10080, 10240, 10400, 10530, 10560, 10640, 10720, 16010, 10820, 40530, 40720	giugno, novembre
Acetochlor			
Atrazina desisopropil			
Azoxystrobin			
Boscalid			
Chlorpiriphos metile			
Clomazone			
Cloridazon			

FITOFARMACI ANALIZZATI NEL 2020		PRESENZA (Valori >LOQ)	
PARAMETRO	Tab.	STAZIONI	MESE
Cyprodinil			
Desetilatrazina		10080,10240, 10400, 10560, 40720	novembre
Dicamba			
Difenoconazolo			
Dimetenamide			
Dimetomorf		10080, 10240, 10400	giugno
Eptacloro epossido			
Eptacloro			
Etofumesate			
Fenhexamid			
Fludioxonil			
Flufenacet			
Fluopicolide		10240, 10400	giugno
Imidacloprid			
Iprovalicarb			
Lenacil			
Metalaxil-M + Metalaxil			
Metamitron			
Metazaclor			
Metolachlor		10080, 10240, 10400, 10530, 10560, 10640, 10720, 16010, 10820, 40530, 40720	febbraio, giugno, novembre
Metolachlor ESA		10820	ottobre
Metossifenozone			
Metribuzina		10080	giugno
Molinate			
Nicosulfuron		10080	giugno
Oxadiazon			
Penconazolo			
Pendimetalin			
Propamocarb			
Propanil			
Propazina			
Propiconazolo			
Propizamide			
Pyrimethanil			
Quizalopof-etile			
Rimsulfuron			
Spiroxamina			
Tebuconazolo			
Tebufenozide			
Tetraconazole			
Tiofanate-metil			

**Tabella 8: Prodotti fitosanitari monitorati nel 2020 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 2020 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 2020, 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 2020 non è stata rilevata la presenza di Sassinossina (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 le due specie di pesce più facilmente reperibili (*Liza ramada* LT=2, *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 2020 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, Esabromociclododecano e DDT (somma dei quattro isomeri o,p e p,pDDT, p,pDDE e p,pDDD) presentano in tutti i campioni valori inferiori al LOQ (5µg/kg p.u.); di questi l'Esaclorobenzene ha il LOQ superiore all'SQA ricalcolato per il livello trofico. Sono stati analizzati inoltre PFOS (PerfluoroOctane

Sulfonat), isomero lineare, presente in due campioni (prelevati nei due corpi idrici al largo) ma con concentrazioni nettamente inferiori all'SQA-MA del Decreto e a quello ricalcolato per livello trofico (LOQ pari a 0.1µg/kg p.u.), e infine Eptacloro + Eptacloro Epossido, tutti i campioni con concentrazioni inferiori al LOQ che però non è conforme (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	BIOTA	SQA-MA Dlgs 172/15	SQA-MA MLG 143/16 per TL 3	LOQ richiesto	LOQ ARPA Veneto
Difenileteri bromurati	Pesce TL 3	0.0085	0.005	0.0015	0.004
2-4' DDT + 4-4' DDD + 4-4' DDE + 4-4' DDT	Pesce TL 3	50 o 100	50 o 100	15 o 30	5
Esaclorobenzene (HCB)	Pesce TL 3	10	3.7	1.11	5
Esaclorobutadiene (HCBd)	Pesce TL 3	55	55	16.5	5
Mercurio disciolto (Hg)	Pesce TL 3	20	9.1	2.73	6
Dicofol	Pesce TL 3	33	33	9.9	in corso di verifica
PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat)	Pesce TL 3	9.1	4.42	1.33	0.1
Esabromociclododecano (HBCDD)	Pesce TL 3	167	61.55	18.47	5
Eptacloro ed eptacloro epossido	Pesce TL 3	0.0067	0.0067	0.002	5
Fluorantene	Mitili TL 2	30	30	9	2
Benzo(a)pirene	Mitili TL 2	5	5	1.5	1
Diossine e composti diossina-simili	Mitili TL 2	0.0065µg/kg TEQ	0.0065µg/kg TEQ	0.00195	0.000124 (upper bound)
					0.0000622 (medium bound)

**Tabella 9: SQA biota del D.Lgs 172/2015, corretti per il livello trofico (3 per *Gobius niger*) e riportati all'organismo intero, e LOQ richiesto (30%SQA). (Legenda: TL=livello trofico; n.a.=non applicabile; in rosso i LOQ non conformi)**

2020	Specie	TL	Difenileteri bromurati	Mercurio (Hg)	Eptacloro + Eptacloro epossido	Esaclorobenzene	Esaclorobutadiene	Esabromociclododecano	PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat)	DD's totali
CE1_1	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
CE1_2	<i>Gobius niger</i>	3	>SQA-MA	>SQA-MA	<LOQ	<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	<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 2020 (Legenda: TL=livello trofico)**

### **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). Il Decreto lascia comunque la possibilità di utilizzare il sedimento per la classificazione di stato chimico (parametri di Tab. 2/A, gli altri vanno analizzati in acqua e/o biota) e della classificazione di stato ecologico (Tab. 3/B); è presente inoltre la tabella 3/A che riporta standard di qualità ambientale nei sedimenti dei corpi idrici marino costieri e di transizione ai fini della selezione dei siti per l'analisi di tendenza. Si segnala che il nichel non presenta alcun SQA nelle tre tabelle citate (2/A, 3/A, 3/B). Ai fini della classificazione di stato chimico in Veneto il sedimento non è utilizzato.

La collocazione delle stazioni in cui vengono attuati i controlli deriva da quella a suo tempo individuata ai sensi del Programma di controllo delle acque marine costiere per la Legge 979/82 "Disposizioni per la difesa del mare" ("Le stazioni di prelievo per l'analisi dei sedimenti dovranno essere individuate, a seconda della geomorfologia del tratto costiero considerato, in corrispondenza della fascia di sedimentazione della frazione pelitica"), con successivo adeguamento a seguito della individuazione dei corpi idrici.

I sedimenti provenienti da foci fluviali presenti nella costa veneta, a causa del sistema di correnti di circolazione antioraria, tipico del periodo invernale, e dell'effetto legato alla movimentazione ondosa vengono trasportati e ridistribuiti verso il largo in direzione sud-est; le frazioni grossolane si ridistribuiscono sottocosta mentre quelle fini vengono trasportate più ampiamente verso il largo e verso sud (Frascari *et al.*, 2000). La frazione pelitica costituisce, all'analisi granulometrica, la componente con diametro inferiore a 0,063 mm; segue la componente a sabbia con diametro compreso tra 0,063 mm e 2 mm, ed infine la ghiaia con diametro superiore a 2 mm (ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio-Servizio Difesa Mare, 2001. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento). La scelta, a suo tempo effettuata, di utilizzare come discriminante per il posizionamento delle stazioni la percentuale di componente pelitica sta nel fatto che i contaminanti non si distribuiscono in modo omogeneo nelle varie frazioni che compongono il sedimento, ma si concentrano maggiormente in quelle più fini ove la maggiore superficie ne consente l'adsorbimento in quantità superiore.

