



Distretto Idrografico delle Alpi Orientali

PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE

River Basin Management Plan

Aggiornamento 2015-2021

*Inventario delle emissioni e
considerazioni sul bilancio idrico*

Volume 3/BIS

Marzo 2016



Distretto Idrografico delle Alpi Orientali

PIANO DI GESTIONE DELLE ACQUE

River Basin Management Plan

Aggiornamento 2015-2021

*Inventario delle emissioni e
considerazioni sul bilancio idrico*

Volume 3/BIS

Marzo 2016

Distretto idrografico delle Alpi orientali

Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza,
Piave, Brenta e Bacchiglione
Cannaregio 4314 - 30121 Venezia VE
Tel 041 714444 - Fax 041 714313

Autorità di bacino del fiume Adige
Piazza Vittoria 5 - 38122 Trento TN
Tel 0461 236000 - Fax 0461 233604

PEC alpiorientali@legalmail.it - www.alpiorientali.it

Comitato Tecnico dell'Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta e Bacchiglione

rappresentante:

Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare arch. Rosina De Piccoli
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ing. Giampietro Mayerle
Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali
Ministero per i Beni e le Attività Culturali arch. Ugo Soragni
Dipartimento Protezione Civile dott. Angelo Corazza
Agenzia per la protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici dott. Stefano Laporta
Regione del Veneto ing. Tiziano Pinato
Regione Autonoma del Friuli-Venezia Giulia Ing. Giorgio Pocecco
Provincia Autonoma di Trento ing. Vittorio Cristofori
Provincia Autonoma di Bolzano dott. Rudolf Pollinger

esperto:

prof. Aronne Armanini, arch. Luigi Chiappini, ing. Silvia Galli, ing. Gianluigi
Giannella, ing. Arturo Magno, prof. Antonio Scipioni, dott. Giovanni Valgimigli

Comitato tecnico dell'Autorità di bacino del fiume Adige

rappresentante:

Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare ing. Fabio Trezzini
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ing. Giampietro Mayerle
Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali
Ministero per i Beni e le Attività Culturali arch. Ugo Soragni
Dipartimento Protezione Civile dott. Angelo Corazza
Agenzia per la protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici dott. Stefano Laporta
Regione del Veneto ing. Tiziano Pinato
Provincia Autonoma di Trento ing. Vittorio Cristofori
Provincia Autonoma di Bolzano dott. Rudolf Pollinger

esperto:

dott. Alessandro Alessandrini, prof. Aronne Armanini, ing. Luigi Chiappini, ing. Arturo
Magno, dott.ssa Paola Polselli, prof. Antonio Scipioni

Indirizzi generali: *Ing. Roberto Casarin*

Coordinamento e sviluppo del Piano: *Ing. Andrea Braidot*

Coordinamento con il Piano di gestione del rischio di alluvioni di cui alla direttiva 2007/60/CE: *Ing. Francesco Baruffi*

Coordinamento cartografia, base dati e reporting: *dott. Renato Angheben, in collaborazione con dott. Fabio Lazzari*

Elaborazione dei documenti di Piano: *dott. Livia Beccaro, dott. Alberto Cisotto, ing. Cristiana Gotti, dott. Sara Pasini, dott. Nicoletta Sanità, dott. Paola Sartori, dott. Marcello Zambiasi, dott. Laura De Siervo*

Coordinamento VAS e partecipazione pubblica, editing: *dott. Matteo Bisaglia, in collaborazione con arch. Maria Muratto, dott. Laura Dal Pozzo, ing. Massimo Cappelletto*

Coordinamento aspetti giuridici: *Avv. Cesare Lanna, in collaborazione con dott. Miriam Evita Ballerin*

Hanno inoltre collaborato:

per la Provincia Autonoma di Bolzano: *dott. Maria Luise Kiem, dott. Giovanni Moeseneder, dott. Daniela Oberlechner, geom. Ernesto Scarperi, dott. Paul Seidemann, dott. Thomas Senoner, dott. Valter Sommadossi, dott. Karin Sparber*

per la Provincia Autonoma di Trento: *dott. Stefano Cappelletti, dott. Sergio Finato, dott. Gioacchino Lomedico, dott. Guido Orsingher, dott. Elisabetta Romagnoni, con il supporto dell'ing. Mirko Tovažzi*

per l'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente di Trento: *dott. Raffaella Canepel, ing. Veronica Casotti, dott. Catia Monauni, ing. Andrea Pontalti, dott. Sabrina Pozzi*

per la Regione del Veneto: *dott. Lisa Causin, dott. Mauro De Osti, dott. Maurizio Disegna, ing. Flavio Ferro, dott. Barbara Lazzaro, dott. Matteo Lizier, dott. Sergio Measso, dott. Chiara Rossi, dott. Gianluca Salogni, dott. Corrado Soccorso, ing. Fabio Strazzabosco, dott. Giovanni Ulliana, dott. Mattia Vnedrame, ing. Dorian Zanette, dott. Marta Novello, dott. Paolo Parati, dott. Francesca Ragusa, ing. Italo Saccardo, dott. Ivano Tanduo, dott. Anna Rita Zogno*

per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: *ing. Gianpietro Bortolussi, dott. Katia Crovatto, arch. Lucia De Colle, dott. Umberto Fattori, ing. Pietro Giust, ing. Daniela Iervolino, ing. Federica Lippi, ing. Roberto Shack, arch. Pierpaolo Zanchetta, ing. Alessandro Zucca*

per l'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente del Friuli Venezia Giulia: *dott. Floriana Aleffi, dott. Davide Brandolin, dott. Anna Lutman, dott. Giorgio Mattassi, dott. Luisella Milani, dott. Claudia Orlandi, dott. Stefano Pison, dott. Pietro Rossin, dott. Baldovino Toffolutti, dott. Antonella Zanella*

per la Regione Lombardia: *dott. Viviane Iacone, dott. Daniele Magni*

per l'Agenzia regionale per la prevenzione e protezione ambientale della Lombardia: *dott. Pietro Genoni, dott. Massimo Paleari*

per il Ministero delle Infrastrutture - Provveditorato regionale alle opere pubbliche: *ing. Fabio Riva, ing. Maria Adelaide Zito, con il supporto della dott. Patrizia Bidinotto, dell'ing. Sebastiano Carrer e della dott. Chiara Castellani*

Hanno collaborato inoltre:

per l'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico: Chiara Artusato, Irma Bonetto, Leonardo Danieli, Anna De Carlo, Erminio Dell'Orto, Michele Ferri, Luigina Filippetto, Roberto Fiorin, Milena Fontebasso, Marco Gamba, Fabio Giuriato, Giorgio Gris, Roberta Longhin, Francesca Mastellone, Francesca Monego, Martina Monego, Daniele Norbiato, Roberta Ottoboni, Renelda Stocco, Giovanni Tomei, Cecilia Trevisan.

per l'Autorità di bacino del fiume Adige: Cristina Endrizzi, Giuseppe Fragola, Michele Giovannini, Luca Guarino, Donato Iob, Ciro Libraro, Paola Montesani, Guido Pergem, Alessandro Raneri, Daniele Rossi, Roberto Veltri, Antonio Ziantoni.

Publicato a marzo 2016

Sommario

Sommario.....	1
1 Inventario dei rilasci di sostanze prioritarie da fonte diffusa, da scarichi e da perdite.....	3
1.1 Introduzione	3
1.1.1 Inquadramento normativo comunitario.....	3
1.1.2 Inquadramento normativo statale.....	4
1.1.3 Finalità dell'inventario	5
1.1.4 Approccio generale e requisiti minimi dell'inventario.....	5
1.1.5 Glossario dei termini	8
1.2 Competenze istituzionali e scelte operative	10
1.2.1 Soggetti istituzionali coinvolti.....	10
1.2.2 Iniziative attivate da ISPRA.....	10
1.2.3 Iniziative di coordinamento delle Autorità di bacino.....	14
1.2.4 Fase 1: selezione delle sostanze rilevanti.....	15
1.2.5 Fase 2: calcolo dei carichi per le sostanze rilevanti	18
1.3 Analisi dei dati	25
1.3.1 Stima aggregata dei carichi puntuali	25
1.3.2 Stima dei carichi fluviali.....	26
1.3.3 Analisi comparata dei carichi puntuali e dei carichi fluviali.....	36
1.3.4 Integrazione coi dati relativi alle sostanze dell'Annex 1 della Direttiva EQS	43
1.4 Proposte operative	45
1.4.1 Recepimento ed integrazione della Direttiva 2013/39/UE	46
1.4.2 Affinamento dei piani di monitoraggio	48
1.4.3 Rafforzamento e consolidamento del quadro conoscitivo relativo alle fonti puntuali	49
1.4.4 Migliorare la sinergia tra monitoraggio chimico e monitoraggio quantitativo	50
1.5 Bibliografia	52
2 Bilancio di massa dei nutrienti e delle sostanze organiche	53
2.1 Carichi puntuali e fluviali di nutrienti e sostanza organica	53
2.2 Ulteriori valutazioni sui trend di nutrienti e sostanza organica in chiusura di bacino	54
2.2.1 Analisi di tendenza delle concentrazioni di azoto ammoniacale e nitrati	55
2.2.2 Trend delle concentrazioni di sostanza organica (BOD ₅ e COD).....	64
2.3 Stato trofico del bacino scolante nella laguna di Venezia, andamento dei carichi e delle concentrazioni	73
2.4 I nitrati nelle acque: contributo del settore agricolo rispetto al settore civile.....	75
2.5 Analisi dei trend di fertilizzanti e prodotti fitosanitari	77
2.5.1 Trend dei fertilizzanti distribuiti al consumo.....	78

2.5.2	Trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari	80
2.5.3	Trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica.....	82
3	Prime valutazioni sul bilancio idrico.....	86
3.1	Iniziative di bilancio idrogeologico	86
3.1.1	Il bilancio idrogeologico degli acquiferi della pianura friulana predisposto nell'ambito delle attività di studio propedeutiche al Piano di tutela delle acque.....	86
3.1.2	Attività conoscitive sviluppate nell'ambito del progetto Life+ Trust.....	87
3.1.3	Il bilancio idrogeologico della pianura veneta tra il fiume Astico ed il fiume Brenta.....	88
3.1.4	Attività di bilancio idrogeologico sviluppate dalla Provincia Autonoma di Trento.....	88
3.1.5	Attività di bilancio idrogeologico sviluppate dall'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale "Laguna di Venezia".	88
3.2	Stime dei volumi di risorsa idrica prelevati dai corpi idrici sotterranei.....	89
3.3	Iniziative di bilancio idrico già sviluppate nell'ambito del territorio distrettuale.....	93
3.3.1	Provincia Autonoma di Trento.....	93
3.3.2	Provincia Autonoma di Bolzano	95
3.3.3	Studi di bilancio condotti dall'Autorità di bacino del fiume Adige.....	96
3.3.4	Il bilancio idrico dei fiumi Astico-Posina e Leogra	96
3.3.5	Studi di bilancio condotti dall'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico per il bacino del Piave e per il bacino del Brenta-Bacchiglione.....	97
3.4	Ulteriori iniziative in atto e successivi sviluppi nell'ambito del secondo ciclo di pianificazione.....	98
3.4.1	Costituzione di un web-gis dei prelievi.....	98
3.4.2	Portate concesse	100
3.4.3	Prime valutazioni sui consumi irrigui.....	101
3.4.4	Attività di revisione/integrazione del bilancio idrico.....	102
4	Allegato 1 – Contributo dell'Amministrazione Regionale sul mercurio nelle acque marine e di transizione del Friuli Venezia Giulia	104
4.1	Il Progetto MIRACLE	110
4.2	La caratterizzazione dei sedimenti della laguna di Marano e Grado secondo protocollo ICRAM	117
4.2.1	Risultati della caratterizzazione fisico-chimica e sedimentologica.....	118
4.2.2	Risultati caratterizzazione integrata chimica, tossicologia e delle comunità bentoniche (approccio TRIAD o TRIADE)	128
4.2.3	Risultati analisi del bioaccumulo e di indici di stress selezionati (biomarkers).....	133
4.3	Studi epidemiologici	135
4.4	Conclusioni	136
4.5	Bibliografia	137
5	Allegato 2 - Stima delle portate ai fini della valutazione dei carichi da fonte diffusa.....	141

1 Inventario dei rilasci di sostanze prioritarie da fonte diffusa, da scarichi e da perdite

1.1 Introduzione

1.1.1 Inquadramento normativo comunitario

L'istituzione dell'inventario dei rilasci di sostanze prioritarie da fonte diffusa, da scarichi e da perdite nasce dalle esigenze esplicitate in premessa nella Direttiva 2008/105/CE, relativa agli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, ed in particolare nei punti 6 e 20.

Se ne richiamano i contenuti.

(6) “Conformemente all'articolo 4 della Direttiva 2000/60/CE, in particolare al paragrafo 1, lettera a), gli Stati membri dovrebbero attuare le misure necessarie a norma dell'articolo 16, paragrafi 1 e 8, di detta Direttiva al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie.”

(20) “Occorre verificare la conformità agli obiettivi di arresto o eliminazione graduale e di riduzione delle sostanze, definiti nell'articolo 4, paragrafo 1, lettera a), della Direttiva 2000/60/CE e rendere la valutazione della conformità a tali obblighi un'operazione trasparente, in particolare per quanto riguarda il considerare significativi le emissioni, gli scarichi e le perdite di origine antropica, per permettere il raggiungimento di un buono stato delle acque superficiali ai sensi della DQA. Le scadenze per l'arresto o l'eliminazione graduale e la riduzione possono inoltre essere correlate soltanto ad un inventario...Serve del pari uno strumento adeguato per quantificare le perdite di sostanze che avvengono naturalmente o che derivano da processi naturali, poiché in questo caso sono impossibili sia l'arresto sia l'eliminazione graduale completi da tutte le fonti potenziali. Per rispondere a tali esigenze ciascuno Stato membro dovrebbe istituire un inventario delle emissioni, degli scarichi e delle perdite per ciascun distretto o parte di distretto idrografico situato nel suo territorio.

All'articolo 5 della stessa Direttiva vengono poi descritti i contenuti degli inventari, gli anni di riferimento dei dati da inserire e le scadenze che gli Stati membri devono rispettare.

In particolare l'istituzione dell'inventario, secondo quanto previsto dal comma 1, fa riferimento alle informazioni raccolte a norma degli articoli 5 e 8 della Direttiva 2000/60/CE e del regolamento (CE) n. 166/2006.

L'inventario comprende carte topografiche, se disponibili, delle emissioni, degli scarichi e delle perdite di tutte le sostanze prioritarie e degli inquinanti inseriti nell'Allegato 1, parte A, della Direttiva 2008/105/CE e relativi a ciascun distretto idrografico; nell'inventario figurano, ove opportuno, le concentrazioni di tali sostanze e inquinanti nei sedimenti e nel biota.

Il periodo di riferimento per la stima dei valori degli inquinanti da inserire negli inventari è un anno compreso tra il 2008 ed il 2010; per le sostanze prioritarie o gli inquinanti disciplinati dalla Direttiva 91/414/CEE, i valori possono tuttavia essere calcolati come media del triennio 2008-2010.

L'aggiornamento dell'inventario, a norma di quanto stabilito dal comma 4, avviene nell'ambito delle analisi periodicamente previste per la revisione del Piano di gestione (Direttiva 2000/60/CE, art. 5); in tal senso il periodo di riferimento per la definizione dei valori degli inventari aggiornati è l'anno precedente a quello in cui deve essere ultimata l'analisi. Per le sostanze prioritarie o gli inquinanti disciplinati dalla Direttiva 91/414/CEE, i valori possono essere calcolati come la media dei tre anni precedenti al completamento dell'analisi.

E' sempre il comma 4 a prevedere che gli inventari aggiornati siano pubblicati nei rispettivi aggiornamenti dei piani di gestione delle acque.

Sulla base di queste informazioni la Commissione verifica, entro il 2018, che le emissioni, gli scarichi e le perdite che risultano dall'inventario stiano facendo progressi verso l'osservanza degli obiettivi di riduzione o di arresto previsti dall'art. 4, comma 1, punto a), sub iv) della Direttiva Quadro Acque¹.

¹ “Gli Stati Membri attuano le misure necessarie (...) al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze pericolose prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie”

1.1.2 Inquadramento normativo statale

La Direttiva 2008/105/CE è stata recepita nella norma nazionale attraverso il D.Lgs. 152/2006 (per meglio dire dall'integrazione al Testo Unico ambientale operata dal D.Lgs. 219/2010).

L'art. 78-ter, comma 5, precisa che l'inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite è finalizzato a verificare il raggiungimento dell'obiettivo di cui ai commi 1 e 7 dell'art. 78:

“1. Ai fini della identificazione del buono stato chimico, di cui all'articolo 74, comma 2, lettera z), si applicano ai corpi idrici superficiali gli standard di qualità ambientale, di seguito denominati: «SQA», di cui alla lettera A.2.6 dell'allegato 1 alla parte terza. “...

“7. Le disposizioni del presente articolo concorrono al raggiungimento entro il 20 novembre 2021 dell'obiettivo di eliminare le sostanze pericolose prioritarie indicate come PP alla tabella 1/A della lettera A.2.6. dell'allegato 1 alla parte terza negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite, nonché al raggiungimento dell'obiettivo di ridurre gradualmente negli stessi le sostanze prioritarie individuate come P nella medesima tabella. Per le sostanze indicate come E l'obiettivo è di eliminare l'inquinamento delle acque causato da scarichi, rilasci da fonte diffusa e perdite.

L'inventario diventa, quindi, uno strumento utile per valutare se si sta raggiungendo lo stato chimico buono nei corpi idrici superficiali, stato definito sulla base del confronto tra i valori rilevati con i monitoraggi e gli Standard di qualità ambientale (di seguito SQA) fissati a livello normativo per ciascuna delle sostanze prioritarie indicate nelle norme.

L'obiettivo da perseguire è quello di ridurre e/o eliminare negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite le sostanze indicate nella Tabella 1/A dell'Allegato I della parte terza del D.Lgs. 152/2006 (di seguito tab.1/A), distinte in sostanze pericolose prioritarie (PP), sostanze prioritarie (P) e rimanenti sostanze (E) (vedasi Tabella 1).

Sostanze PP per cui prevedere l'ELIMINAZIONE negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite entro il 20 novembre 2021	Sostanze P per cui prevedere la RIDUZIONE graduale negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite entro il 20 novembre 2021	Sostanze E per cui prevedere l'ELIMINAZIONE dell'inquinamento delle acque entro il 20 novembre 2021
Alcani, C10-C13, cloro	Alaclor	Antiparassitari ciclodiene
Antracene	Atrazina	Aldrin
Cadmio e composti	Benzene	Dieldrin
Difeniletero bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	Clorfenvinfos	Endrin
Endosulfan	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	Isodrin
Esaclorobenzene	1,2-Dicloroetano	DDT totale (8)
Esaclorobutadiene	Diclorometano	p.p'-DDT
Idrocarburi policiclici aromatici	Di(2-etilsilftalato)	Tetracloruro di carbonio
Esaclorocicloesano	Diuron	Tetracloroetilene
Benzo(a)pirene	Fluorantene	Tricloroetilene
Benzo(b)fluorantene	Isoproturon	
Benzo(k)fluoranthene	Naftalene	
Benzo(g,h,i)perylene	Nichel e composti	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutilfenolo)	
Mercurio e composti	Pentaclorofenolo	
4- Nonilfenolo	Piombo e composti	
Pentaclorobenzene	Simazina	
Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	Triclorobenzeni	
	Triclorometano	
	Trifluralin	

Tabella 1 - Elenco delle sostanze prioritarie per le quali prevedere l'eliminazione/riduzione negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite al 2021 ai fini del raggiungimento del buono stato chimico dei corpi idrici della DQA (cfr tabella 1/A dell'Allegato 1 della parte III del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.)

1.1.3 Finalità dell'inventario

Come esplicitato nel Documento Guida n. 28 (Guida Tecnica sulla preparazione dell'inventario delle emissioni, degli scarichi e delle perdite delle sostanze prioritarie e delle sostanze pericolose prioritarie - Paragrafo I.2 Usi pratici degli inventari delle emissioni), l'inventario delle emissioni dovrebbe essere visto come uno strumento che può essere usato per:

- contribuire all'elaborazione e attuazione di una riduzione mirata delle emissioni, degli scarichi e delle perdite delle sostanze prioritarie e, col tempo, alla cessazione delle emissioni, degli scarichi e delle perdite di sostanze pericolose prioritarie (per esempio identificando le principali fonti, la loro quota relativa rispetto all'inquinamento ed i loro percorsi);
- dimostrare l'efficacia del programma delle misure del Piano di gestione;
- valutare se o in quale misura le concentrazioni misurate sono determinate da sorgenti o processi naturali (per esempio un valore di fondo geogenico) o da processi di trasporto a lungo termine;
- sostenere la Commissione nella verifica del rispetto degli obiettivi ambientali nel quadro della Direttiva Quadro sulle acque²;
- contribuire a verificare l'efficacia delle misure attuate per ottenere la riduzione e la graduale eliminazione delle emissioni previste dalle disposizioni della Direttiva Quadro sulle acque;
- individuare le lacune conoscitive e, quindi, dove vi sia la necessità di sviluppare nuove strategie/politiche;
- contribuire all'attuazione della Direttiva Quadro sulla strategia marina (MSFD).

In relazione alle informazioni disponibili, è importante segnalare che, nell'elaborazione del primo inventario, è stato possibile effettuare solo un primo livello di analisi - ammesso anche dalle norme europee - rispetto alla presenza delle sostanze prioritarie nelle acque superficiali distrettuali.

Con tale primo inventario è stato, infatti, possibile ottenere solo una stima approssimativa delle quantità di sostanze rilevanti presenti nei principali corsi d'acqua ed evidenziare principalmente le sostanze e le aree sulle quali concentrare i prossimi sforzi conoscitivi per meglio definire le misure di disinquinamento delle acque e per conseguire le finalità di questo strumento.

La mancanza di dati rilevata nell'occasione della prima stesura dell'inventario dovrà essere colmata entro il prossimo aggiornamento previsto per il 2019 perché solo così sarà possibile valutare ad un maggior dettaglio le situazioni di emissione di sostanze prioritarie su cui intervenire in modo mirato ed efficace per raggiungere gli obiettivi ambientali dei corpi idrici.

1.1.4 Approccio generale e requisiti minimi dell'inventario

La linea guida comunitaria chiarisce anche (paragrafo I.3 - Approccio generale e attese minime) che l'inventario delle emissioni degli scarichi e delle perdite delle sostanze prioritarie è richiesto a scala di distretto nazionale. Esso dovrebbe in linea di principio riguardare tutte le sostanze di cui all'Allegato I della Direttiva SQA (Standard di Qualità Ambientale). Tuttavia la linea guida riconosce che l'utilità pratica di un inventario nella gestione di un bacino idrografico aumenta significativamente con un'analisi più dettagliata e più alta risoluzione spaziale.

	Sostanza	Numero CAS	SQA-MA (acque superficiali interne) (µg/l)	SQA-MA (altre acque di superficie) (µg/l)	SQA-CMA (acque superficiali interne) (µg/l)	SQA-CMA (altre acque di superficie) (µg/l)
1	Alaclor	15972-60-8	0,3	0,3	0,7	0,7
2	Antracene	120-12-7	0,1	0,1	0,4	0,4
3	Atrazina	1912-24-9	0,6	0,6	2,0	2,0
4	Benzene	71-43-2	10	8	50	50
5	Difeniletere bromato	32534-81-9	0,0005	0,0002	Non applicabile	Non applicabile
6	Cadmio e composti (in funzione delle classi di)	7440-43-9	≤ 0,08 (Classe 1) 0,08 (Classe 2)	0,2	≤ 0,45 (Classe 1) 0,45 (Classe 2)	≤ 0,45 (Classe 1) 0,45 (Classe 2)

² si segnala che il "non raggiungimento" degli obiettivi dell'arresto o diminuzione di sostanze prioritarie è permesso per le sostanze per cui viene riconosciuta un'origine naturale e quindi concentrazioni di fondo naturale superiori agli SQA (punto 20 in premessa alla direttiva 2008/105/CE); per queste sostanze occorre solamente monitorare gli eventuali trend della loro presenza nei corpi idrici superficiali.

	Sostanza	Numero CAS	SQA-MA (acque superficiali interne) (µg/l)	SQA-MA (altre acque di superficie) (µg/l)	SQA-CMA (acque superficiali interne) (µg/l)	SQA-CMA (altre acque di superficie) (µg/l)
	<i>durezza</i>)		0,09 (Classe 3) 0,15 (Classe 4) 0,25 (Classe 5)		0,6 (Classe 3) 0,9 (Classe 4) 1,5 (Classe 5)	0,6 (Classe 3) 0,9 (Classe 4) 1,5 (Classe 5)
6 bis	Tetracloruro di carbonio	56-23-5	12	12	Non applicabile	Non applicabile
7	Cloro, alcani, C10-C13	85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4
8	Clorfeninfos	470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3
9	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1
9 bis	Antiparassitari del cicloclodene: Aldrin Dieldrin Endrin Isodrin	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6	□ = 0,01	□ = 0,005	Non applicabile	Non applicabile
9 ter	DDT totale	Non applicabile	0,025	0,025	Non applicabile	Non applicabile
	p,p'-DDT	50-29-3	0,01	0,01	Non applicabile	Non applicabile
10	1,2-Dicloroetano	107-06-2	10	10	Non applicabile	Non applicabile
11	Diclorometano	75-09-2	20	20	Non applicabile	Non applicabile
12	Di(2-etilesilftalato)	117-81-7	1,3	1,3	Non applicabile	Non applicabile
13	Diuron	330-54-1	0,2	0,2	1,8	1,8
14	Endosulfan	115-29-7	0,005	0,0005	0,01	0,004
15	Fluorantene	206-44-0	0,1	0,1	1	1
16	Esaclorobenzene	118-74-1	0,01	0,01	0,05	0,05
17	Esaclorobutadiene	87-68-3	0,1	0,1	0,6	0,6
18	Esaclorocicloesano	608-73-1	0,02	0,002	0,04	0,02
19	Isoproturon	34123-59-6	0,3	0,3	1,0	1,0
20	Piombo e composti	7439-92-1	7,2	7,2	Non applicabile	Non applicabile
21	Mercurio e composti	7439-97-6	0,05	0,05	0,07	0,07
22	Naftalene	91-20-3	2,4	1,2	Non applicabile	Non applicabile
23	Nichel e composti	7440-02-0	20	20	Non applicabile	Non applicabile
24	Nonilfenolo (4-Nonilfenolo)	84852-15-3	0,3	0,3	2,0	2,0
25	Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	140-66-9	0,1	0,01	Non applicabile	Non applicabile
26	Pentaclorobenzene	608-93-5	0,007	0,0007	Non applicabile	Non applicabile
27	Pentaclorofenolo	87-86-5	0,4	0,4	1	1
28	Idrocarburi policiclici aromatici	Non applicabile	Non applicabile	Non applicabile	Non applicabile	Non applicabile
	Benzo(a)pirene	50-32-8	0,05	0,05	0,1	0,1
	Benzo(b)fluorantene	205-99-2	□ = 0,03	□ = 0,03	Non applicabile	Non applicabile
	Benzo(k)fluoranthene	207-08-9				
	Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	□ = 0,002	□ = 0,002	Non applicabile	Non applicabile
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5					
29	Simazina	122-34-9	1	1	4	4
29 bis	Tetracloroetilene	127-18-4	10	10	Non applicabile	Non applicabile
29 ter	Tricloroetilene	79-01-6	10	10	Non applicabile	Non applicabile
30	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	36643-28-4	0,0002	0,0002	0,0015	0,0015
31	Triclorobenzeni	12002-48-1	0,4	0,4	Non applicabile	Non applicabile
32	Triclorometano	67-66-3	2,5	2,5	Non applicabile	Non applicabile
37	Trifluralin	1582-09-8	0,03	0,03	Non applicabile	Non applicabile

Tabella 2 - Standard di qualità ambientale per le sostanze prioritarie e per alcuni altri inquinanti (Allegato I della Direttiva 2008/105/CE)

La Linea Guida raccomanda un'analisi in due fasi (Figura 1), che permetta la prioritizzazione delle risorse per la compilazione dell'inventario.

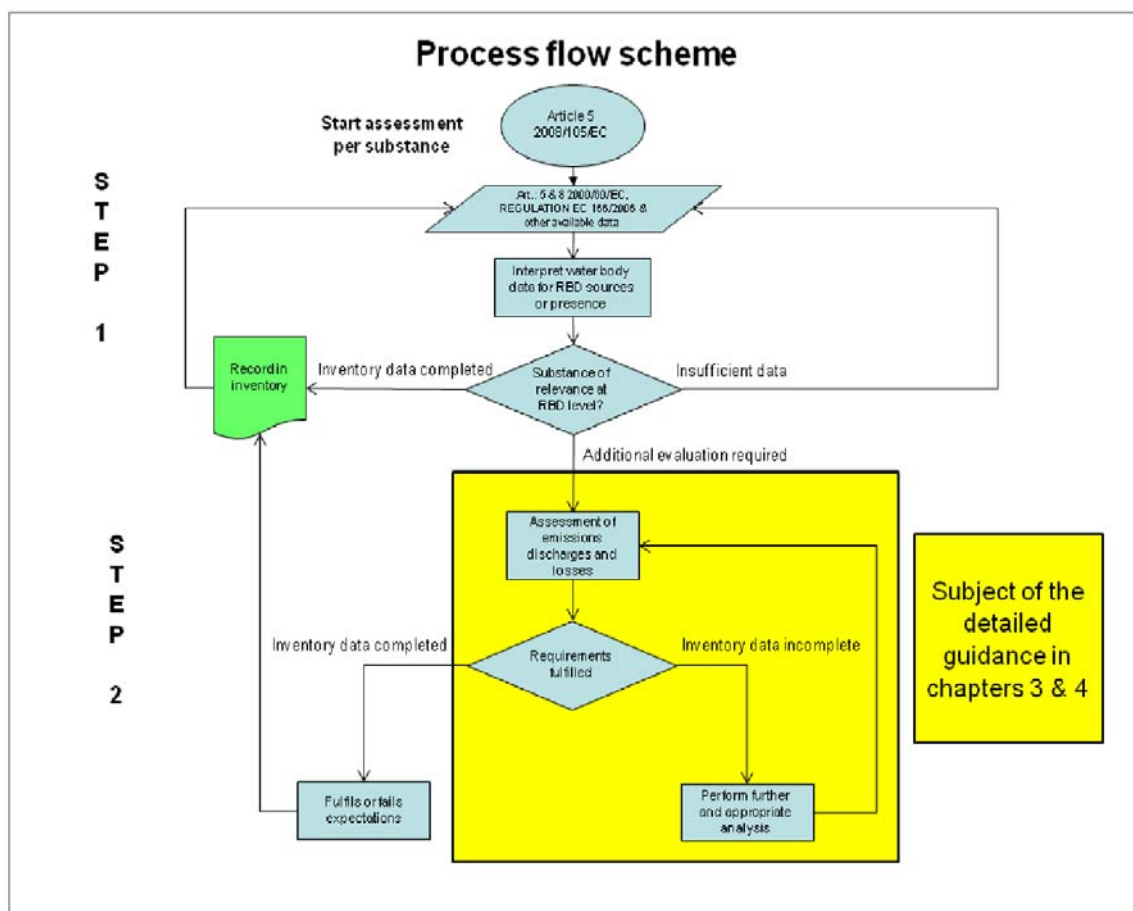


Figura 1 - Diagramma di costruzione del processo a due step per l'inventario delle sostanze prioritarie (European Commission, 2010)

Come primo passo, dovrebbe essere sviluppata una valutazione dell'attuale rilevanza delle sostanze a livello di distretto.

L'obiettivo della PRIMA FASE è quello di identificare le sostanze che, al momento e nel prossimo futuro, sono chiaramente di minore rilevanza per il distretto e di concentrare gli sforzi di sviluppo dell'inventario sulle sostanze rimanenti. Di conseguenza, i criteri di questa prima fase di selezione non devono essere troppo severi.

Questa valutazione di rilevanza dovrebbe attingere alle fonti di informazione richiamate all'articolo 5 della Direttiva SQA, vale a dire i risultati del monitoraggio di conformità alla Direttiva Quadro Acque, nonché alle informazioni sulle restrizioni esistenti in materia di produzione e commercializzazione. Utilizzando queste informazioni dovrebbero essere applicati una serie di criteri trasparenti per questa valutazione iniziale.

La Linea Guida indica che una sostanza dovrebbe essere inclusa nella compilazione approfondita dell'inventario se è soddisfatto almeno uno dei seguenti possibili criteri (considerando i dati degli ultimi 3-5 anni):

- la sostanza provoca il fallimento del buono stato chimico in almeno un corpo idrico;
- il livello di concentrazione di una sostanza è superiore alla metà dello SQA in più di un corpo idrico;
- i risultati del monitoraggio mostrano una tendenza all'aumento della concentrazione che può causare problemi nei prossimi cicli di pianificazione;
- i dati PRTR mostrano rilasci che potrebbero portare a concentrazioni che corrispondono ai criteri di cui sopra;

- esistono sorgenti note ed attività che determinano input nel distretto i quali potrebbero portare a concentrazioni che soddisfano i criteri di cui sopra.

La Linea Guida chiede che questi criteri di selezione debbano essere riportati nell'inventario. Per le sostanze scartate (ad esempio per le sostanze di rilevanza minore) gli Stati membri dovrebbero cercare di fornire una stima di base delle emissioni, degli scarichi e delle perdite dai dati disponibili. Ciò è particolarmente importante per le sostanze pericolose prioritarie.

In una SECONDA FASE, per le sostanze che superano i criteri di rilevanza, dovrebbe essere eseguita un'analisi più dettagliata utilizzando un approccio graduale. Si dovrebbe puntare a fornire ulteriori stime delle emissioni, degli scarichi e delle perdite da fonti puntuali e diffuse, così come i carichi trasportati nei fiumi.

L'approccio analitico scelto dovrebbe essere basato sulle informazioni di output richieste, i dati disponibili e l'esperienza pratica.

Come requisito minimo per il primo inventario, dovrebbero essere forniti gli scarichi puntuali di sostanze prioritarie da impianti industriali e da impianti di depurazione comunali (ad esempio come richiesto dal registro E-PRTR) ed una stima approssimativa di base dei carichi diffusi, ad esempio tramite il calcolo dei carichi fluviali.

L'approccio carico fluviale, precisa la Linea Guida, ha il vantaggio di:

- a) essere un approccio che un certo numero di Stati membri già ha adottato in base alle convenzioni marittime regionali, quali OSPAR e HELCOM e
- b) fornire un mezzo per verificare le stime derivanti da altre metodologie.

1.1.5 Glossario dei termini

In accordo con quanto indicato dalla Linea guida europea (European Commission, 2010) vengono di seguito descritti i significati con cui sono stati utilizzati i termini più ricorrenti durante il lavoro di compilazione dell'inventario.

Sostanze prioritarie

Le sostanze prioritarie sono quelle che rappresentano un rischio significativo per l'ambiente acquatico o proveniente dall'ambiente acquatico a livello di Unione Europea. Per questo primo inventario, l'elenco di queste sostanze è disponibile nell'allegato I della Direttiva 2008/105/CE che aggiorna l'Allegato X (Elenco delle sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque) della DQA.

Tale elenco è stato di recente modificato ed integrato attraverso l'emanazione della Direttiva 2013/39/UE ancora non recepita a livello nazionale e che costituirà il riferimento per il secondo inventario previsto per il 2019.

Rilasci da fonte diffusa, scarichi e perdite delle sostanze prioritarie

Per gli scopi dell'inventario sono stati considerati i rilasci nella loro accezione più ampia andando a considerare tutti gli ambiti produttivi (industriale, agricoltura, ecc) e civili e le possibili fonti di emissione delle sostanze prioritarie che con buona probabilità possono raggiungere e contaminare le acque superficiali.

Sorgenti delle sostanze prioritarie

Per poter raggiungere gli obiettivi di arresto e diminuzione delle sostanze prioritarie e per stabilire quali tra le sostanze prioritarie nel Distretto padano siano rilevanti, devono innanzitutto essere considerate le sorgenti potenziali di rilascio che possono contaminare acqua, terra ed aria circostanti.

Una volta individuata l'origine di queste sostanze, è necessario conoscere i percorsi che le sostanze effettuano per raggiungere i corpi idrici recettori.

La Linea guida europea ha già rappresentato, per le sostanze prioritarie, nello schema di Figura 2, le potenziali fonti originarie (indicate con la P1,...,P13) e le vie di trasporto che conducono ai corsi d'acqua. Uno degli ambiziosi obiettivi dell'inventario è quello, infatti, di ricostruire i percorsi che queste sostanze attraversano per raggiungere le acque superficiali, a partire dalla fonte originale.

Per ogni fonte indicata nello schema con la lettera "P" (da 1 a 13) dovrebbero essere disponibili informazioni a livello distrettuale sui quantitativi annui emessi.

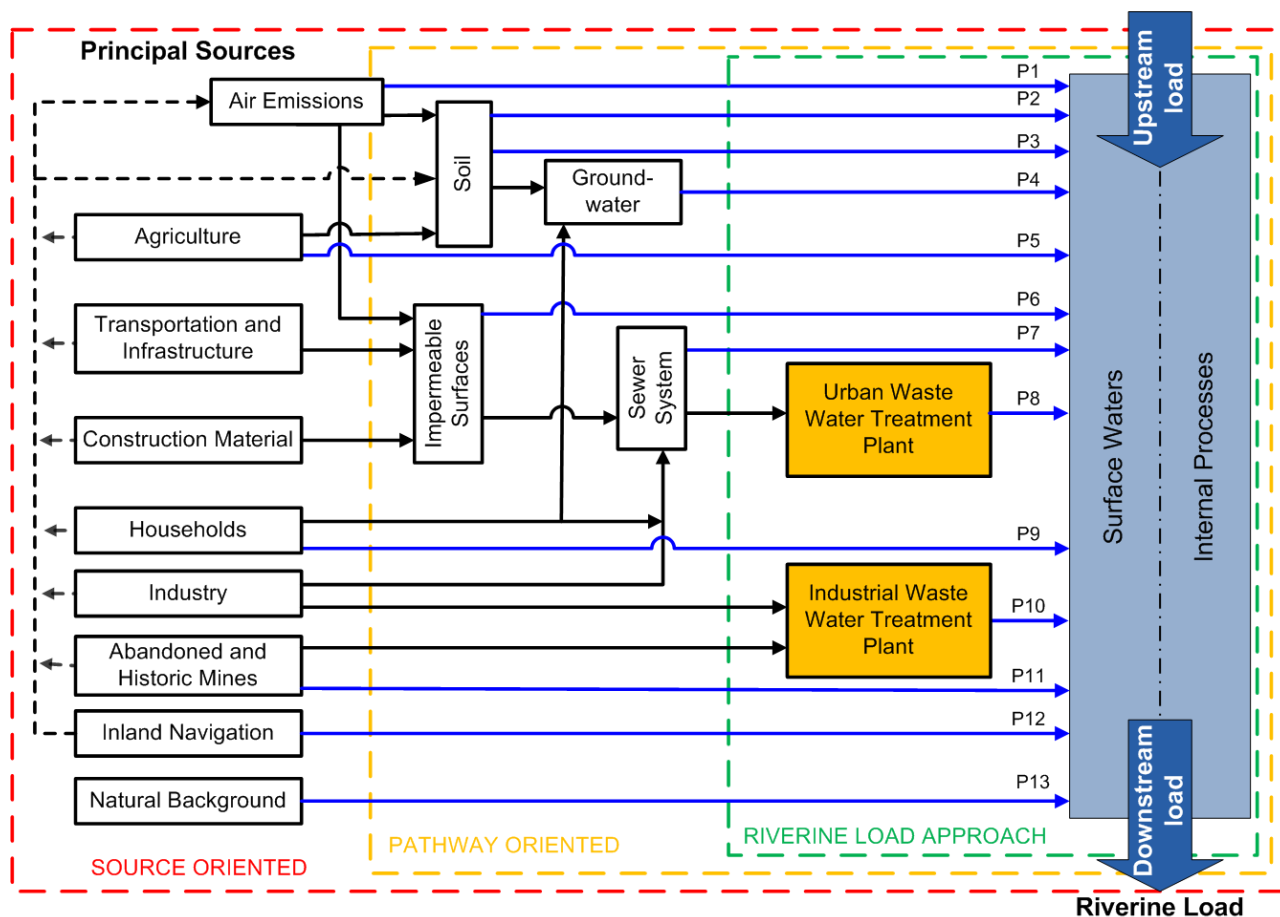


Figura 2 - Schema di lavoro dell'inventario contenuto nella linea guida europea

All'interno delle sopraindicate sorgenti, nelle quali è possibile ritrovare le sostanze prioritarie, è necessario poi differenziare due origini:

- puntuale, nel caso di un singolo punto di scarico localizzato, contenente una o più sostanze prioritarie (i più importanti sono gli scarichi industriali e quelli dei trattamenti di depurazione civile, le discariche e i siti di bonifica);
- diffusa, nel caso di tutte le numerose, piccole e disseminate fonti dalle quali si possono rilasciare sostanze inquinanti alla terra, all'aria e all'acqua, interagendo in maniera significativa con queste matrici e per le quali non è possibile raccogliere dati per ogni sorgente individuale.

Un caso particolare è quello relativo ai fitosanitari in agricoltura (definiti in inglese plant protection products – PPPs) per cui la definizione di sorgente puntuale e diffusa è differente e precisamente:

- le perdite puntuali derivano da contaminazioni di emissioni concentrate o diluite durante i trasporti, lo stoccaggio o l'utilizzo localizzato di prodotti contenenti sostanze prioritarie, in particolare sono incluse le perdite dovute all'utilizzo in aree escluse da codici di buona pratica agricola per un uso corretto dei PPPs;
- le fonti diffuse derivano invece dal rilascio delle sostanze nel suolo, in acqua o nell'aria a seguito di applicazioni sulle colture, all'interno di aree ove l'uso è autorizzato e avviene con modalità conformi alle autorizzazioni.

Carico fluviale

Il carico fluviale viene descritto come la massa di un contaminante trasportata dal fiume, in una determinata sezione fluviale, per unità di tempo e viene espressa in quantità (tonnellate o chilogrammi) all'anno. È il risultato di tutto quanto viene immesso nell'ambiente, sia da fonti puntuali che diffuse, e di tutti i processi di ritenzione e mobilitazione dei contaminanti che avvengono nel bacino idrografico e nel fiume stesso, a monte della stazione di monitoraggio.

Dovendo individuare il carico inquinante derivante da fonti diffuse, per questo primo inventario è stato considerato molto difficile riuscire a quantificare i carichi all'origine o lungo i percorsi verso i corpi idrici recettori. Si è, quindi, scelto l'approccio del carico fluviale (Riverine Load), per cui, conoscendo il carico fluviale totale che transita in una sezione fluviale e i carichi derivanti da fonti puntuali che sono veicolati nella stessa sezione fluviale, dovrebbe essere possibile stimare il contributo derivante dalle fonti diffuse.

1.2 Competenze istituzionali e scelte operative

1.2.1 Soggetti istituzionali coinvolti

La norma statale (D.Lgs. 152/2006, art. 78-ter, comma 1) affida la competenza della raccolta dei dati e della compilazione dell'inventario alle Regioni e alle Province autonome:

“1. Le Regioni e le Province autonome di Trento e di Bolzano, ciascuna per la parte di territorio di competenza ricadente in ciascun distretto idrografico, mettono a disposizione attraverso il sistema SINTAI le informazioni di cui alla lettera A.2.8.-ter, sezione A "Stato delle acque superficiali", parte 2 "Modalità per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici" dell'allegato 1 alla parte terza, secondo le scadenze temporali riportate nel medesimo allegato. Le informazioni sono ricavate sulla base dell'attività di monitoraggio e dell'attività conoscitiva delle pressioni e degli impatti di cui rispettivamente all'allegato 1 e all'allegato 3 - sezione C, alla parte terza.”

Spettano invece ad ISPRA, in base a quanto disposto dai commi 2 e 3 del succitato art. 78-ter, i seguenti compiti:

“2. L'Istituto superiore per la protezione e ricerca ambientale, di seguito: ISPRA, rende disponibili attraverso il sistema SINTAI i formati standard, aggiornandoli sulla base della Linee guide adottate a livello comunitario, nonché i servizi per la messa a disposizione delle informazioni da parte delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano.

“3. L'ISPRA elabora l'inventario, su scala di distretto, dei rilasci derivanti da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite, di seguito denominato "inventario", con riferimento alle sostanze prioritarie e alle sostanze pericolose prioritarie. L'ISPRA effettua ulteriori elaborazioni sulla base di specifiche esigenze del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.”

E' intervenuta poi una decisione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (note prot. 1467/TRI/III del 20/1/2012 e n. 0030907 del 29/10/2012) che ha ritenuto necessario richiedere alle Autorità di bacino di provvedere a livello distrettuale, alla raccolta delle informazioni regionali, necessarie alla compilazione dell'inventario, in tempo utile per la successiva elaborazione dello stesso da parte di ISPRA, ai fini dell'inserimento nei piani di gestione.

1.2.2 Iniziative attivate da ISPRA

Nel seguito sono sinteticamente richiamate le iniziative intraprese da ISPRA e finalizzate alla realizzazione dell'inventario a scala distrettuale.

Si tratta in particolare:

- della predisposizione di formati standard per la raccolta, sul sistema nazionale SINTAI, dei dati necessari all'elaborazione dell'inventario e della elaborazione delle linee guida di riferimento per la loro compilazione da parte delle Regioni.
- della elaborazione di una *“Nota metodologica sull'utilizzo dei limiti di quantificazione (LOQ) per il primo inventario dei carichi fluviali ai sensi dell'art. 78-ter del D.lgs. 152/2006”* finalizzata ad individuare, a scala nazionale e distrettuale, riferimenti comuni per il calcolo dei carichi fluviali a garanzia dell'omogeneità e confrontabilità dei dati.

Standard informativo

A supporto dell'attività di prima compilazione dell'inventario, ISPRA ha redatto uno *“Standard informativo per l'inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite delle sostanze prioritarie e delle sostanze chimiche non appartenenti all'elenco di priorità dell'art. 78-ter D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii.”*

Nella formulazione di tale standard si è tenuto conto delle indicazioni contenute nella linea guida comunitaria "Draft Technical Guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and priority hazardous substances" approvata nel novembre 2011.

Nel seguito le indicazioni più significative.

Individuazione delle sostanze rilevanti

Più in particolare si considera rilevante una sostanza che soddisfi almeno uno dei seguenti criteri:

- A. La sostanza causa il fallimento dell'obiettivo di buono stato chimico in almeno un corpo idrico;
- B. La sostanza causa il fallimento dell'obiettivo di buono stato ecologico in almeno un corpo idrico;
- C. I risultati del monitoraggio mostrano una tendenza alla crescita nella concentrazione della sostanza che potrebbe dare origine a criticità nei prossimi cicli dei piani di gestione di distretto;
- D. Le informazioni presenti nel registro PRTR evidenziano quantitativi rilasciati per la sostanza che potrebbero portare a concentrazioni tali da renderla rilevante per i precedenti criteri;
- E. Sulla base dei risultati dell'analisi delle pressioni e degli impatti di cui alla sezione C dell'allegato 3 del D.Lgs. n. 152/06 la sostanza è individuata come possibile causa di uno dei casi A, B o C.

Spetta alle regioni il compito di individuare le sostanze rilevanti, verificando il soddisfacimento di almeno uno dei criteri sopra riportati.

Con riferimento al carico da fonti diffuse, per le sostanze rilevanti se ne richiede il calcolo secondo le modalità sotto riportate; per le sostanze non rilevanti si richiede che venga fornita una stima di base del valore della quantità emessa, scaricata o persa a partire dai dati disponibili.

L'aggregazione alla scala distrettuale avviene sulla base dei seguenti criteri:

- Se almeno una regione considera la sostanza rilevante, la sostanza è rilevante a livello di distretto.
- Per le sostanze rilevanti, i criteri utilizzati a livello di distretto sono ottenuti facendo l'unione dei criteri specificati a livello regionale.
- Per le sostanze non rilevanti il quantitativo annuo stimato a livello di distretto è ottenuto sommando i quantitativi stimati a livello regionale.

Metodo di calcolo del carico da fonti diffuse per le sostanze rilevanti

Considerate le difficoltà riscontrabili nel recupero delle informazioni necessarie all'applicazione di metodi complessi per il calcolo del carico delle fonti diffuse, ISPRA ha ritenuto opportuno adottare per tutti i Distretti italiani l'approccio del carico fluviale (indicato nella linea guida europea con "Riverine Load"), che presenta minori difficoltà di applicazione. In base a tale metodo il carico da fonti diffuse viene stimato a partire dalla concentrazione della singola sostanza e dai valori di portata rilevati in opportuni punti dell'asta fluviale.

Per ciascun bacino principale o sottobacino, al punto di chiusura si applica la seguente formula:

$$Ly = \frac{Q_d}{Q_{Meas}} \cdot \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Dove:

- Ly = carico annuale (t/anno)
- Q_d = media aritmetica su base annuale delle portate giornaliere (mc/s)
- Q_{meas} = media aritmetica delle portate giornaliere rilevate in concomitanza con la misurazione concentrazione della sostanza (mc/s)
- C_i = concentrazione della sostanza (mg/l)
- Q_i = portata giornaliera misurata in concomitanza con la concentrazione della sostanza (mc/s)
- Per semplificare la formula si propone di considerare sempre $U_f = 1$
- n = numero dei monitoraggi di concentrazione della sostanza effettuati durante il periodo in esame

A partire da Ly il carico da fonte diffusa viene stimato mediante la seguente formula:

$$LO_d = L_y - D_p - LO_b + R$$

Dove:

- LO_d = carico diffuso della sostanza di origine antropica
- LO_b = carico diffuso della sostanza di origine naturale
- D_p = carico dovuto a scarichi puntuali
- R = carico dovuto a fenomeni di ritenzione della sostanza (sedimentazione, adesione a substrato, trasformazione chimica, ecc.).

Poiché la formula restituisce un valore in grammi al secondo, il valore risultante deve essere moltiplicato per il fattore “31,536”, affinché i risultati vengano espressi in tonnellate/anno.

Scala spaziale di aggregazione dei dati

La scala spaziale di aggregazione dei dati è stabilita per ogni distretto di concerto tra Regioni e Autorità di bacino per aree omogenee in relazione a specifici criteri quali, ad esempio, superficie urbanizzata, uso e caratteristiche del suolo, addetti industriali/kmq, attività zootecniche ed agricole per unità di superficie.

Infine, per quanto attiene l'invio dei dati relativi alle sostanze derivanti da fonte diffuse si richiede che le informazioni siano elaborate per distretto di concerto tra le Regioni e le Autorità di bacino nazionali e siano trasmesse a SINTAI dalle Autorità di bacino nazionali, anche in assenza di una specifica indicazione nella norma nell'ambito del D.Lgs. 219/2010.

Struttura dello standard informativo

Lo standard informativo prodotto è disponibile in formato Excel.

I file sono denominati 52_INVENTARIO_SC.xls e 55_INVENTARIO_SC_DIFF.xls, relativi rispettivamente ai carichi puntuali ed ai carichi fluviali.

In particolare il file 52_INVENTARIO_SC.xls contiene i seguenti strati informativi:

- Informazioni sulle sostanze rilevanti;
- Informazioni sugli scarichi che recapitano in corpo idrico superficiale;
- Lista dei cicli produttivi;
- Lista delle sostanze;
- Informazioni sulle portate scaricate.

Il file 55_INVENTARIO_SC_DIFF.xls contiene i seguenti strati informativi:

- Informazioni sul carico delle fonti diffuse mediante l'approccio del carico fluviale;
- Lista delle sostanze.

Indicazioni operative fornite da ISPRA sull'utilizzo dei limiti di quantificazione

Su sollecitazione di alcune autorità di bacino, ISPRA si è fatta promotrice di un incontro tra Autorità di bacino, Regioni, MATTM, CNR-IRSA, tenutosi il 28 ottobre 2013, finalizzato ad individuare soluzioni condivise per superare le criticità individuate dalle stesse Autorità di bacino nel corso dell'attività di compilazione degli inventari, dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite di sostanze prioritarie.

Quale esito dell'incontro ISPRA ha provveduto ad elaborare una “Nota metodologica sull'utilizzo dei limiti di quantificazione (LOQ) per il primo inventario dei carichi fluviali ai sensi dell'art. 78-ter del D.lgs. 152/2006” finalizzata appunto ad individuare riferimenti comuni per il calcolo dei carichi fluviali a garanzia dell'omogeneità e confrontabilità dei dati.

In tale nota vengono specificate le modalità di utilizzo dei limiti di quantificazione (LOQ) nei seguenti casi:

- 1) LOQ non conformi a quanto richiesto dall'art. 78 octis del D.Lgs. 219/2010 (trasposizione della Direttiva 90/2009/CE) che recita “b) il limite di quantificazione dei metodi deve essere uguale od inferiore al 30% dei valori dello standard di qualità (SQA-MA)”;

- 2) LOQ conformi all'art. 78 octies, ma con valori diversi tra i laboratori che hanno eseguito le analisi chimiche per le regioni afferenti allo stesso bacino idrografico.

Nei casi riportati al punto 1) si è convenuto di porre il carico fluviale per tale sostanza come “non valutabile” (N.V.) se e solo se il LOQ non è adeguato e la sostanza non viene mai trovata ad una concentrazione superiore al LOQ o superiore allo SQA. Se la sostanza viene trovata nel corpo idrico almeno una volta con valori superiori al LOQ, tale sostanza diventa “valutabile”. In questi casi, quando la concentrazione è inferiore al LOQ si adotta un valore pari a LOQ/2 del metodo utilizzato.

Nei casi riportati al punto 2) si utilizzano i LOQ/2 definiti nella tabella che segue. I LOQ/2 vanno utilizzati per calcolare le medie delle concentrazioni in massa delle sostanze prioritarie e prioritarie pericolose. Il LOQ sarà posto uguale a zero solo nei casi indicati in Tabella 3.

I valori di LOQ/2 riportati nella Tabella 3 sono stati definiti come valori “convenzionali” per rendere confrontabili i dati all'interno dello stesso bacino idrografico.

Nei casi diversi da quelli riportati in Tabella 3, il LOQ non potrà mai essere posto pari a zero, in quanto la comunità europea ha riportato in apposite Linee Guida che in presenza di sovrastima, l'adeguamento dei metodi di analisi per le sostanze prioritarie risulta essere una delle misure da considerare nei piani di gestione.

N.	Numero CAS	Tipo	Sostanza	(µg/l)				
				SQA-MA (acque superficiali interne)	SQA-MA (altre acque di superficie)	SQA-CMA	LOQ/2 (acque superficiali interne)	LOQ/2 (altre acque di superficie)
1	15972-60-8	P	Alaclor	0,3	0,3	0,7	0,05	0,05
2	85535-84-8	PP	Alcani, C10-C13, cloro	0,4	0,4	1,4	0,06	0,06
3			Antiparassitari ciclodiene	□ = 0,01	□ = 0,005		Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero
	309-00-2		Aldrin					
	60-57-1	E	Dieldrin					
	72-20-8		Endrin					
	465-73-6		Isodrin					
4	120-12-7	PP	Antracene	0,1	0,1	0,4	0,02	0,02
5	1912-24-9	P	Atrazina	0,6	0,6	2	0,09	0,09
6	71-43-2	P	Benzene	10	8	50	1,5	1,2
7	7440-43-9	PP	Cadmio e composti (in funzione delle classi di durezza)	0,08 (Classe 1)	0,2	(Acque interne) 0,45 (Classe 1)	0,01 (Classe 1)	0,03
				0,08 (Classe 2)		0,45 (Classe 2)	0,01 (Classe 2)	
				0,09 (Classe 3)		0,6 (Classe 3)	0,01 (Classe 3)	
				0,15 (Classe 4)		0,9 (Classe 4)	0,02 (Classe 4)	
				0,25 (Classe 5)		1,5 (Classe 5)	0,04 (Classe 5)	
8	470-90-6	P	Clorfeninfos	0,1	0,1	0,3	0,02	0,02
9	2921-88-2	P	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	0,03	0,03	0,1	0,005	0,005
10		E	DDT totale	0,025	0,025		Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	
	50-29-3	E	p,p'-DDT	0,01	0,01		0,002	0,002
11	107-06-2	P	1,2-Dicloroetano	10	10		1,5	1,5
12	75-09-2	P	Diclorometano	20	20		3	3
13	117-81-7	P	Di(2-etilesilfitalato)	1,3	1,3		0,2	0,2
14	32534-81-9	PP	Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	0,0005	0,0002		0,0001 Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	0,00003
15	330-54-1	P	Diuron	0,2	0,2	1,8	0,03	0,03
16	115-29-7	PP	Endosulfan	0,005	0,0005	0,004	0,01	0,0001
17	118-74-1	PP	Esaclorobenzene	0,0005	0,002	0,02	0,001	0,0003
18	87-68-3	PP	Esaclorobutadiene	0,05	0,02	0,5	0,008	0,003
19	608-73-1	PP	Esaclorocicloesano	0,02	0,002	0,04 0,02 (altre acque di superficie)	0,003	0,0003
20	206-44-0	P	Fluorantene	0,1	0,1	1	0,02	0,02
21		PP	Idrocarburi policiclici aromatici				Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	
	50-32-8	PP	Benzo(a)pirene	0,05	0,05	0,1	0,008	0,008
	205-99-2	PP	Benzo(b)fluorantene	□ = 0,03	□ = 0,03		Nelle sommatorie il	

N.	Numero CAS	Tipo	Sostanza	(µg/l)				
				SQA-MA (acque superficiali interne)	SQA-MA (altre acque di superficie)	SQA-CMA	LOQ/2 (acque superficiali interne)	LOQ/2 (altre acque di superficie)
	207-08-9	PP	Benzo(k)fluorantbene				LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	
	191-24-2	PP	Benzo(g,h,i)perylene	□ = 0,002	□ = 0,002		Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	
	193-39-5	PP	Indeno(1,2,3-cd)pyrene				Nelle sommatorie il LOQ dei misurandi inferiore al LOQ deve essere uguale a zero	
22	34123-59-6	P	Isoproturon	0,3	0,3	1	0,05	0,05
23	7439-97-6	PP	Mercurio e composti	0,03	0,01	0,06	0,005	0,002
24	91-20-3	P	Naftalene	2,4	1,2		0,4	0,2
25	7440-02-0	P	Nichel e composti	20	20		3	3
26	84852-15-3	PP	4-Nonilfenolo	0,3	0,3	2	0,05	0,05
27	140-66-9	P	Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)	0,1	0,01		0,02	0,02
28	608-93-5	PP	Pentaclorobenzene	0,007	0,0007		0,001	0,0001
29	87-86-5	P	Pentaclorofenolo	0,4	0,4	1	0,06	0,06
30	7439-92-1	P	Piombo e composti	7,2	7,2		1,1	1,1
31	122-34-9	P	Simazina	1	1	4	0,2	0,2
32	56-23-5	E	Tetracloruro di carbonio	12	12		2	2
33	127-18-4	E	Tetracloroetilene	10	10		2	2
33	79-01-6	E	Tricloroetilene	10	10		2	2
34	36643-28-4	PP	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	0,0002	0,0002	0,0015	0,0002	0,00003
35	12002-48-1	P	Triclorobenzeni (10)	0,4	0,4		Nelle sommatorie il LOQ degli isomeri inferiori al LOQ deve essere preso uguale a zero	
36	67-66-3	P	Triclorometano	2,5	2,5		0,4	0,4
37	1582-09-8	P	Trifluralin	0,03	0,03		0,005	0,005

Tabella 3 - LOQ/2 per le sostanze prioritarie e prioritarie pericolose nelle acque

1.2.3 Iniziative di coordinamento delle Autorità di bacino

Con note n. 1467/TRI/III del 20/1/2012 e n. 0030907 del 29/10/2012 il MATTM ha affidato alle Autorità di bacino di provvedere alla raccolta delle informazioni regionali necessarie alla compilazione dell'inventario dovendo quest'ultimo essere elaborato a scala distrettuale in ottemperanza a quanto previsto dalla linea guida comunitaria.

Pertanto, facendo seguito alle note sopraccitate e dando attuazione a quanto previsto dall'articolo 4 comma 1 del D.Lgs. 219/2010 che attribuisce alle Autorità di bacino di rilievo nazionale le funzioni di coordinamento nei confronti delle Regioni/Province Autonome ricadenti nei rispettivi distretti idrografici, il 7 febbraio 2012 è stato costituito un Tavolo tecnico tra le Amministrazioni coinvolte nella compilazione dell'inventario dei rilasci derivanti da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite, coordinato dalle Autorità di bacino dell'Alto Adriatico e dell'Adige.

Lo scopo di tale Tavolo era quello di condividere la metodologia di lavoro per la predisposizione dell'inventario, affrontare le problematiche specifiche eventualmente emerse e condividere i dati elaborati dalle Amministrazioni del distretto in modo da poter effettuare un'analisi dei dati a scala distrettuale.

I lavori promossi dal tavolo hanno portato alla redazione di un primo inventario "preliminare" del Distretto idrografico delle Alpi orientali caricato sul sistema SINTAI dall'Autorità di bacino in data 1/10/2012.

A seguito delle note prot. n. 44396 del 22/11/2012 di ISPRA e prot. n. 36238/TRI del 13/05/2013 del MATTM, l'attività del Tavolo di lavoro è proseguita con una serie di incontri che si sono tenuti nelle seguenti

date: 29 maggio 2013, 27 giugno 2013, 30 settembre 2013, 28 ottobre 2013 (incontro in audioconferenza con MATM, ISPRA e Distretto padano), 2 dicembre 2013.

A tali incontri hanno partecipato i seguenti Soggetti istituzionali:

- la Provincia Autonoma di Bolzano;
- l'Agenzia per la protezione ambientale della Provincia di Trento;
- la Regione Veneto;
- l'Agenzia per la protezione ambientale del Veneto;
- la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia;
- l'Agenzia per la protezione ambientale del Friuli Venezia Giulia;
- il Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO.PP. per il Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia).

Le finalità del Tavolo tecnico sono state:

1. individuazione della lista delle sostanze rilevanti e non rilevanti per i corpi idrici (fiumi, laghi, acque di transizione, acque marino costiere) del Distretto idrografico delle Alpi orientali;
2. determinazione condivisa delle sezioni del reticolo idrografico ove effettuare il calcolo dei carichi fluviali da fonte diffusa;
3. superamento delle problematiche connesse alle modalità di calcolo dei carichi fluviali secondo le linee guida emanate da ISPRA;
4. superamento delle problematiche connesse alle modalità di calcolo dei carichi dovuti a scarichi puntuali.

A conclusione dei lavori del Tavolo sono stati caricati sul sistema SINTAI dalle Regioni/Province Autonome tra dicembre 2013 e febbraio 2014 i *format* relativi ai carichi puntuali e ai carichi fluviali relativi al proprio territorio di competenza. L'Autorità di bacino ha quindi provveduto all'elaborazione di tali dati a scala distrettuale caricando i template definitivi del Distretto Alpi orientali in data 3/2/2014.

Il primo obiettivo che il Tavolo si è dato nell'ambito della FASE 1 è stato quello di individuare quali fossero le sostanze rilevanti per il proprio territorio, utilizzando i criteri forniti dalla linea guida europea e di ISPRA per la selezione degli inquinanti. La scelta della rilevanza ha riguardato solo le sostanze prioritarie (PP, P, E) indicate in tab. 1/A, come precisato dalla normativa europea e nazionale.

Una volta stabilito l'elenco delle sostanze rilevanti a livello regionale, per considerare quelle a livello distrettuale è stato usato il criterio indicato nelle linee guida di ISPRA: "se almeno una Regione considera la sostanza rilevante, la sostanza è rilevante a livello di distretto."

Raggiunto questo primo obiettivo, è stata affrontata, a livello distrettuale, la FASE 2, per lo sviluppo della quale si è reso necessario calcolare i seguenti parametri:

- carico fluviale, espresso come quantità all'anno di sostanza prioritaria rilevante presente in una determinata stazione di monitoraggio quali-quantitativo di un corso d'acqua. Per la stima di questo parametro si sono scelte, a livello distrettuale, stazioni appartenenti alle reti di monitoraggio regionale (ai sensi del D.Lgs. 152/2006) in chiusura dei principali sottobacini del distretto e in alcune sezioni strategiche del territorio distrettuale;
- carichi inquinanti di origine puntuale, definiti sulla base dei dati disponibili presso le banche dati regionali degli scarichi puntuali, civili e industriali, presenti nel distretto;
- carico diffuso: con i dati a disposizione dalle fonti puntuali, dal carico fluviale è stato poi sottratto quello puntuale per stimare quale potesse essere il carico diffuso.

1.2.4 Fase 1: selezione delle sostanze rilevanti

Per l'individuazione delle sostanze rilevanti e non rilevanti si è fatto riferimento all'elenco delle sostanze prioritarie e pericolose prioritarie individuato dalla L. 97/2013 che ha modificato l'art. 78-ter del D.Lgs. 152/06.

Tale lista è stata redatta assumendo a riferimento:

- gli esiti del primo triennio di monitoraggio dei corpi idrici, secondo le indicazioni del D.M. 56/2009; tale triennio è il 2010-2012 per il caso della Regione del Veneto, della Regione Lombardia e delle Province Autonome di Trento e Bolzano; è invece il 2009-2011 per il caso della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- il registro E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register) riferito al 2011;
- altri dati relativi agli scarichi puntuali eventualmente a disposizione delle Agenzie ambientali e provenienti dalle dichiarazioni AIA o dagli autocontrolli.

Rispetto ai criteri già individuati dalle linee guida redatte da ISPRA per determinare le sostanze rilevanti, il Tavolo ha convenuto di meglio dettagliare la definizione dei criteri C, D ed E, allo scopo di renderli operativamente applicabili.

In Tabella 4 si riportano i 5 criteri utilizzati per l'individuazione delle **sostanze rilevanti** così come enunciati nella linea guida di ISPRA e come meglio dettagliati dal Tavolo tecnico.

Critério	Linea Guida elaborata da ISPRA	Traduzione operativa effettuata dal Tavolo Tecnico
A	La sostanza causa il fallimento dell'obiettivo di buono stato chimico in almeno un corpo idrico.	La sostanza causa il fallimento dell'obiettivo di buono stato chimico in almeno un corpo idrico.
B	La sostanza causa il fallimento dell'obiettivo di buono stato ecologico in almeno un corpo idrico.	La sostanza causa il fallimento dell'obiettivo di buono stato ecologico in almeno un corpo idrico.
C	I risultati del monitoraggio mostrano una tendenza alla crescita nella concentrazione della sostanza che potrebbe dare origine a criticità nei prossimi cicli dei piani di gestione di distretto.	I risultati del monitoraggio mostrano una tendenza alla crescita nella concentrazione della sostanza (nella matrice acquosa o nei sedimenti) che potrebbe dare origine a criticità nei prossimi cicli dei piani di gestione di distretto.
D	Le informazioni presenti nel registro PRTR evidenziano quantitativi rilasciati per la sostanza che potrebbero portare a concentrazioni tali da renderla rilevante per i precedenti criteri.	Si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> - evidenza di quantità rilasciate sulla base dei dati provenienti dal registro E-PRTR 2011; - presenza delle sostanze rilasciate dagli scarichi nelle acque superficiali con concentrazioni superiori a metà dello Standard di Qualità Ambientale medio annuo (SQA-MA) in almeno due casi nello stesso corpo idrico.
E	Sulla base dei risultati dell'analisi delle pressioni e degli impatti di cui alla sezione C dell'allegato 3 del D.Lgs n. 152/06 e ss.mm.ii. la sostanza è individuata come possibile causa di uno dei casi A, B o C.	Si verifica almeno una delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> - si ha evidenza di quantità rilasciate sulla base dei dati provenienti dalle dichiarazioni AIA o dagli autocontrolli e, al tempo stesso, se ne riscontra la presenza delle sostanze rilasciate dagli scarichi nelle acque superficiali con concentrazioni superiori a metà dello Standard di Qualità Ambientale medio annuo (SQA-MA) in almeno due casi nello stesso corpo idrico; - se si hanno almeno due superamenti dello Standard di Qualità Ambientale nei sedimenti (maggiorato del 20%, il DM 260/2010 ammette infatti per la matrice sedimento, stante la sua complessità, uno scostamento del 20% ai fini della classificazione del buono stato chimico), per corpo idrico, nel triennio di monitoraggio, in concomitanza a fonti di pressione antropiche attive.

Tabella 4 – Confronto tra l'enunciazione dei criteri per l'individuazione delle sostanze rilevanti della Linea guida di ISPRA e del Tavolo di lavoro del Distretto delle Alpi orientali.

Le **sostanze non rilevanti**, invece, sono le sostanze per le quali, non ricorrendo alcuna delle condizioni precedentemente citate:

- si ha evidenza di quantità significative rilasciate dagli scarichi (registro E-PRTR, autorizzazioni AIA, autocontrolli);

oppure

- si hanno concentrazioni superiori a metà dello SQA-MA in almeno due casi nello stesso corpo idrico.

Sulla base dei sovraesposti criteri le Regioni e le Province Autonome hanno autonomamente provveduto all'individuazione delle sostanze rilevanti e non rilevanti nell'ambito del territorio di competenza.

La lista delle sostanze rilevanti e non rilevanti alla dimensione territoriale distrettuale deriva dall'unione delle sostanze individuate dalle singole Amministrazioni. La successiva Tabella 5 riepiloga l'elenco delle sostanze rilevanti e non rilevanti individuate a scala distrettuale, i corrispondenti criteri di individuazione e le Amministrazioni che hanno valutato ciascuna sostanza come rilevante o non rilevante.

Gli stessi dati sono stati riportati anche nel foglio SUBS_REL del file 52_INVENTARIO_SC, caricati sul sistema SINTAI.

Denominazione della sostanza	Rilevante (Y/N)	Criterio di rilevanza	Amministrazione che ha valutato la sostanza rilevante	Amministrazione che ha valutato la sostanza non rilevante
Benzo(a)pirene	Y	E	Regione Veneto	
Benzo(b)fluorantene	Y	E	Regione Veneto	
Benzo(g,h,i)perilene+Indeno(123-cd)pirene	Y	A	Regione Veneto	
Benzo(g,h,i)perilene+Indeno(123-cd)pirene	Y	E	Regione Veneto	
Benzo(k)fluorantene	Y	E	Regione Veneto	
Cadmio e composti	Y	A	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Cadmio e composti	Y	D	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Cadmio e composti	Y	E	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Chlorpiriphos (Clorpirifos etile)	Y	A	Regione Veneto, P.A. Trento, P.A. Bolzano	
Fluorantene	Y	E	Regione Veneto	
Mercurio e composti	Y	A	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Mercurio e composti	Y	D	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Mercurio e composti	Y	E	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Nichel e composti	Y	A	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Nichel e composti	Y	C	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Nichel e composti	Y	D	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Nichel e composti	Y	E	Regione Veneto	P.A. Trento, P.A. Bolzano
Ottifenolo (4-(1,1', 3,3'-tetrametilbutilfenolo)	Y	A	Regione Veneto	
Piombo e composti	Y	A	P.A. Trento	Regione Veneto, P.A. Bolzano
Triclorometano (Cloroformio)	Y	A	Regione Veneto	
Trifluralin	Y	A	Regione Veneto	
1,2-Dicloroetano	N			Regione Veneto, P.A. Trento
4-Nonilfenolo	N			Regione Veneto
Antracene	N			Regione Veneto
Benzene	N			Regione Veneto, P.A. Trento
Benzo(g,h,i)perilene	N			Regione Veneto
Di(2-etilftalato)	N			Regione Veneto
Diclorometano	N			Regione Veneto
Difenileterobromato	N			Regione Veneto
Esaclorobenzene	N			Regione Veneto
Naftalene	N			Regione Veneto
Pentaclorofenolo	N			Regione Veneto
Tetracloroetilene	N			Regione Veneto
Tetracloruro di carbonio	N			Regione Veneto

Denominazione della sostanza	Rilevante (Y/N)	Criterio di rilevanza	Amministrazione che ha valutato la sostanza rilevante	Amministrazione che ha valutato la sostanza non rilevante
Tricloroetilene	N			Regione Veneto, P.A. Trento

Tabella 5 – Elenco delle sostanze rilevanti e non rilevanti nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

Va evidenziato che la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e la Regione Lombardia non hanno individuato nel proprio territorio di competenza alcuna sostanza da inserire né come rilevante né come non rilevante.

Il Piombo è stato assunto quale sostanza rilevante perché rinvenuto con concentrazioni superiori allo SQA in un unico corpo idrico (codice A10000F007020tn), le cui acque superficiali attraversano il sito inquinato di interesse nazionale "Trento Nord".

Per quanto riguarda il Mercurio, notoriamente presente nei sedimenti delle acque marino-costiere e delle acque di transizione della Regione Friuli Venezia Giulia, la competente Agenzia di protezione ambientale ha redatto un'apposita relazione, riportata nell'Allegato 1.

In tale relazione si sottolinea come il Mercurio presente nei sedimenti della laguna di Marano-Grado derivi in parte dall'apporto del fiume Isonzo che raccoglie le acque di dilavamento delle miniere di Idria ed in parte dall'inquinamento storico dovuto allo stabilimento cloro-soda di Torviscosa.

Considerato l'interesse del Mercurio quale sostanza pericolosa prioritaria e l'estensione della contaminazione a livello dell'areale marino-costiero regionale, a partire dal 2008 sono state avviate due importanti attività: il progetto MIRACLE, e la caratterizzazione dei sedimenti della laguna di Marano e Grado secondo protocollo ICRAM approvato dalla Conferenza di Servizi decisoria del MATIM del 18 giugno 2008; entrambi gli studi sono stati mirati a definire tutti gli aspetti concernenti la distribuzione del Mercurio nei sedimenti, la sua presenza nella colonna d'acqua, il bioaccumulo negli organismi marini e la valutazione di rischio sanitario a carico della popolazione.

L'Allegato 1 fornisce una dettagliata descrizione delle succitate iniziative e delle pertinenti conclusioni.

Alla luce delle considerazioni riportate nei due studi, il Mercurio non può essere considerato come una sostanza rilevante, data per definizione di sostanza rilevante quella "derivante da un rilascio riconducibile ad uno o più sorgenti (scarichi) per i quali si deve agire riducendo l'immissione nell'ambiente", essendo la sua diffusione nell'areale costiero della Regione Friuli Venezia Giulia una questione "storica", "chiusa" per quanto riguarda gli apporti industriali di Torviscosa e non riducibile per quanto riguarda quelli fluviali isontini.

Nello stesso tempo la quantità di sedimento interessato dalla contaminazione e la quantità di Mercurio intrappolata nella matrice, assieme alla complessità e vulnerabilità dell'ecosistema lagunare e di quello marino, rendono impossibile una bonifica dell'areale, opzione irrealizzabile anche da un punto di vista economico e gestionale.

Resta peraltro inteso che, nell'ambito dei monitoraggi istituzionali, delle procedure richieste per la gestione ordinaria e straordinaria dell'ambiente marino-costiero e delle attività scientifiche future, verrà sempre posta una particolare attenzione al comportamento di questo metallo nelle diverse matrici ambientali e verranno verificati costantemente gli eventuali rischi per la popolazione ivi residente.

1.2.5 Fase 2: calcolo dei carichi per le sostanze rilevanti

La linea guida elaborata da ISPRA individua quale primo approccio speditivo da adottarsi per tutti i Distretti italiani quello del carico fluviale (indicato nella Linea guida europea con "Riverine Load"), il quale presenta minori difficoltà di applicazione.

In base a tale metodo il carico fluviale viene stimato a partire dalla concentrazione della singola sostanza e dai valori di portata rilevati in opportuni punti dell'asta fluviale.

Il carico da fonte diffuso viene individuato per differenza tra il carico fluviale e la somma dei carichi generati dalle fonti puntuali ubicate nel bacino sotteso.

Pertanto la valutazione dei carichi fluviali, costituente FASE 2 del percorso di costruzione dell'inventario, ha seguito i seguenti passi sequenziali:

- Identificazione delle sezioni fluviali in corrispondenza delle quali effettuare il calcolo dei carichi fluviali;

- Valutazione del carico fluviale, sulla base dell'algoritmo elaborato da ISPRA;
- Valutazione dei carichi diffusi.

Questa fase dell'analisi è stata sviluppata solo per le sostanze dichiarate rilevanti, come già indicato dalle linee guida ISPRA.

Pertanto, ogni Regione ha proceduto al calcolo dei carichi fluviali totali nelle sezioni di competenza e limitatamente alle sostanze definite rilevanti per il territorio distrettuale sotteso dalle sezioni di calcolo.

Inoltre, sono state considerate solo le informazioni riguardanti la matrice acquosa.

Identificazione delle sezioni fluviali dove effettuare il calcolo dei carichi fluviali

Nell'ambito del Tavolo di lavoro, tenuto conto della linea guida redatta da ISPRA, si è collegialmente convenuto che le sezioni in corrispondenza delle quali effettuare i calcoli dei carichi fluviali da fonte diffusa fossero individuate con riguardo ad almeno uno dei seguenti criteri:

- costituiscano chiusura dei bacini principali;
- costituiscano confine amministrativo su corsi d'acqua interregionali;
- siano poste a valle di aree su cui insistono pressioni particolarmente significative.

A tal riguardo va evidenziata la peculiarità del territorio distrettuale delle Alpi orientali formato da un insieme di bacini idrografici tra loro indipendenti, almeno per quanto riguarda il reticolo idrografico naturale e comunque con solo riguardo alle acque superficiali, tutti recapitanti (ad eccezione dei bacini di Slizza e Drava appartenenti all'area distrettuale danubiana) nel Mare Adriatico.

Tutti i Soggetti istituzionali partecipanti al Tavolo di lavoro, in linea generale, hanno lamentato la difficoltà di far coincidere le stazioni di monitoraggio qualitativo con le stazioni di monitoraggio dei deflussi.

Si è inoltre evidenziata l'assenza di stazioni di monitoraggio in continuo delle portate fluviali in prossimità delle foci (in grado dunque di sottendere la totalità del bacino e quindi intercettare integralmente i deflussi da questo originati); la misura delle portate nelle tratte fluviali di foce, infatti, risulta perturbata dall'andamento dei livelli di marea.

Con riferimento alla **Provincia autonoma di Bolzano** le sezioni individuate sono:

- Punto 11117 sul fiume Adige al confine con la Provincia Autonoma di Trento;
- Punto 11109 sul fiume Adige alla chiusura della Val Venosta;
- Punto 11114 sul fiume Adige a Ponte Adige a monte della confluenza con l'Isarco;
- Punto 11212 sul fiume Isarco a monte della confluenza con il fiume Adige;
- Punto 11308 sul fiume Rienza a monte della confluenza con il fiume Isarco.

Con riferimento alla **Provincia autonoma di Trento** le sezioni individuate sono:

- Adige a monte della Provincia Autonoma di Trento;
- Adige a valle della Provincia Autonoma di Trento.

