



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# **Depuratore del Consorzio Conciatori di Fucecchio - esiti delle attività di controllo e monitoraggio ARPAT**

**ANNO 2013**

Eseguito con il contributo del Dipartimento di Pisa,  
Dipartimento di Empoli, Area Vasta Centro e Direzione  
tecnica

**Regione Toscana**



## **Indice**

Introduzione.....	1
L'aggiramento del controllo .....	1
L'attività di Controllo.....	3
Gli esiti dei controlli sugli scarichi .....	5
Il monitoraggio della Qualità Ambientale .....	12
Descrizione del sottobacino .....	12
Analisi delle Pressioni.....	12
Monitoraggio ARPAT.....	14
La valutazioni sui Carichi fluviali .....	19
Conclusioni ed indicazioni .....	27
Allegato.....	29
Valutazioni sui Carichi fluviali - dettaglio metodologico e risultati .....	29

## Introduzione

Questa relazione è il frutto di una approfondita analisi di tutti i dati disponibili in ARPAT che consentano di valutare le conseguenze sull'ambiente della conduzione del depuratore consortile di Ponte a Cappiano negli ultimi anni, alla luce della scoperta, avvenuta nel ottobre 2012, da parte della Guardia di Finanza, che da tempo erano in atto azioni criminose tese ad alterare i controlli allo scarico effettuati dalla nostra Agenzia.

La relazione integra ed approfondisce quanto già illustrato nella riunione presso il Consiglio Comunale di Fucecchio del 22 ottobre 2013 per rispondere anche alla nota dei Comuni di Fucecchio, Santa Croce sull'Arno, Castelfranco di Sotto e Santa Maria a Monte, del 9 ottobre 2013, con la quale chiedevano approfondimenti del controllo sullo stato di salute e sulle condizioni ambientali in cui si trova attualmente il canale Usciana.

Il rapporto si sviluppa in cinque parti:

- una descrizione dei fatti noti che hanno scatenato le preoccupazioni per gli impatti e un'analisi del problema del possibile aggiramento e i controlli dell'Agenzia;
- un'analisi degli esiti dell'attività di controllo svolta sul depuratore Ponte a Cappiano negli ultimi anni dalla nostra Agenzia, per valutare quali elementi consentano di stimare l'entità degli impatti anomali generati dall'attività criminosa;
- l'analisi dei dati del monitoraggio del canale Usciana, per descrivere l'evoluzione dello stato del corpo idrico in questi ultimi anni;
- una elaborazione dei dati di monitoraggio ed idrologici per valutare le quantità di sostanze inquinanti riscontrate nel corpo idrico e confrontarle con quelle attese sulla base del funzionamento ordinario degli impianti di depurazione
- le conclusioni sugli effetti di questo "episodio" e le indicazioni per la modifica delle attività di controllo degli impatti sulla risorsa idrica delle attività conciarie.

## L'aggiramento del controllo

La Guardia di Finanza, in occasione di un controllo congiunto con ARPAT avvenuto il 5 ottobre 2012 a seguito di indagini che conduceva da tempo, ha evidenziato che i tecnici che gestivano il depuratore consortile di Ponte a Cappiano manomettevano l'autocampionatore con il quale venivano effettuati i prelievi allo scarico sulle 24 ore per la verifica del rispetto dei limiti stabiliti dall'autorizzazione. Infatti riuscivano ad aprire l'autocampionatore senza alterare i sigilli posti dai tecnici di ARPAT, e così potevano alterare il contenuto del flacone di campionamento. Le informazioni avute dalla Guardia di Finanza non consentono di stabilire da quanto tempo e con quale regolarità tali manomissioni fossero condotte.

Successivamente la Guardia di Finanza ha diffuso un comunicato stampa, tecnicamente non del tutto chiaro, nel quale si afferma che le loro indagini hanno messo in evidenza che nella conduzione del depuratore da anni si agiva dolosamente in modo tale che gran parte dei volumi degli scarichi non fossero regolarmente depurati, falsificando registrazioni e aggirando i controlli.

Il primo di questi fatti ha sollevato da più parti e domande sulla capacità dell'Agenzia di svolgere un controllo efficace e sulla affidabilità dei risultati che tale controllo evidenzia. La gravità di questi fatti ha imposto anche all'interno dell'Agenzia una verifica delle modalità con cui il controllo è stato eseguito ed un riesame delle procedure adottate dall'Agenzia. Tale riesame ha portato ad una modifica delle procedure per tener maggiormente in conto la possibilità di azioni fraudolente di aggiramento del controllo. Tuttavia un inquadramento

corretto del problema richiede una riflessione esplicita sulle potenzialità e i limiti dell'azione di controllo da noi svolta, per evitare semplificazioni eccessive che possono portare a conclusioni errate ed anche a distorsioni dell'impostazione dell'attività di controllo che ne compromettano l'efficienza ed efficacia anziché migliorarle.

ARPAT svolge attività di controllo per verificare il rispetto delle norme ambientali. Le singole norme in genere prevedono un regime sanzionatorio, che può comprendere sia sanzioni penali che amministrative. I Tecnici della Protezione Ambientale di ARPAT che svolgono attività di controllo, rivestono la qualifica di UPG. ARPAT non è però una Forza di Polizia e le sue modalità operative sono di norma finalizzate alla verifica della conformità delle condizioni e dei comportamenti con la previsione delle normative ambientali e con le prescrizioni presenti nelle autorizzazioni ambientali nonché, ove previsto, con la verifica degli impatti.

L'Agenzia si è sempre posta il problema di come prevenire e perseguire i comportamenti dolosi ed in molti casi l'azione di ARPAT ha portato a fare emergere anche situazioni in cui si è coscientemente e volutamente falsificato dati o mascherato gli illeciti. Vi sono però dei fattori limitanti, di cui di seguito vengono esposti i due principali, che rendono inevitabile che in parte dei casi l'Agenzia possa venire ingannata:

- ARPAT non dispone di strumenti d'indagine particolarmente efficaci per fare emergere i comportamenti dolosi. Non può, per esempio, mettere telecamere nascoste, intercettare telefonate, accedere a banche dati e informazioni riservate, sequestrare un computer e passare al setaccio i dati che vi sono registrati. ARPAT può invece segnalare i propri sospetti alla Magistratura, la quale peraltro dispone di sistemi informativi e di rapporti di vari corpi che possono evidenziare "doli specifici" e che, se lo ritiene opportuno, incaricherà di questa tipologia di indagine le Forze di Polizia che sono in grado di operare con tali modalità. In più situazioni i comportamenti dolosi in campo ambientale sono venuti alla luce a seguito di indagini effettuate dalle Forze di Polizia per motivi diversi da quelli relativi agli illeciti ambientali;
- adottare sempre modalità di controllo in grado di fare emergere comportamenti dolosi comporta un impiego di risorse molto superiore, con una conseguente riduzione dell'efficienza e del numero dei controlli.

Per questi motivi riteniamo scorretto valutare l'efficacia del controllo esclusivamente sulla base della inviolabilità del singolo accertamento. L'obiettivo a cui riteniamo corretto puntare è quello di rendere forte la deterrenza ad adottare comportamenti dolosi o fraudolenti con l'insieme delle attività di controllo e verifica: fare in modo, cioè, che qualora tali comportamenti siano protratti nel tempo dall'insieme delle verifiche effettuate emergano sospetti sulla base dei quali attivare le indagini (nostre o di Forze di Polizia) che tali crimini possono svelare.

Con questi obiettivi nel 2014 l'Agenzia si pone l'obiettivo di rafforzare le modalità operative più efficaci per prevenire e contrastare i comportamenti dolosi, sulla base delle seguenti azioni :

- rivedere le situazioni a maggior rischio di elusione;
- individuare specifiche attività e criteri operativi, complementari alle procedure ufficiali di controllo, per fare emergere situazioni sospette nelle situazioni a maggior rischio di elusione ad oggi note;
- disciplinare come affrontare le situazioni in cui vi sono elementi che possano fare sospettare comportamenti dolosi.

Il comunicato stampa della Guardia di Finanza ha posto il problema di verificare quanto ampi fossero gli impatti irregolari prodotti dall'attività criminosa e quanto ampia possa essere stata il suo effetto sull'ambiente quali conseguenze per l'ambiente potesse aver avuto: la restante parte della relazione è dedicata a questo obiettivo.

## L'attività di Controllo

A partire dall'anno 2005 ARPAT ha svolto sistematicamente attività di controllo sull'impianto di depurazione di Ponte a Cappiano, gestito dal Consorzio Conciatori di Fucecchio, con particolare riferimento alla verifica dello scarico.

Nel corso dei controlli sono state evidenziate diverse irregolarità, in seguito alle quali ARPAT ha assunto i dovuti provvedimenti sanzionatori, in via amministrativa e/o penale, ed ha inoltrato le necessarie comunicazioni alle Amministrazioni competenti, in particolare al Circondario Empolese Valdelsa, per l'adozione degli atti conseguenti. L'attività è di seguito riassunta nella tabella 1

(Tabella 1)

Anno	Parametri	Attività
2005	COD (Domanda Chimica di Ossigeno)	<b>Sanzione</b>
2006	COD, Azoto nitrico prossimi al limite normativo	
2007	Esiti regolari	
2008	COD, Boro	<b>Sanzione Boro</b>
2009	Superi sostanze azotate, boro	
2010	Regolari	
2011	Superi COD, Boro	<b>informativa alla Autorità Giudiziaria</b>
2012	A maggio presenza antischiuma; a luglio superamento limiti su 4 campioni; a settembre inottemperanza AIA e superamento limiti su 5 campioni; a ottobre irregolarità gestione rifiuti.	<b>2 informative alla Autorità Giudiziaria</b> a causa di presenza antischiuma non dichiarata e superamento limiti <b>3 Comunicazione Notizie di Reato</b> per inottemperanza prescrizioni AIA, <b>4 sanzioni amministrative</b> superamento limiti, irregolarità nella gestione rifiuti
2013	Superamento limiti su 3 campioni	<b>1 Comunicazione Notizia di Reato</b>

L'impianto nel 2012 era autorizzato al trattamento di reflui urbani, industriali, di rifiuti liquidi conferiti su gomma (extra-flussi) ed allo scarico finale nel canale Usciana, con Autorizzazione Ambientale Integrata rilasciata dal Circondario Empolese Valdelsa con Atto n. 925 del 30 ottobre 2007<sup>1</sup>. Nell'anno 2012 si stima che il refluo in ingresso fosse costituito per il 90% da scarichi industriali.

<sup>1</sup>

L'AIA seguiva e sostituiva altre precedenti autorizzazioni allo scarico

Tale atto prevedeva per alcuni parametri allo scarico valori limite in deroga rispetto a quelli previsti dalla normativa<sup>2</sup>, come di seguito nella tabella 2:

(tabella 2)

Parametro	Valori limite	Valori in deroga
COD	125 mg/l	≤ 160 mg/l
cloruri	1200	≤ 5.000 mg/l
solforati	1000	≤ 1.800 mg/l
Composti azotati	Valori per singole specie: N Ammoniacale (NH <sub>4</sub> ) ≤ 15 mg/l N Nitroso (N) ≤ 0,6 mg/l N Nitrico (N) ≤ 20 mg/l	≤ 15 mg/l (su media annuale) come azoto ammoniacale+nitrico+nitroso

Occorre in proposito far presente che dal 07.02.2012, a seguito della riorganizzazione interna di ARPAT, le competenze di controllo ambientale sul territorio di Fucecchio, precedentemente attribuite al Dipartimento di Pisa, sono state trasferite al Dipartimento del Circondario Empolese.

Da gennaio 2011 la durata dei campionamenti è passata da 3 a 24 ore, mentre la frequenza degli stessi è passata sistematicamente da mensile a quindicinale dal gennaio 2012.

La variazione della durata del campionamento ha comportato l'utilizzo dell'autocampionatore messo a disposizione dall'Azienda, mentre in precedenza i campionamenti erano effettuati con prelievi periodici da parte degli operatori ARPAT effettuati in gran parte nell'arco delle 3 ore.

Ponendo attenzione al periodo più recente, l'attività di controllo nell'anno 2012 può essere così riassunta:

- su 23 campioni effettuati, 13 sono risultati irregolari;
- i parametri che hanno evidenziato superamento dei limiti sono risultati :
  - COD
  - Alluminio
  - Boro
  - BOD
  - Rame e ferro

Nel settembre 2012 è stato inoltre svolto un controllo più articolato sul rispetto degli adempimenti e delle prescrizioni dell'AIA che ha riguardato, non solo la verifica degli scarichi, ma anche tutta la componente ambientale nel suo complesso, compreso il controllo amministrativo della gestione dei rifiuti in ingresso ed in uscita. Da tale verifica, come riportato nella tabella 1, sono scaturite sanzioni amministrative per irregolarità sulla gestione documentale.

Il 5 ottobre i tecnici di ARPAT sono stati coinvolti dalla Guardia di Finanza del Comando di Empoli, a fornire supporto tecnico all'attività ispettiva in corso presso l'insediamento, limitatamente al prelievo di alcuni campioni in vari punti dell'impianto.

In tale occasione siamo venuti a conoscenza della prassi di manomissione dell'autocampionatore.

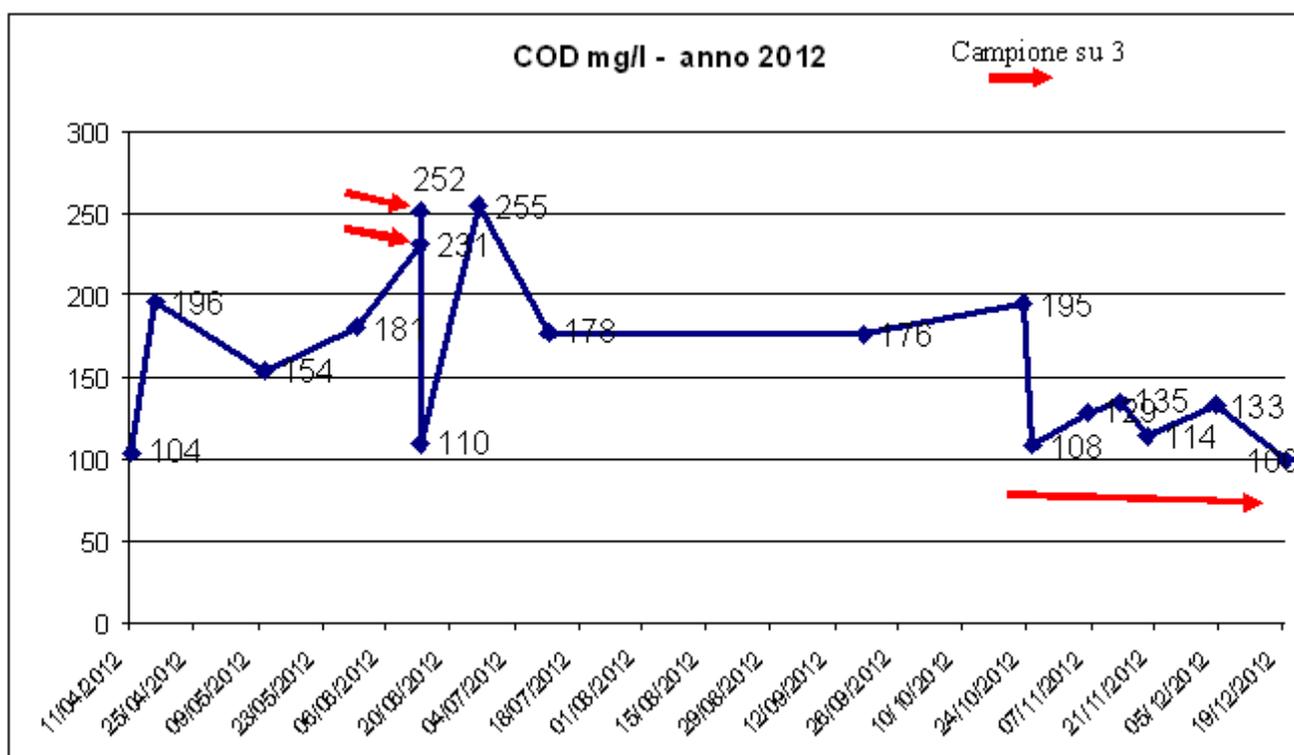
<sup>2</sup> Tab. 1 e 3 dell'allegato 5 alla Parte III del D. Lgs. 152/2006

Di quanto riscontrato durante l'attività di controllo è sempre stata data regolare informazione al Circondario Empolese Valdelsa

Inoltre, la relazione conclusiva sul controllo annuale del depuratore (prot. n. 25965 del 22.04.2013) è stata trasmessa anche a: Sindaco di Fucecchio, AIT (Autorità Idrica Toscana), ASL 11.

