

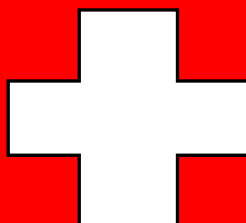
Commissione internazionale
per la protezione delle acque italo-svizzere

**Lago di Lugano: indagine sulle sostanze pericolose
Microinquinanti in otto immissari**

Programma triennale 2013 - 2015
Campagna 2013

a cura di Nicola Solcà

Bellinzona 2014



Commissione internazionale per la
protezione delle acque italo-svizzere

**Lago di Lugano:
indagine sulle sostanze pericolose
Microinquinanti in otto immissari**

Programma triennale 2013-2015

Campagna 2013

a cura di Nicola Solcà

Bellinzona 2014

Indice

1	Introduzione	7
2	Punti di prelievo	9
3	Parametri considerati, condizioni e analisi	11
4	Risultati e discussione	17
4.1	Discussione generale	17
4.2	Singoli microinquinanti	19
4.3	Rischio per gli organismi acquatici	20
4.4	Visione d'insieme della qualità dei corsi d'acqua	22
5	Conclusioni	23
6	Bibliografia	24

Microinquinanti in otto immissari del Lago di Lugano

(Nicola Solcà¹, Antonio Pessina¹, Giuseppe Ranieri¹, Marco Simona²)

1 - Sezione per la protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo, Bellinzona

2 - Scuola universitaria professionale della svizzera italiana, IST, Canobbio

1 Introduzione

Nei paesi industrializzati vengono utilizzati giornalmente decine di migliaia di preparati chimici diversi. In Svizzera, viene stimato l'utilizzo giornaliero di oltre 30000 sostanze che trovano impiego come prodotti fitosanitari, biocidi, farmaci o componenti di beni di consumo (prodotti per il corpo, detersivi, ecc.), in applicazioni industriali, artigianali e domestiche specifiche. Recenti studi dimostrano che alcune sostanze (o i loro prodotti di degradazione) possono essere presenti in concentrazioni molto basse (dell'ordine di microgrammi o nanogrammi per litro e per questo noti come "microinquinanti organici") nelle acque di fiumi e laghi, nei pesci e in altri comparti ambientali. Sono dimostrabili diversi effetti negativi di questa situazione: per esempio, le sostanze in grado di agire come perturbatori endocrini possono promuovere anche in concentrazioni molto basse la femminizzazione dei pesci maschi (NFP, 2008).

La problematica dei microinquinanti è di estrema attualità e rappresenta una sfida importante per il futuro. Le loro fonti possono essere molteplici e vengono comunemente suddivise in fonti puntuali o rispettivamente diffuse. La Figura 1 fornisce una visione d'insieme di queste due categorie. Le fonti puntuali sono caratterizzate da un'immissione nell'ambiente proveniente da un punto ben preciso e definito, come per esempio gli scarichi degli impianti di depurazione delle acque (IDA) preposti o gli scaricatori di piena. Nel caso delle fonti diffuse invece non è possibile o molto difficile determinare luoghi di immissione delimitati. In questa categoria figurano per esempio le attività agricole, il rilascio di sostanze da terreni o superfici inquinate o la dispersione e l'immissione per via secca o umida dall'atmosfera (Götz et al., 2010).

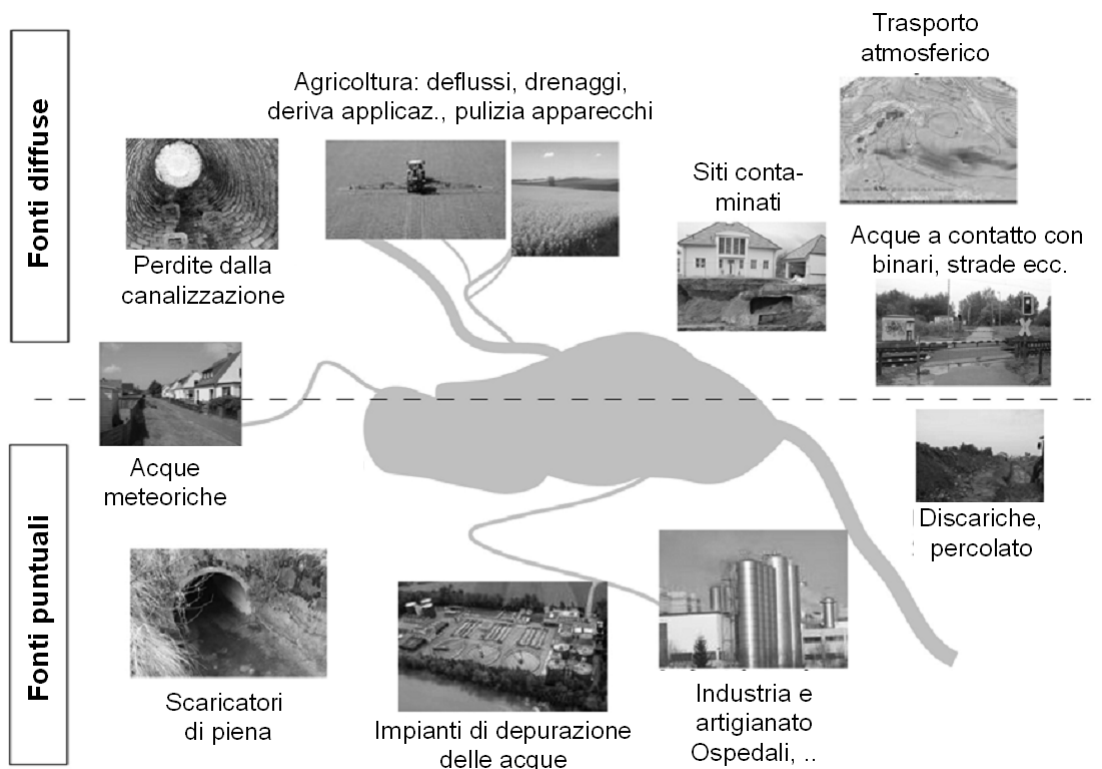


Figura 1: Visione d'insieme di possibili fonti di microinquinanti, suddivise in fonti diffuse e puntuali.

I microinquinanti oggi misurabili nei corsi d'acqua di tutta la Svizzera grazie a tecniche analitiche sempre più sensibili e performanti sono molteplici. Sia il tipo di sostanze in un determinato punto che la variazione delle loro concentrazioni nel tempo possono essere dovute ad effetti locali come anche regionali o globali. Per comprendere questi effetti, talvolta combinati, può risultare necessario valutare i complessi meccanismi di diffusione nell'ambiente e la loro dinamica.

Per esempio, diversi microinquinanti provengono dalle zone urbane a partire da prodotti chimici o medicinali utilizzati all'interno delle economie domestiche (farmaci, cosmetici, prodotti per la pulizia, detersivi ecc) o all'esterno di edifici (biocidi e fitosanitari per la cura di superfici, prodotti per l'edilizia e per la protezione delle facciate). I sistemi esistenti di evacuazione delle acque comunali sono decisivi nel determinare la dinamica di immissione nell'ambiente di queste sostanze, sia essa diretta come, attraverso gli impianti di depurazione delle acque reflue, indiretta. Osservazioni in un determinato punto di un corso d'acqua e il loro andamento nel tempo possono infatti dipendere dal sistema di canalizzazioni presente (separato o misto), dal loro stato e dimensionamento, così come dagli effetti degli scaricatori di piena nel caso di forti precipitazioni. In aggiunta, i possibili effetti locali e temporali spaziano dalla presenza di scarichi industriali o ospedalieri nelle canalizzazioni, dall'esistenza di siti inquinati, dall'applicazione stagionale di prodotti per la protezione fitosanitaria delle coltivazioni e altro.

Nonostante la complessità delle tematiche, sono in crescita sia le conoscenze ecotossicologiche che le vie di immissione e il comportamento dei microinquinanti nell'ambiente. La maggioranza dei microinquinanti potenzialmente critici per la qualità di un corso d'acqua vengono osservati a valle degli scarichi degli IDA comunali o consortili. Le concentrazioni sono maggiori quanto più bassa è la portata naturale del corso d'acqua e tanto più alta la quantità degli abitanti equivalenti allacciati all'IDA. Queste osservazioni non sorprendono, visto che gli IDA attualmente attivi in Svizzera sono stati concepiti per rimuovere dalle acque reflue sostanze nutritive come azoto e fosforo ma non gli inquinanti organici in tracce (Abegglen e Siegrist, 2012). Pertanto diversi microinquinanti possono giungere alle acque superficiali unitamente alle acque di scarico depurate.

La conclusione che diversi scarichi di IDA svizzeri possano rappresentare un problema è stata confermata da studi promossi dall'Ufficio federale dell'ambiente UFAM (Kilchmann et al., 2009; Gälli et al., 2009). Sulla base di un modello dei flussi di prodotti problematici, è stato possibile stimare per diverse sostanze rappresentative il contributo dagli IDA all'inquinamento delle acque superficiali. Le concentrazioni teoriche sono state confrontate con quelle ritenute, allo stato delle conoscenze, innocue per gli organismi acquatici (predicted no effect concentrations, PNECs). Per singoli composti o per i loro metaboliti, rispettivamente prodotti di degradazione, il modello ha previsto concentrazioni locali superiori ai valori PNECs, portando alla conclusione che in diverse situazioni non possono venire esclusi danni agli organismi acquatici (Gälli et al., 2009).

Queste conclusioni appaiono confermate in buona sostanza anche a livello cantonale. Diverse misurazioni nel comparto del Laveggio nel 2010 (21 sostanze) hanno dimostrato da un lato l'apporto significativo dall'IDA del consorzio CDAM e dall'altro delle concentrazioni di microinquinanti in linea con le previsioni dell'UFAM (Sacchi, 2011; CIPAI, 2012). Uno studio sia teorico che sperimentale sui fiumi Vedeggio, Laveggio e Scaiolo, mirato alla valutazione degli apporti di alcuni 7 principi attivi microinquinanti verso il lago di Lugano, ha sostanzialmente supportato ulteriormente le conclusioni dell'UFAM (Gerace, 2014). Questa situazione insoddisfacente dovrebbe essere gestita nei prossimi anni tramite un opportuno aggiornamento tecnologico di molti IDA svizzeri. Si stima che, complessivamente, queste misure consentirebbero di ridurre di circa il 50 per cento le immissioni totali di microinquinanti organici dagli IDA nei corsi d'acqua (Abegglen e Siegrist, 2012).

