

***Valutazione dell'apporto di DDT dal Fiume Toce al Lago
Maggiore***



Relazione Finale - aprile 2010

Struttura Qualità delle Acque

Data: aprile 2010

Relazione a cura di: Elio Sesia

Le attività sono state realizzate dalla Struttura Qualità delle acque.

Hanno collaborato: il Polo bonifiche per le attività sui sedimenti e le determinazioni del carbonio organico e la Struttura Radiazioni ionizzanti, reti regionali di monitoraggio, sviluppo e ricerca per la sperimentazione dei dispositivi di campionamento dei solidi trasportati.

INDICE

PREMESSA	5
PROGRAMMA ATTIVITA'	6
Attività previste	6
Attività effettuate.....	7
INQUADRAMENTO GENERALE	8
VALUTAZIONE DEI DATI E DELLE CONOSCENZE DISPONIBILI	9
Riferimenti normativi	10
Dati idrologici	12
Dati dei monitoraggi regionali pregressi	14
<i>Solidi sospesi</i>	15
<i>DDT e altri composti di interesse</i>	17
Studi Cipais	19
AREA DI STUDIO E STAZIONI DI MISURA	21
Monitoraggio ordinario.....	23
Campionamenti durante eventi di piena	23
Campionamenti di solidi trasportati.....	24
Campionamenti di sedimenti	24
ATTIVITA' EFFETTUATE	26
Aspetti analitici	26
<i>Metodo di prova per la matrice acqua</i>	29
<i>Metodo di prova per la matrice solidi trasportati e sedimenti</i>	30
Attività di campionamento	30
<i>Monitoraggio ordinario</i>	31
<i>Durante eventi di piena</i>	31
<i>Solidi trasportati</i>	32
<i>Sedimenti</i>	37
RISULTATI OTTENUTI	38
Monitoraggio ordinario.....	38
Campionamenti in eventi di piena	40
<i>Campionamento 30 maggio 2008</i>	41
<i>Campionamento 5 novembre 2008</i>	42
<i>Campionamento 28 aprile 2009</i>	43

<i>Sintesi dei dati ottenuti</i>	44
Solidi trasportati	44
<i>Campionamento 11-17 settembre 2008 (sperimentale)</i>	45
<i>Campionamento 10-20 gennaio 2009 – Candoglia (sperimentale)</i>	48
<i>Campionamento 10-20 gennaio 2009 – Vogogna (sperimentale)</i>	50
<i>Campionamento 19-31 agosto 2009 – Candoglia</i>	51
<i>Campionamento 09-20 ottobre 2009 – Candoglia</i>	54
<i>Campionamento 20-30 ottobre 2009 – Candoglia</i>	56
<i>Campionamento 06-16 novembre 2009 – Candoglia</i>	58
<i>Campionamento 25 novembre-10 dicembre 2009 – Candoglia</i>	60
<i>Campionamento 10-18 dicembre 2009 – Candoglia</i>	62
<i>Sintesi dei dati ottenuti</i>	64
Sedimenti fluviali	67
<i>Campionamenti 29 settembre 2008</i>	67
<i>Campionamenti luglio-agosto 2009</i>	68
VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI	69
CONCLUSIONI	73
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI	74

PREMESSA

Il rilascio di DDT e congeneri dal sito ex Enichem di Pieve Vergonte, veicolato attraverso il Toce, ha prodotto un accumulo di tali sostanze nell'ecosistema del lago Maggiore, evidenziato a metà anni '90 con la presenza di elevate concentrazioni di questo insetticida clorurato e dei principali metaboliti nella fauna ittica del lago.

Lo stabilimento di Pieve Vergonte è stato successivamente individuato come sito contaminato di interesse nazionale ed è attualmente sottoposto a procedura di bonifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 (parte quarta, titolo V).

L'impegno di Arpa nell'ambito del progetto "Valutazione dell'apporto di DDT dal Fiume Toce al Lago Maggiore" prevedeva una serie di attività distribuite in 2 fasi, sviluppate nel corso dei 2 anni di durata del progetto che si è concluso ad aprile 2010.

Alcune attività sono state effettuate in modo coordinato con il Dipartimento di Idraulica Trasporti e Infrastrutture Civili del Politecnico di Torino.

La finalità del progetto era quella di verificare la presenza di DDT e composti correlati nel fiume Toce e l'apporto al lago Maggiore considerando la frazione disciolta nell'acqua, il materiale trasportato e i sedimenti in condizioni idrologiche diverse compresi gli eventi di piena e tenendo conto anche delle attività legate alla bonifica del sito di Pieve Vergonte.

Le valutazioni sono state effettuate avendo come riferimento:

- la direttiva 2000/60/CE (WFD) che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
- la decisione 2455/2001/CE relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque
- la direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque
- la direttiva 2009/90/CE che stabilisce le specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque
- i decreti nazionali conseguenti (Decreto 16 giugno 2008 n.131, Decreto 14 aprile 2009 n. 56) che modificano le norme tecniche del D.Lgs 152/06.

PROGRAMMA ATTIVITA'

Attività previste

Il progetto aveva una durata complessiva di 24 mesi e le attività erano articolate in due fasi di 12 mesi ciascuna.

Fase 1

La prima fase del progetto, della durata di 12 mesi, prevedeva lo sviluppo delle seguenti attività:

- 1.1 definizione del contesto territoriale oggetto dello studio
- 1.2 raccolta e valutazione dei dati e delle conoscenze pregresse
- 1.3 caratterizzazione dell'area di studio e individuazione delle stazioni di misura
- 1.4 supporto nella definizione delle attività relative agli aspetti idrologici e idrodinamici eventualmente da affidare da parte della Regione a soggetti esterni e verifica della funzionalità e della utilizzabilità delle attrezzature disponibili presso la stazione automatica di Candoglia
- 1.5 esecuzione di campagne preliminari di misura per la caratterizzazione dei solidi trasportati in diverse condizioni idrologiche
- 1.6 ottimizzazione e validazione del metodo di prova per la determinazione del DDT e congeneri nella matrice acquosa e nei solidi trasportati
- 1.7 esecuzione di una campagna sperimentale di campionamento e analisi del DDT e congeneri nella matrice acquosa e nei solidi trasportati
- 1.8 ottimizzazione del monitoraggio regionale ordinario a cadenza mensile in relazione ai limiti di quantificazione per il DDT e congeneri
- 1.9 definizione del piano di monitoraggio, in particolare delle modalità di attivazione dei campionamenti in relazione al regime idrologico e a specifiche attività di bonifica del sito contaminato

Fase 2

La seconda fase del progetto, della durata di 12 mesi, prevedeva lo sviluppo delle seguenti attività:

- 2.1 effettuazione delle campagne di campionamento e analisi del DDT e congeneri nella matrice acquosa e nei solidi trasportati
- 2.2 pianificazione ed effettuazione di campionamenti sperimentali e analisi di materiale sedimentato

- 2.3 organizzazione e valutazione dei dati ottenuti con stima dei carichi veicolati di DDT e delle dinamiche del trasporto dell'inquinante
- 2.4 integrazione dei dati ottenuti dal monitoraggio con quelli derivanti dagli studi idrologici, idrodinamici e di trasporto solido disponibili o da studi che la Regione intendeva affidare con specifici incarichi a soggetti esterni
- 2.5 predisposizione del documento finale sulle attività svolte e i risultati ottenuti

Attività effettuate

Il progetto è stato avviato ad aprile 2008 e concluso ad aprile 2010 sviluppando tutte le attività previste dal programma.

Nella presente relazione sono descritte le attività effettuate e i risultati complessivi ottenuti del progetto.

INQUADRAMENTO GENERALE

Nell'ambito del processo di analisi e sintesi delle principali tematiche afferenti all'area del progetto sono state raccolte e organizzate le informazioni necessarie alla predisposizione della cartografia di riferimento finalizzata sia alla definizione dell'area di studio che al supporto per le attività previste.

Dall'esame della figura 1, dove è riportata la geologia schematica del bacino idrografico del Toce, si osserva come gran parte del substrato affiorante sia riferito a formazioni cristalline associabili prevalentemente a gneiss e graniti. Questi ammassi rocciosi denotano una scarsa erodibilità che si ripercuote sul carico solido trasportato dal fiume, sostanzialmente modesto, nonostante l'accentuata acclività dei versanti (in particolare nel settore nord del bacino), e le abbondanti precipitazioni che interessano l'intera area imbriferà.

Il bacino idrografico del Toce ha una superficie di circa 1800 km² e risulta ubicato per la maggior parte in territorio italiano, con una piccola porzione a NO in territorio svizzero. Il fiume percorre la valle d'Ossola per una lunghezza di circa 80 km raccogliendo numerosi affluenti tra i quali i principali in destra sono i torrenti: Devero, Diveria, Bogna, Ovesca, Anza e Strona, e in sinistra i torrenti Isorno, e Melazza occidentale.

Sul fiume insistono numerose derivazioni ai fini idroelettrici che costituiscono oltre il 50% dell'energia idroelettrica prodotta in Piemonte e che danno origine a tratti fluviali con portate ridotte e a un contesto idrogeomorfico di naturalità limitata. Al riguardo, immediatamente a monte del tratto fluviale interessato dal sito di Pieve Vergonte e della confluenza dell'Anza, è presente lo sbarramento di Piedimulera il quale origina un canale di derivazione che scorre subparallelo al corso del Toce per una lunghezza di circa 6,5 km e che restituisce le acque derivate nei pressi di Megolo. La presenza della derivazione e del relativo canale ridimensiona notevolmente le portate del Toce, specialmente nel tratto compreso tra la confluenza dell'Anza e quella dell'Arsa in destra orografica, dove l'apporto idrologico è costituito essenzialmente dal deflusso dell'impianto di Piedimulera e dalle acque dell'Anza.

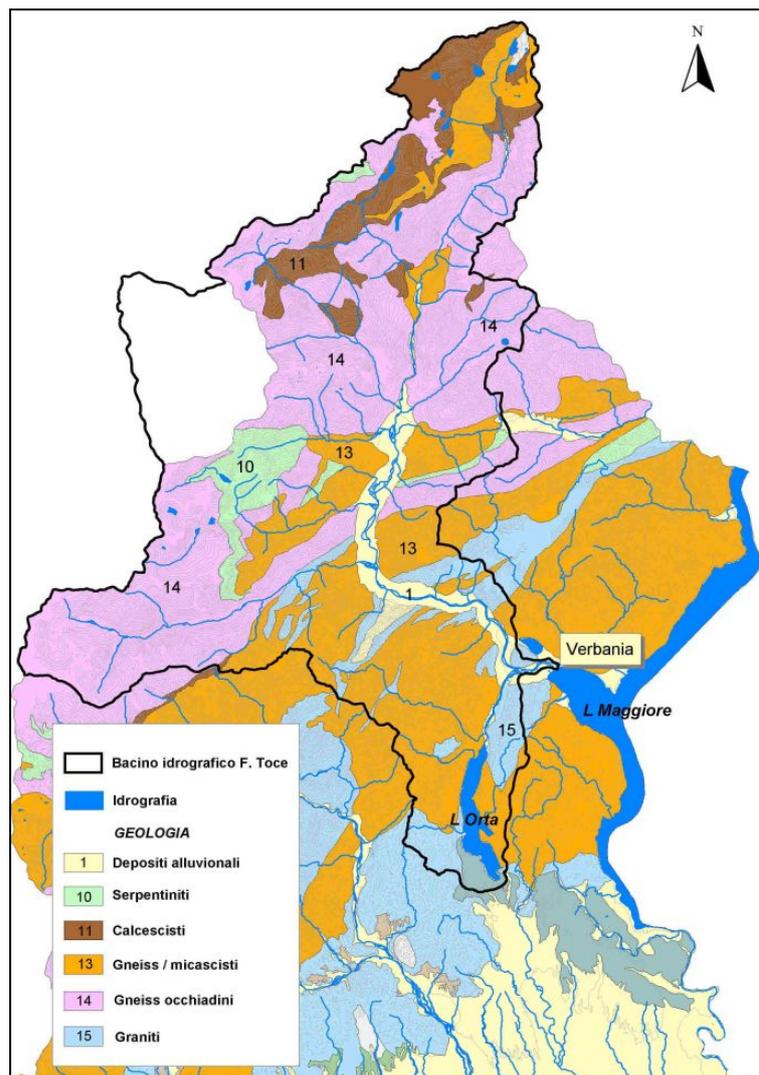


Figura 1 – Geologia schematica del bacino del Toce

VALUTAZIONE DEI DATI E DELLE CONOSCENZE DISPONIBILI

Sono stati prioritariamente selezionati e organizzati i dati più importanti per il progetto e per lo sviluppo delle attività previste e in particolare:

- Monitoraggio regionale delle acque superficiali: serie storica dei punti nell'area di studio sul Toce focalizzata sui parametri di interesse (in particolare Solidi Sospesi, DDT e Esaclorobenzene)
- Idrologia: serie storica dei dati di portata a Candoglia

Sono stati inoltre raccolti gli studi effettuati nei programmi di ricerca della Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (CIPAIS) e i dati disponibili riguardanti il sito contaminato di Pieve Vergonte.

Riferimenti normativi

Vengono di seguito illustrati i principali riferimenti normativi comunitari e nazionali che riguardano le acque superficiali, in particolare per gli aspetti specifici relativi alle sostanze di interesse per il progetto (DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano).

La direttiva 2000/60/CE, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, prevede all'art. 4 – Obiettivi ambientali, che “gli stati membri attuano le misure necessarie omissis... al fine di ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e arrestare o eliminare gradualmente le emissioni, gli scarichi e le perdite di sostanze pericolose prioritarie”.

La direttiva 2008/105/CE istituisce standard di qualità ambientali (SQA) per le sostanze prioritarie, definite nella decisione 2455/2001/CE, e per alcuni altri inquinanti come previsto dall'art. 16 della direttiva 2000/60/CE, al fine di raggiungere uno stato chimico buono delle acque superficiali conformemente alle disposizioni e agli obiettivi dell'art. 4 di tale direttiva.

Le sostanze prioritarie e gli altri inquinanti per i quali sono definiti SQA nell'allegato I della direttiva 2008/105/CE che possono essere di interesse per il progetto sono:

DDT totale (che comprende gli isomeri di DDT, DDE, DDD), p,p'-DDT, Esaclorobenzene e Esaclorocicloesano.

Per queste sostanze sono definiti SQA relativi sia alla media annua (SQA-AA) che alla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA).

Nella tabella 1 sono indicati per le sostanze di interesse gli standard di qualità ambientali (SQA-AA e SQA-CMA) previsti per le acque superficiali interne (corsi d'acqua e laghi).

Gli standard di qualità ambientali sono espressi come concentrazioni totali nell'intero campione di acqua (acqua più particolato sospeso).

Tabella 1 – Standard di qualità ambientale (direttiva 2008/105/CE)

Sostanza	SQA-AA (µg/L)	SQA-CMA (µg/L)
DDT totale	0.025	Non applicabile
p,p'-DDT	0.01	Non applicabile
Esaclorobenzene	0.01	0.05
Esaclorocicloesano	0.02	0.04

Per le acque superficiali interne non sono definiti SQA per sedimenti e biota anche se viene specificato che per l'esaclorobenzene, l'esaclorobutadiene e il mercurio gli SQA fissati per l'acqua possono non garantire una completa protezione contro gli effetti indiretti; per questa ragione dovranno essere fissati per queste sostanze SQA comunitari per sedimenti e biota.

Per quanto riguarda in generale i sedimenti ed il biota, al punto 16) della direttiva 2008/105/CE viene specificato “Inoltre, gli Stati membri dovrebbero poter fissare a livello nazionale SQA per i sedimenti e/o il biota e applicare tali SQA anziché quelli per le acque di cui alla presente direttiva. Detti SQA dovrebbero essere fissati attraverso una procedura trasparente che comporti notifiche alla Commissione e agli altri Stati membri, in modo da garantire un livello di protezione equivalente agli SQA per le acque fissati a livello comunitario. La Commissione dovrebbe riassumere tali notifiche nelle sue relazioni sull'attuazione della direttiva 2000/60/CE. Inoltre, i sedimenti e il biota rimangono matrici importanti per monitorare la presenza di alcune sostanze aventi un potenziale d'accumulo significativo. Per valutare l'impatto sul lungo periodo delle attività antropiche e le relative tendenze, gli Stati membri dovrebbero adottare misure, fatto salvo l'articolo 4 della direttiva 2000/60/CE, finalizzate a garantire che gli attuali livelli di contaminazione nel biota e nei sedimenti non aumentino in modo rilevante.”.

A livello nazionale il recepimento formale della direttiva 2000/60/CE è avvenuto con il D.Lgs. 152/06 anche se per alcuni aspetti è stato necessario emanare regolamenti specifici di modifica delle norme tecniche:

- Decreto 16 giugno 2008 n. 131 – Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del D. Lgs. 152/06, recante: “Norme in materia ambientale”, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, del decreto legislativo medesimo.
- Decreto 14 aprile 2009 n. 56 – Regolamento recante i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/06 predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.

Nel Decreto 56/2009 sui criteri tecnici per il monitoraggio vengono ripresi i contenuti della direttiva 2008/105/CE riguardante gli SQA per le sostanze prioritarie (Tab 1/A); vengono definiti inoltre SQA per alcune sostanze non facenti parte dell'elenco di priorità (Tab. 1/B).

Non essendo previsti Standard di Qualità Ambientali per il biota e i sedimenti nelle acque superficiali interne (corsi d'acqua e laghi), in accordo con la direttiva 2008/105/CE la tabella 1/A prevede SQA più cautelativi per esaclorobenzene, esaclorobutadiene e mercurio.

Nello stesso Decreto sono individuati anche SQA, in aggiunta a quelli sulla colonna d'acqua, per i corpi idrici marino-costieri e di transizione nei sedimenti (tabella 2/A) per alcune sostanze tra le quali DDT, DDE, DDD e esaclorobenzene e nel biota (tabella 3/A) per esaclorobenzene, esaclorobutadiene e mercurio. Gli SQA individuati per i sedimenti relativamente alle acque marino costiere e di transizione sono $1\mu\text{g/Kg}$ s.s. per il DDT (somma isomeri), $0,8\mu\text{g/Kg}$ s.s. per il DDD (somma isomeri), $1,8\mu\text{g/Kg}$ s.s. per il DDT (somma isomeri) e $0,4\mu\text{g/Kg}$ s.s. per l'Esacclorobenzene.

Non sono quindi disponibili SQA comunitari o nazionali applicabili ai sedimenti delle acque superficiali interne (corsi d'acqua e laghi).

Allo stato attuale è nella fase finale di approvazione il Decreto riguardante la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali.

Dati idrologici

Nella figura 2 sono rappresentati i dati di portata media giornaliera del Toce misurati nella stazione di Candoglia dal 2000 al 2009.

