



Regione  
Lombardia



# Il Progetto PLUMES

dott. geol. Madela Torretta - dott. Paola Canepa

ARPA Lombardia - U. O. Bonifiche di Siti di Interesse Significativo e Analisi di Rischio,

**Contaminazione delle acque sotterranee  
e tecnologie innovative di bonifica in Lombardia**

---

Milano, 28 Settembre 2015

Con Delibera di Giunta Regionale 23 maggio 2012 – n. IX/3510 "Realizzazione degli interventi di bonifica ai sensi dell'art. 250 del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – programmazione economico – finanziaria 2012 – 2014" Regione Lombardia ha finanziato i Programmi di Intervento provinciali, per la definizione di plumes di contaminazione alle Province, e ad ARPA Lombardia per la modellistica idrogeologica di alcune aree più significative. I programmi finanziati riguardano tutte le diverse province lombarde fatta eccezione per quelle di Cremona e Sondrio (All. 2 D.g.r. IX/3510 del 2012)

## OBIETTIVI dei Programmi di Intervento

- Definizione della **geometria dei plumes** di contaminazione delle acque sotterranee oggetto di finanziamento;
- individuazione delle **sorgenti di contaminazione** e definizione delle **misure di messa in sicurezza del sito**

## ➤ Convenzioni Province - Dipartimenti ARPA

per il campionamento e l'analisi delle acque sotterranee

Province di Bergamo, Brescia, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Monza e Brianza

Contaminazione da Solventi Clorurati e Cr VI



## Modellistica di flusso e trasporto

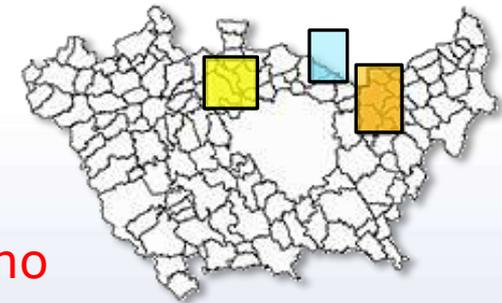
In collaborazione con l'Università Statale di Milano e il Politecnico di Milano per la realizzazione di:

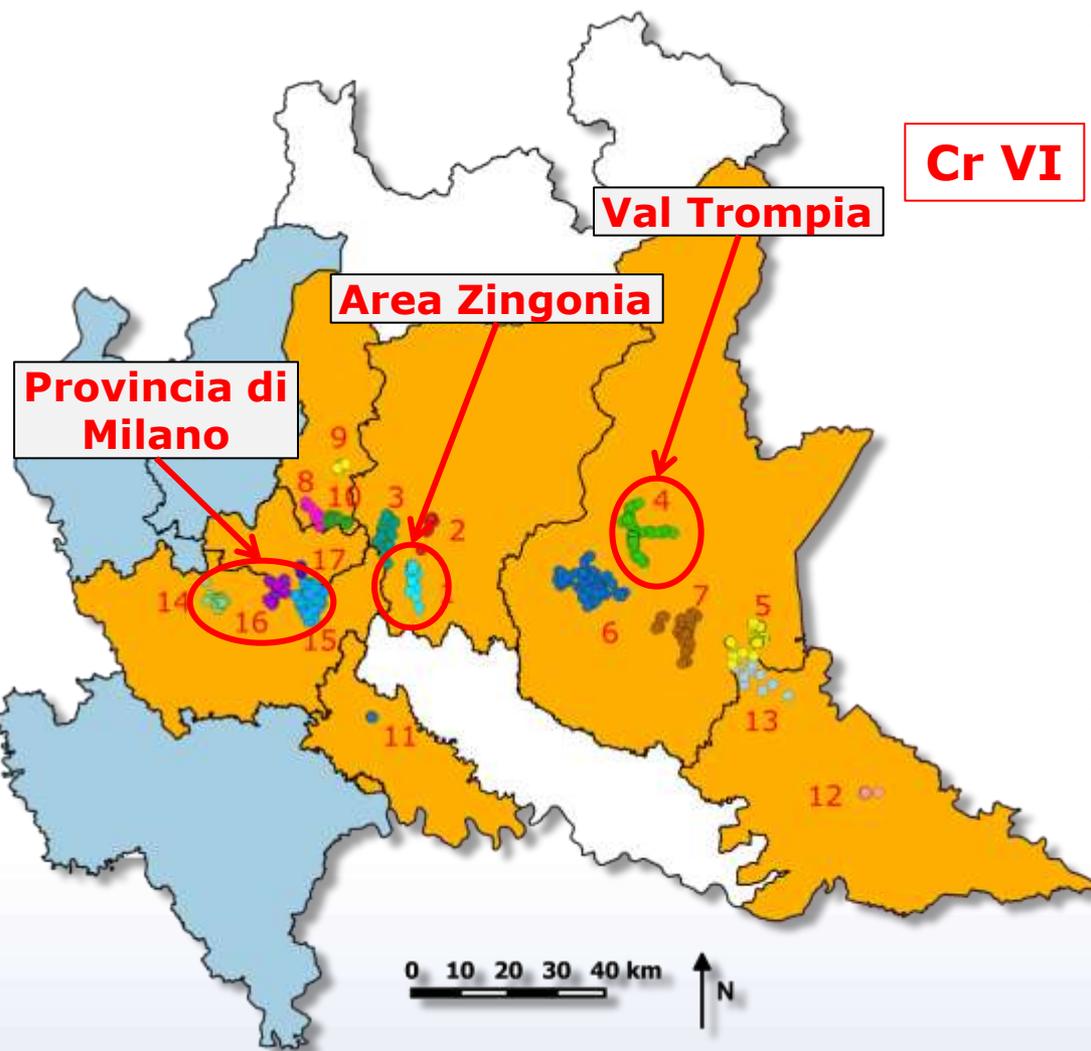
- Modelli idrogeologici a scala di bacino:

