



Le campagne di Rivarolo Canavese (TO) e Arquata Scrivia (AL)

Nell'ambito dei lavori del Gruppo interagenziale 9 bis, Arpa Piemonte ha promosso la realizzazione di due campagne sperimentali di misura di *soil gas*, in collaborazione con Arpa Liguria. Le campagne erano finalizzate a verificare la stabilità nel tempo delle concentrazioni di *soil gas* misurate e a confrontare campioni di diversa durata analizzati con diverse tecniche. Sono stati individuati due siti. Il primo è un deposito di carburanti situato ad Arquata Scrivia (AL), presso il quale è presente una contaminazione da idrocarburi, mentre il secondo sito si trova a Rivarolo Canavese (TO), nel sito dismesso di una azienda di lavorazioni meccaniche, e presenta una contaminazione da solventi clorurati. Nel sito di Arquata i campionamenti sono stati eseguiti in collaborazione con Arpa Liguria.

Gli obiettivi delle analisi sperimentali erano i seguenti:

- verificare la variabilità nel tempo delle concentrazioni di *soil gas*, tramite la ripetizione di campioni nel medesimo punto in tre giornate successive (sito di Rivarolo)
- confrontare le concentrazioni misurate tramite analisi con desorbimento termico e analisi con desorbimento chimico (sito di Arquata Scrivia)
- confrontare analisi di breve durata con altre di durata maggiore (sito di Arquata).

Le attività nel sito di Arquata Scrivia hanno avuto luogo nel mese di aprile 2016; quelle a Rivarolo Canavese sono state effettuate a fine giugno 2016.

Caratteristiche dei siti

Il sito di Arquata Scrivia è ubicato in una zona pianeggiante di fondovalle, costituita da alluvioni ghiaiose, sabbiose e in parte argillose con modesta alterazione superficiale. La stratigrafia locale dell'area mostra materiale alluvionale composto da sabbie, ghiaie e ciottoli in proporzioni variabili fino a una profondità di 7-10 m dal piano campagna; al di sotto, a una profondità di 9 m circa da p.c., vi è uno strato roccioso impermeabile costituito da argilliti.

Il valore di soggiacenza della falda inserito nell'analisi di rischio è di 5,8 m da p.c. Le analisi evidenziano concentrazioni di idrocarburi molto

elevate, fino a oltre 3.700.000 µg/l, con presenza di prodotto libero in falda. Attualmente è attivo un intervento di messa in sicurezza operativo, che comprende il pompaggio e il trattamento delle acque sotterranee, il pompaggio della fase libera o emulsionata, e un programma di monitoraggio vapori.

Il sito di Rivarolo Canavese, situato in zona di pianura, ha sottosuolo prevalentemente sabbioso ghiaioso. La soggiacenza della falda è di circa 6 m da p.c. Dopo la rimozione delle sorgenti primarie di contaminazione avvenuta nel 2011 (vasche contenenti morchie oleose) è stata avviata una attività di bonifica per la matrice acque sotterranee, tramite un sistema di *air sparging* rimasto in funzione per circa 18 mesi. Attualmente il parametro percloroetilene presenta valori compresi fra 1,5 e 28,6 µg/l. Le analisi di *soil gas* evidenziano la presenza di diversi inquinanti; il percloroetilene presenta concentrazioni fino a 1.076,98 mg/m³.

Attività di monitoraggio e sintesi dei risultati

Deposito oli di Arquata Scrivia

Nel deposito oli di Arquata Scrivia sono stati individuati tre punti di monitoraggio, denominati SG1, SG4 e SG8. In ciascuno dei punti sono installate

due sonde, una a profondità di 4 metri (campioni A) e una a profondità di 2 metri (campioni B). I punti di interesse sono quindi in totale 6.

Nella prima giornata (5 aprile 2016) i campionamenti sono stati eseguiti da Arpa Piemonte, utilizzando fiale in carbone attivo sottoposte ad analisi in GC-MS dopo desorbimento chimico.