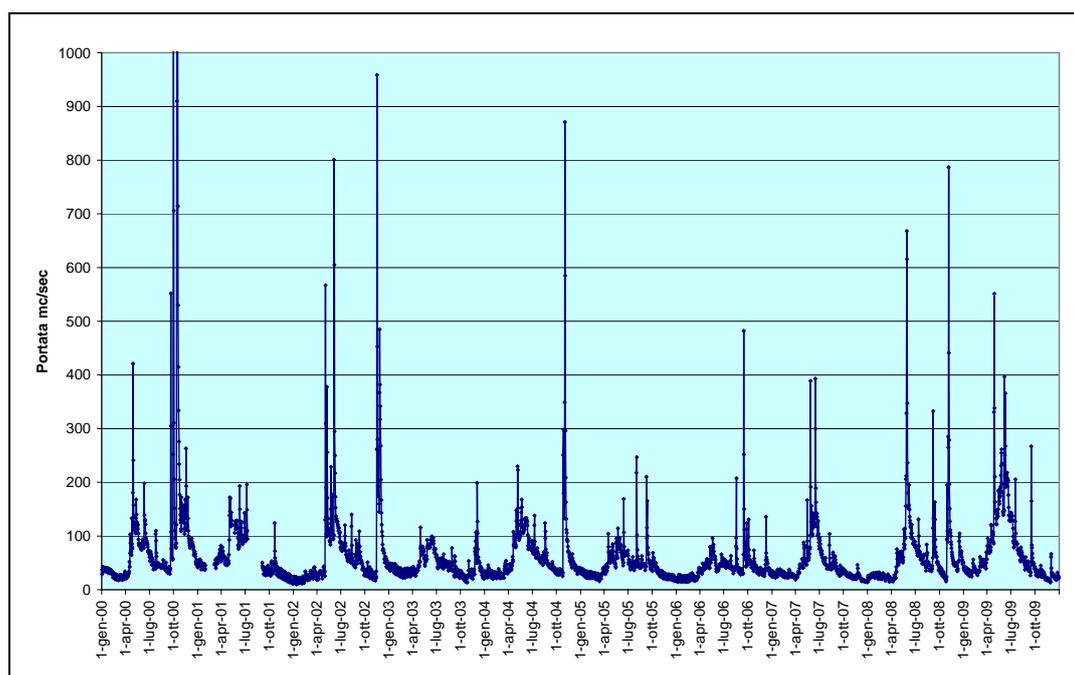


Figura 2 – Portate del Toce a Candoglia 2000-2009

Nel periodo considerato si evidenziano 19 casi di superamento della portata media giornaliera di 500 mc/sec dei quali 9 riferiti agli eventi di piena nel periodo 20/09/2000-18/10/2000 con due massimi il 30/09/2000 (1127 mc/sec) e il 15/10/2000 (2320 mc/sec); altri eventi significativi sono avvenuti il 05/06/2002 (801 mc/sec), il 16/11/2002 (959 mc/sec), il 02/11/2004 (871 mc/sec), il 05/11/2008 (787 mc/sec) e il 28/04/2009 (551 mc/sec).

Il valore medio delle portate medie giornaliere nel periodo è di 63,0 mc/sec mentre il valore mediano è di 42,9 mc/sec. Si evidenzia un andamento ciclico nell'anno con massimi in primavera e in autunno di entità variabile da anno ad anno. In linea generale, nel periodo tardo primaverile, la portata è influenzata dal regime idrologico nivo-glaciale del corso d'acqua.

Nella figura 3 è riportato il dettaglio delle portate medie giornaliere a Candoglia nel biennio 2008-2009, anni di sviluppo del progetto.

Nel periodo considerato si rilevano sei eventi di piena di diversa intensità:

- fine maggio 2008
- inizio settembre 2008
- inizio novembre 2008
- fine aprile 2009
- inizio giugno 2009
- metà settembre 2009

Tra questi, i più intensi, con portate superiori a 400 mc/sec, sono stati il 29 maggio 2008 con una portata massima di 668 mc/sec, il 5 novembre 2008 con una portata massima di 787 mc/sec e il 28 aprile 2009 con una portata massima di 551 mc/sec.

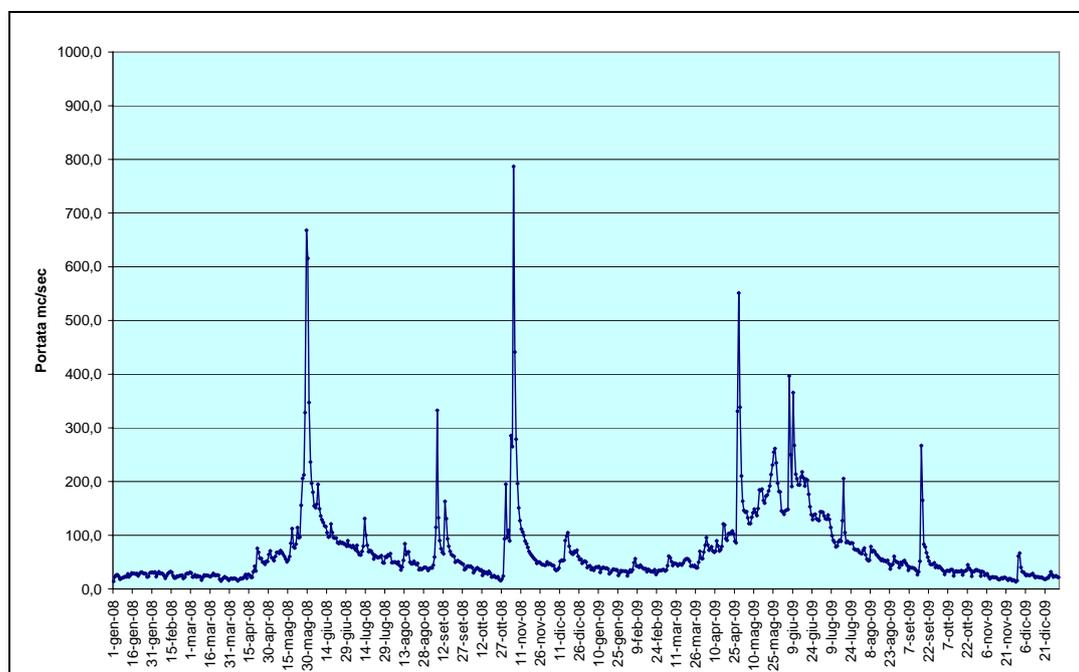


Figura 3 – Portate del Toce a Candoglia biennio 2008-2009

Dati dei monitoraggi regionali progressi

La rete di monitoraggio regionale nel periodo 2000-2008 prevedeva complessivamente nel bacino del Toce 10 punti dei quali 7 sull'asta del Toce e i restanti 3 su Devero, Anza e Strona di Omegna (tabella 2 e figura 4).

Tabella 2 – Punti della rete regionale nel bacino del Toce

Codice punto	Corso d'acqua	Comune
051004	TOCE	FORMAZZA
051010	TOCE	PREMIA
051030	TOCE	DOMODOSSOLA
051040	TOCE	VOGOGNA
051050	TOCE	PIEVE VERGONTE
051052	TOCE	PREMOSELLO-CHIOVENDA
051060	TOCE	GRAVELLONA TOCE
066010	DEVERO	PREMIA
077009	ANZA	PIEDIMULERA
055020	STRONA DI OMEGNA	GRAVELLONA TOCE

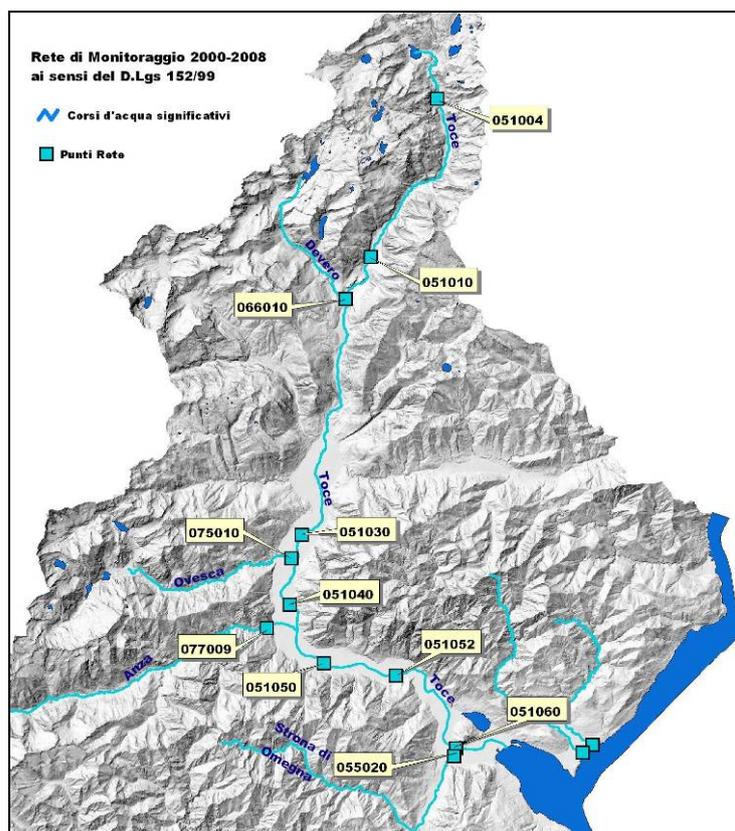


Figura 4 – Bacino del Toce: rete di monitoraggio regionale 2000-2008

Come descritto nel seguito della relazione, con l'implementazione della direttiva 2000/60/CE, dal 2009 la rete regionale è stata adeguata.

Tra i dati di monitoraggio progressi quelli più significativi per le finalità del progetto sono relativi ai punti sul Toce a valle di Pieve Vergonte e del sito contaminato:

- 051050 – Pieve Vergonte sotteso ad una derivazione

- 051052 – Premosello Chiovenda e 051060 - Gravellona Toce, ubicati a valle della restituzione della derivazione ai quali, data la vicinanza e l'assenza di immissioni significative, possono essere associate le portate misurate nella stazione idrometrica di Candoglia.

Di relativo interesse anche il punto sul Toce a monte del sito contaminato (051040 – Vogogna) e quello in chiusura sull'Anza (077009).

Ai dati del monitoraggio ordinario vanno aggiunti 2 campionamenti specifici di alti volumi effettuati nel 2006 a Candoglia e in un punto a monte del sito contaminato al fine di valutare la presenza di DDT e di altri composti di interesse a basse concentrazioni nella fase acquosa e nei solidi trasportati.

Solidi sospesi

Le caratteristiche del bacino del Toce, caratterizzato da un substrato prevalentemente cristallino con scarsa presenza di materiale detritico, determinano in condizioni idrologiche normali un ridotto trasporto solido.

Un ulteriore elemento da considerare è la presenza di numerose derivazioni che influenzano il regime idrologico del corso d'acqua.

Nella figura 5 è rappresentato un grafico che riporta tutte le misure di solidi sospesi effettuate nell'ambito del monitoraggio regionale dal 2000 al 2009 nel punto 051060 – Gravellona Toce e le portate medie giornaliere rilevate nel giorno di campionamento a Candoglia.

I campionamenti per i monitoraggi sono di norma effettuati in regimi idrologici normali (di magra e di morbida) e quindi non vengono intercettate situazioni di trasporto solido correlate ad eventi di piena anche moderati. In tutto il periodo considerato due soli campionamenti sono stati effettuati in presenza di una portata superiore a 200 mc/sec (298 mc/sec il 27/10/2004 e 366 mc/sec il 09/06/2009).

Dal grafico si evidenzia che nell'82% dei casi i solidi sospesi non sono quantificabili (<10 mg/L) e solo in 6 casi superano i 50 mg/L confermando l'ipotesi di basso trasporto solido.

Un andamento sostanzialmente analogo dei valori di solidi sospesi è stato rilevato nelle stazioni a monte di Gravellona Toce per le quali erano disponibili i campionamenti nella stessa giornata.

In linea generale i dati disponibili non sembrano indicare particolari correlazioni tra i solidi trasportati e le portate anche se i 4 valori di solidi superiori a 100 mg/L sono stati rilevati in concomitanza di portate maggiori di 120 mc/sec.

E' comunque da rilevare che quando si evidenziano variazioni repentine di portata in estate o in autunno, determinate da precipitazioni piovose, è possibile una traslocazione per runoff di materiale verso il fiume anche da settori meno acclivi del bacino.

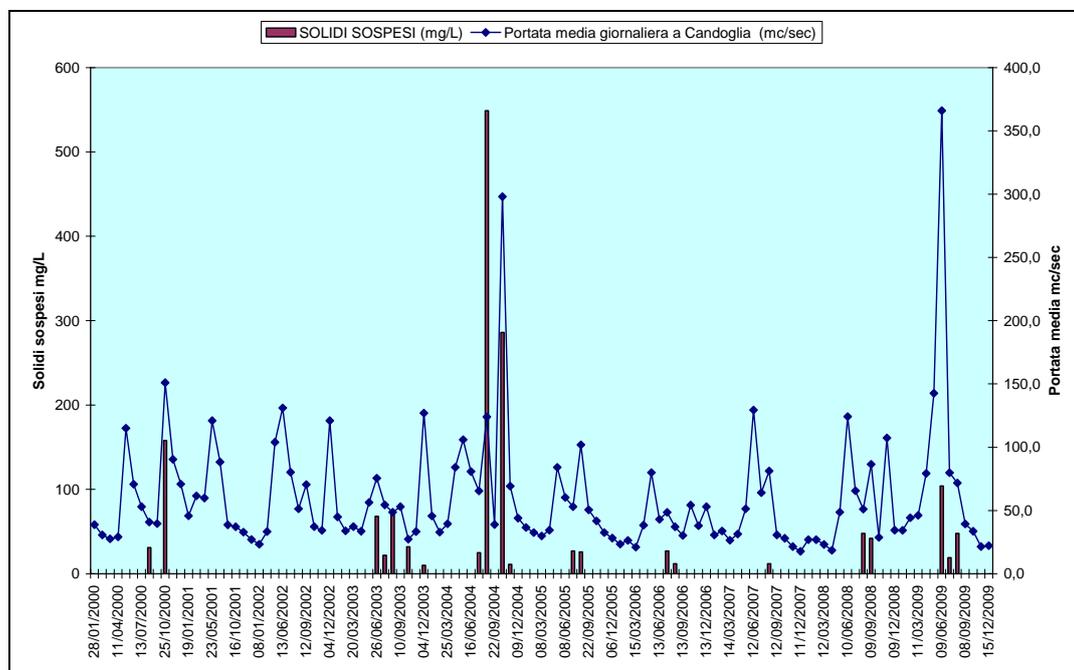


Figura 5 – Solidi sospesi e Portate gennaio 2000 – dicembre 2009

Appare invece più correlata con la portata la conducibilità che tende a valori bassi in modo esponenziale in presenza di portate più elevate, indice di impoverimento di sali disciolti (figure 6 e 7). Il fenomeno si rileva sia in periodo tardo primaverile correlabile al regime nivo-glaciale del Toce che in tarda estate-autunno in concomitanza di picchi di portata determinati da precipitazioni piovose dove prevale un effetto di diluizione.

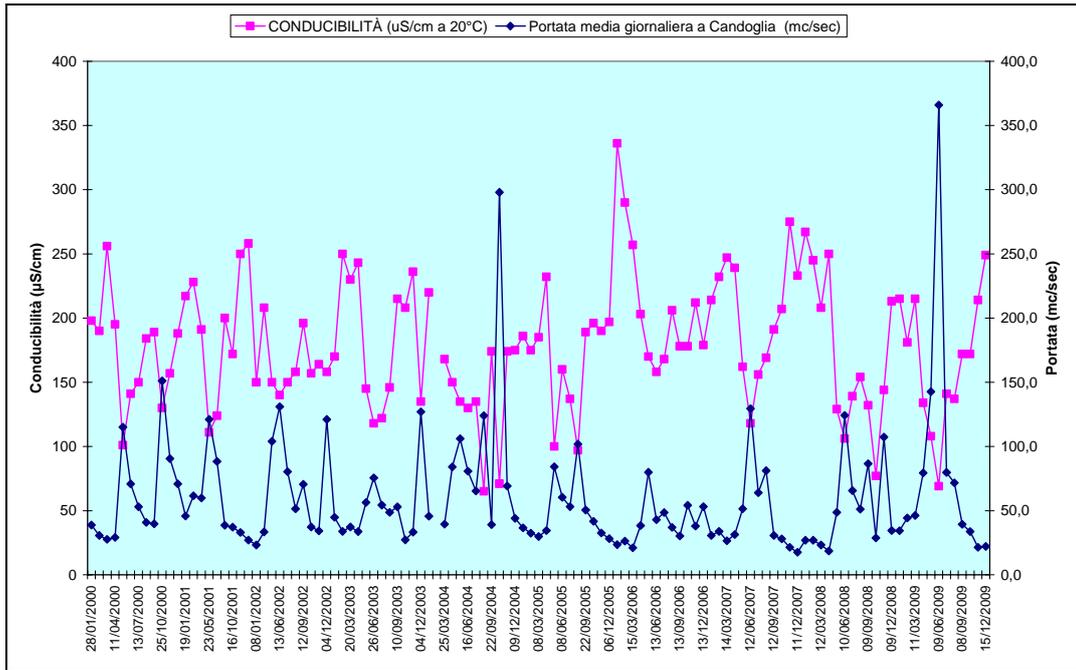


Figura 6 – Conduttività e Portate gennaio 2000 - dicembre 2009

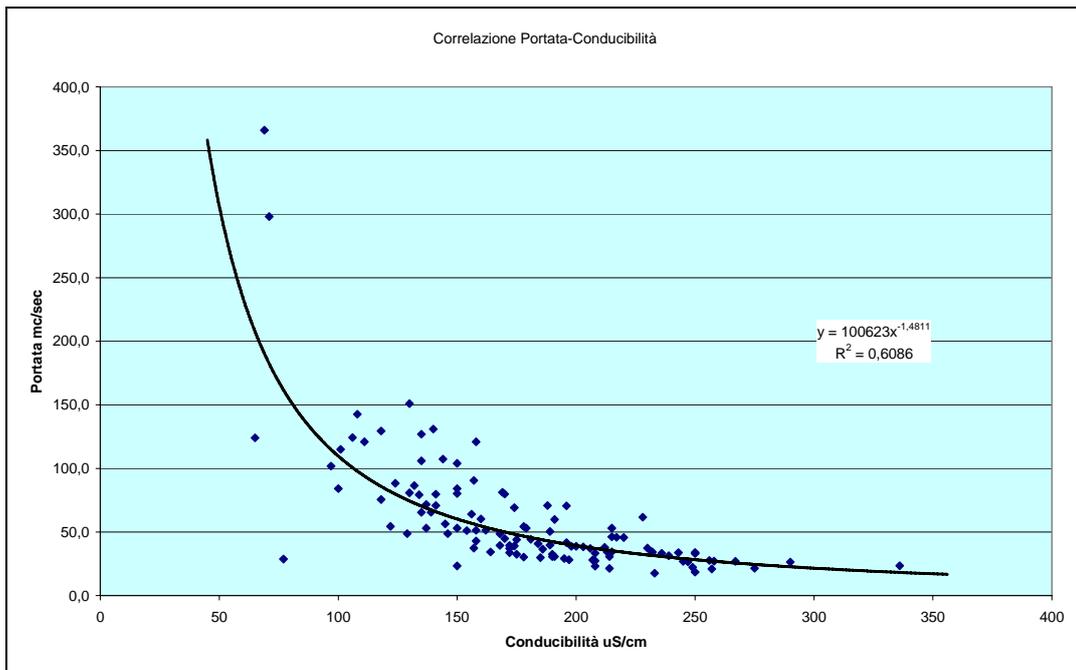


Figura 7 – Correlazione Portata-Conducibilità

DDT e altri composti di interesse

Sono disponibili dati relativi a DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano a partire dal 2000 anche se l'analisi di questi composti nel Toce diventa più continuativa dal 2005.

Fino al 2006 il limite di quantificazione adottato era quello previsto dai programmi di monitoraggio per i residui di pesticidi (0.05 µg/L).

Dal 2007 è stata avviata una sperimentazione sui due punti della rete regionale a valle del sito contaminato con l'adozione di 0.01 µg/L come limite di quantificazione per DDT

(isomeri e metaboliti), esaclorobenzene e esaclorocicloesano (isomeri). Dal 2008 con l'adeguamento alla direttiva 2000/60/CE e l'avvio del progetto, è stato adottato un LCL di 0.002 µg/L.

Complessivamente nel periodo 2000-2006 sono disponibili dati relativi a:

- 76 campioni con analisi di DDT dei quali 19 relativi al punto 051050 – Pieve Vergonte e 57 relativi al punto 051060 – Gravellona Toce
- 119 campioni con analisi di esaclorobenzene dei quali 33 relativi al punto 051050 – Pieve Vergonte, 71 relativi al punto 051060 – Gravellona Toce e i rimanenti 12 in punti a monte di Pieve Vergonte
- 99 campioni con analisi di esaclorocicloesano gamma (lindano) dei quali 29 relativi al punto 051050 – Pieve Vergonte, 52 relativi al punto 051060 – Gravellona Toce e i rimanenti 18 in punti a monte di Pieve Vergonte

In nessun campione analizzato sono stati riscontrati residui dei composti considerati superiori al limite di quantificazione adottato di 0.05 µg/L.

