



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

## **Monitoraggio delle acque di transizione della Regione Friuli Venezia Giulia (D.Lgs. 152/06)**

**Proposta di classificazione dello stato ecologico  
(2009-2012) e dello stato chimico aggiornato al  
01/06/2014**

**Giugno 2014**



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

Coordinatore dell'attività: Giorgio Mattassi

Gruppi di lavoro:

*Osservatorio Alto Adriatico*

Alessandro Acquavita, Ida Floriana Aleffi, Nicola Bettoso, Oriana Blasutto, Massimo Celio, Lisa Faresi, Alberto Marchesi, Eddio Marini, Luisella Milani, Pietro Rossin, Francesco Tamberlich, Antonio Tortora.

*Laboratorio Unico Multisito*

Elena Pezzetta

Laboratorio di Trieste: Sergio Predonzani

Laboratorio di Udine: Anna Lutman

*Dipartimento provinciale di Udine: Damiano Virgilio*

Relazione a cura di: Ida Floriana Aleffi



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

**Monitoraggio delle acque di transizione della Regione Friuli Venezia Giulia  
(D.Lgs. 152/06)**

**Proposta di classificazione dello stato ecologico (2009-2012) e dello stato  
chimico aggiornato al 01/06/2014**

<b>INDICE</b>	<b>pag.</b>
<b>1. Introduzione</b>	<b>4</b>
<b>2. Rete di monitoraggio e campionamenti effettuati nel periodo 2009-2012</b>	<b>6</b>
<b>3. Stato ecologico</b>	<b>9</b>
3.1 Fitoplancton	9
3.2 Macrofite	10
3.3 Macroinvertebrati bentonici	12
3.4 Fauna ittica	15
3.5 Elementi di qualità fisico chimica e idromorfologica	15
3.6 Elementi chimici a sostegno della classificazione ecologica nelle acque, sostanze non prioritarie (tabella 1/B del DM 260/2010)	16
<b>4. Stato chimico</b>	<b>20</b>
4.1 Tributylstagno	22
4.2 Difeniletere bromato	24
<b>5. Sostanze dell'elenco di priorità ed altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità nei sedimenti (tabb. 2/A e 3/B DM 260/10)</b>	<b>25</b>
<b>6. Saggi biologici</b>	<b>26</b>
<b>7. Proposta di classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico</b>	<b>34</b>
<b>8. Bibliografia</b>	<b>38</b>
<b>Allegato: schede dei 17 corpi idrici</b>	



## 1. Introduzione

La laguna di Marano e Grado rappresenta, per estensione, la seconda laguna del territorio nazionale, si sviluppa su una superficie di circa 160 kmq, per una lunghezza di circa 32 km ed una larghezza media di 5 km.

Nel 2009 è iniziato il primo ciclo di monitoraggio per l'applicazione della Direttiva europea 2000/60/CE, recepita nella legislazione italiana dal D.Lgs. 152/2006, a cui sono seguiti i decreti attuativi per la tipizzazione (DM 131/2008), il monitoraggio (DM 56/2009) e la classificazione (DM 260/2010) dei corpi idrici.

Le acque di transizione sono state definite in base all'art.2 della Direttiva 2000/60/CE e all'art.54 del Decreto legislativo 152/06, come "i corpi idrici superficiali in prossimità della foce di un fiume, che sono parzialmente di natura salina a causa della loro vicinanza alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acqua dolce". Successivamente nel DM 131/08 è stata fornita una definizione "operazionale" per individuare i confini delle acque di transizione, attribuendo a tale categoria "i corpi idrici di superficie  $>0,5$  km<sup>2</sup> conformi all'art.2 della Direttiva, delimitati verso monte (fiume) dalla zona ove arriva il cuneo salino (definito come la sezione dell'asta fluviale nella quale tutti i punti monitorati sulla colonna d'acqua hanno il valore di salinità superiore a 0,5 psu) in bassa marea e condizioni di magra idrologica e verso valle (mare) da elementi fisici quali scanni, cordoni litoranei e/o barriere artificiali, o più in generale dalla linea di costa."

In relazione alla categoria acque di transizione, la tipizzazione deve essere effettuata sulla base di alcuni descrittori che sono: localizzazione geografica, geomorfologia (lagune costiere e foci fluviali), escursione di marea, superficie e salinità.

I dati relativi ai monitoraggi pregressi sono stati utilizzati per la definizione delle tipologie lagunari, individuate in base alle dimensioni della laguna, all'escursione di marea e alla salinità. A seguito del processo di tipizzazione sono stati evidenziati tre tipi: laguna microtidale mesoalina (5-20 psu), polialina (20-30 psu) ed eualina (30-40 psu) e sono state individuate 13 foci fluviali.

Una volta definite le tipologie e valutate le principali pressioni che incidono sulle acque di transizione (arricchimento in nutrienti, arricchimento di sostanza organica, sostanze prioritarie, acquacoltura), sono stati individuati 17 corpi idrici lagunari, di cui 4 fortemente modificati. Inoltre sono stati definiti 13 corpi idrici relativi alle foci fluviali, dei quali sono stati monitorati solo quelli corrispondenti alle foci dei principali fiumi regionali, Isonzo e Tagliamento (fig. 1).

Nella laguna di Marano e Grado sono stati considerati corpi idrici fortemente modificati, quelli situati all'interno dell'area delimitata dal ponte di Belvedere, che collega la cittadina di Grado ad Aquileia e che ha subito una consistente modificazione del regime idrologico; inoltre sono state inserite in questa categoria le valli da pesca ad allevamento estensivo e quelle non più utilizzate.

Per i corpi idrici fortemente modificati viene fornita una classificazione preliminare, per giungere alla quale sono state applicate le stesse condizioni di riferimento ed i limiti di classe dei corpi idrici naturali per le tipologie corrispondenti, in quanto non sono ancora stati definiti, a livello nazionale, i criteri per la loro classificazione.



Fig. 1. Mappa dei corpi idrici delle acque di transizione del Friuli Venezia Giulia, monitorati nel triennio.

Le acque della Laguna di Marano e Grado sono state considerate a rischio di non raggiungere gli obiettivi previsti dal D.Lgs.152/06, in base alla Delibera Regionale n.1920 dd. 25 settembre 2008, che in via preliminare individua le acque lagunari come inquinate ai sensi dell'art.3 della direttiva 91/676/CE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Per tale motivo nel 2009 è stato predisposto un monitoraggio di tipo operativo, per definire lo stato di qualità ambientale.

Il monitoraggio operativo ha una durata di 3 anni e prevede il monitoraggio degli Elementi di Qualità Biologica (EQB) più sensibili alle pressioni insistenti sui corpi idrici, dei parametri idromorfologici e fisico-chimici, oltre all'analisi delle sostanze della tabella 1/A (acque) e 2/A (sedimenti), per le quali c'è evidenza di emissione nel corpo idrico, e delle sostanze della tabella 1/B (acque) e 3/B (sedimenti), se emesse in quantità significativa. Le componenti biologiche sono campionate almeno in un anno su 3 (ad eccezione del fitoplancton, monitorato ogni anno).

Il monitoraggio rappresenta lo strumento per la verifica dell'analisi delle pressioni, infatti, può confermare o meno che le pressioni abbiano provocato un impatto sul corpo idrico, e quindi evidenziare il rischio di non raggiungere gli obiettivi entro il 2015.

Lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici viene classificato attraverso la valutazione dello stato ecologico e dello stato chimico, in base a quanto riportato nel DM 260/10. Lo stato ecologico è definito attraverso gli EQB, gli elementi fisico-chimici e chimici (inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità) a sostegno. Gli elementi idromorfologici influenzano il sistema di classificazione dello stato ecologico solo nel passaggio tra stato buono ed elevato.

Nei corpi idrici di transizione regionali sono stati effettuati i campionamenti per tutti gli EQB, ma la classificazione dello stato ecologico si è basata essenzialmente sui risultati ottenuti dall'analisi delle macrofite e dei macroinvertebrati bentonici, in quanto per fitoplancton e fauna ittica sono ancora in fase di intercalibrazione gli indici da utilizzare e le condizioni di riferimento, e pertanto, non è possibile definire il loro stato di qualità.



Per la classificazione dello stato chimico è stata scelta la matrice acqua, ma sono stati effettuati i campionamenti anche sulla matrice sedimento.

## **2. Rete di monitoraggio e campionamenti effettuati nel periodo 2009-2012**

Tutti i corpi idrici sono stati monitorati nel periodo compreso tra agosto 2009 e dicembre 2012, ad eccezione della prima campagna per le sostanze appartenenti e non all'elenco di priorità nei sedimenti, svolta ad aprile-maggio 2009, e ripetuta nel 2011 e 2012.

I campionamenti sono stati effettuati in un numero di stazioni che varia da 19 a 42, a seconda del parametro esaminato (tabb. 1a e 1b). Il monitoraggio è stato effettuato sui 17 corpi idrici lagunari e sulle due principali foci fluviali regionali: Isonzo e Tagliamento.

Nella presente relazione si riporta una sintesi dei risultati ottenuti per i corpi idrici lagunari, che sono descritti in dettaglio, per ogni corpo idrico, nelle schede allegate.

Di seguito sono elencati i parametri e le rispettive frequenze di campionamento, in riferimento alla tabella 3.7 del DM 260/10. Rispetto a quanto indicato nel DM 260/10, la frequenza degli elementi fisico-chimici è stata aumentata da bimestrale a mensile; le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità in acqua sono state monitorate con frequenza mensile invece che trimestrale, per almeno un anno; le sostanze dell'elenco di priorità in acqua sono state monitorate con frequenza mensile per almeno un anno:

- *composizione, abbondanza del fitoplancton*: frequenza trimestrale da novembre 2009 a novembre 2012.
- *composizione, abbondanza della flora acquatica*: frequenza annuale nel 2011;
- *composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici*: frequenza annuale nel 2011;
- *fauna ittica*: campionamento semestrale nel 2010, del quale si presentano i risultati. Il campionamento è stato ripetuto nel 2011 e 2012, sempre con frequenza semestrale.
- *elementi idromorfologici*: frequenza annuale per le analisi granulometriche e di contenuto in carbonio organico del sedimento, a maggio 2011.
- *elementi fisico-chimici* (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla *a*, nutrienti): frequenza mensile da agosto 2009 a novembre 2012;
- *sostanze non appartenenti all'elenco di priorità nelle acque superficiali* (tab. 1/B, DM 260/10): frequenza mensile tra 2009-2010 per tutti i corpi idrici ed integrazione mensile dal 2012 per alcuni parametri (Composti del Trifenilstagno, nonché Composti del Difenilstagno e Composti del Monofenilstagno), partendo dai corpi idrici ritenuti più significativi;
- *sostanze non appartenenti all'elenco di priorità nei sedimenti* (tab. 3/B, DM 260/10): frequenza annuale, nel 2009, 2011 e 2012;
- *sostanze dell'elenco di priorità nelle acque superficiali* (tab.1/A, DM 260/10): frequenza mensile, 13-14 campionamenti da agosto 2009 ad ottobre 2010 in 17 corpi idrici; dal 2012 è iniziato il campionamento, partendo dai corpi idrici più significativi, per alcuni parametri integrativi della tab.1/A, (Difeniletero bromato (sommatoria congeneri 28,47,99,100,153,e 154), Composti del Tributilstagno, nonché Composti del Dibutilstagno e Composti del Monobutilstagno);
- *sostanze dell'elenco di priorità nei sedimenti* (tab. 2/A, DM 260/10): frequenza annuale, nel 2009, 2011 e 2012;



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

- *saggi di tossicità*: frequenza annuale nel 2010 (42 stazioni), nel 2011 (17 stazioni) e nel 2012 (4 stazioni).