## ***Gli esiti dei controlli sugli scarichi***

L'analisi dei risultati analitici dei controlli agli scarichi effettuati nel corso del 2012 offre spunti interessanti. In particolare l'andamento dei valori di concentrazione del COD, il parametro più rappresentativo del carico organico dello scarico presente nella figura 1, consente alcune utili considerazioni:



(Figura 1)

- i due campioni del 06.06.2012 sono istantanei e corrispondono, rispettivamente, al refluo prelevato nel pozzetto di ispezione, terminale dell'impianto e punto ufficiale di campionamento (231 mg/l) ed a quello prelevato al punto di scarico effettivo nell'Usciana (252 mg/l), entrambi superiori al limite. La differenza tra i due valori se pur misurabile è tuttavia molto contenuta, praticamente dello stesso ordine di grandezza dell'errore analitico associato alla determinazione del COD in questo tipo di reflui<sup>3</sup>. Tale esigua differenza, benché si tratti di un unico caso, porta ad escludere l'ipotesi di un sistema di bypass del pozzetto di campionamento che consenta lo scarico diretto in Usciana di un refluo non depurato. In tal caso, infatti, la concentrazione di COD nel punto di immissione in Usciana sarebbe molto più elevata rispetto a quella nel pozzetto di campionamento. La differenza potrebbe invece essere ragionevolmente attribuita all'aggiunta illecita del prodotto antischiama a valle del punto di campionamento;

<sup>3</sup>

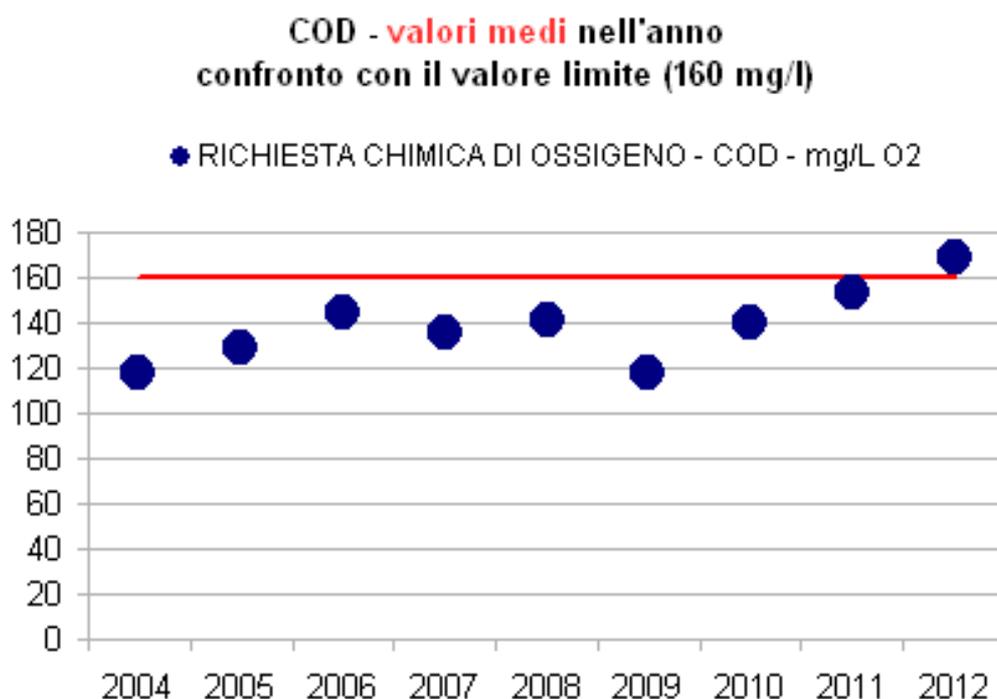
Il contenuto molto elevato di cloruri di questo tipo di reflui interferisce nella determinazione del COD, rendendo difficoltosa l'applicazione della metodica e restituendo un risultato affetto da una incertezza maggiore rispetto ad altri reflui

- i campionamenti dal 24.10.2012 in poi sono successivi all'intervento della Guardia di Finanza e sono stati effettuati non più su 24 ore ma su 3 ore, causa l'indisponibilità dell'autocampionatore posto sotto sequestro;
- Il primo di essi presenta un valore di concentrazione in linea con quelli riscontrati in precedenza, nonostante l'intervento che ha sventato le manomissioni dell'autocampionatore, suggerendo quindi una scarsa efficacia delle operazioni illecite svolte in precedenza;
- i campionamenti successivi mostrano invece valori del COD nettamente più bassi, che possono verosimilmente essere messi in relazione con la cessazione del trattamento degli extraflussi conseguente alla diffida emessa dal Circondario Empolese Valdelsa<sup>4</sup> ().

In conclusione sembra evidente che un significativo abbassamento dei valori del COD è stato ottenuto con la cessazione del trattamento degli extraflussi, mentre non veniva ottenuto con la manomissione dei campioni segnalata.

Relativamente ai controlli svolti negli anni precedenti, per una valutazione sulla qualità degli scarichi si riportano nel grafico sottostante i valori medi annuali per i parametri più significativi. In particolare, si può osservare quanto segue:

**COD** (figura 2):



(Figura 2)

L'andamento negli anni mostra valori medi quasi sempre al di sotto del limite in deroga, tranne nell'anno 2012, dove il valore medio risulta superiore al limite, anche in virtù della numerosità dei controlli effettuati e dei superamenti riscontrati (vedasi grafico in Figura 1)

<sup>4</sup> atto n. 719 del 27/10/2013

**Cloruri e i Solfati** (figura 3, figura 4):

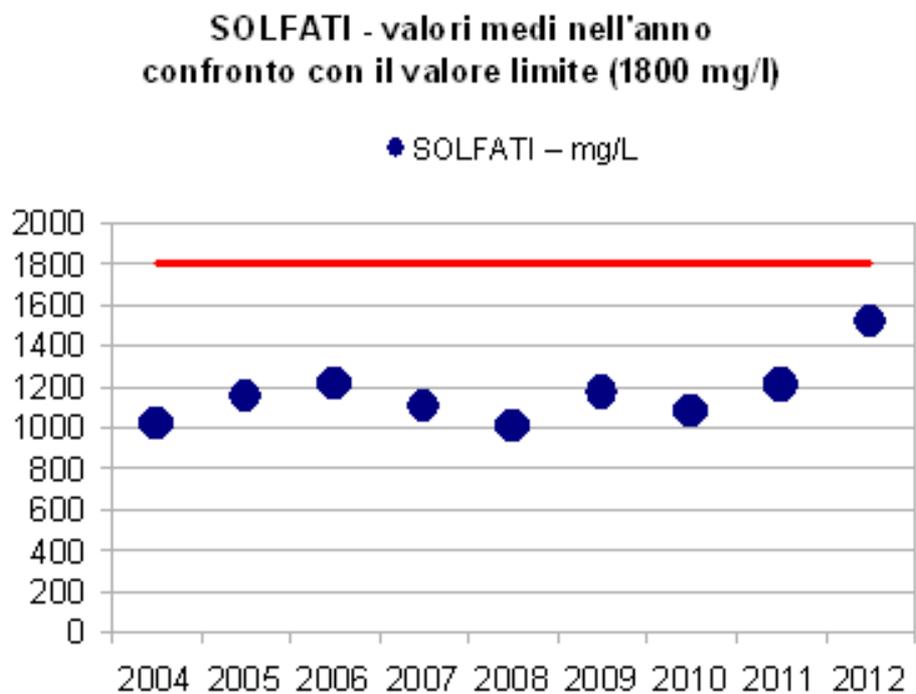


Figura 3

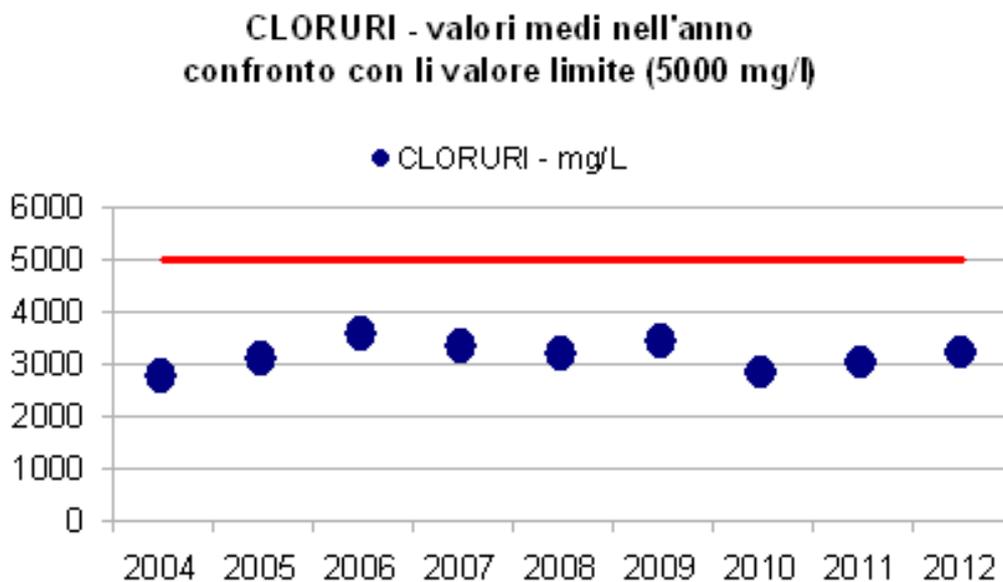


Figura 4

Per entrambi i parametri i valori riscontrati si attestano sempre ampiamente sotto i rispettivi valori limite in deroga

**Cromo totale (Cromo trivalente) (figura 5) e Nichel (figura 6)**

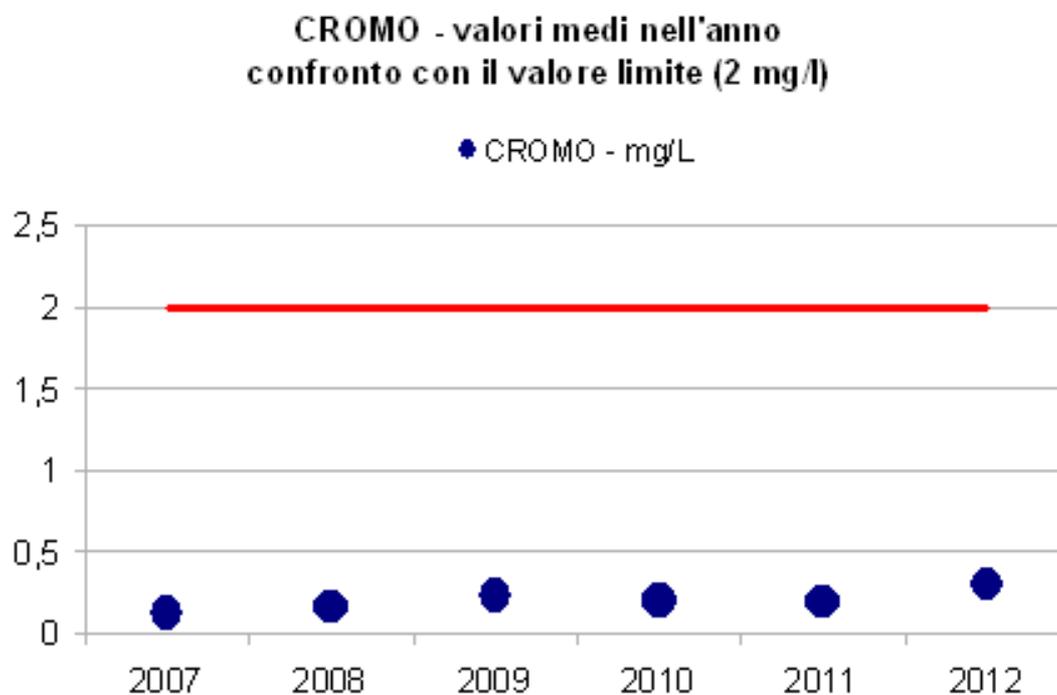


Figura 5

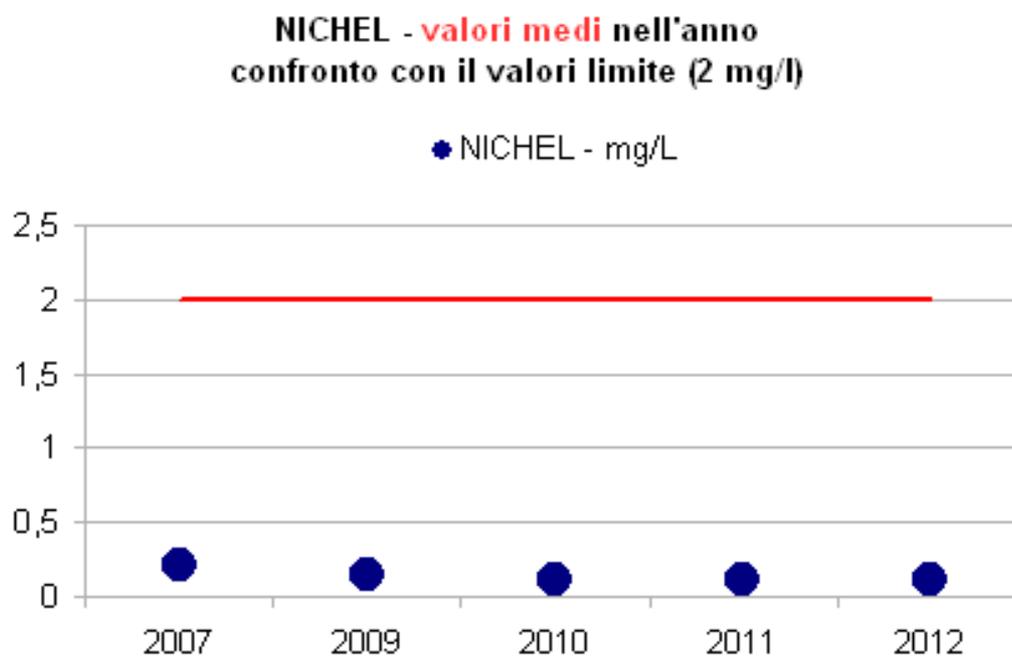


Figura 6

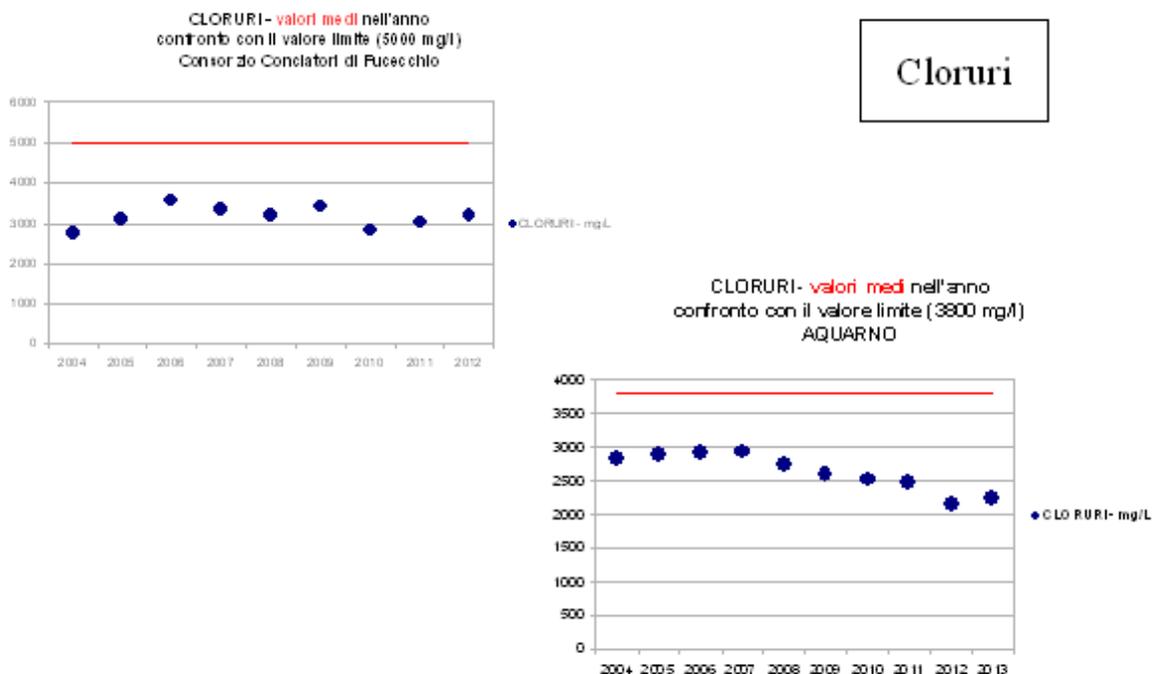
Anche le concentrazioni di Cromo e Nichel sono risultate sempre ampiamente inferiori ai rispettivi valori limite.

L'esame degli esiti dei controlli effettuati negli anni consente in sintesi alcune considerazioni:

- il parametro più critico nello scarico appare certamente il COD, che nel tempo ha evidenziato ripetutamente valori non conformi al limite; occasionalmente si sono evidenziati anche superamenti per altri parametri quali Boro, Alluminio, BOD<sub>5</sub>, Rame e Ferro;
- la pratica di manomettere l'autocampionatore (attivo dal 2011) ed i campioni in prelievo non sembra aver ottenuto il risultato di impedire il verificarsi dei superamenti, che sono stati comunque rilevati nello scarico sia prima dell'utilizzo dell'autocampionatore (vedasi tabella 1), sia durante che dopo;
- appare evidente che la criticità maggiore dell'impianto rispetto alla qualità dello scarico è stata determinata dal trattamento degli extraflussi, tant'è che una volta cessato, il valore del COD si è notevolmente abbassato;
- In base alle verifiche sui campioni istantanei risulta improbabile l'ipotesi dell'esistenza, almeno al momento dei prelievi, di un sistema di bypass dell'impianto (o di alcuni comparti di esso) per scaricare i reflui non depurati o parzialmente depurati direttamente nell'Usciana.

Di seguito si riportano, affiancati ai dati relativi al depuratore di Ponte a Cappiano, quelli relativi al Depuratore Aquarno di S. Croce s/Arno. Infatti, ai fini di una valutazione sulla qualità delle acque del Canale Usciana in rapporto all'impatto degli scarichi che in esso recapitano, occorre considerare il contributo di entrambi gli impianti, poiché entrambi scaricano (scaricavano) nel tratto del canale delimitato dai due punti di monitoraggio MAS 144 e MAS 145, rispettivamente a monte e a valle dei due impianti.

