

MONITORAGGIO DELLA LAGUNA DI VENEZIA AI SENSI DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE

FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE DELLO STATO ECOLOGICO

DECRETO LEGISLATIVO N. 152/2006 e s.m.i.

Valutazione dei dati acquisiti nel monitoraggio ecologico 2017-2019 ai fini della classificazione ecologica dei corpi idrici lagunari

(elementi di qualità fisico-chimica e chimici, ad esclusione delle sostanze non prioritarie della colonna d'acqua a supporto dello stato ecologico, elementi di qualità biologica)

Novembre 2021



ISPRA

Responsabile Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera e l'oceanografia operativa

Ing. Maurizio Ferla

Area Maree e Lagune - Sezione Impatti Acque di Transizione

Coordinamento tecnico

Ing. Andrea Bonometto, Dott.ssa Rossella Boscolo Brusà

Referente Tecnico

Dott.ssa Federica Cacciatore

Staff Tecnico

Dott.ssa Valentina Bernarello, Dott. Michele Cornello, Dott. Emanuele Ponis

ARPAV

Progetto e realizzazione

DRQA - U.O. Qualità del mare e delle lagune

Ing. Fabio Strazzabosco (Responsabile della struttura)

Ing. Marta Novello, Dott. Daniele Bon, Dott.ssa Alessandra Girolimetto, Dott. Massimo Zorzi (Autori)

In collaborazione con:

Dipartimento Regionale Laboratori – Sedi di Venezia e Treviso

Unità Organizzativa Qualità del Mare e delle Lagune - sede di Rovigo

INDICE

| | |
|---|----|
| PREMESSA | 5 |
| 1 INTRODUZIONE | 7 |
| 2 MONITORAGGIO OPERATIVO..... | 9 |
| 2.1 Macroinvertebrati bentonici | 14 |
| 2.1.1 Rete di monitoraggio..... | 14 |
| 2.1.2 Campionamento e analisi..... | 16 |
| 2.1.3 Indice per la classificazione dello stato ecologico: M-AMBI | 16 |
| 2.1.4 Indice per la classificazione dello stato ecologico: BITS..... | 21 |
| 2.1.1 Confronti tra Cicli di Monitoraggio..... | 25 |
| 2.2 Macrofite | 30 |
| 2.2.1 Rete di monitoraggio..... | 30 |
| 2.2.2 Campionamento e analisi..... | 32 |
| 2.2.3 Indice per la classificazione dello stato ecologico: MaQI..... | 32 |
| 2.2.1 Confronti tra Cicli di Monitoraggio..... | 38 |
| 2.3 Elementi di qualità fisico-chimica a supporto della classificazione ecologica: Elementi generali .. | 41 |
| 2.3.1 Rete di monitoraggio..... | 41 |
| 2.4 Rete di monitoraggio per la valutazione dello stato di ossigenazione..... | 44 |
| 2.5 Metodiche di campionamento e analisi | 46 |
| 2.5.1 Parametri..... | 46 |
| 2.5.2 Campionamento..... | 47 |
| 2.5.3 Specifiche per l'esecuzione delle analisi | 48 |
| 2.5.4 Confronto con i limiti di classe Buono/Sufficiente: Fosforo reattivo (P-PO ₄) e Azoto inorganico disciolto (DIN)..... | 49 |
| 2.5.5 Altri parametri..... | 63 |
| 2.5.6 Confronti tra trienni di Monitoraggio | 63 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3 | PRIMA IDENTIFICAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO AI SENSI DEL D.M. 260/2010 | 80 |
| 3.1 | Elementi di Qualità Biologica..... | 80 |
| 3.1.1 | FASE I: Integrazione tra elementi di qualità biologica ed elementi di qualità fisico-chimica a supporto 83 | |
| 4 | MONITORAGGIO ADDIZIONALE | 87 |
| 4.1 | Fitoplancton..... | 90 |
| 4.1.1 | Rete di monitoraggio..... | 90 |
| 4.1.2 | Campionamento e analisi..... | 90 |
| 4.1.3 | Indice per la classificazione dello stato ecologico: MPI | 91 |
| 4.2 | Fauna Ittica | 94 |
| 4.2.1 | Rete di monitoraggio..... | 94 |
| 4.2.2 | Campionamento e analisi..... | 94 |
| 4.2.3 | Indice per la classificazione dello stato ecologico: HFBI | 95 |
| 4.2.4 | Confronti tra Cicli di Monitoraggio..... | 99 |
| 5 | CONCLUSIONI | 103 |
| 6 | BIBLIOGRAFIA | 105 |
| | ALLEGATO 1..... | 107 |
| | ALLEGATO 2..... | 108 |

PREMESSA

In data 22/11/2018 è stato sottoscritto l'Accordo di Collaborazione tra ISPRA e ARPAV (Progetto Mo.V.Eco III) con scadenza 30/06/2020 e successivamente prorogato al 30/06/2021 con riprogrammazione delle attività. A settembre 2020 è stato redatto dall'ISPRA e dall'U.O. Qualità del Mare e delle Lagune di ARPAV, il documento "Valutazione dei dati acquisiti nel monitoraggio ecologico 2017-2019 ai fini della classificazione ecologica dei corpi idrici lagunari", che risponde a quanto richiesto al comma 2.1 lett. c) e all'Art. 2.3 del suddetto Accordo, di elaborare i dati acquisiti dal monitoraggio degli elementi di qualità chimico-fisica a supporto della classificazione ecologica (elementi generali ad esclusione delle sostanze non prioritarie) e i dati del monitoraggio degli elementi di qualità biologica ai fini della classificazione ecologica dei corpi idrici lagunari. Il presente documento aggiorna il precedente con i risultati del monitoraggio addizionale.

Nell'ambito del precedente accordo di collaborazione, sottoscritto il 07/07/2014, ISPRA e ARPAV hanno predisposto il "*Piano di monitoraggio dei corpi idrici della Laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/CE finalizzato alla definizione dello stato ecologico, Decreto Legislativo n. 152/2006 s.m.i., Piano di gestione 2015-2021, Primo ciclo di monitoraggio*" di giugno 2016 (di seguito "Piano di Monitoraggio, 2016").

Ai fini inoltre di allineare i prossimi sessenni di monitoraggio all'interno dei rispettivi bacini idrografici, si è ritenuto opportuno svincolare il sessennio di monitoraggio dal ciclo di pianificazione 2016-2021 e pertanto, dal punto di vista dei monitoraggi, si fa riferimento al sessennio 2014-2019, suddiviso nei trienni di monitoraggio operativo 2014-2016 e 2017-2019.

Pertanto, al fine di garantire la continuità con il Piano di monitoraggio 2013, ISPRA e ARPAV hanno in seguito predisposto la programmazione per l'anno 2016 dei soli elementi chimico-fisici a sostegno della classificazione ecologica, in quanto secondo il DM 260/2010 tali elementi vanno monitorati con ciclo annuale e cadenza trimestrale senza interruzioni.

Come descritto nei suddetti documenti di progettazione (Piano di monitoraggio 2016 e programma di monitoraggio 2016 degli elementi di qualità fisico-chimica nell'acqua a sostegno della classificazione ecologica), in ottemperanza al D.M. 260/2010, Tab. 3.7, ed in continuità con quanto eseguito nel primo sessennio di monitoraggio, la frequenza di campionamento dei parametri fisico-chimici in colonna d'acqua (Condizioni termiche, Ossigenazione, Salinità e Stato dei nutrienti) per il triennio 2017-2019 è stata, per ogni anno, trimestrale e in coincidenza con i campionamenti degli EQB fitoplancton, macrofite e fauna ittica quando in corso. Gli EQB macrofite e fauna ittica sono stati campionati nel 2018, i macroinvertebrati bentonici nel 2019, mentre il fitoplancton è stato monitorato annualmente dal 2017 al 2019 con cadenza trimestrale.

Il campionamento e le analisi degli elementi generali nell'acqua sono stati eseguiti da ARPAV, per il triennio 2017-2019, nei mesi di febbraio/marzo, maggio, luglio/agosto/settembre e novembre, mentre per ciò che concerne la valutazione dello stato di ossigenazione dei corpi

idrici, in ottemperanza con quanto previsto dal D.M. 260/2010, in continuità con il primo sessennio di monitoraggio, ci si è avvalsi dei dati provenienti dalle sonde di rilevamento in continuo dell'ossigeno della rete U.T.A. (o SAMANET) e delle alternative previste dal D.M. 260/2010, Tab. 4.4.2/b. Per quanto riguarda queste attività si è fatto riferimento a quanto programmato da parte del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Veneto – Trentino Alto Adige – Friuli Venezia Giulia (di seguito riportato come "Provveditorato per le Opere Pubbliche"). Come avvenuto a partire dal 2013 e contrariamente a quanto effettuato per il 2011 e 2012, i dati relativi alle condizioni di ossigenazione non sono stati elaborati dal Provveditorato per le Opere Pubbliche, ma trasferiti come database all'ARPAV.

Il campionamento, l'analisi tassonomica e la stesura delle relazioni per l'EQB macrofite sono stati eseguiti dall'Università Ca' Foscari di Venezia - Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS). Il campionamento, l'analisi tassonomica e le elaborazioni per l'EQB macroinvertebrati bentonici sono state svolte da ISPRA con la collaborazione di ARPAV. I risultati di tale attività sono descritti nel report "*Elementi di qualità biologica macroinvertebrati bentonici – Analisi e valutazione dei dati 2019*" di marzo 2020 (di seguito "Report Macroinvertebrati, 2020").

Il campionamento e l'analisi tassonomica del fitoplancton, della fauna ittica e le analisi sui campioni di sedimento a supporto degli EQB macrofite e macroinvertebrati bentonici sono state eseguite da ARPAV, con il supporto operativo di SELC Soc. Coop.

1 INTRODUZIONE

Il Piano di Gestione della sub unità idrografica Bacino Scolante, Laguna di Venezia e mare antistante ha classificato tutti i corpi idrici della laguna di Venezia come "a rischio" di non raggiungere gli obiettivi previsti dalla Direttiva 2000/60/CE. Ai sensi della Direttiva e della normativa nazionale di recepimento (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) è stato pertanto applicato il monitoraggio operativo a tutti i corpi idrici lagunari.

Il Piano di monitoraggio (2016) predisposto da ISPRA e ARPAV prevedeva, in continuità con i precedenti piani (Piani di Monitoraggio, 2010 e 2013), due distinte linee di attività:

- il **monitoraggio operativo**, che, come previsto dalla Direttiva, in base alle pressioni insistenti sui corpi idrici della laguna, ha avuto come oggetto di indagine gli **EQB Macroalghe, Fanerogame e Macroinvertebrati bentonici** e i **parametri fisico-chimici e chimici e idromorfologici** a supporto dei parametri biologici;
- il **monitoraggio addizionale**, che è stato aggiunto al monitoraggio operativo allo scopo di fornire un'informazione più completa dello stato lagunare. Per il monitoraggio addizionale è stato individuato un sottoinsieme di stazioni del monitoraggio operativo sul quale sono stati monitorati anche gli **EQB Fauna ittica e Fitoplancton**.

Ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE) e della normativa nazionale di recepimento (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) lo stato ecologico dei corpi idrici è classificato in base alla classe più bassa, risultante dai dati di monitoraggio, relativa agli:

- Elementi biologici (EQB);
- Elementi fisico-chimici a sostegno, ad eccezione di quelli indicati all'Allegato 1 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., come utili ai fini interpretativi;
- Elementi chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità).

Il D.M. 260/2010 definisce il sistema di classificazione (metriche, indici, condizioni di riferimento, soglie) da utilizzare per gli elementi di qualità biologica macroalghe, fanerogame, macroinvertebrati bentonici.

Per gli elementi di qualità fitoplancton e fauna ittica (utilizzati in Laguna di Venezia per il solo monitoraggio addizionale) si è fatto riferimento alla Decisione 2018/229/UE. Le misure dei parametri fisico-chimici della colonna d'acqua rientrano propriamente fra gli elementi a supporto dei parametri biologici. Il D.M. 260/2010 definisce all'articolo A.4.4.2. i criteri tecnici per la classificazione sulla base degli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno.

In base a quanto richiesto dalla normativa di riferimento, nella classificazione dello stato ecologico delle acque di transizione, gli elementi fisico-chimici a sostegno del biologico da utilizzare sono:

- Azoto inorganico disciolto (DIN);
- Fosforo reattivo (P-PO₄);
- Ossigeno disciolto.

Per ciascuno di questi tre elementi il D.M. 260/2010 definisce un limite di classe Buono/Sufficiente (cfr. tabella 4.4.2/a del D.M.260/2010).

2 MONITORAGGIO OPERATIVO

Per la progettazione del Piano di monitoraggio del 2013 è stata fatta un'accurata analisi della variabilità spaziale interna ai corpi idrici sulla base dei risultati del monitoraggio condotto nel 2011, al fine di ottimizzare lo sforzo di campionamento e garantire al tempo stesso un'adeguata affidabilità della classificazione dei corpi idrici. Tali valutazioni sono state fatte esclusivamente per gli EQB selezionati per il monitoraggio operativo e utilizzati quindi per la classificazione. Per il Piano di monitoraggio 2016 si è mantenuto quanto previsto nel Piano di Monitoraggio 2013. In Tabella 1 è riportato lo sforzo di campionamento definito per ciascun EQB nei diversi Corpi Idrici naturali e nei corpi idrici fortemente modificati "Valli laguna Nord" e "Valli laguna Sud". In Tabella 2 sono elencate le stazioni selezionate per i due EQB oggetto di monitoraggio operativo e le relative coordinate in Gauss-Boaga fuso est.

Anche per il terzo triennio di monitoraggio operativo, pur nella necessità di soddisfare le esigenze specifiche stabilite dai protocolli per ciascun EQB, si è cercato il più possibile di mantenere la sovrapposizione delle griglie di campionamento, sia per ottenere una valutazione integrata dello stato dell'ecosistema, sia per minimizzare lo sforzo operativo (Figura 1).

Tabella 1. Sforzo di campionamento per gli EQB Invertebrati bentonici e Macrofite.

| TIPO | Codice CORPO IDRICO | Invertebrati bentonici N° stazioni | Macrofite N° stazioni |
|---|--------------------------------|---|----------------------------------|
| <i>Poliano Confinato</i> | PC1 | 6 | 5 |
| | PC2 | 10 | 4 |
| | PC3 | 5 | 3 |
| | PC4 | 4 | 3 |
| <i>Eualino Confinato</i> | EC | 7 | 13 |
| <i>Eualino Non Confinato</i> | ENC1 | 16 | 22 |
| | ENC2 | 4 | 8 |
| | ENC3 | 3 | 3 |
| | ENC4 | 6 | 10 |
| <i>Polialino Non Confinato</i> | PNC1 | 5 | 5 |
| | PNC2 | 9 | 9 |
| <i>Fortemente Modificati</i> | VLN | 1 | 2 |
| | VLS | 1 | 1 |
| Totale numero stazioni | | 77 | 88 |
| Frequenza annuale di campionamento | | 1 | 2 |
| N° stazioni x frequenza annuale di campionamento | | 77 | 176 |

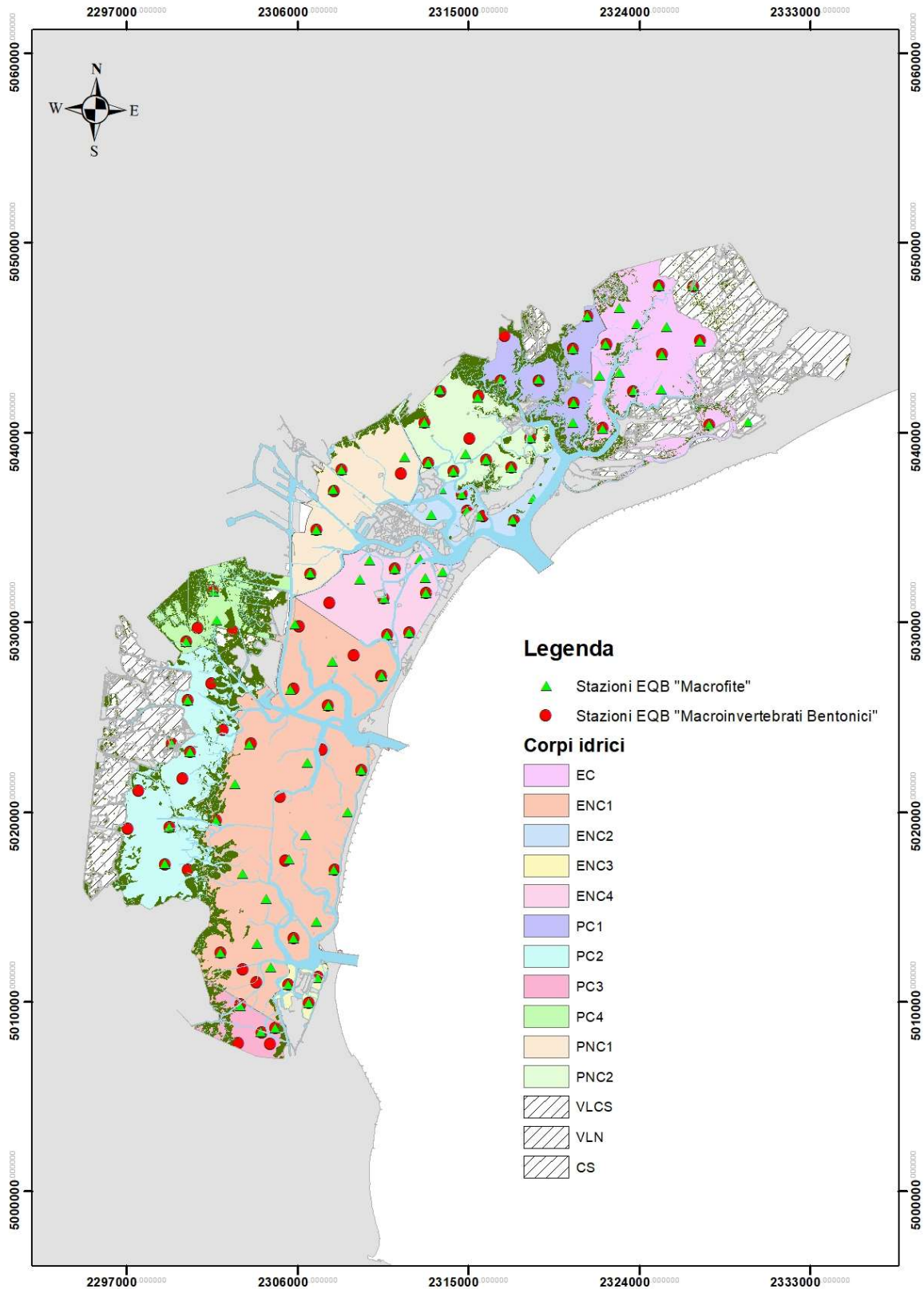


Figura 1. Localizzazione complessiva delle stazioni di campionamento degli EQB per il monitoraggio operativo.

Tabella 2. Stazioni, coordinate in Gauss Boaga Fuso EST ed Elementi di Qualità Biologica (MMF = Macrofite, B = Macroinvertebrati bentonici) del monitoraggio operativo della laguna di Venezia.

| Stazioni | Gauss Boaga Fuso Est | | Elementi di Qualità Biologica |
|-------------|----------------------|---------|-------------------------------|
| | x | y | |
| EC_1 | 2325056 | 5047735 | MMF, B |
| EC_2 | 2325228 | 5044097 | MMF, B |
| EC_3 | 2323894 | 5045728 | MMF |
| EC_4 | 2327230 | 5044822 | MMF, B |
| EC_5 | 2322272 | 5044634 | MMF, B |
| EC_6 | 2321944 | 5043022 | MMF |
| EC_7 | 2327717 | 5040396 | MMF, B |
| EC_8 | 2322078 | 5040210 | MMF, B |
| EC_9 | 2325201 | 5042278 | MMF |
| EC_10 | 2322967 | 5046569 | MMF |
| EC_11 | 2322978 | 5043162 | MMF |
| EC_12 | 2325457 | 5045569 | MMF |
| EC_Ve-8 | 2323743 | 5042182 | MMF, B |
| ENC1_1 | 2309391 | 5022175 | MMF, B |
| ENC1_2 | 2305813 | 5013339 | MMF, B |
| ENC1_3 | 2301947 | 5012547 | MMF, B |
| ENC1_4 | 2303480 | 5023542 | MMF, B |
| ENC1_5 | 2305904 | 5029869 | MMF, B |
| ENC1_6 | 2308986 | 5028254 | B |
| ENC1_7 | 2310456 | 5027166 | MMF, B |
| ENC1_8 | 2307849 | 5027931 | MMF |
| ENC1_9 | 2305664 | 5026434 | MMF, B |
| ENC1_10 | 2307304 | 5023278 | B |
| ENC1_12 | 2306555 | 5022592 | MMF |
| ENC1_13 | 2302712 | 5021457 | MMF |
| ENC1_14_bis | 2305088 | 5020790 | B |
| ENC1_15 | 2308670 | 5019983 | MMF |
| ENC1_16 | 2306471 | 5018762 | MMF |
| ENC1_17 | 2301708 | 5019550 | MMF, B |

| Stazioni | Gauss Boaga Fuso Est | | Elementi di Qualità Biologica |
|-------------|----------------------|---------|----------------------------------|
| | x | y | |
| ENC1_18 | 2303130 | 5016740 | MMF, B |
| ENC1_19 | 2307952 | 5016926 | MMF, B |
| ENC1_21 | 2304385 | 5015425 | MMF |
| ENC1_22 | 2307030 | 5014209 | MMF |
| ENC1_23 | 2304621 | 5011806 | MMF |
| ENC1_24 | 2303881 | 5013027 | MMF |
| ENC1_25 | 2304000 | 5011100 | B |
| ENC1_FI | 2307650 | 5025604 | MMF, B |
| ENC1_VS | 2305545 | 5017438 | B |
| ENC1_VS_bis | 2305560 | 5017509 | MMF |
| ENC2_1 | 2317348 | 5035381 | MMF, B |
| ENC2_2 | 2315617 | 5035573 | MMF, B |
| ENC2_3 | 2314938 | 5035878 | MMF, B |
| ENC2_4 | 2313612 | 5037049 | MMF |
| ENC2_5 | 2313075 | 5035660 | MMF |
| ENC2_6 | 2319645 | 5038753 | MMF |
| ENC2_8 | 2318442 | 5036493 | MMF |
| ENC2_VG | 2314676 | 5036743 | MMF, B |
| ENC3_1 | 2305538 | 5010881 | MMF, B |
| ENC3_2 | 2306606 | 5009932 | MMF, B |
| ENC3_CH | 2307093 | 5011256 | MMF, B |
| ENC4_1 | 2312798 | 5031519 | MMF, B |
| ENC4_2 | 2311146 | 5032813 | MMF, B |
| ENC4_3 | 2312752 | 5032347 | MMF |
| ENC4_4 | 2310752 | 5029317 | MMF, B |
| ENC4_5 | 2311901 | 5029455 | MMF, B |
| ENC4_6 | 2309809 | 5033265 | MMF |
| ENC4_7 | 2312471 | 5033340 | MMF |
| ENC4_8 | 2313663 | 5032668 | MMF |
| ENC4_9 | 2309287 | 5032255 | MMF |

| Stazioni | Gauss Boaga Fuso Est | | Elementi di Qualità Biologica |
|-----------|----------------------|---------|----------------------------------|
| | x | y | |
| ENC4_10 | 2307700 | 5031100 | B |
| ENC4_Ve-6 | 2310582 | 5031242 | MMF, B |
| PC1_1 | 2320575 | 5041541 | MMF, B |
| PC1_1B | 2316729 | 5042749 | MMF, B |
| PC1_2 | 2321303 | 5046124 | MMF, B |
| PC1_3 | 2318741 | 5042803 | MMF, B |
| PC1_4 | 2320533 | 5044389 | MMF, B |
| PC1_8 | 2320553 | 5040515 | MMF |
| PC1_9 | 2316939 | 5045021 | B |
| PC2_1 | 2300377 | 5023162 | MMF, B |
| PC2_2 | 2301501 | 5026784 | B |
| PC2_3 | 2299958 | 5021762 | B |
| PC2_4 | 2297076 | 5019101 | B |
| PC2_5 | 2299046 | 5017235 | MMF, B |
| PC2_6 | 2300210 | 5016937 | B |
| PC2_11 | 2297600 | 5021100 | B |
| PC2_12 | 2302100 | 5024300 | B |
| PC2_16B | 2299280 | 5019185 | MMF, B |
| PC2_CC | 2300247 | 5025863 | MMF, B |
| PC3_1 | 2303002 | 5009757 | MMF, B |
| PC3_2 | 2304835 | 5008577 | MMF, B |
| PC3_4 | 2302862 | 5007826 | B |
| PC3_5 | 2304561 | 5007724 | B |
| PC3_VDB | 2304072 | 5008377 | MMF, B |
| PC4_1 | 2300154 | 5028954 | MMF, B |
| PC4_2 | 2300779 | 5029699 | B |
| PC4_3 | 2302602 | 5029511 | B |
| PC4_5 | 2301773 | 5030072 | MMF |
| PC4_10B | 2301587 | 5031628 | MMF, B |
| PNC1_1 | 2311678 | 5038706 | MMF, B |

| Stazioni | Gauss Boaga Fuso Est | | Elementi di Qualità Biologica |
|-----------|----------------------|---------|----------------------------------|
| | x | y | |
| PNC1_3 | 2307917 | 5036990 | MMF, B |
| PNC1_4 | 2307021 | 5034876 | MMF, B |
| PNC1_7B | 2308338 | 5038011 | MMF, B |
| PNC1_Ve-1 | 2306701 | 5032556 | MMF, B |
| PNC2_1 | 2318288 | 5039719 | MMF, B |
| PNC2_2 | 2315523 | 5041857 | MMF, B |
| PNC2_3 | 2313522 | 5042248 | MMF, B |
| PNC2_4 | 2312730 | 5040521 | MMF, B |
| PNC2_5 | 2312908 | 5038401 | MMF, B |
| PNC2_6 | 2314251 | 5037934 | MMF, B |
| PNC2_7 | 2317280 | 5038162 | MMF, B |
| PNC2_9 | 2314880 | 5038872 | MMF |
| PNC2_10 | 2315100 | 5039700 | B |
| PNC2_SG | 2315953 | 5038555 | MMF, B |
| VLCS_VLS | 2299393 | 5023610 | MMF, B |
| VLN_VLN1 | 2326873 | 5047729 | MMF, B |
| VLN_VLN2 | 2329761 | 5040556 | MMF |

2.1 Macroinvertebrati bentonici

2.1.1 Rete di monitoraggio

In Figura 2 è riportata la localizzazione spaziale delle 77 stazioni di campionamento per l'EQB "macroinvertebrati bentonici". Il campionamento per il monitoraggio operativo è avvenuto in un'unica campagna primaverile (maggio/giugno 2019).

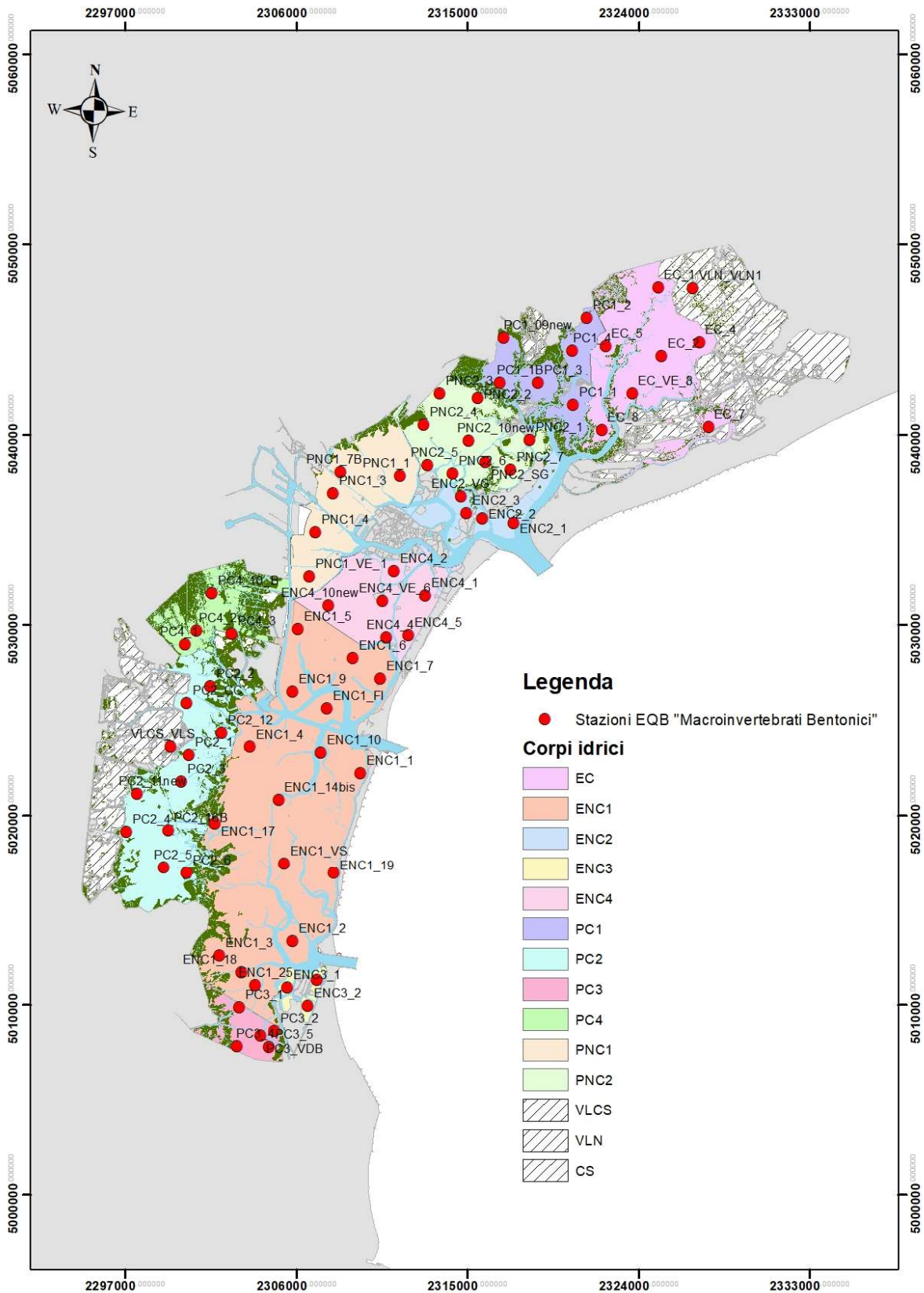


Figura 2. Localizzazione delle 77 stazioni di campionamento dell'EQB "Macroinvertebrati Bentonici".

2.1.2 Campionamento e analisi

I campioni di macrozoobenthos sono stati raccolti con una benna Ekman-Birge di superficie 15 x 15 cm (225 cm²), in grado di penetrare il sedimento verticalmente fino a circa 20 cm. Per ciascuna stazione sono stati prelevati 3 sub-campioni, con una superficie di presa complessiva pari a 0.0675 m². Le tre aliquote di sedimento sono state vagliate separatamente con un setaccio con maglia di luce 1 mm. Il materiale trattenuto dal setaccio è stato trasferito in una soluzione anestetizzante allo scopo di evitare che gli organismi si contraggano rendendo difficile il processo di identificazione. I campioni sono stati quindi posti in contenitori di plastica ed immersi in alcol etilico al 70% quale soluzione conservante.

In laboratorio il campione è stato sottoposto a smistamento ("sorting"). I macroinvertebrati sono stati inizialmente suddivisi per macrogruppi tassonomici (molluschi, crostacei, policheti, etc.) e quindi sottoposti a classificazione più fine da personale laureato, specializzato nei diversi settori della sistematica.

Le forme coloniali rinvenute nei campioni, tra cui l'ascidia coloniale *Botryllus schlosseri* e il briozoo *Tricellaria inopinata*, sono state identificate in fase di riconoscimento tassonomico, ma non conteggiate in termini di abbondanza.

I dati sono stati ordinati e conformati secondo la nomenclatura tassonomica considerata nella Checklist della Fauna marina italiana, pubblicata dalla Società Italiana di Biologia Marina (SIBM, 2008, 2010). In caso di specie non contemplate dalla checklist italiana si è fatto riferimento al World Register of Marine Species (WORMS, 2015; <http://www.marinespecies.org/>).

Il data set è stato organizzato in una matrice di composizione della comunità in termini di abbondanza delle unità tassonomiche.

Per ogni stazione sono stati calcolati i seguenti macrodescrittori ed indici univariati: abbondanza totale, densità, ricchezza (numero di taxa), indice di ricchezza di Margalef (Margalef, 1958), indice di diversità di Shannon (Shannon & Weaver, 1949) e indice di omogeneità di Pielou (Pielou, 1966).

2.1.3 Indice per la classificazione dello stato ecologico: M-AMBI

L'indice M-AMBI (Borja *et al.*, 2004; Muxika *et al.*, 2007) è un indice multivariato che deriva da un'evoluzione dell'AMBI (BC), a cui si integra l'Indice di diversità di Shannon (H') ed il numero di specie (S). Il calcolo di AMBI (BC) si basa su un ampio database di taxa ai quali è stato assegnato un gruppo ecologico (da 1 a 5). Richiede dei valori di riferimento predefiniti relativi a un massimo ed un minimo di qualità. Il valore minimo corrisponde a condizioni teoriche (S = 0, H' = 0, BC = 6), mentre quello massimo è il riferimento introdotto dal D.M. 260/2010 in funzione del tipo di corpo idrico (vedi Tabella 3). L'indice M-AMBI produce direttamente un valore di RQE (rapporto di qualità ecologica), in base alla proiezione del campione lungo la retta identificata dai riferimenti nello spazio multi-dimensionale (a tre

dimensioni) identificato da analisi fattoriale. Per il calcolo dell'indice è stato utilizzato il software gratuito applicato con l'ultimo aggiornamento disponibile della lista delle specie (<http://ambi.azti.es/> - Library: library_W7 Versione 2019).

Tabella 3. Valori di riferimento tipo-specifici previsti per il calcolo degli indici (D.M. 260 del 8/11/2010).

| Macrotipo | Geomorfologia | Escursione di marea | Salinità | AMBI | Diversità di Shannon | Ricchezza | BITS |
|-----------|-----------------|---------------------|-----------------------------|------|----------------------|-----------|------|
| M-AT-1 | laguna costiera | non tidale | - | 1.85 | 3.3 | 25 | 2.80 |
| M-AT-2 | laguna costiera | microtidale | oligo-, meso-, polialina | 2.14 | 3.40 | 28 | 3.40 |
| M-AT-3 | laguna costiera | microtidale | eu-, iperalina | 0.63 | 4.23 | 46 | 3.40 |

L'attribuzione del campione ad una classe di qualità ecologica (ELEVATO, BUONO, SUFFICIENTE, SCARSO, CATTIVO) avviene poi sulla base di intervalli definiti sempre dal D.M. 260/2010 (Tabella 4).

Tabella 4. Limiti di classe in termini di RQE per l'indice ecologico M-AMBI.

| Limiti di Classe - RQE M-AMBI | | | |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Elevato/Buono | Buono/Sufficiente | Sufficiente/Scarso | Scarso/Cattivo |
| 0.96 | 0.71 | 0.57 | 0.46 |

In Tabella 5 sono riportati i valori delle 77 stazioni secondo l'indice M-AMBI e la rispettiva classificazione secondo l'EQB Macroinvertebrati bentonici per la campagna primaverile 2019.

Tabella 5. Risultati delle stazioni secondo l'indice M-AMBI. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpo idrico | Stazione | Punteggio M-AMBI | Classe | Corpo idrico | Stazione | Punteggio M-AMBI | Classe |
|--------------|------------|------------------|-------------|--------------|------------|------------------|-------------|
| EC | EC_1 | 0.54 | Scarso | PC1 | PC1_4 | 0.67 | Sufficiente |
| EC | EC_2 | 0.44 | Cattivo | PC1 | PC1_9New | 0.49 | Scarso |
| EC | EC_4 | 0.53 | Scarso | PC1 | PC1_1B | 0.44 | Cattivo |
| EC | EC_5 | 0.72 | Buono | PC2 | PC2_1 | 0.68 | Sufficiente |
| EC | EC_7 | 0.49 | Scarso | PC2 | PC2_2 | 0.40 | Cattivo |
| EC | EC_8 | 0.66 | Sufficiente | PC2 | PC2_3 | 0.83 | Buono |
| EC | EC_Ve-8 | 0.61 | Sufficiente | PC2 | PC2_4 | 0.68 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.77 | Buono | PC2 | PC2_5 | 0.56 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_2 | 0.74 | Buono | PC2 | PC2_6 | 0.69 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_3 | 0.47 | Scarso | PC2 | PC2_11New | 0.92 | Buono |
| ENC1 | ENC1_4 | 0.58 | Sufficiente | PC2 | PC2_12 | 0.93 | Buono |
| ENC1 | ENC1_5 | 0.72 | Buono | PC2 | PC2_16B | 0.82 | Buono |
| ENC1 | ENC1_6 | 0.72 | Buono | PC2 | PC2_CC | 0.87 | Buono |
| ENC1 | ENC1_7 | 0.78 | Buono | PC3 | PC3_1 | 0.65 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_9 | 0.63 | Sufficiente | PC3 | PC3_2 | 0.64 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_10 | 0.89 | Buono | PC3 | PC3_4 | 0.57 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_14bis | 0.46 | Cattivo | PC3 | PC3_5 | 0.49 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_17 | 0.55 | Scarso | PC3 | PC3_VDB | 0.74 | Buono |
| ENC1 | ENC1_18 | 0.55 | Scarso | PC4 | PC4_1 | 0.43 | Cattivo |
| ENC1 | ENC1_19 | 0.71 | Sufficiente | PC4 | PC4_2 | 0.53 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_25 | 0.55 | Scarso | PC4 | PC4_3 | 0.84 | Buono |
| ENC1 | ENC1_FI | 0.81 | Buono | PC4 | PC4_10B | 0.65 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_VS | 0.62 | Sufficiente | PNC1 | PNC1_1 | 0.69 | Sufficiente |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.84 | Buono | PNC1 | PNC1_3 | 0.40 | Cattivo |
| ENC2 | ENC2_2 | 0.91 | Buono | PNC1 | PNC1_4 | 0.91 | Buono |
| ENC2 | ENC2_3 | 0.76 | Buono | PNC1 | PNC1_7B | 0.54 | Scarso |
| ENC2 | ENC2_VG | 0.75 | Buono | PNC1 | PNC1_Ve-1 | 0.67 | Sufficiente |
| ENC3 | ENC3_1 | 0.50 | Scarso | PNC2 | PNC2_1 | 0.67 | Sufficiente |
| ENC3 | ENC3_2 | 0.55 | Scarso | PNC2 | PNC2_2 | 0.50 | Scarso |
| ENC3 | ENC3_CH | 0.73 | Buono | PNC2 | PNC2_3 | 0.47 | Scarso |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.91 | Buono | PNC2 | PNC2_4 | 0.62 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_2 | 0.65 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_5 | 1.07 | Elevato |
| ENC4 | ENC4_4 | 0.71 | Buono | PNC2 | PNC2_6 | 0.77 | Buono |
| ENC4 | ENC4_5 | 0.67 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_7 | 0.48 | Scarso |
| ENC4 | ENC4_10new | 0.60 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_10new | 0.96 | Buono |
| ENC4 | ENC4_Ve-6 | 0.62 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_SG | 1.03 | Elevato |
| PC1 | PC1_1 | 1.13 | Elevato | VLCS | VLCS_VLS | 0.56 | Scarso |
| PC1 | PC1_2 | 0.55 | Scarso | VLN | VLN_1 | 0.69 | Sufficiente |
| PC1 | PC1_3 | 0.94 | Buono | | | | |

La classificazione per corpo idrico è stata ottenuta come media semplice tra tutte le stazioni in esso presenti. La Tabella 6 riporta per ogni corpo idrico i valori di RQE e la classificazione nelle cinque classi di qualità. Sono stati esclusi dalla classificazione i CI "fortemente modificati" VLN e VLCS, ovvero le valli da pesca della laguna nord e centro-sud, in quanto descritti da una singola stazione e localizzati presso valli arginate, indipendenti e gestite in modo autonomo.