Con riferimento alla **Regione del Veneto** le sezioni individuate sono riportate nella successiva Tabella 6.

Bacino idrografico	Asta fluviale	Ubicazione	Codice regionale della stazione
Adige	Adige	Ingresso nel territorio regionale	42
Adige	Adige	foce	218
Bacchiglione	Bacchiglione	a valle di Padova	174
Bacchiglione	Bacchiglione	foce	181
Brenta	Brenta	foce	436
Brenta	Brenta	Ingresso nel territorio regionale	30
Brenta	Cismon	Ingresso nel territorio regionale	28
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Scolmatore	foce	491
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Naviglio-Brenta	foce	137
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Vela	foce	142
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Zero	foce	143
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Fiumazzo	foce	179

Bacino idrografico	Asta fluviale	Ubicazione	Codice regionale della stazione
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Scarico	foce	182
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Dese	foce	481
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Lusore	foce	490
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Trezze	foce	492
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Nuovissimo	foce	504
Bacino Scolante in Laguna di Venezia	Marzenego-Osellino 1° foce	foce	489
Fratta Gorzone	Gorzone	foce	437
Livenza	Livenza	foce	72
Livenza	Livenza	Ingresso nel territorio regionale	453
Piave	Piave	foce	65
Sile	Sile	foce	238

Tabella 6 - Sezioni fluviali individuate dalla Regione Veneto per la valutazione dei carichi fluviali

In Figura 3 sono visualizzati con riferimento al territorio distrettuale i punti corrispondenti alle sezioni in cui è stato effettuato il calcolo dei carichi fluviali.

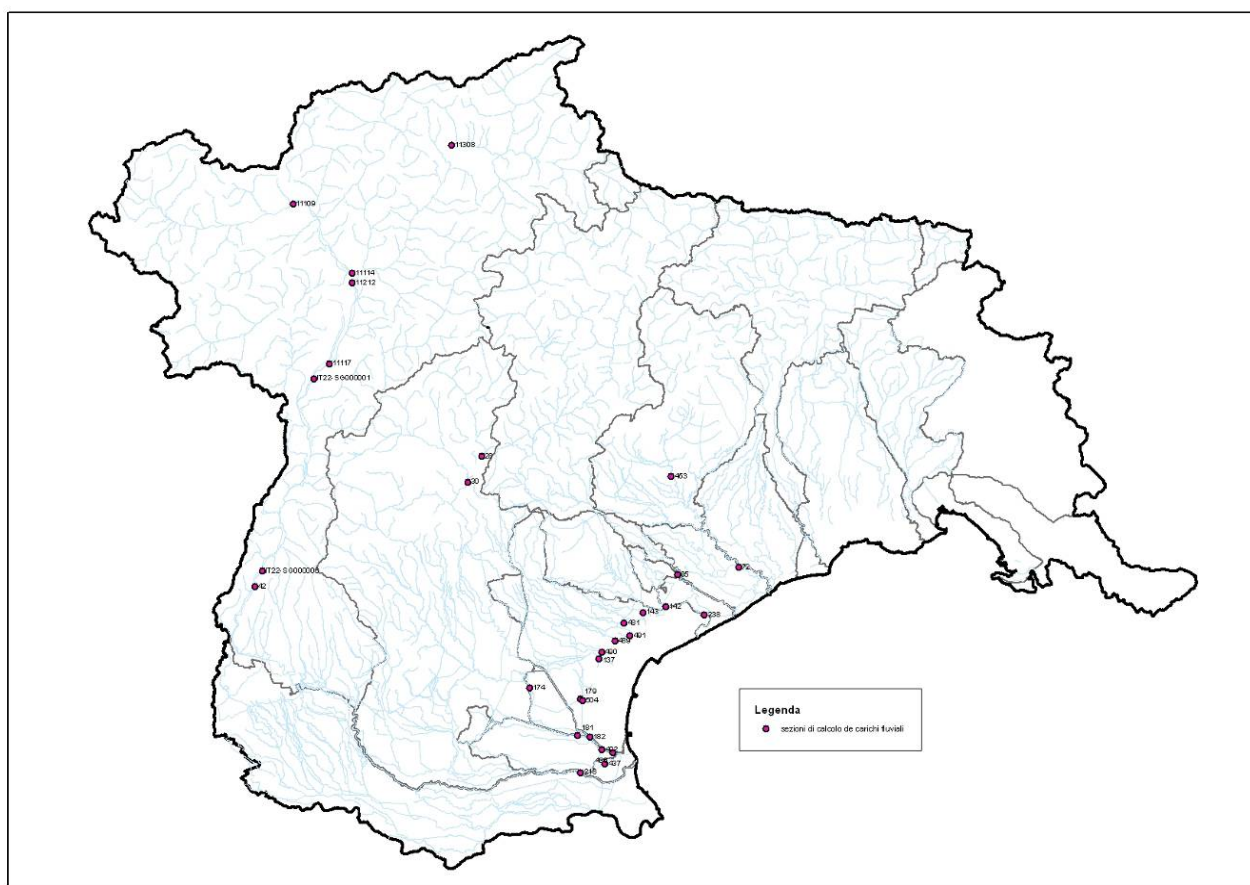


Figura 3 - Stazioni del reticolo idrografico individuate dalle competenti Regioni e Province Autonome per la valutazione dei carichi fluviali

Per quanto riguarda la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e la Regione Lombardia non essendo state individuate sostanze rilevanti, non è stata conseguentemente precisata alcuna sezione in cui effettuare il calcolo dei carichi fluviali.

Per superare la sopra esposta criticità legata all'insufficiente disponibilità di misure di portata, utili alla valutazione dei carichi, ARPAV si è fatta promotrice di apposite linee di indirizzo, portate all'attenzione del Tavolo di lavoro, finalizzate a concretizzare, nel futuro, una rimodulazione della rete di monitoraggio quantitativo del reticolo

fluviale, che tenga anche conto delle esigenze correlate alla necessità di valutare i carichi delle sostanze inquinanti (Allegato 2).

Calcolo dei carichi originati da fonti puntuali

Con riguardo al tema del calcolo dei carichi originati da fonti puntuali sono emerse le seguenti criticità:

- disponibilità di analisi allo scarico, nella maggior parte dei casi, per un set limitato di sostanze;
- disponibilità di dati di portata dello scarico non sempre monitorati e dunque “nominali” (per esempio desunti dalle corrispondenti autorizzazioni allo scarico), con conseguente rischio di sovrastima delle portate scaricate e dei relativi carichi.

Tutto ciò potrebbe condurre ad una stima non sempre realistica dei carichi emessi da sorgenti puntuali, in relazione ai dati oggettivamente disponibili, con le ovvie conseguenze di una elevata incertezza in sede di stima, per differenza, del carico diffuso.

Per stimare nel modo più appropriato la portata degli scarichi puntuali il Tavolo di lavoro ha individuato la seguente lista di possibili fonti informative da utilizzare, ordinata in ordine decrescente di rilevanza:

- Misure di portata scaricata da controlli delle Agenzie Ambientali;
- Misure di portata scaricata da autocontrolli;
- Misure di portata prelevata, comprensiva di un eventuale coefficiente di riduzione;
- Portata nominale dell'autorizzazione allo scarico ovvero portata stimata sulla base dei coefficienti per tipologia industriale individuati in Tabella 7.

Cat. ISTAT	Descrizione attività	U.M.	Coefficiente
011	Coltivazioni agricole; orticoltura, floricoltura	m ³ /addetto	410
151	Produzione, lavorazione e conservazione di carne e di prodotti a base di carne	m ³ /addetto	390
153	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	m ³ /addetto	250
155	Industria lattiero-casearia	m ³ /addetto	650
159	Industria delle bevande	m ³ /addetto	250
211	Fabbricazione della pasta-carta, della carta e del cartone	m ³ /addetto	12500
241	Fabbricazione di prodotti chimici di base	m ³ /addetto	20
26	Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	m ³ /addetto	10000 (*)
264	Fabbricazione di mattoni tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta	m ³ /addetto	4
285	Trattamento e rivestimento dei metalli, lavorazione meccanica generale per c/t	m ³ /addetto	2000
292	Fabbricazione di altre macchine di impiego generale	m ³ /addetto	10
295	Fabbricazione di altre macchine per impieghi speciali	m ³ /addetto	25
362	Gioielleria e oreficeria	m ³ /addetto	7,5
454	Lavori di completamento degli edifici	m ³ /addetto	280
501	Commercio di autoveicoli	m ³ /addetto	20
502	Manutenzione e riparazione di autoveicoli	m ³ /addetto	100
513	Commercio all'ingrosso di prodotti alimentari, bevande e tabacco	m ³ /addetto	900
602	Altri trasporti terrestri	m ³ /addetto	20
930	Altre attività dei servizi	m ³ /addetto	700

(*) E' stato assunto il valore 10000 m³/addetto per aziende fino a 10 addetti, 15000 m³/addetto per aziende che occupano più di 10 addetti.

Tabella 7 – Coefficienti da utilizzare per stimare la portata scaricata in funzione della tipologia industriale

Nel caso di scarico recapitante in corpo idrico non classificato ai fini della Direttiva 2000/60/CE, è stato inserito il codice del primo corpo idrico di recapito.

Inoltre, è stata riscontrata difficoltà nell'attribuzione del ciclo produttivo agli scarichi individuati in quanto le Amministrazioni non dispongono delle informazioni richieste. Pertanto, in accordo con ISPRA, al posto del ciclo produttivo è stato inserito il codice ATECO e/o una descrizione dell'attività svolta.

Per quanto riguarda i metalli, infine, è emersa una possibile incongruenza tra le analisi degli scarichi, che fanno riferimento ai metalli totali, e lo stato dei corpi idrici e i carichi fluviali, che fanno invece riferimento alla fase disciolta dei metalli medesimi. Tale incongruenza risulta peraltro attualmente non risolvibile.

Ai fini del calcolo dei carichi puntuali, è stato stabilito che, se nell'ambito della serie di analisi di uno scarico si ha almeno un riscontro superiore a LOQ, per le altre analisi dove la sostanza è presente, ma in concentrazioni inferiori al LOQ, si pone la concentrazione pari a LOQ/2. Se la concentrazione della sostanza, in tutti i campioni analizzati, è sempre inferiore al LOQ, allora si pone la concentrazione pari a zero.

Per le sostanze non rilevanti si è convenuta la compilazione del campo STIMA_BASE come risultato della somma dei carichi puntuali per quella determinata sostanza.

Anche per quanto riguarda le concentrazioni delle sostanze ai punti di scarico, per omogeneità e confrontabilità del dato rispetto a quanto fatto per il calcolo dei carichi fluviali, si concorda di fare riferimento ai dati relativi al triennio di classificazione contenuti nel registro E-PRTR o eventualmente ad altri dati di maggior dettaglio a disposizione delle Agenzie ambientali.

Per quanto riguarda i dati sulla laguna di Venezia in possesso del Magistrato alle Acque il database relativo ai punti di scarico è aggiornato all'anno 2010.

Calcolo dei carichi fluviali

Una delle tematiche rispetto alle quali il Tavolo tecnico ha dedicato più tempo è stata quella di rendere omogenei a livello distrettuale i dati regionali riguardanti il monitoraggio, attraverso regole e convenzioni comuni, per il calcolo dei carichi fluviali.

E' infatti importante evidenziare una criticità conseguente alla disomogeneità dei LOQ, per una stessa sostanza, nelle diverse Regioni che formano il distretto e/o tra i laboratori di analisi.

Peraltro per alcune sostanze i LOQ applicati dai laboratori di analisi risultano maggiori rispetto allo Standard di Qualità Ambientale (SQA), uguali allo SQA o maggiori al 30% del SQA e sono pertanto non conformi alla normativa.

La successiva Tabella 8 meglio dettaglia questa condizione di disomogeneità evidenziando, sostanza per sostanza, i LOQ applicati nei singoli ambiti amministrativi rispetto allo standard di qualità ambientale.

Sostanze monitorate nei fiumi	LOQ>SQA	LOQ=SQA	LOQ>30%SQA
1,3,5 Triclorobenzene	P.A. Trento		
4,4' DDT			
4-Cloroanilina			Regione Veneto
4-Clorotoluene			Regione Veneto
Aldrin	P.A. Trento		
Ametrina			P.A. Trento
Azinfos metile	P.A. Trento	Regione Veneto	
Azinfos-Etile	P.A. Trento	Regione Veneto	
Benzo(g,h,i)perilene+Indeno(1,23-cd)pirene			Regione Veneto
Chlorpirifos (Chlorpirifos etile)	P.A. Trento		
Chlorpirifos metile			P.A. Trento
Cianazina		Regione Veneto	P.A. Trento
Demeton			Regione Veneto
Dichlorvos		Regione Veneto	
Diclorprop			Regione Veneto
Dieldrin	P.A. Trento		
Dimetenamide			Regione Veneto
Endosulfan (somma isomeri alfa e beta)		P.A. Bolzano	
Endosulfano (miscela isomeri alfa, beta e solfato)		Regione Veneto, P.A. Bolzano	
Endrin	P.A. Trento		P.A. Bolzano
Eptacoloro	P.A. Trento		
Eptenofos			Regione Veneto

Sostanze monitorate nei fiumi	LOQ>SQA	LOQ=SQA	LOQ>30%SQA
Esaclorobenzene (HCB)	P.A. Trento		P.A. Bolzano
Esaclorobutadiene (HCBd)	P.A. Trento, P.A. Bolzano		
Esaclorocicloesano (isomeri)			P.A. Bolzano
Exazifone			Regione Veneto
Fenitrotion	P.A. Trento	Regione Veneto	P.A. Bolzano
Fention	Regione Veneto		
Folpet			P.A. Trento
Forate			P.A. Trento
Fosalone			Regione Veneto
Isodrin	P.A. Trento		
Isoproturon			Regione Veneto
Malathion		Regione Veneto	P.A. Trento
Mercurio e composti	P.A. Trento		Regione Veneto
Metidation			P.A. Trento
Metolachlor			P.A. Trento
Metribuzina			P.A. Trento
Mevinfos		Regione Veneto	
Ottifenolo (4-(1,1', 3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)		P.A. Bolzano	
Oxadiazon			P.A. Trento
Parathion	P.A. Trento	Regione Veneto	
Parathion Metile	P.A. Trento	Regione Veneto	
Pendimetalin			P.A. Trento
Pentaclorobenzene			P.A. Bolzano
Pentaclorofenolo		P.A. Trento, P.A. Bolzano	
Pbenthoate		Regione Veneto	
Pbosmet			Regione Veneto
Proclimidone			P.A. Trento
Prometrina			P.A. Trento
Propazina		Regione Veneto	P.A. Trento
Propizamide		Regione Veneto	P.A. Trento
Terbutrina			P.A. Trento
Toluene		P.A. Trento	
Triclorobenzeni			P.A. Bolzano
Trifluralin			Regione Veneto
Xileni		P.A. Trento	

Tabella 8 – Elenco delle sostanze per cui almeno un'Amministrazione adotta LOQ non conformi alla normativa

Tenuto conto delle indicazioni fornite da ISPRA durante l'incontro del 28 ottobre 2013 ed alla nota n. 0055561/TRI del 18/11/2013 trasmessa dal MATTM già descritte nel paragrafo 2.2, il Tavolo tecnico ha convenuto di:

- effettuare il calcolo dei carichi fluviali solo per le sostanze rilevanti individuate a monte della sezione in cui si effettua il calcolo ed eventualmente per ulteriori sostanze già individuate a scala distrettuale come rilevanti e ritenute importanti da calcolare nel proprio territorio di competenza;
- effettuare il calcolo del carico fluviale, nel caso ci sia almeno una misura superiore al LOQ, sostituendo ai valori inferiori a LOQ i valori di LOQ/2 riportati in Tabella 3, sia per le sostanze con LOQ a norma di legge che per le sostanze con LOQ non a norma di legge;
- utilizzare per il Cadmio il valore 0.04 μ g/l corrispondente alla classe di durezza 5;
- utilizzare per le sommatorie di sostanze i valori riportati nella successiva Tabella 9.

Nome sommatoria	LOQ/2 (Acque superficiali interne)	LOQ/2 (Altre acque superficiali)
Antiparassitari ciclodiene	0,0015 µg/l	0,00075 µg/l
DDT ^o Totale	0,00375 µg/l	0,00375 µg/l
Benzo(b)fluorantene+benzo(K)fluorantene	0,0045 µg/l	0,0045 µg/l
Benzo(g,h,j)perylene+indeno(1,2,3cd)pyrene	0,0003 µg/l	0,0003 µg/l
Triclorobenzeni	0,06 µg/l	0,06 µg/l

Tabella 9 – Valori di LOQ/2 utilizzati nel caso di sommatorie di sostanze

- per il parametro n. 35 Triclorobenzeni, per il quale in Tabella 3 non è stato fornito il valore LOQ/2, utilizzare il valore 0.06 □ g/l.
- nel caso in cui tutte le misure siano inferiori al LOQ, ed in sintonia con quanto assunto nell'ambito del contiguo Distretto padano (del quale fanno parte sia la Regione del Veneto che la Provincia Autonoma di Trento):
 - per sostanze con LOQ adeguato, assumere il carico pari a 0;
 - per sostanze con LOQ non adeguato, segnalare il corrispondente carico come non valutabile (N.V.). Nel caso uno o più anni non siano valutabili, il carico inserito sarà quello dell'anno/i calcolabile/i.

Inoltre, si è convenuto di integrare nel foglio RL_MON del file Excel 55_INVENTARIO_SC_DIFF alcune colonne dove meglio dettagliare i dati inseriti. In particolare:

- la colonna NUM<LOQ indica il numero di misure inferiori a LOQ;
- la colonna NUM_TOT indica il numero di misure totali;
- la colonna PERIODO indica il periodo considerato da ciascuna Amministrazione;
- la colonna NOTE in cui possono essere inseriti ulteriori indicazioni specifiche.

In considerazione del fatto che i dati disponibili ad oggi non consentono una compiuta individuazione del carico diffuso di origine naturale, e che per la valutazione del fattore di ritenzione (R), non risulta ancora disponibile una linea guida specifica, si è convenuto, in questa fase dell'inventario, di trascurare queste componenti.

Pertanto, data la necessità manifestata dal Magistrato alle Acque di Venezia di considerare i carichi dovuti alle deposizioni atmosferiche in laguna di Venezia tale carico (relativo all'anno 2009 o 2010), su suggerimento di ISPRA, è stato inserito nella colonna relativa al fattore R (LOAD_R).

1.3 Analisi dei dati

1.3.1 Stima aggregata dei carichi puntuali

La Tabella 10 riporta un prospetto riepilogativo del totale dei carichi da fonte puntuale generati nelle diverse realtà amministrative del distretto.

Nelle celle di colore rosso sono evidenziati i carichi relativi alle sostanze rilevanti, come segnalate da ciascuna Amministrazione mentre le celle di colore verde contengono i carichi delle sostanze “non rilevanti”.

A livello distrettuale, il Nichel, con i suoi composti, è la sostanza caratterizzata dal maggiore carico puntuale (circa 11.300 kg/anno); la gran parte (oltre il 90%) è generato nel territorio della Regione del Veneto. Segue il Piombo con i suoi composti (circa 8.600 kg/anno), anch'esso per la gran parte proveniente da fonti puntuali della Regione del Veneto. Solo queste due sostanze già raggiungono quasi il 92% del carico totale generato dalle fonti puntuali.

Sostanza	Regione Lombardia	Provincia Autonoma di Trento	Provincia Autonoma di Bolzano	Regione Veneto	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia	Totale
Benzo(a)pirene				8,701		8,701
Benzo(b)fluorantene				7,980		7,980
Benzo(g,h,i)perilene+Indeno(123-cd)pirene				14,574		14,574
Benzo(k)fluorantene				6,202		6,202
Cadmio e composti		12,300	1,114	97,122		110,536
Chlorpiriphos (Clorpirifos etile)		0,000	0,000			0,000
Cromo totale				110,661		110,661
Fluorantene				9,637		9,637
Indeno(123-cd)pirene				7,651		7,651
Mercurio e composti		30,200	1,078	85,497		116,775
Naftalene				22,500		22,500
Nichel e composti		297,600	669,065	10302,106		11268,771
Ottifenolo (4-(1,1', 3,3'-tetrametilbutil-fenolo)						0,000
Piombo e composti		322,329	541,600	7700,045		8563,974
Triclorometano (Cloroformio)				135,036		135,036
Trifluralin						0,000
1,2-Dicloroetano		0,000		201,453		201,453
4-Nonilfenolo				0,036		0,036
Antracene				1,670		1,670
Benzene		0,000		514,244		514,244
Benzo(g,h,i)perilene				8,240		8,240
Di(2-etilesilftalato)				76,300		76,300
Diclorometano				48,595		48,595
Difenileterebromato						0,000
Esaclorobenzene				0,197		0,197
Pentaclorofenolo				34,746		34,746
Tetracloroetilene				145,075		145,075
Tetracloruro di carbonio				71,710		71,710
Tricloroetilene		1,600		71,385		72,985
TOTALE		664,029	1212,856	19681,364		21558,249

Tabella 10 - Prospetto riepilogativo dei carichi puntuali generati nelle diverse realtà amministrative del distretto: nelle celle di colore rosso i carichi relativi alle sostanze definite “rilevanti”; nelle celle di colore verde i carichi relativi alle sostanze definite “non rilevanti” (kg/anno)

1.3.2 Stima dei carichi fluviali

La Tabella 11 riporta la stima dei carichi fluviali valutati in prossimità degli apparati di foce sul fronte costiero centro-occidentale del Distretto (la Regione Friuli Venezia Giulia non ha individuato sostanze rilevanti nell'ambito del proprio territorio e non ha dunque proceduto alla valutazione dei relativi carichi fluviali).

Gli apparati di foce esaminati, procedendo da ovest verso est sono, nell'ordine:

- quello del fiume Adige;
- quello del Brenta-Bacchiglione (questo bacino è formato da tre aste fluviali, cioè il Brenta, il Bacchiglione ed il Gorzone che di congiungono poco prima del recapito nel mare Adriatico);
- quello dei fiumi che recapitano nella laguna di Venezia (il bacino scolante di Venezia, in relazione alla particolare sensibilità del recapito fluviale, è monitorato attraverso un sistema di 11 stazioni);
- quello del Sile;
- quello del Piave;
- quello del Livenza.

Numerose sono le sostanze le quali, in relazione a limiti di quantificazione non adeguati, presentano carichi non valutabili.

Bacino:	Adige	Brenta-Bacchiglione		Livenza	Piave	Sile	
Codice stazione:	218	181	436	437	72	65	238
Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene	N.V.		N.V.	N.V.	0,0163	N.V.	N.V.
Cadmio e composti	N.V.	N.V.	0,0439	0,0297	N.V.	N.V.	N.V.
Endosulfan	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.
Fluorantene			0	0,003733	0,027567	0,009267	0
Mercurio e composti	N.V.	0,031267	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.
Nichel e composti	17,5559	2,898333	0	0,794133	0	0	2,1144
Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)		N.V.	0,005867	0,007933	0,1401	0	0,077833
Piombo e composti	0	0	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.
Triclorometano	0	0	0,140133	0	0	0,170533	0,1645
Trifluralin			N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.

Bacino:	Bacino scolante nella laguna di Venezia										
Codice stazione:	137	142	143	179	182	481	489	490	491	492	504
Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene	N.V.	N.V.	N.V.	0,0001	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.
Cadmio e composti	N.V.	0,0027	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	0,0015	N.V.	0,001	N.V.	N.V.
Endosulfan	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.
Fluorantene	0,0015	0	0	0		0	0	0,0008	0,000333	0	0
Mercurio e composti	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.
Nichel e composti	0,523067	0,100767	0,116967	0,1364	0,091967	0,099667	0,1041	0,1969	0,1347	0,6146	0,175967
Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	0,0011	0	0	0,0014	N.V.	0,306467	0,0005	0,0005	0,0004	0	0,0025
Piombo e composti	0	0,025733	0,0166	0,019133	0,015533	0,0932	0,015467	0,0327	0	0,027733	0
Triclorometano	0,076567	0	0	0	0	0,013367	0	0,0229	0,0193	0	0,0247
Trifluralin	N.V.	N.V.	0,0024	N.V.		0,001	N.V.	N.V.	N.V.	N.V.	0,0005

Tabella 11 - Prospetto riepilogativo dei carichi fluviali valutati in corrispondenza degli apparati di foce della Regione del Veneto (tonnellate/anno)

La Tabella 12 sintetizza l'entità complessiva dei carichi fluviali, valutati in corrispondenza degli apparati di foce per le sostanze valutate.

Il Nichel ed i suoi composti rappresenta la sostanza caratterizzata dal maggior carico, stimato in circa 25.700 kg/anno. Segue, in ordine di consistenza, il Triclorometano (632 kg/anno), l'Ottifenolo (circa 545 kg/anno), il Piombo ed i suoi composti (246 kg/anno). Cadmio e Mercurio assommano carichi rispettivamente di 79 kg/anno e di 31 kg/anno.

Sostanza	Carico (kg/anno)
Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene	16,40
Cadmio e composti	78,80
Fluorantene	43,20
Mercurio e composti	31,27
Nichel e composti	25657,87
Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	544,60
Piombo e composti	246,10
Triclorometano	632,00
Trifluralin	3,90

Tabella 12 - Stima dei carichi fluviali totali recapitati dalle acque interne nel mare o nelle acque costiere

Nelle successive figure è riportato il dettaglio dei carichi di ciascuna sostanza valutati in prossimità degli apparati di foce.

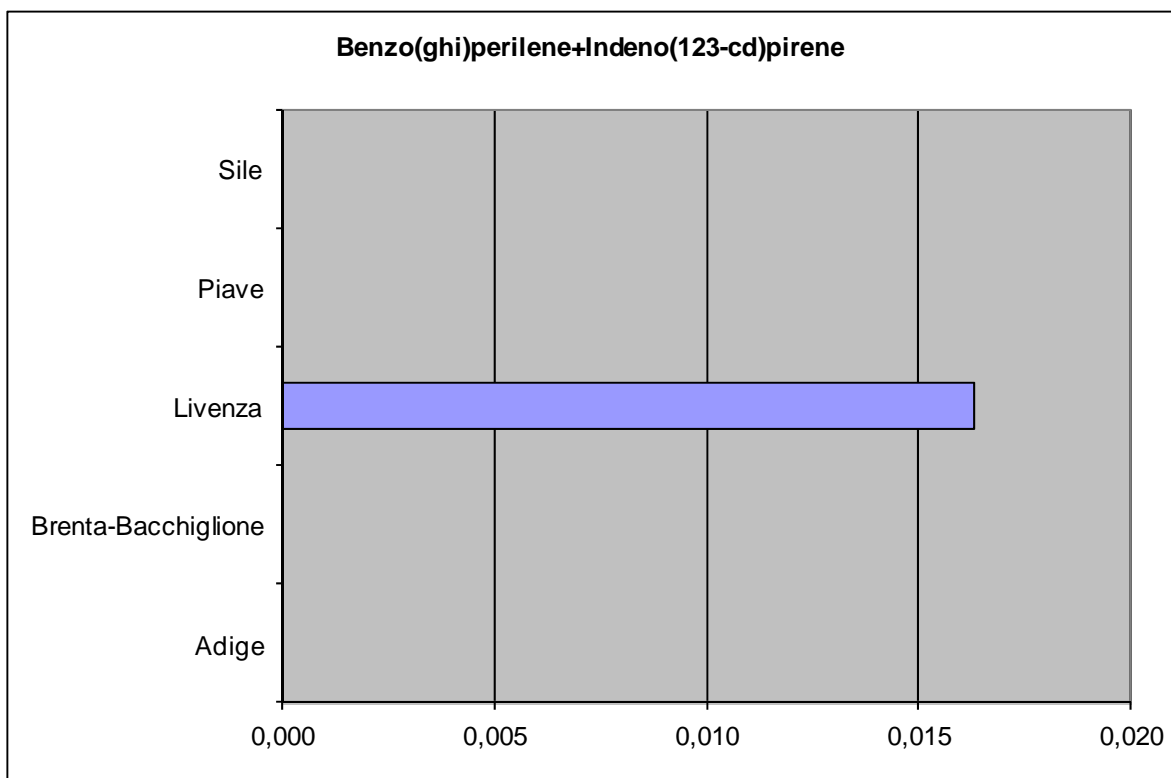


Figura 4 - Stima dei carichi fluviali di Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

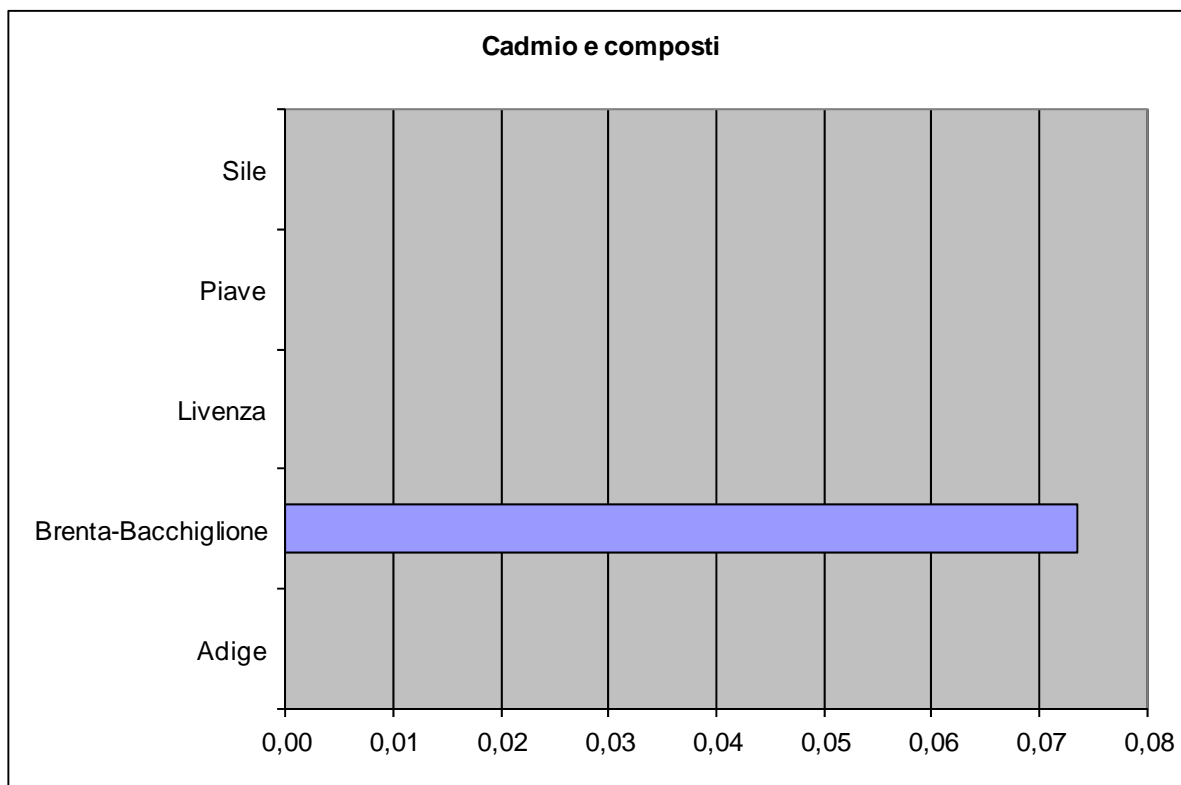


Figura 5 - Stima dei carichi fluviali di Cadmio in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

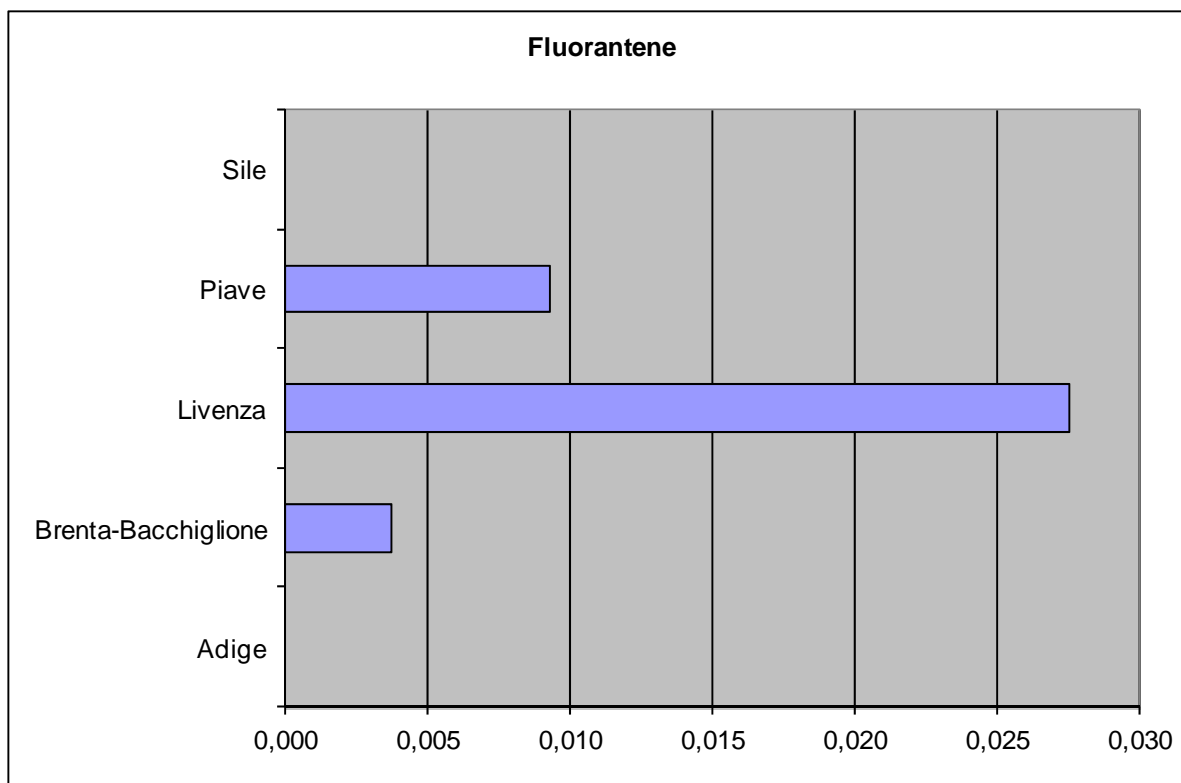


Figura 6 - Stima dei carichi fluviali di Fluorantene in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

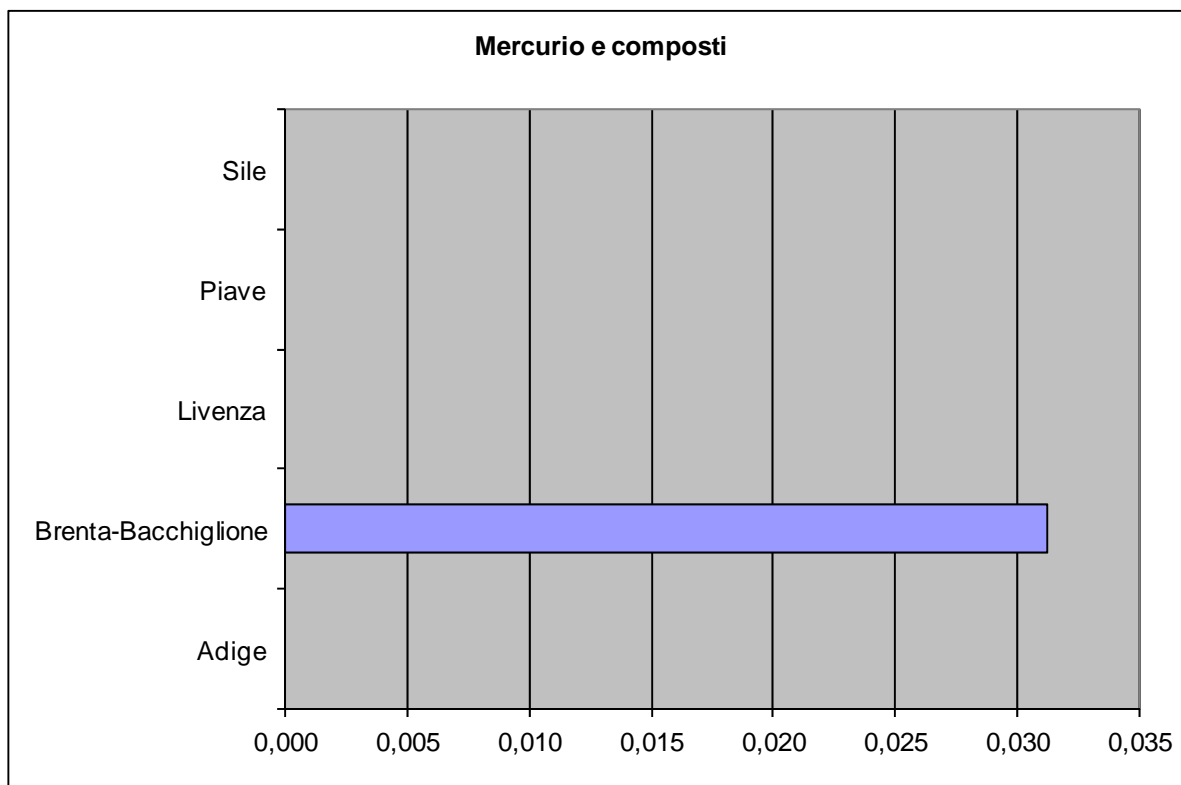


Figura 7 - Stima dei carichi fluviali di Mercurio in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

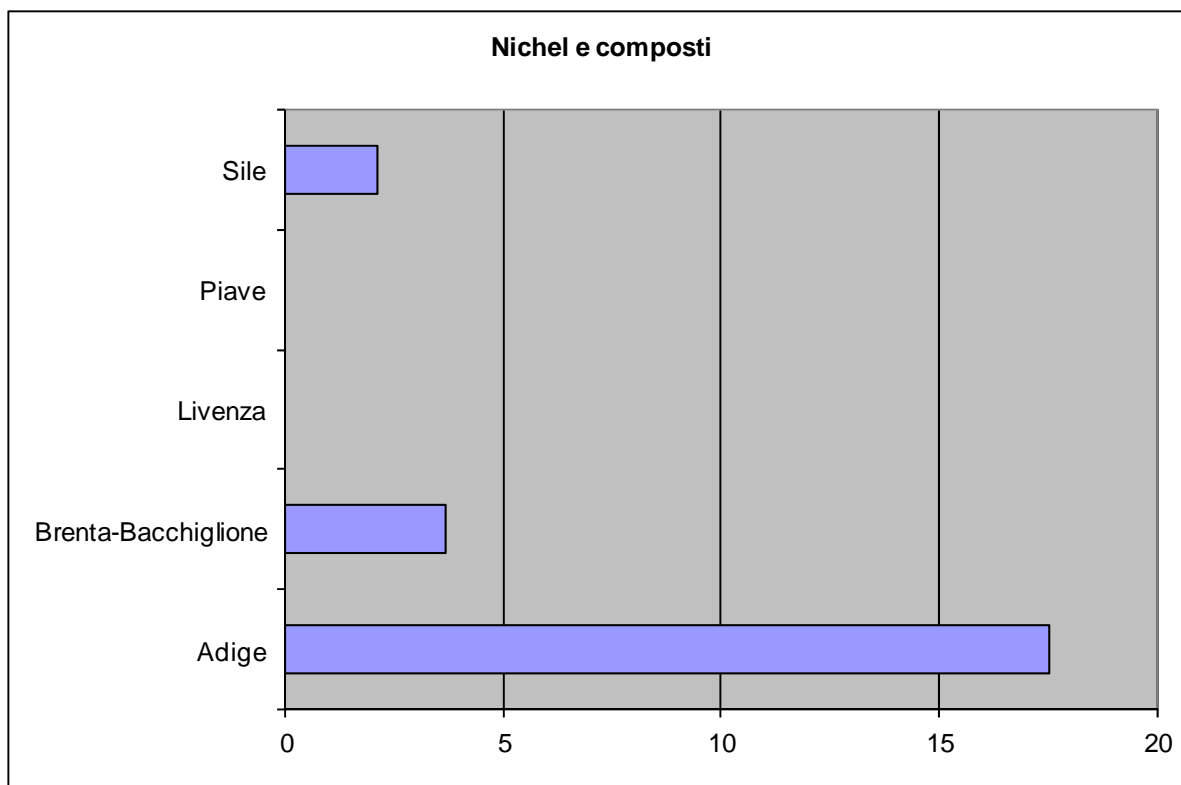


Figura 8 - Stima dei carichi fluviali di Nichel in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

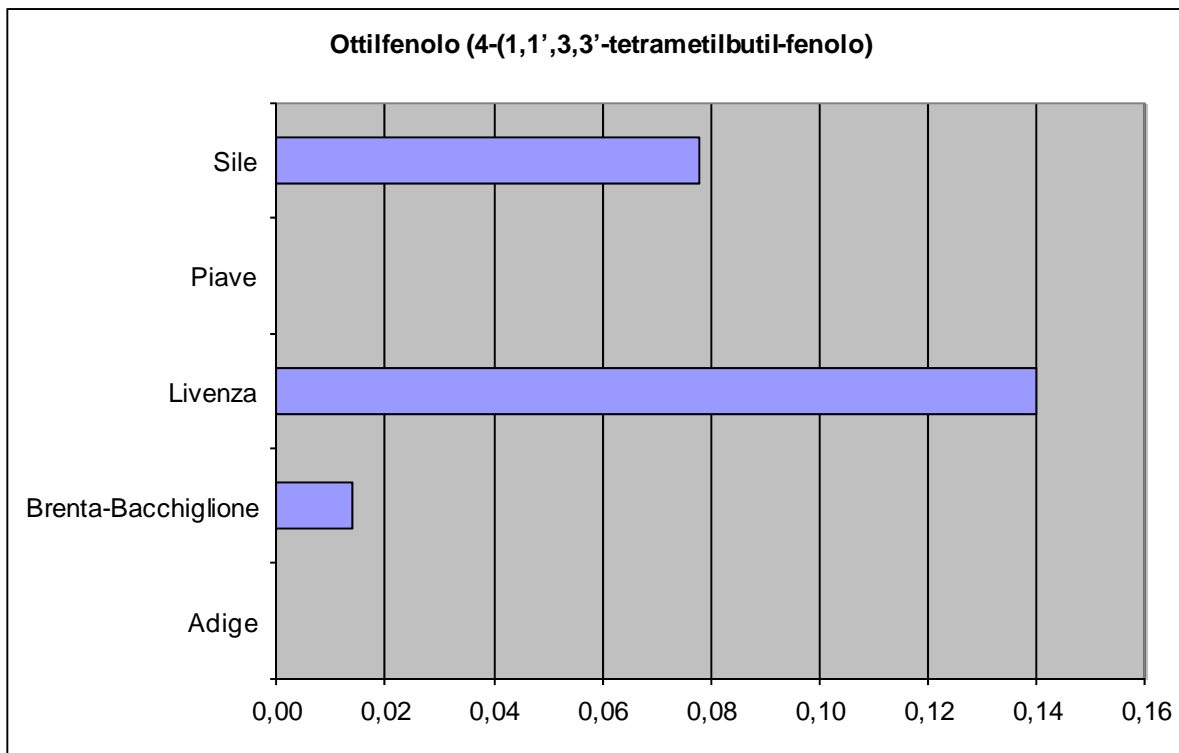


Figura 9 - Stima dei carichi fluviali di Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo) in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

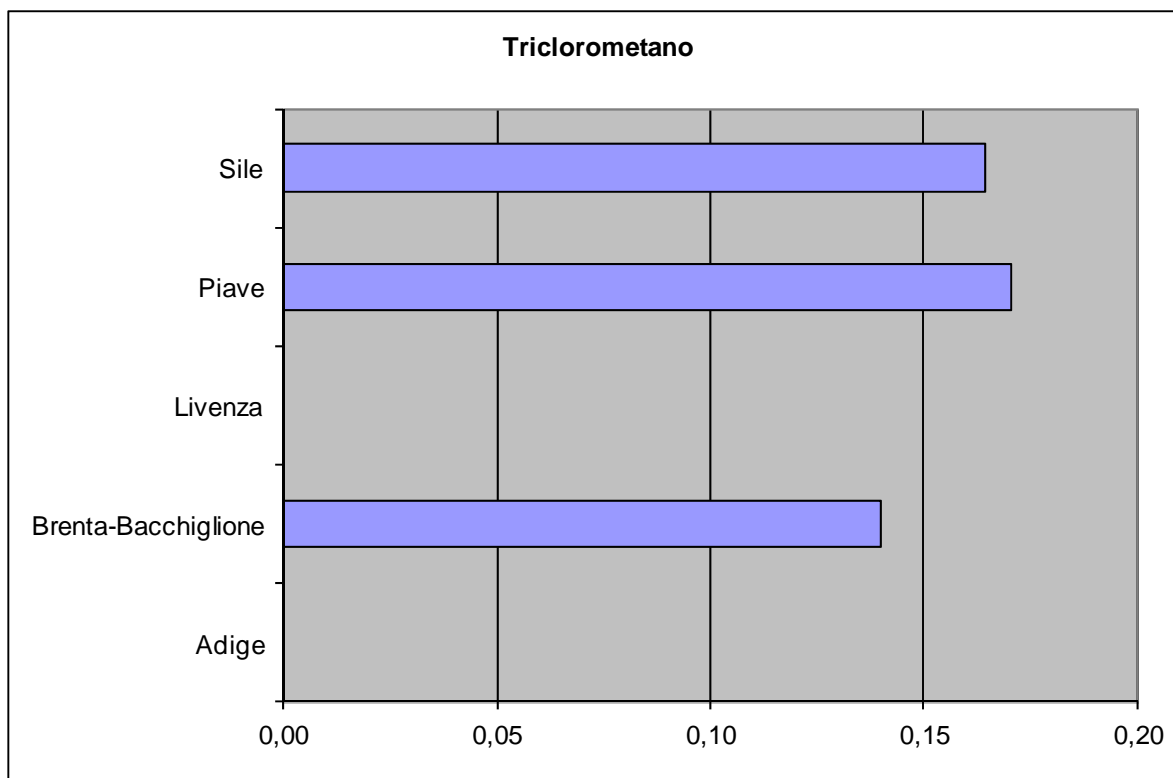


Figura 10 - Stima dei carichi fluviali di Triclorometano in prossimità delle principali foci fluviali (valori espressi in tonnellate/anno)

Un discorso a parte merita il bacino scolante nella laguna di Venezia, il cui reticolo idrografico è da tempo sottoposto da parte di ARPAV ad un accurato monitoraggio qualitativo, in relazione alla particolare sensibilità del recapito fluviale e tenuto conto della legislazione speciale per Venezia (decreti Ronchi Costa).

Si tratta di 11 stazioni di misura che intercettano i principali corpi idrici che recapitano in laguna.

Anche per tale insieme di stazioni si conferma il contributo prioritario, in termini di carico fluviale totale annuo, del Nichel e dei suoi composti, per un valore annuo stimato in circa 2300 kg.

Segue, in ordine di importanza, l'Ottifenolo (circa 313 kg/anno), il Piombo ed i suoi composti (246 kg/anno) ed il Triclorometano (157 kg/anno).

Sostanza	Carico fluviale (kg/anno)
Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene	0,10
Cadmio e composti	5,20
Fluorantene	2,63
Mercurio e composti	0,00
Nichel e composti	2295,10
Ottifenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	312,87
Piombo e composti	246,10
Triclorometano	156,83
Trifluralin	3,90

Tabella 13 - Stima dei carichi fluviali recapitanti nella laguna di Venezia (valori espressi in kg/anno)

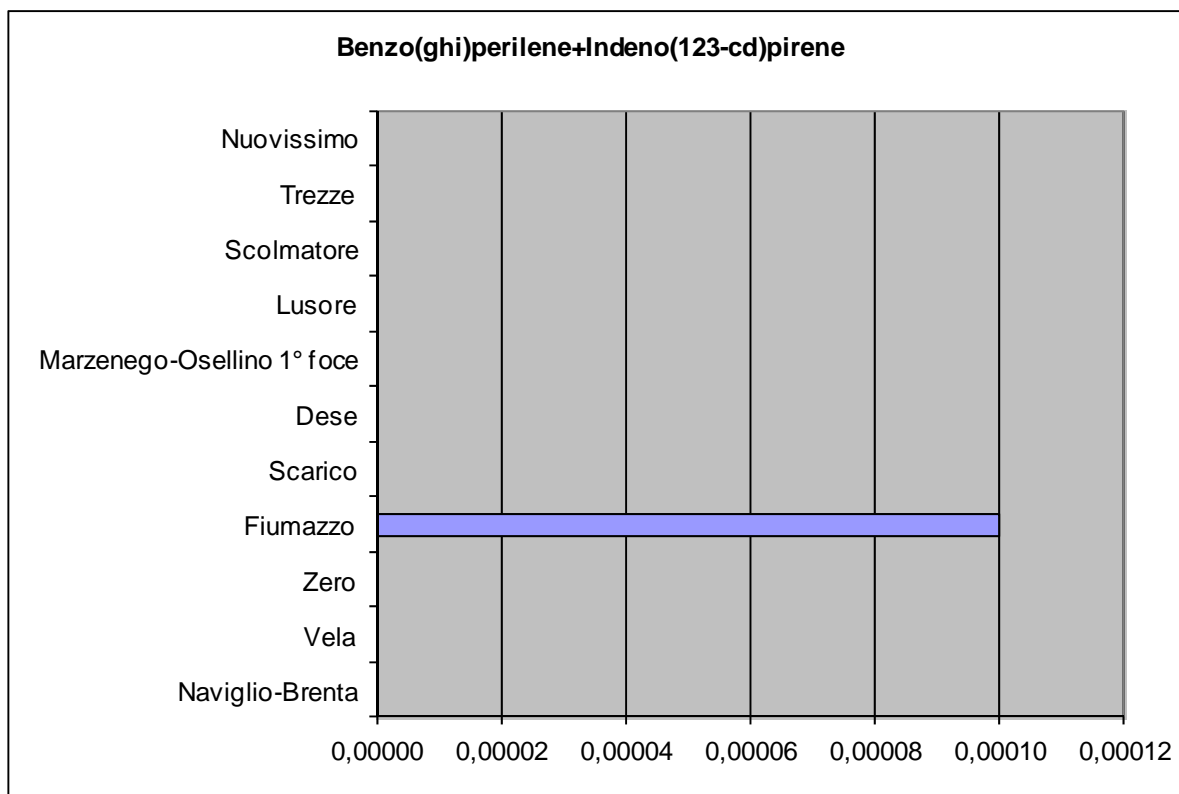


Figura 11 - Stima dei carichi fluviali di Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori espressi in tonnellate/anno)

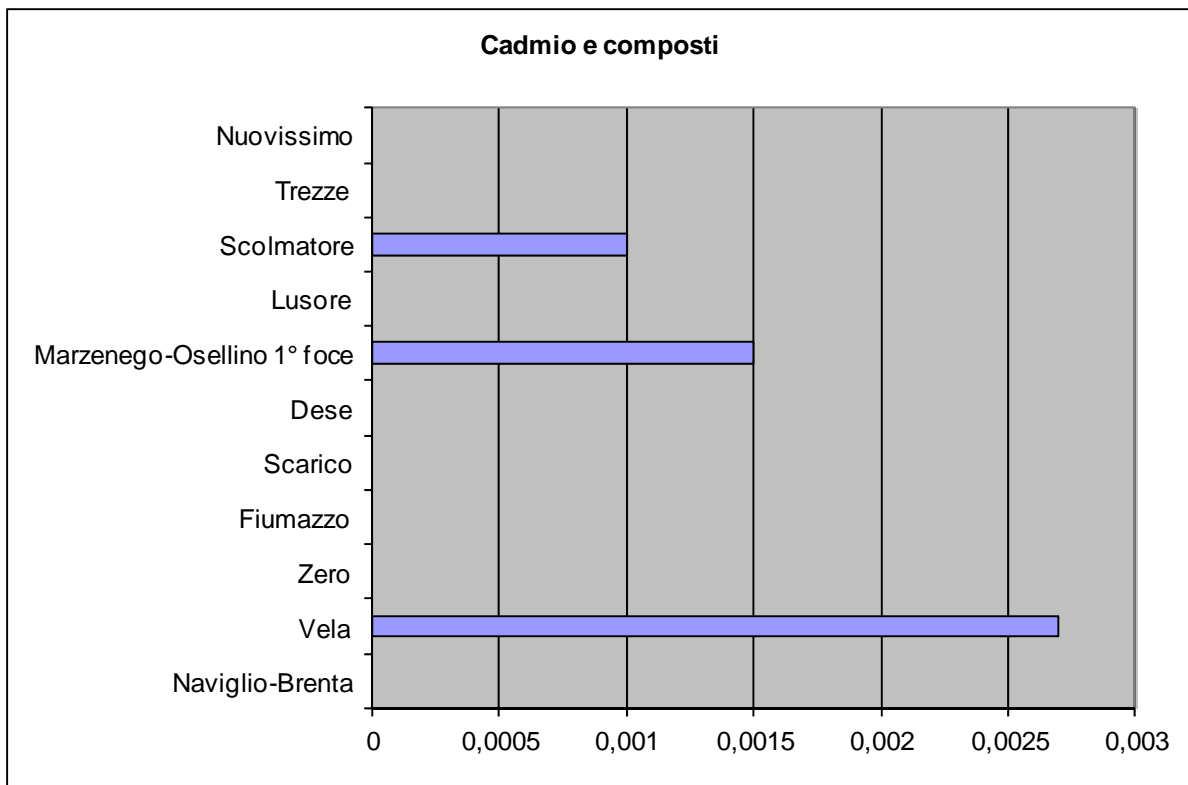


Figura 12 - Stima dei carichi fluviali di Cadmio presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori in tonnellate/anno)

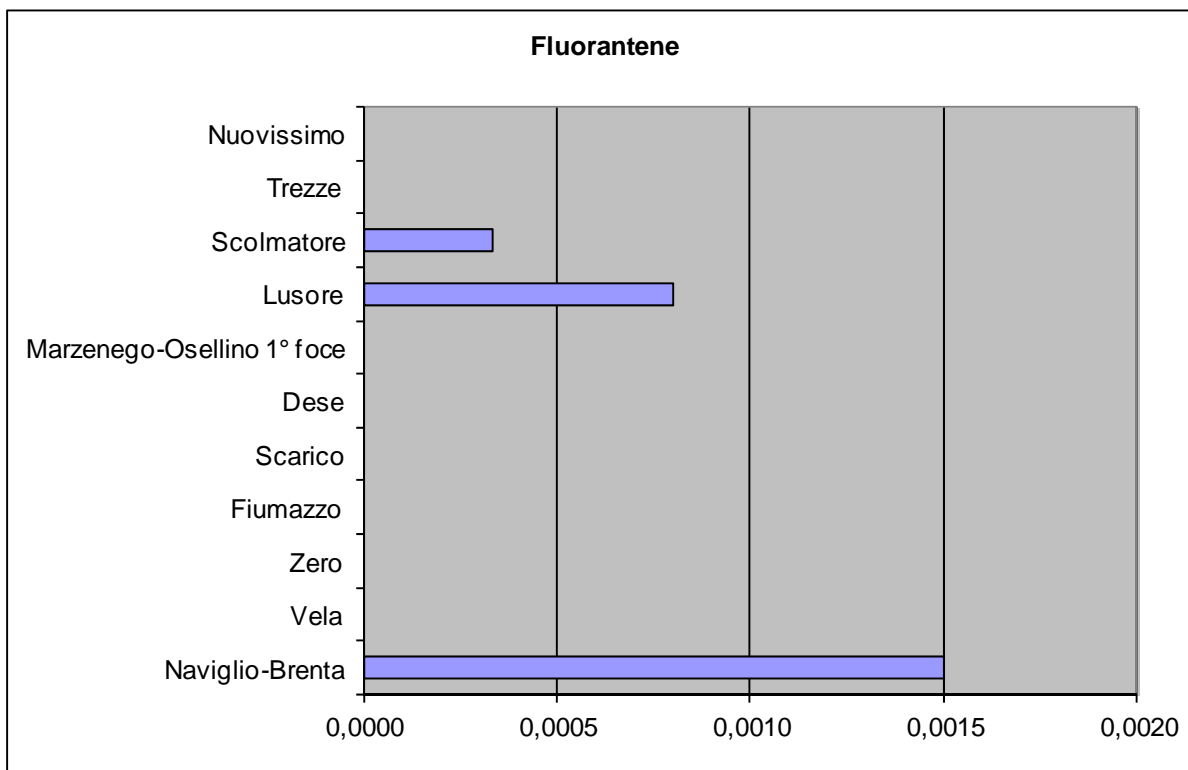


Figura 13 - Stima dei carichi fluviali di Fluorantene presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori in tonnellate/anno)

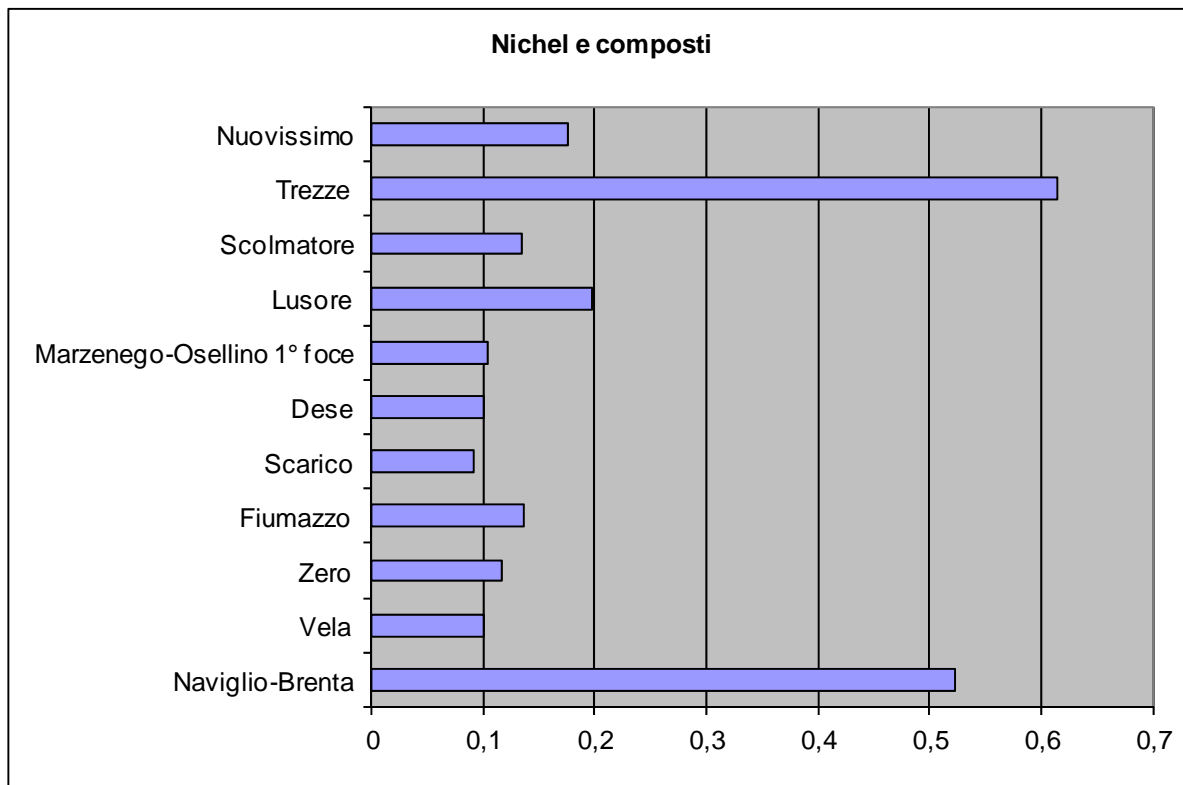


Figura 14 - Stima dei carichi fluviali di Nichel presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori espressi in tonnellate/anno)

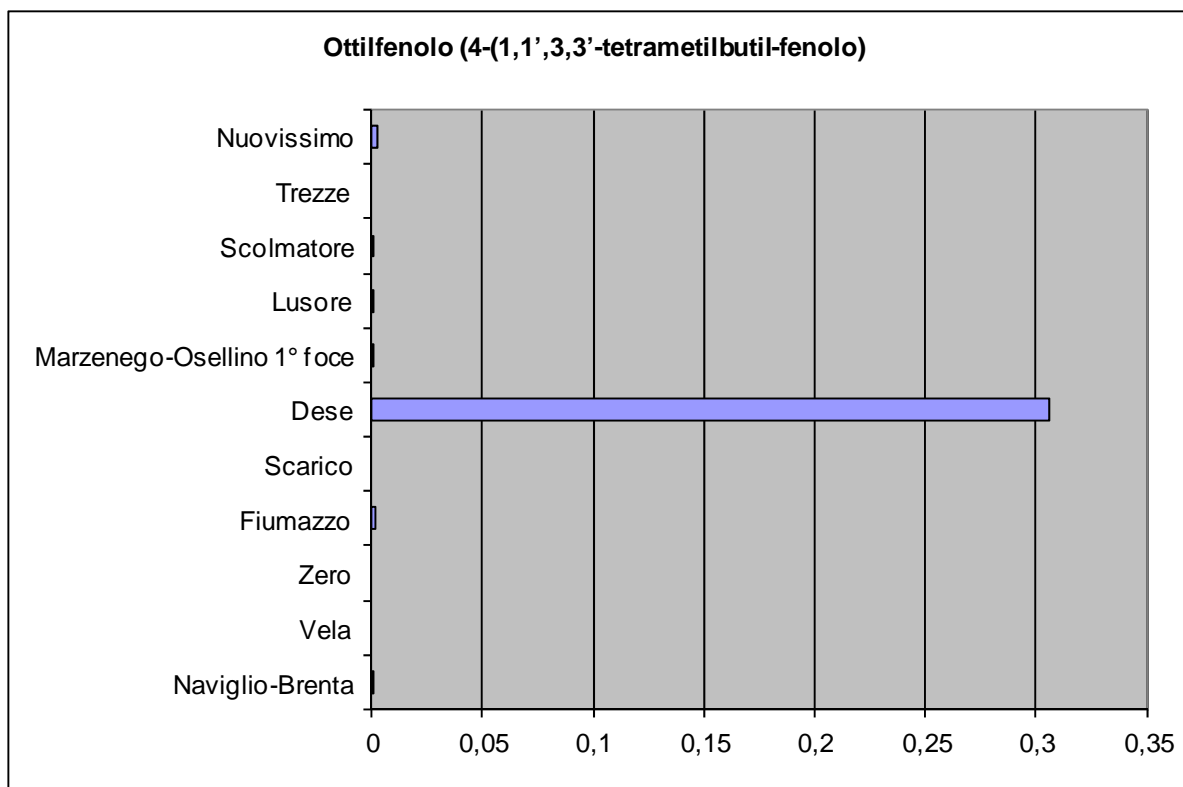


Figura 15 - Stima dei carichi fluviali di Ottifenolo presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori in tonnellate/anno)

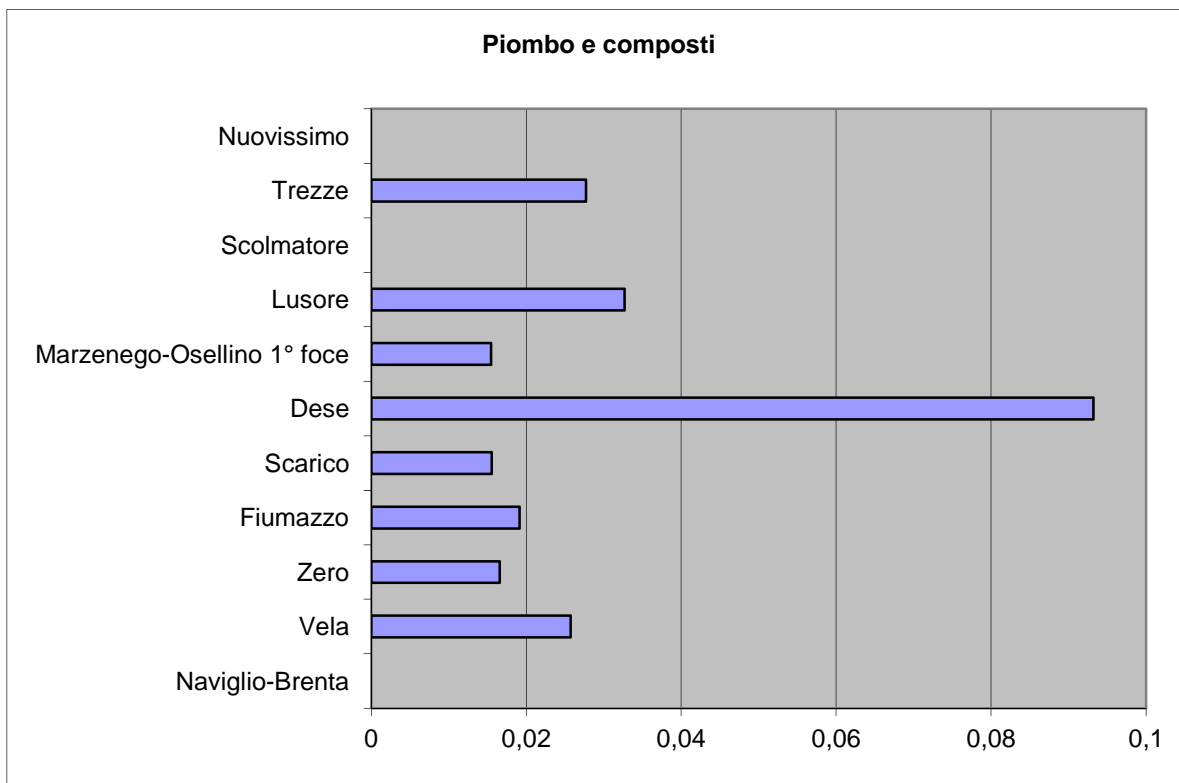


Figura 16 - Stima dei carichi fluviali di Piombo presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori in tonnellate/anno)

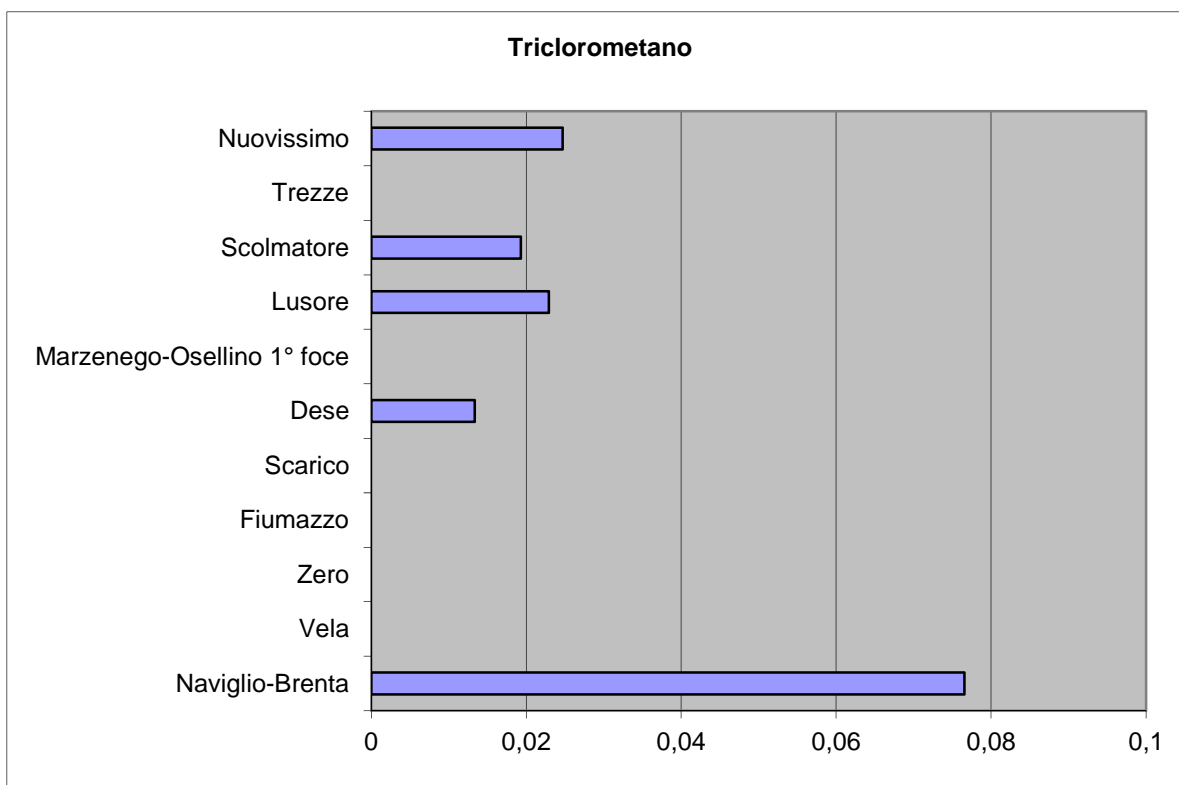


Figura 17 - Stima dei carichi fluviali di Triclorometano presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori in tonnellate/anno)

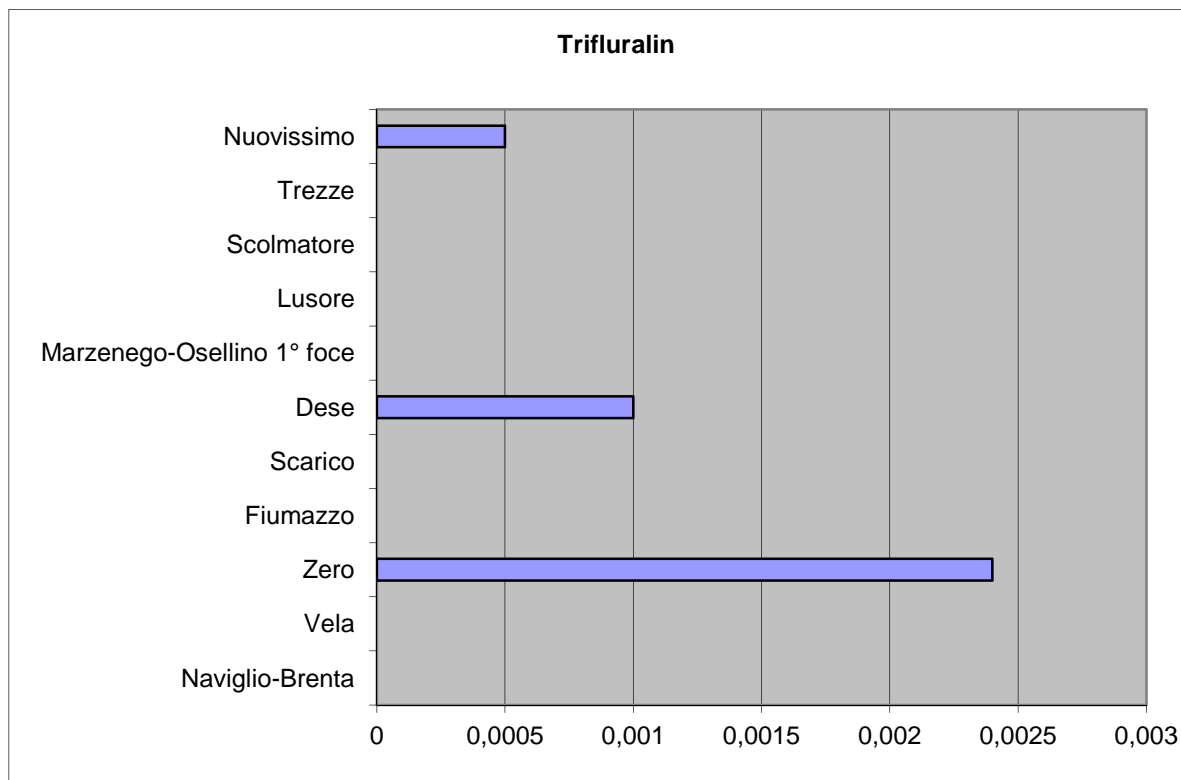


Figura 18 - Stima dei carichi fluviali di Trifluralin presso gli apparati di foce recapitanti nella laguna di Venezia (valori in tonnellate/anno)

La successiva Figura 19 illustra, per ciascuna delle sostanze per le quali sono stati stimati i carichi fluviali, il contributo % di ciascun “apparato di foce”, evidenziando le specificità territoriali proprie di alcune sostanze.

Trifluralin e Piombo, con i suoi composti, rappresentano due sostanze i cui carichi fluviali sono individuati solo nel reticolo idrografico che recapita nella laguna di Venezia.

Il carico di Mercurio e dei suoi composti è invece valutato nella sola foce fluviale del Bacchiglione mentre la sostanza Benzo(ghi)perilene+Indeno(123-cd)pirene parrebbe costituire una specificità del bacino del fiume Livenza.

Il bacino dell’Adige parrebbe invece responsabile del 70% del carico fluviale di Nichel e dei suoi composti e di oltre la metà del carico di Ottilfenolo.

Per il Fluorantene si segnala una prioritaria provenienza dal bacino del Livenza (oltre il 60% del carico fluviale totale) mentre il carico di cadmio e dei suoi composti viene stimato provenire dal Brenta (oltre il 50%) e dal Gorzone (quasi il 40%).

Per il Tricolrometano il contributo in termini di carico delle aste fluviali del Distretto è pressoché uniformemente distribuito tra Brenta, Piave, Sile e reticolo idrografico scolante nella laguna di Venezia.

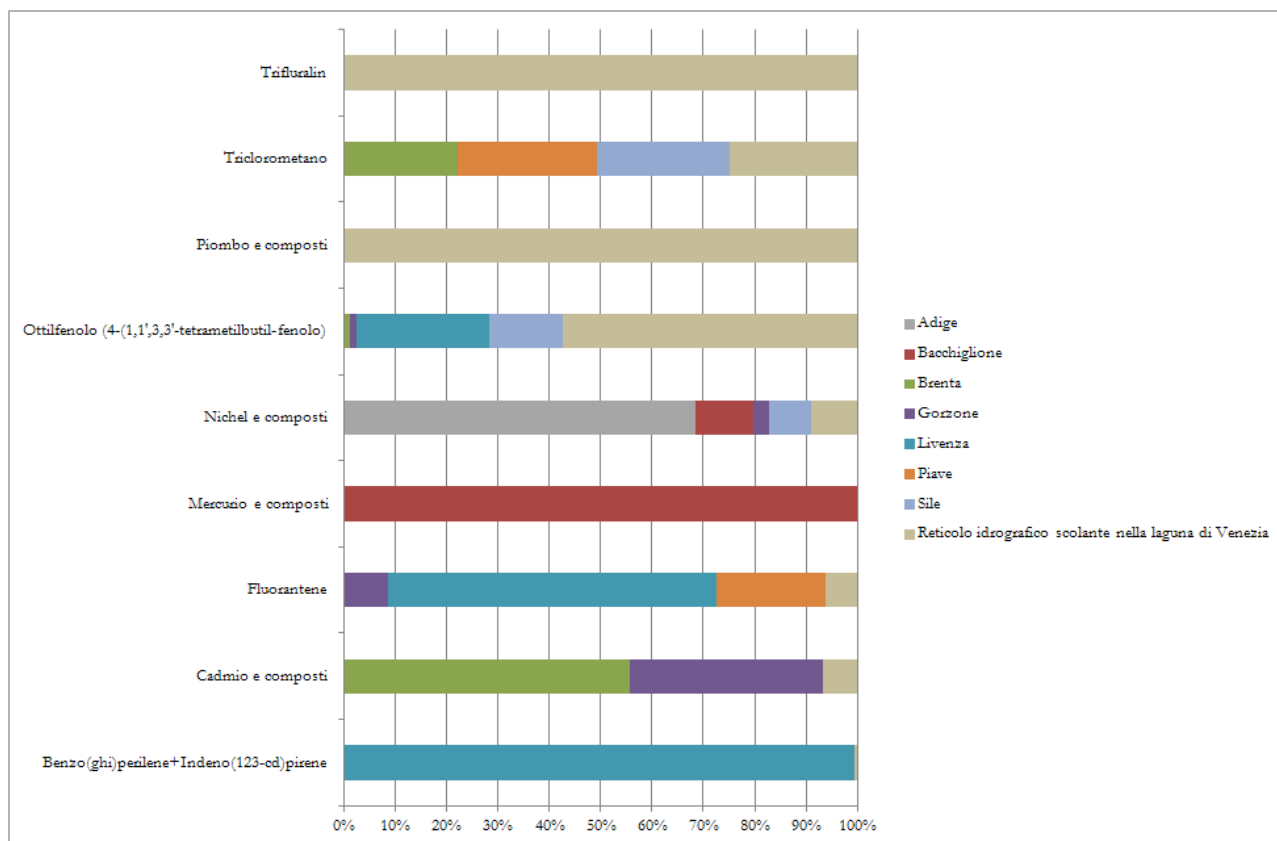


Figura 19 - Articolazione percentuale dei carichi delle sostanze rilevate presso gli apparati di foce

1.3.3 Analisi comparata dei carichi puntuali e dei carichi fluviali

La Tabella 14 mette a confronto il valore cumulato dei carichi puntuali delle sostanze rilevanti per l'intero territorio distrettuale ed il valore cumulato dei carichi fluviali stimato per le medesime sostanze in corrispondenza degli apparati di foce.

Come già detto, i carichi fluviali di una significativa porzione di sostanze sono non valutabili, in relazione ai limiti di quantificazione applicati presso i laboratori di analisi.

Per le sostanze delle quali si dispone di entrambe le stime, il confronto tra carico puntuale e carico fluviale lascia evidenziare alcune apparenti incongruenze:

- alcune di esse presentano infatti un carico fluviale molto più contenuto del carico puntuale totale: è il caso del cadmio e dei suoi composti (carico fluviale pari al 70% del carico puntuale totale), del mercurio (carico fluviale pari al 27% del carico puntuale totale) e del piombo (carico fluviale pari addirittura al 3% del carico puntuale totale);
- nella situazione opposta, altre sostanze segnalano un carico fluviale molto maggiore del carico puntuale cumulato, solo in parte ascrivibile alla presenza di fonti diffuse: è il caso del fluorantene (carico fluviale pari a 4,5 volte il totale dei carichi puntuali), del nichel e dei suoi composti (carico fluviale pari a 2,3 volte il totale dei carichi puntuali) e del triclorometano (carico fluviale pari a 4,7 volte il totale dei carichi puntuali).

Alcune sostanze poi, ancorchè non rilevate al livello delle fonti puntuali, sono invece individuate alle foci fluviali (Ottifenolo e Trifluralin) in quanto di origine tipicamente diffusa.