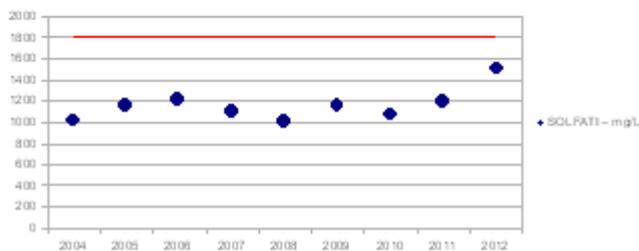
## Controlli analitici su impianti : Ponte Cappiano e Aquarno



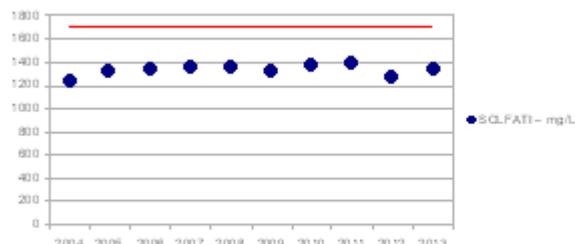
## Controlli analitici su impianti : Ponte Cappiano e Aquarno

SOLFATI - **valori medi** nell'anno  
confronto con il valore limite (1800 mg/l)  
Consorzio Conclatori di Fucecchio

Solfati



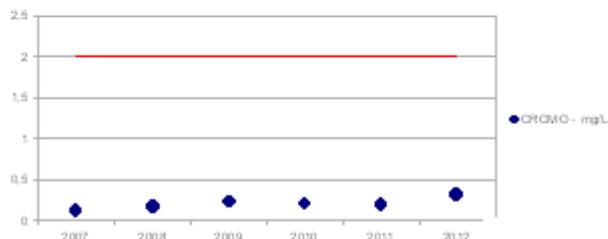
SOLFATI - **valori medi** nell'anno  
confronto con il valore limite (1700 mg/l)  
AQUARNO



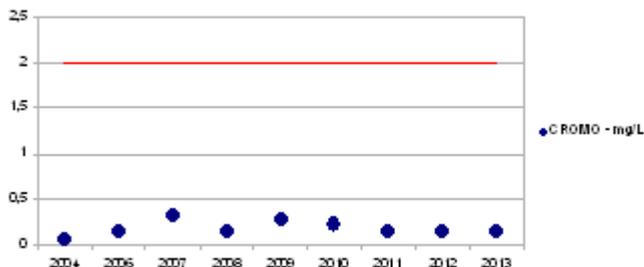
## Controlli analitici su impianti : Ponte Cappiano e Aquarno

CROMO - **valori medi** nell'anno  
confronto con il valore limite (2 mg/l)  
Consorzio Conclatori di Fucecchio

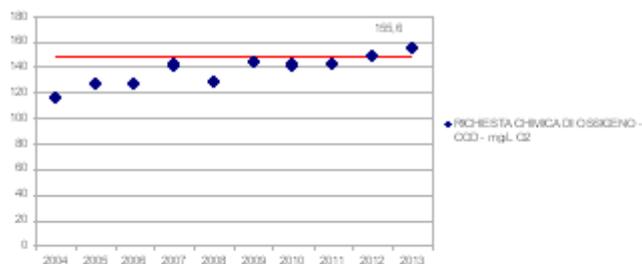
Cromo totale



CROMO - **valori medi** nell'anno  
confronto con il valore limite (2 mg/l)  
AQUARNO

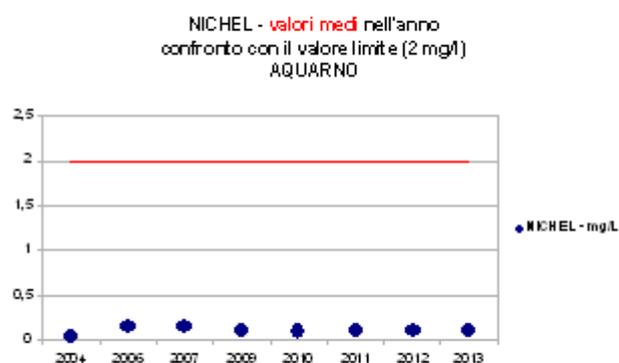
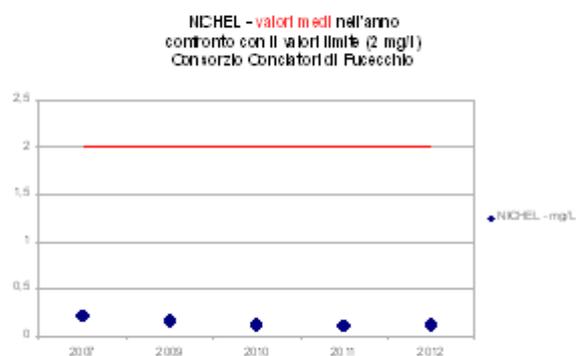


AQUARNO



## Controlli analitici su impianti : Ponte Cappiano e Aquarno

### Nichel



## Il monitoraggio della Qualità Ambientale

Il Depuratore di Ponte a Cappiano, come da Autorizzazione Ambientale Integrata rilasciata dal Circondario Empolese Valdelsa con Atto n. 925 del 30 ottobre 2007, ha il suo scarico finale nel Canale dell'Usciana.

### **Descrizione del sottobacino**

Il Canale d'Usciana, corpo idrico artificiale emissario dell'area umida del Padule di Fucecchio, è un importante affluente di destra del Fiume Arno, con un bacino imbrifero di circa 486 km<sup>2</sup> ed altitudine media di 263 metri s.l.m..

L'Usciana è il proseguimento del Canale Maestro<sup>5</sup> a cui afferiscono i corsi d'acqua provenienti dall'area pesciatina e della valdinievole, riceve in sinistra gli scarichi dell'area conciaria<sup>6</sup>, in destra lo scarico dell'impianto a servizio dell'abitato di Santa Maria a Monte e una quota di scarichi parzialmente depurati di reflui urbani per i quali è prevista la connessione ai vicini impianti di depurazione.

Lo stato di qualità dei corpi idrici del sottobacino non è omogeneo ossia i corsi d'acqua situati a Nord del Padule di Fucecchio (Pescia di Collodi e Nievole) sono classificati in stato ecologico buono o sufficiente, mentre il Canale dell'Usciana, che collega il Padule al Fiume Arno, risulta di qualità scarsa o cattiva. Il calo di qualità è da mettere in relazione con l'impatto dei reflui civili e produttivi confluenti nel padule di Fucecchio e dai reflui depurati provenienti dal distretto conciario e dagli abitati dell'area del cuoio.

Sulla base delle pressioni sopra riportate e della sua portata modesta, il Canale Usciana, che si immette in Arno poco a monte di Pontedera, risponde alle caratteristiche di area sensibile<sup>7</sup>, dove è inserito.

### **Analisi delle Pressioni**

Con il recepimento della direttiva 2000/60/CE, ARPAT ha condotto nel 2010 un'analisi delle pressioni gravanti sui bacini idrografici, basata su alcuni indicatori, al fine di classificare i corpi idrici nelle tre tipologie<sup>8</sup>:

- corpo idrico a rischio di non raggiungere l'obiettivo di qualità buono nel 2015;
- corpo idrico non a rischio a rischio di non raggiungere l'obiettivo di qualità buono nel 2015;
- corpo idrico probabilmente a rischio di non raggiungere l'obiettivo di qualità buono nel 2015

<sup>5</sup> Il canale maestro dal Ponte di Cavallaia (Fucecchio) è denominato Usciana

<sup>6</sup> Fino al 2004 era attivo lo scarico dell'impianto di Castelfranco successivamente deviato verso l'impianto di Aquarno. Dal 1 febbraio 2013 i reflui dell'impianto di Ponte a Cappiano sono stati deviati e concentrati sull'impianto di Aquarno, attualmente unico punto di trattamento e scarico per i reflui del distretto conciario in sinistra d'Arno.

<sup>7</sup> come da Deliberazione 25/01/2005 n° 6 "approvazione del piano di tutela delle acque, punto 2.3.1.1 area sensibile bacino dell'Arno a valle di Firenze"

<sup>8</sup> Le tipologie e gli obiettivi di qualità sono previsti dal D. Lgs 152/2006 e s.m.i. che ha recepito la Direttiva 2000/60/CE in materia di tutela delle acque.

Sono state analizzate le due stazioni che ARPAT ha monitorato dal 2002 sul Canale Maestro e sull'Usciana:

- Stazione di monte sul Canale Maestro - MAS-144 - in località Massarella (Comune di Fucecchio);
- Stazione di valle sul Canale dell'Usciana - MAS-145- in località Cateratte (Comune di Calcinaia), a monte dell'immissione in Arno e a valle degli impianti Ponte a Cappiano ed AQUARNO.

Per le due stazioni le pressioni individuate sono analoghe ed identificano un corpo idrico a rischio; nella tabella che segue (tabella 3) si riportano gli indicatori di pressione utilizzati con le classi di rischio attribuite alle due stazioni.

Le classi di rischio peggiori riportate dal set complessivo di indicatori determinano le condizioni di rischio del corpo idrico.

(tabella 3)

<b>Tipologia indicatori</b>	<b>Indicatori pressione</b>	<b>Classi di rischio MAS 144 MAS 145</b>
Indicatori di Pressione puntuale	Carico totale AE/kmq	<b>3</b>
	Carico Non Depurato AE/kmq	<b>1</b>
	Carico AE industria/kmq bacino	<b>2</b>
Siti contaminati della Regione Toscana	N siti/kmq	<b>2</b>
Stabilimenti soggetti, al programma comunitario di prevenzione dell'inquinamento industriale IPPC (Integrated Prevention Pollution)	IPPC/kmq...	<b>2</b>
Attingimenti	Captazioni/kmq	<b>3</b>
	Strade/kmq	<b>2</b>
Indicatori di pressione diffusa	Superficie Urbana % (da Corine Land Cover)	<b>3</b>
	Superficie adibita ad attività industriali e commerciali % (da Corine Land Cover)	<b>2</b>
	Superficie agricola % (da Corine Land Cover)	<b>2</b>
	Carico Fitofarmaci Kg/ha	<b>3</b>
	IPNOA (Indice Pericolosità Nitrati Origine Agricola)	<b>3</b>
<i>punteggio</i>	<i>Significato dei punteggi attribuiti agli indicatori</i>	
1	indica che relativamente a quell'indicatore, il corpo idrico non presenta particolari problematiche.	
2	indica una probabilità di rischio di non raggiungere l'obiettivo per quella specifica pressione entro il 2015	
3	indica che il corpo idrico è a rischio di non raggiungere l'obiettivo di qualità per quel determinato indicatore entro il 2015.	

## Monitoraggio ARPAT

Dal 2002 ARPAT effettua il monitoraggio della qualità ecologica del Canale dell'Usciana nelle due stazioni, che dal 2010 viene effettuato secondo la direttiva 2000/60/CE.

Il principale cambiamento rispetto agli anni precedenti riguarda le modalità di elaborazione degli indici biologici, in ragione dell'introduzione di condizioni di riferimento per i corpi idrici. Tuttavia la valutazione è basata sull'allontanamento dalla condizione di elevato o di buono delle comunità di organismi che popolano i corsi d'acqua (macrobenthos e diatomee).

Nella tabella che segue (tabella 4) sono riportati i risultati del monitoraggio effettuato dal 2002 al 2012 sulla base degli indicatori previsti:

(tabella 4)

Normativa di riferimento	Anni di monitoraggio	Stato Ecologico		Stato Chimico
		MAS-144	MAS-145	MAS-145
D. Lgs 152/99	2002	scarso	scarso	
	2003	scarso	cattivo	
	2004	cattivo	non calcolato	
	2005	cattivo	cattivo	
	2006	non calcolato	non calcolato	
	2007	scarso	scarso	
	2008	cattivo	cattivo	
	2009	cattivo	cattivo	
Direttiva 2000/60 CE recepita nel D. Lgs 152/06	2010	non calcolato	non calcolato	
	2011	non calcolato	cattivo	Non buono
	2012	cattivo	cattivo	Non buono

**Lo stato ecologico** deriva dalla combinazione di più indici che tengono in considerazione le comunità di macroinvertebrati e di diatomee, a cui fanno da corredo l'analisi dei nutrienti (come composti dell'azoto e del fosforo), il tenore di ossigeno disciolto (stato trofico derivato dall'indicatore LimEco) ed alcune sostanze pericolose che il DM 260/2010 elenca nella tb1/b, (tra cui il cromo totale).

**Lo stato chimico** deriva, invece, dalla media annuale delle concentrazioni di sostanze pericolose (elencate nel DM 260/2010 in tabella b 1/a) tra cui mercurio e nichel che determinano lo stato chimico non buono nel punto MAS-145.

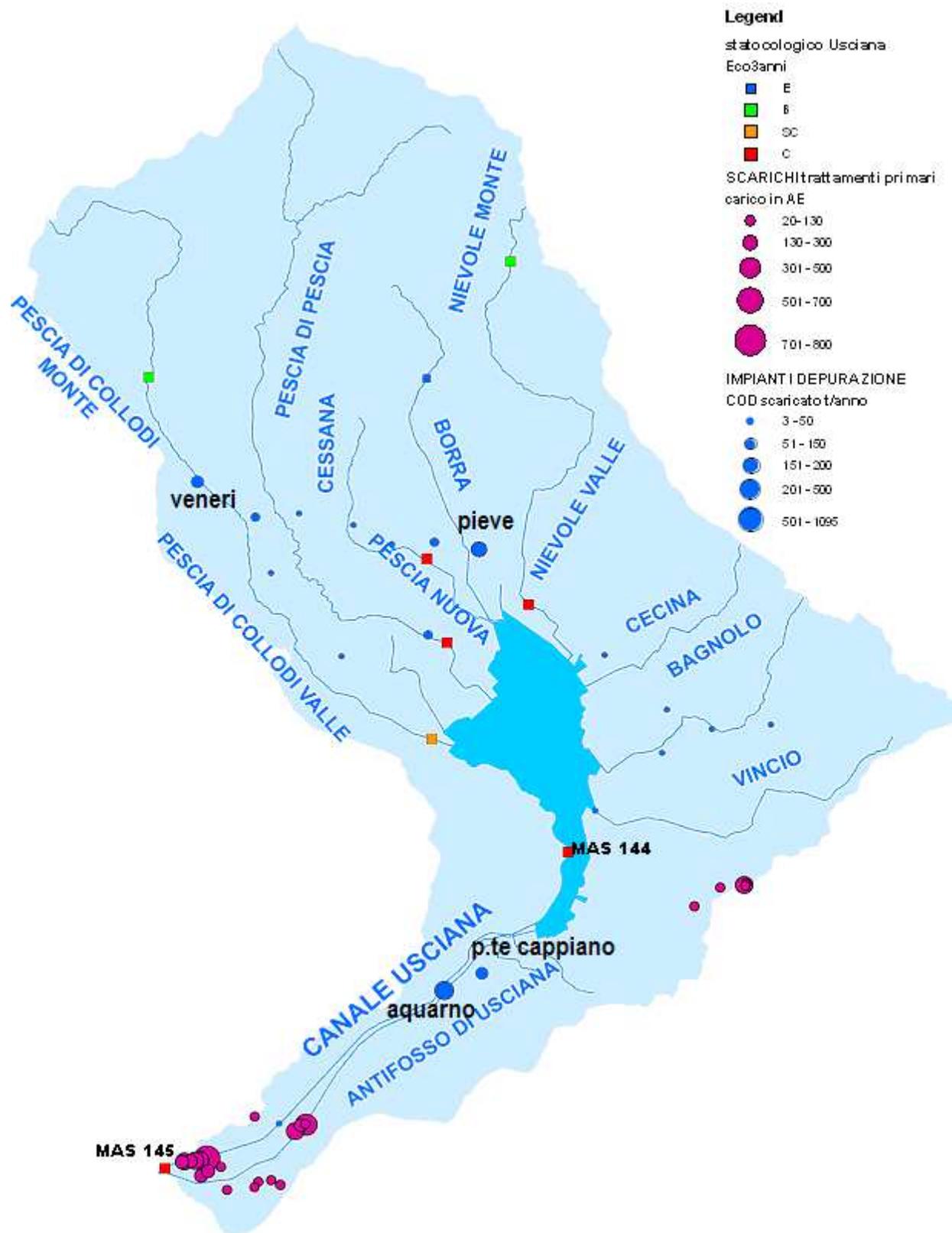
Lo stato ecologico del Canale dell'Usciana evidenzia una condizione di forte impatto, sia a monte che a valle.

In entrambe le stazioni MAS-144 e MAS-145 lo stato ecologico viene determinato dall'indice che individua la condizione peggiore: per entrambe le stazioni l'indice relativo alle condizioni della comunità macrobentonica risulta cattivo, l'indice delle comunità diatomee risulta scarso ed il LIMeco sufficiente.

