



# Validazione dati nelle misure in campo di aeriformi



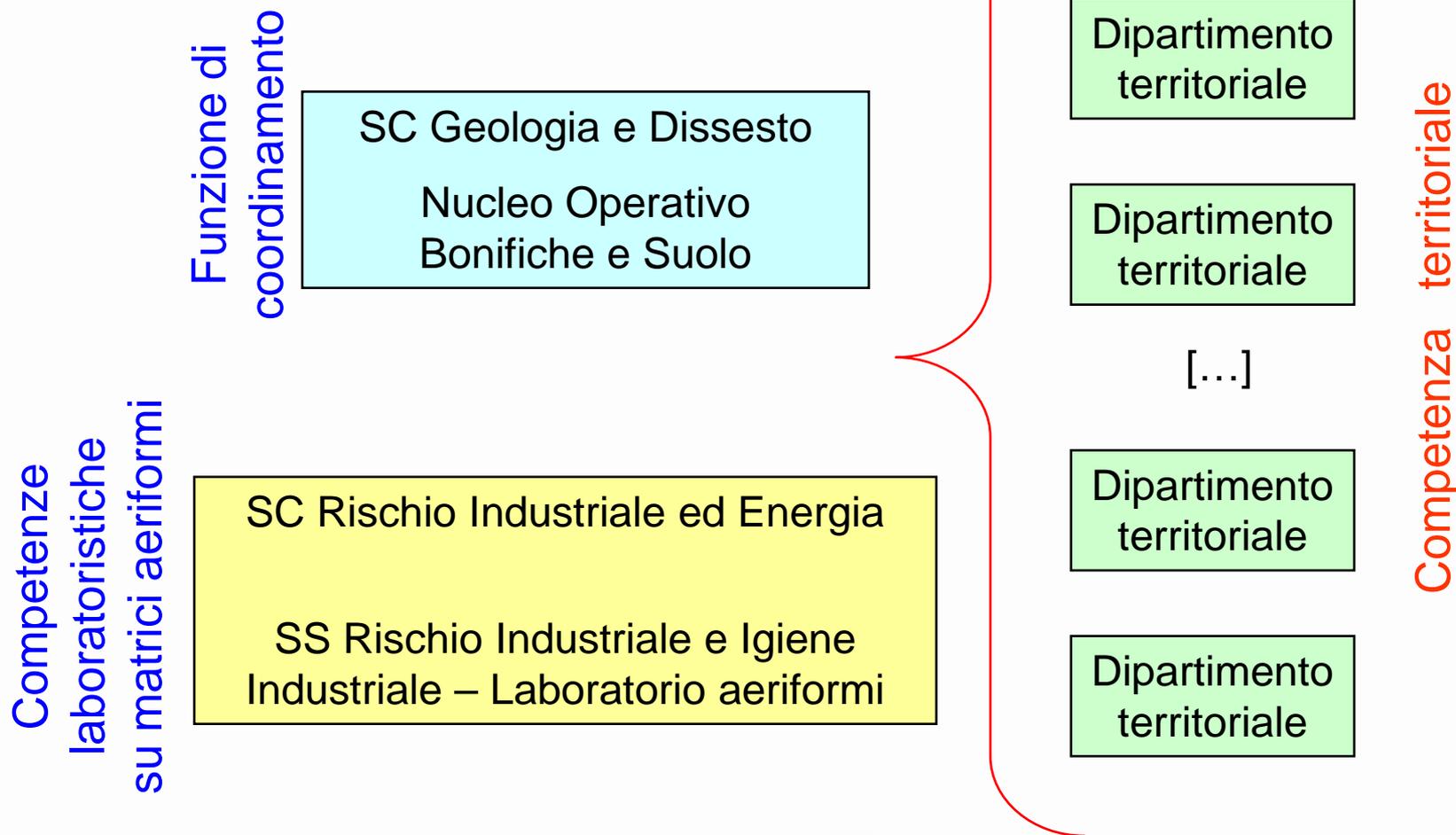
**Maurizio Di Tonno**  
*Nucleo Operativo Bonifiche e Suolo*