In questa matrice i composti analizzati nel 2020 sono Idrocarburi Policiclici Aromatici, PoliCloroBifenili, organostannici, Diossine e composti diossina simile (DL), PFAS, Polibromodifenileteri (PBDE), metalli e pesticidi, oltre a saggi ecotossicologici. Per quanto attiene i rilevamenti effettuati nel corso del 2020 presso le stazioni dei corpi idrici veneti, per la maggior parte delle sostanze sono state osservate concentrazioni superiori agli standard di riferimento indicati dal D.Lgs. 172/2015 per alcuni parametri tra cui prevalentemente i metalli (mercurio nell'area settentrionale di costa, cadmio e cromo in quella meridionale). Permane la situazione di contaminazione da vari IPA riscontrata nel corso degli anni presso la stazione 10532 posta a 8.3km dalla costa, con batimetrica di 18m, situata in vicinanza dell'area di stazionamento delle navi del traffico navale (mercantile e passeggeri) diretto ai corridoi di entrata al Porto di Venezia e a quello di Chioggia; il sedimento in questa zona presenta una percentuale pelitica bassa (63%) rispetto alle altre stazioni della rete di monitoraggio (anche per l'assenza di foci nell'areale antistante Venezia) e il riscontro di IPA in questa stazione fa supporre plausibilmente che i contaminanti non siano di provenienza fluviale bensì legati al traffico navale. Per PFAS e PBDE nel D.Lgs. 172/2015 non sono espressi SQA, ma rientrano nelle sostanze da monitorare ai fini dell'analisi di tendenza. Per quanto riguarda i PBDE solo le stazioni 16012 (Po di Pila) e 10822 (Po di Tolle) presentano concentrazioni quantificabili

(rispettivamente 0.2 e 0.07µg/kg s.s., con LOQ=0.07µg/kg s.s.), mentre tutti i PFAS risultano inferiori al LOQ (0.05 µg/kg s.s.).

In tabella 15 si riportano in dettaglio le situazioni rilevate nelle singole stazioni dei diversi corpi idrici, per quanto riguarda i parametri delle tabb. 2/A, 3/A, 3/B del D.Lgs. 172/2015.

ANNO 2020				Tabb. 2/A (stato chimico) e 3/A (selezione dei siti) D.Lgs. 172/2015		Tab. 3/B D.Lgs. 172/2015 (stato ecologico)	
CORPO IDRICO	STAZIONE	distanza da costa	profondità fondale (m)	>SQA-MA	>SQA-MA + 20%	>SQA-MA	>SQA-MA + 20%
CE1_1	10082	3704.0	13.0		Mercurio		
	10242	3518.8	14.0		Cadmio		
	30402	3704.4	13.0		Mercurio		
CE1_2	30532	3704.0	14.0		Mercurio, Esaclorobenzene		
	10562	3333.6	16.0		Mercurio		
CE1_3	30642	3704.0	19.0		Cadmio, Mercurio		
CE1_4	30722	3704.0	13.5		Cadmio		
	16012	740.8	13.0		Cadmio		Cromo
	10822	3704.0	15.0	Diossine e composti DL	Cadmio	PCB, Benzo(k)fluorantene	Cromo
ME2_1	10532	8334.0	18.0	Benzo(ghi)perilene	Cadmio, Diossine e composti DL, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Benzo(k)fluorantene, Fluorantene, Esaclorobenzene	Arsenico	
ME2_2	10722	7233.0	21.0		Cadmio, Mercurio, Diossine e composti DL		

**Tabella 11: Superamenti di SQA e di SQA+20% per i parametri chimici in sedimento presso le stazioni di monitoraggio**

Le batterie di saggi associate alle indagini chimiche (Saggio algale su *Phaeodactylum tricorutum*; saggio con *Brachionus plicatilis*; test Microtox con *Vibrio fischeri* su fase liquida; test Sediment Toxicity Index-STI con *Vibrio fischeri* su fase solida) hanno sempre evidenziato assenza di tossicità in tutti i campioni ad eccezione del test con *Vibrio fischeri* su fase solida che ha mostrato lieve tossicità nei sedimenti delle stazioni 10242 (al largo di Jesolo), 16012 e 10822 antistanti il delta del Po.

## 7 STATO CHIMICO E STATO ECOLOGICO: VALUTAZIONE PARZIALE 2020

### 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, laddove possibile, 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 12 si riporta la situazione relativa all'anno 2020 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-CMA solo per PFOS (PerfluoroOctane Sulfonat), mentre non vi è stato alcun superamento di SQA-MA (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. Nel biota/molluschi (*Mitylus galloprovincialis*) le analisi previste hanno mostrato l'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	DISTRETTO	ACQUA			BIOTA ( <i>Gobius niger</i> )		BIOTA ( <i>Mitylus g.</i> )		STATO complessivo 2020
		>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	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO
ME2_2	AO	PFOS		Non Buono	Mercurio, PBDE	Non Buono		Buono	NON BUONO

Tabella 12: Situazione di stato chimico parziale nell'anno 2020 (valutato per singola stazione)

## 7.2 Aggiornamento stato ecologico

### 7.2.1 Elementi di Qualità Biologica

Nel 2020 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 settembre, ottobre e dicembre 2020 per la campagna autunnale, e quella primaverile è stata posticipata al 2021. Poiché le analisi sui campioni di macroinvertebrati bentonici sono tuttora in corso, le risultanze verranno descritte nel rapporto annuale successivo.

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 quali-quantitativa 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 indicava l'adozione dei nuovi criteri di classificazione (nota Prot. 4774 del 07/03/2018); tali criteri modificano quelli di cui al 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", disponibile in SINTAI; anche in questo caso sono previsti valori e *boundaries* differenti per macrotipo marino-costiero, invece la metrica suggerita è eguale per tutti i macrotipi ed è la media geometrica.

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

seguinte tabella 13 la classe è calcolata secondo le modalità indicate dalla Decisione del 2018.

ANNO 2020				STATO Decisione 2018/229			
MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	METRICA	[Clorofilla a]		RQE normalizzato	
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Media geometrica	1.1	Elevato	1.02	Elevato
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali		1.6	Elevato	0.92	Elevato
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali		1.5	Elevato	0.93	Elevato
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po		2.1	Buono	0.84	Buono
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali		1.3	Buono	0.65	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali		1.5	Buono	0.61	Buono

Tabella 13: Esiti dell'EQB Fitoplancton (clorofilla a) per corpo idrico nel 2020

Risulta evidente che l'applicazione dei valori di riferimento della Decisione 2018/229 distingue l'area centro settentrionale (in stato elevato) da quella a sud della laguna di Venezia (in stato buono). In questo anno, come risulta dalla tabella 13, vi è concordanza tra i risultati espressi in concentrazione di clorofilla a e quelli espressi in RQE normalizzato; in casi di 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. 14) 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; anche nel 2020 lo stato Buono caratterizza i corpi idrici situati nella parte centro-settentrionale di mare (CE1\_1, CE1\_2 e ME2\_1), mentre il valore soglia viene superato dai corpi idrici costieri CE1\_3 e CE1\_4 e al largo ME2\_2, localizzati nella parte meridionale di mare (stato sufficiente), interessata dai maggiori apporti di sostanze nutritive.