Sostanza	Totale carichi puntuali (kg/anno)	Totale carichi fluviali (kg/anno)	% di sezioni fluviali con carichi valutabili
Benzo(a)pirene	8,701	0	17 su 17
Benzo(b)fluorantene	7,980		
Benzo(g,h,i)perilene+Indeno(123-cd)pirene	14,574	16,4	2 su 17

Sostanza	Totale carichi puntuali (kg/anno)	Totale carichi fluviali (kg/anno)	% di sezioni fluviali con carichi valutabili
Benzo(k)fluorantene	6,202		
Cadmio e composti	110,536	78,8	5 su 18
Chlorpiriphos (Clorpirifos etile)	0,000	N.V.	0 su 17
Cromo totale	110,661		
Endosulfan		N.V.	0 su 17
Fluorantene	9,637	43,2	15 su 15
Indeno(123-cd)pirene	7,651		
Mercurio e composti	116,775	31,267	1 su 18
Naftalene	22,500		
Nichel e composti	11268,771	25657,87	18 su 18
Ottifenolo (4-(1,1', 3,3'-tetrametilbutilfenolo)	0,000	544,6	15 su 17
Piombo e composti	8563,974	246,1	13 su 18
Triclorometano (Cloroformio)	135,036	632	18 su 18
Trifluralin	0,000	3,9	3 su 15
1,2-Dicloroetano	201,453		
4-Nonilfenolo	0,036		
Antracene	1,670		
Benzene	514,244		
Benzo(g,h,i)perilene	8,240		
Di(2-etilesiltalato)	76,300		
Diclorometano	48,595		
Difenileterobromato	0,000		
Esaclorobenzene	0,197		
Pentaclorofenolo	34,746		
Tetracloroetilene	145,075		
Tetracloruro di carbonio	71,710		
Tricloroetilene	72,985		
TOTALE	21558,249		

Tabella 14 - Confronto tra carichi puntuali e carichi fluviali per le sostanze individuate come "rilevanti" nell'ambito del territorio distrettuale

La compilazione degli standard informativi predisposti da ISPRA relativi ai carichi puntuali e ai carichi fluviali assemblati a scala distrettuale ha anche consentito di produrre delle mappe (riportate dalla Figura 20 alla Figura 25) che rappresentano la distribuzione territoriale e la "magnitudo" dei carichi puntuali e fluviali, espressi rispettivamente in kg/anno e t/anno, relativi ad alcune sostanze rilevanti segnalate sul territorio distrettuale.

Le sostanze considerate, in relazione alla loro diffusione ed entità, sono il Nichel, il Piombo, il Cadmio, il Mercurio, il Triclorometano ed il Fluorantene.

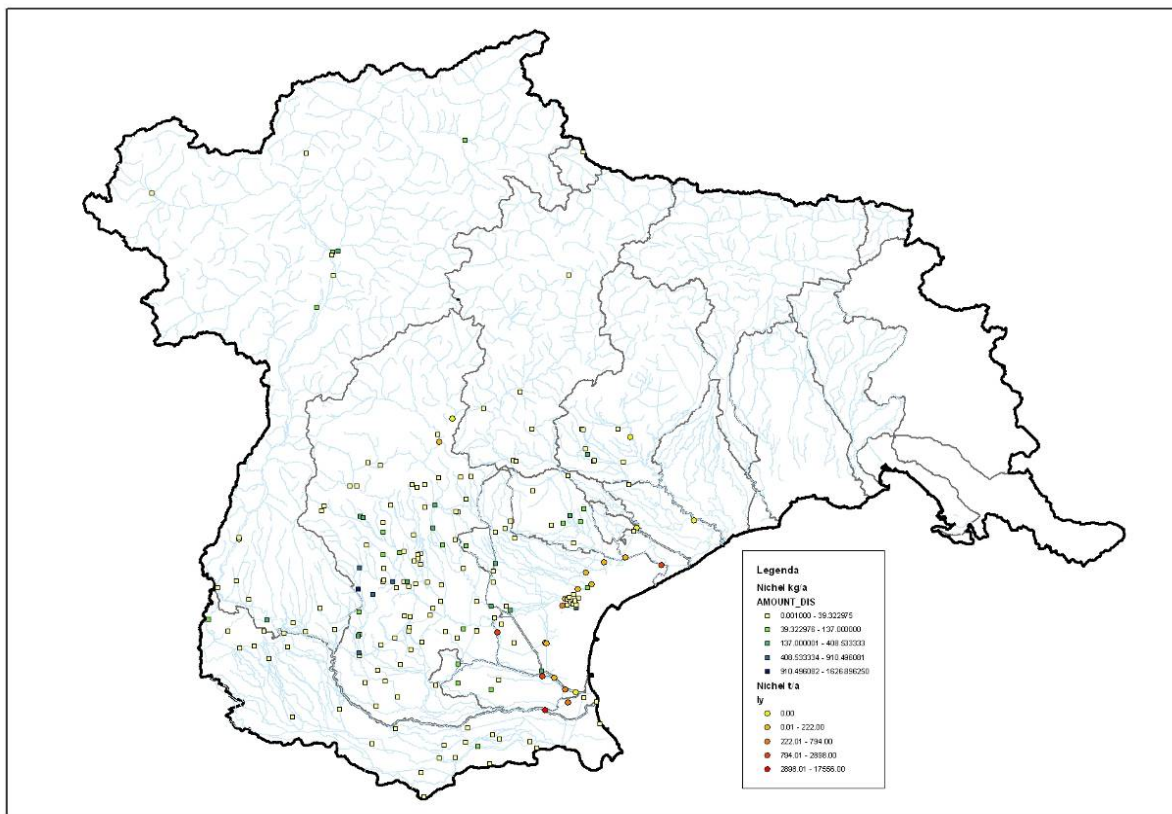


Figura 20 - Distribuzione dei carichi puntuali di Nichel e composti nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

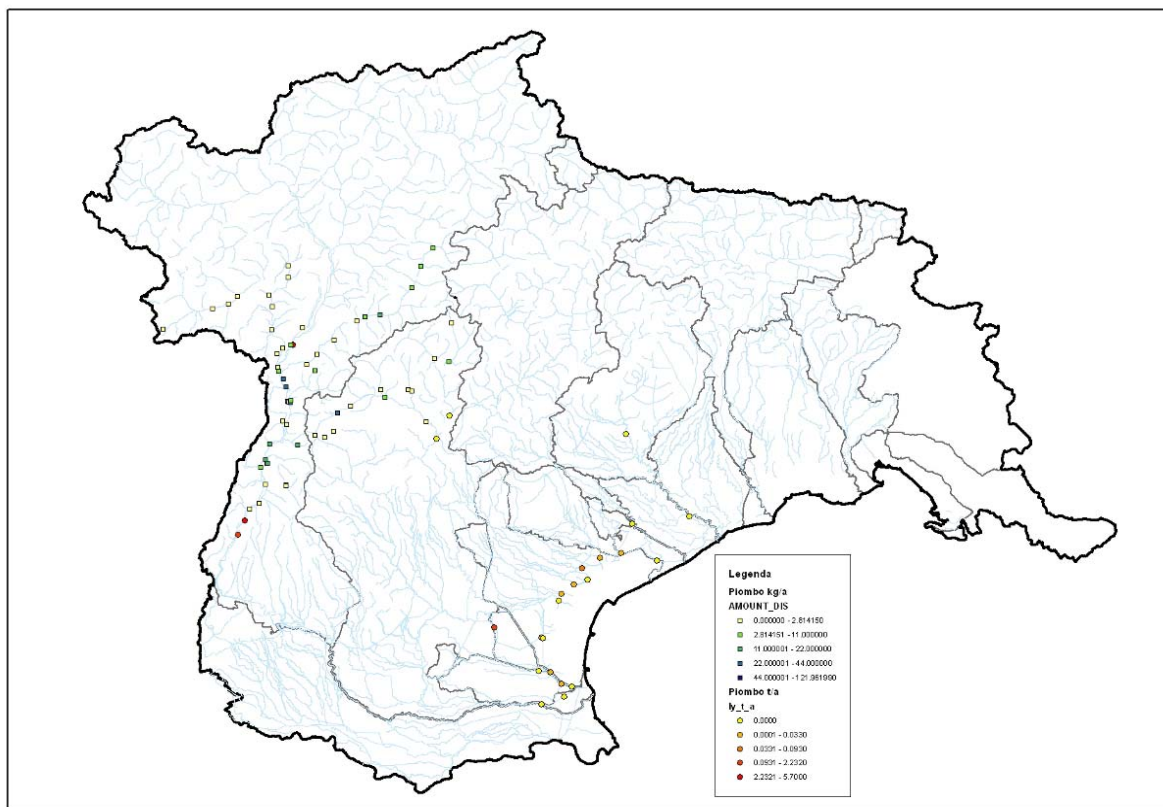


Figura 21 - Distribuzione dei carichi puntuali di Piombo e composti nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

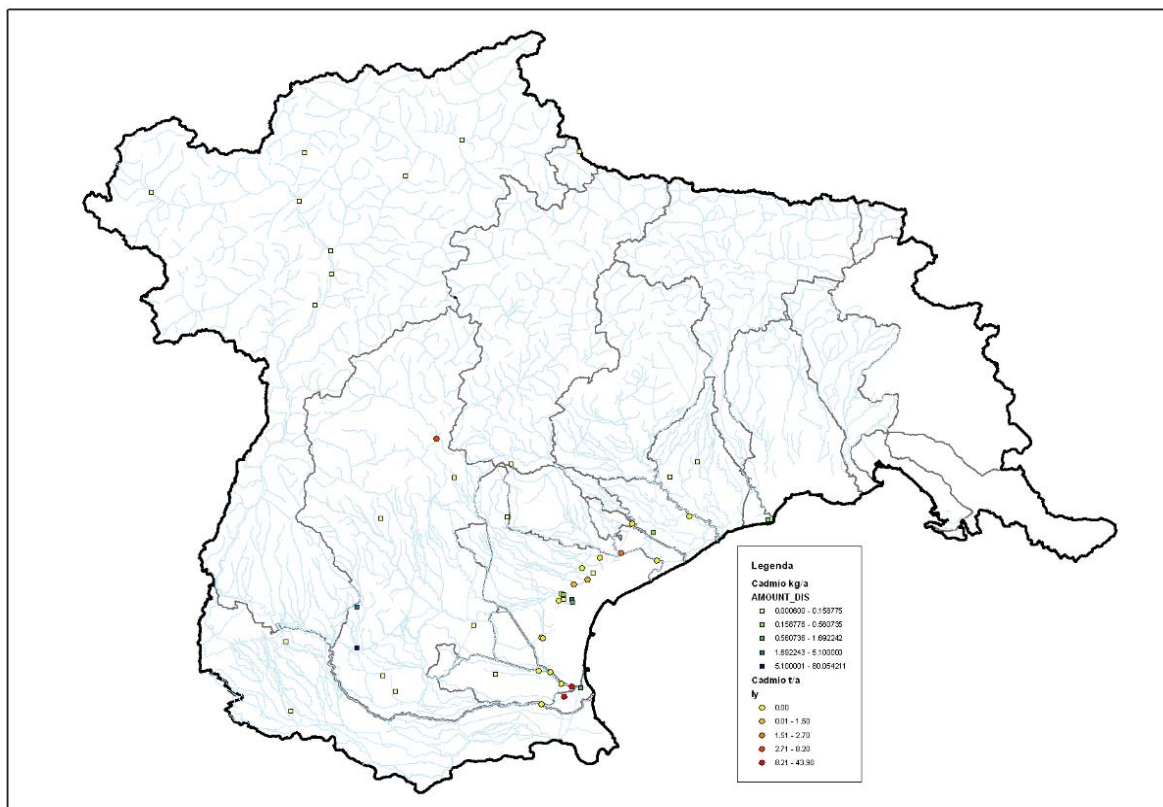


Figura 22 - Distribuzione dei carichi puntuali di Cadmio e composti nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

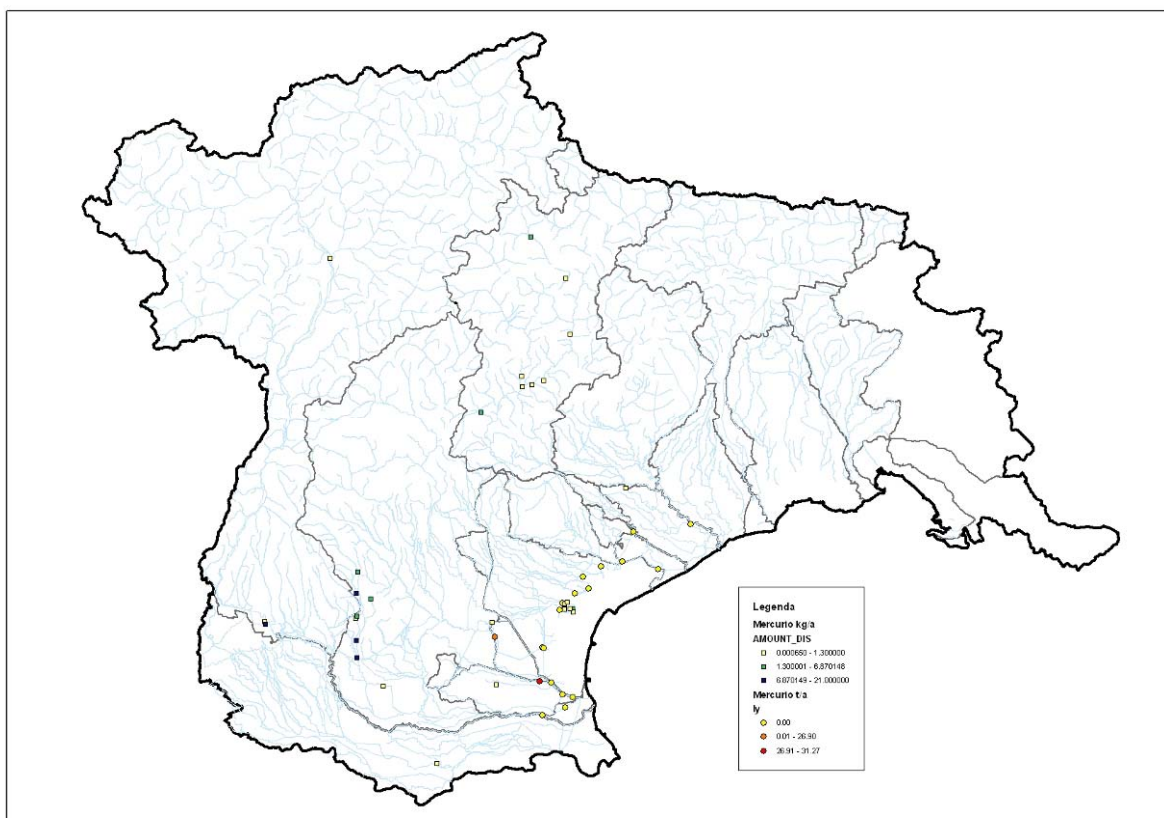


Figura 23 - Distribuzione dei carichi puntuali di Mercurio e composti nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

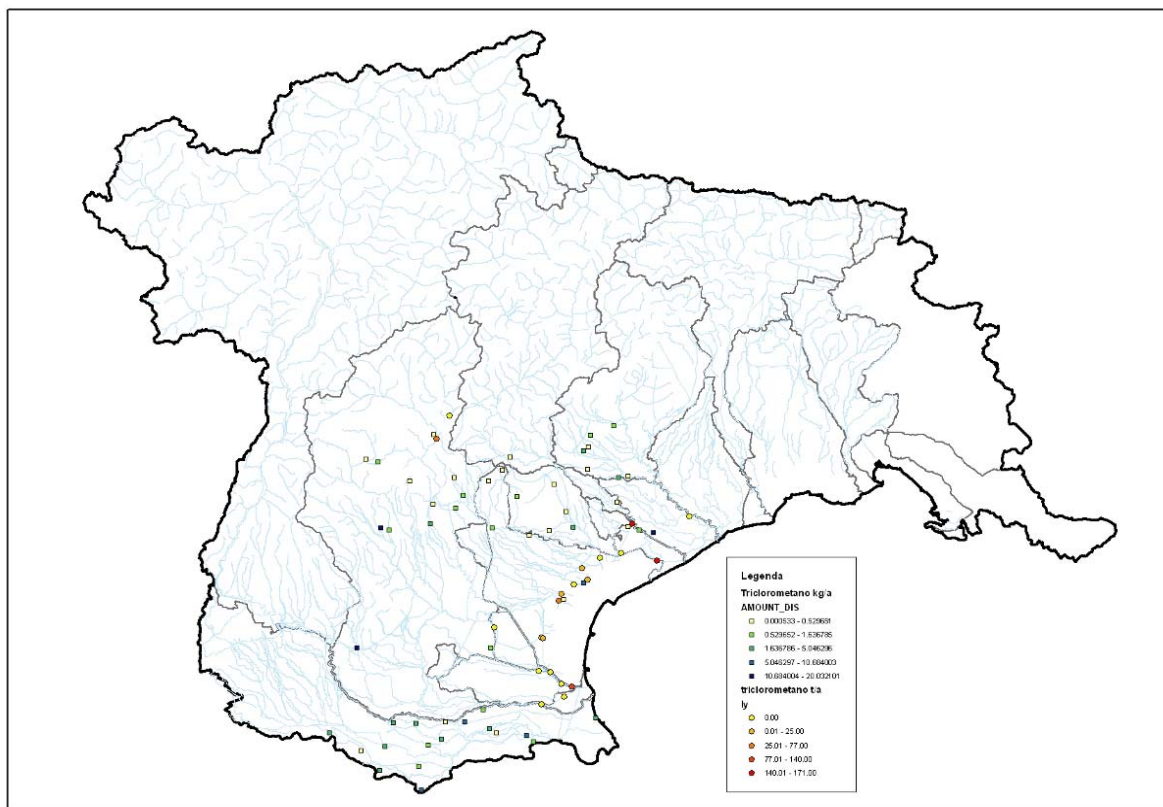


Figura 24 - Distribuzione dei carichi puntuali di Triclorometano nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

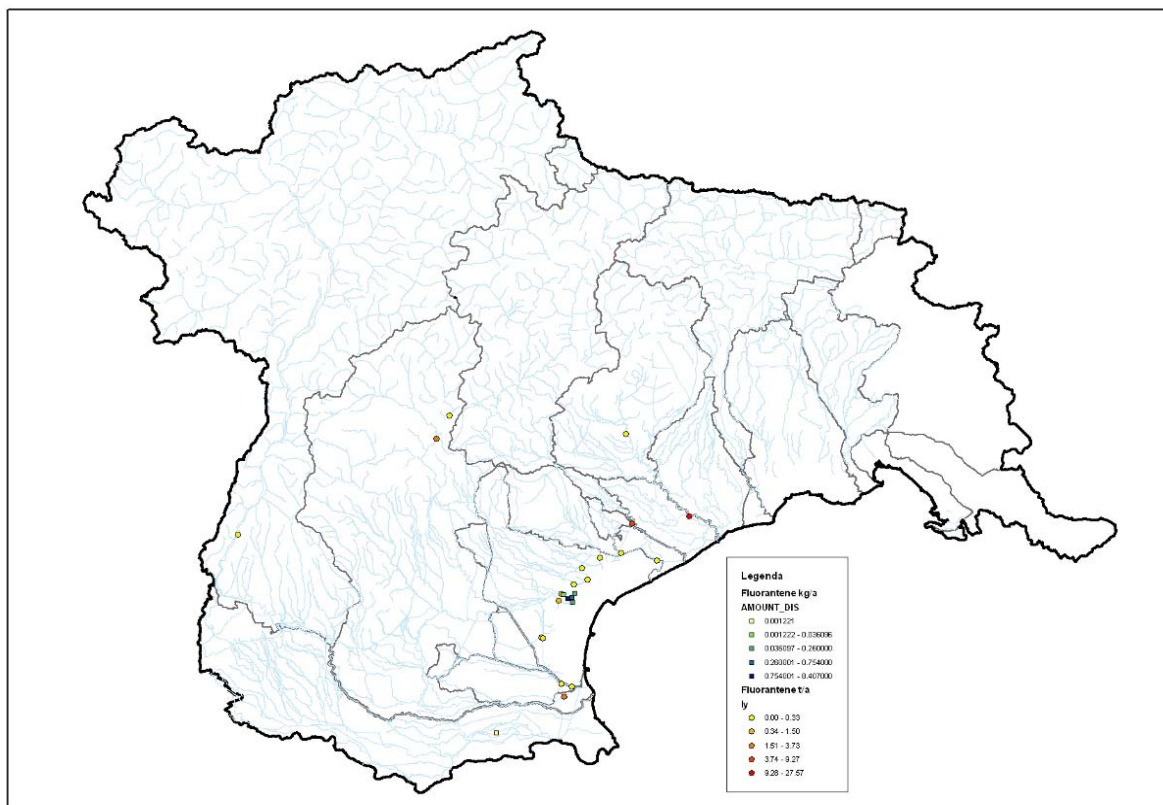


Figura 25 - Distribuzione dei carichi puntuali di Fluorantene nel Distretto idrografico delle Alpi orientali

Inoltre per i soli bacini del fiume Adige e del fiume Brenta-Bacchiglione, che rappresentano i bacini sui quali si concentra la maggiore generazione dei carichi del territorio distrettuale, si è tentato di fare un'analisi congiunta dei dati relativi ai carichi fluviali e ai carichi puntuali allo scopo di valutare, per differenza, il carico di origine diffusa.

L'analisi si è pertanto limitata alle sostanze di Nichel e Piombo.

I risultati di tale analisi sono riportati dalla Tabella 15 alla Tabella 19.

In particolare:

- nella colonna “Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea” viene riportata la sommatoria dei carichi puntuali relativamente all'area omogenea di riferimento;
- nella colonna “Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale” viene riportata la sommatoria di tutti i carichi puntuali collocati a monte della sezione fluviale di riferimento;
- nella colonna “Carichi fluviali per sezione fluviale” viene riportato il carico fluviale calcolato in corrispondenza della sezione fluviale di riferimento.

Adige e Brenta-Bacchiglione rappresentano bacini interregionali; le sezioni di stima dei carichi fluviali rappresentano anche le sezioni di chiusura di ciascuna “area omogenea”, assunta coincidente con l'ambito amministrativo.

Dalla Tabella 15 che mette a confronto i carichi puntuali e i carichi fluviali per il Nichel nel bacino del fiume Adige, si evidenzia che il carico fluviale di Nichel valutato alla foce, pari a 17,56 t/anno, è pari a ben 12 volte la sommatoria dei carichi puntuali stimati nel relativo bacino; inoltre, poiché il carico presso la sezione fluviale di passaggio tra Provincia di Trento e la Regione del Veneto non segnala quantità significative, si potrebbe pertanto desumere che il carico fluviale alla foce è sostanzialmente imputabile al carico diffuso generato nella Regione del Veneto.

Bacino del fiume ADIGE - Nichel	Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea (t/a)	Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale (t/a)	Carichi fluviali per sezione fluviale (t/a)
<i>Area omogenea 1: Provincia di Bolzano</i>	0.6691		
sezione fluviale: ingresso in Provincia di Trento		0.6691	
<i>Area omogenea 2: Provincia di Trento</i>	0.2976 (*)		
sezione fluviale: uscita dalla Provincia di Trento		0.9667	
sezione fluviale: ingresso in Regione del Veneto		0.9667	0.0000
<i>Area omogenea 3: Regione del Veneto</i>	0.3628		
sezione fluviale: foce		1.3295	17.5560
<i>(*) carico generato in tutto il territorio della Provincia Autonoma di Trento</i>			

Tabella 15 – Carichi puntuali e carichi fluviali per il Nichel nel bacino del fiume Adige

La Tabella 16 mette a confronto, sempre per il bacino dell'Adige, i carichi puntuali e i carichi fluviali per il Piombo: la valutazione dei carichi fluviali presso le sezioni di ingresso e di uscita del territorio della Provincia di Trento, messa a confronto con la stima dei carichi puntuali del bacino sotteso, parrebbe evidenziare un contributo da fonte diffusa da parte dei territori provinciali di Bolzano e Trento.

Il dato relativo alla parte veneta del bacino segnala una discrepanza tra carico puntuale e carico fluviale; infatti, a fronte di un carico puntuale aggregato stimato in oltre 6 t/anno, viene fatto corrispondere un carico fluviale, valutato alla foce, non significativo.

Bacino del fiume ADIGE - Piombo	Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea (t/a)	Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale (t/a)	Carichi fluviali per sezione fluviale (t/a)
<i>Area omogenea 1: Provincia di Bolzano</i>	0.5416		
sezione fluviale: ingresso in Provincia di Trento		0.5416	5.7000
<i>Area omogenea 2: Provincia di Trento</i>	0.2640		
sezione fluviale: uscita dalla Provincia di Trento		0.8056	4.4000

Bacino del fiume ADIGE - Piombo	Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea (t/a)	Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale (t/a)	Carichi fluviali per sezione fluviale (t/a)
sezione fluviale: ingresso in Regione del Veneto		0.8056	2.2000
Area omogenea 3: Regione del Veneto	5.5240 (*)		
sezione fluviale: foce		6.3296	0.0000
(*) carico generato in tutto il territorio della Regione Veneto			

Tabella 16 – Carichi puntuali e carichi fluviali per il Piombo nel bacino del fiume Adige.

Nel caso del bacino del Brenta (Tabella 17), la generazione di carico di Nichel nel territorio della Provincia Autonoma di Trento è sostanzialmente coerente col carico fluviale stimato in corrispondenza della sezione di ingresso in Veneto (circa 300 kg/anno a fronte di 220 kg/anno).

Nel territorio Veneto, il carico fluviale di foce è stimato in circa 2850 kg/anno presso Padova, che però scendono a soli 800 kg/anno alla foce, nonostante i significativi contributi dell'interbacino.

Bacino del fiume BRENTA - Nichel	Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea (t/a)	Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale (t/a)	Carichi fluviali per sezione fluviale (t/a)
Area omogenea 1: Provincia di Trento	0.2976 (*)		
sezione fluviale: ingresso in Regione del Veneto		0.2976	0.22
sezione fluviale: a valle di Padova		0.2976	2.85
Area omogenea 2: Regione del Veneto	7.382 (**)		
sezione fluviale: foce		7.6796	0.794
(*) carico generato in tutto il territorio della Provincia Autonoma di Trento			
(**) carico generato in tutto il territorio della Regione Veneto			

Tabella 17 – Carichi puntuali e carichi fluviali per il Nichel nel bacino del fiume Brenta

Per quanto riguarda il carico di Piombo, i dati riportati in Tabella 18 segnalano uno scarso contributo alla generazione dei carichi fluviali da parte della porzione montana del bacino (Provincia Autonoma di Trento) e dunque una sostanziale coerenza tra carico fluviale e carichi puntuali nel bacino sotteso; nella parte veneta del bacino, invece, nonostante la significatività delle fonti puntuali presenti, il carico fluviale di Piombo è stimato trascurabile sia a valle di Padova che alla foce.

Bacino del fiume BRENTA - Piombo	Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea (t/a)	Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale (t/a)	Carichi fluviali per sezione fluviale (t/a)
Area omogenea 1: Provincia di Trento	0.058339		
sezione fluviale: ingresso in Regione del Veneto		0.058339	0
Area omogenea 2: Regione del Veneto	5.524 (*)		
sezione fluviale: a valle di Padova		5.582339	0.78
sezione fluviale: foce		5.582339	0.02
(*) carico generato in tutto il territorio della Regione Veneto			

Tabella 18 – Carichi puntuali e carichi fluviali per il Piombo nel bacino del fiume Brenta

Da ultimo, la Tabella 19 sintetizza, per il bacino del Brenta, i dati relativi ai carichi puntuali ed ai carichi fluviali per il Cadmio; anche in questo caso si rileva lo scarso contributo della parte montana del bacino (Provincia di Trento) mentre alla foce la stima del carico fluviale è pari a circa la metà della somma dei carichi puntuali collocati nel territorio del Veneto.

Bacino del fiume BRENTA - Cadmio	Sommatoria dei carichi puntuali per area omogenea (t/a)	Sommatoria dei carichi puntuali per sezione fluviale (t/a)	Carichi fluviali per sezione fluviale (t/a)
Area omogenea 1: Provincia di Trento	0.0123 (*)		
sezione fluviale: ingresso in Regione del Veneto		0.0123	0.0082
Area omogenea 2: Regione del Veneto	0.086408		
sezione fluviale: foce		0.098708	0.0439
(*) carico generato in tutto il territorio della Provincia Autonoma di Trento			

Tabella 19 - Carichi puntuali e carichi fluviali per il Cadmio nel bacino del fiume Brenta

L'analisi sopraesposta conferma la difficoltà di mettere a confronto i dati di carico fluviale, ottenuti dall'applicazione dell'apposito algoritmo, ed i carichi puntuali.

Le cause di tale scarsa confrontabilità sono numerose e riguardano sia la valutazione dei carichi puntuali che la valutazione dei carichi fluviali.

In particolare:

- l'inadeguatezza dei limiti di quantificazione (LOQ) applicati in alcuni contesti amministrativi comporta una valutazione semplificata e speditiva dei carichi;
- nel caso dei carichi puntuali, la valutazione delle portate fa spesso riferimento, piuttosto che alle portate effettive, alle portate autorizzate, se non addirittura a valori di portata specifica, espressa in volumi per addetto, individuata in funzione del tipo di attività industriale praticata;
- nel caso dei carichi fluviali, la precisione dell'algoritmo proposto dipende ovviamente dal numero dei monitoraggi di concentrazione della sostanza effettuati durante il periodo in esame.

Per le ragioni sopra esposte i dati raccolti nell'ambito del primo inventario non consentono di addivenire ad una valutazione quantitativa degli apporti di origine diffusa valutati a partire dal carico fluviale totale dopo aver sottratto il dato relativo ai carichi puntuali.

Emerge pertanto la necessità di prevedere, per il futuro, il potenziamento delle basi informative sugli scarichi e sui rilasci contenenti sostanze prioritarie se si vorrà operare per il prossimo inventario nel pieno rispetto di quanto previsto dalle norme comunitarie e da quelle nazionali.

In tal senso, le proposte operative, oggetto del successivo capitolo 4, intendono indicare un possibile percorso alle Regioni e Province Autonome, affinché, nell'occasione della successiva compilazione dell'inventario, prevista per l'anno 2019, le criticità evidenziate in questa fase possano essere superate.

1.3.4 Integrazione coi dati relativi alle sostanze dell'Annex 1 della Direttiva EQS

A completamento di quanto prodotto ai fini dell'inventario, e in conformità a quanto richiesto nella Guidance del Reporting 2016, si riportano rispettivamente in Tabella 20 i carichi attualmente disponibili derivanti da fonte puntuale (kg/a) e in Tabella 21 e Tabella 22 i carichi calcolati alle foci fluviali (t/a). I codici della stazione di riferimento per il calcolo dei carichi fluviali corrispondono a quelli riportati e descritti in Tabella 6.

Sostanza	Carico derivante da fonte puntuale (kg/a)
Alaclor	
Atrazina	
Cloroalcani	
Clorfenvinfos	
Diuron	
Esaclorobutadiene	0.61
Esaclorocicloesano	
Isoproturon	
Pentaclorobenzene	

Sostanza	Carico derivante da fonte puntuale (kg/a)
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) totali	37.5
Simazina	
Tributilstagno	
Triclorobenzene	
Triclorometano (Cloroformio)	81.9

Tabella 20 - Carichi puntuali (kg/a) relativi alle altre sostanze dell'Annex 1 della Direttiva EQS non valutate nell'inventario

Bacino	Adige	Brenta-Bacchiglione			Livenza	Piave	Sile
Codice stazione	218	181	436	437	72	65	238
Alaclor	n.v.	n.v.	0	0	0	0	0
Atrazina	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(a)pirene	0		0	0	0	0.008	0
Benzo(b)fluorantene							
Benzo(b+k)fluorantene	0		n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Benzo(k)fluorantene							
Cloroalcani							
Clorfenvinfos			0	0	0	0	0
Diuron	0	0	0.016	0	0	0	0.017
Esaclorobutadiene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Esaclorocicloesano	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Indeno(123-cd)pirene							
Isoproturon			0	0	0	0	0
Pentaclorobenzene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) totali							
Simazina	0	0	0	0	0	0	0
Tributilstagno							
Triclorobenzene	0	0	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Naftalene			0.038	0.151	0	0	0
1,2-Dicloroetano	0	0	0	0	0	0	0
4-Nonilfenolo		0	0	0	0.110	0	0.026
Antracene			0	0	0	0	0
Benzene	0	0	0	0.275	0	0	0.697
Di(2-etilesilftalato)		0.085	0	0.066	0.774	0.247	0.167
Diclorometano							
Difeniletero bromato							
Esaclorobenzene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Pentaclorofenolo		0	0	0	0	0	0

Tabella 21 - Carichi fluviali (t/a) relativi alle altre sostanze dell'Annex 1 della Direttiva EQS non valutate nell'inventario per i bacini dell'Adige, Brenta-Bacchiglione, Livenza, Piave e Sile

Bacino	Bacino scolante nella laguna di Venezia										
Codice stazione	137	142	143	179	182	481	489	490	491	492	504
Alaclor	0	0	0	0	n.v.	0	0	0	0	0	0
Atrazina	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo(a)pirene	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bacino	Bacino scolante nella laguna di Venezia										
Codice stazione	137	142	143	179	182	481	489	490	491	492	504
Benzo(b)fluorantene											
Benzo(b+k)fluorantene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	0	0	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Benzo(k)fluorantene											
Cloroalcani											
Clorfenvinfos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diuron	0.003	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0.001
Esaclorobutadiene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Esaclorocicloesano	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Indeno(123-cd)pirene											
Isoproturon	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
Pentaclorobenzene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) totali											
Simazina	0	0	0	0	0	0	0	0.006	0	0.008	0
Tributilstagno											
Triclorobenzene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	0.000	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Naftalene	0	0	0.005	0.006		0	0.004	0.026	0.002	0	0
1,2-Dicloroetano	0	0	0	0.023	0	0	0.018	0.059	0.031	0.045	0.047
4-Nonilfenolo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antracene	0	0	0	0		0	0	0.001	0	0	0
Benzene	0.089	0	0.018	0.049	0	0.044	0.011	0.068	0.009	0	0.046
Di(2-etilftalato)	0	0.013	0.000	0	0.009	0	0	0	0.004	0	0
Diclorometano											
Difeniletero bromato											
Esaclorobenzene	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.
Pentaclorofenolo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 22 - Carichi fluviali (t/a) relativi alle altre sostanze dell'Annex 1 della Direttiva EQS non valutate nell'inventario per il bacino scolante nella laguna di Venezia

1.4 Proposte operative

Come già sottolineato, le attività sviluppate per la predisposizione del primo inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite di sostanze prioritarie hanno fatto emergere una serie di criticità di varia natura (organizzativa, normativa, informativa, etc.) che ne hanno in parte condizionato il perseguimento degli obiettivi auspicati.

Quello che si può asserire e che comunque può essere ritenuto un traguardo importante raggiunto è che l'inventario è diventato lo strumento per acquisire una maggiore consapevolezza delle problematiche riguardanti le sostanze prioritarie, che finora non era disponibile.

Per definire delle priorità di intervento da prevedere nell'ambito del secondo ciclo di pianificazione per la DQA (2015-2021) e per l'elaborazione del secondo inventario previsto per l'anno 2019, in questo capitolo vengono, pertanto, indicate in modo sintetico le principali difficoltà incontrate (le criticità attuali) e in grassetto vengono descritte le proposte di misure necessarie per ovviare alle carenze evidenziate (le soluzioni per il futuro).

Al fine di inquadrare le necessità per il futuro, la prima parte di questo capitolo è dedicata al confronto tra i risultati emersi dal primo inventario e le nuove indicazioni fornite dalla nuova Direttiva europea, già citata, non ancora recepita a livello nazionale ma, ritenuta il riferimento prioritario per tutte le attività future e quindi considerata anche ai fini delle proposte di misure indicate.

1.4.1 Recepimento ed integrazione della Direttiva 2013/39/UE

La Direttiva 2013/39/UE modifica le Direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. In questa recente Direttiva sono state introdotte delle novità e delle integrazioni rispetto a quella emanata nel 2008 alla luce di nuove conoscenze scientifiche acquisite sulla tossicità e il comportamento delle sostanze che mettono a rischio la qualità dei corpi idrici. Tali novità riguardano in sintesi quanto segue:

- introduzione di nuove sostanze (12) cui attribuire una priorità di intervento a livello di Unione e per cui sono stati definiti gli SQA. L'elenco delle sostanze prioritarie passa da 33 a 45;
- revisione degli SQA per alcune sostanze esistenti nell'elenco delle 33;
- definizione di SQA relativi al biota per alcune sostanze prioritarie esistenti e per le sostanze di nuova introduzione;
- classificazione delle sostanze in sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (indicate con l'acronimo PBT), tra cui: Difenileteri bromurati, Mercurio e composti, Idrocarburi policiclici aromatici, Tributilstagno (composti), Acido perfluorooottansolfonico e Diossine e composti diossinasimili;
- obbligo di stilare un elenco di controllo (watch list)-monitoraggio di sostanze al fine di facilitare i futuri esercizi di definizione delle priorità d'intervento ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 2, della Direttiva 2000/60/CE.

Per ognuna di queste novità vengono forniti ulteriori chiarimenti, indirizzi e prescrizioni che dovranno essere utilizzati per il prossimo inventario, per la revisione delle reti di monitoraggio e per la definizione delle misure necessarie per raggiungere gli obiettivi ambientali della DQA.

Nuove sostanze

La nuova Direttiva aggiorna l'elenco delle sostanze prioritarie aggiungendo i seguenti parametri:

- Dicofol,
- Acido perfluorooottansolfonico e derivati (PFOS),
- Chinossifen,
- Diossine e composti diossina-simili,
- Aclonifen,
- Bifenox,
- Cibutrina,
- Cipermetrina,
- Diclorvos,
- Esabromociclododecani (HBCDD),
- Eptacloro ed eptacloro epossido,
- Terbutrina.

Queste nuove sostanze dovranno essere considerate per la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici e della loro eventuale presenza nelle acque di scarico, prevedendo quindi un eventuale monitoraggio da parte delle Regioni e i controlli nelle acque di scarico di aziende che utilizzano queste sostanze o depuratori dove se ne presume la presenza.

Revisione degli standard di qualità ambientale (SQA)

Le sostanze prioritarie per cui la Direttiva 2013/39/CE ha rivisto gli SQA, in maniera più rigorosa, sono le seguenti:

- antracene,
- difenileteri bromurati,
- fluorantene,

- piombo e composti,
- naftalene,
- nichel e composti,
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Tra queste sostanze si segnala che difenileteri bromurati, piombo e composti, nichel e composti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono già state riconosciute rilevanti a livello distrettuale, anche con gli SQA attuali e meno restrittivi.

Il significato dell'abbassamento degli SQA da parte della Direttiva, è quello di riconoscere un forte impatto a livello ecotossicologico di queste sostanze. Da questa considerazione, consegue che, nella fase di aggiornamento del Piano di gestione, sarà opportuno rivalutare i programmi di monitoraggio ambientale effettuati nel primo ciclo di pianificazione, tenendo conto dei nuovi SQA, per considerare eventuali ricadute anche in termini di misure.

Sostanze accumulate nel biota

Sulla base delle nuove conoscenze scientifiche sul destino e sugli effetti degli inquinanti nelle acque nel nuovo elenco proposto sono stati fissati degli SQA per il biota per alcune sostanze prioritarie ritenute idrofobe e che difficilmente sono rinvenibili nelle acque. Tali sostanze sono:

- difenileteri bromurati,
- fluorantene,
- esaclorobenzene,
- esaclorobutadiene,
- mercurio e composti,
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA),
- dicofol,
- acido perfluorottano solfonico e derivati (PFOS),
- diossine,
- esabromociclododecano (HBCDD),
- Eptacloro ed eptacloro epossido.

Per queste sostanze è data possibilità allo Stato membro di fissare un SQA per una matrice alternativa o, se del caso, un taxon del biota alternativo, purchè tali alternative garantiscano lo stesso livello di protezione richiesto con le prescrizioni della direttiva europea.

Sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche

In particolare per le sostanze PBT, le caratteristiche delle sostanze prioritarie vengono descritte al punto 21 della premessa della Direttiva:

Le sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT) e altre sostanze che si comportano come PBT possono persistere nell'ambiente acquatico per decenni a livelli che presentano un rischio significativo, anche nel caso in cui siano già state adottate importanti misure per ridurre o eliminare le emissioni di tali sostanze. Alcune di queste sostanze sono inoltre in grado di propagarsi a lunga distanza e sono praticamente ubiquitarie nell'ambiente. Alcune di esse figurano tra le sostanze pericolose prioritarie esistenti e le sostanze pericolose prioritarie identificate di recente. Per alcune di tali sostanze vi sono prove di ubiquitarità a lungo termine nell'ambiente acquatico a livello di Unione; tali particolari sostanze richiedono pertanto particolare attenzione per quanto concerne l'incidenza sulla presentazione dello stato chimico ai sensi della Direttiva 2000/60/CE e in relazione ai requisiti di monitoraggio.

Per le sostanze PBT, inoltre, si richiede una presentazione distinta dalle altre sostanze prioritarie della qualità delle acque impattate, come previsto al punto 22 alla premessa della Direttiva:

“...agli Stati membri dovrebbe essere consentito di fornire una presentazione distinta dell'incidenza sullo stato chimico delle sostanze che si comportano come PBT ubiquitarie, così da non oscurare i miglioramenti ottenuti nella qualità dell'acqua in relazione alle altre

sostanze. Oltre alla mappa obbligatoria concernente tutte le sostanze, potrebbero essere presentate mappe supplementari, riguardanti le sostanze che si comportano come PBT ubiquitarie e mappe riguardanti separatamente il resto delle sostanze.”

Dovranno inoltre essere modificati i piani di monitoraggio del prossimo Piano di gestione, considerati i tempi più dilatati per la riduzione della quantità dispersa nell'ambiente di queste sostanze, così come indicato al punto 23 della premessa alla Direttiva:

“È necessario adeguare i monitoraggi in relazione alla scala spaziale e temporale della variazione di concentrazioni attesa. In considerazione dell'ampia distribuzione e dei tempi di recupero protratti previsti per le sostanze che si comportano come PBT ubiquitarie, è opportuno permettere agli Stati membri di ridurre il numero di siti di monitoraggio e/o la frequenza dei monitoraggi per tali sostanze al livello minimo sufficiente per un'analisi affidabile della tendenza a lungo termine, purché sia disponibile una base di riferimento statisticamente valida per i monitoraggi”.

Elenco di controllo (art. 8-ter) - Watch List

La Commissione stabilisce un elenco di controllo di sostanze per le quali è necessario raccogliere dati di monitoraggio a livello di Unione allo scopo di facilitare i futuri esercizi di definizione delle priorità d'intervento ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 2, della Direttiva 2000/60/CE.

Il primo elenco di controllo contiene un massimo di dieci sostanze o gruppi di sostanze e specifica le matrici per i controlli e i metodi possibili di analisi che non comportino costi eccessivi, per ciascuna sostanza. Il Diclofenac, il 17-beta-estradiolo (E2) e il 17-alpha-ethinylestradiolo (EE2) sono inseriti nel primo elenco di controllo.

Gli Stati membri monitorano ciascuna sostanza presente nell'elenco di controllo presso stazioni di monitoraggio rappresentative selezionate per un periodo di almeno dodici mesi. Per il primo elenco di controllo, il periodo di monitoraggio inizia entro il 14 settembre 2015 o entro sei mesi dall'elaborazione dell'elenco di controllo, se tale data risulta posteriore. In funzione dei criteri posti dalla Direttiva per l'Italia le stazioni di monitoraggio devono essere almeno 20.

1.4.2 Affinamento dei piani di monitoraggio

L'analisi dei dati provenienti dal monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 152/06 ha fatto emergere alcune criticità dei programmi di monitoraggio dello stato chimico. Se ne richiamato le più significative.

Limiti di quantificazione inadeguati

L'attività di compilazione dell'inventario ha messo in evidenza che diverse sostanze prioritarie hanno LOQ maggiori o uguali agli SQA per uno o più ambiti amministrativi che compongono il Distretto (vedi Tabella 8). L'inadeguatezza dei LOQ agli SQA ha comportato la necessità, a livello distrettuale, di applicare convenzioni per il calcolo dei carichi fluviali riguardanti queste sostanze che, se da un lato assicurano un trattamento omogeneo dei dati, dall'altro non consentono di produrre stime sicuramente affidabili delle reali quantità di sostanze presenti nelle acque superficiali.

In tale contesto è evidente che qualsiasi riflessione circa le più opportune strategie di intervento per conseguire la riduzione se non addirittura l'eliminazione delle sostanze prioritarie può condurre ad una distorsione delle priorità di intervento, con il rischio di investire risorse per l'implementazione dei monitoraggi e per la realizzazione degli interventi senza ottenere risultati efficaci.

Tra le misure prioritarie sulle quali impegnarsi per il prossimo inventario va dunque prevista l'azione di adeguamento dei limiti di quantificazione (LOQ) superiori al 30% degli standard di qualità (SQA) e la valutazione dei costi per sostenerlo, anche tenuto conto della riduzione degli SQA previsti per lacune sostanze prioritarie dalla Direttiva 2013/39/UE.

Sostanze prioritarie di origine naturale

L'analisi dei risultati del monitoraggio ha evidenziato il problema relativo alle sostanze prioritarie di origine naturale per le quali non si conosce la concentrazione di fondo presente all'interno della colonna d'acqua.

Nell'ambito del secondo ciclo di pianificazione (2015-2021) dovrà essere effettuato un approfondimento nelle acque dei corpi idrici superficiali interessati dalla presenza di sostanze prioritarie di origine naturale per definirne i valori di fondo.

Sostanze da sottoporre a monitoraggio

E' stata riscontrata l'assenza di diverse sostanze prioritarie dai monitoraggi regionali, non riconducibile ad un'efficace analisi delle pressioni e degli impatti che ne escluda la presenza sul territorio. In diverse situazioni, infatti, la motivazione della mancanza della sostanza nel monitoraggio è dovuta a difficoltà di esecuzione dell'analisi e/o a costi non sopportabili. Questo non permette di far chiarezza sugli impatti che le sostanze prioritarie hanno sui corpi idrici regionali. In altri casi, invece, sono state riscontrate, sostanze rilevanti monitorate, per le quali non si conosce l'origine della contaminazione (pressione).

Nella fase di aggiornamento del Piano di gestione è prevista una rivisitazione dei piani di monitoraggio regionali a seguito di una valutazione aggiornata delle pressioni e degli impatti effettuata con una metodologia condivisa a scala di bacino.

In questo contesto sarà possibile approfondire le conoscenze sulle fonti delle sostanze prioritarie e conseguentemente inserire le sostanze prioritarie finora assenti nei monitoraggi, ma che risultano significative per gli impatti che provocano sullo stato dei corpi idrici superficiali.

Nell'aggiornamento dell'analisi delle pressioni e degli impatti verrà considerato l'elenco aggiornato delle sostanze prioritarie, previsto dalla Direttiva 2013/39/UE.

1.4.3 Rafforzamento e consolidamento del quadro conoscitivo relativo alle fonti puntuali

La condivisione a livello distrettuale delle base dati disponibili per gli scarichi puntuali ed il confronto rispetto alle sorgenti potenziali, ha messo in evidenza la carenza degli strati informativi utili allo scopo.

Anche quanto disponibili le informazioni non sempre sono organizzate attraverso strutture informatiche facilmente leggibili, utilizzabili o disponibili. Inoltre, i database esistenti sono stati strutturati in funzione di finalità di controllo o di monitoraggio delle concentrazioni, e non sempre risultano adeguati agli scopi specifici dell'inventario.

Il calcolo dei carichi puntuali richiede invece di associare ai dati di concentrazione i dati di portata.

In sede di redazione del primo inventario, invece, sono state spesso utilizzate le portate allo scarico autorizzate e non quelle effettive per mancanza di disponibilità del dato. E' per questo motivo che in alcune situazioni le quantità emesse possono risultare abbondantemente sovrastimate.

Pertanto, nella prospettiva della compilazione del prossimo inventario sarà necessario creare delle basi informative organizzate, riguardanti tutte le fonti puntuali di rilascio delle sostanze pericolose.

A tal proposito le Amministrazioni competenti provvederanno a costituire, ove non già disponibile, una banca dati degli scarichi puntuali organica e fruibile che tenga conto anche delle necessità di compilazione dell'inventario.

Una di queste fonti di informazioni proposta dalla CE nelle linee guida è il registro E-PRTR.

Nel caso si decida di riferirsi a questo registro a livello distrettuale per il prossimo inventario è necessario:

- integrare e verificare le informazioni contenute nel registro E-PRTR con quelle delle certificazioni AIA ritenute più affidabili;
- codificare le modalità di calcolo/stima delle emissioni, (es. definizione dei LOQ da prevedersi nelle determinazioni analitiche, trattamento delle risultanze "<LOQ" nei calcoli) ai fini di evitare sovrastime irrealistiche;
- da parte degli enti competenti, un controllo di maggior dettaglio dei contenuti che vengono inseriti come autodichiarazioni dalle aziende obbligate alla compilazione di questo registro.

Si evidenzia, inoltre, l'esigenza di integrare la base conoscitiva con dati riguardanti gli ambiti non considerati nel primo inventario, come le discariche, i siti di bonifica, le deposizioni aeree, etc.

Monitoraggio degli scarichi

Una carenza di tipo normativo che non permette una conoscenza puntuale delle perdite di sostanze prioritarie è dovuta alla presenza di solo alcune sostanze prioritarie (Cd, Hg, Ni, Pb, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin) nella Tabella 3 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/2006, relativa ai valori limiti di emissione degli scarichi in acque superficiali e in fognatura.

Questo comporta che gli enti competenti al rilascio delle autorizzazioni allo scarico prevedono il controllo solo delle sostanze contenute nella suddetta tabella. Il risultato è che le sostanze prioritarie escluse dalla tabella raramente vengono controllate sia da chi gestisce gli scarichi (autocontrolli) sia dall'ARPA competente.

Esiste, inoltre, una incoerenza tra gli standard di qualità delle acque interne e i limiti allo scarico che sono nettamente superiori.

Si ritiene pertanto auspicabile che gli Enti competenti, in funzione dei cicli produttivi delle aziende e di un'aggiornata analisi delle pressioni e degli impatti, inseriscano tutte le sostanze prioritarie per lo stato chimico dei corpi idrici nei controlli delle autorizzazioni allo scarico, stabilendo dei limiti di emissione compatibili con gli SQA di dette sostanze e comprendendo anche le nuove sostanze prioritarie previste dalla Direttiva 2013/39/UE, che serviranno per il secondo inventario distrettuale.

L'importanza di ottenere queste informazioni è stata evidenziata anche dai gestori della depurazione civile e industriale. Infatti, l'assenza di stime dettagliate dei quantitativi di sostanze prioritarie convogliate nei sistemi di depurazione attuali, rende difficoltosa la progettazione di nuovi sistemi di abbattimento efficaci per tali sostanze e, quindi, potrebbe costituire un ostacolo al raggiungimento degli obiettivi posti dalla DQA e dall'inventario.

Si segnala, inoltre, che la conoscenza sulla presenza delle sostanze prioritarie negli scarichi depurati riveste un particolare interesse perché rappresenta il presupposto di base per valutare la possibilità di promuovere il riuso delle acque reflue per fini irrigui, intervento prioritario segnalato in ambito europeo nel "Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee (Blueprint)" (Commissione Europea, 2012) per affrontare i problemi di scarsità e siccità idrica e migliorare l'uso efficiente delle risorse idriche.

1.4.4 Migliorare la sinergia tra monitoraggio chimico e monitoraggio quantitativo

Come messo in evidenza nella fase di compilazione del primo inventario, la valutazione dei carichi fluviali nel caso di LOQ inadeguati può portare a stime dei carichi fluviali scarsamente significative.

Pertanto, allo scopo di superare le schematizzazioni e le semplificazioni del primo inventario, è necessario che, nella fase di revisione dei piani di monitoraggio funzionali al secondo ciclo di pianificazione, le Regioni e le Province Autonome perseguano, compatibilmente con le risorse disponibili, l'adeguamento dei LOQ agli SQA.

Sarebbe auspicabile individuare, a parità di sostanza prioritaria, valori di LOQ non dissimili significativamente tra le Amministrazioni che formano il distretto.

Si valuterà inoltre la possibilità di razionalizzare l'attività di analisi sul territorio distrettuale utilizzando, mediante opportuni protocolli d'intesa, i laboratori che garantiscono i minori LOQ.

Ciascuna Amministrazione, inoltre, provvederà ad aggiornare i propri piani di monitoraggio a seguito della valutazione delle pressioni e degli impatti ed alla luce delle indicazioni della Direttiva 2013/39/UE.

La compilazione del primo inventario ha messo altresì in luce un'inadeguatezza, soprattutto nel settore orientale del distretto, della rete di monitoraggio quantitativa (anche laddove sono disponibili dati idrometrici, mancano tuttavia scale di deflusso aggiornate); questo comporta necessariamente grossolane approssimazioni del calcolo dei carichi fluviali.

Emerge dunque la necessità di aumentare gli investimenti sulla rete di monitoraggio quantitativa per migliorare l'attendibilità dei valori di portata da utilizzare per il calcolo dei carichi fluviali, assicurando al contempo l'allineamento spaziale tra rete di monitoraggio quantitativa e rete di monitoraggio qualitativa.

Sarebbe inoltre auspicabile, da parte di ciascuna Amministrazione, rivalutare la dislocazione territoriale delle sezioni di monitoraggio per tenere conto delle reti gestite dalle Amministrazioni confinanti, eventualmente individuando nuovi criteri di conterminazione delle aree omogenee anche basate sul riconoscimento di produzioni industriali territorializzate (distretti industriali).

Al fine del calcolo dei carichi fluviali occorre peraltro ricordare che ad oggi le stime effettuate non hanno potuto tener conto degli eventuali apporti dovuti alle deposizioni atmosferiche e soprattutto ai carichi dovuti a fenomeni di ritenzione della sostanza (sedimentazione, adesione a substrato, trasformazione chimica, etc..) definiti nella formula come fattore R.

Il metodo di calcolo di questo fattore dovrà essere definito a livello scientifico e quindi si auspica che per il prossimo inventario sia possibile disporre di procedure standardizzate di calcolo da poter utilizzare per migliorare il livello conoscitivo attuale.

Questo aspetto risulta particolarmente importante per gli ambiti di pianura dove l'estensione, la tipologia, la gestione e le interconnessioni del reticolo drenante e artificiale rendono difficile, non solo ricostruire i percorsi degli inquinanti dalla fonte inquinante al corpo recettore, ma anche valutare il ruolo dei processi di ritenzione degli stessi a livello di corpo idrico e di area omogenea.

1.5 Bibliografia

Capri S., Polesello S., Guzzella L., Carere M., 2013. Criticità connesse all'applicazione della nuova Direttiva 2013/39/UE sulle sostanze prioritarie negli ambienti acquatici. *Notiziario dei Metodi Analitici I*, 2013, 13-22.

Commissione Europea, 2012. Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee. (A Blue Print to safeguard Europe's water resources). COM (2012) 673 definitivo

Direttiva. 15 gennaio 2008, n. 1/2008 del Parlamento europeo e del consiglio sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento.

Direttiva. 16 dicembre 2008, n. 105/2008 del Parlamento europeo e del consiglio relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Decreto del Presidente della Repubblica 11 luglio 2011, n. 157, Regolamento di esecuzione del Regolamento (CE) n. 166/2006 relativo all'istituzione di un Registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti e che modifica le direttive 91/689/CEE e 96/61/CE.

European Commission, (2010). Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 28 Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities.

European Commission, (2010). Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 27 Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities.

ISPRA, Standard informativo per l'inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite delle sostanze prioritarie e delle sostanze chimiche non appartenenti all'elenco di priorità dell'art. 78-ter D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. Ver. 1.1 – 07 giugno 2012. Disponibile all'indirizzo <http://www.sintai.sinanet.apat.it/news> (accesso ad area riservata).

Legge del 6 agosto 2013, n. 97 riguardante disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione europea - Legge europea 2013.

Ministero della Salute, Banca dati dei prodotti fitosanitari (data ultima consultazione: dicembre 2013). Disponibile all'indirizzo: http://www.salute.gov.it/fitosanitariWeb_new/FitosanitariServlet.

Regolamento del 18 gennaio 2006, n. 166/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'istituzione di un registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanze inquinanti e che modifica le direttive 91/689/CEE e 96/61/CE del Consiglio.

Regolamento del 18 dicembre 2006, n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la Direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la Direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE.

Regolamento del 21 ottobre 2009, n. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE.

2 Bilancio di massa dei nutrienti e delle sostanze organiche

2.1 Carichi puntuali e fluviali di nutrienti e sostanza organica

Ad integrazione dei dati relativi ai carichi puntuali e fluviali delle sostanze rilevanti e non rilevanti contenuti nell'inventario degli scarichi delle emissioni e delle perdite vengono riportati in Tabella 23 e Tabella 24 rispettivamente i dati relativi ai carichi di nutrienti e di sostanza organica per quanto riguarda gli impianti di depurazione (kg/a) e per quanto concerne le foci fluviali (t/a).

I dati forniti sono relativi allo stesso periodo di riferimento utilizzato per l'inventario ovvero il triennio 2010-2012.

Le sostanze per le quali vengono prodotti i carichi sono: Total Organic Carbon (TOC), Chemical Oxygen Demand (CODCr), Azoto totale, Fosforo totale e Biochemical Oxygen Demand (BOD5).

Per quanto riguarda i carichi relativi agli impianti di depurazione è stato adottato un procedimento analogo a quanto fatto per le sostanze dell'inventario.

Si segnala che i dati forniti sono relativi esclusivamente al territorio della Provincia Autonoma di Bolzano, della Provincia Autonoma di Trento e della Regione del Veneto.

Sostanza	Provincia di Trento	Provincia di Bolzano	Regione del Veneto	Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia	Totale ambito distrettuale
TOC			2.518,5	Non disponibile	2.518,5
CODCr	1.159.670,0	1.909.631,3	22.867.936,8	Non disponibile	25.937.238,1
Azoto totale	601.942,0	663.247,0	6.066.269,4	Non disponibile	7.331.458,4
Fosforo totale	71.874,0	53.076,3	737.204,3	Non disponibile	862.154,6
BOD5	197.655,0	356.224,1	6.876.645,4	Non disponibile	7.430.524,5

Tabella 23 - Carichi puntuali (kg/a) degli impianti di depurazione relativi ai nutrienti e alla sostanza organica

Per quanto riguarda la valutazione dei carichi fluviali dei nutrienti e della sostanza organica è stata utilizzata la stessa procedura utilizzata per il report SOE della Regione del Veneto, applicata però al periodo di riferimento 2010-2012. I codici della stazione di riferimento per il calcolo dei carichi fluviali corrispondono a quelli riportati e descritti in Tabella 6.

Bacino	Codice stazione	CODCr	Azoto totale	Fosforo totale	BOD5
Adige	218	49.333	9.694	412	7.659
	181	16.902	5.766	394	4.145
Brenta-Bacchiglione	436	11.163	4.933	222	3.798
	437	8.301	4.832	181	1.826
Bacino scolante nella laguna di Venezia	137	1.606	875	29	491
	142	775	325	12	243
	143	509	262	14	179
	179	924	243	12	234
	182	746	199	7	204
	481	1.072	579	30	370
	489	599	250	13	189
	490	1.694	463	26	510
	491	817	268	12	298

Bacino	Codice stazione	CODCr	Azoto totale	Fosforo totale	BOD5
	492	2.853	689	18	620
	504	533	361	11	206
Piave	65	26.885	3.958	274	4.031
Sile	238	8.334	7.441	118	2.465
Livenza	72	25.233	11.238	321	5.431
Totale carico fluviale annuo		158.279	52.375	2.105	32.899

Tabella 24 - Carichi fluviali (t/a) relativi ai nutrienti e alla sostanza organica

Per quanto riguarda la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, non è stato possibile calcolare i carichi fluviali in quanto non sono attualmente disponibili misure sistematiche di portata in prossimità delle foci fluviali, utili allo scopo.

A questo riguardo, l'Amministrazione regionale si impegna a provvedere in tal senso nel secondo ciclo di pianificazione.

Va infine evidenziato che, nell'ambito delle iniziative di attuazione della Direttiva sulla strategia marina, il competente Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con Decreto del 11 febbraio 2015 ha provveduto all'individuazione di opportuni indicatori da associare ai programmi di monitoraggio ambientale.

Alcuni di questi risultano di indubbio interesse anche nel contesto delle attività di implementazione della Direttiva Quadro Acque. In particolare si segnalano i seguenti indicatori:

- percentuale di riduzione dei carichi di nutrienti da fonti diffuse afferenti all'ambiente marino mediante apporti fluviali e fenomeni di dilavamento;
- riduzione percentuale della concentrazione di azoto inorganico disciolto e fosforo totale per i corpi idrici marino costieri appartenenti ai Macrotipi I e II che non raggiungono lo stato buono a causa di questi elementi (D.M. 260/2010) calcolata per un periodo di 6 anni;
- valutazione percentuale della concentrazione di azoto inorganico disciolto e fosforo totale per i corpi idrici marino costieri appartenenti ai Macrotipi III (D.M. 260/2010) calcolata su un periodo di 6 anni.

2.2 Ulteriori valutazioni sui trend di nutrienti e sostanza organica in chiusura di bacino

L'annuario dei dati ambientali 2014-15 pubblicato da ISPRA rende disponibili i dati relativi alle medie annue, per il periodo compreso tra il 2000 ed il 2013, delle concentrazioni di alcune sostanze, valutati in corrispondenza di alcune sezioni fluviali planiziali dei principali fiumi che formano il distretto.

Le sostanze indagate sono:

- nutrienti (azoto e fosforo);
- BOD₅
- COD

Per quanto di interesse del presente Piano, sono stati presi in considerazione i seguenti corsi d'acqua:

- il fiume Adige in località Ponte di Albaredo;
- il fiume Brenta in località Ponte di Brenta;
- il fiume Bacchiglione in località Longare;
- il fiume Gorzone in località Ponte Gorzone;
- il fiume Piave in località Ponte della Priula;
- il fiume Livenza in località Motta di Livenza;
- il fiume Tagliamento a Latisana;
- il fiume Isonzo a Pieris.

Sulla base delle serie storiche disponibili, ancorchè non molto sviluppate nel tempo, è possibile esplicitare un andamento tendenziale, espresso in termini di concentrazione.

2.2.1 Analisi di tendenza delle concentrazioni di azoto ammoniacale e nitrati

La Tabella 25 illustra in forma sintetica l'analisi di tendenza relativa alle concentrazioni di azoto ammoniacale e di nitrati in corrispondenza delle sopracitate sezioni fluviali per il periodo 2000-2013.

I dati mettono in evidenza un generale trend in diminuzione delle concentrazioni di azoto ammoniacale; per quanto riguarda i nitrati, si conferma la tendenza al calo nelle sezioni fluviali monitorate, ad eccezione della sezione del fiume Bacchiglione a Longare, dove il trend di concentrazione di nitrati è crescente.

La serie storica della concentrazione media annua dei nitrati nel fiume Livenza alla sezione di Motta di Livenza (località Gonfo di Sopra), dal quale è stato stralciato il valore anomalo dell'anno 2000 (0,023 mg/l a fronte di un valor medio nel periodo successivo di 2,42 mg/l) evidenzia invece una sostanziale stabilità.

Fiume	Comune	Località	Periodo	N-NH ₄ mg/l		N-NO ₃ mg/l	
				valor medio nel periodo	trend medio annuo	valor medio nel periodo	trend medio annuo
Adige	Albaredo	Ponte di Albaredo	2000-2013	0,106	-0,009	1,171	-0,025
Bacchiglione	Longare	Ponte di Longare	2000-2013	0,253	-0,007	4,662	0,045
Brenta	Padova	Ponte SS15 Ponte di Brenta	2000-2013	0,105	-0,009	1,708	-0,026
Gorzone	Stanghella	Ponte Gorzone	2000-2013	0,189	-0,008	4,178	-0,045
Livenza	Motta di Livenza	Gonfo di Sopra	2000-2013	0,141	-0,002	2,415	-0,006
Piave	Susegana	Ponte Priula SS13	2000-2013	0,039	-0,001	1,371	-0,027
Isonzo	S. Canzian d'Isonzo	Pieris	2000-2013	0,025	-0,002	1,308	-0,082
Tagliamento	Latisana	Ponte ferroviario	2000-2013	0,031	-0,002	1,336	-0,017

Tabella 25 – Concentrazioni medie di azoto ammoniacale e di nitrati misurate presso alcune sezioni fluviali (Fonte: ISPRA)

Dalla Figura 26 alla Figura 32 vengono riportati i grafici relativi al trend di azoto ammoniacale (NH₄) e dei nitrati (NO₃) per le sezioni fluviali più sopra citate.

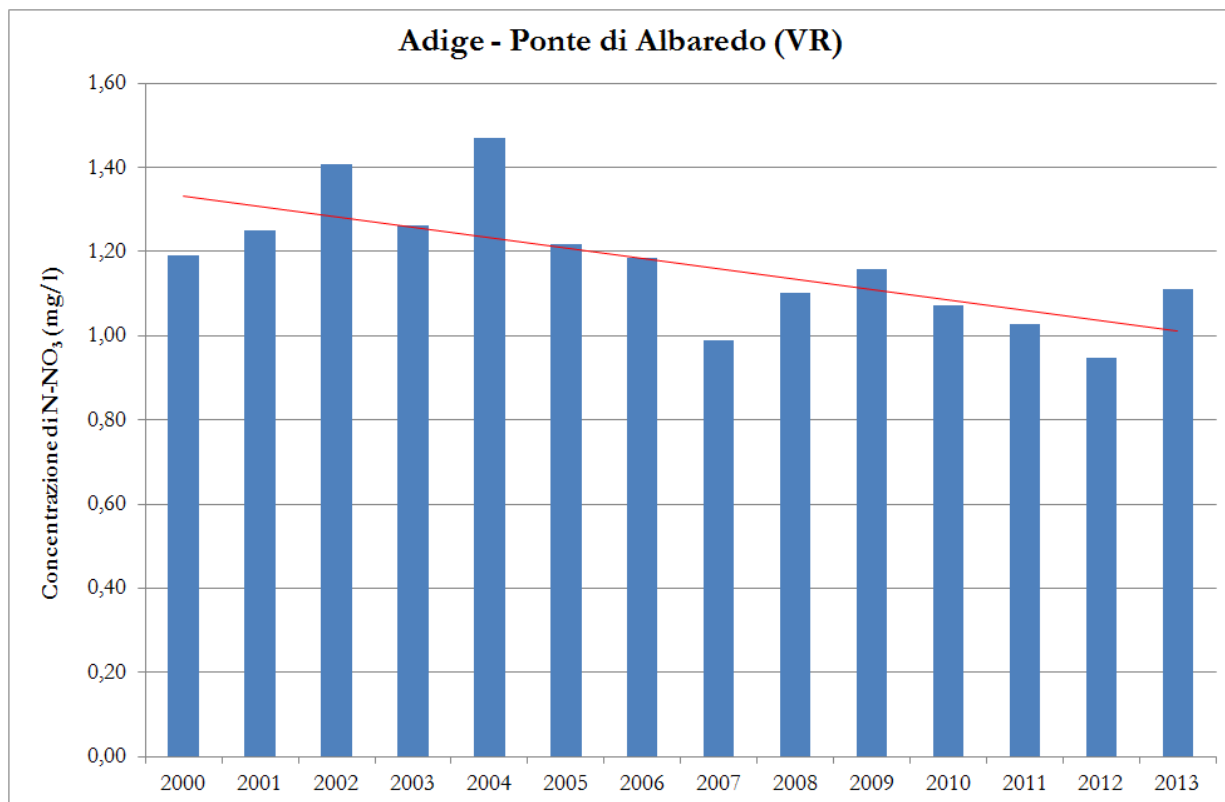
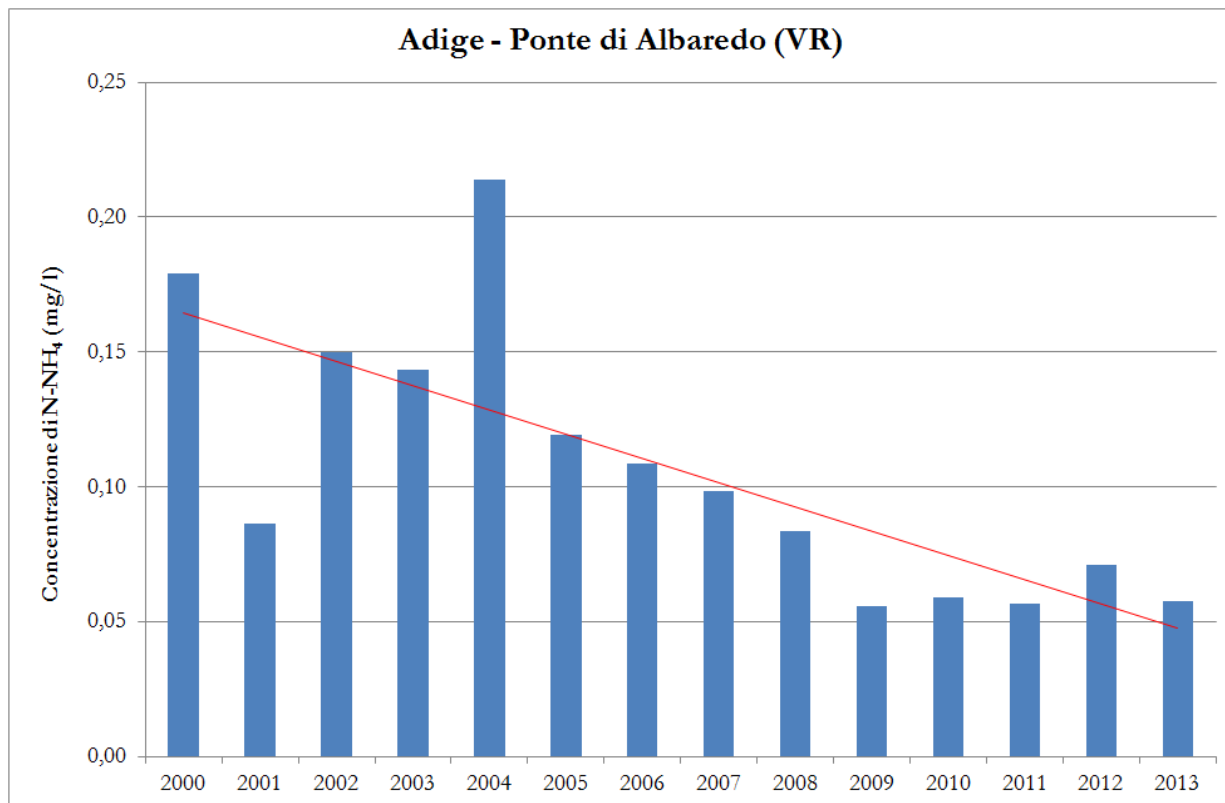


Figura 26 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Adige in Comune di Albaredo, località Ponte di Albaredo (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

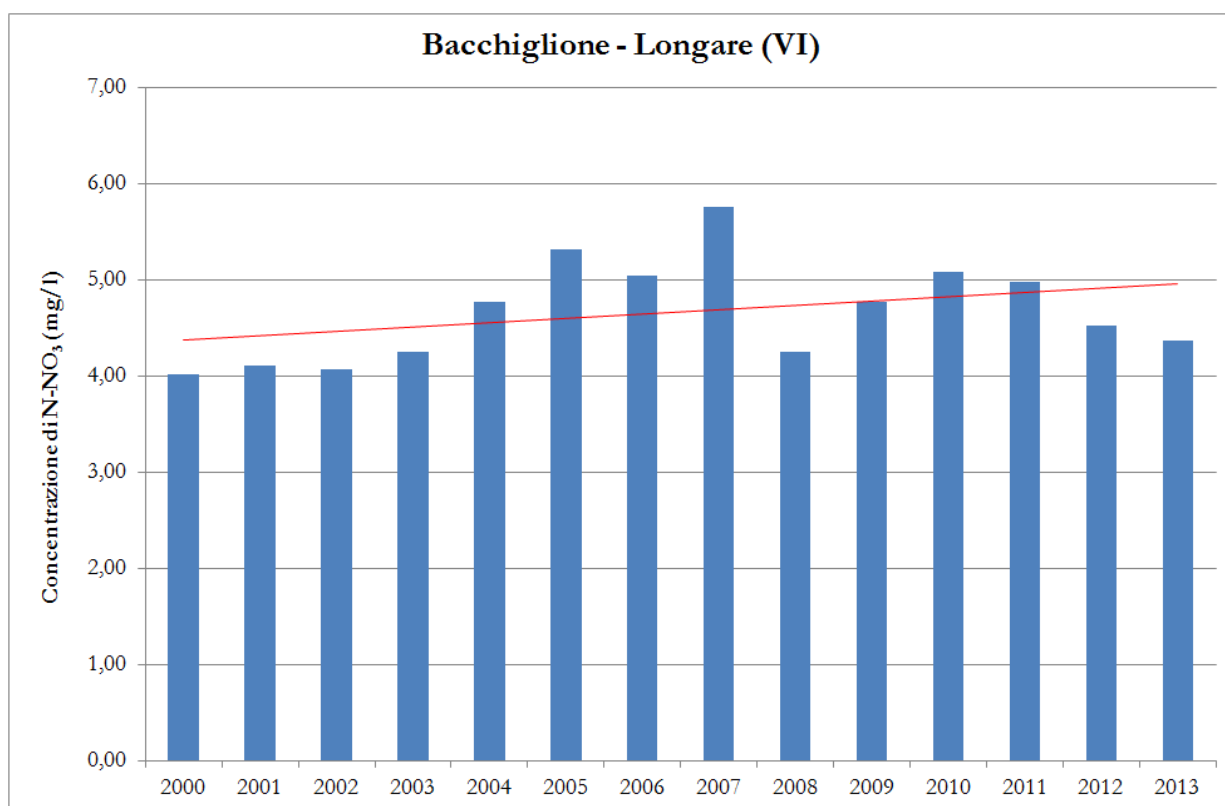
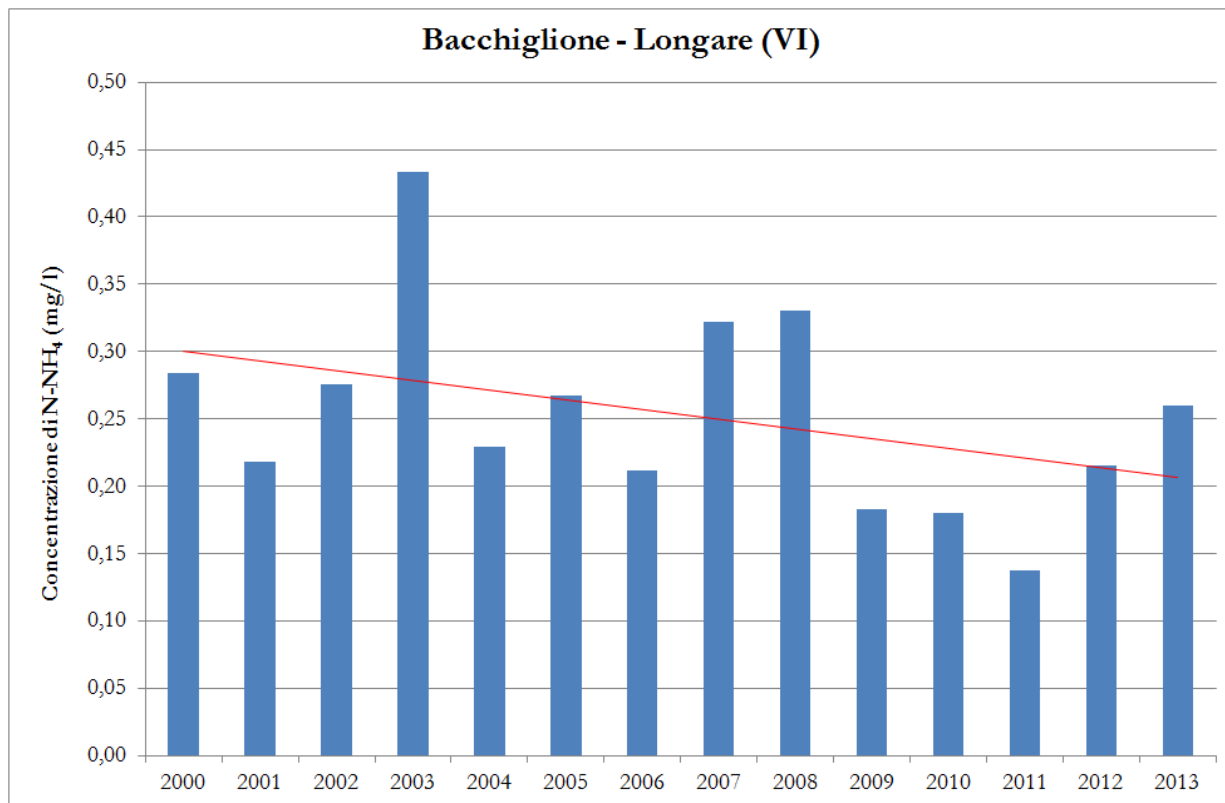


Figura 27 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Bacchiglione in Comune di Longare, località Ponte di Longare (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