I prelievi hanno avuto durata di circa 3 ore e sono stati eseguiti contemporaneamente al soggetto esecutore della bonifica. Il flusso di campionamento è stato di 0,1 litri/minuto per ciascun campione; il flusso complessivo prelevato dai pozzetti è stato quindi di 0,2 litri/minuto.

I campionamenti sono stati preceduti da una fase di spurgo a un flusso di 0,2 litri/min, per una durata sufficiente a garantire un ricambio di aria pari a 3 volte il volume della linea di campionamento comprensiva del dreno.

Nella seconda giornata (7 aprile 2016) sono stati ripetuti i campionamenti nei medesimi punti, in collaborazione con Arpa Liguria; i prelievi sono stati preceduti da spurgo con le medesime modalità. In quattro punti di prelievo (SG1 e SG8, a entrambe le profondità) sono state utilizzate contemporaneamente fiale in carbone destinate al desorbimento chimico e fiale a desorbimento termico.

05/04/2016						
id campione	1 (annull.)	2	3	4	5 - 6	7 - 8
pozzetto	SG1B	SG1A	SG8B	SG8A	SG4B	SG4A
profondità	2m	4m	2m	4m	2m	4m
alifatici C5-C8	-	543	<111	<108	775,5	<177
alifatici C9-C12	-	941	<111	<108	1246	<177
aromatici C9-C10	-	<28	<28	<27	<28	<36
benzene	-	3,9	2,8	3,3	4,4	<4,4
toluene	-	2,8	3,3	4,3	26,6	20,9

07/04/2016						
id campione	12	13	14	15	16 - 17	18 - 19
pozzetto	SG1B	SG1A	SG8B	SG8A	SG4B	SG4A
profondità	2m	4m	2m	4m	2m	4m
alifatici C5-C8	<64	653	<65	<69	702	<75
alifatici C9-C12	<64	979	<65	<69	783,5	<75
aromatici C9-C10	<16	<16	<16	<17	<16	<19
benzene	1,6	2,6	<1,6	1,7	2,6	1,9
toluene	1,9	2	<2	<1,7	5,7	2,1

TAB. 1
ARQUATA SCRIVIA

Concentrazioni nel medesimo punto in diverse giornate di campionamento). Dati espressi in µg/m³.

Le prime sono state prelevate e analizzate da Arpa Piemonte, le seconde da Arpa Liguria. Nei punti SG1 e SG8, a entrambe le profondità, il prelievo è stato eseguito allestendo due linee di campionamento in parallelo, entrambe a un flusso di 0,1 litri/minuto:

- la prima era dedicata al prelievo della fiala a desorbimento chimico, con durata di circa 5 ore
- la seconda era dedicata al prelievo di fiale per desorbimento termico, con due campioni in successione a inizio prelievo (10 e 20 minuti di durata) e due campioni in successione prelevati al termine del campionamento prelievo sull'altra linea (10 e 20 minuti), con inizio circa 4 ore dopo i precedenti.

Nei punti SG4 A e B sono stati ripetuti i prelievi della prima giornata. Sono quindi possibili tre tipi di confronti:

- variazione temporale delle concentrazioni nei medesimi punti, in due distinte giornate di prelievo, attraverso il confronto dei risultati delle fiale a desorbimento chimico
- variazioni analitiche tra fiale a desorbimento termico e fiale a desorbimento chimico, pur tenendo conto della diversa durata di prelievo
- variazioni di concentrazione nell'intervallo compreso fra inizio e fine del prelievo di 5 ore con fiale a desorbimento chimico, attraverso il confronto dei risultati delle fiale a desorbimento termico.

Tutti i risultati sono presentati nelle *tabelle 1 e 2*.

Ex fonderia di Rivarolo Canavese
 Presso il sito di Rivarolo Canavese sono presenti 4 pozzetti per il monitoraggio di *soil gas*, a una profondità di circa 1,5 metri. In due di essi sono stati ripetuti campionamenti di sostanze clorurate in tre giornate successive (29, 30 giugno e 1 luglio 2016), in condizioni meteorologiche stabili. In due giornate sono stati prelevati più campioni in successione, di durata di circa 40 minuti per campione. In questo modo è stato possibile verificare la variazione della concentrazione sia in prelievi immediatamente successivi, che in diversi giorni. In ciascuna giornata di prelievo è stato effettuato uno spurgo per un volume pari a circa 3 volte il volume della linea di prelievo.