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	LIMITE DI CLASSE	TRIX 2020	STATO 2020
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	5.0	4.8	Buono
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	5.0	4.8	Buono
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	5.0	5.4	Sufficiente
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	5.0	5.5	Sufficiente
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	4.5	4.5	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	4.5	4.9	Sufficiente

Tabella 14: Stato degli elementi chimico fisici a supporto per ciascun corpo idrico nel 2020

### 7.2.3 Esito del processo di classificazione ecologica – fase I

In tabella 15 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 elevato per il c.i. CE1\_3 o buono per CE1\_4 e ME2\_2, il

superamento della soglia per gli elementi chimico fisici a sostegno penalizza lo stato portandolo a Sufficiente. Degli altri c.i. quelli costieri (CE1\_1, CE1\_2) risultano in stato Elevato e quello al largo della laguna di Venezia (ME2\_1) 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	Sufficiente	Sufficiente
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Buono	Sufficiente	Sufficiente
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Buono	Buono	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Buono	Sufficiente	Sufficiente

**Tabella 15: Esito della prima fase di classificazione ecologica nel 2020**

#### 7.2.4 Elementi chimici a sostegno

Nel corso del 2020 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.

Nella tabella 16/A si riportano le presenze (>LOQ), i superamenti del 30% SQA-MA e lo stato nel 2020 per ciascuna stazione dei corpi idrici dei due Distretti; si associa (Tab. 16/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 non presente nel c.i. CE1\_3, comportando l'attribuzione di stato Elevato.

CORPO IDRICO	STAZIONE	Media annua >LOQ (presenza)	>30% SQA-MA	STATO 2020 per stazione	STATO 2020 per c.i.
CE1_1	10080	Arsenico, Terbutilazina + Desetilterbutilazina, Pesticidi totali		ELEVATO	BUONO
CE1_1	10240	Arsenico, Terbutilazina + Desetilterbutilazina, Pesticidi totali		ELEVATO	
CE1_1	10400	Arsenico, Terbutilazina + Desetilterbutilazina, Pesticidi totali	Arsenico	BUONO	
CE1_2	10530	Arsenico, Terbutilazina + Desetilterbutilazina, PFBA (PerfluoroButyric Acid), Pesticidi totali	Arsenico	BUONO	BUONO
CE1_2	10560	Arsenico	Arsenico	BUONO	
CE1_3	10640	Arsenico, PFBA (PerfluoroButyric Acid)		ELEVATO	ELEVATO
CE1_4	10720	Arsenico, Terbutilazina + Desetilterbutilazina, PFBA (PerfluoroButyric Acid), Pesticidi totali		ELEVATO	BUONO
CE1_4	16010	Arsenico, PFBA (PerfluoroButyric Acid), Pesticidi totali		ELEVATO	
CE1_4	10820	Arsenico, PFBA (PerfluoroButyric Acid), Pesticidi totali	Arsenico	BUONO	
ME2_1	40530	Arsenico	Arsenico	BUONO	BUONO
ME2_2	40720	Arsenico, PFBA (PerfluoroButyric Acid), Pesticidi totali	Arsenico	BUONO	BUONO

A

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

B

Tabella 16: Situazione delle diverse stazioni dei corpi idrici relativamente agli altri inquinanti specifici (A) e ad altri pesticidi singoli (B) nel 2020

### 7.2.5 Esito del processo di classificazione ecologica – fase II

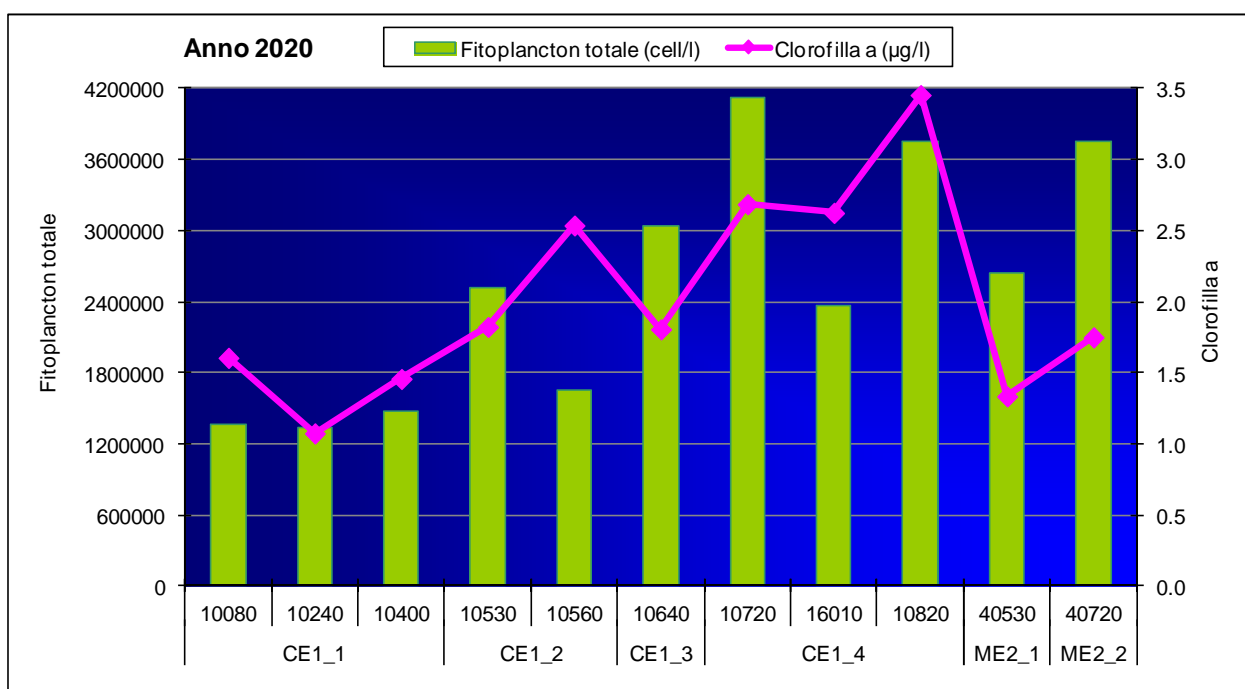
In tabella 17 l'esito della Fase I viene integrato dalle risultanze delle indagini chimiche per la definizione dello stato ecologico. I corpi idrici costieri CE1\_3 (a sud della laguna di Venezia) e CE1\_4 (antistante il delta del Po) e quello meridionale al largo ME2\_2 risultano in stato Sufficiente; tutti gli altri sono in stato buono. Nell'anno 2020 il fattore che ha condizionato lo stato dei tre c.i. CE1\_3, CE1\_4 e ME2\_2 è rappresentato dagli elementi chimico-fisici a supporto (TRIX).