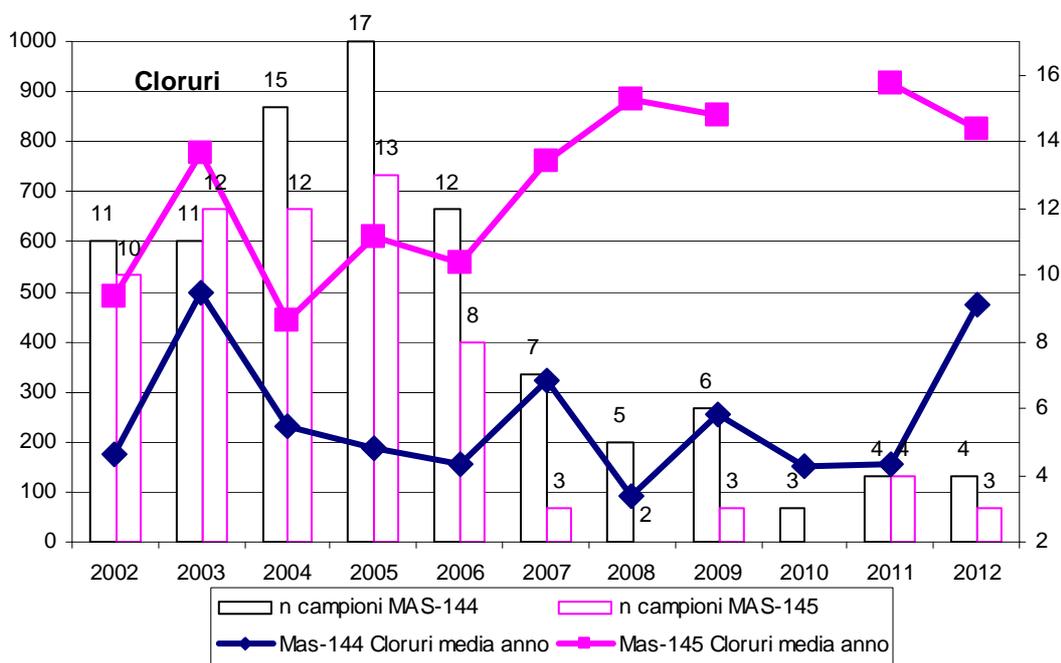
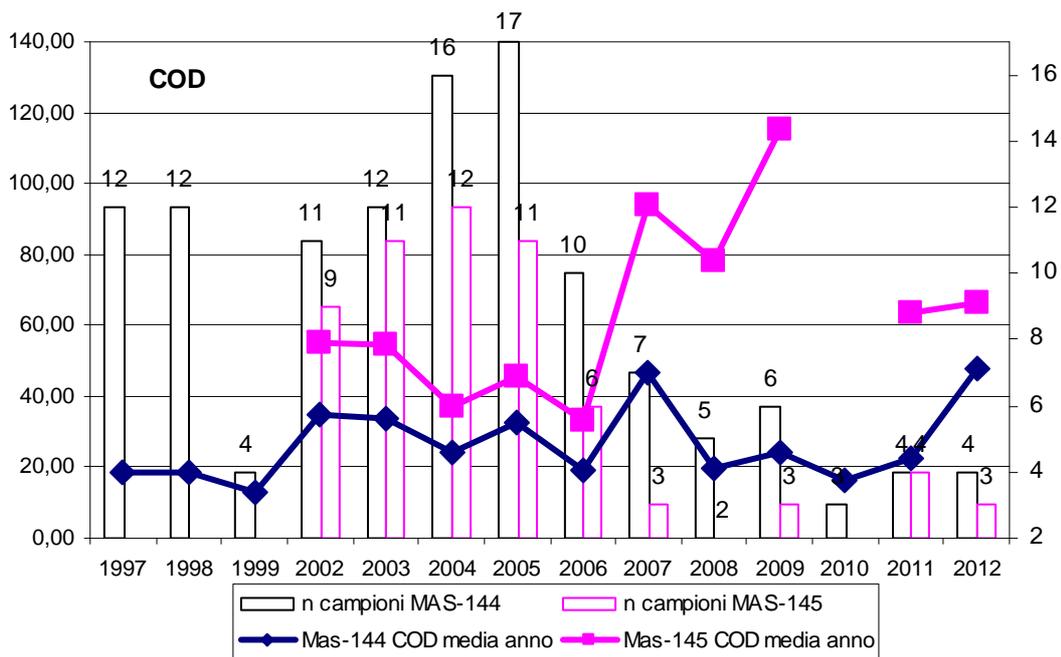
Nella stazione MAS-145 viene rilevato inoltre uno stato chimico non buono a causa di superamenti degli Standard di Qualità Ambientale<sup>9</sup> per i parametri Hg e Ni.

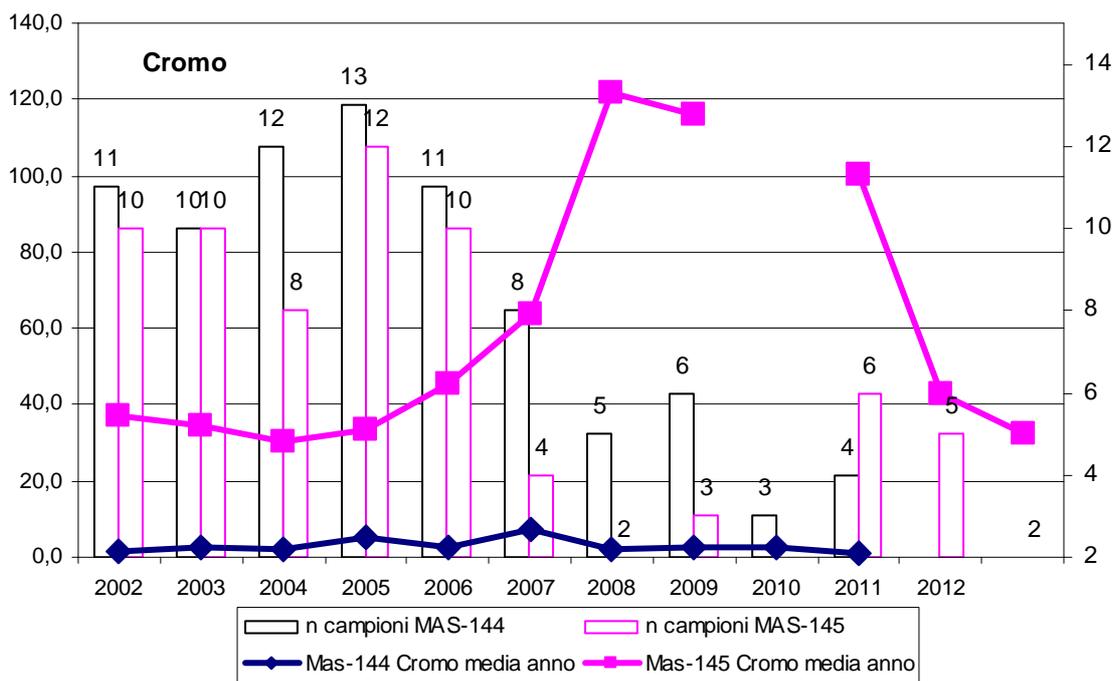
Nell'immagine che segue vengono riassunte le pressioni puntuali, la localizzazione e lo stato di qualità ecologica delle due stazioni MAS- 144 e MAS-145.

<sup>9</sup> Standard di Qualità Ambientale (SQA) definiti dal D. Lgs 152/06 e s.m.i.



Esaminando nel dettaglio il set di dati analitici rilevati dal 1997 ad oggi è possibile evidenziare l'impatto attribuibile all'attività conciaria confrontando la stazione di monte con quella di valle per alcuni parametri significativi, fra i quali COD, cloruri e cromo, di seguito riportati.





I tre parametri scelti tra quelli misurati dall’Agenzia nell’ambito del programma regionale di monitoraggio ambientale, rappresentano specifici indicatori di impatto da reflui industriali.

Pur nella disomogeneità delle frequenze di campionamento è abbastanza chiaro il diverso quadro tra la stazione a monte ed a valle degli impianti di depurazione a servizio dell’attività conciararia. Si ricorda che nel corpo idrico dell’Usciana confluiscono e confluiscono gli scarichi di Ponte a Cappiano e quelli più consistenti di Aquarno.

Le differenze osservate nelle concentrazioni medie annue dal 2007 al 2011 non sono però significative in quanto associate ad un numero ridotto di campionamenti intervenuto per due motivazioni:

- vuoto e successivo cambiamento normativo, in quanto il decreto attuativo del D.Lgs 152/06 è stato emanato solo a fine 2010 (DM 260/2010) e nel periodo di *vacatio legis* sia ministeriale che regionale; l’Agenzia ha continuato il monitoraggio anticipando, a livello sperimentale, i nuovi indicatori previsti dalla direttiva europea 2000/60/UE;
- l’Agenzia, in un periodo di riduzione di risorse finanziarie e umane e sulla base di considerazioni costi/benefici, ha ridotto, a livello regionale, la frequenza di campionamento laddove, come in questo caso, la situazione ambientale è conosciuta da tempo ed invariata da anni, in quanto restano costanti le pressioni e gli impatti.

La riduzione di frequenza di campionamento è da attribuire alle caratteristiche del monitoraggio ambientale regionale in quanto il DM 260/2010, tenendo conto delle novità introdotte dalla Direttiva Europea<sup>10</sup>, ha modificato le modalità di classificazione<sup>11</sup> e in parte adeguato le frequenze di rilevamento delle sostanze pericolose, di cui alla tabella b 1/b (tra cui appunto il cromo), alle esigenze del rilevamento biologico che è stato potenziato.

<sup>10</sup> la definizione di qualità di un corpo idrico è focalizzata sullo studio delle comunità acquatiche sia animali che vegetali

<sup>11</sup> elaborazione degli indici ecologico e chimico

In sintesi, dall'analisi dei dati forniti dal monitoraggio, risulta che il Canale dell'Usciana ha una qualità ambientale globalmente compromessa, in quanto:

- lo **stato ecologico risulta da tempo (2002-2012). SCARSO o CATTIVO**, sia nella stazione di monitoraggio di monte che in quella situata a valle degli scarichi dell'area del cuoio;
- lo **stato chimico**<sup>12</sup> evidenzia un impatto di origine industriale, risultando **NON BUONO** (anni 2011 e 2012) per la stazione di valle, a causa di concentrazioni di Mercurio e di Nichel che superano gli Standard di Qualità Ambientale previsti dalla normativa;
- alcuni parametri indicatori di impatto da reflui industriali, quali **COD, Cloruri e Cromo**, permettono di individuare globalmente **concentrazioni più elevate nella stazione di valle**. Vista la scarsa portata in regime di magra, che raggiunge valori minimi dell'ordine di 1 m<sup>3</sup>/sec, le concentrazioni di inquinanti più elevate vengono riscontrate, stagionalmente in questa fase.

---

<sup>12</sup> STATO CHIMICO: Risulta dalle concentrazioni di sostanze pericolose elencate nel DM 260/2010 in tabella 1/a

## La valutazioni sui Carichi fluviali

Anche se ARPAT effettua il monitoraggio del canale Usciana (come precedentemente descritto) con la finalità di valutarne la qualità delle acque, in linea di principio è possibile verificare la coerenza dei dati di monitoraggio con quelli di controllo, a condizione di condurre specifiche valutazioni di bilancio in termini di carichi fluviali assoluti, associando ai valori in concentrazione di alcuni contaminanti caratteristici le relative portate del corso d'acqua e degli scarichi.

Per ottenere le informazioni richieste sui flussi di massa, puntuali e diffusi impattanti sul corso d'acqua, è dunque necessario disporre di dati idrometrici sia contestuali ai giorni del prelievo sia completi per l'intero anno idrologico.

In Toscana, grazie al Servizio Idrologico Regionale, la rete degli idrometri è molto diffusa con osservazioni dell'altezza idrometrica frequenti, (15' od oraria). Purtroppo, a causa della limitata disponibilità di scale di deflusso e misure di portata in molte stazioni idrometriche, il corrispondente dato calcolato della portate sconta molto spesso livelli di incertezza variabili, talvolta inadeguati a considerazioni su bilanci di flussi di massa. Questo, aggiunto al fatto che la formula per il calcolo del carico diffuso già di per se contiene approssimazioni rilevanti, rende problematico lo sviluppo di efficaci considerazioni quantitative, restando comunque valido come approccio qualitativo alla problematica in oggetto.

Nelle sezioni di interesse MAS-144 e MAS-145 (stazione Massarella e Cateratte) sono attivi due idrometri, "Cateratte", gestito dal Servizio Idrologico Regionale, e "Cavallaia", gestito dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio prossimo al punto MAS-144. Per entrambi gli idrometri sono stati recuperati i dati idrometrici e le informazioni disponibili per il calcolo delle portate.

Come temuto la trasformazione altezze/portate è apparsa a tratti molto incerta, il che ha comportato, come meglio discusso in allegato, la necessità di introdurre alcune assunzioni limitando l'affidabilità del metodo del carico fluviale.

Con la consapevolezza di poter ottenere soltanto una stima grossolana sull'attendibilità e coerenza dei dati di controllo con i dati di monitoraggio, è stato deciso di procedere comunque nella rappresentazione dei singoli valori di carico fluviale calcolati dalle concentrazioni misurate, con le seguenti limitazioni ed approssimazioni:

- l'intervallo della scala di deflusso a Cateratte è ristretto tra 8,38 ed 8,9 mszi<sup>13</sup> con portate derivate meno affette da errore;
- i carichi nella sezione di Cavallaia sono derivati in via proporzionale dalle portate corrispondenti alla sezione di Cateratte, con le limitazioni al punto precedente, utilizzando i rapporti tra portate caratteristiche BFI e Q7/10 calcolati dalle curve di durata, variabili come visto tra 0,94 e 0,41;
- i parametri esaminati sono COD, Cromo e Cloruri: per il primo, caratteristico di reflui sia civili che industriali, nel caso in oggetto, è prevista negli atti autorizzativi una deroga rispetto ai limiti di legge mentre il secondo è caratteristico dell'industria conciaria. Entrambi questi due parametri risultano depurati dagli impianti. I cloruri, caratteristici dell'attività di concia e anche loro oggetto di deroga al pari di COD, non sono depurati durante il trattamento. Questi ultimi, inoltre, possono avere origini diverse dagli attuali scarichi dei depuratori;

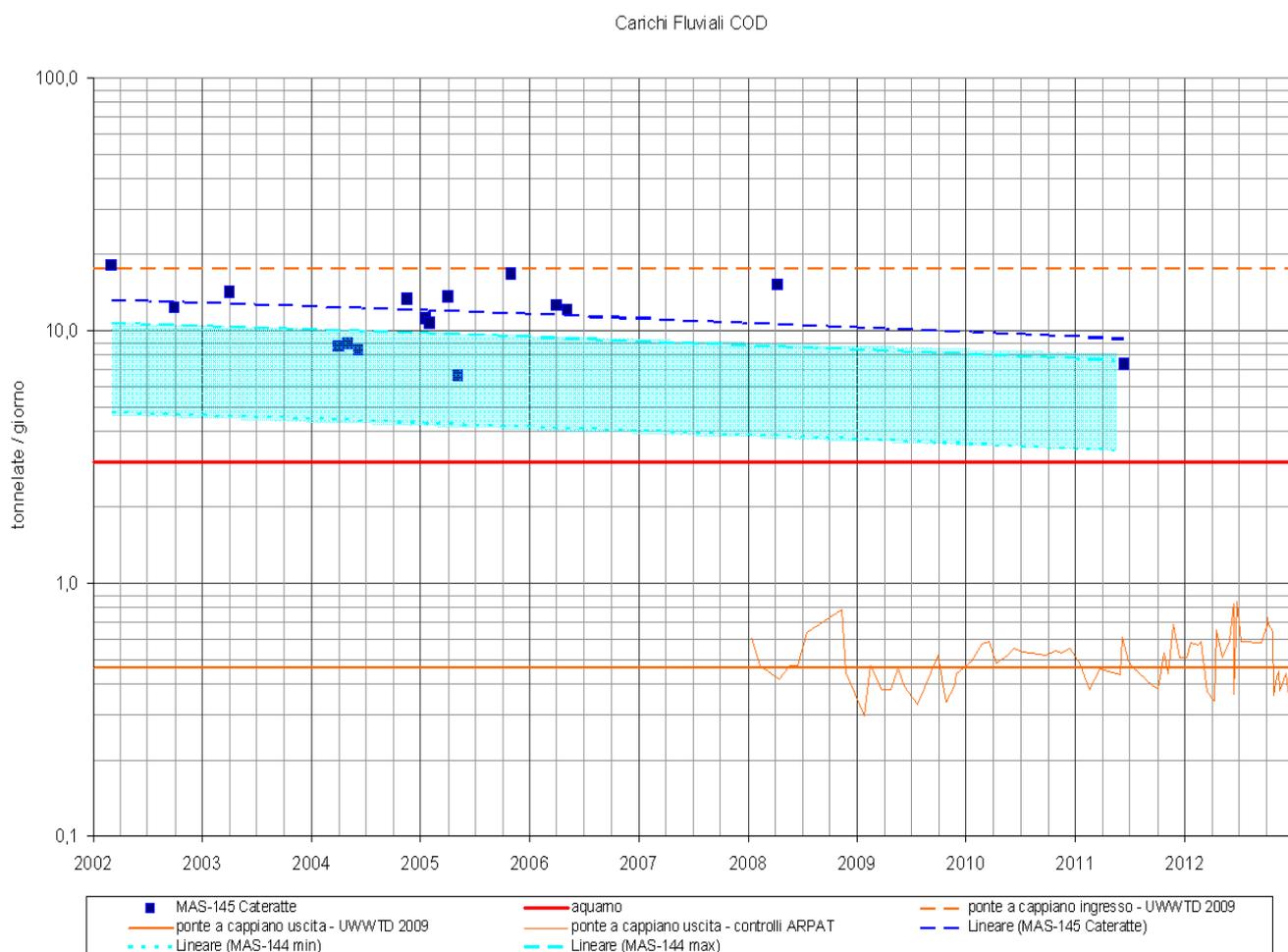
---

13 Metri sullo zero idrometrico

- non sono considerati i contributi del Collettore<sup>14</sup>, possibile veicolo di inquinamento diffuso, che si immette nell'Usciana prima del punto di monitoraggio MAS 145 Cateratte.