Corpo idrico	Macrotipo	Stazioni	Prof. (m)	Y (GB)	X (GB)	Fitoplancton	Macrofite	Macroinv.bentonici	Elementi fisico-chimici (sonda)	Nutrienti	Natura substrato (granulom.-C.org.)	Inquinanti acqua (tab. 1/A)	Inquinanti acqua (tab. 1/B)	Inquinanti sedimento (tabb. 2/A)	Tossicità	
TEU1	M-AT-3	TEU101	1,2	5063589	2391909	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TEU101bis	0,7	5060921	2392860		x									
		TEU102	0,5	5060504	2393873											x
		TEU104	0,7	5060856	2394030		x									
TEU2	M-AT-3	TEU201	1	5062876	2390160	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TEU201bis	0,7	5062035	2391068		x									
TEU3	M-AT-3	TEU301	1,3	5065812	2384283	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TEU302	0,7	5064663	2385825											x
TEU4	M-AT-3	TEU401	1,3	5065857	2381588	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TEU402	1,5	5064940	2383084											x
		TEU403	0,8	5064629	2380216											x
		TEU404	0,8	5065160	2379183		x	x				x				x
TPO1	M-AT-2	TPO101	0,9	5065080	2393544	x			x	x		x	x	x	x	
		TPO102	1	5065673	2391613		x	x			x					x
TPO2	M-AT-2	TPO201	1,1	5066474	2387189	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TPO202	1	5067812	2385490											x
		TPO203	1	5067175	2388702											x
		TPO204	1,2	5065087	2390500		x	x				x				x
TPO3	M-AT-2	TPO301	1,3	5066498	2377765	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TPO302	0,8	5067880	2376169											x
		TPO303	0,8	5067380	2377374											x
		TPO304	1,1	5067945	2379190											x
		TPO305	1,5	5067995	2382474											x
		TPO306	1,1	5067756	2380450											x
		TPO308	1	5066994	2381441		x									
TPO4	M-AT-2	TPO401	1,5	5065210	2374528	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TPO402	1,8	5066021	2374792											x
		TPO403	1,9	5065247	2376039											x
		TPO404	1,9	5064484	2376190											x
		TPO405	1	5064163	2375322		x									
TPO5	M-AT-2	TPO501	1,2	5062867	2372741	x			x	x		x	x	x	x	
		TPO502	1,5	5062396	2374802											x
		TPO503	0,5	5062019	2371098		x	x				x				x
TME1	M-AT-2	TME101	1,3	5069343	2378967	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TME102	1	5069935	2381346											x
		TME103	1	5068334	2379350		x									
TME2	M-AT-2	TME201	1	5068882	2374339	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
TME3	M-AT-2	TME301	1,2	5067436	2373838	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		TME304	3,5	5066301	2371996							x				
TME4	M-AT-2	TME401	1	5063262	2370981	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
		TME402	1,1	5064949	2372252		x	x			x					x
FM1	M-AT-2	FM101	0,6	5062966	2400921	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
FM2	M-AT-2	FM201	1	5063468	2396812	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		FM202	1,2	5064386	2395082											x
FM3	M-AT-3	FM301	1	5061009	2395947	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		FM301bis	0,7	5060351	2394479		x									
		FM301tris	0,7	5062263	2395671		x									
		FM302	0,7	5062900	2394426											x
FM4	M-AT-3	FM401	0,8	5063613	2386352	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
		FM402	0,7	5063953	2384991											x
		FM403	1,2	5060736	2390573			x				x				x
		n° stazioni				17	25	21	17	17	21	18	17	22	42	

Tab. 1a. Elenco dei corpi idrici, delle stazioni di campionamento e dei parametri monitorati per le acque lagunari.



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

Corpo idrico	Stazioni	Prof. (m)	Y (GB)	X (GB)	Corpo idrico	Stazioni	Prof. (m)	Y (GB)	X (GB)
<b>TEU1</b>	TEU1_1FI	0,7	5062354	2393567	<b>TPO4</b>	TPO4_1FI	0,7	5065500	2375279
	TEU1_2FI	0,7	5063422	2391625		TPO4_2FI	0,7	5063966	2374730
<b>TEU2</b>	TEU2_1FI	0,7	5064043	2390718	<b>TPO5</b>	TPO5_1FI	0,7	5061780	2372340
	TEU2_2FI	0,7	5063043	2390860		TPO5_2FI	0,7	5062256	2370913
<b>TEU3</b>	TEU3_1FI	0,7	5065699	2384696		TPO5_3FI	0,7	5063572	2373886
<b>TEU4</b>	TEU4_1FI	0,7	5066126	2381696	<b>TME1</b>	TME1_1FI	0,7	5069728	2379859
	TEU4_2FI	0,7	5065250	2378229	<b>TME2</b>	TME2_1FI	0,7	5068377	2373750
	TEU4_3FI	0,7	5065175	2380185	<b>TME3</b>	TME3_1FI	0,7	5065752	2373085
<b>TPO1</b>	TPO1_1FI	0,7	5065299	2391627		TME3_2FI	0,7	5067323	2373386
<b>TPO2</b>	TPO2_1FI	0,7	5066079	2389926	<b>TME4</b>	TME4_1FI	0,7	5064470	2371054
	TPO2_2FI	0,7	5067455	2387774	<b>FM2</b>	FM2_1FI	0,7	5063384	2396560
	TPO2_3FI	0,7	5067693	2385326	<b>FM3</b>	FM3_2FI	0,7	5062440	2395272
<b>TPO3</b>	TPO3_1FI	0,7	5066899	2380016		FM3_3FI	0,7	5062355	2396312
	TPO3_2FI	0,7	5066755	2377621		FM3_1FI	0,7	5062644	2398228
	TPO3_3FI	0,7	5067865	2377571	<b>FM4</b>	FM4_1FI	0,7	5064080	2385636
	TPO3_4FI	0,7	5067202	2382059		FM4_2FI	0,7	5061009	2390214

Tab. 1b. Elenco dei corpi idrici e delle stazioni di campionamento per il monitoraggio della fauna ittica.

### 3. Stato ecologico

La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici è effettuata in base alla classe più bassa relativa agli elementi biologici, fisico-chimici a sostegno e chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità). Gli elementi di qualità biologica monitorati nei 17 corpi idrici lagunari del Friuli Venezia Giulia sono fitoplancton, macrofite, macroinvertebrati bentonici e fauna ittica. Per la classificazione dello stato ecologico sono stati utilizzati i risultati dei macroinvertebrati bentonici, delle macrofite e degli elementi fisico-chimici a sostegno. Per gli EQB fitoplancton e fauna ittica, non sono ancora disponibili gli indici e le condizioni di riferimento da utilizzare per la classificazione.

E' necessario un approfondimento di indagine per le macrofite di alcuni corpi idrici, in quanto i risultati finora ottenuti non appaiono coerenti con le conoscenze acquisite per le acque lagunari, come descritto in maggior dettaglio nel paragrafo 3.2.

#### 3.1 Fitoplancton

Nel periodo 2009-2012 sono state effettuate 12 campagne di monitoraggio ed analizzati 204 campioni, per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton, i cui risultati sono riportati per ogni corpo idrico nelle schede allegate alla relazione. Per il monitoraggio del fitoplancton è stata scelta una stazione per corpo idrico, corrispondente a quella in cui sono rilevati i parametri fisico-chimici della colonna d'acqua.

In generale nei primi due anni sono state rilevate abbondanze medie quasi sempre inferiori a 500.000 cell/L, ad eccezione dei corpi idrici TME2, TME3 e FM1 nel primo anno, e solo FM1 nel secondo anno. Nel terzo anno di indagine, i valori medi sono risultati più elevati in tutti i corpi idrici ed hanno raggiunto, in quasi tutti i corpi idrici, 1.000.000 cell/L, con dei picchi in TME3 e FM1 (fig. 2).

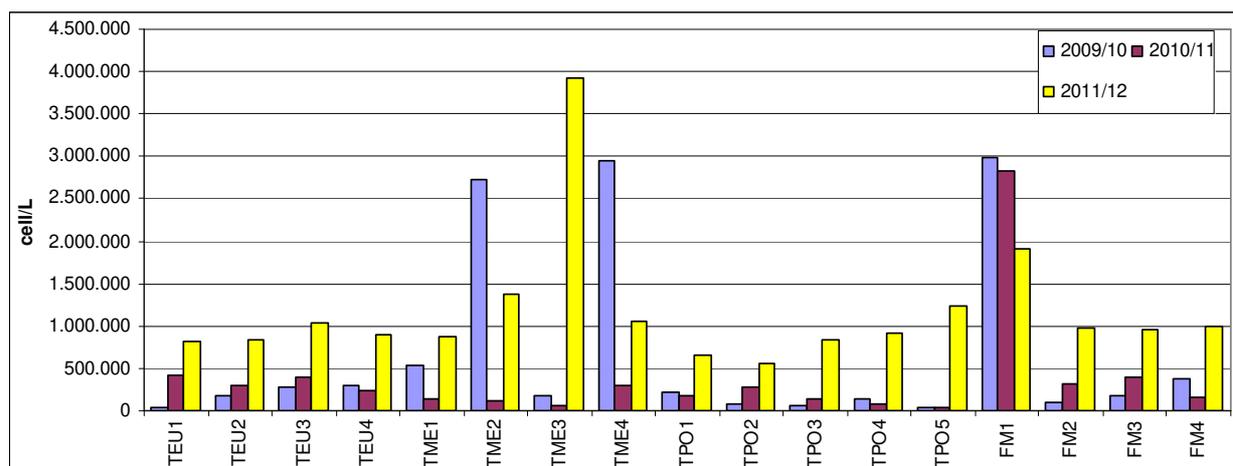


Fig. 2. Valori medi di fitoplancton in 17 corpi idrici nei tre anni di indagine.

Nel triennio di indagine sono state registrate alcune proliferazioni microalgali ascrivibili a diversi taxa, tali fioriture hanno interessato zone più o meno ampie della laguna.

Le fioriture più evidenti sono state registrate nei corpi idrici situati nella parte più interna della laguna di Marano, interessata dagli apporti di acque dolci (TME2, TME3, TME4) e nel corpo idrico FM1 corrispondente alla Val Cavanata.



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

In particolare nel corpo idrico TME2, sono state rilevate due fioriture, a febbraio 2010, di *Eutreptiella* sp.p. con 5.786.164 cell/L e, ad agosto 2010, della diatomea *Cylindrotheca closterium* (3.184.365 cell/L).

In TME3 è stata registrata, a maggio 2012, un'elevata densità (2.412.000 cell/L) di piccole microalghe flagellate determinate come cfr. *Hemiselmis* sp.p. (Cryptophyceae), questa proliferazione si è estesa, con abbondanze ridotte, alla maggior parte della laguna; ad agosto 2012 è stata rilevata una fioritura di *Cylindrotheca closterium* (2.792.453 cell/L) ed altre diatomee indeterminate (oltre  $3 \times 10^6$  cell/L), gli stessi gruppi erano presenti in gran parte della laguna, ma con abbondanze molto più basse.

Il corpo idrico TME4 è stato interessato da un'unica proliferazione di microalghe appartenenti alle Cryptophyceae (10.663.920 cell/L) a maggio 2010.

Nel corpo idrico FM1 sono state registrate alcune proliferazioni microalgali a novembre 2009, maggio 2010 e novembre 2011 di Cryptophyceae, con abbondanze, rispettivamente, di 3.554.640 cell/L, 2.142.658 cell/L e 5.973.200 cell/L. A maggio 2012 si è avuta una proliferazione primaverile di diatomee appartenenti al genere *Chaetoceros* con 1.352.452 cell/L.

Nel mese di febbraio 2012 è stata rilevata una fioritura tardo-invernale della diatomea *Skeletonema*, il massimo è stato registrato nel corpo idrico TEU3, nella parte centrale della laguna, con 1.046.038 cell/L, ma la presenza più o meno abbondante dell'alga è stata rilevata in quasi tutti i corpi idrici; la parte più orientale della laguna è stata invece interessata, nello stesso periodo, da una anomala proliferazione delle Cryptophyceae, con abbondanze di circa 1.500.000 cell/L.

Per quanto riguarda le specie potenzialmente tossiche, si segnala, ad agosto 2012, la presenza di un'abbondante ed estesa popolazione di *Alexandrium* cfr. *taylori*, con un picco massimo in TME201 (467.925 cell/L); questa specie è stata rilevata anche nei corpi idrici FM1, TEU4, TPO3, TPO4, TPO5, TME1, TME2, TME3, TME4. Infine in FM1 sono state osservate le uniche fioriture (agosto 2010 e agosto 2012) a carico della Raphidophyceae potenzialmente tossica *Chattonella*, mai segnalata in altri campionamento o altri siti). Sempre in FM1 è stata rilevata la presenza a febbraio 2011 di una popolazione piuttosto abbondante (864.000 cell/L) di *Prorocentrum minimum*, dinoflagellato potenzialmente tossico.

### 3.2 Macrofite

Il DM 260/10 prevede per la classificazione dello stato ecologico delle macrofite, l'applicazione dell'indice MaQI (Macrophyte Quality Index), che integra i due elementi di qualità biologica macroalghe e fanerogame. L'indice MaQI è composto da due versioni: una versione esperta (E-MaQI) da applicarsi quando il numero di specie nella stazione di monitoraggio è maggiore di 20, ed una versione rapida (R-MaQI), da applicarsi quando il numero di specie è inferiore a 20. L'R-MaQI permette la classificazione attraverso un unico campionamento, purché esso venga effettuato a maggio o inizio giugno, quando molte specie algali possono presentare elevate biomasse e coperture; l'ulteriore campionamento effettuato in ottobre, previsto nel DM 260/2010, è utile per confermare la prima classificazione.