Per l'anno 2007 sono disponibili dati relativi ai 12 campionamenti mensili effettuati nei punti 051050 – Pieve Vergonte, 051052 – Premosello Chovenda e 051060 – Gravellona Toce con analisi di DDT (isomeri e metaboliti), esaclorobenzene e esaclorocicloesano (isomeri). In nessun campione analizzato sono stati riscontrati residui dei composti considerati superiori al limite di quantificazione adottato di 0.01 µg/L.

Nel corso del 2006 sono state effettuate due campagne sperimentali con prelievi sul Toce a Candoglia e a monte del sito contaminato sui quali sono stati determinati DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano applicando limiti di quantificazione di 0.2 ng/L, più bassi di quelli adottati nel monitoraggio ordinario.

Nella tabella 3 sono riportati i risultati ottenuti; i dati del DDT e degli altri composti determinati sono riferiti al campione totale (disciolto+solidi sospesi).

Tabella 3 – Dati su DDT e altri composti

Sostanza attiva	Campioni 17 luglio 2006		Campioni 19 ottobre 2006	
	A monte sito (ng/L sul totale)	Candoglia (ng/L sul totale)	A monte sito (ng/L sul totale)	Candoglia (ng/L sul totale)
p,p' DDT	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
o,p' DDT	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
p,p' DDE	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
o,p' DDE	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
p,p' DDD	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
o,p' DDD	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
ESACLOROBENZENE	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2

Nella tabella 4 sono invece riportati i dati di portata media nel giorno di campionamento e di solidi sospesi

Tabella 4 – Portate e solidi sospesi

Sostanza attiva	A monte sito		Candoglia	
	Portata media giornaliera (mc/sec)	SOLIDI SOSPESI (mg/L)	Portata media giornaliera (mc/sec)	SOLIDI SOSPESI (mg/L)
Campioni 19-10-06	n.d.	< 10	45,3	24
Campioni 17-07-07	n.d.	16	47,6	< 10

I campionamenti sono stati effettuati con portate medie giornaliere molto prossime al valore medio annuo di 44 mc/sec e trasporto solido non misurabile o molto basso.

In nessun campione analizzato sono stati riscontrati residui dei composti considerati superiori al limite di quantificazione adottato di 0.2 ng/L.

Studi Cipais

E' disponibile una ampia raccolta di documenti e dati derivanti dai programmi CIP AIS in particolare i rapporti relativi alla linea di ricerca "monitoraggio della presenza di DDT e di altri contaminanti nell'ecosistema del lago Maggiore".

La ricerca riguarda la valutazione dei livelli di DDT e altri composti organo clorurati, PCB e metalli nell'ecosistema del lago e si articola in diversi campi di indagine:

- acque lacustri
- sedimenti lacustri
- sedimenti dei tributari
- organismi indicatori
- precipitazioni atmosferiche
- comparto ittico

Di particolare interesse per il progetto sono le indagini sui sedimenti dei tributari tra i quali il Toce.

Sono disponibili i dati relativi ai campionamenti dei sedimenti effettuati in una stazione alla foce del Toce dal 2001 al 2008; sui campioni prelevati a cadenza trimestrale è stata effettuata l'analisi del DDT e degli altri composti di interesse nella frazione con granulometria inferiore a 50 µm.

I dati indicano una presenza di DDT, in particolare di p,p'DDT, rilevato in quantità più alte rispetto a p,p' DDE, p,p' DDD e agli altri isomeri, variabili nel tempo con un valore massimo di DDT totale pari a 146 ng/g rilevato nell'ottobre 2001.

Gli ultimi dati disponibili relativi ai 3 campionamenti del 2008 evidenziano valori di DDT totale compresi tra 15 e 53 ng/g con un valore medio significativamente più elevato rispetto al periodo 2006-2007. I campionamenti di luglio 2008 e dicembre 2008 evidenziano un profilo dei diversi isomeri molto diverso con una netta prevalenza di pp' DDT (62%) nel prelievo di luglio e di pp'DDE e pp'DDD nel prelievo di dicembre.

Per quanto riguarda i sedimenti lacustri le ricerche CIP AIS individuano una presenza di concentrazioni significative di DDT soprattutto nella baia di Pallanza e negli strati più profondi corrispondenti agli anni '70 fino alla prima metà degli anni '90.

Picchi di contaminazione dei sedimenti lacustri sono stati inoltre osservati nei mesi successivi all'evento di piena del 2000, il più importante negli ultimi 10 anni, e in misura minore a quelli del 2002 e 2004. Non sono disponibili dati per l'anno 2008.

AREA DI STUDIO E STAZIONI DI MISURA

Dal 2009, a seguito della implementazione della direttiva 2000/60/CE, la rete regionale è stata adeguata; nella tabella 5 e nella figura 8 sono elencati e rappresentati i punti previsti per i corpi idrici individuati nel bacino del Toce.

Nel corpo idrico 01SS4N830PI del Toce, che comprende l'area di interesse, sono stati individuati 2 punti di monitoraggio aggiuntivi (051050 e 051060) per meglio descrivere la problematica del DDT, come integrazione del punto 051052 rappresentativo del corpo idrico.

Tabella 5 – Bacino del Toce: rete di monitoraggio regionale 2009 adeguata alla WFD

Codice punto	Codice Corpo Idrico	Corso d'acqua	Comune
051007	01SS2N827PI	TOCE	Premia
051025	01SS3N828PI	TOCE	Crevoladossola
051030	01SS4N829PI	TOCE	Domodossola
051050	01SS4N830PI	TOCE	Pieve Vergonte
051052	01SS4N830PI	TOCE	Premosello-Chiovenda
051060	01SS4N830PI	TOCE	Gravellona Toce
066010	01SS2N162PI	DEVERO	Premia
072010	01SS3N164PI	DIVERIA	Crevoladossola
077008	01SS2N017PI	ANZA	Vanzone Con San Carlo
077009	01SS3N018PI	ANZA	Piedimulera
683050	01SS1N300PI	MARMAZZA	Pieve Vergonte
055010	01SS2N744PI	STRONA DI OMEGNA	Omegna
055020	01SS3N745PI	STRONA DI OMEGNA	Gravellona Toce

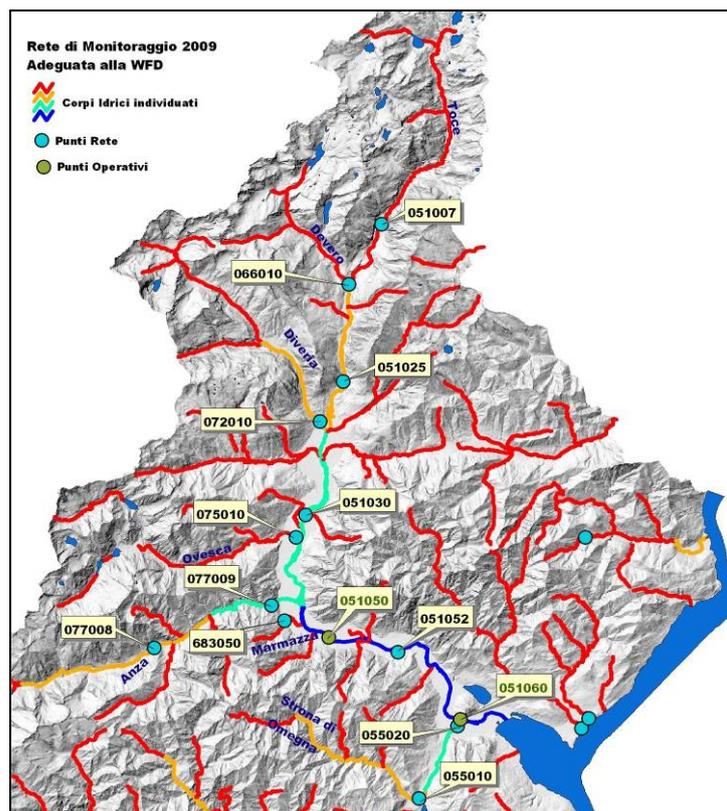


Figura 8 – Bacino del Toce: rete di monitoraggio regionale 2009 adeguata alla WFD

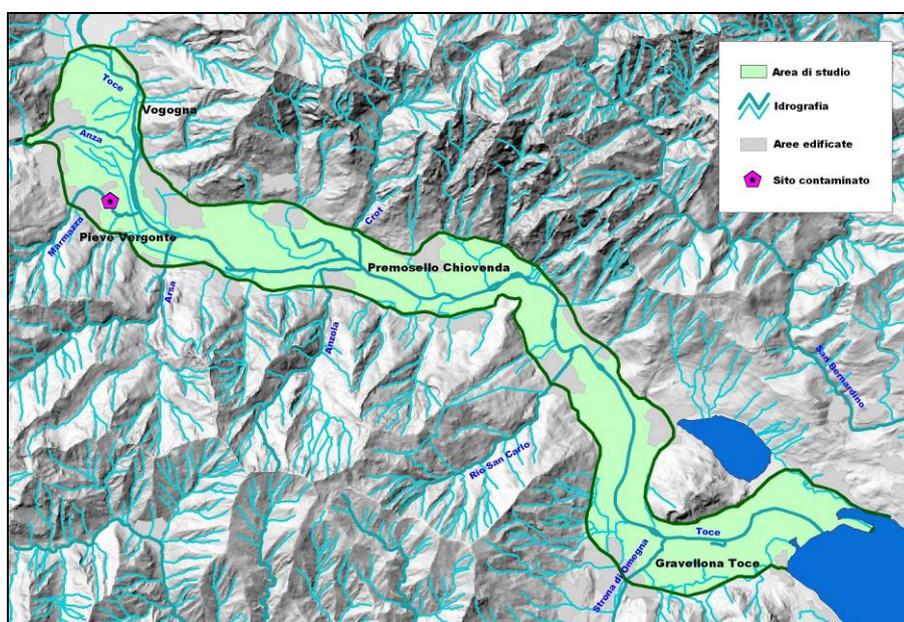


Figura 9 – Area di studio

L'area oggetto del lavoro (figura 9) è rappresentata dal tratto terminale del bacino del Toce fino alla confluenza nel lago Maggiore e comprende il sito contaminato ex Enichem di Pieve Vergonte individuato come principale fonte potenziale di rilasci di DDT e di altri composti nel Toce.

Nell'area considerata sono presenti diversi punti della rete di monitoraggio regionale delle acque superficiali elencati nella tabella 5, sia sul Toce che sugli affluenti, e la stazione automatica di Candoglia dove è presente anche una passerella che attraversa il corso d'acqua.

Nella figura 10 sono riportati i punti nei quali sono state effettuate le varie attività del progetto.

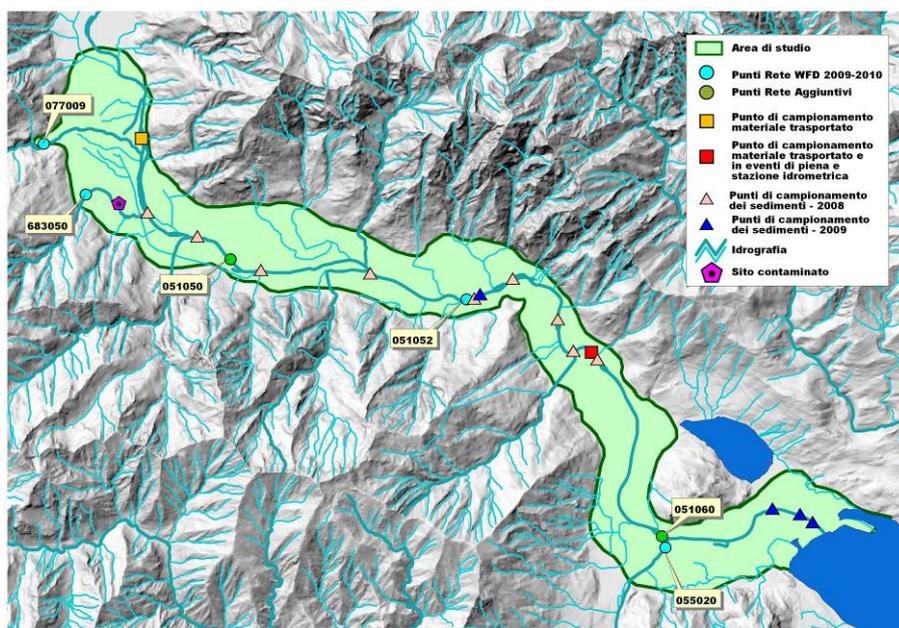


Figura 10 – Area di studio e punti di campionamento e misura

Monitoraggio ordinario

I punti sui quali è prevista la determinazione di DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano con cadenza mensile sono riportati nella tabella 6.

Tabella 6 – Punti monitoraggio DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano

051050	01SS4N830PI	TOCE	Pieve Vergonte
051052	01SS4N830PI	TOCE	Premosello-Chiovenda
051060	01SS4N830PI	TOCE	Gravellona Toce

Nell'elenco sono compresi anche due punti (051050 – Pieve Vergonte e 51060 Domodossola) mantenuti in rete nel 2009-2010 con un monitoraggio operativo in relazione alla specifica pressione determinata dal sito contaminato di Pieve Vergonte.

Campionamenti durante eventi di piena

Questo tipo di campionamento, che prevede il prelievo di 10-20 L di acqua in condizioni climatiche generalmente poco favorevoli, è stato effettuato nel solo punto di Candoglia che garantisce anche la disponibilità del dato di portata istantanea e media giornaliera.

I campionamenti sono stati effettuati sulla base della previsione di eventi di piena con portate superiori a 400 mc/sec.

Campionamenti di solidi trasportati

La necessità di valutare il contenuto di DDT e il profilo granulometrico del materiale trasportato in condizioni idrologiche normali che non consentono, con un campionamento istantaneo anche di grandi volumi come negli eventi di piena, di raccogliere quantità sufficienti di materiale, ha stimolato la sperimentazione di metodologie specifiche adatte allo scopo.

L'attività, avviata in via sperimentale nel 2008, ha consentito di individuare un sistema che prevede la raccolta, utilizzando specifici campionatori, dei solidi trasportati in regimi idrologici diversi, in particolare quelli caratterizzati da basse portate. I campionatori possono essere posizionati in modo tale da campionare i solidi trasportati in prossimità del fondo o ad una altezza definita della colonna d'acqua.

La fase sperimentale ha permesso di consolidare il sistema ed effettuare nel corso del 2009 diverse campagne di campionamento del materiale trasportato sul Toce a Candoglia e una campagna a Vogogna a monte del sito di Pieve Vergonte.

Campionamenti di sedimenti

Nel corso del 2008 sono stati effettuati, in collaborazione con Hydrodata, campionamenti sperimentali di sedimenti sia immersi che sulla sponda, finalizzati alla caratterizzazione granulometrica, in punti ubicati tra Pieve Vergonte e Candoglia (figura 10).

La caratterizzazione granulometrica effettuata ha evidenziato che la percentuale di materiale fine è risultata estremamente bassa, non sufficiente a garantire quantità di materiale necessario per la determinazione analitica.

E' stato quindi ipotizzato di individuare, con la collaborazione del Dipartimento di Idraulica Trasporti e Infrastrutture Civili del Politecnico di Torino, un punto sul quale effettuare un campionamento specifico che consentisse di avere una quantità adeguata di materiale fine per la determinazione del DDT e degli altri composti.

Con lo sviluppo delle attività di caratterizzazione dell'area esterna al sito contaminato previsto nell'ambito della procedura di bonifica, concretizzato con il programma "Studio sulle aree esterne laghi Maggiore e Mergozzo e fiume Toce" presentato alla fine del 2008, che comprendeva anche attività sui sedimenti del Toce, è stato deciso di

utilizzare alcuni dei campionamenti previsti anche per le finalità del progetto relativi a 4 siti tutti a valle del sito di Pieve Vergonte (figura 10).

RT-03: in prossimità del ponte di Migliandone

RT-05: in prossimità del ponte della SS34 sul Toce

RT-06: località Fondotoce 200 m a valle del ponte ferroviario

RT-07: località Fondotoce a monte del ponte della SP167 sul Toce

ATTIVITA' EFFETTUATE

Aspetti analitici

Le caratteristiche chimico fisiche del DDT e dei suoi metaboliti evidenziano una elevata persistenza nell'ambiente, una sostanziale insolubilità in acqua determinata dalle caratteristiche di lipofilia di questi composti e una tendenza quindi ad accumularsi nella porzione lipofila degli organismi; rilevante inoltre la tendenza all'adsorbimento nei suoli e nei sedimenti, anche se in modo più o meno accentuato in relazione alle loro caratteristiche, in particolare il contenuto di carbonio organico.

Nel corso degli anni il protocollo analitico utilizzato nel monitoraggio ordinario per la determinazione dei pesticidi nelle acque superficiali e sotterranee, tra i quali anche le sostanze di interesse per il progetto (DDT, Esaclorobenzene, Esaclorocicloesano), ha subito vari aggiornamenti dettati dalla evoluzione delle attività, in particolare nei limiti di quantificazione (LCL) e nell'elenco delle sostanze ricercate.

Dal 2008 con l'adeguamento del monitoraggio delle sostanze pericolose e degli altri inquinanti specifici alla Direttiva 2000/60/CE e alla direttiva 2008/105/CE, sono state adottate le modalità di applicazione degli SQA per la valutazione dello stato chimico ed ecologico indicate nel Decreto 14 aprile 2009 n. 56.

Le modalità di applicazione degli SQA derivano dalla direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque recepito negli aspetti principali dal già citato Decreto 14 aprile 2009 n. 56.

Gli standard di qualità ambientale per questi composti sono riferiti al campione tal quale, quindi acqua e solidi in sospensione; è quindi necessario tenerne conto nella applicazione dei metodi di prova adottati.

I requisiti minimi di prestazione dei metodi di prova adottati nel monitoraggio indicati nella bozza di decreto prevedono:

- limite di quantificazione uguale o inferiore al 30% dell'SQA;
- incertezza di misura del 50% o inferiore ($K=2$) stimata ad un livello pari all'SQA.

Su questa base, nel caso specifico del sistema Toce – lago Maggiore, dal 2008 sono stati adeguati i limiti di quantificazione relativi al DDT (isomeri e metaboliti), esaclorobenzene e esaclorocicloesano utilizzati nel monitoraggio ordinario adottando LCL pari a 0.002 µg/L.

Nella determinazione dei residui di pesticidi nelle acque per i monitoraggi regionali l'incertezza estesa associata è del 44%, con fattore di copertura $k=2$, e deriva dall'approccio olistico di Horwitz-Thomson. L'incertezza prevista è quindi compatibile con quanto indicato ed è stata verificata sperimentalmente con prove di ripetibilità (10 repliche) effettuate a concentrazioni prossime all'SQA.

Nell'ambito del progetto è stato inoltre adattato il metodo di prova utilizzato per il monitoraggio ordinario, con la finalità di diminuire ulteriormente i limiti di quantificazione da adottare nei campionamenti previsti durante gli eventi di piena al fine di intercettare livelli più bassi di DDT e degli altri composti di interesse (0.025-0.05 ng/L).

Parallelamente è stato adeguato il metodo di prova per la determinazione del DDT e degli altri composti di interesse nei solidi trasportati e nei sedimenti con un LCL di 0.05-0.10 ng/g.

Nel lavoro svolto sono state utilizzate tecniche analitiche avanzate e strumentazione di ultima generazione che garantiscono livelli adeguati sia di sensibilità che di selettività al fine di ridurre al minimo i rischi di falsi positivi possibili ai livelli di concentrazione considerati.

La tecnica strumentale che soddisfa queste condizioni è la gascromatografia abbinata alla spettrometria di massa (GC/MS) utilizzata in acquisizione simultanea Single Ion Monitoring (SIM) e full scan sperimentando sia la ionizzazione ad impatto elettronico (EI) che la ionizzazione chimica negativa (NCI).

Non è stata presa in considerazione la determinazione che prevede la GC con detector ECD (Electron Capture Detector) in quanto tale tecnica, non più adottata dal laboratorio, non garantisce adeguate prestazioni in termini di selettività e richiederebbe comunque una conferma in GC/MS per evitare falsi positivi.

Le analisi sia delle acque che del materiale trasportato e dei sedimenti sono state effettuate utilizzando la GC/MS con la ionizzazione ad impatto elettronico (EI) e l'acquisizione simultanea in SIM e full scan.