MACROTIPO	CORPO IDRICO	DISTRETTO	GIUDIZIO FASE I	ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO	STATO ECOLOGICO 2020
MACROTIPO I	CE1_1	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Buono
MACROTIPO I	CE1_2	Alpi Orientali	Elevato	Buono	Buono
MACROTIPO I	CE1_3	Alpi Orientali	Sufficiente	Elevato	Sufficiente
MACROTIPO I	CE1_4	Fiume Po	Sufficiente	Buono	Sufficiente
MACROTIPO II	ME2_1	Alpi Orientali	Buono	Buono	Buono
MACROTIPO II	ME2_2	Alpi Orientali	Sufficiente	Buono	Sufficiente

Tabella 17: Esito della seconda fase di classificazione ecologica e stato ecologico parziale nel 2020

## 8 DISCUSSIONE

L'apporto dei vari fiumi, le cui foci caratterizzano la fascia costiera veneta, ha come 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, generalmente più evidenti nei transetti prossimi a foci fluviali, nell'anno 2020 risultano poco evidenti probabilmente per i maggiori apporti fluviali che condizionano sia i parametri chimico-fisici (salinità, trasparenza, temperatura) che quelli chimici (in particolare le sostanze nutritive) tanto che le stazioni al largo risultano avere concentrazioni confrontabili con quelle sottocosta, se non addirittura maggiori. Dall'esame delle figure relative ai nutrienti nel capitolo 6.1- MATRICE ACQUA e di quella relativa a clorofilla a e fitoplancton (Fig. 40), si nota che le concentrazioni sono più elevate soprattutto nel tratto di costa meridionale posta sotto l'influenza degli apporti dei maggiori fiumi (dal transetto 64 in giù); per contro i valori medi di salinità e trasparenza risultano minori in quest'area a conferma del rilevante contributo dovuto all'ingresso di acque continentali nel bacino.



**Figura 40: Distribuzione spaziale delle abbondanze fitoplanctoniche medie (cell/l) e della concentrazione media di Clorofilla a (µg/l, determinata analiticamente) nell'anno 2020**

In figura 40 (nel grafico è utilizzata la clorofilla a determinata analiticamente), va segnalato come le concentrazioni medie di clorofilla siano più elevate alle stazioni del c.i. CE1\_4, con massimi alla stazione 10820-Po di Tolle, mentre il valore medio più alto per il fitoplancton si osserva alla stazione 10720 a 500m da costa e nella corrispondente stazione più esterna del transetto, la 40720 situata a circa 7km da costa, per le abbondanze elevate riscontrate a luglio e ad agosto.

Dall'analisi dei risultati relativi alla matrice acqua, riportata nel paragrafo 6.1, emerge dunque un denominatore comune: i valori massimi e la maggiore dispersione di molti parametri chimici e fisici sono stati rilevati presso le stazioni dei transetti più fortemente condizionati dagli apporti fluviali (024 e 040 a nord, 064, 072, 601 e 082 a sud).

I valori dei coefficienti di correlazione lineare di Bravais e Pearsons per tutti i dati di superficie sono riportati in tabella 18 per le stazioni poste a 500 m dalla costa, mentre nelle

tabelle 19 e 20 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 via via più alta allontanandosi da costa, contrariamente a quanto risultava l'anno precedente. A tutte la distanze la salinità risulta fortemente correlata in senso negativo con tutti i sali nutritivi (eccettuato l'azoto ammoniacale) e con azoto e fosforo totali, la trasparenza solo nelle stazioni più esterne. Nelle stazioni a 500m la salinità è risulta avere una forte correlazione inversa (-0.90) con il silicio da ortosilicati (data la provenienza esogena), mentre manca la correlazione significativa con la clorofilla che era presente nei dati 2019; è ovviamente ben marcata invece (+0.98) la correlazione tra fitoplancton totale e la sua componente fondamentale, rappresentata dalle diatomee, mentre manca correlazione con dinoflagellate e altro fitoplancton.

La presenza di forti correlazioni positive, alle diverse distanze da costa, tra i diversi nutrienti 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.

2020	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH <sub>4</sub> (µg/l)	N-NO <sub>2</sub> (µg/l)	N-NO <sub>3</sub> (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO <sub>4</sub> (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	Si-SiO <sub>4</sub> (µg/l)	Diatomee (cell/l)	Dinoflagellate (cell/l)	Altro fitoplancton (cell/l)	Fitoplancton totale (cell/l)	Chl. a analitica (mg/m <sup>3</sup> )	TRIX (Chl da ctd)	TRIX (Chl analisi)
Temp. (°C)	0.07	<b>0.58</b>	0.21	<b>-0.37</b>	<b>-0.32</b>	<b>0.36</b>	<b>-0.34</b>	<b>-0.51</b>	<b>-0.38</b>	0.01	<b>0.50</b>	-0.23	0.03	<b>0.57</b>	<b>0.38</b>	0.11	<b>0.36</b>	-0.03	0.18
Salin. (PSU)		<b>-0.33</b>	<b>-0.10</b>	-0.13	<b>0.47</b>	-0.23	<b>-0.48</b>	<b>-0.63</b>	<b>-0.62</b>	<b>-0.42</b>	<b>-0.41</b>	<b>-0.90</b>	<b>-0.36</b>	0.10	-0.12	<b>-0.39</b>	-0.14	<b>-0.44</b>	<b>-0.46</b>
OD (%)			<b>0.40</b>	-0.02	<b>-0.34</b>	<b>0.31</b>	-0.06	-0.14	-0.06	0.12	<b>0.58</b>	0.13	<b>0.47</b>	<b>0.41</b>	0.16	<b>0.50</b>	<b>0.60</b>	<b>0.40</b>	<b>0.58</b>
pH				-0.01	-0.13	0.05	<b>-0.36</b>	-0.24	-0.19	-0.26	0.10	0.09	0.22	0.26	0.24	0.26	0.20	-0.04	-0.02
Chl. a da CTD (µg/l)					0.07	<b>-0.29</b>	<b>0.35</b>	<b>0.36</b>	<b>0.47</b>	-0.10	0.11	0.21	<b>0.58</b>	-0.14	<b>-0.32</b>	<b>0.52</b>	<b>0.31</b>	<b>0.68</b>	<b>0.42</b>
Trasp. (m)						-0.17	-0.20	-0.03	-0.12	-0.13	<b>-0.55</b>	<b>-0.39</b>	-0.11	-0.04	-0.18	-0.14	-0.26	-0.24	-0.34
N-NH <sub>4</sub> (µg/l)							0.16	0.00	0.13	<b>0.31</b>	<b>0.35</b>	0.19	0.04	0.15	<b>0.36</b>	0.10	0.03	-0.04	0.11
N-NO <sub>2</sub> (µg/l)								<b>0.78</b>	<b>0.78</b>	<b>0.55</b>	0.12	<b>0.55</b>	0.23	<b>-0.32</b>	-0.13	0.19	0.04	<b>0.50</b>	<b>0.43</b>
N-NO <sub>3</sub> (µg/l)									<b>0.90</b>	<b>0.40</b>	0.01	<b>0.76</b>	<b>0.31</b>	<b>-0.30</b>	-0.25	0.25	-0.06	<b>0.44</b>	<b>0.34</b>
Azoto tot. (µg/l)										<b>0.40</b>	0.21	<b>0.75</b>	<b>0.39</b>	<b>-0.29</b>	-0.20	<b>0.34</b>	0.04	<b>0.49</b>	<b>0.39</b>
P-PO <sub>4</sub> (µg/l)											0.22	<b>0.37</b>	-0.09	-0.07	0.09	-0.07	-0.10	0.19	0.22
Fosforo tot. (µg/l)												<b>0.34</b>	<b>0.33</b>	0.09	0.20	<b>0.37</b>	<b>0.48</b>	<b>0.51</b>	<b>0.61</b>
Si-SiO <sub>4</sub> (µg/l)													<b>0.33</b>	-0.27	0.01	<b>0.32</b>	<b>0.02</b>	<b>0.41</b>	<b>0.36</b>
Diatomee (cell/l)														-0.04	-0.02	<b>0.98</b>	<b>0.58</b>	<b>0.63</b>	<b>0.62</b>
Dinoflagellate (cell/l)															0.20	0.02	<b>0.29</b>	0.04	0.15
Altro fitoplancton (cell/l)																0.16	<b>0.08</b>	-0.18	-0.06
Fitoplancton totale (cell/l)																	<b>0.59</b>	<b>0.59</b>	<b>0.60</b>
Chl. a analitica (mg/m <sup>3</sup> )																		<b>0.50</b>	<b>0.66</b>
TRIX (Chl da ctd)																			<b>0.92</b>