Ticino-Adda e Adda-Oglio

- Modelli di flusso e trasporto in Provincia di Bergamo e in Provincia di Milano.

Provincia di Milano  
Aree modellizzate





**Cr VI**

## Provincia di BERGAMO

- 1 Area Zingonia (Comuni di Verdellino, Ciserano, Arcene, Castel Rozzone, Treviglio)
- 2 Comuni di Bergamo, Stezzano, Levate, Verdello, Comun Nuovo
- 3 Area Isola Bergamasca (Comuni di Madone, Bottanuco, Chignolo d'Isola, Filago, Capriate S.G., Brembate)

## Provincia di BRESCIA

- 4 Val Trompia
- 5 Comuni di Desenzano, Lonato
- 6 Ovest Bresciano (Comuni di Castegnato, Paderno Franciacorta, Ospitaletto, Passirano)
- 7 Comuni di Mazzano, Castenedolo, Montichiari

## Provincia di LECCO

- 8 Comune di Missaglia
- 9 Comune di Valgrehentino
- 10 Comune di Osnago, Verderio Superiore e Verderio Inferiore

## Provincia di LODI

- 11 Comune di Lodi (punto vendita Total - ex Agip in Via Sant'Angelo)

## Provincia di MANTOVA

- 12 Comune di Mantova
- 13 Alto Mantovano (Comuni di Castiglione delle Stiviere, Cavriana, Goito, Guidizzolo, Medole, Monzambano, Ponti sul Mincio, Solferino e Volta Mantovana)

## Provincia di MILANO

- 14 Area Nord-Ovest Milano (Comuni di Arese, Baranzate, Bollate, Garbagnate, Lainate, Milano (parte), Pero, Rho)
- 15 Comuni di Pioltello, Rodano
- 16 Comune di Sesto San Giovanni