Per le acque è stata utilizzata la tecnica di estrazione Solid Phase Extraction (SPE) con un sistema completamente automatizzato mentre per l'estrazione di solidi trasportati e sedimenti è stato utilizzato un sistema ASE (Accelerated Solvent Extractor).

I composti considerati sono riportati in tabella 7.

Tabella 7 – Sostanze attive considerate

Esaclorobenzene	DDE pp'
Esaclorocicloesano alfa	DDD op'
Esaclorocicloesano beta	DDD pp'
Esaclorocicloesano gamma (Lindano)	DDT op'
DDE op'	DDT pp'

I limiti di rilevabilità strumentale per i composti considerati sono indicativamente 0.5-5 pg iniettati in assoluto a seconda del composto e rappresentano un vincolo oggettivo strumentale di cui è necessario tenere conto.

Nelle figure 11 e 12 sono riportati i cromatogrammi ottenuti in EI SIM e ionizzazione chimica negativa di una miscela standard a concentrazioni di circa 8 pg/μL per la EI e 25 pg/μL per la NCI che, ipotizzando condizioni operative che prevedono di estrarre 1 L di acqua e concentrare l'estratto a 250 μL, corrispondono per la EI a concentrazioni nell'acqua pari a circa 0.002 μg/L, e nel caso dei solidi trasportati (20 g a 250 μL) pari a 0.1 ng/g.

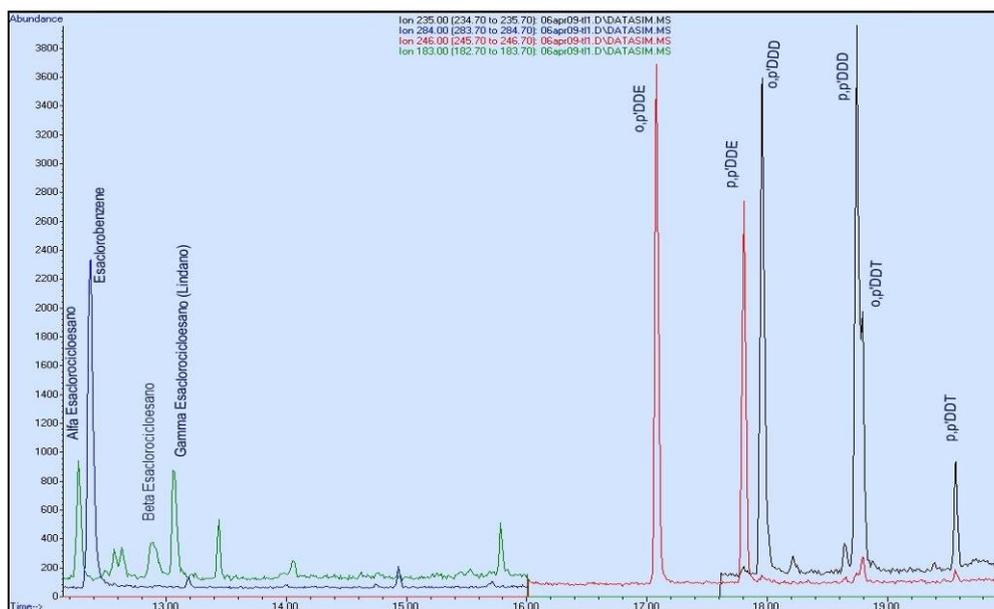


Figura 11 – Cromatogramma GC/MS EI SIM

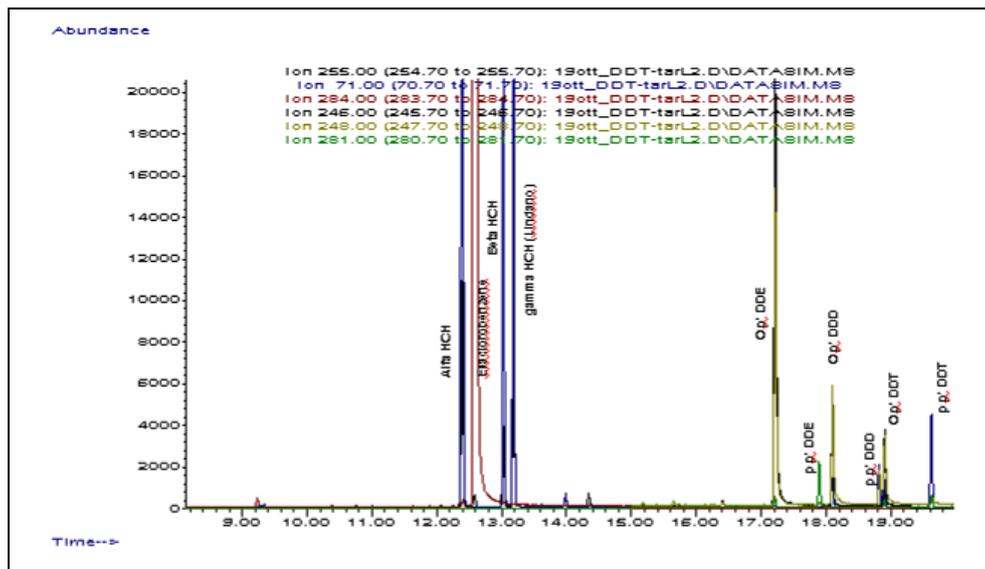


Figura 12 – Cromatogramma GC/MS NCI

Dai cromatogrammi riportati si evidenziano, sia in EI che in NCI, notevoli differenze di sensibilità tra i vari composti.

Metodo di prova per la matrice acqua

Il metodo di prova utilizzato come riferimento per la matrice acqua, applicato di norma nei monitoraggi ordinari per i pesticidi, è il metodo ISTISAN 07/31 compatibile con il metodo APAT-IRSA 5060.

Il metodo prevede una estrazione SPE con colonne C18 o simili, l'eluizione con Etilo acetato seguito da Metilene cloruro e una anidificazione su terra di diatomee. L'estratto evaporato e ripreso con una soluzione di Standard Interno viene analizzato in GC/MS SIM con una determinazione quantitativa utilizzando il metodo dello standard interno adottando una curva di taratura multilivello.

Nelle condizioni ordinarie per la determinazione dei residui di pesticidi è previsto un rapporto di concentrazione di 1000 a 1 (500 ml a 500 µL).

Al fine di raggiungere gli LCL stabiliti per il monitoraggio adeguato alla direttiva 2000/60/CE e ai decreti nazionali o nel caso dei campionamenti in regimi di piena, è stato necessario adottare diversi fattori di concentrazione tra volume di campione iniziale, volume dell'estratto finale e sistemi di multi estrazione SPE.

Il metodo è applicabile per concentrazioni di solidi sospesi inferiori a 50 mg/L quindi la quasi totalità dei campioni del monitoraggio ordinario. In alcuni casi l'applicabilità può essere estesa fino a 100-120 mg/L di solidi sospesi utilizzando più colonne SPE e riunendo gli estratti finali. Nel caso di valori superiori a 120 mg/L è necessario separare la fase solida, estrarla e analizzarla separatamente dalla fase acquosa.

I dati possono essere espressi come concentrazione campione totale o nei casi in cui sia necessario anche come concentrazioni sui solidi e sull'acqua filtrata.

Campioni del monitoraggio ordinario

E' prevista l'estrazione di 1L di acqua portato ad un volume finale di 250 µL con un fattore di concentrazione pari a 4000.

Campioni prelevati durante le piene

E' prevista l'estrazione di volumi diversi compresi tra 2L e 20L di acqua portati a 250 µL o a 125 µL con fattori di concentrazione che vanno da 8000 a 160000. Si utilizza un sistema di multiestrazione con batterie di 2 - 20 colonne SPE dove, su ognuna, viene estratto 1 L di campione; gli estratti finali vengono riuniti e dopo evaporazione portati a 250 o 125 µL.

La determinazione quantitativa è effettuata in GC/MS SIM con il metodo dello standard interno adottando una curva di taratura multilivello.

Metodo di prova per la matrice solidi trasportati e sedimenti

Il campione essiccato, setacciato e suddiviso nelle tre classi granulometriche di interesse (< 63 µm, tra 63 e 200µm e tra 200µm e 2 mm) è sottoposto ad estrazione mediante ASE con due cicli di estrazione con cloruro di metilene ad una temperatura di 100° C e una pressione di 1500 psi.

L'analisi è effettuata su 20 g di campione e l'estratto evaporato viene ripreso con 250 µL di soluzione di standard interno; nei casi in cui la quantità di materiale disponibile è inferiore, l'estratto finale viene ripreso con volumi minori (fino a 100 µL) in modo da mantenere, se possibile, un rapporto di concentrazione costante.

La determinazione quantitativa è effettuata in GC/MS SIM con il metodo dello standard interno adottando una curva di taratura multilivello.

Attività di campionamento

Nel corso del progetto sono stati effettuati campionamenti suddivisi in tre tipologie:

- monitoraggio ordinario
- durante eventi di piena
- solidi trasportati

Monitoraggio ordinario

I campionamenti sono stati effettuati a cadenza mensile nell'ambito del programma di monitoraggio regionale delle acque superficiali e prevedevano la raccolta di campioni di 1L di acqua nei punti:

- 051050 – Pieve Vergonte
- 051052 – Premosello Chiovenda
- 051060 – Gravellona Toce

Complessivamente sono stati effettuati 66 campionamenti.

Durante eventi di piena

I prelievi sono stati effettuati a Candoglia, dalla passerella che attraversa il corso d'acqua in prossimità della stazione automatica, raccogliendo 20 L di acqua in appositi contenitori di vetro per l'analisi di DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano e una ulteriore aliquota di 1 L per l'effettuazione delle analisi di supporto (solidi sospesi, parametri chimico-fisici di base, anioni, ecc.).

I campionamenti sono stati attivati seguendo le previsioni delle piene a 36 ore fornite da ARPA che indicavano un superamento della portata di 400 mc/sec individuata come soglia.

Campionamenti effettuati

Sono stati effettuati complessivamente tre campionamenti in occasione di piene con portate superiori a 400 mc/sec:

- 30 maggio 2008
- 5 novembre 2008
- 28 aprile 2009

Nella figura 13 sono riportate le previsioni ARPA per le tre giornate.

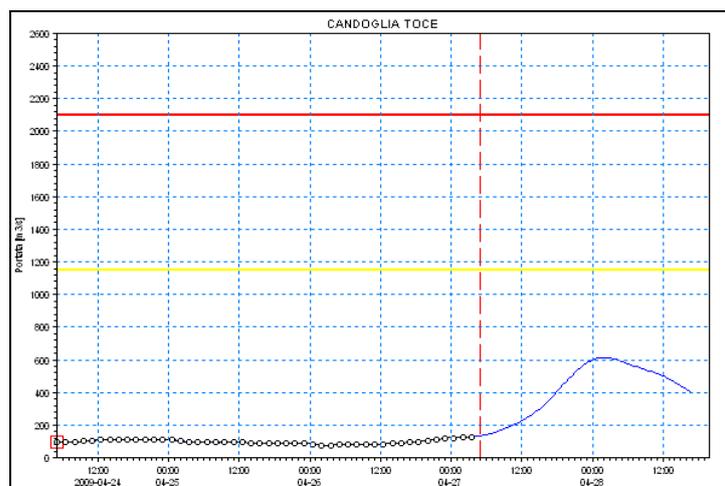
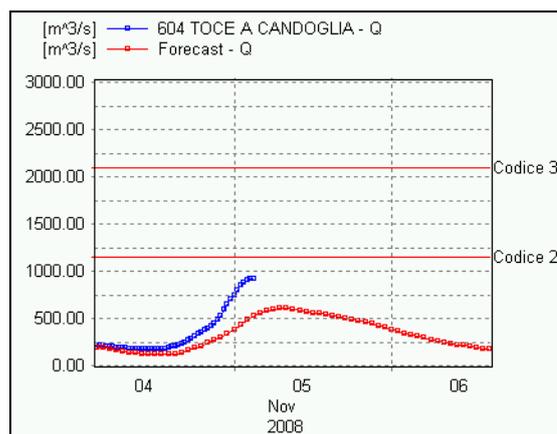
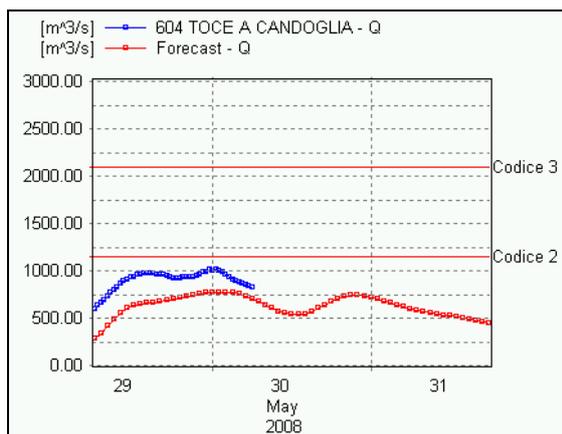


Figura 13 – Previsioni delle piene a 36 ore ARPA

Solidi trasportati

L'attività di campionamento dei solidi trasportati, avviata in modo sperimentale nel 2008, parte dall'esperienza di ARPA nel campo delle misure di radioattività ambientale.

Nelle attività portate avanti dal Centro Tematico Nazionale (CTN) Agenti fisici è stata redatta una guida tecnica (APAT AGF-T-GTE-00-02 2000) che indica anche una metodologia di campionamento del "Detrito Minerale Organico Sedimentabile (DMOS)" presente nei corsi d'acqua identificato come "la fase solida in sospensione nell'acqua dei fiumi campionata in prossimità del fondale".

Il metodo indicato, che prevede l'uso di dispositivi estremamente semplici e poco costosi, è stato considerato potenzialmente adeguato anche per le finalità del progetto.

Con questa tecnica, che prevede il posizionamento dei dispositivi di campionamento nel corso d'acqua per un periodo variabile in funzione del regime idrologico (tipicamente 7-14 giorni), è possibile raccogliere quantità sufficienti di solidi trasportati per l'analisi.

La tecnica è quindi adeguata sia per la caratterizzazione granulometrica che per la determinazione dei composti di interesse (DDT, esaclorocicloesano e esaclorobenzene) in presenza di regimi idrologici caratterizzati da un basso trasporto solido.

Descrizione del dispositivo e delle modalità di campionamento

Il dispositivo di campionamento consiste in due sacchetti di plastica inseriti uno all'interno dell'altro. Sulle facciate del sacchetto interno vengono effettuati tre tagli orizzontali, mentre su quelle del sacchetto esterno vengono effettuati tre tagli verticali di circa 20 cm. All'interno dei sacchetti vengono inserite tre strisce in polietilene di 10x100 cm ripiegate. I sacchetti vengono chiusi con una semplice legatura e zavorrati sul fondo del fiume (figura 14).



Figura 14 – Dispositivo di campionamento

Questo dispositivo permette all'acqua di entrare nei sacchetti e al materiale di depositarsi nelle pieghe delle strisce in polietilene e di non disperdersi nella fase di recupero. Il campionatore è costituito da due dispositivi uniti tra di loro e legati con una corda ad un galleggiante, necessario per mantenere disteso il campionatore e favorirne il recupero terminato il periodo di campionamento (figura 15).



Figura 15 – Dispositivi di campionamento in prossimità del fondo

Possono essere usati più campionatori in relazione alle caratteristiche del corso d'acqua e alla quantità attesa di solidi trasportati e anche in rapporto alla possibile perdita di alcuni campionatori.

All'inizio del 2009 è stata altresì verificata l'applicabilità dei dispositivi di campionamento per la raccolta dei solidi trasportati anche in punti diversi nella colonna d'acqua e non solo in prossimità del fondo (figura 16).



Figura 16 – Dispositivi di campionamento nella colonna d'acqua

La sperimentazione è stata condotta a Candoglia dove il livello dell'acqua consente questa modalità di campionamento.

In questo caso i dispositivi di campionamento sono stati legati ad un cavo fissato da un lato alla ringhiera della passerella e che termina dall'altro con una zavorra appoggiata sul fondo del corso d'acqua. Misurando l'altezza dell'acqua nel punto è possibile posizionare i dispositivi ad una distanza definita dal fondo o dal pelo dell'acqua.

Trascorso il periodo stabilito i dispositivi di campionamento sono raccolti, avendo cura di non disperdere materiale, posti in adeguati contenitori e trasportati al laboratorio. Nella figura 17 si vede come si presenta il campionatore al termine del periodo di posizionamento nel corso d'acqua.



Figura 17 – Dispositivo di campionamento dopo il recupero

Nell'applicazione del metodo per la raccolta di solidi trasportati sono state apportate alcune variazioni rispetto al metodo descritto nel documento APAT nella parte relativa alla preparazione del materiale da sottoporre ad analisi del DDT e degli altri composti di interesse.

L'asportazione del materiale dai campionatori è stata effettuata in laboratorio, a umido in modo quantitativo eliminando solo eventuali parti vegetali presenti (legni, alghe, acc.). Prima della essiccazione viene effettuata una setacciatura ad umido con setaccio di 2 mm; la frazione trattenuta, se presente, viene essiccata e pesata ma non sottoposta ad analisi.

Dopo sedimentazione ed eliminazione del surnatante il materiale di granulometria inferiore a 2 mm è essiccato all'aria e pesato.

Sul materiale secco è effettuata la caratterizzazione granulometrica mediante setacciatura con setacci da 0.200 mm (200 μ m) e 0.063 mm (63 μ m).

Vengono così ottenute tre frazioni di granulometria:

- tra 200 μm e 2 mm
- tra 63 μm e 200 μm
- inferiore a 63 μm

L'analisi di DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano è condotta su tutte e tre le frazioni indicate.

Campionamenti effettuati

I campionamenti sono stati effettuati tutti a Candoglia tranne uno (10-20 gennaio 2009) a Vogogna a monte del sito di Pieve Vergonte.

I campionamenti a Candoglia sono stati effettuati posizionando i campionatori:

- in prossimità del fondale a circa 2 m dalla riva sinistra
- ad una distanza dal fondale variabile in relazione al livello idrometrico posizionando 2 campionatori ancorati alla passerella distanziati di circa 10 m

Sono stati effettuati complessivamente 15 campionamenti di solidi trasportati (inclusi quelli sperimentali):

- 11-17 settembre 2008 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 4 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 10-20 gennaio 2009 a Candoglia – Passerella - campione a 1-1.5 m dal fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 10-20 gennaio 2009 a Vogogna (monte diga) – Riva dx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 19-31 agosto 2009 a Candoglia – Passerella - campione nella colonna d'acqua utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 19-31 agosto 2009 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 09-20 ottobre 2009 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 09-20 ottobre 2009 a Candoglia – Passerella - campione nella colonna d'acqua utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 20-30 ottobre 2009 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 20-30 ottobre 2009 a Candoglia – Passerella - campione nella colonna d'acqua utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)

- 06-16 novembre 2009 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 06-16 novembre 2009 a Candoglia – Passerella - campione nella colonna d'acqua utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 25 novembre-10 dicembre 2009 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 25 novembre-10 dicembre 2009 a Candoglia – Passerella - campione nella colonna d'acqua utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 10-18 dicembre 2009 a Candoglia – Riva sx - campione in prossimità del fondale utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)
- 10-18 dicembre 2009 a Candoglia – Passerella - campione nella colonna d'acqua utilizzando 2 campionatori (costituiti ciascuno da 2 dispositivi)

Sedimenti

Sono state considerate due campagne di campionamento di sedimenti: la prima effettuata da Hydrodata con la collaborazione di ARPA il 29 settembre 2008 e la seconda nei mesi di luglio e agosto 2009 nell'ambito della caratterizzazione esterna del sito da parte di Environ nel 2009.

I campionamenti Hydrodata sono stati eseguiti nei 10 siti previsti (figura 10) sia sui depositi emersi che nell'alveo bagnato; nel sito P04 è stato prelevato un campione aggiuntivo.

I dati preliminari forniti da Hydrodata, relativi alle caratteristiche granulometriche del materiale campionato, evidenziavano bassissime percentuali di materiale di granulometria inferiore ai 100 µm dove tende a concentrarsi il DDT.