A oggi, non esistono che pochissimi dati sulla presenza di microinquinanti nelle acque dei fiumi che confluiscono nel lago di Lugano (numero di misure e spettro di microinquinanti considerati). La qualità di queste acque è di primaria importanza per tutto l'ecosistema e indagini mirate sulle acque degli immissari possono portare alla luce criticità specifiche locali e promuovere efficaci

interventi alla fonte (Götz et al., 2014). Questo lavoro mira pertanto principalmente ad approfondire il carico di base di microinquinanti nei principali corsi d'acqua che si immettono nel lago di Lugano, considerando un numero di sostanze molto più ampio che in passato. Lo studio è stato concepito considerando le indicazioni dalla referenza Götz et al., 2010 che suggerisce diversi possibili approcci alla verifica dei microinquinanti nei corsi d'acqua con i relativi vantaggi e svantaggi, da soppesare anche in funzione delle disponibilità economiche e materiali. È stato posto l'accento verso una parametrizzazione comprensiva del maggior numero possibile di microinquinanti, con un numero rappresentativo di quelli indicati dall'UFAM come specifici per la Svizzera e comunque includendo anche le cinque sostanze designate come indicatrici per la resa depurativa degli IDA e cioè il Benzotriazol, la Carbamazepin, il Diclofenac, il Mecoprop e il Sulfamethoxazol (Götz et al., 2010; Abegglen e Siegrist, 2012).

Il prelievo puntuale di campioni in quattro momenti diversi dagli otto più importanti immissari del Ceresio - Bolletta, Cassarate, Cuccio, Laveggio, Livone, Magliasina, Scairolo e Vedeggio - può venire giudicato come verifica minima ma sufficiente a determinare la contaminazione di base nei corsi d'acqua citati e l'apporto di tale contaminazione al Ceresio. Gli svantaggi di questo approccio sono la difficoltà o l'impossibilità di verificare dinamiche di immissioni potenzialmente rilevanti a seguito di eventi puntuali come può essere il caso del dilavamento di fitosanitari da applicazioni in agricoltura (Götz et al., 2010; Wittmer et al., 2014). D'altra parte, vista la carenza di dati in Ticino, è stato piuttosto scelto di porre l'accento su di un'ampia parametrizzazione, focalizzare sulla contaminazione di base e mirare alla determinazione di eventuali peculiarità locali ancora sconosciute in questo ambito (Götz et al., 2014). I dati sulla contaminazione di base saranno messi in relazione alle misurazioni previste per il 2014 dalle acque del lago di Lugano.

In assenza di valori di legge specifici e per valutare il potenziale di rischio delle sostanze ritrovate sulla biocenosi acquatica dei corsi d'acqua, è possibile confrontare i dati sperimentali con i diversi valori di riferimento disponibili. Una variante è quella di prendere in considerazione gli standard di qualità ambientale definiti dalla direttiva europea 2000/60CE, che propone una procedura specifica. In Svizzera, la definizione di tali standard è gestita dall'Oekotoxzentrum di Dübendorf che pubblica e mantiene aggiornati allo stato delle conoscenze ecotossicologiche i criteri di qualità acuti (MAC-EQS) e cronici (AA-EQS) per le acque (Götz et al., 2010; Oekotoxzentrum, 2014; Chèvre e Escher, 2005).

2 Punti di prelievo

Sono stati effettuati quattro prelievi nel corso del 2013, nei mesi di aprile, giugno, ottobre e dicembre, dagli otto principali tributari del Ceresio (Figura 2). Dal profilo idrologico confrontando le portate misurate al momento dei prelievi con il valore di deflusso di magra (Q347) si evince che i prelievi sono rappresentativi del regime di deflusso dei singoli tributari (Tabella 1).

Tabella 1: Portate misurate durante i quattro campionamenti e confronto con la portata Q347 sul periodo.

Prelievo	Cassarate	Cuccio	Livone	Bolletta	Laveggio	Magliasina	Scairolo	Vedeggio
15.4.13	1,98	2,60	1,15	0,67	1,29	1,14	0,25	3,34
10.6.13	3,62	5,14	2,21	0,92	2,16	1,59	0,49	6,68
15.10.13	1,44	1,32	0,67	0,46	1,17	0,85	0,59	2,40
10.12.13	1,30	1,26	0,63	0,42	0,82	0,60	0,16	2,31
Q347	0,53	0,63	0,29	0,16	0,32	0,17	0,09	0,51

Appare tuttavia evidente la maggiore portata di tutti i corsi d'acqua durante il prelievo del 10 di giugno, dovuta alle piogge dei giorni precedenti. Le precipitazioni rilevate dalla stazione Meteo Svizzera di Lugano (coordinate svizzere 717860, 95842) per l'8 e il 9 di giugno rivelano infatti precipitazioni di ben 39 mm. Allargando la valutazione alla settimana precedente ai quattro momenti di prelievo, è possibile concludere l'assenza di precipitazioni significative esclusivamente per l'osservazione di dicembre, in linea con le portate più ridotte dei corsi d'acqua in occasione del quarto prelievo (Tabella 1).

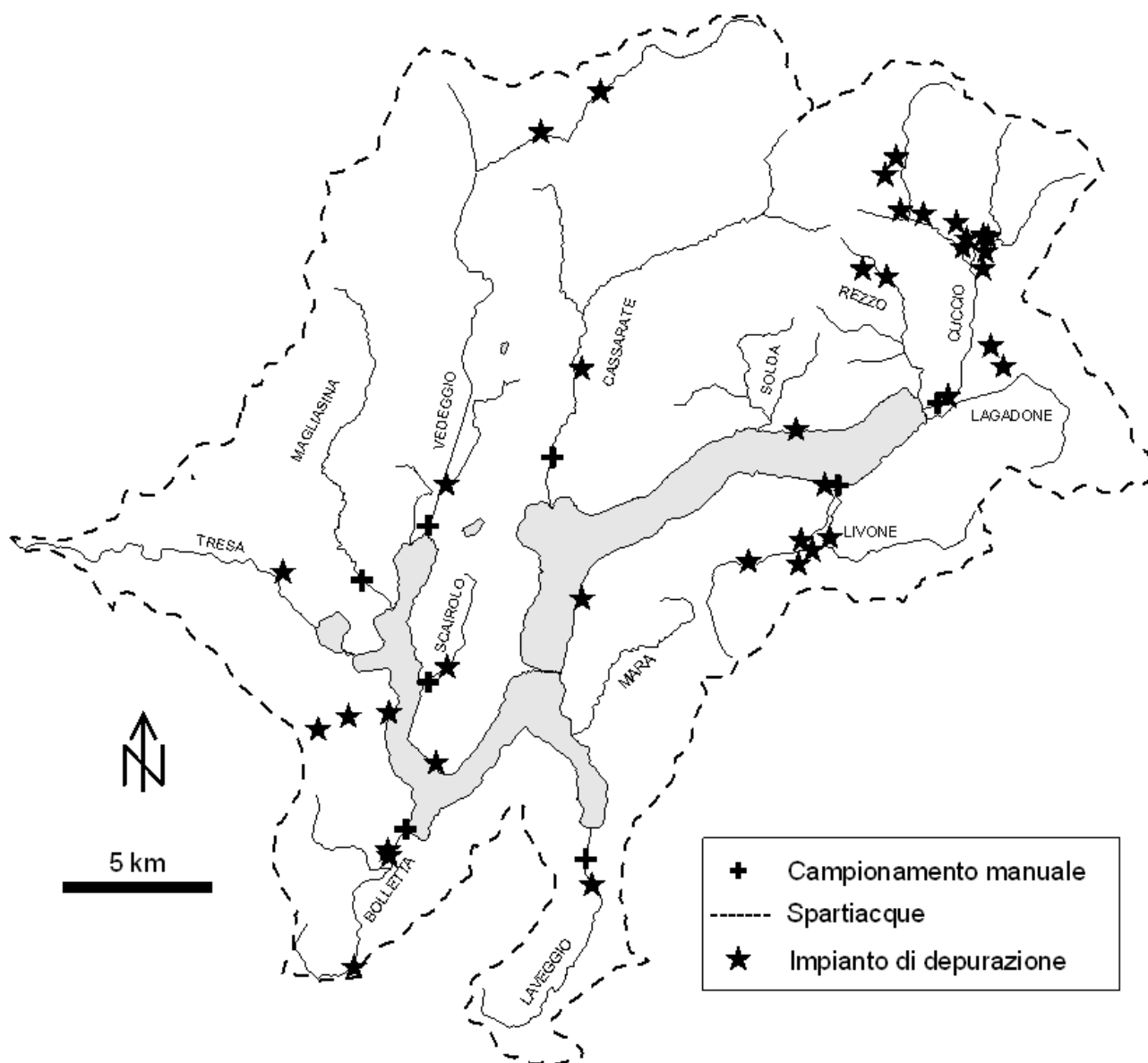


Figura 2: Punti di campionamento su principali tributari del Ceresio, con ubicazione dei principali impianti di depurazione.

Tutti i punti campionati si situano a valle dei principali impianti di depurazione e sono quindi in grado di intercettare i microinquinanti immessi puntualmente da questi impianti. L'unica eccezione è rappresentata dalla Magliasina, che lungo il suo percorso non raccoglie acque reflue depurate.

La Tabella 2 offre una visione d'insieme degli IDA presenti lungo i corsi d'acqua considerati (vedi anche Figura 2) indicando nel contempo il numero di abitanti equivalenti trattati, dato che può essere interpretato in prima istanza come misura della pressione antropica esercitata sui corsi d'acqua.

Tabella 2: Impianti di depurazione presenti lungo i corsi d'acqua considerati nella presente indagine. Sono indicati il nome dell'impianto, il ricettore e il numero degli abitanti equivalenti (AE) trattati (Ferrario, 2009).

IDA	Ricettore	AE trattati
Arcisate	Bolletta	15'500
Bisuschio – Pogliana	Bolletta	120
Cuasso al Monte	Bolletta	14'600
Cuasso al Monte - Alpe Tedesco	Bolletta	545
Mendrisio (Rancate)	Laveggio	62'200
Pian Scairolo (Barbengo)	Scairolo	11'700
Isona	Vedeggio	900
Lugano (Bioggio)	Vedeggio	135'700
Medeglia	Vedeggio	300
Medio Cassarate (Cadro)	Cassarate	10'600
Carlazzo	Cuccio	6'000
Cusino	Cuccio	493
Porlezza	Cuccio	8'000
S. Nazario Val Cavargna	Cuccio	500
Claino con Osteno	Livone	1'500
Laino	Livone	1'200
Lanzo d'Intelvi	Livone	2'800
Pellio Intelvi	Livone	1'500
Ramponio Verna	Livone	1'000

3 Parametri considerati, condizioni e analisi

Il programma analitico prevede l'indagine di 152 sostanze microinquinanti nei fiumi immissari del lago Ceresio, catalogabili nel modo seguente:

- Benzotriazoli (3 sostanze)
- Fitosanitari (84 sostanze)
- Farmaci (61 sostanze)
- Dolcificanti (4 sostanze)

Fra queste compaiono le 5 sostanze indicatrici suggerite dall'Ufficio federale dell'ambiente: l'antipilettico Carbamazepina, l'analgescico Diclofenac, l'antibiotico Sulfametossazolo, l'anti-corrosivo Benzotriazolo e l'erbicida Mecoprop (Götz et al., 2010; Abegglen e Siegrist, 2012). Le sostanze indicatrici sono rappresentative di numerose sostanze utilizzate quotidianamente e in larga misura soprattutto nelle economie domestiche e che raggiungono in modo continuo le acque superficiali per mezzo delle acque di scarico depurate.

Nella Tabella 3 sono elencate, per categoria e classe di appartenenza, le 152 sostanze ricercate con le loro rispettive possibili applicazioni principali. Da notare come la maggior parte di esse siano di uso corrente mentre alcune siano state già limitate o tolte dal mercato nel recente passato.