**Marco Fontana, Maria Radeschi**  
*Rischio industriale ed Igiene industriale*

Roma, 29 Gennaio 2015



# Competenze sui siti contaminati in Arpa Piemonte



# Utilizzo delle misure sperimentali di aeriformi nelle pratiche ambientali

	Fase della procedura in cui sono state eseguite indagini dirette di aeriformi fra il 2010 e il 2014	Numero di procedimenti
Verifica modelli di trasoporto	A valle dell'AdR per valutare la possibilità di escludere il percorso di inalazione	2
	A valle dell'AdR per valutare i percorsi di volatilizzazione e le reali condizioni di rischio in confronto ai valori attesi dal modello	15
	Monitoraggio durante i lavori di bonifica e ristrutturazione edilizi	3
	Verifica per accertare il complemento della bonifica	3
Finalità di tipo sanitario	Intervento richiesto dalla CdS per accertare il reale stato di esposizione dei residenti / lavoratori presenti sul sito	7
	Indagine extraprocedimentale effettuata da Arpa su richiesta dell'ASL per accertare la reale qualità dell'aria negli ambienti scolastici	1

31

# Validazione dell'intero percorso analitico dal prelievo del campione alla restituzione del dato

## Caratterizzazione:

suolo, sottosuolo, acque sotterranee

- matrici ambientali definite dal D. Lgs. 152/06
- esistenza valori limite (CSC)
- metodi di prelievo consolidati
- esistenza metodiche analitiche ufficiali

## Monitoraggio di aeriformi

- La norma sulle bonifiche non parla di aeriformi come matrice ambientale
- non esistono valori limite applicabili
- metodi di prelievo ancora sperimentali
- assenza di metodo di riferimento nazionale per analisi soil gas su fiala di carbone

# GdL presso MATTM: Linee-guida per l'applicazione dell'analisi di rischio sito-specifica

si ritiene condivisibile l'utilizzo di dati derivanti da misure dirette (soil- gas e/o aria ambiente e/o camera di flusso, etc. ) rappresentative del fenomeno studiato, per:

- l' esclusione del percorso di volatilizzazione (fase di costruzione del modello concettuale del sito),
- la verifica in itinere dei risultati dei modelli di calcolo dell'analisi di rischio
- il monitoraggio dell'efficienza/efficacia degli interventi di messa in sicurezza e bonifica sia in fase di esercizio che in fase di collaudo degli interventi.



# Misure in campo di aeriformi, obiettivi dell'indagine secondo Linee-guida GdL MATTM

Fase dell'iter di bonifica	Obiettivo dell'indagine
Caratterizzazione	<del>Indagine qualitativa per ubicare correttamente le indagini geognostiche</del>
	Esclusione del percorso di volatilizzazione
Analisi di Rischio	Verifica dei risultati attesi dai modelli di calcolo dell'analisi di rischio
	<del>Misura di parametri da utilizzare come dati di input nel modello di simulazione</del>
Bonifica	Monitoraggio dell'efficienza/efficacia degli interventi di messa in sicurezza e bonifica sia in fase di esercizio che in fase di collaudo degli interventi