Tabella 6. Media semplice degli EQR per l'indice M-AMBI calcolata su ciascuno dei Corpi Idrici (esclusi i CI fortemente modificati). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpi Idrici | Punteggio M-AMBI | Classe |
|--------------|------------------|-------------|
| EC | 0.57 | Sufficiente |
| ENC1 | 0.66 | Sufficiente |
| ENC2 | 0.82 | Buono |
| ENC3 | 0.59 | Sufficiente |
| ENC4 | 0.69 | Sufficiente |
| PC1 | 0.70 | Sufficiente |
| PC2 | 0.74 | Buono |
| PC3 | 0.62 | Sufficiente |
| PC4 | 0.61 | Sufficiente |
| PNC1 | 0.64 | Sufficiente |
| PNC2 | 0.73 | Buono |

La classificazione basata sull'indice M-AMBI definisce lo stato di tutti i corpi idrici come SUFFICIENTE, eccetto l'ENC2, il PC2 e il PNC2 definiti in stato BUONO.

In Figura 3 è riportata la classificazione dei corpi idrici secondo l'indice M-AMBI.

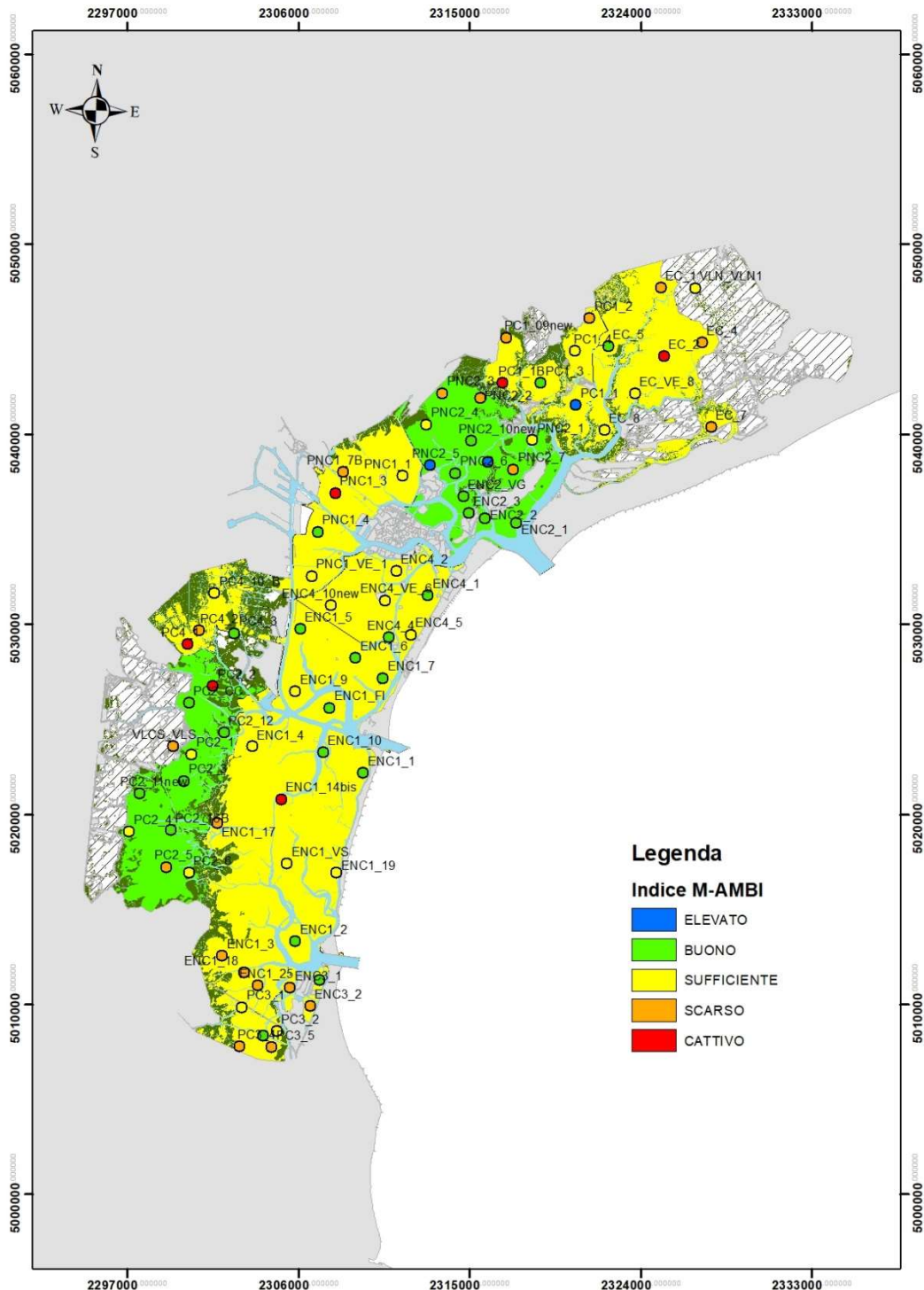


Figura 3. Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici della laguna di Venezia risultante dall'applicazione dell'indice MAMBI all'EQB Macroinvertebrati bentonici. È presentata anche la classificazione delle singole stazioni (N=77). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

2.1.4 Indice per la classificazione dello stato ecologico: BITS

L'indice BITS (Mistri & Munari, 2008; vedi anche <http://www.bits.unife.it/>) è basato sul concetto di sufficienza tassonomica. Il calcolo prevede, come per l'AMBI, l'utilizzo di tre classi di sensibilità/tolleranza al livello tassonomico di famiglia (o superiore). L'indice BITS considera sia la porzione di individui appartenenti ai tre gruppi ecologici che la "ricchezza tassonomica" (in termini di numero di famiglie) degli stessi. Anche il valore di BITS deve essere poi normalizzato sulla base di valori di riferimento tipo-specifici (Tabella 7). Come per M-AMBI anche per l'indice BITS l'attribuzione del campione ad una classe di qualità ecologica (ELEVATO, BUONO, SUFFICIENTE, SCARSO, CATTIVO) avviene poi sulla base di intervalli definiti sempre dal D.M. 260 del 8/11/2010 (Tabella 8).

Tabella 7. Valori di riferimento per il calcolo degli indici BITS tipo-specifici secondo il D.M. 260 del 8/11/2010.

| Macrotipo | Geomorfologia | Escursione di marea | Salinità | BITS |
|-----------|-----------------|---------------------|-----------------------------|------|
| M-AT-1 | Laguna costiera | Non tidale | - | 2.80 |
| M-AT-2 | Laguna costiera | Microtidale | Oligo-, meso-, polialina | 3.40 |
| M-AT-3 | Laguna costiera | Microtidale | Eu-, iperalina | 3.40 |

Tabella 8. Limiti di classe in termini di RQE per l'indice ecologico BITS.

| Limiti di Classe - Punteggio BITS | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Elevato/Buono | Buono/Sufficiente | Sufficiente/Scarso | Scarso/Cattivo |
| 0.87 | 0.68 | 0.44 | 0.25 |

In Tabella 9 sono riportati i valori delle 77 stazioni secondo l'indice BITS e la rispettiva classificazione secondo l'EQB Macroinvertebrati bentonici per la campagna primaverile 2019.

Tabella 9. Risultati delle stazioni secondo l'indice BITS. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpo Idrico | Stazione | Punteggio BITS | Classe | Corpo Idrico | Stazione | Punteggio BITS | Classe |
|--------------|----------|----------------|-------------|--------------|-----------|----------------|-------------|
| EC | EC_1 | 0.60 | Sufficiente | PC1 | PC1_4 | 0.51 | Sufficiente |
| EC | EC_2 | 0.71 | Buono | PC1 | PC1_9new | 0.85 | Buono |
| EC | EC_4 | 0.36 | Scarso | PC1 | PC1_1B | 0.82 | Buono |
| EC | EC_5 | 0.86 | Buono | PC2 | PC2_1 | 0.91 | Elevato |
| EC | EC_7 | 0.62 | Sufficiente | PC2 | PC2_2 | 0.22 | Cattivo |
| EC | EC_8 | 0.50 | Sufficiente | PC2 | PC2_3 | 1.12 | Elevato |
| EC | EC_Ve-8 | 0.49 | Sufficiente | PC2 | PC2_4 | 0.61 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.71 | Buono | PC2 | PC2_5 | 1.02 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_2 | 1.19 | Elevato | PC2 | PC2_6 | 1.05 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_3 | 0.44 | Sufficiente | PC2 | PC2_11new | 0.73 | Buono |
| ENC1 | ENC1_4 | 1.17 | Elevato | PC2 | PC2_12 | 1.05 | Elevato |

| Corpo Idrico | Stazione | Punteggio BITS | Classe | Corpo Idrico | Stazione | Punteggio BITS | Classe |
|--------------|------------|----------------|-------------|--------------|------------|----------------|-------------|
| ENC1 | ENC1_5 | 0.34 | Scarso | PC2 | PC2_16B | 0.70 | Buono |
| ENC1 | ENC1_6 | 0.61 | Sufficiente | PC2 | PC2_CC | 0.58 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_7 | 0.52 | Sufficiente | PC3 | PC3_1 | 0.65 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_9 | 0.78 | Buono | PC3 | PC3_2 | 1.14 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_10 | 0.79 | Buono | PC3 | PC3_4 | 0.54 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_14bis | 1.17 | Elevato | PC3 | PC3_5 | 0.93 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_17 | 0.68 | Buono | PC3 | PC3_VDB | 1.16 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_18 | 1.04 | Elevato | PC4 | PC4_1 | 0.87 | Buono |
| ENC1 | ENC1_19 | 1.06 | Elevato | PC4 | PC4_2 | 0.68 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_25 | 0.98 | Elevato | PC4 | PC4_3 | 0.74 | Buono |
| ENC1 | ENC1_FI | 0.65 | Sufficiente | PC4 | PC4_10B | 0.37 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_VS | 0.93 | Elevato | PNC1 | PNC1_1 | 0.63 | Sufficiente |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.86 | Buono | PNC1 | PNC1_3 | 0.15 | Cattivo |
| ENC2 | ENC2_2 | 0.36 | Scarso | PNC1 | PNC1_4 | 0.69 | Buono |
| ENC2 | ENC2_3 | 0.35 | Scarso | PNC1 | PNC1_7B | 0.63 | Sufficiente |
| ENC2 | ENC2_VG | 0.37 | Scarso | PNC1 | PNC1_Ve-1 | 0.60 | Sufficiente |
| ENC3 | ENC3_1 | 0.88 | Elevato | PNC2 | PNC2_1 | 0.70 | Buono |
| ENC3 | ENC3_2 | 1.06 | Elevato | PNC2 | PNC2_2 | 0.90 | Elevato |
| ENC3 | ENC3_CH | 0.57 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_3 | 0.44 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.47 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_4 | 0.53 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_2 | 0.76 | Buono | PNC2 | PNC2_5 | 0.60 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_4 | 0.49 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_6 | 0.49 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_5 | 0.52 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_7 | 0.30 | Scarso |
| ENC4 | ENC4_10new | 1.10 | Elevato | PNC2 | PNC2_10new | 0.71 | Buono |
| ENC4 | ENC4_Ve-6 | 0.58 | Sufficiente | PNC2 | PNC2_SG | 0.64 | Sufficiente |
| PC1 | PC1_1 | 0.69 | Buono | VLCS | VLCS_VLS | 0.35 | Scarso |
| PC1 | PC1_2 | 1.03 | Elevato | VLN | VLN_VLN1 | 0.67 | Sufficiente |
| PC1 | PC1_3 | 1.13 | Elevato | | | | |

La Tabella 10 riporta per ogni CI (esclusi quelli "fortemente modificati") i valori di EQR e la classificazione nelle cinque classi di qualità in base alla media semplice degli EQR calcolati sulle stazioni per il BITS.

Tabella 10. Media aritmetica degli EQR per l'indice BITS calcolata su ciascuno dei Corpi Idrici (esclusi i CI fortemente modificati). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpi Idrici | Punteggio BITS | Classe |
|--------------|----------------|-------------|
| EC | 0.59 | Sufficiente |
| ENC1 | 0.82 | Buono |
| ENC2 | 0.48 | Sufficiente |
| ENC3 | 0.84 | Buono |
| ENC4 | 0.66 | Sufficiente |
| PC1 | 0.84 | Buono |
| PC2 | 0.80 | Buono |
| PC3 | 0.88 | Elevato |
| PC4 | 0.66 | Sufficiente |
| PNC1 | 0.54 | Sufficiente |
| PNC2 | 0.59 | Sufficiente |

L'indice BITS classifica quattro corpi idrici in termini di qualità BUONA (ENC1, ENC3, PC1 e PC2), sei di qualità SUFFICIENTE (EC, ENC2, ENC4, PC4, PNC1 e PNC2) e il solo PC3 è classificato di qualità ELEVATA.

La classificazione relativa all'indice M-AMBI ha comunque la precedenza su quella relativa al BITS in quanto quest'ultimo indice è definito opzionale.

In Figura 4 viene riportata la classificazione dei CI secondo l'indice BITS.

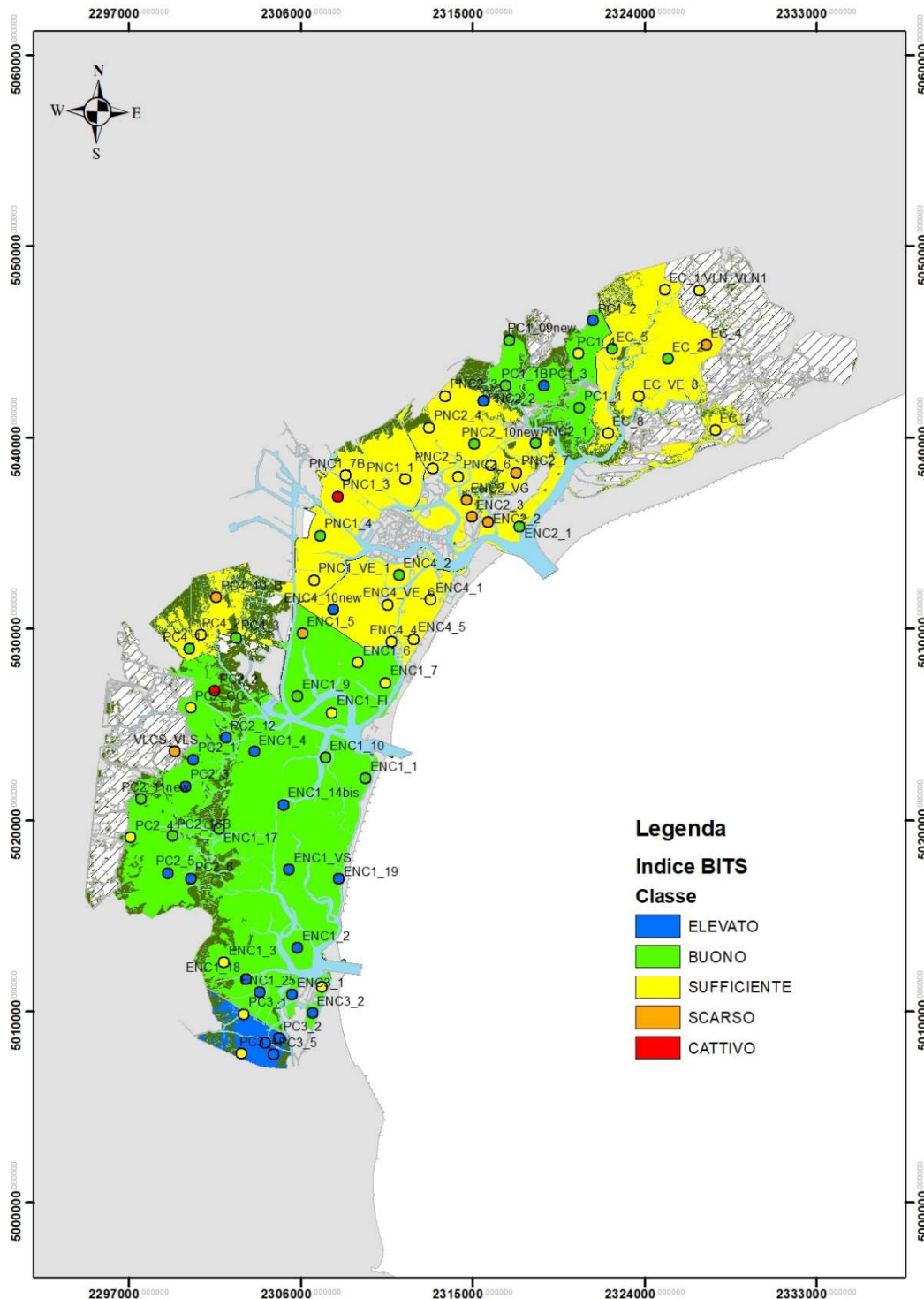


Figura 4. Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici della laguna di Venezia risultante dall'applicazione dell'indice BITS all'EQB Macroinvertebrati bentonici. È presentata anche la classificazione delle singole stazioni (N=77). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

2.1.1 Confronti tra Cicli di Monitoraggio

2.1.1.1 M-AMBI

In Tabella 11 vengono confrontati i valori di EQR dell'indice M-AMBI relativi al primo, al secondo ed al terzo triennio di monitoraggio, le cui campagne sono state eseguite nel 2011, 2014 e 2019, rispettivamente.

Tabella 11. Valori di EQR dell'indice M-AMBI per le singole stazioni, per il primo (2011), il secondo (2014) ed il terzo (2019) triennio di monitoraggio operativo. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpo idrico | Stazione | M-AMBI 2011 | M-AMBI 2014 | M-AMBI 2019 | Corpo idrico | Stazione | M-AMBI 2011 | M-AMBI 2014 | M-AMBI 2019 |
|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| EC | EC_1 | 0.61 | 0.66 | 0.54 | PC1 | PC1_4 | 0.29 | 0.82 | 0.67 |
| | EC_2 | 0.37 | 0.69 | 0.44 | | PC1_9new | | 0.52 | 0.49 |
| | EC_4 | 0.48 | 0.67 | 0.53 | | PC1_1B | 0.59 | 0.83 | 0.44 |
| | EC_5 | 0.70 | 0.75 | 0.72 | PC2 | PC2_1 | 0.95 | 0.7 | 0.68 |
| | EC_7 | 0.41 | 0.48 | 0.49 | | PC2_2 | 0.78 | 0.7 | 0.40 |
| | EC_8 | 0.41 | 0.72 | 0.66 | | PC2_3 | 0.97 | 0.83 | 0.83 |
| | EC_Ve-8 | 0.57 | 0.61 | 0.61 | | PC2_4 | 0.58 | 0.51 | 0.68 |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.77 | 0.53 | 0.77 | | PC2_5 | 0.68 | 0.67 | 0.56 |
| | ENC1_2 | 0.88 | 0.54 | 0.74 | | PC2_6 | 0.86 | 0.83 | 0.69 |
| | ENC1_3 | 0.58 | 0.53 | 0.47 | | PC2_11new | | 0.35 | 0.92 |
| | ENC1_4 | 0.74 | 0.56 | 0.58 | PC2_12 | | 0.87 | 0.93 | |
| | ENC1_5 | 0.48 | 0.50 | 0.72 | PC2_16B | 0.52 | 0.68 | 0.82 | |
| | ENC1_6 | 0.76 | 0.63 | 0.72 | PC2_CC | 0.58 | 0.58 | 0.87 | |
| | ENC1_7 | 0.54 | 0.55 | 0.78 | PC3 | PC3_1 | 0.64 | 0.92 | 0.65 |
| | ENC1_9 | 0.76 | 0.82 | 0.63 | | PC3_2 | 0.53 | 0.95 | 0.64 |
| | ENC1_10 | 0.82 | 0.67 | 0.89 | | PC3_4 | 0.7 | 0.86 | 0.57 |
| | ENC1_14bis | | 0.62 | 0.46 | | PC3_5 | 0.7 | 0.79 | 0.49 |
| | ENC1_17 | 0.55 | 0.61 | 0.55 | | PC3_VDB | 0.86 | 0.54 | 0.74 |
| | ENC1_18 | 0.69 | 0.85 | 0.55 | PC4 | PC4_1 | 0.76 | 0.55 | 0.43 |
| | ENC1_19 | 0.8 | 0.62 | 0.71 | | PC4_2 | 0.67 | 0.73 | 0.53 |
| | ENC1_25 | | 0.80 | 0.55 | | PC4_3 | 0.59 | 0.69 | 0.84 |
| | ENC1_FI | 0.95 | 0.59 | 0.81 | | PC4_10B | 0.76 | 0.45 | 0.65 |
| ENC1_VS | 0.62 | 0.64 | 0.62 | PNC1 | PNC1_1 | 0.57 | 0.73 | 0.69 | |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.74 | 0.55 | | 0.84 | PNC1_3 | 0.56 | 0.68 | 0.40 |
| | ENC2_2 | 0.65 | 0.82 | | 0.91 | PNC1_4 | 0.71 | 0.64 | 0.91 |
| | ENC2_3 | 0.48 | 0.58 | | 0.76 | PNC1_7B | 0.44 | 0.6 | 0.54 |
| | ENC2_VG | 0.68 | 0.60 | | 0.75 | PNC1_Ve-1 | 0.68 | 0.7 | 0.67 |
| ENC3 | ENC3_1 | 0.58 | 0.60 | 0.50 | PNC2 | PNC2_1 | 0.53 | 0.87 | 0.67 |
| | ENC3_2 | 0.50 | 0.61 | 0.55 | | PNC2_2 | 0.46 | 0.56 | 0.50 |

| Corpo idrico | Stazione | M-AMBI 2011 | M-AMBI 2014 | M-AMBI 2019 | Corpo idrico | Stazione | M-AMBI 2011 | M-AMBI 2014 | M-AMBI 2019 |
|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | ENC3_CH | 0.72 | 0.81 | 0.73 | | PNC2_3 | 0.44 | 0.40 | 0.47 |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.58 | 0.54 | 0.91 | | PNC2_4 | 0.54 | 0.74 | 0.62 |
| | ENC4_2 | 0.45 | 0.56 | 0.65 | | PNC2_5 | 0.77 | 0.54 | 1.07 |
| | ENC4_4 | 0.67 | 0.65 | 0.71 | | PNC2_6 | 0.86 | 0.63 | 0.77 |
| | ENC4_5 | 0.52 | 0.67 | 0.67 | | PNC2_7 | 0.74 | 0.72 | 0.48 |
| | ENC4_10new | | 0.45 | 0.60 | | PNC2_10new | | 0.76 | 0.96 |
| | ENC4_Ve-6 | 0.80 | 0.56 | 0.62 | | PNC2_SG | 0.96 | 0.98 | 1.03 |
| | PC1 | PC1_1 | 0.89 | 0.88 | 1.13 | VLCS | VLCS_VLS | 0.52 | 0.6 |
| | PC1_2 | 0.57 | 0.4 | 0.55 | VLS | VLN_1 | 0.83 | 0.59 | 0.69 |
| | PC1_3 | 0.72 | 0.65 | 0.94 | | | | | |

In Tabella 12 si riportano i valori di EQR dell'indice M-AMBI relativi ai corpi idrici, esclusi quelli fortemente modificati, calcolati come media semplice dei valori relativi alle stazioni, per il primo (2011), il secondo (2014) ed il terzo (2019) triennio di monitoraggio.

Tabella 12. Valori di EQR dell'indice M-AMBI per gli 11 corpi idrici per il primo (2011) e il secondo (2014) Ciclo di monitoraggio operativo. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| CORPI IDRICI | I Ciclo 2011 | II Ciclo 2014 | III Ciclo 2019 |
|--------------|--------------|---------------|----------------|
| EC | 0.54 | 0.65 | 0.57 |
| ENC1 | 0.74 | 0.63 | 0.66 |
| ENC2 | 0.64 | 0.64 | 0.82 |
| ENC3 | 0.60 | 0.67 | 0.59 |
| ENC4 | 0.62 | 0.57 | 0.69 |
| PC1 | 0.61 | 0.68 | 0.70 |
| PC2 | 0.74 | 0.67 | 0.74 |
| PC3 | 0.69 | 0.81 | 0.62 |
| PC4 | 0.70 | 0.60 | 0.61 |
| PNC1 | 0.58 | 0.67 | 0.64 |
| PNC2 | 0.66 | 0.67 | 0.73 |

Rispetto al 2011 e al 2014 l'indice M-AMBI mantiene nel 2019 indicativamente lo stesso range (0.58-0.74 nel 2011; 0.57-0.81 nel 2014; 0.57-0.82 nel 2019), pur evidenziando una considerevole variabilità di comportamento per i singoli corpi idrici. Nel 2011, i corpi idrici erano classificati tutti in stato SUFFICIENTE, fatta eccezione per ENC1 e PC2 (BUONO) ed EC (SCARSO). Nel 2014, l'indice definisce lo stato di tutti i corpi idrici come SUFFICIENTE, eccetto PC3 (BUONO) ed ENC4 (SCARSO). Nel 2019, l'indice definisce lo stato di tre corpi idrici come BUONO (ENC2, PC2 e PNC2), mentre tutti gli altri corpi idrici vengono classificati come SUFFICIENTE (EC, ENC1, ENC3, ENC4, PC1, PC3, PC4, PNC1). Rispetto al 2011, nel 2019 si osserva il peggioramento di un solo corpo idrico (ENC1, declassato comunque a

SUFFICIENTE nel 2013 a seguito della verifica effettuata per le condizioni di anossia), il miglioramento di due corpi idrici (ENC2, PNC2, che passano dallo stato SUFFICIENTE allo stato BUONO), mentre sette corpi idrici rimangono inalterati (ENC3, ENC4, PC1, PC2, PC3, PC4, PNC1, tutti in stato SUFFICIENTE). Rispetto al 2014, nel 2019 si osserva il peggioramento di un corpo idrico (PC3, che passa dallo stato BUONO a SUFFICIENTE), il miglioramento di tre corpi idrici (ENC2, PC2, PNC2, dallo stato SUFFICIENTE a BUONO), mentre sei corpi idrici rimangono inalterati (EC, ENC1, ENC3, PC1, PC4, PNC1, tutti in stato SUFFICIENTE).

2.1.1.2 BITS

In Tabella 13 vengono confrontati i valori di EQR dell'indice BITS per ciascuna stazione e relativi al primo, al secondo e al terzo triennio di monitoraggio (campionamenti eseguiti nel 2011, 2014 e 2019, rispettivamente).

In Tabella 14 si riportano i valori di EQR dell'indice BITS relativi ai corpi idrici, esclusi quelli fortemente modificati, calcolati come media semplice dei valori relativi alle stazioni, per ciascuno dei tre trienni di monitoraggio.

Tabella 13. Valori di EQR dell'indice BITS per le singole stazioni, per il primo (2011) il secondo (2014) ed il terzo (2019) triennio di monitoraggio operativo. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpo idrico | Stazione | BITS 2011 | BITS 2014 | BITS 2019 | Corpo idrico | Stazione | BITS 2011 | BITS 2014 | BITS 2019 |
|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| EC | EC_1 | 0.77 | 0.67 | 0.60 | PC4 | PC1_4 | 0.80 | 0.85 | 0.51 |
| | EC_2 | 0.67 | 0.79 | 0.71 | | PC1_9new | | 0.64 | 0.85 |
| | EC_4 | 1.02 | 1.16 | 0.36 | | PC1_1B | 0.81 | 1.10 | 0.82 |
| | EC_5 | 0.51 | 0.53 | 0.86 | PC2 | PC2_1 | 0.89 | 0.64 | 0.91 |
| | EC_7 | 0.64 | 0.40 | 0.62 | | PC2_2 | 0.99 | 0.55 | 0.22 |
| | EC_8 | 1.02 | 0.77 | 0.50 | | PC2_3 | 0.82 | 0.77 | 1.12 |
| | EC_Ve-8 | 0.49 | 0.45 | 0.50 | | PC2_4 | 0.98 | 0.46 | 0.61 |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.89 | 0.84 | 0.71 | | PC2_5 | 0.93 | 1.09 | 1.02 |
| | ENC1_2 | 0.73 | 0.98 | 1.19 | | PC2_6 | 1.14 | 0.97 | 1.05 |
| | ENC1_3 | 0.99 | 0.79 | 0.44 | | PC2_11new | | 0.24 | 0.73 |
| | ENC1_4 | 0.51 | 0.73 | 1.16 | PC2_12 | | 0.89 | 1.05 | |
| | ENC1_5 | 0.84 | 1.09 | 0.34 | PC2_16B | 0.97 | 0.78 | 0.70 | |
| | ENC1_6 | 0.65 | 0.65 | 0.61 | PC2_CC | 0.88 | 0.50 | 0.58 | |
| | ENC1_7 | 0.39 | 0.67 | 0.53 | PC3 | PC3_1 | 0.97 | 0.78 | 0.65 |
| | ENC1_9 | 0.50 | 0.91 | 0.78 | | PC3_2 | 0.86 | 0.90 | 1.14 |
| | ENC1_10 | 0.56 | 0.88 | 0.79 | | PC3_4 | 0.66 | 0.64 | 0.54 |
| | ENC1_14bis | | 1.12 | 1.17 | | PC3_5 | 0.80 | 0.62 | 0.93 |
| | ENC1_17 | 0.56 | 1.12 | 0.68 | | PC3_VDB | 0.75 | 0.41 | 1.16 |
| ENC1_18 | 1.15 | 1.04 | 1.04 | PC4 | PC4_1 | 1.09 | 0.36 | 0.87 | |

| Corpo idrico | Stazione | BITS 2011 | BITS 2014 | BITS 2019 | Corpo idrico | Stazione | BITS 2011 | BITS 2014 | BITS 2019 |
|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | ENC1_19 | 0.56 | 0.96 | 1.06 | | PC4_2 | 0.90 | 0.67 | 0.67 |
| | ENC1_25 | | 0.84 | 0.98 | | PC4_3 | 0.73 | 0.74 | 0.74 |
| | ENC1_FI | 0.63 | 0.63 | 0.66 | | PC4_10B | 1.11 | 0.31 | 0.37 |
| | ENC1_VS | 0.69 | 0.94 | 0.94 | | PNC1 | PNC1_1 | 0.55 | 1.09 |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.70 | 0.63 | 0.86 | PNC1_3 | | 1.03 | 0.58 | 0.15 |
| | ENC2_2 | 0.43 | 0.55 | 0.36 | PNC1_4 | | 0.66 | 0.64 | 0.69 |
| | ENC2_3 | 0.31 | 0.58 | 0.35 | PNC1_7B | | 0.50 | 0.48 | 0.63 |
| | ENC2_VG | 0.55 | 0.39 | 0.37 | PNC1_Ve-1 | 0.62 | 0.73 | 0.62 | |
| ENC3 | ENC3_1 | 0.39 | 0.72 | 0.88 | | PNC2_1 | 0.64 | 0.82 | 0.70 |
| | ENC3_2 | 0.65 | 0.63 | 1.06 | | PNC2_2 | 0.64 | 0.62 | 0.89 |
| | ENC3_CH | 0.54 | 0.80 | 0.57 | | PNC2_3 | 0.52 | 0.41 | 0.44 |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.6 | 0.44 | 0.47 | PNC2 | PNC2_4 | 0.55 | 0.52 | 0.53 |
| | ENC4_2 | 0.3 | 0.58 | 0.76 | | PNC2_5 | 0.51 | 0.40 | 0.60 |
| | ENC4_4 | 0.42 | 1.01 | 0.49 | | PNC2_6 | 0.55 | 0.43 | 0.49 |
| | ENC4_5 | 0.33 | 0.66 | 0.53 | | PNC2_7 | 0.64 | 0.44 | 0.30 |
| | ENC4_10new | | 0.59 | 1.10 | | PNC2_10new | | 0.52 | 0.71 |
| | ENC4_Ve-6 | 0.62 | 0.65 | 0.58 | | PCN2_SG | 0.54 | 0.52 | 0.65 |
| PC1 | PC1_1 | 0.68 | 0.73 | 0.69 | VLCS | VLCS_VLS | 0.48 | 0.52 | 0.35 |
| | PC1_2 | 1.01 | 0.89 | 1.03 | VLS | VLN_1 | 0.86 | 0.85 | 0.67 |
| | PC1_3 | 1.10 | 0.44 | 1.13 | | | | | |

La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici nel 2019 mostra una certa variabilità con quanto osservato nei precedenti cicli di monitoraggio, come si evince anche dalla Tabella 14.

Solamente 11 stazioni mantengono la stessa classificazione nei 3 cicli di monitoraggio, seppur con valori leggermente diversi nei 3 anni: 7 stazioni mantengono lo stato SUFFICIENTE, 1 lo stato BUONO e 3 lo stato ELEVATO. Tutte le altre stazioni hanno invece degli andamenti altalenanti negli anni, ma per evidenziare se esistono o meno dei veri e propri trend all'interno della singola stazione sarà necessario avere una serie di dati più cospicua.

Tabella 14. Valori di EQR dell'indice BITS per gli 11 corpi idrici per il primo (2011) e il secondo (2014) Ciclo di monitoraggio operativo. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| CORPI IDRICI | I Ciclo 2011 | II Ciclo 2014 | III Ciclo 2019 |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| EC | 0.73 | 0.68 | 0.59 |
| ENC1 | 0.74 | 0.89 | 0.82 |
| ENC2 | 0.50 | 0.54 | 0.48 |
| ENC3 | 0.53 | 0.72 | 0.84 |
| ENC4 | 0.48 | 0.66 | 0.66 |
| PC1 | 0.88 | 0.78 | 0.84 |
| PC2 | 0.95 | 0.69 | 0.80 |
| PC3 | 0.81 | 0.67 | 0.88 |
| PC4 | 0.96 | 0.52 | 0.66 |
| PNC1 | 0.70 | 0.70 | 0.54 |
| PNC2 | 0.57 | 0.52 | 0.59 |

La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici nel 2019 risulta, nel complesso, simile a quanto osservato nel 2014. Infatti, rispetto al 2011 si osserva un peggioramento di cinque corpi idrici (EC, PC1, PC2, PC4, PNC1), quattro sono invece rimasti inalterati (ENC2, ENC1, ENC4, PNC2) e solo due sono migliorati (ENC3, PC3). Rispetto al 2014 si osserva il peggioramento di due corpi idrici (ENC1, PNC1), il miglioramento di un corpo idrico (PC3), mentre otto corpi idrici sono rimasti inalterati (EC, ENC2, ENC3, ENC4, PC1, PC2, PC4, PNC2). In linea con quanto osservato nel 2014, nel 2019 i corpi idrici in stato SUFFICIENTE sono sei (EC, ENC2, ENC4, PC4, PNC1, PNC2), quelli in stato BUONO sono quattro (ENC1, ENC3, PC1, PC2) e uno solo risulta in stato ELEVATO (PC3).

2.2 Macrofite

2.2.1 Rete di monitoraggio

In Figura 5 è riportata la localizzazione spaziale delle stazioni di campionamento per l'elemento biologico "macrofite". Gli EQB macroalghe e fanerogame sono stati campionati in 88 stazioni: 85 distribuite negli 11 corpi idrici della laguna di Venezia aperta alle espansioni di marea e 3 stazioni all'interno di 3 valli arginate, una in laguna Sud (Valle Zappa – VLCS_VLS) e due in laguna Nord (Val Dogà VLN_VLN1 e Val Cavallino VLN_VLN2). Per la definizione dell'EQB macrofite si sono effettuate due campagne nel 2018: la prima in tarda primavera/inizio estate, la seconda in autunno. I campionamenti sono avvenuti in 11 giornate in maggio-giugno-luglio e in 9 giornate in settembre-novembre 2018.

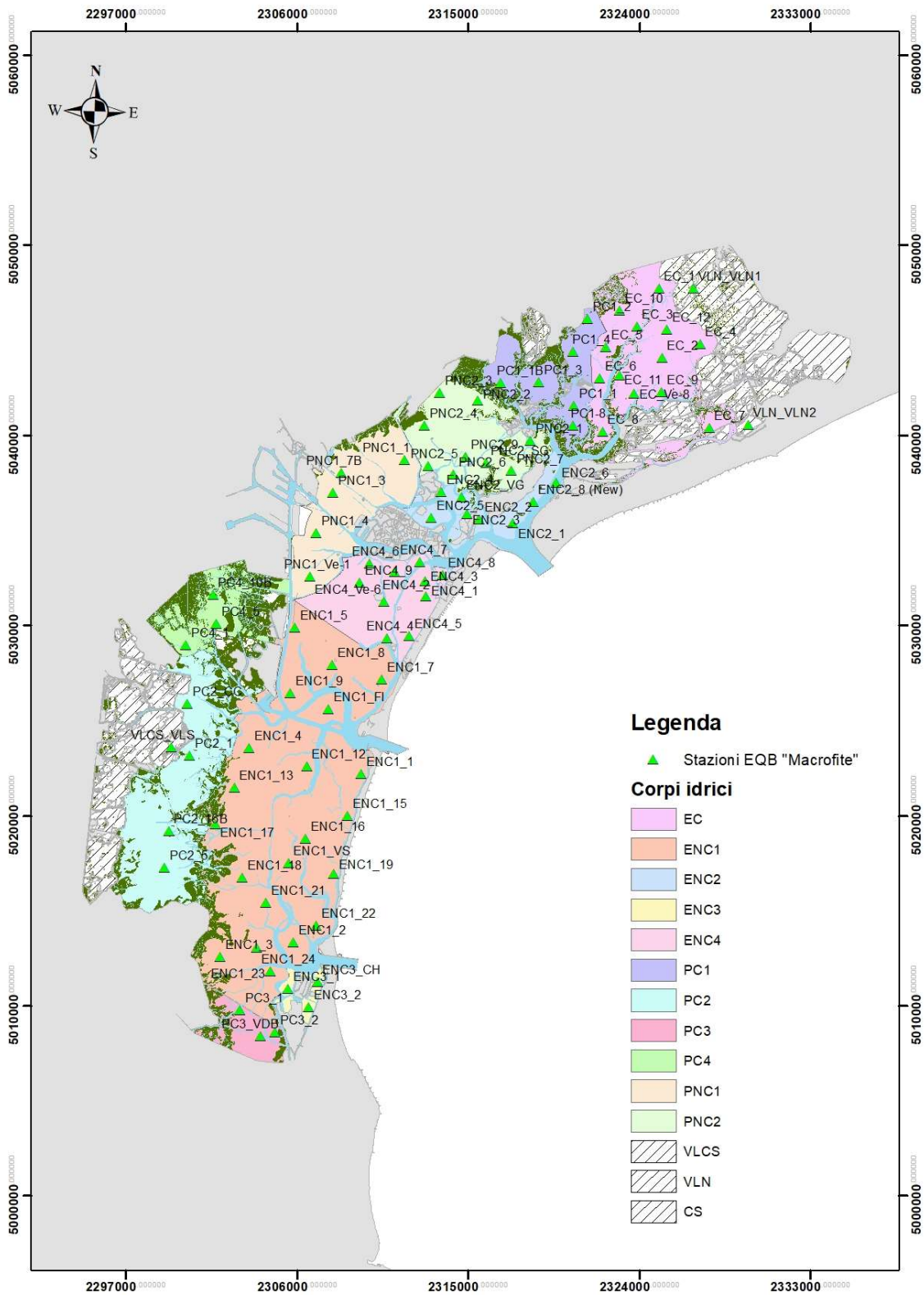


Figura 5. Localizzazione delle stazioni di campionamento per l'EQB Macrofite (Macroalghe e Fanerogame).

2.2.2 Campionamento e analisi

In tutte le stazioni, la copertura delle macroalghe e delle fanerogame marine è stata determinata mediante Visual Census in presenza di acque limpide o toccando il fondale con un rastrello quando la torbidità non permetteva di vedere il fondo. In tal caso il fondale è stato saggiato 20 volte in un raggio di 15-30 metri per rilevare la presenza/assenza di biomassa in modo da discriminare la presenza di macrofite in almeno il 5% del fondale come richiesto dall'indice MaQI. Questo valore di copertura è stato fissato con lo scopo di capire se nell'area in esame le macrofite sono in grado di crescere o la loro presenza è impedita da qualche fattore di stress, come un'elevata torbidità o concentrazioni di nutrienti così elevate da favorire la crescita di fitoplancton e cianobatteri anziché di macroalghe e fanerogame marine.

Il campionamento delle macrofite per la determinazione tassonomica e per determinare la dominanza delle Chlorophyta (alghe verdi) o delle Rhodophyta (alghe rosse) è avvenuto trascinando il rastrello 3-6 volte sul fondale delle stazioni per ca. 1 metro. Il numero di campioni variava in funzione della biomassa presente. La determinazione della dominanza delle alghe verdi e delle alghe rosse è stata ottenuta per pesatura delle due classi di macroalghe con una bilancia elettronica (precisione: 1 g) riportando i valori alla copertura totale rilevata del fondale.

Campioni rappresentativi delle macrofite campionate sono stati preservati in formaldeide tamponata al 4% per la determinazione tassonomica a livello inter e intraspecifico. Questa avviene in laboratorio mediante l'utilizzo di uno stereoscopio e di un microscopio biologico. In molti casi la presenza di specie dubbie o criptiche ha richiesto campionamenti *ad hoc* per prelevare materiale fresco delle specie in questione da indagare mediante la tecnica molecolare del DNA barcoding (Hebert et al. 2003) che, affiancata all'osservazione al microscopio, permette di individuare le specie di difficile classificazione. Tale metodologia molecolare utilizza un marcatore genetico corto e ben definito nel DNA (DNA barcode) e garantisce una sicura individuazione tassonomica delle macroalghe.