Questa situazione e la quantità totale di sedimento prelevato non consentiva di disporre di sufficiente materiale per la determinazione del DDT e degli altri composti sulla frazione di granulometria fine; viceversa l'analisi sul campione tal quale è stata ritenuta poco significativa sulla base delle curve granulometriche rilevate.

A scopo sperimentale l'analisi è stata condotta su un solo campione tal quale.

Tra i prelievi effettuati da Environ nel luglio-agosto 2009 sono stati selezionati complessivamente 8 campioni di sedimenti del Toce e analizzati per le finalità del progetto.

I campioni si riferiscono ai quattro siti selezionati, RT-03, RT-05, RT-06 e RT-07, tutti prelevati nello strato superficiale (tra 0 e 20 o 30 cm di profondità) tranne uno, RT-05

SX corrispondente allo strato tra 20 e 30 cm, sia in sponda destra che in sponda sinistra.

RISULTATI OTTENUTI

Monitoraggio ordinario

Nelle tabelle 8 e 9 sono riportati i dati relativi ai campioni del monitoraggio regionale delle acque superficiali prelevati nei tre punti previsti sul Toce a valle del sito contaminato.

I dati sono riferiti ai singoli isomeri e cataboliti del DDT, all'esaclorobenzene e a tre isomeri dell'esaclorocicloesano; sono inoltre riportati i valori riscontrati di solidi sospesi, di conducibilità e la portata media giornaliera misurata a Candoglia che può essere riferita solo ai punti 051052 – Premosello Chiovenda e 051060 – Gravellona Toce.

In nessun campione analizzato sono stati riscontrati residui dei composti considerati superiori al limite di quantificazione adottato di 0.002 µg/L.

Dai dati ottenuti, applicando gli standard di qualità ambientali (SQA) previsti dalla direttiva 2008/105/CE e Decreto 14 aprile 2009 n. 56, lo stato chimico del corpo idrico corrispondente al tratto terminale del Toce dalla confluenza dell'Anza alla foce risulta "Buono".

Quindi, sulla base dei dati del monitoraggio per gli anni 2008-2009, la presenza del sito contaminato non sembra precludere il raggiungimento dell'obiettivo di qualità per lo stato chimico in relazione alla presenza di sostanze pericolose previsto dalla direttiva 2000/60/CE.

Tabella 8 – Dati campionamenti 2008 monitoraggio regionale

Codice Punto regionale/Localtà	Data prelievo	o,p' DDT (µg/L)	p,p' DDT (µg/L)	p,p' DDE (µg/L)	o,p' DDE (µg/L)	p,p' DDD (µg/L)	o,p' DDD (µg/L)	ESACLOROBENZENE (µg/L)	ESACLOROCICLOESANO alfa (µg/L)	ESACLOROCICLOESANO beta (µg/L)	ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano) (µg/L)	SOLIDI SOSPESI (mg/L)	CONDUCIBILITÀ (µS/cm a 20°C)	Portata media giornaliera a Candoglia (m³/sec)
051050 - Pieve Vergonte - Megolo di Mezzo	16/01/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	126	n.a.
	12/02/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	168	n.a.
	12/03/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	124	n.a.
	08/04/2008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 10	229	n.a.						
	14/05/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	92	n.a.
	10/06/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	111	n.a.
	08/07/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	127	n.a.
	12/08/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	113	n.a.
	09/09/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	128	n.a.
	14/10/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	232	n.a.
	11/11/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	144	n.a.
	09/12/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	177	n.a.
051052 - Premosello Choiveranda - Ponte SS 33	16/01/2008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 10	267	27,0						
	12/02/2008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 10	246	26,9						
	12/03/2008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 10	208	23,2						
	08/04/2008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 10	303	18,5						
	14/05/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	92	48,7
	10/06/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	106	124,2
	08/07/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	142	65,6
	12/08/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	32	139	51,1
	09/09/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	129	86,5
	14/10/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	205	28,7
	11/11/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	145	107,3
	09/12/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	199	34,5
051060 - Gravelona Toce - Ponte SS 34	16/01/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	267	27,0
	12/02/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	245	26,9
	12/03/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	208	23,2
	08/04/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	250	18,5
	14/05/2008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 10	129	48,7						
	10/06/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	106	124,2
	08/07/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	139	65,6
	12/08/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	48	154	51,1
	09/09/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	42	132	86,5
	14/10/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	77	28,7
	11/11/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	144	107,3
	09/12/2008	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	213	34,5

Tabella 9 – Dati campionamenti 2009 monitoraggio regionale

Codice Punto regionale/Località	Data prelievo	o,p' DDT (µg/L)	p,p' DDT (µg/L)	p,p' DDE (µg/L)	o,p' DDE (µg/L)	p,p' DDD (µg/L)	o,p' DDD (µg/L)	ESACLOROBENZENE (µg/L)	ESACLOROCIOLESANO alfa (µg/L)	ESACLOROCIOLESANO beta (µg/L)	ESACLOROCIOLESANO gamma (Lindano) (µg/L)	SOLIDI SOSPESI (mg/L)	CONDUCIBILITÀ (µS/cm a 20°C)	Portata media giornaliera a Candoglia (mc/sec)	
051050 - Fieve Vergonte - Megolo di Mezzo	20/01/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	184	n.a.	
	09/02/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	197	n.a.	
	10/03/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	177	n.a.	
	15/04/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	12	92	n.a.	
	12/05/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	97	n.a.	
	09/06/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	101	46	n.a.
	14/07/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	23	178	n.a.
	10/08/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	94	110	n.a.
	08/09/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	170	n.a.
	13/10/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	134	n.a.
	09/11/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	206	n.a.
	15/12/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	226	n.a.
	051052 - Premosello Choivenda - Ponte SS 33	20/01/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	194	34,4
09/02/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	220	40,3	
11/03/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	205	46,2	
14/04/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	125	73,5	
12/05/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	108	136,7	
10/06/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	59	75	267,3	
13/07/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	139	79,8	
10/08/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	105	133	71,7
08/09/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	174	39,4
13/10/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	183	33,7
09/11/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	205	21,4
15/12/2009		< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	228	22,2
051060 - Gravelloa Toce - Ponte SS 34		20/01/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	215	34,4
	10/02/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	181	44,3	
	11/03/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	215	46,2	
	15/04/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	134	79,3	
	11/05/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	108	142,6	
	09/06/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	104	69	365,9	
	13/07/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	19	141	79,8	
	10/08/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	48	137	71,7
	08/09/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	172	39,4
	13/10/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	172	33,7
	09/11/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	214	21,4
	15/12/2009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 10	249	22,2

I dati evidenziano inoltre che, anche nel caso di presenza di solidi sospesi misurabili, circa il 16% dei campionamenti distribuiti prevalentemente nel 2009 con un valore massimo di 105 mg/L, non è stata rilevata la presenza di DDT al di sopra del limite di quantificazione adottato.

Campionamenti in eventi di piena

Sono stati effettuati complessivamente tre campionamenti in occasione di piene con portate superiori a 400 mc/sec:

- 30 maggio 2008
- 5 novembre 2008
- 28 aprile 2009

Vista la bassa quantità di solidi disponibili per l'analisi ottenuti da 20 L di campione, non è stata possibile la caratterizzazione granulometrica anche se visivamente il materiale trasportato risultava generalmente assimilabile ad un limo sabbioso.

In relazione alla concentrazione di solidi sospesi riscontrata si è proceduto, per i primi due campionamenti alla analisi separata dei solidi e dell'acqua filtrata, mentre per il terzo campionamento è stata possibile la determinazione del DDT e degli altri composti di interesse sia sul campione tal quale che su quello filtrato.

Nella tabella 10 sono riportati i dati di portata, di solidi sospesi e di conducibilità.

Tabella 10 – Dati di portata, solidi sospesi e conducibilità

	Portata istantanea (mc/sec)	Portata media giornaliera (mc/sec)	SOLIDI SOSPESI (mg/L)	CONDUCIBILITÀ (uS/cm a 20°C)
Campione 30/05/2008	631	616	416	65
Campione 05/11/2008	879	787	385	42
Campione 28/04/2009	564	511	122	56

Campionamento 30 maggio 2008

Il valore dei solidi sospesi determinato sul campione istantaneo effettuato da ARPA, 416 mg/L risulta coerente con i valori medi ottenuti dalle misure di trasporto solido effettuate da Hydrodata.

Il dato di conducibilità (65 μ S/cm) conferma l'andamento riportato in figura 7 con un significativo effetto di diluizione al crescere delle portate.

Nella tabella 11 sono riportati i dati relativi al DDT e agli altri composti di interesse nei solidi trasportati e nella fase acquosa.

La determinazione è stata effettuata separatamente sui solidi e sull'acqua filtrata; il dato totale sull'acqua tal quale è stato derivato per calcolo.

E' stata riscontrata la sola presenza di p,p' DDT (0.06 ng/g) nella fase solida mentre nella fase acquosa non sono state riscontrate le sostanze ricercate.

Riportando le concentrazioni misurate sui solidi all'acqua si ottiene una concentrazione pari a 0.025 ng/L di p,p' DDT.

Tabella 11 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Campione del 30/05/2008

Sostanza	campione 30/05/2008			
	solidi ng/g	solidi ng/L	acqua filtrata ng/L	acqua Totale ng/L
p,p' DDT	0,06	0,025	< 0,025	0,025
o,p' DDT	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
p,p' DDE	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
o,p' DDE	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
p,p' DDD	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
o,p' DDD	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	0,06	0,025	< 0,025	0,025
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Campionamento 5 novembre 2008

Il valore dei solidi sospesi determinato sul campione istantaneo effettuato da ARPA, 385 mg/L risulta coerente con i valori medi ottenuti dalle misure di trasporto solido effettuate da Hydrodata.

Il dato di conducibilità (42 μ S/cm) conferma l'andamento riportato in figura 7 con un significativo effetto di diluizione al crescere delle portate.

Nella tabella 12 sono riportati i dati relativi al DDT e agli altri composti di interesse nei solidi trasportati e della fase acquosa.

La determinazione è stata effettuata separatamente sui solidi e sull'acqua filtrata; il dato totale sull'acqua tal quale è stato derivato per calcolo.

E' stata rilevata la presenza sia dei due isomeri del DDT che del p,p' DDE con una prevalenza di pp' DDT, 0.32 ng/g corrispondenti a 0.125 ng/L, seguito da p,p' DDE, 0.08 ng/g corrispondenti a 0.03 ng/L e da o,p' DDT 0.06 ng/g corrispondenti a 0.025 ng/L.

La concentrazione sull'acqua tal quale della sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT è risultata pari a 0.18 ng/L.

Tabella 12 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Campione del 05/11/2008

Sostanza	campione 05/11/2008			
	solidi ng/g	solidi ng/L	acqua filtrata ng/L	acqua Totale ng/L
p,p' DDT	0,32	0,125	< 0,025	0,125
o,p' DDT	0,06	0,025	< 0,025	0,025
p,p' DDE	0,08	0,03	< 0,025	0,03
o,p' DDE	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
p,p' DDD	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
o,p' DDD	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	0,46	0,18	< 0,025	0,18
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Campionamento 28 aprile 2009

Il valore dei solidi sospesi determinato sul campione istantaneo effettuato da ARPA, 122 mg/L, risulta moderatamente inferiore rispetto al valore medio ottenuti dalle misure di trasporto solido effettuate da Hydrodata.

Il dato di conducibilità (56 μ S/cm) conferma l'andamento riportato in figura 7 con un significativo effetto di diluizione al crescere delle portate.

Nella tabella 13 sono riportati i dati relativi al DDT e agli altri composti di interesse nei solidi trasportati e della fase acquosa.

La quantità di solidi sospesi era troppo bassa per una analisi separata quindi la determinazione è stata effettuata sull'acqua tal quale e sull'acqua filtrata; i dati sui solidi trasportati sono stati derivati per calcolo.

In questo campionamento i valori riscontrati sul campione tal quale sono di molto superiori a quelli precedenti con la presenza di tutti gli isomeri e metaboliti del DDT ad eccezione dell'o,p' DDD e dell'esaclorobenzene.

Si evidenzia una netta prevalenza del DDT, in particolare l'isomero p,p'.

La concentrazione sull'acqua tal quale della sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT è risultata pari a 9.8 ng/L con una concentrazione sull'acqua filtrata pari a 1.8 ng/L.

Tabella 13 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Campione del 28/04/2009

Sostanza	campione 28/04/09			
	solidi ng/g	solidi ng/L	acqua filtrata ng/L	acqua Totale ng/L
p,p' DDT	54,10	6,60	1,05	7,65
o,p' DDT	7,79	0,95	0,50	1,45
p,p' DDE	2,05	0,25	0,05	0,30
o,p' DDE	< 0,05	< 0,025	< 0,025	0,10
p,p' DDD	0,82	0,10	0,20	0,30
o,p' DDD	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	65,57	8,00	1,80	9,80
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,025	0,10	0,10
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,025	< 0,025	< 0,025

Sintesi dei dati ottenuti

Dai dati ottenuti dai tre campionamenti durante gli eventi di piena emerge che i valori riscontrati di DDT sono sostanzialmente diversi.

In particolare le concentrazioni di DDT rilevate nell'evento del 28 aprile 2009 risultano sensibilmente più elevate anche in presenza di una minore concentrazione di solidi sospesi e una portata, sia istantanea che media giornaliera, più bassa rispetto alle altre piene considerate.

La somma degli isomeri e metaboliti del DDT nel campione di aprile 2009 risulta significativamente più elevata (circa 50 volte) di quella riscontrata nei solidi trasportati nella colonna d'acqua ottenuta posizionando i dispositivi di campionamento dalla passerella di seguito descritti. Solo nel campionamento sperimentale del 10-20 gennaio 2009, con la somma di DDT sul campione tal quale pari a 26,16 ng/g, si registrano dati più confrontabili.

Considerato che il contributo delle classi granulometriche incide in modo significativo sulla concentrazione del DDT nei solidi trasportati, è verosimile che nell'evento di piena del 28 aprile, meno intenso degli altri, la percentuale di materiale fine fosse più elevata. Parallelamente non può essere escluso un picco di DDT determinato dal dilavamento di aree contaminate.

Solidi trasportati

Sono stati effettuati complessivamente 15 campionamenti di solidi trasportati dei quali tre sperimentali (due a Candoglia e uno a Vogogna).

I campionamenti di Candoglia sono stati effettuati posizionando i campionatori sia in prossimità del fondale a circa 2 m dalla riva sinistra che dalla passerella ad una

distanza dal fondale variabile in relazione al livello idrometrico, suddivisi in due gruppi poi riuniti per le analisi, distanziati di circa 10 m.

I campionamenti nella colonna d'acqua dalla passerella sono stati effettuati con l'obiettivo principale di raccogliere quantità sufficienti di materiale trasportato per l'analisi del DDT per le tre classi granulometriche considerate.

Non sono disponibili dati sperimentali che valutano la capacità dei campionatori posizionati nella colonna d'acqua di trattenere in modo rappresentativo tutte le classi granulometriche. Per questa ragione i dati relativi alla ripartizione percentuale delle tre classi granulometriche di seguito riportate per questo tipo di campionamento sono da considerarsi indicativi.

La determinazione di DDT, esaclorocicloesano e esaclorobenzene è stata effettuata separatamente sulle tre classi granulometriche considerate:

- tra 200 μm e 2 mm
- tra 63 μm e 200 μm
- inferiore a 63 μm

Complessivamente sono stati analizzati 45 campioni su alcuni dei quali, dove erano disponibili quantità sufficienti di materiale, è stata inoltre effettuata la determinazione del Carbonio organico.

Campionamento 11-17 settembre 2008 (sperimentale)

I dispositivi sono stati posizionati, nella modalità prevista per il campionamento in prossimità del fondale, in sponda sinistra (sx) del Toce a Candoglia immediatamente a valle della passerella per un periodo di 7 giorni.

Nel periodo considerato le portate medie giornaliere si sono mantenute tra 60 e 80 mc/sec con un picco di 163 mc/sec il 13 settembre e una coda nei due giorni successivi di 131 e 93 mc/sec (figura 18).

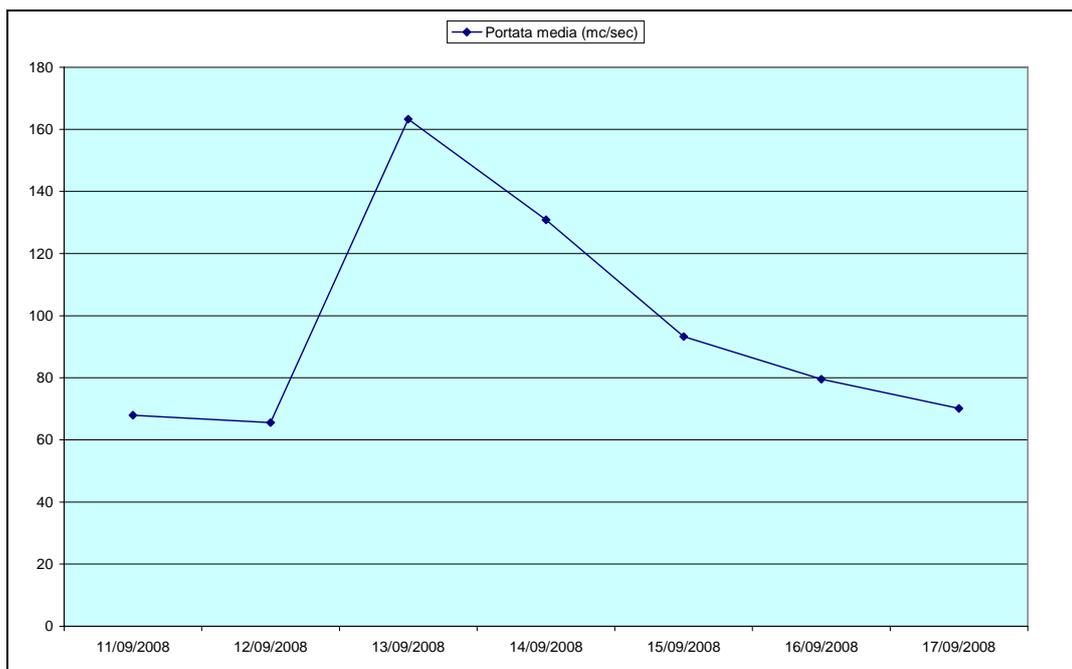


Figura 18 – Portate medie giornaliere a Candoglia 11-17 settembre 2008

In questa prima campagna sperimentale il materiale raccolto non è stato quantificato anche se da una stima a posteriori è stato possibile ipotizzare una quantità certamente superiore ai 5 Kg.

Per questo campionamento non è disponibile la percentuale di solidi con granulometria superiore a 2 mm. Nella tabella 14 è riportata la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati.

Tabella 14 – Caratteristiche granulometriche

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	29,8
Tra 63 μ e 200 μ	41,0
Inferiore a 63 μ	29,2

Nella tabella 15 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Per questo campionamento non è stata effettuata la determinazione sulla classe granulometrica 200 μ m-2 mm.

Tabella 15 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano nei solidi campionati

Sostanza	Candoglia 11-17 settembre 2008 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	1,23	0,71	n.d.
o,p' DDT	0,46	1,02	n.d.
p,p' DDE	0,17	0,13	n.d.
o,p' DDE	< 0,05	< 0,05	n.d.
p,p' DDD	0,19	0,20	n.d.
o,p' DDD	0,11	0,10	n.d.
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	2,16	2,16	n.d.
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,05	n.d.
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	n.d.
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	n.d.
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	n.d.

Nella figura 19 è riportato un dettaglio del cromatogramma con gli ioni caratteristici degli isomeri e metaboliti del DDT del campione con granulometria inferiore a 63 μ m.