**Tabella 18: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni poste a 500 m dalla costa nel 2020. Correlazioni marcate significative al livello  $p < .050$ . N=52 (Eliminazione casewise dati mancanti<sup>4</sup>)**

<sup>4</sup> 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).

<b>2020</b>	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH <sub>4</sub> (µg/l)	N-NO <sub>2</sub> (µg/l)	N-NO <sub>3</sub> (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO <sub>4</sub> (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	TRIX (Chl da ctd)
Temp. (°C)	0.24	<b>0.53</b>	0.19	-0.26	-0.16	<b>0.34</b>	<b>-0.32</b>	<b>-0.59</b>	<b>-0.43</b>	-0.06	<b>0.29</b>	-0.03
Salin. (PSU)		-0.07	-0.15	-0.22	<b>0.55</b>	-0.02	<b>-0.36</b>	<b>-0.72</b>	<b>-0.67</b>	<b>-0.63</b>	<b>-0.37</b>	<b>-0.37</b>
OD (%)			0.20	0.24	-0.24	0.25	0.01	-0.20	-0.09	0.19	<b>0.34</b>	<b>0.40</b>
pH				0.06	<b>-0.27</b>	0.09	-0.25	-0.09	-0.04	-0.03	0.18	0.08
Chl. a da CTD (µg/l)					-0.18	-0.20	<b>0.35</b>	0.22	<b>0.28</b>	0.03	0.22	<b>0.58</b>
Trasp. (m)						-0.16	-0.27	<b>-0.27</b>	<b>-0.31</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.56</b>	<b>-0.53</b>
N-NH <sub>4</sub> (µg/l)							0.10	-0.07	-0.02	0.01	0.07	0.07
N-NO <sub>2</sub> (µg/l)								<b>0.66</b>	<b>0.69</b>	0.12	0.21	<b>0.52</b>
N-NO <sub>3</sub> (µg/l)									<b>0.92</b>	<b>0.46</b>	0.10	<b>0.32</b>
Azoto tot. (µg/l)										<b>0.34</b>	0.16	<b>0.36</b>
P-PO <sub>4</sub> (µg/l)											<b>0.36</b>	0.27
Fosforo tot. (µg/l)												<b>0.65</b>

**Tabella 19: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni a 0,5 mn (926 m) dalla costa nel 2020. Correlazioni marcate significative al livello  $p < .050$ . N=53 (Eliminazione casewise dati mancanti)**

<b>2020</b>	Salin. (PSU)	OD (%)	pH	Chl. a da CTD (µg/l)	Trasp. (m)	N-NH <sub>4</sub> (µg/l)	N-NO <sub>2</sub> (µg/l)	N-NO <sub>3</sub> (µg/l)	Azoto tot. (µg/l)	P-PO <sub>4</sub> (µg/l)	Fosforo tot. (µg/l)	TRIX (Chl da ctd)
Temp. (°C)	<b>0.31</b>	<b>0.42</b>	<b>0.40</b>	<b>-0.29</b>	-0.20	0.22	<b>-0.32</b>	<b>-0.53</b>	<b>-0.43</b>	-0.16	<b>0.27</b>	-0.12
Salin. (PSU)		-0.11	0.08	<b>-0.43</b>	<b>0.60</b>	-0.22	<b>-0.56</b>	<b>-0.78</b>	<b>-0.80</b>	<b>-0.51</b>	<b>-0.51</b>	<b>-0.70</b>
OD (%)			<b>0.42</b>	<b>0.27</b>	<b>-0.34</b>	0.15	-0.10	-0.14	-0.06	-0.23	0.26	<b>0.36</b>
pH				0.05	-0.24	0.09	-0.14	-0.27	-0.20	-0.06	0.21	0.04
Chl. a da CTD (µg/l)					<b>-0.34</b>	0.16	<b>0.31</b>	<b>0.38</b>	<b>0.47</b>	0.03	0.21	<b>0.64</b>
Trasp. (m)						<b>-0.36</b>	<b>-0.43</b>	<b>-0.36</b>	<b>-0.47</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.77</b>	<b>-0.70</b>
N-NH <sub>4</sub> (µg/l)							<b>0.56</b>	0.18	0.27	0.22	<b>0.33</b>	0.25
N-NO <sub>2</sub> (µg/l)								<b>0.65</b>	<b>0.72</b>	<b>0.51</b>	<b>0.40</b>	<b>0.48</b>
N-NO <sub>3</sub> (µg/l)									<b>0.92</b>	<b>0.73</b>	<b>0.30</b>	<b>0.55</b>
Azoto tot. (µg/l)										<b>0.59</b>	<b>0.41</b>	<b>0.62</b>
P-PO <sub>4</sub> (µg/l)											<b>0.46</b>	<b>0.32</b>
Fosforo tot. (µg/l)												<b>0.72</b>