Il dataset è stato organizzato in tabelle che includono tutte le specie algali attualmente presenti nella laguna veneta, i parametri necessari per l'applicazione dell'indice MaQI e la classificazione dello stato delle macrofite (EQR).

2.2.3 Indice per la classificazione dello stato ecologico: MaQI

L'indice MaQI (Macrophyte Quality Index), proposto per valutare lo stato ecologico degli ambienti di transizione dell'eco-regione Mediterranea (Sfriso et al., 2007; 2009), è stato inizialmente messo a punto in due versioni, una esperta (E-MaQI: Sfriso et al., 2009) ed una rapida (R-MaQI: Sfriso et al., 2007; Sfriso, 2010), è stato definitivamente approvato in una forma intermedia che tiene conto delle disposizioni della WFD 2000/60/CE (European Commission, 2013; Sfriso et al., 2014)

L'indice si basa sulla determinazione delle principali associazioni di macroalghe e fanerogame marine presenti nelle aree di studio e assegna un punteggio ecologico ad ogni *taxon* macroalgale (0 = specie opportuniste; 1 specie indifferenti, 2 = specie sensibili) e si calcola tramite la matrice a due entrate (macroalghe e fanerogame) riportata in Figura 6.

| Macrophyte Quality Index (MaQI) | | | | | | | | |
|---|---|--|----------------------|-------------------------|--------|------|------|------|
| Macroalgae (1) | Taxa | | | Ecological Status (EQR) | | | | |
| | Opportunistic score 0 | Indifferent score 1 | Sensitive score 2 | | | | | |
| | Any cover | | | N° | % | 0.85 | | |
| | | | | >2 | ≥25 | | | 1 |
| | ≤15 | 15-25 | 0.65 | | 0.75 | | | |
| | | Total cover ≤5% | | | 2 | - | 0.55 | 0.65 |
| | Total cover >5% | Wet Abundance Rhodophyta > Chlorophyta | | ≤2 | | | | |
| | | Wet Abundance Chlorophyta > Rhodophyta | | 1 | - | 0.55 | 0.65 | 0.85 |
| | Total coverage ≤5% | | | | | | | |
| | Absent | | | 0 | 0 | 0.55 | 0.65 | 0.85 |
| | | | 0 | 0 | | | | |
| <i>Ruppia cirrhosa, R. maritima, Nanozostera noltii</i> | | | Absent | <50% | 50-75% | >75% | | |
| <i>Zostera marina</i> | | | | <25% | 25-75% | >75% | | |
| <i>Cymodocea nodosa</i> | | | Absent | <25% | ≥25% | | | |
| <i>Posidonia oceanica</i> | | | Absent | Present | | | | |
| Taxa cover % | | | Aquatic angiosperms | | | | | |
| (1) | The Xanthophyceae <i>Vaucheria</i> spp. should not be taken into account in the total cover | | | | | | | |

Figura 6. Matrice per il calcolo dell'indice MaQI.

In Tabella 15 sono riportati i valori degli EQR delle 88 stazioni campionate nel 2019 e la rispettiva classificazione secondo l'EQB Macrofite.

Tabella 15. Risultati delle stazioni secondo l'indice MaQI. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpi idrici | Stazioni | RQE MaQI | Classe |
|--------------|----------|----------|---------|
| EC | EC_1 | 1.00 | Elevato |
| EC | EC_2 | 0.85 | Elevato |
| EC | EC_3 | 1.00 | Elevato |
| EC | EC_4 | 1.00 | Elevato |

| Corpi idrici | Stazioni | RQE MaQI | Classe |
|--------------|--------------|----------|-------------|
| EC | EC_5 | 0.85 | Elevato |
| EC | EC_6 | 0.55 | Sufficiente |
| EC | EC_7 | 0.85 | Elevato |
| EC | EC_8 | 0.85 | Elevato |
| EC | EC_9 | 1.00 | Elevato |
| EC | EC_10 | 0.55 | Sufficiente |
| EC | EC_11 | 0.75 | Buono |
| EC | EC_12 | 0.85 | Elevato |
| EC | EC_Ve-8 | 1.00 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_2 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_3 | 0.65 | Buono |
| ENC1 | ENC1_4 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_5 | 0.35 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_7 | 0.65 | Buono |
| ENC1 | ENC1_8 | 0.35 | Scarso |
| ENC1 | ENC1_9 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_12 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_13 | 0.65 | Buono |
| ENC1 | ENC1_15 | 1.00 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_16 | 0.65 | Buono |
| ENC1 | ENC1_17 | 0.65 | Buono |
| ENC1 | ENC1_18 | 0.55 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_19 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_21 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_22 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_23 | 1.00 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_24 | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_VS | 1.00 | Elevato |
| ENC1 | ENC1_FI | 1.00 | Elevato |
| ENC2 | ENC2_1 | 1.00 | Elevato |
| ENC2 | ENC2_2 | 0.85 | Elevato |
| ENC2 | ENC2_3 | 0.85 | Elevato |
| ENC2 | ENC2_4 | 0.55 | Sufficiente |
| ENC2 | ENC2_5 | 0.35 | Scarso |
| ENC2 | ENC2_6 | 0.85 | Elevato |
| ENC2 | ENC2_8 (New) | 1.00 | Elevato |
| ENC2 | ENC2_VG | 0.55 | Sufficiente |
| ENC3 | ENC3_1 | 0.85 | Elevato |
| ENC3 | ENC3_2 | 0.65 | Buono |
| ENC3 | ENC3_CH | 0.75 | Buono |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.65 | Buono |
| ENC4 | ENC4_2 | 0.55 | Sufficiente |

| Corpi idrici | Stazioni | RQE MaQI | Classe |
|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| ENC4 | ENC4_3 | 0.55 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_4 | 0.55 | Sufficiente |
| ENC4 | ENC4_5 | 0.35 | Scarso |
| ENC4 | ENC4_6 | 0.35 | Scarso |
| ENC4 | ENC4_7 | 0.75 | Buono |
| ENC4 | ENC4_8 | 0.65 | Buono |
| ENC4 | ENC4_9 | 0.35 | Scarso |
| ENC4 | ENC4_Ve-6 | 0.55 | Sufficiente |
| PC1 | PC1_1 | 0.55 | Sufficiente |
| PC1 | PC1_1B | 0.25 | Scarso |
| PC1 | PC1_2 | 0.65 | Buono |
| PC1 | PC1_3 | 0.65 | Buono |
| PC1 | PC1_4 | 0.55 | Sufficiente |
| PC1 | PC1-8 | 0.55 | Sufficiente |
| PC2 | PC2_1 | 0.25 | Scarso |
| PC2 | PC2_5 | 0.35 | Scarso |
| PC2 | PC2_16B | 0.55 | Sufficiente |
| PC2 | PC2_CC | 0.35 | Scarso |
| PC3 | PC3_1 | 0.55 | Sufficiente |
| PC3 | PC3_2 | 0.25 | Scarso |
| PC3 | PC3_VDB | 0.25 | Scarso |
| PC4 | PC4_1 | 0.35 | Scarso |
| PC4 | PC4_5 | 0.25 | Scarso |
| PC4 | PC4_10B | 0.35 | Scarso |
| PNC1 | PNC1_1 | 0.35 | Scarso |
| PNC1 | PNC1_3 | 0.35 | Scarso |
| PNC1 | PNC1_4 | 0.35 | Scarso |
| PNC1 | PNC1_7B | 0.25 | Scarso |
| PNC1 | PNC1_Ve-1 | 0.35 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_1 | 0.25 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_2 | 0.25 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_3 | 0.35 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_4 | 0.35 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_5 | 0.35 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_6 | 0.35 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_7 | 0.55 | Sufficiente |
| PNC2 | PNC2_9 | 0.25 | Scarso |
| PNC2 | PNC2_SG | 0.85 | Elevato |
| VLCS_VLS | VLCS_VLS | 0.25 | Scarso |
| VLN_VLN | VLN_VLN1 | 1.00 | Elevato |
| VLN_VLN | VLN_VLN2 | 0.85 | Elevato |

La classificazione per corpo idrico è stata ottenuta come media semplice tra tutte le stazioni in esso presenti. La Tabella 16 riporta per ogni corpo idrico i valori di EQR e la classificazione nelle cinque classi di qualità. Sono stati esclusi dalla classificazione i Corpi Idrici "fortemente modificati" VLN e VLCS, ovvero le valli da pesca della laguna nord e centro-sud, in quanto descritti da una singola stazione e localizzati presso valli arginate, indipendenti e gestite in modo autonomo.

Tabella 16. Media semplice degli EQR per l'indice MaQI calcolata su ciascuno dei Corpi Idrici (esclusi i CI fortemente modificati). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpi idrici | Punteggio MaQI | Classe |
|--------------|----------------|-------------|
| EC | 0.85 | Elevato |
| ENC1 | 0.77 | Buono |
| ENC2 | 0.75 | Buono |
| ENC3 | 0.75 | Buono |
| ENC4 | 0.53 | Sufficiente |
| PC1 | 0.53 | Sufficiente |
| PC2 | 0.38 | Scarso |
| PC3 | 0.35 | Scarso |
| PC4 | 0.32 | Scarso |
| PNC1 | 0.33 | Scarso |
| PNC2 | 0.39 | Scarso |

Dalla classificazione basata sull'EQR Macrofite, 1 corpo idrico risulta in stato ELEVATO (EC) 3 corpi idrici risultano in BUONO stato (ENC1, ENC2, ENC3), 2 in stato SUFFICIENTE (ENC4, PC1) e 5 in stato SCARSO (PC2, PC3, PC4, PNC1, PNC2).

In Figura 7 è riportata la classificazione dei corpi idrici secondo l'indice MaQI.

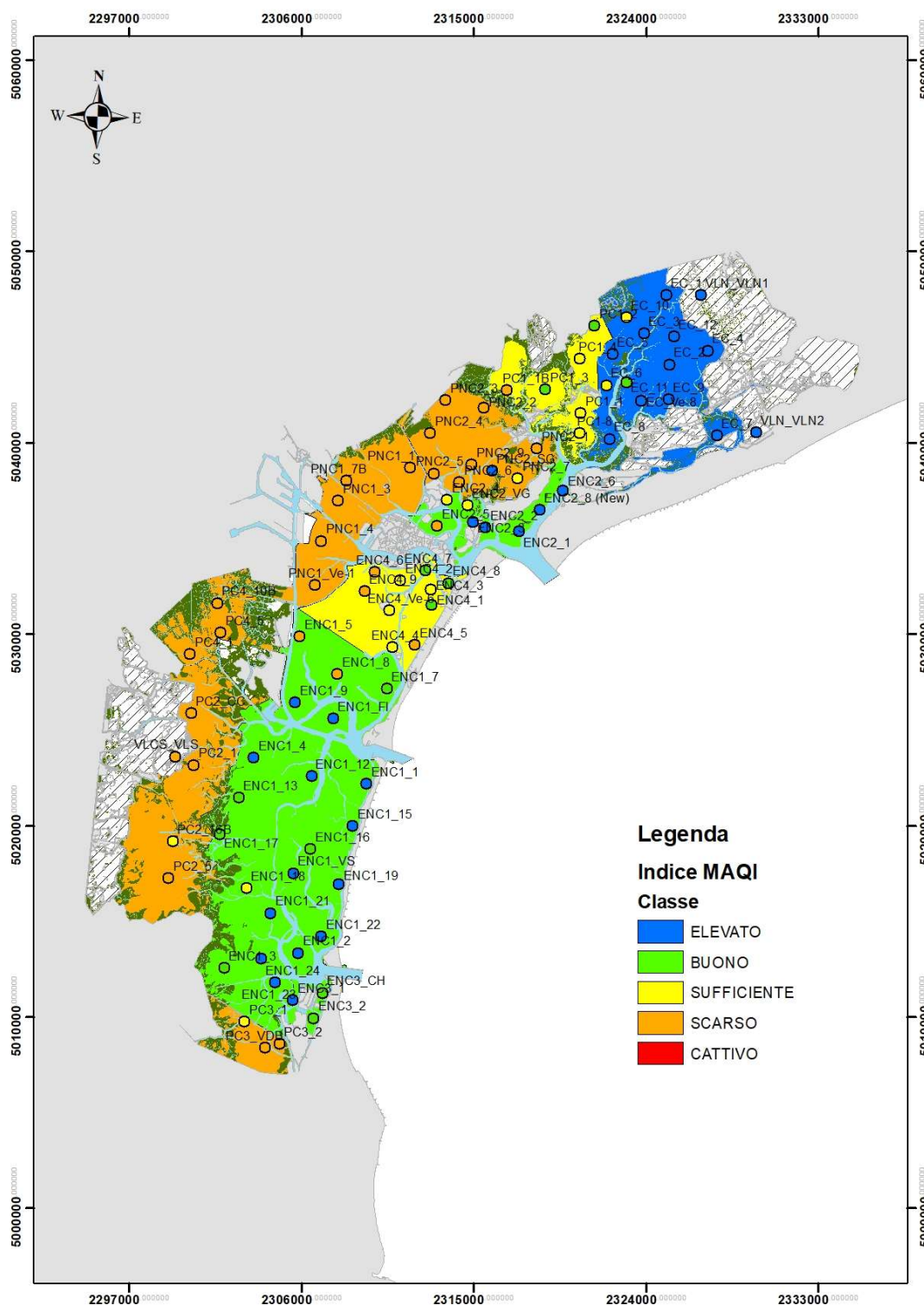


Figura 7. Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici della laguna di Venezia risultante dall'applicazione dell'indice MaQI all'EQB Macrofite. È presentata anche la classificazione delle singole stazioni (N=88). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

2.2.1 Confronti tra Cicli di Monitoraggio

In Tabella 17 vengono confrontati i valori di EQR dell'indice MaQI relativi ai 3 trienni di monitoraggio (campionati nel 2011, 2014 e 2018, rispettivamente). Considerato che dal secondo ciclo di monitoraggio il campionamento è stato effettuato su un numero ridotto di stazioni, per il 2011 si è tenuto conto solo delle 88 stazioni campionate anche negli anni successivi. Per omogeneità di calcolo, i valori degli EQR delle stazioni campionate nel 2011 sono stati aggiornati tenendo conto delle modifiche apportate all'indice MaQI a seguito della Decisione 2013/480/UE.

Tabella 17. Valori di EQR dell'indice MaQI per le singole stazioni per il primo, secondo e terzo Ciclo di monitoraggio (campionati nel 2011, 2014 e 2018, rispettivamente). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| Corpi idrici | Stazioni | I Ciclo 2011 | II Ciclo 2014 | III Ciclo 2018 |
|--------------|----------|-----------------|------------------|-------------------|
| EC | EC_1 | 0.55 | 0.85 | 1 |
| | EC_2 | 0.35 | 0.65 | 0.85 |
| | EC_3 | 0.25 | 0.55 | 1 |
| | EC_4 | 1 | 1 | 1 |
| | EC_5 | 0.35 | 0.55 | 0.85 |
| | EC_6 | 0.35 | 0.25 | 0.55 |
| | EC_7 | 0.25 | 0.55 | 0.85 |
| | EC_8 | 0.45 | 0.65 | 0.85 |
| | EC_9 | 0.45 | 0.85 | 1.00 |
| | EC_10 | 0.35 | 0.55 | 0.55 |
| | EC_11 | 0.15 | 0.55 | 0.75 |
| | EC_12 | 0.15 | 0.65 | 0.85 |
| | EC_Ve-8 | 0.65 | 0.75 | 1 |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.85 | 1 | 0.85 |
| | ENC1_2 | 0.85 | 1 | 0.85 |
| | ENC1_3 | 0.25 | 0.35 | 0.65 |
| | ENC1_4 | 0.85 | 1 | 0.85 |
| | ENC1_5 | 0.25 | 0.55 | 0.35 |
| | ENC1_7 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| | ENC1_8 | 0.65 | 0.65 | 0.35 |
| | ENC1_9 | 0.35 | 0.65 | 0.85 |
| | ENC1_12 | 1 | 1 | 0.85 |
| | ENC1_13 | 0.55 | 0.65 | 0.65 |
| | ENC1_15 | 1 | 1 | 1.00 |
| | ENC1_16 | 0.25 | 0.75 | 0.65 |
| | ENC1_17 | 0.55 | 0.55 | 0.65 |
| | ENC1_18 | 0.65 | 0.55 | 0.55 |
| | ENC1_19 | 1 | 0.85 | 0.85 |
| | ENC1_21 | 1 | 1 | 0.85 |
| | ENC1_22 | 1 | 0.85 | 0.85 |
| ENC1_23 | 0.85 | 0.85 | 1 | |

| Corpi idrici | Stazioni | I Ciclo 2011 | II Ciclo 2014 | III Ciclo 2018 |
|--------------|-------------|-----------------|------------------|-------------------|
| | ENC1_24 | 0.55 | 0.85 | 0.85 |
| | ENC1_VS | 1 | 0.85 | 1 |
| | ENC1_FI | 0.65 | 0.85 | 1 |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.85 | 0.85 | 1 |
| | ENC2_2 | 0.85 | 0.85 | 0.85 |
| | ENC2_3 | 0.55 | 0.65 | 0.85 |
| | ENC2_4 | 0.15 | 0.55 | 0.55 |
| | ENC2_5 | 0.35 | 0.25 | 0.35 |
| | ENC2_6 | 0.55 | 0.55 | 0.85 |
| | ENC2_8(New) | - | 1 | 1 |
| | ENC2_VG | 0.15 | 0.55 | 0.55 |
| ENC3 | ENC3_1 | 0.65 | 0.55 | 0.85 |
| | ENC3_2 | 0.25 | 0.25 | 0.65 |
| | ENC3_CH | 0.35 | 0.65 | 0.75 |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.55 | 0.25 | 0.65 |
| | ENC4_2 | 0.25 | 0.25 | 0.55 |
| | ENC4_3 | 0.35 | 0.55 | 0.55 |
| | ENC4_4 | 0.85 | 0.85 | 0.55 |
| | ENC4_5 | 0.35 | 0.25 | 0.35 |
| | ENC4_6 | 0.25 | 0.25 | 0.35 |
| | ENC4_7 | 0.65 | 0.85 | 0.75 |
| | ENC4_8 | 0.85 | 0.85 | 0.65 |
| | ENC4_9 | 0.35 | 0.25 | 0.35 |
| | ENC4_Ve-6 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| PC1 | PC1_1 | 0.35 | 0.25 | 0.55 |
| | PC1_1B | 0.15 | 0.35 | 0.25 |
| | PC1_2 | 0.35 | 0.25 | 0.65 |
| | PC1_3 | 0.35 | 0.25 | 0.65 |
| | PC1_4 | 0.35 | 0.25 | 0.55 |
| | PC1_8 | 0.35 | 0.65 | 0.55 |
| PC2 | PC2_1 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| | PC2_5 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | PC2_16B | 0.35 | 0.55 | 0.55 |
| | PC2_CC | 0.35 | 0.25 | 0.35 |
| PC3 | PC3_1 | 0.35 | 0.35 | 0.55 |
| | PC3_2 | 0.35 | 0.25 | 0.25 |
| | PC3_VDB | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| PC4 | PC4_1 | 0.35 | 0.25 | 0.35 |
| | PC4_5 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| | PC4_10B | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| PNC1 | PNC1_1 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | PNC1_3 | 0.25 | 0.35 | 0.35 |
| | PNC1_4 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | PNC1_7B | 0.35 | 0.35 | 0.25 |

| Corpi idrici | Stazioni | I Ciclo 2011 | II Ciclo 2014 | III Ciclo 2018 |
|--------------|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
| | PNC1_Ve-1 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| PNC2 | PNC2_1 | 0.35 | 0.25 | 0.25 |
| | PNC2_2 | 0.35 | 0.35 | 0.25 |
| | PNC2_3 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | PNC2_4 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| | PNC2_5 | 0.15 | 0.35 | 0.35 |
| | PNC2_6 | 0.15 | 0.15 | 0.35 |
| | PNC2_7 | 0.35 | 0.65 | 0.55 |
| | PNC2_9 | 0.15 | 0.15 | 0.25 |
| | PNC2_SG | 0.55 | 0.55 | 0.85 |

Le condizioni ecologiche dei corpi idrici valutate sulla base dell'EQB Macrofite (Tabella 18) appaiono generalmente in miglioramento con un aumento degli EQR in quasi tutti i corpi idrici, fatta eccezione per ENC1 e PNC1. In particolare, nel Corpo Idrico EC nella estremità settentrionale della laguna nord si è passati da uno stato "sufficiente" del 2011 a uno stato "buono" nel 2014 ed "elevato" nel 2018. Un aumento del valore dell'EQR, ma senza variazione di classe, è stato osservato nei corpi idrici ENC1, ENC4, PC2, PC3, PC4, PNC1 e PNC2.

Tabella 18. Valori di EQR dell'indice MaQI per gli 11 CI (esclusi quelli fortemente modificati), calcolati come media semplice dei valori relativi alle stazioni, per il primo (2011), secondo (2014) e terzo (2018) Ciclo di monitoraggio. Il calcolo del 2011 è stato effettuato tenendo conto solo delle 88 stazioni campionate nel 2014 e 2018; nella colonna del 2014 nel Corpo Idrico ENC2 sono riportati 2 valori: il primo è stato ottenuto considerando tutti i valori completi del 2014, mentre nel secondo non è stata considerata la stazione ENC2_8New poiché non era presente nel 2011.

| Corpi idrici | I Ciclo 2011 | II Ciclo 2014 | III Ciclo 2018 |
|--------------|-----------------|------------------|-------------------|
| EC | 0.41 | 0.65 | 0.84 |
| ENC1 | 0.69 | 0.78 | 0.77 |
| ENC2 | 0.48 | 0.61 (0.66) | 0.75 |
| ENC3 | 0.42 | 0.48 | 0.75 |
| ENC4 | 0.52 | 0.49 | 0.54 |
| PC1 | 0.32 | 0.33 | 0.53 |
| PC2 | 0.36 | 0.35 | 0.38 |
| PC3 | 0.32 | 0.28 | 0.35 |
| PC4 | 0.32 | 0.28 | 0.32 |
| PNC1 | 0.33 | 0.35 | 0.33 |
| PNC2 | 0.26 | 0.35 | 0.39 |

2.3 Elementi di qualità fisico-chimica a supporto della classificazione ecologica: Elementi generali

2.3.1 Rete di monitoraggio

Per il triennio 2017-2019 sono state mantenute le 30 stazioni di campionamento dei parametri fisico-chimici a supporto (Figura 8) definite nei precedenti Piani di monitoraggio 2010 e 2013 (relativi al primo sessennio di monitoraggio), comprendenti le 16 stazioni individuate dal Provveditorato per le Opere Pubbliche per il monitoraggio delle sostanze non prioritarie a supporto della classificazione ecologica. Il campionamento degli elementi generali nell'acqua sono stati eseguiti a febbraio/marzo, maggio, luglio/agosto/settembre e novembre 2017-2018-2019. Le coordinate delle 30 stazioni campionate sono riportate in Tabella 19.

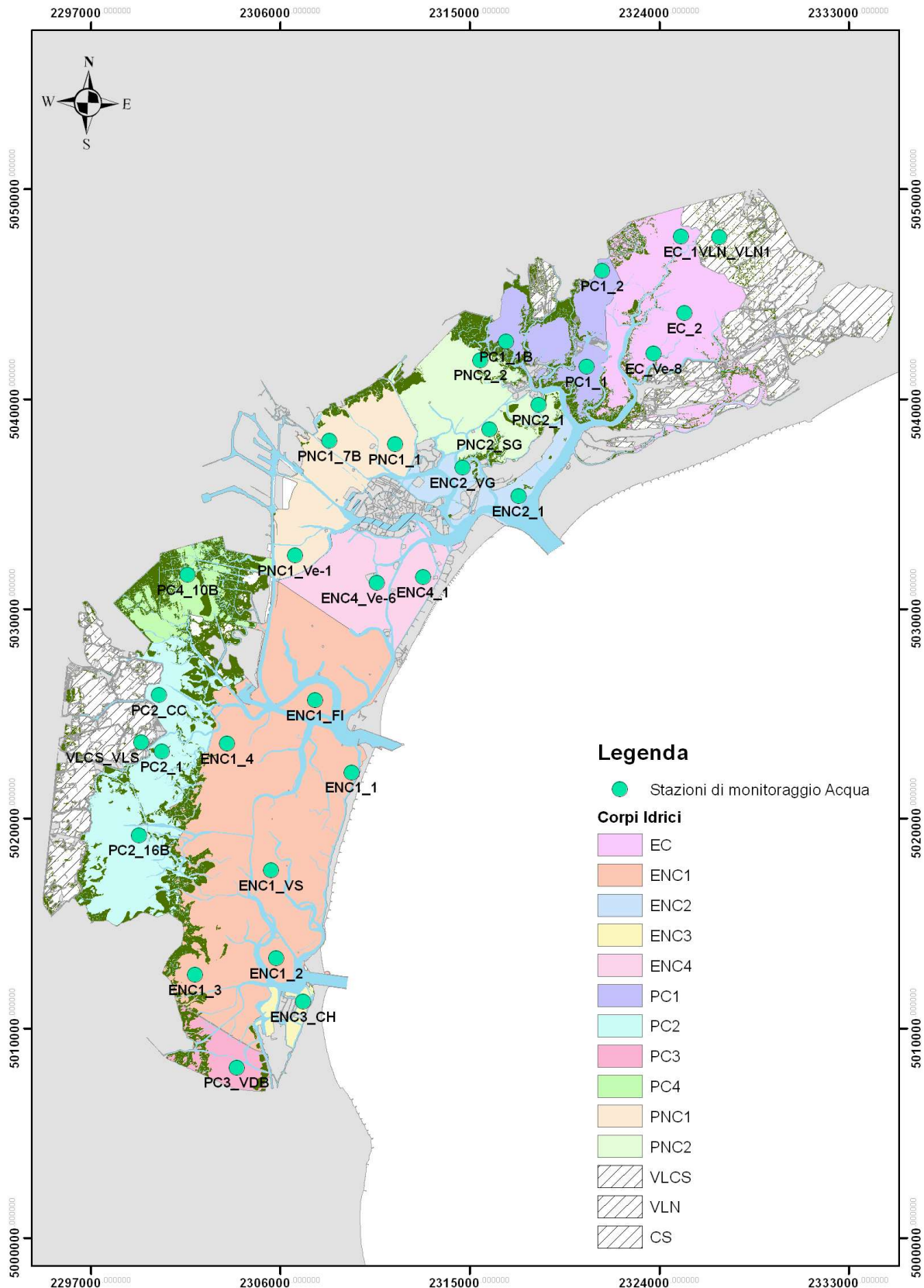


Figura 8. Localizzazione delle 30 stazioni di monitoraggio dell'acqua per l'analisi degli elementi di qualità fisico-chimica a supporto della classificazione ecologica.

Tabella 19. Coordinate geografiche delle 30 stazioni di monitoraggio dell'acqua per l'analisi degli elementi di qualità fisico-chimica.

| Corpo idrico | Stazione | Coordinate Gauss Boaga Fuso-Est | |
|--------------|-----------|---------------------------------|---------|
| | | x | y |
| EC | EC_1 | 2325056 | 5047735 |
| | EC_2 | 2325228 | 5044097 |
| | EC_Ve-8 | 2323743 | 5042182 |
| ENC1 | ENC1_1 | 2309391 | 5022175 |
| | ENC1_2 | 2301947 | 5012547 |
| | ENC1_3 | 2303480 | 5023542 |
| | ENC1_4 | 2307650 | 5025604 |
| | ENC1_FI | 2305560 | 5017509 |
| | ENC1_VS | 2309391 | 5022175 |
| ENC2 | ENC2_1 | 2317348 | 5035381 |
| | ENC2_VG | 2314676 | 5036743 |
| ENC3 | ENC3_CH | 2307093 | 5011256 |
| ENC4 | ENC4_1 | 2312798 | 5031519 |
| | ENC4_Ve-6 | 2310582 | 5031242 |
| PC1 | PC1_1 | 2320575 | 5041541 |
| | PC1_1B | 2316729 | 5042749 |
| | PC1_2 | 2321303 | 5046124 |
| PC2 | PC2_1 | 2300377 | 5023162 |
| | PC2_16B | 2299280 | 5019185 |
| | PC2_CC | 2300247 | 5025863 |
| PC3 | PC3_VDB | 2303924 | 5008122 |
| PC4 | PC4_10B | 2301587 | 5031628 |
| PNC1 | PNC1_1 | 2311459 | 5037837 |
| | PNC1_7B | 2308338 | 5038011 |
| | PNC1_Ve-1 | 2306701 | 5032556 |
| PNC2 | PNC2_1 | 2318288 | 5039719 |
| | PNC2_2 | 2315523 | 5041857 |
| | PNC2_SG | 2315953 | 5038555 |
| VLCS | VLCS_VLS | 2299393 | 5023610 |
| VLN | VLN_VLN1 | 2326873 | 5047729 |

2.4 Rete di monitoraggio per la valutazione dello stato di ossigenazione

Il monitoraggio delle condizioni di ossigenazione dei corpi idrici della Laguna di Venezia è stato eseguito dal Provveditorato per le Opere Pubbliche mediante le sonde di rilevamento in continuo dell'ossigeno della rete U.T.A. e/o le alternative previste dal D.M. 260/2010, Tab. 4.4.2/b. Nello specifico, per i corpi idrici in cui non sono presenti sonde di rilevamento in continuo, il D.M. 260/2010 prevede che i fenomeni di anossia pregressi o in corso possano essere dedotti dalla concentrazione del parametro ferro labile (LFe) e dal rapporto tra i solfuri volatili disponibili e il ferro labile (AVS/LFe) entrambi rilevati nei sedimenti.

Al riguardo, il D.M. 260/2010 specifica che le frequenze di campionamento dei suddetti parametri siano le seguenti:

- tra **giugno e luglio** e tra fine **agosto e settembre** (in concomitanza con le maree di quadratura) quando il rischio di anossia è elevato;
- tra **febbraio e marzo** (in concomitanza con le maree di sizigia) quando la riossigenazione del sistema è massima.

I campionamenti dei sedimenti per le indagini dei parametri LFe e AVS sono stati effettuati dal Provveditorato per le Opere Pubbliche ad agosto 2018, febbraio e agosto 2019.

In Figura 9 e Tabella 20 sono riportate le stazioni di campionamento e le relative coordinate.

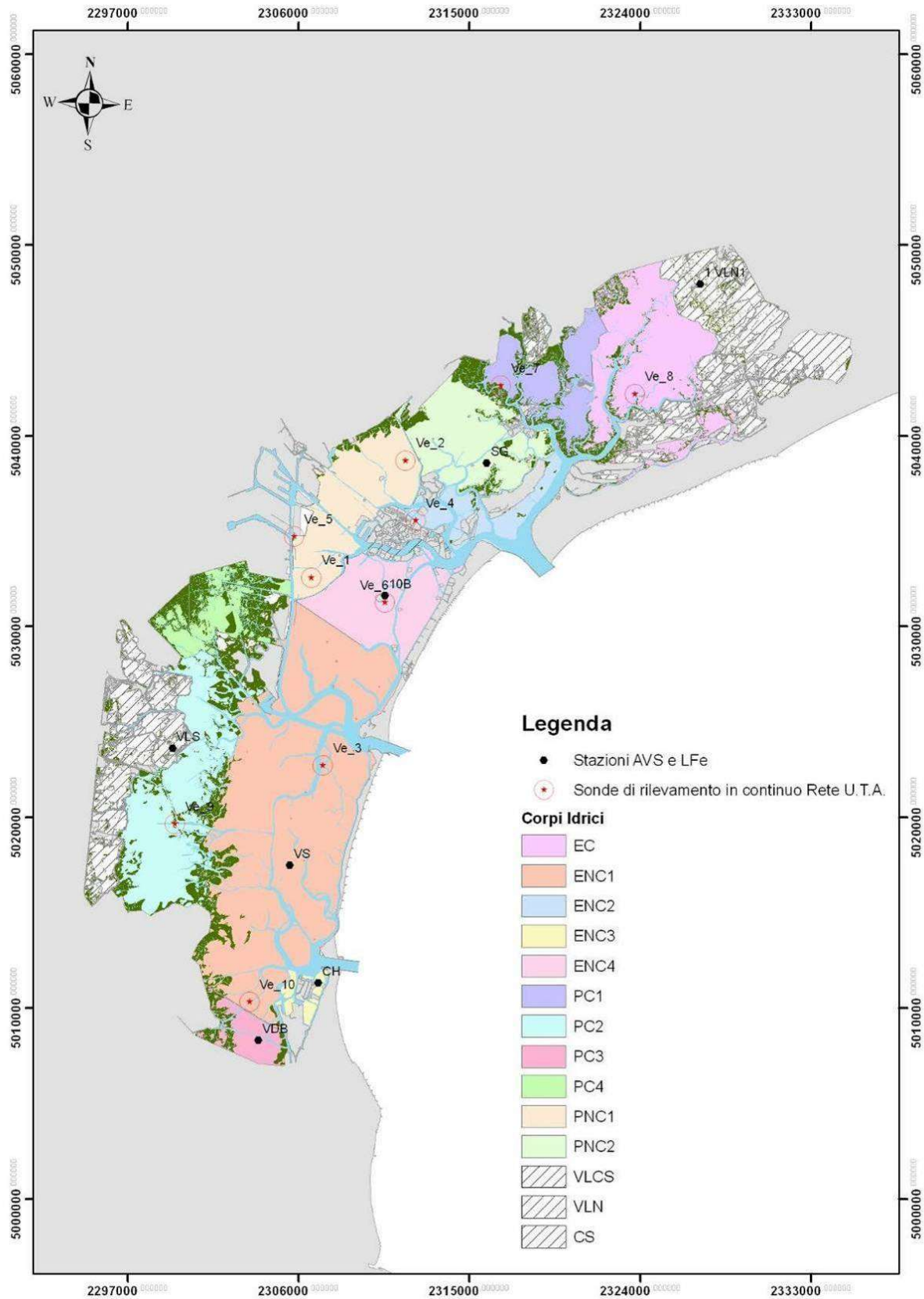


Figura 9. Localizzazione delle sonde di rilevamento in continuo dell'ossigeno (Rete U.T.A.) e delle stazioni di campionamento del sedimento per l'analisi dei parametri AVS e LFe.

Tabella 20. Coordinate geografiche delle stazioni di monitoraggio delle condizioni di ossigenazione.

| Corpo idrico | Codice Stazione | Coordinate Gauss Boaga Fuso-Est | | LOCALIZZAZIONE | TIPOLOGIA |
|--------------|-----------------|---------------------------------|---------|--|-----------|
| | | X | Y | | |
| EC | Ve_8 | 2323744 | 5042185 | Palude Maggiore | sonda |
| ENC1 | Ve_3 | 2307295 | 5022722 | San Pietro (nuovo sito per coffa di Ca' Roman) | sonda |
| | Ve_10 | 2303460 | 5010320 | Val di Brenta | sonda |
| | VS | 2305574 | 5017500 | Valleselle Sopra Vento | sedimento |
| ENC2 | Ve_4 | 2312192 | 5035562 | Fondamenta Nuove | sonda |
| ENC3 | CH | 2307076 | 5011335 | Bacino Lusenzo esterno | sedimento |
| ENC4 | Ve_6 | 2310585 | 5031251 | Sacca Sessola | sonda |
| PNC1 | Ve_1 | 2306706 | 5032565 | Fusina | sonda |
| | Ve_2 | 2311679 | 5038699 | Campalto | sonda |
| | Ve_5 | 2305790 | 5034719 | Trezze (Canale Malamocco-Marghera) | sonda |
| PNC2 | SG | 2315949 | 5038561 | Palude di S. Giacomo | sedimento |
| PC1 | Ve_7 | 2316699 | 5042633 | Palude di Cona, Canal Dese | sonda |
| PC2 | Ve_9 | 2299527 | 5019648 | Valle Millecampi | sonda |
| PC3 | VDB | 2303918 | 5008326 | Val di Brenta | sedimento |
| PC4 | 10B | 2310590 | 5031632 | Lago dei Teneri | sedimento |
| VLN | VLN1 | 2327187 | 5047952 | Valle Dogà | sedimento |
| VLCS | VLS | 2299392 | 5023616 | Valle Zappa | sedimento |

2.5 Metodiche di campionamento e analisi dei parametri chimico-fisici

2.5.1 Parametri

I parametri determinati per le acque sono stati:

- solidi sospesi (TSS);
- clorofilla *a*;
- feopigmenti;
- carbonio organico particellato (POC);

- carbonio organico disciolto (DOC);
- carbonio organico totale (TOC)⁽¹⁾;
- azoto totale disciolto (TDN);
- azoto totale particellato (TPN);
- azoto ammoniacale (N-NH₄);
- azoto ossidato (N-NO_x);
- azoto sotto forma di nitrato (N-NO₃);
- azoto sotto forma di nitrito (N-NO₂);
- fosforo disciolto totale (TDP);
- fosforo reattivo (P-PO₄);
- silicati disciolti (SiO₄);
- solfuri liberi.

2.5.2 Campionamento

2.5.2.1 Carbonio organico disciolto (DOC)

Per la determinazione del DOC i campioni d'acqua sono stati prelevati direttamente mediante Niskin. Con siringhe da 60 ml con attacco LuerLock, sono stati filtrati 250 ml di acqua mediante filtri GF/F (fibra di vetro) con porosità nominale da 0.7 µm e conservati in bottiglie di policarbonato. I campioni sono stati mantenuti refrigerati durante il trasporto e congelati a -20°C in laboratorio fino al momento delle analisi.

2.5.2.2 Nutrienti: TDN, N-NH₄, NO_x, N-NO₃, N-NO₂, TDP, P-PO₄, Si-SiO₄

Per l'analisi dei nutrienti i campioni d'acqua sono stati prelevati direttamente mediante Niskin. I campioni sono stati filtrati in campo utilizzando filtri in acetato di cellulosa con porosità 0.45 µm e raccolti in barattoli monouso in PE da 500 ml. I campioni d'acqua sono stati mantenuti refrigerati durante il trasporto e congelati a -20°C in laboratorio.

2.5.2.3 Solfuri liberi

Per la determinazione dei solfuri liberi è stato prelevato mediante Niskin un campione d'acqua. Con siringhe da 10 ml con attacco LuerLock sono stati filtrati 5 ml mediante filtri GF/F (fibra di vetro) da 0.7 µm. Il filtrato è stato direttamente versato su cuvette monouso fornite dal kit Hach Lange LCK653 per la determinazione dei solfuri (range 0.1-2 mg/l per S²⁻).

⁽¹⁾ TOC ottenuto per somma DOC+POC

2.5.2.4 Solidi sospesi totali (TSS), clorofilla-a (Chl-a), carbonio organico particellato (POC) ed azoto totale particellato (TPN)

Per la determinazione dei solidi sospesi è stato prelevato, mediante Niskin, un campione d'acqua di circa 1l. Il campione è stato conservato in bottiglie scure opportunamente pretrattate con acido cloridrico (HCl al 25% p/v), risciacquate con acqua deionizzata (18 M Ω) e poi avviniate con l'acqua del campionamento. I campioni d'acqua sono stati mantenuti refrigerati durante il trasporto fino al laboratorio, dove sono stati filtrati su filtri in fibra di vetro GF/F con porosità nominale 0.7 μm . I filtri, opportunamente risciacquati con acqua distillata, sono stati conservati a -20°C fino al momento della determinazione analitica.

Per la determinazione della clorofilla *a* viene prelevato mediante Niskin un campione d'acqua di circa 1l. Il campione viene filtrato in campo utilizzando filtri in fibra di vetro GF/F con porosità nominale da 0.7 μm . I filtri vengono trasportati a temperatura refrigerata e conservati a -20°C fino al momento della determinazione analitica.

Per la determinazione del POC e del TPN viene prelevato mediante Niskin un campione d'acqua di circa 1l. Il campione viene poi filtrato utilizzando filtri in fibra di vetro da 0.7 μm premuffolati in laboratorio a 450°C per 24 h. I filtri vengono poi trasportati a temperatura refrigerata e conservati a -20°C fino al momento della determinazione analitica.

2.5.3 Specifiche per l'esecuzione delle analisi

Le analisi relative ai singoli parametri nella matrice acqua sono state effettuate da personale specializzato presso le sedi ARPAV del Dipartimento Regionale Laboratori di Venezia e di Treviso.

La determinazione del DOC e del TOC è stata effettuata mediante combustione catalitica e successiva determinazione mediante detector ad infrarossi Shimadzu (Katz et al., 1954.).