La *figura 1* evidenzia i risultati analitici relativi al tricloroetilene e al tetracloroetilene. I prelievi sono stati effettuati tramite fiala in carbone attivo, e l'analisi successiva è stata eseguita in GC-MS dopo desorbimento con solvente.

TAB. 2
 ARQUATA SCRIVIA

Variazioni di concentrazione durante il prelievo e confronto fra fiale a desorbimento chimico e a desorbimento termico (sono riportati unicamente i risultati analitici relativi alle frazioni Madep).
 Dati espressi in µg/m³.

Inquinante		PUNTO SG1A durata complessiva 300 minuti			
		da min. 0 a 10	da min 10 a 30	da min 270 a 280	da min 280 a 300
Idrocarburi alifatici C5-C8	desorbimento termico	4831,8	872,4	1190,6	793
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	653			
Idrocarburi alifatici C9-C12	desorbimento termico	188,4	203,4	243	305
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	979			
Idrocarburi aromatici C9-C10	desorbimento termico	17,8	10,5	3,9	23
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<16			

Inquinante		PUNTO SG8B durata complessiva 300 minuti			
		da min. 0 a 10	da min 10 a 30	da min 270 a 280	da min 280 a 300
Idrocarburi alifatici C5-C8	desorbimento termico	73,8	31	1530	411
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<65			
Idrocarburi alifatici C9-C12	desorbimento termico	8,2	8,5	<0,1	5
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<65			
Idrocarburi aromatici C9-C10	desorbimento termico	<0,1	3,3	<0,1	<0,1
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<16			

Inquinante		PUNTO SG8A durata complessiva 300 minuti			
		da min. 0 a 10	da min 10 a 30	da min 270 a 280	da min 280 a 300
Idrocarburi alifatici C5-C8	desorbimento termico	876,6	3325	8085	49
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<69			
Idrocarburi alifatici C9-C12	desorbimento termico	38,5	222	74	23
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<69			
Idrocarburi aromatici C9-C10	desorbimento termico	<0,1	3	7	<0,1
	desorbimento chimico (durata: 300 minuti)	<17			





Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti, si ritiene che possano essere tratte le conclusioni seguenti. Nel sito di Rivarolo Canavese la variabilità fra le concentrazioni riscontrate nelle diverse giornate di campionamento è relativamente contenuta, e le concentrazioni dei due inquinanti principali hanno andamenti simili fra loro. Si osservano variazioni importanti soprattutto per il parametro tetracloroetilene, ma non in misura tale da determinare variazioni di rilievo nel calcolo del rischio da inalazione di vapori.

Nel sito di Arquata Scrivia le concentrazioni misurate negli stessi punti in giorni diversi appaiono confrontabili. Emergono invece differenze non trascurabili fra i campionamenti eseguiti con le fiale a desorbimento termico e

quelle a desorbimento chimico, che si ritiene possano dipendere almeno in parte dalla durata di prelievo, sensibilmente differente. Anche nei monitoraggi eseguiti all'inizio e alla fine del periodo di campionamento di 5 ore vi sono differenze importanti, che possono indicare una difficoltà a raggiungere condizioni di equilibrio nel sottosuolo. Tale aspetto merita ulteriori approfondimenti, ma i dati sperimentali evidenziano l'importanza di tempi di prelievo sufficientemente lunghi, eventualmente utilizzando più fiale poste in serie per evitare fenomeni di saturazione.