**Tabella 20: Coefficienti di correlazione lineare semplice calcolati alle stazioni a 2 mn (3704 m) dalla costa nel 2020. Correlazioni marcate significative al livello  $p < .050$ . N=53 (Eliminazione casewise dati mancanti)**

Alla matrice dei dati ottenuta nel periodo indagato è stata applicata la tecnica di analisi statistica multivariata denominata Analisi delle Componenti Principali (Morrison, 1976; Kleinbaum *et al.*, 1988) che, attraverso lo studio delle correlazioni tra variabili chimico-fisiche e biologiche, individua alcune combinazioni lineari di esse, in grado di spiegare da sole la maggior parte della variabilità del sistema. Tale analisi è stata effettuata sui dati di superficie rilevati nel 2020 presso le stazioni a 500 m (Tab. 21 e Fig. 41), presso le quali sono state determinate le abbondanze di fitoplancton totale e la clorofilla in laboratorio, considerando tutte le campagne effettuate (Tab. 1).

Le prime due componenti estratte hanno spiegato il 58.25% della varianza totale del fenomeno, la prima componente rende conto del 33.5% di tale varianza (Tab. 21).

	Fattore 1	Fattore 2
<b>Autovalore</b>	<b>4.695</b>	<b>3.459</b>
<b>% Totale varianza</b>	<b>33.539</b>	<b>24.710</b>
Temperatura (°C)	0.133	<b>0.802</b>
Salinità (PSU)	<b>0.869</b>	-0.097
Ossigeno disciolto (%)	-0.281	<b>0.822</b>
pH (unità)	0.064	0.504
Trasparenza (m)	0.433	-0.448
Azoto ammoniacale (µg/l)	-0.297	0.323
Azoto nitroso (µg/l)	<b>-0.772</b>	-0.369
Azoto nitrico (µg/l)	<b>-0.807</b>	-0.497
Azoto totale (µg/l)	<b>-0.853</b>	-0.342
Fosforo da ortofosfati (µg/l)	-0.550	-0.141
Fosforo totale (µg/l)	-0.480	0.656
Silicio da ortosilicati (µg/l)	<b>-0.884</b>	-0.092
Fitoplancton totale (cell/l)	-0.472	0.432
Clorofilla a da analisi (mg/m <sup>3</sup> )	-0.230	0.653

Tabella 21: Autovalori e pesi fattoriali relativi ai primi due fattori estratti per le stazioni a 500 m (dati 2020). Pesì Fattoriali (Non ruotati). Estrazione: Componenti Principali (Pesì marcati sono >.700). Dati mancanti eliminati casewise (63 casi elaborati, 52 casi validi). Matrice correlazioni calcolata per 14 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 bipolare che esprime questa componente all'estremo inferiore vede situati campioni di acqua ad elevate concentrazioni di sali nutrienti (coefficiente di autovettore con segno negativo) e a quello superiore campioni a salinità elevate (coefficiente con segno positivo) (Tab. 21 e Fig. 41). La *seconda componente*, espressa da un vettore bipolare, individua l'aspetto produttivo delle acque esaminate; in esso emerge, per il proprio contributo, l'Ossigeno disciolto associato alla Temperatura, seguiti dalla clorofilla e dal Fitoplancton totale. Come già osservato negli anni precedenti, le variabili si sono ancora una volta spontaneamente aggregate evidenziando 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 nutrienti un ruolo decisamente meno marcato nel 2020 è quello di azoto ammoniacale e fosforo totale.



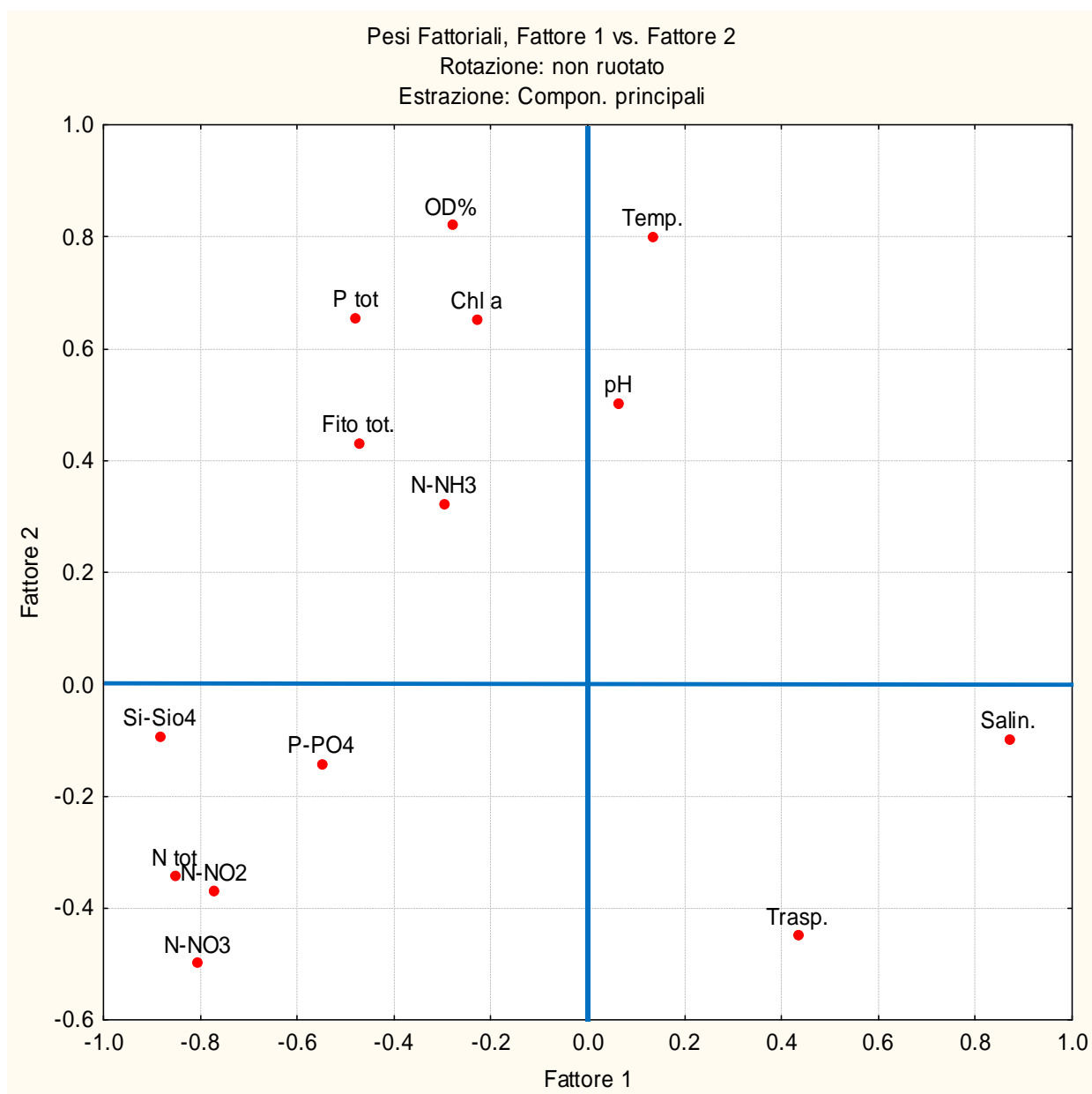


Figura 41: Ordinamento dei parametri fisico-chimici e biologici analizzati nel 2020 (stazioni a 500 m)