Le analisi dei seguenti nutrienti N-NH₄, NO_x, N-NO₃, N-NO₂ e TDN vengono eseguite mediante analizzatore a flusso continuo della ditta Systea, mentre P-PO₄ e Si-SiO₂ mediante metodo spettrofotometrico con apparecchio Aquakem, infine il TDP mediante spettrofotometro Shimadzu UV 1800 (Manuali e linee guida, ISPRA 56/2010 e APAT IRSA-CNR, 2003.).

La determinazione dei solfuri è stata effettuata mediante test in cuvetta impiegando per la lettura lo spettrofotometro Xion 500 della ditta Lange (Cline, 1969).

La determinazione dei TSS è stata ottenuta mediante pesata dopo trattamento del filtro a 105°C per 2 ore (APAT IRSA-CNR, 2003).

L'analisi della clorofilla *a* è stata eseguita mediante lettura spettrofluorimetrica previa estrazione dei filtri con acetone al 90% (Parson et al., 1984).

Le analisi di POC e TPN sono state effettuate mediante combustione con analizzatore elementare Flash EA1112NC (Hedges and Stern, 1984). Il POC è stato determinato, dopo esposizione dei filtri (Whatman GF/F) a vapori di HCl per l'eliminazione del carbonio inorganico.

I limiti di quantificazione sono riportati in Tabella 21.

Tabella 21. Limiti di quantificazione delle metodiche analitiche di ogni singolo analita/parametro.

| Analita/ parametro | Limiti di quantificazione |
|-----------------------------|----------------------------------|
| DOC | 1000 µg/L |
| TDN | 10 µg/L |
| N-NH ₄ | 8 µg/L |
| N-NO _x | 10 µg/L |
| N-NO ₃ | 10 µg/L |
| N-NO ₂ | 3 µg/L |
| TDP | 5 µg/L nel 2017; 1 µg/L dal 2018 |
| P-PO ₄ | 5 µg/L nel 2017; 1 µg/L dal 2018 |
| SiO ₄ | 10 µg/L |
| Solfuri liberi | 0.1 mg/L |
| TSS | 1.0 mg/L |
| Chl <i>a</i> feopigmenti | 0.1 µg/l |
| POC | 50 µg/L |
| TPN | 30 µg/L |

2.5.4 Confronto con i limiti di classe Buono/Sufficiente: Fosforo reattivo (P-PO₄) e Azoto inorganico disciolto (DIN)

Al fine di applicare i limiti di classe Buono/Sufficiente per la valutazione dello stato ecologico sono state calcolate sia le medie annuali di ciascun anno di campionamento, sia la media del triennio, considerando per il calcolo tutte le stazioni e le stagioni monitorate per ciascun corpo idrico.

In

Tabella 22 è riportata il numero (N) di campioni disponibile per ciascun corpo idrico, per ciascun anno e per il triennio 2017-2019.

Ai fini dell'elaborazione delle medie degli elementi di qualità fisico-chimica, nei casi in cui i risultati analitici siano stati inferiori ai limiti di quantificazione della metodica analitica riportati in Tabella 21 è stato utilizzato il 50% del valore del limite di quantificazione. Nel caso del DIN, essendo il risultato di una sommatoria di NH_3 , NO_2 e NO_3 , i risultati inferiori al limite di quantificazione delle singole sostanze sono stati considerati pari a zero. Nel caso in cui il 90% dei risultati analitici siano stati sotto al limite di quantificazione (LOQ) non è stata effettuata la media dei valori: il risultato è stato invece riportato come "minore del limite di quantificazione" ($<\text{LOQ}$).

Tabella 22. Numero di campioni (N) considerato, per ciascun corpo idrico, per il calcolo della media annuale e del triennio.

| Corpo idrico | N di ciascun anno | N del triennio 2017-2019 |
|--------------|-------------------|--------------------------|
| EC | 12 | 36 |
| ENC1 | 24 | 72 |
| ENC2 | 8 | 24 |
| ENC3 | 4 | 12 |
| ENC4 | 8 | 24 |
| PC1 | 12 | 36 |
| PC2 | 12 | 36 |
| PC3 | 4 | 12 |
| PC4 | 4 | 12 |
| PNC1 | 12 | 36 |
| PNC2 | 12 | 36 |
| VLCS | 4 | 12 |
| VLN | 4 | 12 |

2.5.4.1 Fosforo Reattivo

In

Tabella 23 e Tabella 24 sono riportate le statistiche descrittive effettuate con i valori di P-PO₄ per ciascun anno di monitoraggio e per il triennio 2017-2019. Sempre nelle tabelle sono stati indicati i limiti di classe Buono/Sufficiente previsti dal D.M. 260/2010, la numerosità dei campioni e la numerosità dei valori analitici risultati superiori al limite di quantificazione (LOQ). In Figura 10 sono invece rappresentati i box plot dei valori.

Per quanto riguarda il parametro P-PO₄ non si sono osservati superamenti del limite di classe per i corpi idrici con classe di salinità > 30.

Tabella 23. Medie, deviazioni standard, minimi, massimi annuali, con relative numerosità e valori superiori al limite di quantificazione del parametro P-PO₄, calcolati per ciascun corpo idrico per ciascun anno di monitoraggio dal 2017 al 2019.

| P-PO ₄ (µM) - anno 2017 | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------|----------------------|-------|---------|-------|------|----|----------------|
| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
| Eualino | EC | | <0.16 | 0.06 | <0.16 | 0.23 | 12 | 5 |
| | ENC1 | | <0.16 | 0.05 | <0.16 | 0.23 | 24 | 12 |
| | ENC2 | 0.48 | <0.16 | 0.05 | <0.16 | 0.19 | 8 | 3 |
| | ENC3 | | <0.16 | 0.06 | <0.16 | 0.19 | 4 | 2 |
| | ENC4 | | <0.16 | 0.06 | <0.16 | 0.23 | 8 | 4 |
| Polialino | PC1 | | 0.16 | 0.09 | <0.16 | 0.32 | 12 | 6 |
| | PC2 | / | <0.16 | 0.06 | <0.16 | 0.26 | 12 | 6 |
| | PC3 | | <0.16 | 0.07 | <0.16 | 0.23 | 4 | 2 |

P-PO₄ (µM) - anno 2017

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|------------------|--------------|----------------------|-------|---------|-------|------|----|----------------|
| | PC4 | | 0.27 | 0.12 | 0.16 | 0.42 | 4 | 4 |
| | PNC1 | | 0.22 | 0.18 | <0.16 | 0.74 | 12 | 8 |
| | PNC2 | | <0.16 | 0.08 | <0.16 | 0.32 | 12 | 6 |
| Polialino | VLCS | / | <0.16 | 0.06 | <0.16 | 0.19 | 4 | 2 |
| Eualino | VLN | 0.48 | 0.29 | 0.37 | <0.16 | 0.84 | 4 | 2 |

P-PO₄ (µM) - anno 2018

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|------------------|--------------|----------------------|-------|---------|-------|------|----|----------------|
| Eualino | EC | | 0.08 | 0.06 | <0.03 | 0.19 | 12 | 10 |
| | ENC1 | | 0.06 | 0.04 | <0.03 | 0.16 | 24 | 18 |
| | ENC2 | 0.48 | 0.09 | 0.06 | <0.03 | 0.16 | 8 | 7 |
| | ENC3 | | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.13 | 4 | 4 |
| | ENC4 | | 0.08 | 0.09 | <0.03 | 0.26 | 8 | 5 |
| Polialino | PC1 | | 0.14 | 0.18 | <0.03 | 0.71 | 12 | 11 |
| | PC2 | | 0.08 | 0.06 | <0.03 | 0.26 | 12 | 10 |
| | PC3 | / | 0.08 | 0.06 | 0.03 | 0.16 | 4 | 4 |
| | PC4 | | 0.45 | 0.34 | 0.16 | 0.94 | 4 | 4 |
| | PNC1 | | 1.03 | 2.51 | 0.06 | 8.98 | 12 | 12 |
| | PNC2 | | 0.11 | 0.10 | <0.03 | 0.39 | 12 | 11 |
| Polialino | VLCS | / | 0.05 | 0.04 | <0.03 | 0.10 | 4 | 3 |
| Eualino | VLN | 0.48 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.16 | 4 | 4 |

P-PO₄ (µM) - anno 2019

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|------------------|--------------|----------------------|-------|---------|-------|------|----|----------------|
| Eualino | EC | | 0.13 | 0.25 | 0.03 | 0.94 | 12 | 12 |
| | ENC1 | | 0.06 | 0.05 | <0.03 | 0.26 | 24 | 21 |
| | ENC2 | 0.48 | 0.13 | 0.21 | <0.03 | 0.65 | 8 | 7 |
| | ENC3 | | 0.07 | 0.02 | 0.06 | 0.10 | 4 | 4 |
| | ENC4 | | 0.07 | 0.05 | <0.03 | 0.16 | 8 | 7 |
| Polialino | PC1 | | 0.15 | 0.17 | 0.06 | 0.65 | 12 | 12 |
| | PC2 | | 0.07 | 0.06 | <0.03 | 0.23 | 12 | 11 |
| | PC3 | / | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 4 | 3 |
| | PC4 | | 0.21 | 0.16 | 0.03 | 0.42 | 4 | 4 |
| | PNC1 | | 0.32 | 0.30 | 0.03 | 0.94 | 12 | 12 |
| | PNC2 | | 0.11 | 0.13 | <0.03 | 0.52 | 12 | 11 |
| Polialino | VLCS | / | 0.09 | 0.02 | 0.06 | 0.10 | 4 | 4 |

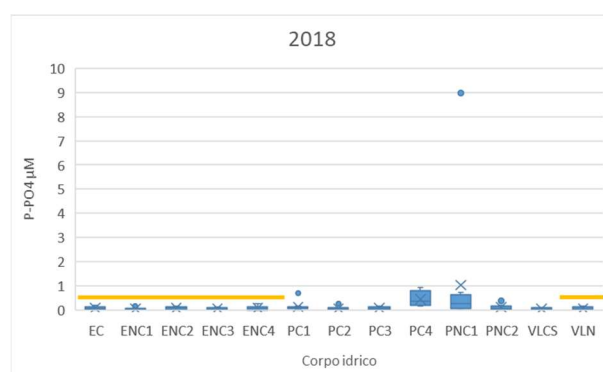
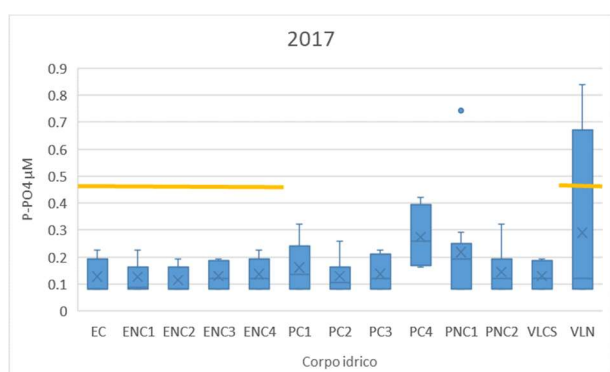
P-PO₄ (µM) - anno 2017

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|----------------|--------------|----------------------|-------|---------|------|------|---|----------------|
| Eualino | VLN | 0.48 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 4 | 4 |

Tabella 24. Medie, deviazioni standard, minimi, massimi del triennio, con relative numerosità e valori superiori al limite di quantificazione del parametro P-PO₄, calcolati per ciascun corpo idrico per il triennio di monitoraggio 2017-2019.

P-PO₄ (µM) triennio 2017-2019

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|------------------|--------------|----------------------|-------|---------|-------|------|----|----------------|
| Eualino | EC | 0.48 | 0.12 | 0.15 | <0.03 | 0.94 | 36 | 27 |
| | ENC1 | | 0.08 | 0.06 | <0.03 | 0.26 | 72 | 51 |
| | ENC2 | | 0.11 | 0.12 | <0.03 | 0.65 | 24 | 17 |
| | ENC3 | | 0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.19 | 12 | 10 |
| | ENC4 | | 0.10 | 0.07 | <0.03 | 0.26 | 24 | 16 |
| Polialino | PC1 | / | 0.15 | 0.15 | <0.03 | 0.71 | 36 | 29 |
| | PC2 | | 0.09 | 0.06 | <0.03 | 0.26 | 36 | 27 |
| | PC3 | | 0.09 | 0.06 | <0.03 | 0.23 | 12 | 9 |
| | PC4 | | 0.31 | 0.23 | 0.03 | 0.94 | 12 | 12 |
| | PNC1 | | 0.52 | 1.47 | 0.03 | 8.98 | 36 | 32 |
| | PNC2 | | 0.12 | 0.11 | <0.03 | 0.52 | 36 | 28 |
| Polialino | VLCS | / | 0.09 | 0.05 | <0.03 | 0.19 | 12 | 9 |
| Eualino | VLN | 0.48 | 0.14 | 0.22 | 0.03 | 0.84 | 12 | 10 |



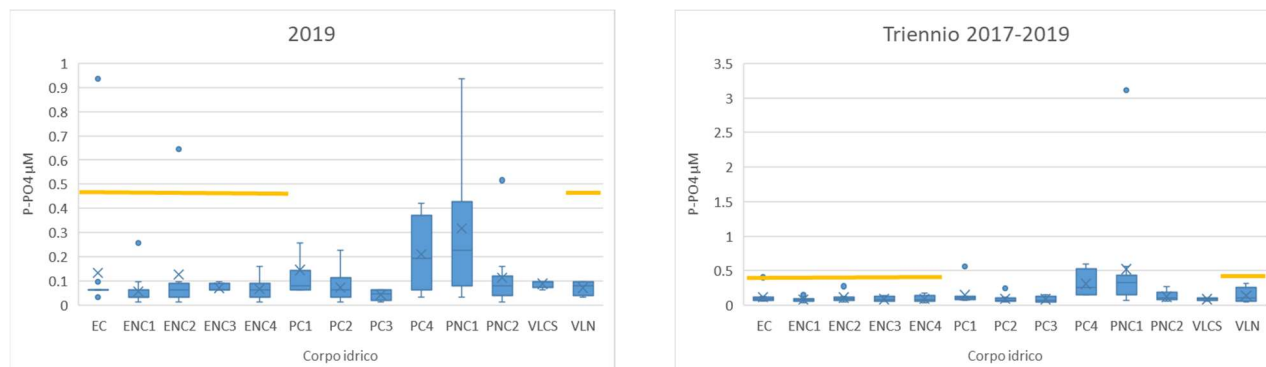


Figura 10. Box plot dei valori di P-PO₄ determinati nel triennio di monitoraggio 2017-2019 nei campioni di acqua della laguna di Venezia raggruppati per corpo idrico. La linea arancione orizzontale corrisponde al limite di classe B/S (0.48µM) indicato dal D.M. 260/2010 per i tipi di corpo idrico con salinità >30 (eualini).

2.5.4.2 Azoto Inorganico Disciolto

In Tabella 25 e Tabella 26 sono riportate le statistiche descrittive effettuate con i valori di DIN (NH₃ + NO₂ + NO₃) per ciascun anno di monitoraggio e per il triennio 2017-2019. Sempre nelle tabelle sono stati indicati i limiti di classe Buono/Sufficiente previsti dal D.M. 260/2010, la numerosità dei campioni e la numerosità dei valori analitici risultati superiori al limite di quantificazione (LOQ). In Figura 11 sono invece rappresentati i box plot dei valori. Per quanto riguarda il parametro DIN, nel 2017 nessun CI ha superato i limiti di classe B/S. Nel 2018 è stato superato nei CI PC4 e VLN, mentre nel 2019 i superamenti sono stati registrati per i CI ENC2, ENC4, PC1, PC4, PNC1 e PNC2. Per nessuno dei suddetti corpi idrici i superamenti sono risultati maggiori del 75% del limite di classe B/S.

Considerando l'intero triennio 2017-2019, il superamento del limite di classe B/S è avvenuto solo per il CI PC4.

Tabella 25. Medie, deviazioni standard, minimi, massimi annuali, con relative numerosità e valori superiori al limite di quantificazione del parametro DIN, calcolati per ciascun corpo idrico per ciascun anno di monitoraggio dal 2017 al 2019.

| DIN(µM) anno 2017 | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------|-------|---------|-----|-----|----|----------------|
| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
| Eualino | EC | | 7 | 8 | 1 | 22 | 12 | 12 |
| | ENC1 | | 7 | 9 | 1 | 27 | 24 | 24 |
| | ENC2 | 18 | 7 | 9 | 1 | 25 | 8 | 8 |
| | ENC3 | | 9 | 13 | 2 | 29 | 4 | 4 |
| | ENC4 | | 9 | 13 | 1 | 32 | 8 | 8 |
| Polialino | PC1 | | 16 | 17 | 2 | 58 | 12 | 12 |
| | PC2 | 30 | 11 | 12 | 1 | 37 | 12 | 12 |
| | PC3 | | 21 | 36 | 3 | 75 | 4 | 4 |
| | PC4 | | 26 | 21 | 4 | 53 | 4 | 4 |

| | | | | | | | | |
|------------------|------|-----------|----|----|---|----|----|----|
| | PNC1 | | 12 | 16 | 1 | 41 | 12 | 12 |
| | PNC2 | | 14 | 21 | 1 | 72 | 12 | 12 |
| Polialino | VLCS | 30 | 4 | 4 | 1 | 10 | 4 | 4 |
| Eualino | VLN | 18 | 5 | 3 | 2 | 8 | 4 | 4 |

DIN(μM) anno 2018

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|------------------|--------------|----------------------|-----------|---------|-----|-----|----|----------------|
| Eualino | EC | | 9 | 10 | 1 | 28 | 12 | 12 |
| | ENC1 | 18 | 8 | 8 | 1 | 29 | 24 | 24 |
| | ENC2 | | 8 | 7 | 0 | 18 | 8 | 8 |
| | ENC3 | | 8 | 7 | 3 | 18 | 4 | 4 |
| | ENC4 | | 10 | 10 | 2 | 29 | 8 | 8 |
| Polialino | PC1 | | 23 | 28 | 2 | 98 | 12 | 12 |
| | PC2 | | 16 | 16 | 3 | 45 | 12 | 12 |
| | PC3 | 30 | 18 | 17 | 2 | 38 | 4 | 4 |
| | PC4 | | 34 | 21 | 8 | 59 | 4 | 4 |
| | PNC1 | | 20 | 18 | 1 | 52 | 12 | 12 |
| | PNC2 | | 21 | 23 | 0 | 68 | 12 | 12 |
| Polialino | VLCS | 30 | 13 | 21 | 1 | 44 | 4 | 4 |
| Eualino | VLN | 18 | 20 | 16 | 4 | 36 | 4 | 4 |

DIN (μM) anno 2019

| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
|------------------|--------------|----------------------|-----------|---------|-----|-----|----|----------------|
| Eualino | EC | | 11 | 10 | 1 | 37 | 12 | 12 |
| | ENC1 | 18 | 11 | 9 | 1 | 32 | 24 | 24 |
| | ENC2 | | 18 | 16 | 3 | 50 | 8 | 8 |
| | ENC3 | | 16 | 15 | 3 | 38 | 4 | 4 |
| | ENC4 | | 18 | 14 | 5 | 41 | 8 | 8 |
| Polialino | PC1 | | 35 | 27 | 2 | 87 | 12 | 12 |
| | PC2 | | 22 | 17 | 1 | 49 | 12 | 12 |
| | PC3 | 30 | 29 | 18 | 12 | 53 | 4 | 4 |
| | PC4 | | 44 | 21 | 20 | 64 | 4 | 4 |
| | PNC1 | | 35 | 20 | 16 | 80 | 12 | 12 |
| | PNC2 | | 34 | 25 | 11 | 100 | 12 | 12 |
| Polialino | VLCS | 30 | 18 | 11 | 2 | 28 | 4 | 4 |
| Eualino | VLN | 18 | 13 | 9 | 4 | 26 | 4 | 4 |

Tabella 26. Medie, deviazioni standard, minimi, massimi annuali, con relative numerosità e valori superiori al limite di quantificazione del parametro DIN, calcolati per ciascun corpo idrico per il triennio di monitoraggio 2017-2019.

| DIN (μM) triennio 2017-2019 | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------------|-----------|-----------|-----|-----|----|----------------|
| Tipo | Corpi idrici | limiti di classe B/S | Media | Dev.St. | Min | Max | N | N valori > LOQ |
| Eualino | EC | 18 | 9 | 9 | 1 | 37 | 36 | 36 |
| | ENC1 | | 9 | 9 | 1 | 32 | 72 | 72 |
| | ENC2 | | 11 | 12 | 0 | 50 | 24 | 24 |
| | ENC3 | | 11 | 12 | 2 | 38 | 12 | 12 |
| | ENC4 | | 12 | 13 | 1 | 41 | 24 | 24 |
| Polialino | PC1 | 30 | 25 | 25 | 2 | 98 | 36 | 36 |
| | PC2 | | 16 | 15 | 1 | 49 | 36 | 36 |
| | PC3 | | 23 | 23 | 2 | 75 | 12 | 12 |
| | PC4 | | 34 | 20 | 4 | 64 | 12 | 12 |
| | PNC1 | | 22 | 20 | 1 | 80 | 36 | 36 |
| | PNC2 | | 23 | 24 | 0 | 100 | 36 | 36 |
| | Polialino | | VLCS | 30 | 12 | 14 | 1 | 44 |
| Eualino | VLN | 18 | 13 | 12 | 2 | 36 | 12 | 12 |

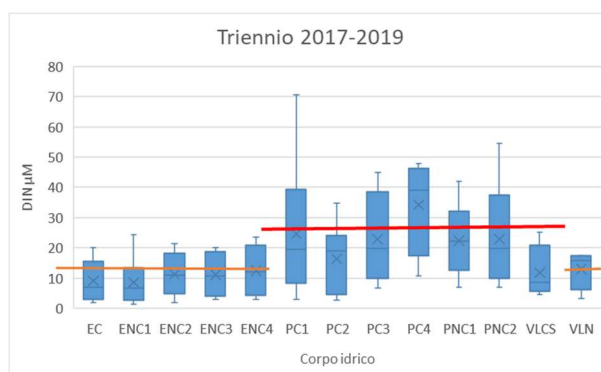
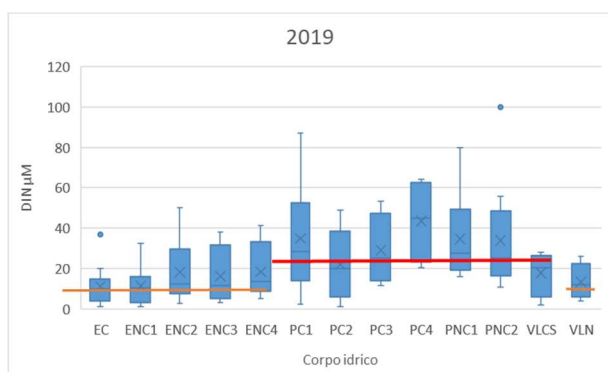
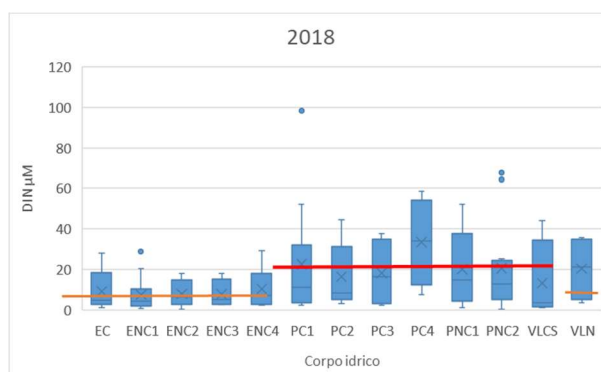
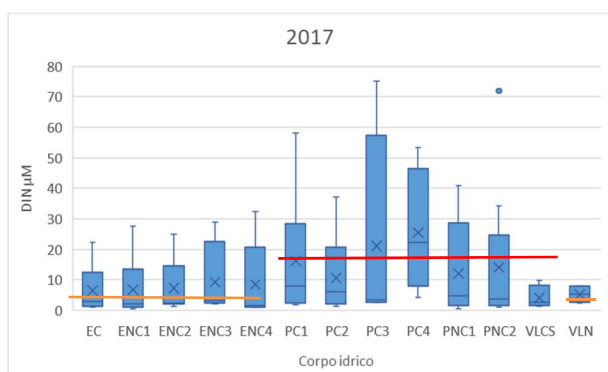


Figura 11. Box plot dei valori di DIN determinati nei campioni di acqua della laguna di Venezia, raggruppati per corpo idrico. Le linee orizzontali corrispondono ai due rispettivi limiti di classe B/S indicati dal D.M. 260/2010 per le diverse classi di salinità (<30 = 18 μM ; >30 = 30 μM).

2.5.5 Valutazione delle Condizioni di Ossigenazione

Il monitoraggio delle condizioni di ossigenazione dei corpi idrici della laguna di Venezia è stato eseguito dal Provveditorato per le Opere Pubbliche. Dal 2013 i dati di ossigeno (sonde in continuo e AVS/LFe) vengono forniti dal Provveditorato per le Opere Pubbliche in forma grezza (dati singoli) e vengono elaborati da ARPAV e da ISPRA. Nei paragrafi seguenti si riportano quindi i confronti con i limiti normativi.

2.5.5.1 Sonde in continuo

In Tabella 27, Tabella 28 e Tabella 29 sono riportate le caratteristiche di ossigenazione dei corpi idrici nel corso del triennio 2017-2019 in riferimento alle condizioni definite dal D.M. 260/2010. In ALLEGATO 1 si riportano i dati tabellari con evidenziati i periodi di anossia (<1 mg/l) e ipossia (tra 2 e 1 mg/l).

In tutti e tre gli anni a causa di malfunzionamenti delle sonde, si sono verificate numerose assenze di dati per periodi superiori alle 24 ore, elencate nel campo "note" di ciascuna tabella. Per molti corpi idrici non è stata quindi possibile la valutazione delle condizioni di ossigenazione.

Nel 2017 si sono verificate anossie inferiori a 1 giorno, ma ripetute per più giorni consecutivi, nel corpo idrico PNC1 (stazione Ve_2: dal 26 al 28 maggio), ENC1 (stazione Ve_3: dal 7 al 9 aprile; stazione Ve_10: dal 10 al 14 luglio). Nei corpi idrici EC e PC1 si segnalano, invece, condizioni di ipossia per più di un giorno dal 14 al 20 giugno nella stazione Ve_8. Nel 2017 si sono verificati malfunzionamenti che hanno interessato l'intera annualità per le sonde delle stazioni Ve_4 del CI ENC2 e Ve_5 del CI PNC1. Mentre per tutti gli altri CI il malfunzionamento ha interessato periodi estesi in cui nelle sonde funzionanti si sono verificate condizioni di anossia, per questi corpi idrici non è stato possibile determinare le condizioni di ossigenazione.

Nel 2018, si segnalano situazioni di anossia ripetuta per più giorni ma sempre della durata inferiore alle 24 ore, nei corpi idrici PNC1 (stazione Ve_1: dal 9 al 12 aprile, il 16 e 17 aprile, dal 4 al 5 maggio, dal 14 al 16 maggio, dal 3 al 7 giugno, dal 9 al 16 giugno e dal 20 giugno al 1° luglio) e PC2 (stazione Ve_9: il 27 e 28 giugno).

Rispetto all'anno precedente, per il 2018 si sono verificati malfunzionamenti che hanno interessato l'intera annualità, oltre alle sonde delle stazioni Ve_4 del CI ENC2 e Ve_5 del CI PNC1, anche le sonde Ve_6 del PC ENC4 e Ve_10 del CI ENC1. Per tutti gli altri CI il malfunzionamento ha interessato periodi estesi in cui nelle sonde funzionanti si sono verificate condizioni di anossia. Per questi corpi idrici non è stato possibile determinare le condizioni di ossigenazione.

Nel 2019, si segnalano situazioni di anossia ripetuta per più giorni, ma sempre della durata inferiore alle 24 ore, nel corpo idrico PNC1 (stazione Ve_1: 27 e 28 giugno, dal 27 luglio al 2 agosto, 12 e 13 agosto).

Come negli anni precedenti, si sono verificati malfunzionamenti che hanno interessato l'intera annualità per le sonde delle stazioni Ve_4 del CI ENC2, Ve_5 del CI PNC1, Ve_6 del CI ENC4 e Ve_10 del CI ENC1. Per tutti gli altri CI il malfunzionamento ha interessato periodi estesi in cui si sono verificate condizioni di anossia nelle altre sonde funzionanti. Per questi corpi idrici non è stato possibile determinare le condizioni di ossigenazione.

Complessivamente nel triennio 2017-2019 si sono verificate per lo più condizioni di anossia della durata inferiore a un giorno, ma ripetute per più giorni consecutivi. I corpi idrici ENC2, ENC4 sono quelli contraddistinti da assenza di dati per tutto l'anno, mentre per tutti gli altri CI si segnala un'assenza di dati estesa a gran parte del periodo estivo. Per tutti i CI della Laguna di Venezia, nel triennio in esame, non si può ritenere determinabile lo stato di ossigenazione delle acque ai sensi del DM 260/2010.

Tabella 27. Condizioni di ossigenazione dei corpi idrici della Laguna di Venezia nel 2017 risultanti dai dati forniti dal Provveditorato per le Opere Pubbliche a elaborati da ARPAV e ISPRA (N.D. = non determinabile; in rosso sono evidenziate le assenze di dato nei periodi significativi (periodi critici prevalentemente estivi rilevati dalle altre sonde in funzione)).

| C.I. | Nome | Condizione 1 | | Condizione 2 | | NOTE (Mancanza di dati per 24h consecutive) |
|------|----------------------|------------------------|---|----------------------------------|---|---|
| | | ANOSSIA per 1 o più gg | ANOSSIA < 1 gg ma ripetute per più giorni consecutivi | e/o IPOSSIA per più di un giorno | | |
| EC | Ve_8 Palude Maggiore | N.D. | N.D. | Dal 14 al 20/06. | Dal 23/02 al 10/03; dal 19 al 26/07; dal 20/08 al 31/12. | |
| PC1 | Ve_7 Dese | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 05/01; dal 29/01 al 27/02; dal 10/02 al 27/02; dal 11/03 al 17/05. | |
| ENC2 | Ve_4 Bocca di Lido | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno | |
| PNC1 | Ve_1 Marghera | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 30/01 al 04/02; Dal 28/04 al 06/05; dal 08/06 al 07/09; dal 04 al 08/10; dal 23 al 30/12. | |
| | Ve_5 Marghera | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno | |
| | Ve_2 Marghera | N.D. | Dal 26 al 28/05. | N.D. | dal 16 al 20/07; dal 30/07 al 09/08; dal 26/09 al 31/12. | |
| ENC4 | Ve_6 Sacca Sessola | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 28/06; dal 01 al 06/07 (mancano dati per un totale di 27h 30'); dal 18/07 al 31/12. | |
| ENC1 | Ve_3 Centro Sud | N.D. | Dal 07 al 09/04. | N.D. | Dal 29 al 31/01; dal 08 al 22/03; dal 10 al 20/04; dal 19 al 31/10. | |
| | Ve_10 Centro Sud | N.D. | Dal 10 al 14/07. | N.D. | Dal 26/01 al 28/02; dal 30/04 al 24/05; dal 06 | |

| C.I. | Nome | Condizione 1 | Condizione 2 | | NOTE (Mancanza di dati per 24h consecutive) |
|------|-----------------|------------------------|---|----------------------------------|--|
| | | ANOSSIA per 1 o più gg | ANOSSIA < 1 gg ma ripetute per più giorni consecutivi | e/o IPOSSIA per più di un giorno | |
| | | | | | al 12/09; dal 17/09 al 31/12. |
| PC2 | Ve_9 Millecampi | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 01/06; dal 20 al 23/06; dal 05/07 al 13/07 ; dal 3 al 12/10. |

Tabella 28. Condizioni di ossigenazione dei corpi idrici della Laguna di Venezia nel 2018 risultanti dai dati forniti dal Provveditorato per le Opere Pubbliche a elaborati da ARPAV e ISPRA (N.D. = non determinabile; in rosso sono evidenziate le assenze di dato nei periodi significativi (periodi critici prevalentemente estivi rilevati dalle altre sonde in funzione).

| C.I. | Nome | Condizione 1 | Condizione 2 | | NOTE (Mancanza di dati per 24h consecutive) |
|------|----------------------|------------------------|--|----------------------------------|---|
| | | ANOSSIA per 1 o più gg | ANOSSIA < 1 gg ma ripetute per più giorni consecutivi | e/o IPOSSIA per più di un giorno | |
| EC | Ve_8 Palude Maggiore | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 05/04; dal 30/04 al 02/05; dal 06/05 al 08/05; dal 26/05 al 04/06 ; dal 20 al 24/07; dal 29 al 31/08; dal 05 al 11/12; dal 25 al 27/12. |
| PC1 | Ve_7 Dese | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 17 al 25/01; dal 24/07 al 01/08 ; dal 12 al 23/12; dal 25 al 31/12. |
| ENC2 | Ve_4 Bocca di Lido | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| PNC1 | Ve_1 Marghera | N.D. | Dal 09 al 12/04; 16 e 17/04; dal 04 al 06/05; dal 14 al 16/05; dal 03 al 07/06; dal 09 al 16/06; dal 20/06 al 01/07. | N.D. | Dal 11 al 14/01; dal 29/01 al 02/02; dal 24/02 al 29/03; dal 13 al 19/05; dal 22 al 31/05; dal 01 al 06/06; dal 02/07 al 01/08 ; dal 29 al 31/10. |
| | Ve_5 Marghera | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| | Ve_2 Marghera | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 31/08 ; dal 26/09 al 31/12. |
| ENC4 | Ve_6 Sacca Sessola | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| ENC1 | Ve_3 Centro Sud | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 07 al 16/03; dal 21 al 30/03; dal 21 al 24/08 ; dal 18 al 25/09; dal 13 al 19/11; dal 27/11 al 31/12. |
| | Ve_10 Centro Sud | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| PC2 | Ve_9 Millecampi | N.D. | 27 e 28/06. | N.D. | Dal 09 al 20/04; dal 07 al 14/05; dal 11 al 19/06; dal 09 al 23/07. |

Tabella 29. Condizioni di ossigenazione dei corpi idrici della Laguna di Venezia nel 2019 risultanti dai dati forniti dal Provveditorato per le Opere Pubbliche a elaborati da ARPAV e ISPRA (N.D. = non determinabile; in rosso sono evidenziate le assenze di dato nei periodi significativi (periodi critici prevalentemente estivi rilevati dalle altre sonde in funzione)).

| C.I. | Nome | Condizione 1 | Condizione 2 | | NOTE (Mancanza di dati per 24h consecutive) |
|------|----------------------|------------------------|---|----------------------------------|--|
| | | ANOSSIA per 1 o più gg | ANOSSIA < 1 gg ma ripetute per più giorni consecutivi | e/o IPOSSIA per più di un giorno | |
| EC | Ve_8 Palude Maggiore | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 28/02 al 21/03; dal 04 al 19/04; dal 22 al 31/07; dal 03 al 23/08; dal 28 al 30/08 ; dal 01 al 13/09; dal 25/10 al 06/11; dal 11 al 14/12. |
| PC1 | Ve_7 Dese | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 24/01 al 04/05; dal 01 al 09/08; dal 18 al 21/08; dal 31/08 al 10/09 ; dal 11 al 18/10; dal 25 al 29/10; dal 16 al 21/11; dal 26/11 al 11/12; dal 21/12 al 31/12. |
| ENC2 | Ve_4 Bocca di Lido | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| PNC1 | Ve_1 Marghera | N.D. | 27 e 28/06; dal 27/07 al 02/08; 12 e 13/08. | N.D. | Dal 01/01 al 10/01; dal 22 al 24/01; dal 02 al 06/02; dal 06 al 12/03; dal 15 al 17/05; dal 12 al 31/12. |
| | Ve_5 Marghera | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| | Ve_2 Marghera | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 09/01; dal 19 al 23/01; dal 13/02 al 05/03; dal 14 al 27/03; dal 29/03 al 02/04; dal 17 al 22/04; dal 05 al 07/05; dal 18 al 25/05; dal 30/05 al 09/06; dal 13 al 22/06; dal 27/06 al 08/07; dal 12 al 23/07 ; dal 28/07 al 05/08 ; dal 10 al 21/08; dal 26/08 al 02/09 ; dal 10 al 17/09 ; dal 23 al 29/09; dal 23 al 26/12; dal 29 al 31/12. |
| ENC4 | Ve_6 Sacca Sessola | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| ENC1 | Ve_3 Centro Sud | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 01/01 al 14/02; dal 28/03 al 01/04; dal 22 al 30/04; dal 28 al 30/05; dal 26/08 al 10/12. |
| | Ve_10 Centro Sud | N.D. | N.D. | N.D. | Tutto l'anno |
| PC2 | Ve_9 Millecampi | N.D. | N.D. | N.D. | Dal 06 al 14/02; dal 05 al 26/05; dal 28/08 al 10/12 ; dal 25 al 31/12. |

2.5.5.2 AVS LFe

In Tabella 30 sono riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate dal Provveditorato per le Opere Pubbliche nei campioni di sedimento per la determinazione dei parametri solfuri volatili disponibili (AVS) e Ferro labile (LFe). Il rapporto tra questi due valori è stato messo a confronto con il limite di classe buono/sufficiente previsto dal D.M. 260/2010. I dati disponibili sono solo relativi alla campagna di agosto 2018 e alle campagne di febbraio e agosto 2019. Per tutto il 2017 e per l'inverno 2018 non sono disponibili i dati.

Complessivamente, dai dati disponibili, non è possibile valutare la condizione di ossigenazione per il triennio 2017-2019 per i CI monitorati con il parametro AVS/LFe.

Dove disponibile il rapporto è risultato superiore al limite normativo a febbraio 2019, nelle stazioni VLN_VLN1 e VLCS_VLS, indicando una condizione di ipossia frequente e anossie episodiche (Giordani e Viaroli, Scheda Tecnica - Solfuro Acidi Volatili, www.sintai.it). Negli altri casi, dove è stato messo a disposizione il dato, il rapporto AVS/LFe è risultato inferiore a 0.25, che indica presenza di ossigeno con ipossia episodica (Giordani e Viaroli, Scheda Tecnica - Solfuro Acidi Volatili, www.sintai.it).

Tabella 30. Risultati dei parametri solfuri volatili disponibili (AVS) e il ferro labile (LFe) determinati dal Provveditorato per le Opere Pubbliche nei sedimenti delle stazioni dei corpi idrici della Laguna di Venezia nel triennio 2017-2019. Elaborazione e confronto ai sensi del D.M. 260/2010 tab. 4.4.2/b a cura di ARPAV e ISPRA. In verde i corpi idrici con valori <0.25, in arancione i corpi idrici con valori >0.25 (0.25 = limite di classe buono/sufficiente per il rapporto AVS/LFe); N.D. = dato non disponibile

| Anno | Mese | Corpo Idrico | Stazione | AVS mg/kg dw | AVS µM/cm ³ | L Fe µM/cm ³ | AVS/LFe |
|------|--------|--------------|----------|-----------------|---------------------------|----------------------------|---------|
| 2017 | feb-17 | VLN | VLN1 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-17 | PC4 | 10B | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-17 | PNC2 | SG | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-17 | ENC1 | VS | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-17 | ENC3 | CH | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-17 | VLCS | VLS | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-17 | PC3 | VDB | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | VLN | VLN1 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | PC4 | 10B | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | PNC2 | SG | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | ENC1 | VS | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | ENC3 | CH | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | VLCS | VLS | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-17 | PC3 | VDB | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| 2018 | feb-18 | VLN | VLN1 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-18 | PC4 | 10B | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-18 | PNC2 | SG | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-18 | ENC1 | VS | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

| Anno | Mese | Corpo Idrico | Stazione | AVS mg/kg dw | AVS $\mu\text{M}/\text{cm}^3$ | L Fe $\mu\text{M}/\text{cm}^3$ | AVS/LFe |
|-------------|--------|--------------|----------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------|
| | feb-18 | ENC3 | CH | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-18 | VLCS | VLS | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | feb-18 | PC3 | VDB | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |
| | ago-18 | VLN | VLN1 | 30 | 0.53 | 18.8 | 0.03 |
| | ago-18 | PC4 | 10B | 60 | 1.52 | 41 | 0.04 |
| | ago-18 | PNC2 | SG | 45 | 1.52 | 37 | 0.04 |
| | ago-18 | ENC1 | VS | 62 | 2.17 | 26 | 0.08 |
| | ago-18 | ENC3 | CH | 55 | 2.13 | 21.2 | 0.10 |
| | ago-18 | VLCS | VLS | 122 | 1.98 | 14 | 0.14 |
| | ago-18 | PC3 | VDB | 75 | 1.80 | 36 | 0.05 |
| 2019 | feb-19 | VLN | VLN1 | 1011 | 14.4 | 37 | 0.39 |
| | feb-19 | PC4 | 10B | 514 | 7.4 | 77 | 0.10 |
| | feb-19 | PNC2 | SG | 279 | 8.0 | 32 | 0.25 |
| | feb-19 | ENC1 | VS | 200 | 6.4 | 36 | 0.18 |
| | feb-19 | ENC3 | CH | 36 | 1.1 | 25.3 | 0.04 |
| | feb-19 | VLCS | VLS | 1955 | 15.4 | 55 | 0.28 |
| | feb-19 | PC3 | VDB | 260 | 7.9 | 55 | 0.14 |
| | ago-19 | VLN | VLN1 | 141 | 2.3 | 17 | 0.14 |
| | ago-19 | PC4 | 10B | 80 | 1.5 | 40 | 0.04 |
| | ago-19 | PNC2 | SG | 156 | 5.8 | 53 | 0.11 |
| | ago-19 | ENC1 | VS | 78 | 2.7 | 31 | 0.09 |
| | ago-19 | ENC3 | CH | 56 | 2.3 | 27.2 | 0.09 |
| | ago-19 | VLCS | VLS | 214 | 3.4 | 37 | 0.09 |
| | ago-19 | PC3 | VDB | 104 | 2.7 | 56 | 0.05 |

2.5.6 Altri parametri

In ALLEGATO 2 sono riportate le statistiche descrittive (media, deviazione standard, minimo, massimo e conteggio dei casi) dei parametri fisico-chimici a sostegno indicati nei protocolli di monitoraggio ISPRA, ma per i quali non sono stati definiti valori soglia.