La parametrizzazione scelta focalizza principalmente su sostanze attive biologicamente (farmaci, biocidi e fitosanitari) visto che tra tutti i microinquinanti possibili queste sostanze sono quelle più preoccupanti per un loro eventuale effetto sull'ambiente. L'unica eccezione sono i dolcificanti, inclusi nel programma analitico in quanto, viste le loro caratteristiche, possono essere considerati come traccianti per la presenza di acque reflue in uscita dagli IDA e coadiuvare l'interpretazione dei risultati (vedi anche capitolo "Risultati e discussione").

Tabella 3: Lista delle 152 sostanze ricercate divise per categoria e classe. Sono indicate anche le possibili applicazioni presenti o passate.

Categoria	Sostanza	Classe	Possibili applicazioni
Benzotriazoli	Benzotriazolo	Anti-corrosivo	Protezione di metalli (in particolare rame e sue leghe), prodotti chimici di uso domestico
	4-Metilbenzotriazolo	Anti-corrosivo	Protezione di metalli (in particolare rame e sue leghe), prodotti chimici di uso domestico
	5-Metilbenzotriazolo	Anti-corrosivo	Protezione di metalli (in particolare rame e sue leghe), prodotti chimici di uso domestico
Fitosanitari	Ametrina	Erbicida	Coltivazioni di frumento e di patata
	Atrazina	Erbicida	Coltivazioni di mais, sorgo e canna da zucchero
	Desetilatraxina (metabolita dell'Atrazina)	Erbicida	Coltivazioni di mais, sorgo e canna da zucchero
	Azinfos-metile	Insetticida	Alberi da frutta, alberi da frutta a guscio, raccolti di verdure
	Azinfos-etile	Insetticida	Coltivazione di vari tipi frutta e di verdura
	Azoxistrobina	Fungicida	Coltivazione di vari tipi frutta e di verdura
	Bitertanolo	Fungicida	Prevenzione o cura di malattie per vari tipi di frutta e di verdura
	Bromacile	Erbicida	Diserbo di agrumi e diserbo totale di aree non coltivate
	Carbetammide	Erbicida	Controllo di erbacce
	Carbofurano	Insetticida	Controllo fitosanitario nelle coltivazioni di patate, grano turco e soia
	Cloridazone	Erbicida	Coltivazione di barbabietole
	Cloroxurone	Erbicida	Coltivazione di verdure
	Clortolurone	Erbicida	Controllo di erbacce nelle coltivazioni di cereali
	Cianazina	Erbicida	Coltivazione di piselli
	Ciproconazolo	Fungicida	Coltivazioni di cereali e della barbabietola
	Desmetrina	Erbicida	Controllo, in fase curativa, del farinello comune e di altre erbacce nella coltivazione di cavoli, cipolle e porri
	Diclofluanide	Fungicida	Protezione fitosanitaria in particolare di fragole, uva, bacche, mele, pere
	Difenoconazolo	Fungicida	Cura di malattie di frutta, verdura e piante ornamentali
	Diflubenzurone	Insetticida	Contro i lepidotteri delle piante ornamentali e delle perenni e anche contro le cavolaie nella coltivazione di cavoli
	Diflufenican	Erbicida	Controllo delle erbacce nella coltivazione di cereali
Dimefurone	Erbicida	Controllo delle erbacce in fase preventiva e curativa	
Diurone	Erbicida	Coltivazioni di alberi da frutta, in particolare nella viticoltura e nella coltivazione di asparagi	
Epoxiconazolo	Fungicida	Coltivazione di frumento, orzo, segale e barbabietola	
Ethidimuron	Erbicida	Utilizzo in aree non coltivate	

Etofumesato	Erbicida	Coltivazione di barbabietole
Fenarimol	Fungicida	Coltivazione del melo e del pero
Fenbuconazolo	Fungicida	Protezione per l'ippocastano e le rose
Fenuron	Erbicida	n/a
Esazinone	Erbicida	Principalmente in aree non coltivate, tuttavia in maniera selettiva nelle coltivazioni di canna da zucchero, erba medica e ananas
Isoproturon	Erbicida	Coltivazione di orzo, frumento, segale e spelta
Lenacil	Erbicida	Coltivazione di barbabietole
Linuron	Erbicida	Utilizzo in orticoltura con largo spettro d'azione
Metalaxil	Fungicida	Utilizzo in orti- e frutticoltura contro i ficomiceti
Metamitron	Erbicida	Coltivazione di barbabietole
Metconazolo	Fungicida	Coltivazione di frumento, orzo, segale, girasole e colza
Metabenzthiazurone	Erbicida	Coltivazione di frumento, mais, erba medica ed alcune orticole
Metobromuron	Erbicida	Coltivazione di patate ed altre orticole
Metolaclo	Erbicida	Utilizzo in particolare nelle coltivazione di: fragole, cavoli, colza, iperico, ramolaccio, ravanello, rucola, arbusti ornamentali, navoni e tabacco con largo spettro d'azione
Metribuzin	Erbicida	Utilizzo in orticoltura con largo spettro d'azione
Metoxuron	Erbicida	Contro diverse graminacee e dicotiledoni
Monolinuron	Erbicida	Contro diversi infestanti, in particolare dicotiledoni
Monuron	Erbicida	n/a
Napropamid	Erbicida	Utilizzo in orticoltura, ma anche per: fragola, colza, tabacco er arbusti ornamentali
Paration-metile	Insetticida	Utilizzo in agricoltura, in particolare contro la psilla del pero e la mosca delle olive, con largo spettro d'azione
Paration-etile	Insetticida	Utilizzo in agricoltura con largo spettro d'azione
Propiconazolo	Fungicida	Coltivazione di cereali e della barbabietola, ma anche per tappeti erbosi
Prosulfocarb	Erbicida	Coltivazione di cereali, patate e cipolle
Penconazolo	Fungicida	Utilizzo in orti- e frutticoltura
Fenmedifam	Erbicida	Coltivazione di spinaci, barbabietole e fragole
Prometrina	Erbicida	Coltivazione di soia, girasole e altre orticole
Procimidone	Fungicida	Utilizzo in viticoltura e anche per alcune floricole ed orticole
Propazina	Erbicida	n/a
Simazina	Erbicida	Utilizzo in frutticoltura e nei vivai
Desetilsimazina (metabolita della Simazina)	Erbicida	Utilizzo in frutticoltura e nei vivai
Tebuconazolo	Fungicida	Utilizzo nella frutticoltura e nella cerealicoltura
Terbutrina	Erbicida	Coltivazioni di soia, girasole e orticole; inoltre contro le erbacce e le alghe sommerse e i galleggianti nei corsi di acqua, in bacini idrici e negli stagni di pesce
Terbutilazina	Erbicida	Coltivazione di mais
Desetilterbutilazina (metabolita della Terbutilazina)	Erbicida	Coltivazione di mais
Triadimefon	Fungicida	Utilizzo in frutticoltura, orticoltura e nella disinfezione di ferite di piante legnose
Triadimenol	Fungicida	Utilizzo in viticoltura
Vinclozolin	Fungicida	Utilizzo in viticoltura
2,4-Dinitrofenolo	Erbicida	n/a (prodotto intermedio nella sintesi degli

	2,4-D	Erbicida	erbicidi Dinoseb e Dinoterb) Utilizzo in frutticoltura, cerealicoltura e per i prati e i pascoli
	2,4-DB	Erbicida	Coltivazione di soia e arachidi
	2,4-DP (Dicloroprop)	Erbicida	Coltivazione di cereali
	2,4,5-T	Erbicida	Utilizzo contro piante legnose nello "sfollamento" forestale
	2,4,5-TP (Fenoprop)	Erbicida	Controllo di piante legnose
	MCPA	Erbicida	Coltivazione di cereali, ma anche per prati, pascoli e tappeti erbosi
	MCPB	Erbicida	Utilizzo in frutticoltura, nella coltivazione di cereali, patate, piselli e per prati e pascoli
	MCPP (Mecoprop)	Erbicida	Coltivazione di frutta e cereali e per i tappeti erbosi, i terreni sportivi, i prati e i pascoli
	Bentazone	Erbicida	Coltivazione di legumi, cereali, patate, riso, erba medica e soia
	Bromoxinil	Erbicida	Coltivazione di cereali
	Clorpiralid	Erbicida	Coltivazione della barbabietola, per i prati e i pascoli, lungo le strade cantonali e nazionali, sulle scarpate e le strisce verdi lungo le vie di comunicazione e su superfici coltivate aperte
	DEET	Insetticida	Repellente anti-zanzara
	Dicamba	Erbicida	Utilizzo in cerealicoltura e per prati, pascoli, tappeti erbosi e terreni sportivi
	Dinoseb	Erbicida	n/a
	DNOC	Erbicida, fungicida ed insetticida	Coltivazione di pomacee, drupacee e della vite (come insetticida e fungicida); nella coltivazione di cereali, aglio, cipolle ed erba medica (come erbicida)
	Fluroxypyr	Erbicida	Utilizzo in cerealicoltura e per prati e pascoli
	loxinil	Erbicida	Utilizzo in cerealicoltura e per prati, pascoli, tappeti erbosi e terreni sportivi
	Triclopir	Erbicida	Utilizzo in prati, pascoli, depositi di terreno vegetale, terreni incolti, sulle scarpate e le strisce verdi lungo le vie di comunicazione, su superfici coltivate aperte e nella coltivazione di piante ornamentali
	PCP (Pentaclorofenolo)	Erbicida, fungicida ed insetticida	Fitosanitario a largo spettro d'azione
	Clodinafop-propargile	Erbicida	Coltivazione di cereali
	Flufenacet	Erbicida	Coltivazione di asparagi, cereali e patate
	Flurtamone	Erbicida	Utilizzo in cerealicoltura
Farmaci	Bezafibrato	Fibrati	Utilizzo nei casi di ipertrigliceridemia e obesità
	Carbamazepina	Dibenzazepine	Utilizzo nei casi di epilessia e disturbo bipolare
	Acido clofibrico	Fibrati	Utilizzo nei casi di ipertrigliceridemia e obesità
	Diazepam	Benzodiazepine	Utilizzo nei casi di ansia, attacchi di panico, insonnia e depressione
	Diclofenac	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre
	Etofibrato	Fibrati	Utilizzo nei casi di ipertrigliceridemia e obesità
	Fenofibrato	Fibrati	Contro il colesterolo alto
	Acido fenofibrico	Fibrati	Contro il colesterolo alto
	Fenoprofene	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori moderati
	Gemfibrozil	Fibrati	Utilizzo nei casi di ipertrigliceridemia e obesità
	Ibuprofene	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre
	Indometacina	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre
Ketoprofene	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre	