# Utilizzo del dato

Esclusione del percorso  
di volatilizzazione

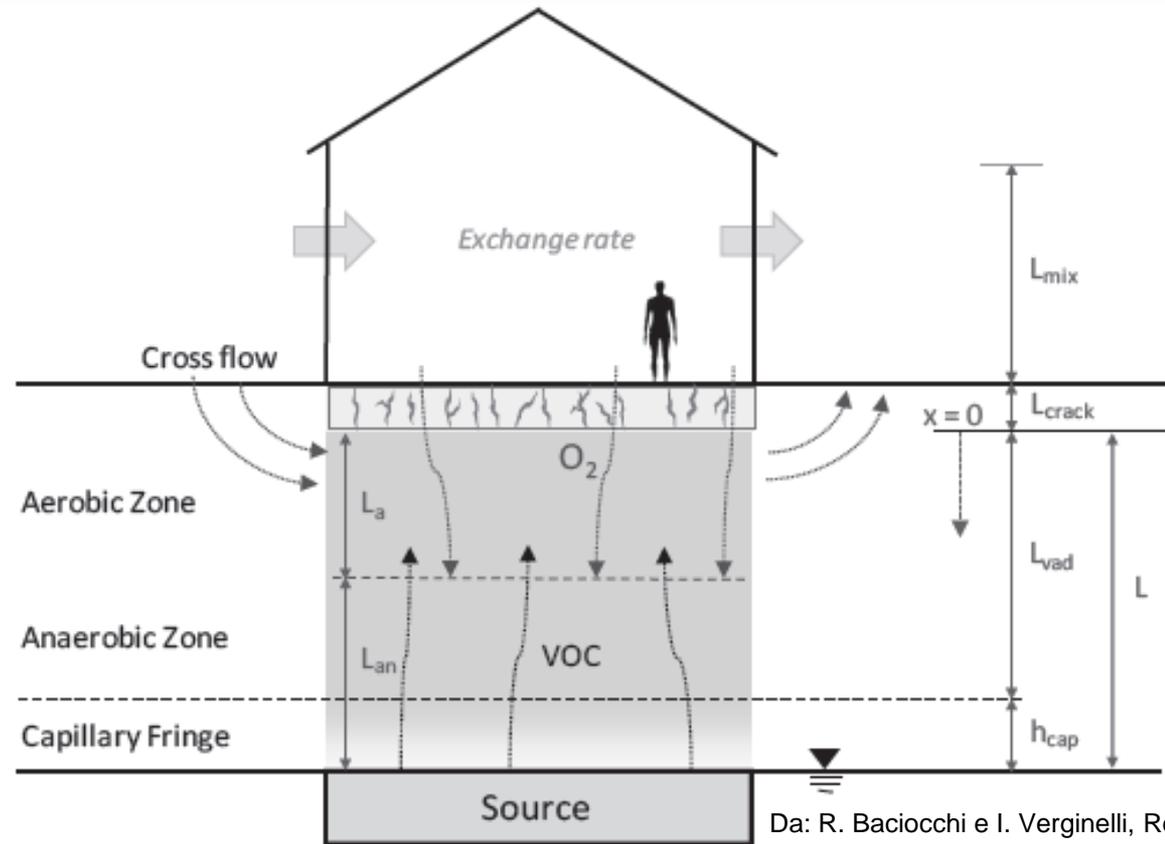
Occorre accordarsi sul significato di esclusione del percorso:

- L'esclusione del percorso si può avere quando esiste un' interruzione del percorso potenzialmente in grado di mettere in relazione la sorgente di contaminazione con il bersaglio
- Se il percorso è interrotto il rischio è sempre trascurabile
- Se il percorso è attivo il rischio può essere sia accettabile sia inaccettabile

Il Rischio accettabile è una condizione diversa dall'esclusione del percorso

## Esclusione del percorso di volatilizzazione

Per ipotizzare l'esclusione del percorso occorre un modello concettuale in grado di spiegare le cause che determinano l'interruzione del percorso.



Da: R. Baciocchi e I. Verginelli, Remtech 2013

## Esclusione del percorso di volatilizzazione

Come verificare l'interruzione del percorso attraverso misure sperimentali?

riscontrare in corrispondenza del bersaglio o in prossimità di esso l'assenza di inquinanti volatili riconducibili alla sorgente di contaminazione.