2.5.7 Confronti tra trienni di Monitoraggio

Al fine di confrontare i valori di P-PO₄ e DIN risultati nei diversi anni (dal 2011 al 2019) è stato applicato il test non parametrico di Kruskal-Wallis e relativo test *post hoc* ai dati, separati per corpo idrico. Un ulteriore confronto è stato eseguito tra i valori risultati nei tre trienni di monitoraggio operativo mediante il test U di Mann Whitney (dove non indicato la significatività è per $p < 0.05$).

2.5.7.1 Fosforo Reattivo

In

Tabella 31 sono riportate le statistiche descrittive dei dati di fosforo reattivo risultati dal 2011 al 2019 nei corpi idrici della Laguna di Venezia. In Figura 12 sono invece raffigurati, per ciascuno dei corpi idrici, i box plot di tali risultati. Dai confronti statistici è emerso, per i corpi idrici EC, ENC1, ENC4, PC2 un aumento significativo delle concentrazioni di P-PO₄ nel 2015 rispetto al 2011, mentre per il corpo idrico ENC2 è il 2012 a scostarsi significativamente dal 2015. Nel corpo idrico ENC1 i valori del 2011 sono risultati significativamente inferiori anche rispetto al 2014 e 2017, mentre quelli del 2012 sono risultati significativamente inferiori a quelli del 2014 e 2015. Le concentrazioni del 2015 sono risultate inoltre significativamente ($p < 0.001$) maggiori rispetto a quelle del 2018 e 2019, così come verificatosi nel CI EC dove le concentrazioni del 2016 sono risultate tutte inferiori al LOQ. Nel CI ENC2 i valori del 2015 sono, inoltre, risultati significativamente maggiori rispetto al 2012. Nel 2018 e 2019 i valori di P-PO₄ dei CI EC, ENC1, ENC2 (solo 2018) e PC2 sono risultati significativamente minori rispetto a quelli del 2015. Nella stazione del CI VLCS le concentrazioni del 2012 sono risultate significativamente ($p < 0.05$) più alte di quelle del 2018.

Per tutti gli altri corpi idrici non si sono evidenziati aumenti o diminuzioni significative. Va considerato che, rispetto al primo triennio in cui erano numerosi e frequenti i campioni con concentrazioni di ortofosfato inferiori ai limiti di quantificazione della metodica (LOQ = 0.1 µM), nel secondo triennio solo pochi campioni sono risultati inferiori al LOQ (0.2 µM). Nel triennio 2017-2019, invece, solo nell'ultimo anno tutti i valori sono risultati >LOQ che nel frattempo si è abbassato grazie ai miglioramenti della performance della metodica analitica fino a 0.03 µM.

Tutti i valori medi di P-PO₄ dei corpi idrici con salinità >30 sono risultati inferiori al limite di classe B/S di 0.48 µM in tutti gli anni, fatta eccezione per il corpo idrico ENC3 che nel 2016 ha mostrato valori medi uguali al limite B/S (0,48 µM).

Confrontando i dati raggruppati per ciclo di monitoraggio (Figura 13) per i CI EC, ENC1, e PC2 si sono evidenziati aumenti significativi tra il primo e secondo triennio e viceversa diminuzioni significative tra il secondo e il terzo triennio; per il CI ENC2 la diminuzione significativa è stata tra primo e secondo triennio e tra secondo e terzo. In ENC3, ENC4, PC1, PC3 e VLN le differenze significative si sono evidenziate tra il secondo e terzo triennio, con sempre il 2014-2016 più alto rispetto al 2017-2019, fatta eccezione per VLN.

PNC1 e VLCS invece si è osservata una diminuzione significativa tra il primo e terzo triennio. Per gli altri CI non sono emerse differenze significative.

Tabella 31. Statistiche descrittive del parametro P-PO₄ (µM) analizzato nei diversi anni di monitoraggio (dal 2011 al 2019) nei corpi idrici della Laguna di Venezia.

| Corpo idrico | Anno | P-PO ₄ (µM) | | | | |
|--------------|------|------------------------|---------------|------|------|----|
| | | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| EC | 2011 | 0.09 | 0.10 | 0.05 | 0.36 | 10 |
| | 2012 | 0.11 | 0.08 | 0.05 | 0.24 | 9 |
| | 2013 | 0.10 | 0.07 | 0.01 | 0.19 | 12 |
| | 2014 | 0.13 | 0.04 | 0.10 | 0.23 | 12 |
| | 2015 | 0.16 | 0.03 | 0.13 | 0.23 | 12 |
| | 2016 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.09 | 12 |
| | 2017 | 0.13 | 0.06 | 0.08 | 0.23 | 12 |
| | 2018 | 0.08 | 0.06 | 0.02 | 0.19 | 12 |
| | 2019 | 0.13 | 0.25 | 0.03 | 0.94 | 12 |
| ENC1 | 2011 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.36 | 20 |
| | 2012 | 0.10 | 0.14 | 0.05 | 0.61 | 18 |
| | 2013 | 0.15 | 0.13 | 0.01 | 0.55 | 24 |
| | 2014 | 0.15 | 0.06 | 0.06 | 0.32 | 24 |
| | 2015 | 0.17 | 0.03 | 0.13 | 0.26 | 24 |
| | 2016 | 0.10 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 24 |
| | 2017 | 0.13 | 0.05 | 0.08 | 0.23 | 24 |
| | 2018 | 0.06 | 0.04 | 0.02 | 0.16 | 24 |
| | 2019 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.26 | 24 |
| ENC2 | 2011 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.22 | 7 |
| | 2012 | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.22 | 6 |
| | 2013 | 0.46 | 0.67 | 0.01 | 1.94 | 8 |
| | 2014 | 0.19 | 0.11 | 0.10 | 0.45 | 8 |
| | 2015 | 0.22 | 0.09 | 0.16 | 0.39 | 8 |
| | 2016 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.09 | 8 |
| | 2017 | 0.11 | 0.05 | 0.08 | 0.19 | 8 |
| | 2018 | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.16 | 8 |
| | 2019 | 0.13 | 0.21 | 0.02 | 0.65 | 8 |
| ENC3 | 2011 | 0.19 | 0.14 | 0.05 | 0.39 | 4 |
| | 2012 | 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.21 | 3 |
| | 2013 | 0.15 | 0.11 | 0.01 | 0.26 | 4 |
| | 2014 | 0.18 | 0.11 | 0.06 | 0.32 | 4 |
| | 2015 | 0.23 | 0.08 | 0.16 | 0.32 | 4 |
| | 2016 | 0.48 | 0.78 | 0.09 | 1.65 | 4 |
| | 2017 | 0.13 | 0.06 | 0.08 | 0.19 | 4 |
| | 2018 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.13 | 4 |
| | 2019 | 0.07 | 0.02 | 0.06 | 0.10 | 4 |
| ENC4 | 2011 | 0.06 | 0.03 | 0.05 | 0.12 | 7 |
| | 2012 | 0.13 | 0.10 | 0.05 | 0.30 | 6 |
| | 2013 | 0.45 | 0.58 | 0.01 | 1.61 | 8 |
| | 2014 | 0.14 | 0.05 | 0.06 | 0.23 | 8 |
| | 2015 | 0.18 | 0.05 | 0.13 | 0.26 | 8 |

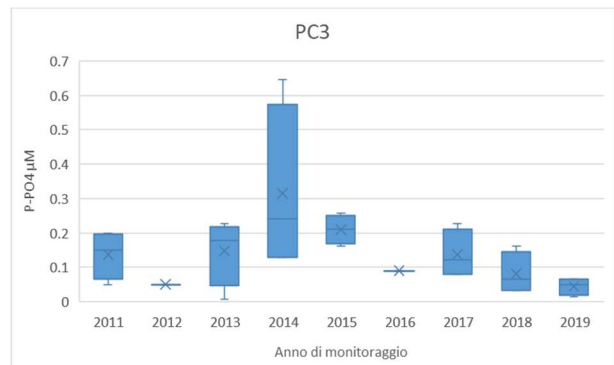
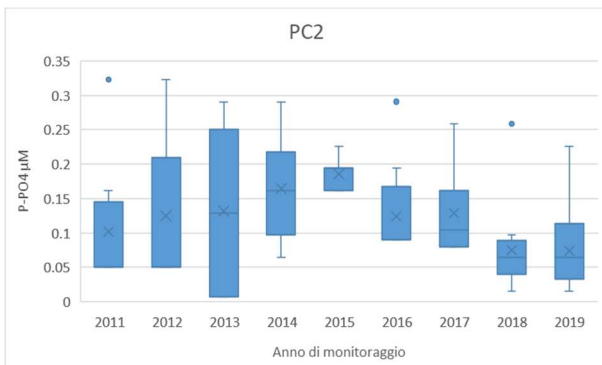
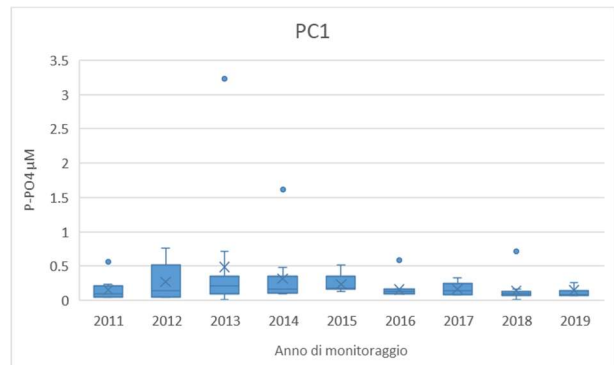
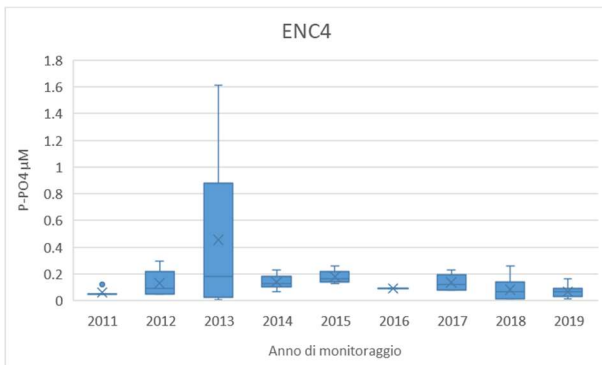
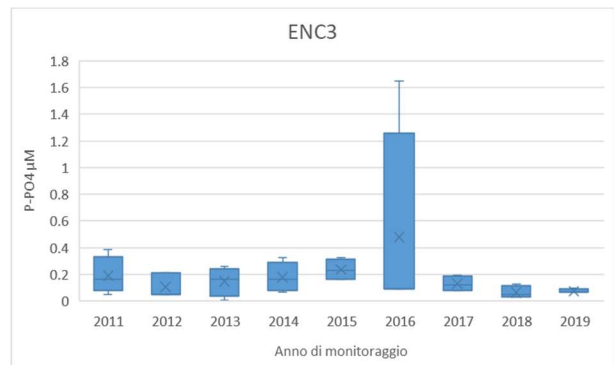
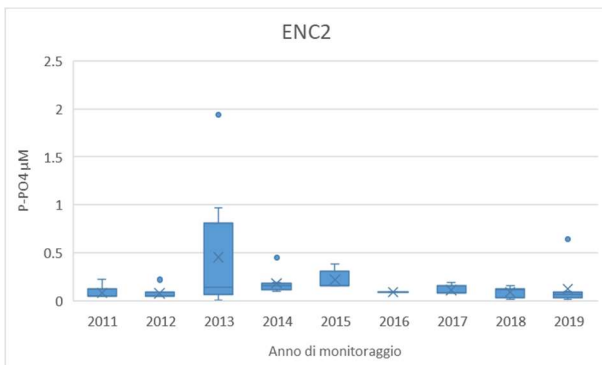
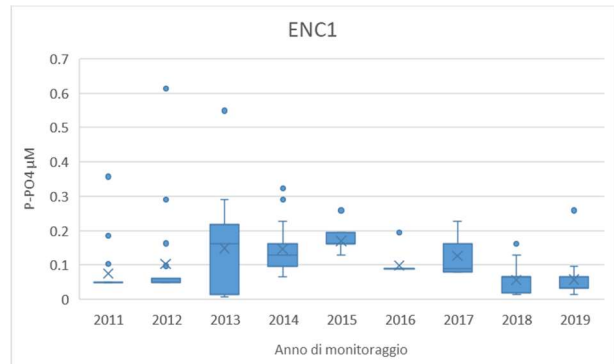
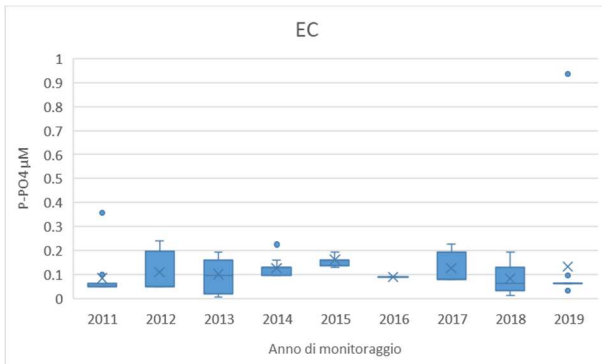
| Corpo idrico | Anno | P-PO ₄ (μM) | | | | |
|--------------|------|------------------------|---------------|------|------|----|
| | | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| | 2016 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.09 | 8 |
| | 2017 | 0.14 | 0.06 | 0.08 | 0.23 | 8 |
| | 2018 | 0.08 | 0.09 | 0.02 | 0.26 | 8 |
| | 2019 | 0.07 | 0.05 | 0.02 | 0.16 | 8 |
| PC1 | 2011 | 0.15 | 0.16 | 0.05 | 0.56 | 10 |
| | 2012 | 0.27 | 0.26 | 0.05 | 0.76 | 9 |
| | 2013 | 0.49 | 0.88 | 0.01 | 3.23 | 12 |
| | 2014 | 0.32 | 0.43 | 0.10 | 1.61 | 12 |
| | 2015 | 0.24 | 0.12 | 0.13 | 0.52 | 12 |
| | 2016 | 0.16 | 0.14 | 0.09 | 0.58 | 12 |
| | 2017 | 0.16 | 0.09 | 0.08 | 0.32 | 12 |
| | 2018 | 0.14 | 0.18 | 0.02 | 0.71 | 12 |
| | 2019 | 0.15 | 0.17 | 0.06 | 0.65 | 12 |
| PC2 | 2011 | 0.10 | 0.09 | 0.05 | 0.32 | 11 |
| | 2012 | 0.12 | 0.10 | 0.05 | 0.32 | 9 |
| | 2013 | 0.13 | 0.11 | 0.01 | 0.29 | 12 |
| | 2014 | 0.16 | 0.07 | 0.06 | 0.29 | 12 |
| | 2015 | 0.19 | 0.02 | 0.16 | 0.23 | 12 |
| | 2016 | 0.12 | 0.07 | 0.09 | 0.29 | 12 |
| | 2017 | 0.13 | 0.06 | 0.08 | 0.26 | 12 |
| | 2018 | 0.08 | 0.06 | 0.02 | 0.26 | 12 |
| | 2019 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.23 | 12 |
| PC3 | 2011 | 0.14 | 0.07 | 0.05 | 0.20 | 4 |
| | 2012 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 3 |
| | 2013 | 0.15 | 0.10 | 0.01 | 0.23 | 4 |
| | 2014 | 0.31 | 0.24 | 0.13 | 0.65 | 4 |
| | 2015 | 0.21 | 0.04 | 0.16 | 0.26 | 4 |
| | 2016 | 0.09 | 0.00 | 0.09 | 0.09 | 4 |
| | 2017 | 0.14 | 0.07 | 0.08 | 0.23 | 4 |
| | 2018 | 0.08 | 0.06 | 0.03 | 0.16 | 4 |
| | 2019 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 4 |
| PC4 | 2011 | 0.44 | 0.27 | 0.05 | 0.68 | 4 |
| | 2012 | 0.49 | 0.25 | 0.32 | 0.78 | 3 |
| | 2013 | 0.57 | 0.26 | 0.29 | 0.81 | 4 |
| | 2014 | 0.91 | 0.58 | 0.48 | 1.78 | 4 |
| | 2015 | 0.28 | 0.09 | 0.19 | 0.39 | 4 |
| | 2016 | 0.31 | 0.10 | 0.16 | 0.39 | 4 |
| | 2017 | 0.27 | 0.12 | 0.16 | 0.42 | 4 |
| | 2018 | 0.45 | 0.34 | 0.16 | 0.94 | 4 |
| | 2019 | 0.21 | 0.16 | 0.03 | 0.42 | 4 |
| PNC1 | 2011 | 0.52 | 0.38 | 0.05 | 1.14 | 11 |
| | 2012 | 0.81 | 0.59 | 0.16 | 1.66 | 9 |

| | | P-PO₄ (µM) | | | | |
|--------------|------|------------------------------|---------------|------|------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| | 2013 | 1.17 | 1.74 | 0.06 | 6.46 | 12 |
| | 2014 | 0.47 | 0.34 | 0.13 | 1.23 | 12 |
| | 2015 | 0.39 | 0.39 | 0.16 | 1.58 | 12 |
| | 2016 | 0.22 | 0.10 | 0.09 | 0.42 | 12 |
| | 2017 | 0.22 | 0.18 | 0.08 | 0.74 | 12 |
| | 2018 | 1.03 | 2.51 | 0.06 | 8.98 | 12 |
| | 2019 | 0.32 | 0.30 | 0.03 | 0.94 | 12 |
| PNC2 | 2011 | 0.18 | 0.18 | 0.05 | 0.58 | 10 |
| | 2012 | 0.35 | 0.35 | 0.05 | 1.19 | 9 |
| | 2013 | 0.47 | 0.70 | 0.01 | 2.58 | 12 |
| | 2014 | 0.38 | 0.50 | 0.10 | 1.87 | 12 |
| | 2015 | 0.25 | 0.13 | 0.16 | 0.58 | 12 |
| | 2016 | 0.15 | 0.09 | 0.09 | 0.32 | 12 |
| | 2017 | 0.14 | 0.08 | 0.08 | 0.32 | 12 |
| | 2018 | 0.11 | 0.10 | 0.02 | 0.39 | 12 |
| | 2019 | 0.11 | 0.13 | 0.02 | 0.52 | 12 |
| VLCS | 2011 | 0.25 | 0.07 | 0.15 | 0.32 | 4 |
| | 2012 | 0.72 | 0.45 | 0.21 | 1.07 | 3 |
| | 2013 | 0.26 | 0.28 | 0.01 | 0.65 | 4 |
| | 2014 | 0.12 | 0.03 | 0.10 | 0.16 | 4 |
| | 2015 | 0.20 | 0.02 | 0.19 | 0.23 | 4 |
| | 2016 | 0.12 | 0.05 | 0.09 | 0.19 | 4 |
| | 2017 | 0.13 | 0.06 | 0.08 | 0.19 | 4 |
| | 2018 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.10 | 4 |
| | 2019 | 0.09 | 0.02 | 0.06 | 0.10 | 4 |
| VLN | 2011 | 0.10 | 0.03 | 0.05 | 0.12 | 4 |
| | 2012 | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.14 | 3 |
| | 2013 | 0.13 | 0.14 | 0.01 | 0.32 | 4 |
| | 2014 | 0.15 | 0.05 | 0.13 | 0.23 | 4 |
| | 2015 | 0.15 | 0.02 | 0.13 | 0.16 | 4 |
| | 2016 | 0.13 | 0.05 | 0.09 | 0.19 | 4 |
| | 2017 | 0.29 | 0.37 | 0.08 | 0.84 | 4 |
| | 2018 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.16 | 4 |
| | 2019 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 4 |

Tabella 32. Statistiche descrittive del parametro P-PO₄ (µM) analizzato nel primo (2011, 2012 e 2013), nel secondo (2014, 2015 e 2016) e nel terzo (2017, 2018 e 2019) Triennio di Monitoraggio nei corpi idrici della Laguna di Venezia.

| | | P-PO₄ (µM) | | | | |
|--------------|----------|------------------------------|---------------|------|------|----|
| Corpo idrico | Triennio | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| EC | I | 0.10 | 0.08 | 0.01 | 0.36 | 31 |
| | II | 0.13 | 0.04 | 0.09 | 0.23 | 36 |
| | III | 0.12 | 0.15 | 0.02 | 0.94 | 36 |

| | | P-PO₄ (µM) | | | | |
|--------------|----------|------------------------------|---------------|------|------|----|
| Corpo idrico | Triennio | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| ENC1 | I | 0.11 | 0.12 | 0.01 | 0.61 | 62 |
| | II | 0.14 | 0.05 | 0.06 | 0.32 | 72 |
| | III | 0.08 | 0.06 | 0.02 | 0.26 | 72 |
| ENC2 | I | 0.23 | 0.44 | 0.01 | 1.94 | 21 |
| | II | 0.17 | 0.10 | 0.09 | 0.45 | 24 |
| | III | 0.11 | 0.12 | 0.02 | 0.65 | 24 |
| ENC3 | I | 0.15 | 0.11 | 0.01 | 0.39 | 11 |
| | II | 0.30 | 0.43 | 0.06 | 1.65 | 12 |
| | III | 0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.19 | 12 |
| ENC4 | I | 0.23 | 0.39 | 0.01 | 1.61 | 21 |
| | II | 0.13 | 0.05 | 0.06 | 0.26 | 24 |
| | III | 0.10 | 0.07 | 0.02 | 0.26 | 24 |
| PC1 | I | 0.32 | 0.58 | 0.01 | 3.23 | 31 |
| | II | 0.24 | 0.27 | 0.09 | 1.61 | 36 |
| | III | 0.15 | 0.15 | 0.02 | 0.71 | 36 |
| PC2 | I | 0.12 | 0.10 | 0.01 | 0.32 | 32 |
| | II | 0.16 | 0.06 | 0.06 | 0.29 | 36 |
| | III | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.26 | 36 |
| PC3 | I | 0.12 | 0.08 | 0.01 | 0.23 | 11 |
| | II | 0.20 | 0.16 | 0.09 | 0.65 | 12 |
| | III | 0.09 | 0.06 | 0.02 | 0.23 | 12 |
| PC4 | I | 0.50 | 0.24 | 0.05 | 0.81 | 11 |
| | II | 0.50 | 0.44 | 0.16 | 1.78 | 12 |
| | III | 0.31 | 0.23 | 0.03 | 0.94 | 12 |
| PNC1 | I | 0.85 | 1.14 | 0.05 | 6.46 | 32 |
| | II | 0.36 | 0.31 | 0.09 | 1.58 | 36 |
| | III | 0.52 | 1.47 | 0.03 | 8.98 | 36 |
| PNC2 | I | 0.34 | 0.49 | 0.01 | 2.58 | 31 |
| | II | 0.26 | 0.31 | 0.09 | 1.87 | 36 |
| | III | 0.12 | 0.11 | 0.02 | 0.52 | 36 |
| VLCS | I | 0.38 | 0.34 | 0.01 | 1.07 | 11 |
| | II | 0.15 | 0.05 | 0.09 | 0.23 | 12 |
| | III | 0.09 | 0.05 | 0.02 | 0.19 | 12 |
| VLN | I | 0.11 | 0.08 | 0.01 | 0.32 | 11 |
| | II | 0.15 | 0.04 | 0.09 | 0.23 | 12 |
| | III | 0.14 | 0.22 | 0.03 | 0.84 | 12 |



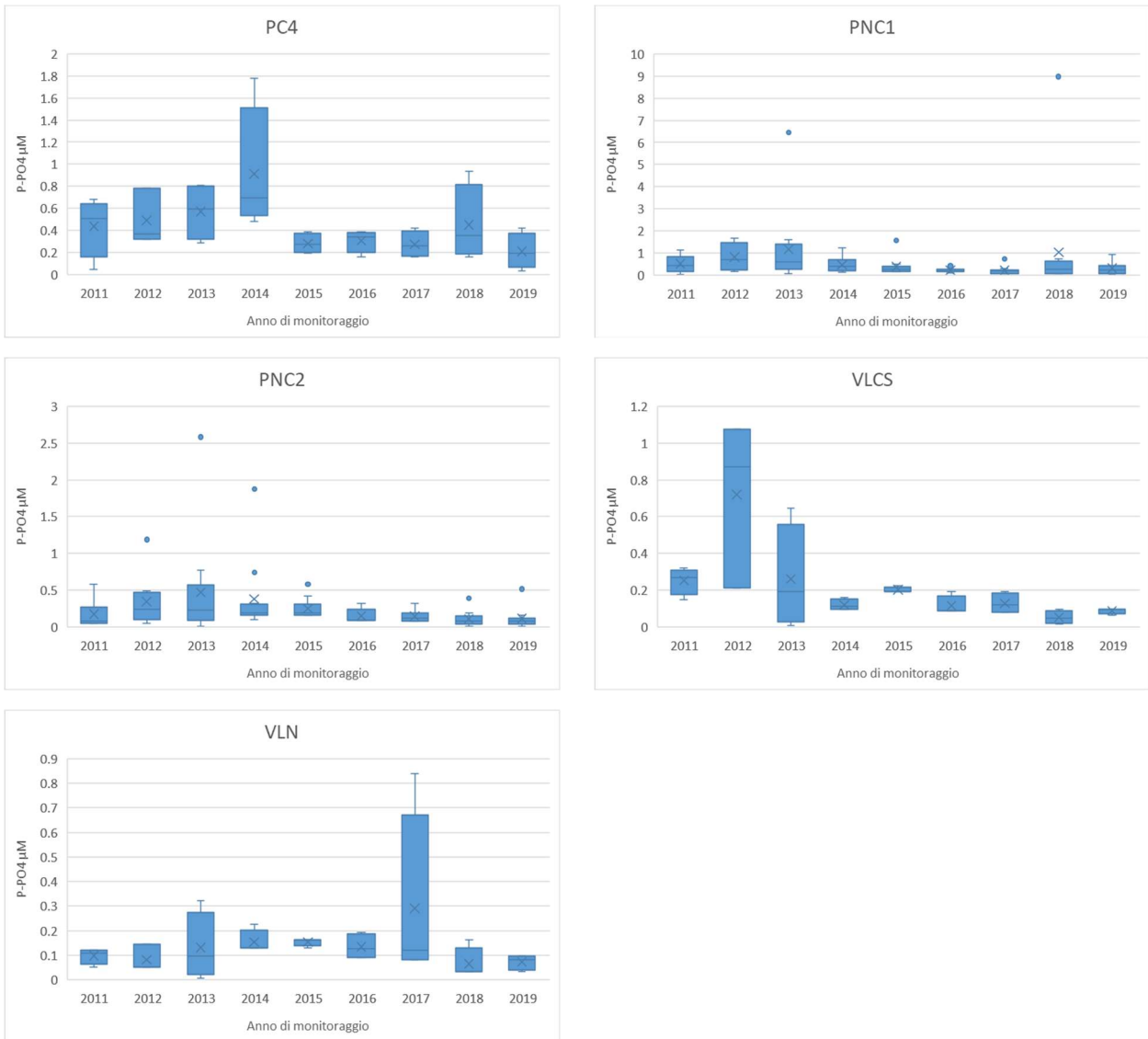


Figura 12. Box Plot del parametro P-PO₄ monitorato tutti gli anni tra il 2011 e il 2019 nei corpi idrici della Laguna di Venezia.

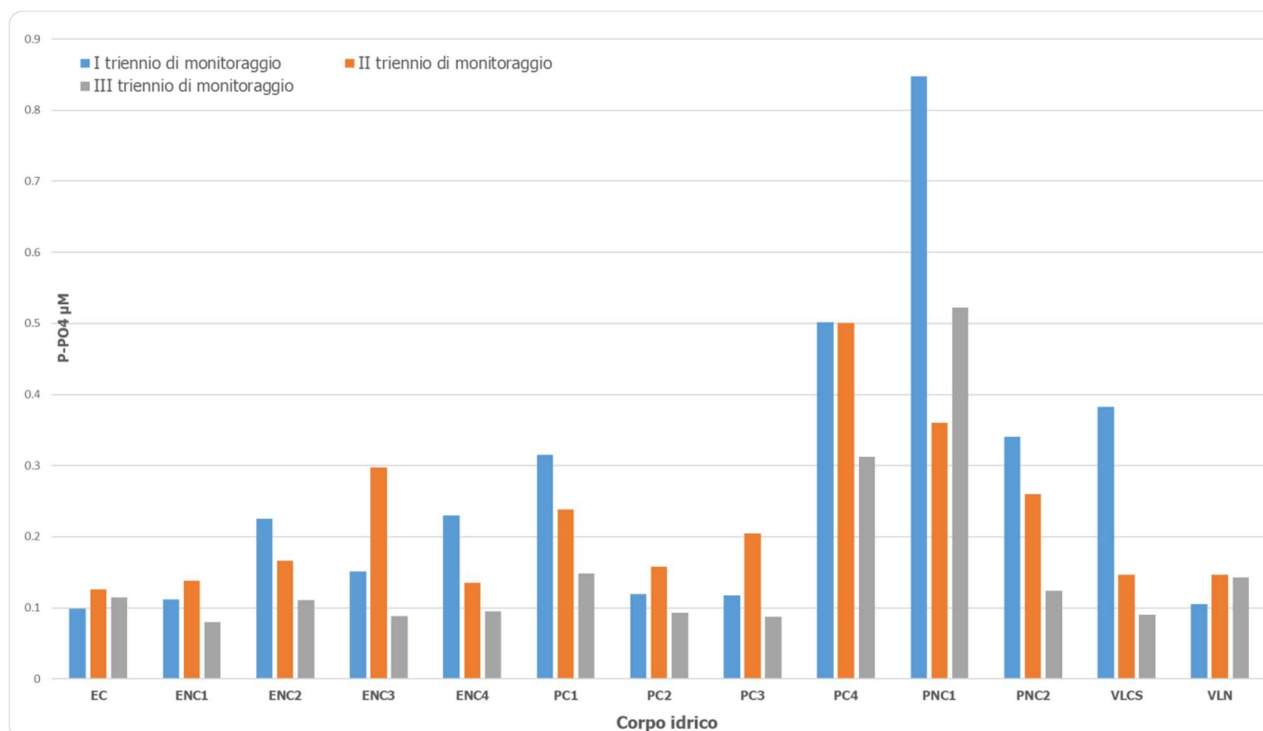


Figura 13. Valori medi di P-PO₄ risultati nei corpi idrici della Laguna di Venezia e raggruppati per triennio di monitoraggio.

2.5.7.2 Azoto Inorganico Disciolto

In

Tabella 33 sono riportate le statistiche descrittive dei dati di DIN ottenuti dal 2011 al 2019 nei corpi idrici della Laguna di Venezia. In Figura 14 sono riportati, per ciascuno dei corpi idrici, i box plot dei suddetti risultati. I confronti statistici non hanno evidenziato differenze significative.

Rispetto al primo anno di monitoraggio in cui solo il corpo idrico PC4 superava il limite di classe B/S, negli anni successivi i corpi idrici che non hanno rispettato il limite imposto dal D.M. 260/2010 sono stati: 11 nel 2012, 10 nel 2013, 5 nel 2014, 1 nel 2015 e 2016, nessuno nel 2017, 2 nel 2018 e 6 nel 2019.

In

Tabella 34 e Figura 15 sono riportate le statistiche descrittive e i grafici delle medie dei valori raggruppati per triennio di monitoraggio. Il confronto statistico delle mediane è risultato significativo tra il primo e secondo ciclo di monitoraggio per i corpi idrici EC e ENC1, con valori sempre più alti nel primo rispetto al secondo triennio. Per tutti gli altri confronti e CI non sono emerse differenze statisticamente significative.

Per quanto riguarda i superamenti del limite di classe B/S, se si considerano gli anni di monitoraggio raggruppati per triennio, i corpi idrici che non rispettano tale limite sono PC4 per tutti e tre i cicli, PC3 per i primi due, ENC2, ENC3, PC1, PNC2 e VLN solo per il primo

ciclo. Nel primo triennio per il corpo idrico PC4 il superamento è maggiore al 50% del limite B/S, mentre per il PC3 il superamento è maggiore al 75% del limite di classe B/S.

Tabella 33. Statistiche descrittive del parametro DIN (μM) analizzato nel primo (2011, 2012 e 2013), nel secondo (2014, 2015 e 2016) e nel terzo (2017, 2018 e 2019) Ciclo di Monitoraggio. In grassetto sono evidenziati i superamenti dei limiti di classe B/S (18 μM per CI con salinità <30; 30 μM per CI con salinità >30)