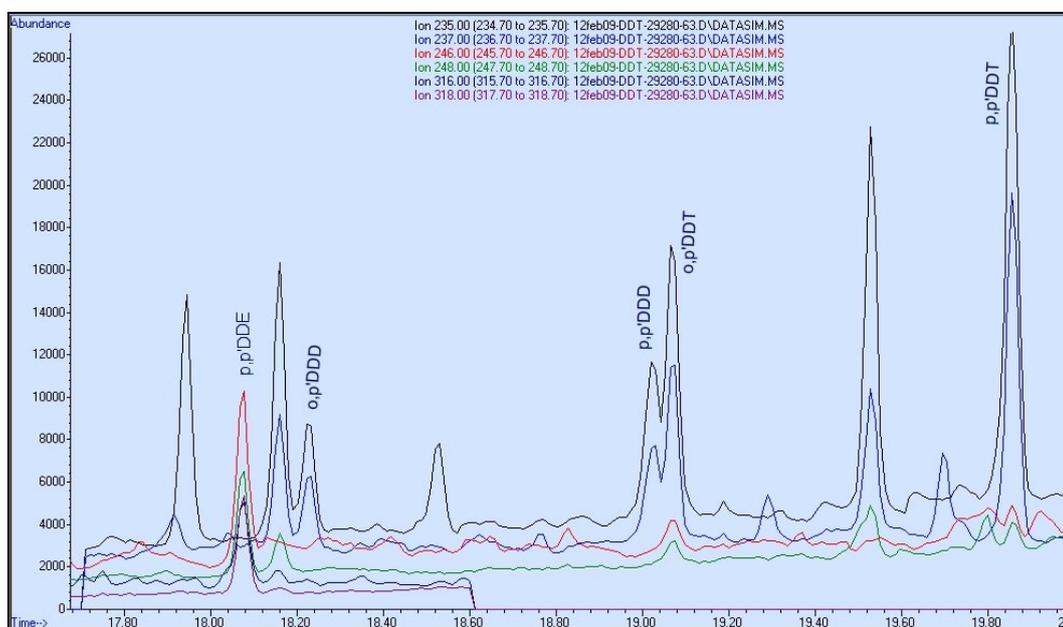


Figura 19 – Dettaglio cromatogramma GC/MS SIM campione solidi < 63 μ m

Nelle figure 20 e 21 sono riportati, per lo stesso campione, gli spettri ottenuti per gli ioni acquisiti in modalità SIM del p,p'DDT e del p,p'DDE confrontati con quelli presenti nella libreria dello strumento.

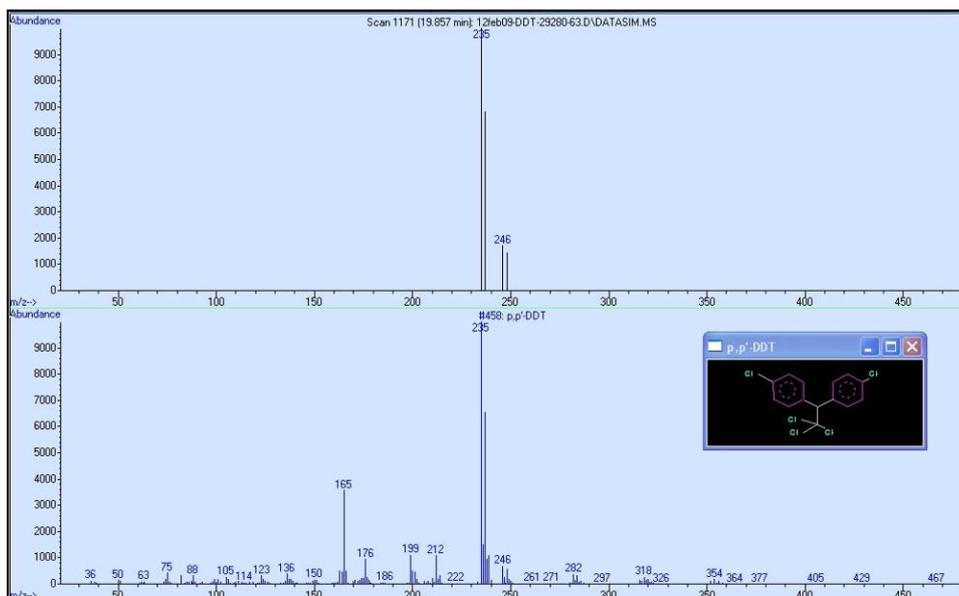


Figura 20 – Spettro di massa p,p'DDT

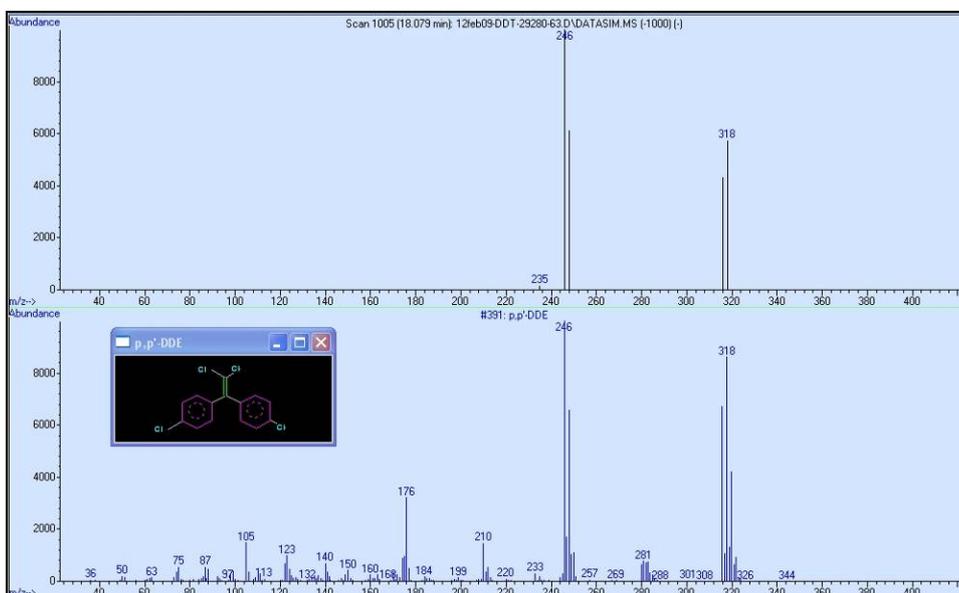


Figura 21 – Spettro di massa p,p'DDE

Campionamento 10-20 gennaio 2009 – Candoglia (sperimentale)

In questa campagna è stato sperimentato il campionamento per la raccolta dei solidi trasportati in punti diversi nella colonna d'acqua e nella sezione dell'alveo.

I dispositivi, due gruppi sistemati a circa 10 m di distanza, ancorati alla passerella, sono stati posizionati per un periodo di 10 giorni a circa 1.5 m dal fondale (figura 22).



Figura 22 – Posizionamento dei campionatori a Candoglia

Nel periodo considerato le portate medie giornaliere sono risultate sostanzialmente costanti, comprese tra 28 e 42 mc/sec (figura 23).

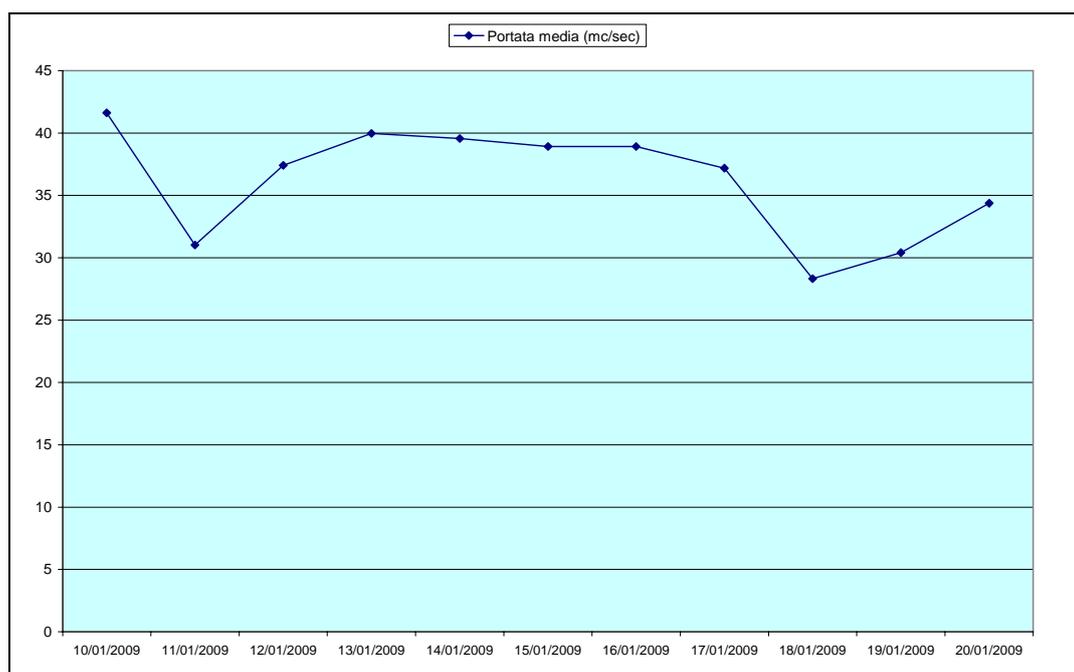


Figura 23 – Portate medie giornaliere a Candoglia 10-20 gennaio 2009

Nella tabella 16 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati nella colonna d'acqua dalla passerella.

Tabella 16 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	34,8
Tra 63 μ e 200 μ	50,2
Inferiore a 63 μ	15,0
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	99
Giorni di campionamento	10

Nelle tabella 17 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 17 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 10-20 gennaio 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	31,09	29,51	3,97
o,p' DDT	2,32	1,21	0,53
p,p' DDE	1,24	1,04	0,44
o,p' DDE	0,30	0,16	0,09
p,p' DDD	1,78	4,16	0,39
o,p' DDD	1,68	0,62	0,30
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	38,41	36,70	5,72
ESACLOROBENZENE	0,59	0,17	0,13
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 26.16 ng/g.

Per questo campionamento non sono state effettuate determinazioni di Carbonio Organico Totale.

Campionamento 10-20 gennaio 2009 – Vogogna (sperimentale)

Questo campionamento sperimentale, con i campionatori posizionati sul fondo, è stato effettuato con lo scopo di verificare l'eventuale presenza del DDT e degli altri composti di interesse nei materiali trasportati a monte del sito di Pieve Vergonte.

I dispositivi sono stati posizionati per 10 giorni sul fondo in prossimità della riva destra (dx) a valle della diga di Vogogna; per questo campionamento non sono disponibili dati di portata.

Nella tabella 18 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati.

Tabella 18 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Riva dx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	30,2
Tra 63 μ e 200 μ	41,3
Inferiore a 63 μ	28,5
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	30
Giorni di campionamento	10

Nelle tabella 19 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 19 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva dx

Sostanza	Vogogna 10-20 gennaio 2009 - Riva dx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o,p' DDT	< 0,05	< 0,05	< 0,05
p,p' DDE	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o,p' DDE	< 0,05	< 0,05	< 0,05
p,p' DDD	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o,p' DDD	< 0,05	< 0,05	< 0,05
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	0,00	0,00	0,00
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Non è stata riscontrata la presenza di DDT in nessuna delle tre frazioni granulometriche analizzate; da questi dati si può ipotizzare che la contaminazione non sia presente a monte del sito di Pieve Vergonte.

Per questo campionamento non sono state effettuate determinazioni di Carbonio Organico Totale.

Campionamento 19-31 agosto 2009 – Candoglia

Tenendo conto dei risultati delle sperimentazioni effettuate, a partire da questa campagna l'attività è stata consolidata con due modalità di campionamento dei solidi trasportati.

- Passerella nella colonna d'acqua a circa 1.5 m dal fondo con due gruppi di campionatori distanziati di circa 10 m
- Riva sinistra (sx) sul fondo

I dispositivi sono stati posizionati per 12 giorni; le portate medie giornaliere sono risultate comprese tra 37 mc/sec e 61 mc/sec con un valore medio nel periodo di 49.4 mc/sec (figura 24).

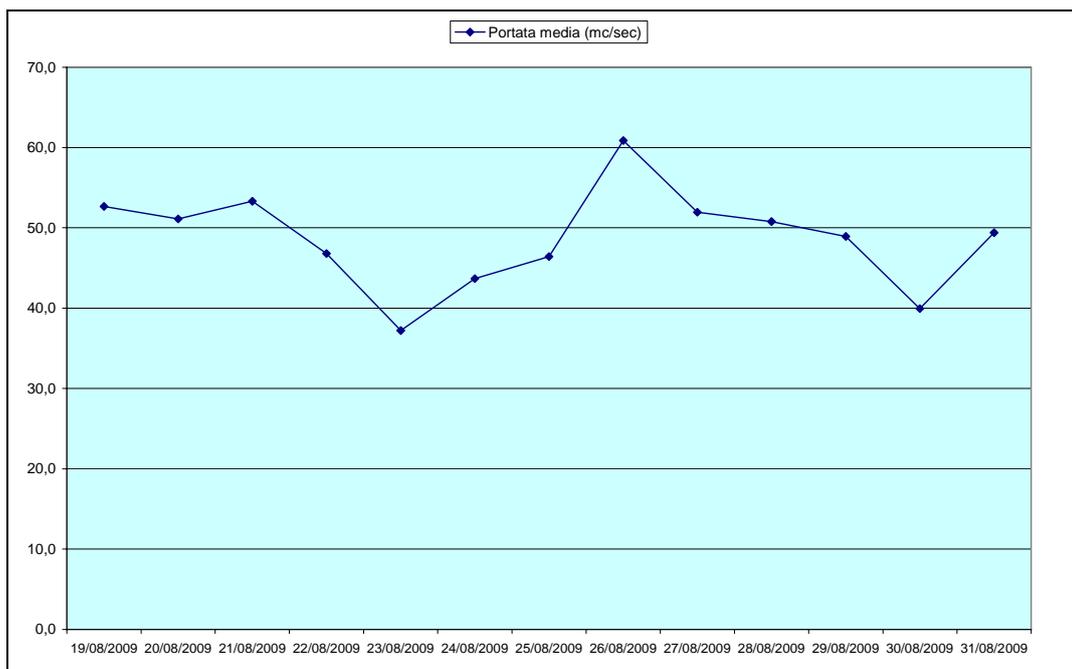


Figura 24 – Portate medie giornaliere a Candoglia 19-31 agosto 2009

Nelle tabelle 20 e 21 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati rispettivamente nella colonna d'acqua dalla passerella e sul fondo in riva sx.

Tabella 20 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	97,8
Tra 63 μ e 200 μ	2,0
Inferiore a 63 μ	0,3
Frazione > 2mm (% su totale)	2,3
Totale campionato (g)	14700
Giorni di campionamento	12

Tabella 21 – Caratteristiche granulometriche e altri dati dei Solidi campionati Riva sx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	4,3
Tra 63 μ e 200 μ	16,1
Inferiore a 63 μ	79,7
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	375
Giorni di campionamento	12

Nelle tabelle 22 e 23 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 22 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 19-31 agosto 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	3,35	0,57	0,14
o,p' DDT	0,98	0,61	0,14
p,p' DDE	0,30	0,22	0,06
o,p' DDE	0,08	0,06	< 0,05
p,p' DDD	0,35	0,16	0,06
o,p' DDD	0,16	0,12	< 0,05
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	5,22	1,74	0,40
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 0.44 ng/g.

Tabella 23 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva sx

Sostanza	Candoglia 19-31 agosto 2009 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	8,98	9,54	2,14
o,p' DDT	1,15	0,88	0,55
p,p' DDE	0,82	0,77	0,95
o,p' DDE	0,17	0,17	0,20
p,p' DDD	1,29	1,35	1,44
o,p' DDD	0,44	0,44	0,71
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	12,85	13,15	5,99
ESACLOROBENZENE	0,17	0,16	0,14
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 12.61 ng/g.

Nella tabella 24 sono riportati i dati disponibili di contenuto di carbonio organico.

Tabella 24 – TOC

Campionamento 19-31 agosto 2009	TOC% su frazione 200 μ -2mm	TOC% su frazione 63 μ -200 μ	TOC% su frazione < 63 μ
Passerella	0,21	0,32	n.d.
Riva sx	n.d.	2,76	1,37

Campionamento 09-20 ottobre 2009 – Candoglia

I dispositivi sono stati posizionati per 12 giorni; le portate medie giornaliere sono risultate comprese tra 40 mc/sec e 48 mc/sec con un valore medio nel periodo di 44.1 mc/sec (figura 25).



Figura 25 – Portate medie giornaliere a Candoglia 09-20 ottobre 2009

Nelle tabelle 25 e 26 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati rispettivamente nella colonna d'acqua dalla passerella e sul fondo in riva sx.

Tabella 25 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	96,8
Tra 63 μ e 200 μ	3,0
Inferiore a 63 μ	0,2

Frazione > 2mm (% su totale)	1,2
Totale campionato (g)	5630
Giorni di campionamento	12

Tabella 26 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Riva sx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	11,3
Tra 63 μ e 200 μ	35,3
Inferiore a 63 μ	53,4
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	70
Giorni di campionamento	12

Nelle tabelle 27 e 28 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 27 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 09-20 ottobre 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	28,71	16,10	0,42
o,p' DDT	5,99	0,86	0,12
p,p' DDE	0,91	0,19	< 0,05
o,p' DDE	0,37	0,06	< 0,05
p,p' DDD	3,43	0,77	0,05
o,p' DDD	0,81	0,10	< 0,05
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	40,21	18,09	0,59
ESACLOROBENZENE	0,18	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 1.20 ng/g.

Tabella 28 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva sx

Sostanza	Candoglia 09-20 ottobre 2009 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	4,78	7,46	0,95
o,p' DDT	2,15	5,85	0,42
p,p' DDE	0,90	0,82	0,20
o,p' DDE	0,13	0,11	< 0,05
p,p' DDD	1,12	1,16	0,24
o,p' DDD	0,77	0,78	0,19
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	9,85	16,18	2,00
ESACLOROBENZENE	0,16	0,12	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 11.20 ng/g.

Nella tabella 29 sono riportati i dati disponibili di contenuto di carbonio organico.

Tabella 29 – TOC

Campionamento 09-20 ottobre 2009	TOC% su frazione 200 μ -2mm	TOC% su frazione 63 μ -200 μ	TOC% su frazione < 63 μ
Passerella	0,07	0,24	n.d.
Riva sx	n.d.	n.d.	n.d.

Campionamento 20-30 ottobre 2009 – Candoglia

I dispositivi sono stati posizionati per 10 giorni con portate medie giornaliere comprese tra 38 mc/sec e 50 mc/sec con un valore medio nel periodo di 44.2 mc/sec (figura 26).

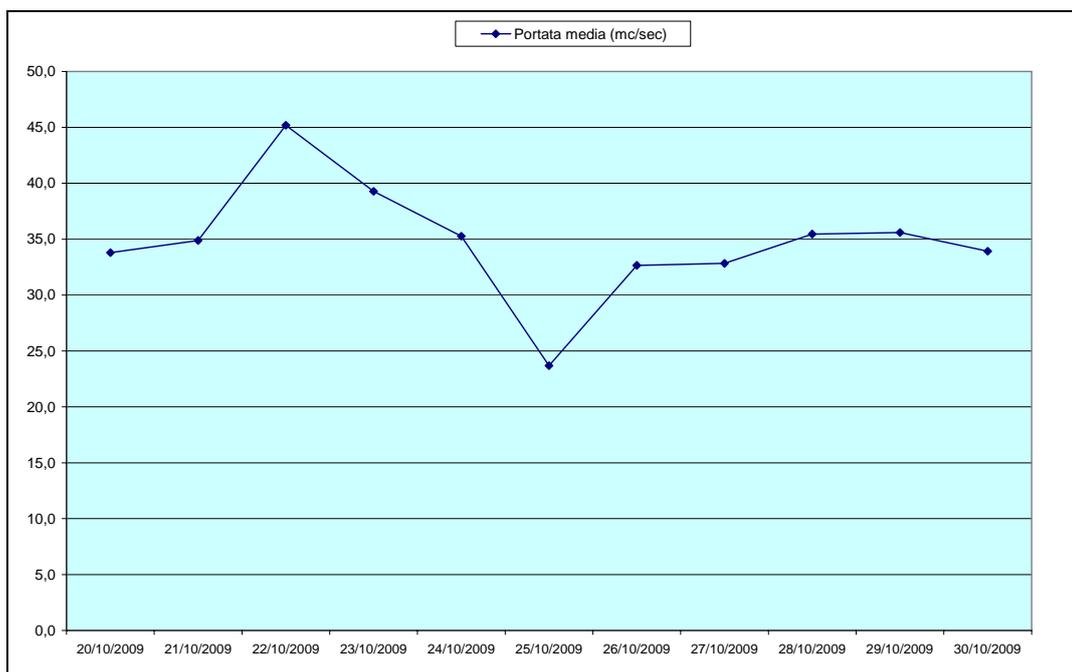


Figura 26 – Portate medie giornaliere a Candoglia 20-30 ottobre 2009

Nelle tabelle 30 e 31 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati rispettivamente nella colonna d'acqua dalla passerella e sul fondo in riva sx.