## Provincia di MONZA BRIANZA

- 17 Area industriale di Viale Sicilia

Provincia	Data di scadenza	Programma di intervento	Contaminante	N. campagne eseguite	N. punti campionati	Stato dell'arte	
<b>BERGAMO</b>	31/12/2013 Nuovo incarico in corso di valutazione	Area Zingonia	Cr VI	<b>4</b> (feb, apr, lug e ott 2013)	<b>28</b>	Individuata sorgente	
		Comuni di Bergamo, Stezzano, Levate, Verdello, Comun Nuovo	Solventi Clorurati		<b>15</b>	Individuato areale	
		Area Isola Bergamasca	Freon 141 B	<b>3</b> (dic 2012, mag e ott 2013)	<b>23</b>	Individuato areale	
<b>BRESCIA</b>	Prorogata al 31/03/2016	Val Trompia	Cr VI e Solventi Clorurati	1 delle 2 previste (set-dic 2014)	99	In corso	
		Comune di Brescia (sito Caffaro)		Progetto dedicato		In corso	
		Comuni di Desenzano, Lonato	Solventi Clorurati	1° campagna in corso	50 (previsti)	In corso	
		Ovest Bresciano		1 delle 2 previste (ott 2014-mar 2015)		50	In corso
		Comuni di Mazzano, Castenedolo, Montichiari		1 delle 2 previste		73	In corso
<b>LECCO</b>	30/04/2015	Comune di Missaglia	Solventi Clorurati	<b>2</b> (giu-lug e dic 2014)	<b>10</b>	Individuato areale	
		Comune di Valgrehentino			<b>10</b>	Individuata sorgente	
		Comune di Osnago, Verderio Superiore e Verderio Inferiore			<b>12</b>	Individuato areale	

# Programmi di Intervento: SINTESI ATTIVITA' SVOLTA

Provincia	Durata convenzione	Programma di intervento	Contaminante	N. campagne eseguite	N. punti campionati	Stato dell'arte
<b>LODI</b>	Proroga in corso di definizione	Comune di Lodi (sito «ex SAEL - zona ospedale)	Solventi Clorurati	Non ancora realizzati in quanto in attesa di terebrare i piezometri di controllo		
		Comune di Fombio	Solventi Clorurati			
		Comune di Sordio	Arsenico			
		Comune di Lodi (punto vendita Total - ex Agip in Via Sant'Angelo)	Solventi Clorurati	<b>2</b> (una nel 2012 e una nel 2013)	<b>11</b>	Individuato areale
<b>MANTOVA</b>	2/08/2015 Nuova proroga in corso di definizione	Comune di Mantova	Solventi Clorurati	3 delle 6 previste	<b>11</b>	In corso
		Alto Mantovano			<b>41</b>	In corso
<b>MILANO</b>	31/12/2014	Area Nord-Ovest Milano	Cr VI e Solventi Clorurati	<b>2</b>	<b>33</b>	Individuate alcune sorgenti
		Comuni di Pioltello, Rodano	Cr VI , Solventi Clorurati e IPA	<b>2</b>	<b>44</b>	Individuato areale
		Comune di Sesto San Giovanni	Cr VI , Solventi Clorurati, IPA, Fe, Hg, Nitriti, Mn e Idrocarburi totali	<b>2</b>	<b>56</b>	Individuato areale
<b>MONZA BRIANZA</b>	31/12/2013 Nuovo incarico in corso di valutazione	Area industriale di Viale Sicilia	Solventi Clorurati, Idrocarburi e BTEX	<b>2</b> (giu. e nov. 2013)	<b>4</b>	Individuata sorgente

28 Settembre 2015

Contaminazione delle acque sotterranee e tecnologie innovative di bonifica in Lombardia