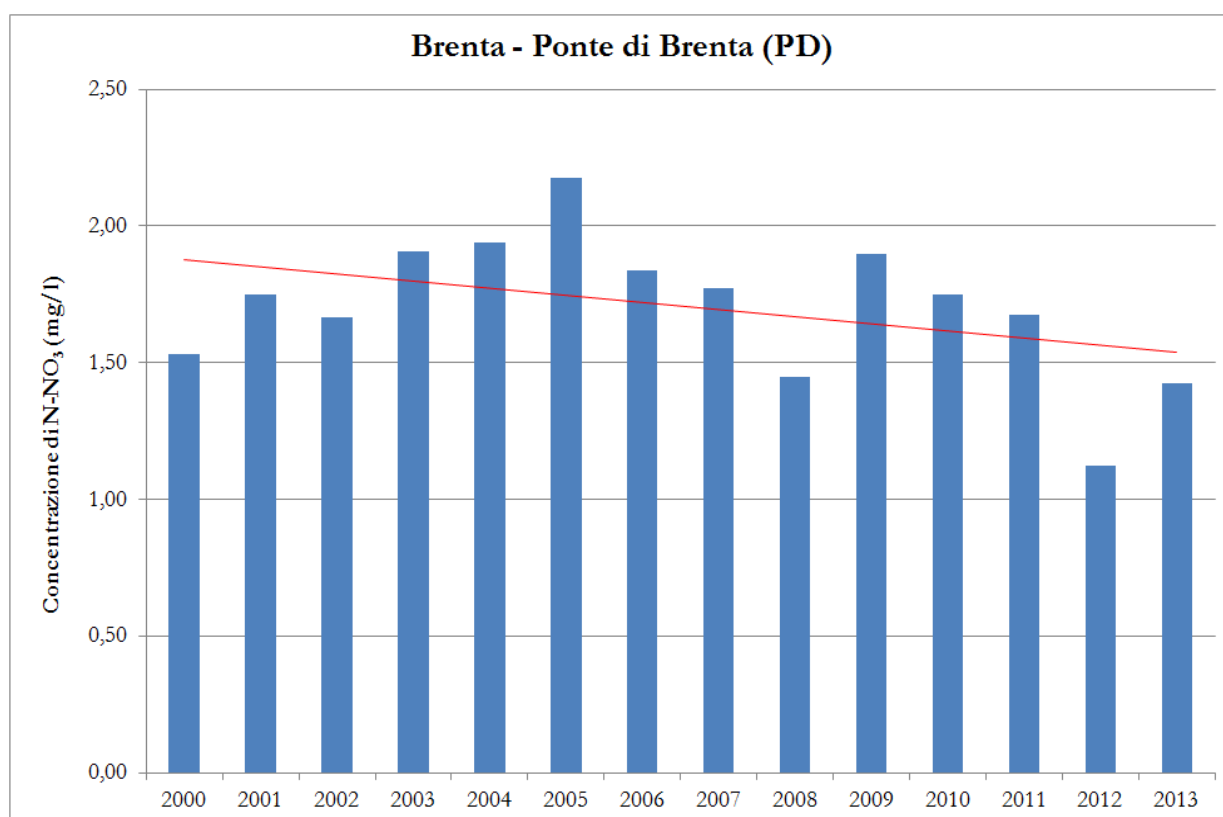
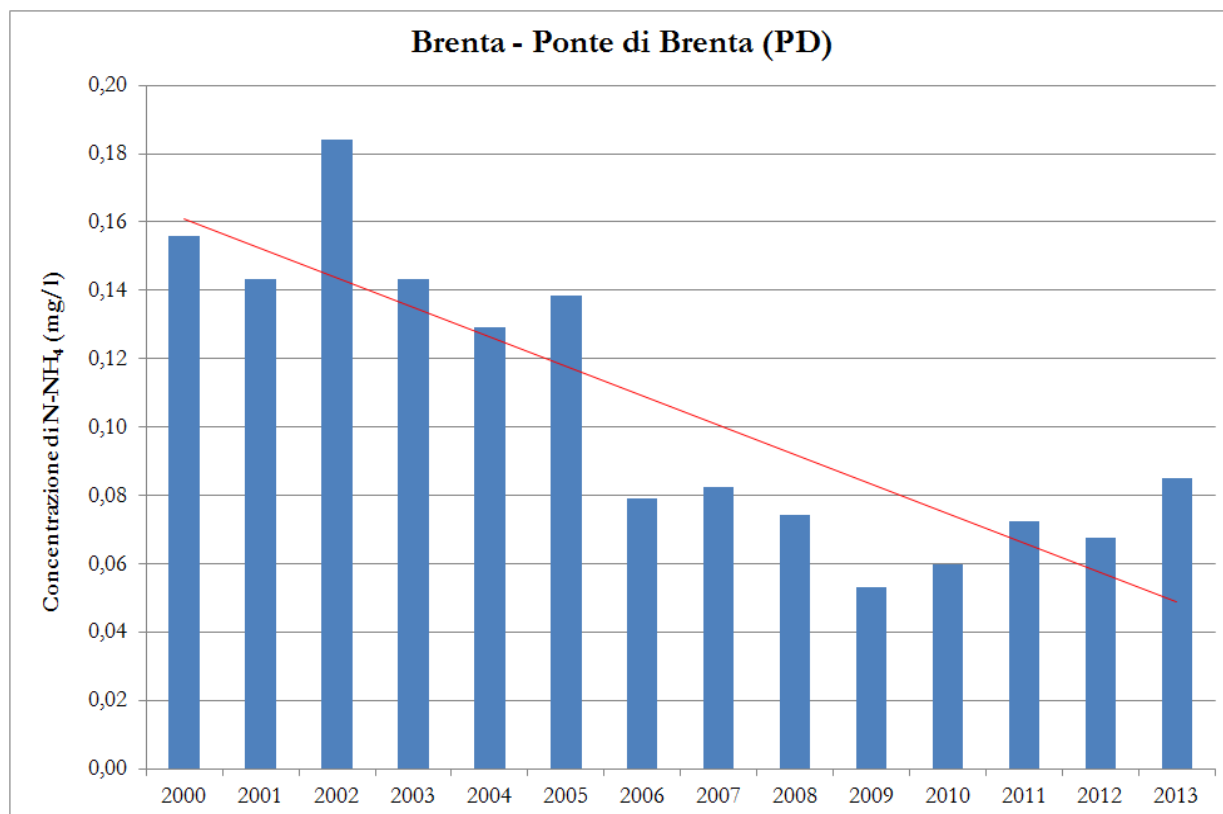


Figura 28 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Brenta in Comune di Padova, località Ponte SS515 Ponte di Brenta (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

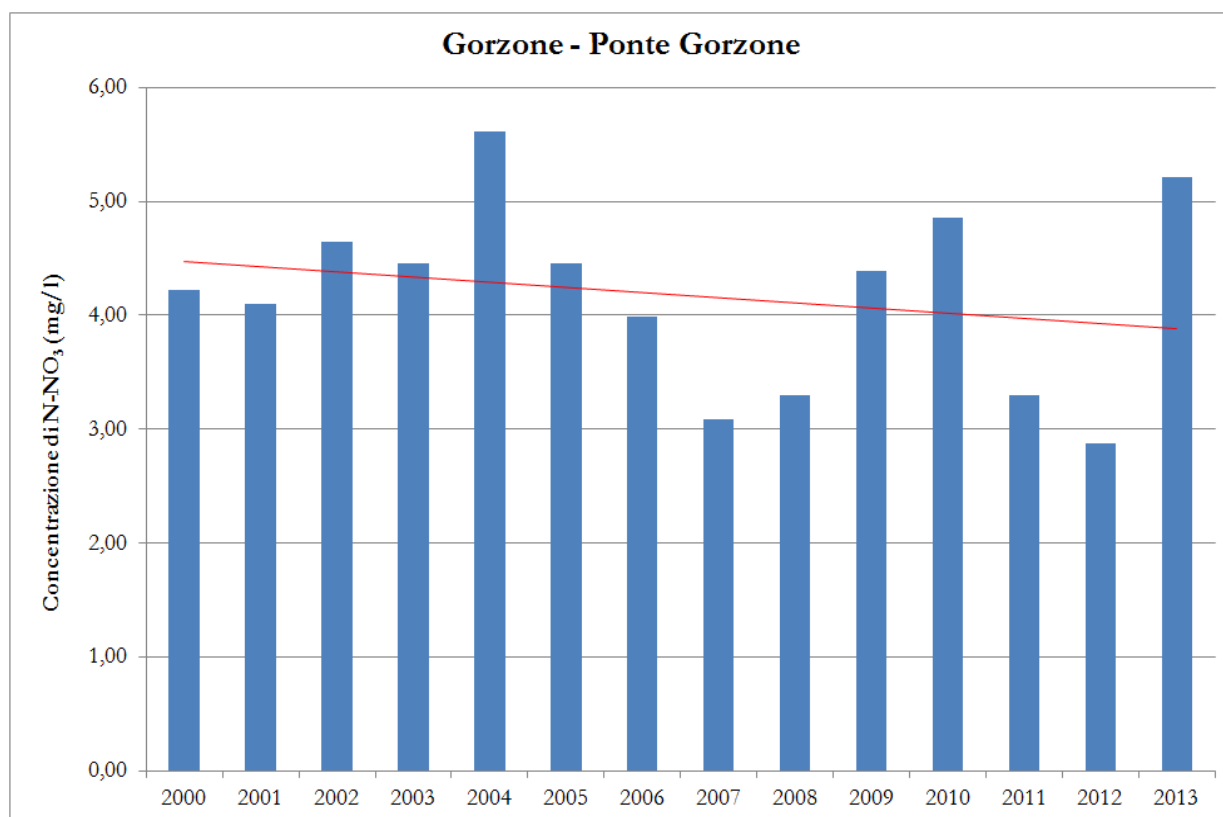
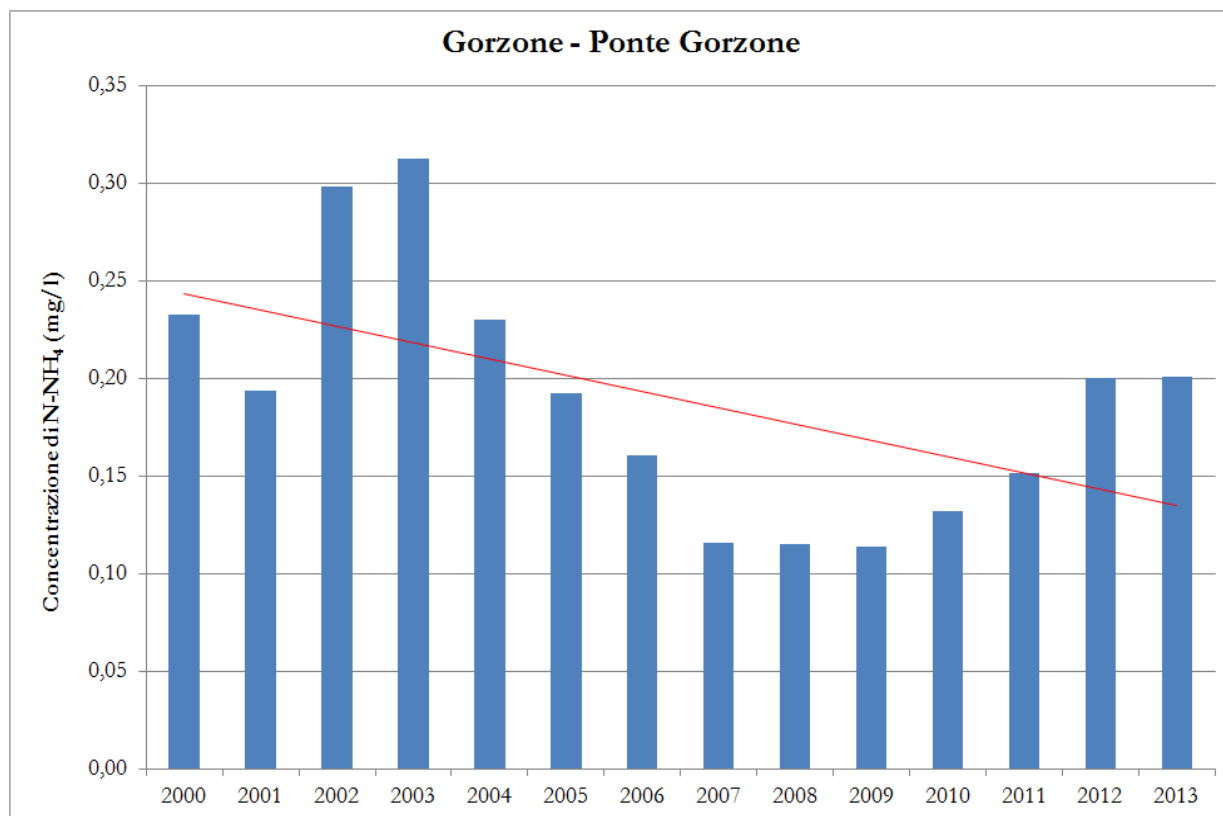


Figura 29 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Fratta-Gorzone in Comune di Stanghella, località Ponte Gorzone (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

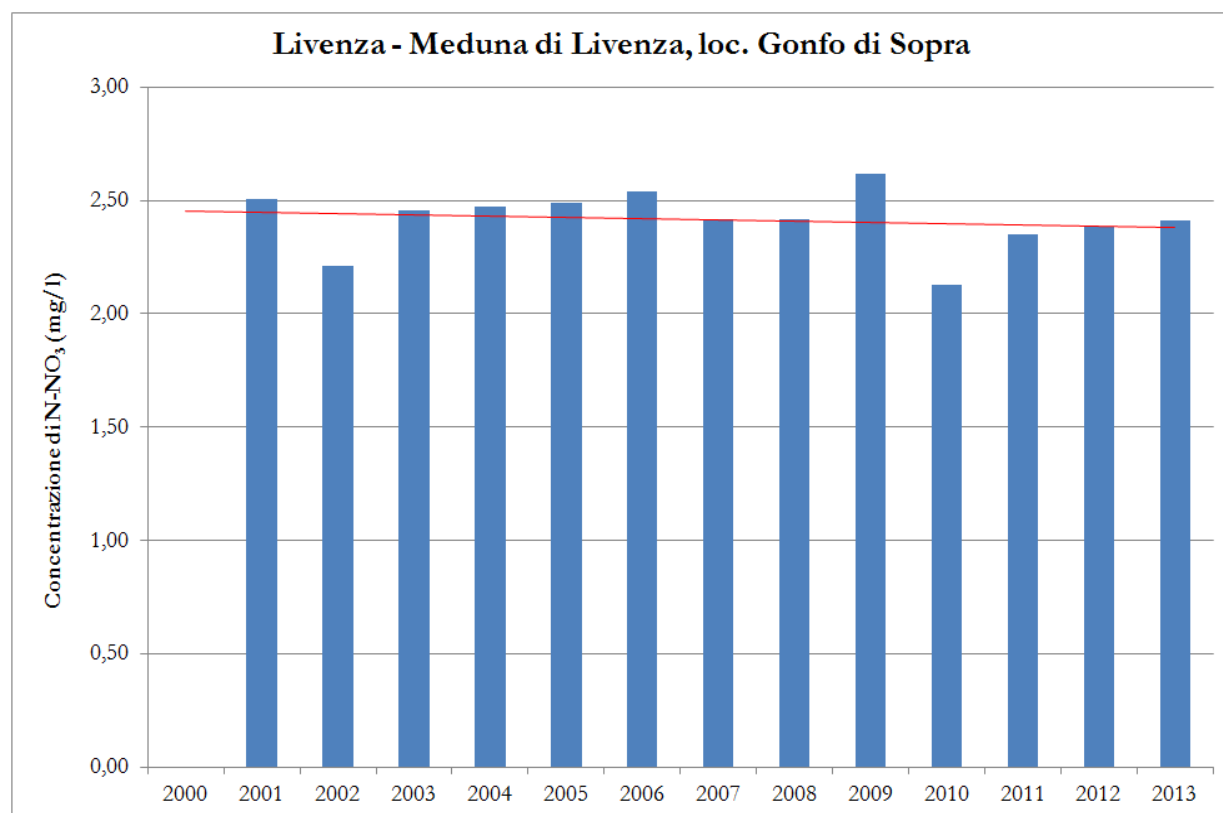
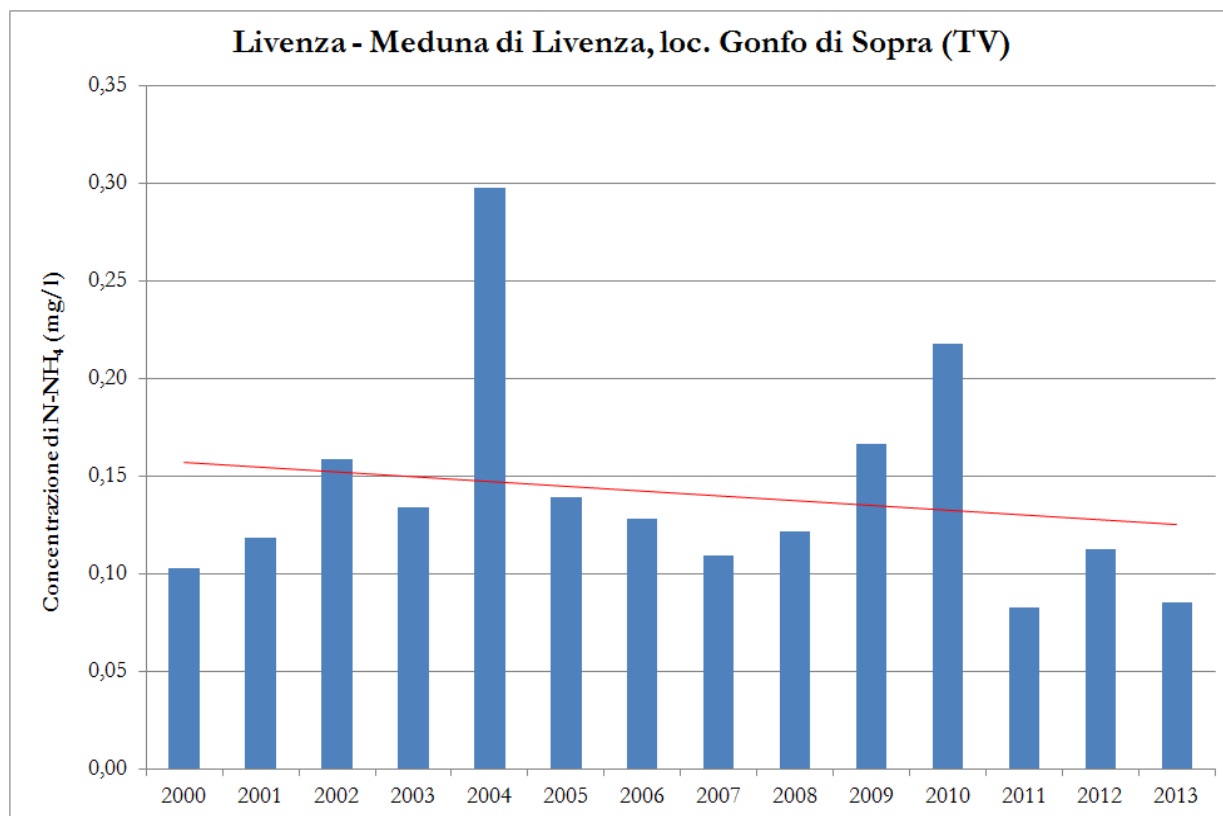


Figura 30 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Livenza in Comune di Motta di Livenza, località Gonfo di Sopra (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

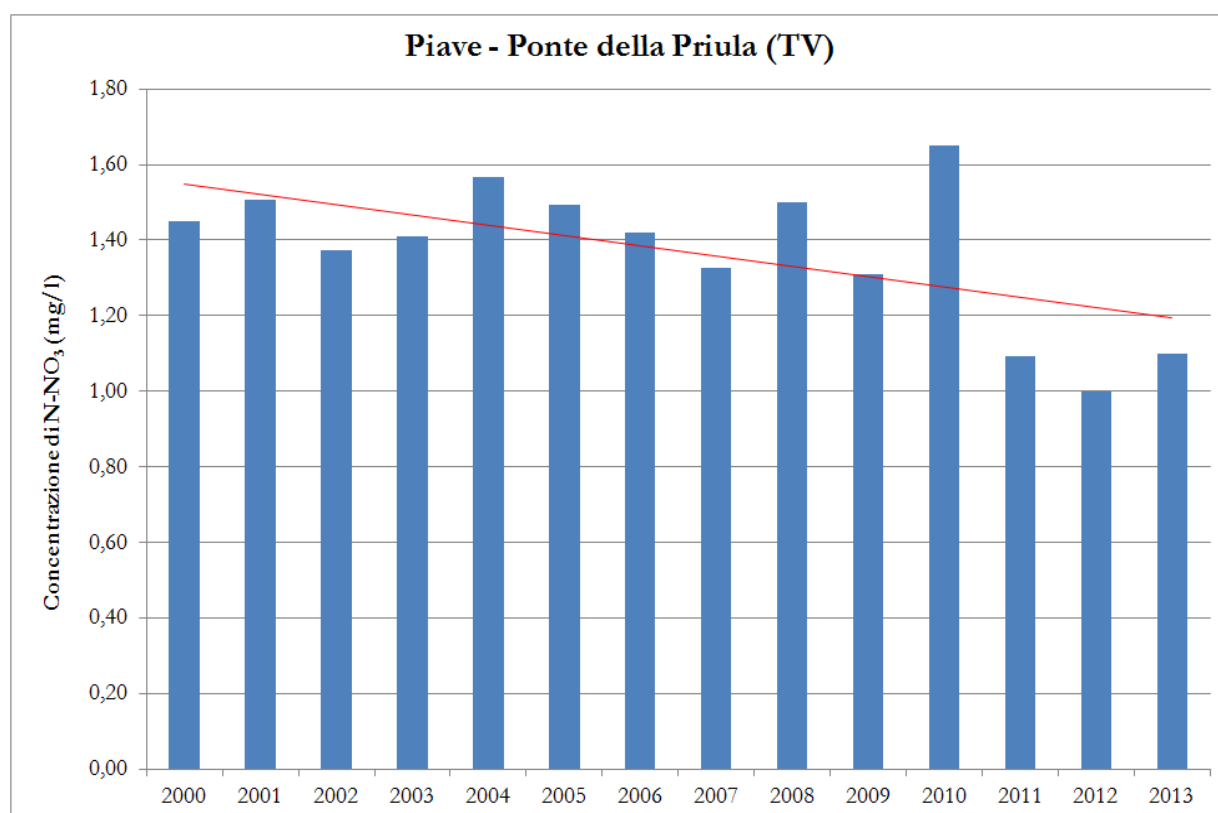
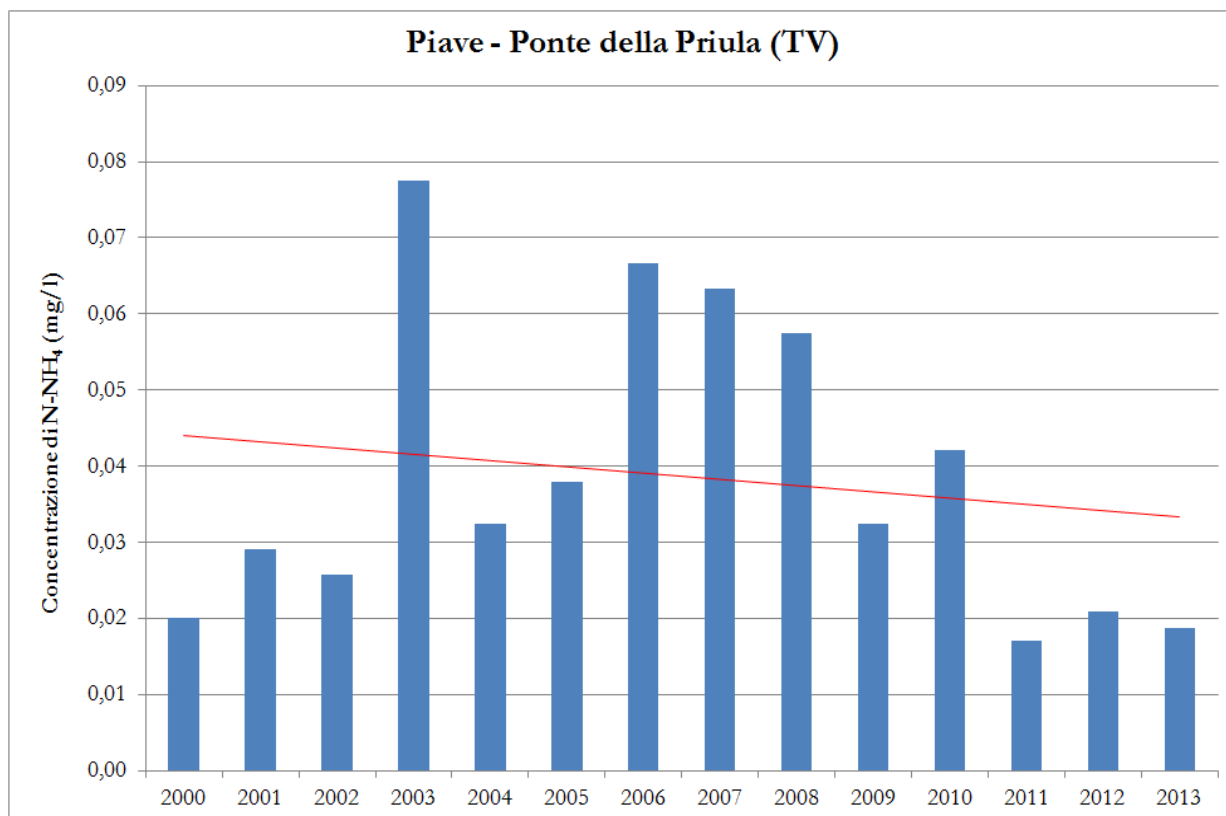


Figura 31 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Piave in Comune di Susegana, località Ponte Priula SS13 (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

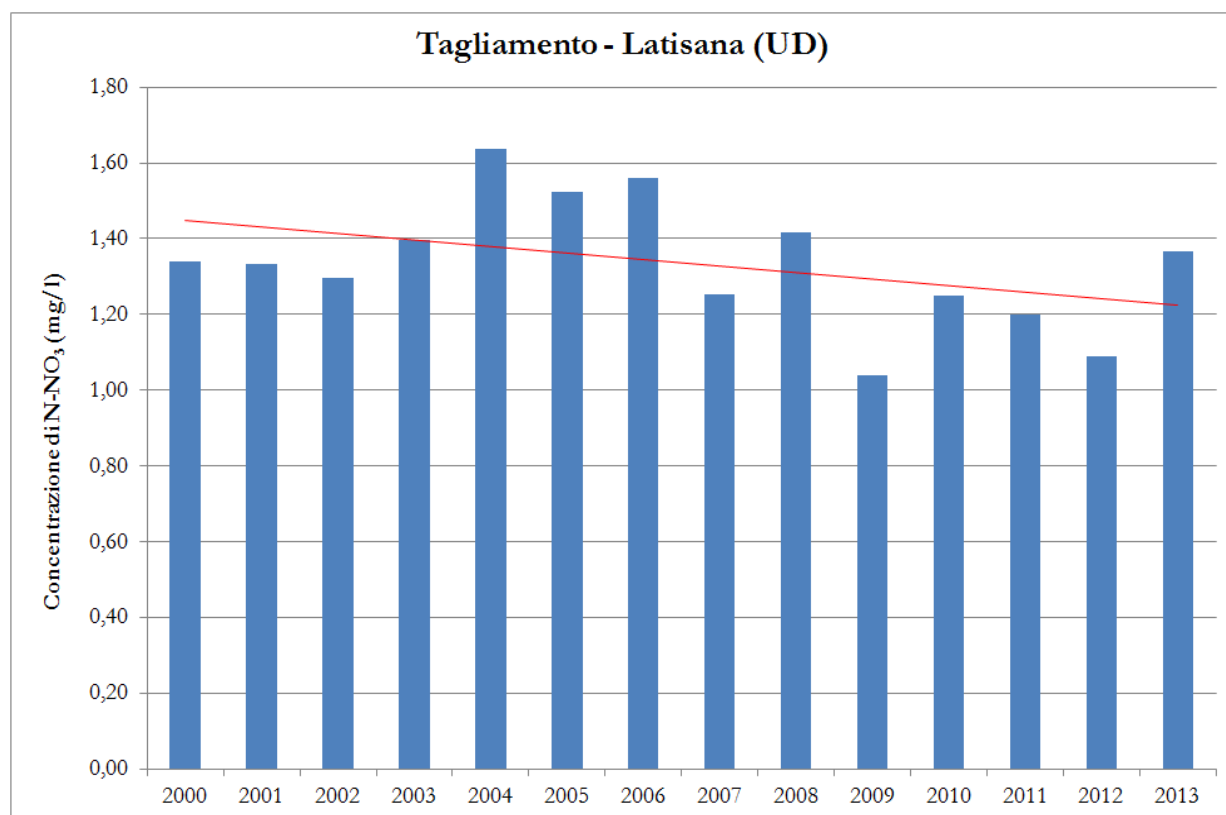
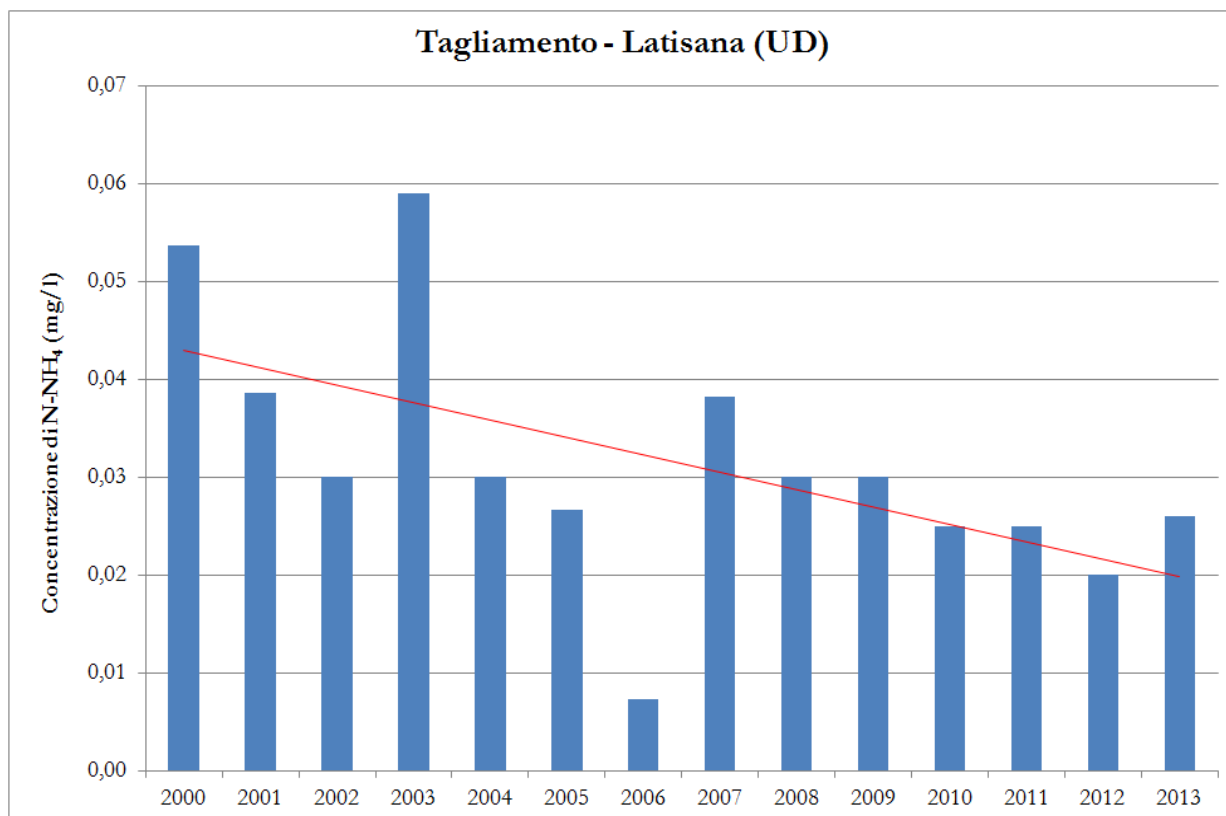


Figura 32 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Tagliamento in Comune di Latisana, località Ponte ferroviario (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

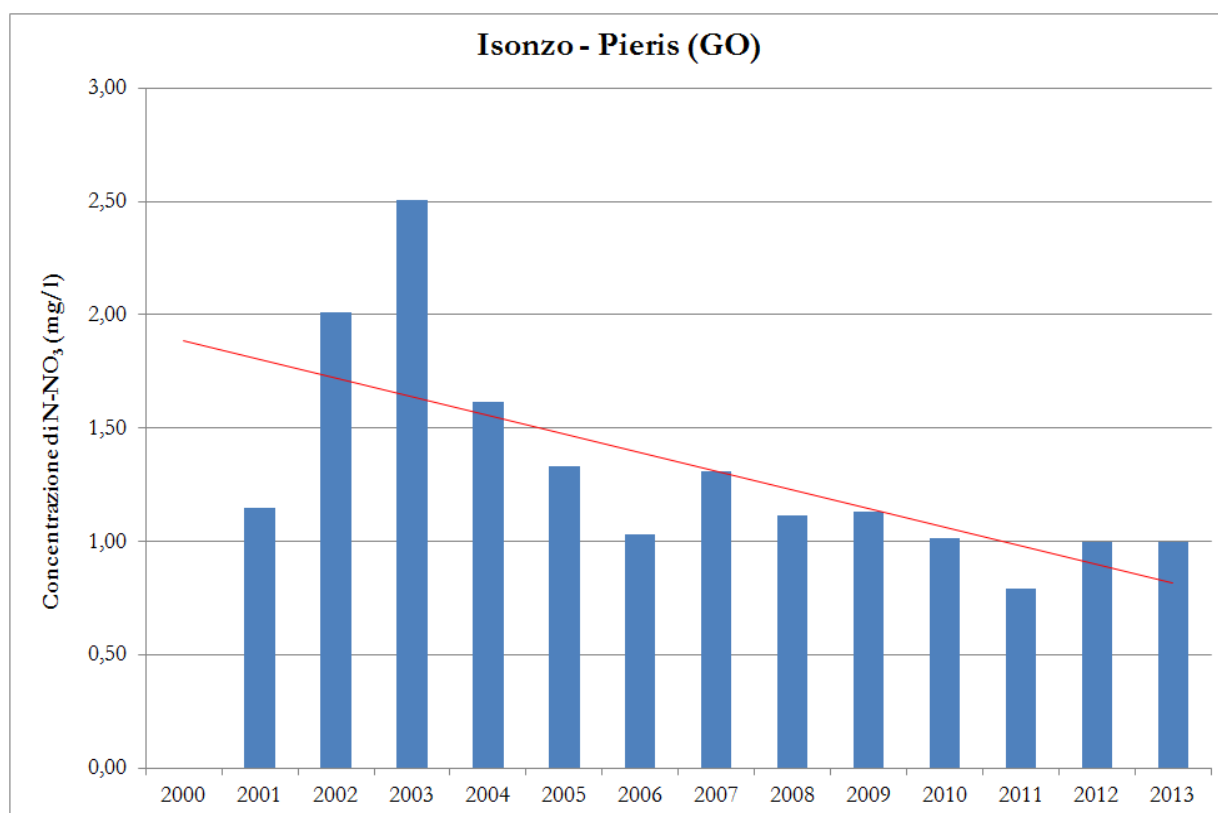
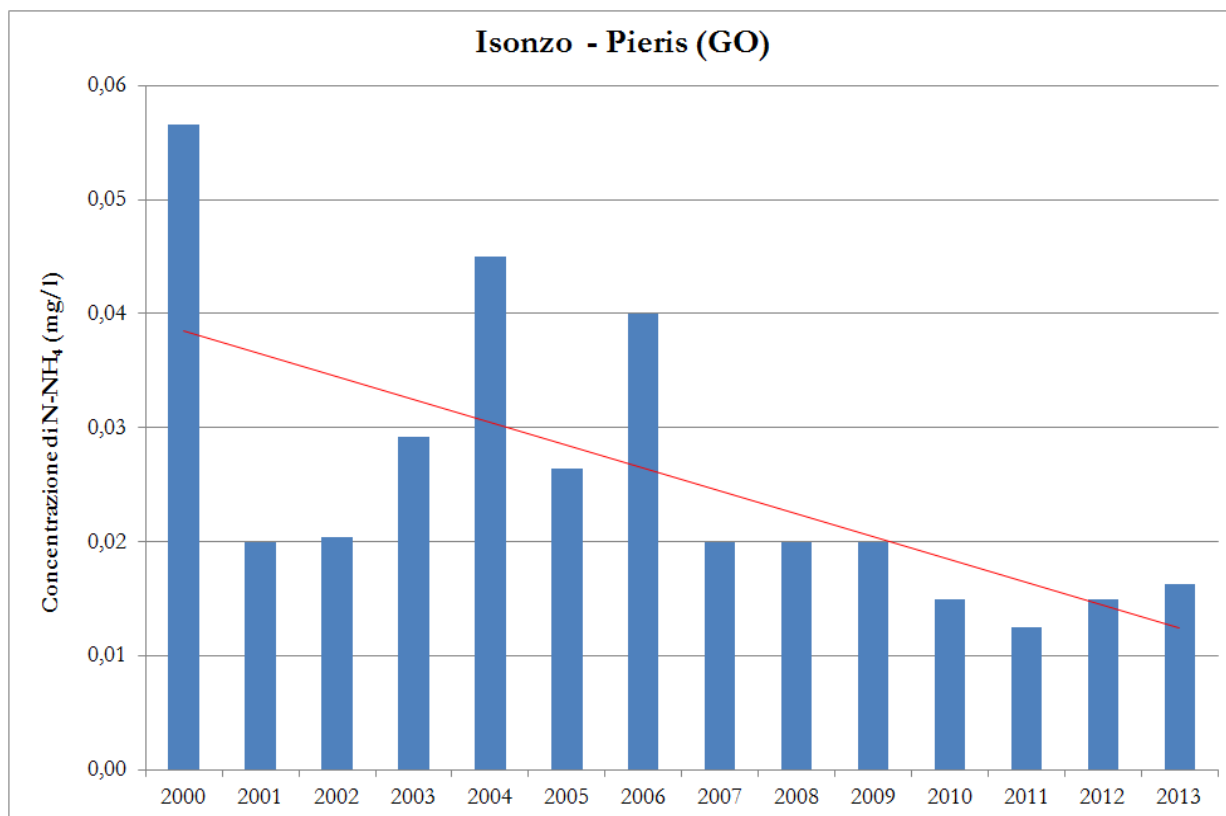


Figura 33 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di azoto (azoto ammoniacale e nitrato) nel fiume Isonzo in Comune di San Canzian d'Isonzo, località Pieris (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

2.2.2 Trend delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD)

La Tabella 26 illustra in forma sintetica l'analisi di tendenza relativa alle concentrazioni di sostanza organica (BOD e COD) in corrispondenza delle sopracitate sezioni fluviali per il periodo 2000-2013.

I dati mettono in evidenza per tutte le sezioni fluviali prese in esame un generale trend in diminuzione delle concentrazioni, sia per quanto riguarda il BOD che per quanto riguarda il COD.

Fiume	Comune	Località	Periodo	BOD ₅ O ₂ mg/l		COD O ₂ mg/l	
				valor medio nel periodo	trend medio annuo	valor medio nel periodo	trend medio annuo
Adige	Albaredo	Ponte di Albaredo	2000-2013	1,373	-0,100	3,862	-0,126
Bacchiglione	Longare	Ponte di Longare	2000-2013	2,657	-0,096	7,634	-0,469
Brenta	Padova	Ponte SS15 Ponte di Brenta	2000-2013	2,325	-0,147	8,313	-0,314
Gorzone	Stanghella	Ponte Gorzone	2000-2013	2,208	-0,040	15,017	-0,797
Livenza	Motta di Livenza	Gonfo di Sopra	2000-2013	2,181	-0,106	6,910	-0,245
Piave	Susegana	Ponte Priula SS13	2000-2013	1,989	-0,083	5,261	-0,339
Isonzo	S. Canzian d'Isonzo	Pieris	2000-2013	1,764	-0,080	3,267	-0,063
Tagliamento	Latisana	Ponte ferroviario	2000-2013	0,982	-0,062	2,981	-0,058

Tabella 26 – Concentrazioni medie di azoto ammoniacale e di nitrati misurate presso alcune sezioni fluviali (Fonte: ISPRA)

Dalla Figura 34 alla Figura 41 vengono riportati i grafici relativi ai succitati trend.

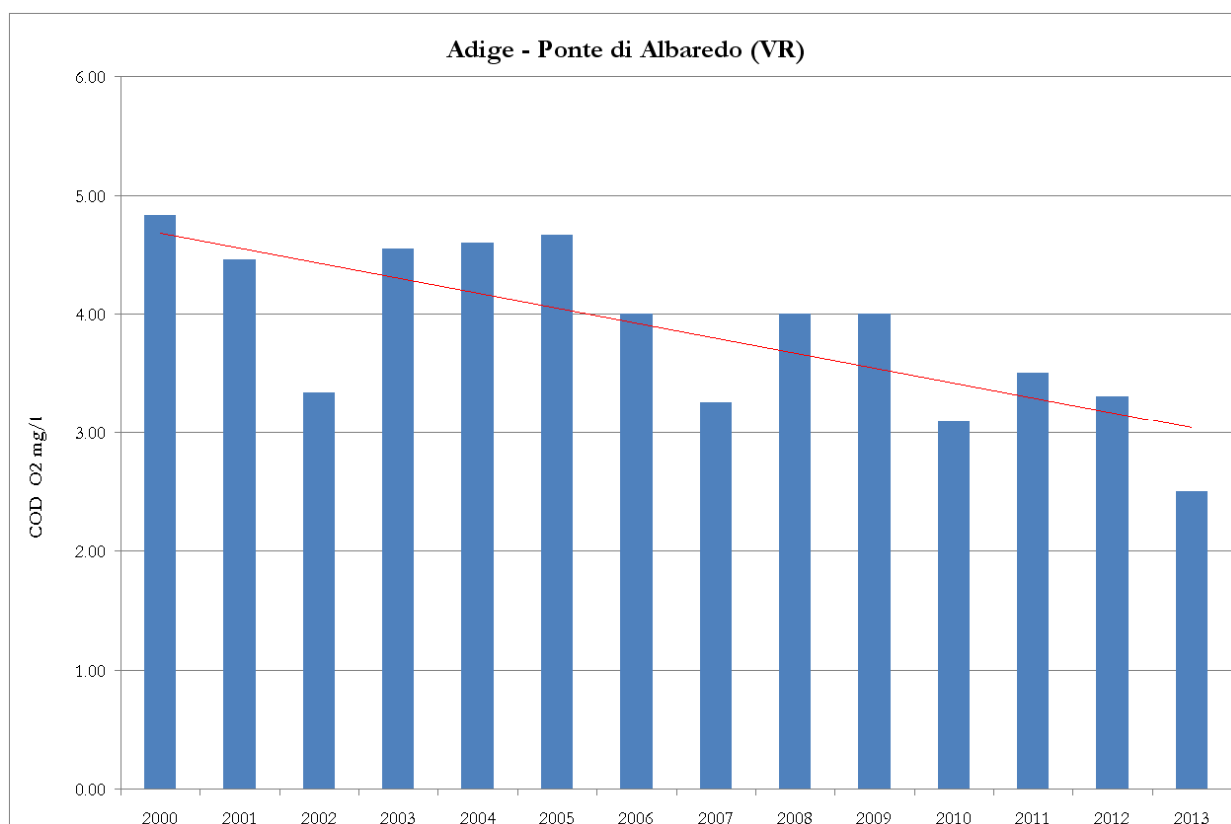
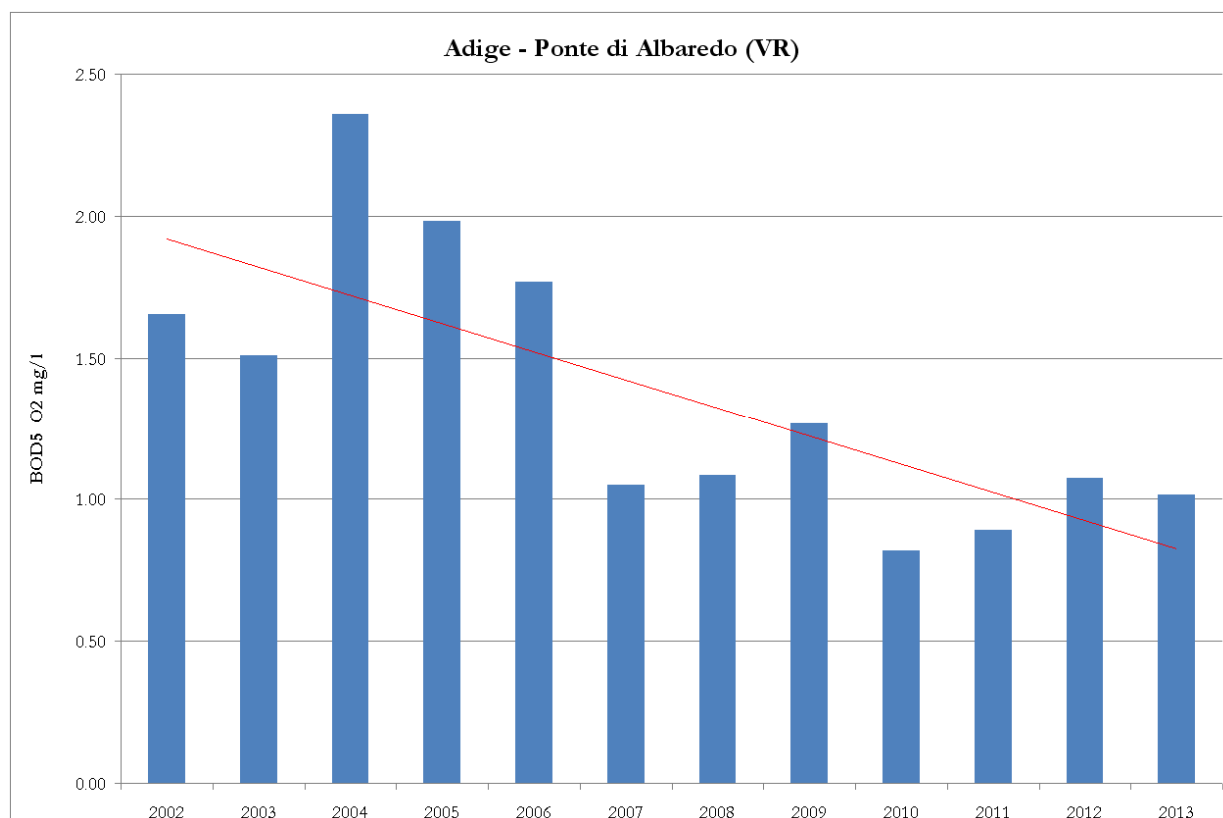


Figura 34 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Adige in Comune di Albaredo, località Ponte di Albaredo (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

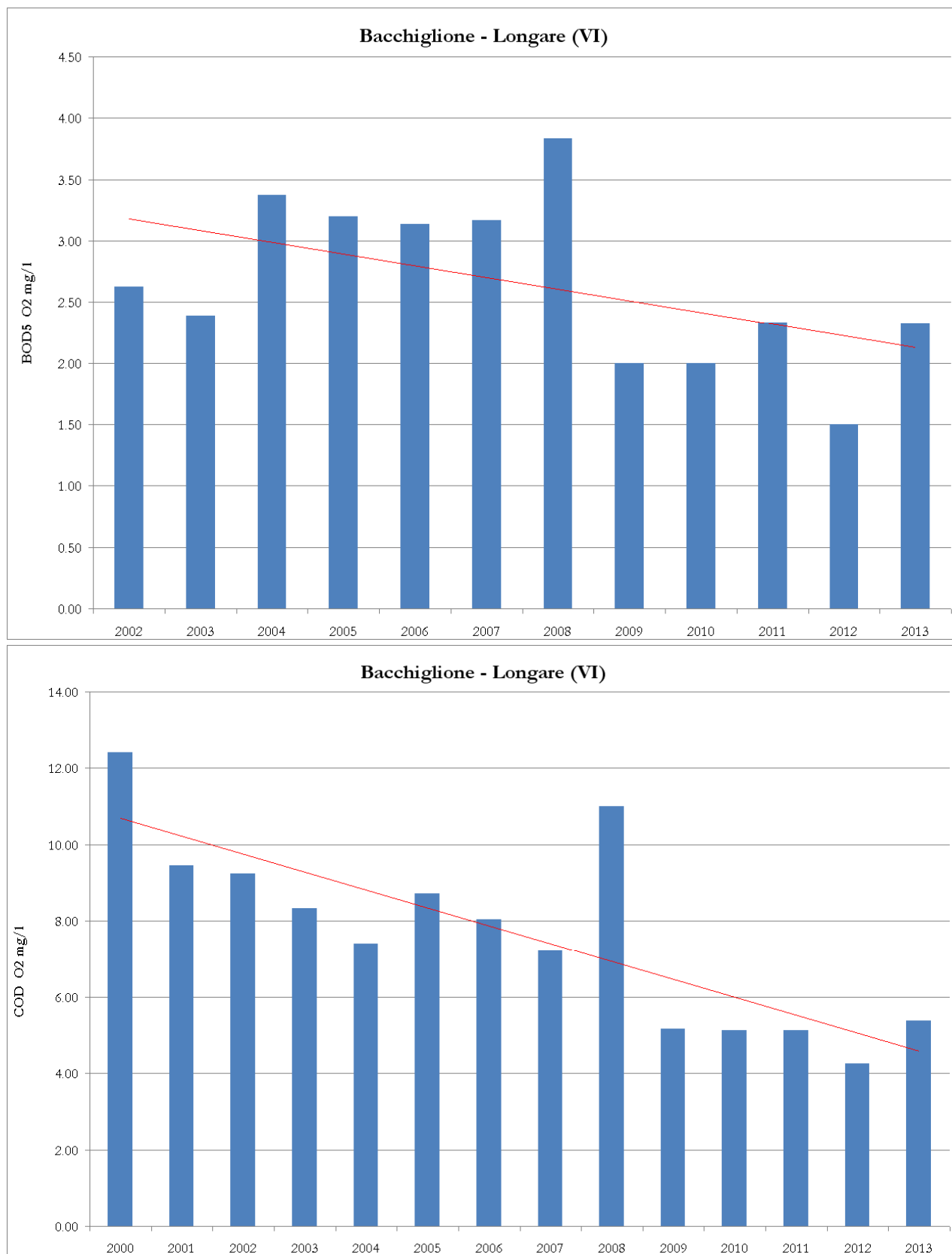


Figura 35 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Bacchiglione in Comune di Longare, località Ponte di Longare (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

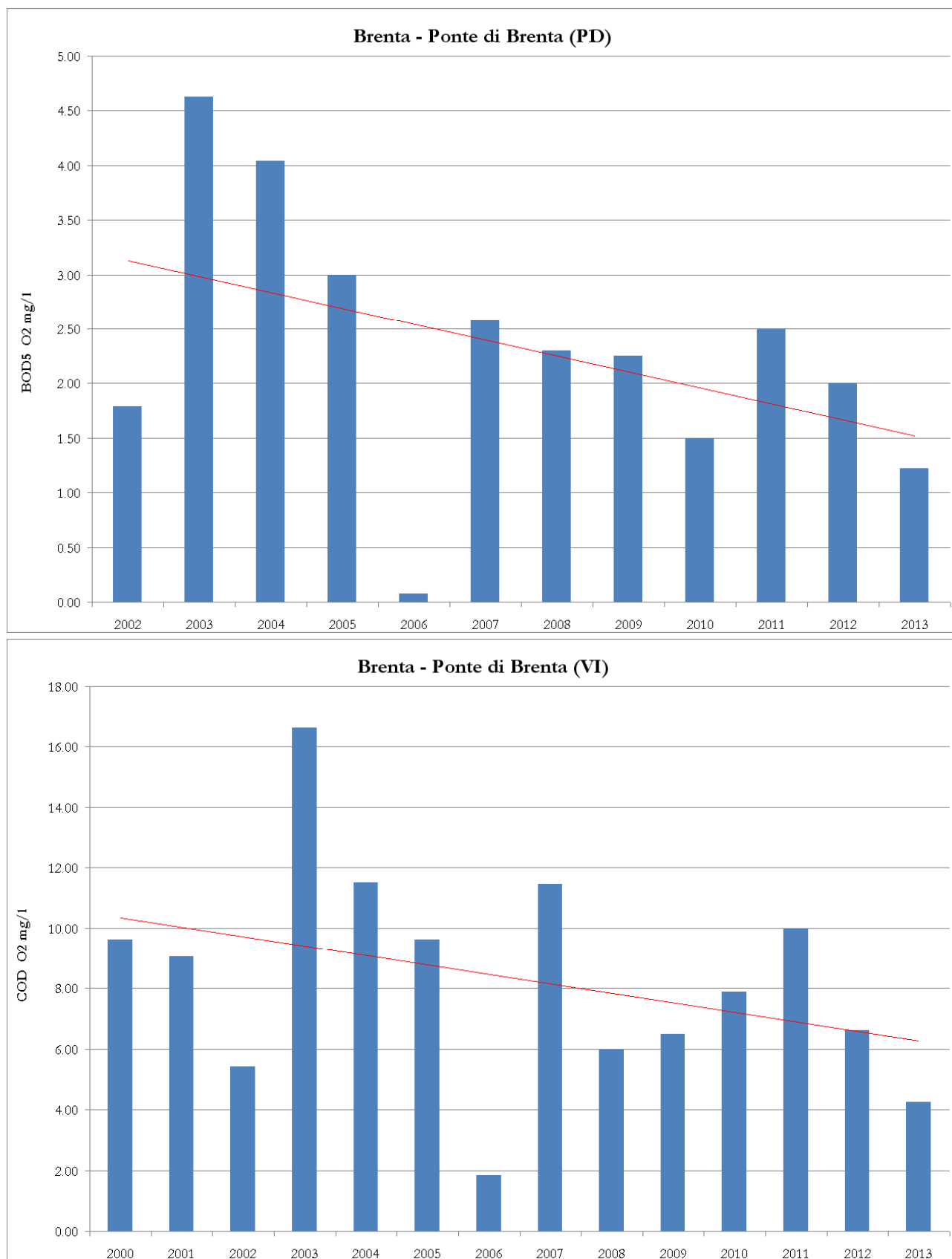


Figura 36 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Brenta in Comune di Padova, località Ponte SS515 Ponte di Brenta (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

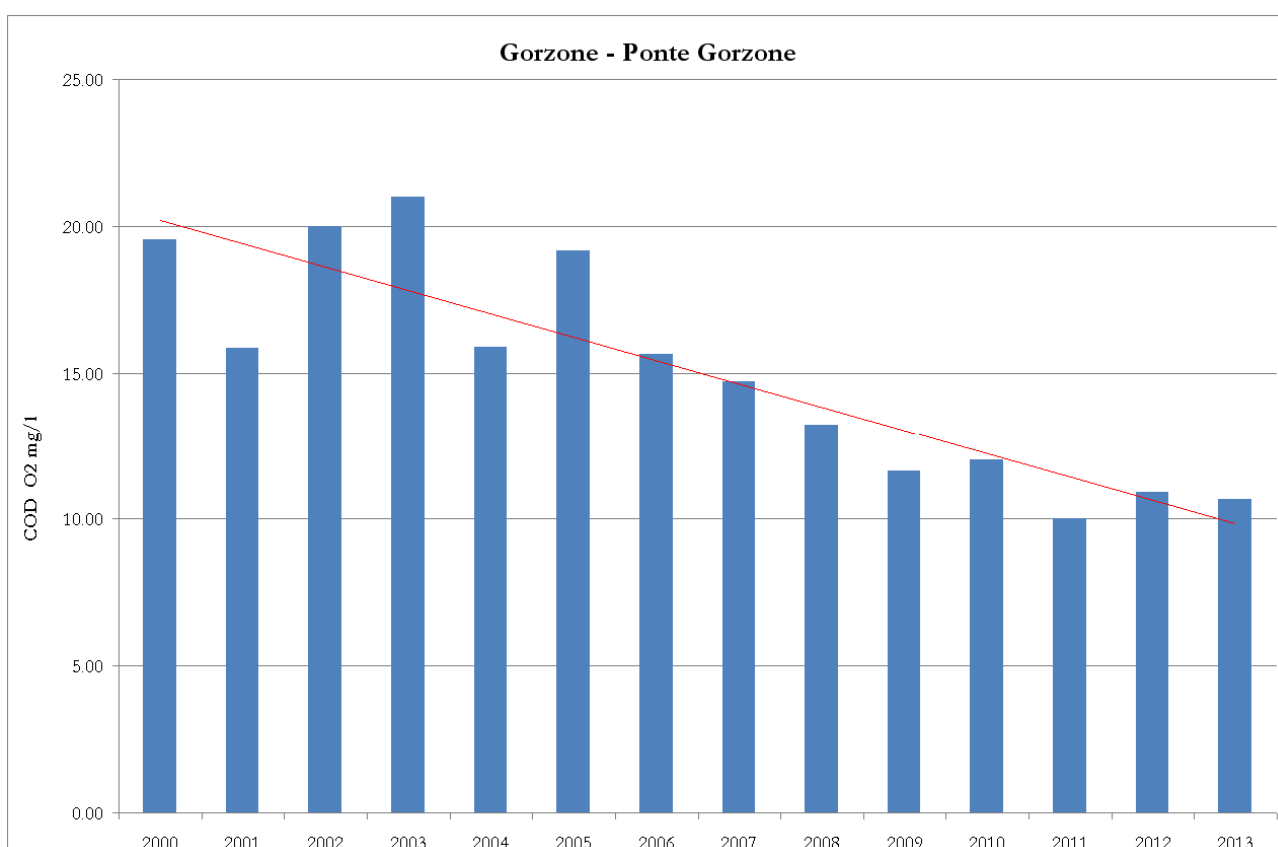
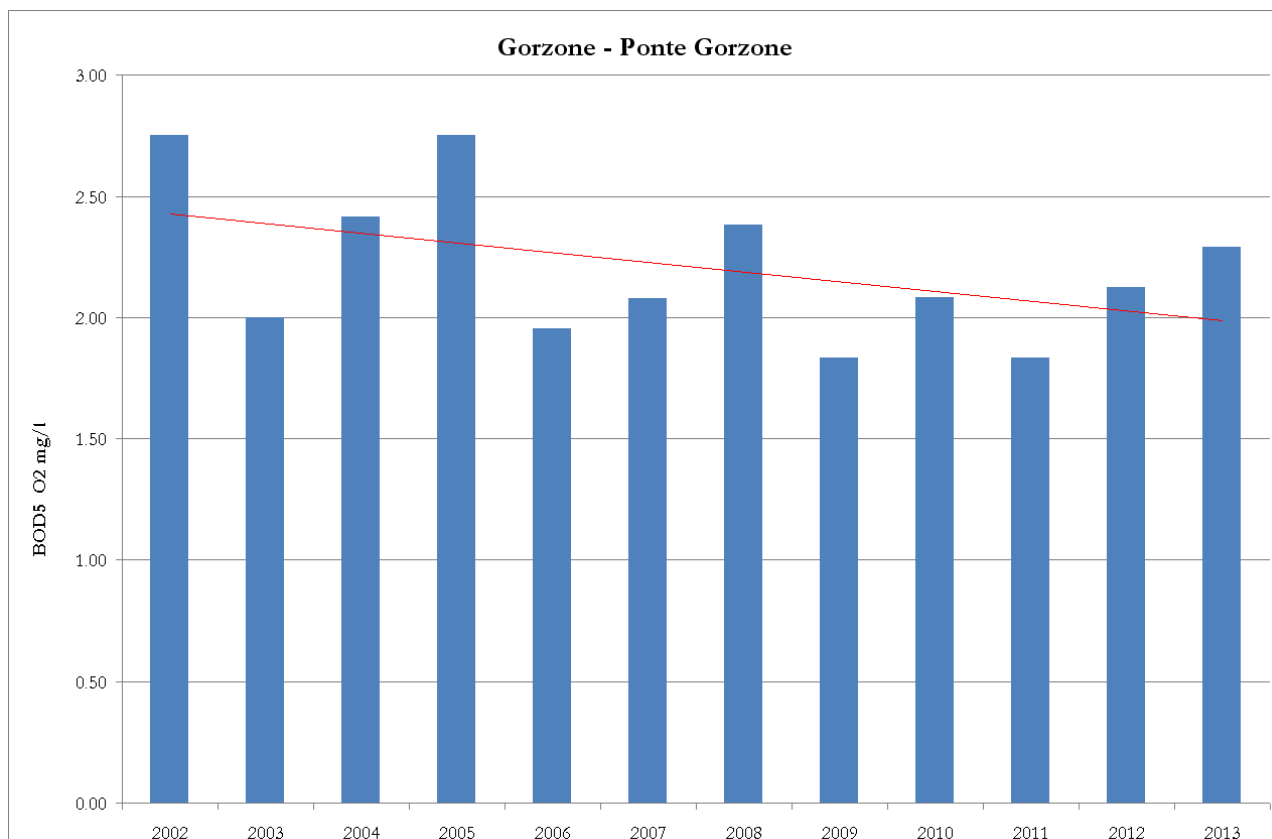


Figura 37 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Fratta-Gorzone in Comune di Stanghella, località Ponte Gorzone (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

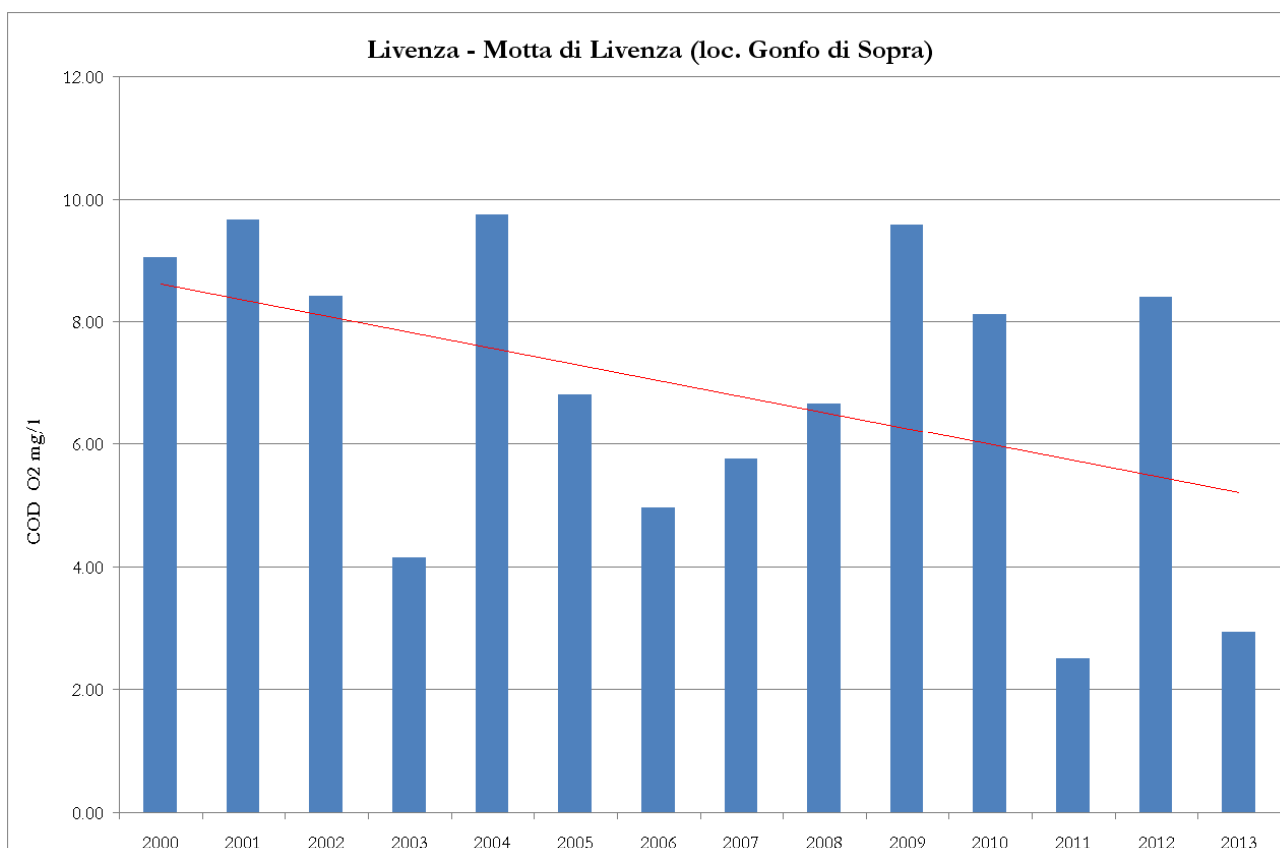
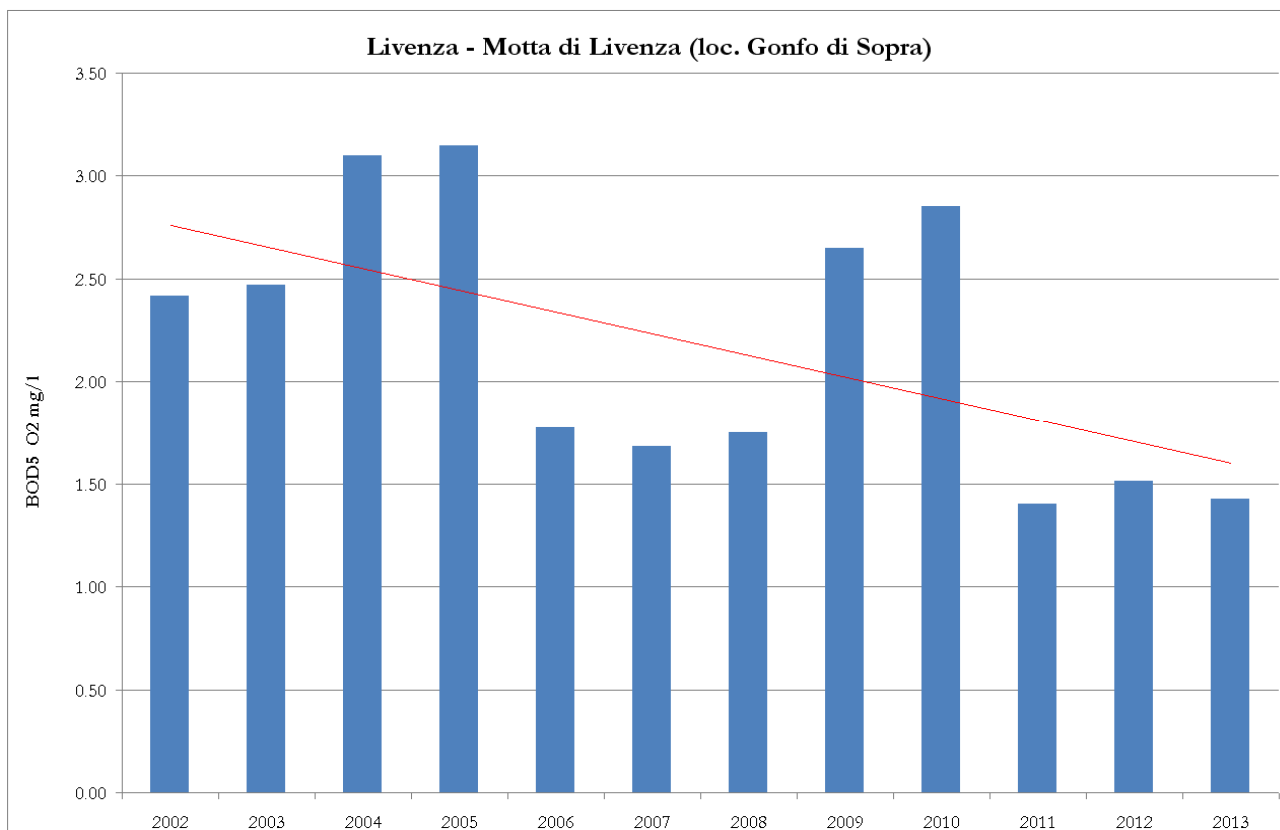


Figura 38 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Livenza in Comune di Motta di Livenza, località Gonfo di Sopra (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

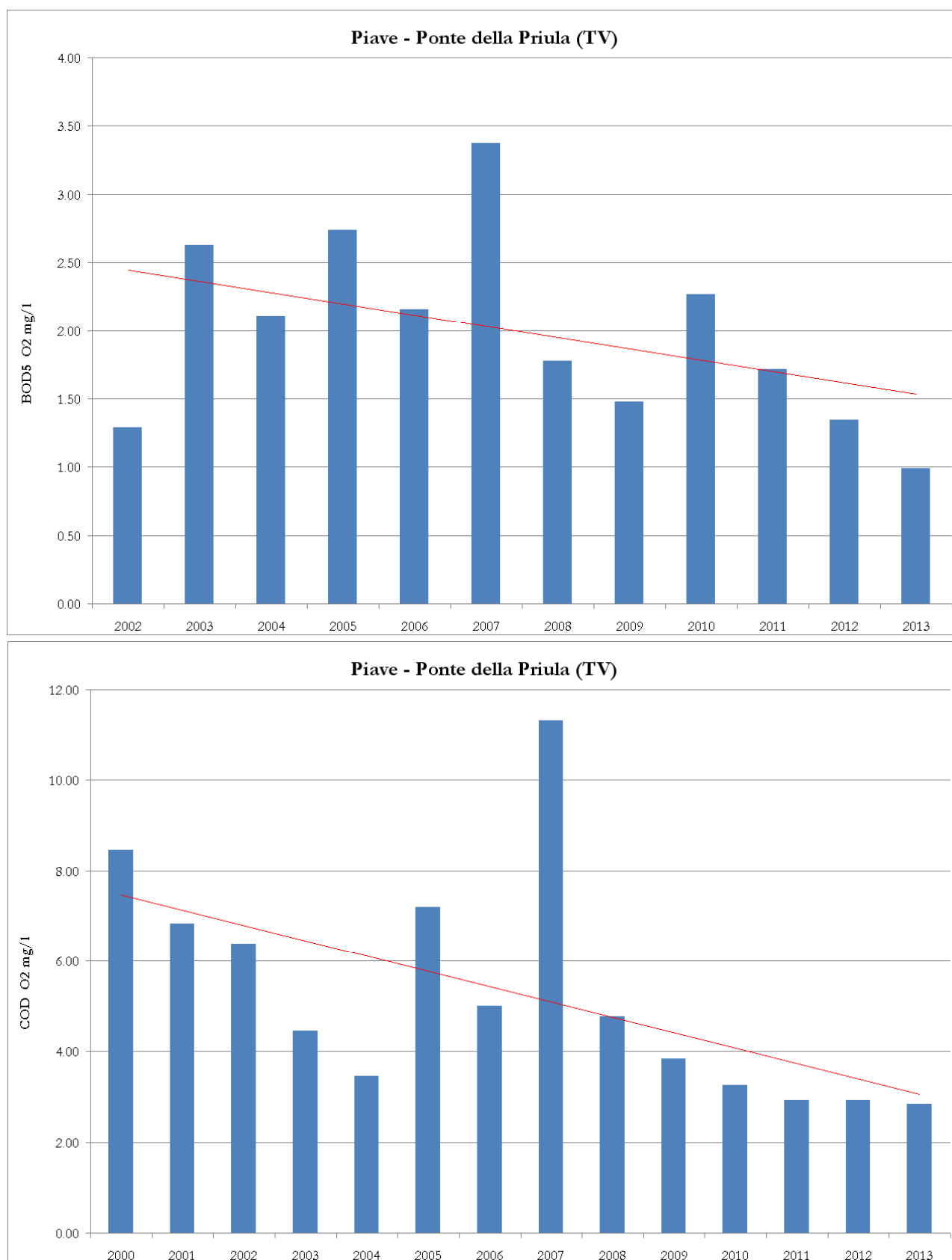


Figura 39 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Piave in Comune di Susegana, località Ponte Priula SS13 (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

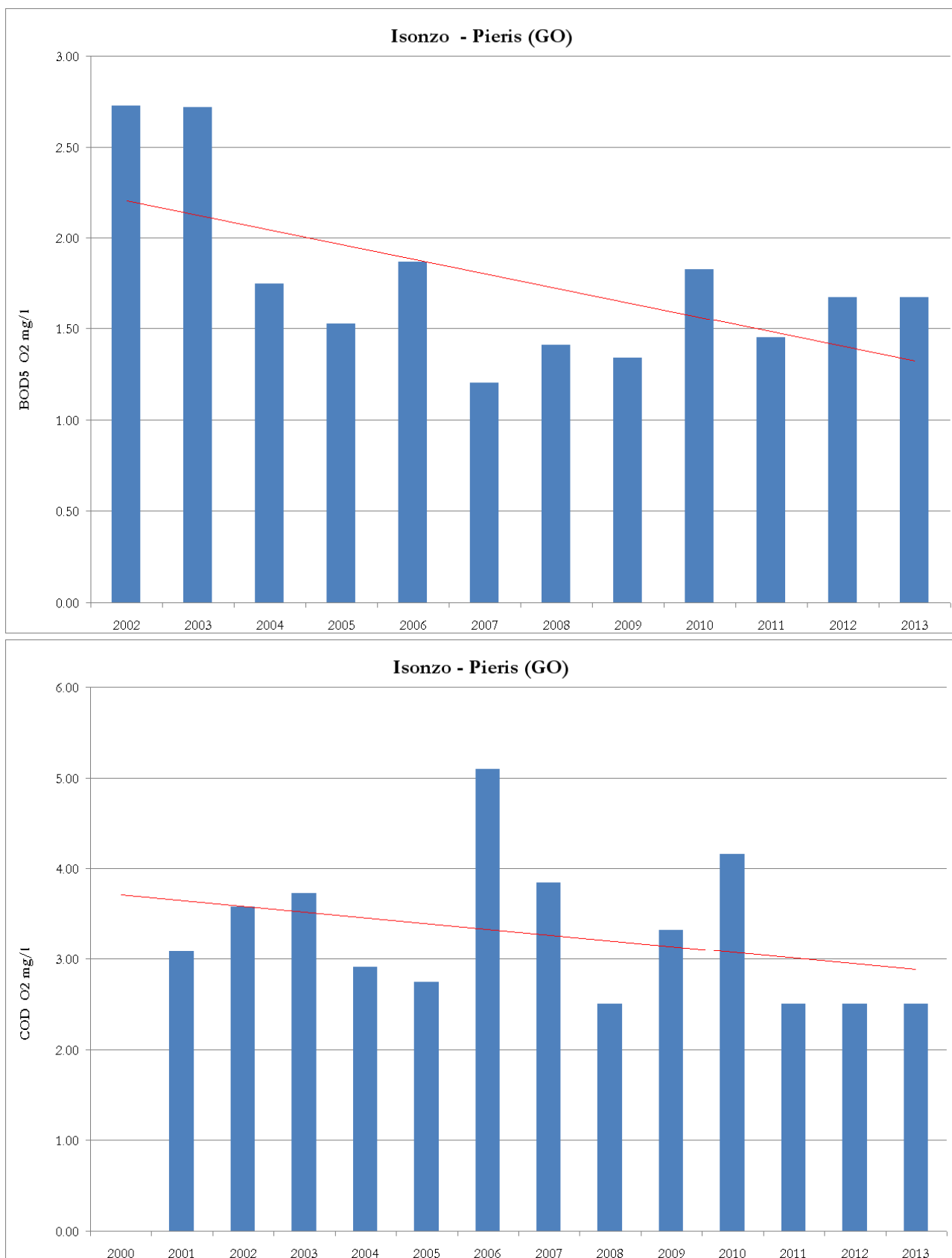


Figura 40 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Isonzo in Comune di San Canzian d'Isonzo, località Pieris (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

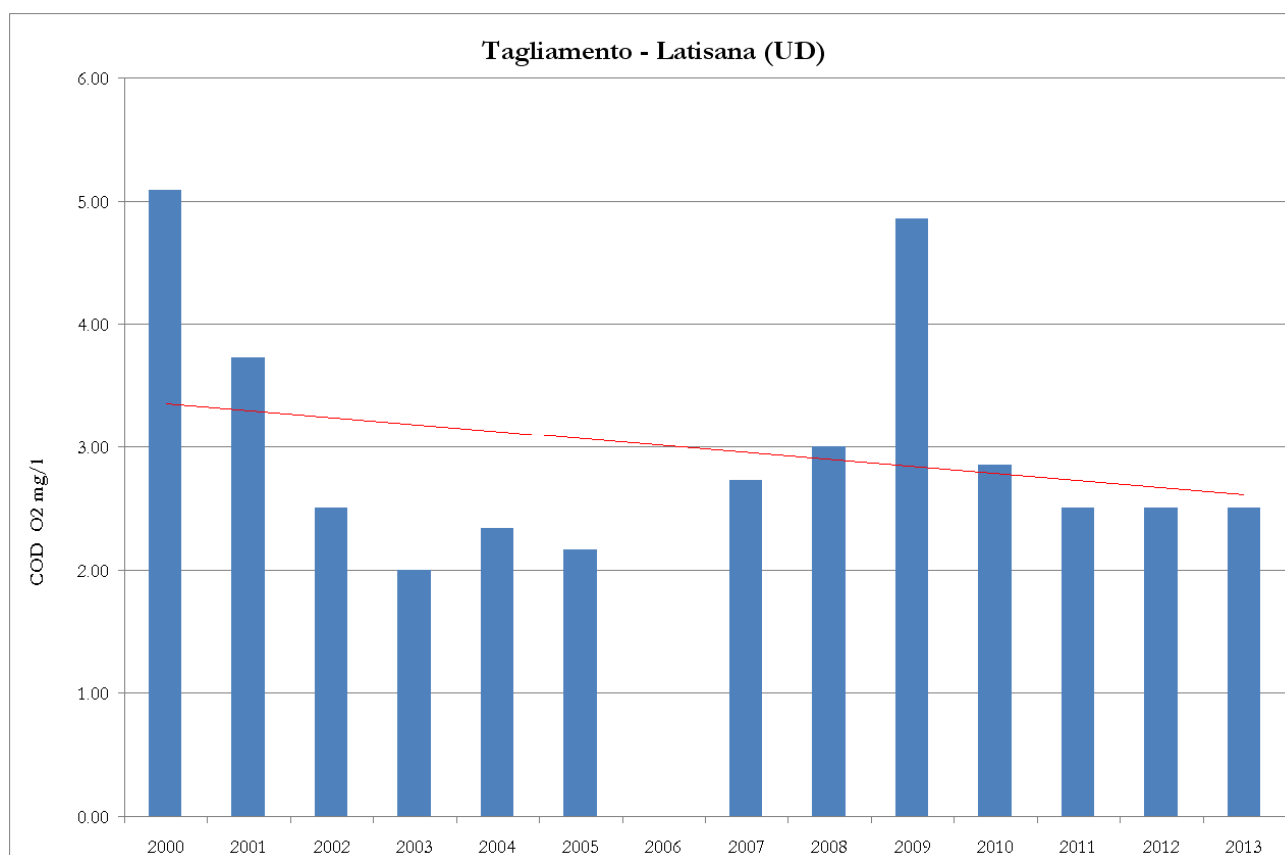
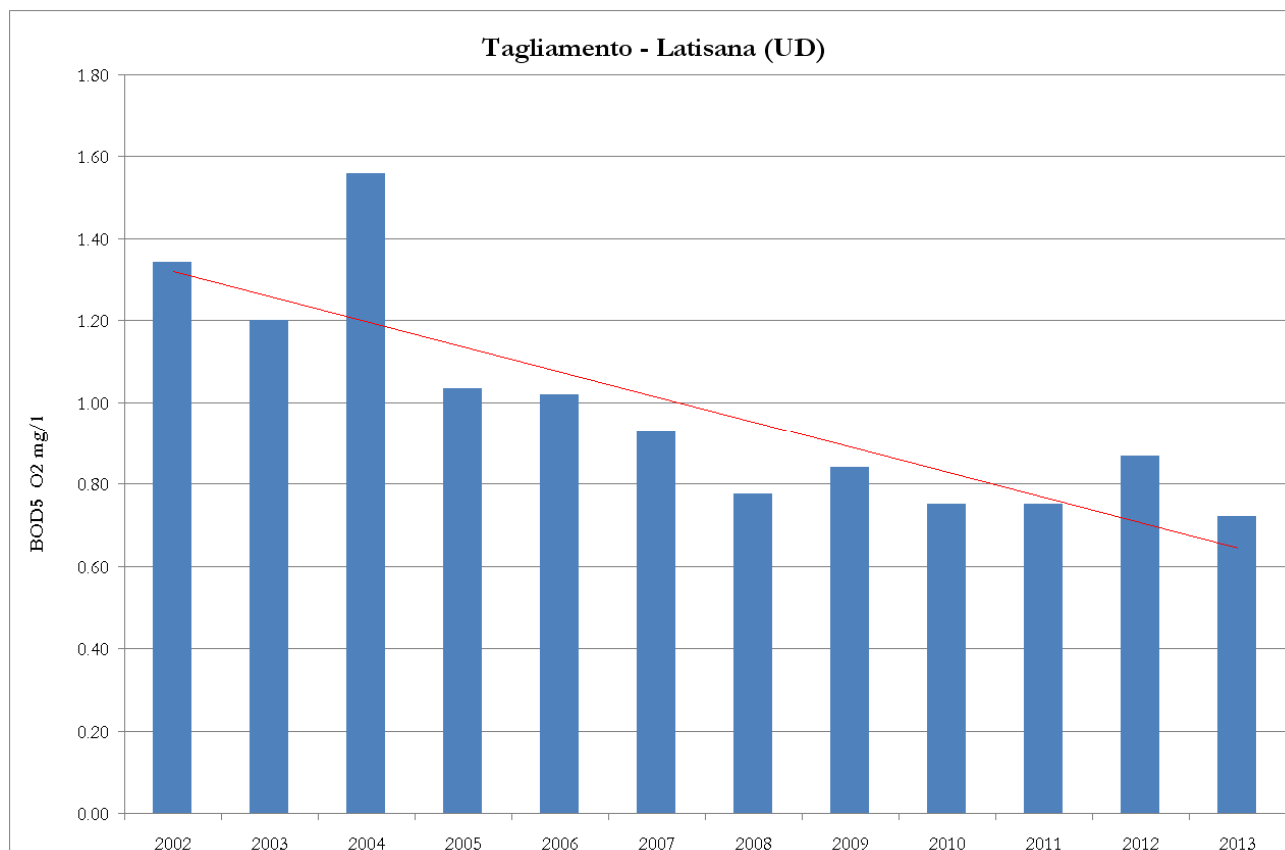


Figura 41 – Trend delle medie annuali delle concentrazioni di sostanza organica (BOD₅ e COD) nel fiume Tagliamento in Comune di Latisana, località Ponte ferroviario (Fonte: ISPRA, Annuario dei dati ambientali 2015)

2.3 Stato trofico del bacino scolante nella laguna di Venezia, andamento dei carichi e delle concentrazioni

Si riportano di seguito le principali considerazioni esposte nelle linee guida per l'aggiornamento del Piano Direttore 2000 (DGR n. 2336/2013) in merito all'andamento dello stato trofico, delle concentrazioni e dei carichi nell'ambito del bacino scolante e della laguna di Venezia.