Tabella 30 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	95,0
Tra 63 μ e 200 μ	4,7
Inferiore a 63 μ	0,3
Frazione > 2mm (% su totale)	1,1
Totale campionato (g)	2720
Giorni di campionamento	10

Tabella 31 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Riva sx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	7,0
Tra 63 μ e 200 μ	29,9
Inferiore a 63 μ	63,1
Frazione > 2mm (% su totale)	
	0,0
Totale campionato (g)	
	69
Giorni di campionamento	
	10

Nelle tabelle 32 e 33 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 32 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 20-30 ottobre 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	11,91	1,29	0,09
o,p' DDT	1,27	0,15	< 0,05
p,p' DDE	0,23	0,05	< 0,05
o,p' DDE	< 0,05	< 0,05	< 0,05
p,p' DDD	1,82	0,61	< 0,05
o,p' DDD	0,21	0,05	< 0,05
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	15,44	2,15	0,09
ESACLOROBENZENE	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 0.23 ng/g.

Tabella 33 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva sx

Sostanza	Candoglia 20-30 ottobre 2009 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	5,88	2,91	0,31
o,p' DDT	0,82	0,54	< 0,05
p,p' DDE	1,41	0,52	0,26
o,p' DDE	0,10	0,08	< 0,05
p,p' DDD	0,94	1,01	0,22
o,p' DDD	0,60	0,28	0,13
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	9,75	5,34	0,92
ESACLOROBENZENE	0,26	0,09	0,07
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 7.82 ng/g.

Nella tabella 34 sono riportati i dati disponibili di contenuto di carbonio organico.

Tabella 34 – TOC

Campionamento 20-30 ottobre 2009	TOC% su frazione 200 μ -2mm	TOC% su frazione 63 μ -200 μ	TOC% su frazione < 63 μ
Passerella	0,10	0,17	n.d.
Riva sx	n.d.	n.d.	3,83

Campionamento 06-16 novembre 2009 – Candoglia

I dispositivi sono stati posizionati per 10 giorni con portate medie giornaliere comprese tra 23 mc/sec e 37 mc/sec con un valore medio nel periodo di 29.5 mc/sec (figura 27).

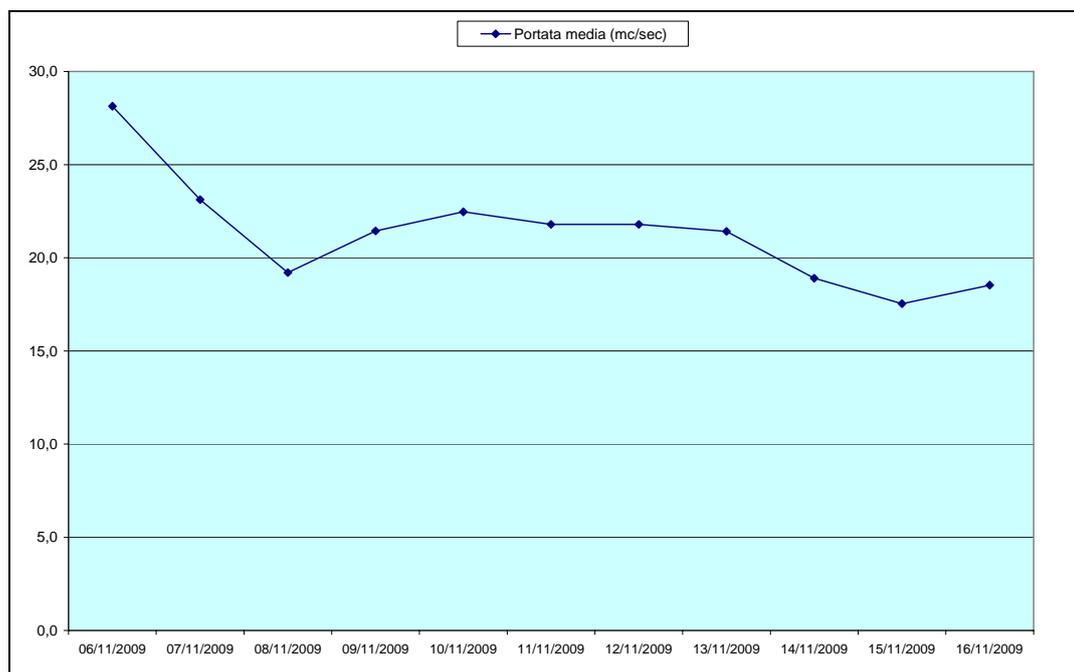


Figura 27 – Portate medie giornaliere a Candoglia 06-16 novembre 2009

Nelle tabelle 35 e 36 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati rispettivamente nella colonna d'acqua dalla passerella e sul fondo in riva sx.

Tabella 35 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	94,1
Tra 63 μ e 200 μ	4,9
Inferiore a 63 μ	0,9
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	1230
Giorni di campionamento	10

Tabella 36 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Riva sx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	44,7
Tra 63 μ e 200 μ	28,2
Inferiore a 63 μ	27,1
Frazione > 2mm (% su totale)	
	0,0
Totale campionato (g)	
	85
Giorni di campionamento	
	10

Nelle tabelle 37 e 38 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 37 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 06-16 novembre 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	7,41	7,57	0,15
o,p' DDT	0,40	0,20	< 0,05
p,p' DDE	1,42	0,30	0,05
o,p' DDE	0,18	< 0,05	< 0,05
p,p' DDD	2,20	1,11	< 0,05
o,p' DDD	0,76	0,16	0,05
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	12,37	9,34	0,25
ESACLOROBENZENE	0,18	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 0.82 ng/g.

Tabella 38 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva sx

Sostanza	Candoglia 06-16 novembre 2009 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	6,18	1,82	1,38
o,p' DDT	3,31	0,45	0,33
p,p' DDE	3,40	0,96	0,22
o,p' DDE	0,38	0,09	< 0,05
p,p' DDD	3,31	0,75	0,20
o,p' DDD	1,81	0,46	0,08
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	18,39	4,53	2,21
ESACLOROBENZENE	0,52	0,15	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 7.24 ng/g.

Nella tabella 39 sono riportati i dati disponibili di contenuto di carbonio organico.

Tabella 39 – TOC

Campionamento 06-16 novembre 2009	TOC% su frazione 200 μ -2mm	TOC% su frazione 63 μ -200 μ	TOC% su frazione < 63 μ
Passerella	0,16	0,44	n.d.
Riva sx	n.d.	n.d.	n.d.

Campionamento 25 novembre-10 dicembre 2009 – Candoglia

I dispositivi sono stati posizionati per un periodo di 14 giorni con portate medie giornaliere comprese tra 14 mc/sec e 32 mc/sec con massimi di 61 e 67 mc/sec il 30 novembre e il primo di dicembre per ritornare a 32 mc/sec il 3 dicembre (figura 28).



Figura 28 – Portate medie giornaliere a Candoglia 25 novembre-10 dicembre 2009

Nelle tabelle 40 e 41 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati rispettivamente nella colonna d'acqua dalla passerella e sul fondo in riva sx.

Tabella 40 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	96,0
Tra 63 μ e 200 μ	3,4
Inferiore a 63 μ	0,6
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	2289
Giorni di campionamento	14

Tabella 41 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Riva sx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	49,8
Tra 63 μ e 200 μ	28,2
Inferiore a 63 μ	22,0
Frazione > 2mm (% su totale)	
	0,0
Totale campionato (g)	
	255
Giorni di campionamento	
	14

Nelle tabelle 42 e 43 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 42 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 25 novembre-10 dicembre 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	26,08	0,20	0,31
o,p' DDT	1,11	0,12	0,13
p,p' DDE	1,59	0,18	0,09
o,p' DDE	0,23	< 0,05	< 0,05
p,p' DDD	3,78	0,29	0,11
o,p' DDD	0,73	0,13	0,06
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	33,52	0,92	0,70
ESACLOROBENZENE	0,21	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 0.91 ng/g.

Tabella 43 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva sx

Sostanza	Candoglia 25 novembre-10 dicembre 2009 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	9,75	1,23	0,68
o,p' DDT	1,73	0,39	0,30
p,p' DDE	6,10	1,20	0,51
o,p' DDE	0,63	0,13	0,06
p,p' DDD	4,97	0,90	0,28
o,p' DDD	2,00	0,41	0,19
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	25,18	4,26	2,02
ESACLOROBENZENE	0,75	0,20	0,09
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 7.75 ng/g.

Nella tabella 44 sono riportati i dati disponibili di contenuto di carbonio organico.

Tabella 44 – TOC

Campionamento 25 novembre-10 dicembre 2009	TOC% su frazione 200 μ -2mm	TOC% su frazione 63 μ -200 μ	TOC% su frazione < 63 μ
Passerella	0,13	0,49	n.d.
Riva sx	1,49	2,10	4,29

Campionamento 10-18 dicembre 2009 – Candoglia

Nel periodo considerato le portate medie giornaliere sono risultate sostanzialmente costanti, comprese tra 21 e 28 mc/sec (figura 29).

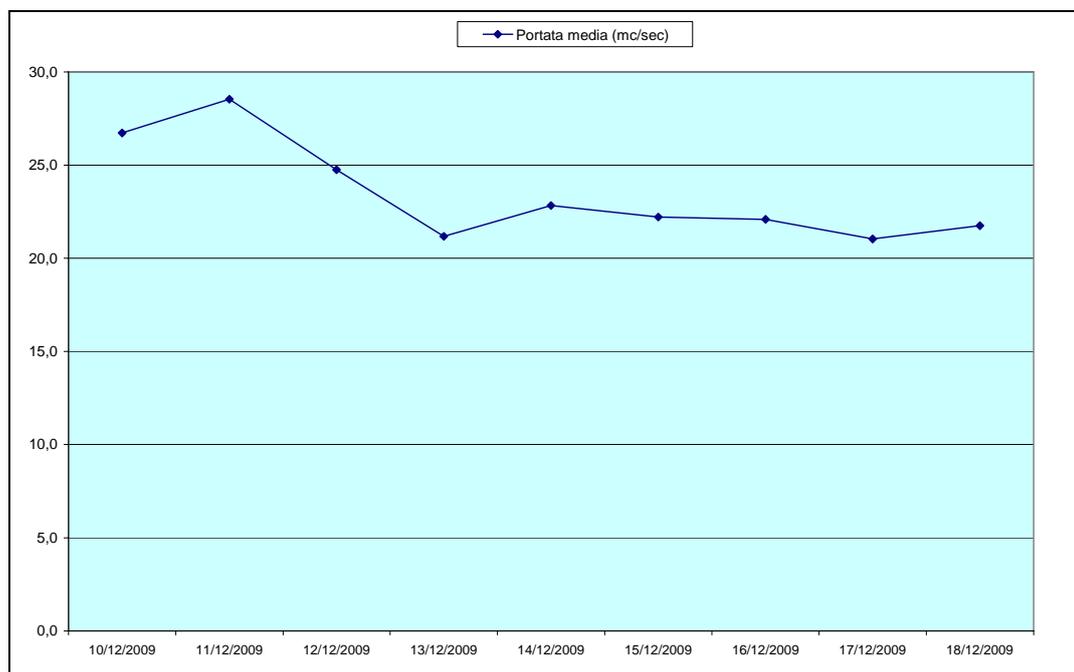


Figura 29 – Portate medie giornaliere a Candoglia 10-18 dicembre 2009

Nelle tabelle 45 e 46 sono riportati alcuni dati generali e la caratterizzazione granulometrica dei solidi trasportati campionati rispettivamente nella colonna d'acqua dalla passerella e sul fondo in riva sx.

Tabella 45 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Passerella

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	97,2
Tra 63 μ e 200 μ	2,4
Inferiore a 63 μ	0,4
Frazione > 2mm (% su totale)	0,0
Totale campionato (g)	935
Giorni di campionamento	8

Tabella 46 – Caratteristiche granulometriche e altri dati - Solidi campionati Riva sx

Classe granulometrica	% su frazione < 2 mm
Tra 200 μ e 2 mm	7,7
Tra 63 μ e 200 μ	52,1
Inferiore a 63 μ	40,2
Frazione > 2mm (% su totale)	
	0,0
Totale campionato (g)	
	77
Giorni di campionamento	
	8

Nelle tabelle 47 e 48 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 47 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Passerella

Sostanza	Candoglia 10-18 dicembre 2009 - Passerella		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	4,35	0,88	0,06
o,p' DDT	2,92	1,15	0,06
p,p' DDE	2,39	0,35	< 0,05
o,p' DDE	0,55	0,13	< 0,05
p,p' DDD	3,65	0,58	< 0,05
o,p' DDD	2,62	0,62	0,05
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	16,48	3,71	0,17
ESACLOROBENZENE	0,32	0,055	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 0.32 ng/g.

Tabella 48 – DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano - Riva sx

Sostanza	Candoglia 10-18 dicembre 2009 - Riva sx		
	classe gran. < 63 μ (ng/g)	classe gran. 63 μ -200 μ (ng/g)	classe gran. 200 μ -2mm (ng/g)
p,p' DDT	1,52	12,50	1,01
o,p' DDT	0,84	2,31	0,68
p,p' DDE	0,72	1,24	0,56
o,p' DDE	0,09	0,18	0,10
p,p' DDD	0,55	2,55	0,44
o,p' DDD	0,37	0,64	0,34
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti)	4,09	19,42	3,13
ESACLOROBENZENE	0,12	0,12	0,10
ESACLOROCICLOESANO alfa	< 0,05	< 0,05	< 0,05
ESACLOROCICLOESANO beta	< 0,10	< 0,10	< 0,10
ESACLOROCICLOESANO gamma (Lindano)	< 0,05	< 0,05	< 0,05

La sommatoria degli isomeri e metaboliti del DDT ricalcolata sul campione di solidi trasportati tal quale, tenendo conto del contributo specifico delle tre classi granulometriche, è pari a 12.03 ng/g.

Nella tabella 49 sono riportati i dati disponibili di contenuto di carbonio organico.

Tabella 49 – TOC

Campionamento 10-18 dicembre 2009	TOC% su frazione 200 μ -2mm	TOC% su frazione 63 μ -200 μ	TOC% su frazione < 63 μ
Passerella	0,13	n.d.	n.d.
Riva sx	n.d.	n.d.	n.d.

Sintesi dei dati ottenuti

I campionamenti dei solidi trasportati hanno consentito di raccogliere sia dati relativi alle concentrazioni dei singoli composti di interesse riferite alle classi granulometriche considerate che altre informazioni di supporto utili alla interpretazione del fenomeno (caratterizzazione granulometrica, quantità totale raccolta, TOC, portate, periodo di campionamento).

Per una migliore lettura e valutazione, nella tabella 50 sono raccolti i dati di sintesi riguardanti il DDT come sommatoria degli isomeri e metaboliti sia per le classi granulometriche considerate che ricalcolati sul campione di solidi trasportati tal quale.

La tabella non comprende i campionamenti sperimentali effettuati nel 2008 e a gennaio 2009.

Tra i risultati ottenuti nelle attività sperimentali è da segnalare, come supporto alla valutazione dei dati ottenuti, la risultanza del campionamento effettuato a Vogogna a gennaio 2009 dove è stato evidenziato che i solidi trasportati a monte del sito di Pieve Vergonte non contengono DDT (isomeri e metaboliti) e Esaclorobenzene.

Viene così supportata l'ipotesi che la fonte principale di perdite di DDT è da individuare nel sito contaminato di Pieve Vergonte.

Tabella 50 – DDT - Sintesi dei dati

Campionamento	Sommatoria DDT isomeri e metaboliti (ng/g)	Classe granulometrica	% Classe granulometrica	Sommatoria DDT isomeri e metaboliti (ng/g)	TOC%
19-31 agosto 2009 - Candoglia passerella	0,44	tra 200 µ e 2 mm	97,8	0,40	0,21
		tra 63 e 200 µ	2,0	1,74	0,32
		< 63 µ	0,3	5,22	nd
19-31 agosto 2009 - Candoglia riva sx	12,61	tra 200 µ e 2 mm	4,3	5,99	nd
		tra 63 e 200 µ	16,1	13,15	2,76
		< 63 µ	79,7	12,85	1,37
09-20 ottobre 2009 - Candoglia passerella	1,20	tra 200 µ e 2 mm	96,8	0,60	0,07
		tra 63 e 200 µ	3,0	18,09	0,24
		< 63 µ	0,2	40,21	nd
09-20 ottobre 2009 - Candoglia riva sx	11,20	tra 200 µ e 2 mm	11,3	1,99	nd
		tra 63 e 200 µ	35,3	16,19	nd
		< 63 µ	53,4	9,84	nd
20-30 ottobre 2009 - Candoglia passerella	0,23	tra 200 µ e 2 mm	95,0	0,09	0,10
		tra 63 e 200 µ	4,7	2,16	0,17
		< 63 µ	0,3	15,44	nd
20-30 ottobre 2009 - Candoglia riva sx	7,82	tra 200 µ e 2 mm	7,0	0,93	nd
		tra 63 e 200 µ	29,9	5,33	nd
		< 63 µ	63,1	9,76	3,83
06-16 novembre 2009 - Candoglia passerella	0,82	tra 200 µ e 2 mm	94,1	0,26	0,16
		tra 63 e 200 µ	4,9	9,34	0,44
		< 63 µ	0,9	12,39	nd
06-16 novembre 2009 - Candoglia riva sx	7,24	tra 200 µ e 2 mm	44,7	2,21	nd
		tra 63 e 200 µ	28,2	4,53	nd
		< 63 µ	27,1	18,39	nd
25 nov.-10 dic. 2009 - Candoglia passerella	0,91	tra 200 µ e 2 mm	96,0	0,71	0,13
		tra 63 e 200 µ	3,4	0,93	0,49
		< 63 µ	0,6	33,51	nd
25 nov.-10 dic. 2009 - Candoglia riva sx	7,75	tra 200 µ e 2 mm	49,8	2,01	1,49
		tra 63 e 200 µ	28,2	4,27	2,10
		< 63 µ	22,0	25,20	4,29
10-18 dicembre 2009 - Candoglia passerella	0,32	tra 200 µ e 2 mm	97,2	0,17	0,13
		tra 63 e 200 µ	2,4	3,69	nd
		< 63 µ	0,4	16,48	nd
10-18 dicembre 2009 - Candoglia riva sx	12,03	tra 200 µ e 2 mm	7,7	3,14	nd
		tra 63 e 200 µ	52,1	19,44	nd
		< 63 µ	40,2	4,10	nd

I valori della sommatoria dei DDT sul materiale prelevato tal quale (< 2 mm) sono significativamente inferiori nei campionamenti effettuati nella colonna d'acqua dalla passerella, con valori compresi tra 0.2 e 1.2 ng/g, caratterizzati da una forte prevalenza di materiali più grossolani, rispetto a quelli sul fondo in riva sinistra, con valori compresi tra 7.2 e 12.6 ng/g, dove prevalgono invece materiali più fini.

Nella valutazione delle concentrazioni di DDT sul materiale trasportato tal quale campionato nella colonna d'acqua dalla passerella, bisogna tenere conto che allo stato attuale non si ha la certezza i dispositivi adottati garantiscano un uguale trattenimento per materiali di granulometria diversa, con possibile sottostima della percentuale delle frazioni più fini.

Da segnalare un dato, non riportato nella tabella perché riferito al campionamento sperimentale del 10-20 gennaio 2009 nella colonna d'acqua dalla passerella, che differisce sensibilmente sia come distribuzione delle classi granulometriche, che per il contenuto di DDT.