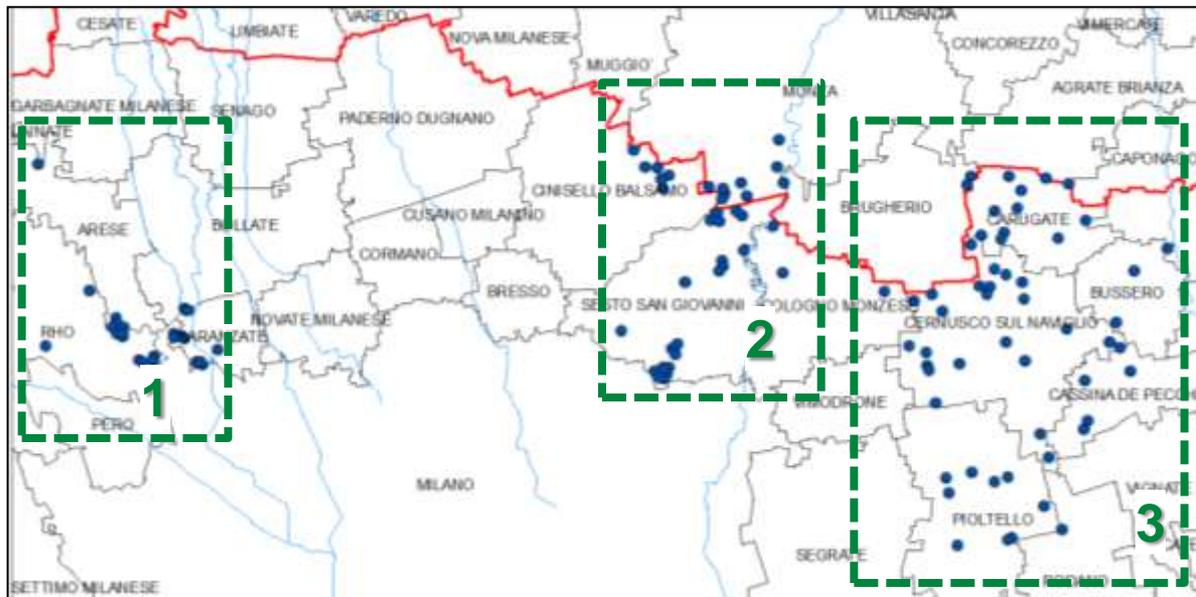
Il Progetto PLUMES

dott. Madela Torretta – dott. Paola Canepa

Per evidenziare nel dettaglio come si è operato si illustra di seguito il lavoro svolto in **Provincia di Milano**.

## Aree oggetto di studio:

1. Nord-Ovest Milano (33 punti);
2. SIN di Sesto S.G. (44 punti);
3. SIN Polo Chimico di Pioltello-Rodano (56 punti)



## Attività ed obiettivi dipartimentali:

- 2 **campagne di monitoraggio** quali-quantitativo per ciascuna area (marzo e settembre 2014);
- valutazione delle **pressioni esistenti** nelle aree oggetto di studio;
- interpretazioni dei dati;
- indicazioni sulle possibile **sorgenti delle contaminazioni**.

# Modellistica di flusso e trasporto in Provincia di Milano (1/2)

La modellistica di flusso e trasporto è stata applicata in tutte le 3 aree oggetto dei Programmi di Intervento finanziati in Provincia di Milano.

Obiettivo dell'attività era quello di:

- individuare i possibili **recettori sensibili**
- supportare l'identificazione delle **sorgenti di contaminazione**

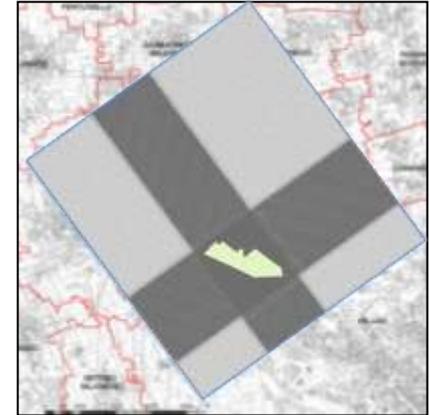
L'attività si è articolata nelle seguenti fasi successive:

1. definizione del **modello concettuale** descrittivo dei caratteri idrogeologici dell'area e delle condizioni al contorno che ha portato alla:
  - ricostruzione delle geometrie e delle caratteristiche idrauliche degli **acquiferi A** e **B** della pianura lombarda sulla base delle stratigrafie di pozzi/piezometri esistenti, degli studi pregressi del CAP e della Provincia di Milano, dello studio ENI-Regione Lombardia del 2002 e del Progetto CARG;
  - stima degli **scambi idrici** tra il reticolo idrico superficiale e la falda