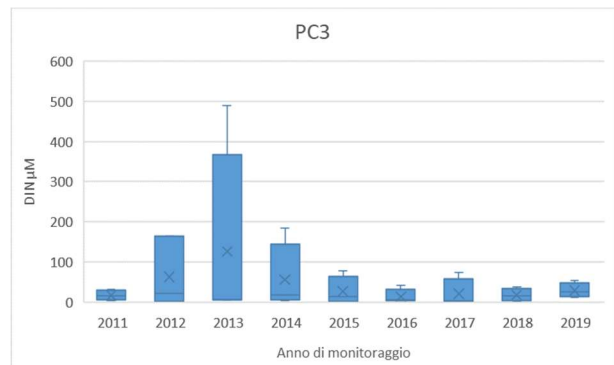
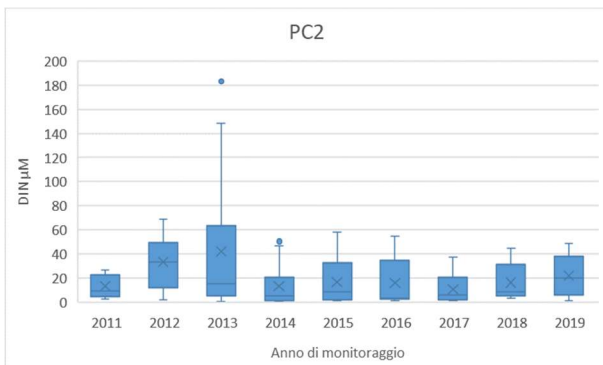
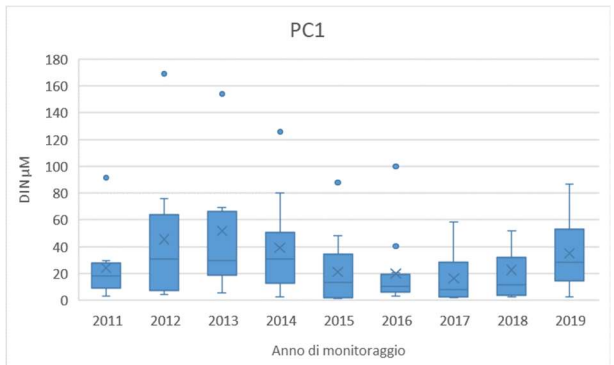
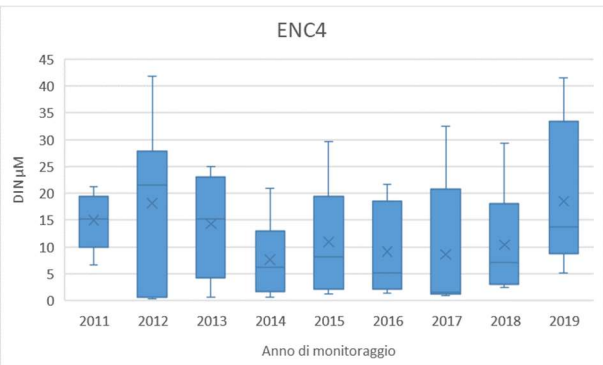
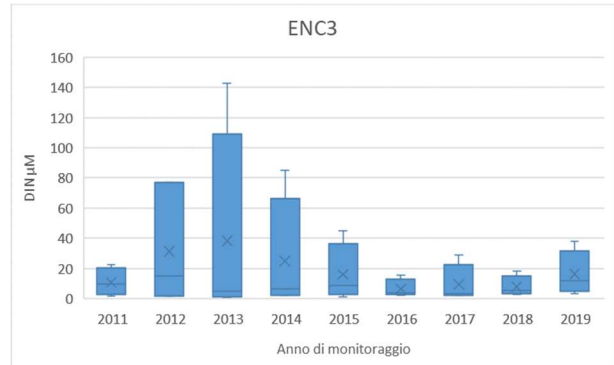
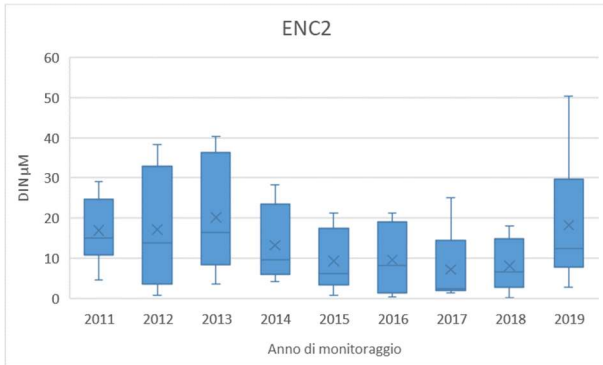
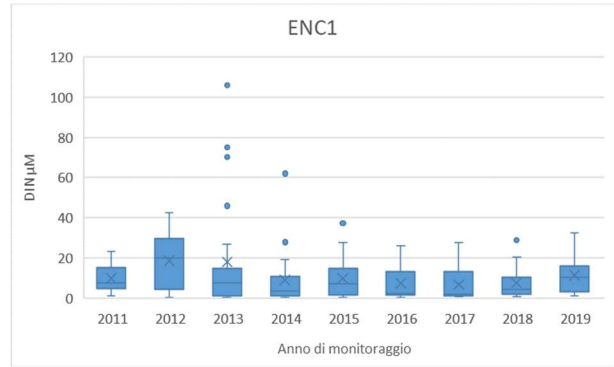
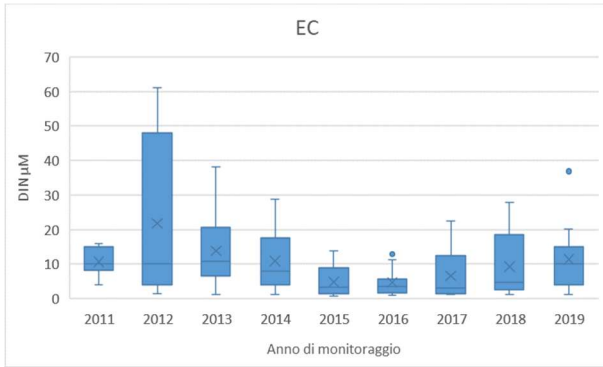
| Corpo idrico | Anno | DIN (μM) | | | | |
|--------------|------|-----------------------|---------------|-----|-----|----|
| | | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| EC | 2011 | 11 | 4 | 4 | 16 | 10 |
| | 2012 | 22 | 24 | 1 | 61 | 9 |
| | 2013 | 14 | 10 | 1 | 38 | 12 |
| | 2014 | 11 | 9 | 1 | 29 | 12 |
| | 2015 | 5 | 5 | 1 | 14 | 12 |
| | 2016 | 5 | 4 | 1 | 13 | 12 |
| | 2017 | 7 | 8 | 1 | 22 | 12 |
| | 2018 | 9 | 10 | 1 | 28 | 12 |
| | 2019 | 11 | 10 | 1 | 37 | 12 |
| ENC1 | 2011 | 10 | 7 | 1 | 23 | 20 |
| | 2012 | 19 | 14 | 1 | 43 | 18 |
| | 2013 | 18 | 28 | 0 | 106 | 24 |
| | 2014 | 9 | 14 | 0 | 62 | 24 |
| | 2015 | 10 | 10 | 0 | 37 | 24 |
| | 2016 | 7 | 10 | 1 | 38 | 24 |
| | 2017 | 7 | 9 | 1 | 27 | 24 |
| | 2018 | 8 | 8 | 1 | 29 | 24 |
| | 2019 | 11 | 9 | 1 | 32 | 24 |
| ENC2 | 2011 | 17 | 9 | 5 | 29 | 7 |
| | 2012 | 17 | 15 | 1 | 38 | 6 |
| | 2013 | 20 | 14 | 4 | 40 | 8 |
| | 2014 | 13 | 9 | 4 | 28 | 8 |
| | 2015 | 9 | 8 | 1 | 21 | 8 |
| | 2016 | 10 | 9 | 0 | 21 | 8 |
| | 2017 | 7 | 9 | 1 | 25 | 8 |
| | 2018 | 8 | 7 | 0 | 18 | 8 |
| | 2019 | 18 | 16 | 3 | 50 | 8 |
| ENC3 | 2011 | 11 | 9 | 2 | 23 | 4 |
| | 2012 | 31 | 40 | 2 | 77 | 3 |
| | 2013 | 38 | 70 | 0 | 143 | 4 |
| | 2014 | 25 | 40 | 2 | 85 | 4 |
| | 2015 | 16 | 20 | 1 | 45 | 4 |
| | 2016 | 6 | 6 | 2 | 16 | 4 |
| | 2017 | 9 | 13 | 2 | 29 | 4 |
| | 2018 | 8 | 7 | 3 | 18 | 4 |
| | 2019 | 16 | 15 | 3 | 38 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | DIN (μM) | | | | |
|--------------|------|-----------------------|---------------|-----|-----|----|
| | | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| ENC4 | 2011 | 15 | 5 | 7 | 21 | 7 |
| | 2012 | 18 | 16 | 0 | 42 | 6 |
| | 2013 | 14 | 9 | 1 | 25 | 8 |
| | 2014 | 8 | 7 | 1 | 21 | 8 |
| | 2015 | 11 | 11 | 1 | 30 | 8 |
| | 2016 | 9 | 8 | 1 | 22 | 8 |
| | 2017 | 9 | 13 | 1 | 32 | 8 |
| | 2018 | 10 | 10 | 2 | 29 | 8 |
| | 2019 | 18 | 14 | 5 | 41 | 8 |
| | PC1 | 2011 | 24 | 25 | 3 | 92 |
| 2012 | | 46 | 52 | 4 | 169 | 9 |
| 2013 | | 52 | 52 | 5 | 156 | 12 |
| 2014 | | 39 | 35 | 2 | 126 | 12 |
| 2015 | | 21 | 26 | 1 | 88 | 12 |
| 2016 | | 20 | 27 | 3 | 100 | 12 |
| 2017 | | 16 | 17 | 2 | 58 | 12 |
| 2018 | | 23 | 28 | 2 | 98 | 12 |
| 2019 | | 35 | 27 | 2 | 87 | 12 |
| PC2 | 2011 | 13 | 9 | 3 | 27 | 11 |
| | 2012 | 34 | 22 | 2 | 69 | 9 |
| | 2013 | 42 | 62 | 0 | 183 | 12 |
| | 2014 | 13 | 18 | 0 | 50 | 12 |
| | 2015 | 17 | 18 | 1 | 58 | 12 |
| | 2016 | 16 | 21 | 1 | 55 | 12 |
| | 2017 | 11 | 12 | 1 | 37 | 12 |
| | 2018 | 16 | 16 | 3 | 45 | 12 |
| | 2019 | 22 | 17 | 1 | 49 | 12 |
| PC3 | 2011 | 17 | 13 | 5 | 32 | 4 |
| | 2012 | 63 | 89 | 3 | 165 | 3 |
| | 2013 | 127 | 241 | 5 | 488 | 4 |
| | 2014 | 56 | 86 | 4 | 185 | 4 |
| | 2015 | 27 | 36 | 2 | 79 | 4 |
| | 2016 | 14 | 18 | 4 | 42 | 4 |
| | 2017 | 21 | 36 | 3 | 75 | 4 |
| | 2018 | 18 | 17 | 2 | 38 | 4 |
| | 2019 | 29 | 18 | 12 | 53 | 4 |
| PC4 | 2011 | 50 | 37 | 23 | 101 | 4 |
| | 2012 | 40 | 44 | 2 | 89 | 3 |
| | 2013 | 46 | 29 | 4 | 69 | 4 |
| | 2014 | 58 | 52 | 19 | 135 | 4 |
| | 2015 | 30 | 28 | 13 | 73 | 4 |
| | 2016 | 36 | 37 | 6 | 91 | 4 |
| | 2017 | 26 | 21 | 4 | 53 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | DIN (μM) | | | | |
|--------------|------|-----------------------|---------------|-----|-----|----|
| | | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| | 2018 | 34 | 21 | 8 | 59 | 4 |
| | 2019 | 44 | 21 | 20 | 64 | 4 |
| PNC1 | 2011 | 20 | 16 | 2 | 45 | 11 |
| | 2012 | 32 | 29 | 3 | 77 | 9 |
| | 2013 | 33 | 30 | 5 | 114 | 12 |
| | 2014 | 25 | 15 | 5 | 50 | 12 |
| | 2015 | 17 | 15 | 1 | 39 | 12 |
| | 2016 | 21 | 21 | 1 | 56 | 12 |
| | 2017 | 12 | 16 | 1 | 41 | 12 |
| | 2018 | 20 | 18 | 1 | 52 | 12 |
| | 2019 | 35 | 20 | 16 | 80 | 12 |
| PNC2 | 2011 | 18 | 10 | 3 | 38 | 10 |
| | 2012 | 35 | 43 | 1 | 127 | 9 |
| | 2013 | 52 | 51 | 3 | 142 | 12 |
| | 2014 | 40 | 43 | 9 | 127 | 12 |
| | 2015 | 22 | 29 | 1 | 106 | 12 |
| | 2016 | 18 | 23 | 2 | 65 | 12 |
| | 2017 | 14 | 21 | 1 | 72 | 12 |
| | 2018 | 21 | 23 | 0 | 68 | 12 |
| | 2019 | 34 | 25 | 11 | 100 | 12 |
| VLCS | 2011 | 15 | 14 | 1 | 34 | 4 |
| | 2012 | 17 | 21 | 1 | 41 | 3 |
| | 2013 | 14 | 8 | 7 | 24 | 4 |
| | 2014 | 9 | 11 | 0 | 25 | 4 |
| | 2015 | 13 | 13 | 1 | 24 | 4 |
| | 2016 | 11 | 16 | 1 | 36 | 4 |
| | 2017 | 4 | 4 | 1 | 10 | 4 |
| | 2018 | 13 | 21 | 1 | 44 | 4 |
| | 2019 | 18 | 11 | 2 | 28 | 4 |
| VLN | 2011 | 12 | 6 | 5 | 19 | 4 |
| | 2012 | 29 | 22 | 4 | 45 | 3 |
| | 2013 | 20 | 14 | 11 | 40 | 4 |
| | 2014 | 16 | 12 | 1 | 31 | 4 |
| | 2015 | 8 | 4 | 3 | 12 | 4 |
| | 2016 | 8 | 3 | 5 | 11 | 4 |
| | 2017 | 5 | 3 | 2 | 8 | 4 |
| | 2018 | 20 | 16 | 4 | 36 | 4 |
| | 2019 | 13 | 9 | 4 | 26 | 4 |

Tabella 34. Statistiche descrittive del parametro DIN (μM) analizzato nel primo (2011, 2012 e 2013), nel secondo (2014, 2015 e 2016) e nel terzo (2017, 2018, 2019) Ciclo di Monitoraggio nei corpi idrici della Laguna di Venezia.

| Corpo idrico | Triennio | DIN (μM) | | | | |
|--------------|----------|-----------------------|---------------|-----|-----|----|
| | | Media | Dev. Standard | Min | Max | N |
| EC | I | 15 | 15 | 1 | 61 | 31 |
| | II | 7 | 7 | 1 | 29 | 36 |
| | III | 9 | 9 | 1 | 37 | 36 |
| ENC1 | I | 16 | 19 | 0 | 106 | 62 |
| | II | 9 | 11 | 0 | 62 | 72 |
| | III | 9 | 9 | 1 | 32 | 72 |
| ENC2 | I | 18 | 12 | 1 | 40 | 21 |
| | II | 11 | 8 | 0 | 28 | 24 |
| | III | 11 | 12 | 0 | 50 | 24 |
| ENC3 | I | 26 | 44 | 0 | 143 | 11 |
| | II | 16 | 25 | 1 | 85 | 12 |
| | III | 11 | 12 | 2 | 38 | 12 |
| ENC4 | I | 16 | 10 | 0 | 42 | 21 |
| | II | 9 | 8 | 1 | 30 | 24 |
| | III | 12 | 13 | 1 | 41 | 24 |
| PC1 | I | 41 | 45 | 3 | 169 | 31 |
| | II | 27 | 30 | 1 | 126 | 36 |
| | III | 25 | 25 | 2 | 98 | 36 |
| PC2 | I | 30 | 41 | 0 | 183 | 32 |
| | II | 15 | 19 | 0 | 58 | 36 |
| | III | 16 | 15 | 1 | 49 | 36 |
| PC3 | I | 69 | 147 | 3 | 488 | 11 |
| | II | 33 | 53 | 2 | 185 | 12 |
| | III | 23 | 23 | 2 | 75 | 12 |
| PC4 | I | 46 | 33 | 2 | 101 | 11 |
| | II | 42 | 39 | 6 | 135 | 12 |
| | III | 34 | 20 | 4 | 64 | 12 |
| PNC1 | I | 28 | 25 | 2 | 114 | 32 |
| | II | 21 | 17 | 1 | 56 | 36 |
| | III | 22 | 20 | 1 | 80 | 36 |
| PNC2 | I | 36 | 41 | 1 | 142 | 31 |
| | II | 27 | 33 | 1 | 127 | 36 |
| | III | 23 | 24 | 0 | 100 | 36 |
| VLCS | I | 15 | 13 | 1 | 41 | 11 |
| | II | 11 | 12 | 0 | 36 | 12 |
| | III | 12 | 14 | 1 | 44 | 12 |
| VLN | I | 20 | 15 | 4 | 45 | 11 |
| | II | 11 | 8 | 1 | 31 | 12 |
| | III | 13 | 12 | 2 | 36 | 12 |



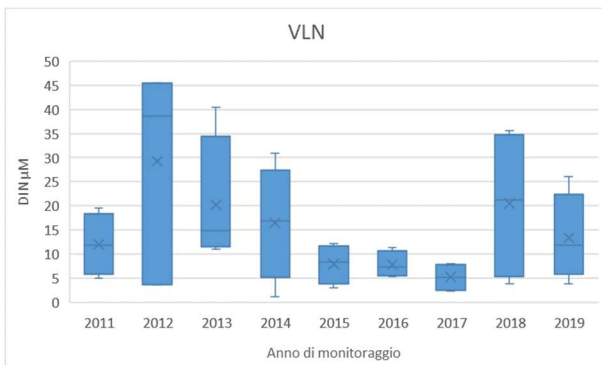
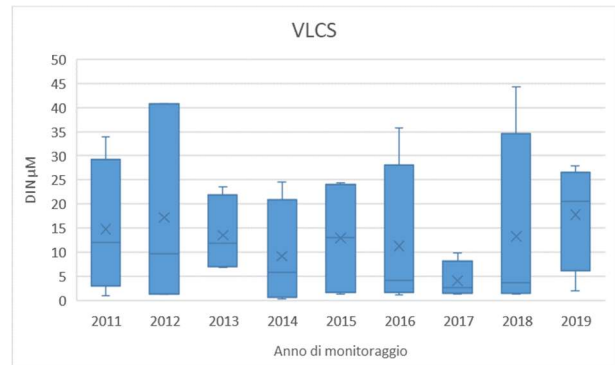
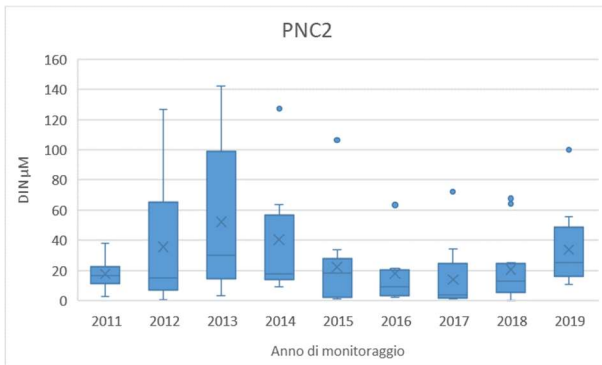
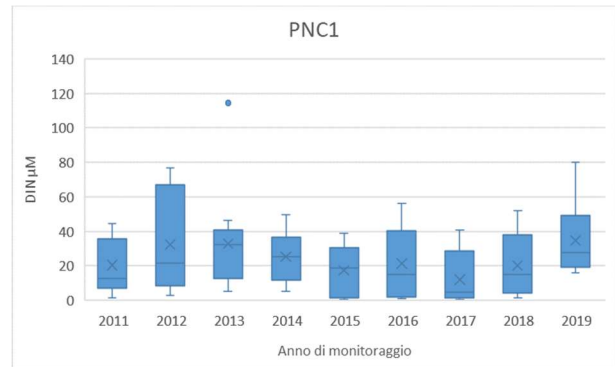
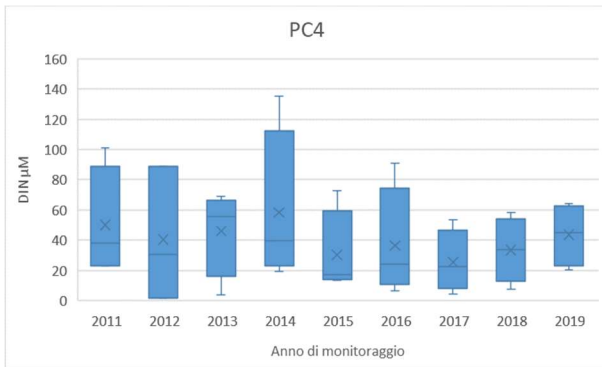


Figura 14. Box Plot del parametro DIN monitorato in tutti gli anni di monitoraggio dal 2011 al 2019 nei corpi idrici della Laguna di Venezia.

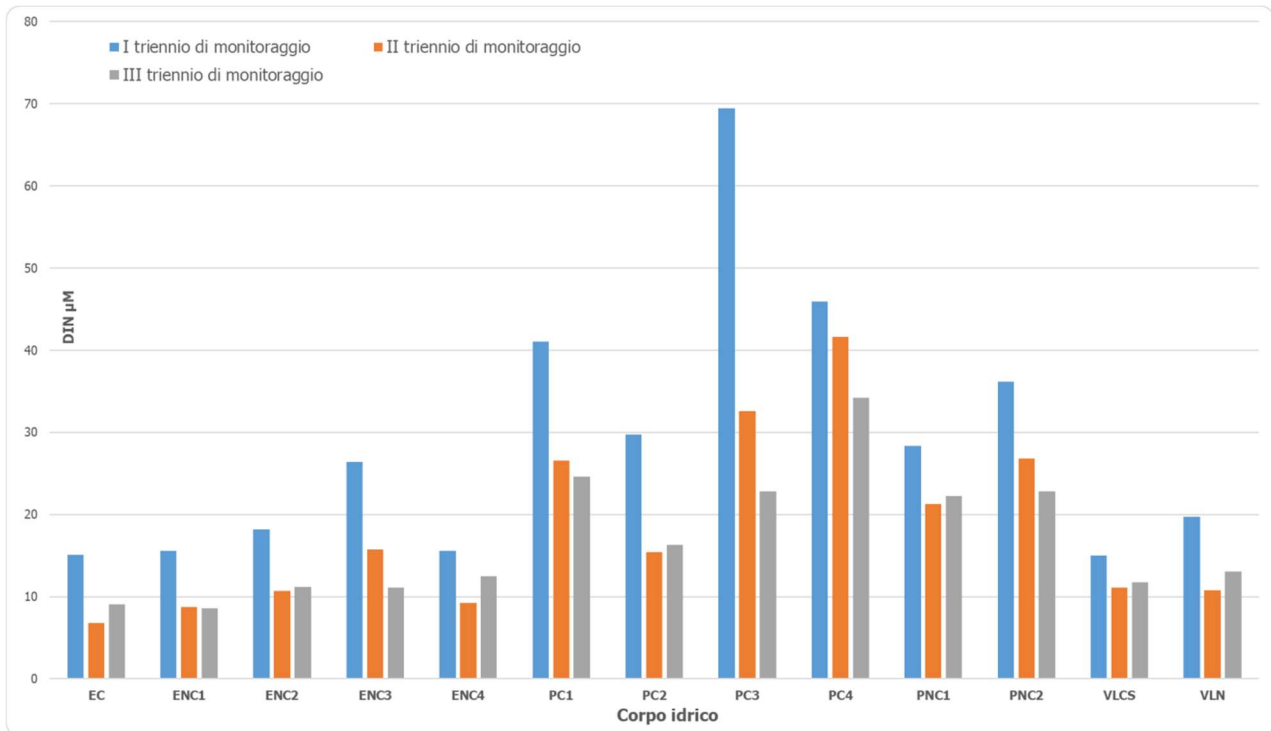


Figura 15. Valori medi di DIN risultati nei corpi idrici della Laguna di Venezia e raggruppati per triennio di monitoraggio.

3 PRIMA IDENTIFICAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO AI SENSI DEL D.M. 260/2010

3.1 Elementi di Qualità Biologica

Come riportato nel documento di pianificazione del triennio 2017-2019 (Piano di Monitoraggio, 2016), sulla base dell'individuazione delle pressioni insistenti per ciascuno dei corpi idrici della laguna, sono stati selezionati gli EQB più sensibili (Tabella 35).

Tabella 35. Elenco delle pressioni e relativi elementi di qualità biologica sensibili da monitorare in ciascun corpo idrico della laguna di Venezia (tratto da Piano di Monitoraggio, 2016).

| TIPO | CODICE Corpo idrico | PRESSIONI | ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA SENSIBILI |
|---|---------------------------|---|---|
| polialino confinato | PC1 | arricchimento di nutrienti, carico organico | macroalghe, invertebrati bentonici |
| | PC2 | arricchimento di nutrienti, carico organico, sostanze prioritarie e inquinanti specifici, ridotto idrodinamismo | macroalghe, invertebrati bentonici |
| | PC3 | arricchimento di nutrienti, carico organico, alterazione dei flussi | macroalghe, invertebrati bentonici |
| | PC4 | sostanze prioritarie e inquinanti specifici arricchimento di nutrienti, carico organico | macroalghe, invertebrati bentonici |
| eualino confinato | EC | arricchimento di nutrienti, carico organico, erosione del substrato | macroalghe, invertebrati bentonici |
| eualino non confinato | ENC1 | erosione del substrato, venericoltura, sostanze prioritarie e inquinanti specifici | invertebrati bentonici, fanerogame marine |
| | ENC2 | sostanze prioritarie e inquinanti specifici, arricchimento di nutrienti e carico organico, erosione del substrato | macroalghe, fanerogame marine, invertebrati bentonici |
| | ENC3 | arricchimento di nutrienti e carico organico, sostanze prioritarie e inquinanti specifici | macroalghe, invertebrati bentonici |
| | ENC4 | arricchimento di nutrienti e carico organico, sostanze prioritarie e inquinanti specifici | macroalghe, invertebrati bentonici |
| polialino non confinato | PNC1 | sostanze prioritarie e inquinanti specifici, erosione del substrato, arricchimento in nutrienti | macroalghe, invertebrati bentonici |
| | PNC2 | sostanze prioritarie e inquinanti specifici, arricchimento nutrienti | macroalghe, invertebrati bentonici |
| Corpi idrici fortemente modificati | VLN | Ridotto idrodinamismo, eutrofizzazione, arricchimento di nutrienti e carico organico | macroalghe, invertebrati bentonici |
| | VLCS | Ridotto idrodinamismo, eutrofizzazione arricchimento di nutrienti e carico organico | macroalghe, invertebrati bentonici |

In Tabella 36 sono riassunte le classificazioni dei Corpi Idrici della laguna di Venezia risultate dal monitoraggio di tali EQB effettuato nel 2018 e 2019. Nell'ultima colonna della tabella è riportata la classificazione dei Corpi Idrici lagunari derivante dall'applicazione del metodo previsto dal D.M. 260/2010, in recepimento alla Direttiva 2000/60/CE, ovvero di classificare con la classe più bassa risultante dai dati di monitoraggio degli EQB. In Figura 16 è rappresentata la mappa dei Corpi Idrici risultante da tale procedura.

Tabella 36. Classificazione dei Corpi Idrici della laguna (esclusi quelli fortemente modificati) secondo gli indici (MaQI e M-AMBI) dei singoli EQB (macrofite e macroinvertebrati bentonici) e come risultato complessivo derivante dall'applicazione del D.M. 260/2010. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| CI | Macroinvertebrati bentonici M-AMBI | Macrofite MaQI | Giudizio peggiore derivante dagli Elementi Biologici |
|------|------------------------------------|----------------|--|
| EC | Sufficiente | Elevato | Sufficiente |
| ENC1 | Sufficiente | Buono | Sufficiente |
| ENC2 | Buono | Buono | Buono |
| ENC3 | Sufficiente | Buono | Sufficiente |
| ENC4 | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente |
| PC1 | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente |
| PC2 | Buono | Scarso | Scarso |
| PC3 | Sufficiente | Scarso | Scarso |
| PC4 | Sufficiente | Scarso | Scarso |
| PNC1 | Sufficiente | Scarso | Scarso |
| PNC2 | Buono | Scarso | Scarso |

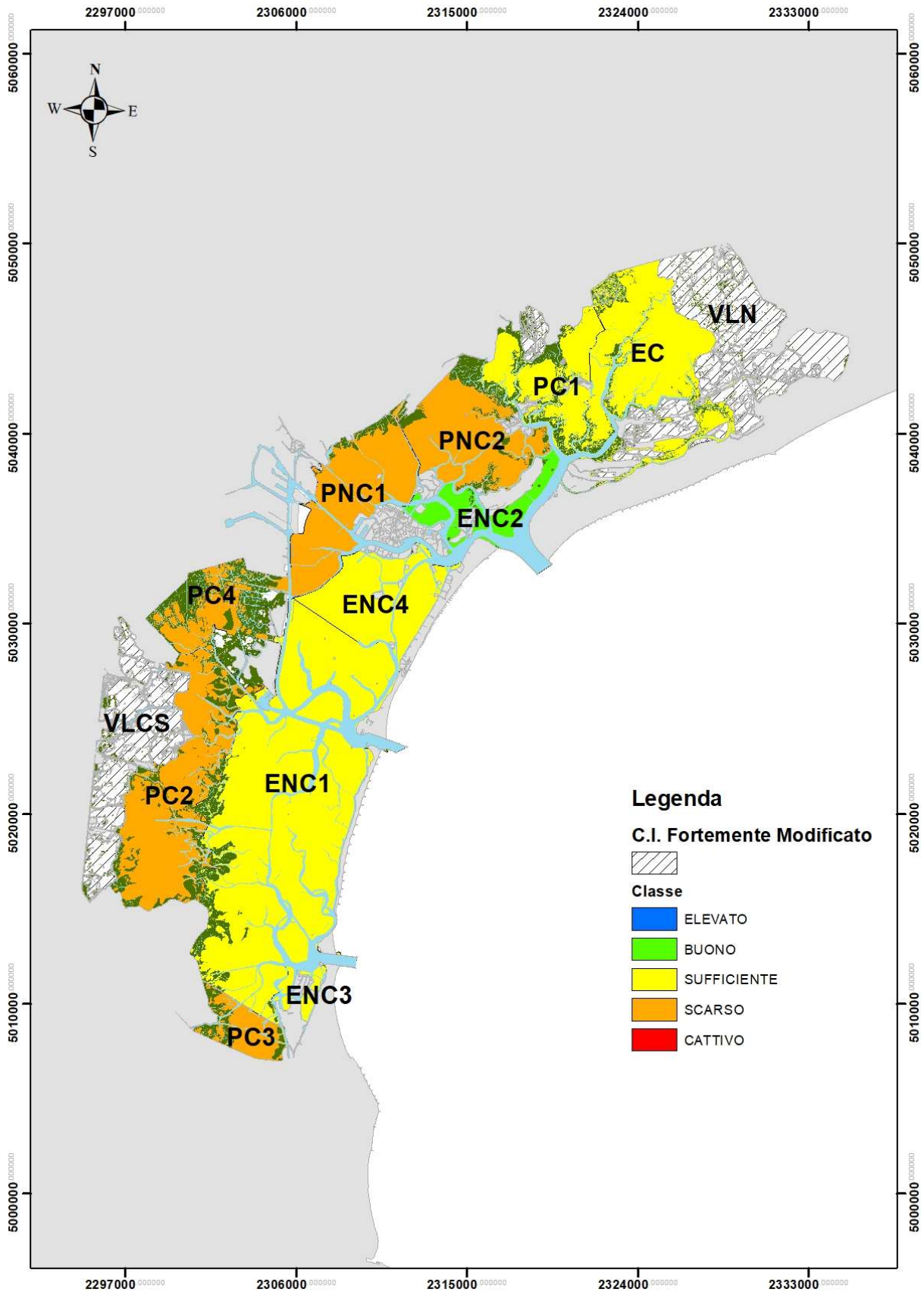


Figura 16. Classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici della laguna di Venezia risultata dal giudizio peggiore derivante dagli EQB Macroalghe, Fanerogame e Macroinvertebrati bentonici.

3.2 FASE I: Integrazione tra elementi di qualità biologica ed elementi di qualità fisico-chimica a supporto

I risultati delle analisi dei nutrienti e delle condizioni di ossigenazione ricercati nelle acque dei corpi idrici della Laguna di Venezia, necessari all'applicazione della FASE I prevista dal D.M. 260/2010 per la classificazione ecologica ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, si riferiscono ai monitoraggi del 2017, 2018 e 2019.

I risultati del triennio hanno evidenziato un unico superamento per l'Azoto inorganico disciolto (DIN) e nessuno per il Fosforo reattivo (P-PO₄). Il CI che ha superato il limite di classe B/S per il DIN è stato il PC4 (34 µM). Nel 2017 nessun CI ha superato il limite B/S del DIN. Nel 2018, i superamenti si sono verificati per i CI PC4 e VLN (34 e 20 µM, rispettivamente), mentre nel 2019 sono sei i CI in cui si sono verificati dei superamenti: ENC2 (18 µM), ENC4 (18 µM), PC1 (35 µM), PC4 (44 µM), PNC1 (35 µM) e PNC2 (34 µM).

In base a quanto definisce la normativa nazionale, gli elementi chimico fisici a supporto entrano in gioco quando il giudizio peggiore tra gli EQB determina per i corpi idrici uno stato almeno Buono. Qualora, infatti, gli elementi di qualità biologica monitorati consentano di classificare le acque di transizione in stato Buono o Elevato, ma, per uno o entrambi i nutrienti, siano superati i limiti di classe riportati in Tab 4.4.2/a del D.M. 260/2010, e comunque di un incremento non superiore al 75% del limite di classe riportato nella suddetta tabella, le autorità competenti possono non declassare automaticamente a Sufficiente il corpo idrico, purché attivino un approfondimento dell'attività conoscitiva, un'analisi delle pressioni e degli impatti ed il contestuale avvio di un monitoraggio di indagine basato su:

- a) la verifica dello stato degli elementi di qualità biologica rappresentativi dello stato trofico del corpo idrico (macroalghe, angiosperme e fitoplancton);
- b) il controllo dei nutrienti con frequenza mensile.

Per quanto riguarda le condizioni di ossigenazione, come già verificatosi per alcuni anni precedenti a questo ciclo, per il triennio 2017-2019 i dati trasmessi dal Provveditorato per le Opere Pubbliche non sono tali da permettere la valutazione ai sensi del D.M. 260/2010 delle condizioni di ossigenazione di tutti i corpi idrici della laguna di Venezia, a causa di malfunzionamenti delle sonde e del mancato monitoraggio dei parametri AVS e LFe per l'intero triennio.

In base a quanto riportato nel D.M. 260/2010, per quanto riguarda le condizioni di ossigenazione dei corpi idrici, qualora gli elementi di qualità biologica, controllati nel monitoraggio operativo, consentano di classificare le acque di transizione in stato Buono o Elevato, ma si verificano condizioni di anossia per 1 o più giorni all'interno di un anno. il corpo idrico viene automaticamente classificato in stato ecologico Sufficiente. In caso di condizioni anossia di durata inferiore ad un giorno, ma ripetute per più giorni consecutivi (e/o condizioni di ipossia per più di 1 giorno) si debba effettuare per i due anni successivi e consecutivi al campionamento, la verifica dello stato dei macroinvertebrati bentonici quali elementi di qualità biologica indicativi delle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo,

al fine di verificare un ritardo nella risposta biologica. In assenza di impatti sulla comunità biologica per due anni consecutivi, il corpo idrico può essere classificato in Buono stato ecologico (anche nel caso gli EQB siano in stato Elevato), in caso contrario si classifica come Sufficiente. Alla fine del monitoraggio operativo (tre anni) si classifica sulla base del valore peggiore nei tre anni. Nel caso in cui le misure di risanamento ed intervento siano già in atto, allora si utilizzano solo i dati dell'ultimo anno.

In base agli indici applicati agli Elementi di Qualità Biologica il solo corpo idrico ENC2 è risultato in stato Buono, ma non avendo a disposizione alcun dato sulle condizioni di ossigenazione del corpo idrico nella FASE I non sarebbe possibile confermare la classificazione riportata al paragrafo precedente (Cfr. Par. 4.1. e Tab. 33). Sono stati presi perciò in considerazione i risultati del monitoraggio addizionale di cui al cap. 4 e quanto emerso dai seguenti approfondimenti tecnico scientifici:

- "Monitoraggio della Laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, Finalizzato alla definizione dello Stato Ecologico. Decreto Legislativo n. 152/2006 s.m.i.. Valutazione dell'affidabilità della classificazione ecologica nel monitoraggio ecologico 2017-2019, MaQI e M-AMBI." ISPRA-ARPAV, Aprile 2021;
- "Monitoraggio della Laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, Finalizzato alla definizione dello Stato Ecologico. Decreto Legislativo n. 152/2006 s.m.i.. Utilizzo dei Trend Test per l'analisi dei nutrienti monitorati in Laguna di Venezia tra il 2011 e il 2019, Composti dell'azoto e del fosforo." ISPRA-ARPAV, Aprile 2021.

Nello specifico, nel primo approfondimento la conferma che il CI ENC2 sia Buono è supportata dai risultati del calcolo dell'affidabilità, che vedono una probabilità di errore del 6% considerando il MaQI e dell'8% considerando l'M-AMBI. Nel secondo approfondimento i trend test per l'analisi dei nutrienti hanno mostrato, per quanto riguarda il DIN, una diminuzione significativa nei valori relativi al CI ENC2, che equivale ad una tendenza oggettiva al miglioramento delle condizioni del CI. I risultati del monitoraggio addizionale contribuiscono ulteriormente alla conferma del buono stato come risultato della FASE I per il CI ENC2, in quanto entrambi gli indici degli EQB fitoplancton e fauna ittica raggiungono, nelle stazioni del CI stesso, una classe di qualità tra il buono e l'elevato (Cfr. Cap. 4).

3.2.1 Confronti tra I, II e III Ciclo di Monitoraggio

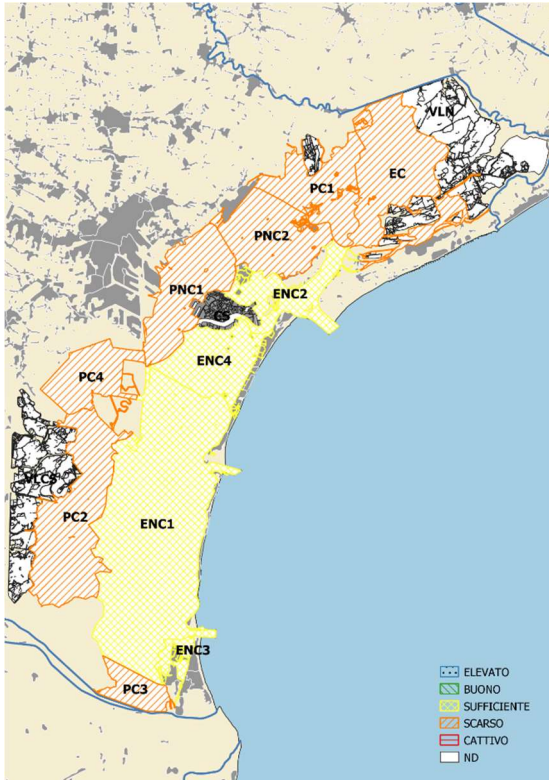
In Tabella 37 e *classificazione da confermare a seguito degli approfondimenti specifici indicati nel paragrafo 3.1.1

Figura 17 sono riportate le classificazioni dei corpi idrici della Laguna di Venezia derivanti dalla FASE I prevista dal D.M. 260/2010 eseguite nel I, II e III triennio di monitoraggio operativo. Sia nel primo che secondo triennio, i corpi idrici in stato Sufficiente erano quattro, mentre nel 2017-2019 sono diventati cinque. Nei primi due cicli sono sette i CI in stato Scarso, mentre nell'ultimo triennio sono cinque. Il CI ENC2 risulta buono per gli EQB, stato confermato nonostante l'assenza di dati sulle condizioni di ossigenazione in base ai risultati degli approfondimenti di cui al paragrafo precedente (vedi par. 3.2). Le differenze tra il primo e il secondo ciclo sono state che il corpo idrico EC da Scarso è passato a Sufficiente, mantenendo la classificazione anche nel terzo ciclo. Il corpo idrico ENC4 da Sufficiente è invece passato allo stato Scarso. Nel terzo ciclo, questo stesso corpo idrico è tornato a Sufficiente, così come è migliorato lo stato ecologico del CI PC1 che da Scarso è diventato Sufficiente.

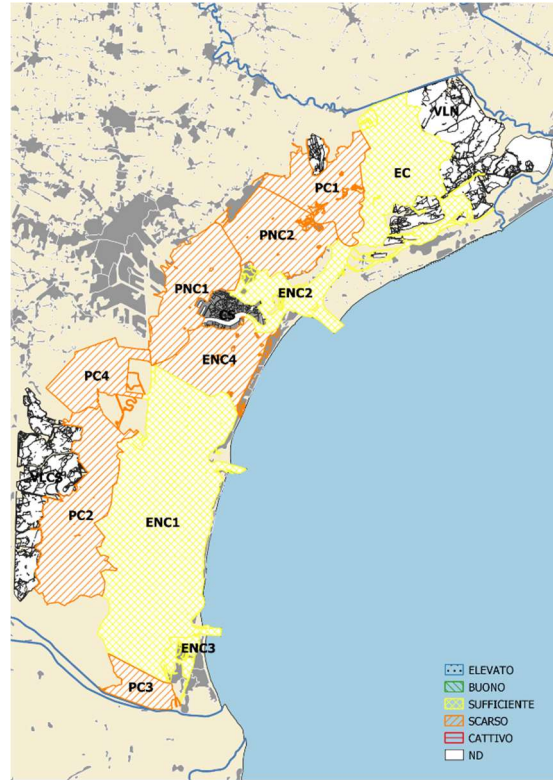
Tabella 37. Esiti della FASE I di classificazione dei corpi idrici della Laguna di Venezia per il I, II e III ciclo di monitoraggio operativo (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| CI | CLASSIFICAZIONE FASE I Ciclo di monitoraggio operativo 2011-2013 | CLASSIFICAZIONE FASE I Ciclo di monitoraggio operativo 2014-2016 | CLASSIFICAZIONE FASE I Ciclo di monitoraggio operativo 2017-2019 |
|------|---|---|---|
| EC | Scarso | Sufficiente | Sufficiente |
| ENC1 | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente |
| ENC2 | Sufficiente | Sufficiente | Buono |
| ENC3 | Sufficiente | Sufficiente | Sufficiente |
| ENC4 | Sufficiente | Scarso | Sufficiente |
| PC1 | Scarso | Scarso | Sufficiente |
| PC2 | Scarso | Scarso | Scarso |
| PC3 | Scarso | Scarso | Scarso |
| PC4 | Scarso | Scarso | Scarso |
| PNC1 | Scarso | Scarso | Scarso |
| PNC2 | Scarso | Scarso | Scarso |

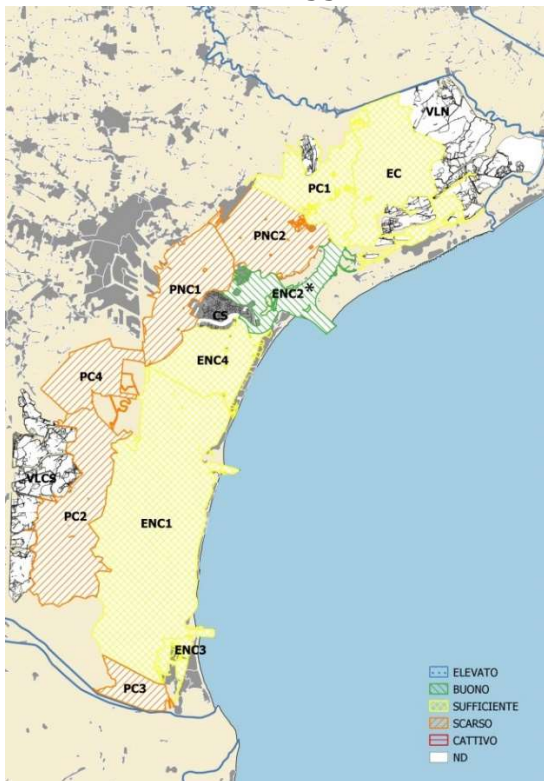
I ciclo di monitoraggio 2010-2013



II ciclo di monitoraggio 2014-2016



III ciclo di monitoraggio 2017-2019



*classificazione da confermare a seguito degli approfondimenti specifici indicati nel paragrafo 3.1.1

Figura 17. Mappe degli esisti della FASE I di classificazione dei corpi idrici della Laguna di Venezia per il I e II ciclo di monitoraggio operativo (verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancione: SCARSO).

4 MONITORAGGIO ADDIZIONALE

Allo scopo di disporre di un'informazione più completa, nel Piano di Monitoraggio 2010-2012, era stato individuato un sottoinsieme di stazioni sulle quali monitorare tutti gli elementi di qualità biologica, anche quelli non presi in considerazione dal monitoraggio operativo (fitoplancton e fauna ittica). Durante il primo triennio, l'EQB macroinvertebrati bentonici è stato inoltre monitorato anche nel periodo autunnale sul suddetto sottoinsieme di stazioni in aggiunta a quello primaverile previsto dal monitoraggio operativo. I corpi idrici della laguna, infatti, sono frequentemente interessati dalla presenza di pressioni multiple, di cui può essere difficile definire la rilevanza relativa o assoluta e rispetto alle quali gli elementi di qualità più sensibili possono essere diversi. Limitando il monitoraggio ai soli elementi di qualità ritenuti a priori più sensibili alla pressione prevalente, si sarebbe corso il rischio di non vedere gli effetti delle altre pressioni, che comunque concorrono allo stato ecologico del corpo idrico. Nel Piano di Monitoraggio (2013) si è deciso di mantenere il monitoraggio addizionale, ottimizzando però gli sforzi di campionamento. Per quanto riguarda gli elementi macrofite e macroinvertebrati bentonici è stato scelto di far coincidere il monitoraggio addizionale con quello operativo. Per l'elemento di qualità biologica fitoplancton è stato scelto di eseguire un monitoraggio su 30 stazioni, come per il ciclo precedente, con cadenza annuale e frequenza stagionale. Per l'elemento di qualità biologica ittiofauna è stata, infine, ridefinita una rete di 20 stazioni. La riduzione del numero di stazioni dell'EQB Fauna Ittica è stata motivata dai risultati ottenuti del monitoraggio addizionale del ciclo precedente e dalla difficoltà di campionamento di alcune stazioni. Tali scelte sono state mantenute anche nel Piano di Monitoraggio (2016).

In Tabella 38 sono riportate le coordinate Gauss-Boaga (Fuso Est) delle 30 stazioni di campionamento dell'EQB fitoplancton e delle 20 stazioni di campionamento dell'EQB fauna ittica. In Figura 18 è riportata la loro localizzazione spaziale.