Naproxene	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre
Paracetamolo	Analgesici non oppioidi	Contro dolori e febbre
Pentossifillina	Derivati xantinici	Cura della claudicatio intermittens
Atenololo	Betabloccanti	Cura dell'ipertensione
Betaxololo	Betabloccanti	Cura dell'ipertensione e del glaucoma
Bisoprololo	Betabloccanti	Contro le malattie cardiovascolari
Clenbuterolo	Ammine simpaticomimetiche	Utilizzo nei casi di varie forme d'asma
Ciclofosfamide	Ossazafosfinani	Cura di malattie auto-immuni
Dimetilamminofenazon e (Piramidone)	Pirazoloni	Contro dolori e febbre
Ifosfamide	Mostarde azotate	Cura di tumori di natura solida
Metoprololo	Betabloccanti	Contro l'ipertensione
Fenazone	Pirazoloni	Contro dolori e febbre
Pindololo	Betabloccanti	Contro l'ipertensione
Propranololo	Betabloccanti	Cura di ipertensione e angina
Propifenazone	Pirazoloni	Contro dolori e febbre
Salbutamolo	Beta 2 antagonisti selettivi	Contro il broncospasmo in diverse condizioni patologiche
Simvastatina	Statine	Contro il colesterolo alto
Sotalolo	Betabloccanti	Contro le aritmie cardiache
Terbutalina	Beta 2 antagonisti selettivi	Contro le malattie ostruttive respiratorie
Azitromicina	Antibiotici macrolidi	Cura di gastroenteriti, febbre tifoide, bronchiti e sinusiti
Claritromicina	Antibiotici macrolidi	Cura di infezioni respiratorie, della pelle e della malattia di Lyme. Anche contro l' <i>helicobacter pylori</i> .
Eritromicina A deidrato	Antibiotici macrolidi	Utilizzo a vasto spettro d'azione, in particolare nella cura dei processi infettivi a carico delle vie aeree, della cute e dei tessuti molli
Oleandomicina	Antibiotici macrolidi	Contro stafilococchi e streptococchi
Roxitromicina	Antibiotici macrolidi	Cura delle affezioni respiratorie, broncopolmonari, otorinolaringoiatriche, cutanee e genitali
Spiramicina	Antibiotici macrolidi	Contro la toxoplasmosi e altre infezioni dei tessuti molli
Tilosina	Antibiotici macrolidi	Utilizzo in medicina veterinaria
Sulfadiazina	Antibiotici sulfamidici	Utilizzo in caso di febbre reumatica e toxoplasmosi
Sulfadimidina	Antibiotici sulfamidici	n/a (principio attivo degli antibiotici sulfamidici)
Sulfamerazina	Antibiotici sulfamidici	Utilizzo in medicina veterinaria
Sulfametossazolo	Antibiotici sulfamidici	Cura delle infezioni delle vie urinarie
Sulfapiridina	Antibiotici sulfamidici	Cura delle infezioni dermatologiche
Amoxicillina	Antibiotici β -lattamici	Utilizzi diversi, con vasto spettro d'azione
Cloxacillina	Antibiotici β -lattamici	Utilizzi diversi, con vasto spettro d'azione
Dicloxacillina	Antibiotici β -lattamici	Utilizzi diversi, con vasto spettro d'azione
Virginiamicina	Antibiotici streptograminici	Utilizzi diversi, con vasto spettro d'azione; anche in agricoltura per accelerare la crescita degli animali
Nafcillina	Antibiotici β -lattamici	Cura di infezioni da stafilococchi
Oxacillina	Antibiotici β -lattamici	Cura delle infezioni delle vie respiratorie e dei tessuti molli
Penicillina G	Antibiotici β -lattamici	Utilizzo contro le infezioni streptococciche, gonococciche e meningococciche; anche in caso di antrace
Penicillina V	Antibiotici β -lattamici	Contro le infezioni del cavo orale e nella profilassi della febbre reumatica
Cloramfenicolo	Antibiotici batteriostatici	Utilizzo limitato al trattamento di infezioni gravi

	Dapsone	Antibiotici	Cura di malattie cutanee, della lebbra e della malaria
	Furazolidone	Antibiotici nitrofuranici	Cura di diarrea, enterite, salmonellosi ed in ambito veterinario
	Metronidazolo	Antibiotici nitroimidazolici	Cura della tricomoniasi, dell'amebiasi, della vaginosi batterica e dell'empima
	Ronidazolo	Antibiotici nitroimidazolici	Utilizzo in medicina veterinaria
	Trimetoprim	Antibiotici batteriostatici	Utilizzo nel caso di infezioni delle vie urinarie
	N-Acetil-4-amminoantipirina (metabolita del Metamizolo)	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre
	N-Formil-4-amminoantipirina (metabolita del Metamizolo)	Anti-infiammatori non steroidei	Contro dolori e febbre
	10,11-Diidro-10,11-diidrossicarbamazepina (metabolita della Carbamazepina)	Dibenzazepine	Utilizzo nei casi di epilessia e disturbo bipolare
Dolcificanti	Acesulfame	Edulcorante artificiale	Utilizzo nei dolci da forno, nelle bibite gassate e nei prodotti a lunga conservazione
	Ciclamato	Edulcorante artificiale	Utilizzo negli sciroppi e nei prodotti per diabetici
	Saccarina	Edulcorante artificiale	Utilizzo con possibili applicazioni molto diversificate
	Sucralosio	Edulcorante artificiale	Utilizzo nei dolci da forno e nei prodotti lunga conservazione

Come già indicato nell'introduzione, la raccolta dei campioni ha seguito le modalità di "campionamento puntuale" adottate usualmente sui corsi d'acqua superficiale. 2 L di acqua per punto di prelievo sono stati raccolti a una profondità non superiore ai 50 cm dalla superficie, stoccati in bottiglie di vetro e conservati ad una temperatura di 4 °C. I campioni sono sempre stati consegnati al laboratorio responsabile delle analisi il giorno seguente al prelievo (consegna di persona, celere ed attenta al mantenimento di una temperatura dei campioni attorno a 4 °C).

Le analisi sono state eseguite dal laboratorio *Technologie Zentrum Wasser* (TWZ) di Karlsruhe (Germania). La Tabella 4 riassume le tecniche analitiche utilizzate per la rivelazione delle diverse categorie di analiti, con una sensibilità compresa tra 5 e 50 ng/l (vedi anche Tabella 5 in allegato).

Tabella 4: Visione d'insieme delle tecniche di rivelazione analitica impiegate dal laboratorio del TWZ di Karlsruhe.

Categoria	Preparazione campione	Tecnica analitica
Fitosanitari	Estrazione su fase solida (SPE)	HPLC con rivelatore UV-DAD
	Estrazione su fase solida (SPE) e metilazione	GC/MS
Dolcificanti	Estrazione su fase solida (SPE)	HPLC-MS/MS
Farmaci	Estrazione su fase solida (SPE)	HPLC-MS/MS
Benzotriazoli	Estrazione su fase solida (SPE)	HPLC-MS/MS

4 Risultati e discussione

4.1 Discussione generale

La Tabella 5 in allegato elenca tutte le sostanze analizzate, in totale 152, nei 32 campioni considerati, indicando la loro categoria di appartenenza e il limite di quantificazione. Le sostanze indicate in grassetto corrispondono a quelle per cui almeno una volta la loro concentrazione è risultata maggiore al limite di quantificazione (42 sostanze). Il 72% degli inquinanti considerati non è mai stato ritrovato, mentre il 28% è stato rivelato almeno una volta.

Le Tabelle 6-9 in allegato riassumono tutti i risultati considerando esclusivamente i parametri per cui almeno una volta la concentrazione è risultata superiore al limite di quantificazione. Sono subito evidenti delle differenze rilevanti tra i diversi corsi d'acqua investigati. Il maggior numero di sostanze in un singolo campione, 28, è stato misurato per il prelievo di ottobre dal fiume Vedeggio. D'altra parte solo un campione, quello proveniente dalla Magliasina nel mese di dicembre, è risultato esente da tutti i contaminanti.

Per un confronto visivo e immediato tra i diversi corsi d'acqua e per delineare tendenze generali, è stata formata per ogni campione la somma delle sostanze appartenenti a una determinata categoria - Benzotriazoli, Biocidi e Fitosanitari, Farmaci e Dolcificanti. La Figura 3 mostra i risultati e, in relazione ai quattro differenti momenti di prelievo, la concentrazione media, minima e massima per queste categorie.

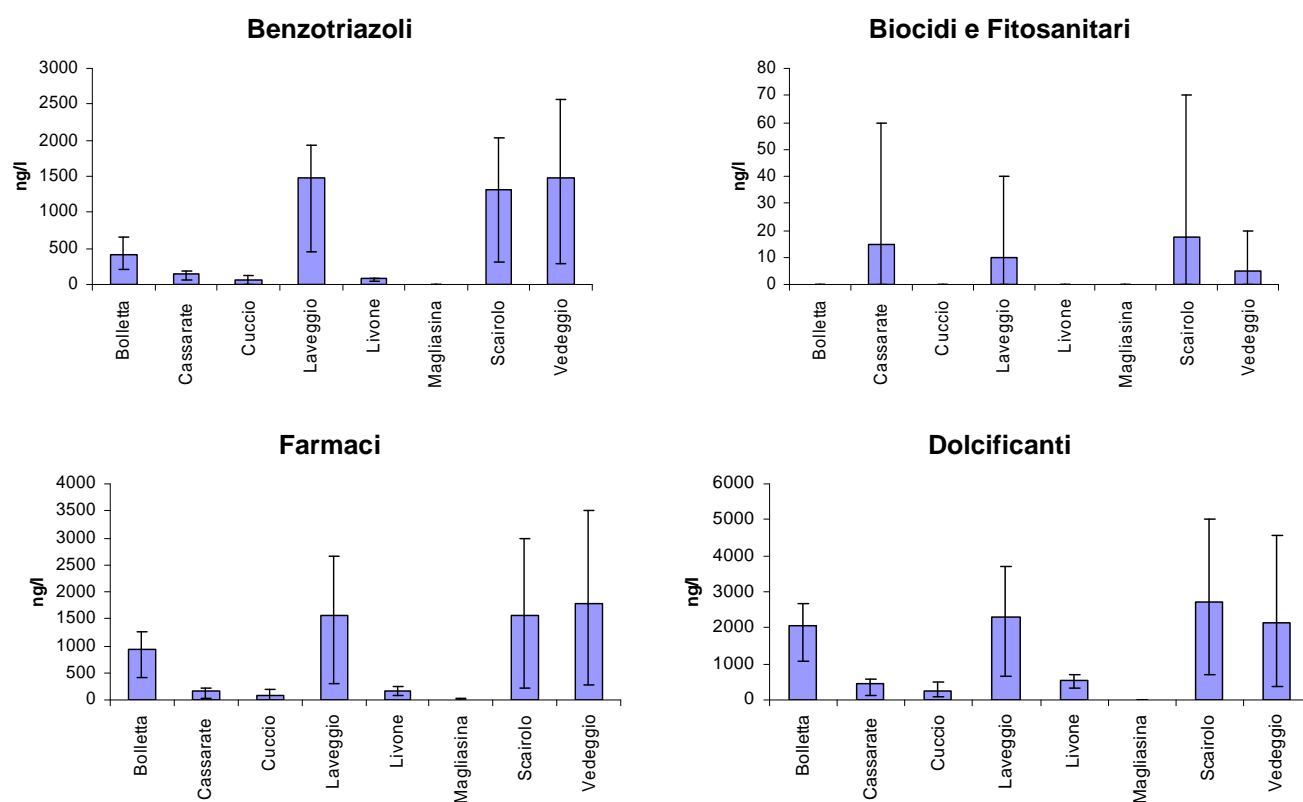


Figura 3: Media delle sostanze rilevate in una determinata categoria (somma) - Benzotriazoli, Biocidi e Fitosanitari, Farmaci e Dolcificanti - per i quattro diversi momenti di prelievo. Sono indicati inoltre i valori minimi e massimi.