Marco Fontana¹, Cristina Bertello¹, Paolo Fornetti¹, Maura Albertazzi¹, Carlo Manzo¹, Maurizio Garbarino², Luisa Rivara², Daniela Fanutza²

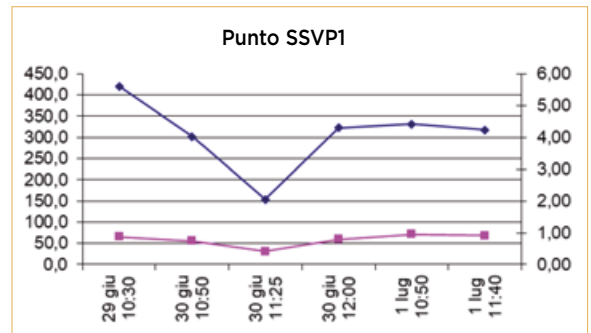
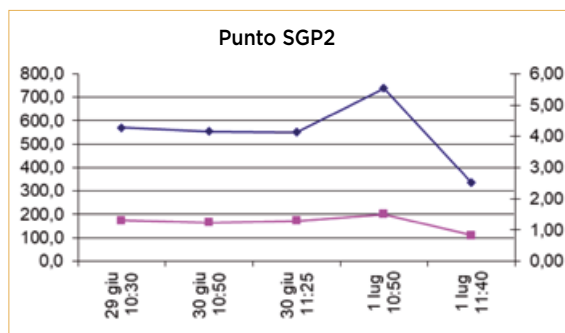
1. Arpa Piemonte
2. Arpa Liguria

FIG 1
RIVAROLO CANAVESE

Variazioni di concentrazione di tricloroetilene e tetracloroetilene.

Dati espressi in mg/m³.

◆ Tetracloroetilene
■ Tricloroetilene



CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

Nell'ambito dei monitoraggi dei *soil gas*, Thearen ha sviluppato, in collaborazione con il Politecnico di Milano, una camera di flusso dinamica, diventata brevetto italiano e brevetto internazionale, con caratteristiche innovative che permettono la rapida e rappresentativa misura dei vapori in emissione da sottosuolo. L'apparecchiatura si presenta con sezione circolare, a tetto piano, dotata di un sistema frangivento, costruita interamente in materiale inerte (Ptfe) e con un sistema di insufflaggio del gas vettore a geometria elicoidale multiforo che garantisce la totale miscelazione dei gas. La camera è attrezzata con sensori per la misura e la registrazione in continuo, per l'intera durata della prova, del differenziale di pressione tra interno camera e atmosfera, della concentrazione di ossigeno, della temperatura e umidità relativa all'interno della camera. Il flusso di gas vettore è regolato, misurato e registrato in continuo tramite un *mass flow controller*.

Una volta raggiunte condizioni di equilibrio, il gas vettore, a contatto con il terreno, si arricchisce dei composti volatili in emissione, che vengono determinati nel flusso in uscita mediante specifici metodi di captazione e analisi (canister, fiale)

Nella progettazione della camera dinamica sono stati risolti i limiti principali delle camere di flusso tradizionali, realizzando:

- un sistema frangivento per evitare l'intrusione del vento che compromette l'isolamento dall'ambiente, apportando bias negativi
- una fluidodinamica interna validata per garantire completa miscelazione dei gas e differenza di pressione non superiore a 1-2 Pa
- una completa inerzia fisica/chimica e termica utilizzando solo ed esclusivamente materiali inerti (Ptfe) e di spessore opportuno.

I risultati ottenuti dalla misura vengono espressi in termini di flusso emesso (massa di inquinante emesso per unità di superficie, definita dall'area coperta della *flux chamber*, nell'unità di tempo), tenendo conto della portata di gas vettore inviato all'interno della camera.

$$F = \frac{C_{out} \cdot Q_{in}}{S}$$

$$\left[\frac{mg}{Nm^3} \cdot \frac{Nm^3}{h} \cdot \frac{1}{m^2} \right] = \left[\frac{mg}{h \cdot m^2} \right]$$

dove:

C_{out} = concentrazione di inquinante misurata in camera

Q_{in} = portata di gas vettore introdotto in camera - 4 e 4,5 l/min

S = area utile di terreno coperta dalla camera - diametro interno della camera 50 cm

Il volume utile interno alla camera dinamica è di circa 40l. il tempo di ricambio a un flusso di 4 l/min è di circa 10 minuti.

Luca Spinelli
Thearen, www.thearen.com