## 9 RILEVAMENTI NEL CORSO DEL 2020

### 9.1 *Aggregati mucilluginosi*

Nella campagna di monitoraggio condotta durante il mese di febbraio le osservazioni con telecamera subacquea hanno evidenziato la presenza di fiocchi e filamenti mucilluginosi più densi nelle stazioni al largo nell'area a sud della laguna di Venezia (30640-Isola Verde, 40720-Albarella, 36010-Po di Pila e 30820-Po di Tolle); il fenomeno scompariva a circa -1 metro dal fondo che risultava pulito.

Nel mese di giugno, caratterizzato da abbondanti piogge nei giorni antecedenti la campagna, i valori di trasparenza, misurati con "disco Secchi", sono risultati generalmente bassi lungo tutta la costa Veneta e le osservazioni con telecamera subacquea hanno evidenziato la presenza di microfocchi e fiocchi mucilluginosi su tutte le stazioni monitorate, lungo la colonna d'acqua, fenomeno ancora una volta più evidente a sud della laguna di Venezia.

Nella campagna di luglio è ancora evidente la presenza di fiocchi mucilluginosi in colonna con un fondo particolarmente torbido nell'area meridionale di costa, fenomeno più marcato nelle stazioni dei transetti 601 (Po di Pila) e 082 (Po di Tolle) dove, complici i maggiori apporti fluviali e le correnti, si associano valori di torbidità maggiori in colonna e al fondo, particolarmente torbidi. La stessa situazione permane ad agosto con un miglioramento della trasparenza dell'acqua a nord e nelle acque al largo.

La campagna di settembre, per problemi tecnici, è stata condotta il 9, 10, 21, 23 settembre e 1 ottobre, da cui risulta una evidente differenza di temperatura superficiale dell'acqua tra il tratto di costa a nord di Sottomarina (23-24.5 °C), monitorato nei giorni 9 e 10, e quello a sud, monitorato dal giorno 23 (18.6-21.5 °C), per il brusco calo di temperature dell'aria nella terza settimana del mese. La telecamera subacquea ha evidenziato la presenza lungo la colonna d'acqua di microfocchi e fiocchi mucilluginosi soprattutto nelle stazioni più al largo da Chioggia verso l'area antistante il Delta, dove la colonna risulta maggiormente torbida.

In ottobre la situazione rimane pressoché invariata per quanto riguarda la presenza di formazioni mucillaginose. In tutte le stazioni sottocosta le colonne risultano torbide con fondo pulito, a seguito degli eventi temporaleschi registrati prima dell'inizio della campagna. Un'elevata torbidità in colonna si registra anche nella campagna di novembre in tutte le stazioni monitorate con la presenza di micro fiocchi e fiocchi soprattutto nell'area meridionale di costa.

Durante l'anno, comunque, non sono state rilevate formazioni di mucillagine in superficie o lungo la colonna d'acqua significative..

## **9.2 Meduse e Ctenofori**

Nella campagna di campionamento del mese di luglio si segnala la presenza dello ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* nella stazione 30640 (al largo di Isola Verde) con densità di 2 esemplari per m<sup>2</sup> e una dimensione media di 4-5 cm. *Mnemiopsis* è stato riscontrato anche nell'area a nord della laguna di Venezia, in particolare in tutte le stazioni dei transetti di Caorle e Jesolo con densità 3-4 esemplari per m<sup>2</sup> e dimensioni di circa 5 cm. Si segnala durante la stessa campagna anche la presenza di *Salpa* sp. nelle stazioni 20400 (Cavallino-Punta Sabbioni), 30530 (Pellestrina-S.Pietro in Volta) e 20640 (Isola Verde), in cui sono stati avvistati 4-5 esemplari di circa 15 cm di lunghezza. Nella stazione 10560 (Pellestrina-Ca'Roman) sono stati avvistati inoltre 4 esemplari di medusa *Rhizostoma pulmo* di dimensioni variabili dai 15 ai 25 cm.

Anche nella campagna di agosto è stato avvistato lo ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* alle stazioni 20530-30530 (Pellestrina-S.Pietro in Volta) con densità di 5 esemplari per m<sup>2</sup> e dimensioni di 4-6 cm; gli avvistamenti si ripetono anche nelle stazioni 36010 (Po di Pila) e 30820 (Po di Tolle), lungo la colonna d'acqua dai 0.50 ai 2.0 c di profondità, con una densità di circa 10 esemplari per m<sup>2</sup> e dimensioni di 4-5 cm. Oltre le 3 miglia nautiche dalla costa sono stati osservati, durante la navigazione, alcuni esemplari della medusa *Cotylorhiza tuberculata* detta "Cassiopea".

A settembre la presenza di *Mnemiopsis leidyi* è osservata in tutte le stazioni monitorate, con densità maggiore (10-15 esemplari per m<sup>2</sup>) e grandezza di 6-7 cm nell'area tra Jesolo e Cavallino Treporti. Nella stessa zona sono stati avvistati alcuni esemplari della medusa *Rhizostoma pulmo*, con dimensioni dell'ombrello variabili dai 25 ai 30 cm, e di 2 esemplari di *Cotylorhiza tuberculata* con ombrello del diametro di 30-40 cm.

Anche nella successiva campagna condotta a ottobre permane, lungo tutta la costa veneta, lo ctenoforo *Mnemiopsis leidyi* sebbene in minor densità (dai 2-4 esemplari m<sup>2</sup>, di circa 4-5 cm di grandezza), mentre durante la campagna di novembre non si segnalano ulteriori avvistamenti.

### **9.3 Fioriture algali**

Nell'ambito del monitoraggio istituzionale delle acque marino costiere del Veneto effettuato da ARPAV nel corso dell'anno 2020 non sono stati rilevati eventi significativi di fioriture algali nel corso delle giornate di campionamento in mare.

### **9.4 Mammiferi e tartarughe marini**

Nel corso della campagna di giugno condotta nell'ambito dei monitoraggi eseguiti per la Strategia Marina, il giorno 22/06/2020 durante la navigazione è stato avvistato un esemplare di tartaruga *Caretta caretta* nel tratto di mare al largo di Albarella, nei pressi della stazione 50720.