Appaiono da subito evidenti delle somiglianze per l'andamento relativo di Benzotriazoli, Farmaci e Dolcificanti in diversi fiumi, mentre la categoria dei Biocidi e Fitosanitari mostra un profilo differente. Queste osservazioni sono in linea con le diverse possibili dinamiche di immissione nei corsi d'acqua, presentate nella parte introduttiva. In effetti, i dolcificanti vengono spesso considerati come degli ottimi traccianti per la presenza di acque reflue in uscita dagli IDA visto che gli stessi, allo stato attuale, non sono attrezzati per trattenerli convenientemente. Analogamente, sia i Benzotriazoli, molecole presenti come anticorrosivi in prodotti industriali ma anche come additivi in preparati per lavare le stoviglie, che i farmaci, espulsi parzialmente tramite le feci e le urine di persone che li assumono, trovano la loro principale dinamica di immissione nell'ambiente attraverso gli IDA e a seguito di un'emissione, in prima approssimazione, continua. Al contrario, i biocidi e i fitosanitari possono venire principalmente dilavati a seguito di intense precipitazioni e giungere in un corso d'acqua anche per vie diverse, per es. diffuse (Munz et. al., 2012; Staufer e Ort, 2012; Wittmer et. al., 2011, Wittmer et. al., 2014).

Sulla scorta di queste considerazioni, le concentrazioni di Dolcificanti, Farmaci e Benzotriazoli dipendono principalmente dalla pressione antropica esercitata in una determinata regione (numero di abitanti equivalenti allacciati a un determinato IDA), dalla capacità di trattenimento dell'IDA (allo stato attuale, per le sostanze considerate qui, scadente in ogni caso) e dalla portata naturale del corso d'acqua al momento del prelievo (fattore di diluizione delle acque di scarico depurate nel ricettore) (Abegglen e Siegrist, 2012). Questi parametri, introdotti nel Capitolo 2, correlano con una contaminazione di base generale che diminuisce nell'ordine Vedeggio \approx Scaiolo \approx Laveggio > Bolletta > Cassarate \approx Livone > Cuccio > Magliasina. La presenza di residui solo minimi e sporadici di dolcificanti nella Magliasina è in linea con l'assenza di uno scarico di acque depurate e con l'assenza quasi totale anche di altri microinquinanti, almeno per quanto attiene alla contaminazione di base determinabile dal presente studio.

Non è possibile confrontare tra loro le quantità totali rinvenute delle sostanze appartenenti a diverse categorie, in quanto le stesse dipendono fortemente dalla parametrizzazione. Tuttavia, appaiono evidenti, nonostante l'alto numero di analiti, quantitativi limitati di fitosanitari e biocidi in tutti i corsi d'acqua. Visto che queste sostanze, sia in ambito urbano che agricolo, vengono principalmente liberate a seguito di precipitazioni e per breve periodo, per rilevare opportunamente le loro concentrazioni massime sarebbe necessario promuovere uno studio specifico (Götz et al., 2010). Dati recenti su 5 fiumi in altri cantoni della Svizzera, in regioni dove lo sfruttamento agricolo del territorio è particolarmente marcato e diversificato, hanno mostrato in linea con previsioni teoriche precedenti la possibilità di ritrovare un gran numero di pesticidi diversi (Müller, 2008; Wittmer et. al., 2014). Stando allo stesso modello, la situazione attesa per i corsi d'acqua ticinesi dovrebbe risultare molto più rassicurante, in linea con i bassi quantitativi di pesticidi ritrovati in questo studio (Müller, 2008).

È interessante ad ogni modo notare la forte dipendenza dei risultati in funzione delle condizioni meteorologiche. A differenza degli altri momenti di prelievo (aprile, ottobre, dicembre), quello di giugno è stato preceduto da due giorni di intense precipitazioni con un regime in cui la portata dei fiumi risultava chiaramente superiore alla media (vedi Tabella 1). Queste condizioni sono, per effetto dell'inevitabile diluizione, all'origine di concentrazioni di Dolcificanti, Farmaci e Benzotriazoli mediamente ~ 5 volte inferiori rispetto alla media degli altri tre momenti di prelievo. Al contrario, il prelievo di giugno è quello che ha mostrato i residui maggiori di biocidi e fitosanitari nelle acque, anche se in concentrazioni e numero modesto. Questo risultato conferma l'origine prevalente di queste sostanze a partire dal dilavamento di superfici urbane o agricole tramite la pioggia (Wittmer et. al., 2011; Wittmer et. al., 2014).

Infine, è possibile ipotizzare effetti stagionali dovuti a variazioni di consumo di prodotti specifici durante l'anno. In effetti, come ci si potrebbe aspettare a fronte di un maggiore utilizzo nella stagione fredda, i residui di farmaci più elevati in assoluto sono stati osservati nei campioni raccolti in ottobre e dicembre.

4.2 Singoli microinquinanti

Come descritto nell'introduzione, le quantità dei microinquinanti in un corso d'acqua a seguito degli scarichi di IDA consortili risultano tanto più elevate quanto maggiore è la pressione antropica e minore la possibilità di diluizione nel corso d'acqua. In valore assoluto e con l'eccezione della Magliasina (assenza di uno scarico di acque da IDA a monte), in tutti i corsi d'acqua la sostanza maggiormente presente è risultata essere un dolcificante artificiale. Si tratta in particolare dell'Acesulfam (6 fiumi) o del Sucralosio (1 fiume), degli additivi edulcoranti utilizzati nelle derrate alimentari (codici E950 e E955). Una volta assunti attraverso l'alimentazione dalla popolazione, entrambi vengono espulsi quasi completamente attraverso le feci e le urine (>90%). Visto che gli IDA sono largamente inefficaci nel rimuovere queste sostanze (eliminazione <5%), la loro presenza in un corso d'acqua fornisce indicazioni utili sulla quantità di acque reflue provenienti dagli IDA. Va rimarcato come, dal punto di vista ecotossicologico, la rilevanza di additivi alimentari sia subordinata a quella di molecole concepite per influire sui processi biologici come i farmaci, i biocidi o i fitosanitari.

Nonostante un confronto robusto con gli scarsi dati da indagini precedenti non sia possibile, lo studio del 2010 descritto nelle referenze Sacchi, 2011 e CIP AIS, 2012, mirato alla determinazione di alcuni microinquinanti presso il Consorzio di depurazione delle acque di Mendrisio e dintorni, lungo il fiume Laveggio e nel lago di Lugano nel 2010, contiene risultati che permettono un paragone sommario e un tentativo di interpretare tendenze sul lungo periodo. I risultati relativi ai microinquinanti considerati in entrambi gli studi per i campioni dal fiume Laveggio a valle dell'IDA sono illustrati nella tabella 10.

Tabella 10: Microinquinanti rivelati nelle acque del Laveggio a valle dell'IDA tra giugno ed agosto del 2010 (referenze Sacchi, 2011 e CIP AIS, 2012) confrontati con quelli del presente studio. In entrambi i casi, è indicata la media di quattro determinazioni e, tra parentesi, il relativo valore massimo.

	Media (max) ng/l, studio 2010	Media (max) ng/l, questo studio		Media (max) ng/l, studio 2010	Media (max) ng/l, questo studio
Benzotriazol	2639 (5367)	925 (1200)	Naproxen	42 (63)	15 (27)
Mecoprop	268 (699)	<10 (20)	Atenolol	61 (91)	290 (831)
Terbutryn	<3 (4)	<10 (<10)	Sotalol	68 (92)	185 (470)
Benzafibrat	9 (15)	<10 (14)	Clarithromycin	6 (8)	40 (64)
Carbamazepin	76 (109)	93 (140)	Sulfamethoxazol	45 (108)	98 (170)
Diclofenac	115 (142)	190 (280)	Trimethoprim	15 (31)	45 (75)

Apparentemente, con l'eccezione dell'analgescico Naproxen e del regolatore lipidico Benzafibrat, tutti i principi attivi da farmaci misurati nel presente studio risultano più elevati rispetto ai valori del 2010, sia per le concentrazioni medie che per quelle massime. Assumendo una certa costanza nella tipologia di prodotti farmaceutici presenti sul mercato, questi aumenti potrebbero essere interpretabili con una crescita dei consumi. Va però anche sottolineato come, contrariamente allo studio del 2010, i dati presentati qui contemplano anche dei prelievi nei mesi di ottobre e dicembre dove l'aspettativa del consumo di farmaci è maggiore.

Per contro appare di primo acchito evidente e molto positiva la forte diminuzione delle concentrazioni medie e massime di Benzotriazolo e Mecoprop, sebbene anche questo risultato vada interpretato con cautela dato che i valori ottenuti nello studio del 2010 mostrano delle variazioni particolarmente importanti. A parte eventuali effetti derivanti da dinamiche discontinue di

immissione nelle acque superficiali, è ipotizzabile un miglioramento delle formulazioni di prodotti all'origine di questi microinquinanti (riduzione alla fonte). Per il Mecoprop in particolare, un principio attivo utilizzato come erbicida ma anche, fino a pochi anni fa, all'interno di prodotti per la protezione di facciate, la forte diminuzione è probabilmente dovuta ai recenti sforzi per ridurre o eliminarne l'impiego, per esempio come additivo antiradice all'interno di strati di impermeabilizzazione in edilizia (UFAM, 2009).

Oltre al Mecoprop, rivelato sporadicamente solo a basse concentrazioni durante i prelievi di giugno preceduti da precipitazioni, la stessa conclusione sembra applicabile anche ad altri biocidi come Diuron, Isoproturon e Terbutryn, omologati per la protezione contro gli attacchi di alghe e muffe sulle facciate di edifici ma mai rinvenuti sopra il limite di rivelazione (Staufer e Ort, 2012). Con tutta probabilità, anche questo effetto positivo può essere ricondotto alle nuove formulazioni di pitture e intonaci per facciate che hanno permesso sia di ridurre le quantità impiegate che di inibire fortemente il dilavamento a seguito di precipitazioni (Burkhardt e Dietschweiler, 2013). Purtroppo non esistono dati di confronto specifici precedenti a questo studio.

Altri principi attivi della classe dei Biocidi e dei Fitosanitari altrimenti rivelabili in almeno un'occasione sono gli erbicidi Triclopyr e MCPA (quest'ultimo spesso combinato all'interno di prodotti con il Mecoprop) e il DEET, popolare repellente per zanzare e la sostanza più frequentemente ritrovata anche a livello svizzero (Munz et. al., 2012). Per contro, nonostante l'ampia parametrizzazione, non sono emersi altri fitosanitari oltre il limite di rivelazione, con tutta probabilità per le ragioni già esposte precedentemente e legate alla tipologia dello studio nonché in linea con uno sfruttamento del territorio poco legato ad attività agricole.