Sulla base dei dati di monitoraggio forniti da ARPAV, è possibile fare alcune considerazioni sullo stato trofico del Bacino Scolante.

Va considerato che tra il 2002 e il 2011 lo stato ambientale dei corsi d'acqua del Bacino Scolante è stato classificato col metodo previsto dal D.Lgs. 152/99 utilizzando gli indici LIM (Livello di Inquinamento da macrodescriptors) e IBE (Indice Biotico Estesero), in attesa della messa a punto dei metodi previsti dal D.Lgs. 152/2006 (in applicazione della Direttiva 2000/60/CE). Solo nel corso del triennio 2010-2012 è stato invece condotto il monitoraggio così come previsto dal DM 260/2010.

Il Piano Direttore 2000, facendo propri i limiti posti dalla normativa speciale per Venezia, aveva fissato l'obiettivo di sversare nella laguna di Venezia, complessivamente, un carico massimo pari a 3000 t/anno di Azoto e 300 t/anno di Fosforo.

Il monitoraggio e le indagini periodiche attuati dall'Agenzia ambientale del Veneto nel periodo 2001-2011 evidenziano che (Figura 42):

- Il carico di Fosforo scaricato dal 2001 al 2011 è stato di circa 300 t/anno pari all'obiettivo fissato dal DM 9 febbraio 1999 e ha mostrato nel tempo una tendenza alla diminuzione.
- Il carico di Azoto scaricato dal 2001 al 2011 è stato di circa 5.000 t/anno. La distribuzione dei carichi di Azoto totale nel periodo 2002-2012 è variata da un minimo di circa 3.600 t/anno nel 2007 ad un massimo di circa 7.300 t/anno nel 2010.

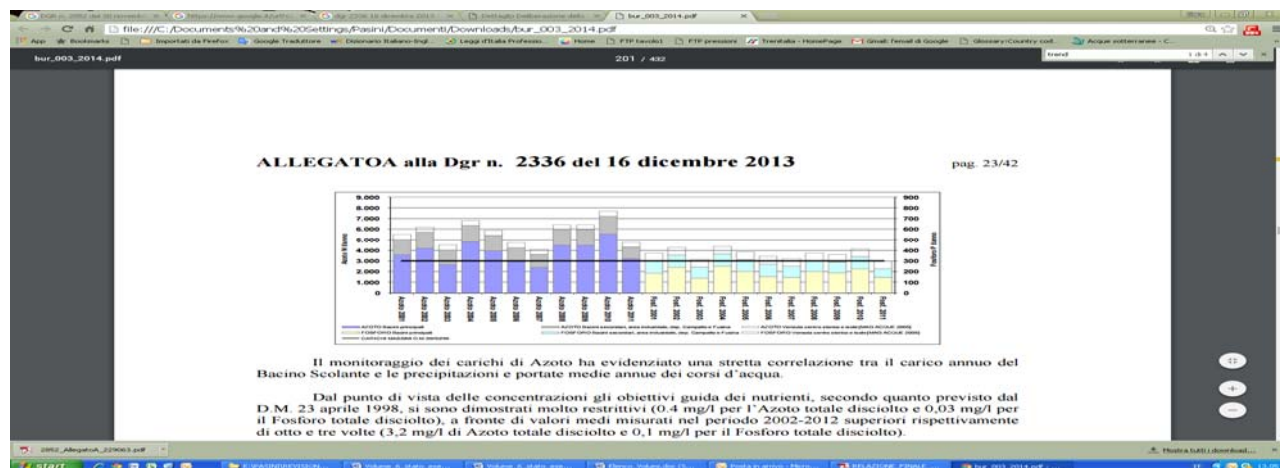


Figura 42- Carichi annuali di nutrienti dal 2001 al 2011 (fonte: "Aggiornamento del piano per la prevenzione dell'inquinamento e il risanamento delle acque del bacino idrografico immediatamente sversante nella laguna di Venezia ("piano direttore 2000")- linee guida" pubblicate con DGR Veneto n.2336/2013)

Inoltre, il monitoraggio dei carichi di Azoto ha evidenziato una stretta correlazione tra il carico annuo del Bacino Scolante e le precipitazioni e portate medie annue dei corsi d'acqua.

Dal punto di vista delle concentrazioni, gli obiettivi guida dei nutrienti, secondo quanto previsto dal D.M. 23 aprile 1998, si sono dimostrati molto restrittivi (0,4 mg/l per l'Azoto totale disciolto e 0,03 mg/l per il Fosforo totale disciolto), a fronte di valori medi misurati nel periodo 2002-2012 superiori rispettivamente di otto e tre volte (3,2 mg/l di Azoto totale disciolto e 0,1 mg/l per il Fosforo totale disciolto).

Nel corso del triennio 2010-2012 è stato introdotto un sistema di classificazione che fa al D.M. 260/2010, che prevede, ai fini della classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali, la valutazione del LIMeco come descrittore dello stato trofico.

I risultati del monitoraggio, riferiti al triennio 2010-2012, mostrano che la maggior parte delle stazioni del bacino scolante non raggiungono lo stato buono, a causa di uno stato trofico sufficiente o scarso. Da tale monitoraggio è emerso che i parametri particolarmente critici sono l'Azoto ammoniacale e a seguire l'Azoto nitrico e il Fosforo. I valori di ossigeno nell'acqua, invece, non sembrano essere un problema, a parte qualche occasionale fenomeno di anossia registrato a seguito di eventi meteorologici particolarmente intensi.

Complessivamente l'analisi dell'andamento della concentrazione media del Bacino Scolante negli ultimi dieci anni, dal 2002 al 2012, evidenzia una tendenza alla diminuzione della concentrazione di Azoto Ammoniacale, Fosforo totale e di tutti gli indicatori correlati alla presenza di scarichi civili non trattati (BOD5, COD ed Escherichia coli).

Non si rileva, invece, una significativa tendenza al miglioramento delle concentrazioni di Azoto Nitrico che, va ricordato, la componente principale tra le forme azotate presenti nei corsi d'acqua, dipendente prevalentemente dai rilasci di tipo diffuso e che per altro si riscontra, in concentrazioni particolarmente alte, anche alle sorgenti dei corsi d'acqua alimentati da risorgiva.

I carichi dei microinquinanti scaricati in laguna di Venezia dal Bacino Scolante, sono risultati sempre inferiori a quanto previsto dal D.M.A. del 09/02/99 per le sostanze valutabili. Per alcune sostanze (idrocarburi policiclici aromatici – IPA, pesticidi organo clorurati, diossine, policlorobifenili – PCB, tribultistagno, cianuri, arsenico, cadmio, piombo, mercurio) il sopracitato D.M. prevede il divieto di autorizzare lo scarico in acqua e non fissa un valore di carico massimo ammissibile.

Tra queste dieci sostanze i risultati del monitoraggio hanno permesso di quantificare il carico di alcuni metalli (Arsenico, Piombo) e dei POPs (Diossine e Diossine come PCB), mentre per le altre sostanze non sono state rilevate concentrazioni superiori al limite di quantificazione strumentale.

Per quanto riguarda gli obiettivi di qualità, in termini di concentrazioni di inquinanti nei corsi d'acqua (secondo gli obiettivi guida previsti dal D.M. 23 aprile 1998), i parametri risultano molto più restrittivi di quelli previsti dalla normativa nazionale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e, in alcuni casi, difficilmente verificabili, se non con monitoraggi ad elevata risoluzione. Tra i metalli le concentrazioni misurate nei corsi d'acqua sono mediamente in linea con gli obiettivi guida fissati dal D.M. 23 aprile 1998 per Alluminio, Antimonio, Argento, Ferro, Manganese, Mercurio, Selenio, Vanadio, mentre per quanto riguarda i restanti metalli monitorati (Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Molibdeno, Nichel, Rame, Piombo e Zinco) i valori medi rilevati superano gli obiettivi fissati dal Decreto. Per quanto riguarda le sostanze monitorate, si considerano mediamente rispettati gli obiettivi guida previsti dal D.M. 23 aprile 1998 per BOD5, Fenoli, Fluoruri, Pesticidi Organo Fosforico e VOC, mentre i valori previsti per Erbicidi e Tensioattivi anionici sono difficilmente raggiungibili. Ad esempio, nel caso degli Erbicidi, la normativa speciale per Venezia prevede concentrazioni da perseguire molto basse (0,005 mg/l) rispetto a quanto previsto dalla normativa nazionale (media annua per i pesticidi totali di 1 mg/l).

I più recenti dati disponibili, pubblicati sul sito dell'Agenzia ambientale per la protezione dell'ambiente del Veneto (<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/acqua/acque-interne/bacino-scolante-1/dati/carichi-immessi-nella-laguna-di-venez>) e relativi alle valutazioni per il 2012, sembrano confermare gli andamenti sopra riportati. L'Agenzia rileva inoltre che:

- dal 2001 al 2012 c'è stato un susseguirsi di anni meteorologicamente molto diversi tra loro con alternanza di periodi siccitosi e piogge particolarmente intense ed una apparente tendenza in aumento degli afflussi;
- l'anno 2012 è stato un anno mediamente poco piovoso, con precipitazioni concentrate particolarmente nei mesi di maggio, ottobre e novembre;
- i carichi di nutrienti scaricati dal Bacino Scolante nella laguna, per l'anno 2012, sono di circa 4.500 t/anno di azoto e circa 230 t/anno di Fosforo (dal calcolo sono esclusi i carichi provenienti da Venezia Centro Storico e dalle deposizioni atmosferiche);
- nel 2012, i carichi dei microinquinanti scaricati in laguna di Venezia dal Bacino Scolante, in analogia con gli altri anni, sono risultati inferiori a quanto previsto dal D.M.A. del 09/02/99;
- le singole concentrazioni di microinquinanti rilevate nei corsi d'acqua del Bacino Scolante nell'anno 2012 rispettano mediamente i limiti per alluminio, boro, fenoli, solventi organo alogenati, antimonio, ferro, BOD5, fluoruri, manganese, antimonio, pesticidi fosforati e vanadio, mentre per le restanti si rilevano superamenti di diversa entità;

- la somma dei carichi provenienti dal Bacino Scolante e dagli scarichi diretti in laguna rientra nei limiti previsti per tutte le sostanze valutabili (per alcuni parametri mancano i rilievi relativi agli scarichi diretti in laguna; non sono considerate le deposizioni atmosferiche e gli scarichi di Venezia centro storico ed isole).

2.4 I nitrati nelle acque: contributo del settore agricolo rispetto al settore civile

Sulla base delle analisi effettuate secondo l'approccio ISONITRATE nell'ambito della convenzione tra il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali - Rete Rurale Nazionale 2007 - 2013 ed ISPRA e dei relativi esiti pubblicati nel Rapporto n. 217/2015 a titolo "La contaminazione da nitrati nelle acque: applicazione di un modello isotopico nelle Regioni del Bacino del Po, della Pianura Veneta e del Friuli Venezia Giulia" è possibile effettuare una stima del contributo di azoto derivante dalle varie sorgenti (suolo, fertilizzazione minerale, zootecnia, civile).

Nelle seguenti figure vengono illustrate le concentrazioni e le percentuali di azoto per le quattro fonti citate nelle stazioni individuate della Regione del Veneto (Figura 43 e Figura 44) e della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (Figura 45 e Figura 46).

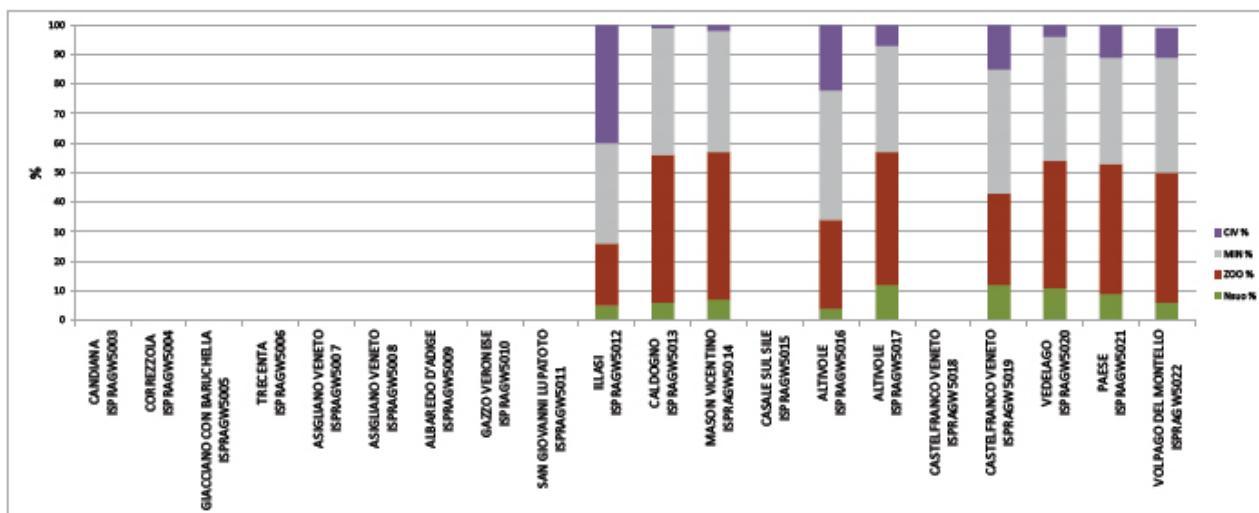


Figura 43 – Regione del Veneto: apporzione mediante modello SLAR espresso in percentuale

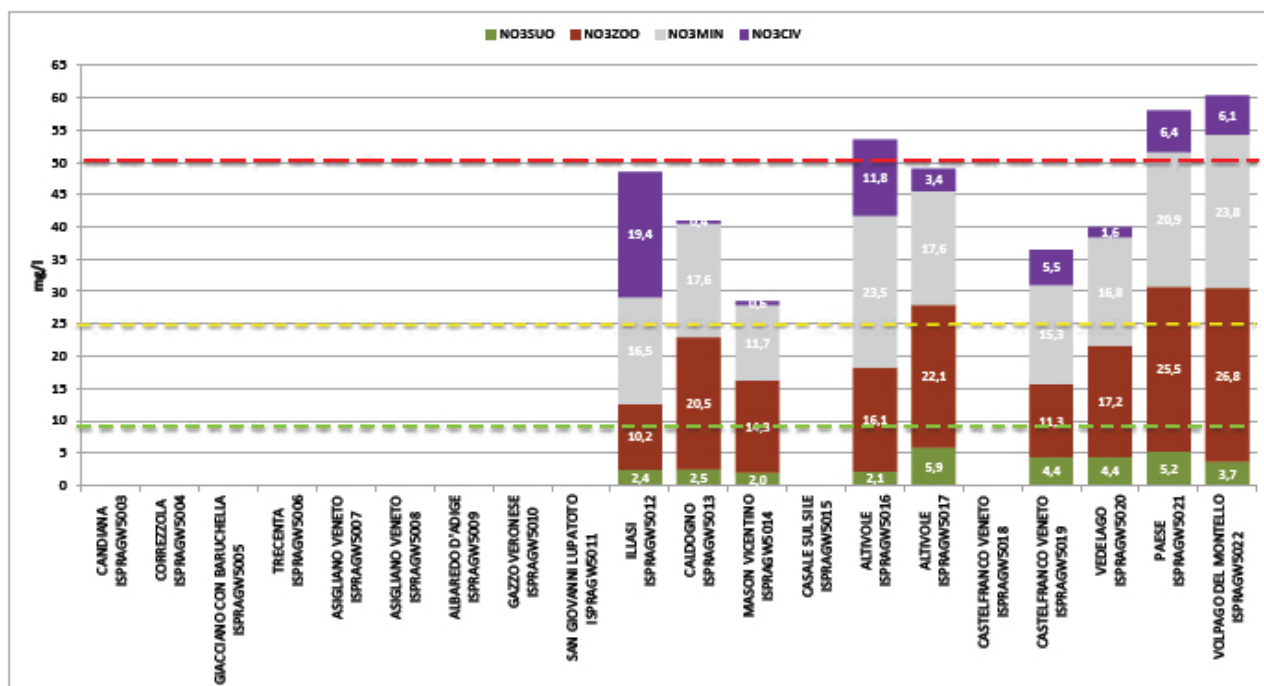


Figura 44 - Regione del Veneto: apporzione in massa dei nitrati nei punti di campionamento

In generale, è possibile osservare che la somma delle componenti dei contributi di origine zootecnica e minerale (comparto agro-zootecnico) rappresenta una quota variabile tra il 55% ed il 95% mentre il contributo derivante dal comparto civile rappresenta una quota variabile tra il 2% e il 40%.

Applicando tali percentuali ai carichi di azoto calcolati alle foci fluviali della Regione del Veneto (Tabella 24) si otterrebbe:

- un carico di azoto derivante dal comparto agro-zootecnico con una quota variabile tra 28806 e 49756 t/a;
- un carico di azoto derivante dal comparto civile con una quota variabile tra 1047 e 20950 t/a.

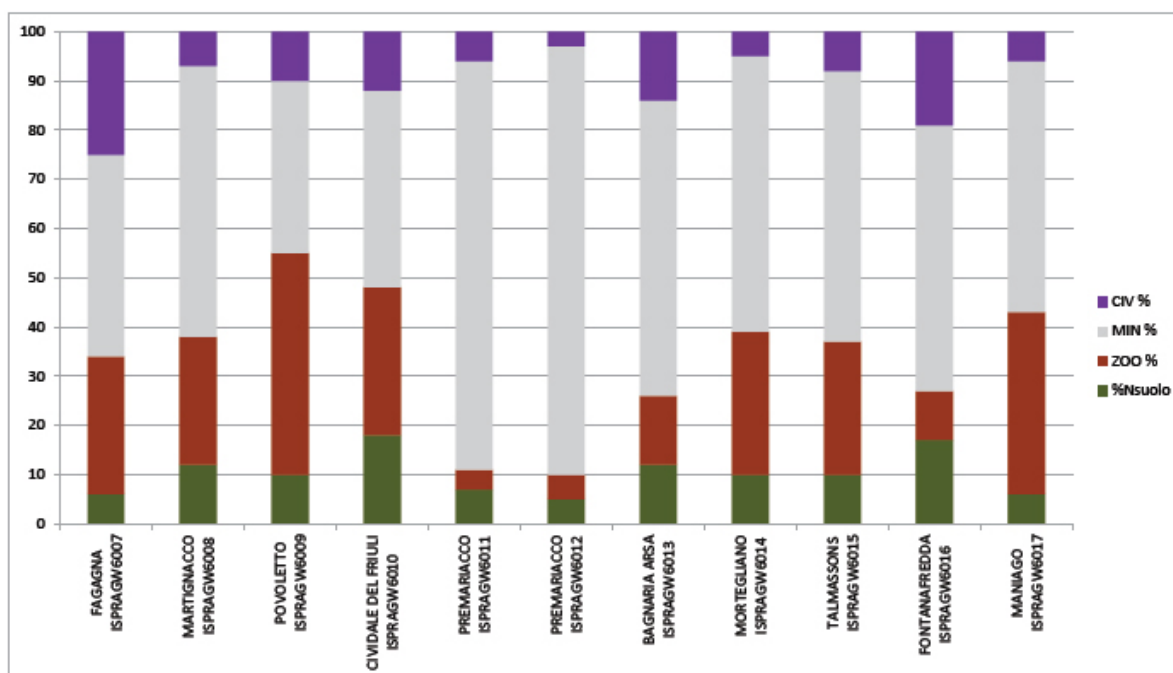


Figura 45 – Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: apporzione mediante modello SIAR espresso in percentuale

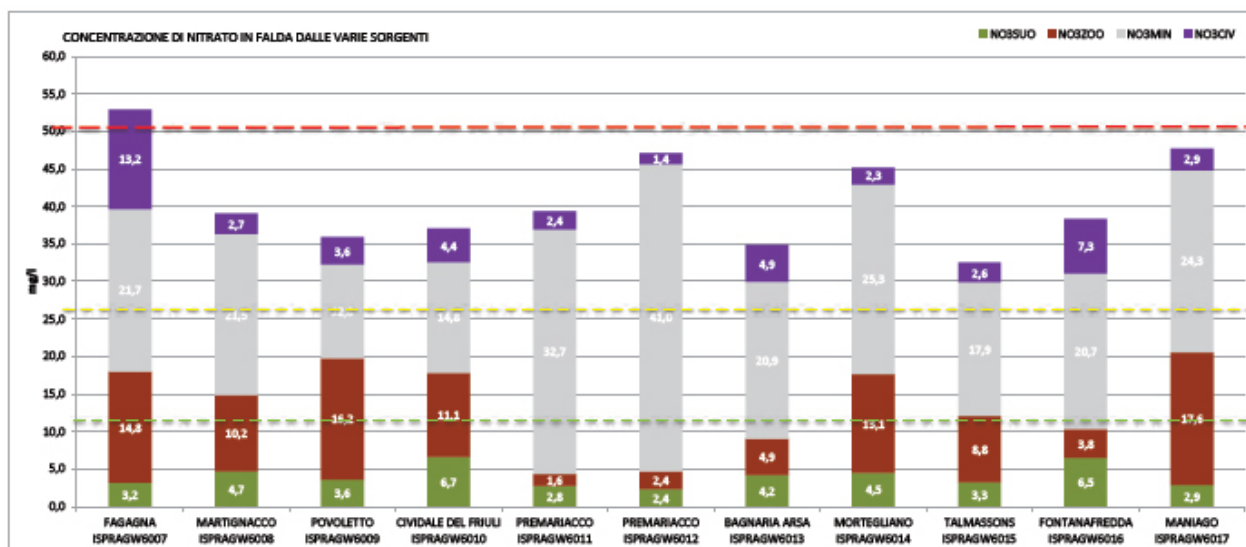


Figura 46 - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: apporzione in massa dei nitrati nei punti di campionamento

2.5 Analisi dei trend di fertilizzanti e prodotti fitosanitari

ISTAT rende disponibili i dati, relativi ai fertilizzanti e ai prodotti fitosanitari venduti in ciascuna Regione o Provincia Autonoma.

La rilevazione relativa alla distribuzione, per uso agricolo, dei fertilizzanti è di tipo censuario e viene svolta presso tutte le imprese che commercializzano fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi) costituiti da sostanze naturali o sintetiche, minerali od organiche, sia idonee a fornire alle colture, uno o più elementi chimici della fertilità, sia capaci di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del terreno agrario.

La rilevazione ha cadenza annuale e le informazioni vengono raccolte mediante autocompilazione dei questionari da parte delle imprese, che provvedono a trasmetterli all'ISTAT tramite posta o per via telematica. Alle imprese viene richiesto di indicare la quantità, espressa in chilogrammi, sia di produzione nazionale che d'importazione, dei fertilizzanti per uso agricolo distribuiti annualmente nelle singole province.

Anche la rilevazione relativa alla distribuzione dei prodotti fitosanitari è di tipo censuario e viene svolta presso tutte le imprese che distribuiscono per uso agricolo i prodotti fitosanitari (fungicidi, insetticidi e acaricidi, erbicidi, vari, biologici e trappole). L'indagine, come per i fertilizzanti, è a cadenza annuale e i dati vengono raccolti mediante autocompilazione di questionari da parte delle imprese, che provvedono a trasmetterli all'ISTAT prevalentemente per via telematica.

Annualmente alle imprese viene richiesto di indicare, in chilogrammi, la quantità, dei prodotti fitosanitari distribuita nelle singole province per uso agricolo, sia di produzione nazionale sia d'importazione, distinta per classe di tossicità e per categoria e dei principi attivi in essi contenuti. La popolazione delle imprese da rilevare viene aggiornata annualmente integrando i dati presenti nei diversi archivi Istat con quelli contenuti in altri registri pubblici.

Per quanto di interesse del presente piano vengono qui riprodotti graficamente i dati relativi alle regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia e delle province autonome di Trento e Bolzano.

Le serie storiche considerate sono le seguenti:

- Fertilizzanti distribuiti al consumo (quintali/anno): 2004-2014.
- Principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari (Kg/anno): 2002-2014.
- Principi attivi consentiti in agricoltura biologica (Kg/anno): 2005-2011.

Di seguito è rappresentata l'evoluzione, all'interno delle serie storiche considerate, dei succitati indicatori per ciascuna delle Amministrazioni che ricadono nel territorio distrettuale.

2.5.1 Trend dei fertilizzanti distribuiti al consumo

L'analisi dei trend dei fertilizzanti distribuiti al consumo (*Figura 47-Figura 50*) mette in evidenza un andamento di generale decremento dei quantitativi per 3 dei 4 ambiti amministrativi che fanno parte del territorio distrettuale. Solo nella Provincia Autonoma di Trento la serie storica parrebbe documentare una tendenza all'incremento dei consumi.

In ogni caso il trend del quantitativo di fertilizzanti distribuiti al consumo è complessivamente in calo nel territorio triveneto (Figura 51).

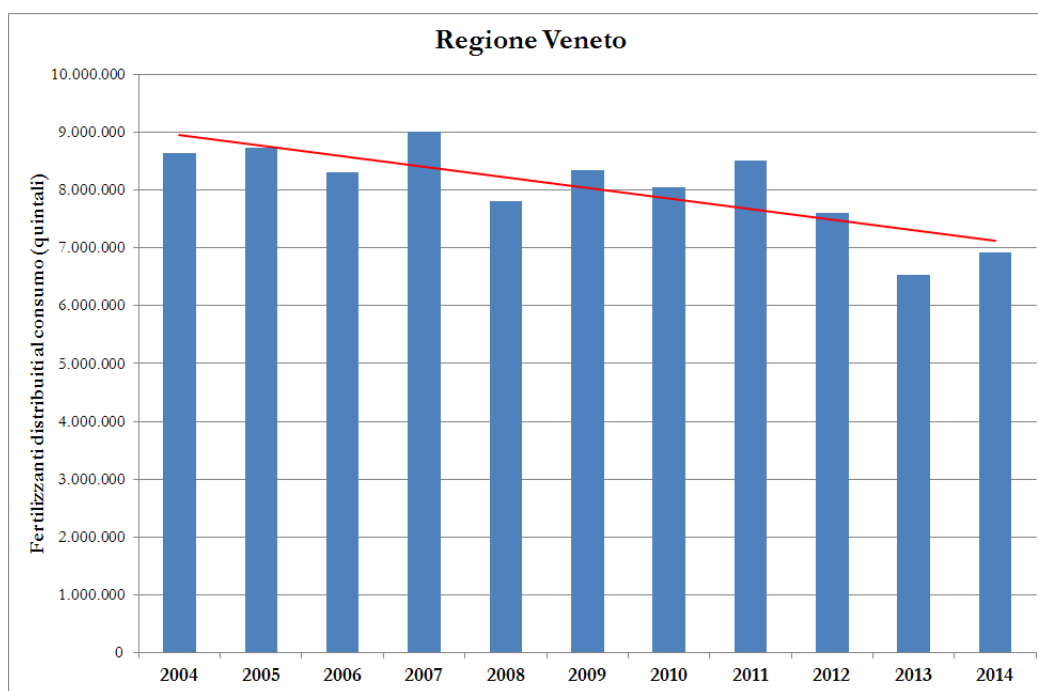


Figura 47 – Analisi del trend di fertilizzanti distribuiti al consumo in Regione del Veneto

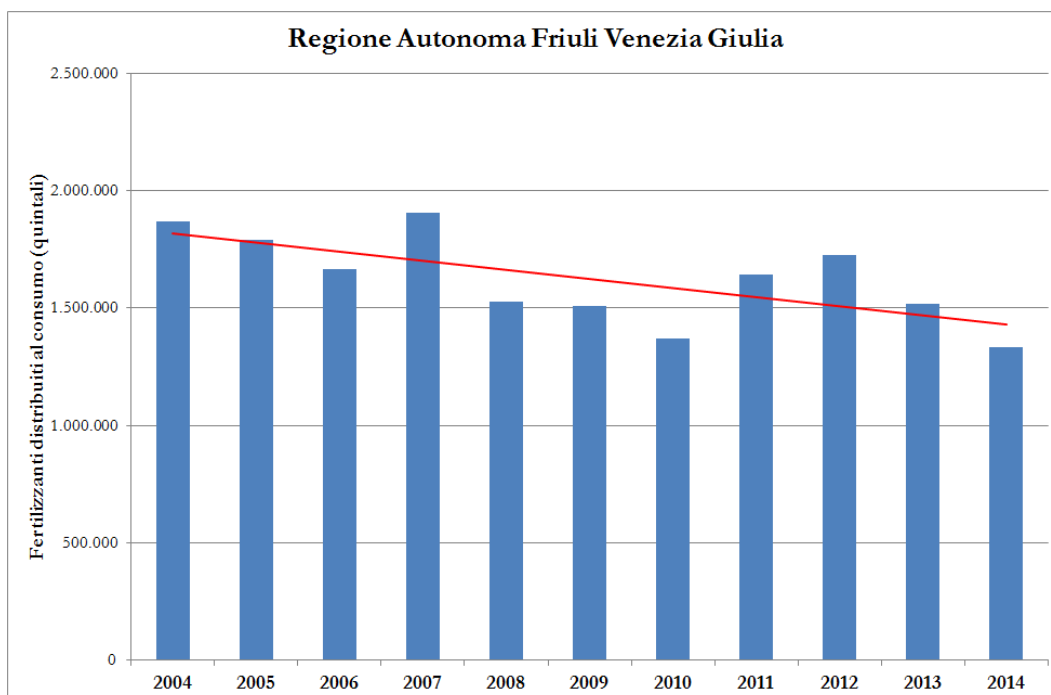


Figura 48 – Analisi del trend di fertilizzanti distribuiti al consumo in Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

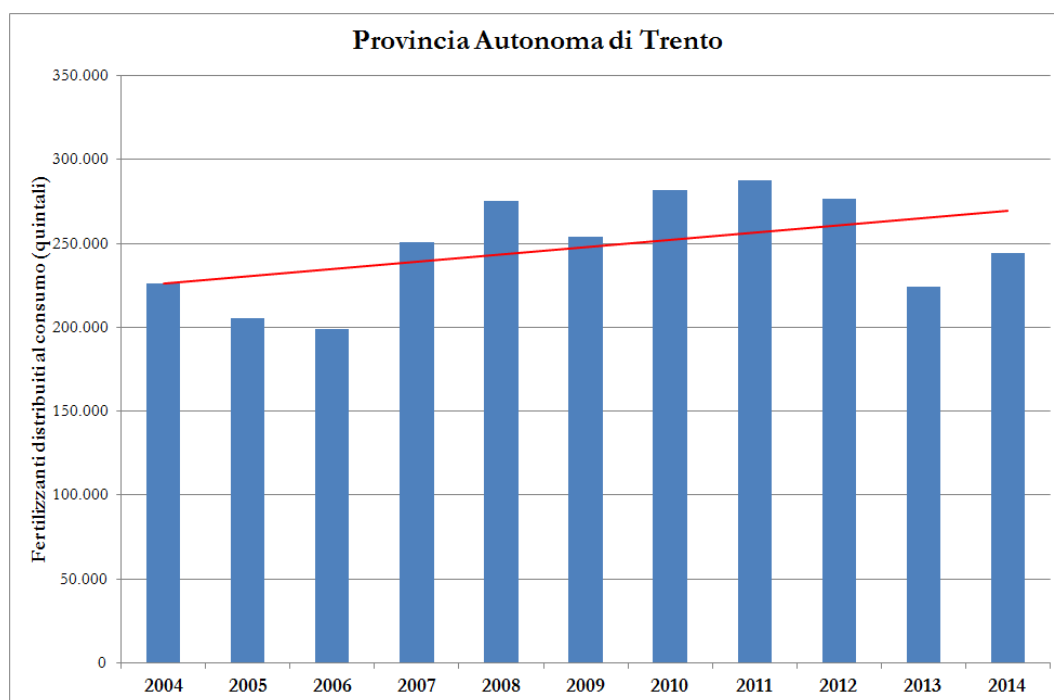


Figura 49 – Analisi del trend di fertilizzanti distribuiti al consumo in Provincia Autonoma di Trento

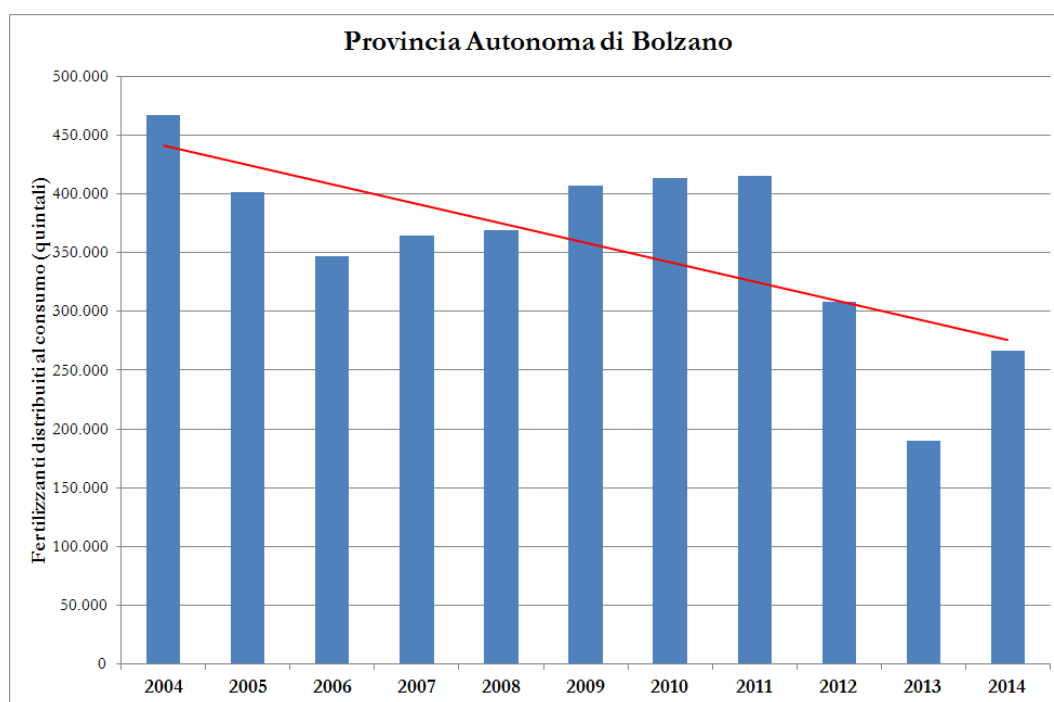


Figura 50 – Analisi del trend di fertilizzanti distribuiti al consumo in Provincia Autonoma di Bolzano

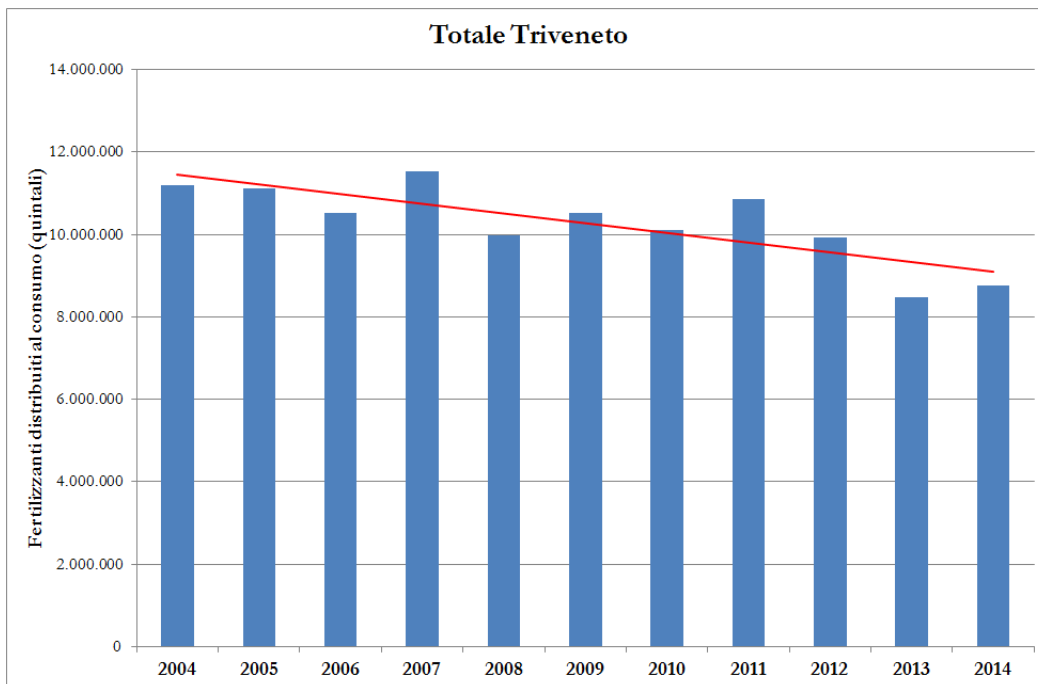


Figura 51 - Analisi del trend di fertilizzanti distribuiti al consumo nel territorio Triveneto

2.5.2 Trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari

Anche l'analisi dei trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari (Figura 52-Figura 55), relativa al periodo 2002-2014, conferma una generale contrazione nel tempo; tale tendenza è più evidente in Veneto, Friuli Venezia Giulia e nella Provincia di Bolzano, mentre risulta meno marcata nella Provincia di Trento.

Il trend, riferito all'intero territorio triveneto, è comunque in complessivamente negativo (Figura 57).

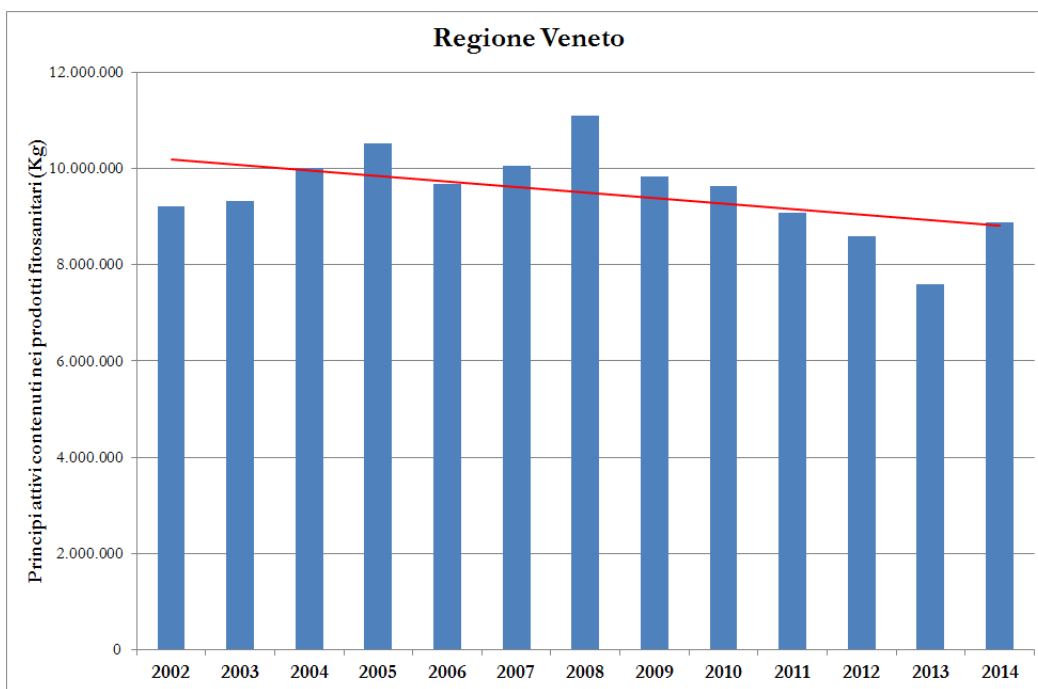


Figura 52 - Analisi del trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari in Regione del Veneto

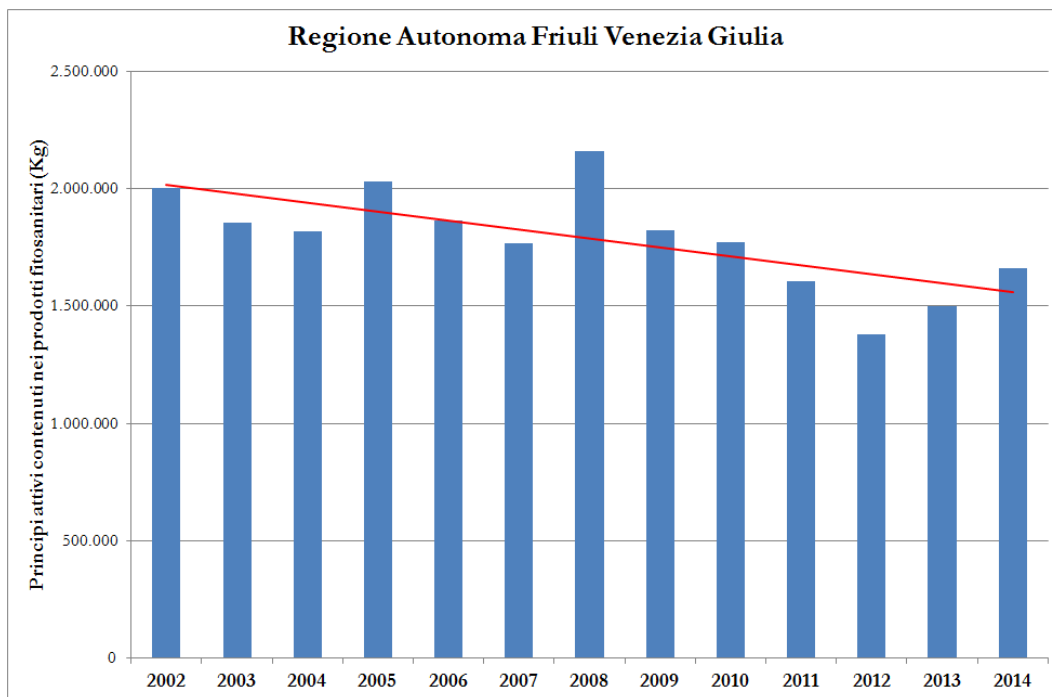


Figura 53 – Analisi del trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari in Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

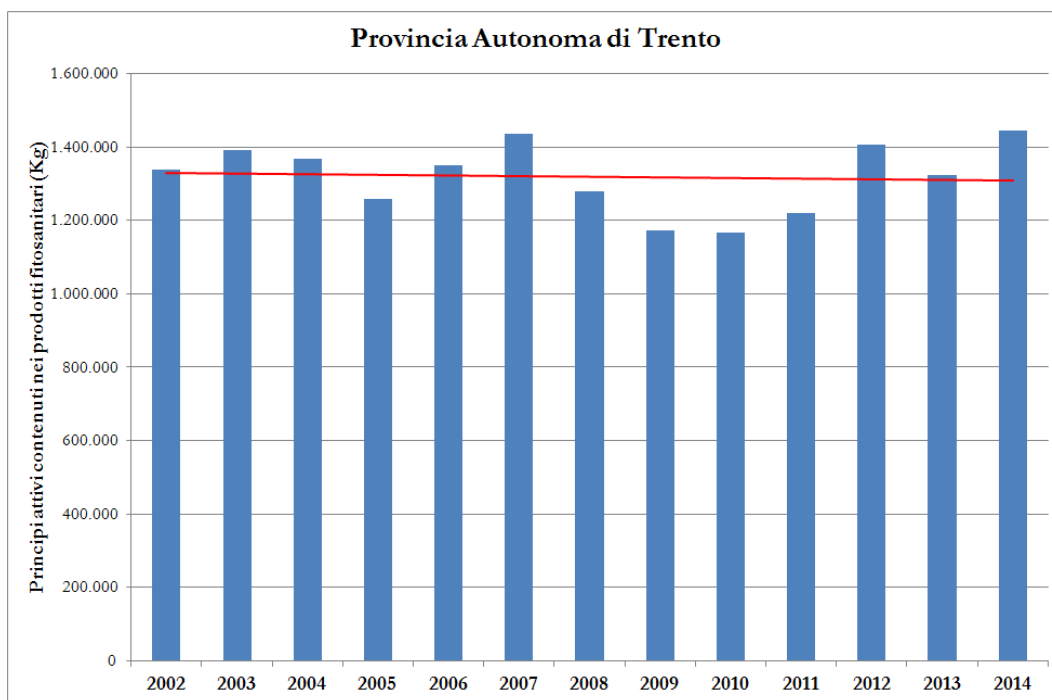


Figura 54 – Analisi del trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari in Provincia Autonoma di Trento

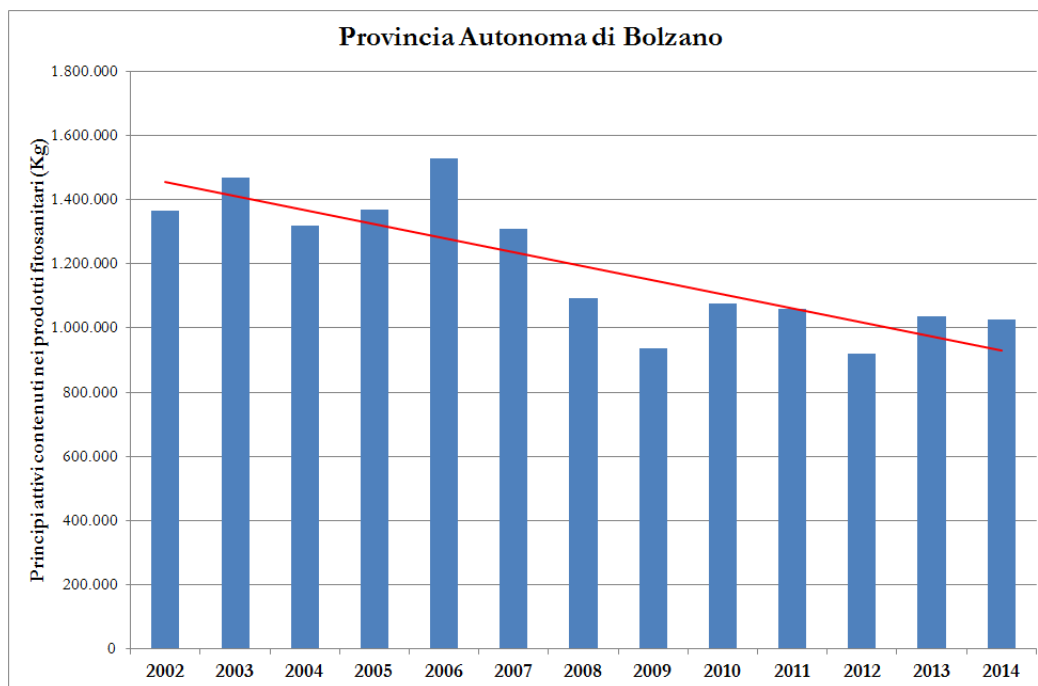


Figura 55 – Analisi del trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari in Provincia Autonoma di Bolzano

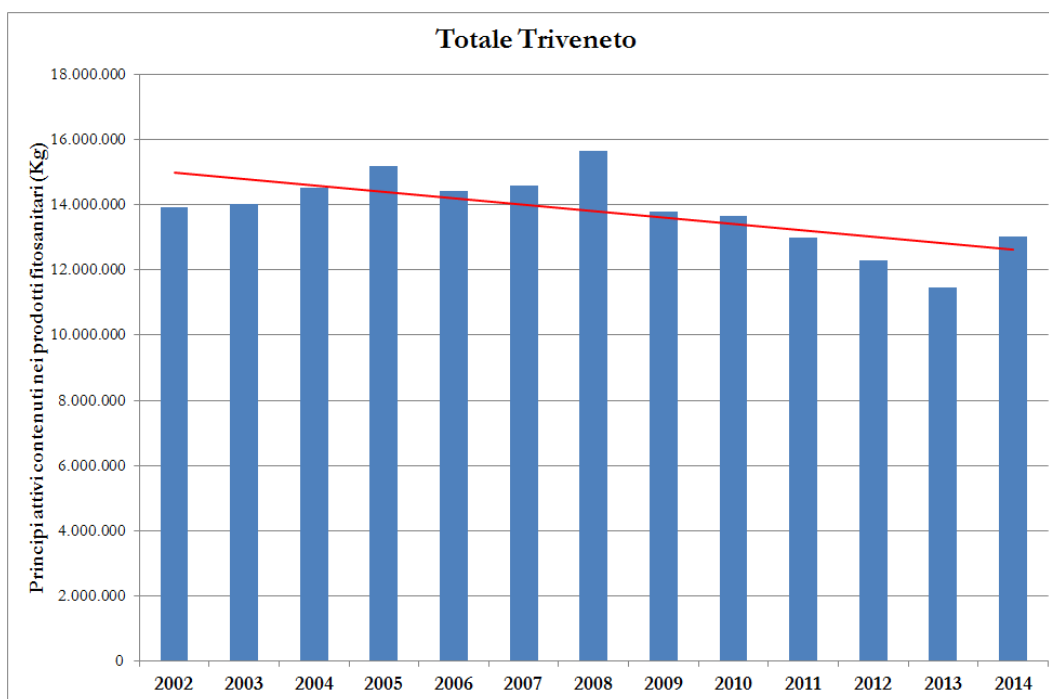


Figura 56 – Analisi del trend dei principi attivi contenuti nei prodotti fitosanitari nel territorio Triveneto

2.5.3 Trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica

L'evoluzione temporale dei quantitativi venduti di principi attivi consentiti in agricoltura biologica conferma l'andamento dei precedenti indicatori (Figura 57-Figura 60): deciso calo dei prodotti venduti in Veneto, Friuli Venezia Giulia e Provincia Autonoma di Bolzano mentre una sostanziale stazionarietà nel tempo dei quantitativi venduti nella Provincia di Trento. Anche in questo caso, dunque, il trend dei quantitativi commercializzati nel territorio Triveneto è in calo nel periodo considerato (Figura 60).

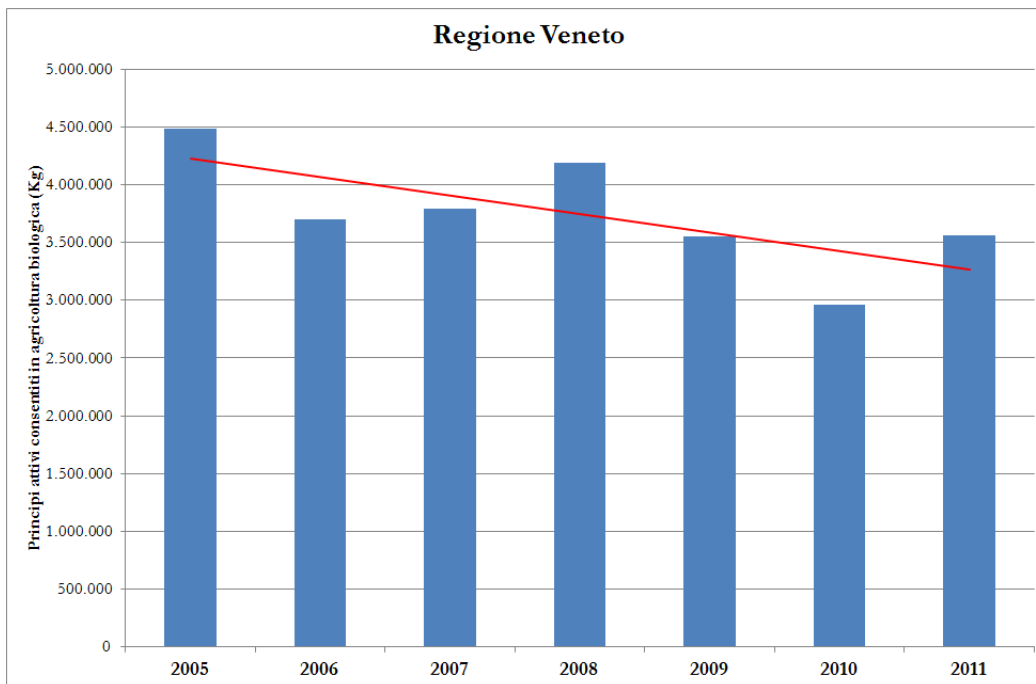


Figura 57 – Analisi del trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica in Regione del Veneto

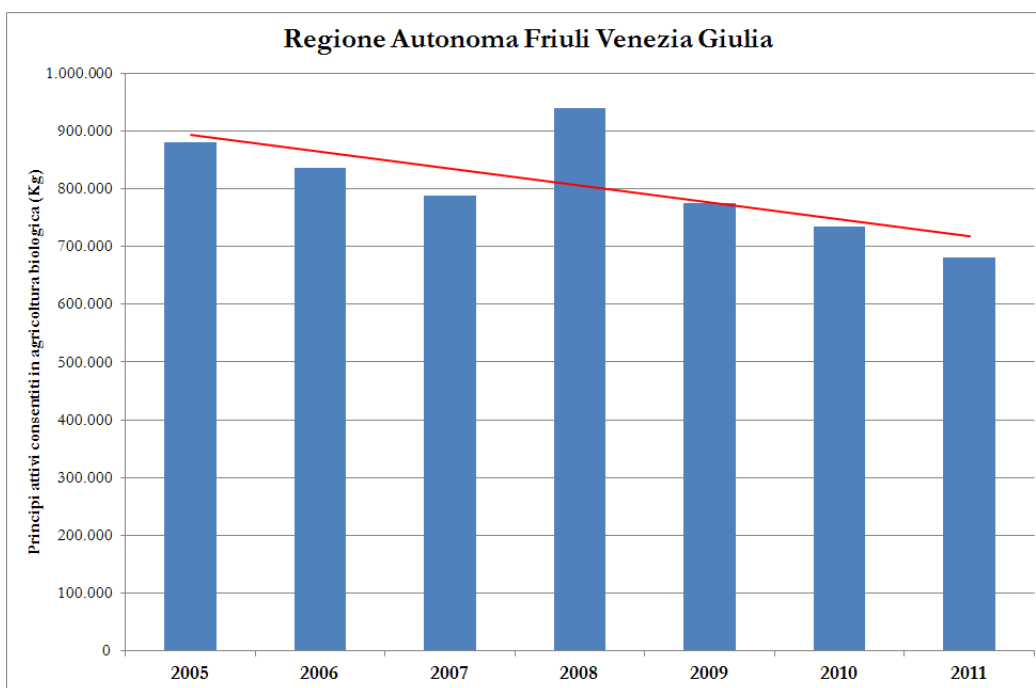


Figura 58 – Analisi del trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica in Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

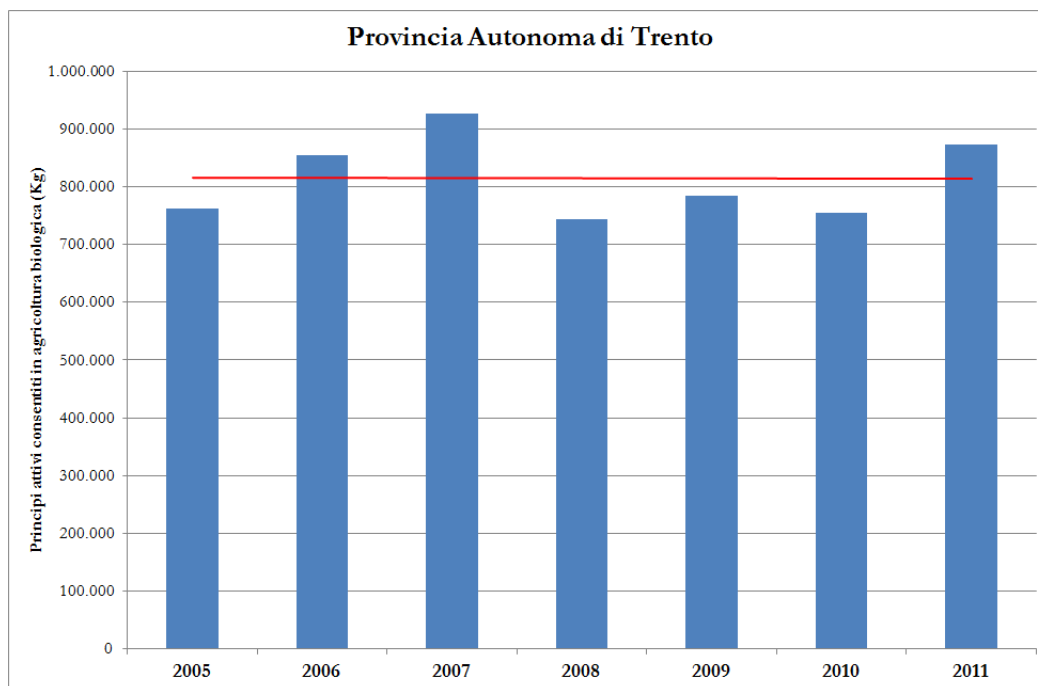


Figura 59 – Analisi del trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica in Provincia Autonoma di Trento

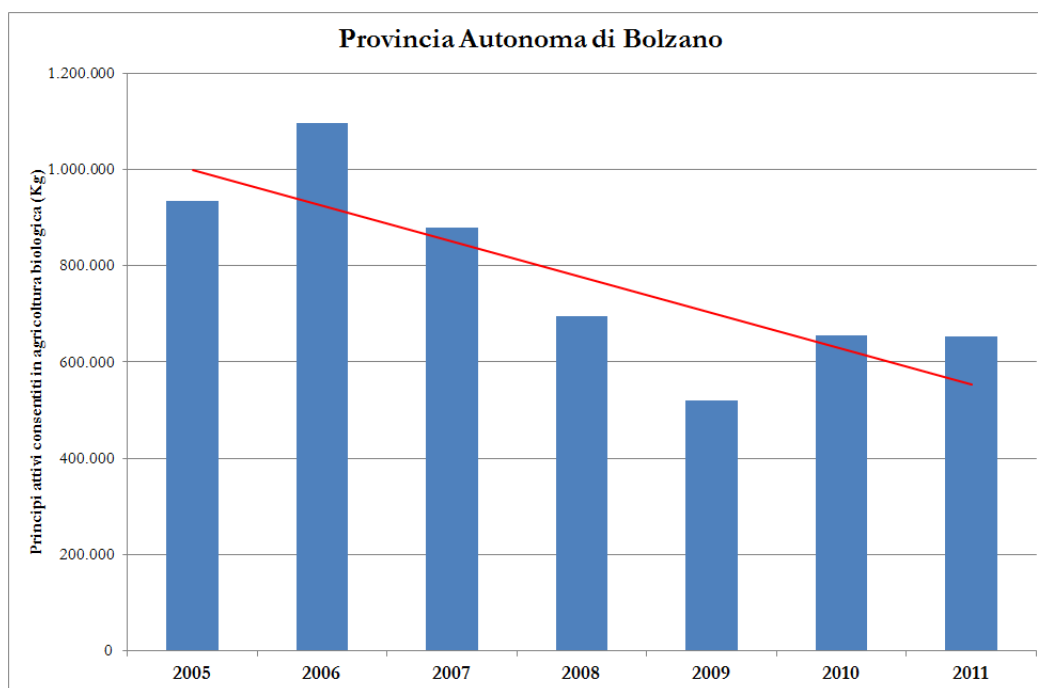


Figura 60 – Analisi del trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica in Provincia Autonoma di Bolzano

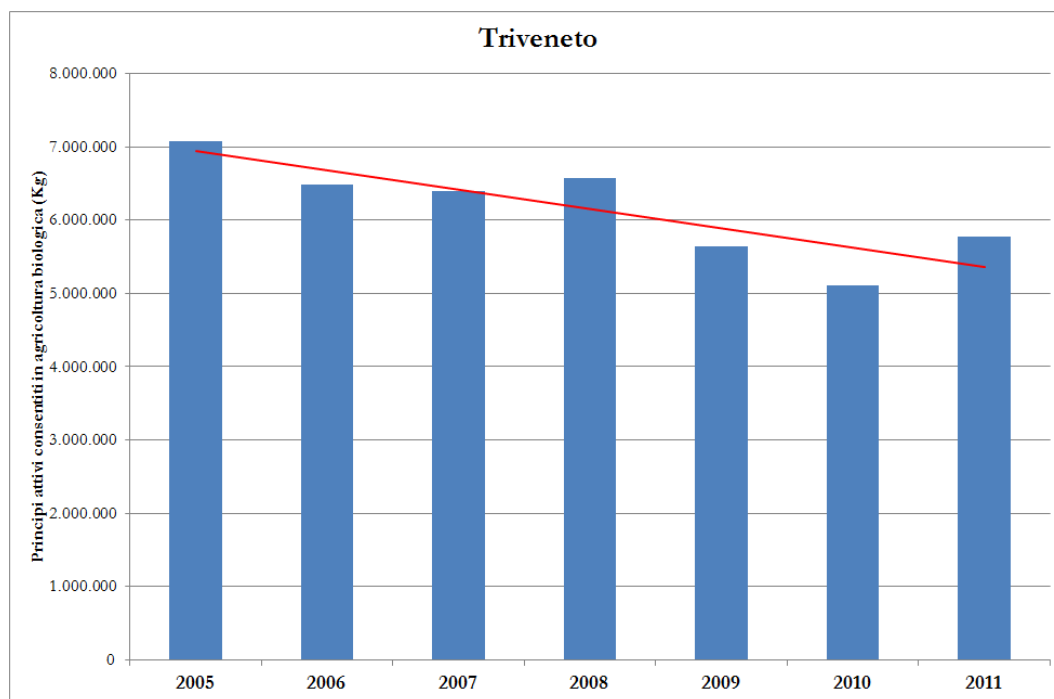


Figura 61 – Analisi del trend dei principi attivi consentiti in agricoltura biologica nel territorio Triveneto

3 Prime valutazioni sul bilancio idrico

Il concetto di bilancio idrico, già presente nella legge 183/1989, assume col D.Lgs. 152/1999, ruolo e valenza di strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, attraverso una pianificazione delle utilizzazioni volta ad evitare ripercussioni sulla qualità della risorsa e a consentire un consumo idrico sostenibile.

Il concetto di bilancio idrico è stato ulteriormente sviluppato nel Decreto Attuativo 28 luglio 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino), nell'ambito del quale esso è inteso come la comparazione, nel periodo di tempo considerato, fra le risorse idriche (disponibili o reperibili) in un determinato bacino o sottobacino al netto delle risorse necessarie alla conservazione degli ecosistemi acquatici ed i fabbisogni per i diversi usi (esistenti o previsti).

Lo strumento del bilancio idrico è stato poi successivamente ripreso dal decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale) e successive modifiche, che richiama gli indirizzi generali per la sua stesura.

Ai fini del bilancio idrico le Regioni, sulla base delle linee guida adottate dal Ministero dell'Ambiente e dei criteri delle Autorità di bacino, devono definire gli obblighi di installazione e manutenzione in regolare stato di funzionamento di idonei dispositivi per la misurazione delle portate e dei volumi prelevati ed effettuare il censimento di tutte le utilizzazioni in atto (art. 95, commi 3 e 5, del D.Lgs. 152/2006).

Spetta all'Autorità di bacino il compito di definire ed aggiornare periodicamente il bilancio idrico e ad adottare, eventualmente le misure per la pianificazione dell'economia idrica in funzione degli usi cui sono destinate le risorse (art. 145 del D.Lgs. 152/2006).

3.1 Iniziative di bilancio idrogeologico

Sul territorio del Distretto Alpi orientali si segnalano i seguenti studi di bilancio idrogeologico sviluppati recentemente dalle diverse Amministrazioni.

La Regione Friuli Venezia Giulia ha predisposto un bilancio idrogeologico del proprio territorio nell'ambito della redazione del Piano di Tutela (D.G.R.n. 2641/2014).

L'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico ha redatto un bilancio idrogeologico dell'area di alta pianura tra i fiumi Astico e Isonzo nell'ambito del progetto Life+ Trust (2011).

La Provincia di Vicenza con le AATO Brenta e Bacchiglione hanno predisposto un bilancio idrogeologico della zona di pianura compresa tra il fiume Astico e il fiume Brenta (2010).

La Provincia Autonoma di Trento ha redatto un Bilancio idrogeologico di un corpo idrico nella piana di Trento (2011).

L'Autorità d'Ambito "Laguna di Venezia" ha sviluppato un bilancio idrogeologico nell'ambito del proprio territorio di competenza (2010).

3.1.1 Il bilancio idrogeologico degli acquiferi della pianura friulana predisposto nell'ambito delle attività di studio propedeutiche al Piano di tutela delle acque

Il bilancio idrogeologico è stato sviluppato con il supporto di una serie di studi finalizzati che si sono conclusi nel 2011.

Per la realizzazione del modello di bilancio, in una prima fase, è stata realizzata una piattaforma geografica che ha permesso di raccogliere ed omogeneizzare in un unico strumento informatico gli innumerevoli dati e studi a carattere geologico, idrogeologico e geofisico che negli anni sono stati elaborati dall'Amministrazione regionale, dalle Università e dagli Enti che operano sul territorio che ha permesso, tra l'altro di catalogare informazioni amministrative e tecniche relative a quasi 60.000 tra pozzi, sondaggi meccanici e sorgenti presenti nel territorio regionale.

Da questo database unico sono stati estratti i dati litostratigrafici che hanno portato alla ricostruzione tridimensionale del sottosuolo della bassa pianura friulana e alla descrizione delle geometrie dei sistemi di acquiferi in esso contenuti.

Nell'ambito del bilancio idrogeologico sono stati valutati gli afflussi e i deflussi, le portate dei corsi d'acqua, la posizione e l'andamento della superficie piezometrica delle falde, i prelievi per i diversi utilizzi e la qualità delle risorse idriche. In tal modo è stato possibile analizzare la sostenibilità del sistema, le cui risorse devono essere preservate e gestite in modo tale da rendere compatibili le esigenze di sfruttamento con quelle di tutela quantitativa e qualitativa.

L'analisi del bilancio ha verificato un sovrasfruttamento dei sistemi di acquiferi artesiani, specie nel pordenonese.

La verifica del sistema dell'attuale sistema di utilizzo delle acque e dei conseguenti disequilibri in termini di bilancio delle risorse idriche ha permesso di programmare misure finalizzate alla protezione e al ripristino, almeno parziale, della potenzialità dei corpi idrici sotterranei.

3.1.2 Attività conoscitive sviluppate nell'ambito del progetto Life+ Trust

Il progetto è iniziato nel gennaio 2009, si è concluso nel dicembre 2011 ed è stato sviluppato dall'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico (Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione), insieme al Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici ed allo Studio di Ingegneria SGI - Studio Galli Ingegneria S.p.A. di Padova.

L'ambito di indagine del progetto ha riguardato l'area di ricarica degli acquiferi presenti nella pianura veneta e friulana, dove scorrono importanti fiumi quali l'Isonzo a est, il Tagliamento, il Livenza, il Piave, il Brenta ed all'estremo ovest il Bacchiglione.

Uno degli obiettivi del progetto ha riguardato la implementazione di uno strumento di bilancio idrico basato sui risultati di specifiche campagne di indagine e di diverse attività svolte nell'ambito del progetto e, in particolare:

- Messa a punto di un geodatabase che include dati idrologici, sull'uso del suolo, agronomico e idrogeologico (incentrati in particolar modo sul periodo TRUST (01/01/2000 - 31/12/2008);
- Applicazione di differenti tecniche di elaborazione per la ricostruzione dello stato quantitativo degli acquiferi e la caratterizzazione della piezometria, identificandone anche l'evoluzione spazio-temporale;
- Raccolta dati tra i consorzi irrigui per valutare il prelievo e l'uso d'acqua nel settore agricolo;
- Analisi della zona insatura e del deficit idrico che interessano le colture estive;
- Misure sperimentali sull'infiltrazione in alveo e stima della relazione tra portata in alveo e la dispersione nella falda acquifera;
- Simulazione con modello climatico globale e relativo downscaling per individuare le serie temporali meteorologiche secondo l'IPCC per lo scenario intermedio di emissioni di gas serra (A1B) con riferimento al periodo 1971-2000;
- Modellazione idrologica geomorfoclimatica dei bacini fluviali di montagna considerando le attuali condizioni meteo e scenari di cambiamento climatico;
- Campagne di misura delle portate d'infiltrazione nel suolo per testare la ricarica artificiale utilizzando diversi tipi di area sperimentale (specie arborea, prato stabile e terreno incolto).

Il modello di bilancio idrico dell'alta e della media pianura veneta e friulana è consistito nello studio degli acquiferi a grande scala attraverso la schematizzazione dei sistemi idrogeologici e la stima delle voci di bilancio e degli impatti generati dai cambiamenti climatici, valutando e verificando l'effetto di misure compensative.

L'indagine è iniziata con un'approfondita analisi dei dati disponibili in letteratura e soprattutto di quanto è stato appositamente acquisito, rilevato e organizzato in un database nel corso delle numerose attività del progetto TRUST e ha portato all'implementazione di uno strumento di calcolo automatico delle dinamiche idrogeologiche mediante l'utilizzo di uno specifico software.

Tale strumento ha permesso di ricostruire il bilancio idrico di falda nello scenario attuale e in ottica futura ovvero tenendo conto degli impatti dei cambiamenti climatici sulla ricarica degli acquiferi e conseguentemente sull'uso delle acque superficiali (consorzi irrigui) e delle acque sotterranee (consumi domestici: tale indagine è stata eseguita con riferimento al periodo 2000-2008 e per 3 scenari idrologici selezionati all'interno di tale arco temporale (anno secco, medio e piovoso).

3.1.3 Il bilancio idrogeologico della pianura veneta tra il fiume Astico ed il fiume Brenta

Tra il 2004 e il 2010 la Provincia di Vicenza e le Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale A.A.T.O. del Brenta e del Bacchiglione hanno promosso lo studio e l'analisi dei sistemi acquiferi sotterranei della pianura vicentina finalizzati all'implementazione di un modello matematico del flusso idrico sotterraneo ed alla stima degli effetti dei prelievi dalle falde del Bacchiglione e del Medio Brenta.

Nell'ambito dello studio sono state condotte le seguenti attività:

- raccolta, analisi ed elaborazione dei dati relativi ai termini del bilancio idrico sotterraneo (apporto meteorico efficace alla ricarica della falda, dispersioni irrigue, dispersione dei corsi d'acqua naturali, portate uscenti dalle risorgive, prelievi pubblici e privati) e stima del bilancio mensile relativo al periodo 2000-2007;
- acquisizione di misure di livello freatico e ricostruzione aggiornata e dettagliata della freaticimetria (agosto 2008, febbraio 2009 e settembre 2009);
- acquisizione di misure di livello freatico e ricostruzione della freaticimetria ad intervalli di 15 giorni relativamente al periodo 2005-2007;
- aggiornamento ed affinamento del modello geostrutturale dei territori oggetto dello studio;
- individuazione delle zone geologiche omogenee alle quali assegnare i parametri idrogeologici;
- implementazione e taratura del modello matematico di flusso in condizioni stazionarie;
- implementazione del modello matematico in condizioni transitorie per simulare l'evoluzione temporale delle portate delle risorgive e dei livelli piezometrici nei pozzi di monitoraggio.
- realizzazione di scenari di ricarica e utilizzazione attraverso l'implementazione del modello matematico in condizioni stazionarie.

3.1.4 Attività di bilancio idrogeologico sviluppate dalla Provincia Autonoma di Trento

Il "Progetto per la definizione di strumenti gestionali delle acque sotterranee con l'ausilio di modelli idrogeologici" è stato avviato dalla Provincia Autonoma di Trento nel dicembre 2008. Lo studio ha avuto lo scopo di definire e sperimentare un metodo di lavoro che consenta la messa a punto di strumenti (conoscitivi, gestionali e normativi) finalizzati alla gestione delle concessioni per l'utilizzo delle acque sotterranee.

L'ambito di applicazione su cui si sono concentrate le analisi è stato il fondovalle dell'Adige, compreso tra il confine con la Provincia Autonoma di Bolzano e Mattarello ed ha un'area di circa 68 km². Tale contesto è caratterizzato da una spessa serie di depositi di materiali sciolti che ha permesso la costituzione di falde acquifere oggi intensamente sfruttate. Le indagini si sono concentrate sulla prima falda libera, che rappresenta la risorsa maggiore ed è oggetto di grande sfruttamento. Il progetto si è articolato in molteplici fasi finalizzate ad ottenere:

- un modello geologico con la ricostruzione della distribuzione spaziale dei corpi geologici nel fondovalle oggetto di studio
- un modello idrogeologico per la ricostruzione della distribuzione spaziale dei terreni che costituiscono l'acquifero superficiale e la loro parametrizzazione idrogeologica
- un modello numerico che, sulla base del modello geologico – idrogeologico, ricostruisce il comportamento dell'acquifero e possibili scenari futuri, connessi a eventi naturali o influssi antropici.

3.1.5 Attività di bilancio idrogeologico sviluppate dall'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale "Laguna di Venezia"

Nel 2010 l'AATO Laguna di Venezia, completa lo studio del bilancio idrogeologico sviluppato sul proprio territorio di competenza.

Il bilancio è stato sviluppato approntando due scale di lavoro differenti:

1. una scala vasta "regionale", che include porzioni di pianura che fungono da bacino di alimentazione del sistema idrico sotterraneo captato dall'AATO;

2. Una scala di “risorsa idropotabile dell’AATO” che include invece una porzione di pianura più ristretta, rappresentata dalle aree strettamente legate all’attività di prelievo idropotabile dell’AATO e all’interno delle quali si attua una forte concorrenza nell’uso della risorsa.

Il bilancio idrogeologico, mettendo a confronto le entrate e le uscite idriche da un sistema di riferimento, rappresenta uno strumento indispensabile per determinare la potenzialità idrica di un bacino.

In sostanza è stata implementata l’analisi di un bilancio idrico per una zona di alta pianura a scala regionale e di un bilancio idrogeologico per la zona di media pianura, corrispondente all’area di risorsa idropotabile dell’AATO Laguna di Venezia.

Si tratta di due bilanci ben distinti. Per la zona a monte, ovvero l’area di ricarica del sistema multifalde, sono state analizzate, sulla base di dati esistenti, sia le acque superficiali che sotterranee al fine di comprendere i processi della circolazione idrica sotterranea ed allo stesso tempo avere una stima dei volumi d’acqua medi annui movimentati. Per la zona di media pianura invece, sulla base di dati appositamente rilevati, è stato redatto un bilancio idrogeologico, strumento necessario per una programmazione della gestione della risorsa idropotabile, analizzando le entrate e le uscite su due sezioni poste a nord e a sud dell’area di risorsa idropotabile e perpendicolari alla direzione di deflusso delle acque sotterranee.

Il bilancio idrico dell’area di ricarica è stato impostato principalmente per focalizzare le voci fondamentali che partecipano alla ricarica degli acquiferi confinati presenti nell’area di approvvigionamento acquedottistico dell’AATO Laguna di Venezia.

Lo scopo principale di questa analisi è stato quello di individuare gli ordini di grandezza dei principali fattori che concorrono alla ricarica degli acquiferi confinati.

3.2 Stime dei volumi di risorsa idrica prelevati dai corpi idrici sotterranei

Per quanto riguarda i prelievi da corpi idrici sotterranei in assenza di un bilancio idrico unico a scala distrettuale, sono stati utilizzati dati provenienti da diverse fonti.

Per la Regione Friuli Venezia Giulia ci si è basati sul database “censimento delle utilizzazioni” che contiene tutti i pozzi aventi concessione a derivare, integrato con la stima dei pozzi ad uso domestico effettuata sulla base dei dati riferiti al censimento 2011. In sintesi sono stati considerati nell’analisi tutti i punti di prelievo utilizzati con continuità ed è stato applicato un coefficiente correttivo per ciascun uso in modo da trasformare il dato di portata media di concessione nella portata effettivamente utilizzata. Per i dettagli si rimanda al documento Analisi Conoscitiva del progetto di Progetto di Piano di Tutela delle Acque.

Per le Province Autonome di Trento e di Bolzano i prelievi relativi ai corpi idrici sono stati calcolati basandosi sulle banche dati provinciali gestite dalle due Amministrazioni.

Per quanto riguarda la Regione del Veneto, dove non è disponibile un bilancio idrogeologico a scala regionale e una banca dati sufficientemente significativa dei prelievi da acque sotterranee, sono stati utilizzati i dati estratti dal modello idrogeologico implementato nell’ambito del progetto Life+ Trust dall’Autorità di Bacino dei fiumi dell’Alto Adriatico.

Per questa specifica tipologia di pressione, la diversa disponibilità ed articolazione dei dati presso le diverse Amministrazioni ha imposto di considerare entrambi i livelli di dettaglio previsti: quello generale, che prescinde dunque dalle tipologie d’uso (Pressione 3) e quello di maggior dettaglio, che consente di discriminare i prelievi in funzione delle principali tipologie d’uso (3.1 agricolo, 3.2 fornitura acqua potabile, 3.3 industriale, 3.7 altri utilizzi).

Nella Tabella 27 vengono riportati per ogni corpo idrico i prelievi distinti per utilizzo (3.1 = agricoltura; 3.2 = distribuzione di acqua potabile; 3.3 = industria; 3.7 = altro).

Analizzando i dati di prelievo dai principali acquiferi presenti nella pianura veneto-friulana appare chiaro che la principale tipologia di utilizzo risulta essere il prelievo domestico, denominato convenzionalmente “Altro”, che rappresenta mediamente il 66% dei prelievi totali, mentre il prelievo per uso potabile e quello agricolo in pratica si equivalgono e corrispondono insieme al 33%.