Nella laguna di Marano e Grado, poiché il numero totale di specie per ciascuna stazione è risultato sempre inferiore a 20 è stato applicato l'indice R-MaQI utilizzando la tabella riportata nel manuale ISPRA (novembre 2012). Il campionamento della macrofite è



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

stato effettuato nel mese di maggio 2011, in 25 stazioni distribuite nei diversi corpi idrici lagunari.

Il DM 260/10 riporta le condizioni di riferimento ed i limiti di classe per definire lo stato di qualità delle macrofite (tab.4.4.1/a-b DM260/10), in base a tre macrotipi, definiti attraverso le caratteristiche geomorfologiche, l'escursione di marea e la salinità. Nella Laguna di Marano e Grado sono stati identificati due dei tre macrotipi: M-AT-2 (laguna microtidale meso e polialina) e M-AT-3 (laguna microtidale eualina).

Per definire lo stato di qualità ecologica è stata effettuata l'analisi dei dati del 2011, in collaborazione con l'Università di Trieste – Dipartimento di Scienze della Vita.

Le condizioni migliori sono state rilevate nella zona centrale della laguna, maggiormente influenzata dalle acque marine, in cui sono presenti elevate coperture di fanerogame marine (*Zostera marina*, *Nanozostera noltii*, *Cymodocea nodosa*) (tab.2).

Nelle aree più interne della laguna l'applicazione dell'indice R-MaQI ha evidenziato delle incongruenze nella correlazione con i parametri ambientali e spesso non sembra distinguere tra la riduzione di specie dovuta a condizioni di naturale confinamento, rispetto a quella legata ad influenze antropiche. Pertanto, poiché i risultati dell'applicazione dell'indice per le aree più interne non sembrano essere coerenti con le conoscenze acquisite per le acque lagunari, non è stato ancora definito il loro stato di qualità.

Per la complessità dell'ecosistema lagunare e per la variabilità dei parametri ecologici l'uso di indici fitobentonici in acque lagunari pone due principali problematiche: le condizioni di riferimento e gli indicatori da adottare.

Indagini della comunità fito e zoobentonica relative alla Laguna di Venezia e Marano-Grado caratterizzate da differenti forzanti e comunità, delineano la laguna come un "sistema di ecosistemi". Gli indici biologici fitobentonici, proposti in letteratura in questi ultimi anni non hanno al momento ancora trovato una valutazione univoca da parte della comunità scientifica anche per la diversa valutazione che possono fornire in particolari situazioni (Curiel e Rismondo, 2008; Falace et al., 2009; Curiel et al., 2012). A questo si aggiunge il limitato numero di applicazioni da parte di più ricercatori in diverse aree e la mancata intercalibrazione, al fine di testarne la coerenza con i macrodescrittori classici.

Gli indici fitobentonici applicati alla laguna di Marano e Grado individuano un gradiente principale lungo il quale si osserva una graduale riduzione della biodiversità che agisce dai litorali verso la gronda lagunare con una riduzione della biodiversità algale, per la quale rivestono un ruolo determinante la diminuzione della salinità e gli apporti di acque dolci che veicolano nutrienti e particolato sospeso, oltre all'incremento dei tempi di residenza delle acque.

L'impressione che si riceve dall'analisi degli indici algali è che al momento ci si trovi in una fase di "work in-progress" e vi siano ancora aspetti da chiarire soprattutto nelle zone più interne e confinate o di gronda lagunare.

Tenendo conto che si possono verificare delle discrepanze nella valutazione dello stato ecologico tra gli indici, appare al momento ragionevole, ai fini della WFD, implementare le valutazioni programmando monitoraggi con metodiche che permettano di assumere



dati per applicare più indici macroalgali e più descrittori funzionali, al fine di disporre, nelle considerazioni finali, di più elementi per la caratterizzazione ecologica dei corpi idrici.

In generale gli indici fitobentonici definiscono uno stato ecologico simile dove i parametri di valutazione sono ben definiti: aree vivificate, specie sensitive, elevato numero di specie, alghe rosse, specie di tarda successione ecologica (fanerogame); nelle aree di gronda lagunare o in prossimità di foci gli indici possono fornire valutazioni diverse perché prendono in esame aspetti differenti dell'ecologia del fitobenthos (copertura algale, numero di specie);

Gli indici basati sul numero delle specie (<10 specie) come l'Indice R-MaQI manifestano problemi nelle aree interne dove, a causa del confinamento, si riduce in modo naturale il numero di specie.

In generale gli indici fitobentonici non tengono in considerazione il confinamento presente negli ambienti di transizione (concetto zoobentonico) e tarano lo stato ecologico buono sulle bocche di porto, che sono aree fortemente marinizzate; nelle aree di gronda lagunare e alle foci tendono a fornire un giudizio ecologico peggiorativo, che non tiene conto della posizione del corpo idrico lungo il gradiente di confinamento.

Per i motivi sopra descritti per alcuni corpi idrici (tab. 2) non viene ancora definito lo stato di qualità delle macrofite, in attesa di effettuare un approfondimento dell'analisi di questo parametro.

Codice corpo idrico	Descrizione	Macrotipo	RQE (R-MaQI)	STATO
TEU1	Ravaiarina - Gorgo	M-AT-3	0,52	Su
TEU2	Fondale Nassion	M-AT-3	0,85	E
TEU3	Anfora - Casoni Maricchio	M-AT-3	0,85	E
TEU4	Ciuciai de soto - Ficarior S. Piero esterno	M-AT-3	0,90	E
TPO1	Ara Storta	M-AT-2		
TPO2	Laguna Silisia - Fondale della Gran Chiusa	M-AT-2	0,25	Sc
TPO3	Ciuciai de sora - Ficarior S.Piero interno	M-AT-2	0,80	B
TPO4	Foci dello Stella esterno	M-AT-2	0,50	Su
TPO5	Acque - Tapo	M-AT-2		
TME1	Secca Zellina - Marano	M-AT-2		
TME2	Secca di Muzzana	M-AT-2		
TME3	Foci dello Stella interno	M-AT-2		
TME4	Secca Man di Spiesà	M-AT-2	0,25	Sc
FM1	Valle Cavanata	M-AT-2		
FM2	Paludo della Carogna	M-AT-2	0,35	Sc
FM3	Barbana	M-AT-3	0,60	Su
FM4	Isole della Gran Chiusa - Banco d'Orio	M-AT-3		

Tab. 2. Valori medi dell'indice R-MaQI e stato ecologico delle macrofite per corpo idrico.

### 3.3 Macroinvertebrati bentonici

Il macrobenthos include, convenzionalmente, organismi di dimensioni superiori ad 1 mm, che vivono sul fondo marino o sono strettamente associati a esso, in particolare, nell'ambiente lagunare, i gruppi più rilevanti sono: policheti, molluschi e crostacei.



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

Per il monitoraggio dei macroinvertebrati bentonici sono state scelte 21 stazioni ed è stato effettuato un unico campionamento a maggio 2011. Il prelievo è stato effettuato utilizzando una benna van Veen, con superficie di presa di 0,047 m<sup>2</sup>; in ogni stazione sono state raccolte quattro repliche ed il sedimento è stato setacciato su maglie da 1 mm di lato.

Il numero di taxa varia da un minimo di 6 nella parte più confinata della laguna di Marano (TME2), a 52 nel corpo idrico TEU1, situato nella fascia eualina della laguna e quindi maggiormente influenzato dalle acque marine. In generale i valori più elevati si notano nelle area in cui l'influenza marina è maggiore, mentre il minor numero di specie si rileva nella fascia più interna della laguna, con caratteristiche mesoaline (fig. 3).

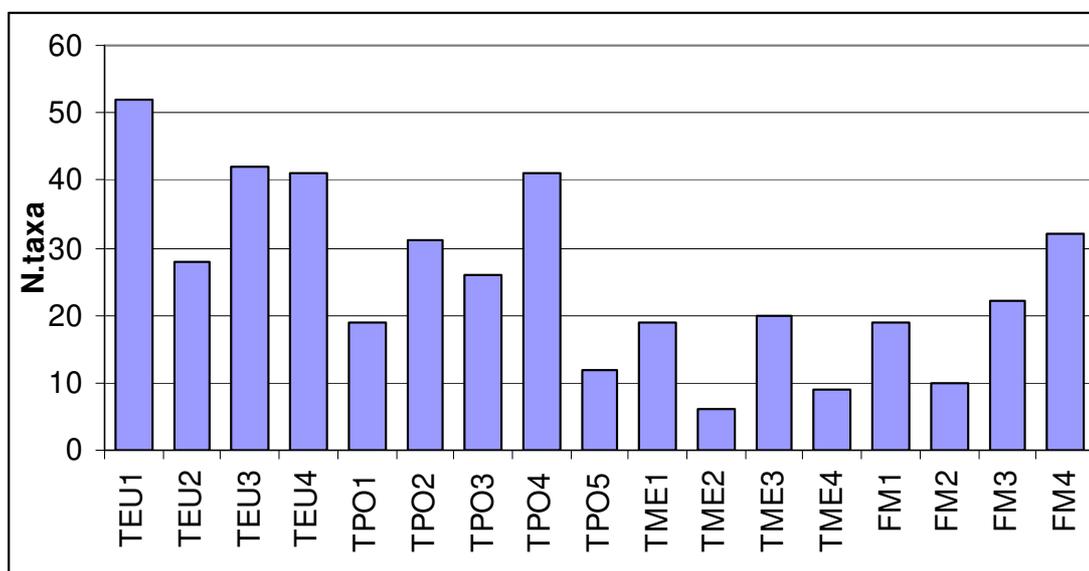


Fig. 3. Valori medi del numero di taxa per corpo idrico.

Per la valutazione dello stato ecologico dell'EQB macroinvertebrati bentonici è stato usato l'indice M-AMBI. E' un indice multivariato, derivante da una evoluzione dell'indice AMBI, integrato con l'indice di diversità di Shannon-Wiener (H') e con il numero di specie (S). Il calcolo dell'indice M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette 3 componenti con tecniche di analisi statistica multivariata. Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 ed 1, e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Nel DM 260/10 vengono definiti i valori di riferimento per l'applicazione dell'indice M-AMBI per due macrotipi, presenti nelle acque lagunari regionali: M-AT-2 (laguna microtidale meso e poli-alina) e M-AT-3 (laguna microtidale eualina).

Dall'analisi dei risultati dell'indice M-AMBI, un solo corpo idrico è in stato elevato, 6 sono in stato BUONO, 9 ricadono nello stato SUFFICIENTE ed uno in stato scarso (tab.3).



Codice corpo idrico	Descrizione	Macrotipo	AMBI	H'	S	M-AMBI	STATO
TEU1	Ravaiarina - Gorgo	M-AT-3	2,5	4,49	52	0,89	B
TEU2	Fondale Nassion	M-AT-3	3,2	3,78	28	0,66	Su
TEU3	Anfora - Casoni Maricchio	M-AT-3	3,3	3,85	42	0,73	B
TEU4	Ciuciai de soto - Ficariol S. Piero esterno	M-AT-3	2,3	3,62	41	0,78	B
TPO1	Ara Storta	M-AT-2	3,1	1,21	19	0,61	Su
TPO2	Laguna Silisia - Fondale della Gran Chiusa	M-AT-2	2,5	3,30	31	0,96	B
TPO3	Ciuciai de sora - Ficariol S. Piero interno	M-AT-2	3,8	3,10	26	0,75	B
TPO4	Foci dello Stella esterno	M-AT-2	2,7	3,54	41	1,03	E
TPO5	Acque - Tapo	M-AT-2	3,0	2,19	12	0,67	Su
TME1	Secca Zellina - Marano	M-AT-2	2,9	3,09	19	0,82	B
TME2	Secca di Muzzana	M-AT-2	2,9	0,85	6	0,52	Sc
TME3	Foci dello Stella interno	M-AT-2	3,1	1,90	20	0,69	Su
TME4	Secca Man di Spiesà	M-AT-2	2,8	2,09	9	0,66	Su
FM1	Valle Cavanata	M-AT-2	3,2	2,43	19	0,71	Su
FM2	Paludo della Carogna	M-AT-2	3,3	2,55	10	0,65	Su
FM3	Barbana	M-AT-3	3,1	3,66	22	0,63	Su
FM4	Isole della Gran Chiusa - Banco d'Orio	M-AT-3	3,6	3,31	32	0,61	Su

Tab. 3. Valori medi dell'indice AMBI, dell'indice di diversità (H'), del numero di specie (S) e dell'indice M-AMBI, con relativo stato ecologico per ogni corpo idrico.