Per un tentativo di identificare fonti locali peculiari è possibile normalizzare i risultati ottenuti per i residui di farmaci con le concentrazioni di dolcificanti contemporaneamente presenti, considerando questi ultimi come proporzionali indicatori delle quantità acque di scarico depurate in un determinato comprensorio. Variazioni importanti dei dati normalizzati potrebbero suggerire la presenza di fonti puntuali nel comprensorio in questione. In effetti, questo esercizio sembrerebbe fornire indicazioni utili, suggerendo per esempio dei residui di Diclofenac nei fiumi Scairolo e Vedeggio o di Ibuprofene nel fiume Bolletta superiori alle attese. Possibili spiegazioni potrebbero essere sia una particolare inefficacia nella depurazione di singole sostanze dagli IDA a monte come anche la presenza di attività produttive con scarico di acque industriali nelle canalizzazioni. Nell'attesa di basi legali precise, sarebbe opportuno contenere nel limite del possibile alla fonte gli scarichi da aziende suscettibili (per esempio le farmaceutiche) con eventuali residui di microinquinanti attivi biologicamente. In questo contesto le autorizzazioni di scarico delle acque industriali di aziende suscettibili dovranno essere valutate criticamente anche se, purtroppo, per molte sostanze potenzialmente problematiche non esistono a oggi dati di riferimento robusti (Braun e Gälli, 2014).

4.3 *Rischio per gli organismi acquatici*

Le Tabelle 6-9 in allegato mostrano nelle ultime due colonne i valori di riferimento ecotossicologici attualmente disponibili dalla banca dati pubblicata e aggiornata online dall'Oekotoxzentrum di Dübendorf (Oekotoxzentrum, 2014). Un rischio per gli organismi acquatici è possibile se vengono superati in maniera cronica (media annuale) uno o più valori AA, rispettivamente in modalità acuta (superamento limitato nel tempo) uno o più valori MAC.

La Figura 4 riassume graficamente i residui di Diclofenac, Azithromycin e Clarithromycin, rinvenuti nei fiumi Bolletta, Laveggio, Vedeggio e Scairolo. Tali farmaci sono gli unici a superare eventualmente nei quattro fiumi citati i rispettivi criteri di qualità AA-EQS o, in una o più occasioni, i valori di riferimento MAC-EQS. Altri corsi d'acqua per contro non hanno fatto registrare superamenti. Da notare come superamenti analoghi proprio di questi tre farmaci siano stati rilevati anche in altre regioni della Svizzera (Götz et al., 2014).

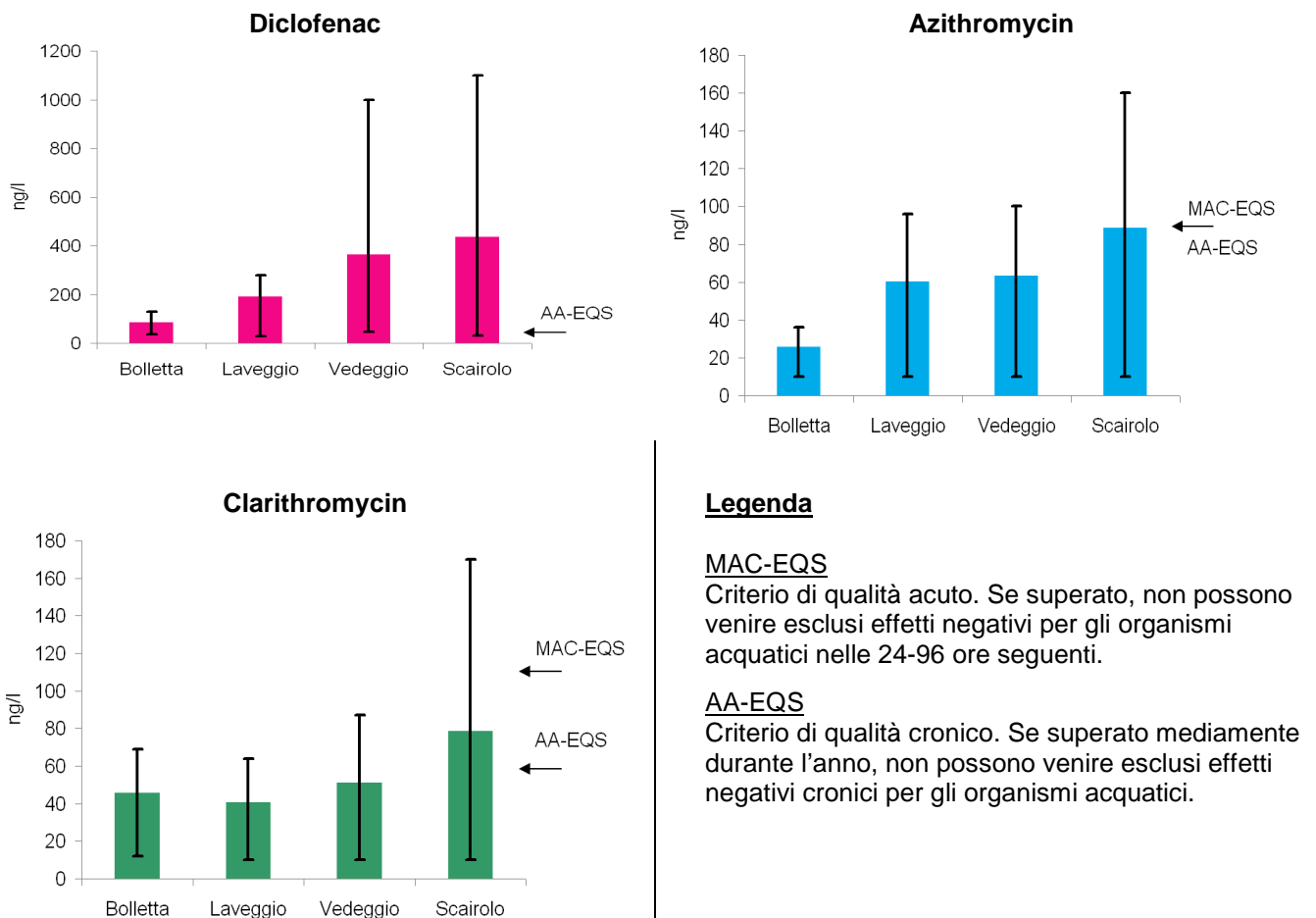


Figura 4: Media dei microinquinanti Diclofenac, Azithromycin e Clarithromycin nei corsi d'acqua dove è superato almeno una volta un criterio di qualità acuto (MAC-EQS) o cronico (AA-EQS). Sono indicati inoltre i valori minimi e massimi delle quattro misurazioni effettuate. Per risultati sotto il limite di quantificazione (10 ng/l), lo stesso è stato assunto come valore effettivo.

Come già evidente a livello grafico dalla Figura 4, le tre sostanze citate causano una pressione negativa sugli organismi acquatici nell'ordine decrescente Scairolo > Vedeggio > Laveggio > Bolletta. In tutti e quattro i corsi d'acqua la concentrazione media di Diclofenac è risultata più elevata del rispettivo valore AA-EQS di 50 ng/l. Mentre nel Bolletta con 84 ng/l il superamento è contenuto, lo Scairolo con 435 ng/l si è rivelato mediamente contaminato quasi nove volte oltre il valore di riferimento. L'unico altro superamento di un valore AA-EQS è risultato essere, sempre nello Scairolo, quello relativo all'antibiotico Clarithromycin (78 rispetto a 60 ng/l).

In assenza di valori di riferimento per l'analgescico Diclofenac, come unici superamenti puntuali per dei criteri di qualità acuti sono emerse le concentrazioni di Azithromycin (MAC-EQS: 90 ng/l) nel Laveggio (1 volta, 96 ng/l), nel Vedeggio (2 volte, 97 e 100 ng/l) e nello Scairolo (2 volte, 110 e 160 ng/l) così come quelle di Clarithromycin (MAC-EQS: 110 ng/l) nello Scairolo (1 volta, 170 ng/l).

È utile sottolineare come per 25 delle 42 sostanze misurabili almeno una volta, non siano ancora disponibili valori di riferimento ecotossicologici consolidati, fornendo un quadro generale di incertezza sulla valutazione del rischio. Questo studio conferma comunque la previsione generale che in diversi corsi d'acqua che si immettono nel lago di Lugano la contaminazione di base da microinquinanti, proveniente prevalentemente dagli scarichi depurati da IDA, supera almeno uno dei valori di riferimento ecotossicologici attualmente disponibili.

nonostante gli effetti risultino sovente non-lineari, è possibile normalizzare i dati grezzi per la portata al momento del prelievo e il valore Q347 (per definizione: la portata che è raggiunta o superata in media durante 347 giorni l'anno). Questo procedimento secondo la referenza Götz et al., 2010 permette di stimare la contaminazione di base di un corso d'acqua in maniera prudenziale (caso peggiore). I valori normalizzati possono essere confrontati con i criteri di qualità AA-EQS per valutare se e quanto, nel caso peggiore, una o più sostanze possano causare delle criticità croniche per gli organismi acquatici.

Applicando ai risultati il procedimento descritto e utilizzando i dati riportati nella Tabella 1, la Figura 5 confronta le otto sostanze più significative dal punto di vista delle concentrazioni medie e dei relativi criteri ecotossicologici, fornendo una valutazione d'insieme da "molto buono" a "cattivo". I risultati confermano le possibili criticità croniche dovute alla presenza di Diclofenac, Clarithromycin e Azithromycin nel Vedeggio, nel Laveggio e nello Scairolo, così come per l'occorrenza di Diclofenac e Clarithromycin nel Bolletta. In generale, la sostanza più preoccupante è il Diclofenac, all'origine anche di una qualità delle acque del Cassarate e del Livone catalogabile come mediocre.

5 Conclusioni

Questo studio focalizza sulla ricerca di numerosi microinquinanti organici nelle acque prelevate da 8 corsi d'acqua -Bolletta, Cassarate, Cuccio, Laveggio, Livone, Magliasina, Scairolo e Vedeggio- in quattro diversi momenti dell'anno. I campioni sono stati raccolti prima dell'immissione nel lago e, con l'eccezione della Magliasina, a valle degli impianti di depurazione delle acque reflue presenti sul territorio. La strategia di campionamento è tale da permettere un giudizio robusto relativo alla contaminazione di base presente nei principali immissari del Ceresio citati, mentre fornisce un quadro solo parziale delle contaminazioni possibili a seguito di dinamiche di immissione puntuali nel tempo.

Sono stati ricercati in totale 152 microinquinanti con una sensibilità analitica compresa tra 5 e 50 ng/l. 42 sostanze sono state rivelate in almeno un'occasione, mentre 110 sostanze non sono mai state ritrovate. Il maggior numero di microinquinanti in un singolo campione, 28, è riconducibile al prelievo di ottobre dal fiume Vedeggio mentre un solo campione, proveniente dalla Magliasina, è risultato esente da tutti i contaminanti considerati.