Condizioni da soddisfare:

- concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità
- concentrazioni così basse da non avere effetti sanitari indesiderati osservabili

Critero di esclusione del percorso stabilito nell'Appendice V per l'applicazione dell'AdR ai punti vendita carburante

sostanze non cancerogene

Valori misurati inferiori alla  
Reference Concentration (RfC)

sostanze cancerogene

Valori misurati inferiori al rapporto  
tra il rischio individuale tollerabile e  
l' Inhalation Unit Risk (IUR)

Tabella - Valori di concentrazione accettabili nei gas interstiziali (RfC e TR/IUR) ai fini dell'esclusione del percorso di contaminazione

## Coordinamento Suolo e Bonifiche Commissione Vapor Intrusion



						ARPA Piemonte		
						LCL UNI EN 13649	LCL MADEP	LCL TO 15
						per 60 litri di campione e 1 ml di CS <sub>2</sub>	Analiti Target APH e Ranges Idrocarburi	
						fiale mg/m <sup>3</sup>	canister mg/m <sup>3</sup>	canister mg/m <sup>3</sup>
<b>Microinquinanti inorganici</b>								
Arsenico	7440-38-2	2,33E-07	5,93E-08	1,50E-05	3,83E-06			
Cianuri [a]	57-12-5							
Fluoruri	7782-41-4			1,30E-02	3,32E-03			
Mercurio	7439-97-6			3,00E-04	7,65E-05			
<b>Aromatici</b>								
Benzene	71-43-2	1,28E-04	3,27E-05	3,00E-02	7,65E-03	8,30E-04	1,00E-03	1,00E-03
Etilbenzene	100-41-4	4,00E-04	1,02E-04	1,00E+00	2,55E-01	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
Stirene	100-42-5			1,00E+00	2,55E-01	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
Toluene	108-88-3			5,00E+00	1,28E+00	8,30E-04	1,20E-03	1,20E-03
<i>m</i> -Xilene	108-38-3			1,00E-01	2,55E-02	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
<i>o</i> -Xilene	95-47-6			1,00E-01	2,55E-02	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
<i>p</i> -Xilene	106-42-3			1,00E-01	2,55E-02	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
Xileni	1330-20-7			1,00E-01	2,55E-02	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03

La tabella recepisce gli aggiornamenti della Banca dati ISS-Inail (Luglio 2014) ed è stata estesa a tutte le sostanze volatili e semivolatili.



# Coordinamento Suolo e Bonifiche Commissione Vapor Intrusion



						ARPA Piemonte		
						LCL UNI EN 13649	LCL MADEP	LCL TO 15
						per 60 litri di campione e 1 ml di CS <sub>2</sub>	Analiti Target APH e Ranges Idrocarburi	
						fiale mg/m <sup>3</sup>	canister mg/m <sup>3</sup>	canister mg/m <sup>3</sup>
<b>Alifatici clorurati cancerogeni</b>								
1,1,2,2-tetracloroetano	79-34-5					8,30E-04		2,30E-03
1,1,2-Tricloroetano	79-00-5	6,25E-05	1,59E-05	2,00E-04	5,10E-05	3,30E-04		1,80E-03
1,1-Dicloroetilene	75-35-4			2,00E-01	5,10E-02	8,30E-04		1,30E-03
1,2,3-Tricloropropano	96-18-4			3,00E-04	7,65E-05	3,30E-04		
1,2-Dicloroetano	107-06-2	3,85E-05	9,81E-06	7,00E-03	1,79E-03	8,30E-04		1,30E-03
1,2-Dicloropropano	78-87-5			4,00E-03	1,02E-03	8,30E-04		1,50E-03
Clorometano	74-87-3	5,56E-04	1,42E-04	9,00E-02	2,30E-02			7,00E-04
Cloruro di vinile	75-01-4	2,27E-04	1,14E-04	1,00E-01	2,55E-02	8,30E-04		8,40E-03
Diclorometano	75-09-2	1,00E-01	3,33E-02	6,00E-01	1,52E-01	3,30E-03		3,80E-03
Tetracloroetilene (PCE)	127-18-4	3,85E-03	9,81E-04	4,00E-02	1,02E-02	8,30E-04		2,20E-03
Tricloroetilene	79-01-6	2,44E-04	8,13E-05	2,00E-03	5,10E-04	3,30E-04		1,80E-03
Triclorometano	67-66-3	4,35E-05	1,11E-05	9,80E-02	2,50E-02	8,30E-04		1,60E-03
Esaclorobutadiene	87-68-3					8,30E-04		3,50E-03
<b>Alifatici alogenati cancerogeni</b>								
1,2-Dibromoetano	106-93-4	1,67E-06	4,25E-07	9,00E-03	2,30E-03			2,50E-03
Bromodiclorometano	75-27-4	2,70E-05	6,89E-06			8,30E-04		2,20E-03
Dibromoclorometano	124-48-1					8,30E-04		2,80E-03
Tribromometano (bromoformio)	75-25-2					8,30E-04		3,40E-03