Lo stato di qualità più basso si rileva nei corpi idrici di tipo mesoalino ed in quelli fortemente modificati, in cui il ricambio è ridotto, a seguito di alterazioni fisiche dovute all'attività umana; lo stato buono o elevato caratterizza i corpi idrici con caratteristiche polialine ed eualine, che presentano un grado minore di confinamento.

Utilizzando questo indice, la qualità risulta peggiore con l'aumentare delle specie tolleranti ed opportuniste, specie che normalmente sono le più abbondanti negli ambienti di transizione, in quanto sono in grado di sopportare l'elevata variabilità ambientale (forti gradienti di temperatura, salinità, concentrazioni elevate di materia organica), tipica di queste aree, quindi il metodo potrebbe sottostimare lo stato di qualità dei macroinvertebrati bentonici.

Nel calcolo dell'indice M-AMBI, per valutare lo stress antropico, vengono utilizzate le percentuali di specie sensibili e tolleranti presenti nel campione, ma nelle acque di transizione, che sono ambienti "naturalmente" stressati per i forti gradienti ambientali (temperatura, salinità, concentrazioni elevate di materia organica), le specie tolleranti rappresentano la maggioranza del popolamento, in quanto sono quelle in grado di sopportare queste condizioni. Pertanto le specie solitamente considerate indicatrici di disturbo, possono non esserlo in questi ecosistemi e questo rende difficile la distinzione tra l'effetto dello stress naturale e quello causato da un impatto antropico (Elliot e Quintino, 2007; Dauvin, 2007). Inoltre, per una corretta classificazione dello stato di qualità ecologica è importante definire le condizioni di riferimento per i diversi tipi. Nel D.M. n. 260/10, le condizioni di riferimento per i macroinvertebrati bentonici delle acque di transizione sono le stesse, sia per le acque con caratteristiche mesoaline che per quelle polialine, mentre nella Laguna di Marano e Grado, queste diverse caratteristiche di salinità determinano la presenza di popolamenti bentonici differenti, sia qualitativamente che quantitativamente.

Per questi motivi i risultati ottenuti con l'applicazione dell'indice M-AMBI potrebbero, almeno nelle zone più confinate, sottostimare l'effettiva qualità del corpo idrico.



### 3.4 Fauna ittica

Il campionamento della fauna ittica è stato effettuato nel 2010 a cadenza semestrale (primavera e autunno) in tutti i corpi idrici eccetto FM1, Val Cavanata, dove il monitoraggio è iniziato nella primavera del 2011. L'attività è stata ripetuta nel 2011 e 2012, sempre con frequenza semestrale.

I campioni sono stati raccolti in 32 stazioni con il metodo dei cogolli, avvalendosi dei mezzi e dell'esperienza dei pescatori di Marano Lagunare e Grado. Tale metodo di campionamento è ufficialmente utilizzato in Francia per il medesimo monitoraggio, in quanto sfrutta l'energia della marea per la cattura del pesce. Le stazioni di campionamento sono state scelte in funzione delle aree di pesca in ciascun corpo idrico. La valutazione dello stato ecologico è stata effettuata applicando un indice multimetrico sperimentale (Habitat Fish Index), basato sulle relazioni tra la fauna ittica e la valutazione delle pressioni insistenti su ciascun corpo idrico, in particolare l'indice proposto è stato sviluppato secondo l'approccio habitat specifico di Franco et al. (2009). Le metriche sono state selezionate testandone la sensibilità alle pressioni agenti sui singoli corpi idrici, considerando le pressioni che determinano una variazione della morfologia degli habitat, quelle legate all'utilizzo del territorio e quelle che determinano un deterioramento della condizioni chimico-fisiche.

Per definire lo stato di qualità ecologica è stata effettuata l'analisi dei dati del 2010, in collaborazione con il Dipartimento di scienze ambientali, informatica e statistica dell'Università Ca' Foscari di Venezia. In tab. 4 si riporta, in via preliminare, lo stato della fauna ittica, in attesa che l'indice venga ottimizzato e validato ufficialmente.

Codice corpo idrico	Descrizione	Macrotipo	Habitat Fish Index (HFI)	STATO
TEU1	Ravaiarina - Gorgo	M-AT-3	0,38	Su
TEU2	Fondale Nassion	M-AT-3	0,52	B
TEU3	Anfora - Casoni Maricchio	M-AT-3	0,48	Su
TEU4	Ciuciai de soto - Ficariol S. Piero esterno	M-AT-3	0,47	Su
TPO1	Ara Storta	M-AT-2	0,46	Su
TPO2	Laguna Silisia - Fondale della Gran Chiusa	M-AT-2	0,40	Su
TPO3	Ciuciai de sora - Ficariol S.Piero interno	M-AT-2	0,49	B
TPO4	Foci dello Stella esterno	M-AT-2	0,63	B
TPO5	Acque - Tapo	M-AT-2	0,63	B
TME1	Secca Zellina - Marano	M-AT-2	0,66	B
TME2	Secca di Muzzana	M-AT-2	0,84	E
TME3	Foci dello Stella interno	M-AT-2	0,73	E
TME4	Secca Man di Spiesà	M-AT-2	0,73	E
FM1	Valle Cavanata	M-AT-2		
FM2	Paludo della Carogna	M-AT-2	0,29	Sc
FM3	Barbana	M-AT-3	0,38	Su
FM4	Isole della Gran Chiusa - Banco d'Orio	M-AT-3	0,49	B

Tab. 4. Valori medi dell'indice per la fauna ittica con relativo stato ecologico per ogni corpo idrico.

### 3.5 Elementi di qualità fisico chimica e idromorfologica

Nella classificazione dello stato ecologico delle acque di transizione gli elementi fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici, da utilizzare nella classificazione sono: azoto inorganico disciolto (DIN), fosforo reattivo (P-PO<sub>4</sub>) e ossigeno disciolto. I



campionamenti, per questi parametri, sono stati effettuati mensilmente nel corso dei tre anni di indagine in 17 stazioni, i risultati sono riportati come media dei tre anni (tab. 5).

Codice corpo idrico	Descrizione	Macrotipo	DIN (µM)	P-PO4 (µM)	STATO
TEU1	Ravaiarina - Gorgo	M-AT-3	13,5	0,04	B
TEU2	Fondale Nassion	M-AT-3	17,3	0,03	B
TEU3	Anfora - Casoni Maricchio	M-AT-3	24	0,02	Su
TEU4	Ciuciai de soto - Ficarior S. Piero esterno	M-AT-3	31,3	0,02	Su
TPO1	Ara Storta	M-AT-2	28,3	0,04	B
TPO2	Laguna Silisia - Fondale della Gran Chiusa	M-AT-2	21,4	0,33	B
TPO3	Ciuciai de sora - Ficarior S. Piero interno	M-AT-2	30,9	0,03	Su
TPO4	Foci dello Stella esterno	M-AT-2	33,5	0,04	Su
TPO5	Acque - Tapo	M-AT-2	56,8	0,04	Su
TME1	Secca Zellina - Marano	M-AT-2	54,1	0,04	Su
TME2	Secca di Muzzana	M-AT-2	82,3	0,12	Su
TME3	Foci dello Stella interno	M-AT-2	100	0,16	Su
TME4	Secca Man di Spiesà	M-AT-2	74,3	0,08	Su
FM1	Valle Cavanata	M-AT-2	14,6	0,15	B
FM2	Paludo della Carogna	M-AT-2	18	0,04	B
FM3	Barbana	M-AT-3	10	0,03	B
FM4	Isole della Gran Chiusa - Banco d'Orio	M-AT-3	22,3	0,04	Su

Tab. 5. Valori medi di azoto inorganico disciolto (DIN) e fosforo reattivo (P-PO<sub>4</sub>) nei corpi idrici lagunari e relativo stato ecologico.

I valori medi più elevati di azoto inorganico disciolto sono stati registrati nei corpi idrici maggiormente influenzati dalle acque dolci dei fiumi che sfociano in laguna, che sono: TME1 TME2 TME3 TME4 e TPO5. Il fosforo reattivo ha invece valori sempre inferiori ai limiti della tab. 4.4.2/a del DM 260/10 per i corpi idrici con salinità maggiore di 30 psu, per i quali sono stati definiti i limiti di classe. Per i corpi idrici con salinità inferiore a 30 psu, i valori del fosforo reattivo sono comunque bassi.

L'ossigeno disciolto non ha mai evidenziato concentrazioni prossime all'ipossia e anossia, ma si sottolinea che i dati raccolti sono puntuali, in quanto nel triennio in esame non sono state utilizzate sonde in continuo che, invece, da giugno 2013, sono state posizionate in 5 punti della laguna di Marano per rilevare i dati fisico-chimici.

La valutazione degli **elementi idromorfologici** a sostegno influenza la classificazione dello stato ecologico solo nel passaggio tra lo stato buono ed elevato. I parametri da considerare, come indicato nella tab. A.1.1 del DM 260/10, sono:

- regime di marea: flusso di acqua dolce e scambio con il mare
- condizioni morfologiche: natura e composizione del substrato, profondità, e struttura della zona intertidale.

Per la Laguna di Marano e Grado, nel 2011, è stata pubblicata una carta batimetrica, che descrive la batimetria dei canali lagunari e delle piane di marea. Nel 2012 è stato effettuato lo "Studio delle aree barenicole della Laguna di Marano e Grado" dal Dipartimento di Matematica e Geoscienze (DMG) dell'Università degli Studi di Trieste, grazie al quale sono state approfondite le conoscenze delle barene, attraverso lo studio



di 13 aree campione su cui sono stati effettuati rilievi morfologici, topografici e fitosociologici. Sono stati poi considerati gli aspetti morfoevolutivi su scala temporale estesa (ultimi 60 anni), attraverso la “fotografia” dell’estensione delle barene in tre diversi momenti temporali, ottenuta grazie alla vettorializzazione delle loro superfici sulla base delle foto aree del 1954, 1990, 2006.

Infine nell’ambito del monitoraggio, per delineare la natura e composizione del substrato, sono stati raccolti campioni per le analisi granulometriche e del contenuto in materia organica del sedimento, i cui risultati sono riportati nelle schede dei corpi idrici allegate.

### 3.6 Elementi chimici a sostegno della classificazione ecologica nelle acque, sostanze non prioritarie (tabella 1/B del DM 260/2010)

Per le sostanze non prioritarie, tabella 1/B del DM 260/10, il monitoraggio è obbligatorio se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate in quantità significativa nel corpo idrico. A causa di informazioni non sufficienti per effettuare una valida e chiara selezione delle sostanze, a fini precauzionali sono state analizzate tutte le sostanze per le quali il laboratorio ha potuto garantire un’analisi conforme ai requisiti normativi.

Per quanto riguarda gli **elementi chimici a sostegno**, nelle **acque** sono stati considerati tutti gli elementi della tabella 1/B del DM 260/2010 come schematizzato in tab. 6, analizzati con frequenza mensile anziché trimestrale nei 17 corpi idrici lagunari e sulle due principali foci fluviali regionali (Isonzo e Tagliamento) per un totale di 13-14 campioni per corpo idrico.

Tab. 6. Elenco di tutte le sostanze non prioritarie (Tab.1/B del DM 260/10) con i dettagli relativi a prelievi ed analisi. In verde si seleziona la categoria di sostanze appartenenti ai fitofarmaci per la quale si rimanda a specifico approfondimento ARPA FVG, 2014.