Nel grafico seguente del carico fluviale sono dunque posti a confronto, con le limitazioni e approssimazioni prima indicate, i seguenti valori :

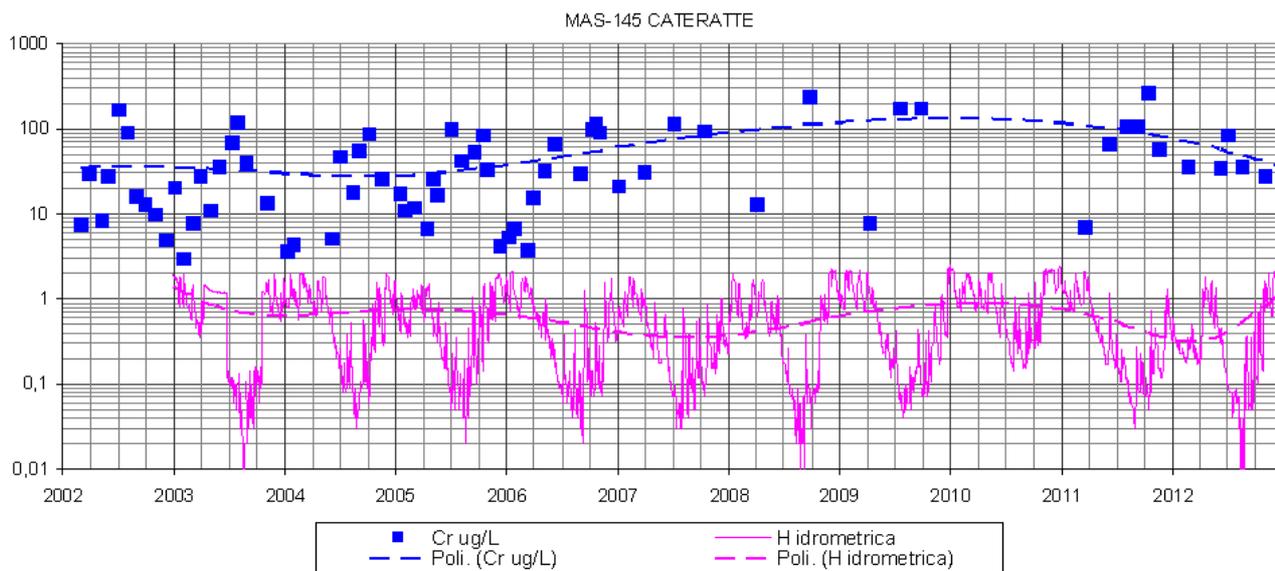
- i carichi fluviali di COD nella sezione di valle, ricavati dai dati di monitoraggio della stazione di Cateratte (MAS 145);
- l'intervallo di stima del carico fluviale nella sezione di monte dai dati di monitoraggio della stazione di Cavallaia (MAS 144), con valori compresi tra 4 e 9 tonnellate/giorno (t/g) con una media stimata in 6,5 tonnellate/giorno;
- i carichi di riferimento, ingresso-uscita per Ponte a Cappiano e la sola uscita per Aquarno, risultanti dal questionario UWWTD 2011;
- ulteriori stime del carico in uscita da Ponte a Cappiano basato sui controlli ARPAT e le corrispondenti portate medie annue dichiarate nel periodo 2009-2012 nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli Impianti del Comprensorio del Cuoio (allegato all'accordo di programma per la depurazione del 08.04.2013).



Il diagramma mostra un carico fluviale medio di COD nella sezione di Cateratte prossimo alle 10 t/g ben superiore ai carichi nominali in uscita dai due depuratori stimati in 3 t/g per Aquarno e 0,5 t/g per Ponte a Cappiano. Al carico dei due depuratori occorre aggiungere il carico in

<sup>14</sup> che raccoglie anche l'Antifosso

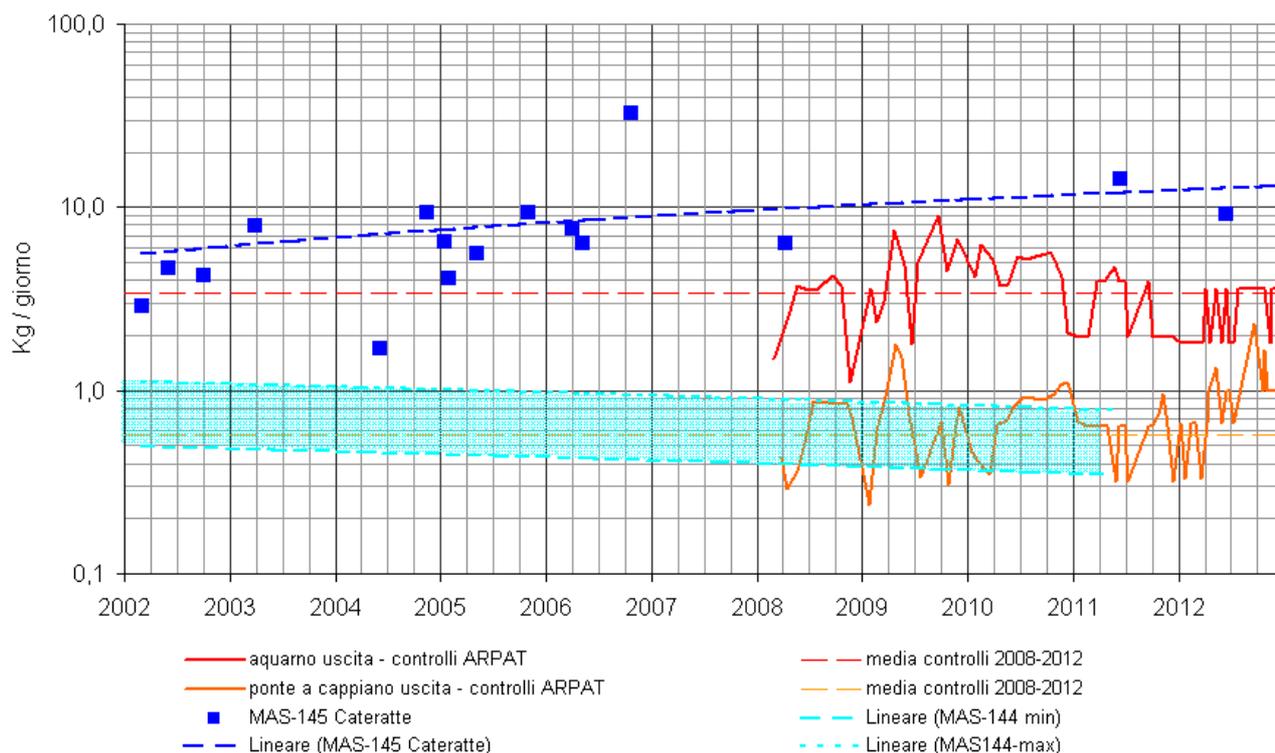




Per il cromo il diagramma del carico fluviale pone a confronto:

- i carichi fluviali di Cromo nella sezione di valle, ricavati dai dati di monitoraggio della stazione di Cateratte;
- l'intervallo di stima del carico fluviale nella sezione di monte dai dati di monitoraggio della stazione di Cavallaia, compresi tra 0,4 e 1 kg/giorno (kg/g);
- le stime del carico in uscita da Ponte a Cappiano ed Aquarno, basato in questo caso sui soli controlli ARPAT e le corrispondenti portate medie annue dichiarate nel periodo 2009-2012 nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli Impianti del Comprensorio del Cuio.

### Carico Fluviale CROMO



Il diagramma mostra anche in questo caso un carico fluviale nella sezione di Cateratte nell'ordine di 8 Kg/giorno, ben superiore ai carichi calcolati dai controlli ARPAT agli scarichi dei due depuratori (3 Kg/g per Aquarno e 0,6 Kg/g per Ponte a Cappiano).

Diversamente dal COD, la specie è presente in contenuti molto più ridotti nella sezione di Cavallaia<sup>15</sup> (stima tra 0,4 ed 1 Kg/giorno).

Nella sezione a valle un carico di cromo, maggiore di quello stimato dai dati ottenuti dai controlli, è valutabile in circa 5kg/g; questo approccio però non tiene conto:

- della capacità di adsorbimento/desorbimento di questo elemento tra fase liquida e fase solida. La valutazione di questo contributo aggiuntivo non è attualmente possibile poiché necessita di campionamenti mirati di sedimenti di fondo del canale;
- dell'apporto del canale Collettore che si immette in quello dell'Usciana immediatamente a monte della stazione Cateratte, contribuendo all'incremento del carico inquinante misurato in tale stazione e che non è possibile valutare.

Nonostante l'incertezza della stima e la presenza di apporti non noti fino ad oggi, l'entità dell'incremento non spiegato è tale che richiede approfondimenti.

<sup>15</sup> Nella serie storica 2002-2010 la stazione MAS-144 registra, sia come valore mediano (2,7 µg/L) che del 95° percentile (8,92 µg/L), concentrazioni ben inferiori di oltre ordine di grandezza rispetto a quelle di MAS-145 (25 e 164,4 µg/L rispettivamente). Il carico di cromo nel canale Usciana, tenuto conto dell'incremento di portata, deriva dunque quasi esclusivamente dagli apporti del distretto conciaro.

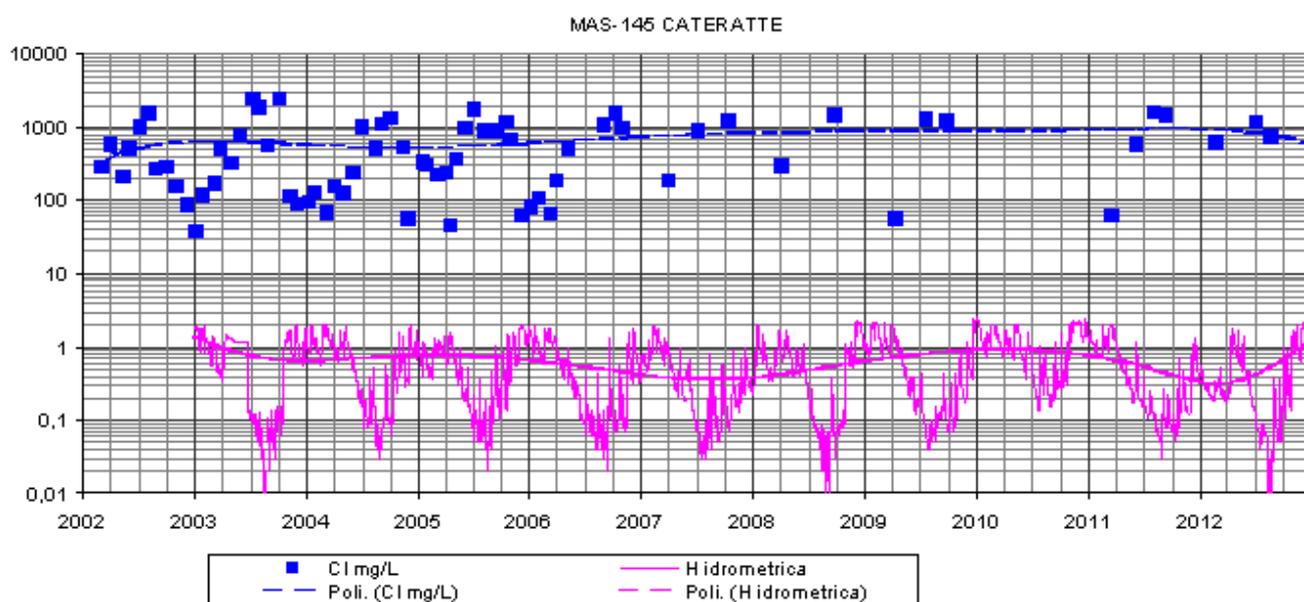
## Cloruri

Per le valutazioni sul carico fluviale, oltre al Cromo e al COD, sono stati considerati i cloruri, caratteristici del Distretto Conciario e non soggetti a depurazioni ed a trasformazioni naturali significative.

Il cloruro di sodio è diffusamente utilizzato come conservante delle pelli grezze e finisce nei reflui derivanti dai lavaggi delle pelli prima dell'inizio delle attività di concia e dall'addolcimento delle acque in entrata al processo. È una sostanza presente in forma ionica nei reflui conciari ed ha la caratteristica di essere estremamente refrattaria ai trattamenti depurativi, passando praticamente indenne dagli impianti a parte eventuali diluizioni con acque dolci.

I valori particolarmente alti di questa sostanza nei reflui conciari e la loro refrattarietà ai trattamenti è alla base delle deroghe ai limiti normativi concessi ai depuratori della zona del cuoio negli atti autorizzativi.

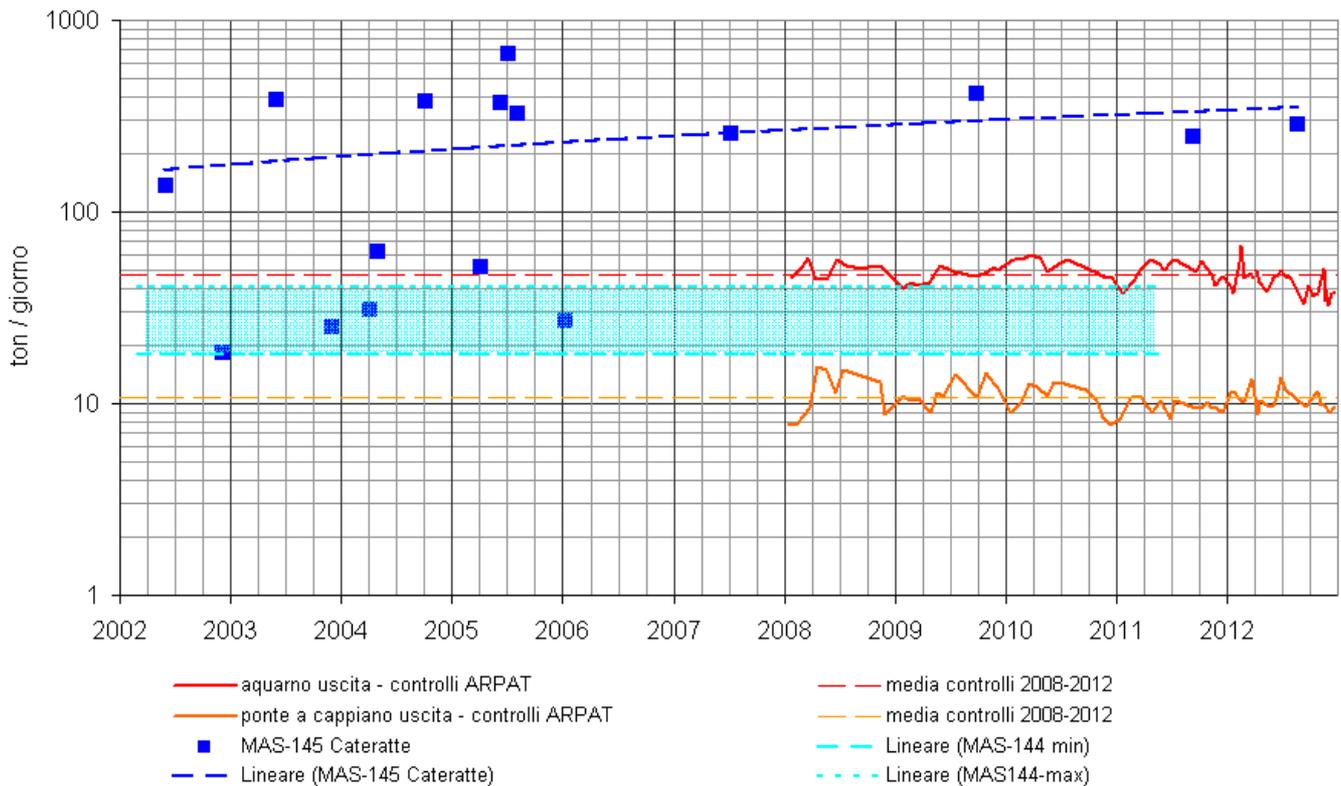
Gli andamenti delle concentrazioni di cloruri nelle due sezioni correlate alle escursioni idrometriche, confermano in ambedue le sezioni la relazione fra alte concentrazioni rilevate e periodi di magra, come evidenziato nei due grafici successivi. In questo caso i carichi provenienti da monte (Cavallaia) risultano di quasi un ordine di grandezza più bassi dei valori per la sezione di valle (110 rispetto a 900 mg/l)



Anche per i cloruri è riprodotto il diagramma del carico fluviale che pone a confronto:

- i carichi fluviali di cloruri nella sezione di valle, ricavati dai dati di monitoraggio della stazione di Cateratte;
- l'intervallo di stima del carico fluviale nella sezione di monte dai dati di monitoraggio della stazione di Cavallaia, compresi tra 20 e 40 t/g;
- le stime del carico di cloruro in uscita da Ponte a Cappiano ed Aquarno, basate anche qui sui soli controlli ARPAT e le corrispondenti portate medie annue dichiarate nel periodo 2009-2012 nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli Impianti del Comprensorio del Cuoio.

### Carico Fluviale CLORURI



Il diagramma mostra come i valori nella sezione di valle (Cateratte) risultano molto dispersi nel periodo 2002-2006 per portarsi nel periodo 2006-2012 su valori intorno ai 200 t/g.

Un esame più approfondito permette di attribuire questa oscillazione a variazioni stagionali con bassi valori nei mesi invernali, evidenziata in particolare nel periodo con maggiori misure e non evidente nel secondo periodo, dove si hanno valori solo in corrispondenza dei periodi estivi (di magra).

Prendendo in considerazione il carico fluviale di cloruri in regime di magra alla stazione di valle (Cateratte, valutabile in circa 200 t/g) appare, anche in questo caso, molto superiore al carico ottenuto dalla somma del carico proveniente da monte (circa 20/40 t/g alla sezione di Cavallaia) e dai carichi misurati nei controlli ai due depuratori (circa 60 tonnellate /giorno totali).

L'eccedenza rispetto all'atteso è rilevante (circa 100 tonnellate/giorno) ed anche in questo caso si rendono necessari approfondimenti mirati a capire ad individuarne le cause.

Pur essendo nota la presenza di concentrazioni superiori ai normali valori per le acque sotterranee nelle falde freatiche della zona, che possono interferire con le acque del canale, il loro contributo da solo comunque non giustifica la notevole differenza di carico rilevata. La differenza indica la presenza di altri contributi non valutati.