Di seguito vengono descritte le attività di campionamento, analisi e applicazione dei relativi indici per entrambi gli EQB.

Tabella 38. Coordinate Gauss-Boaga delle stazioni del Monitoraggio addizionale con indicati gli EQB indagati (Fa = Fauna ittica, Fi = Fitoplancton)

| Stazione | Gauss Boaga Fuso Est | | EQB |
|-------------|----------------------|---------|-----|
| | x | y | |
| EC_1 | 2325056 | 5047735 | Fi |
| EC_1_bis | 2324930 | 5046680 | Fa |
| EC_2 | 2325228 | 5044097 | Fi |
| EC_Ve-8 | 2323743 | 5042182 | Fi |
| EC_Ve-8_bis | 2322188 | 5041283 | Fa |
| ENC1_1 | 2309391 | 5022175 | Fi |
| ENC1_2 | 2305813 | 5013339 | Fi |
| ENC1_3 | 2301947 | 5012547 | Fi |
| ENC1_4 | 2303480 | 5023542 | Fi |
| ENC1_4_bis | 2303488 | 5023623 | Fa |

| Stazione | Gauss Boaga Fuso Est | | EQB |
|---------------|----------------------|---------------------|-----|
| | x | y | |
| ENC1_26 | 2310193 | 5026859 | Fa |
| ENC1_27 | 2303864 2302855* | 5013781 5013900* | Fa |
| ENC1_FI | 2307650 | 5025604 | Fi |
| ENC1_VS | 2305560 | 5017509 | Fi |
| ENC2_1 | 2317348 | 5035381 | Fi |
| ENC2_1_bis | 2317911 | 5035996 | Fa |
| ENC2_7 | 2314954 | 5034690 | Fa |
| ENC2_VG | 2314676 | 5036743 | Fi |
| ENC3_CH | 2307093 | 5011256 | Fi |
| ENC3_CH_bis | 2307005 | 5011399 | Fa |
| ENC4_1 | 2312798 | 5031519 | Fi |
| ENC4_1_bis | 2312779 | 5031672 | Fa |
| ENC4_Ve-6 | 2310582 | 5031242 | Fi |
| PC1_1 | 2320575 | 5041541 | Fi |
| PC1_1_bis | 2319465 | 5040988 | Fa |
| PC1_1B | 2316729 | 5042749 | Fi |
| PC1_1B_bis | 2316612 | 5042709 | Fa |
| PC1_2 | 2321303 | 5046124 | Fi |
| PC2_1 | 2300377 | 5023162 | Fi |
| PC2_16B | 2299280 | 5019185 | Fi |
| PC2_16B_bis | 2299133 | 5019785 | Fa |
| PC2_CC | 2300247 | 5025863 | Fi |
| PC3_7 | 2302511 | 5009582 | Fa |
| PC3_VDB | 2303924 | 5008122 | Fi |
| PC4_10B | 2301587 | 5031628 | Fi |
| PC4_10B_bis | 2302059 | 5032456 | Fa |
| PNC1_1 | 2311459 | 5037837 | Fi |
| PNC1_7B | 2308338 | 5038011 | Fi |
| PNC1_7B_bis | 2308352 | 5038115 | Fa |
| PNC1_Ve-1 | 2306701 | 5032556 | Fi |
| PNC1_Ve-1_bis | 2305862 | 5034592 | Fa |
| PNC2_1 | 2318288 | 5039719 | Fi |
| PNC2_1_bis | 2317976 | 5039255 | Fa |
| PNC2_2 | 2315523 | 5041857 | Fi |
| PNC2_11 | 2311285 | 5041246 | Fa |
| PNC2_SG | 2315953 | 5038555 | Fi |
| VLCS_VLS | 2299393 | 5023610 | Fi |
| VLCS_VLS_bis | 2299278 2299559* | 5023737 5023328* | Fa |
| VLN_VLN1 | 2326873 | 5047729 | Fi |
| VLN_VLN1_bis | 2326609 2326839* | 5047109 5047680* | Fa |

*coordinate spostate in campo solo nella campagna autunnale

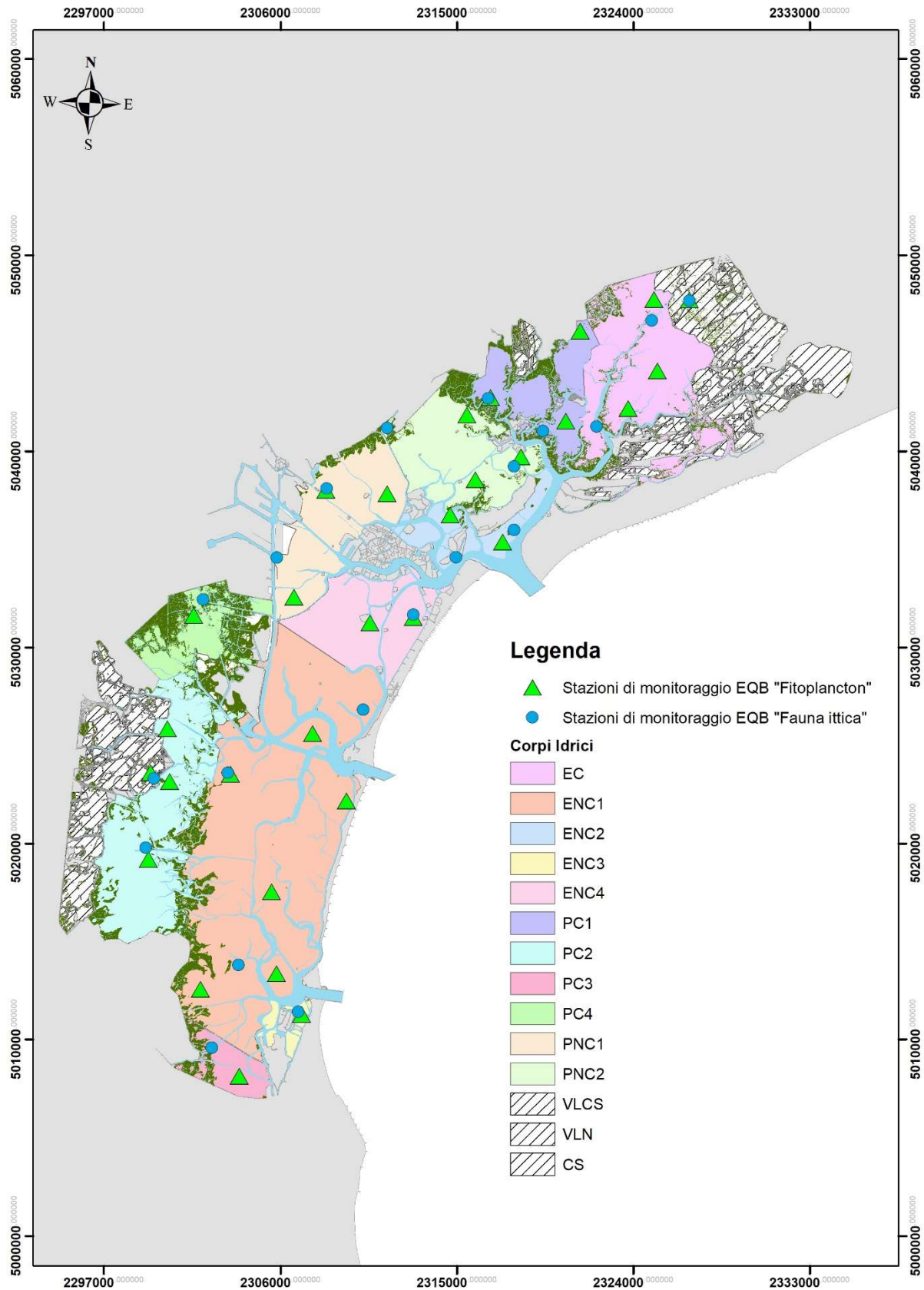


Figura 18. Localizzazione delle stazioni di campionamento degli EQB Fitoplancton (Fi) e Fauna ittica (Fa), indagate per il monitoraggio addizionale.

4.1 Fitoplancton

4.1.1 Rete di monitoraggio

In Figura 18 è riportata la localizzazione spaziale delle 30 stazioni di campionamento monitorate per l'elemento di qualità biologica "Fitoplancton". Il monitoraggio addizionale per questo EQB è stato realizzato nelle quattro stagioni e precisamente nei mesi di febbraio (inverno), maggio (primavera), agosto (estate), novembre (autunno) 2017-2018-2019. Sono stati registrati alcuni scostamenti dalla programmazione (campagna invernale 2017, campagna estiva 2019), da ricondurre a condizioni meteo avverse e/o a problemi tecnico-logistici intercorsi nel periodo previsto di campionamento.

4.1.2 Campionamento e analisi

Le modalità di campionamento hanno seguito le indicazioni del Protocollo di Monitoraggio El-Pr-TW-03.06 (ISPRA, 2011).

Il campionamento del fitoplancton e della clorofilla *a* è stato effettuato tramite bottiglia Niskin (capacità 5 l) a 0.5 m dalla superficie in condizioni il più possibile di marea di quadratura al fine di ridurre la variabilità dovuta alla marea. Dalla bottiglia Niskin l'acqua è stata immediatamente spillata in bottiglie di vetro scuro (250 ml) per il campione relativo alle abbondanze del fitoplancton e in bottiglie di plastica scura da 2 litri per la biomassa fitoplanctonica (clorofilla *a*). Il campione di fitoplancton è stato immediatamente fissato con soluzione di Lugol (concentrazione finale 1%). Sia i campioni di fitoplancton che i campioni di clorofilla *a* sono stati mantenuti in luogo fresco ed al riparo dalla luce fino al momento dell'analisi in laboratorio. Una volta giunti in laboratorio i campioni sono stati trattati ed analizzati con metodiche standard:

- Per l'analisi qualitativa e quantitativa del fitoplancton si è fatto riferimento al manuale ICRAM –MATT (Cicero, Di Girolamo 2001) Scheda 11.
- La determinazione della clorofilla *a* è stata eseguita seguendo il metodo EPA 445.0 (Arar e Collins, 1997).

Dopo l'analisi dei campioni di fitoplancton al microscopio, i valori di abbondanza sono stati organizzati in fogli elettronici specie/campione. Tutte le specie sono state revisionate e conformate ad eventuali sinonimi tramite i database World Register of Marine Species WoRMS -World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org/>) e Algaebase, Listing the World's Algae <http://www.algaebase.org/>.

4.1.3 Indice per la classificazione dello stato ecologico: MPI

L'indice di qualità italiano MPI (Multimetric Phytoplankton Index, Facca et al. 2014) per la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque di transizione sulla base dell'Elemento di Qualità Biologica Fitoplancton ha concluso positivamente le diverse fasi di intercalibrazione europea (van de Bund e Poikane, 2015), validazione e verifica di sensibilità alle pressioni antropiche, previste per l'adozione degli indici di qualità biologica ai fini della Direttiva 2000/60/CE ed è stato approvato a livello comunitario (Decisione UE 2018/229). Allo scopo di consentire la corretta applicazione dell'indice MPI è stata pubblicata sul sito SINTAI un'apposita linea guida (linee guida per l'applicazione del multimetric phytoplankton index (MPI), ISPRA-Università di Venezia-CNR ISMAR, dicembre 2017).

L'indice MPI si compone di quattro metriche: 1) un indice di dominanza (Hulburt); 2) un indicatore della frequenza di bloom; 3) un indice di biodiversità (Mehnick); 4) un indicatore della concentrazione di clorofilla *a* (media geometrica). Ai fini dell'applicazione dell'indice ciascuna metrica viene espressa come quoziente relativo, variabile tra 0 e 1, rispetto alle condizioni di riferimento e il punteggio finale dell'indice MPI viene calcolato come media dei valori ottenuti dalle quattro metriche descritte.

L'indice MPI si applica su due differenti tipologie di corpi idrici, ciascuna con i propri valori di soglia e condizioni di riferimento: CI confinati, CI non confinati. Nelle Tabelle 39 e 40 sono riportate le condizioni di riferimento per le singole metriche che compongono l'indice MPI e i valori soglia di RQE per le singole metriche e complessivi per l'indice MPI per tipologia di corpo idrico.

Tabella 39. Condizioni di riferimento per singola metrica per le diverse tipologie di corpo idrico

| Metrica | Lagune non confinate | Lagune confinate |
|-----------------------------|----------------------|------------------|
| Metrica 1 - 100 -Hulburt | 50 | 50 |
| Metrica 2 - 100 - Frequenza | 80 | 80 |
| Metrica3 - Menhinick | 0.007 | 0.012 |
| Metrica 4 - Chl "a" | 0.8 | 1.0 |

Tabella 40. Limiti di classe (espressi come RQE) per le metriche che compongono l'indice MPI per le diverse tipologie di corpo idrico.

| | 100-Hulburt | 100-Frequenza | Menhinick | Chl <i>a</i> | MPI |
|----------------------------|-------------|---------------|-----------|--------------|------|
| Tipologia CI Non Confinati | | | | | |
| Elevato/Buono | 0.88 | 0.83 | 0.86 | 0.73 | 0.82 |
| Buono/Sufficiente | 0.60 | 0.57 | 0.59 | 0.40 | 0.54 |
| Sufficiente/Scarso | 0.32 | 0.31 | 0.33 | 0.22 | 0.30 |
| Scarso/Cattivo | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.12 | 0.07 |
| Tipologia CI Confinati | | | | | |
| Elevato/Buono | 0.80 | 0.80 | 0.83 | 0.67 | 0.78 |
| Buono/Sufficiente | 0.55 | 0.55 | 0.56 | 0.29 | 0.51 |
| Sufficiente/Scarso | 0.30 | 0.30 | 0.28 | 0.13 | 0.25 |
| Scarso/Cattivo | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |

Degli 11 corpi idrici naturali monitorati, 6 rientrano nella tipologia "non confinato" (ENC1, ENC2, ENC3, ENC4, PNC1, PNC2) e 5 nella tipologia "confinato" (EC, PC1, PC2, PC3, PC4). Per le stazioni VLS e VLN1, appartenenti ai due corpi idrici fortemente modificati VLCS e VLN, sono state applicate le condizioni di riferimento e i limiti di classe della tipologia "confinato". Considerando le condizioni di riferimento ed i valori soglia di ciascuna delle quattro metriche proposte, è stato calcolato l'indice MPI per tutte le stazioni della Laguna monitorate nel corso di ogni singolo anno di monitoraggio del III ciclo (2017-2018-2019), come da Tabella 41 sotto riportata.

Tabella 41. Valori dell'indice MPI e delle relative metriche dei corpi idrici monitorati. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO)

| CORPO IDRICO | STAZIONE | MPI 2017 | MPI 2018 | MPI 2019 | MEDIA MPI |
|--------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| EC | EC_1 | 0.62 | 0.65 | 0.75 | 0.67 |
| | EC_2 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | 0.56 |
| | EC_Ve-8 | 0.66 | 0.63 | 0.81 | 0.70 |
| ENC1 | ENC1_1 | 0.75 | 0.90 | 0.80 | 0.81 |
| | ENC1_2 | 0.86 | 0.74 | 0.97 | 0.86 |
| | ENC1_3 | 0.72 | 0.45 | 0.90 | 0.69 |
| | ENC1_4 | 0.94 | 0.89 | 0.98 | 0.94 |
| | ENC1_FI | 0.86 | 0.87 | 0.93 | 0.89 |
| | ENC1_VS | 0.80 | 0.65 | 0.91 | 0.79 |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.73 | 0.85 | 0.99 | 0.86 |
| | ENC2_VG | 0.68 | 0.83 | 0.95 | 0.82 |
| ENC3 | ENC3_CH | 0.80 | 0.79 | 0.94 | 0.84 |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.76 | 0.69 | 1.00 | 0.82 |
| | ENC4_Ve6 | 0.80 | 0.82 | 0.89 | 0.84 |
| PC1 | PC1_1 | 0.55 | 0.56 | 0.58 | 0.56 |
| | PC1_1B | 0.55 | 0.51 | 0.79 | 0.61 |
| | PC1_2 | 0.53 | 0.61 | 0.47 | 0.53 |
| PC2 | PC2_1 | 0.81 | 0.51 | 0.87 | 0.73 |
| | PC2_16B | 0.69 | 0.44 | 0.81 | 0.65 |
| | PC2_CC | 0.74 | 0.50 | 0.79 | 0.68 |
| PC3 | PC3_VDB | 0.76 | 0.56 | 0.78 | 0.70 |
| PC4 | PC4_10B | 0.47 | 0.72 | 0.71 | 0.63 |
| PNC1 | PNC1_1 | 0.52 | 0.55 | 0.83 | 0.63 |
| | PNC1_7B | 0.48 | 0.60 | 0.76 | 0.61 |
| | PNC1_Ve1 | 0.68 | 0.54 | 1.00 | 0.74 |
| PNC2 | PNC2_1 | 0.63 | 0.66 | 0.84 | 0.71 |
| | PNC2_2 | 0.61 | 0.65 | 0.72 | 0.66 |
| | PNC2_SG | 0.57 | 0.73 | 0.87 | 0.72 |
| VLCS | VLCS_VLS | 0.56 | 0.63 | 0.65 | 0.61 |
| VLN | VLN_VLN1 | 0.63 | 0.86 | 0.68 | 0.73 |

I risultati dell'applicazione dell'indice MPI evidenziano una situazione complessiva generalmente positiva, con uno stato compreso tra buono ed elevato in tutte le stazioni.

La colonna "MEDIA MPI", che presenta un dato medio dell'indice per stazione nei tre anni di monitoraggio, mostra come 8 stazioni presentino uno stato ecologico elevato e 22 uno stato buono (Figura 19). Osservando, inoltre, le singole stazioni e le singole annualità di monitoraggio, si può notare come nel 2017 tre stazioni PC4_10B, PNC1_1, PNC1_7B appartenessero alla classe "sufficiente", così come le stazioni ENC1_3, PC2_16B e PC2_CC nel 2018 e, infine, la stazione PC1_2 nel 2019. Tale classificazione è determinata dai bassi punteggi delle metriche 1, 2 e 3, probabilmente a loro volta determinati dalla presenza di moderati bloom fitoplanctonici in tutte e quattro le stagioni monitorate e dalla prevalenza di alcune specie sulla comunità fitoplanctonica.

È al momento impossibile effettuare dei confronti con i cicli di monitoraggio precedenti, sia per le modifiche strutturali apportate all'indice rispetto alla versione adottata nel corso del I ciclo di monitoraggio, sia per le diverse modalità di conteggio applicate rispetto al II ciclo di monitoraggio (nel 2014-2016 difformità di conteggio non hanno consentito di determinare la metrica 3, mentre per le metriche 1, 2 hanno consentito comunque la comparazione dei dati del triennio).

4.2 Fauna Ittica

4.2.1 Rete di monitoraggio

In Figura 18 è riportata la localizzazione spaziale delle 20 stazioni di campionamento monitorate per l'elemento di qualità biologica "Fauna Ittica". Il monitoraggio addizionale per questo EQB è stato effettuato in due campagne: la prima in autunno 2018 (ottobre 2018), la seconda in primavera 2019 (aprile-maggio 2019).

4.2.2 Campionamento e analisi

Per i campioni di fauna ittica è stata utilizzata una piccola sciabica da spiaggia (lunga 10 m, alta 2 m e con maglia di 2 mm da nodo a nodo). In ogni stazione sono state effettuate due repliche in modo da esplorare una superficie di fondo costante di circa 308 m² per stazione.

Quando possibile, i campioni sono stati identificati, fotografati su sfondo millimetrato e immediatamente rilasciati. In caso contrario gli individui catturati sono stati raccolti e mantenuti a -20°C per essere analizzati in laboratorio.

In laboratorio gli esemplari campionati sono stati identificati tassonomicamente: per ogni taxon sono stati conteggiati gli individui, è stato misurato il peso totale per campione e sono state effettuate misure di lunghezza e peso umido dei singoli individui. Nel caso di campioni abbondanti tali misure sono state limitate ad un sottoinsieme casuale di 100 individui per taxon. Nel caso degli esemplari fotografati sul campo la misura della lunghezza standard è stata effettuata mediante un programma di analisi di immagini, per il peso sono state

utilizzate specifiche regressioni lunghezza-peso ricavate dalla banca dati di CEMAS, DAIS-UNIVE relativa alla Fauna ittica della laguna di Venezia.

4.2.3 Indice per la classificazione dello stato ecologico: HFBI

La valutazione dello stato ecologico della laguna di Venezia basato sulla fauna ittica è stata effettuata utilizzando il metodo messo a punto e proposto da CEMAS, DAIS-UNIVE, l'Habitat Fish Bioindicator Index (HFBI). Allo scopo di consentire la corretta applicazione dell'indice HFBI è stata pubblicata sul sito SINTAI un'apposita linea guida (Manuale di classificazione degli elementi di qualità biologica "Fauna ittica" per le lagune costiere italiane, ISPRA, dicembre 2017). La Commissione europea ha successivamente ritenuto che tale indice avesse i requisiti per essere incluso nella Decisione Comunitaria 2018/229 che istituisce, a norma della Direttiva 2000/60/CE, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione e che abroga la Decisione 2013/480/UE. L'HFBI per la sua applicazione richiede quattro metriche: la densità di biomassa totale (dB), il numero di specie residenti lagunari (S.ES), la biomassa individuale media delle specie bentivore (BN.bent), la ricchezza specifica (indice di Margalef) delle specie iperbentivore / zooplanctivore / piscivore calcolata sulla biomassa (M.HZP). L'HFBI tiene conto di condizioni di riferimento differenti per stagione (primavera/autunno), per ciascuna tipologia di Corpo Idrico e per tipologia di fondale (presenza/assenza di fanerogame delle specie *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii*). Il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) viene calcolato dividendo il valore di ciascuna metrica per il rispettivo valore di riferimento ed il valore finale di HFBI viene ottenuto mediando i quattro RQE. Il punteggio così calcolato viene infine tradotto in valutazione dello stato ecologico sulla base di limiti definiti fra le classi ("cattivo", "scarso", "sufficiente", "buono", "elevato").

Lo stato ecologico valutato tramite l'applicazione dell'HFBI ha rilevato marcate differenze stagionali nelle due campagne di monitoraggio con un generale trend di miglioramento dello stato della fauna ittica dall'autunno 2018 alla primavera 2019. In

Tabella 39 sono riportate le classificazioni delle singole stazioni per stagione (autunno 2018 e primavera 2019) e la classificazione complessiva (Figura 19) calcolata come media del punteggio dell'HFBI nelle due stagioni.

In autunno 7 stazioni risultano in stato "elevato", 6 in stato "sufficiente", 4 in stato "scarso" e 3 in stato "buono". In primavera le stazioni in stato "elevato" sono aumentate da 7 a 12 e quelle in stato "buono" da 3 a 6, sono al contempo diminuite da 6 a 2 quelle in stato "sufficiente" e non ci sono più stazioni in stato "scarso".

Complessivamente la classificazione dell'HFBI (media tra le due stagioni) ha evidenziato come delle 20 stazioni 14 sono risultate in stato "buono" (punteggi HFBI compresi tra 0.579 e 0.924), 4 in stato "elevato" (punteggi HFBI compresi tra 0.954 e 1.000) e 2 in stato "sufficiente" (punteggi HFBI compresi tra 0.461 e 0.490).

Tabella 392. Risultato dell'applicazione dell'Habitat Fish Bioindicator Index ai dati relativi alle due campagne di monitoraggio autunno 2018-primavera 2019. Per ciascuna stazione sono riportati i punteggi dell'indice e la relativa classificazione dello stato ecologico per stagione e nella classificazione complessiva. * = la valutazione delle due stazioni di valle (corpi idrici altamente modificati) è stata effettuata utilizzando le condizioni di riferimento dei corpi idrici non tidali (M-AT-1). Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO)

| C.I. | Stazione | Autunno 2018 | | Primavera 2019 | | Punteggi o HFBI | Classificazione HFBI |
|------|--------------|----------------|-------------|----------------|-------------|-----------------|----------------------|
| | | Punteggio HFBI | Classe | Punteggio HFBI | Classe | | |
| EC | EC_1_bis | 0.158 | Scarso | 1.000 | Elevato | 0.579 | Buono |
| | EC_Ve8_bis | 0.484 | Sufficiente | 0.856 | Buono | 0.670 | Buono |
| ENC1 | ENC1_4_bis | 1.000 | Elevato | 0.976 | Elevato | 0.988 | Elevato |
| | ENC1_26 | 1.000 | Elevato | 1.000 | Elevato | 1.000 | Elevato |
| | ENC1_27 | 1.000 | Elevato | 0.449 | Sufficiente | 0.725 | Buono |
| ENC2 | ENC2_1_bis | 1.000 | Elevato | 0.907 | Buono | 0.954 | Elevato |
| | ENC2_7 | 1.000 | Elevato | 0.827 | Buono | 0.914 | Buono |
| ENC3 | ENC3_CH_bis | 0.986 | Elevato | 0.861 | Buono | 0.924 | Buono |
| ENC4 | ENC4_1_bis | 0.728 | Buono | 1.000 | Elevato | 0.864 | Buono |
| PC1 | PC1_1_bis | 0.404 | Sufficiente | 1.000 | Elevato | 0.702 | Buono |
| | PC1_1B_bis | 0.373 | Sufficiente | 1.000 | Elevato | 0.687 | Buono |
| PC2 | PC2_16B_bis | 0.234 | Scarso | 1.000 | Elevato | 0.617 | Buono |
| PC3 | PC3_7 | 0.581 | Buono | 0.340 | Sufficiente | 0.461 | Sufficiente |
| PC4 | PC4_10B_bis | 0.353 | Sufficiente | 1.000 | Elevato | 0.677 | Buono |
| PNC1 | PNC1_7B_bis | 0.287 | Scarso | 1.000 | Elevato | 0.644 | Buono |
| | PNC1_Ve1_bis | 0.911 | Buono | 1.000 | Elevato | 0.956 | Elevato |
| PNC2 | PNC2_1_bis | 1.000 | Elevato | 0.803 | Buono | 0.902 | Buono |
| | PNC2_11 | 0.489 | Sufficiente | 1.000 | Elevato | 0.745 | Buono |
| VLCS | VLCS_VLS | 0.136 | Scarso | 1.000 | Elevato | 0.568 | Buono |
| VLN | VLN_VLN1 | 0.426 | Sufficiente | 0.554 | Buono | 0.490 | Sufficiente |



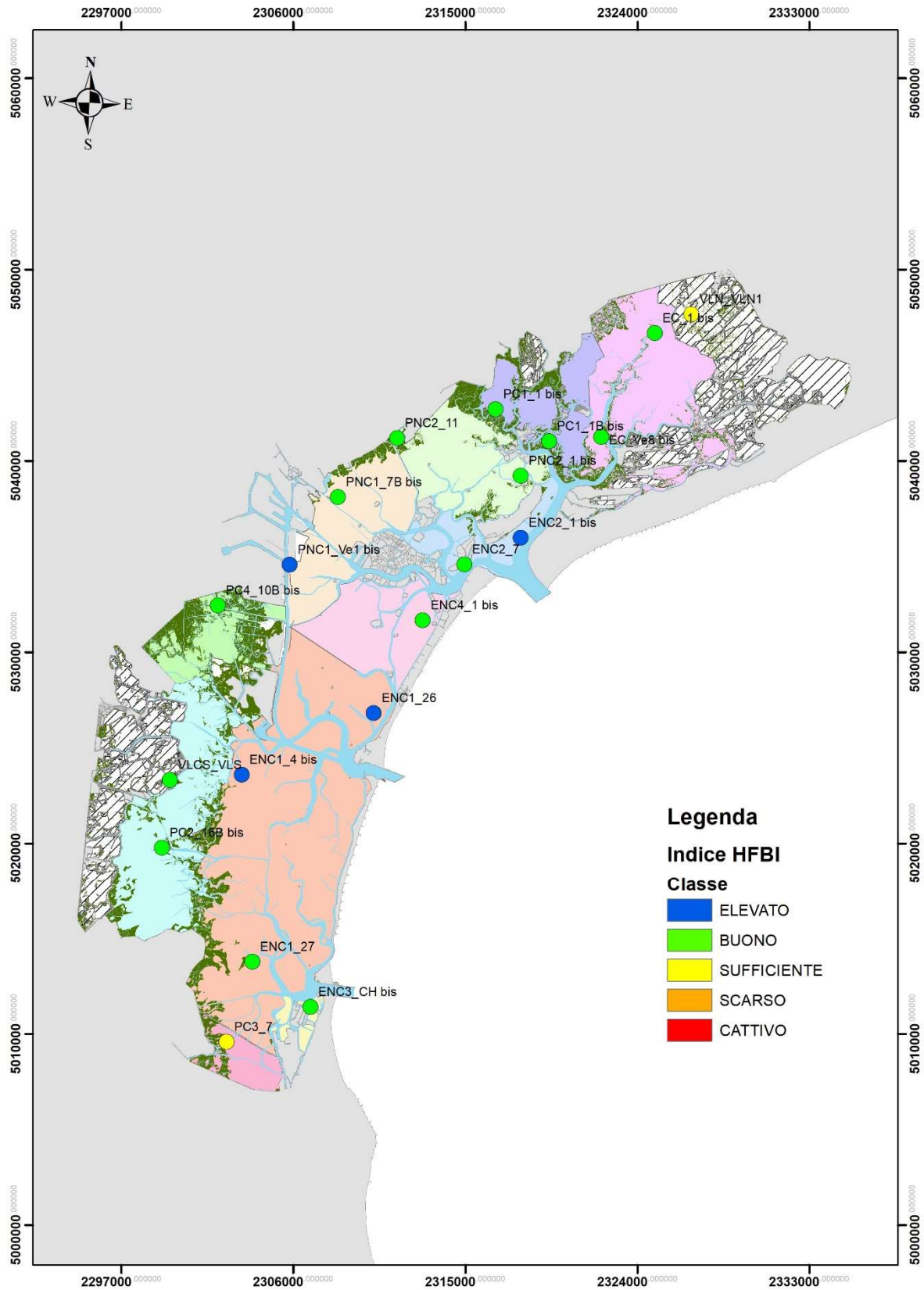


Figura 19. Classificazione complessiva delle stazioni secondo l'indice HFBI (considerando le stagioni autunno 2018 e primavera 2019).

4.2.4 Confronti tra Cicli di Monitoraggio

L'indice dell'HFBI presentato in questa relazione è stato applicato anche ai dati raccolti nel I e II ciclo di Monitoraggio sulla fauna ittica (condotti rispettivamente nel 2011 e nel 2014) al fine di effettuare un confronto con le annualità precedenti.

Questi confronti devono considerarsi come puramente indicativi, date le differenze nelle finalità e nel disegno di campionamento (in particolare nel numero e nella localizzazione delle stazioni) tra le diverse campagne d'indagine. Inoltre, gli effetti sulla fauna ittica delle pressioni antropiche possono essere più o meno mascherati dall'elevata variabilità "naturale" delle condizioni abiotiche da un anno all'altro che caratterizza gli ecosistemi di transizione (Elliott e Quintino, 2007).

Nel I ciclo di monitoraggio (2011) il disegno di campionamento prevedeva di effettuare le indagini su 30 stazioni, diventate 20 a partire dal ciclo successivo (2014). La valutazione dell'EQB fauna ittica è stata effettuata applicando l'HFBI al *data set* originale.

Nel 2011 la classificazione dell'HFBI, tra le 30 stazioni monitorate, ne ha classificate 4 in stato "elevato" (punteggi di HFBI compresi tra 0.98 e 1.00), 17 in stato "buono" (punteggi di HFBI compresi tra 0.57 e 0.93), 7 in stato "sufficiente" (punteggi di HFBI compresi tra 0.38 e 0.51) e 1 in stato "cattivo" (Tabella).

Nel 2014 la classificazione complessiva dell'HFBI delle 20 stazioni monitorate, 5 risultano in stato "elevato" (punteggi di HFBI compresi tra 0.94 e 1.00), 11 in stato "buono" (punteggi di HFBI compresi tra 0.63 e 0.94), 3 in stato "sufficiente" (punteggi di HFBI compresi tra 0.33 e 0.53) e 1 in stato "scarso" (Tabella).

Come già evidenziato per il 2018-2019, anche nel 2011 e nel 2014 si può osservare nella maggior parte dei casi un peggioramento dello stato ecologico della Fauna ittica dalla primavera all'autunno (Tabella -44).

Confrontando lo stato ecologico nei tre cicli di monitoraggio (Tabella 42), considerate esclusivamente le 14 stazioni in comune ai piani di monitoraggio, si registra il miglioramento della qualità complessiva. In particolare 10 stazioni hanno avuto un aumento nel punteggio HFBI tra il I ed il III ciclo di monitoraggio, 5 delle quali hanno migliorato lo stato ecologico a "buono" e 1 ad "elevato". Solo 4 stazioni hanno peggiorato il punteggio HFBI e di queste nessuna ha peggiorato lo stato ecologico.

Tabella 40. Risultato dell'applicazione dell'Habitat Fish Bioindicator Index (HFBI) ai dati relativi alle due campagne di monitoraggio 2011. La classificazione dello stato ecologico è espressa per singola stazione di monitoraggio come media tra le due campagne (primavera ed autunno). * = la valutazione delle due stazioni di valle (Corpi Idrici altamente modificati) è stata effettuata utilizzando le condizioni di riferimento dei Corpi Idrici non tidali. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| C.I. | Stazione | Primavera | | Autunno | | Punteggi o HFBI | Classificazio ne HFBI |
|------|----------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|
| | | Punteggio HFBI | Classe | Punteggio HFBI | Classe | | |
| EC | EC_1 | 0.96 | Elevato | 0.18 | Scarso | 0.57 | Buono |
| | EC_2 | 0.50 | Sufficiente | 0.70 | Buono | 0.60 | Buono |
| | EC_Ve8 | 1.00 | Elevato | 0.00 | Cattivo | 0.50 | Sufficiente |
| ENC1 | ENC1_1 | 1.00 | Elevato | 0.73 | Buono | 0.87 | Buono |
| | ENC1_2 | 1.00 | Elevato | 0.41 | Sufficiente | 0.70 | Buono |
| | ENC1_3 | 0.55 | Sufficiente | 0.40 | Sufficiente | 0.48 | Sufficiente |
| | ENC1_4 | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato |
| | ENC1_FI | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato |
| | ENC1_VS | 0.75 | Buono | 0.00 | Cattivo | 0.38 | Sufficiente |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.54 | Sufficiente | 0.68 | Buono | 0.61 | Buono |
| | ENC2_VG | 0.78 | Buono | 0.45 | Sufficiente | 0.62 | Buono |
| ENC3 | ENC3_CH | 0.63 | Buono | 0.88 | Buono | 0.75 | Buono |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.62 | Buono | 1.00 | Elevato | 0.81 | Buono |
| | ENC4_Ve6 | 1.00 | Elevato | 0.86 | Buono | 0.93 | Buono |
| PC1 | PC1_1 | 0.25 | Scarso | 0.51 | Sufficiente | 0.38 | Sufficiente |
| | PC1_1B | 0.82 | Buono | 0.72 | Buono | 0.77 | Buono |
| | PC1_2 | 1.00 | Elevato | 0.63 | Buono | 0.81 | Buono |
| PC2 | PC2_1 | 1.00 | Elevato | 0.37 | Sufficiente | 0.69 | Buono |
| | PC2_16B | 0.79 | Buono | 0.23 | Scarso | 0.51 | Sufficiente |
| | PC2_CC | 0.34 | Sufficiente | 0.69 | Buono | 0.51 | Sufficiente |
| PC3 | PC3_VDB | 0.89 | Buono | 0.58 | Buono | 0.74 | Buono |
| PC4 | PC4_10B | 0.97 | Elevato | 0.75 | Buono | 0.86 | Buono |
| PNC1 | PNC1_1 | 1.00 | Elevato | 0.95 | Elevato | 0.98 | Elevato |
| | PNC1_7B | 0.55 | Buono | 0.24 | Scarso | 0.39 | Sufficiente |
| | PNC1_Ve1 | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato | 0.98 | Elevato |
| PNC2 | PNC2_1 | 1.00 | Elevato | 0.71 | Buono | 0.86 | Buono |
| | PNC2_2 | 1.00 | Elevato | 0.40 | Sufficiente | 0.70 | Buono |
| | PNC2_SG | 1.00 | Elevato | 0.81 | Buono | 0.91 | Buono |
| VLCS | VLCS_VLS | 0.00 | Cattivo | 0.00 | Cattivo | 0.00 | Cattivo |
| VLN | VLN_VLN1 | 0.36 | Sufficiente | 0.49 | Sufficiente | 0.42 | Sufficiente |

Tabella 414. Risultato dell'applicazione dell'Habitat Fish Bioindicator Index (HFBI) ai dati relativi alle due campagne di monitoraggio 2014. La classificazione dello stato ecologico è espressa per singola stazione di monitoraggio come media tra le due campagne (primavera ed autunno). * = la valutazione delle due stazioni di valle (Corpi Idrici altamente modificati) è stata effettuata utilizzando le condizioni di riferimento dei Corpi Idrici non tidali. Le classi di qualità sono espresse tramite i colori convenzionali (blu: ELEVATO; verde: BUONO; giallo: SUFFICIENTE; arancio: SCARSO; rosso: CATTIVO).

| C.I. | Stazione | Primavera | | Autunno | | Punteggio HFBI | Classificazione HFBI |
|------|--------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|----------------------|
| | | Punteggio HFBI | Classe | Punteggio HFBI | Classe | | |
| EC | EC_1 bis | 1.00 | Elevato | 0.96 | Elevato | 0.98 | Elevato |
| | EC_Ve8 bis | 0.78 | Buono | 1.00 | Elevato | 0.89 | Buono |
| ENC1 | ENC1_26 | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato |
| | ENC1_27 | 0.31 | Scarso | 0.33 | Sufficiente | 0.32 | Scarso |
| | ENC1_4 bis | 1.00 | Elevato | 0.71 | Buono | 0.86 | Buono |
| ENC2 | ENC2_1 bis | 0.87 | Buono | 1.00 | Elevato | 0.94 | Buono |
| | ENC2_7 | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato |
| ENC3 | ENC3_CH bis | 0.98 | Elevato | 1.00 | Elevato | 0.99 | Elevato |
| ENC4 | ENC4_1 bis | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato | 1.00 | Elevato |
| PC1 | PC1_1 bis | 1.00 | Elevato | 0.50 | Sufficiente | 0.75 | Buono |
| | PC1_1B bis | 0.69 | Buono | 0.74 | Buono | 0.71 | Buono |
| PC2 | PC2_16B bis | 0.88 | Buono | 0.14 | Scarso | 0.51 | Sufficiente |
| PC3 | PC3_7 new | 0.88 | Buono | 1.00 | Elevato | 0.94 | Buono |
| PC4 | PC4_10B bis | 1.00 | Elevato | 0.26 | Scarso | 0.63 | Buono |
| PNC1 | PNC1_7B bis | 0.67 | Buono | 0.95 | Elevato | 0.81 | Buono |
| | PNC1_Ve1 bis | 1.00 | Elevato | 0.61 | Buono | 0.80 | Buono |
| PNC2 | PNC2_1 bis | 1.00 | Elevato | 0.68 | Buono | 0.84 | Buono |
| | PNC2_11 | 1.00 | Elevato | 0.59 | Buono | 0.79 | Buono |
| VLCS | VLCS_VLS | 0.54 | Sufficiente | 0.53 | Sufficiente | 0.54 | Sufficiente |
| VLN | VLN_VLN1 | 0.01 | Cattivo | 0.66 | Buono | 0.33 | Sufficiente |

Tabella 42. Stato ecologico della Fauna ittica secondo l'Habitat Fish Bioindicator Index nelle stazioni di monitoraggio campionate in tutti e tre i cicli: 2011, 2014 e 2018-2019.

| C. I. | 2011 | | Stazione | 2014 | 2018-2019 |
|-------|-----------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Stazione | Classificazione HFBI | | Classificazione HFBI | Classificazione HFBI |
| EC | EC_1 | 0.57 | EC_1_bis | 0.98 | 0.58 |
| | EC_Ve8 | 0.50 | EC_Ve8_bis | 0.89 | 0.67 |
| ENC1 | ENC1_4 | 1.00 | ENC1_4_bis | 0.86 | 0.99 |
| ENC2 | ENC2_1 | 0.61 | ENC2_1_bis | 0.94 | 0.95 |
| ENC3 | ENC3_CH | 0.75 | ENC3_CH_bis | 0.99 | 0.92 |
| ENC4 | ENC4_1 | 0.81 | ENC4_1_bis | 1.00 | 0.86 |
| PC1 | PC1_1 | 0.38 | PC1_1_bis | 0.75 | 0.70 |
| PC1 | PC1_1B | 0.77 | PC1_1B_bis | 0.71 | 0.69 |
| PC2 | PC2_16B | 0.51 | PC2_16B_bis | 0.51 | 0.62 |
| PNC1 | PNC1_7B | 0.86 | PNC1_7B_bisNew | 0.63 | 0.68 |
| | PNC1_Ve-1 | 0.39 | PNC1_Ve-1_bisNew | 0.81 | 0.64 |
| PNC1 | PNC2_1 | 1.00 | PNC2_1_bisNew | 0.80 | 0.96 |
| VLCS | VLCS_VLS | 0.86 | VLCS_VLS | 0.84 | 0.90 |
| VLN | VLN_VLN1 | 0.00 | VLN_VLN1 | 0.54 | 0.57 |

5 CONCLUSIONI

In questo documento sono stati elaborati e valutati i risultati del monitoraggio ecologico eseguito nel triennio 2017-2019.