<b>SOSTANZA</b>	<b>Periodo analitico</b>	<b>Corpi idrici analizzati</b>	<b>NOTE al 01/06/2014</b>
Arsenico	2009-2010	tutti	
Azinfos Etile	/		Attualmente non analizzate
Azinfos Metile	/		analizzabili in futuro se immesse
Bentazone	/		analizzabili in futuro se immesse
2-Cloroanilina	/		Attualmente non analizzate
3-Cloroanilina	/		Attualmente non analizzate
4-Cloroanilina	/		Attualmente non analizzate
Clorobenzene	2009-2010	tutti	
2-Clorofenolo	2009-2010	tutti	
3-Clorofenolo	2009-2010	tutti	
4-Clorofenolo	2009-2010	tutti	
1-Cloro-2-nitrobenzene	/		Attualmente non analizzate
1-Cloro-3-nitrobenzene	/		Attualmente non analizzate
1-Cloro-4-nitrobenzene	/		Attualmente non analizzate
Cloronitrotolueni	/		Attualmente non analizzate
2-Clorotoluene	2009-2010	tutti	
3-Clorotoluene	2009-2010	tutti	
4-Clorotoluene	2009-2010	tutti	
Cromo totale	2009-2010	tutti	
2,4-D	/		analizzabili in futuro se immesse



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

<b>SOSTANZA</b>	<b>Periodo analitico</b>	<b>Corpi idrici analizzati</b>	<b>NOTE al 01/06/2014</b>
Demeton	/		Attualmente non analizzate
3,4-Dicloroanilina	/		Attualmente non analizzate
1,2-Diclorobenzene	2009-2010	tutti	
1,3-Diclorobenzene	2009-2010	tutti	
1,4-Diclorobenzene	2009-2010	tutti	
2,4-Diclorofenolo	2009-2010	tutti	
Diclorvos	/		Attualmente non analizzate
Dimetoato	/		analizzabili in futuro se immesse
Eptaclor	/	tutti	
Fenitroton	/		Attualmente non analizzate
Fention	/		analizzabili in futuro se immesse
Linuron	/		analizzabili in futuro se immesse
Malation	/		analizzabili in futuro se immesse
MCPA	/		Attualmente non analizzate
Mecoprop	/		Attualmente non analizzate
Metamidofos	/		Attualmente non analizzate
Mevinfos	/		analizzabili in futuro se immesse
Ometoato	/		analizzabili in futuro se immesse
Ossidemeton-Metile	/		Attualmente non analizzate
Paration Etile	/		Attualmente non analizzate
Paration Metile	/		Attualmente non analizzate
2,4,5-T	/		Attualmente non analizzate
Toluene	2009-2010	tutti	
1,1,1-Tricloroetano	2009-2010	tutti	
2,4,5-Triclorofenolo	2009-2010	tutti	
2,4,6-Triclorofenolo	2009-2010	tutti	
Terbutilazina	2009-2010	tutti	
Desetilterbutilazina	2009-2010	tutti	
Composti del TrifenilStagno (come catione)	2012	FM3, TEU3, TEU4, TME4, TPO1, TPO4, TPO5	
	2013	FM2, FM4, TEU1, TME1, TME3	
	2014	FM1, TME2, TPO2, TPO3	*manca ancora TEU201
m-xilene	2009-2010	tutti	
o-xilene	2009-2010	tutti	
p-xilene	2009-2010	tutti	
Pesticidi singoli	2009-2010	tutti	endosulfan solfato, eptacloroepossido, metolachlor
Pesticidi totali	2009-2010	tutti	



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

Nel triennio 2009-2012, nei corpi idrici non si sono verificati superamenti<sup>1</sup> delle SQA-MA per le sostanze analizzate non appartenenti all'elenco di priorità, pertanto, sulla base delle indicazioni di cui al paragrafo A.4.5 del DM 260 del 2010, anche considerando gli esiti del Trifenilstagno nel 2012 e nel 2013, lo stato degli elementi chimici a sostegno si definisce BUONO (tab. 7). Per il 2014 i risultati sono parziali, ma al momento non evidenziano criticità.

Tab. 7. Stato elementi chimici a sostegno. Dati triennio 2009-2012.  
Le integrazioni dei dati al 01/06/2014, confermano lo stato BUONO.

<b>CORPO IDRICO di transizione</b>		<b>STATO ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO TAB 1/B del DM 260/10; dati 2009-2012 ed integrazioni 2013-2014 come da tab.6 sopra riportata.</b>
TEU1	Ravaiarina - Gorgo	<b>B</b>
TEU2	Fondale Nassion	<b>B</b>
TEU3	Anfora - Casoni Maricchio	<b>B</b>
TEU4	Ciuciai de soto - Ficariol S. Piero esterno	<b>B</b>
TPO1	Ara Storta	<b>B</b>
TPO2	Laguna Silisia - Fondale della Gran Chiusa	<b>B</b>
TPO3	Ciuciai de sora - Ficariol S.Piero interno	<b>B</b>
TPO4	Foci dello Stella esterno	<b>B</b>
TPO5	Acque - Tapo	<b>B</b>
TME1	Secca Zellina - Marano	<b>B</b>
TME2	Secca di Muzzana	<b>B</b>
TME3	Foci dello Stella interno	<b>B</b>
TME4	Secca Man di Spiesà	<b>B</b>
FM1	Valle Cavanata	<b>B</b>
FM2	Paludo della Carogna	<b>B</b>
FM3	Barbana	<b>B</b>
FM4	Isole della Gran Chiusa - Banco d'Orio	<b>B</b>
AT218	Foce Isonzo	<b>B</b>
AT212	Foce Tagliamento	<b>B</b>

Il ciclo del monitoraggio operativo è annuale (nota 9, tab. 3.7 del DM 260/10) per le sostanze non prioritarie (tab. 1/B), se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate in quantità significativa nel corpo idrico (nota 12, tab. 3.7 del DM 260/10).

Di conseguenza sono sottoposte al monitoraggio solo le sostanze che soddisfano i criteri delle note sopra riportate, con le frequenze previste dalla norma, ed in particolare quelle rilevate in quantità significativa nel corpo idrico, o connesse alle pressioni che insistono sullo stesso o più utili al fine della valutazione e classificazione dello stato ecologico.

<sup>1</sup> La conformità al valore limite di legge è stata verificata utilizzando i criteri riportati nel manuale ISPRA 52/2009.



#### 4. Stato chimico

Lo stato chimico è definito in base ai risultati delle analisi delle sostanze dell'elenco di priorità (tab. 1/A e 2/A, DM 260/10).

Per la classificazione dello stato chimico per la Regione Friuli Venezia Giulia è stata scelta la matrice acqua e sono stati effettuati i campionamenti anche sulla matrice sedimento.

Il monitoraggio chimico delle acque è stato effettuato per oltre un anno nei sei anni di validità del piano di gestione (2009-2015) con la prevista frequenza mensile per le sostanze prioritarie della tabella 1/A del DM 260/10 (D.Lgs. 152/06).

Non essendo disponibile una chiara definizione delle pressioni e degli impatti per ogni singola sostanza che evidenziasse scarichi, immissioni ed impatti per i corpi idrici, a fini precauzionali sono state analizzate tutte le sostanze di tabella 1/A di cui non era possibile escludere a priori la presenza e per le quali il laboratorio disponeva di risorse umane, strumentali e finanziarie necessarie per un'analisi conforme alla norma.

Non sono state analizzate nel 2009-2010 alcune sostanze prioritarie per i seguenti motivi:

Alcani, C10-C13, cloro	come segnalato dalla norma, non è ancora disponibile un metodo analitico
Diuron Isoproturon	lo studio pluriennale sui fitofarmaci effettuato per le acque superficiali interne e concluso nel 2014, basato sulle indicazioni ISPRA e sulle vendite regionali, riporta una selezione dei fitofarmaci prioritari. Queste 2 sostanze attive non risultano tra le vendite regionali dal 2009 al 2011 (ultimi dati elaborati). Se le analisi effettuate sulle acque superficiali interne (ARPA FVG, 2014) dovessero evidenziare criticità per queste sostanze, sarà valutato l'impatto anche nei corpi idrici lagunari prospicienti le foci dei fiumi.
Di(2-etilesil)ftalato	essendo gli ftalati ubiquitari non risulta possibile, con i mezzi attualmente disponibili, effettuare analisi in conformità alla norma.
Difeniletero bromato	analizzati dal 2012.
Tributilstagno	analizzati dal 2012.

Le sostanze prioritarie analizzate nel 2009-2010 per i 17 corpi idrici lagunari (Tab. 8) e sulle due principali foci fluviali regionali (Isonzo e Tagliamento) non hanno evidenziato concentrazione media annua (MA) o concentrazione massima ammissibile (CMA) superiori ai limiti degli standard di qualità ambientale (SQA).

Con un campionamento stratificato e partendo dai corpi idrici ritenuti maggiormente significativi, dal 2012 è stato possibile analizzare anche il Tributilstagno (come catione) ed il Difeniletero bromato (sommatoria congeneri 28,47,99,100,153,e 154).



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

Per il Tributilstagno il campionamento ha interessato sinora (dati aggiornati al 01/06/2014) 16 dei 17 corpi idrici dei quali 7 nel 2012 e per il Difeniletere bromato 13 dei 17 corpi idrici, dei quali 2 nel 2012 (tab. 8).

Tab. 8: Elenco di tutte le sostanze prioritarie della tabella 1/A del DM 260/10 con i dettagli relativi a prelievi ed analisi. In verde si evidenziano le sostanze appartenenti alla categoria fitofarmaci, per la quale nel 2014 è stato redatto da ARPA FVG uno specifico approfondimento sulle acque superficiali (ARPA FVG, 2014).

SOSTANZA	Periodo analitico	Corpi idrici analizzati	NOTE al 01/06/2014
Alaclor	2009-2010	tutti	
Alcani, C10-C13, cloro	/		Attualmente non analizzate
Antiparassitari del ciclodiene	2009-2010	tutti	
Antracene	2009-2010	tutti	
Atrazina	2009-2010	tutti	
Benzene	2009-2010	tutti	
Cadmio e composti	2009-2010	tutti	
Clorfenvinfos	2009-2010	tutti	
Clorpirifos	2009-2010	tutti	
DDT totale	2009-2010	tutti	
DDT pp	2009-2010	tutti	
1,2-Dicloroetano	2009-2010	tutti	
Diclorometano	2009-2010	tutti	
Di(2etilsilftalato)	/		Attualmente non analizzate
Difeniletere bromato	2012	TME2, TME3	dal 2012
	2013	FM2,FM3,FM4,TEU1, TME1,TME2,TME3, TME4,TPO4	
	2014	FM1,TEU4, TPO2,TPO3	Mancano ancora TEU2, TEU3, TPO1, TPO5
Diuron	/		analizzabili in futuro se immesse
Endosulfan	2009-2010	tutti	
Esaclorobenzene	2009-2010	tutti	
Esaclorobutadiene	2009-2010	tutti	
Esaclorocicloesano	2009-2010	tutti	
Fluorantene	2009-2010	tutti	
Benzo a Pirene	2009-2010	tutti	
Benzo(b+j)Fluorantene + Benzo(k)Fluorantene	2009-2010	tutti	
Indeno(1,2,3-cd)Pirene +Benzo(g,h,i)Perilene	2009-2010	tutti	
Isoproturon	/		analizzabili in futuro se immesse
Mercurio e composti	2009-2010	tutti	
Naftalene	2009-2010	tutti	
Nichel	2009-2010	tutti	



SOSTANZA	Periodo analitico	Corpi idrici analizzati	NOTE al 01/06/2014
Nonilfenolo	2009-2010	tutti	
Octilfenolo	2009-2010	tutti	
Pentaclorobenzene	2009-2010	tutti	
Pentaclorofenolo	2009-2010	tutti	
Piombo	2009-2010	tutti	
Simazina	2009-2010	tutti	
Tetracloruro di carbonio	2009-2010	tutti	
Tetracloroetilene	2009-2010	tutti	
Tricloroetilene	2009-2010	tutti	
Composti del Tributilstagno (come catione)	2012	FM3,TEU3,TEU4,TME4, TPO1,TPO4, TPO5	
	2013	FM2,FM3,FM4,TEU1, TME1,TME3,TME4, TPO4	
	2014	FM1,TEU4,TME2,TME4, TPO2,TPO3	*manca ancora TEU201
Triclorobenzeni	2009-2010	tutti	
Triclorometano	2009-2010	tutti	
Trifluralin	2009-2010	tutti	

#### 4.1 Tributilstagno

Ad oggi (dati aggiornati al 01/06/2014) il Tributilstagno ha superato lo standard di qualità ambientale come media annua su 15 corpi idrici di cui si dispone di dati completi (tab. 9; fig. 4) ed in TPO4 e TME4 anche come concentrazione massima ammissibile SQA-CMA.

Non sono stati rilevati superamenti dei limiti normativi nei corpi idrici TEU3, FM2 ed FM4, né in TME1 e TME3, seppur, in questi ultimi due casi, con 10 anziché 12 campionamenti.

Si ricorda che la conformità al valore limite di legge è stata verificata utilizzando i criteri riportati nel manuale ISPRA 52/2009.

Tab. 9. Medie delle concentrazioni di Tributilstagno (come catione) per corpo idrico e per anno e numero campioni analizzati; dati aggiornati a giugno 2014; in rosso si evidenziano i superamenti accertati, in arancio i rischi di superamento con dati parziali.