Tale scenario risulta problematico in fase di adozione di eventuali misure di salvaguardia in quanto il prelievo domestico è attualmente non soggetto ad alcuna concessione e quindi difficilmente controllabile in termini quantitativi.

Codice regionale	Codice corpo idrico distrettuale	Nome corpo idrico sotterraneo	3 Prelievi totali [m ³ /anno]	3.1 prelievi Agricoltura [m ³ /anno]	3.2 prelievi Acqua potabile [m ³ /anno]	3.3 prelievi Industria [m ³ /anno]	3.7 prelievi Altro [m ³ /anno]
IT05ACA	ITAGW00002900VN	Alpone - Chiampo - Agno	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05AdG	ITAGW00000800VN	Anfiteatro del Garda	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05APB	ITAGW00005000VN	Alta Pianura del Brenta	101 262 096 000	16 871 760 000	4 793 472 000	13 371 264 000	66 225 600 000
IT05APP	ITAGW00007300VN	Alta Pianura del Piave	89 373 024 000	12 803 616 000	13 276 656 000	11 479 104 000	51 813 648 000
IT05APVE	ITAGW00003900VN	Alta Pianura Vicentina Est	41 659 056 000	3 311 280 000	12 109 824 000	5 771 088 000	20 498 400 000
IT05APVO	ITAGW00003400VN	Alta Pianura Vicentina Ovest	20 372 256 000	1 198 368 000	11 542 176 000	2 081 376 000	5 550 336 000
IT05BL	ITAGW00001000VN	Baldo-Lessinia	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05BPSA	ITAGW00004400VN	Bassa Pianura Settore Adige	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05BPSB	ITAGW00005700VN	Bassa Pianura Settore Brenta	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05BPSP	ITAGW00008400VN	Bassa Pianura Settore Piave	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05BPST	ITAGW00008900VN	Bassa Pianura Settore Tagliamento	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05BPV	ITAGW00005800VN	Acquiferi Confinati Bassa Pianura	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05CM	ITAGW00004100VN	Colli di Marostica	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05CTV	ITAGW00006200VN	Colline trevigiane	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05MPBM	ITAGW00005100VN	Media Pianura tra Brenta e Muson dei Sassi	156 292 416 000	14 695 776 000	14 128 128 000	9 933 840 000	117 503 136 000
IT05MPML	ITAGW00007700VN	Media Pianura Monticano e Livenza	10 879 920 000	2 207 520 000	94 608 000	1 986 768 000	6 591 024 000
IT05MPMS	ITAGW00006900VN	Media Pianura tra Muson dei Sassi e Sile	395 587 584 000	32 040 576 000	55 093 392 000	26 710 992 000	281 774 160 000
IT05MPPM	ITAGW00007800VN	Media Pianura tra Piave e Monticano	94 261 104 000	8 451 648 000	11 668 320 000	7 537 104 000	66 635 568 000
IT05MPRT	ITAGW00003800VN	Media Pianura tra Retrone e Tesina	100 284 480 000	6 717 168 000	13 528 944 000	11 636 784 000	68 401 584 000
IT05MPSP	ITAGW00007500VN	Media Pianura tra Sile e Piave	181 710 432 000	15 831 072 000	20 656 080 000	14 191 200 000	131 063 616 000
IT05MPTB	ITAGW00004800VN	Media Pianura tra Tesina e Brenta	127 121 616 000	12 772 080 000	14 128 128 000	11 889 072 000	88 300 800 000
IT05MPVR	ITAGW00001500VN	Media Pianura Veronese	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05POM	ITAGW00007400VN	Piave Orientale e Monticano	20 876 832 000	4 415 040 000	1 356 048 000	3 973 536 000	11 100 672 000
IT05PsM	ITAGW00006400VN	Piave sud Montello	3 532 032 000	662 256 000	1 387 584 000	599 184 000	883 008 000
IT05QdP	ITAGW00006800VN	Quartiere del Piave	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
IT05TVA	ITAGW00005600VN	Alta Pianura Trevigiana	52 948 944 000	10 690 704 000	10 659 168 000	9 555 408 000	22 075 200 000
IT05VRA	ITAGW00001100VN	Alta Pianura Veronese	156 292 416 000	14 695 776 000	14 128 128 000	9 933 840 000	117 503 136 000
IT06A01	ITAGW00008700FR	Fascia Prealpina sud occidentale	3 938 010	115 611	3 513 514	0	308 885
IT06A02	ITAGW00008600FR	Fascia Prealpina nord occidentale	100 668 882	252 288	5 456 989	12 299	94 947 305
IT06A03	ITAGW00009100FR	Alpi Carniche	43 372 880	198 677	10 609 871	3 730 463	28 833 869
IT06A04	ITAGW00009300FR	Catena Paleocarnica occidentale	9 697 408	0	2 532 114	0	7 165 295
IT06A05	ITAGW00011000FR	Catena Paleocarnica orientale	1 813 885	0	1 110 948	65 595	637 343
IT06A06	ITAGW00010800FR	Alpi Giulie e Fascia Prealpina nord orientale	19 251 050	0	9 155 115	0	10 095 935
IT06A07	ITAGW00009800FR	Campo di Osoppo Gemona e subalvea del Tagliamento	29 329 347	1 729 119	19 897 702	7 401 480	301 046
IT06A08	ITAGW00010900FR	Fascia Prealpina sud orientale	4 980 621	103 438	4 821 153	20 498	35 532
IT06A09	ITAGW00011800FR	Carso classico isontino e triestino	15 824 028	50 458	15 364 339	137 749	271 482
IT06A10	ITAGW00011900FR	Flysch triestino	239 029	0	0	0	239 029
IT06A11	ITAGW00011100FR	Canin	17 660	0	17 660	0	0
IT06P02	ITAGW00009900FR	Anfiteatro morenico: falda freatica con artesianesimo locale	5 226 698	1 148 856	892 721	1 646 268	1 538 853

Codice regionale	Codice corpo idrico distrettuale	Nome corpo idrico sotterraneo	3 Prelievi totali [m ³ /anno]	3.1 prelievi Agricoltura [m ³ /anno]	3.2 prelievi Acqua potabile [m ³ /anno]	3.3 prelievi Industria [m ³ /anno]	3.7 prelievi Altro [m ³ /anno]
IT06P03A	ITAGW00008500FR	Alta pianura pordenonese occidentale: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati ed erbicidi	5 713 254	267 614	4 582 635	596 913	266 091
IT06P03B	ITAGW00007900FR	Alta e bassa pianura pordenonese occidentale: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati, erbicidi e clorurati	7 413 490	1 138 418	1 040 360	1 125 772	4 108 939
IT06P04	ITAGW00008800FR	Alta pianura pordenonese del conoide Cellina-Meduna	5 746 387	2 372 453	1 183 231	1 543 857	646 845
IT06P05A	ITAGW00009000FR	Alta pianura friulana centrale in destra Tagliamento	12 351 435	7 324 208	2 766 287	2 076 898	184 042
IT06P05B	ITAGW00009200FR	Alta pianura friulana centrale in sinistra Tagliamento	20 998 213	16 719 441	180 134	1 515 406	2 583 232
IT06P06	ITAGW00010000FR	Alta pianura friulana centrale con inquinamento da nitrati ed erbicidi	29 418 057	27 641 840	17 660	1 164 309	594 248
IT06P07	ITAGW00010500FR	Alta pianura friulana centrale con inquinamento da nitrati, erbicidi, cromo esavalente e tetracloroetilene	61 233 558	44 911 301	9 512 469	4 845 494	1 964 295
IT06P08	ITAGW00010700FR	Alta pianura friulana orientale	24 300 099	7 758 518	11 363 607	4 295 563	882 412
IT06P09	ITAGW00011200FR	Alta pianura friulana cividalese: falda freatica con valori importanti di inquinamento da nitrati ed erbicidi	7 838 785	2 705 095	4 429 168	332 320	372 201
IT06P10	ITAGW00011700FR	Alta pianura isontina	76 399 597	1 527 068	54 004 769	12 791 248	8 076 513
IT06P11	ITAGW00008000FR	Bassa pianura pordenonese – falde artesiane superficiali (falda A+B)	352 123 052	3 975 367	14 774 799	3 859 365	329 513 521
IT06P12	ITAGW00008100FR	Bassa pianura pordenonese – falda artesiane intermedia (falda C)	7 825 466	88 341	328 329	85 764	7 323 032
IT06P13	ITAGW00008200FR	Bassa pianura pordenonese – falde artesiane profonde (falda D+profonde)	31 303 904	353 366	1 313 315	343 055	29 294 168
IT06P14	ITAGW00009700FR	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falde artesiane superficiali (falda A+B)	492 119 364	22 212 923	22 650 284	6 001 095	441 255 062
IT06P15	ITAGW00009500FR	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falda artesiane intermedia (falda C)	10 935 986	493 621	503 340	133 358	9 805 668
IT06P16	ITAGW00009600FR	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falde artesiane profonde (falda D+profonde)	49 355 754	1 974 482	2 013 359	533 431	44 834 482
IT06P17	ITAGW00010400FR	Bassa pianura friulana orientale – falde artesiane superficiali (falda A+B)	259 608 153	8 808 166	2 714 720	15 873 879	232 211 389
IT06P18	ITAGW00010200FR	Bassa pianura friulana orientale – falda artesiane intermedia (falda C)	5 769 070	195 737	60 327	352 753	5 160 253
IT06P19	ITAGW00010300FR	Bassa pianura friulana orientale – falde artesiane profonde (falda D+profonde)	23 076 280	782 948	241 308	1 411 011	20 641 012
IT06P20	ITAGW00011300FR	Bassa pianura dell'Isonzo – falde artesiane superficiali (falda A+B)	99 679 713	3 598 349	39 576 578	418 413	56 086 373
IT06P21	ITAGW00011400FR	Bassa pianura dell'Isonzo – falda artesiane intermedia (falda C)	2 215 105	79 963	879 480	9 298	1 246 364
IT06P22	ITAGW00011500FR	Bassa pianura dell'Isonzo – falde artesiane profonde (falda D+profonde)	8 893 532	319 853	3 517 918	37 192	5 018 568
IT06P23A	ITAGW00008300FR	Bassa pianura pordenonese – falda freatica locale	9 853 669	9 358 270	0	352 572	142 827
IT06P23B	ITAGW00009400FR	Bassa pianura friulana centrale in destra e sinistra Tagliamento – falda freatica locale	148 466 146	116 610 809	6 711	1 688 412	30 160 214
IT06P23C	ITAGW00010100FR	Bassa pianura friulana orientale – falda freatica locale	2 309 842	2 225 590	0	37 717	46 535
IT06P23D	ITAGW00011600FR	Bassa pianura isontina – falda freatica locale	2 566 333	2 550 285	0	0	16 049
IT06P24	ITAGW00010600FR	Aree lagunari bonificate	1 104	0	0	0	1 104
IT06P25	ITAGW00012000FR	Alluvionale triestino					
IT21U001	ITAGW00000700BZ	Val Venosta	9671242	5 366 151	61 209	2 158 452	2 085 430
IT21U002	ITAGW00002200BZ	Val d'Adige	98106650	41 751 150	16 555 711	26 743 810	13 055 979
IT21U003	ITAGW00003000BZ	Vipiteno	745605	63 600	103 195	578 811	
IT21U004	ITAGW00004000BZ	Bressanone	2984108	959 403	305 690	1 078 859	640 156
IT21U005	ITAGW00005400BZ	Brunico	2485393	76 260	315 248	1 699 433	394 452
IT21U020A	ITAGW00000500BZ	Val Venosta nord	54950	0	0	54 950	0

Codice regionale	Codice corpo idrico distrettuale	Nome corpo idrico sotterraneo	3 Prelievi totali [m ³ /anno]	3.1 prelievi Agricoltura [m ³ /anno]	3.2 prelievi Acqua potabile [m ³ /anno]	3.3 prelievi Industria [m ³ /anno]	3.7 prelievi Altro [m ³ /anno]
IT21U020B	ITAGW00000300BZ	Val Venosta nord	0	0	0	0	0
IT21U020C	ITAGW00000200BZ	Val Venosta nord	0	0	0	0	0
IT21U021A	ITAGW00000400BZ	Val Venosta sud	388998	8 730		183 168	197 100
IT21U021B	ITAGW00000100BZ	Val Venosta sud	0	0	0	0	0
IT21U022	ITAGW00001900BZ	Passirio	783702	309 699	0	457 920	16 083
IT21U023	ITAGW00000900BZ	Val d'Ultimo	12000	12 000	0	0	0
IT21U024A	ITAGW00002300BZ	Meltina	5511634	548 010	0	0	3 154
IT21U024B	ITAGW00001600BZ	Meltina	0	0	0	0	0
IT21U025	ITAGW00002000BZ	Prissiano	3257305	3 023 010	0	210 643	23 652
IT21U025B	ITAGW00001700BZ	Prissiano	0	0	0	0	0
IT21U026	ITAGW00003100BZ	Wipptal	50147	0	0	47 6234	2 523
IT21U027	ITAGW00004300BZ	Media val Isarco	41017	17 970	0	18 3164	4 730
IT21U028	ITAGW00006300BZ	Alta val Pusteria nord	520084	56 310	0	384 653	135 431
IT21U029	ITAGW00006500BZ	Alta val Pusteria sud	1577	0	0	0	1 577
IT21U030	ITAGW00005500BZ	Valle Aurina	106434	3 030	0	0	106 434
IT21U031A	ITAGW00005300BZ	Val Badia sud	425171	0	0	124 554	300 617
IT21U031B	ITAGW00005900BZ	Val Badia sud	0	0	0	0	0
IT21U031C	ITAGW00006000BZ	Val Badia sud	0	0	0	0	0
IT21U032	ITAGW00005200BZ	Val Badia nord	142378	14 160	0	128 218	0
IT21U033	ITAGW00004700BZ	Bassa val Pusteria	450406	115 260	0	265 594	69 552
IT21U034	ITAGW00004600BZ	Val Gardena	273296	0	0	3 663	269 633
IT21U035	ITAGW00003700BZ	Catinaccio-Latemar	20190	20 190	0	0	0
IT21U036	ITAGW00003600BZ	Bassa val Isarco	4021293	177 750	0	3 497 593	345 950
IT21U037	ITAGW00002800BZ	Sarentino	594932	187 830	0	91 584	315 518
IT21U038	ITAGW00002600BZ	Bassa Atesina est	4178133	689 910	0	3 315 341	172 882
IT21U039	ITAGW00002100BZ	Bassa Atesina ovest	1954637	1 801 860	0	0	152 777
IT21U041A	ITAGW00001200BZ	Alta val di Non	0	0	0	0	0
IT21U041B	ITAGW00001800BZ	Alta val di Non	0	0	0	0	0
IT21U042A	ITAGW00002700BZ	Anterivo	0	0	0	0	0
IT21U042B	ITAGW00002500BZ	Anterivo	0	0	0	0	0
IT21U060A	ITAGW00007200BZ	Drava nord	240383	0	0	0	240 383
IT21U060B	ITAGW00007600BZ	Drava nord	0	0	0	0	0
IT21U061	ITAGW00007100BZ	Drava sud	225 325	0	0	0	225 325
ITA22AVTN01	ITAGW00001400TN	Valle dell'Adige	125 745 998	34 330 313	36 653 134	54 762 551	0
ITA22AVTN04	ITAGW00003300TN	Valle del Brenta	14 966 504	7 743 888	3 913 609	3 309 007	0

Tabella 27 - Prelievi distinti per utilizzo riferiti ai corpi idrici sotterranei nel Distretto idrografico delle Alpi orientali (n.c. = dato non conosciuto).

3.3 Iniziative di bilancio idrico già sviluppate nell'ambito del territorio distrettuale

Nell'ambito del territorio distrettuale non esiste, allo stato, uno schema di bilancio che copra l'intero territorio di competenza.

Il Distretto idrografico, peraltro, rappresenta l'unione di bacini idrografici sostanzialmente indipendenti, almeno dal punto di vista dell'idrografia superficiale, ma accomunati dall'aver il mare Adriatico quale comune recettore.

Nel recente passato, all'interno di un quadro di riferimento normativo che non riconosceva ancora il distretto quale unità territoriale di riferimento per la pianificazione dell'economia idrica, le iniziative di bilancio che si sono sviluppate hanno riguardato singoli bacini o sottobacini (Figura 62).

Nel seguito si propone una sintetica loro disamina.

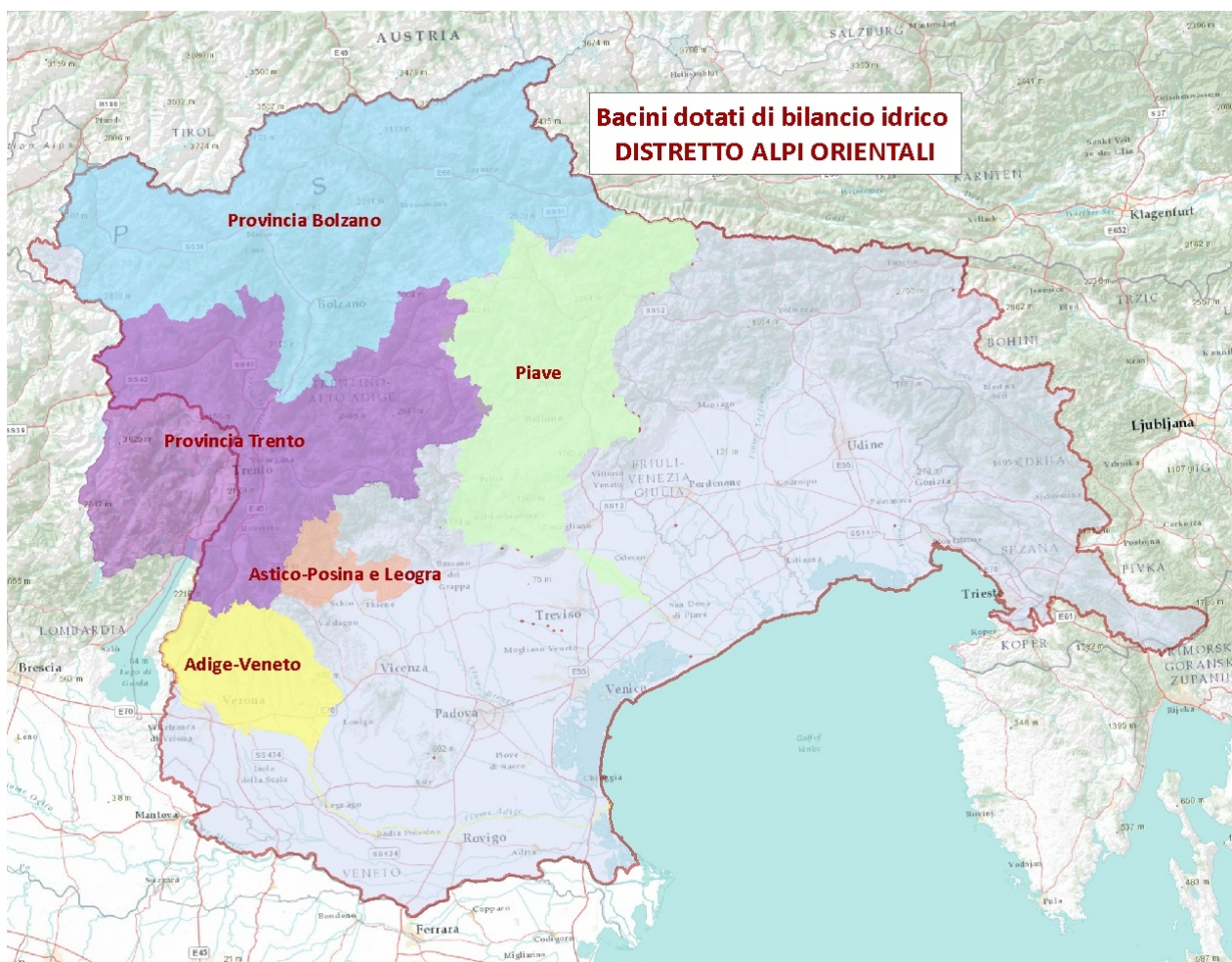


Figura 62 - Bacini del territorio distrettuale nei quali sono stati sviluppati bilanci idrici

3.3.1 Provincia Autonoma di Trento

In relazione al regime di autonomia riconosciuto alla Provincia Autonoma di Trento, la definizione del bilancio idrico all'interno dell'ambito amministrativo spetta all'Amministrazione provinciale che, a tale scopo procede alla periodica valutazione (Art. 5 delle norme di attuazione del PGUAP):

- a) della portata disponibile alla fonte o alle fonti di approvvigionamento, al netto delle risorse necessarie alla conservazione degli ecosistemi acquatici;

- b) delle portate prelevate dai corpi idrici superficiali e sotterranei e delle risorse idriche derivanti dal riutilizzo delle acque reflue, come regolamentato dal D.M. n. 185/2003;
- c) dei fabbisogni nel rispetto dei principi di cui agli articoli 1, 2 e 5 della legge n. 36 del 1994;
- d) degli squilibri in atto sulla qualità delle risorse idriche;
- e) delle esigenze idriche e delle eventuali ripercussioni sulle risorse idriche poste a valle.

Sono demandati a successivi provvedimenti la definizione delle misure e delle prescrizioni per la pianificazione dell'economia idrica (art. 5, comma 4, terzo periodo delle Norme di attuazione) che l'Amministrazione provinciale dovrà intraprendere, alla luce degli esiti dei bilanci idrici, per il raggiungimento dell'equilibrio del bilancio idrico stesso.

La Provincia Autonoma di Trento, già col Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP), reso esecutivo nel 2006 e col Piano di Tutela delle Acque (PTA), approvato nel 2004, ha definito il quadro conoscitivo di base nonché gli indirizzi per il governo del territorio in materia di acque pubbliche, in coerenza con le linee guida europee e nazionali e con le peculiarità del territorio trentino.

Il bilancio idrico per il territorio provinciale è stato elaborato in prima stesura al momento della redazione del PGUAP; ma il piano stesso ne prevede il periodico aggiornamento *“per aree omogenee e, sulla base di queste, per l'intero territorio provinciale, correlandone le indicazioni con quelle derivanti dalle azioni di monitoraggio della qualità delle acque superficiali e sotterranee”*.

Successivamente, dapprima il Dipartimento Urbanistica e ambiente e successivamente il Dipartimento Territorio ambiente e foreste della Provincia Autonoma di Trento hanno promosso la redazione del bilancio idrico per tutti i bacini di primo livello del territorio provinciale, secondo le fasi di seguito descritte.

La fase sperimentale, avviata nel corso del 2006, si è concretizzata sia con la definizione dell'impostazione metodologica per la realizzazione dei bilanci idrici dei bacini di primo livello della provincia, che si è identificata con lo studio del bilancio idrico del bacino del fiume Chiese, sia con la realizzazione dei bilanci idrici dei bacini del fiume Sarca e del fiume Noce.

La sperimentazione del bilancio idrico per i bacini del Sarca, del Chiese e del Noce è stata attuata anche con il supporto del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Trento (DICA), che ha svolto attività modellistiche specifiche sviluppando e personalizzando alle esigenze della Provincia il modello matematico afflussi – deflussi Geotransf. Tale modello ha consentito di simulare vari scenari idrologici di cui i principali sono lo scenario naturale e lo scenario reale. Per ciascuno degli scenari simulati, sono state quindi ricostruite le portate medie giornaliere fluenti naturalmente nei corsi d'acqua alla chiusura dei singoli sottobacini computazionali considerati nel modello che sono poi state ordinate sotto forma di curve mensili di durata.

Nella successiva fase intermedia è stato promosso lo sviluppo del bilancio idrico per i rimanenti bacini di primo livello (Adige, Avisio, Brenta, Cison, Vanoi, Fersina e Astico) e secondari (Cordevole, Senaiga, Illasi, Isarco).

Anche in questa fase intermedia, lo studio dei bacini di primo livello è stato approfondito mediante la modellazione matematica che ha permesso di simulare, per ognuno di essi, sia gli scenari implementati nella fase di sperimentazione che scenari ulteriori. Di questi ultimi il principale è lo scenario reale attuale, che consiste nella modellazione dell'assetto derivatorio (derivazioni e restituzioni) e dei rilasci previsti dal PGUAP dalle opere di presa delle GDI a decorrere dall'1 gennaio 2009.

Analogamente a quanto fatto nella fase sperimentale, per ciascuno degli scenari simulati e per ogni sottobacino computazionale sono state ricostruite le portate medie giornaliere e le relative curve di durata.

La fase a regime, infine, ha permesso l'allineamento temporale e il successivo aggiornamento dello studio per tutti i bacini esaminati.

L'aggiornamento in via preliminare del bilancio idrico è stato adottato dalla Giunta provinciale con deliberazione n. 1297 di data 1 luglio 2013 ed in via definitiva con deliberazione n. 1996 del 27 settembre 2013.

Il bilancio restituisce una fotografia della disponibilità idrica attuale, che caratterizza i bacini e i corsi d'acqua provinciali, in relazione agli utilizzi in corso e al deflusso minimo vitale (DMV) previsto dal Piano Generale di utilizzazione delle acque pubbliche (PGUAP) e riporta considerazioni specifiche sulla qualità dei corpi idrici, raffrontate alle loro portate.

Con l'adozione definitiva del bilancio idrico la Giunta ha infine acquisito gli strumenti per stabilire i valori del deflusso minimo vitale che dovranno essere applicati alle derivazioni idriche in essere entro il 31 dicembre 2016, i

quali dovranno essere determinati, per ciascun ambito idrografico omogeneo, entro il limite massimo stabilito dalla mappa allegata al piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche. Di conseguenza andranno anche definite le modalità procedurali e i tempi di adeguamento dei disciplinari delle concessioni in essere.

Particolare attenzione dovrà essere prestata in futuro all'equilibrio del bilancio idrico: la Giunta provinciale dovrà definire i corsi d'acqua sui quali non possono essere concesse nuove derivazioni idriche per motivi quantitativi/qualitativi, nonché predisporre dei criteri da utilizzare per valutare le nuove domande di derivazione che riguardino corsi d'acqua di particolare interesse. Inoltre, se l'equilibrio risulterà compromesso, la Giunta dovrà predisporre un provvedimento con le azioni necessarie per ripristinarlo.

3.3.2 Provincia Autonoma di Bolzano

Anche la Provincia Autonoma di Bolzano, in virtù della propria autonomia statutaria, ha proceduto ad una prima valutazione del bilancio idrico all'interno del territorio provinciale, nell'ambito del progetto di Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche, approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 704 del 26 aprile 2010, verificandone l'equilibrio alla scala dei bacini idrografici del fiume Adige, del fiume Danubio, del fiume Piave e dei rispettivi sottobacini.

Il bilancio idrico si compone delle seguenti cinque voci principali:

- a) la "portata attuale" che indica la risorsa idrica attualmente disponibile, determinata con l'ausilio di modello idrologico.
- a) i "prelievi attuali" sono dati dai valori medi mensili dei consumi idrici dovuti agli utilizzi attualmente in essere, nonché le modifiche del regime idrologico riconducibili alla gestione dei bacini artificiali.
- b) la "portata naturale" è la risorsa idrica naturale, determinata a partire dalla risorsa disponibile, tenendo conto dei prelievi attuali.
- c) i "prelievi futuri" stimano l'evoluzione prevista, nei prossimi anni, dei consumi idrici a seguito degli usi antropici e delle modifiche al regime idrologico.
- d) la "portata di bilancio" rappresenta, infine, la risorsa idrica disponibile in futuro, cioè i volumi idrici che verranno mediamente garantiti, nei singoli mesi dell'anno.

La Figura 63 riporta lo schema di bilancio idrico valutato per la porzione del bacino dell'Adige ricadente all'interno dei confini del territorio provinciale.

Bacino idrografico Fiume Adige in Provincia di Bolzano (7375 km ²)	Portate medie mensili (m ³ /s)												Q _{med} [m ³ /s]
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	
Portata attuale dato idrologico	78,96	72,80	77,36	96,91	225,40	290,00	255,45	184,94	153,03	159,09	135,65	95,02	152,05
Prelievi attuali													
agricoltura m ³ /s	0,00	0,00	0,00	4,51	6,96	13,83	13,39	9,64	5,53	2,68	0,00	0,00	4,71
altri usi m ³ /s	0,26	0,29	0,16	0,21	0,29	0,44	0,43	0,35	0,28	0,21	0,27	0,26	0,29
accumulo/rilascio invasi m ³ /s	-8,93	-13,75	-12,82	-4,34	9,22	28,78	10,96	10,88	-0,79	-4,11	-6,43	-9,44	
Portata naturale	70,29	59,35	64,71	97,29	241,87	333,06	280,23	205,82	158,06	157,87	129,49	85,85	157,05
Prelievi futuri													
agricoltura m ³ /s	0,00	0,00	0,00	5,45	8,08	16,05	15,53	11,18	6,42	3,11	0,00	0,00	5,48
altri usi m ³ /s	0,36	0,40	0,17	0,22	0,31	0,47	0,45	0,37	0,30	0,22	0,37	0,36	0,33
accumulo/rilascio invasi m ³ /s	-8,93	-13,75	-12,82	-4,34	9,22	28,78	10,96	10,88	-0,79	-4,11	-6,43	-9,44	
Portata di bilancio	78,86	72,70	77,35	95,96	224,27	287,77	253,29	183,38	152,13	158,65	135,55	94,93	151,24
Differenza (sit. attuale e futura)	-0,09	-0,10	-0,01	-0,95	-1,13	-2,24	-2,16	-1,56	-0,90	-0,44	-0,10	-0,09	-0,81

Figura 63 - Schema di bilancio idrico per la porzione del bacino idrografico del fiume Adige che ricade nel territorio della Provincia di Bolzano (Fonte: Progetto di Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche della Provincia di Bolzano)

In osservanza delle norme di attuazione dello Statuto spetta all'Amministrazione provinciale di provvedere al monitoraggio idrometeorologico, alle osservazioni climatologiche, alla gestione e aggiornamento del catasto dei ghiacciai e all'espletamento di tutti gli adempimenti connessi a tali attività.

La Provincia Autonoma provvede, inoltre, al controllo di qualità, all'archiviazione e all'analisi dei dati raccolti, nonché all'automazione dei sistemi di acquisizione e gestione degli stessi, garantendone l'interscambio con le istituzioni statali, regionali e interregionali secondo criteri di ottimizzazione che non pregiudichino l'efficienza del sistema e non diversifichino eccessivamente le fonti e i canali informativi.

Al fine del miglioramento delle conoscenze idrologiche alla scala dei bacini oggetto di Piano, la Provincia autonoma di Bolzano promuove altresì l'installazione di stazioni di monitoraggio idrometrico, complete di misura dei deflussi, in posizioni idonee prossime alla loro chiusura e su eventuali altri corsi d'acqua, il cui monitoraggio sia utile alla definizione del regime idrologico dei singoli sottobacini.

Al fine della definizione del bilancio idrico complessivo per il rispettivo bacino idrografico, le strutture organizzative provinciali e le Autorità di bacino interessate assicurano reciprocamente la disponibilità, il trasferimento e il costante aggiornamento dei dati in loro possesso.

3.3.3 Studi di bilancio condotti dall'Autorità di bacino del fiume Adige

Il territorio del bacino idrografico del fiume Adige, come quello degli altri fiumi del Distretto Alpi orientali, è caratterizzato da un sistema complesso di utilizzazione delle acque che non possono essere trascurate nella formulazione di un corretto bilancio. Nella parte montana si crea il deflusso e sono localizzati i grandi bacini di accumulo, la parte valliva è interessata dalle grandi derivazioni ad uso irriguo e potabile, mentre nella parte centrale, in corrispondenza del cambio di pendenza dell'alveo del fiume, si trovano i più importanti impianti idroelettrici ad acqua fluente.

Predisporre un bilancio idrico superficiale per il bacino del fiume Adige presuppone dunque la costituzione di un articolato data base georiferito che contenga sia le informazioni geometriche del bacino e della rete idrografica che le informazioni dei deflussi naturali e la conoscenza delle opere idriche di derivazione e di utilizzazione.

Naturalmente questo si basa sulla collaborazione dei diversi Enti che agiscono sul territorio dello stesso bacino, considerando che le Province di Bolzano e Trento hanno competenza in materia di gestione delle risorse idriche ai sensi del Decreto 463/1999.

Sulla base di questi presupposti l'Autorità di Bacino dell'Adige ha promosso nel 2008 una collaborazione con il CUDAM dell'Università degli Studi di Trento per costituire un adeguato quadro conoscitivo dell'uso della risorsa ed ulteriori attività inerenti la costruzione di un modello completo per la gestione e la pianificazione del bilancio idrico.

Lo studio si è posto l'obiettivo di integrare per la parte veneta del bacino i bilanci idrici definiti dalle Province Autonome nei rispettivi territori e costituire dunque l'elemento di continuità tra le diverse realtà che compongono il bacino stesso.

L'attività sviluppata ha consentito di tracciare un bilancio idrico di primo livello, impostato sul quadro conoscitivo della situazione esistente (schematizzazione della rete idrografica principale, i principali affluenti, i canali artificiali, i prelievi d'acqua e le diverse stazioni di misura) e sull'analisi statistica dei dati storici monitorati dalle stazioni di misura, e di prefigurare alcune prime ipotesi di intervento.

L'autorità di bacino del fiume Adige ha recentemente avviato un'attività di approfondimento relativa al bilancio idrico della parte veneta del bacino tramite applicazione modellistica e procedendo all'acquisizione di dati di prelievo idrico in tempo reale.

3.3.4 Il bilancio idrico dei fiumi Astico-Posina e Leogra

Il fiume Astico con il suo principale affluente del bacino montano, il torrente Posina, e il torrente Leogra sono ricompresi nel bacino idrografico dei fiumi Brenta-Bacchiglione

L'Amministrazione provinciale di Vicenza, nell'ambito delle proprie competenze, ha sviluppato due distinti studi di bilancio idrico uno per il sistema Astico-Posina e l'altro per il torrente Leogra. La finalità è stata quella di giungere, in tali sotto-bacini, ad una più appropriata definizione della portata di DMV, superando in tal modo l'indicazione resa nel merito dal Piano di tutela delle acque della Regione Veneto, secondo quanto previsto all'art. 42, comma 4, *"in sede di prima applicazione"*.

Per quel che riguarda il torrente Leogra è stato svolto un censimento dei prelievi in atto lungo l'intera asta principale caratterizzata da portata di concessione maggiore di 40 l/s. Sulla base di tale attività ricognitiva è stato effettuato il bilancio idrico tramite applicazione di un modello semi-concettuale con scala temporale mensile (scendere a una scala di maggior dettaglio è stato valutato poco significativo, data la limitata disponibilità di dati necessari alla taratura dei risultati). L'asta principale è stata suddivisa in tratti sulla base dell'individuazione dei nodi in corrispondenza dei punti di chiusura dei singoli sottobacini. Sono stati così evidenziati i tratti fluviali maggiormente in sofferenza dal punto di vista quantitativo.

Per quanto riguarda il fiume Astico e il torrente Posina le valutazioni relative al bilancio e quindi alla reale disponibilità di risorsa idrica (considerando gli sfruttamenti già esistenti e l'esigenza della sua tutela qualitativa) sono state condotte per ciascun tratto di asta principale dove presente una derivazione e con riferimento a tre diversi scenari idrologici corrispondenti ai valori di portata Q183, Q274 e Q355 (rappresentanti rispettivamente la portata presente in alveo almeno 183 giorni, almeno 274 giorni e almeno 355 in un anno e scelti in quanto rappresentativi delle caratteristiche idrologiche del fiume Astico). Questo ha consentito di definire i tratti a maggior criticità per quanto riguarda la risorsa disponibile in relazione agli usi e a sviluppare degli scenari ipotizzando diversi valori di portata rilasciata in corrispondenza dei diversi punti di prelievo.

3.3.5 Studi di bilancio condotti dall'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico per il bacino del Piave e per il bacino del Brenta-Bacchiglione

Il bacino del fiume Piave rappresenta uno dei bacini, nell'ambito del territorio distrettuale, dove più forte è la conflittualità tra gli usi della risorsa idrica.

Per tale motivo, nella seconda metà degli anni '90 l'Autorità dei fiumi dell'Alto Adriatico, all'epoca da poco costituita, ha promosso l'elaborazione di uno specifico Piano stralcio per la gestione della risorsa idrica nel bacino del Piave.

Lo strumento di pianificazione, definitivamente approvato con D.P.C.M. del 21 settembre 2007, è supportato, nella definizione del quadro conoscitivo, da un modello di bilancio a parametri concentrati su base temporale mensile.

La maggior consistenza di dati idro-meteorologici resasi disponibile nell'ultimo quindicennio consente di affinare ulteriormente il quadro conoscitivo in considerazione delle mutate condizioni climatiche (quindi della diversa disponibilità naturale della risorsa idrica) e dell'aggiornamento degli usi, valutando la possibilità di adottare una diversa scala temporale (decadica o addirittura giornaliera).

Un altro bacino idrografico afferente all'alto mare Adriatico per il quale è particolarmente intenso l'uso della risorsa idrica per scopi differenti è quello dei fiumi Brenta-Bacchiglione.

Per tale motivo nel 1993 è stata avviata una prima fase di studio con la raccolta delle conoscenze di base del bacino (aspetti geomorfologici, raccolta di dati e classificazione degli utilizzi idrici) seguita dalla schematizzazione del territorio d'indagine per arrivare, tramite un'applicazione modellistica, ad un primo bilancio di larga massima tra la risorsa disponibile e le necessità riconducibili ai diversi usi (civili, industriali, agricoli, idroelettrici...), conclusosi alla fine degli anni '90. Tra il 2006 e il 2009 è stata successivamente svolta un'attività di aggiornamento di tale studio che ha riguardato principalmente i seguenti aspetti:

- modifica dello step di calcolo da mensile a decadale (con sviluppo di un algoritmo di trasformazione afflussi-deflussi applicabile alla scala decadale);
- nuova taratura del modello sulla base di dati aggiornati;
- aggiornamento delle concessioni ad uso irriguo
- definizione della portata di deflusso minimo vitale in corrispondenza dei diversi nodi di calcolo sulla base della normativa vigente
- creazione di un apposito algoritmo per la simulazione dei processi di scambio tra acque superficiali e falde sotterranee.

Per fare ciò è stato utilizzato il modello già predisposto nella fase precedente affinando la possibilità di simulazione di diversi scenari e la riproduzione dei meccanismi di gestione dei bacini artificiali del fiume Brenta e del torrente Cisonon.

3.4 Ulteriori iniziative in atto e successivi sviluppi nell’ambito del secondo ciclo di pianificazione

3.4.1 Costituzione di un web-gis dei prelievi

In occasione della redazione del report ex art. 5 della Direttiva 2000/60, curata dall’Autorità di bacino dell’Alto Adriatico in collaborazione con le Amministrazioni del distretto, è stata svolta un’attività di raccolta di dati relativi ai prelievi idrici che ha dato vita a due banche dati distrettuali: una relativa ai prelievi da acque sotterranee l’altra ai prelievi da acque superficiali (v. Figura 65, a titolo esemplificativo). Tale attività, tra l’altro, è in linea con quanto previsto dal documento “WFD Reporting Guidance 2016” elaborato dalla Commissione Europea circa i contenuti del Piano e la successiva reportistica da produrre entro marzo 2016, che raccomanda agli Stati membri di includere nella relazione di piano o negli eventuali documenti di accompagnamento, tra gli elementi conoscitivi riferiti al pertinente territorio distrettuale, anche un registro di tutti i prelievi delle acque superficiali e sotterranee.

Inoltre, una piattaforma GIS dei dati relativi ai prelievi idrici, da rendere disponibile alla consultazione via web da parte di tutte le Amministrazioni che partecipano a vario titolo nel procedimento autorizzativo/concessorio, avrebbe lo scopo di concretizzare quel quadro informativo richiesto dalle Autorità comunitarie a scala di bacino per la valutazione degli impatti cumulativi, laddove non ancora disponibile.

Nelle banche dati delle diverse Amministrazioni sono presenti alcuni campi che riportano informazioni ricorrenti.

Sulla base, quindi, delle informazioni comuni presenti nei diversi database e di quanto si è ritenuto necessario essere presente in una banca dati, finalizzata anche ad un’attività di bilancio idrico, è stato creato un elenco minimo di attributi associati a ciascun prelievo che costituiscono le informazioni direttamente visualizzabili. In Figura 64 è rappresentata una tabella contenente tali attributi riferita ai soli prelievi da acque superficiali. In essa sono presenti anche campi che fanno riferimento ai contenuti del presente Piano tra i quali: il codice distrettuale del corpo idrico su cui insiste il prelievo (COD_CI), lo stato ecologico dello stesso (Stato_eco), lo stato chimico (Stato_chim), se il corpo idrico a rischio di non raggiungimento, o meno, dell’obiettivo definito dalla DQA (Rischio), l’Amministrazione competente sullo specifico corpo idrico (Comp) e le coordinate del punto di prelievo (X e Y). Tali campi possono costituire elemento di sintesi e di facile consultazione da parte delle diverse Amministrazioni circa i contenuti del Piano di gestione laddove non già disponibili.

ID	ID_fonte	TIPO	USO	Q_MED	Q_MAX	Corso_d_ac	COD_CI	Stato_eco	Stato_chim	Rischio	Comp	X	Y

Figura 64 – Banca dati distrettuale dei prelievi da acque superficiali. Attributi associati ad ogni punto di prelievo da acque superficiali.

Sulla base di quanto sopra riportato risulta evidente che la maggior parte di questi attributi “minimi” sono già disponibili nelle banche dati delle varie fonti. Per quanto riguarda il campo “tipo”, secondo il quale si distingue se si tratta di un punto di presa o di restituzione, esso è riportato solo in due banche dati (Veneto e Friuli Venezia Giulia); si ritiene valga la pena mantenere tale informazione nella banca dati distrettuale anche se è un dato disponibile solo in parte. In termini di bilancio idrico, infatti, l’acqua prelevata a scopo idroelettrico, quindi turbinata e poi restituita, anche se in certi casi ciò avviene a diversi chilometri più a valle o in un altro corso d’acqua dello stesso bacino idrografico, ha effetti solo a scala locale e costituisce invece invariante a scala di bacino idrografico. Quindi considerando tutte le finalità con cui si costruisce tale banca dati, compresa quella di costituire base di partenza per l’attività di bilancio idrico, si sceglie di tenere l’informazione relativa all’acqua restituita al bacino anche se disponibile in forma parziale.

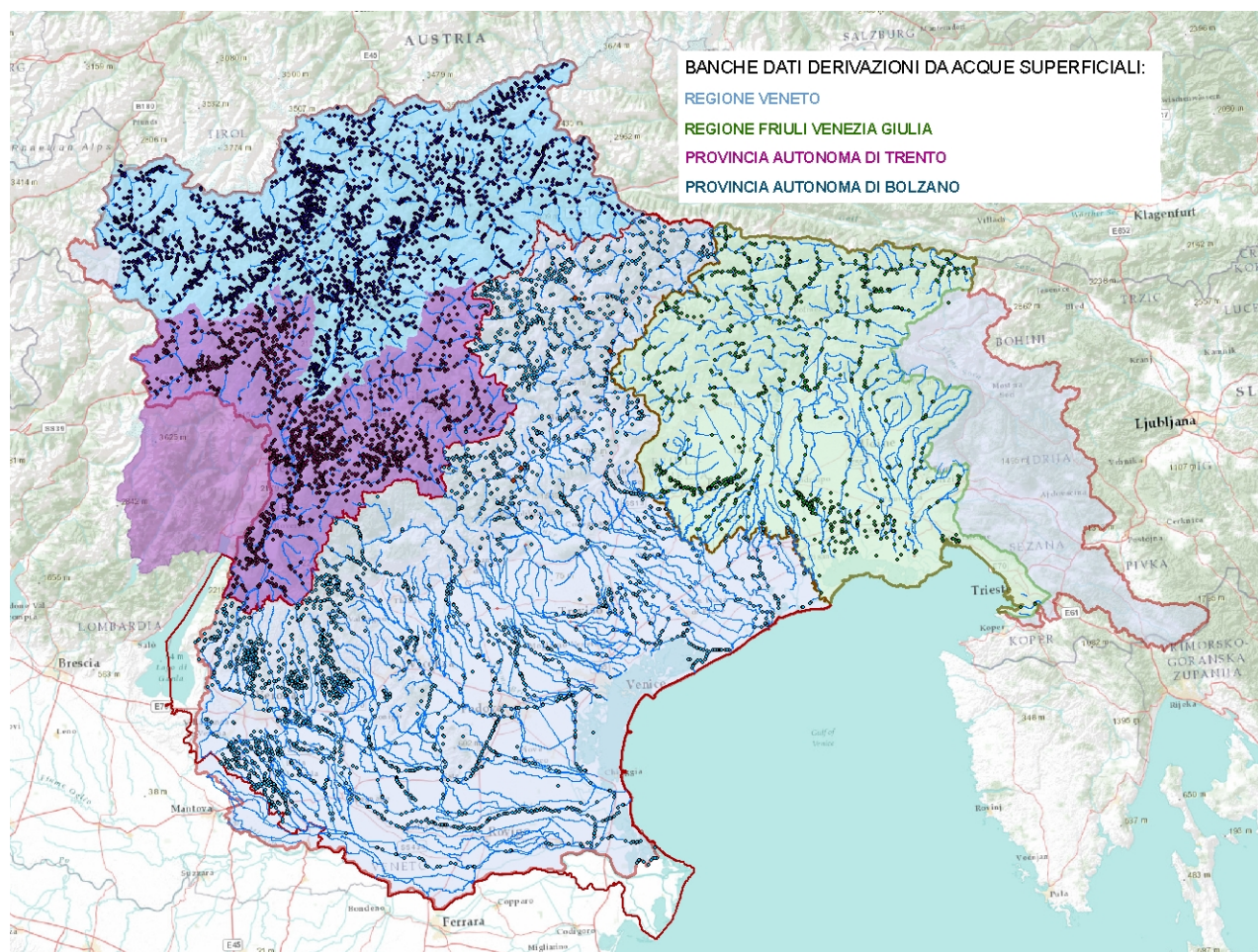


Figura 65 Rappresentazione cartografica dei dati disponibili presso l'Autorità di bacino dell'alto Adriatico relativi a derivazioni da corpi idrici superficiali nel Distretto delle Alpi orientali.

E' stato quindi implementato un Web-gis, cioè una pagina web interattiva con tali dati georiferiti, che al momento della redazione del presente Piano è in fase di test. Sarà da definire con le Amministrazioni distrettuali per quali utenti e secondo quali modalità rendere pubblica la relativa pagina.

Per l'aggiornamento e la manutenzione delle banche dati sopra descritte si profilano due possibili soluzioni operative. La prima consiste nel creare un collegamento diretto tra i campi contenenti i dati sopra riportati e i corrispettivi campi presenti nelle banche dati di origine, gestite dalle Regioni e le Province Autonome, mediante l'utilizzo di servizi Web Map Service (WMS). Per poter operare secondo tale modalità è necessario che le Amministrazioni proprietarie dei dati attivino appositamente questo specifico servizio. Allo stato attuale solamente la Regione Friuli Venezia Giulia ha reso disponibile tale servizio per i propri dati e il sistema è al momento in fase di test. In prospettiva si intende estendere questa modalità di aggiornamento dei dati anche alle altre Amministrazioni del Distretto. Tale opzione sarebbe senza dubbio preferibile in quanto consentirebbe un aggiornamento costante dei dati tramite il collegamento diretto tra le banche dati gestite dalle Amministrazioni stesse e la piattaforma Web-gis a scala distrettuale.

Nel caso in cui, per motivi diversi, risultasse non attuabile questa soluzione, l'alternativa sarebbe la periodica trasmissione da parte delle Autorità concedenti dei dati aggiornati (seconda soluzione).

3.4.2 Portate concesse

In Tabella 28 sono riassunte le portate concesse suddivise tra le diverse Amministrazioni del Distretto. I dati relativi alle due Province Autonome sono riferiti alla somma dei prelievi concessi sia da acque superficiali che sotterranee mentre per le due Regioni si fa riferimento ai prelievi da sole acque superficiali.

Determinante	Provincia di Bolzano	Provincia di Trento	Regione Friuli Venezia Giulia	Regione del Veneto	Totale
Agricoltura	35,14	10,24	88,51	229,78	363,66
Sviluppo urbano	7,36	9,67	1,03	9,99	28,05
Idroelettrico	603,76	458,56	310,67	1224,90	391,71
Industriale	3,30	3,84	2,30	1,86	11,30
Ittiogenico	2,09	4,48	77,92	25,56	110,05

Tabella 28 Portate medie concesse dalle diverse Amministrazioni del Distretto Alpi orientali suddivise per determinante (v. annex 1c del documento "WFD Reporting Guidance 2016") ed espresse in m^3/s .³

Poiché nella disciplina delle concessioni le Amministrazioni distrettuali hanno declinato i diversi utilizzi secondo diverse nomenclature, in Tabella 29 si riportano le corrispondenze tra gli usi definiti da ciascuna Amministrazione e i cinque determinanti riportati nella prima colonna di Tabella 28.

Ambito amministrativo		Agricoltura	Sviluppo urbano	Idroelettrico	Industriale	Ittiogenico	
PROVINCIA DI BOLZANO	Irriguo	x					
	Irriguo scorrimento	x					
	Antibrina	x					
	Abbeveraggio	x					
	Antincendio		x				
	Potabile		x				
	Domestico		x				
	Industriale					x	
	Industriale termico					x	
	Industriale-agricolo					x	
	Piscicoltura						x
	Neve artificiale					x	
	Scopo vario			x			
	Bagni rustici			x			
	Acqua minerale			x			
	Acqua termale			x			
	Forza motrice				x		
FRIULI VENEZIA GIULIA	Idroelettrico			x			
	Igienico		x				
	Industriale				x		
	Irriguo	x					
	Ittiogenico					x	

³ Per la Provincia Autonoma di Trento si è fatto riferimento alla banca dati provinciale aggiornata al 31.12.

Per la Provincia Autonoma di Bolzano si è fatto riferimento alla Delibera di Giunta Provinciale n. 1508 del 9.10.2014.

Per la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia si è fatto riferimento all'Allegato 2 della Delibera di Giunta Regionale n. 2641 del 30.12.2014.

Per la Regione del Veneto si è fatto riferimento ai dati raccolti in occasione della stesura del report ex art. 5 della Direttiva 2000/60 (fotografia al 2010) successivamente aggiornati ad ottobre 2015 da parte degli uffici regionali dei geni civili, con la collaborazione dell'autorità di bacino dell'alto Adriatico.

Ambito amministrativo		Agricoltura	Sviluppo urbano	Idroelettrico	Industriale	Ittiogenico
	Ornamentale		x			
	Potabile		x			
PROVINCIA DI TRENTO	GDI			x		
	Agricolo	x				
	Altro		x			
	Civile		x			
	Idroelettrico			x		
	Industriale				x	
	Innevamento				x	
	Ittiogenico					x
VENETO	Energia idroelettrica			x		
	Irriguo	x				
	Potabile		x			
	Igienico		x			
	Industriale				x	
	Ittiogenico					x
	Innevamento				x	
	Altri usi		x			

Tabella 29 – Usi delle portate concesse dalla diverse Amministrazioni distrettuali e determinanti (secondo la lista di cui all' annex 1c del documento "WFD Reporting Guidance 2016")

Dai dati riportati in Tabella 28 si evince che i maggiori prelievi sono quelli legati alla produzione di energia idroelettrica e all'attività agricola. Risultano piuttosto consistenti anche i prelievi per uso ittiogenico mentre di entità inferiore quelli finalizzati agli usi civili e industriali. Vale la pena evidenziare che la derivazione per uso idroelettrico tende ad ottimizzare la risorsa in quanto la portata derivata, convogliata in condotte e turbinata, è pari a quella restituita senza perdita di volumi idrici.

3.4.3 Prime valutazioni sui consumi irrigui

Le recenti "Linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo" emanati dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali assegnano alla banca dati SIGRIAN (Sistema Informativo per la Gestione delle Risorse Idriche utilizzate in Agricoltura Nazionale), già costituita nei primi anni 2000, la funzione di raccogliere sistematicamente e periodicamente i dati relativi ai volumi prelevati dai Consorzi irrigui sull'intero territorio nazionale. Le modalità di quantificazione dei volumi irrigui spettano alle Regioni mentre la gestione della banca dati è in capo a CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria).

Numerosi Consorzi già assicurano l'implementazione della predetta banca dati, attraverso la comunicazione dei volumi irrigui annualmente prelevati, vautandoli sulla base di sistemi di misura o desumendoli mediante stima in base alle superfici irrigate.

La Tabella 30 sintetizza i dati raccolti per l'anno 2009 ed al 2014 (dati mancanti nei due anni per alcuni prelievi sia da acque superficiali che da acque sotterranee).

Va evidenziato che in tale quadro non sono ricompresi i dati relativi all'auto-aprovvisionamento (diffuso soprattutto laddove non è presente il servizio irriguo) che tuttavia costituiscono solo una piccola frazione del consumo irriguo totale.

Si osserva inoltre che alcune opere di presa servono più consorzi irrigui. Per questo motivo nella prima colonna di Tabella 30 in certi casi sono riportati più Consorzi.

I dati in argomento, attribuiscono ai Consorzi irrigui della Regione Veneto un prelievo, in termini volumetrici, di circa 3 miliardi di m³; tale dato è sostanzialmente congruente con il volume di concessione, che si attesta attorno

ai 4 miliardi di mc; molto più modesto il dato relativo ai Consorzi irrigui del Friuli Venezia Giulia, stimato nell'ordine dei 600 milioni di m³ in un anno. In entrambi i casi si prescinde da eventuali volumi di risorsa prelevata per ulteriori usi (per esempio quello idroelettrico) disgiunti dalla funzione irrigua.

Consorzio di Bonifica	Regione	Volumi prelevati da acque superficiali (m ³)		Volumi prelevati da acque sotterranee (m ³)	
		2009	2014	2009	2014
Bassa Friulana	Friuli Venezia Giulia	-	12 466 000	-	17 953 046
Cellina Meduna	Friuli Venezia Giulia	239 447 777 *	-	-	-
Ledra Tagliamento	Friuli Venezia Giulia	193 503 168	-	65 463 552	3 822 336
Pianura Isontina	Friuli Venezia Giulia	64 800 000	-	-	-
Acque Risorgive	Veneto	76 024 181	-	6 998 400	1 843 551
Adige Euganeo	Veneto	188 543 054	-	1 573 183*	-
Adige Po	Veneto	91 956 039	-	-	-
Acque Risorgive-Piave	Veneto	-	230 000 000	-	-
Adige Euganeo-Alta Pianura Veneta-Bacchiglione	Veneto	-	467 173 440	-	-
Alta Pianura Veneta	Veneto	62 480 160	-	2 423 520	-
Bacchiglione	Veneto	-	112 103 320	-	-
Brenta	Veneto	-	58 320 000	-	84 697 421 *
Delta del Po	Veneto	27 514 620	-	-	-
Piave	Veneto	-	579 829 840	-	-
Veneto Orientale	Veneto	-	138 550 000	-	-
Veronese	Veneto	775 180 768	-	339 314 *	-

* valore stimato sulla base della portata di concessione

Tabella 30- Volumi idrici per uso irriguo prelevati dai Consorzi di bonifica e irrigazione delle due regioni del Distretto (Veneto e Friuli Venezia Giulia) per gli anni 2009 e 2014 (Fonte: CREA - Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria)

Il dato relativo all'acqua prelevata costituisce un elemento indispensabile per l'attività di predisposizione di bilancio idrico nell'ambito del bacino idrografico. Tale attività sarà svolta a partire dai bacini idrografici del territorio distrettuale caratterizzati da periodiche situazioni di criticità legate ai prelievi, per i quali quindi è più forte la conflittualità degli usi, e non sia stata ancora avviata una specifica attività di bilancio idrico o sia essa da aggiornare in quanto datata (es. bacino idrografico del Piave).

Lo strumento conoscitivo del bilancio idrico consente anche la possibilità di rivalutare i parametri di portata ed il regime gestionale delle concessioni esistenti, se funzionali al perseguimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici.

3.4.4 Attività di revisione/integrazione del bilancio idrico

A tale proposito l'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico sta predisponendo lo sviluppo di un software per il calcolo del bilancio idrico a scala di bacino idrografico, in corrispondenza dei nodi della rete dei corpi idrici definita in base alla Direttiva 2000/60/CE.

Il modello, di tipo concettuale, semi-distribuito e continuo, consente la ricostruzione pluriennale degli andamenti spaziali e temporali di tutte le principali componenti del bilancio idrologico superficiale e idrogeologico, coerentemente con le osservazioni già disponibili e in corso di nuova acquisizione.

Simultaneamente allo sviluppo del software è in corso l'attività di integrazione dei dati necessari per la definizione del sistema fisico al fine di una riproduzione più accurata possibile dei fenomeni indagati.

Le simulazioni effettuate con l'applicazione del modello riguardano tutti i processi che compongono il ciclo idrologico (precipitazione nelle forme solida e liquida, accumulo e scioglimento nivale, evapotraspirazione, deflussi superficiali, subsuperficiali e profondi).

Gli idrogrammi calcolati in corrispondenza delle sezioni dei corpi idrici superficiali in uscita dal bacino montano vengono utilizzati come input per modellare l'interazione tra questi corpi idrici e quelli sotterranei; in particolare la dinamica delle acque sotterranee viene rappresentata attraverso il codice di calcolo MODFLOW che consente di risolvere con metodi numerici l'equazione in tre dimensioni che governa il moto delle acque sotterranee.

Il sistema permette di predisporre il bilancio idrico corrispondente a uno scenario "naturale" (assenza di usi antropici) o "reale" e quindi tenendo conto degli invasi esistenti, delle derivazioni idroelettriche, dei prelievi ai fini potabili, irrigui ed industriali ma anche degli scarichi ed eventuali trasferimenti d'acqua interni o esterni al bacino idrografico consentendo quindi elaborazioni di analisi di bilancio e di utilizzazione delle risorse idriche e valutazioni di tipo stagionale (siccità). Una prima applicazione di tali modelli avverrà sul bacino pilota del fiume Brenta e potrà essere successivamente estesa ad altri bacini individuati secondo i criteri sopra richiamati (scarsa disponibilità di risorsa idrica e conflittualità degli usi).

4 Allegato 1 – Contributo dell'Amministrazione Regionale sul mercurio nelle acque marine e di transizione del Friuli Venezia Giulia

Tra le sostanze pericolose presenti nell'ambiente acquatico del Friuli Venezia Giulia il mercurio (Hg) riveste un interesse significativo sotto il profilo ecotossicologico e sanitario. Il metallo pesante Hg, infatti, è caratterizzato da un complesso ciclo biogeochimico (Mason et al., 1993; Ullrich et al., 2001). Negli ambienti acquatici il Hg, presente a livello del sedimento e delle acque interstiziali, può essere trasformato nella sua forma organo-metallica più tossica, il metilmercurio (MeHg), forma metilata particolarmente mobile, facilmente bioaccumulabile dagli organismi filtratori e biomagnificabile lungo l'intera catena trofica. L'esposizione sub-acuta al Hg porta a disturbi caratterizzati da atassia, parestesie alle mani e ai piedi, debolezza dei muscoli, indebolimento del campo visivo, danni all'udito e disordine mentale fino ad alcune forme di autismo (Adams et al., 1983; Crespo-López et al., 2007; Li et al., 2010; Crespo-López et al., 2011).

I tenori di Hg nei sedimenti a livello dell'area mediterranea sono caratterizzati da valori di fondo più elevati (~ 0,10 mg/kg; Bacci, 1989) rispetto a quelli naturali riportati su scala mondiale che si attestano attorno ai 0,05 mg/kg (Hans Nelson et al., 1975). Questa peculiarità è una diretta conseguenza della presenza di estesi depositi cinabreriferi, i più importanti dei quali sono situati in Almaden (Spagna), Monte Amiata (Italia) e Idrija (Slovenia), e, in misura secondaria, dall'attività geotermica e vulcanica sia superficiale che sottomarina. In aggiunta, un'importante attività industriale diffusa ha contribuito negli ultimi 100-150 anni all'aumento degli apporti del metallo a livello dell'intero bacino mediterraneo.

In particolare già alla fine degli anni '70, prendendo in considerazione l'area del Nord Adriatico, è stato evidenziato come i sedimenti siano caratterizzati da una contaminazione con un gradiente di concentrazione positivo sud-nord (Donazzolo et al., 1981; Ferrara & Maserti, 1992). I valori massimi sono raggiunti a livello del Golfo di Trieste, bacino semichiuso caratterizzato da uno scarso ricambio di acqua e di materiale in sospensione. È stato chiarito che la principale fonte del contaminante è in relazione al particolato in sospensione trasportato dal Fiume Isonzo (Soča in Sloveno). È infatti noto che durante il suo decorso fluviale quest'ultimo riceve degli importanti apporti da parte del torrente Idrija, il quale drena i terreni mercuriferi presso l'abitato di Idrija (Slovenia Occidentale). In questo sito più di 5 milioni di tonnellate di roccia, essenzialmente sotto forma di cinabro (HgS) e di Hg elementare, sono state escavate nel corso di 500 anni di attività mineraria con conseguente contaminazione dei suoli circostanti e dei sedimenti fluviali (Gosar et al., 1997; Figura A1).

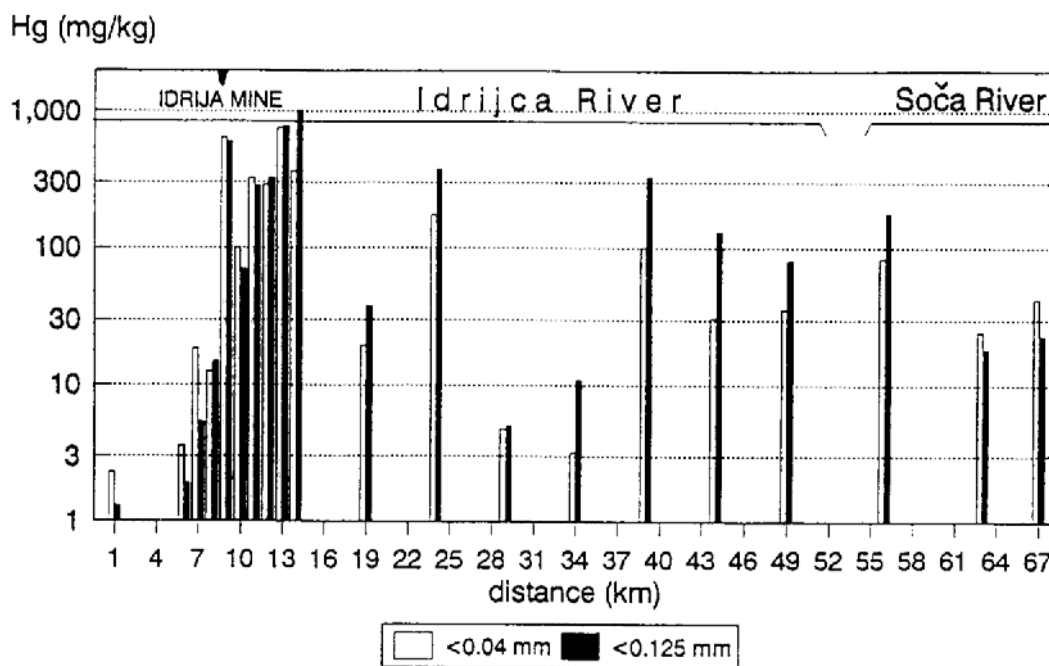


Figura A1 - Contenuto di Hg in mg/Kg s.s. nei sedimenti fluviali del bacino dell'Isonzo (settore sloveno) distinto in 2 classi granulometriche distinte. Tratta da Gosar et al. (1997). Nb: Soča River = Fiume Isonzo

Alcune stime piuttosto accurate evidenziano l'ingente quantità di Hg disperso nell'ambiente. Secondo alcuni Autori solamente il 73 % del Hg estratto è stato recuperato, laddove il resto è stato disperso nell'ambiente circostante sotto forma di Hg gassoso, emesso durante i processi di arrostitimento, successivamente ridepositatosi con le precipitazioni umide e come ganga dei residui di lavorazione. Nei sedimenti fluviali dell'Idrija sono stati riscontrati valori compresi fra i 100 e i 300 mg/kg con massimi che superano i 1.000 mg/kg (Gosar et al., 1997) e l'area è ancora attiva nel rilascio di Hg (Hess, 1991; Rajar et al., 1997), con stime annuali approssimativamente pari a 1,5 tonnellate (Širca & Rajar, 1997). Recentemente Kocman et al. (2011) e Dizdarevič (2001) affermano che le quantità di Hg in gioco siano ancora maggiori: secondo gli Autori 12 milioni di tonnellate di roccia sono state escavate ricavando 100.000 ton di Hg elementare e 7.000 ton di cinabro. Durante le operazioni di arrostitimento del minerale più di 35.000 ton di Hg sono state disperse nell'ambiente, principalmente sotto forma di Hg₀ e come residui di lavorazione rilasciate sulle sponde fluviali dell'Idrija. Di conseguenza le attività minerarie risultano in una significativa contaminazione dell'ambiente circostante con la presenza di Hg in acque, suoli, sedimenti fluviali e biota (Dizdarevič, 2001).

Il Golfo di Trieste rappresenta il primo accettore del Hg legato alle portate solide e liquide isontine a livello costiero (Horvat et al., 2009). La quantità di Hg trasportato dall'Isonzo, sia in forma disciolta che solida, è superiore a quella osservata in altri sistemi contaminati e la sua dispersione avviene periodicamente, in quantità anche considerevoli, soprattutto durante gli eventi di piena fluviale nei periodi tardo primaverili ed autunnali (Covelli et al., 2007). Nello stesso studio gli Autori evidenziano che il Hg associato al materiale in sospensione si disperde lungo una direttrice prevalente sud-ovest, che favorisce l'ingresso nella laguna di Marano e Grado e che la maggior parte dell'apporto terrigeno si correla alla frazione siltosa fine (8 - 16 µm) presente nel corpo d'acqua superficiale.

Considerando tutti gli studi pregressi condotti nel Golfo di Trieste a livello della matrice sedimento sono stati riscontrati valori massimi compresi tra i 25 e i 30 mg/kg (in prossimità della foce isontina) con un evidente decremento ad andamento esponenziale dalla foce verso il mare aperto (Kosta et al., 1978; Bussani & Princi, 1979; Faganeli et al., 1991). Tale distribuzione è ben evidenziata dalle isolinee nella Figura A2 relative alla concentrazione del Hg nei sedimenti superficiali (Covelli et al., 2001) e dalla rappresentazione grafica di Figura A3.

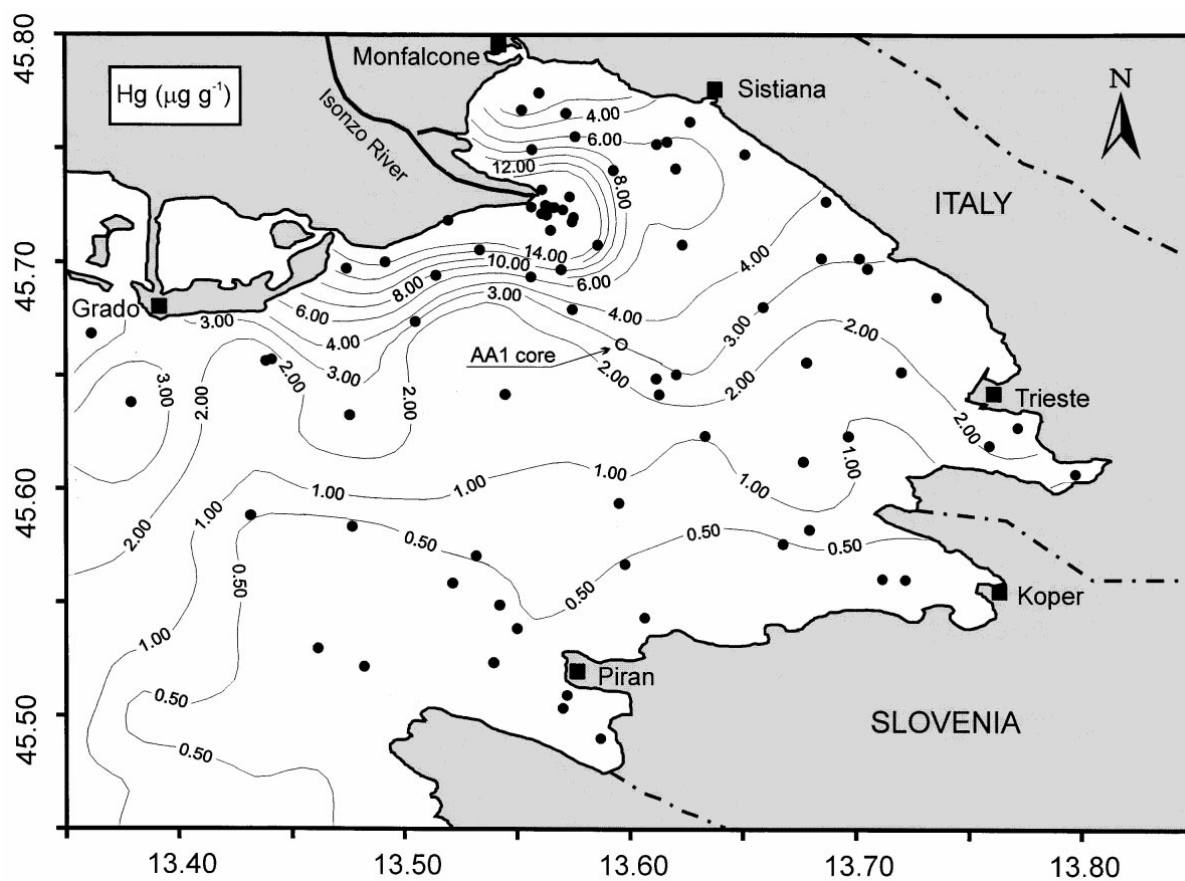


Figura A2 - Distribuzione del Hg nei sedimenti superficiali del Golfo di Trieste. La rappresentazione è stata ottenuta per mezzo dell'algoritmo di Krieging con dati comprendenti anche i lavori di Bussani & Princi (1979), RAFVG (1985) Faganeli et al. (1991), Ferrara & Maserti (1992) e Brambati (1997). Tratta da Covelli et al., (2001)

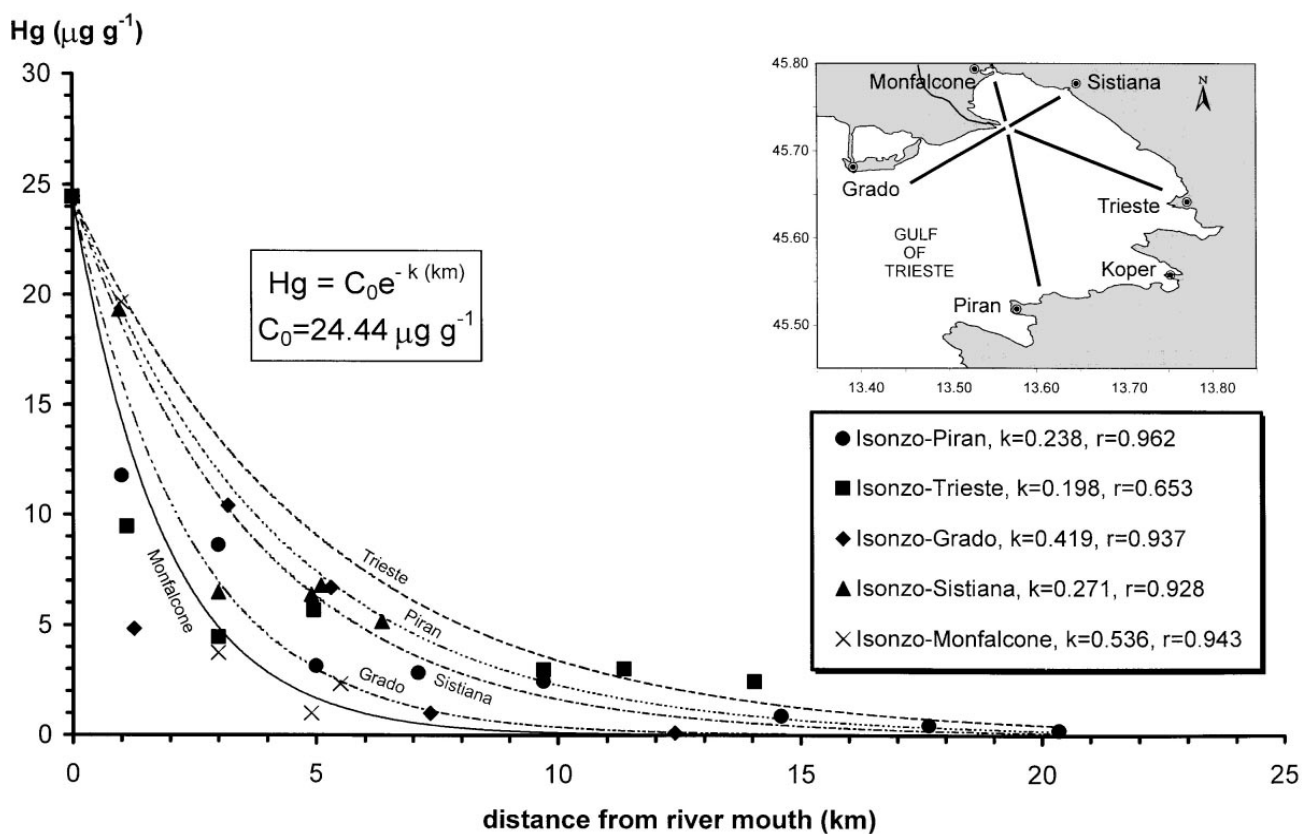


Figura A3 - Decremento della concentrazione del Hg nei sedimenti superficiali in funzione della distanza dalla foce isontina (Covelli et al., 2001)

Sempre nello stesso lavoro gli Autori riportano che lo spessore di sedimento interessato dalla contaminazione può arrivare sino a 90 cm; inoltre una prima stima del probabile valore di fondo naturale si assesta su $0,13 \pm 0,04$ mg/kg. Dall'analisi del contenuto di Hg e dal valore del tasso di sedimentazione su 4 carote campionate nel Golfo di Trieste si può ipotizzare che il picco massimo di apporti mercuriferi nel bacino possa risalire al 1913-1914 (Figura A4).

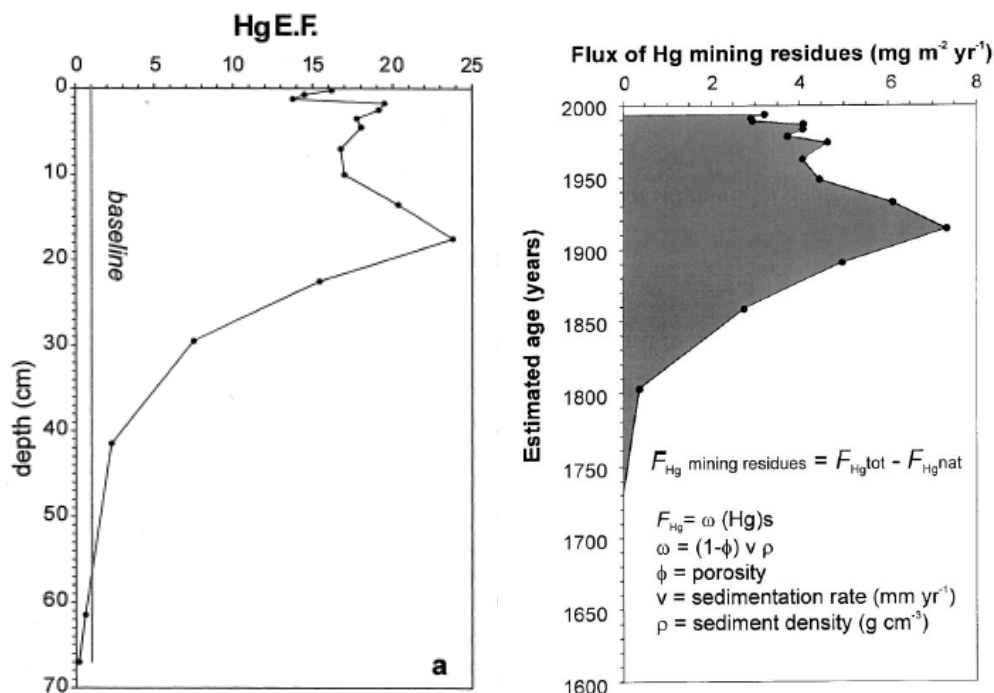


Figura A4 - Fattore di arricchimento del Hg (Hg E.F.) nei sedimenti recenti della stazione AA1 (centro del Golfo di Trieste) e stima del flusso di Hg relativo all'attività mineraria di Idrija vs dato stimato della deposizione. Tratta da Covelli et al. (2001)

Il Hg nei sedimenti siltoso-sabbiosi in prossimità della foce fluviale isontina e nei lidi costieri ad essa adiacenti, è presente in forma detritica (cinabro, HgS) fino ad 1 m circa di profondità (Biester et al., 2000), mentre nell'area centrale del Golfo di Trieste la dispersione del metallo è associata a particelle più fini, quali il silt e l'argilla, probabilmente sotto forma adsorbita sulla superficie dei minerali argillosi e/o parzialmente complessato dai colloidali e dalla sostanza organica (Covelli et al., 2001). Nella colonna d'acqua, il Hg è prevalentemente associato al particolato in sospensione, quindi scarsamente mobile, mentre nella fase disciolta è più reattivo e potenzialmente riciclabile nei processi biogeochimici (Faganeli et al., 2003). Le concentrazioni più elevate di MeHg nella colonna d'acqua e nei sedimenti sono state individuate in aree anche distanti dalla foce fluviale isontina.

Nell'ultimo studio condotto a livello del Golfo di Trieste è stata investigata la mobilità delle specie mercurifere all'interfaccia sedimento-acqua al variare delle condizioni redox (in termini di contenuto di ossigeno, pH, Eh) in due siti caratterizzati da diversi tenori del metallo (Emili et al., 2011). Gli esperimenti hanno evidenziato come la mobilità del Hg e della sua forma organica più tossica MeHg, siano scarsamente rilevanti in condizioni di buona ossigenazione, mentre al verificarsi dell'ipossia, i flussi all'interfaccia siano più consistenti. Al contrario, all'instaurarsi di un contorno chimico – fisico nella norma, le concentrazioni di entrambe le specie diminuiscono probabilmente a causa della precipitazione con ossidi di ferro e manganese e alla diminuita attività di metilazione.