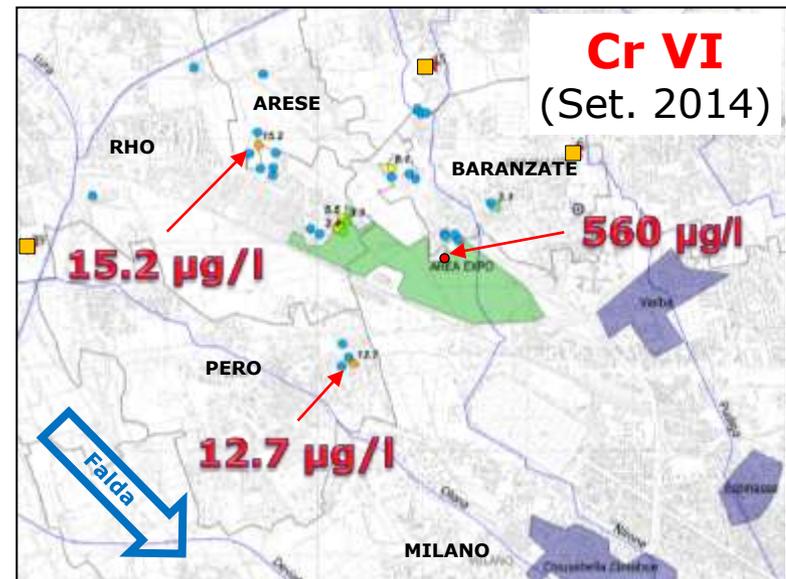
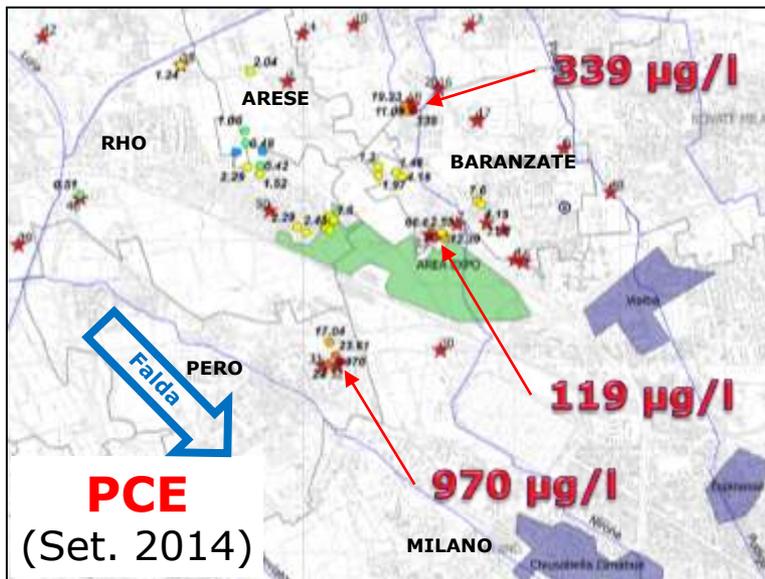
## 2. implementazione dei **modelli di flusso** per la simulazione del flusso idrico sotterraneo in cui:

- le aree oggetto di studio (64 - 173 Km<sup>2</sup>) sono state discretizzate con **griglie 3D** con celle di 50 m per lato (5 m in aree critiche) e un n. di strati variabile tra 3 e 5;
- le **condizioni al contorno** sono state assegnate in base ai risultati delle campagne piezometriche eseguite ad hoc per la taratura del modello;
- la **conducibilità idraulica** è stata stimata dalle informazioni stratigrafiche e dalle prove di portata disponibili