SOSTANZA	Corpo idrico	ANNO	MEDIA <sup>1</sup> (µg/l)	CAMPIONI al 01/06/2014
TriButilStagno (come catione)	FM1	2014	0,00005	4
TriButilStagno (come catione)	FM2	2013	0,00020	12
TriButilStagno (come catione)	FM3	2012	0,00039	12
TriButilStagno (come catione)		2013	0,00031	12
TriButilStagno (come catione)	FM4	2013	0,00015	12
TriButilStagno (come catione)	TEU1	2013	0,00029	12
TriButilStagno (come catione)	TEU3	2012	0,00015	12



SOSTANZA	Corpo idrico	ANNO	MEDIA <sup>1</sup> (µg/l)	CAMPIONI al 01/06/2014
TriButilStagno (come catione)	TEU4	2012	<b>0,00031</b>	12
TriButilStagno (come catione)		2013	<b>0,00042</b>	2
TriButilStagno (come catione)		2014	0,00013	4
TriButilStagno (come catione)	TME1	2013	0,00016	10
TriButilStagno (come catione)	TME2	2014	0,00014	5
TriButilStagno (come catione)	TME3	2013	0,00014	10
TriButilStagno (come catione)	TME4	2013	<b>0,00034</b>	12
TriButilStagno (come catione)		2014	<b>0,00030</b>	5
TriButilStagno (come catione)		2012	<b>0,00054</b>	12
TriButilStagno (come catione)	TPO1	2012	<b>0,00028</b>	12
TriButilStagno (come catione)	TPO2	2014	0,00015	4
TriButilStagno (come catione)	TPO3	2014	0,00011	4
TriButilStagno (come catione)	TPO4	2012	<b>0,00041</b>	12
TriButilStagno (come catione)		2013	<b>0,00025</b>	12
TriButilStagno (come catione)	TPO5	2012	<b>0,00030</b>	12
TriButilStagno (come catione)		2013	<b>0,00060</b>	2

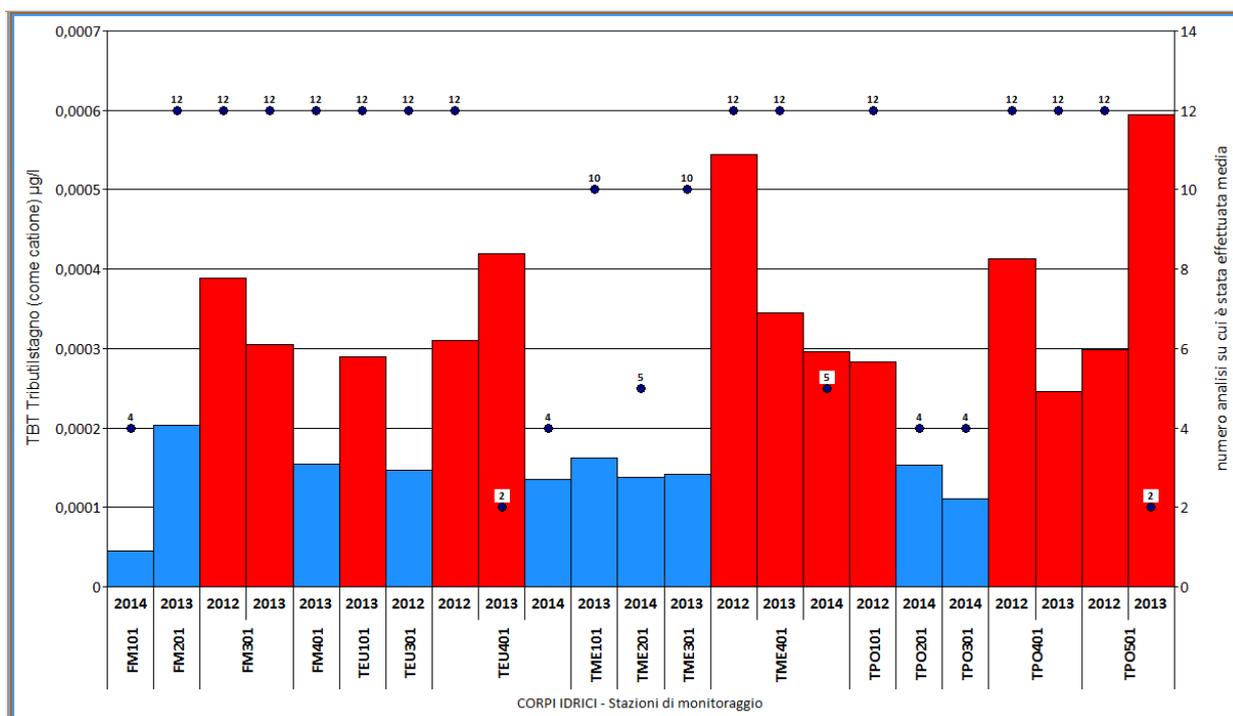


Fig. 4. Istogramma delle concentrazioni medie di Tributilstagno (come catione) per corpo idrico, per anno e numero campioni analizzati; dati aggiornati a giugno 2014; In rosso le medie superiori al valore di conformità<sup>1</sup>.



#### 4.2 Difeniletere bromato

Il Difeniletere bromato non evidenzia rischi di superamento degli Standard di Qualità Ambientale come Media Annuale se non per il corpo idrico TME2 nel 2013, che nel 2012 risultava conforme al limite medio previsto di 0,0002 µg/l. Per il corpo idrico TPO2 i dati del 2014 sono parziali, ma evidenziano un rischio di superamento (tab. 10, fig. 5).

Si sottolinea che per questo parametro, la Direttiva del Parlamento europeo e Consiglio Ue 2013/39/Ue, cui gli Stati membri devono conformarsi entro il 14 settembre 2015, elimina il limite medio annuo ed identifica per i Difenileteri bromurati esclusivamente un valore massimo da non superare di 0,014 µg/l, mai raggiunto nei campioni sinora analizzati.

Tab. 10. Medie delle concentrazioni di Difeniletere bromato per corpo idrico, per anno e numero campioni analizzati (dati aggiornati a giugno 2014); in rosso si evidenziano i superamenti accertati, in arancio i rischi di superamento con dati parziali.

SOSTANZA	Corpo idrico	ANNO	MEDIA <sup>1</sup> (µg/l)	CAMPIONI al 01/06/2014
Difeniletere bromato	FM1	2014	0,00010	3
Difeniletere bromato	FM2	2013	0,00019	12
Difeniletere bromato	FM3	2013	0,00018	12
Difeniletere bromato	FM4	2013	0,00017	12
Difeniletere bromato	TEU1	2013	0,00014	12
Difeniletere bromato	TEU4	2014	0,00015	3
Difeniletere bromato	TME1	2013	0,00018	12
Difeniletere bromato	TME2	2012	0,00013	7
Difeniletere bromato		2013	0,00089	12
Difeniletere bromato		2013	0,00018	12
Difeniletere bromato	TME3	2012	0,00013	7
Difeniletere bromato		2013	0,00017	12
Difeniletere bromato	TME4	2013	0,00022	12
Difeniletere bromato	TPO2	2014	0,00038	3
Difeniletere bromato	TPO3	2014	0,00011	3
Difeniletere bromato	TPO4	2013	0,00014	12

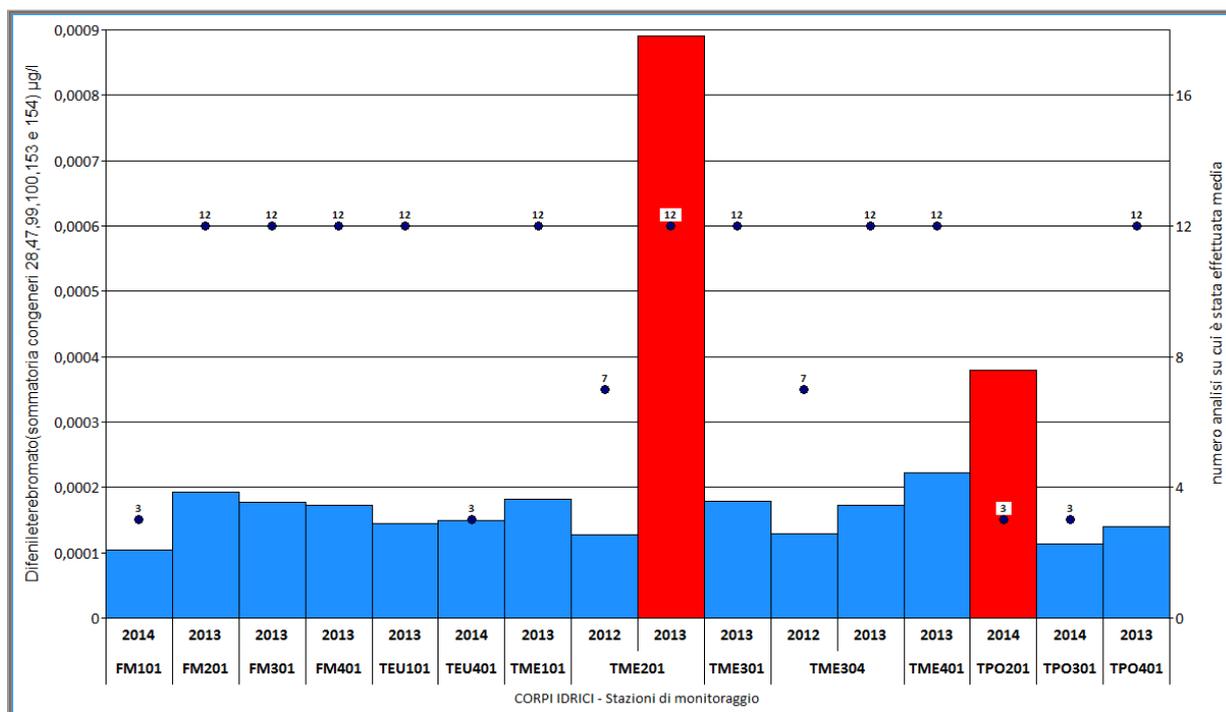


Fig. 5. Istogramma delle concentrazioni medie di Difeniletero bromato per corpo idrico e per anno e numero campioni analizzati; dati aggiornati a giugno 2014; In rosso le medie superiori al valore di conformità<sup>1</sup>.

### 5. Sostanze dell'elenco di priorità ed altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità nei sedimenti (tabb. 2/A e 3/B DM 260/10)

Nella valutazione dei risultati dei **sedimenti**, si è tenuto conto del “margine di tolleranza del 20%” previsto dal DM 260/2010 rispetto ai limiti della Tab.2/A e 3/B.

I risultati dei campionamenti effettuati nel 2009, evidenziano che le concentrazioni di mercurio e nichel superano, in tutti i corpi idrici, i valori degli SQA della tab. 2/A del DM 260/10. Per quanto riguarda il mercurio è noto che la fonte principale è costituita dagli apporti solidi trasportati dal fiume Isonzo, arricchiti a loro volta dall'immissario Idrica che attraversa l'area estrattiva di Idrija (Slovenia), mineralizzata a cinabro e sfruttata da più di 500 anni di attività mineraria. La sorgente secondaria è attribuibile agli sversamenti di reflui industriali provenienti dallo stabilimento chimico di Torviscosa che hanno compromesso principalmente l'area prospiciente la foce del sistema fluviale Aussa-Corno. Per il nichel, visto che l'anomalia è estesa e che le concentrazioni non evidenziano gradienti spaziali particolari, è più probabile che la sua presenza sia legata a fattori litogenici locali o alla maggiore solubilità dei minerali primari che lo contengono e che per *weathering* chimico e meccanico vengono trasportati nell'ambiente lagunare. I valori di Cd e Pb non superano in nessun sito gli SQA, mentre nel caso del Cr sono stati evidenziati 2 superamenti in TME1 ed FM4.

Prendendo in considerazione i contaminanti organici si possono evidenziare 2 criticità all'interno del sistema lagunare (corpi idrici TME1 e TPO2) corrispondenti alle aree maggiormente soggette agli apporti storici provenienti dal sito industriale dell'Aussa-Corno. In particolare, in TME1 viene superato lo SQA definito dalla sommatoria degli



IPA totali con 1056  $\mu\text{g Kg}^{-1}$ . I composti singoli che superano gli SQA sono benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene e fluorantene. Nel corpo idrico TPO2 si assiste ad un superamento dei valori soglia per il benzo(a)pirene e il benzo(k)fluorantene.