### **9.5 Fenomeni ipossici e altri eventi**

Nel corso delle attività di monitoraggio nell'anno 2020, si è riscontrato un fenomeno di ipossia al fondo durante la campagna di luglio: il giorno 20/07/2020 nella stazione 30820 (a due miglia nautiche dalla foce del Po di Tolle) a 14,5 metri di profondità la sonda multiparametrica ha rilevato un valore di ossigeno disciolto attorno a 33PSU (corrispondenti a circa 2.4mg/litro) e pH pari a 7.8 unità. E' stato prelevato, mediante bottiglia Niskin, un campione di acque di fondo per la valutazione della concentrazione dei vari nutrienti. Le analisi condotte dal Servizio Laboratori sede di Venezia hanno restituito i seguenti valori:

N-NH<sub>4</sub> 65.10 µg/l, N-NO<sub>2</sub> 4.17 µg/l, N-NO<sub>3</sub> < 11.30 µg/l, P-PO<sub>4</sub> 3.0 µg/l, Si-SiO<sub>4</sub> 210 µg/l.

Risulta, come atteso, elevata la concentrazione di azoto ammoniacale, ulteriore indicatore, associato alla diminuzione di ossigeno disciolto, della decomposizione di sostanza organica da parte dei batteri nelle acque di fondo.

## **10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Nell'ambito delle attività istituzionali che ARPAV conduce sulle acque marino-costiere, in adempimento alla Direttiva 2000/60/CE, l'attività di campionamento nell'anno 2020 è stata condotta sulla Rete Regionale del Veneto cercando di rispettare quanto previsto dal programma di ricerca e monitoraggio, con un notevole sforzo operativo per mantenere le modalità e i periodi di campionamento compatibilmente non solo con le condizioni meteorologiche ma soprattutto con le possibilità di conciliare il *modus operandi* con le direttive ministeriali a contrasto della pandemia (Tab. 1).

Ricordando quindi che i campionamenti non hanno potuto rispettare in alcuni casi la pianificazione delle attività, dall'analisi dei dati raccolti si può evidenziare quanto segue per quanto riguarda le variabili idrobiologiche:

- le condizioni meteorologiche ed idrodinamiche unitamente agli apporti continentali (Fig. 3) hanno manifestato, come sempre, una azione primaria su trasparenza e salinità (Figg. 4, 5, 9, 10, 11); queste ultime presentano generalmente un gradiente positivo con l'allontanamento dalla costa, di solito evidente nelle aree prossime a foci fluviali, ma che nel 2020 non appare in modo netto (si ricorda che nella campagna di novembre sono campionate solo le stazioni più vicine a costa, cap. 3)

- gli apporti fluviali 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 (trasetti 064 - 082) che risulta caratterizzata dai più bassi valori di salinità anche nelle stazioni più esterne (Fig. 11); per contro i transetti localizzati

nelle aree di costa settentrionale e antistante la laguna di Venezia hanno mostrato valori medi di salinità elevati in tutte le stazioni

- per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, i valori in superficie si sono mantenuti mediamente attorno alla saturazione, scendendo di poco sotto a settembre e ottobre, mentre i valori al fondo si sono mantenuti sempre al di sotto delle saturazioni superficiali, attorno all'80% eccetto ad agosto con 94% di saturazione (Fig. 14); i valori di mediana sono risultati poco variabili lungo la costa e quasi sempre superiori alla saturazione (eccettuate alcune stazioni a 500m da costa), aumentando invece da nord verso sud il grado di variabilità delle misure (Fig. 15)

- per quanto riguarda la distribuzione delle concentrazioni di tutti i nutrienti lungo la costa, si evidenzia come i valori più elevati siano stati rilevati come sempre nei transetti localizzati nel tratto meridionale di costa (064, 072, 601 e 082) ad ulteriore riprova dell'effetto dei fiumi sfocianti nella zona (Figg. 19, 25, 29)

- anche la componente fitoplanctonica quantitativamente mostra abbondanze maggiori nelle stazioni localizzate a sud della foce dell'Adige (Figg. 37 e 40)

- 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 rara 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; 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. 12)

- infine per quanto concerne i parametri che concorrono allo stato ecologico, è sempre l'indice trofico TRIX che determina la classe di qualità (Tab. 14 e 17).

Come sempre nelle acque della fascia costiera i cicli delle diverse variabili ecologiche si differenziano notevolmente rispetto a quelli delle acque di mare aperto, per la presenza di cospicui 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 contenuta. Tali sviluppi sono stati riscontrati anche nell'anno 2020 seppure in modo meno marcato, le fluttuazioni meteorologiche occorse a carico del sistema costiero veneto nel periodo indagato hanno esercitato una influenza sugli andamenti specifici di alcune variabili, modificandone, talvolta in modo sensibile, le caratteristiche più tipiche; inoltre la esecuzione delle campagne di rilievo e prelievo, condizionata dalla situazione pandemica, non ha permesso di condurre i monitoraggi nelle modalità e tempi previsti e ciò ha condizionato sia i risultati che l'analisi degli stessi.

Si riconferma comunque 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.

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

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

Borja, A., J. Franco, V. Valencia, J. Bald, I. Muxika, M.J. Belzunce, O. Solaun, 2004. *Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque Country (northern Spain): a methodological approach*. Marine Pollution Bulletin, 48(3-4): 209-218.

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

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

Circolare Ministero della Sanità, 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 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 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. G.U. n. 187 del 11-8-2008 - Suppl. Ordinario n.189
- 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, 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, 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, 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 Legislativo, 3 Aprile 2006 n. 152. *Norme in materia ambientale*. G.U. 14/4/2006, n. 88. Suppl. Ordin. n. 96.
- 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.
- Frasconi 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.
- Grall J., Glemarec M., 1997. *Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 44 (Suppl. A), 43–53.
- 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 12 giugno 1993 n. 185. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 13 aprile 1993 n. 109 recante Modifiche al D.P.R. 8/06/1982 n. 470 concernente attuazione della direttiva (CEE) n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione*. G.U. n. 137 del 14/06/1993 pagg. 17-18
- Legge 28 luglio 2004 n. 192. *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 4 giugno 2004 n. 144 recante Differimento della disciplina sulla qualità delle acque di balneazione*. G.U. n. 180 del 03/08/2004
- 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, 2019. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2018. Analisi dei dati osservati nell'anno 2018*. A cura di Parati P., Zogno A.R., Bartenor A., Fassina D.
- 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.
- 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 Provinciale di Venezia**  
**Centro Veneto Acque Marine e Lagunari**

Via Rezzonico, 41  
35131 Padova – Italy  
Tel. +39 049 7393726-727  
e-mail: [ooa@arpa.veneto.it](mailto:ooa@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](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)