In questo campionamento è stato rilevato un contributo molto maggiore della granulometria fine, con circa il 65% di solidi inferiori a 200µm e una conseguente concentrazione molto più elevata della sommatoria di DDT sul campione tal quale (26,16 ng/g) rispetto agli altri prelevati nella colonna d'acqua. Il valore è risultato più elevato, anche se in misura minore, nei confronti dei campionamenti effettuati sul fondo in riva sx.

I dati di dettaglio relativi alla sommatoria dei DDT nelle tre classi granulometriche considerate sono di più difficile lettura in quanto presentano andamenti variabili in funzione del campionamento.

E' comunque possibile proporre le seguenti considerazioni:

- La sommatoria dei DDT nella frazione più grossolana (200µm - 2 mm) sono i più bassi riscontrati, con valori inferiori a 1 ng/g con una media di 0.37 ng/g per i sei campionamenti dalla passerella e valori più variabili, inferiori a 3.5 ng/g tranne un caso (5.99 ng/g) con una media di 2.7 ng/g per i campionamenti sul fondo in riva sx. Pur non avendo a disposizione dati completi di TOC, si evidenziano valori di carbonio organico decisamente bassi per i campionamenti dalla passerella (compresi tra lo 0.07% e lo 0.21%) mentre l'unico dato disponibile per i campionamenti in riva sx risulta invece più elevato (1.49%)
- Per la classe granulometrica intermedia (tra 200 µm e 63 µm) i valori di sommatoria dei DDT sono caratterizzati da una certa variabilità tra i campionamenti sia per quelli relativi alla colonna d'acqua che per quelli sul fondo. I valori riscontrati nella colonna d'acqua risultano inferiori in quattro campionamenti su sei, con un valore medio di 6.0 ng/g, rispetto a quelli sul fondo (media 10.5 ng/g). I dati disponibili di carbonio organico appaiono, per questa classe di granulometria, più difficilmente correlabili con le concentrazioni di DDT riscontrate.
- I valori di sommatoria dei DDT riscontrata nei materiali più fini, corrispondenti alla classe granulometrica inferiore a 63µm, risultano, come prevedibile, generalmente più elevati. In questo caso i valori più elevati, quattro campionamenti su sei, sono stati riscontrati nella colonna d'acqua con un valore medio di 20.5 ng/g rispetto a quelli sul fondo il cui valore medio riscontrato nei sei campionamenti è risultato di 13.5 ng/g. Anche in questo caso i dati disponibili di carbonio organico non consentono valutazioni specifiche.

- Mentre per tutti i campionamenti effettuati nella colonna d'acqua dalla passerella i valori di sommatoria dei DDT aumentano anche in modo rilevante passando dalle granulometrie più grossolane a quelle più fini, nei campionamenti sul fondo l'andamento è diverso, con tre casi su sei nei quali i valori più elevati si riscontrano nella classe granulometrica intermedia (tra 200 e 63 μm). Nei due casi in cui sono disponibili i dati di carbonio organico, uno con valori più elevati di DDT nella classe granulometrica tra 200 e 63 μm e l'altro con valori più elevati nella classe granulometrica < 63 μm , si rileva un andamento coerente tra TOC e DDT.

Per quanto riguarda il contributo dei singoli isomeri e metaboliti si evidenzia che il composto quantitativamente più rilevante è il DDT con una predominanza dell'isomero pp' DDT rispetto al op' DDT, molto più marcata per concentrazioni di pp' DDT maggiori di 10 ng/g.

I metaboliti DDE e DDD sono rilevati in quantità molto più basse del DDT; per i valori di DDT più elevati, superiori a 10 ng/g, il rapporto DDT/DDE è generalmente superiore a 10:1 e il rapporto DDT/DDD generalmente superiore a 5:1.

Si evidenzia inoltre che per DDT superiori a 10 ng/g i rapporti DDT/DDE sono ancora più elevati, con valori generalmente maggiori di 20:1, per i campionamenti nella colonna d'acqua dalla passerella rispetto a quelli sul fondo in riva sx.

Sedimenti fluviali

Campionamenti 29 settembre 2008

Complessivamente sono stati raccolti 21 campioni, 10 in alveo bagnato e 10 sulle sponde e uno aggiuntivo; sui campioni prelevati era prevista la caratterizzazione granulometrica e su un sottoinsieme, in via sperimentale, la determinazione di DDT, esaclorobenzene e esaclorocicloesano.

I dati della caratterizzazione granulometrica effettuata da Hydrodata hanno evidenziato basse quantità di materiale fine nella quasi totalità dei campioni, con percentuali di frazione di diametro inferiore a 200 μm generalmente minori al 5% e inferiori a 63 μm trascurabili; fanno eccezione il P02, P04 e P05 emersi con percentuali di passante 200 μm di circa il 30% e 63 μm inferiori al 5%.

Sulla base dei dati esposti e del materiale disponibile che non consentiva di avere una quantità adeguata di campione di granulometria fine, l'analisi di DDT, esaclorobenzene

e esaclorocicloesano è stata condotta soltanto sul campione P02 emerso tal quale (< 2 mm).

Nel campione analizzato non sono stati riscontrati residui dei composti considerati superiori al limite di quantificazione adottato (2,5 ng/g).

Campionamenti luglio-agosto 2009

Sono stati analizzati 8 campioni di sedimenti (tabella 51)

Tabella 51 – DDT - Sintesi dei dati

RT-03-DX tra 0 e 20 cm di profondità
RT-03-SX tra 0 e 20 cm di profondità
RT-05-DX tra 0 e 20 cm di profondità
RT-05-SX tra 20 e 30 cm di profondità
RT-06-DX tra 0 e 20 cm di profondità
RT-06-SX tra 0 e 30 cm di profondità
RT-07DX tra 0 e 20 cm di profondità
RT-07SX tra 0 e 30 cm di profondità

Le analisi del DDT isomeri e metaboliti e degli altri composti di interesse è stata effettuata sul campione tal quale (granulometria inferiore a 2mm) non effettuando quindi determinazioni specifiche sulle diverse classi granulometriche.

Nella tabella 52 sono riportati i dati ottenuti per i composti di interesse.

Tabella 52 – Sedimenti - DDT e esaclorobenzene e TOC

Sostanza	RT-03-DX 0-20 cm	RT-03-SX 0-20 cm	RT-05-DX 20-30 cm	RT-05-SX 0-30 cm	RT-06-DX 0-20 cm	RT-06-SX 0-30 cm	RT-07-DX 0-20 cm	RT-07-SX 0-30 cm
p,p' DDT (ng/g)	< 2,5	25,0	< 2,5	< 2,5	230,0	7,1	< 2,5	18,0
o,p' DDT (ng/g)	< 2,5	5,0	< 2,5	< 2,5	95,0	6,5	< 2,5	< 2,5
p,p' DDE (ng/g)	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	34,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5
o,p' DDE (ng/g)	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	16,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5
p,p' DDD (ng/g)	< 2,5	8,3	< 2,5	< 2,5	26,0	< 2,5	< 2,5	7,8
o,p' DDD	< 2,5	6,7	< 2,5	< 2,5	15,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5
SOMMA DDT (isomeri e metaboliti) (ng/g)	0,0	45,0	0,0	0,0	420,2	13,6	0,0	25,8
ESACLOROBENZENE (ng/g)	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	4,2	< 2,5	< 2,5	< 2,5
TOC %	0,05	0,49	0,09	0,09	0,37	0,35	0,12	0,40

I campioni di sedimenti nei quali è stato riscontrato il DDT (isomeri e metaboliti) risultano quelli con una granulometria più fine, valutata dalle curve granulometriche messe a disposizione da Environ, e con un contenuto di TOC più alto.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

Una visione complessiva dei dati ottenuti dallo sviluppo delle varie attività previste nel progetto consente di dare alcune risposte alle problematiche affrontate e di individuare punti che necessitano di ulteriori approfondimenti.

Un aspetto importante da tenere in considerazione è che il Toce sfocia nel lago Maggiore. In tale situazione può verificarsi la traslocazione degli inquinanti con il trasporto solido del fiume e il conseguente accumulo degli stessi nei sedimenti lacustri.

I principali risultati del progetto sono di seguito sinteticamente descritti.

- I dati del monitoraggio ordinario evidenziano che nei due anni considerati (2008-2009) non è mai stata riscontrata la presenza di DDT (isomeri e metaboliti), esaclorobenzene e esaclorocicloesano (isomeri) anche nei pochi casi in cui erano presenti solidi sospesi superiori al limite di quantificazione (10 mg/L).
- Sulla base di questi dati, considerando il limite di quantificazione (LCL) adottato per il DDT (isomeri e metaboliti) e per l'esaclorobenzene, coerente con quanto richiesto dalla direttiva 2009/90/CE (inferiore o uguale al 30% dell'SQA) e gli SQA-AA e SQA-CMA indicati dalla direttiva 2008/105/CE e dal Decreto 56/2009, lo stato chimico del corpo idrico 01SS4N829PI sul Toce risulta "Buono".
- I dati relativi agli eventi di piena con portate superiori a 400 mc/sec indicano che in due casi su tre, anche in presenza di quantità di solidi sospesi significative (circa 400 mg/L), le quantità rilevate di DDT (isomeri e metaboliti) sull'acqua tal quale, utilizzando un limite di quantificazione molto più basso di quello adottato nel monitoraggio ordinario, sono inferiori a 1 ng/L.
- Nel campionamento di aprile 2009 il DDT (isomeri e metaboliti) è stato rilevato in quantità molto più elevate (9,8 ng/L) con una netta prevalenza del pp' DDT (7,65 ng/L). In questo caso con l'approccio analitico del monitoraggio ordinario solo il p'p DDT sarebbe stato superiore al limite di quantificazione e quindi rilevabile.
- Anche considerando questi valori nel calcolo della media annuale da confrontare con l'SQA-AA, sia per il pp' DDT (0.01 µg/L pari a 10 ng/L) che per la somma degli isomeri e metaboliti del DDT (0.025 µg/L pari a 25 ng/L), lo stato chimico rimarrebbe "Buono".
- L'utilizzo dei dispositivi di campionamento posizionati per più giorni ha consentito di raccogliere quantità sufficienti di solidi trasportati per la caratterizzazione e l'analisi del DDT (isomeri e metaboliti) e degli altri composti di interesse in

condizioni idrologiche caratterizzate da bassissimo trasporto solido che con campionamenti istantanei non sarebbe possibile.

- I dati ottenuti hanno confermato che a valle del sito di Pieve Vergonte i solidi trasportati contengono DDT (isomeri e metaboliti) e in misura molto minore l'esaclorobenzene mentre nel campione sperimentale a monte del sito questi composti non sono stati riscontrati.
- Il DDT, con una generale prevalenza dell'isomero pp', è risultata la sostanza ritrovata in maggiore quantità nei solidi trasportati rispetto ai metaboliti DDD e DDE.
- Le maggiori concentrazioni di DDT sono state riscontrate, come prevedibile, nelle frazioni più fini dei solidi trasportati (< 200µm); i valori di concentrazione ricalcolati sul materiale tal quale hanno evidenziato che per i campionamenti sul fondo in riva sx, caratterizzati da granulometrie più fini dalla passerella, sono risultati più elevati di quelli effettuati nella colonna d'acqua.
- Assumendo che il contenuto di DDT nell'acqua tal quale sia determinato essenzialmente dalla quantità di solidi presenti, partendo dalle concentrazioni rilevate nei solidi trasportati è possibile, simulando varie condizioni, definire le concentrazioni attese di DDT nell'acqua tal quale.

Nella tabella 53 è proposta la simulazione utilizzando come esempio tre livelli di concentrazione di DDT (totale isomeri e metaboliti e isomero pp'): la più bassa, una intermedia e la più alta, rilevate nei solidi trasportati dalle campagne di campionamento effettuate a Candoglia.

Tabella 53 – Sedimenti - DDT e esaclorobenzene

Concentrazione sul materiale trasportato ng/g		Ipotesi di concentrazione del materiale trasportato nell'acqua mg/L	Concentrazione attesa sull'acqua tal quale ng/L	
DDT somma isomeri e metaboliti	pp' DDT		DDT somma	pp' DDT
0,23	0,18	10	0,002	0,002
0,23	0,18	50	0,012	0,009
0,23	0,18	100	0,023	0,018
0,23	0,18	250	0,058	0,045
0,23	0,18	500	0,115	0,090
0,23	0,18	1000	0,230	0,180
<hr/>				
12,03	7,21	10	0,12	0,07
12,03	7,21	50	0,60	0,36
12,03	7,21	100	1,20	0,72
12,03	7,21	250	3,01	1,80
12,03	7,21	500	6,02	3,61
12,03	7,21	1000	12,03	7,21
<hr/>				
26,16	20,86	10	0,26	0,21
26,16	20,86	50	1,31	1,04
26,16	20,86	100	2,62	2,09
26,16	20,86	250	6,54	5,22
26,16	20,86	500	13,08	10,43
26,16	20,86	1000	26,16	20,86

Dalla simulazione si può verificare che le condizioni di rischio di compromissione dello stato chimico (direttiva 2008/105/CE e Decreto 56/2009) del corpo idrico interessato dal fenomeno sul Toce sono estremamente basse.

Infatti solo la combinazione di valori di DDT maggiori di 25 ng/g nei solidi trasportati, associata a concentrazioni di solidi sospesi superiore a 500 mg/L per la maggior parte dei campionamenti effettuati nell'anno di monitoraggio (12), può portare ad una situazione di rischio di superamento degli SQA-AA per il DDT (somma isomeri e metaboliti e isomero pp').

Questa situazione appare poco realistica per il Toce, dove il trasporto solido è generalmente molto basso (solidi inferiori al limite di quantificazione di 10 mg/L) e anche nei rari casi di piene, come dimostrato dai tre campionamenti effettuati, non vengono superati i 500 mg/L.

- I dati sui sedimenti indicano che tranne in un caso, campione RT-06-DX prelevato poco a monte della confluenza nel lago, i valori, anche se molto variabili, rimangono sostanzialmente confrontabili con quelli rilevati sui solidi trasportati.

Da questa situazione si potrebbe arrivare ad una conclusione sostanzialmente tranquillizzante, considerando come riferimento la WFD, in quanto la presenza del sito

contaminato e le eventuali perdite di DDT attuali non portano ad una compromissione dello stato chimico del corpo idrico interessato sul Toce.

In realtà però la situazione del Toce dal punto di vista ambientale risulta più complessa e contraddittoria, soprattutto in relazione al fatto che il fiume sfocia nel lago Maggiore, rendendo necessari alcuni approfondimenti.

Anche se i dati del monitoraggio regionale indicano che in nessun campione di acqua del lago Maggiore nel periodo 2008-2009 è stata rilevata la presenza di DDT (isomeri e metaboliti) superiori al limite di quantificazione adottato ($0.002 \mu\text{g/L}$) con un conseguente stato chimico "Buono", il continuo apporto al lago di materiale trasportato dal fiume caratterizzato dalla presenza di DDT deve essere valutato anche in relazione alle criticità ambientali evidenziate per l'ecosistema del lago Maggiore nella seconda metà degli anni '90.

Come descritto in precedenza allo stato attuale non esistono SQA per i sedimenti applicabili alle acque interne ma solo quelli per le acque di transizione e per il mare. Adottando questi standard ai sedimenti del Lago Maggiore o ai sedimenti e ai materiali trasportati dal Toce emergerebbero criticità significative.

A livello comunitario la problematica delle sostanze lipofile persistenti, alla quale appartiene il DDT, è di attualità e in particolare si stanno affrontando gli aspetti legati ai limiti attuali nella valutazione dello stato chimico solo sulla matrice acqua anche considerando il campione totale (acqua e particolato presente).

L'approfondimento dei gruppi di lavoro europei riguarda la verifica della applicabilità, anche per le acque interne, di Standard di Qualità Ambientali per i sedimenti e i solidi trasportati nella definizione dello stato chimico per le sostanze lipofile persistenti.

Per una applicazione completa dei principi cardine della WFD nell'area Toce-lago Maggiore, in mancanza di standard di qualità per i sedimenti e i materiali trasportati, è necessario quindi un approccio integrato, non limitato alla sola verifica del superamento degli SQA nell'acqua ma che tenga conto anche della presenza di DDT nei materiali trasportati, nei sedimenti, nel biota, valutando le tendenze in atto, i fenomeni di accumulo nel lago e gli eventuali effetti sull'ecosistema fluviale e lacustre.

CONCLUSIONI

Le diverse attività sviluppate nel progetto hanno prodotto un elevato numero di dati che integrati con quelli già disponibili, hanno consentito di accrescere le conoscenze riguardo l'apporto di DDT dal Toce al lago Maggiore.

Naturalmente la complessità dei fattori che incidono sui meccanismi di trasporto del DDT sono tali da non ritenere esaustiva la conoscenza del fenomeno e degli effetti sugli ecosistemi fluviali e lacustri.

Il progetto ha comunque consentito di integrare le informazioni finora prodotte dalle ricerche CIP AIS, dalle attività pregresse dell'ARPA e nell'ambito della procedura di bonifica del sito di Pieve Vergonte.

E' stato inoltre importante valutare la problematica avendo come riferimento la direttiva 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, e le norme europee e nazionali conseguenti, che rappresentano il riferimento principale per la tutela della risorsa e degli ecosistemi collegati.

E' stato verificato che lo stato chimico del Toce e del lago Maggiore determinato ai sensi della WFD, che prende in considerazione solo l'acqua, risulta "Buono".

Viceversa la presenza del DDT rilevata nelle frazioni più fini dei materiali trasportati raccolti durante gli eventi di piena e in condizioni idrologiche normali, anche se in quantità variabili tra i vari campionamenti, indica che tuttora vi è una traslocazione di DDT verso il lago non solo limitata agli eventi di piena.

Questa situazione porta ad affermare che una semplicistica valutazione dello stato chimico, come attualmente determinato, nel caso del sistema Toce-lago Maggiore e in relazione alle caratteristiche di persistenza e lipofilia del DDT, può non essere sufficiente per la protezione degli ecosistemi acquatici.

In questo contesto, in attesa di nuove indicazioni a livello comunitario, può essere importante mantenere, come integrazione del monitoraggio ordinario, anche la determinazione del DDT nel materiale trasportato che consente di valutare il fenomeno in modo più compiuto e formulare ipotesi sulla sua evoluzione nel tempo.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI

1. U.S. Environmental Protection Agency – Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) - Method 8270D/2007
2. U.S. Environmental Protection Agency – Solid phase extraction (SPE) - Method 3535A/2007
3. U.S. Environmental Protection Agency – Pressurized fluid extraction (PFE) - Method 3545A/2007
4. Residui di prodotti fitosanitari (antiparassitari): estrazione in fase solida (SPE) e analisi gascromatografica con rivelatori selettivi - Rapporto ISTISAN 07/31
5. Prodotti fitosanitari (antiparassitari, pesticidi) Metodo 5060 APAT CNR-IRSA Manuale 29/2003 - Metodi analitici per le acque
6. Monitoraggio della presenza del DDT e di altri contaminanti nell'ecosistema lago Maggiore, campagna 2006-2007 – Rapporto finale 2001-2007 – CIP AIS 2007
7. Common Implementation Strategy for the water framework directive (2000/60/EC) - Guidance Document No. 19 Guidance on surface water chemical monitoring under the water framework directive. (http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/guidance_documents/)
8. Influence of Cougar reservoir drawdown on sediment and DDT transport and deposition in the McKenzie river basin, Oregon, water years 2002–04 – USGS Scientific Investigations Report 2007–5164
9. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 – GU L 327 del 22-12-2000
10. Decisione 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001 – GU L 331 del 15-12-2001
11. Direttiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 – GU L 348 del 24-12-2008
12. Direttiva 2009/90/CE della Commissione del 31 luglio 2009 – GU L 201 del 01-08-2009
13. Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 – Supplemento alla GU n. 88 del 14-04-2006
14. Decreto 16 giugno 2008 n. 131 – Supplemento alla GU n. 187 del 11-08-2008
15. Decreto 14 aprile 2009 n. 56 – Supplemento alla GU n. 124 del 30-05-2009