## 6. Saggi biologici

In base alle concentrazioni di inquinanti rilevate nei sedimenti lagunari, nel 2010, 2011 e 2012 sono stati effettuati **test ecotossicologici** su tre specie e diverse matrici. I risultati del 2010 mostrano una tossicità alta in due corpi idrici (TEU3, TEU4), media in 9 corpi idrici e bassa in 6 corpi idrici. Nel 2011 sono state ripetute le analisi in tutti i corpi idrici, ed è stata evidenziata una tossicità bassa o assente in tutti i corpi idrici, ad eccezione di TEU3 e TPO1, in cui la tossicità era media. Nel 2012 le analisi sono state ripetute in 4 corpi idrici, in cui è stata registrata una tossicità bassa o assente (tab. 11). Nella tab. 12 vengono riportati i risultati in dettaglio per i diversi saggi e matrici nei tre anni di indagine.

Corpo idrico	TEU1	TEU2	TEU3	TEU4	TPO1	TPO2	TPO3	TPO4	TPO5	TME1	TME2	TME3	TME4	FM1	FM2	FM3	FM4
2010	bassa	media	alta	alta	bassa	media	media	media	media	media	bassa	bassa	bassa	media	media	bassa	media
2011	bassa	bassa	media	bassa	media	bassa	assente	bassa	assente	bassa	assente						
2012		bassa	assente	bassa										bassa			

Tab.11. Risultati dei saggi biologici.



Tab. 12. Dettaglio dei risultati per i diversi saggi e matrici.

foglio1		2010							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna:	Giudizio:
TEU1	TEU101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,58	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	13,1	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-22	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	11	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	36	3	C	tox alta
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	TEU102	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,51	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,33	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-104	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-1	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	18	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
TEU2	TEU201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,96	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	19,67	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-55	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	100	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	28	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
TEU3	TEU301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	23,9	4	D	tox molto alta
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	2,66	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-52	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	81	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	22	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	60			TOX TOT ALTA
	TEU302	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	5,94	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	4,85	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	32	2	B	tox media
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	85	3	C	tox molto alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	18	2	B	tox molto alta
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	80			TOX TOT ALTA
TEU4	TEU401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	4,39	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-1,52	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-27	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	52	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	17	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	60			TOX TOT ALTA
	TEU402	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	3,21	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,13	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	43	2	B	tox media
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	93	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	16	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	80			TOX TOT ALTA
	TEU403	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,37	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-0,07	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-43	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	67	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	3	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	TEU404	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,47	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-1,68	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	15	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	87	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	15	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA



Tab.12 (cont)

foglio2		2010							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna:	Giudizio:
TPO1	TPO101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	5,84	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	2,59	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-21	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-1	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	10	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	TPO102	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	2,44	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	6,01	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-65	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-1	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	22	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
TPO2	TPO201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,83	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-0,72	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-32	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	92	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	13	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	TPO202	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	3,06	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	2,61	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	18	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	98	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	3	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
	TPO203	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,49	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	7,52	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	0	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	82	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	41	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
	TPO204	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	9,23	3	C	tox alta
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	8,86	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-27	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	90	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	35	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	60			TOX TOT ALTA
TPO3	TPO301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,95	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	5,2	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	15	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-1	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	19	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	TPO302	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,28	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	6,4	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-21	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	16	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	5	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
	TPO303	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,52	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,2	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	25	2	B	tox media
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	44	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	10	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT ASSENTE



Tab.12(cont)

foglio3		2010							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna:	Giudizio:
TPO3	TPO304	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,81	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	20,61	2	B	tox media
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	4	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	97	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	10	1	A	tox assente/trascurabile
	TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT ASSENTE	
	TPO305	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,79	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	9,13	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-13	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	84	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	16	2	B	tox media
	TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA	
	TPO306	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	3,69	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	12,69	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-1	1	A	tox assente/trascurabile
Elutriato		metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	91	3	C	tox alta	
Sed TQ		Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	74	4	B	tox molto alta	
TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	60			TOX TOT ALTA		
TPO4	TPO401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,62	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	30,6	3	C	tox alta
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-10	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	20	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	5	1	A	tox assente/trascurabile
	TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA	
	TPO402	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,85	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-0,7	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-26	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	55	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	4	1	A	tox assente/trascurabile
	TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT ASSENTE	
	TPO403	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,67	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	8,7	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-66	1	A	tox assente/trascurabile
Elutriato		metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	46	2	B	tox media	
Sed TQ		Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	26	2	B	tox media	
TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA		
TPO404	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,47	1	A	tox assente/trascurabile	
	Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-1,68	1	B	tox media	
	Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	15	1	A	tox assente/trascurabile	
	Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	87	3	C	tox alta	
	Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	15	2	A	tox assente/trascurabile	
TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA		
TPO5	TPO501	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,68	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	22,3	2	B	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-51	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	42	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	22	2	B	tox media
	TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	60			TOX TOT ALTA	
	TPO502	Sed TQ	SPT	X	STI	0,38	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,15	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-16	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-10	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	7	1	A	tox assente/trascurabile
	TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE	
	TPO503	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,63	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	20,6	2	B	tox media
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	2	1	A	tox assente/trascurabile
Elutriato		metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-11	1	A	tox assente/trascurabile	
Sed TQ		Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	5	1	A	tox assente/trascurabile	
TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA		



Tab.12 (cont)

foglio4		2010							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna:	Giudizio:
TME1	TME101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,97	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	-0,38	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-13	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	49	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	7	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	TME102	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,49	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,3	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	23	2	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	93	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	1	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
TME2	TME201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,26	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	5,7	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-95	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	34	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	2	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	108	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,62	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	4,48	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	15	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	59	3	C	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	4	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
TME3	TME301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,9	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	5,5	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-33	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	22	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	14	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
TME4	TME401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,34	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,9	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-50	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	57	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	20	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
	TME402	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,75	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	6,6	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-67	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	5	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	1	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE



Tab.12 (cont)

foglio5		2010							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna:	Giudizio:
FM1	FM101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,34	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	6,85	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-76	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	24	2	B	tox media
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	30	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
FM2	FM201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	4,31	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	9,92	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-7	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	6	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	6	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	FM202	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	4,2	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	3,93	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-50	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-23	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	36	3	C	tox alta
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
FM3	FM301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	2,79	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	13,86	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-37	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	-6	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	25	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
	FM302	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,92	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	15,39	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	0	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	16	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	20	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	20			TOX TOT BASSA
FM4	FM401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	8,37	3	C	tox alta
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	1,71	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-54	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	100	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	4	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
	FM402	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,53	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	8,96	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-57	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	97	3	C	tox alta
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	30	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	40			TOX TOT MEDIA
	FM403	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,81	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	10,96	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-27	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	metodo interno	<i>Acartia tonsa</i>	% inibizione	4	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	15	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE



Tab.12 (cont)

foglio1		2011							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna	Giudizio:
TME4	TME401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,554	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	16,54	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-52	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	12	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TPO5	TPO501	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,635	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	8,63	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-40	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	12	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TPO4	TPO401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,213	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	8,63	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-11	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	11	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TME3	TME301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,59	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	9,58	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-38	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	15	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TME2	TME201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,568	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	17,33	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	10	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	3	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TME1	TME102	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,345	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	14,43	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-12	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	6	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TPO3	TPO306	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,838	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	14,66	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-11	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	9	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TEU4	TEU401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	3,384	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	5,87	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-20	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	8	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
TEU3	TEU301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	3,246	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	6,47	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-61	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	20	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	50			TOX TOT MEDIA
TPO2	TPO204	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	2,399	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	27,84	2	B	tox media
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-14	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	8	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
FM4	FM401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,729	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	13,37	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-52	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	7	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE



Tab.12 (cont)

foglio2		2011							
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna	Giudizio:
TEU2	TEU201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,524	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	13,41	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-37	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	17	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
TPO1	TPO101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	7,951	3	C	tox alta
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	8,69	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-47	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	21	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	50			TOX TOT MEDIA
TEU1	TEU101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,932	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	10,09	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-29	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	16	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
FM3	FM301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	3,151	2	B	tox media
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	6,05	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-11	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	9	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
FM2	FM202	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	2,149	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	12,3	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-27	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	11	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
FM1	FM101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,296	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	59,24	3	C	tox alta
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-45	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	13	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
<b>2012</b>									
Corpo Id	St.	Matrice	Test	Specie	Param	Valore	Classe	Colonna	Giudizio:
TEU4	TEU401	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,843	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	13,15	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-10	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	27	2	B	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
TEU3	TEU301	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,762	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	7,695	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	1	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	<1	1	A	tox media
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	0			TOX TOT ASSENTE
TEU2	TEU201	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	1,64	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	32,39	2	B	tox media
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-4	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	5	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA
FM1	FM101	Sed TQ	SPT	<i>Vibrio fischeri</i>	STI	0,389	1	A	tox assente/trascurabile
		Elutriato	Comparison	<i>Vibrio fischeri</i>	% inibizione	35,64	2	B	tox media
		Elutriato	72h microp	<i>Dunaliella Tertiolecta</i>	% inibizione	-25	1	A	tox assente/trascurabile
		Sed TQ	Iso16712:2005	<i>Corophium sp</i>	% mortalità	<1	1	A	tox assente/trascurabile
		TOT	BATTERIA	Batteria	Ti	25			TOX TOT BASSA



## **7. Proposta di classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico**

Lo **STATO ECOLOGICO** di un corpo idrico è classificato in base alla classe più bassa risultante dal monitoraggio dei seguenti tre gruppi di elementi: elementi biologici, elementi fisico-chimici a sostegno, ad eccezione di quelli utili ai soli fini interpretativi, elementi chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità).

Nel DM 260/10 par. A.4.6.1 sono indicate due fasi per giungere alla classificazione ecologica. La "Fase I" integra gli elementi biologici con quelli fisico-chimici, la "Fase II" integra i risultati della prima con gli elementi chimici a sostegno (altri inquinanti specifici).

In tabella 13 è riportata una sintesi dei risultati del monitoraggio operativo effettuato nel periodo 2009-2012 e le fasi che hanno portato alla classificazione dei corpi idrici di transizione del Friuli Venezia Giulia. Per quanto riguarda l'integrazione con gli elementi chimici a sostegno, è stata considerata la matrice acqua.

Lo *stato ecologico* risulta buono in TEU3, TEU4, TPO3, maggiormente influenzati dalle acque marine, sufficiente in 10 corpi idrici e scarso in 4 (tab. 13, fig. 6) .

I risultati delle analisi dell'azoto inorganico disciolto (DIN) avrebbero declassato i corpi idrici TEU3, TEU4, TPO3 a sufficiente, ma il DM 260/10 (par. A.4.4.2) prevede, nel caso in cui gli elementi di qualità biologica siano in stato buono o elevato ed i nutrienti superino i limiti con un incremento inferiore al 75%, la possibilità di non declassare automaticamente il corpo idrico, purché venga effettuata un'attività di approfondimento delle indagini. Tali indagini devono prevedere la verifica dello stato degli elementi di qualità biologica rappresentativi dello stato trofico del corpo idrico (fitoplancton e macrofite) ed il controllo dei nutrienti con frequenza mensile per un anno nel caso di superamento <50%; per due anni, se il superamento è superiore al 50%, ma inferiore al 75%. Nei corpi idrici TEU3, TEU4, TPO3, il superamento, nei primi tre anni di monitoraggio mensile corrisponde rispettivamente a 33%, 73,1% e 2,9%, quindi sempre inferiore al 75% inoltre, nel corso dei tre anni non è stata rilevata una tendenza significativa di aumento della concentrazione del DIN. Per quanto riguarda gli elementi di qualità biologica più sensibili alla concentrazione di nutrienti, in questi corpi idrici sono state rilevate ampie aree a fanerogame con una copertura variabile dal 40 al 100%; per il fitoplancton non sono state registrate situazioni anomale. Per i motivi appena descritti i tre corpi idrici sono stati classificati in stato ecologico buono.

Per i corpi idrici fortemente modificati, per i quali non sono state definite delle condizioni di riferimento specifiche, si è provato ad applicare le stesse condizioni di riferimento ed i limiti di classe usati per gli altri corpi idrici, per la loro classificazione; i risultati hanno evidenziato 3 corpi idrici in "potenziale" ecologico sufficiente ed 1 scarso.