In sintesi, dall'analisi secondo il metodo del carico fluviale su un tratto del canale Usciana emerge:

- a causa della limitata disponibilità di scale di deflusso e misure di portata, il corrispondente dato calcolato delle portate comporta livelli di incertezza rilevanti poco adeguati a considerazioni su bilanci di flussi di massa. Questo, aggiunto al fatto che la formula per il calcolo del carico diffuso già di per se contiene approssimazioni

significative, rende problematico lo sviluppo di efficaci considerazioni quantitative, restando comunque valido come approccio qualitativo alla problematica in oggetto;

- le valutazioni effettuate, pur con tutte le approssimazioni del caso, evidenziano un carico inquinante aggiuntivo sulla sezione di chiusura di Cateratte del canale Usciana. Tale carico aggiuntivo non risulta per il COD.

L'accuratezza e la capacità interpretativa di queste valutazioni può migliorare molto se si migliora l'accuratezza della misura delle portate ai due idrometri.

# Conclusioni ed indicazioni

Dall'analisi complessiva condotta si traggono le seguenti conclusioni generali:

1. lo stato della qualità delle acque dell'Usciana è sempre stato scadente, almeno a partire dal 2002, sia per effetto dei carichi inquinanti provenienti dalla zona a monte del Padule di Fucecchio sia per gli apporti specifici delle attività conciarie;
2. un miglioramento significativo dello stato di qualità delle acque del canale può essere raggiunto solo con una riduzione del carico inquinante autorizzato;
3. il carico inquinante autorizzato del depuratore di Ponte a Cappiano era circa un decimo di quello autorizzato di Aquarno, pertanto, senza nulla togliere alla gravità dei reati ipotizzati, anche variazioni sensibili della qualità degli scarichi di Ponte a Cappiano avrebbero inciso relativamente poco sul carico inquinante complessivo recapitato nel canale Usciana. Nell'ipotesi invece che i bypass di sezioni del depuratore, menzionati nel comunicato della Guardia di Finanza avessero avuto l'effetto che la gran parte delle acque in ingresso al depuratore di Ponte a Cappiano non fosse stata depurata, l'eccesso di carico inquinante apportato sarebbe stato evidenziato dall'analisi fin qui condotta dei dati di monitoraggio del canale;
4. dall'analisi a posteriori dei dati emergenti complessivamente dall'attività di controllo da noi svolta, non sembra verosimile che i comportamenti criminosi contestati alla gestione del depuratore di Ponte a Cappiano abbiano prodotto carichi inquinanti molto più consistenti di quelli regolarmente autorizzati. Questa considerazione trova conferma anche nell'analisi dei carichi fluviali relativi al COD;
5. una riduzione significativa nei valori di COD riscontrati dal controllo allo scarico dell'impianto di depurazione di Ponte a Cappiano si è verificata subito dopo la cessazione del conferimento degli extraflussi (rifiuti liquidi conferiti su gomma) precedentemente autorizzati, ben più evidente delle variazioni riscontrate subito dopo il sequestro che ha interrotto l'attività di manomissione dei nostri campionamenti. Ciò porta a rivalutare con attenzione gli impatti sull'ambiente dell'autorizzazione a questi tipi di conferimenti e a ponderare con cautela la valutazione della capacità depurativa residua di questi impianti.

Conseguentemente si traggono le seguenti indicazioni e proposte per l'attività futura:

- a) Il controllo ordinario degli scarichi dei depuratori, secondo le procedure normative, è integrato a discrezione di chi è responsabile dell'attività di controllo, con attività di campionamento e verifica non standard tese a riscontrare l'affidabilità dei risultati rispetto ad ipotesi di possibili frodi o contraffazioni;
- b) il metodo di valutazione dei carichi fluviali, qui utilizzato a posteriori, verrà considerato d'ora in poi come un possibile strumento di integrazione del controllo dei depuratori;
- c) a questo proposito, per migliorare la verifica degli impatti complessivi sulle acque superficiali dell'attività conciarie è necessario che sia migliorata l'accuratezza della misura di portata ai due idrometri presenti sul canale dell'Usciana. Dovranno essere presi specifici accordi in questo senso con il Servizio Idrologico Regionale;
- d) per lo stesso scopo si propone agli Enti Locali di finanziare una sonda di monitoraggio in continuo nella stazione di Cateratte per la misura della conducibilità così che sia possibile evidenziare le anomalie qualitative dello stato del corso d'acqua;

- e) l'Agenzia prevede di inserire nel 2014 attività di indagini mirate a ricercare apporti inquinanti diffusi di Cromo o cloruri ed a perfezionare i bilanci di massa ad essi relativi.

## Allegato

### **Valutazioni sui Carichi fluviali - dettaglio metodologico e risultati**

Anche se ARPAT effettua il monitoraggio del canale Usciana (come precedentemente descritto) con la finalità di valutarne la qualità delle acque, in linea di principio è possibile verificare la coerenza dei dati di monitoraggio con quelli di controllo, a condizione di condurre specifiche valutazioni di bilancio in termini di carichi fluviali assoluti, associando ai valori in concentrazione di alcuni contaminanti caratteristici le relative portate del corso d'acqua e degli scarichi.

L'approccio del carico fluviale “*riverine load*”<sup>16</sup> è stato recentemente suggerito anche da ISPRA come standard informativo per la definizione e restituzione degli inventari (di cui all'art. 78 ter del Dlgs 152/06). In base a tale metodo il carico da fonti diffuse viene stimato a partire dalla concentrazioni della singola sostanza e dai valori di portata rilevati in opportuni punti dell'asta fluviale.

Le linee Guida ISPRA forniscono la seguente formula per il calcolo del carico annuale:

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

Dove :

- $L_y$  := carico annuale (t/anno)
- $Q_d$  := media aritmetica su base annuale delle portate giornaliere (m<sup>3</sup>/s)
- $Q_{meas}$  := media aritmetica delle portate giornaliere rilevate in concomitanza con la misurazione concentrazione della sostanza (m<sup>3</sup>/s)
- $C_i$  := concentrazione della sostanza (mg/l)
- $Q_i$  := portata giornaliera misurata in concomitanza con la concentrazione della sostanza (m<sup>3</sup>/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

Una volta noto  $L_y$  il carico da fonte diffusa viene quindi stimato con la seguente formula:

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

---

<sup>16</sup> indicato dalla linea guida 28 della Common Implementatio Strategy della Direttiva Quadro 2000/60 “Technical Guidance on the Preparation of an Inventory of Emissions, Discharges and Losses of Priority and Priority Hazardous Substances”

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

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, etc..).

Per ottenere le informazioni richieste sui flussi di massa, puntuali e diffusi impattanti sul corso d'acqua, è dunque necessario disporre di dati idrometrici sia contestuali ai giorni del prelievo sia completi per l'intero anno idrologico.

In Toscana, grazie al Servizio Idrologico Regionale, la rete degli idrometri è molto diffusa con osservazioni dell'altezza idrometrica frequenti, (15' od oraria). Purtroppo, a causa della limitata disponibilità di scale di deflusso e misure di portata in molte stazioni idrometriche, il corrispondente dato calcolato della portate sconta molto spesso livelli di incertezza variabili, talvolta inadeguati a considerazioni su bilanci di flussi di massa. Questo, aggiunto al fatto che la formula per il calcolo del carico diffuso già di per se contiene approssimazioni rilevanti, rende problematico lo sviluppo di efficaci considerazioni quantitative, restando comunque valido come approccio qualitativo alla problematica in oggetto.

Nelle sezioni di interesse MAS-144 e MAS-145 (stazione Massarella e Cateratte) sono attivi due idrometri, "Cateratte", gestito dal Servizio Idrologico Regionale, e "Cavallaia", gestito dal Consorzio di Bonifica del Padule di Fucecchio prossimo al punto MAS-144. Per entrambi gli idrometri sono stati recuperati i dati idrometrici e le informazioni disponibili per il calcolo delle portate.

Come temuto la trasformazione altezze/portate è apparsa a tratti molto incerta, il che ha comportato la necessità di introdurre alcune assunzioni limitando l'affidabilità del metodo del carico fluviale.

Alcune considerazioni preliminari sulle due sezioni derivano dagli indici idrologici e curve di durata delle portate naturali e "misurabili", cioè sottratte delle derivazioni, calcolati dal modello del bilancio idrico del bacino dell'Arno (Autorità di Bacino dell'Arno). Gli indici idrologici sono il BFI, l'indice di **deflusso di base** (pari al rapporto tra il volume annuo di deflusso di base e il deflusso globale espresso qui come portata) ed il **Q7/2** o minimo deflusso vitale, corrispondente alla portata minima di sette giorni consecutivi avente tempo di ritorno di 2 anni. La curva di durata di un corso d'acqua rappresenta le portate (in questo caso si tratta di medie pluriennali) in ordine decrescente; la portata con durata 365 gg è la minima, quella con durata 1 giorno la massima.

Nella tabella seguente (tabella 5) sono riportati gli indici idrologici per le due sezioni, dove si osserva un incremento più che doppio della portata minima nella sezione di valle a fronte di un limitato incremento del 20% dell'area drenata.

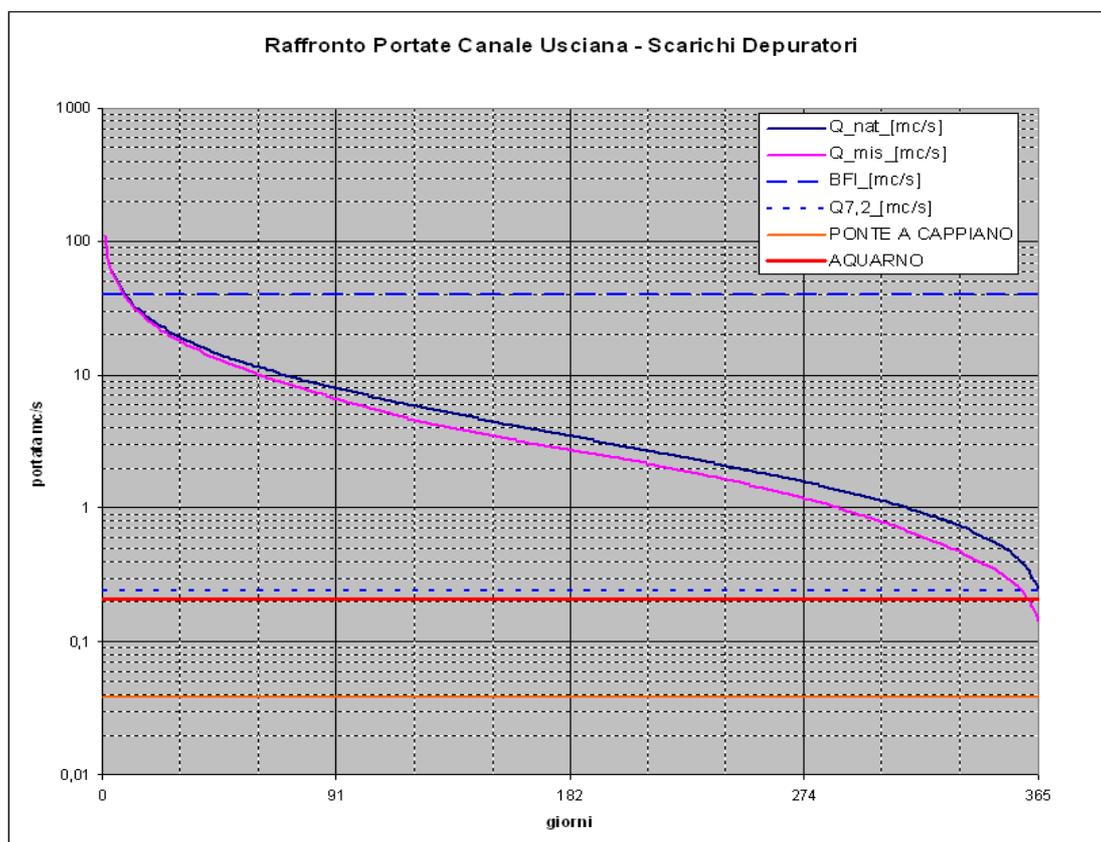
(tabella 5)

Sezione	Area bacino Kmq	BFI - indice di deflusso di base mc/s	Q7/2 - portata minima di sette giorni e tempo di ritorno 2 anni (Deflusso Minimo Vitale)
Canale Maestro a Massarella (Ponte della Cavallaia)	363,1	37,3	0,15
Canale Usciana alle Cateratte	445,7	39,6	0,36
% monte / valle	81,5%	94,0%	41,6%

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

Curva ed indici calcolati per il Canale Usciana<sup>17</sup> sono riportati nella figura seguente (figura 7), messi al confronto con le portate (costanti) allo scarico dei depuratori PONTE A CAPPIANO E AQUARNO (in arancio e rosso, 38 l/s e 209 l/s rispettivamente) secondo i dati 2009 forniti dai Gestori per la compilazione del questionario UWWTD<sup>18</sup> 2011 (ai sensi della direttiva 91/271).

Il diagramma mostra come in condizioni naturali gli stati di magra, rappresentati anche dall'indice Q7/2, garantiscono portate nel canale superiori a quelle dei reflui. Nelle condizioni reali misurabili, le portate di magra appaiono di fatto sostituite dai volumi di scarico. Più in generale si osserva come i rapporti tra la portata degli scarichi e le portate del canale, comprese più frequentemente tra i due indici idrologici, sono sempre compresi tra 1 e 2 ordini di grandezza (1,5 - 150), tali da attendersi una sicura dipendenza delle concentrazioni dagli stati idrometrici del canale.



(Figura 7) Portate caratteristiche del Canale dell'Usciana e degli scarichi dei depuratori.

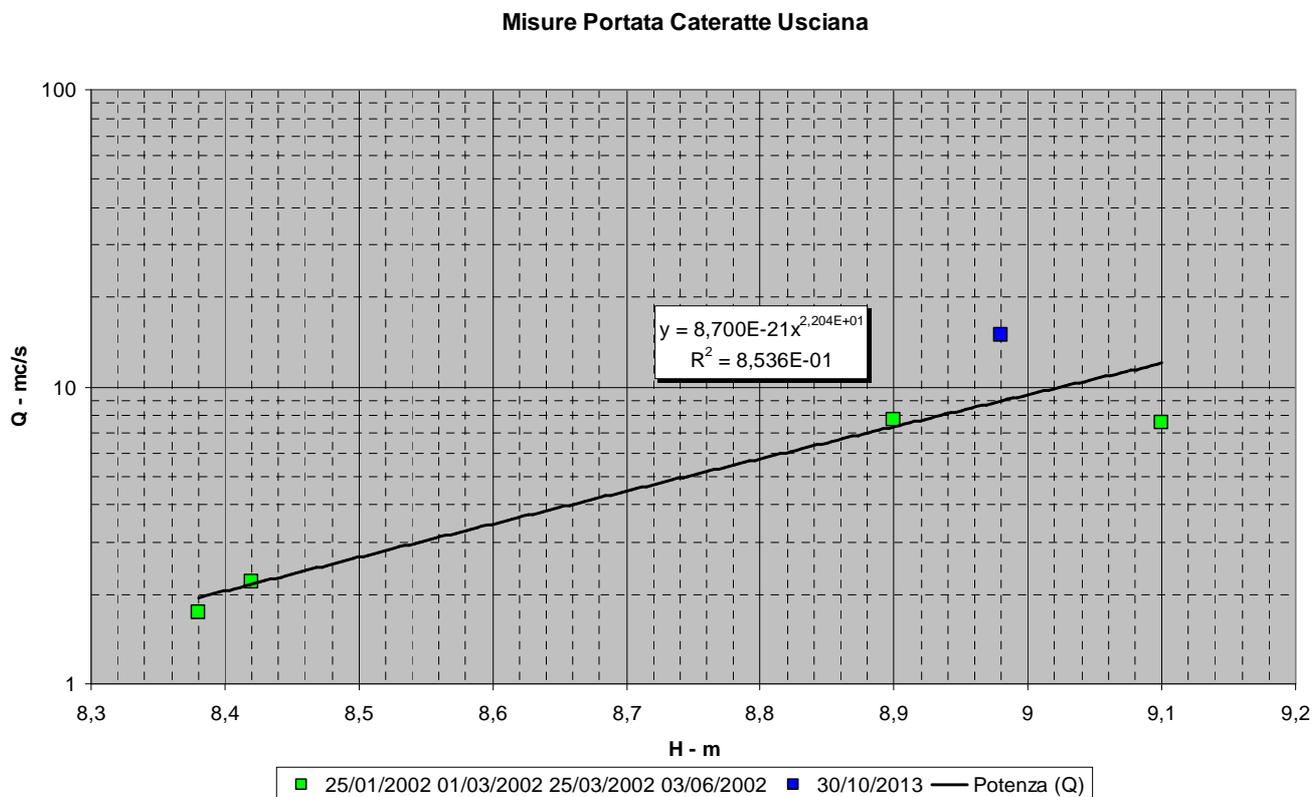
Come accennato precedentemente le incertezze sulla determinazione delle portate derivate dalle misure delle altezze idrometriche risultano particolarmente elevate. Per la stazione di Cateratte le poche misure di portata disponibili al Servizio Idrologico Regionale determinano una curva di trasformazione altezze-portate con livelli di incertezza eccessivi, quasi prossimi al 100%, per misure che eccedono gli 8,9 metri slm (7,7 mc/s).

<sup>17</sup> [http://www.adbarno.it/arnoriver/grafici\\_portate.php?cod=27582](http://www.adbarno.it/arnoriver/grafici_portate.php?cod=27582)

<sup>18</sup> UWWTD: Urban Waste Water Treatment Directive - Waterbase

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

Si tratta di un valore compreso tra i due indici BFI e Q7/10 e corrispondente e non infrequente (nel 2012 è stata superato, in esempi, o per 86 giorni) in grado di influenzare una percentuale considerevole di campioni: il 30% circa delle serie storiche degli indicatori prescelti (per COD, cromo e cloruri es. COD 23 campioni su 71).