Come già introdotto in precedenza, la contaminazione è estesa anche ai sedimenti dell'adiacente laguna di Marano e Grado. In questa area vi è stata anche una seconda significativa fonte di Hg dovuta all'attività di un complesso industriale sito in Torviscosa, dove alla produzione di cellulosa e fibre tessili, avviata attorno agli anni '20, è stato affiancato un impianto cloro-soda a partire dal 1949 (RFVG, 1991; Marocco, 1995; Brambati, 1997). Lo sversamento incontrollato del Hg utilizzato come catalizzatore nell'impianto, stimato in circa 20 kg giornalieri, è diminuito attorno al 1970 (circa 6 - 7 kg giorno) ed è cessato definitivamente nel 1984 in seguito all'adozione di sistemi di recupero più efficienti. Tuttavia è probabile che lo sversamento complessivo ammonti a non meno di 186.000 kg (Mattassi et al., 1991).

La contaminazione risultante dai due apporti evidenzia un gradiente positivo Est - Ovest (0,61 mg/kg nella zona Tagliamento - 14,01 mg/kg corrispondenti all'area di Grado). Le aree più contaminate sono situate nella zona di Barbana e all'Isola di Lovo, aree immediatamente adiacenti allo sbocco del Canale Isonzato (RFVG; 1991). I

sedimenti compresi tra le foci del fiume Aussa-Corno e il canale di Marano evidenziano valori intermedi (5 - 7 mg/kg), con l'area prospiciente il fiume Stella recante i valori più bassi (2-4 mg/kg). Brambati (1997) sostanzialmente conferma quanto precedentemente riportato e accerta che la contaminazione riguarda almeno uno spessore di sedimento di 30-40 cm. Nello stesso lavoro, parallelamente alla caratterizzazione chimica del sedimento, è stato effettuato un considerevole numero di analisi sugli organismi animali e vegetali a livello della catena trofica lagunare. La variabilità nelle concentrazioni osservate nelle specie acquatiche è stata posta in relazione alle loro caratteristiche trofiche. Ad esempio i mitili (*Mytilus galloprovincialis*) e il *Cerastoderma edule*, organismi tipicamente filtratori, sono caratterizzati da basse concentrazioni; tenori più elevati sono stati determinati nel gamberetto (*Palaemon*), mentre valori molto elevati (media 0,5 - 0,7 mg/kg; max 2 - 3 mg/kg) sono stati osservati nel guatto (*Gobius*) e nel latterino (*Atherina boyeri*). Valori anomali simili a questi sono stati determinati nelle specie ittiche allevate nelle valli da pesca interne alla laguna (ad es. orata, *Sparus auratus* e branzino, *Dicentrarchus labrax*; fino a circa 5 mg/Kg) rispetto ai medesimi esemplari di mare aperto. Lo stesso Autore riporta che, sebbene le condizioni ambientali che caratterizzano le valli da pesca riflettano quelle presenti nel bacino lagunare di appartenenza, il trasferimento del Hg dai sedimenti alla catena trofica nelle valli sia favorito (Brambati, 2001).

Piani et al. (2005) evidenziano che nel Bacino di Buso la maggior parte dei sedimenti presenta, dal punto di vista speciativo, la concomitanza di composti cinabreriferi (derivanti dall'attività mineraria) e non cinabreriferi, che potrebbero essere il risultato del mescolamento dovuto alla dinamica tidale che influenza il bacino. Alla fine del 2004 (RAFG, 2005; Covelli et al, 2009) è stata rilevato che il sistema fluviale Aussa e Corno presentava tenori di Hg associato al particolato in sospensione considerevolmente elevati (C.le Banduzzi, 20 mg/kg), a testimonianza che il flusso potenziale di Hg, pur essendo l'apporto da parte dell'impianto cloro-soda cessato, non può essere trascurato. A tal proposito sarebbe opportuno svolgere un ulteriore accertamento a seguito dell'interdizione della navigazione del Banduzzi disposta dalla magistratura udinese al fine di fermare la risospensione dei sedimenti. A tal proposito va rilevato che il quantitativo di metallo presente in fase disciolta nella colonna d'acqua dei fiumi Aussa e Corno, appare degno di attenzione con valori massimi attorno ai 23 ng/l (comunque inferiori alle concentrazioni massime indicate dalla WFD 2000/60/CE in 60 ng/l).

Considerato l'interesse del Hg quale sostanza pericolosa prioritaria ai sensi della 2000/60/CE (EC, 2000), riguardante un quadro di azione comunitaria in materia di acque, e l'estensione della contaminazione a livello dell'areale marino-costiero regionale, a partire dal 2008 sono state avviate due importanti attività mirate a definire tutti gli aspetti concernenti la distribuzione del Hg, la sua presenza nella colonna d'acqua e il bioaccumulo negli organismi marini.

Da un lato vi è stato il progetto internazionale denominato MIRACLE (*Mercury Interdisciplinary Research for Appropriate Clam farming in a Lagoon Environment*) coordinato dal Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Trieste (responsabile scientifico dott. Stefano Covelli) e finanziato dal Commissario Delegato per l'emergenza Socio-Economico Ambientale determinatasi nella laguna di Marano Lagunare e Grado, sig. G. Moretton, il cui titolo per esteso era: "Messa a punto di un metodo per l'individuazione delle aree da destinarsi alla venericoltura (*Tapes philippinarum*) a minor rischio di contaminazione da mercurio in laguna di Marano e Grado". Il progetto mirava all'acquisizione di nuove conoscenze, attraverso un approccio scientifico sistematico ed altamente specializzato, sul "problema" del Hg nell'ambiente della laguna di Marano e Grado. In particolare, lo scopo finale era l'individuazione di nuove aree idonee da destinarsi alla venericoltura tenendo conto della diffusa contaminazione da Hg a livello dell'intera area lagunare.

Successivamente al progetto MIRACLE il Commissario Delegato per l'emergenza Socio-Economico Ambientale determinatasi nella laguna di Marano Lagunare e Grado, geol. G. Menchini, ha provveduto al completamento della caratterizzazione dei sedimenti lagunari secondo quanto previsto dal "piano di Caratterizzazione ambientale di aree e canali interni alla laguna di Marano Lagunare e Grado e caratterizzazione Canale Banduzzi" (rif. Doc CII-Pr-FVG-GM-07.03) che era stato approvato con la Conferenza di Servizi decisoria del MATTM; del 18 giugno 2008. Il piano ha previsto di caratterizzare i sedimenti della laguna, sia delle piane di marea che interni ai canali lagunari, dal punto di vista chimico-fisico, sedimentologico ed ecotossicologico e ha permesso di avere una conoscenza completa della qualità ambientale grazie alle analisi integrative di bioaccumulo e biomarker.

Di seguito vengono riassunti i risultati principali delle due attività allo scopo di fornire una visione aggiornata della tematica.

4.1 Il Progetto MIRACLE

Come evidenziato dal titolo, lo scopo del progetto MIRACLE (Covelli, 2012) riguardava l'attività di venericoltura a livello lagunare e la sua compatibilità con l'effettiva contaminazione da Hg. Durante le diverse fasi del progetto sono stati investigati i tenori del metallo e della sua forma organica MeHg nel sedimento, la quantificazione della contaminazione stessa, la presenza del metallo nella matrice acqua e nel biota nonché la definizione della sua speciazione e mobilità in relazione ai processi biogeochimici che coinvolgono le comunità batteriche e la loro capacità di trasformare il Hg in MeHg. In Figura A5 viene riportata la mappa con l'area di studio comprendente anche le stazioni di prelievo dei campioni con le relative tipologie di attività svolte (Covelli et al., 2012).

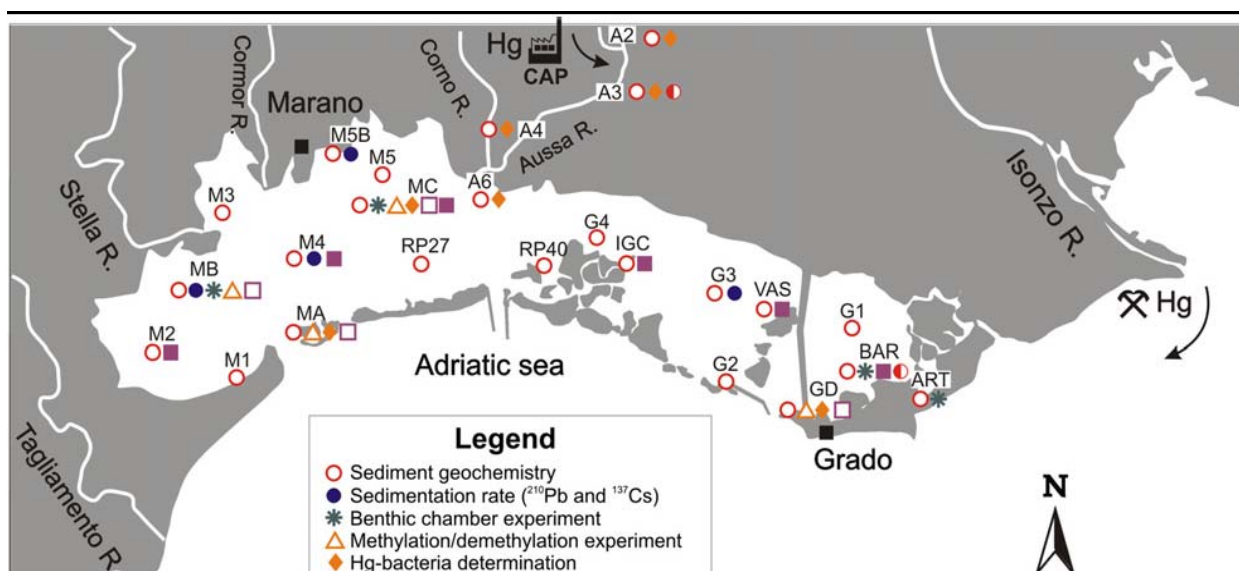
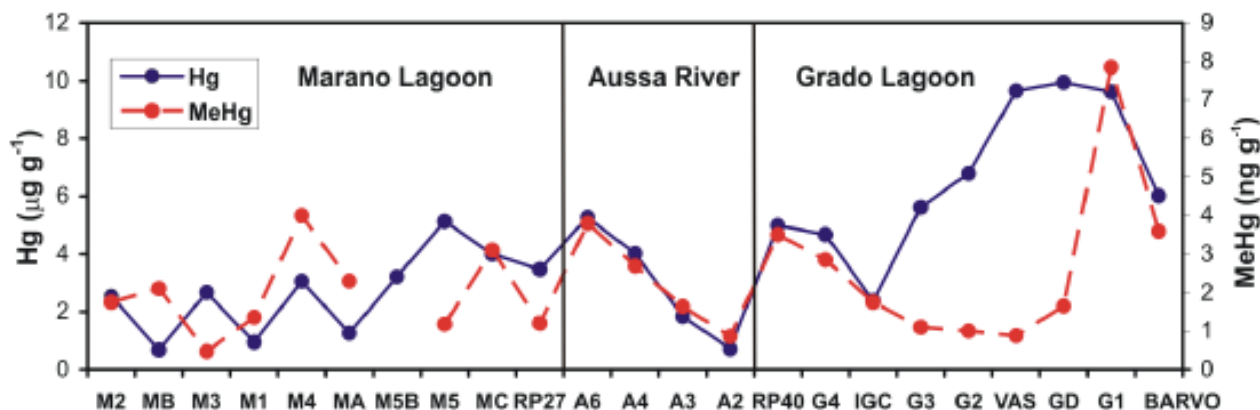


Figura A5 - Mappa relativa ai siti di campionamento e alle attività del progetto MIRACLE (Covelli et al., 2012)

I risultati confermano la presenza del gradiente nella concentrazione a livello di sedimento superficiale con il Hg associato alle particelle più fini ($< 16 \mu\text{m}$; Acquavita et al., 2012a). Tuttavia, nel bacino di Grado i sedimenti risultano talvolta arricchiti in una componente più grossolana, evidenziando come vi sia anche una correlazione tra la percentuale del metallo in forma di solfuri (HgS) e tale frazione. Si tratterebbe di cinabro microcristallino, scarsamente solubile, che si deposita nelle aree a maggior idrodinamismo (Figura A6). Considerando l'intera scala di bacino Grado è caratterizzato da un valore medio di Hg pari a $6,63 \pm 2,70 \text{ mg/kg}$, il quale risulta essere da 2 a 3 volte maggiore rispetto a quello di Marano ($2,69 \pm 1,41 \text{ mg/kg}$).



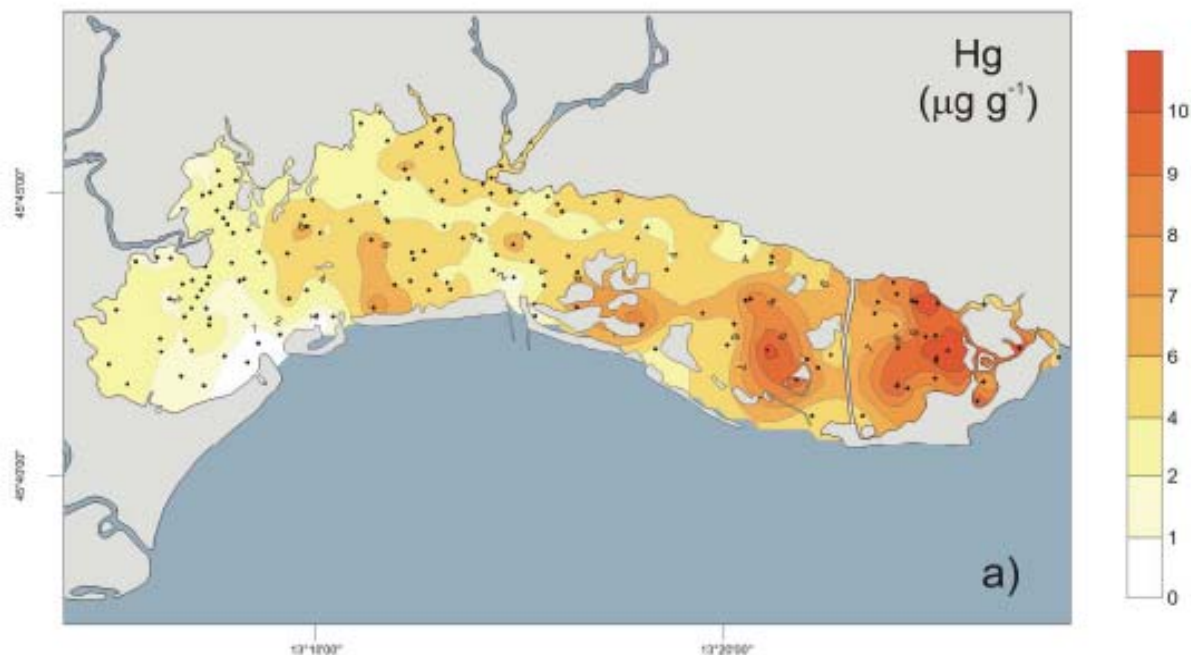


Figura A6 - Concentrazioni del mercurio totale (Hg) e metilmercurio (MeHg) e distribuzione areale del Hg nei sedimenti superficiali della laguna. I dati ($n = 178$) utilizzati per l'interpolazione sono stati ricavati dalla letteratura (RAFVG, 1991; Marocco, 1995; Brambati, 1997; Viso, 2004; Piani et al., 2005)

All'interno del progetto è stato anche investigato il contenuto del Hg nella sequenza sedimentaria prendendo in esame 5 carote relative al settore di Grado e 9 carote relative al bacino di Marano. I valori di Hg nei livelli subsuperficiali evidenziano sempre un netto incremento a partire dai valori di fondo relativi al livello basale delle carote verso la superficie (Figura A7).

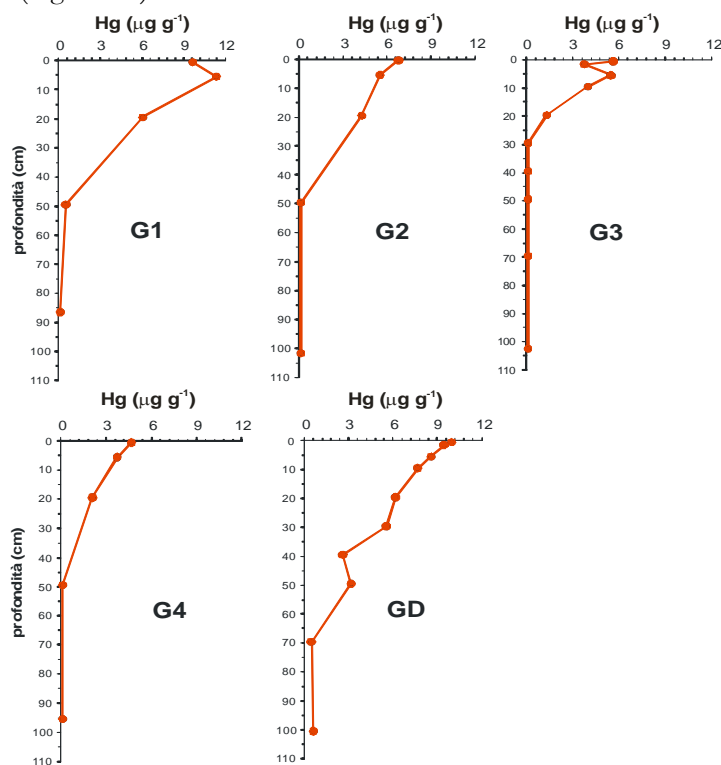


Figura A7 - Concentrazioni del mercurio totale (Hg) lungo la sequenza sedimentaria nelle carote prelevate a Grado

L'incremento è generalmente progressivo e si traduce nell'individuazione del valore di concentrazione più elevato nei primi centimetri di sedimento. I profili descrivono in modo piuttosto chiaro la dinamica della contaminazione storica da Hg che ha affetto i sedimenti dell'intera area lagunare in maniera simile a quelli già osservati nel pro delta del fiume Isonzo e all'interno del Golfo di Trieste (Covelli et al., 2001; 2006). Il valore di fondo naturale ($0,13 \pm 0,04$ mg/kg, Covelli et al., 2006) nelle carote studiate è stato trovato a profondità diverse; in dettaglio valori pre – industriali sono stati trovati già a 19 – 20 cm in alcune stazioni, mentre in altre, tale valore non viene raggiunto neanche a 1 m di profondità (Covelli et al., 2012).

La sequenza sedimentaria del Hg è utile per il calcolo dei tassi di accumulo. A questo scopo una fase del progetto ha previsto lo studio dei profili di porosità, la determinazione del ^{210}Pb e ^{137}Cs e la velocità di sedimentazione. La stima dei tassi di sedimentazione è risultata piuttosto complessa; alla fine per ricostruire la geocronologia del flusso del metallo nell'ambiente lagunare sono stati scelti 4 punti significativi (3 localizzati a Marano e 1 localizzato a Grado; Figura A8).

Core	Surface $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ Bq kg ⁻¹	Max $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ Bq kg ⁻¹	Supported ^{210}Pb Bq kg ⁻¹	Max ^{210}Pb penetration cm	S ^{^{210}Pb} cm y ⁻¹	A ^{^{210}Pb} g cm ⁻² y ⁻¹	Method ^{210}Pb	S ^{^{137}Cs} cm y ⁻¹	Method ^{137}Cs
MB	36.8	43.9	21.2	22	0.12	0.15	CF-CS (6-13 cm) n=5	0.13	onset
M4	32.3	32.3	15.7	8	0.083	0.072	CF-CS (1-8 cm) n=6	-	-
M5B	58.4	96.1	16.4	33.5	0.26	0.24	CF-CS (8-27 cm) n=10	0.48	Chemobyl
					0.41	0.37	CRS (0-5 cm) n=5		
					0.24	0.22	CRS (>5 cm) n=11		
G3	44.2	48.3	16.7	17	0.13	0.097	CF-CS (3-9 cm) n=4	0.11	Chemobyl
								0.13	onset

Figura A8 - Velocità di sedimentazione (S, cm y-1) e tassi di accumulo (A, g cm-2 y-1) calcolati stazione per stazione mediante ^{210}Pb e ^{137}Cs

Ipotizzando l'assenza di rilevanti migrazioni post - deposizionali o rimobilizzazione del Hg dai sedimenti della laguna è stato possibile ricostruire la geocronologia dell'apporto del metallo nei sedimenti recenti. Il primo punto di riferimento è rappresentato dalle indicazioni sull'attività storica dell'estrazione del Hg ad Idrija e sull'attività industriale del polo chimico di Torviscosa.

Il flusso di accumulo del metallo (HgAR) verso il sedimento (mg/m²*anno) è stato determinato attraverso il prodotto della concentrazione di Hg (mg/Kg) nel sedimento (Hg)_s ed il tasso di accumulo delle particelle ω:

$$\text{HgAR} = \omega * (\text{Hg})_s$$

$$\text{con } \omega = (1-\varphi) * S * \rho_s$$

dove φ rappresenta la porosità del sedimento, S è la velocità di sedimentazione in mm/anno e ρ_s è la densità media del sedimento. Il Hg di origine antropica può essere calcolato dalla differenza tra il Hg totale e quello determinato come valore di fondo pre-industriale:

$$\text{HgAR}_{\text{antropogenico}} = \text{HgAR}_{\text{totale}} - \text{HgAR}_{\text{naturale}}$$

Applicando il valore della velocità media di sedimentazione e calcolando il flusso di accumulo del metallo per ciascun livello, tenendo conto della variabilità verticale della porosità e della densità, sono stati ottenuti i profili di Figura A9.

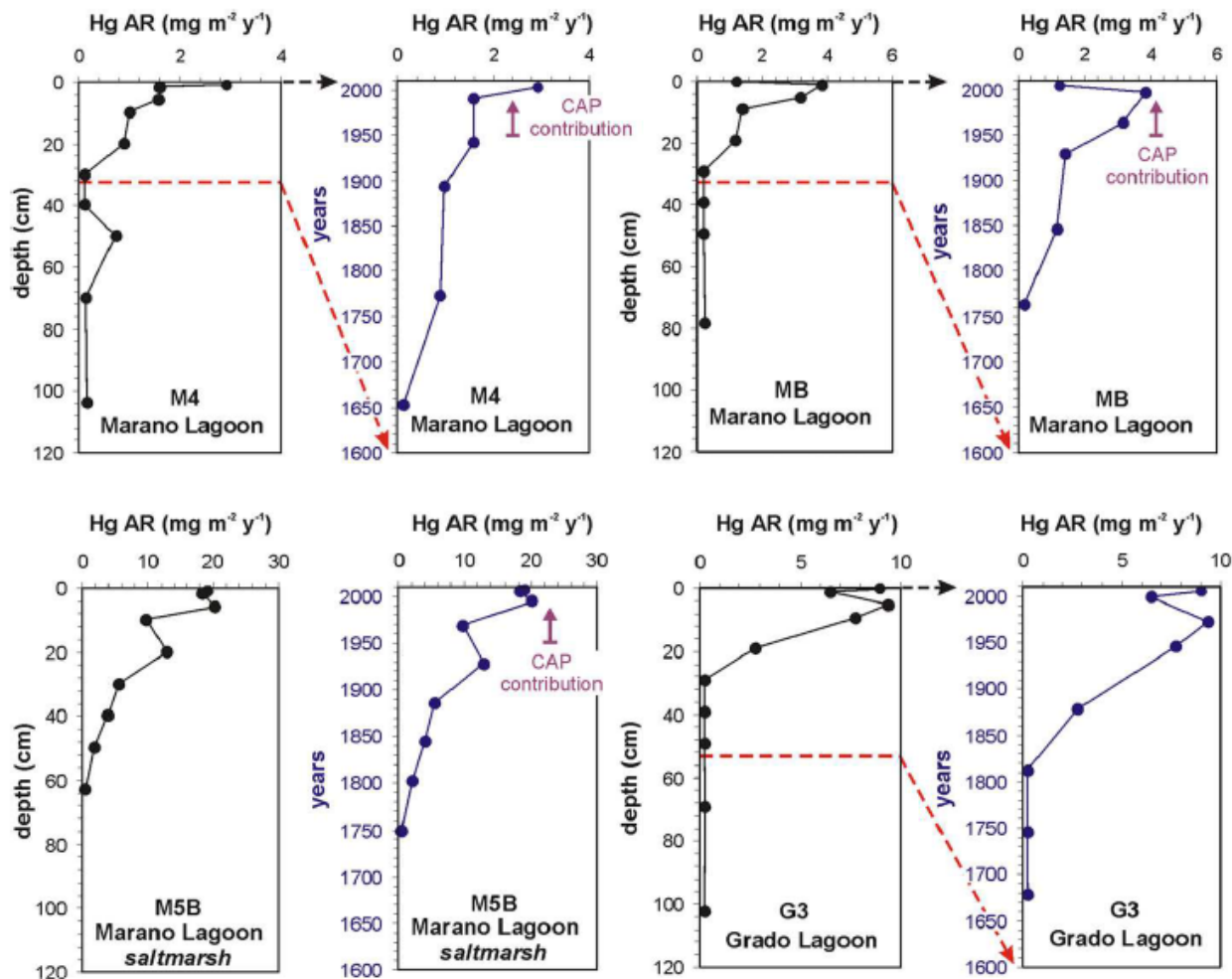


Figura A9 - Stima del flusso di Hg nelle carote di sedimento prelevate in laguna di Marano (M4, MB e M5B) e laguna di Grado (G3). In tali profili, la profondità può anche essere sostituita con un'età calendario stimata e da ritenere "significativamente valida" almeno per gli ultimi 100 - 150 anni. La scala temporale è calcolata sulla base delle velocità di deposizione stimate per ciascuna stazione sulla base dell'attività 210Pb

Dall'analisi dei profili appare chiaro che l'apporto antropico di Hg è stato registrato dai sedimenti lagunari con modalità diverse a seconda del settore preso in considerazione. La data chiave per l'inizio dell'accumulo di Hg in laguna sembra risalire attorno al 1800 per MB, M5B e G3, mentre gli apporti in M4 sembrano essere antecedenti.

A tale proposito è importante formulare alcune considerazioni. Secondo quanto riportato da Mlakar (1974) l'attività mineraria nel Distretto di Idrija risale alla fine del 15° secolo, tuttavia l'arricchimento a livello dei sedimenti lagunari è ascrivibile al 1800 periodo in cui vi è stato un notevole incremento dell'attività. E' probabile, quindi, che la fase precedente sia stata insufficiente, in termini di Hg estratto e disperso nell'ambiente, per evocare un accumulo di Hg quantificabile a livello lagunare. D'altro canto questi due secoli potrebbero rappresentare il tempo necessario affinché il materiale sedimentario raggiunga la laguna e quindi, si potrebbe speculare ipotizzando che, in assenza di nuovi apporti, questo sia il tempo necessario affinché avvenga una autodepurazione del sistema.

L'incremento del flusso del Hg fino al 1950 dovrebbe essere imputabile esclusivamente agli apporti di provenienza isontina in associazione al trasporto dei sedimenti intercettati dai flussi tidali e condotti all'interno della laguna in corrispondenza delle bocche lagunari fino alla bocca più occidentale, quella di Lignano. Successivamente, la presenza del Hg nei livelli più superficiali della sequenza sedimentaria potrebbe essere data dalla sommatoria dei due input, quello minerario e quello industriale. Attualmente, malgrado la chiusura dell'attività mineraria sia avvenuta circa 15 anni fa, non si assiste ad una diminuzione significativa del flusso di Hg all'interno dell'ecosistema lagunare. Infatti, i pur rari eventi di piena fluviale contribuiscono ancora al trasporto

del Hg sotto forma di particellato nel Golfo di Trieste (Covelli et al., 2007). Inoltre, il dilavamento dei sedimenti contaminati nel distretto minerario e la loro periodica risospensione introduce da 200 a 800 kg di Hg in un anno idrologico (Kocman et al., 2009). Perciò, essendo una riduzione degli apporti mercuriferi non prevista in tempi brevi, sarà comunque necessario da parte dei soggetti preposti, lo svolgimento di una attività di continuo monitoraggio riguardante il Hg a livello lagunare e marino.

Un'ulteriore stima del HgAR, comprendente l'intera laguna, è stata fatta considerando il contenuto di Hg nel livello più superficiale (0-1 cm) e estendendo i tassi di sedimentazione calcolati all'intero bacino. I risultati indicano che l'HgAR è quasi ordine di grandezza più elevato nella laguna di Grado (Figura A10).

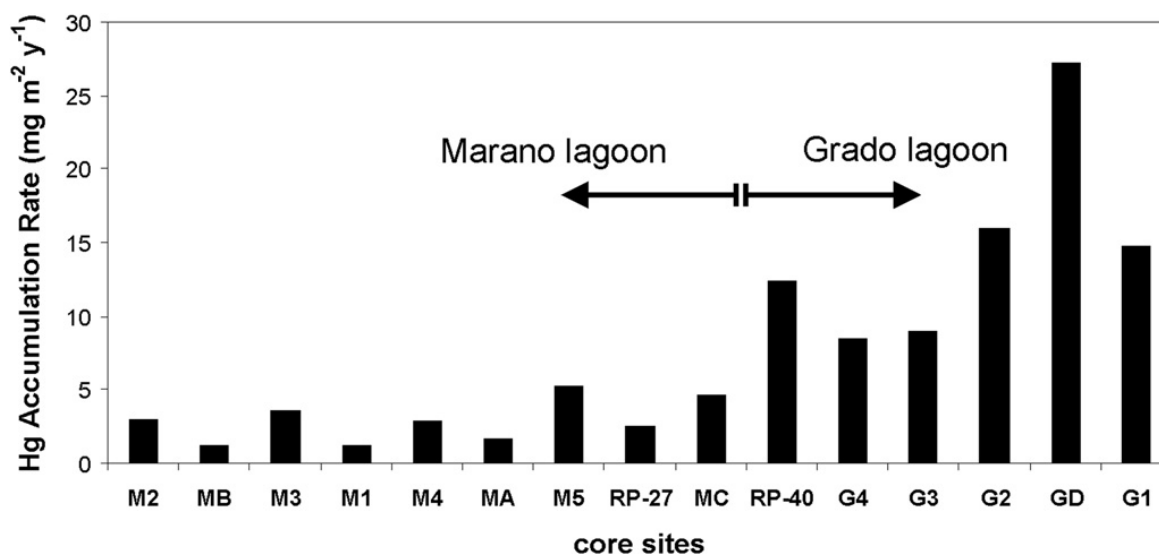


Figura A10 - Stima dei flussi annuali (tassi di accumulo) di Hg, calcolati per tutti i siti investigati (0 - 1 cm). Tratta da Covelli et al. (2012)

I valori di flusso ottenuti per il settore di Grado sono inferiori rispetto a quelli calcolati per il delta dell'Isonzo da Covelli et al. (2006), pari a 31,49 mg Hg m²/anno, mentre nelle zone più orientali del Golfo di Trieste i flussi sono inferiori (1,77 – 4,23 mg Hg m²/anno).

In aggiunta alla stima dei flussi è stato calcolato anche l'inventario cumulato del Hg, che permette di quantificare l'ammontare di metallo accumulatosi nel sedimento a seguito dei naturali processi di sedimentazione in una superficie pari a 1 m² (Kolak et al., 1998). In particolare, se al valore di Hg determinato si sottrae il fondo naturale è possibile calcolare l'inventario antropogenico, in questo caso quello conseguente all'inizio dell'attività mineraria, applicando la seguente formula:

$$\text{Hg Inv (mg/m}^2\text{)} = \sum[(\text{Hg}^*)_s * (1-\varphi)\rho_s*d]$$

dove (Hg*)_s è la concentrazione del Hg corretta per il valore di fondo e d è lo spessore di sedimento tra i singoli livelli analizzati in una carota. Il metallo è accumulato prevalentemente nel settore orientale della laguna maggiormente influenzato dagli apporti isontini, tuttavia anche nel bacino di Buso (MC e M5) l'accumulo è stato significativamente influenzato degli apporti provenienti dal sistema Aussa-Corno (Piani & Covelli, 2001) fino alla sospensione dell'attività di navigazione del canale Banduzzi da parte dell'autorità giudiziaria. Sulla base degli inventari di Hg* è stato possibile procedere ad una stima grossolana del quantitativo di Hg accumulatosi nei sedimenti per l'effetto complessivo dell'attività mineraria ed industriale nell'ambito di ciascun sottobacino lagunare. Bisogna sottolineare che è probabile che sia stata operata una sottostima rispetto al reale quantitativo di Hg accumulato nei sedimenti lagunari. Ad esempio, con un numero più significativo di profili di Hg nella sequenza sedimentaria si sarebbe potuto definire con una maggiore approssimazione la variabilità spaziale degli spessori interessati dalla presenza del metallo. Inoltre, nelle aree di barena (~760 ha, 5 % dell'intera superficie lagunare (Fontolan et al., 2012) la dinamica della sedimentazione è diversa rispetto alle piane di marea a causa del maggior tasso di accrescimento e di "effetto trappola" operato dalla vegetazione per le particelle più fini. Non si è potuto tenere conto nemmeno della superficie occupata dai canali lagunari, il cui battente d'acqua è spesso

ridotto per effetto del periodico accumulo di sedimenti con spessori, in relazione alla presenza del Hg, che spesso superano quanto riscontrato per le piane di marea. Tuttavia, questa prima valutazione fornisce un ordine di grandezza dell'effetto "reservoir" della laguna.

In conclusione, tenendo in considerazione l'inventario medio del Hg per singolo sottobacino e la loro superficie stimata da Dorigo (1965), la quantità di Hg intrappolato nei sedimenti lagunari dovrebbe ammontare a circa 251 t (Figura A11). Di queste ~ 140 presenti a Grado e Primero sono da considerare esclusivamente in relazione con l'attività mineraria di Idrija.

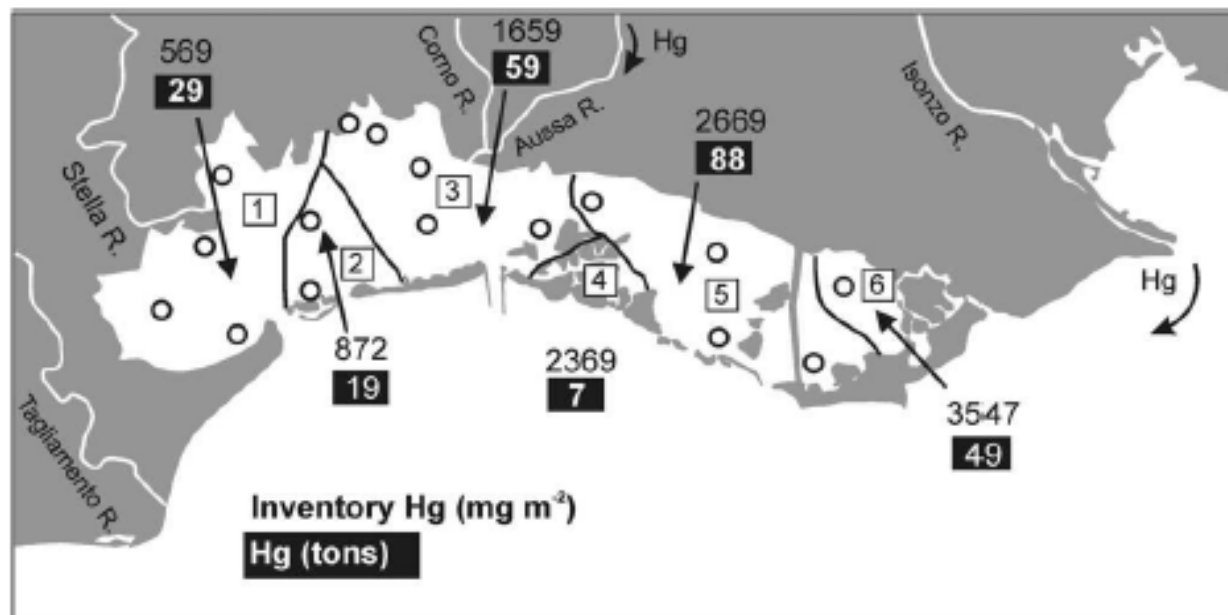


Figura A11 - Inventario del Hg di origine antropica e quantità del Hg seppellito nei sedimenti dei sei sottobacini della laguna di Marano e Grado. Tratta da Covelli et al. (2012)

Stime recenti sul Hg accumulato nella valle del torrente Idrija pari a 2.029 t sono state fornite da Žibret & Gosar (2006), mentre tra la città di Idrija e il delta del Fiume Isonzo dovrebbero essere accumulate ~ 10.000 t (Žagar et al., 2006). Di queste almeno 900 dovrebbero essere seppellite nel Golfo di Trieste (Covelli et al., 2006). La somma di questi tre contributi più le 291 relative alla laguna è pari a 13.180 t, che è ~ 3 volte inferiore rispetto alla quantità di Hg disperso nell'ambiente durante i 5 secoli di attività mineraria (37.000 t; Diždarevič, 2001). E' quindi presumibile che attualmente ci sia una sottostima riguardo al Hg totale accumulato nei sedimenti fluviali, così come quello presente nell'ambiente marino del Golfo di Trieste e lagunare.

A differenza di quanto osservato per il Hg totale, le concentrazioni del metilmercurio (MeHg) sono caratterizzate da una distribuzione spaziale omogenea e paragonabili a quelle riportate in letteratura relative ad altre aree soggette a minor contaminazione da Hg nel Mar Mediterraneo ($2,36 \pm 1,82$ ng/g nello spessore 0 - 1 cm e $0,87 \pm 0,81$ ng/g nello spessore 5-6 cm) come si può dedurre dalla Figura A12 tratta da Acquavita et al. (2012a). I valori più elevati si registrano laddove vi è uno scarso ricambio idrico e di materiale solido, condizioni ideali per i processi di metilazione, e, in linea generale, sono inferiori alle medie osservate nel Golfo di Trieste (Acquavita et al., 2012a; Covelli et al., 2001). Considerando l'insieme dei dati, il MeHg, in analogia a quanto riportato in altri sistemi marino-costieri, rappresenta in media lo 0,08 % del pool di Hg totale (Covelli et al., 2001, 2008; Bloom et al., 2004; Muresan et al., 2007). In questo contesto bisogna anche sottolineare come il contenuto di MeHg sia caratterizzato da variazioni, anche piuttosto importanti, su scala stagionale (Canário et al., 2007; Emili et al., 2012) e quindi come i valori relativi a diversi piani di campionamento possano essere piuttosto variabili.

Location	THg ($\mu\text{g g}^{-1}$ d.w.)	MeHg (ng g^{-1} d.w.)	Authors	Notes
Marano and Grado Lagoon	1.62–10.6	na	Brambati, 1997	Surface sediment (grab and cores). Data refers to the 1992 campaign.
	0.13–6.58	na	Piani et al., 2005	Surface sediment (grab). Central sector (Buso basin).
	0.40–0.57	na	Sfriso et al., 2008	Marano Lagoon.
	9.5–14.4	0.2–17.1	Covelli et al., 2008	Top 0–10 cm surface sediment (core). Grado Lagoon.
	0.68–9.95	0.47–7.85	This study	Top 0–1 cm surface sediment (core). Marano and Grado Lagoon.
Venice Lagoon	0.64–3.41	0.40–1.56	Bloom et al., 2004	Top 0–3 cm surface sediment (core). Northern lagoon.
	0.1–3.4	na	Berto et al., 2006	Top 0–3 cm surface sediment (grab). Southern lagoon.
	<0.1–2.1	na	Bernardello et al., 2006	Top 0–5 cm surface sediment (core). Data refers to the 1998 sampling.
	0.5–4.8	na	Zonta et al., 2007	Top 0–10 cm surface sediment (core). Northern Tresse Island samples are excluded.
	0.10–1.22	na	Sfriso et al., 2008	Central Venice Lagoon.
Pialassa Baiona (Ravenna)	0.13–250	0.13–44.6	Trombini et al., 2003	Top 0–5 cm surface sediment (core).
	11–43	na	Matteucci et al., 2005	Top 0–3 cm surface sediment (core). Southern ponds (2000–2002).
	0.88–38.0	na	Fabbri et al., 2006	Top 0–5 cm surface sediment (core).
	0.37–5.51	na	Guerra et al., 2009	Top 0–5 cm surface sediment (box corer).
	14.4–79.0	2.1–13.04	Covelli et al., 2011	Top 0–7 cm surface sediment (core). Data refers to one sample at Chiaro Magni site.
Northern Adriatic Sea	0.12–1.93	na	Giani et al., 1994	Top 0–2 cm surface sediment (core). Ravenna Harbor entrance.
	0.13–0.51	na	Giani et al., 1994	Top 0–2 cm surface sediment (core). Offshore Ravenna Harbor entrance.
	0.05–0.23	na	Fabbri et al., 2001	Top 0–1 cm surface sediment. Sediment cores collected in front of the Po River delta.
Gulf of Trieste	0.10–23.3	0.2–60.1	Covelli et al., 2001	Top 0–2 cm surface sediment (core).
	<0.4–14.92	na	Acquavita et al., 2010	Top 0–5 cm surface sediment (core).
	0.77–4.02	0.13–1.07	Emili et al., 2011	Top 0–3.5 cm surface sediment (core). Data refer to AA1 and CZ (center of the Gulf).
Kaštela Bay (Croatia)	17.6–74.0	6.05–16.4	Kwokal et al., 2002	Top 0–1 cm surface sediment (core).

Figura A12 - Concentrazioni di mercurio totale (THg) e metilmercurio (MeHg) in sedimenti del Nord Adriatico relativi a studi condotti negli ultimi 15 anni (tratta da Acquavita et al., 2012a)

La presenza nei sedimenti di Hg di origine antropica viene spesso descritta correlandola con descrittori geochimici quali la granulometria, in particolare la frazione più fine, e il contenuto in sostanza organica (Devai et al., 2005; Khwaja et al., 2006; Bengston & Picado, 2008; Vane et al., 2009; Feyte et al., 2010). All'interno della laguna, in particolare nel settore centrale, il Hg è associato con il materiale più fine ($< 16 \mu\text{m}$) quale conseguenza del trasporto e della dispersione del materiale particellato ad una distanza piuttosto importante rispetto alla fonte primaria (foce isontina). Questo comportamento è simile a quello descritto per i sedimenti del settore centrale del Golfo di Trieste (Covelli et al., 2001). Al contrario, il settore di Grado è privo di una correlazione significativa con la frazione $< 16 \mu\text{m}$. Si può quindi ipotizzare che questi siti siano sotto la diretta influenza della foce isontina, dove il sedimento più grossolano è arricchito in Hg (Biester et al., 2000; Covelli et al., 2001) sotto forma di microcristalli di cinabro.

Il comportamento geochimico del MeHg è notevolmente diverso rispetto a quello del Hg, evidenziando come le due forme chimiche siano connesse da complessi equilibri indipendenti tra di loro. Nessuna correlazione significativa è stata evidenziata tra la frazione fine e il contenuto totale, suggerendo che i parametri fisici non influenzano la distribuzione e l'accumulo della forma organicata nei sedimenti lagunari. Da questa considerazione si è ipotizzato che la presenza del MeHg sia regolata da altri fattori (Acquavita et al., 2012a).

Il quantitativo di MeHg che entra in laguna con il particellato sospeso durante la plume fluviale risulta piuttosto modesto (Covelli et al., 2007). Questo significa che la quasi totalità del quantitativo stimato viene prodotto *in situ*, come risultato dell'attività batterica all'interfaccia acqua - sedimento (Covelli et al., 2008; Emili et al., 2011; 2012), come confermato dalle misure dei tassi di metilazione/demetilazione (Hines et al., 2012). In aggiunta, i processi di produzione e degradazione del MeHg subiscono una notevole influenza stagionale come conseguenza della variazione di temperatura del sistema. Le relazioni esistenti tra la speciazione del Hg e i tenori di MeHg sono di difficile interpretazione poiché sedimenti diversi sembrano essere in possesso di diverso potenziale di metilazione (Bloom et al., 2003). Nella laguna di Marano e Grado i tenori di MeHg non sono correlati al pool di Hg nel sedimento. Tra le possibili relazioni una delle più interessanti è rappresentata dal rapporto MeHg/Hg e la % di non-HgS, la quale suggerisce come la biodisponibilità e/o il potenziale Hg utile per i processi di metilazione sia legato alla quantità di Hg associato al sedimento in una forma meno refrattaria.

All'interno del progetto sono stati investigati anche i processi post-deposizionali che coinvolgono le specie mercurifere utilizzando la tecnica delle camere bentiche (Bertuzzi et al., 1997; Covelli et al., 1999, 2008). Il periodo estivo, caratterizzato da una maggiore temperatura potrebbe essere l'ideale per il rilascio delle specie in

soluzione, tuttavia negli esperimenti condotti non sono stati osservati flussi significativi suggerendo che i processi biogeochimici, specialmente nel settore di Marano, non siano particolarmente intensi (Emili et al., 2012).

Considerando che il contenuto finale di MeHg rappresenta la risultante tra due processi (metilazione/demetilazione) sono stati verificati i tassi di metilazione/demetilazione mediante l'uso di traccianti radioattivi. I risultati confermano la presenza di un'attiva metilazione, tuttavia la quantità di MeHg che si trova nel sedimento è inferiore a quanto prevedibile rispetto al contenuto di Hg totale poiché il sito lagunare è caratterizzato da una intensissima attività di demetilazione, la più elevata riscontrata rispetto a studi precedenti (Hines et al., 2012).

Malgrado le sorgenti di contaminazione non siano più attive, i sedimenti del sistema lagunare rappresentano un pool importante di Hg dove avvengono i processi di metilazione (Emili et al., 2012; Hines et al., 2012). Per questo motivo il bioaccumulo a carico delle specie bentoniche deve essere continuamente monitorato in quanto potrebbe essere favorito da fenomeni di bioturbazione e risospensione dovuta a particolari eventi atmosferici o al traffico marittimo. La vongola filippina rappresenta la più importante specie commerciale nella laguna di Marano e Grado (Zentilin et al., 2008) ed essendo un mollusco bivalve filtratore rappresenta un organismo su cui verificare il bioaccumulo di Hg in funzione delle caratteristiche e della qualità del sedimento.

Nei molluschi trapiantati i valori di concentrazione di Hg e MeHg diminuiscono all'aumentare della taglia degli organismi, probabilmente in relazione ad un effetto di diluizione dovuto all'accrescimento; in questo caso il tasso di uptake e quello di clearance si equivalgono (Giani et al., 2012). Durante l'accrescimento si assiste ad una diminuzione della percentuale del MeHg rispetto al Hg, mentre i valori risultano essere più elevati durante il periodo estivo. Ciò è probabilmente dovuto ad una maggiore attività metabolica dei batteri.

4.2 La caratterizzazione dei sedimenti della laguna di Marano e Grado secondo protocollo ICRAM

La caratterizzazione dei sedimenti lagunari, piane di marea e canali (vedi Figura A13), è stata eseguita secondo quanto previsto dal "piano di Caratterizzazione ambientale di aree e canali interni alla laguna di Marano Lagunare e Grado e Caratterizzazione Canale Banduzzi" (rif. doc CII-Pr-FVG-GM-07.03) approvato dalla Conferenza di Servizi decisoria del MATTM del 18 giugno 2008.

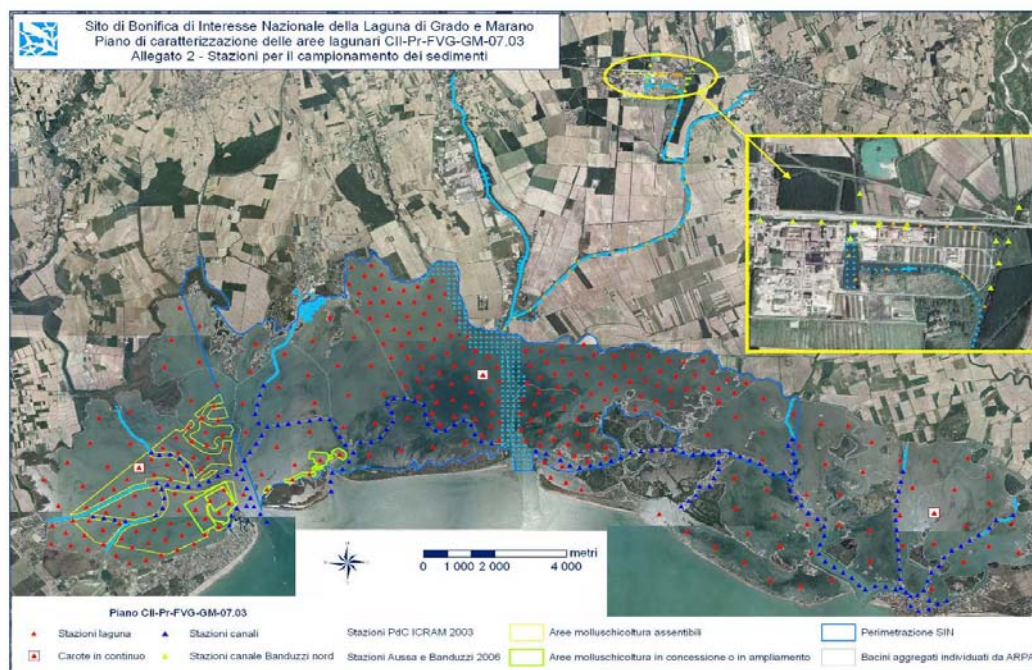


Figura A13 - Area oggetto di indagine e stazioni di campionamento dei sedimenti (Piano di caratterizzazione rif.doc. CII-Pr-FVG-GM-07.03)

Il piano aveva l'obiettivo fondamentale di fornire gli elementi conoscitivi fondamentali per una gestione ecosostenibile dell'ecosistema lagunare, in relazione alla realizzazione dei dragaggi dei canali necessari per consentire la navigazione e per regolare in modo ottimale la circolazione delle acque e l'evoluzione morfo dinamica della laguna.

Inoltre, dalla realizzazione del piano di caratterizzazione sono derivati contributi conoscitivi utili alla gestione dei trend evolutivi e/o alla ricostruzione della morfologia lagunare, alla gestione delle aree protette ed alla gestione in generale delle risorse alieutiche e, non da ultimo fornire elementi utili all'implementazione della Direttiva 2000/60/CE nella laguna di Grado e Marano.

Per realizzare tali obiettivi il piano di caratterizzazione prevedeva tre linee di attività principali:

- 1) la caratterizzazione fisico-chimica e sedimentologica dei sedimenti, con approccio differenziato per canali lagunari, piane di marea e canale Banduzzi nord (canale esterno all'area lagunare, riquadro giallo di figura A13);
- 2) la caratterizzazione integrata chimica, tossicologia e delle comunità bentoniche (approccio TRIADE, vedi figura A20);
- 3) le analisi del bioaccumulo e di indici di stress selezionati (biomarkers, vedi figura A23).

Le analisi delle risposte biologiche, integrate con i risultati delle analisi chimiche sulla matrice sedimento (e/o colonna d'acqua), delle analisi di bioaccumulo e dei saggi ecotossicologici, rappresentano un utile strumento di indagine, riconosciuto anche a livello internazionale, per la valutazione della qualità ambientale. Infatti, le analisi chimiche della matrice ambientale sono essenziali nella determinazione delle concentrazioni dei contaminanti presenti nel sito considerato ma non tengono conto degli effettuali effetti sinergici e dei processi di trasformazione a cui molte sostanze possono andare incontro a causa di fenomeni sia fisici che biologici. L'ecotossicologia (termine coniato da Truhaut nel 1969) è una branca della tossicologia che studia gli effetti biologici dei contaminanti presenti nell'ambiente sugli organismi e sugli ecosistemi naturali. In particolare, l'ecotossicologia acquatica valuta tali effetti utilizzando organismi acquatici appartenenti a diverse classi tassonomiche, rappresentativi della comunità biologica.

Un approccio di tipo ecotossicologico, mediante l'utilizzo di organismi bioindicatori, permette quindi una più completa indagine della qualità ambientale. Gli organismi bioindicatori, oltre ad essere in grado di accumulare nei propri tessuti i contaminanti in funzione della concentrazione presente nell'ambiente (Phillips, 1997), sono in grado di manifestare, con gradualità specifica, uno "stato di sofferenza" in presenza di concentrazioni crescenti di sostanze tossiche.

I saggi biologici e le analisi di bioaccumulo forniscono indicazioni sulla biodisponibilità dei contaminanti e permettono di valutare le possibili interazioni tra i composti chimici di una miscela di inquinanti ed i loro potenziali effetti tossici sui sistemi biologici (Barbour et al., 2000). Lo studio dei biomarker invece permette di valutare i reali effetti biologici determinati da uno stress ambientale in particolare, gli effetti di uno o più contaminanti in una fase precoce di disturbo, prima che le alterazioni si trasmettano a livelli più elevati, consentendo quindi un'eventuale azione preventiva.

Tutti i prelievi e le analisi sono stati effettuati sotto la supervisione di organismi di controllo quali l'ARPA Friuli-Venezia Giulia o l'ISPRA che, assieme all'approvazione del suddetto Piano da parte del Ministero dell'Ambiente, hanno reso questi risultati fondamentali per la valutazione dei contaminanti presenti nei sedimenti lagunari e per l'analisi dei loro effetti sugli organismi.

4.2.1 Risultati della caratterizzazione fisico-chimica e sedimentologica

Per la caratterizzazione fisico-chimica dei sedimenti della laguna sono state prelevate, mediante carotiere, 495 carote totali di sedimento localizzate in canali da sottoporre a dragaggio (172 carote), per ristabilire la quota di navigabilità, e in aree di bassofondo o piane di marea (320 carote di profondità massima pari a 1 metro più 3 carote "in continuo"). Le analisi chimiche sui sedimenti sono state condotte dal Laboratorio Unico Regionale dell'ARPA FVG e consegnate alla Regione Friuli Venezia Giulia (Protocollo in uscita da ARPA FVG N° 0006309-P del 24/02/2014, Protocollo in entrata Direzione Centrale Ambiente ed Energia N° 0006018/A-/LETT del 25/02/2014). Il Laboratorio Unico tra gli anni 2009 e 2012 ha analizzato 663 campioni di sedimento provenienti dai carotaggi sulle piane di marea e 656 campioni dai canali lagunari conformi a quanto previsto dal

Piano di caratterizzazione chimico-fisica e sedimentologica della laguna di Marano Lagunare e Grado a cui si devono aggiungere 41 campioni, prelevati dai basso fondali lagunari mediante benna, e utilizzati per la caratterizzazione integrata di chimica, tossicologia e comunità bentonica con approccio TRIADE.

Nei canali soggetti a dragaggio sono state individuate dal piano 172 stazioni di campionamento (punti blu di figura A13), una ogni 300 m lungo l'asse longitudinale dei canali in cui è stata prelevata una carota di sedimento di diametro pari ad almeno 10 cm e lunghezza variabile, in funzione dello spessore di sedimento da asportare con il dragaggio. Oltre a queste sono state prelevate, ai fini del dragaggio dei canali lagunari che non erano stati ancora caratterizzati, ulteriori 61 carote che rispettavano le caratteristiche richieste dal Piano stesso per la caratterizzazione dei canali e descritte sopra.

Nelle piane di marea è stato predisposto un reticolo di maglie di diverse dimensioni a seconda che ricadessero all'interno o all'esterno di cosiddette aree "di attenzione", ovvero di aree interessate da rilevanti pressioni antropiche e aree di utilizzo attuale, o possibile, per la molluscicoltura. All'interno di ciascuna maglia è stata individuata una stazione di campionamento (punti rossi di figura A13) in cui è stata prelevata una carota di sedimento con diametro pari ad almeno 10 cm e lunghezza pari a 50 cm per l'80% delle stazioni (pari a n. 256) e lunghezza di 1 m per il 20% delle stazioni (pari a n. 64). I 320 carotaggi finali sono stati così ottenuti:

- n. 221 stazioni di campionamento nelle aree di attenzione secondo un reticolo 450 x 450 m;
- n. 99 stazioni di campionamento nelle altre aree lagunari secondo un reticolo 900 x 900 m.

In 3 stazioni di campionamento, localizzate in aree di bassofondo, è stata prelevata una carota aggiuntiva, dove ICRAM ha effettuato delle analisi dettagliate secondo una modalità "in continuo", volta all'individuazione dei valori di riferimento dell'area. Sulle stessa carote ARPA FVG aveva l'incarico di eseguire misure di datazione per cercare di correlare i fenomeni di inquinamento con alcuni riferimenti temporali (in modo analogo a quanto già realizzato nel progetto Miracle precedentemente descritto).

In particolare per le piane di marea da ciascuna carota sono stati ricavati dai due (0-0.25, 0.25-0.50 m) ai quattro campioni (0-0.25, 0.25-0.50, 0.50-0.75, 0.75-1 m) in funzione della rispettiva lunghezza. Il piano poi prevedeva che tutti i campioni corrispondenti ai livelli 0-0.25 m e 0.25-0.50 m fossero analizzati mentre solo il 50% dei campioni corrispondenti ai livelli più profondi (0.50-0.75 e 0.75-1 m) entrasse in analisi (i campioni residui dovevano essere conservati per eventuali analisi integrative)

Il numero totale dei campioni analizzati dalle piane di marea è quindi risultato 704 (di cui 663 provenienti dai carotaggi e 41 dai prelievi con benna), mentre 660 rappresentano i campioni che sono stati analizzati relativamente ai canali navigabili (i campioni per i canali sono stati prelevati ad intervalli di 0-0.5 m per una lunghezza totale delle carote variabile in funzione della profondità del sedimento da asportare con il dragaggio fino ad una lunghezza massima di 4 metri). Vengono riportati, a titolo riassuntivo, nella tabella seguente tutti i campioni prelevati nella laguna di Marano e Grado con le rispettive aree di prelievo, profondità e periodi per un totale complessivo di 1.364 campioni.

area	nome	dal	al	n° campioni	prof max (cm)
canali	Allacciante di S. Andrea	2011	2012	25	250
canali	Aussa Mare	2009	2009	60	200
canali	Canale Anfora	2011	2011	16	200
canali	Canale Cialisia	2011	2012	37	200
canali	Canale Coron	2010	2011	63	250
canali	Canale dé Lustrì	2011	2011	21	250
canali	Canale dei Moreri	2011	2012	4	50
canali	Canale dei Pantani	2011	2011	16	200
canali	Canale della Croce	2011	2011	4	150
canali	Canale della Schiusa	2011	2011	8	50
canali	Canale della Taiada	2011	2012	10	100
canali	Canale delle Mee	2011	2012	10	100

area	nome	dal	al	n° campioni	prof max (cm)
canali	Canale dell'uomo Morto	2011	2011	3	100
canali	Canale di Barbana	2009	2009	25	250
canali	Canale di Belvedere	2011	2012	22	150
canali	Canale di Grado	2011	2011	22	200
canali	Canale di Lignano	2011	2011	5	50
canali	Canale di Marano	2011	2012	51	200
canali	Canale di Morgo	2011	2011	18	100
canali	Canale di San Pietro d'Orio	2011	2011	18	300
canali	Canale Lovato	2011	2011	53	250
canali	Canale Muro	2011	2012	77	400
canali	Canale Secco	2011	2012	11	300
canali	Canale Taglio Nuovo	2009	2009	20	250
canali	Canale Videra	2011	2011	7	50
canali	Canale Zellina	2011	2012	34	350
canali	Taglio Nuovo	2011	2012	20	200
piane	Piane Laguna di Marano e Grado	2010	2011	704	100

Tabella A1 - Campioni analizzati dal laboratorio Unico Regionale dell'ARPA FVG per piane e canali della laguna di Marano e Grado

Secondo quanto previsto dal Piano ICRAM sulla totalità dei campioni prelevati dalle aree lagunari sono stati determinati i parametri riportati nelle colonne relative alla % 100 delle tabelle 2 e 3 (la prima relativa alle piane, la seconda ai canali); su un numero limitato di campioni rappresentativi (pari al 50% dei livelli da analizzare) sono state determinate le concentrazioni dei parametri riportati nelle colonne relative al 50% delle suddette tabelle; infine su un numero più ristretto di campioni pari al 10% sono state determinate le concentrazioni dei parametri riportati nelle colonne di destra.

Parametri analizzati	% dei campioni prelevati da PIANE su cui sono state effettuate le analisi		
	100%	50%	10%
Fisici		Granulometria*	
		peso specifico*	
		contenuto d'acqua	
Chimici	Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco	Selenio e vanadio	Cromo VI PCB congeneri (PCB28, PCB52, PCB77, PCB81, PCB101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB126, PCB128, PCB138, PCB153, PCB156, PCB157, PCB167, PCB169, PCB170, PCB180, PCB189 e loro sommatoria)
		idrocarburi C>12	Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Fenantrene, Pirene, Benzo(a)pirene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(a)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,h)antracene, Fluorantene, Fluorene, Indeno(1,2,3cd)pirene, Crisene
			Tributilstagno (TBT), dibutilstagno (DBT), monobutilstagno (MBT)
		Aldrin, Dieldrin, Endrin, α-	Metilmercurio**

Parametri analizzati	% dei campioni prelevati da PIANE su cui sono state effettuate le analisi		
	100%	50%	10%
		esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano, \square -esaclorocicloesano, esaclorobenzene, sommatoria DDT, o,p'DDT, p,p'DDT, o,p'DDD, p,p'DDD, o,p'DDE, p,p'DDE	Sommatoria diossine e furani e PCB diossina simili (espressa come Tossicità Equivalente)
Chimico-fisici	pH, potenziale redox		
Altri	Azoto, fosforo, carbonio organico (TOC)		
Microbiologici			Enterococchi fecali, Coliformi totali, E. coli, Salmonella, Spore di clostridi solfitoriduttori

Tabella A2 - Dettaglio dei campioni e dei parametri analizzati per le piane della laguna di Marano e Grado. * Analisi eseguite dal laboratorio SELC di Venezia. ** Analisi eseguite dall'Osservatorio Alto Adriatico di ARPA FVG

Parametri analizzati	% dei campioni prelevati da CANALI su cui sono state effettuate le analisi		
	100%	50%	10%
Fisici	Contenuto d'acqua	Granulometria* peso specifico*	
Chimici	Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco	Selenio e vanadio	Cromo VI
		idrocarburi C>12,	PCB congeneri (PCB28, PCB52, PCB77, PCB81, PCB101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB126, PCB128, PCB138, PCB153, PCB156, PCB157, PCB167, PCB169, PCB170, PCB180, PCB189 e loro sommatoria)
		Naftalene, Acenaftilene, Fenantrene, Benzo(a)pirene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(a)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenz(a,h)antracene, Fluorantene, Indeno(1,2,3cd)pirene, Crisene	Acenaftene, Antracene, Pirene,
		Aldrin, Dieldrin, Endrin, α -esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano, \square -esaclorocicloesano, esaclorobenzene, sommatoria DDT, o,p'DDT, p,p'DDT, o,p'DDD, p,p'DDD, o,p'DDE, p,p'DDE	Fluorene,
			Tributilstagno (TBT), dibutilstagno (DBT), monobutilstagno (MBT)
			Metilmercurio**
			Sommatoria diossine e furani e PCB diossina simili (espressa come Tossicità Equivalente)
Chimico-fisici	pH, potenziale redox		
Microbiologici			Enterococchi fecali, Coliformi totali, E. coli, Salmonella, Spore di clostridi solfitoriduttori
Altri	Azoto, fosforo, carbonio organico (TOC)		

Tabella A3 - Dettaglio dei campioni e dei parametri analizzati per i canali della laguna di Marano e Grado. * Analisi eseguite dal laboratorio SELC di Venezia. ** Analisi eseguite dall'Osservatorio Alto Adriatico di ARPA FVG

I risultati analitici sono stati gestiti da ARPA FVG mediante LIMS (Laboratory Information Management System) Eusoft®; le elaborazioni statistiche sono state eseguite mediante l'utilizzo di fogli elettronici Excel® ed

Access® versione 2010, notificate in data 01/09/2014 alla Regione-Direzione Ambiente ed Energia tramite PEC con il seguente protocollo in uscita: arpa/2014/0028406. Inizialmente è stata effettuata la verifica del test di Lilliefors al 99% di probabilità: ciò ha permesso di confermare la presenza di una sola popolazione di dati omogenei e la determinazione del tipo di funzione di frequenza. I modelli che, in base all'attuale esperienza ARPA FVG, rappresentano tutte le casistiche finora riscontrate in campo ambientale sono la funzione di frequenza normale, lognormale e radnormale. Qualora la distribuzione fosse una lognormale o radnormale, si normalizzano i dati rispettivamente mediante trasformazione in logaritmi naturali o radici quadrate. Per l'identificazione degli outliers statistici, che vengono esclusi dal profilo caratteristico e segnalati a parte, si utilizza il test robusto di Huber sui dati normalizzati. Successivamente si costruisce l'istogramma sperimentale dei dati originali esclusi gli outliers, regolando l'ampiezza degli intervalli per trovare un andamento fluido delle frequenze. Quindi si sovrappone all'istogramma la funzione di frequenza utilizzando il modello appropriato già determinato. Infine mediante un processo di best fit consistente nella minimizzazione della somma degli scarti quadratici tra frequenze sperimentali e teoriche del modello, si trova la migliore funzione di frequenza. Il modello viene ritenuto accettabile se il coefficiente di determinazione R² supera il 95%. La funzione di frequenza così determinata viene ritenuta rappresentativa del profilo caratteristico del parametro. I percentili di questa funzione di frequenza si possono utilizzare per stabilire l'appartenenza al profilo caratteristico, al livello di probabilità prescelto.

Visto il numero elevato di parametri analizzati, anche più di 95 per alcuni campioni, si è reso necessario selezionare un set di indicatori dello stato di qualità che potessero descrivere e sintetizzare lo stato chimico dei sedimenti.

La Direttiva 2000/60/CE, recepita dal DM 260/10, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria per le acque, definisce i parametri ed i rispettivi standard di qualità per valutare lo stato chimico di un corpo idrico. In particolare le tabelle 2/A e 3/B del suddetto Decreto individuano per i sedimenti i parametri indicatori ed i relativi SQA_MA (standard di qualità-media annua). Il confronto con queste tabelle ha permesso di individuare, dall'elaborazione della totalità dei dati disponibili distinti per piane e canali, le statistiche riportate in Figura A14.

SOSTANZA	UM	SQA-MA +20%	SQA-MA	TABELLA DM 260/10	area	N°	Min	Max	Q(95)	Q(SQA- MA +20%)
Antracene	µg/kg s.s.	54	45	2/A	Canali	333	<1	70	25,4	99,5
					Piane	70	<1	24	5,2	na
Benzo (a) pirene	µg/kg s.s.	36	30	2/A	Canali	333	<1	180	38,0	94,5
					Piane	70	<1	34	16,0	na
Benzo (b) fluorantene	µg/kg s.s.	48	40	2/A	Canali	333	<1	240	59,6	92,8
					Piane	70	1	52	29,6	99,7
Benzo (g,h,i) perilene	µg/kg s.s.	66	55	2/A	Canali	333	<1	120	30,8	98,9
					Piane	70	<1	18	12,6	na
Benzo (k) fluorantene	µg/kg s.s.	24	20	2/A	Canali	333	<1	93	21,0	96,7
					Piane	70	<1	17	9,6	na
Fluorantene	µg/kg s.s.	132	110	2/A	Canali	333	<1	390	110,0	96,8
					Piane	70	2,1	110	35,0	na
Indeno (1,2,3-c,d) pirene	µg/kg s.s.	84	70	2/A	Canali	333	<1	140	30,4	98,9
					Piane	70	<1	17	15,1	na
IPA totali	µg/kg s.s.	960	800	3/B	Canali	324	<25	2100	550,0	98,5
					Piane	70	<25	540	235,5	na
Naftalene	µg/kg s.s.	42	35	2/A	Canali	325	<10	98	31,6	97,9
					Piane	70	<10	49	34,1	98
DDD	µg/kg s.s.	0,96	0,8	2/A	Canali	301	<0,5	5,6	0,61	97,6
					Piane	352	<0,5	0,67	0,0	na
DDE	µg/kg s.s.	2,16	1,8	2/A	Canali	301	<0,5	12	1,7	97,8
					Piane	352	<0,5	4,9	1,5	99,6
DDT	µg/kg s.s.	1,2	1	2/A	Canali	301	<0,5	21	1,7	88,4
					Piane	352	<0,5	3	0,7	99,5
Aldrin	µg/kg s.s.	0,24	0,2	2/A	Canali	301	<1	<1	/	na
					Piane	352	<1	<1	/	na
Arsenico	mg/kg s.s.	14,4	12	3/B	Canali	660	<1	40	23	79,2
					Piane	706	<1	39	20	84
Cadmio	mg/kg s.s.	0,36	0,3	2/A	Canali	660	<1	0,6	0,2	99,2
					Piane	706	<1	8,1	0	95,9
Cromo totale	mg/kg s.s.	60	50	3/B	Canali	660	1,8	170	66	89,3
					Piane	706	2,1	120	74	83
Cromo VI	mg/kg s.s.	2,4	2	3/B	Canali	80	<0,2	0,9	0,6	na
					Piane	70	<0,2	0,8	0,7	na
Dieldrin	µg/kg s.s.	0,24	0,2	2/A	Canali	301	<1	<1	/	na
					Piane	352	<1	<1	/	na
Esaclorobenzene	µg/kg s.s.	0,48	0,4	2/A	Canali	301	<0,01	16	0,00	99,7
					Piane	352	<0,01	0,22	0,03	na
Esaclorocicloesano-alfa	µg/kg s.s.	0,24	0,2	2/A	Canali	301	<1	<1	/	na
					Piane	352	<1	<1	/	na
Esaclorocicloesano-beta	µg/kg s.s.	0,24	0,2	2/A	Canali	301	<1	<1	/	na
					Piane	352	<1	<1	/	na
Esaclorocicloesano-gamma	µg/kg s.s.	0,24	0,2	2/A	Canali	301	<1	<1	/	na
					Piane	352	<1	<1	/	na
Mercurio (DMA)	mg/kg s.s.	0,36	0,3	2/A	Canali	660	<0,06	29	7,1	23,5
					Piane	706	<0,06	32	6,7	43
Nichel	mg/kg s.s.	36	30	2/A	Canali	660	2,1	120	62	65,1
					Piane	706	3,6	110	64	54
PCB totali	µg/kg s.s.	9,6	8	3/B	Canali	69	0,10	5,99	3,4	na
					Piane	70	0,16	5,54	2,1	na
Piombo	mg/kg s.s.	36	30	2/A	Canali	660	0,6	210	25	99,6
					Piane	706	2,2	150	23	99,2
Tributilstagno (TBT)	µg/kg s.s.	6	5	2/A	Canali	67	<0,5	13,6	2,5	98,9
					Piane	70	<0,5	1,6	0,8	na
Sommatoria PCDD - PCDF - PCB-DL (conversione T.E.)	µg/kg s.s.	0,0024	0,002	3/B	Canali	69	0,00098	0,013	0,00212	97,2
					Piane	70	<0,00085	0,003	0,00206	97,4

Figura A14 - Elaborazioni statistiche dei parametri analizzati e previsti dal Piano di caratterizzazione. Il limite normativo è riferito al DM 260/2010

L'elaborazione di tutti i campioni analizzati ed il riferimento agli standard di qualità ambientale SQA-MA ha permesso di individuare alcuni parametri critici. I risultati ottenuti dalla caratterizzazione sintetizzati in Figura A14 evidenziano per alcune sostanze (aldrin, dieldrin ed esaclorocicloesano) limiti di quantificazione non idonei al confronto con gli standard di qualità ambientale SQA-MA. Tuttavia le informazioni derivanti dal monitoraggio dei sedimenti, condotto da ARPA FVG ai sensi della Direttiva 2000/60/CE e riportate nel paragrafo “Matrice sedimento per acque di transizione”, confermano che tali parametri non sono al momento critici.

Mediante un'analisi descrittiva della totalità dei dati disponibili, distinguendo piane e canali, per tutti i parametri analizzati con corrispondente SQA-MA, è stato ricavato il valore di concentrazione corrispondente al 95° percentile sperimentale (Q95) e alcuni elementi di statistica descrittiva. Qualora il 95° percentile corrisponda ad una concentrazione inferiore o uguale allo SQA-MA si ritiene che il parametro non rappresenti una criticità oltre ogni ragionevole dubbio; diversamente, il parametro è ritenuto critico ed oggetto di approfondimenti. In figura A14, inoltre, è stato calcolato il percentile corrispondente al valore di riferimento SQA-MA comprensivo dello scostamento del 20% come previsto dalla normativa (Q(SQA-MA+20%)).

La maggior parte dei risultati sono risultati non critici. Sette parametri sono stati ritenuti critici e sono risultati i seguenti: mercurio, nichel, arsenico, cromo totale, benzo(b)fluorantene, benzo(a)pirene e DDT (come somma di o,p' DDT e p,p' DDT).

L'elaborazione statistica è stata effettuata su ciascun parametro critico. Inoltre i dati delle piane di marea e dei canali sono stati trattati separatamente, ritenendo che i due dataset siano a priori differenti. Sui dati delle piane di marea viene valutata la variazione della concentrazione con la profondità al fine di verificare se sussiste una omogeneità verticale nel sedimento ed un'elaborazione univariata al fine di verificare se sussiste un'omogeneità spaziale. Sui dati dei canali viene valutata solamente l'omogeneità verticale nel sedimento. Non viene verificata l'omogeneità spaziale (tra canali) in quanto è stata ritenuta priva di significato.

L'omogeneità verticale nelle piane è stata verificata mediante valutazione delle concentrazioni disponibili di mercurio, nichel, arsenico, cromo e DDT al variare della profondità ad intervalli di 25 cm fino ad un metro. Nel primo intervallo superficiale sono stati ricompresi anche i dati raccolti tramite bennate e sono state poi calcolate le concentrazioni medie per ciascuno dei quattro livelli. L'applicazione del test di Student su tali concentrazioni medie permette di verificare l'omogeneità tra strati contigui al 99% di probabilità. Per gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), benzo(b)fluorantene e benzo(a)pirene, non essendo stati analizzati campioni in profondità tale verifica non è attuabile. Dal test risulta che non vi è differenza significativa tra strati contigui per nichel, arsenico e cromo. Al contrario mercurio e DDT mostrano una differenza significativa tra il livello 0-25cm e il livello 25-50cm. Precisamente si trovano concentrazioni più elevate sulla superficie come mostrato in Figura A15.

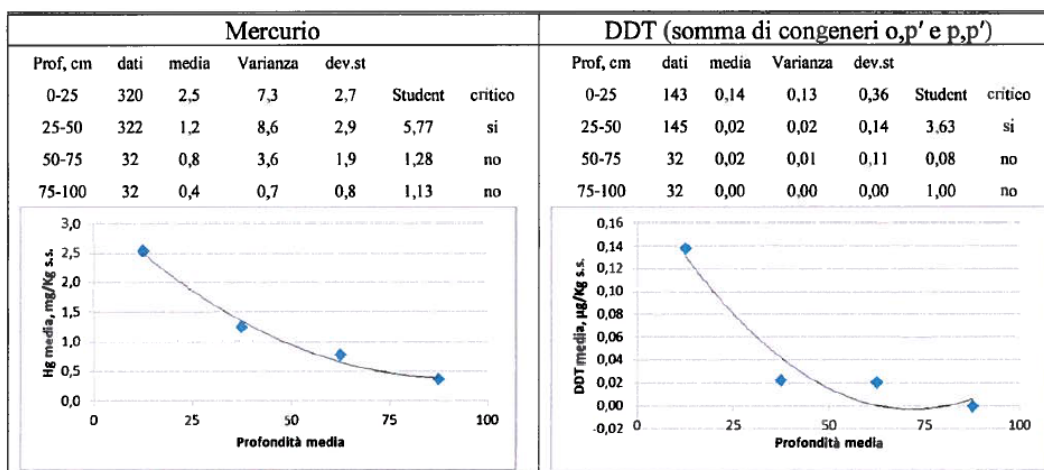


Figura A15 - Variazione nelle piane di marea della concentrazione del mercurio (lato sinistro) e DDT (lato destro) con la profondità

L'omogeneità spaziale nelle piane è stata elaborata mediante analisi statistica univariata per ciascuno dei sette parametri critici sui risultati ottenuti dai 704 campioni (ottenuti da 320 punti di campionamento a varie profondità, come descritto precedentemente). I risultati sono stati sintetizzati in Tabella A4.

Parametro	dati	outliers	Pop	Distribuzione	Bontà del modello (R ²)	5%	50%	95%
Mercurio	706					0.0*	0.5*	6.7*
Nichel	706	8(81-110)	1	normale	98.7%	10	35	59
Arsenico	706	2(38,39)	1	radnormale	99.1%	2	9	20
Cromo tot	706	11(90-120)	1	normale	98.8%	20	45	70
Benzo(b)fluorantene	70	2(36,52)	1	normale	98.8%	0.001	0.012	0.024
Benzo(a)pirene	70	1(0.034)	1	radnormale	99.2%	0.000	0.005	0.016
DDT	204					0.00000*	0.00000*	0.00029*

Tabella A4 - Sintesi statistica univariata nelle piane di marea per i parametri critici. *Percentili sperimentali ovvero dati puramente indicativi, per mercurio e DDT, ricavati da dati grezzi senza considerare gli outliers né la distribuzione di probabilità

Per i parametri diversi da mercurio e DDT è stata trovata una sola popolazione di dati mediante il test di Lilliefors al 99% di probabilità dopo l'eventuale eliminazione di alcuni outliers statistici. Nel caso dell'arsenico il test non dà propriamente un esito positivo nonostante un ottimo accordo con la distribuzione teorica solamente per il fatto che i dati vengono arrotondati a due cifre significative creando una discontinuità tra i valori successivi, pertanto il modello viene comunque accettato. La bontà del modello viene poi confermata dall'elevato coefficiente di determinazione (99.1%). Per i cinque parametri nichel, arsenico, cromo totale, benzo(b)fluorantene e benzo(a)pirene si può dedurre la presenza di uno strato diffuso e omogeneo, quindi caratteristico dell'intero dataset. Per tali valori è stato calcolato il 95% percentile (tabella A4) che riproduce al meglio i valori sperimentali con una bontà del modello sempre superiore al 98.7%. Tale 95% percentile della distribuzione rappresenta la concentrazione massima accettabile per essere compresa nella variabilità del dataset. In alcuni casi tale percentile supera lo standard di qualità.

Per il mercurio il test di Lilliefors al 99% di probabilità non viene superato, né assumendo una distribuzione di tipo normale, né lognormale o radnormale. Non è possibile pertanto individuare una distribuzione teorica unica, né di ottenere per l'intero dataset un'informazione statistica eccetto un percentile sperimentale puramente indicativo. L'ipotesi più sostenibile è quella di una presenza di più popolazioni di dati super imposte. Assumendo vera questa ipotesi ne deriva la necessità di effettuare una suddivisione del dataset in più subset di dati omogenei.

Per quanto riguarda il DDT la presenza di 176 dati non quantificabili su 204 (86%) non permette nessun tipo di elaborazione statistica. L'unica informazione che può essere fornita è un percentile sperimentale puramente indicativo.

L'omogeneità verticale nei canali è stata verificata mediante valutazione delle concentrazioni disponibili di mercurio, nichel, arsenico, cromo e DDT al variare della profondità ad intervalli di 50 cm fino a 3.5 metri. Solo per sei carotaggi (GM03 da 0515 a 0520) i campioni sono stati prelevati a 0-25 cm e 25-50cm di profondità quindi per queste 6 carote è stata calcolata la concentrazione media di ogni parametro nello strato 0-50 cm, per rendere confrontabili questi valori con quelli del livello 0-50 cm delle altre 227 carote, e il risultato incluso nell'elaborazione successiva. L'applicazione del test di Student sulle concentrazioni medie calcolate per ciascuno dei livelli ha permesso di verificare l'omogeneità tra strati contigui al 99% di probabilità. Dal test risulta che non vi è differenza significativa tra strati contigui per nessuno dei sette parametri individuati come critici. Di seguito nelle Figure A16, A17, A18 e A19 vengono mostrati i risultati del test.