Codice CORPO IDRICO	Nome CORPO IDRICO	Macrotipo	EQB_Macrofite	EQB_Macroinvertebrati bentonici	Elementi fisico-chimici a sostegno DIN (µM) P-PO4 (µM)	FASE 1	STATO INQUINANTI SPECIFICI (Tab.1/B)	STATO ECOLOGICO (2009-12)
TEU1	Ravaiarina - Gorgo	M-AT-3	Su	B	B	Su	B	Su
TEU2	Fondale Nassion	M-AT-3	F	Su	B	Su	B	Su
TEU3	Anfora - Casoni Maricchio	M-AT-3	F	B	Su	B	B	B
TEU4	Ciuciai de soto - Ficariol S. Piero esterno	M-AT-3	F	B	Su	B	B	B
TPO1	Ara Storta	M-AT-2		Su	B	Su	B	Su
TPO2	Laguna Silisia - Fondale della Gran Chiusa	M-AT-2	Sc	B	B	Sc	B	Sc
TPO3	Ciuciai de sora - Ficariol S.Piero interno	M-AT-2	B	B	Su	B	B	B
TPO4	Foci dello Stella esterno	M-AT-2	Su	E	Su	Su	B	Su
TPO5	Acque - Tapo	M-AT-2		Su	Su	Su	B	Su
TME1	Secca Zellina - Marano	M-AT-2		B	Su	Su	B	Su
TME2	Secca di Muzzana	M-AT-2		Sc	Su	Sc	B	Sc
TME3	Foci dello Stella interno	M-AT-2		Su	Su	Su	B	Su
TME4	Secca Man di Spiesà	M-AT-2	Sc	Su	Su	Sc	B	Sc
FM1	Valle Cavanata	M-AT-2		Su	B	Su	B	Su
FM2	Paludo della Carogna	M-AT-2	Sc	Su	B	Sc	B	Sc
FM3	Barbana	M-AT-3	Su	Su	B	Su	B	Su
FM4	Isole della Gran Chiusa - Banco d'Orio	M-AT-3		Su	Su	Su	B	Su

Tab. 13 Stato ecologico delle acque di transizione relativo al monitoraggio operativo 2009-2012.

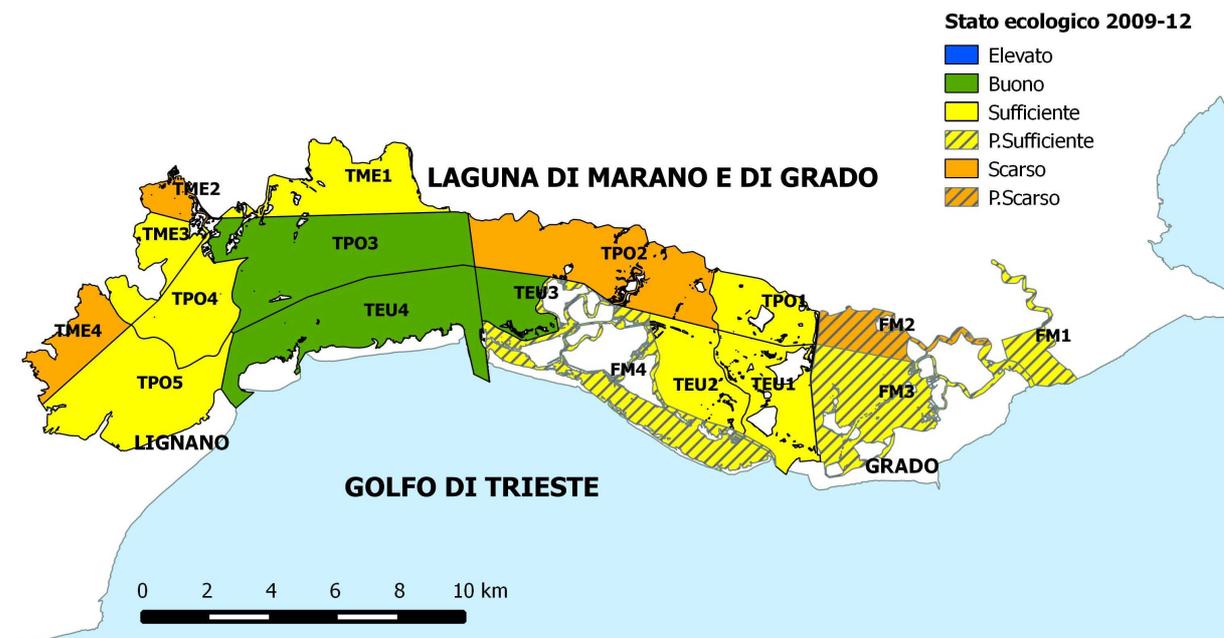


Fig. 6. Stato ecologico delle acque di transizione relativo al monitoraggio operativo 2009-2012.



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

Lo **STATO CHIMICO** calcolato secondo le indicazioni di tabella 4.6.3/a, paragrafo A.4.6.3 del DM 260/10, limitatamente ai parametri finora analizzati nei 17 corpi idrici di transizione, ha mostrato criticità per i parametri Tributilstagno e Difeniletere bromato.

Attualmente, considerati tutti i dati completi ed aggiornati al 01/06/2014, risulta BUONO in 4 corpi idrici, mentre 8 evidenziano il MANCATO CONSEGUIMENTO DELLO STATO CHIMICO BUONO a causa di superamento dello standard di qualità ambientale per Tributilstagno (7) o Difeniletere bromato (1). Per gli altri mancano ancora alcuni campionamenti per completare il quadro analitico e pertanto si può affermare che lo stato chimico è BUONO per i parametri analizzati nel 2009-2010, ma in attesa di eventuale revisione sulla base degli esiti di TBT e PBDE in corso o programmati nel 2015 (tab. 14, fig. 7).

Tab. 14. Sintesi dello stato chimico e programma del monitoraggio per i corpi idrici di transizione

CORPO IDRICO	STATO CHIMICO	ANNO MONITORAGGIO	NON CONFORM	TIPO	MONITORAGGIO	PROGRAMMA TBT	PROGRAMMA PBDE
FM1	B?	2009-2010	2014		Sorveglianza	IN CORSO	?
FM2	B	2009-2010	2013		Sorveglianza	COMPLETATO	OK
FM3	NB	2009-2010	2012-2013	TBT	Operativo	DA RIPRENDERE	2015
FM4	B	2009-2010	2013		Sorveglianza	COMPLETATO	OK
TEU1	NB	2009-2010	2013	TBT	Operativo	DA RIPRENDERE	2015
TEU2	B*	2009-2010	2015		Sorveglianza	DA COMPLETARE	2015
TEU3	B?	2009-2010	2012		Sorveglianza	DA COMPLETARE PBDE NEL 2015	OK
TEU4	NB	2009-2010	2012-2014	TBT	Operativo	IN CORSO	2015
TME1	B	2009-2010	2013		Sorveglianza	COMPLETATO TBT MEDIA SU 10 DATI	OK
TME2	NB	2009-2010	2013	PBDE	Operativo	IN CORSO TBT; DA RIPRENDERE PBDE	?
TME3	B	2009-2010	2012-2013		Sorveglianza	COMPLETATO TBT MEDIA SU 10 DATI	OK
TME4	NB	2009-2010	2012-2014	TBT	Operativo	IN CORSO	2015
TPO1	NB	2009-2010	2012	TBT	Operativo	DA COMPLETARE PBDE NEL 2015	2015
TPO2	B*	2009-2010	2014	PBDE?	Sorveglianza	IN CORSO	?
TPO3	B?	2009-2010	2014		Sorveglianza	IN CORSO	?
TPO4	NB	2009-2010	2012-2013	TBT	Operativo	DA RIPRENDERE	2015
TPO5	NB	2009-2010	2012-2013	TBT	Operativo	DA COMPLETARE PBDE NEL 2015	2015
<b>LEGENDA:</b>	B	buono					
	NB	non buono					
STATO CHIMICO	*	non ancora monitorati TBT e PBDE					
SECONDO IL PARAGRAFO A.4.6.3 DM 260/10	?	monitoraggio di sorveglianza o operativo in corso					
	TBT	Composti del TriButilStagno (come catione)					
	PBDE	Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28,47,99,10)					
	OK	esiti dell'ultimo monitoraggio conformi					



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

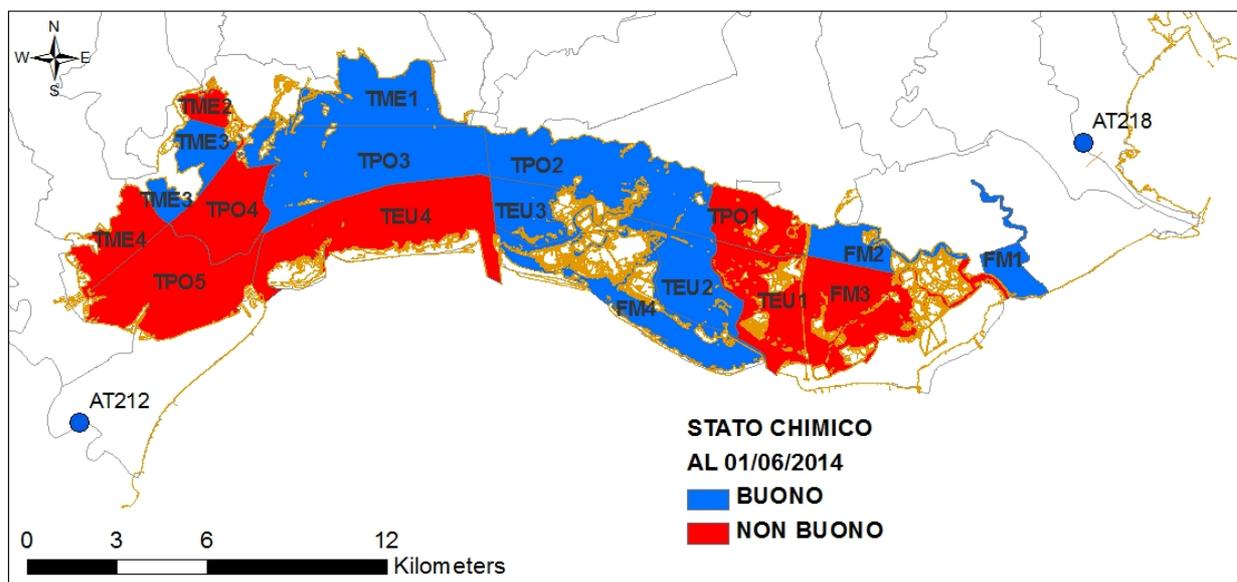


Fig. 7. Mappa dello stato chimico al 01/06/2014. Dati non ancora definitivi per FM1, TEU2, TEU3, TPO2, TPO3.

A seguito dei risultati complessivamente ottenuti, in conseguenza delle criticità evidenziate per i parametri Tributilstagno e Difenileterobromato, entro la fine del piano di Gestione proseguirà il monitoraggio operativo per i corpi idrici che hanno evidenziato superamenti o rischio di superamenti e sarà completato il monitoraggio, compatibilmente con la disponibilità di risorse che consentano l'effettuazione delle analisi in conformità alla norma.

Il ciclo del monitoraggio operativo è annuale (nota 9, tab. 3.7 del DM 260/10) per le sostanze prioritarie (tab. 1/A), se scaricate e/o rilasciate e/o immesse e/o già rilevate nel corpo idrico (nota 13, tab. 3.7 del DM 260/10).

Di conseguenza sono sottoposte al monitoraggio solo le sostanze che soddisfano i criteri delle note sopra riportate con le frequenze previste dalla norma.



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli Venezia Giulia*

## 8. Bibliografia

- Curiel D., Rismondo A. 2008. *Do phytobenthic indices match? Venice Lagoon as a case study*. In: "The implementation of the Water Framework Directive (CE2000/60) in Italy: State of the art on benthic indicators and European experiences". International workshop. 29 Aprile 2008, Ferrara.
- Curiel D, Falace A, Bandelj V, Rismondo A. (2012) Applicability and intercalibration of macrophyte quality indices to characterise the ecological status of Mediterranean transitional waters: the case of the Venice lagoon. *Marine Ecology* 33 (4): 437–459.
- Dauvin J.C. (2007) Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 271-281.
- Elliott M., Quintino V. (2007) The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 640-645.
- Falace A., Curiel D., Sfriso F. (2009) Study of the macrophyte assemblages and application of phytobenthic indices to assess the Ecological Status of the Marano-Grado Lagoon (Italy). *Marine Ecology*, 30, 480-494.
- Franco A., Torricelli P., Franzoi P., 2009. A habitat-specific fish-based approach to assess the ecological status of Mediterranean coastal lagoons. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 1704-1717.
- ARPA FVG documento interno PIANO TUTELA ACQUE Piano di gestione sessennale 2010-2015 – Acque interne – maggio 2014
- ISPRA Man. 52/2009 – L'analisi di conformità coi valori limite di legge