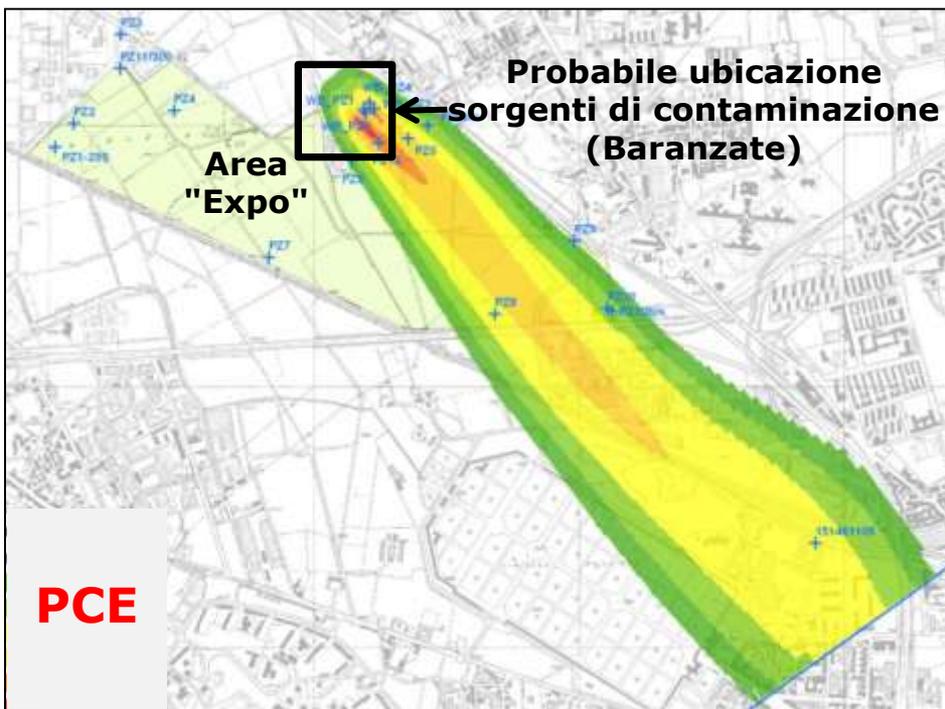


## 3. implementazione dei **modelli di trasporto** per la simulazione della propagazione dei contaminanti negli acquiferi che:

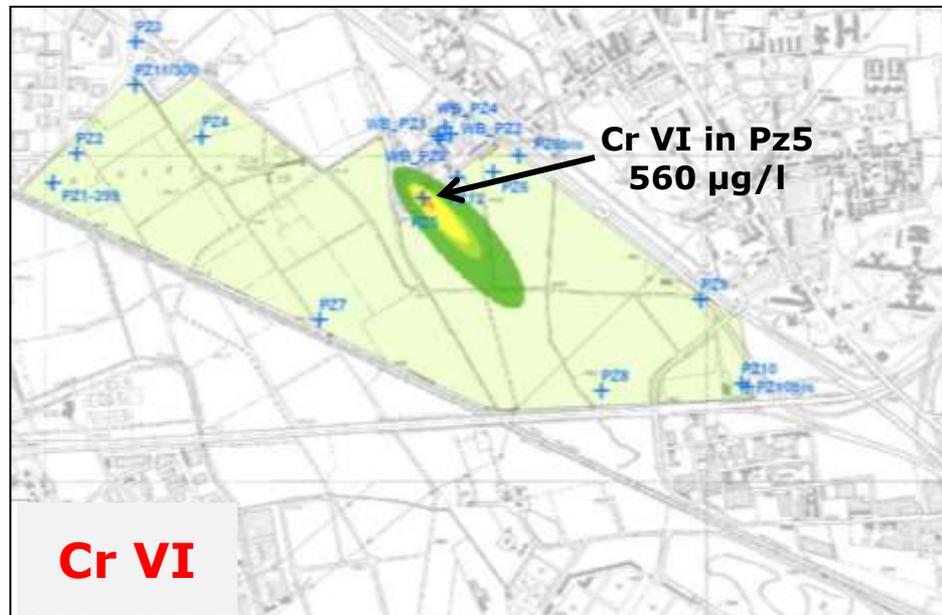
- sono basati sulla **caratterizzazione dello stato di contaminazione** dei siti effettuata mediante l'analisi dei dati chimici disponibili dagli anni '60 al 2014 (SIF della Provincia di Milano, di Metropolitana Milanese, AMIACQUE e ARPA);
- sono stati utilizzati per verificare **diversi scenari di contaminazione** in funzione di diverse possibili sorgenti;