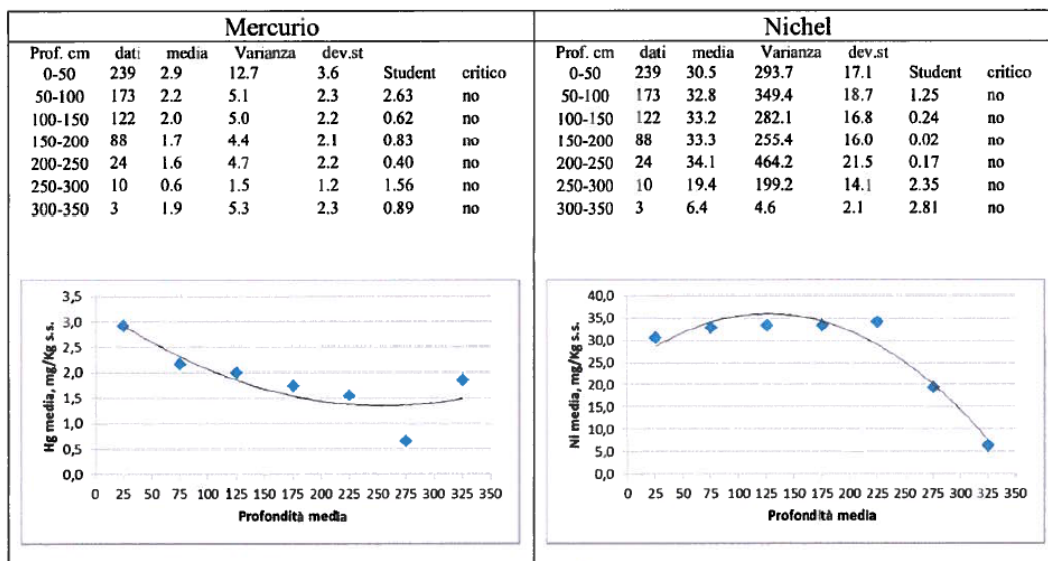


Figura A16 - Variazione nei canali della concentrazione del mercurio (lato sinistro) e del nichel (lato destro) con la profondità

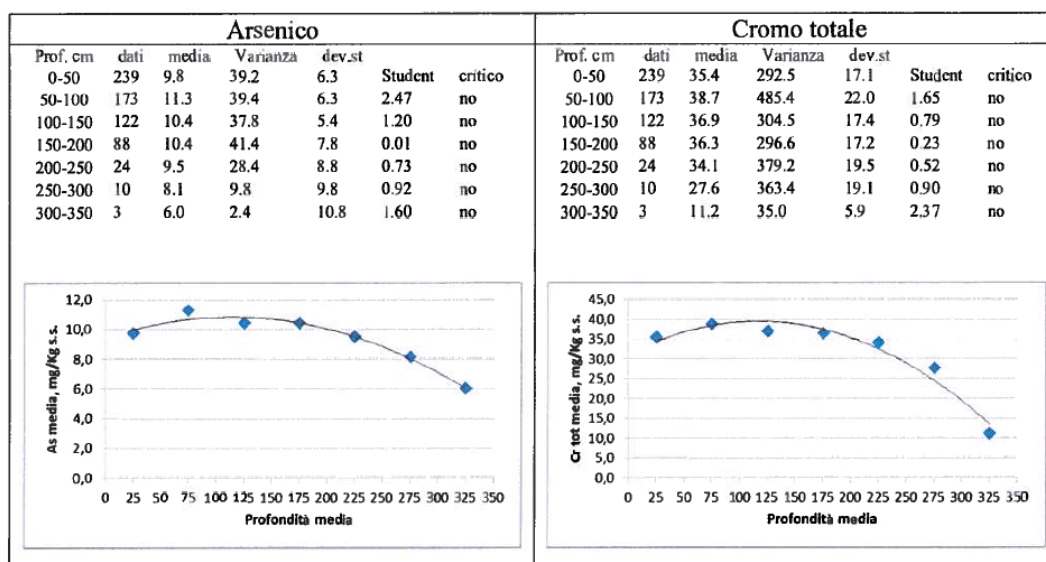


Figura A17 - Variazione nei canali della concentrazione del arsenico (lato sinistro) e del cromo totale (lato destro) con la profondità

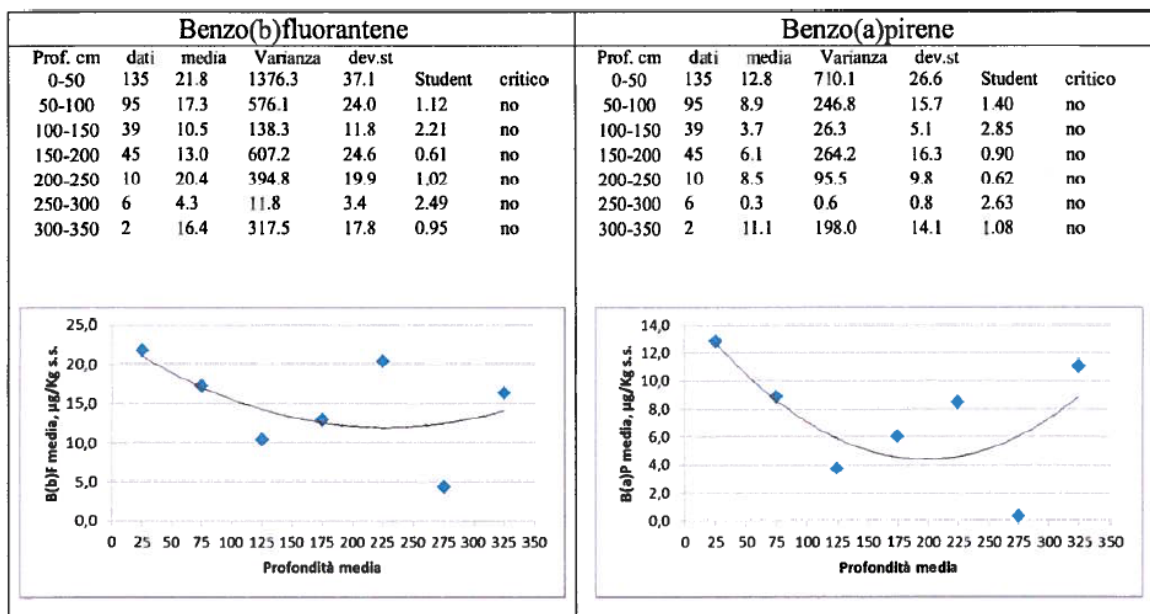


Figura A18 - Variazione nei canali della concentrazione del benzo(b)fluorantene (lato sinistro) e del benzo(a)pirene (lato destro) con la profondità

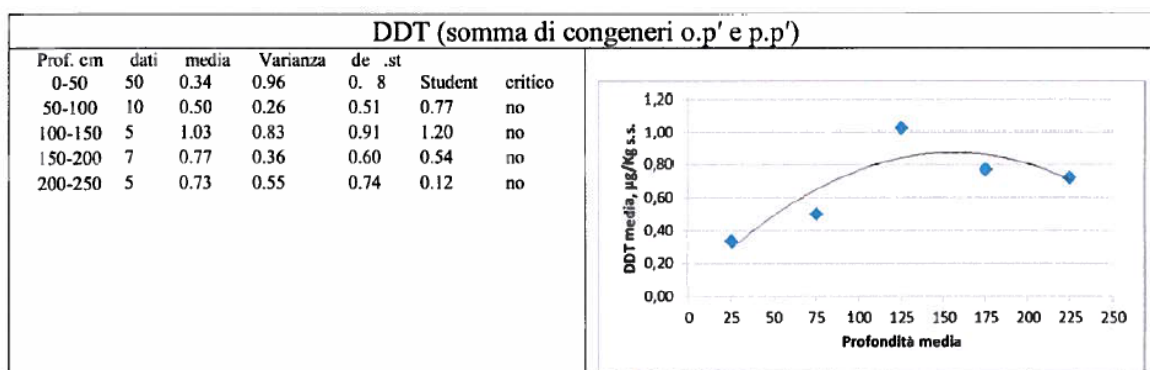


Figura A19 - Variazione nei canali della concentrazione del DDT con la profondità

A conclusione le oltre 45000 prove analitiche su 1364 campioni (704 su piane di marea e 660 su canali lagunari) eseguite dal Laboratorio di Udine dell'ARPA FVG costituiscono un dataset tale da conferire un'elevata robustezza ai risultati di questa valutazione statistica. La presente elaborazione dimostra l'esistenza, nelle piane di marea della laguna di Marano e Grado, di una distribuzione eterogenea (più popolazioni di dati super imposte) per il parametro mercurio con la presenza di uno strato superficiale mediamente arricchito rispetto agli strati più profondi. Analogo comportamento è stato evidenziato per il DDT. Per i parametri nichel, arsenico e cromo totale è stata constatata l'omogeneità nella matrice sia spaziale che verticale (per gli IPA benzo(b)fluorantene e benzo(a)pirene è stato possibile verificare solo l'omogeneità spaziale in quanto non erano stati previsti dal piano campioni in profondità). Per questi quindi è stato possibile ricavare un profilo caratteristico della laguna di Marano e Grado (Tabella A5) e la presenza di una concentrazione non superiore al 95% percentile potrebbe essere un criterio per stabilirne l'appartenenza al profilo caratteristico.

Parametro	UM	95% percentile del profilo caratteristico	SQA-MA+20%	Tabella DM 260/10
Benzo(a)pirene	µg/kg s.s.	16	36	2/A
Benzo(b)fluorantene	µg/kg s.s.	24	48	2/A

Parametro	UM	95% percentile del profilo caratteristico	SQA-MA+20%	Tabella DM 260/10
Arsenico	mg/kg s.s.	20	14,4	3/B
Cromo tot	mg/kg s.s.	70	60	3/B
Nichel	mg/kg s.s.	59	36	2/A

Tabella A5 - Individuazione di un profilo caratteristico per i 5 parametri riportati nelle aree di pianie di marea

Infine la suddetta analisi dimostra la presenza nei canali lagunari di un'omogeneità con la profondità di tutti e 7 i parametri individuati come critici.

Dai risultati delle analisi sulle tre carote in continuo (effettuate da ISPRA, BoI-PR-FVG-GM-relazione carote in continuo consegnate con prot. N° 1471/GL/2011 d.d. 27/09/2011) è possibile affermare che esiste un problema di contaminazione da mercurio diffuso nella laguna di Grado e Marano, determinato da un arricchimento antropico riferibile ad un periodo relativamente recente, considerata la presenza e l'andamento dei PCB ovvero composti di sintesi introdotti nell'ambiente a partire dal 1929. Le concentrazioni di questo elemento mostrano valori simili nelle carote GM 36 e GM 172, collocate rispettivamente nella laguna di Marano e di fronte alla foce dell'Aussa-Corno, mentre i valori più elevati sono stati determinati nella carota GM 312, prelevata nella laguna di Grado. Le concentrazioni di mercurio sono circa pari a 3 mg/kg in GM 36 e GM 172, mentre in GM 312 risultano maggiori a 6 mg/kg. In tutte tre le carote tale livello di concentrazione viene raggiunto dopo i primi 40-60 cm. Le misure di radioattività per la datazione dei sedimenti sono tuttora in corso presso il SOS di Fisica Ambientale dell'ARPA FVG.

4.2.2 Risultati caratterizzazione integrata chimica, tossicologia e delle comunità bentoniche (approccio TRIAD o TRIADE)

Per quantificare le relazioni esistenti tra i contaminanti presenti nel sedimento dei corpi idrici di transizione del Friuli Venezia Giulia e il loro potenziale effetto tossico ARPA FVG ha applicato, come previsto dal protocollo di caratterizzazione della laguna di Marano e Grado, la metodologia Triade di Qualità dei Sedimenti (Sediment Quality Triad o SQT) (Chapman 1990, 1996, 2000, Del Valls, et al 1998). Tale approccio combina tre tipi di analisi:

- “chimica” per quantificare i singoli contaminanti presenti nel sedimento;
- - “tossicologica” per misurare la tossicità del sedimento nel suo insieme;
- - “struttura delle comunità bentoniche” per determinare, in campo, le alterazioni sugli organismi.

Attraverso questa integrazione è stato così possibile superare i limiti imposti dall'applicazione del solo approccio chimico tradizionale ottenendo una più completa valutazione dei reali impatti antropici sugli ecosistemi. Un primo limite del metodo chimico riguarda il fatto che il numero di sostanze tossiche prodotte e commercializzate nel mondo risulta, secondo una stima dell'ACS (American Chemical Society), superiore a 248.000 unità, mentre il numero di sostanze analizzate in una campagna ambientale risulta, generalmente, tra i 100 e i 150 parametri. Un secondo aspetto che rende il dato chimico, da solo, inadeguato a garantire una corretta stima degli impatti ambientali riguarda la biodisponibilità degli inquinanti. E' ormai noto che la concentrazione di inquinanti misurati in un suolo o sedimento è spesso una stima approssimativa della frazione biodisponibile (ovvero di quella reattiva dal punto di vista biologico) che è la frazione che rappresenta un reale rischio per l'ambiente. Infine un terzo elemento critico nell'analisi dei dati chimici singoli concerne le interazioni che si instaurano in una miscela di inquinanti. In questo caso, quando differenti inquinanti sono presenti in miscela, gli effetti biologici risultanti potranno essere additivi, sinergici o antagonisti rispetto all'inquinante singolo.

Affiancando, quindi, alla caratterizzazione chimica una valutazione diretta degli effetti biologici, sia in condizioni controllate di laboratorio (test ecotossicologici) che direttamente in campo (indagini ecologiche) è possibile ottenere una stima più completa e chiara dei livelli di rischio del sistema indagato. Nell'ambito della valutazione di rischio ambientale di matrici complesse, quali i sedimenti, l'ecotossicologia costituisce un valido mezzo integrativo d'indagine che, affiancata al tradizionale approccio chimico, fornisce importanti informazioni sulla biodisponibilità dei contaminanti presenti.



Figura A20 - Stazioni di campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione integrata (approccio TRIADE)

Il campionamento è stato eseguito su 41 stazioni di campionamento (riportate nella Figura A20) situate sui basso fondali lagunari e ha interessato lo strato più superficiale (0-25 cm) del sedimento. In ciascuna stazione di campionamento lo spessore di sedimento prelevato mediante benna è stato utilizzato, secondo lo schema riportato nella Figura A21 sia per una caratterizzazione chimica (effettuata da ARPA FVG) sia per i saggi biologici (effettuati da ISPRA).

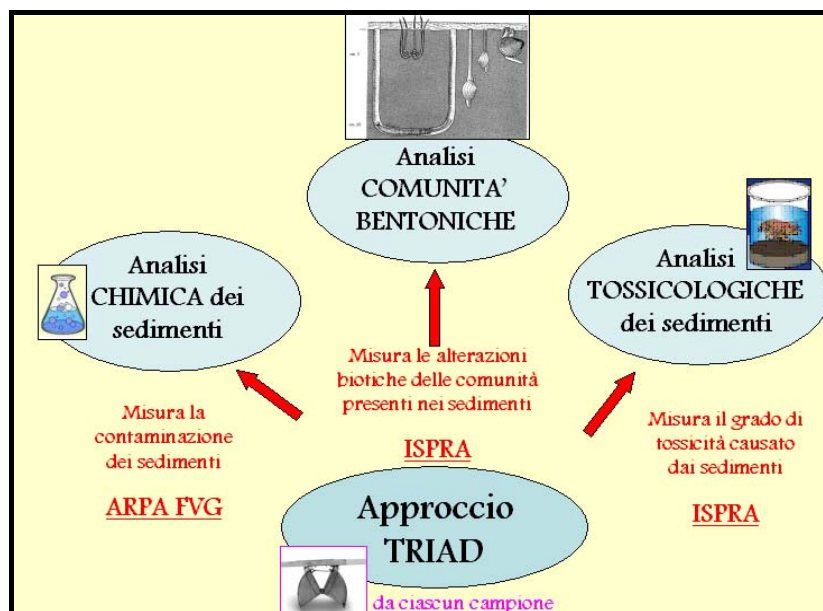


Figura A21 - Schema di funzionamento dell'analisi integrata (approccio TRIADE)

Per le indagini chimiche sono stati ricercati in tutti i campioni: alluminio, arsenico, cadmio, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco, azoto e fosforo, carbonio organico (TOC). Inoltre su un numero di campioni rappresentativi, pari al 50% dei livelli analizzati, sono state determinate le concentrazioni di selenio, vanadio, cromo VI, PCB totali, idrocarburi (C>12), IPA e pesticidi organoclorurati. Su un numero limitato di campioni rappresentativi, pari al 10% dei livelli, sono state infine determinate le concentrazioni di composti organostannici, metilmercurio e tossicità equivalente.

L'esecuzione delle indagini ecotossicologiche ha previsto l'impiego di una batteria di saggi biologici su 4 specie – test, appartenenti a livelli trofici diversi e filogeneticamente distanti: l'alga verde unicellulare *Dunaliella tertiolecta*, il batterio marino *Vibrio fischeri*, il crostaceo antipode *Ampelisca diadema* e il riccio di mare *Paracentrotus lividus*. I saggi sono stati applicati a due matrici ambientali costituite da: sedimento umido o tal quale, acqua interstiziale o elutriato (BoI-PR-FVG-GM-relazione ECOTOSSICOLOGICA consegnate con prot. N° 1471/GL/2011 d.d. 27/09/2011).

Per valutare l'eventuale influenza dei contaminanti sulle biocenosi, nelle stazioni dove è stata fatta l'analisi del set completo dei parametri chimici del sedimento abbinata all'esecuzione dei saggi biologici, è stata misurata la composizione specifica e l'abbondanza numerica dei popolamenti macrozoobentonici di substrato incoerente.

Il quadro riepilogativo delle risultanze ecotossicologiche (presentate dall'ISPRA nella relazione ecotossicologica ad ottobre 2011) hanno evidenziato una risposta degli organismi test piuttosto eterogenea che riflette le sostanziali differenze tra le caratteristiche dei saggi biologici in termini di posizione filogenetica, sensibilità, endpoint e matrice testata. Tale differenze del resto costituiscono un requisito essenziale per una buona rappresentatività ecologica della batteria di saggi biologici nel suo insieme.

Le risposte positive più marcate sono state rilevate dal riccio di mare *Paracentrotus lividus* con diversi casi di elevata embriotossicità dell'elutriato, alcuni dei quali hanno determinato, contemporaneamente, importanti mortalità nel saggio con l'anfipode *Ampelisca diadema*, come ad esempio i campioni GM02/0011BN e GM02/0035BN (localizzate all'interno del corpo idrico TME4 nell'area di Marano). Meno rilevanti e diffusi, invece, sono risultati gli effetti misurati sugli altri due organismi target (*Vibrio fischeri* e *Dunaliella tertiolecta*).

Tuttavia numerosi campioni non hanno causato alcun effetto biologico nei confronti dell'intera batteria di saggi, suggerendo l'ipotesi di un'assenza di contaminazione o la presenza di contaminanti in forma non biodisponibile.

Le analisi effettuate sul popolamento macrozoobentonico eseguite da ISPRA (BoI-PR-FVG-GM-relazione benthos consegnate con prot. N° 1471/GL/2011 d.d. 27/09/2011) hanno permesso di suddividere la laguna di Marano e Grado in tre zone: interna, intermedia e esterna. In ogni zona il popolamento, composto da molluschi, policheti, crostacei, echinodermi e chironomidi, presenta delle differenze a livello di composizione specifica, abbondanza delle specie, caratteristiche autoecologiche delle singole specie ed indici strutturali di comunità. Queste differenze sono tipiche degli ambienti di transizione come le lagune, situate tra l'ambiente marino e terrestre, le quali sono soggette a gradienti che vanno dalle zone interne a quelle esterne situate in prossimità delle bocche e che interessano sia i parametri chimico-fisici che quelli biologici. Nelle stazioni della zona interna le specie sono numericamente inferiori e per lo più tipiche di zone di transizione a differenza delle stazioni della zona esterna, caratterizzate da una diversità più elevata e da un netto declino delle specie lagunari a favore di quelle marine. Tra le due si pone la zona intermedia maggiormente eterogenea, con caratteristiche di diversità simili alla zona esterna, ma con la presenza ancora mista di specie lagunari e marine.

L'integrazione dei dati ottenuti con un'analisi Triade è operata tramite il calcolo di una serie di indici attraverso i quali è stato possibile valutare la qualità dei sedimenti integrando le informazioni sulla tossicità sia con le risposte biologiche che con l'esposizione ad una matrice sedimentaria più o meno contaminata. I dati (su contaminanti, saggi di tossicità e indici ecologici) sono stati confrontati su basi quantitative e normalizzati (secondo quanto proposto da Chapman et al., 1996) per “depurare” i valori ottenuti rispetto a dei valori di riferimento cioè trasformandoli in rapporti rispetto al valore di riferimento detti RTR (ratio-to-reference). Per determinare questi valori RTR è stato necessario dividere i valori ottenuti da variabili specifiche (concentrazione chimica, mortalità %, N° di taxa, crescita degli organismi) per il valore della stazione di riferimento corrispondente. I rapporti così ottenuti per tutti i parametri sono stati sommati al fine di ottenere per ogni sito tre indici: uno di contaminazione (IC), uno di tossicità (IT) e uno di alterazione (IA). Risulta evidente che i risultati dipenderanno strettamente dalla scelta del sito di riferimento, ma non esiste allo stato attuale una procedura formalmente riconosciuta per selezionarlo. Il problema emerge dal fatto che, spesso, può non essere possibile trovare una stazione non inquinata rispetto a tutti i parametri. Chapman propone di confrontare ogni sito con tutti gli altri per poter selezionare un sito di riferimento. Successivamente De Valls (1998) suggerisce di calcolare un indice di

degradazione P per ogni sito, che risulterà dalla somma dei tre indici IC, IT e IA, e la stazione che presenterà l'indice di degradazione più basso sarà scelta come stazione di riferimento.

Per il calcolo dell'indice di qualità del sedimento si è scelto di operare, nel seguente modo:

- per la chimica, riunendo i vari gruppi di contaminanti (metalli, IPA, PCB, etc.) e normalizzandoli singolarmente con il rispetto SQA (Standard di Qualità Ambientale) in modo che tutti avessero lo stesso peso nel proprio gruppo di appartenenza;
- per la tossicità sono state prese in considerazione le classi di tossicità di ciascun test facente parte della batteria (*Vibrio fischeri* in fase solida, *Dunaliella tertiolecta* su elutriato, *Ampelisca diadema* su sedimento tal quale, *Paracentrotus lividus* su elutriato);
- per l'alterazione biologica sono stati considerati i vari indici di diversità (Shannon, Pielou).

In seguito alla produzione dei tre indici e alla loro normalizzazione rispetto alla stazione di riferimento sarà possibile rappresentare graficamente l'integrazione dei tre valori ottenuti in un formato a triangolo, dove i valori degli indici stessi verranno posizionati su scale con comune origine e a 120° l'uno dall'altro, in modo tale che ciascuno dei tre valori diventi uno dei vertici del triangolo. Le misure relative al grado di degradazione di ciascuna stazione (NPtriad) deriveranno dal confronto dell'area del triangolo della stazione analizzata con l'area del triangolo ottenuta per la stazione di riferimento. L'indice di degradazione avrà valore pari a 0 nella stazione di riferimento (che non può avere alterazioni rispetto a se stessa) e aumenterà tanto il suo valore quanto più la stazione risulterà degradata rispetto alla stazione di riferimento.

Con questo approccio i risultati chimici (metalli pesanti, IPA, PCB, DDT e organostannici) ottenuti dalle 41 stazioni di figura A20 sono stati confrontati con i risultati di tossicità e delle comunità bentoniche emersi da repliche di sedimento prelevate dalla singola stazione. Per la ricerca del sito di riferimento ottimale per questo studio sono state prese in considerazione le caratteristiche fisiche del sedimento e le possibili sorgenti di contaminazione. Le sue caratteristiche fisiche dovevano essere paragonabili con quelle delle altre stazioni considerate e la sua localizzazione doveva essere quella meno esposta a sorgenti di contaminazione, così da rappresentare un elemento di paragone "non contaminato" per le diverse situazioni esplorate nello studio. La stazione GM110, che presentava indice di degradazione minimo, è risultata la più idonea, per i motivi sopra espressi, come stazione di riferimento dei 41 campioni prelevati nella laguna di Marano e Grado.

I risultati ottenuti dalle altre stazioni rispetto alla GM110 avevano dei valori di NPtriad da 0 a 0,99 (nel 44% dei campioni), tra 1 e 2 (nel 41%), tra 2 e 3 (nel 12%) e maggiori di 4 in un solo campione. Come confermato dai risultati delle analisi effettuate sul popolamento macrozoobentonico (descritti sopra) in ambienti, come le lagune, soggetti naturalmente a gradienti dei parametri chimico-fisici e biologici, un valore di degradazione elevato non sempre indica una scarsa qualità del sedimento. Infatti un valore di alterazione biologica dovuto al naturale gradiente di salinità che si instaura, ad esempio in una laguna, tra le zone di gronda e le bocche lagunari, e che si riflette in una corrispondente riduzione del numero di specie bentoniche, potrebbe essere erroneamente imputato alla presenza di contaminanti nel sedimento. La rappresentazione grafica triangolare, prevista dall'analisi Triade, metterà in evidenza questa anomalia e aiuterà ad interpretare correttamente il dato ottenuto dal solo valore di degradazione. In un caso di riduzione di specie dovuta a fenomeni ambientali (come la variazione della salinità) il vertice corrispondente all'alterazione biologica del triangolo della stazione analizzata si discosterà molto dal vertice corrispondente del triangolo della stazione di riferimento mentre gli altri due vertici (di contaminazione e tossicità) combaceranno con i rispettivi vertici della stazione di riferimento.

Per una corretta interpretazione dei risultati è preferibile, quindi, valutare la distribuzione di tutti i vertici del triangolo piuttosto che il solo valore di degradazione NPtriad.

Nella Figura A22 sono riportate le stazioni che hanno dato un valore di NPtriad maggiore di 1 e che risultano 9 stazioni su 41 totali di cui 1 stazione localizzata nella laguna di Marano, 3 in quella di Grado e 6 nella parte centrale della laguna. In tutte queste 9 stazioni gli indici (C di contaminazione, A di alterazione e T di tossicità) risultano più alti, seppur con peso differente, rispetto alla stazione di riferimento (rappresentata dal punto bianco di Figura A22).

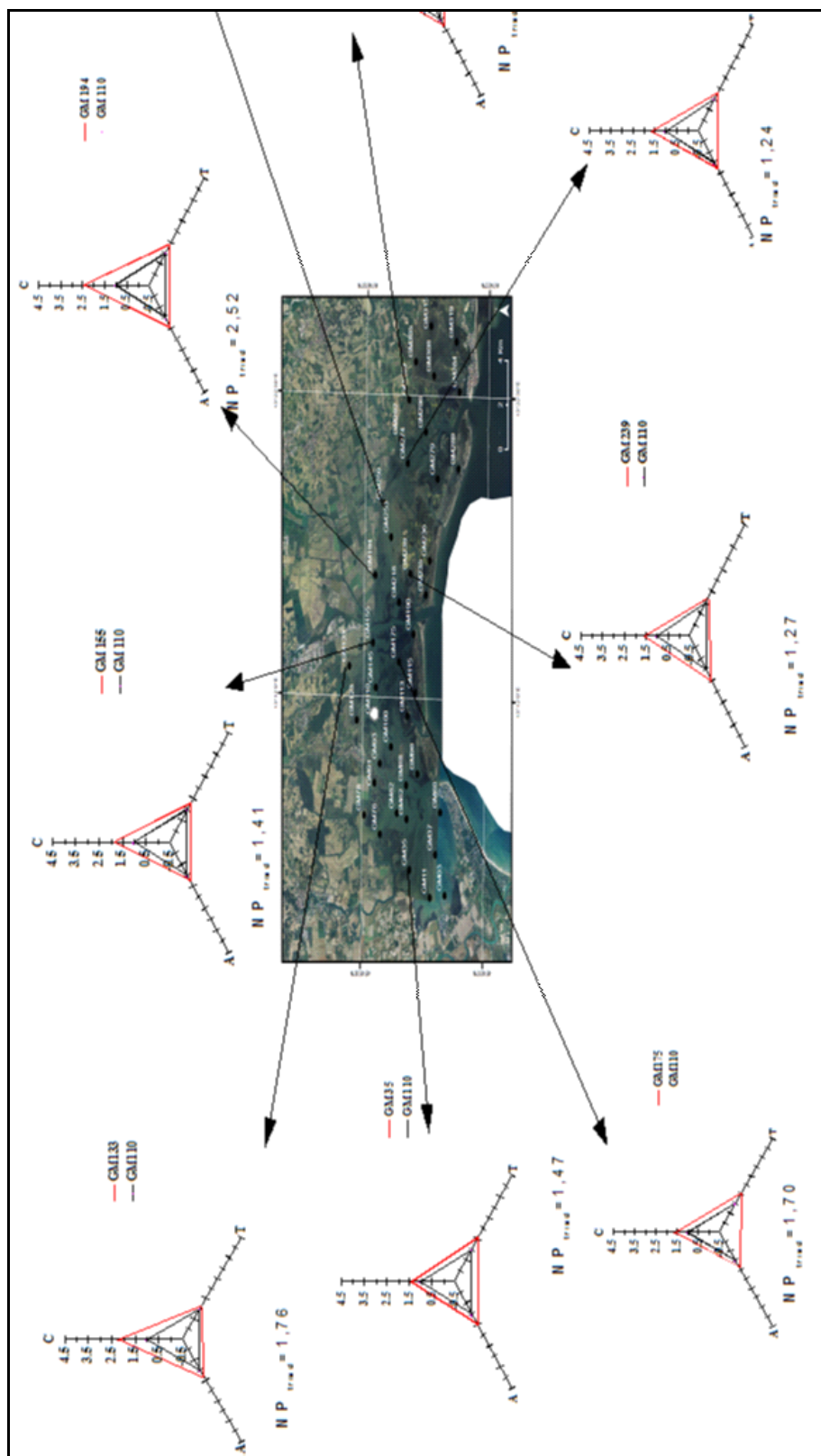


Figura A22 - Rappresentazione triangolare dei risultati dell'analisi Triade per le stazioni più significative ovvero quelle in cui tutti e tre gli indici: C (di contaminazione chimica), T (di tossicità) e A (di alterazione ecologica), sono risultati superiori (triangolo esterno rosso) rispetto alla stazione di riferimento (rappresentata dal triangolo interno nero). Nella mappa le frecce indicano le stazioni più significative, il pallino bianco rappresenta la stazione di riferimento

Analizzando i diagrammi triangolari si può notare come in alcuni stazioni essi siano asimmetrici, come per GM259 (situata vicino alla gronda nell'area gradese, nel corpo idrico TPO2). Questa stazione presenta l'indice di degradazione più alto (NPtriad=4,45) e il valore risulta nettamente influenzato da un'alterazione della comunità macrobentonica (A=4,10). L'indice di contaminazione chimica pari a 1,61 non ha comportato una tossicità marcata ($\Gamma=1,17$) per cui la marcata alterazione biologica dipenderà, in minima parte, dai contaminanti presenti (vista la lieve tossicità) e in gran parte da altri fattori ambientali. Nella stazione GM194 (area di gronda gradese, nel corpo idrico TPO2) l'indice di degradazione è 2,52 e quello di contaminazione chimica (2,43) è il più alto di tutte le 41 stazioni. I composti chimici che sono risultati superiori agli SQA (sommatoria del DDT, Ni e Hg) sembrerebbero essere in parte biodisponibili con un indice di tossicità pari a 1,61 e un indice di alterazione di 1,43. In tutte le altre stazioni l'NPtriad non supera mai il valore di 2 e i triangoli sono abbastanza simmetrici indice che i composti chimici presenti in questi sedimenti causano una leggera tossicità che si riflette su una lieve alterazione delle comunità macrobentoniche presenti. I risultati di questo lavoro sottolineano la complementarità dei tre approcci e le potenzialità della loro valutazione sinottica nelle acque di transizione, dove la morfologia e l'idrodinamismo sono responsabili di un'ampia varietà di habitat e gradienti.

4.2.3 Risultati analisi del bioaccumulo e di indici di stress selezionati (biomarkers)

Le indagini sull'entità di bioaccumulo e della presenza di contaminanti negli organismi lagunari permettono di valutare, oltre il grado di contaminazione ambientale, l'eventuale rischio igienico-sanitario.

Il piano di caratterizzazione della laguna di Marano e Grado ha previsto l'analisi del bioaccumulo (indica l'accumulo di una sostanza in un organismo) e di indici di stress o biomarkers (rappresentano la risposta iniziale, biochimica-istochimica-citochimica e/o fisiologica, di un organismo all'esposizione di inquinanti) in diverse specie lagunari con differenti caratteristiche ecologiche e biologiche, presenti a livelli diversi della rete trofica, rappresentative dei due comparti (acqua, sedimento) e significative per il consumo alimentare. L'esecuzione di queste indagini, basata sul prelievo di tessuti ed organi dalle specie lagunari prescelte, è stata eseguita in due differenti periodi stagionali (primavera, autunno) per ottenere informazioni che tenessero conto della variabilità stagionale (BoI-P_R-FVG-GM-relazione bioaccumulo e biomarkers).

Gli organismi scelti per le misure di bioaccumulo sono stati:

- il mitilo (*Mutilus galloprovincialis*) come specie filtratrice rappresentativa della colonna d'acqua; la vongola (*Tapes philippinarum*) come specie filtratrice rappresentativa del comparto sedimento; questi due organismi sono definiti organismi "sentinella" in quanto modificano le loro caratteristiche fisiologiche in risposta a stress ambientali anche modesti;
- il cefalo (*Mugil cephalus*), il gobide (*Gobius ophioccephalus*) e la passera (*Platichthys flesus*) come specie nectoniche;
- l'anguilla (*Anguilla anguilla*) specie nectonica molto utilizzata, visto il suo alto contenuto lipidico, per studi di bioaccumulo di inquinanti;
- il polichete (*Hediste diversicolor*) come specie detritivora rappresentatrice del comparto sedimento (usato per gli studi *ex situ*).

La strategia di indagine ha previsto un biomonitoraggio attivo solo per mitili e anguille (ovvero il trapianto degli organismi da una zona di controllo, esterna alla laguna, alle aree da monitorare), mentre un biomonitoraggio passivo o tradizionale (ovvero il prelievo di esemplari residenti) per mitilo, cefalo, gobide e passera.

In questo studio si è deciso di analizzare le risposte biologiche in organismi esposti *ex situ*, in condizioni di laboratorio, ai sedimenti provenienti dalla laguna. In questo modo è stato possibile tenere sotto controllo le condizioni sperimentali e quindi restringere le possibili variabili, causa degli eventuali effetti osservati. Come specie modello è stato scelto il polichete *Hediste diversicolor* (O.F. Muller, 1776).

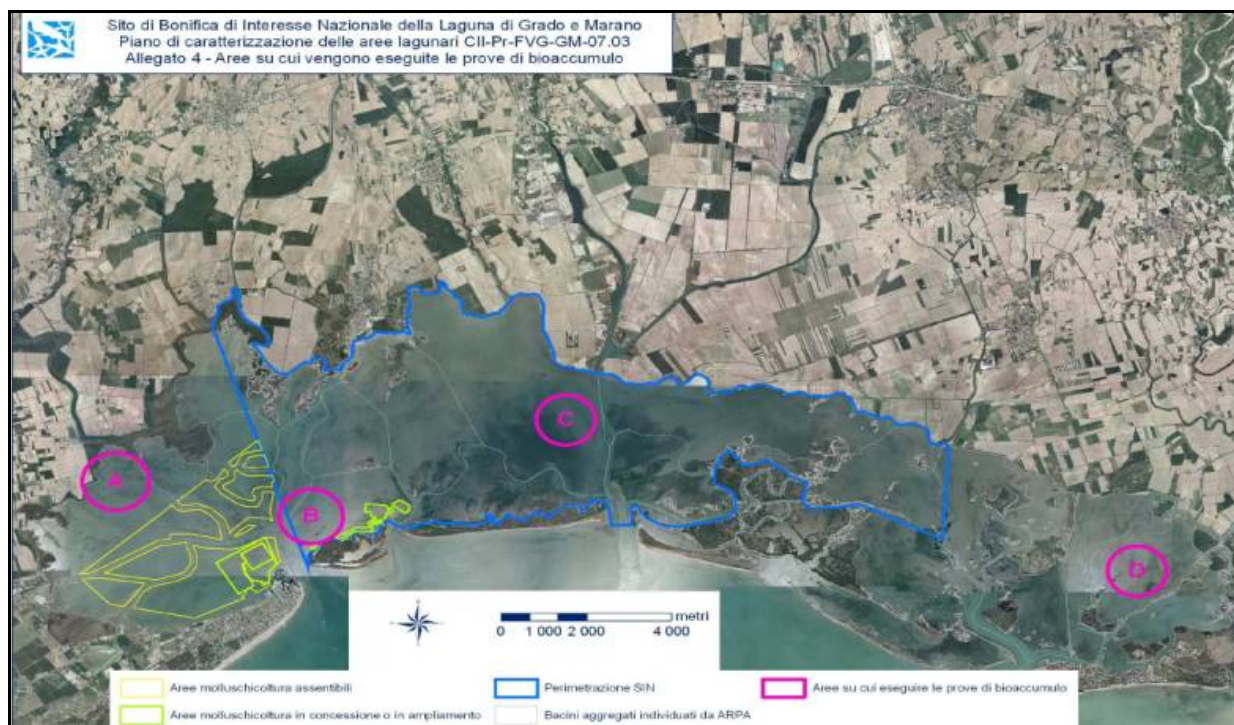


Figura A23 - Aree prescelte per il campionamento del biota

Sulla base di molteplici fattori (dati pregressi, destinazioni d'uso delle superfici lagunari, pregio ambientale), sono state identificate, per il campionamento e trapianto, quattro aree di indagine (figura 221):

- area A: area prospiciente la foce dello Stella;
- area B: area prossima alle zone adibite alla molluschicoltura (laguna di Marano e bocca di S.Andrea);
- area C: area prospiciente la foce dei fiumi Aussa e Corno;
- area D: area orientale in laguna di Grado.

I risultati ottenuti tra i diversi siti hanno evidenziato effetti molto lievi di alterazione, negli organismi trapiantati e campionati, misurati solo durante il periodo invernale. Questo risultato potrebbe essere legato oltre ad una bassa biodisponibilità dei contaminanti legata ad una minore pressione antropica, anche a caratteristiche biologiche degli organismi, quali le diverse fasi di sviluppo o del ciclo riproduttivo o le diverse abitudini alimentari.

L'aumento generalizzato durante questa campagna del danno genotossico, non accompagnato però da alterazioni a carico di altri parametri investigati, può essere giustificato dalla maggiore sensibilità di questi biomarkers alle basse temperature registrate in laguna durante il periodo di campionamento.

Anche i risultati delle prove di esposizione in laboratorio del polichete (BoI-Pr-FVG-GM-relazione prove di esposizione consegnate con prot. N° 1471/GL/2011 d.d. 27/09/2011) ai campioni di sedimento prelevati nelle 4 aree di studio erano da imputare ad una normale stagionalità nelle risposte biologiche. I sedimenti delle aree D e B sono comunque risultati in entrambe le campagne quelli che hanno determinato maggiori effetti sugli organismi testati restando comunque di moderata e lieve entità.

I risultati ottenuti dalle tre linee di attività previste dal piano di caratterizzazione si possono così riassumere:

- la classificazione chimico-fisica dei sedimenti lagunari ha permesso di individuare l'esistenza di sette parametri critici (mercurio, nichel, arsenico, cromo totale, benzo(b)fluorantene, benzo(a)pirene e DDT, come somma di o,p'DDT e p,p'DDT) con concentrazioni superiori allo standard di qualità ambientale. L'elaborazione del test di Student ha dimostrato l'esistenza di un'omogeneità verticale nei canali per tutti e sette i parametri. Nelle piane i parametri nichel, arsenico e cromo totale non presentano differenze significative né verticali né spaziali; mercurio e DDT hanno una distribuzione eterogenea verticale con presenza di uno strato superficiale mediamente arricchito rispetto agli strati più profondi (per i due IPA critici la verifica di omogeneità verticale nella piane non è stata possibile in quanto non sono stati analizzati

campioni in profondità); il mercurio nelle piane presenta sempre distribuzione eterogenea anche spaziale mentre per il DDT la maggioranza di dati non quantificabili (86%) non ha permesso nessun tipo di elaborazione statistica.

- la caratterizzazione integrata (con approccio triade) ha associato la presenza dei composti chimici nei sedimenti di 32 stazioni su 41 totali analizzate con un'assenza di tossicità negli organismi testati. Nelle rimanenti 9 stazioni gli inquinanti rilevati hanno comunque provocato una leggera tossicità che si è riflessa su una lieve alterazione delle comunità macrobentoniche presenti.
- Le analisi del bioaccumulo e di indici di stress selezionati hanno portato alla conclusione che gli organismi campionati in laguna hanno evidenziato effetti molto lievi di alterazione, misurati solo durante il periodo invernale, supportati dai risultati di esposizione in laboratorio che hanno determinato effetti moderati e di lieve intensità.

In conclusione gli inquinanti presenti nei sedimenti della laguna di Marano e Grado hanno portato a lievi o moderate alterazioni negli organismi acquatici analizzati, indicando una bassa biodisponibilità e tossicità dei contaminanti in essi contenuti.

4.3 Studi epidemiologici

Nonostante la neurotossicità dell'esposizione prenatale ad alte concentrazioni di Hg sia nota (Marsh et al., 1987; Clarkson, 1992; Grandjean et al., 1994; Myers et al., 1998), la sua relazione dose-risposta a basse esposizioni non è ben definita. Nel ricercare i livelli di esposizione al di sotto dei quali non si osservano effetti l'OMS ha stimato che la più alta concentrazione di Hg nei capelli materni alla quale non si osservano effetti neurotossici sui feti (NOEL) è di 14 mg/Kg, laddove considerando l'alimentazione mediante latte materno l'EPA raccomanda una dose di riferimento di 0,3 mg di Hg inorganico per kg di peso corporeo al giorno.

Una delle principali fonti di esposizione a Hg per l'uomo è rappresentata dal consumo di pesce, il quale bioaccumula la forma organicata MeHg. Tale specie viene assorbita ed è in grado di superare la barriera placentare e, nel cervello, il suo principale organo bersaglio, raggiunge concentrazioni più alte che nel sangue. Pertanto, è possibile che si verifichi un'esposizione prenatale a bassi livelli di Hg se le donne consumano abitualmente pesce durante la gravidanza. Dall'altro lato bisogna sottolineare come una dieta ricca di pesce sia una importante fonte di nutrienti (acidi grassi polinsaturi, omega-3 e omega-6) e selenio (Se) che favoriscono lo sviluppo del sistema nervoso.

Per quanto riguarda gli studi condotti allo scopo di verificare gli eventuali effetti sulla salute umana le evidenze sono iniziate a partire dal 1993 sulla base della serie di studi condotti tra il 1976 e il 1996, che avevano evidenziato l'inquinamento diffuso di Hg a livello della laguna di Grado e Marano. Lo studio pilota eseguito nel 1993 aveva lo scopo di analizzare una matrice capace di fornire immediatamente ed in modo affidabile l'accumulo di Hg a livello della popolazione. Sono stati analizzati i capelli di 40 pescatori maschi di Marano Lagunare ed è stato evidenziato come le concentrazioni rilevate (mediana 6 mg/Kg) erano molto elevate anche rispetto ad altri gruppi di forti consumatori di pesce finora studiati in altri paesi. Tali osservazioni hanno fatto emergere l'ipotesi che attraverso fenomeni di organicazione il metallo, attraverso la catena alimentare, potesse trasferirsi dall'ambiente marino all'uomo mediante il consumo di pesce e molluschi provenienti dalle aree lagunari in questione.

Sulla base di queste evidenze la Regione Friuli Venezia Giulia, tramite l'Ufficio di Piano e la Direzione Regionale della Sanità, ha finanziato nel 1999 uno studio atto a valutare la trasmissione materno-fetale del Hg nelle popolazioni lagunari della regione e l'eventuale conseguente rischio sanitario. Lo studio è stato condotto dal Dipartimento di patologia e Medicina Sperimentale e Clinica dell'Università degli Studi di Udine su una coorte di bambini nati tra il 01.04.1999 ed il 31.05.2001 residenti in 17 comuni del Friuli Venezia Giulia centro-meridionale, di cui tre situati sulla costa lagunare (Grado, Marano Lagunare e Carlino) e 14 in comuni interni, dove si presumeva che i bambini fossero nati da madri la cui dieta era a minor consumo di pesce.

L'indagine epidemiologica, effettuata nel rigoroso rispetto dei protocolli operativi che tali ricerche richiedono, ha previsto l'analisi di 231 campioni di capelli materni, 209 campioni di capelli dei neonati e 114 campioni di latte materno. In realtà, dall'analisi dei consumi di pesce stimati è emerso che i consumi totali sono stati generalmente bassi e non molto diversi tra le donne residenti nelle diverse aree se non per quanto riguarda alcune specie. Le concentrazioni di Hg nei campioni biologici erano caratterizzate da una certa variabilità probabilmente dipesa sia

dalla quantità di pesce ingerito (correlazione modesta) e dalla sua provenienza e tipologia. È infatti emerso che il consumo di determinate specie di pesce acquistate da rivenditori situati nella zona lagunare (anguilla, orata, branzino, coda di rospo, pesce S. Pietro), si associa positivamente con la concentrazione di Hg nei campioni biologici.

In conclusione, attraverso l'identificazione di questa coorte si era evidenziato che l'esposizione fetale e perinatale al Hg è mediamente bassa, per effetto dei modesti consumi di pesce in gravidanza sia tra le donne residenti in laguna sia tra quelle dell'interno, senza escludere l'apporto di altre fonti di inquinamento ambientale. I risultati supportavano le raccomandazioni di mangiare pesce in gravidanza, evitare il consumo delle specie carnivore quali anguilla, orata, branzino, coda di rospo, pesce San Pietro, come consigliato in via precauzionale anche dalla European Food Safety Authority (EFSA) e dalla Commissione europea e allattare al seno i neonati.

Lo studio è proseguito con una analisi di follow – up su un gruppo di bambini nati da madri della stessa coorte allo scopo di evidenziare una possibile relazione tra l'esposizione a bassi livelli di Hg in età prenatale e l'effetto su un indicatore (QI) in età scolare. Dei 242 soggetti controllati nel periodo 1999 – 2001, a 18 mesi di età è seguito un primo follow – up e, nel periodo 2007 – 2009, 154 soggetti parteciparono al secondo follow – up.

Nel primo caso, applicando il DDST II (Denver Developmental Screening Test, si evidenziava una performance superiore agli standard nei bambini le cui madri avevano livelli inferiori di Hg nei capelli (Barbone et al., 2004). Nel secondo caso (Deroma et al., 2013) non è stata trovata una relazione significativa tra il livello di Hg materno e gli score del QI. Tuttavia, una correlazione non statisticamente significativa, era osservata nei bambini con madri il cui contenuto di Hg nei capelli eccedeva i 2 mg/Kg. Gli Autori stessi sottolineavano il limite dello studio come l'esiguità della coorte e la presenza di possibili confondenti non considerati (ambiente sociale, condizioni economiche). Inoltre, non sono stati presi in considerazione la presenza di altri agenti neurotossici quali pesticidi organoclorurati, arsenico, policlorobifenili (Rice, 2008). In conclusione resta il suggerimento di regolare l'assunzione di prodotti ittici senza però escluderli dalla dieta alla quale sono associate le proprietà benefiche.

4.4 Conclusioni

In considerazione a quanto esposto si può affermare che la contaminazione storica di Hg a livello del Golfo di Trieste e della laguna di Marano e Grado rappresenta uno stato oramai consolidato. Le deposizioni di mercurio significative sono rilevabili già dagli inizi del 1800, per i quali non sono previsti sostanziali mutamenti nel carico apportato dal fiume Isonzo e nello spessore di sedimenti interessato. Nello stesso tempo la quantità di sedimento interessato dalla contaminazione e la quantità di Hg intrappolata nella matrice, assieme alla complessità e vulnerabilità dell'ecosistema lagunare e di quello marino, rendono impossibile una bonifica dell'areale, opzione irrealizzabile anche da un punto di vista economico e gestionale. Una parziale rimozione del sedimento potrebbe essere praticabile, con le precauzioni del caso, in piccole aree come, ad esempio, le valli da pesca. Tuttavia, laddove si procedesse ad un dragaggio a fini migliorativi della qualità del sedimento si può ipotizzare che tale bonifica garantirebbe la salubrità dell'area per un numero limitato di anni, dal momento che nuovo materiale contaminato continuerebbe ad entrare in laguna durante le ingressioni tidali.

È stato accertato che l'origine prevalente del Hg nei sedimenti sia dovuta al materiale proveniente dalla zona mineraria di Idrija (il rinvenimento risale all'epoca romana; l'attività estrattiva risale alla fine del 15° secolo e l'accumulo in laguna è riconducibile al 1800), il quale costituisce oramai il fondo naturale o naturalizzato dell'ambiente marino costiero e non solo lagunare con forme mercurifere caratterizzate da scarsa mobilità dalla matrice solida. È quindi una conseguenza logica il fatto che la presenza nei sedimenti lagunari della specie bioaccumulabile MeHg non sia correlabile con il pool di Hg totale a disposizione e, analogamente non lo è neanche il valore presente nella colonna d'acqua. Quest'ultimo inoltre non supera lo SQA-MA richiesto dalla legislazione vigente.

Da un punto di vista strettamente sanitario e di protezione alla popolazione, gli studi finora condotti non hanno evidenziato criticità negli abituali consumatori di prodotti ittici della regione: restano ovviamente validi e oggetto di diffusione e comunicazione le buone pratiche alimentari per le gestanti e per i bambini nell'età dello sviluppo.

È chiaro che, nell'ambito dei monitoraggi istituzionali, delle procedure richieste per la gestione ordinaria e straordinaria dell'ambiente marino-costiero e delle attività scientifiche future, verrà sempre posta una particolare attenzione al comportamento di questo metallo nelle diverse matrici ambientali.

Tuttavia, alla luce delle considerazioni svolte, il Hg non può essere considerato come una sostanza rilevante, data per definizione di sostanza rilevante quella “derivante da un rilascio riconducibile ad uno o più sorgenti (scarichi) per le quali si deve agire riducendo l'immissione nell'ambiente”, essendo la sua diffusione nell'areale costiero della Regione Friuli Venezia Giulia una questione "storica", "chiusa" per quanto riguarda gli apporti industriali di Torviscosa e non riducibile per quanto riguarda quelli fluviali isontini.

4.5 Bibliografia

- Acquavita A, Covelli S, Emili A, Berto D, Faganeli J, Giani M, Horvat M, Koron N (2012a) Mercury in the sediments of the Marano and Grado Lagoon (northern Adriatic Sea): sources, distribution and speciation. *Estuar Coast Shelf Sci*, **113**, 20-31.
- Acquavita A, Emili A, Covelli S, Faganeli J, Predonzani S, Koron N, Carrasco L (2012b). The effects of resuspension on the fate of Hg in contaminated sediments (Marano and Grado Lagoon, Italy): short-term simulation experiments. *Estuar Coast Shelf Sci*, **13**, 32-40.
- Adams CR, Ziegler DK, Lin JT (1983) Mercury intoxication simulating amyotrophic lateral sclerosis. *J Am Med Ass*, **250**; 642-643.
- Bacci E (1989) Mercury in the Mediterranean. *Mar Poll Bull*, **20**, 59-63.
- Barbone F, Valent F, Pisa FE, , Daris F, Fajon V, Gibicar D, Logar M, Horvat M (2004) Prenatal low level methyl mercury exposure and child development in an Italian coastal area. *SMDJ*, **7**, 149-154.
- Bengston G, Picado F (2008) Mercury sorption to sediments: dependence on grain size, dissolved organic carbon, and suspended bacteria. *Chemosphere*, **73**, 526– 531.
- Bertuzzi A, Faganeli J, Welker C, Brambati A (1997) Benthic fluxes of dissolved inorganic carbon, nutrients and oxygen in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Water Air Soil Poll*, **99**, 305-314.
- Biester H, Gosar M, Covelli S (2000) Occurrence and fractionation of mercury species from dumped mining residues in sediments of the Idrija mining area. *Environ Sci Technol*, **34**, 3330-3336.
- Bloom NS, Preus E, Katon J, Hiltner M (2003) Selective extractions to assess biogeochemically relevant fraction of inorganic mercury in sediments and soils. *Anal Chim Acta*, **479**, 233–248.
- Bloom NS, Moretto LM, Scopece P, Ugo P (2004) Seasonal cycling of mercury and monomethyl mercury in the Venice Lagoon (Italy). *Mar Chem*, **91**, 85-99.
- Brambati A (1997) Metalli pesanti nelle lagune di Marano e Grado. Piano di studi Wnalizzato all'accertamento di sostanze persistenti nelle Lagune di Marano e Grado ed al loro risanamento. (RFVG) Direzione Regionale dell'Ambiente, Servizio dell'Idraulica, Trieste.
- Brambati A (2001) Coastal sediments and biota as indicators of Hg contamination in the Marano and Grado Lagoons. *RMZ – Mat Geoenviro*, **48**, 165-171.
- Bussani M, Princi MT (1979) Mercurio nel Golfo di Trieste. *Bollettino dei Chimici dell'Unione Italiana dei Laboratori Provinciali*, **52**, 224-237.
- Canário J, Branco V, Vale C (2007) Seasonal variation of monomethylmercury concentrations in surface sediments of the Tagus Estuary (Portugal). *Environ Poll*, **148**, 380-383.
- Clarkson TW (1992) Mercury: major issues in environmental health. *Environ Health Perspect*, **100**, 31-8.
- Covelli S, Horvat M, Faganeli J, Brambati A (1999) Porewater distribution and benthic flux of mercury and methylmercury in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Estuar Coast Shelf Sci*, **48**, 415-428.
- Covelli S, Faganeli J, Horvat M, Brambati A (2001) Mercury contamination of coastal sediments as the results of long-term cinnabar activity (Gulf of Trieste, northern Adriatic Sea). *App Geochem*, **16**, 541-558.
- Covelli S, Piani R, Kotnik J, Horvat M, Faganeli J, Brambati A (2006) Behaviour of Hg species in a microtidal deltaic system: The Isonzo River mouth (northern Adriatic Sea). *Sci Tot Environ*, **368**, 210-223.
- Covelli S, Fontolan G, Faganeli J, Ogrinc N (2006) Anthropogenic markers in the Holocene stratigraphic sequence of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Mar Geol*, **230**, 29-51.
- Covelli S, Piani R, Acquavita A, Predonzani S, Faganeli J (2007) Transport and dispersion of particulate Hg associated with a river plume in coastal Northern Adriatic environment. *Mar Poll Bull*, **55**, 436-450.

- Covelli S, Faganeli J, De Vittor C, Predonzani S, Acquavita A, Horvat M (2008) Benthic fluxes of mercury species in a lagoon environment (Grado Lagoon, Northern Adriatic Sea, Italy). *App Geochem*, **23**, 529–546.
- Covelli S, Acquavita A, Piani R, Predonzani S, De Vittor C (2009) Recent and past contamination of mercury in an estuarine environment (Marano lagoon, Northern Adriatic, Italy). *Estuar Coast Shelf Sci*, **82**, 273–284.
- Covelli S (2012) The MIRACLE project: An integrated approach to understand biogeochemical cycling of mercury and its relationship with lagoon farming. *Estuar Coast Shelf Sci*, **103**, 1–6.
- Covelli S, Langone L, Acquavita A, Piani R, Emili A (2012) Historical flux of mercury associated with mining and industrial sources in the Marano and Grado Lagoon (northern Adriatic Sea). *Estuar Coast Shelf Sci*, **113**, 7–19.
- Cracco J (2012) Valutazione sullo stato delle principali risorse aliutiche nella laguna di Marano e Grado. Università degli Studi di Trieste, tesi di laurea in biologia ambientale (A.A. 2010-11): 109 pp.
- Crespo-López ME, Lima de Sa AL, Herculano AM, Burbano RR, Martins do Nascimento JL (2007) Methylmercury genotoxicity: A novel effect in human cell lines of the central nervous system. *Environ Int*, **33**, 141–146.
- Crespo-López ME, Macêdo GL, Arrifano GPF, Pinheiro MN, do Nascimento JLM, Herculano AM (2011). Genotoxicity of mercury: Contributing for the analysis of Amazonian populations. *Environ Int*, **37**, 136–141.
- Daris F, Piani C, Mattassi G, Brisotto R (1993) Distribuzione del mercurio in sedimenti e prodotti ittici delle Lagune di Grado e Marano. In: Atti del convegno “Il mercurio nelle Lagune di Grado e Marano – Aspetti igienico sanitari. Villa Manin di Passariano (UD) – 4 dicembre 1993: 24–45.
- Devai I, Patrick Jr WH, Neue H-U, DeLaune RD, Kongchum M, Rinklebe J (2005) Methyl mercury and heavy metal content in soils of rivers Saale and Elbe (Germany). *Anal Letters*, **38**, 1037–1048.
- Diždarevič T (2001) The influence of mercury production in Idrija mine on the environment in the Idrija region and over a broad area. *RMZ Mat Geoenviron*, **48**, 56–64.
- Donazzolo R, Heike Merlin O, Menegazzo Vitturi L, Orio AA, Pavoni B, Perin G, Rabitti S (1981) Heavy metal contamination in surface sediments from the Gulf of Venice, Italy. *Mar Poll Bull*, **12**, 417–425.
- Dorigo L (1965) La laguna di Grado e le sue foci. Ricerche e rilievi idrografici, vol. 155. Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, Venezia, p. 231.
- EC (2000) Directive 2000/60/EC (2000) of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (Water Framework Directive). *Off J European Comm*, C L 327 22/12/2000.
- EC (2008) Health and Consumers DirectorateGeneral. Information note 21.04.2008 D/530286. Methyl mercury in fish and fishery products.
- EFSA (2004) EFSA provides risk assessment on mercury in fish: precautionary advice given to vulnerable groups. Press release 18.03.2004. <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/contam040318.htm>.
- Emili A, Koron N, Covelli S, Faganeli J, Acquavita A, Predonzani S, De Vittor C (2011) Does anoxia affect mercury cycling at the sediment-water interface in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)? Incubation experiments using benthic flux chambers. *App Geochem*, **26**, 194–204.
- Emili A, Acquavita A, Koron N, Covelli S, Faganeli J, Horvat M, Žižek S, Fajon V (2012) Benthic flux measurements of Hg species in a northern Adriatic lagoon environment (Marano and Grado Lagoon). *Estuar Coast Shelf Sci*, **13**, 71–84.
- Faganeli J, Herndl G (1991) Dissolved organic matter in the waters of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Thalassia Jugosl*, **23**, 51–63.
- Faganeli J, Planinc R, Pezdić J, Smodiš B, Stegnar P, Ogorelec B (1991) Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): geochemical aspects. *Mar Geol*, **99**, 93–108.
- Faganeli J, Horvat M, Covelli S, Fajon V, Logar M, Lipej L, Cermelj B (2003) Mercury and methylmercury in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Sci Tot Environ*, **304**, 315–326.
- FAO/WHO (2006) Summary and Conclusions of the sixtyseventh meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 20–29 June 2006, JECFA 67/SC.
- Ferrara R, Maserti BE (1992) Mercury concentration in the water, particulate matter, plankton and sediment of the Adriatic Sea. *Mar Chem*, **38**, 237–249.

- Feyte S, Tessier A, Gobeil C, Cossa D (2010) In situ adsorption of mercury, methylmercury and other elements by iron oxyhydroxides and organic matter in lake sediments. *App Geochem*, **25**, 984–995.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. Joint FAO/WHO expert committee on food additives. 61th meeting. Rome 10- 19 June 2003. Summary and conclusions. http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/en/summary_61.pdf
- Fontolan G, Pillon S, Bezzi A, Villalta R, Lipizer M, Triches A, D’Aietti A (2012) Historical transformations and human impact in the Marano & Grado Lagoon (northern Adriatic sea): implications for sediment budget and management. *Estuar Coast Shelf Sci*, **113**, 41-56.
- Giani M, Rampazzo D, Berto D, Maggi C, Mao A, Horvat M, Emili A, Covelli S (2012) Bioaccumulation of mercury in reared and wild *Ruditapes philippinarum* of a Mediterranean lagoon. *Estuar Coast Shelf Sci*, **13**, 116-125.
- Gosar M, Pirc S, Bidovec A (1997) Mercury in the Idrija River sediments as a reflection of mining and smelting activities of the Idrija mercury mine. *J Geochem Explor*, **58**, 125-131.
- Grandjean P, Weihe P, Jørgensen PJ, Clarkson T, Cernichiari E, Viderø T (1994) Impact of maternal seafood diet on fetal exposure to mercury, selenium, and lead. *Arch Environ Health*, **47**, 185-95.
- Hans Nelson C, Pierce DE, Leong KW, Wang FFH (1975) Mercury distribution in ancient and modern sediment of northeastern Bering Sea area. *Mar Geol*, **18**, 91-104.
- Hess A (1991) *Geologija*, **33**, 479-486.
- Hines M, Poitras E, Covelli S, Faganeli J, Emili A, Žižek S, Horvat M (2012) Mercury methylation and demethylation in Hg-contaminated lagoon sediments (Marano & Grado Lagoons, Italy). *Estuar Coast Shelf Sci*, **113**, 85-95.
- Horvat M, Covelli S, Faganeli J, Logar M, Mandić V, Rajar R, Sirca A, Žagar D (1999) Mercury in contaminated coastal environments; a case study: the Gulf of Trieste. *Sci Tot Environ*, **237/238**, 43-56.
- ISPRA 2011 Laguna di Marano e Grado – Caratterizzazione integrata di chimica, tossicologia e comunità bentoniche (approccio triade) dei sedimenti e analisi del bioaccumulo e dei biomarker negli organismi – Analisi del bioaccumulo e dei biomarker negli organismi. Rapporto dell’ Istituto Superiore per la protezione e la ricerca Ambientale e del Dipartimento di Biochimica, Biologie e Genetica dell’Università Politecnica delle Marche. Ottobre 2011.
- ISTISAN (2004) Rischio chimico associato alla qualità delle acque del Mare Adriatico. A cura di: F. Ferrara e E. Funari. Rapporti ISTISAN 04/4: 158 pp.
- Kocman D, Kanduc T, Ogrinc N, Kotnik J, Horvat M (2009) Distribution and partitioning of Hg between water, suspended matter and bottom sediments of the Idrija River, Slovenia. In: Abstracts book - 9th International Conference on Mercury as a Global Pollutant, Guiyang, Guizhou, China, 7-12 June 2009. GUIYANG: Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sci, S12: 69.
- Kolak JJ, Long DT, Beals TM (1998) Anthropogenic inventories and historical and present accumulation rates of copper in Great Lakes sediments. *App Geochem*, **13**, 59-75.
- Kosta L, Ravnik V, Byrne AR, Stirn J, Dermelj M, Stegnar P (1978) Some trace elements in the waters, marine organisms and sediments of the Adriatic by neutron activation analysis. *J Radioanal Chem*, **44**, 317-332.
- Khawaja A R, Bloom P R, Brezonik P L (2006) Binding constants of divalent mercury (Hg²⁺) in soil humic acids and soil organic matter. *Environ Sci Technol*, **40**, 844-849.
- Kutin S, Spallacci B (2006) Consumi 2005. Indagine sulle abitudini d’acquisto di prodotti ittici dei consumatori in Friuli Venezia Giulia. Studio AGCI AGRITAL finanziato con fondi SFOP 2004 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Centrale Risorse Agricole, Naturali, Forestali e Montagna – Servizio Pesca e Acquacoltura: 69 pp.
- Li P, Feng X, Qiu G (2010) Methylmercury exposure and health effects from rice and fish consumption: A review. *Int J Environ Res Pub Health*, **7**, 2666–2691.
- Marocco R (1995) Sediment distribution and dispersal in northern Adriatic lagoons (Marano and Grado paralytic system). *Geologia*, **57**, 77–89.
- Marsh DO, Clarkson TW, Cox C, Myers GJ, Amin-Zaki L, Al-Tikriti S (1987) Fetal methylmercury poisoning. Relationship between concentration in single strands of maternal hair and child effects. *Arch Neurol*, **44**, 1017-22.

- Martini P (2010) Bioaccumulo di microinquinanti nella rete trofica marina. I quaderni di Arpa. ARPA Emilia Romagna: 186 pp.
- Mason RP, Fitzgerald WF, Hurley JP, Hanson AK, Donaghay PL, Sieburth JM (1993) Mercury biogeochemical cycling in a stratified estuary. *Limnol Ocean*, **38**, 1227-1241.
- Mlakar L (1974) An outline of production of the Idrija mercury mine through the centuries. *Idrijska Razgledi*, **3-4**, 1-115.
- Muresan B, Cossa D, Jézéquel D, Prévot F, Kerbellec S (2007) The biogeochemistry of mercury at the sediment-water interface in the Thau lagoon. 1. Partition and speciation. *Estuar Coast Shelf Sci*, **72**, 472-484.
- Myers GJ, Davidson PW, Shamlaye CF (1998) A review of methylmercury and child development. *NeuroToxicology*, **19**, 313-28.
- Piani R, Covelli S (2001) Contributo antropico di metalli pesanti e ¹³⁷Cs nei sedimenti del bacino di Buso (Laguna di Marano e Grado, Italia settentrionale). *Studi Trentini di Scienze Naturali – Acta Geologica*, **77**, 169-177.
- Piani R, Covelli S, Biester H (2005) Mercury contamination in Marano Lagoon (Northern Adriatic sea, Italy): source identification by analyses of Hg phases. *Appl Geochem*, **20**, 1546-1559.
- Rajar R, Cetina M, Širca A (1997) Hydrodynamic and water quality modelling: case studies. *Ecol Model*, **101**, 209-228.
- RAFVG (2005) Rimobilizzazione e biodisponibilità del mercurio in ambienti lagunari e fluviali regionali. Prot. Regione FVG N°11041/Univ.20 del 9.12.02. Relazione conclusiva, Direzione Centrale del Lavoro, Formazione, Università e Ricerca.
- RAFVG (1985) Piano di risanamento del bacino idrografico delle acque marittime costiere. SEADATA- T.E.I., Rapporto conclusivo, Direzione regionale dei lavori pubblici, pp. 173.
- Rice DC (2008) Overview of modifiers of methylmercury neurotoxicity: chemicals, nutrients, and the social environment. *Neurotoxicology*, **29**, 761-766.
- RFVG Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – USL n. 8 Bassa Friulana (1991) La qualità delle acque della Laguna di Marano. Regional Technical Report.
- Širca A, Rajar R (1997) Calibration of a 2D mercury transport and fate model of the Gulf of Trieste. In: Rajar R, Brebbia M, editors. Proceedings of the 4th International Conference on Water Pollution 97. Southampton: Computational Mechanics Publication: 503-512.
- Vane CH, Jones DJ, Lister TR (2009) Mercury contamination in surface sediments and sediment cores of the Mersey Estuary, UK. *Mar Poll Bull*, **58**, 928-946.
- Ullrich SM, Tanton TW, Abdrashitova SA (2001) Mercury in the aquatic environment: A review of factors affecting methylation. *Crit Rev Environ Sci Technol*, **31**, 241-293.
- United States Environmental Protection Agency (1997) Volume V: Health Effects of Mercury and Mercury Compounds. Study Report EPA-452/R-97-007: US EPA.
- Viso Y (2004) Meccanismi di trasporto e dispersione del mercurio di provenienza isontina nel Golfo di Trieste. Università degli Studi di Trieste, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Dipartimento di Scienze Geologiche Ambientali e Marine, Tesi non pubblicata, 139 pp.
- Žagar D, Knap A, Warwick JJ, Rajar R, Horvat M, Cetina M (2006) Modelling of mercury transport and transformation processes in the Idrijca and Soča River system. *Sci Total Environ*, **368**, 149-163.
- Zentilin A, Pellizzatoo M, Rossett E, Turolla E (2008) La venericoltura in Italia a 25 anni dal suo esordio. *Il Pesce* 3-31.
- Žibret G, Gosar M (2006) Calculation of the mercury accumulation in the Idrijca River alluvial plain sediments. *Sci Tot Environ*, **368**, 291-297.

5 Allegato 2 - Stima delle portate ai fini della valutazione dei carichi da fonte diffusa

Nella presente nota si espongono i criteri di stima delle portate in alcune sezioni dei principali corsi d'acqua del Veneto in corrispondenza di stazioni per il monitoraggio della qualità delle acque. Lo scopo di dette stime è quello di determinare i carichi fluviali, da fonte diffusa, di una lista di sostanze solitamente analizzate da ARPAV e comunque facenti parte dell'elenco delle sostanze rilevanti o non rilevanti di cui all'inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite.

In particolare va precisato che tale lavoro si inquadra all'interno di quanto previsto dal D.Lgs. n. 219 del 10/12/2010 all'articolo 78-ter, che prevede che le Regioni, per la parte di territorio di competenza ricadente in ciascun distretto idrografico, mettano a disposizione le informazioni relative all'inventario dei rilasci da fonte diffusa, degli scarichi e delle perdite. L'inventario e' finalizzato a verificare il raggiungimento dell'obiettivo di cui ai commi 1 e 7 dell'articolo 78, ed e' sottoposto a riesami sulla base degli aggiornamenti effettuati dalle regioni in attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 118, comma 2.

L'Istituto ISPRA, per la stima dei rilasci da fonte diffusa, considerate le difficoltà riscontrabili nel recupero delle informazioni necessarie all'applicazione di metodi complessi per il calcolo del carico delle fonti diffuse, ha ritenuto opportuno adottare per tutti i Distretti italiani l'approccio del carico fluviale (indicato nella linea guida con "Draft Technical Guidance on the preparation of an inventory of emissions, discharges and losses of priority and priority hazardous substances - Version 10.3"), il quale presenta minori difficoltà di applicazione.

In base a tale metodo il carico da fonti diffuse viene stimato a partire dalla concentrazione della singola sostanza e dai valori di portata giornaliera rilevati alla chiusura dei bacini principali con estensione inferiore a 20.000 kmq.

In tale guida viene proposta la seguente modalità di calcolo del carico da fonti diffuse:

$$L_Y = \frac{Q_d}{Q_m} \cdot \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n C_i \cdot Q_i \cdot U_f \right)$$

Dove :

- L_Y : carico annuale (t/anno);
- Q_d : media aritmetica su base annuale delle portate giornaliere (m^3/s);
- Q_m : media aritmetica delle portate giornaliere rilevate in concomitanza con la misurazione della concentrazione della sostanza (m^3/s);
- C_i : concentrazione della sostanza (mg/l);
- Q_i : portata giornaliera misurata in concomitanza con la concentrazione della sostanza (m^3/s);
- U_f : fattore di correzione in considerazione della diversa localizzazione della stazione di monitoraggio dei deflussi e della qualità dell'acqua. Per semplificare la formula ISPRA propone di considerare sempre $U_f = 1$;
- n : numero dei monitoraggi di concentrazione della sostanza effettuati durante il periodo in esame.

Il carico viene quindi calcolato a partire dalla concentrazione della singola sostanza rilevata in corrispondenza della stazione di monitoraggio qualitativo delle acque, utilizzando le portate riferite alla medesima stazione. L'algoritmo necessita di un fattore moltiplicativo per ottenere un valore corretto dal punto di vista dimensionale.

Per l'applicazione dell'algoritmo sono necessarie quindi valutazioni sia sulle portate medie giornaliere del corso d'acqua riferite al giorno di campionamento, sia della portata media annua. La nota intende fornire un'analisi degli approcci seguiti per pervenire a dette stime in corrispondenza delle sezioni fluviali prese in considerazione. L'incertezza della misura di portata fornita con tali approcci varia quindi da stazione a stazione ma in ogni caso risulta ampiamente accettabile per gli scopi richiesti se il suo ordine di grandezza è del 10%, viste le semplificazioni della formula proposta da ISPRA e le maggiori incertezze riferibili alla misura di concentrazione.

Per ottenere dei dati significativi è necessario che vi sia un monitoraggio dei livelli e/o delle portate mediante stazioni in grado di monitorare in continuo l'andamento idrologico del corso d'acqua. In realtà questa

conoscenza di base è la condizione necessaria ma non sufficiente. Vi sono infatti diversi fattori da tenere in considerazione quando si utilizzano dati di portata:

1. la localizzazione delle stazioni idrometrografiche rispetto alle sezioni di campionamento qualitativo
2. la presenza tra la sezione dove si calcola la portata e quella dove viene fatto il campionamento di derivazioni/immissioni stante l'elevato grado di regolazione dei corsi d'acqua
3. La distanza dal mare e quindi la valutazione se la sezione sia soggetta a marea
4. la presenza di fenomeni quali l'hydropeaking se la stazione si trova a valle di uno sbarramento con invaso

Per quanto riguarda la “naturalità” dei deflussi del corpo idrico oggetto di monitoraggio qualitativo, si deve sempre valutare se davvero non vi siano alterazioni dei deflussi, stante il fatto che quasi tutti i corsi d'acqua, in particolar modo in pianura, sono fortemente alterati rispetto ad una situazione “naturale virtuale”, da una serie innumerevole di fattori non trascurabili dal punto di vista quantitativo (invasi, derivazioni idroelettriche, derivazioni irrigue, recapiti di idrovore, diversioni di bacino, ...), che nel territorio Veneto risultano particolarmente numerosi e rilevanti.

Importante è inoltre offrire un quadro della variabilità idrologica del corso d'acqua monitorato, in modo da poter meglio comprendere sia la significatività dei singoli campionamenti (in relazione al momento in cui sono stati effettuati), sia il peso ed il significato dei risultati dei calcoli dei carichi fluviali utilizzando la metodologia semplificata proposta da ISPRA.

In riferimento alla variabilità idrologica nel corso delle 24 ore, si evidenzia che, in alcuni casi, la portata media giornaliera può essere assai diversa dalla portata in transito al momento del campionamento. Picchi di portata a seguito di eventi pluviometrici o variazioni di deflusso in conseguenza di manovre su opere idrauliche che insistono a monte del punto di prelievo, possono quindi indurre a stime giornaliere del carico affette da errori significativi (non imputabili quindi ad errori nella stima della portata media giornaliera). Per questo sarebbe auspicabile contestualizzare il giorno di campionamento nella variabilità idrologica del corso d'acqua anche, laddove possibile, associando il campionamento ad una lettura del livello/portata.

In merito al periodo di effettuazione dei prelievi, come peraltro già indicato nelle linee guida europee (Guidelines for the establishment of inventories of emissions, discharges and losses of priority substances (PS) Version: Draft version 10.3 (26 October 2011)), onde evitare la sottostima dei carichi annuali è importante che la pianificazione dei campionamenti qualitativi preveda i prelievi in modo da caratterizzare anche i deflussi di morbida o piena, quando vengono trasportate quantità significative del carico annuale di alcuni tipi di contaminante. Se ciò non fosse, in presenza di importanti variazioni nel regime delle portate (sia per cause naturali, sia per cause antropiche), si potrebbero stimare carichi annuali anch'essi affetti da significativi errori che potrebbero condurre ad una errata interpretazione degli esiti di azioni di misure adottate.

Lo stesso andamento pluviometrico annuo va tenuto in considerazione nel confrontare i carichi riferiti a diversi anni. Aumenti o diminuzioni dei carichi, infatti, possono essere dovuti semplicemente ad un aumento o diminuzione dei deflussi e non avere nulla a che vedere con la concentrazione delle sostanze monitorate. L'influsso del regime pluviometrico diventa man mano meno significativo nell'analisi, più aumenta la serie storica di riferimento. Per esemplificare questo concetto si riportano due grafici riferiti alle precipitazioni cumulate in Veneto. Il primo riferito agli anni idrologici (ottobre-settembre) 2006-2009 e l'altro riferito alla serie 1994-2011.

Sempre nelle linee guida si fa infatti presente come i carichi fluviali varino fortemente in relazione alle condizioni idrologiche annuali, tipicamente, per alcuni inquinanti da fonte diffusa: più piovoso è l'anno maggiore è il carico totale.

Per i motivi sopra richiamati e per le peculiarità degli anni 2009 e 2010, è possibile che si ottengano risultati assai diversi nelle stime dei carichi annuali per la stessa sezione di campionamento. Ciò è tanto più vero quanto più il numero di campionamenti è stato basso.

Avendo a disposizione un numero di osservazioni annuali maggiori, mediante tecniche di normalizzazione dei dati come quelle descritte in OSPAR, 2004 (OSPAR Guidelines for Harmonised Quantification and Reporting Procedures for Nutrients (HARP-NUT) inerenti i carichi fluviali di fosforo e azoto, è possibile tenere in considerazione gli effetti legati alle problematiche sopra descritte.

Per quanto riguarda le sezioni soggette a marea, l'ideale sarebbe che ci fossero installati dei misuratori di portata in continuo, in grado di fare un vero e proprio bilancio tra i flussi, da monte a valle e viceversa. Poiché per le

sezioni venute considerate non vi sono tali strumenti, si è valutato più corretto fare riferimento a livelli e portate su stazioni posizionate più a monte, valutata una sostanziale costanza delle portate tra le due sezioni.

Si ritiene infine opportuno richiamare l'attenzione al tema dalla programmazione della attività di campionamento. Per una migliore bontà del dato finale che abbina concentrazione e portata, è fondamentale un coordinamento tra i soggetti incaricati delle due fasi di lavoro. In particolare è fondamentale una conoscenza di base, da parte degli operatori che effettuano il campionamento, del funzionamento e della collocazione delle stazioni idrometriche. A tal fine, per quanto riguarda l'ARPAV si richiama un documento redatto in passato che mette in evidenza stazione per stazione, quali siano i riferimenti idrometrici (asta, teleidrometro, riferimenti fissi da ponte, ...), i limiti delle misure eseguite e le eventuali strumentazioni da installare. Altro aspetto, in un contesto di corsi d'acqua regolati, è la possibilità di coordinarsi con i soggetti gestori, attraverso opportuni protocolli, che indicano il programma dei campionamenti. Ciò consentirebbe agli Enti di produrre i dati contestuali (portate da aggiungere o togliere a quelle misurate dall'ARPAV) necessari ad ottenere una stima delle portate il più possibile precisa.



Distretto Idrografico delle Alpi Orientali

Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave,
Brenta e Bacchiglione

Cannaregio 4314 - 30121 Venezia VE
Tel 041 714444 - Fax 041 714313

Autorità di bacino del fiume Adige
Piazza Vittoria 5 - 38122 Trento TN
Tel 0461 236000 - Fax 0461 233604

alpiorientali@legalmail.it

www.alpiorientali.it