La contaminazione di base diminuisce nell'ordine Vedeggio \approx Scairolo \approx Laveggio > Bolletta > Cassarate \approx Livone > Cuccio > Magliasina. La presenza di residui solo minimi e sporadici di dolcificanti nella Magliasina è in linea con l'assenza di uno scarico di acque reflue depurate e con l'assenza quasi totale di microinquinanti. Alla luce delle concentrazioni rinvenute e dei criteri ecotossicologici disponibili, la sostanza più critica è risultata essere l'analgesico Diclofenac, determinante per la classificazione della qualità delle acque dei fiumi Vedeggio, Scairolo e Laveggio come "cattiva". Questo e altri risultati sono in linea con quanto previsto dall'Ufficio federale dell'ambiente per la contaminazione di base da microinquinanti nei corsi d'acqua ticinesi.

I risultati di questo studio permettono inoltre di stimare l'apporto di diversi microinquinanti al Lago Ceresio e gettano le basi per un confronto con quanto emergerà dagli studi della CIP AIS previsti nel 2015, che includono misurazioni analoghe nelle acque dal lago di Lugano.

6 Bibliografia

- Abegglen C. e Siegrist, H. 2012. Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 1-210.
- Braun C., Gälli, R. 2014. Mikroverunreinigungen aus Industrie und Gewerbe. Erste Grundlagenerhebung mittels Umfrage bei den Kantonen zu vorhandenen Informationen. Bericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU). BMG Engineering AG, Schlieren.
- Burkhardt M., Dietschweiler C. 2013. Mengenabschätzung von Bioziden in Schutzmitteln in der Schweiz. HSR Rapperswil, UMTEC. Studio commissionato dall'Ufficio federale dell'Ambiente.
- Chèvre N., Escher B. 2005. Welches Risiko stellen Pestizide für die Gewässer dar? Eawag News. 59: 20–23.
- CIP AIS 2012. Lago Ceresio: indagine su DDT e sostanze pericolose. Rapporto annuale 2011. Ed. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere: 11-23.
- Ferrario 2009. Quantificazione e caratterizzazione dei carichi di nutrienti in entrata al lago di Lugano (Svizzera – Italia), Tesi di laurea.
- Gälli R., Ort C. e Schärer M. 2009. Mikroverunreinigungen in den Gewässern. Bewertung und Reduktion der Schadstoffbelastung aus der Siedlungsentwässerung. Umwelt-Wissen Nr. 0917. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Gerace V. 2014. Tesi di laurea, in preparazione.
- Götz C.W., Kase R. e Hollender, J. 2010. Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf
- Götz C.W., Eugster M., Rezzonico S., Zwicker E. 2014. Mikroverunreinigungen im Abwasser - Suche nach gewerblichen und industriellen Emissionsquellen im Kanton St. Gallen. Aqua & Gas, 3: 44–51.
- Kilchmann S., Reinhardt M., Schürch M., Traber D. (OFEV). 2009. Résultats de l'observatoire national des eaux souterraines (NAQUA) – Etat et évolution de 2004 à 2006. Etat de l'environnement, 0903: 1-144.
- Müller S. 2008. Berechnete Konzentrationen von Pestizidkonzentrationen - Vortrag Fischnetz+, Olten, 16.2.2008. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf.
- Munz N., Leu C., Wittmer I. 2012. Pestizidmessungen in Fließgewässern - Schweizweite Auswertung. Aqua & Gas. 11: 32–41.
- NFP 2008. AA.VV. Nationales Forschungsprogramm «Hormonaktive Stoffe», Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern», Schlussdokument. Pubblicato per conto del Fondo nazionale svizzero da int/ext Communications AG, Postfach, Basel.
- Oekotoxzentrum. 2014. L'elenco di MAQ-EQS e AA-EQS viene aggiornato alla pagina web dell'Oekotoxzentrum: www.oekotoxzentrum.ch/qualitaetskriterien.
- Sacchi L. 2011. Le cycle anthropique de l'eau dans la région de Mendrisio (TI): quelles perspectives pour la ressource en eau? Maîtrise universitaire en Sciences en Géosciences de l'Environnement, Université de Lausanne. 1-124
- Stauffer P. e Ort C. 2012. Diffuse Einträge aus Siedlungen - Ergebnisse einer Situationsanalyse. Aqua & Gas. 11: 2–10.
- UFAM - Ufficio federale dell'ambiente. 2009. Informazioni relative al mecoprop presente negli strati bituminosi dei tetti verdi.
- Wittmer I.K., Scheidegger R., Bader H.P., Singer H., Stamm C. 2011. Loss rates of urban biocides can exceed those of agricultural pesticides. Science of the Total Environment, 409 : 920–932.
- Wittmer I.K., Moschert Ch., Simovic J., Singer H., Stamm C., Hollender, J., Junghans, M. 2014. Ueber 100 Pestizide in Fließgewässern - Programm NAWA Spez zeigt die hohe Pestizid-Belastung der Schweizer Fließgewässer auf. Aqua & Gas, 3: 32–43.

Tabella 5: Microinquinanti ricercati nel presente studio (152 sostanze). Sono indicati il nome della sostanza, la categoria di appartenenza (Bz: Benzotriazoli, BF: Biocidi e Fitosanitari, Fa: Farmaci e Do: Dolcificanti) e il limite di quantificazione analitico in ng/l (per BF: il limite di rivelazione). Le sostanze in grassetto (42 sostanze) sono state rivelate almeno una volta in concentrazioni maggiori del LQ.

Cat.	Sostanza	LQ	Cat.	Sostanza	LQ	Cat.	Sostanza	LQ	Cat.	Sostanza	LQ
Bz	Benzotriazol	10	BF	Methabenzthiazuron	20	BF	DEET	20	Fa	Propyphenazon	10
Bz	4-Methylbenzotriazol	10	BF	Metobromuron	20	BF	Dicamba	20	Fa	Salbutamol	10
Bz	5-Methylbenzotriazol	10	BF	Metolachlor	35	BF	Dinoseb	20	Fa	Simvastatin	10
BF	Ametryn	20	BF	Metribuzin	20	BF	DNOC	20	Fa	Sotalol	10
BF	Atrazin	10	BF	Metoxuron	20	BF	Fluroxypyr	20	Fa	Terbutalin	10
BF	Desethylatrazin	10	BF	Monolinuron	20	BF	Ioxynil	20	Fa	Azithromycin	10
BF	Azinphos-methyl	20	BF	Monuron	20	BF	Triclopyr	20	Fa	Clarithromycin	10
BF	Azinphos-ethyl	20	BF	Napropamid	35	BF	Pentachlorphenol	35	Fa	Dehydrato-Erythromycin A	10
BF	Azoxystrobin	20	BF	Parathion-methyl	35	BF	Clodinafop-propargylester	10	Fa	Oleandomycin	10
BF	Bitertanol	35	BF	Parathion-ethyl	35	BF	Flufenacet	5	Fa	Roxithromycin	10
BF	Bromacil	10	BF	Propiconazol	35	BF	Flurtamone	10	Fa	Spiramycin	10
BF	Carbetamid	35	BF	Prosulfocarb	35	Fa	Benzafibrat	10	Fa	Tylosin	10
BF	Carbofuran	35	BF	Penconazol	35	Fa	Carbamazepin	10	Fa	Sulfadiazin	10
BF	Chloridazon	20	BF	Phenmedipham	35	Fa	Clofibrinsäure	10	Fa	Sulfadimidin	10
BF	Chloroxuron	20	BF	Prometryn	20	Fa	Diazepam	10	Fa	Sulfamerazin	10
BF	Chlortoluron	20	BF	Procymidon	35	Fa	Diclofenac	10	Fa	Sulfamethoxazol	10
BF	Cyanazin	20	BF	Propazin	20	Fa	Etofibrat	10	Fa	Sulfapyridin	10
BF	Cyproconazol	20	BF	Simazin	10	Fa	Fenofibrat	10	Fa	Amoxicillin	20
BF	Desmetryn	20	BF	Desethylsimazin	20	Fa	Fenofibrinsäure	10	Fa	Cloxacillin	20
BF	Dichlofluanid	35	BF	Tebuconazol	35	Fa	Fenoprofen	10	Fa	Dicloxacillin	20

BF	Difenoconazol	20	BF	Terbutryn	20	Fa	Gemfibrozil	10	Fa	Virginiamycin	10
BF	Diflubenzuron	20	BF	Terbuthylazin	10	Fa	Ibuprofen	10	Fa	Nafcillin	20
BF	Diflufenican	20	BF	Desethylterbuthylazin	20	Fa	Indomethacin	10	Fa	Oxacillin	20
BF	Dimefuron	20	BF	Triadimefon	20	Fa	Ketoprofen	10	Fa	Penicillin	20
BF	Diuron	20	BF	Triadimenol	35	Fa	Naproxen	10	Fa	Penicillin	20
BF	Epoxiconazol	20	BF	Vinclozolin	35	Fa	Paracetamol	10	Fa	Chloramphenicol	10
BF	Ethidimuron	35	BF	2.4-Dinitrophenol	35	Fa	Pentoxifyllin	10	Fa	Dapson	10
BF	Ethofumesat	35	BF	2.4-D	20	Fa	Atenolol	10	Fa	Furazolidon	10
BF	Fenarimol	20	BF	2.4-DB	20	Fa	Betaxolol	10	Fa	Metronidazol	10
BF	Fenbuconazol	35	BF	2.4-DP (Dichlorprop)	20	Fa	Bisoprolol	10	Fa	Ronidazol	10
BF	Fenuron	20	BF	2.4.5-T	20	Fa	Clenbuterol	10	Fa	Trimethoprim	5
BF	Hexazinon	20	BF	2.4.5-TP (Fenoprop)	20	Fa	Cyclophosphamid	10	Fa	N-Acetyl-4-aminoantipyrin	10
BF	Isoproturon	20	BF	MCPA	20	Fa	Dimethylaminophenazon	10	Fa	N-Formyl-4-aminoantipyrin	10
BF	Lenacil	20	BF	MCPB	20	Fa	Ifosfamid	10	Fa	10.11-Dihydro-10.11-dihydroxycarbamazepin	10
BF	Linuron	20	BF	MCPB (Mecoprop)	20	Fa	Metoprolol	10	Do	Acesulfam	10
BF	Metalaxyl	20	BF	Bentazon	20	Fa	Phenazon	10	Do	Cyclamat	10
BF	Metamitron	35	BF	Bromoxynil	20	Fa	Pindolol	10	Do	Saccharin	10
BF	Metconazol	20	BF	Clopyralid	35	Fa	Propranolol	10	Do	Sucralose	50

Tabella 6: Sostanze rivelate nei fiumi Bolletta e Cassarate in occasione delle quattro campagne di misura. I valori, espressi in ng/l, sono confrontati con i criteri di qualità delle acque superficiali MAC e AA pubblicati dall'Oekotoxentrum di Dübendorf. Eventuali superamenti di un valore MAC e/o AA sono segnati in grassetto.