*Misure di Deflusso alla sezione di cateratte sul Canale Usciana.*

Incertezze ancora maggiori sono risultate infine per i dati idrometrici della sezione del Ponte di Cavallaia sul Canale Maestro, coincidente con la stazione MAS-144. In questo caso la scala di deflusso non risulta verificata da misure correntometriche rendendola, di fatto, inutilizzabile per un'applicazione del carico fluviale.

Per quanto osservato risulta evidente l'impossibilità di una applicazione della formula di determinazione del carico fluviale su base annuale. Per la sezione di Cateratte le portate sono note, con sufficiente precisione, solo in un intervallo limitato, mentre per la stazione di Cavallaia non lo sono, di fatto, in nessuno.

Come temuto la trasformazione altezze/portate è apparsa a tratti molto incerta, il che ha comportato, come meglio discusso in allegato, la necessità di introdurre alcune assunzioni limitando l'affidabilità del metodo del carico fluviale.

Come temuto la trasformazione altezze/portate è apparsa a tratti molto incerta, il che ha comportato, come meglio discusso in allegato, la necessità di introdurre alcune assunzioni limitando l'affidabilità del metodo del carico fluviale.

Con la consapevolezza di poter ottenere soltanto una stima grossolana sull'attendibilità e coerenza dei dati di controllo con i dati di monitoraggio, è stato deciso di procedere comunque nella rappresentazione dei singoli valori di carico fluviale calcolati dalle concentrazioni misurate, con le seguenti limitazioni ed approssimazioni:

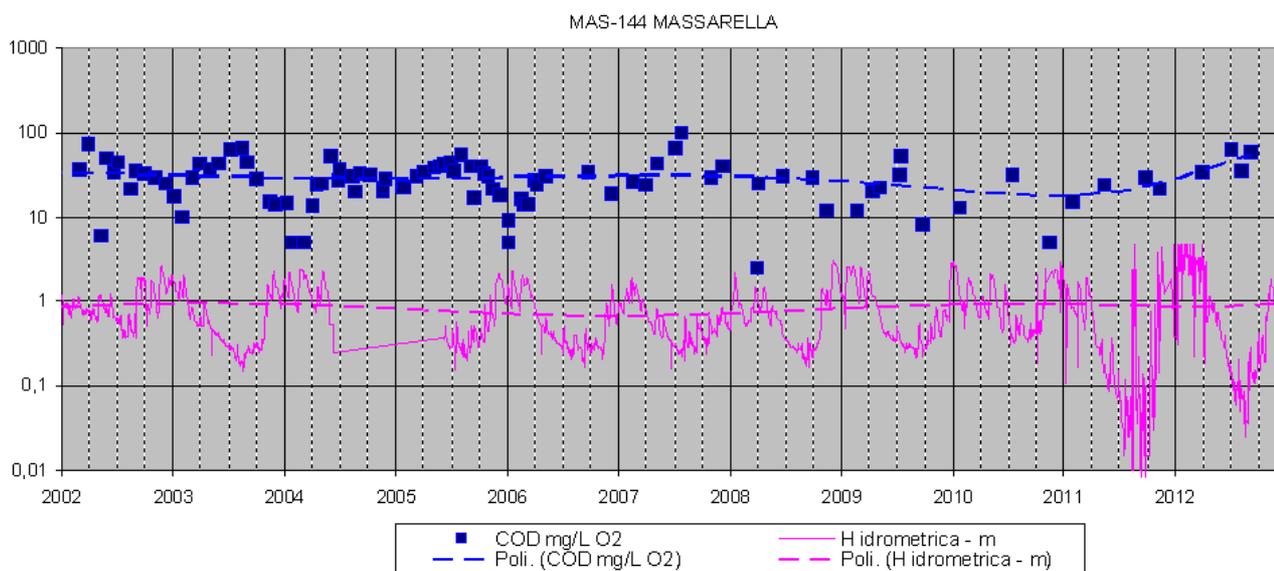
- l'intervallo della scala di deflusso a Cateratte è ristretto tra 8,38 ed 8,9 msl con portate derivate meno affette da errore;

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

- i carichi nella sezione di Cavallaia sono derivati in via proporzionale dalle portate corrispondenti alla sezione di Cateratte, con le limitazioni al punto precedente, utilizzando i rapporti tra portate caratteristiche BFI e Q7/10 calcolati dalle curve di durata, variabili come visto tra 0,94 e 0,41;
- i parametri esaminati sono COD, Cromo e Cloruri: per il primo, caratteristico di reflui sia civili che industriali, nel caso in oggetto, è prevista negli atti autorizzativi una deroga rispetto ai limiti di legge mentre il secondo è caratteristico dell'industria conciaria. Entrambi questi due parametri risultano depurati dagli impianti. I cloruri, caratteristici dell'attività di concia e anche loro oggetto di deroga al pari di COD, non sono depurati durante il trattamento. Questi ultimi, inoltre, possono avere origini diverse dagli attuali scarichi dei depuratori;
- non sono considerati i contributi dell'antifosso che si immette nell'Usciana prima del punto di monitoraggio MAS 145 Cateratte.

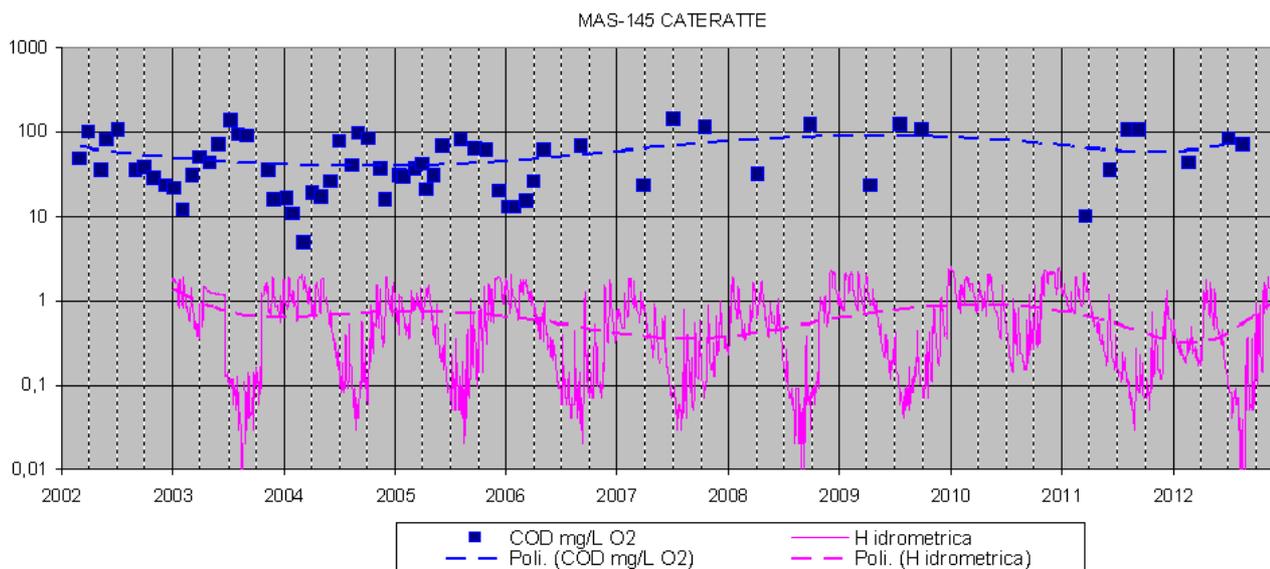
### COD

Il raffronto delle escursioni della quota idrometrica<sup>19</sup> con le concentrazioni misurate di COD evidenzia, in tutte e due le sezioni, lo stretto collegamento fra valori più elevati di COD e le basse portate. Questo è coerente con il fatto che per le basse portate le portate del canale Usciana sono fortemente influenzate da quelle provenienti dai due depuratori.



<sup>19</sup>Per una migliore rappresentazione grafica le H idrometriche riportate nelle figure, rappresentano le differenze tra H idrometriche in metri sullo zero idrometrico (mszi) e valore minimo di H sul periodo 2002-2012.

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

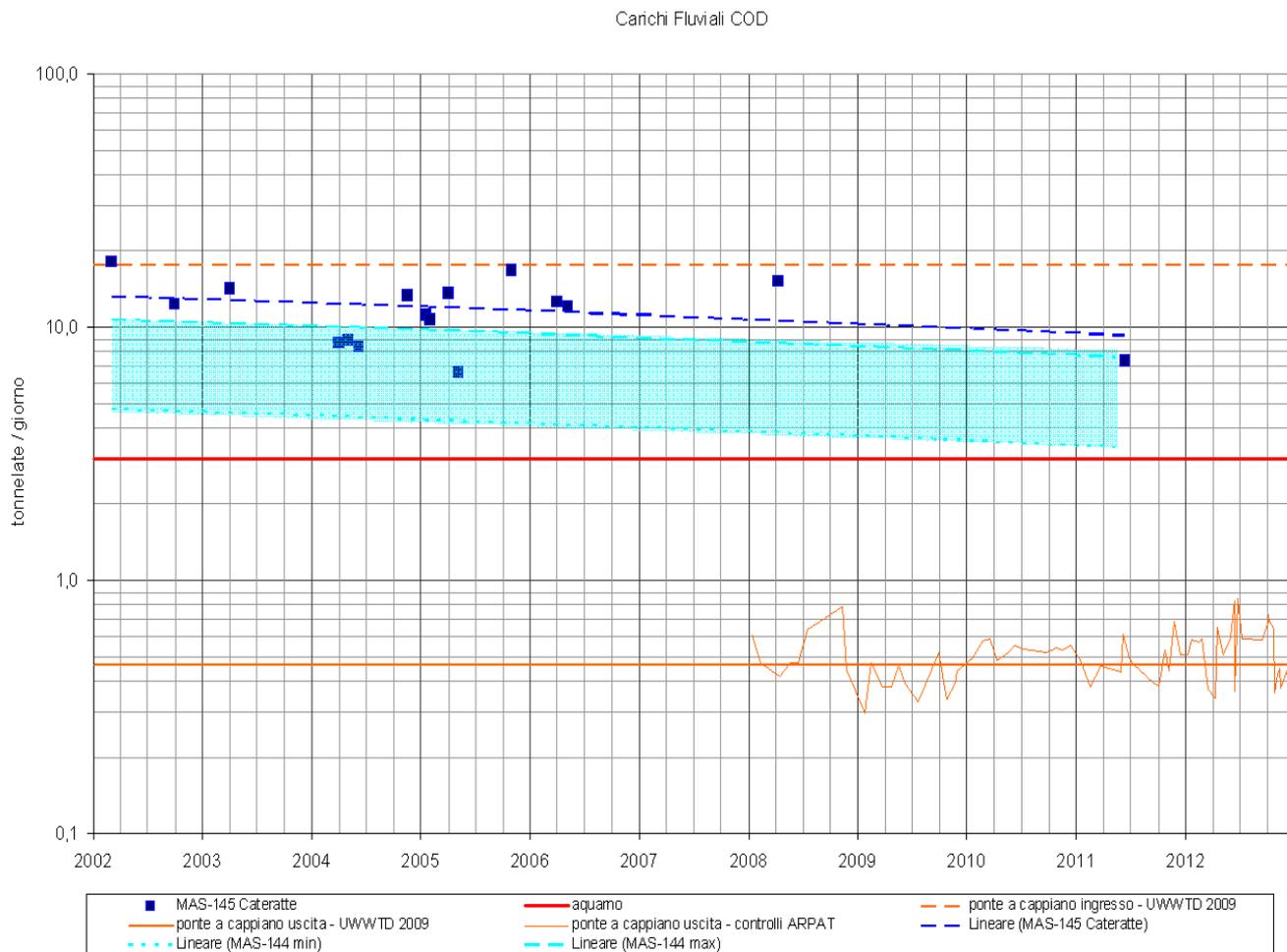


Come si può osservare nei due grafici precedenti le concentrazioni di COD misurate nella sezione di monte (MAS-144) sono dello stesso ordine di grandezza delle concentrazioni rilevate nella sezione di valle (MAS-145), con un evidente e ovvio incremento legato agli apporti di COD degli scarichi dei due depuratori. Anche il test statistico di Mann-Whitney  $p = 1,7E-6 \ll 0,05$  conferma tale evidenza. I già alti valori in entrata alla stazione MAS-144 possono essere giustificati in parte dalla presenza di impianti di depurazione presenti nel bacino a monte dell'area di studio.

Nel grafico seguente del carico fluviale sono dunque posti a confronto, con le limitazioni e approssimazioni prima indicate, i seguenti valori :

- i carichi fluviali di COD nella sezione di valle, ricavati dai dati di monitoraggio della stazione di Cateratte (MAS 145);
- l'intervallo di stima del carico fluviale nella sezione di monte dai dati di monitoraggio della stazione di Cavallaia (MAS 144), con valori compresi tra 4 e 9 tonnellate/giorno (t/g) con una media stimata in 6,5 tonnellate/giorno;
- i carichi di riferimento, ingresso-uscita per Ponte a Cappiano e la sola uscita per Aquarno, risultanti dal questionario UWWTD 2011;
- ulteriori stime del carico in uscita da Ponte a Cappiano basate sui controlli ARPAT e le corrispondenti portate medie annue dichiarate nel periodo 2009-2012 nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli Impianti del Comprensorio del Cuoio (allegato all'accordo di programma per la depurazione del 08.04.2013).

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati



Il diagramma mostra un carico fluviale medio di COD nella sezione di Cateratte prossimo alle 10 t/g ben superiore ai carichi nominali in uscita dai due depuratori stimati in 3 t/g per Aquarno e 0,5 t/g per Ponte a Cappiano. Al carico dei due depuratori occorre aggiungere il carico in arrivo da monte (sezione Cavallaia) stimato in circa 6,5 t/g; la somma di questi tre contributi equivale al valore stimato a Cateratte. Si rileva che nel caso in cui il contributo del depuratore di Ponte a Cappiano fosse stato corrispondente al carico in ingresso, ossia non vi fosse stata alcuna depurazione, il suo apporto sarebbe stato di 11 tonnellate/giorno a cui, comunque, occorrerebbe sommare gli altri due contributi, ottenendo un valore doppio di quello invece rilevato a Cateratte.

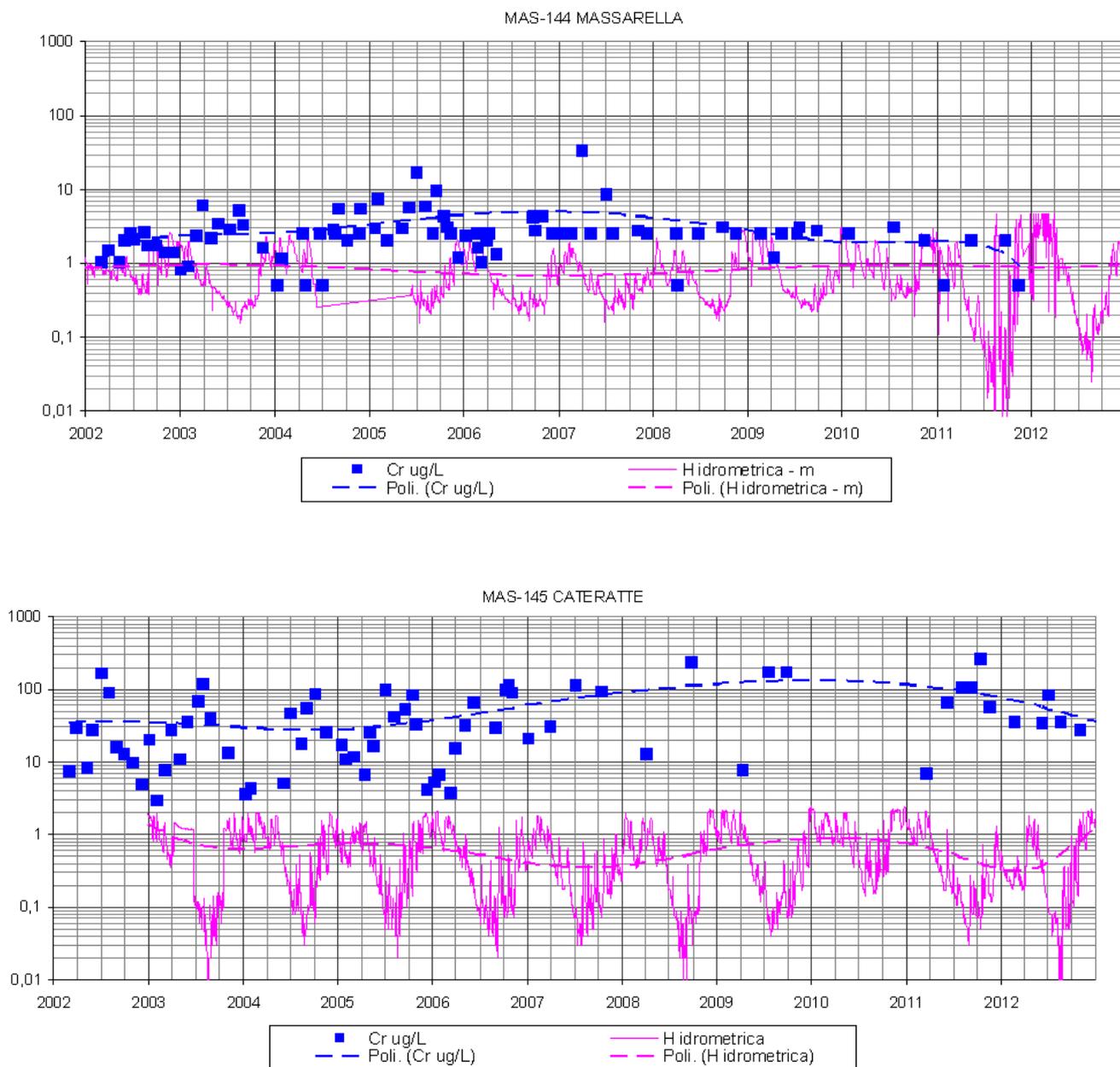
Anche considerando l'intervallo di incertezza del carico fluviale di COD nella sezione Cavallaia (tra 4 e 9,5 t/g), le elaborazioni, pur con le approssimazioni già evidenziate, mettono in evidenza che l'ipotesi di rilasci continuativi di reflui non trattati dal depuratore di Ponte a Cappiano è poco verosimile.