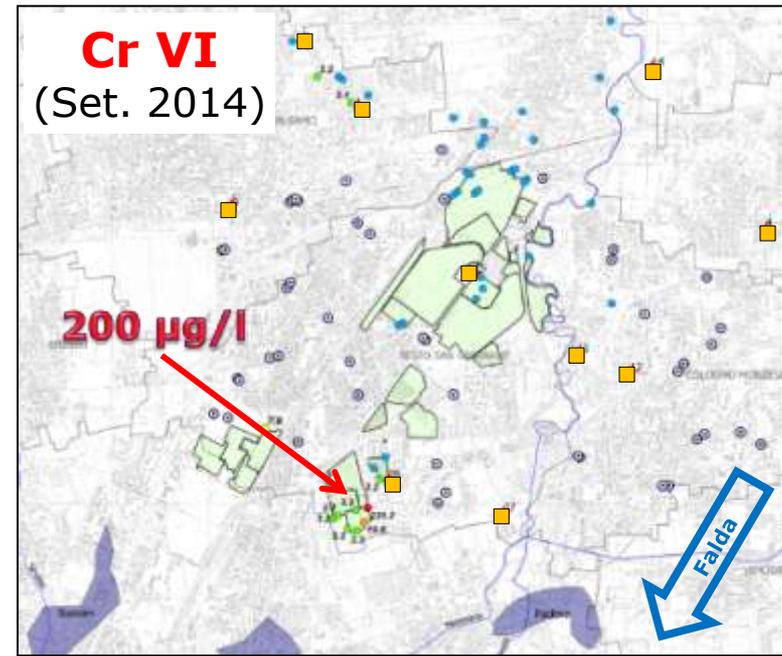
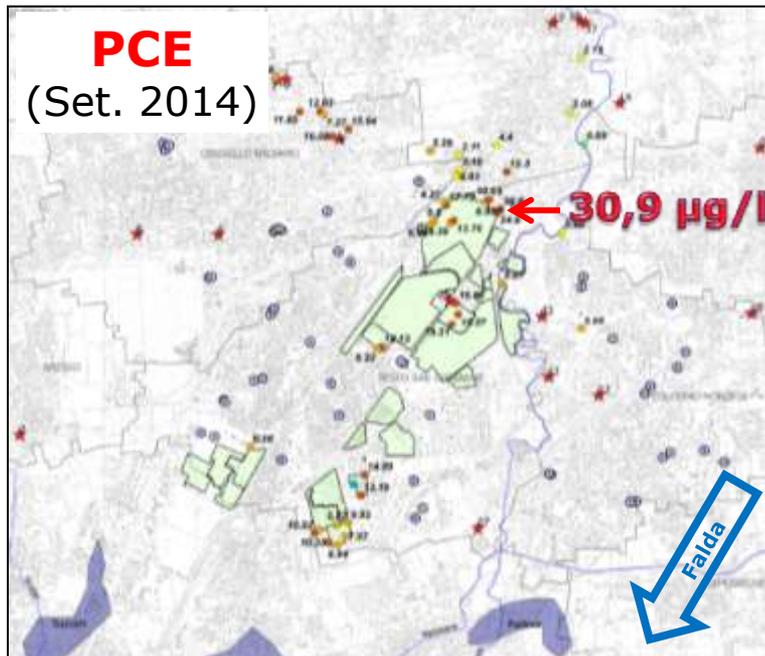
- **Contaminazione** diffusa da tetracloroetilene (PCE), tricloroetilene (TCE) e Cloroformio (TCM), più critica nella zona di Baranzate e nell'area industriale di Pero e contaminazione da Cr VI presente a sud di Arese e nella zona industriale di Pero oltre ad un piezometro all'interno dell'area Expo
- **Pressioni antropiche:** tutte le attività produttive che utilizzano o hanno utilizzato composti organo-alogenati e Cr VI
- **Recettori sensibili:** Area Expo e Centrali Acquedotto Milano (Vialba, Espinasse, Chiusabella/Cimabue, Novara e San Siro)