Fiume	Bolletta				Cassarate				Criterio di qualità acuto (MAC) e cronico (AA)	
	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	MAC	AA
Benzotriazol	97	63	150	94	110	30	99	110	120000	30000
4-Methylbenzotriazol	120	93	360	300	35	18	52	41	200000	75000
5-Methylbenzotriazol	70	44	150	93	47	13	14	18	200000	75000
MCPA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15200	1340
MCPP (Mecoprop)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	187000	3600
DEET	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	60	n.d.	410000	41000
Triclopyr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Benzafibrat	n.d.	n.d.	n.d.	12	13	n.d.	n.d.	n.d.	76000	460
Carbamazepin	28	28	74	80	14	n.d.	16	19	2550000	500
Clofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Diazepam	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Diclofenac	61	35	110	130	17	n.d.	24	28	non considerato	50
Fenofibrinsäure	n.d.	n.d.	19	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Gemfibrozil	n.d.	n.d.	19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Ibuprofen	39	27	82	54	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	23000	300
Indomethacin	n.d.	n.d.	n.d.	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Ketoprofen	n.d.	n.d.	52	46	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Naproxen	19	17	61	50	n.d.	n.d.	11	n.d.	370000	1700
Paracetamol	610	150	55	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		

Atenolol	36	27	170	51	20	n.d.	19	19	330000	150000
Bisoprolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metoprolol	n.d.	n.d.	26	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76000	64000
Phenazon	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Propranolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Sotalol	n.d.	n.d.	63	20	n.d.	n.d.	15	n.d.	att. non possibile	att. non possibile
Azithromycin	25	n.d.	32	36	13	n.d.	n.d.	n.d.	90	90
Clarithromycin	43	12	69	59	15	n.d.	n.d.	n.d.	110	60
Dehydrato- Erythromycin A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Roxithromycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Spiramycin	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Sulfamethoxazol	48	n.d.	29	68	12	n.d.	14	n.d.	2700	600
Sulfapyridin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Chloramphenicol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metronidazol	38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Trimethoprim	29	n.d.	6.7	17	15	n.d.	n.d.	n.d.	1100000	60000
N-Acetyl-4- aminoantipyrin	21	16	48	39	44	12	39	47		
N-Formyl-4- aminoantipyrin	10	n.d.	18	18	13	n.d.	n.d.	14		
10,11-Dihydro-10,11- dihydroxycarbamazepin	100	96	320	180	39	14	49	53		
Acesulfam	1100	400	740	770	410	110	390	380		
Cyclamat	180	110	370	220	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Saccharin	190	130	490	950	40	20	40	40		
Sucralose	460	420	910	730	110	n.d.	100	120		

Tabella 7: Sostanze rivelate nei fiumi Cuccio e Laveggio in occasione delle quattro campagne di misura. I valori, espressi in ng/l, sono confrontati con i criteri di qualità delle acque superficiali MAC e AA pubblicati dall'Oekotoxzentrum di Dübendorf. Eventuali superamenti di un valore MAC e/o AA sono segnati in grassetto.

Fiume	Cuccio				Laveggio				Criterio di qualità acuto (MAC) e cronico (AA)	
	Sostanza	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	MAC
Benzotriazol	47	n.d.	13	13	1200	300	1100	1100	120000	30000
4-Methylbenzotriazol	36	n.d.	23	44	380	110	690	520	200000	75000
5-Methylbenzotriazol	47	n.d.	11	13	200	39	140	140	200000	75000
MCPA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20	n.d.	n.d.	15200	1340
MCPP (Mecoprop)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20	n.d.	n.d.	187000	3600
DEET	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	410000	41000
Triclopyr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Bezafibrat	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14	76000	460
Carbamazepin	n.d.	n.d.	n.d.	13	140	22	110	100	2550000	500
Clofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15		
Diazepam	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Diclofenac	18	10	10	10	220	29	280	230	non considerato	50
Fenofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Gemfibrozil	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Ibuprofen	14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	23000	300
Indomethacin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	33	n.d.	31	33		
Ketoprofen	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Naproxen	19	n.d.	n.d.	n.d.	27	n.d.	13	11	370000	1700
Paracetamol	17	n.d.	n.d.	n.d.	52	n.d.	n.d.	24		

Atenolol	20	n.d.	n.d.	n.d.	97	32	200	831	330000	150000
Bisoprolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metoprolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	48	10	85	41	76000	64000
Phenazon	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11	n.d.		
Propranolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11	n.d.	19	13		
Sotalol	n.d.	n.d.	12	n.d.	110	22	470	140	att. non possibile	att. non possibile
Azithromycin	19	n.d.	n.d.	n.d.	73	n.d.	96	62	90	90
Clarithromycin	17	n.d.	n.d.	n.d.	33	n.d.	55	64	110	60
Dehydrato- Erythromycin A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13	n.d.	n.d.	n.d.		
Roxithromycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Spiramycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Sulfamethoxazol	20	n.d.	n.d.	n.d.	170	22	130	72	2700	600
Sulfapyridin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	18	n.d.	19	18		
Chloramphenicol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metronidazol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	19	n.d.	15	20		
Trimethoprim	14	n.d.	n.d.	n.d.	75	9.2	51	44	1100000	60000
N-Acetyl-4- aminoantipyrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	320	90	540	260		
N-Formyl-4- aminoantipyrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	100	31	140	84		
10,11-Dihydro-10,11- dihydroxycarbamazepin	23	n.d.	20	56	190	42	380	170		
Acesulfam	270	70	30	110	2800	480	1500	1400		
Cyclamat	50	n.d.	n.d.	n.d.	20	20	n.d.	n.d.		
Saccharin	30	10	n.d.	40	20	n.d.	10	20		
Sucralose	140	n.d.	90	160	870	170	1100	800		

Tabella 8: Sostanze rivelate nei fiumi Livone e Magliasina in occasione delle quattro campagne di misura. I valori, espressi in ng/l, sono confrontati con i criteri di qualità delle acque superficiali MAC e AA pubblicati dall'Oekotoxentrum di Dübendorf. Eventuali superamenti di un valore MAC e/o AA sono segnati in grassetto.

Fiume Sostanza	Livone				Magliasina				Criterio di qualità acuto (MAC) e cronico (AA)	
	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	MAC	AA
Benzotriazol	42	27	31	29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	120000	30000
4-Methylbenzotriazol	23	12	33	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	200000	75000
5-Methylbenzotriazol	23	11	16	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	200000	75000
MCPA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15200	1340
MCPP (Mecoprop)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	187000	3600
DEET	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	410000	41000
Triclopyr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Bezafibrat	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76000	460
Carbamazepin	n.d.	n.d.	21	34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2550000	500
Clofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Diazepam	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Diclofenac	19	12	n.d.	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	non considerato	50
Fenofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Gemfibrozil	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Ibuprofen	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	23000	300
Indomethacin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Ketoprofen	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Naproxen	n.d.	n.d.	n.d.	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	370000	1700
Paracetamol	160	49	n.d.	n.d.	n.d.	37	n.d.	n.d.		

Atenolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	330000	150000
Bisoprolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metoprolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76000	64000
Phenazon	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Propranolol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Sotalol	n.d.	n.d.	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	att. non possibile	att. non possibile
Azithromycin	14	n.d.	n.d.	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.	90	90
Clarithromycin	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	110	60
Dehydrato- Erythromycin A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Roxithromycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Spiramycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Sulfamethoxazol	12	n.d.	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2700	600
Sulfapyridin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Chloramphenicol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metronidazol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Trimethoprim	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1100000	60000
N-Acetyl-4- aminoantipyrin	n.d.	n.d.	n.d.	12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
N-Formyl-4- aminoantipyrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
10,11-Dihydro-10,11- dihydroxycarbamazepin	27	16	83	83	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Acesulfam	280	170	340	340	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Cyclamat	100	50	n.d.	60	n.d.	10	n.d.	n.d.		
Saccharin	70	30	20	50	n.d.	n.d.	10	n.d.		
Sucralose	140	60	210	260	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		

Tabella 9: Sostanze rivelate nei fiumi Scairolo e Vedeggio in occasione delle quattro campagne di misura. I valori, espressi in ng/l, sono confrontati con i criteri di qualità delle acque superficiali MAC e AA pubblicati dall'Oekotoxentrum di Dübendorf. Eventuali superamenti di un valore MAC e/o AA sono segnati in grassetto.

Fiume	Scairolo				Vedeggio				Criterio di qualità acuto (MAC) e cronico (AA)	
	Sostanza	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3	Camp. 4	MAC
Benzotriazol	1200	190	710	1300	1200	190	1000	1500	120000	30000
4-Methylbenzotriazol	340	82	510	610	230	68	350	480	200000	75000
5-Methylbenzotriazol	74	46	90	130	49	22	220	590	200000	75000
MCPA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	15200	1340
MCPP (Mecoprop)	n.d.	30	n.d.	n.d.	n.d.	20	n.d.	n.d.	187000	3600
DEET	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	410000	41000
Triclopyr	n.d.	40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Bezafibrat	n.d.	n.d.	10	80	28	n.d.	41	91	76000	460
Carbamazepin	51	10	70	96	63	17	76	97	2550000	500
Clofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Diazepam	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	380	n.d.		
Diclofenac	160	31	450	1100	170	46	240	1000	non considerato	50
Fenofibrinsäure	n.d.	n.d.	n.d.	15	n.d.	n.d.	26	77		
Gemfibrozil	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Ibuprofen	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	23000	300
Indomethacin	n.d.	n.d.	n.d.	24	13	n.d.	26	68		
Ketoprofen	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	24	290		
Naproxen	n.d.	n.d.	30	38	n.d.	n.d.	13	130	370000	1700
Paracetamol	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	66	n.d.	n.d.		

Atenolol	55	13	99	76	39	17	140	300	330000	150000
Bisoprolol	13	n.d.	16	26	13	n.d.	27	23		
Metoprolol	73	13	100	140	58	14	83	110	76000	64000
Phenazon	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Propranolol	14	n.d.	21	25	n.d.	n.d.	16	23		
Sotalol	93	14	360	240	71	12	230	150	att. non possibile	att. non possibile
Azithromycin	74	n.d.	110	160	46	n.d.	100	97	90	90
Clarithromycin	76	n.d.	58	170	50	n.d.	58	87	110	60
Dehydrato- Erythromycin A	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Roxithromycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10	n.d.	n.d.	n.d.		
Spiramycin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Sulfamethoxazol	59	n.d.	110	180	n.d.	15	130	220	2700	600
Sulfapyridin	36	14	99	86	27	n.d.	54	46		
Chloramphenicol	11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Metronidazol	22	n.d.	n.d.	26	20	n.d.	27	62		
Trimethoprim	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	14	n.d.	22	64	1100000	60000
N-Acetyl-4- aminoantipyrin	220	53	130	200	240	38	290	260		
N-Formyl-4- aminoantipyrin	79	17	32	73	82	15	84	98		
10,11-Dihydro-10,11- dihydroxycarbamazepin	130	42	210	220	160	31	210	210		
Acesulfam	3800	520	700	1200	790	160	890	3200		
Cyclamat	n.d.	10	90	20	n.d.	40	n.d.	n.d.		
Saccharin	20	20	10	40	n.d.	20	40	80		
Sucralose	1200	160	1300	1800	870	170	950	1300		