Nel 2018 sono stati eseguiti i campionamenti degli EQB macroalghe ed angiosperme, mentre i macroinvertebrati bentonici sono stati campionati nel 2019. Tali EQB sono stati scelti per il monitoraggio operativo dei corpi idrici della Laguna di Venezia poiché identificati come significativi delle pressioni che insistono in ciascun corpo idrico, come richiesto dalla normativa, e per i quali il D.M. 260/2012 ha definito indici ed EQB per la classificazione ecologica.

Dall'applicazione degli indici MaQI e M-AMBI, secondo il D.M. 260/2010, emerge che, **un solo corpo idrico della Laguna di Venezia è risultato in stato buono**. Sono risultati in stato scarso PC2, PC3, PC4, PNC1 e PNC2, mentre sono risultati in stato sufficiente EC, ENC1, ENC3, ENC4 e PC1. Nessun corpo idrico è risultato in stato "cattivo" e nessuno in stato "elevato".

L'applicazione dell'indice BITS all'EQB macroinvertebrati bentonici, ritenuta facoltativa dal D.M. 260/2010, ha evidenziato divergenze sostanziali con l'indice M-AMBI obbligatorio.

Si evidenzia come le convergenze tra classificazione effettuata con M-AMBI e MaQI si siano verificate, oltre che per il corpo idrico ENC2, anche per ENC4 e PC1. Per i corpi idrici Eualini si osserva generalmente una condizione peggiorativa data dall'EQB macroinvertebrati bentonici; mentre per i Polialini lo stato peggiorativo è dato dagli EQB macroalghe e fanerogame acquatiche (macrofite).

Per quanto riguarda gli elementi di qualità fisico-chimica a supporto della classificazione ecologica, i dati riportati in questa relazione si riferiscono al monitoraggio stagionale eseguito dal 2017 al 2019. I risultati hanno permesso il calcolo sia delle medie del triennio che delle medie annuali per ciascun corpo idrico effettuate, rispettivamente per il 2017, 2018 e il 2019, per i parametri ad oggi con limite di classe tra buono e sufficiente definiti dal D.M. 260/2010, ovvero DIN (Azoto inorganico disciolto) e P-PO₄ (Fosforo reattivo). Il confronto con i limiti di classe Buono/Sufficiente della normativa ha evidenziato superamenti solo per il DIN. Il superamento come media del triennio si è verificato solo per il CI PC4, mentre se si considera ciascuna annualità, aumenta il numero dei casi nel 2018 (2 su 13 CI) e soprattutto nel 2019 (6 su 13 CI). Per il Fosforo reattivo non si sono verificati superamenti. I dati sulle condizioni di ossigenazione provengono, invece, dalle indagini eseguite dal Provveditorato per le Opere Pubbliche, sia attraverso le sonde in continuo sia attraverso l'analisi del rapporto AVS/LFe determinati nei sedimenti lagunari. Per tutti i CI della Laguna di Venezia, nel triennio in esame, non si può ritenere determinabile, ai fini della classificazione ai sensi del DM 260/2010, lo stato di ossigenazione delle acque.

Complessivamente si sono verificate situazioni di anossia (valori di ossigeno disciolto < 1 mg/l) per 1 o più giorni, ma l'assenza di dati estesa a gran parte del periodo estivo per la maggior parte delle sonde o addirittura per tutto l'anno per due di esse, nonché la mancata

analisi del rapporto AVS/LFe, per tutto il 2017 e per l'inverno 2018, non permettono la valutazione delle condizioni di ossigenazione.

Il monitoraggio addizionale, realizzato per ottenere informazioni di supporto all'interpretazione dei risultati del monitoraggio operativo, si è svolto con cadenza stagionale negli anni 2017-2018-2019 per l'EQB fitoplancton e in autunno 2018 e primavera 2019 per l'EQB fauna ittica. Dall'applicazione degli indici MPI e HFBI, secondo il D.M. 260/2010, emerge una situazione complessiva generalmente positiva, con uno stato compreso tra buono ed elevato in tutte le stazioni, fanno eccezione le stazioni PC3_7 e VLN_VLN1 il cui indice HFBI ricade in stato sufficiente.

Dall'integrazione tra i risultati derivanti dal giudizio peggiore degli EQB del monitoraggio operativo e gli elementi di qualità chimico-fisica risulta che **solo il corpo idrico ENC2 è in stato Buono**, valutazione supportata, nonostante l'assenza di dati sulle condizioni di ossigenazione, dai risultati degli approfondimenti sul trend dei nutrienti e sull'affidabilità della classificazione di cui al paragrafo 3.2, nonché dai risultati del monitoraggio addizionale.

I risultati della FASE I di integrazione tra elementi di qualità biologica ed elementi di qualità fisico-chimica a supporto riportati in questo documento non variano anche considerando, come prevede il D.M. 260/2010, i parametri idromorfologici a supporto della classificazione ecologica che intervengono solo per confermare lo stato Elevato.

La classificazione ecologica dei corpi idrici della laguna di Venezia viene completata a seguito della Fase II ovvero l'integrazione tra i risultati della Fase I con gli elementi chimici (altri inquinanti specifici).

6 BIBLIOGRAFIA

Arar, E.J., and Collins, G.B., 1997, U.S. Environmental Protection Agency Method 445.0, In vitro determination of chlorophyll *a* and pheophytin *a* in marine and freshwater algae by fluorescence, revision 1.2: Cincinnati, Ohio, U.S. Environmental Protection Agency National Exposure Research Laboratory, Office of Research and Development.

Catalano B., Penna M., Riccato F., Fiorin R., Franceschini G., Antonini C., Zucchetta M., Cicero A.M., Franzoi P. (2017), Manuale per la classificazione dell'Elemento di Qualità Biologica "Fauna Ittica" nelle lagune costiere italiane - Applicazione dell'indice nazionale HFBI (Habitat Fish Bio-Indicator) ai sensi del D.Lgs 152/2006, ISPRA, Manuali e Linee Guida, vol. 168/2017 (ISBN 978-88-448-0871-6) (Monografia o trattato scientifico)

Borja A., Franco F., Valencia V., Bald J., Muxika I., Belzunce M.J., Solaun O., 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

Cicero, A.M., Di Girolamo, I. (2001). Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma

Elliott, M. & V Quintino (2007) The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 640-645.

European Commission, 2013. Commission Decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC. Official Journal of the European Union L266/1, 47 pp. (notified under document C (2013) 5915).

European Commission, 2018. Commission Decision of 12 February 2018 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2013/480/EU. Official Journal of the European Union L47/1, 91 pp. (notified under document C (2018) 696).

Facca C.; Bernardi-Aubry F.; Socal G.; Ponis E.; Aciri F.; Bianchi F.; Giovanardi F.; Sfriso A. (2014), *Description of a multimetric phytoplankton Index (MPI) for the assessment of transitional waters* in MARINE POLLUTION BULLETIN, vol. 79, pp. 145-154 (ISSN 0025-326X)

Hebert PD., Cywinska A., Ball S.L., deWaard J.R., 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. Biol. Sci.*, 270(1512): 313-21.

- ISPRA, 2011. Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico-chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione. El-Pr-TW-Protocolli Monitoraggio-03.06
- Margalef R., 1958. Information theory in ecology. *General System*, 3: 36-71.
- Mistri M., Munari C., 2008. BITS: A SMART indicator soft-bottom, non-tidal lagoons. *Marine Pollution Bulletin*, 56 (3): 587-599.
- Muxika I., Borja A., Bald J., 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.
- Pielou E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Sfriso, A., 2010. Macrophyte Quality Index (MaQI) per la valutazione dello stato ecologico dei sistemi di transizione dell'ecoregione-Mediterranea. In: Bonometto, A., Gennaro, P., Boscolo Brusà, R. (Eds.). Linee Guida per l'applicazione del Macrophyte Quality Index (MaQI). Implementazione della Direttiva (2000/60/CE). ISPRA, pp. 34.
- Sfriso, A., Facca, C., Bonometto, A., Boscolo, R. , 2014. Compliance of the Macrophyte Quality Index (MaQI) with the WFD (2000/60/EC) and ecological status assessment in transitional areas: the Venice Lagoon as study case. *Ecological Indicators*, 46: 536-547.
- Sfriso, A., Facca, C., Ghetti, P.F., 2007. Rapid Quality Index, based mainly on Macrophyte Associations (RMaQI), to assess the ecological status of the transitional environments. *Chemistry and Ecology*, 23 (6): 1-11.
- Sfriso, A., Facca, C., Ghetti, P.F., 2009. Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, 617: 117-141.
- Shannon C.E., Weaver W., 1949. The mathematical theory of communication. The University of Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- SIBM, 2008. Checklist della fauna marina italiana, Parte 1.
- SIBM, 2010. Checklist della fauna marina italiana, Parte 2.
- Van de Bund W., Poikane S., 2015. Water Framework Directive scientific and technical support related to ecological status - Summary report of JRC activities in 2015; EUR 27707 EN; doi:10.2788/071200
- WORMS, 2015; <http://www.marinespecies.org/>

ALLEGATO 1

ALLEGATO 2

Statistiche descrittive dei parametri analizzati nel 2017 per i quali non sono previste soglie.

| | | TDP (mg/l) | | | | | | | POC (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N | Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2017 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 12 | EC | 2017 | 1.45 | 2.16 | 0.18 | 6.80 | 12 |
| ENC1 | 2017 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 24 | ENC1 | 2017 | 0.52 | 0.49 | 0.19 | 2.40 | 24 |
| ENC2 | 2017 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 8 | ENC2 | 2017 | 0.86 | 0.94 | 0.21 | 2.60 | 8 |
| ENC3 | 2017 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 4 | ENC3 | 2017 | 0.49 | 0.21 | 0.26 | 0.68 | 4 |
| ENC4 | 2017 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 8 | ENC4 | 2017 | 0.77 | 0.71 | 0.23 | 2.40 | 8 |
| PC1 | 2017 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 12 | PC1 | 2017 | 1.41 | 1.85 | 0.17 | 5.40 | 12 |
| PC2 | 2017 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 12 | PC2 | 2017 | 0.79 | 0.47 | 0.28 | 1.80 | 12 |
| PC3 | 2017 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 4 | PC3 | 2017 | 0.54 | 0.27 | 0.23 | 0.81 | 4 |
| PC4 | 2017 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 4 | PC4 | 2017 | 0.93 | 0.85 | 0.41 | 2.20 | 4 |
| PNC1 | 2017 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 12 | PNC1 | 2017 | 1.25 | 1.08 | 0.23 | 3.10 | 12 |
| PNC2 | 2017 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 12 | PNC2 | 2017 | 1.45 | 1.74 | 0.19 | 6.00 | 12 |
| VLCS | 2017 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 4 | VLCS | 2017 | 1.21 | 0.68 | 0.68 | 2.20 | 4 |
| VLN | 2017 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 4 | VLN | 2017 | 1.04 | 1.13 | 0.28 | 2.70 | 4 |

| | | SiO ₂ -- (mg/l) | | | | | | | TSS (mg/l) | | | | |
|--------------|------|----------------------------|---------|--------|---------|----|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N | Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2017 | 1.76 | 2.40 | 0.09 | 7.35 | 12 | EC | 2017 | 6.42 | 5.00 | 1.00 | 17.00 | 12 |
| ENC1 | 2017 | 0.56 | 0.41 | 0.05 | 1.64 | 24 | ENC1 | 2017 | 4.83 | 3.21 | 1.00 | 17.00 | 24 |
| ENC2 | 2017 | 0.57 | 0.36 | 0.16 | 1.16 | 8 | ENC2 | 2017 | 6.88 | 3.44 | 3.00 | 13.00 | 8 |
| ENC3 | 2017 | 0.58 | 0.35 | 0.07 | 0.87 | 4 | ENC3 | 2017 | 4.75 | 1.26 | 3.00 | 6.00 | 4 |
| ENC4 | 2017 | 0.60 | 0.50 | 0.04 | 1.18 | 8 | ENC4 | 2017 | 8.75 | 4.83 | 3.00 | 19.00 | 8 |
| PC1 | 2017 | 2.06 | 1.53 | 0.36 | 4.93 | 12 | PC1 | 2017 | 8.33 | 6.23 | 1.00 | 20.00 | 12 |
| PC2 | 2017 | 0.97 | 0.75 | 0.11 | 2.50 | 12 | PC2 | 2017 | 6.25 | 4.25 | 3.00 | 19.00 | 12 |
| PC3 | 2017 | 0.81 | 0.70 | 0.11 | 1.78 | 4 | PC3 | 2017 | 6.50 | 5.00 | 4.00 | 14.00 | 4 |
| PC4 | 2017 | 1.83 | 0.50 | 1.11 | 2.25 | 4 | PC4 | 2017 | 7.50 | 3.87 | 4.00 | 13.00 | 4 |
| PNC1 | 2017 | 1.06 | 0.73 | 0.24 | 2.72 | 12 | PNC1 | 2017 | 17.83 | 21.91 | 5.00 | 83.00 | 12 |
| PNC2 | 2017 | 1.25 | 1.14 | 0.11 | 3.82 | 12 | PNC2 | 2017 | 7.75 | 3.77 | 4.00 | 15.00 | 12 |
| VLCS | 2017 | 0.70 | 0.92 | 0.07 | 2.04 | 4 | VLCS | 2017 | 7.50 | 3.79 | 5.00 | 13.00 | 4 |
| VLN | 2017 | 1.34 | 1.79 | 0.14 | 4.00 | 4 | VLN | 2017 | 3.25 | 2.06 | 1.00 | 5.00 | 4 |

| | | Clorofilla (µg/l) | | | | | | | Feopigmenti (µg/l) | | | | |
|--------------|------|-------------------|---------|--------|---------|----|--------------|------|--------------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N | Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2017 | 4.59 | 6.58 | 0.43 | 16.73 | 12 | EC | 2017 | 1.07 | 1.20 | 0.32 | 4.20 | 12 |
| ENC1 | 2017 | 1.37 | 1.67 | 0.21 | 6.84 | 24 | ENC1 | 2017 | 0.70 | 0.69 | 0.11 | 3.52 | 24 |
| ENC2 | 2017 | 4.71 | 7.99 | 0.21 | 21.97 | 8 | ENC2 | 2017 | 0.86 | 0.48 | 0.19 | 1.69 | 8 |
| ENC3 | 2017 | 1.76 | 1.09 | 0.64 | 2.99 | 4 | ENC3 | 2017 | 0.93 | 0.67 | 0.26 | 1.79 | 4 |
| ENC4 | 2017 | 2.75 | 3.80 | 0.64 | 11.75 | 8 | ENC4 | 2017 | 0.95 | 0.69 | 0.04 | 2.24 | 8 |
| PC1 | 2017 | 9.55 | 19.17 | 0.21 | 66.52 | 12 | PC1 | 2017 | 1.48 | 1.33 | 0.32 | 5.25 | 12 |
| PC2 | 2017 | 2.49 | 3.15 | 0.21 | 9.18 | 12 | PC2 | 2017 | 1.23 | 1.08 | 0.49 | 4.38 | 12 |
| PC3 | 2017 | 1.76 | 1.65 | 0.21 | 4.06 | 4 | PC3 | 2017 | 0.74 | 0.39 | 0.38 | 1.28 | 4 |
| PC4 | 2017 | 3.47 | 4.45 | 0.43 | 10.04 | 4 | PC4 | 2017 | 1.50 | 0.84 | 0.47 | 2.52 | 4 |
| PNC1 | 2017 | 7.67 | 13.03 | 0.21 | 41.21 | 12 | PNC1 | 2017 | 2.60 | 2.01 | 0.47 | 7.34 | 12 |
| PNC2 | 2017 | 10.78 | 17.15 | 0.21 | 58.10 | 12 | PNC2 | 2017 | 2.34 | 1.56 | 0.32 | 5.30 | 12 |
| VLCS | 2017 | 5.98 | 8.24 | 0.64 | 18.16 | 4 | VLCS | 2017 | 1.61 | 0.77 | 0.56 | 2.31 | 4 |
| VLN | 2017 | 4.65 | 7.18 | 0.64 | 15.38 | 4 | VLN | 2017 | 1.26 | 1.08 | 0.56 | 2.86 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | TPN (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2017 | 0.23 | 0.33 | 0.03 | 1.00 | 12 |
| ENC1 | 2017 | 0.08 | 0.07 | 0.03 | 0.29 | 24 |
| ENC2 | 2017 | 0.14 | 0.15 | 0.03 | 0.40 | 8 |
| ENC3 | 2017 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.13 | 4 |
| ENC4 | 2017 | 0.12 | 0.11 | 0.03 | 0.38 | 8 |
| PC1 | 2017 | 0.22 | 0.27 | 0.03 | 0.77 | 12 |
| PC2 | 2017 | 0.13 | 0.08 | 0.04 | 0.32 | 12 |
| PC3 | 2017 | 0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 4 |
| PC4 | 2017 | 0.14 | 0.12 | 0.06 | 0.31 | 4 |
| PNC1 | 2017 | 0.19 | 0.17 | 0.03 | 0.51 | 12 |
| PNC2 | 2017 | 0.21 | 0.22 | 0.03 | 0.72 | 12 |
| VLCS | 2017 | 0.17 | 0.09 | 0.09 | 0.30 | 4 |
| VLN | 2017 | 0.17 | 0.19 | 0.05 | 0.45 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | DOC (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2017 | 4.98 | 3.74 | 2.50 | 15.10 | 12 |
| ENC1 | 2017 | 2.92 | 1.17 | 1.60 | 6.10 | 24 |
| ENC2 | 2017 | 2.58 | 1.26 | 1.00 | 4.30 | 8 |
| ENC3 | 2017 | 2.50 | 0.48 | 1.80 | 2.90 | 4 |
| ENC4 | 2017 | 2.94 | 1.68 | 1.70 | 6.70 | 8 |
| PC1 | 2017 | 3.72 | 1.80 | 2.00 | 8.10 | 12 |
| PC2 | 2017 | 3.50 | 1.30 | 2.10 | 6.30 | 12 |
| PC3 | 2017 | 3.45 | 1.40 | 1.90 | 5.30 | 4 |
| PC4 | 2017 | 2.93 | 1.21 | 1.90 | 4.60 | 4 |
| PNC1 | 2017 | 2.94 | 1.33 | 1.30 | 5.80 | 12 |
| PNC2 | 2017 | 3.33 | 1.50 | 1.40 | 6.00 | 12 |
| VLCS | 2017 | 5.15 | 1.58 | 3.80 | 7.40 | 4 |
| VLN | 2017 | 7.05 | 3.99 | 4.10 | 12.70 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | TDN (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2017 | 0.41 | 0.29 | 0.08 | 1.16 | 12 |
| ENC1 | 2017 | 0.24 | 0.15 | 0.07 | 0.59 | 24 |
| ENC2 | 2017 | 0.26 | 0.12 | 0.10 | 0.45 | 8 |
| ENC3 | 2017 | 0.26 | 0.20 | 0.09 | 0.55 | 4 |
| ENC4 | 2017 | 0.24 | 0.17 | 0.09 | 0.53 | 8 |
| PC1 | 2017 | 0.51 | 0.25 | 0.20 | 0.98 | 12 |
| PC2 | 2017 | 0.37 | 0.15 | 0.19 | 0.69 | 12 |
| PC3 | 2017 | 0.48 | 0.61 | 0.11 | 1.38 | 4 |
| PC4 | 2017 | 0.63 | 0.26 | 0.31 | 0.93 | 4 |
| PNC1 | 2017 | 0.38 | 0.17 | 0.14 | 0.65 | 12 |
| PNC2 | 2017 | 0.42 | 0.27 | 0.13 | 1.17 | 12 |
| VLCS | 2017 | 0.41 | 0.09 | 0.32 | 0.54 | 4 |
| VLN | 2017 | 0.81 | 0.38 | 0.38 | 1.27 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | Solfuri liberi (mg/l) | | |
|--------------|------|-----------------------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | N |
| EC | 2017 | <0.1 | NC | 12 |
| ENC1 | 2017 | <0.1 | NC | 24 |
| ENC2 | 2017 | <0.1 | NC | 8 |
| ENC3 | 2017 | <0.1 | NC | 4 |
| ENC4 | 2017 | <0.1 | NC | 8 |
| PC1 | 2017 | <0.1 | NC | 12 |
| PC2 | 2017 | <0.1 | NC | 12 |
| PC3 | 2017 | <0.1 | NC | 4 |
| PC4 | 2017 | <0.1 | NC | 4 |
| PNC1 | 2017 | <0.1 | NC | 12 |
| PNC2 | 2017 | <0.1 | NC | 12 |
| VLCS | 2017 | <0.1 | NC | 4 |
| VLN | 2017 | <0.1 | NC | 4 |

Statistiche descrittive dei parametri analizzati nel 2018 per i quali non sono previste soglie.

| Corpo idrico | Anno | TDP (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 8 |
| PC1 | 2018 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 12 |
| PC2 | 2018 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.06 | 12 |
| PC3 | 2018 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 4 |
| PC4 | 2018 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 0.05 | 0.09 | 0.01 | 0.32 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 12 |
| VLCS | 2018 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | POC (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 0.49 | 0.29 | 0.15 | 1.00 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.30 | 0.11 | 0.10 | 0.50 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.33 | 0.12 | 0.17 | 0.48 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 0.35 | 0.14 | 0.18 | 0.51 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 0.37 | 0.17 | 0.16 | 0.58 | 8 |
| PC1 | 2018 | 0.69 | 0.63 | 0.13 | 2.30 | 12 |
| PC2 | 2018 | 0.47 | 0.18 | 0.16 | 0.70 | 12 |
| PC3 | 2018 | 0.47 | 0.16 | 0.24 | 0.59 | 4 |
| PC4 | 2018 | 0.68 | 0.63 | 0.28 | 1.60 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 0.95 | 0.69 | 0.24 | 2.20 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 0.49 | 0.30 | 0.11 | 1.20 | 12 |
| VLCS | 2018 | 1.31 | 0.68 | 0.82 | 2.30 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.47 | 0.21 | 0.28 | 0.77 | 4 |

| | | SiO ₂ -- (mg/l) | | | | |
|--------------|------|----------------------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 0.83 | 0.64 | 0.01 | 2.21 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.55 | 0.34 | 0.15 | 1.53 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.59 | 0.26 | 0.29 | 0.90 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 0.54 | 0.30 | 0.30 | 0.94 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 0.58 | 0.38 | 0.23 | 1.30 | 8 |
| PC1 | 2018 | 1.55 | 1.28 | 0.38 | 5.17 | 12 |
| PC2 | 2018 | 0.96 | 0.62 | 0.32 | 2.21 | 12 |
| PC3 | 2018 | 1.06 | 0.60 | 0.50 | 1.86 | 4 |
| PC4 | 2018 | 2.08 | 1.27 | 0.86 | 3.61 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 1.50 | 0.76 | 0.55 | 2.55 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 1.32 | 0.91 | 0.39 | 3.06 | 12 |
| VLCS | 2018 | 0.19 | 0.07 | 0.14 | 0.28 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.47 | 0.30 | 0.09 | 0.72 | 4 |

| | | TSS (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 5.25 | 4.79 | 1.00 | 17.00 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 2.88 | 2.38 | 1.00 | 12.00 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 7.63 | 6.28 | 4.00 | 23.00 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 3.00 | 1.41 | 1.00 | 4.00 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 3.75 | 1.16 | 2.00 | 5.00 | 8 |
| PC1 | 2018 | 6.58 | 4.68 | 2.00 | 18.00 | 12 |
| PC2 | 2018 | 4.67 | 4.08 | 2.00 | 17.00 | 12 |
| PC3 | 2018 | 8.25 | 6.34 | 2.00 | 17.00 | 4 |
| PC4 | 2018 | 15.50 | 17.79 | 4.00 | 42.00 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 14.08 | 15.09 | 2.00 | 55.00 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 7.92 | 5.60 | 3.00 | 21.00 | 12 |
| VLCS | 2018 | 8.25 | 6.70 | 3.00 | 18.00 | 4 |
| VLN | 2018 | 13.50 | 21.02 | 2.00 | 45.00 | 4 |

| | | Clorofilla (µg/l) | | | | |
|--------------|------|-------------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 1.28 | 0.80 | 0.43 | 2.78 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.89 | 0.42 | 0.21 | 1.71 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.80 | 0.30 | 0.21 | 1.07 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 1.02 | 0.53 | 0.43 | 1.71 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 1.12 | 0.44 | 0.43 | 1.71 | 8 |
| PC1 | 2018 | 3.66 | 7.15 | 0.64 | 25.90 | 12 |
| PC2 | 2018 | 1.53 | 0.78 | 0.64 | 3.42 | 12 |
| PC3 | 2018 | 0.96 | 0.37 | 0.64 | 1.50 | 4 |
| PC4 | 2018 | 1.51 | 1.30 | 0.43 | 3.05 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 4.78 | 7.11 | 0.21 | 24.56 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 1.87 | 1.73 | 0.43 | 6.65 | 12 |
| VLCS | 2018 | 8.92 | 14.86 | 0.85 | 31.19 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.80 | 0.44 | 0.43 | 1.28 | 4 |

| | | Feopigmenti (µg/l) | | | | |
|--------------|------|--------------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 1.05 | 0.80 | 0.11 | 2.46 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.82 | 0.72 | 0.13 | 3.37 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.99 | 0.44 | 0.49 | 1.92 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 1.00 | 0.51 | 0.33 | 1.58 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 0.97 | 0.46 | 0.38 | 1.71 | 8 |
| PC1 | 2018 | 1.78 | 1.56 | 0.41 | 5.87 | 12 |
| PC2 | 2018 | 1.07 | 0.54 | 0.26 | 2.35 | 12 |
| PC3 | 2018 | 1.55 | 0.45 | 1.09 | 2.14 | 4 |
| PC4 | 2018 | 1.70 | 1.23 | 0.62 | 3.36 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 2.36 | 1.41 | 0.53 | 5.09 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 1.44 | 0.78 | 0.56 | 3.16 | 12 |
| VLCS | 2018 | 6.11 | 8.84 | 1.24 | 19.35 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.53 | 0.44 | 0.00 | 1.07 | 4 |

| | | TPN (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.18 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.10 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.06 | 0.02 | 0.03 | 0.08 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.10 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 0.07 | 0.03 | 0.03 | 0.12 | 8 |
| PC1 | 2018 | 0.12 | 0.13 | 0.03 | 0.46 | 12 |
| PC2 | 2018 | 0.08 | 0.03 | 0.04 | 0.12 | 12 |
| PC3 | 2018 | 0.08 | 0.02 | 0.04 | 0.09 | 4 |
| PC4 | 2018 | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 0.22 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 0.16 | 0.13 | 0.03 | 0.47 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 0.09 | 0.06 | 0.03 | 0.24 | 12 |
| VLCS | 2018 | 0.17 | 0.07 | 0.11 | 0.26 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.10 | 4 |

| | | DOC (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| Corpo idrico | Anno | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2018 | 4.00 | 2.00 | 1.00 | 7.30 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 2.77 | 1.42 | 1.00 | 6.70 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 3.20 | 1.18 | 1.70 | 5.80 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 3.38 | 1.84 | 1.50 | 5.60 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 2.39 | 1.28 | 1.00 | 4.50 | 8 |
| PC1 | 2018 | 3.83 | 1.51 | 2.20 | 6.70 | 12 |
| PC2 | 2018 | 3.42 | 1.67 | 1.00 | 6.60 | 12 |
| PC3 | 2018 | 3.50 | 1.41 | 2.10 | 5.40 | 4 |
| PC4 | 2018 | 2.28 | 1.72 | 1.00 | 4.80 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 2.86 | 0.97 | 1.40 | 5.00 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 3.13 | 0.95 | 1.70 | 4.90 | 12 |
| VLCS | 2018 | 4.88 | 1.69 | 3.20 | 6.70 | 4 |
| VLN | 2018 | 5.13 | 2.63 | 2.70 | 7.60 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | TDN (mg/l) | | | | N |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | |
| EC | 2018 | 0.38 | 0.24 | 0.01 | 0.72 | 12 |
| ENC1 | 2018 | 0.30 | 0.13 | 0.12 | 0.66 | 24 |
| ENC2 | 2018 | 0.29 | 0.12 | 0.15 | 0.49 | 8 |
| ENC3 | 2018 | 0.33 | 0.11 | 0.22 | 0.47 | 4 |
| ENC4 | 2018 | 0.29 | 0.17 | 0.08 | 0.61 | 8 |
| PC1 | 2018 | 0.65 | 0.46 | 0.22 | 1.90 | 12 |
| PC2 | 2018 | 0.53 | 0.23 | 0.23 | 0.91 | 12 |
| PC3 | 2018 | 0.57 | 0.24 | 0.32 | 0.82 | 4 |
| PC4 | 2018 | 0.81 | 0.37 | 0.43 | 1.31 | 4 |
| PNC1 | 2018 | 0.52 | 0.23 | 0.21 | 0.91 | 12 |
| PNC2 | 2018 | 0.54 | 0.39 | 0.12 | 1.31 | 12 |
| VLCS | 2018 | 0.45 | 0.21 | 0.20 | 0.68 | 4 |
| VLN | 2018 | 0.76 | 0.31 | 0.43 | 1.17 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | Solfuri liberi (mg/l) | | | N |
|--------------|------|-----------------------|---------|----|---|
| | | Media | Dev.St. | | |
| EC | 2018 | <0.1 | NC | 12 | |
| ENC1 | 2018 | <0.1 | NC | 24 | |
| ENC2 | 2018 | <0.1 | NC | 8 | |
| ENC3 | 2018 | <0.1 | NC | 4 | |
| ENC4 | 2018 | <0.1 | NC | 8 | |
| PC1 | 2018 | <0.1 | NC | 12 | |
| PC2 | 2018 | <0.1 | NC | 12 | |
| PC3 | 2018 | <0.1 | NC | 4 | |
| PC4 | 2018 | <0.1 | NC | 4 | |
| PNC1 | 2018 | <0.1 | NC | 12 | |
| PNC2 | 2018 | <0.1 | NC | 12 | |
| VLCS | 2018 | <0.1 | NC | 4 | |
| VLN | 2018 | <0.1 | NC | 4 | |

Statistiche descrittive dei parametri analizzati nel 2019 per i quali non sono previste soglie.

| Corpo idrico | Anno | TDP (mg/l) | | | | N |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | |
| EC | 2019 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.08 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 8 |
| PC1 | 2019 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 12 |
| PC2 | 2019 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.07 | 12 |
| PC3 | 2019 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 4 |
| PC4 | 2019 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.09 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.09 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.09 | 12 |
| VLCS | 2019 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 4 |
| VLN | 2019 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | POC (mg/l) | | | | N |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | |
| EC | 2019 | 0.67 | 0.63 | 0.17 | 2.50 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.34 | 0.19 | 0.11 | 0.82 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 0.37 | 0.15 | 0.17 | 0.58 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.33 | 0.07 | 0.23 | 0.40 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 0.39 | 0.27 | 0.19 | 0.97 | 8 |
| PC1 | 2019 | 1.07 | 1.33 | 0.19 | 4.70 | 12 |
| PC2 | 2019 | 0.74 | 0.54 | 0.22 | 1.80 | 12 |
| PC3 | 2019 | 0.54 | 0.30 | 0.28 | 0.94 | 4 |
| PC4 | 2019 | 0.70 | 0.43 | 0.35 | 1.30 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 0.80 | 0.71 | 0.24 | 2.60 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 0.74 | 0.61 | 0.23 | 2.40 | 12 |
| VLCS | 2019 | 1.01 | 0.34 | 0.59 | 1.40 | 4 |
| VLN | 2019 | 0.47 | 0.36 | 0.21 | 1.00 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | SiO ₂ -- (mg/l) | | | | N |
|--------------|------|----------------------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | |
| EC | 2019 | 0.95 | 0.69 | 0.14 | 2.47 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.51 | 0.26 | 0.04 | 0.98 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 0.62 | 0.50 | 0.01 | 1.69 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.57 | 0.23 | 0.34 | 0.83 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 0.68 | 0.45 | 0.12 | 1.34 | 8 |
| PC1 | 2019 | 1.86 | 1.10 | 0.35 | 3.69 | 12 |
| PC2 | 2019 | 0.78 | 0.46 | 0.19 | 1.78 | 12 |
| PC3 | 2019 | 0.89 | 0.23 | 0.61 | 1.15 | 4 |
| PC4 | 2019 | 1.90 | 0.46 | 1.48 | 2.55 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 1.51 | 0.84 | 0.42 | 3.05 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 1.52 | 1.14 | 0.29 | 4.40 | 12 |
| VLCS | 2019 | 0.36 | 0.25 | 0.05 | 0.66 | 4 |
| VLN | 2019 | 0.90 | 1.19 | 0.07 | 2.65 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | TSS (mg/l) | | | | N |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | |
| EC | 2019 | 5.92 | 5.60 | 1.00 | 18.00 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 3.17 | 3.19 | 1.00 | 16.00 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 4.13 | 3.48 | 1.00 | 12.00 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 3.00 | 0.82 | 2.00 | 4.00 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 4.25 | 1.16 | 3.00 | 6.00 | 8 |
| PC1 | 2019 | 6.25 | 4.81 | 1.00 | 16.00 | 12 |
| PC2 | 2019 | 5.42 | 5.14 | 1.00 | 19.00 | 12 |
| PC3 | 2019 | 5.00 | 2.16 | 2.00 | 7.00 | 4 |
| PC4 | 2019 | 7.75 | 4.03 | 2.00 | 11.00 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 14.50 | 22.81 | 1.00 | 84.00 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 8.17 | 7.20 | 3.00 | 28.00 | 12 |
| VLCS | 2019 | 6.25 | 3.86 | 2.00 | 10.00 | 4 |
| VLN | 2019 | 1.75 | 0.96 | 1.00 | 3.00 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | Clorofilla (µg/l) | | | | |
|--------------|------|-------------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2019 | 2.41 | 2.14 | 0.43 | 7.93 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.90 | 1.07 | 0.21 | 5.34 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 1.15 | 1.25 | 0.00 | 4.06 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.96 | 0.37 | 0.43 | 1.28 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 1.42 | 2.30 | 0.21 | 7.05 | 8 |
| PC1 | 2019 | 5.30 | 7.07 | 0.43 | 19.65 | 12 |
| PC2 | 2019 | 2.15 | 2.33 | 0.21 | 7.05 | 12 |
| PC3 | 2019 | 1.50 | 1.06 | 0.64 | 2.99 | 4 |
| PC4 | 2019 | 3.85 | 6.27 | 0.43 | 13.24 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 3.07 | 4.72 | 0.21 | 13.03 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 3.42 | 5.32 | 0.21 | 19.44 | 12 |
| VLCS | 2019 | 1.66 | 0.77 | 1.07 | 2.78 | 4 |
| VLN | 2019 | 1.34 | 1.02 | 0.43 | 2.78 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | Feopigmenti (µg/l) | | | | |
|--------------|------|--------------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2019 | 1.46 | 0.95 | 0.32 | 3.17 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.78 | 0.55 | 0.04 | 1.88 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 0.93 | 0.56 | 0.21 | 1.71 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.57 | 0.30 | 0.21 | 0.88 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 1.24 | 1.47 | 0.17 | 4.40 | 8 |
| PC1 | 2019 | 2.97 | 6.38 | 0.00 | 23.11 | 12 |
| PC2 | 2019 | 1.33 | 0.86 | 0.00 | 2.73 | 12 |
| PC3 | 2019 | 1.83 | 1.32 | 0.41 | 3.59 | 4 |
| PC4 | 2019 | 1.91 | 1.28 | 0.85 | 3.65 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 1.88 | 1.36 | 0.17 | 3.95 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 1.75 | 1.05 | 0.47 | 3.35 | 12 |
| VLCS | 2019 | 2.87 | 1.32 | 1.32 | 4.55 | 4 |
| VLN | 2019 | 0.97 | 1.31 | 0.00 | 2.90 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | TPN (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2019 | 0.10 | 0.11 | 0.03 | 0.43 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.13 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.09 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.05 | 0.02 | 0.03 | 0.07 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 0.06 | 0.04 | 0.03 | 0.15 | 8 |
| PC1 | 2019 | 0.17 | 0.22 | 0.03 | 0.73 | 12 |
| PC2 | 2019 | 0.10 | 0.08 | 0.03 | 0.27 | 12 |
| PC3 | 2019 | 0.09 | 0.06 | 0.04 | 0.18 | 4 |
| PC4 | 2019 | 0.11 | 0.08 | 0.05 | 0.22 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 0.13 | 0.11 | 0.03 | 0.40 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 0.12 | 0.10 | 0.03 | 0.38 | 12 |
| VLCS | 2019 | 0.14 | 0.05 | 0.07 | 0.17 | 4 |
| VLN | 2019 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.16 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | DOC (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2019 | 2.97 | 1.18 | 1.10 | 5.20 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 2.03 | 0.83 | 0.90 | 3.80 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 2.20 | 1.34 | 0.90 | 4.30 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 2.15 | 0.42 | 1.70 | 2.60 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 1.93 | 0.84 | 0.70 | 3.40 | 8 |
| PC1 | 2019 | 2.51 | 1.03 | 1.20 | 4.30 | 12 |
| PC2 | 2019 | 2.70 | 0.97 | 1.40 | 4.60 | 12 |
| PC3 | 2019 | 2.18 | 0.29 | 1.80 | 2.40 | 4 |
| PC4 | 2019 | 2.70 | 1.41 | 1.40 | 4.60 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 2.17 | 1.06 | 1.20 | 4.20 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 1.93 | 0.82 | 0.90 | 3.50 | 12 |
| VLCS | 2019 | 4.35 | 1.99 | 1.60 | 6.30 | 4 |
| VLN | 2019 | 4.50 | 2.17 | 2.50 | 7.30 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | TDN (mg/l) | | | | |
|--------------|------|------------|---------|--------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | Minimo | Massimo | N |
| EC | 2019 | 0.42 | 0.15 | 0.22 | 0.63 | 12 |
| ENC1 | 2019 | 0.34 | 0.15 | 0.14 | 0.72 | 24 |
| ENC2 | 2019 | 0.43 | 0.26 | 0.21 | 0.95 | 8 |
| ENC3 | 2019 | 0.43 | 0.26 | 0.25 | 0.82 | 4 |
| ENC4 | 2019 | 0.42 | 0.25 | 0.22 | 0.87 | 8 |
| PC1 | 2019 | 0.72 | 0.34 | 0.37 | 1.39 | 12 |
| PC2 | 2019 | 0.55 | 0.22 | 0.38 | 1.05 | 12 |
| PC3 | 2019 | 0.69 | 0.39 | 0.38 | 1.25 | 4 |
| PC4 | 2019 | 0.86 | 0.35 | 0.57 | 1.30 | 4 |
| PNC1 | 2019 | 0.71 | 0.32 | 0.36 | 1.35 | 12 |
| PNC2 | 2019 | 0.71 | 0.43 | 0.25 | 1.73 | 12 |
| VLCS | 2019 | 0.60 | 0.18 | 0.44 | 0.85 | 4 |
| VLN | 2019 | 0.55 | 0.10 | 0.47 | 0.70 | 4 |

| Corpo idrico | Anno | Solfuri liberi (mg/l) | | |
|--------------|------|-----------------------|---------|----|
| | | Media | Dev.St. | N |
| EC | 2019 | <0.1 | NC | 12 |
| ENC1 | 2019 | <0.1 | NC | 24 |
| ENC2 | 2019 | <0.1 | NC | 8 |
| ENC3 | 2019 | <0.1 | NC | 4 |
| ENC4 | 2019 | <0.1 | NC | 8 |
| PC1 | 2019 | <0.1 | NC | 12 |
| PC2 | 2019 | <0.1 | NC | 12 |
| PC3 | 2019 | <0.1 | NC | 4 |
| PC4 | 2019 | <0.1 | NC | 4 |
| PNC1 | 2019 | <0.1 | NC | 12 |
| PNC2 | 2019 | <0.1 | NC | 12 |
| VLCS | 2019 | <0.1 | NC | 4 |
| VLN | 2019 | <0.1 | NC | 4 |