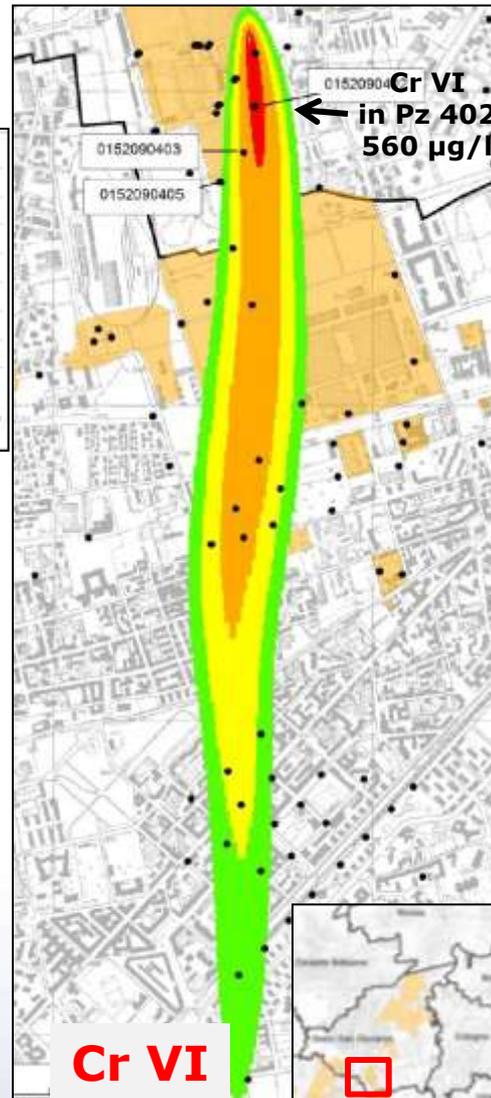
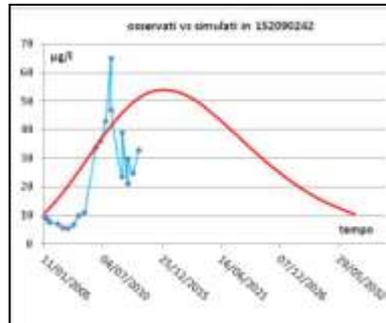
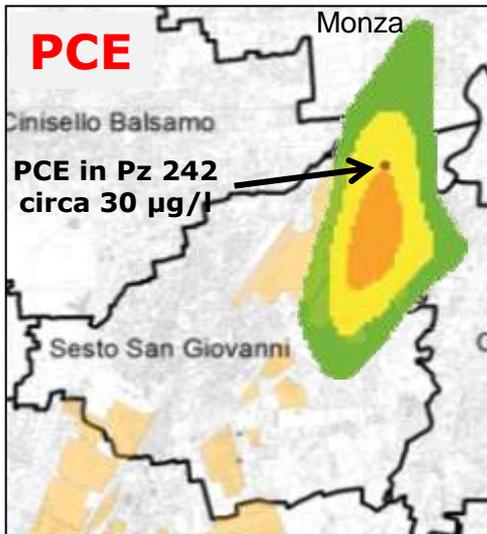
Le simulazioni effettuate indicano la presenza di 2 sorgenti attive. In base ai risultati delle simulazioni il plume di PCE ha un'estensione di oltre 2 Km e, a valle dell'area Expo, ha una larghezza di 500 m.



Il modello di trasporto è stato impiegato per valutare l'origine della contaminazione altalenante rilevata in area Expo. L'output modellistico che rispecchia più fedelmente i dati è quello in cui la sorgente è ubicata appena a monte idrogeologica del Pz5 fuori dal perimetro dell'area.



- **Contaminazione** diffusa da **PCE**, **TCE** e **TCM** con concentrazioni attuali dell'ordine di 30 µg/l a nord del SIN e contaminazione da **Cr VI** localizzata nel settore sud del SIN (acquifero superficiale)
- **Pressioni antropiche**: attività produttive che utilizzano o hanno utilizzato composti organo-alogenati e Cr VI
- **Recettori sensibili**: **Centrali Acquedotto Milano** e **pozzi idropotabili** di Cinisello Balsamo, Sesto S.G. e Cologno Monzese



Tra le varie simulazioni effettuate per la contaminazione da Cr VI nel settore sud del SIN, quella più corrispondente ai dati osservati indica che la sorgente è ubicata entro una distanza di circa 300 m dal piezometro contaminato; sono in corso di realizzazione piezometri ad hoc per identificarne la posizione

E' stata simulata una sorgente 2 Km a monte del piezometro contaminato in comune di Monza, ma la variazione temporale delle concentrazioni simulate è molto diversa da quella osservata in campo; si ritiene pertanto che esista un'ulteriore sorgente ubicata nell'areale prossimo al confine comunale di Sesto S.G.

- I Programmi di Intervento provinciale hanno permesso:
  - di individuare la sorgente di contaminazione in 4 casi tra quelli studiati ;
  - di circoscrivere, in tutte le altre situazioni, un areale di probabile ubicazione delle sorgenti che ha consentito l'avvio di indagini integrative.
- In situazioni di particolare complessità (Province di Milano e Bergamo) l'applicazione di modelli matematici di flusso e trasporto ha consentito di:
  - restringere gli areali di probabile ubicazione delle sorgenti;
  - definire l'ubicazione ottimale di eventuali indagini integrative;
  - valutare l'evoluzione dei plumes nel tempo, programmare e verificare l'efficienza/efficacia di attività di risanamento/contenimento e formulare delle previsioni circa i recettori sensibili