### Cromo

Le figure successive riportano l'andamento delle concentrazioni di cromo nelle due sezioni correlate alle escursioni idrometriche. Anche in questo caso si evidenzia, per entrambe le sezioni, una stretta relazione fra le alte concentrazioni rilevate e i periodi di magra (valori

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

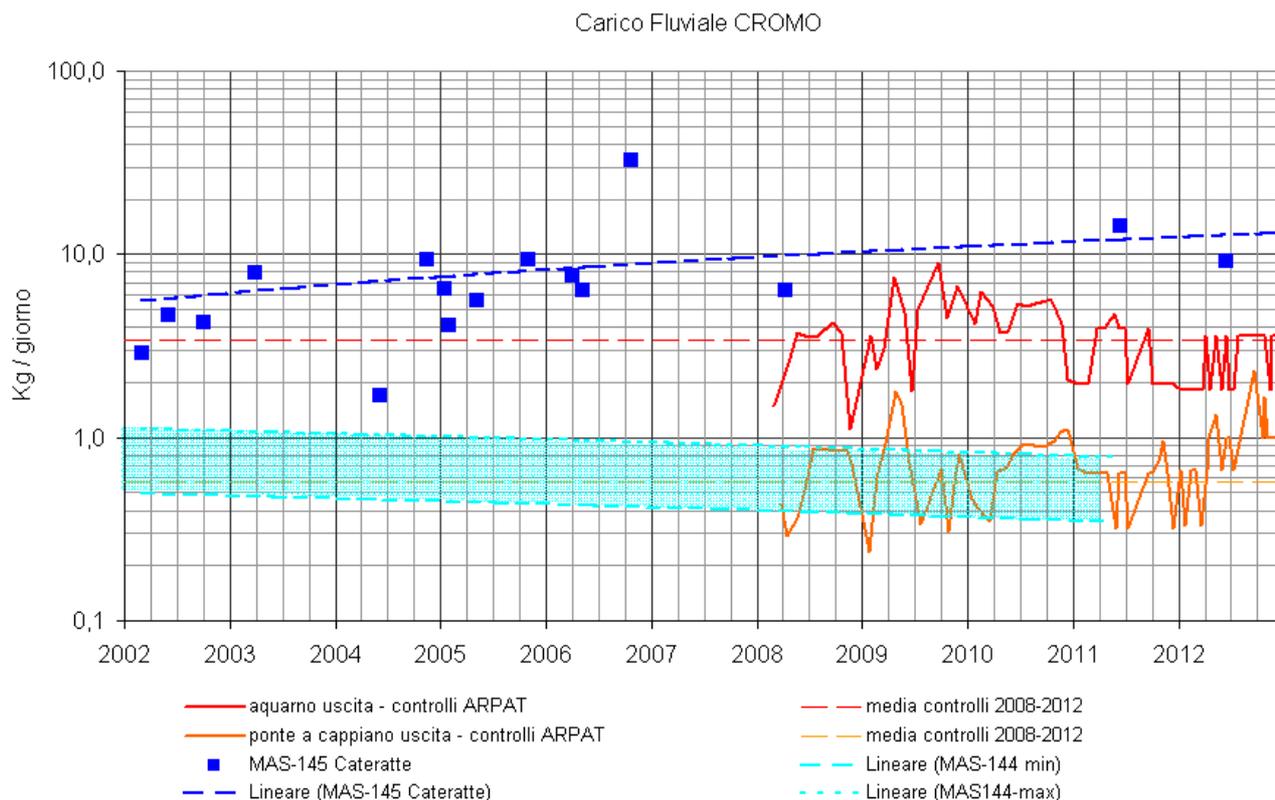
idrometrici più bassi). È necessario tenere presente che il Cromo è un elemento presente nel fiume in forme chimiche capaci di interagire con la matrice solida (sedimenti) favorendo sottrazioni o rilasci in relazione a oscillazioni delle condizioni chimico-fisiche presenti nel canale.



Per il cromo il diagramma del carico fluviale pone a confronto:

- i carichi fluviali di Cromo nella sezione di valle, ricavati dai dati di monitoraggio della stazione di Cateratte;
- l'intervallo di stima del carico fluviale nella sezione di monte dai dati di monitoraggio della stazione di Cavallaia, compresi tra 0,4 e 1 kg/giorno (kg/g);
- le stime del carico in uscita da Ponte a Cappiano ed Aquarno, basate in questo caso sui soli controlli ARPAT e le corrispondenti portate medie annue dichiarate nel periodo 2009-2012 nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli Impianti del Comprensorio del Cuio.

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati



Il diagramma mostra anche in questo caso un carico fluviale nella sezione di Cateratte nell'ordine di 8 Kg/giorno, ben superiore ai carichi calcolati dai controlli ARPAT agli scarichi dei due depuratori (3 Kg/g per Aquarno e 0,6 Kg/g per Ponte a Cappiano).

Diversamente dal COD, la specie è presente in contenuti molto più ridotti nella sezione di Cavallaia<sup>20</sup> (stima tra 0,4 ed 1 Kg/giorno).

Nella sezione a valle un carico di cromo maggiore di quello stimato dai dati ottenuti dai controlli è valutabile in circa 5kg/g; questo approccio però non tiene conto:

- della capacità di adsorbimento/desorbimento di questo elemento tra fase liquida e fase solida. La valutazione di questo contributo aggiuntivo non è attualmente possibile poiché necessita di campionamenti mirati di sedimenti di fondo del canale;
- dell'apporto del canale Collettore che si immette in quello dell'Usciana immediatamente a monte della stazione Cateratte, contribuendo all'incremento del carico inquinante misurato in tale stazione e che non è possibile valutare.

Nonostante l'incertezza della stima e la presenza di apporti non noti fino ad oggi, l'entità dell'incremento non spiegato è tale che richiede approfondimenti.

Altro elemento di novità per il cromo è rappresentato dal trend in incremento, statisticamente significativo con test non parametrico di Mann Kendall ( $p = 0,006 < 0,05$ ), valutazione però ottenuta da una scarsa numerosità di misure di questo parametro soprattutto nel periodo 2007-2012.

<sup>20</sup> Nella serie storica 2002-2010 la stazione MAS-144 registra, sia come valore mediano (2,7 µg/L) che del 95° percentile (8,92 µg/L), concentrazioni ben inferiori di oltre ordine di grandezza rispetto a quelle di MAS-145 (25 e 164,4 µg/L rispettivamente). Il carico di cromo nel canale Usciana, tenuto conto dell'incremento di portata, deriva dunque quasi esclusivamente dagli apporti del distretto conciaro.

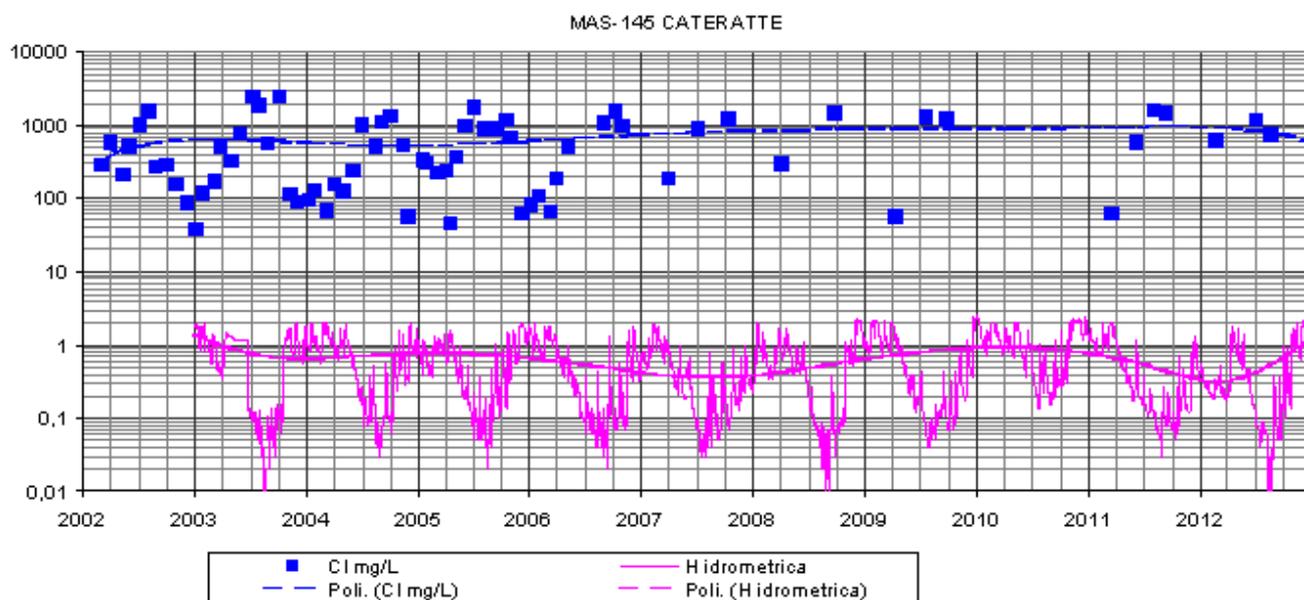
## Cloruri

Per le valutazioni sul carico fluviale, oltre al Cromo e al COD, sono stati considerati i cloruri, caratteristici del Distretto Conciario e non soggetti a depurazioni ed a trasformazioni naturali significative.

Il cloruro di sodio è diffusamente utilizzato come conservante delle pelli grezze e finisce nei reflui derivanti dai lavaggi delle pelli prima dell'inizio delle attività di concia e dall'addolcimento delle acque in entrata al processo. È una sostanza presente in forma ionica nei reflui conciari ed ha la caratteristica di essere estremamente refrattaria ai trattamenti depurativi, passando praticamente indenne dagli impianti a parte eventuali diluizioni con acque dolci.

I valori particolarmente alti di questa sostanza nei reflui conciari e la loro refrattarietà ai trattamenti è alla base delle deroghe ai limiti normativi concessi ai depuratori della zona del cuoio negli atti autorizzativi.

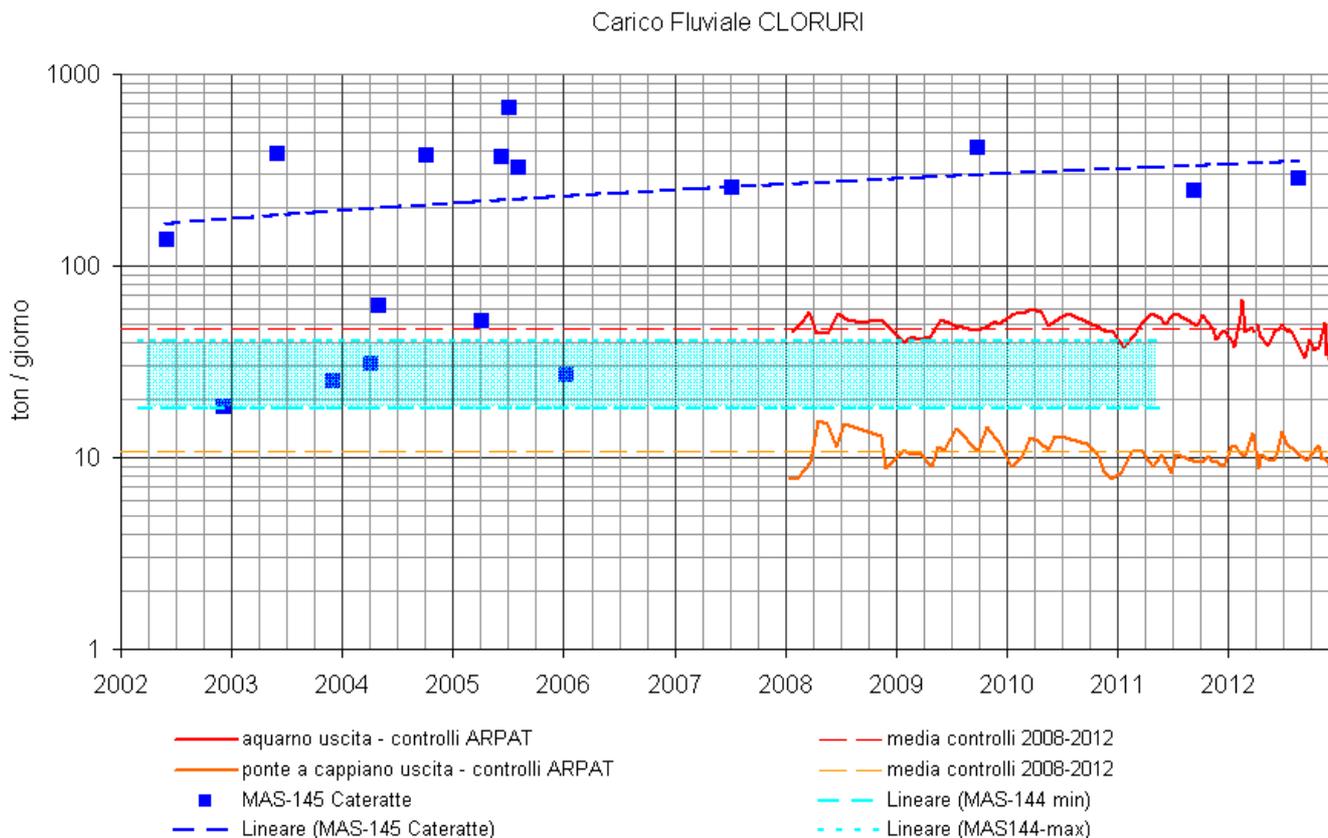
Gli andamenti delle concentrazioni di cloruri nelle due sezioni correlate alle escursioni idrometriche, confermano in ambedue le sezioni la relazione fra alte concentrazioni rilevate e periodi di magra, come evidenziato nei due grafici successivi. In questo caso i carichi provenienti da monte (Cavallaia) risultano di quasi un ordine di grandezza più bassi dei valori per la sezione di valle (110 rispetto a 900 mg/l)



Anche per i cloruri è riprodotto il diagramma del carico fluviale che pone a confronto:

- i carichi fluviali di cloruri nella sezione di valle, ricavati dai dati di monitoraggio della stazione di Cateratte;
- l'intervallo di stima del carico fluviale nella sezione di monte dai dati di monitoraggio della stazione di Cavallaia, compresi tra 20 e 40 t/g;
- le stime del carico di cloruro in uscita da Ponte a Cappiano ed Aquarno, basate anche qui sui soli controlli ARPAT e le corrispondenti portate medie annue dichiarate nel periodo 2009-2012 nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli Impianti del Comprensorio del Cuoio.

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati



Il diagramma mostra come i valori nella sezione di valle (Cateratte) risultano molto dispersi nel periodo 2002-2006 per portarsi nel periodo 2006-2012 su valori intorno ai 200 t/g.

Un esame più approfondito permette di attribuire questa oscillazione a variazioni stagionali con bassi valori nei mesi invernali, evidenziata in particolare nel periodo con maggiori misure e non evidente nel secondo periodo, dove si hanno valori solo in corrispondenza dei periodi estivi (di magra).

Prendendo in considerazione il carico fluviale di cloruri in regime di magra alla stazione di valle (Cateratte, valutabile in circa 200 t/g) appare, anche in questo caso, molto superiore al carico ottenuto dalla somma del carico proveniente da monte (circa 20/40 t/g alla sezione di Cavallaia) e dai carichi misurati nei controlli ai due depuratori (circa 60 tonnellate /giorno totali).

L'eccedenza rispetto all'atteso è rilevante (circa 100 tonnellate/giorno) ed anche in questo caso si rendono necessari approfondimenti mirati a capire ad individuarne le cause.

Pur essendo nota la presenza di concentrazioni superiori ai normali valori per le acque sotterranee nelle falde freatiche della zona, che possono interferire con le acque del canale, il loro contributo da solo comunque non giustifica la notevole differenza di carico rilevata. La differenza indica la presenza di altri contributi non valutati.

Elemento comune a quanto già evidenziato per il cromo è il trend in incremento, anche se qui solo apparente e non statisticamente significativo a causa del ridotto numero di misure.

## Allegato: valutazione sui carichi fluviali – dettaglio metodologico e risultati

In sintesi, dall'analisi secondo il metodo del carico fluviale su un tratto del canale Usciana emerge:

- a causa della limitata disponibilità di scale di deflusso e misure di portata, il corrispondente dato calcolato delle portate comporta livelli di incertezza rilevanti poco adeguati a considerazioni su bilanci di flussi di massa. Questo, aggiunto al fatto che la formula per il calcolo del carico diffuso già di per se contiene approssimazioni significative, rende problematico lo sviluppo di efficaci considerazioni quantitative, restando comunque valido come approccio qualitativo alla problematica in oggetto;
- le valutazioni effettuate, pur con tutte le approssimazioni del caso, evidenziano un carico inquinante aggiuntivo sulla sezione di chiusura di Cateratte del canale Usciana. Tale carico aggiuntivo non risulta per il COD.

L'accuratezza e la capacità interpretativa di queste valutazioni può migliorare molto se si migliora l'accuratezza della misura delle portate ai due idrometri.