Sostanza	LCL UNI EN 13649	LCL MADEP	LCL TO 15
	per 60 litri di campione e 1 ml di CS <sub>2</sub>	Analiti Target APH e Ranges Idrocarburi	
	fiale mg/m <sup>3</sup>	canister mg/m <sup>3</sup>	canister mg/m <sup>3</sup>
Benzene	8,30E-04	1,00E-03	1,00E-03
Etilbenzene	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
Stirene	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
Toluene	8,30E-04	1,20E-03	1,20E-03
<i>m</i> -Xilene	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
<i>o</i> -Xilene	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
<i>p</i> -Xilene	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
Xileni	8,30E-04	1,40E-03	1,40E-03
1,1,2,2-tetracloroetano	8,30E-04		2,30E-03
1,1,2-Tricloroetano	3,30E-04		1,80E-03
1,1-Dicloroetilene	8,30E-04		1,30E-03
1,2,3-Tricloropropano	3,30E-04		
1,2-Dicloroetano	8,30E-04		1,30E-03
1,2-Dicloropropano	8,30E-04		1,50E-03
Clorometano			7,00E-04
Cloruro di vinile	8,30E-04		8,40E-03
Diclorometano	3,30E-03		3,80E-03
Tetracloroetilene (PCE)	8,30E-04		2,20E-03
Tricloroetilene	3,30E-04		1,80E-03
Triclorometano	8,30E-04		1,60E-03
Esaclorobutadiene	8,30E-04		3,50E-03
1,1,1-Tricloroetano	8,30E-04		1,80E-03
1,1-Dicloroetano			1,30E-03
1,2-Dicloroetilene (miscela)			1,30E-03
1,2-Dibromoetano			2,50E-03
Bromodiclorometano	8,30E-04		2,20E-03
Dibromoclorometano	8,30E-04		2,80E-03
Tribromometano (bromoformio)	8,30E-04		3,40E-03
1,2,4-Triclorobenzene			2,40E-03
1,2-Diclorobenzene			2,00E-03
1,4-Diclorobenzene			2,00E-03
Monoclorobenzene			1,50E-03
MTBE			1,20E-03

#### Legenda

 non si può escludere rischio tossico per l'adulto

 non si può escludere rischio tossico per il bambino

 non si può escludere rischio cancerogeno per l'adulto

 non si può escludere rischio cancerogeno per il bambino

## Esclusione del percorso di volatilizzazione

Attualmente la criticità di alcune determinazioni analitiche in termini di sensibilità del metodo non consente, per alcune sostanze, di raggiungere i valori previsti dalle tabelle dalle banche dati :

Esempio : benzene, vinile cloruro, tricloroetilene

### **In tali condizioni**

**NON APPLICABILE IL CRITERIO DI ESCLUSIONE**  
stabilito nell'Appendice V



# Misure in campo di aeriformi, obiettivi dell'indagine secondo Linee-guida GdL MATTM

Fase dell'iter di bonifica	Obiettivo dell'indagine
Caratterizzazione	Esclusione del percorso di volatilizzazione
Analisi di Rischio	
Bonifica	Verifica dei risultati attesi dai modelli di calcolo dell'analisi di rischio Monitoraggio dell'efficienza/efficacia degli interventi di messa in sicurezza e bonifica sia in fase di esercizio che in fase di collaudo degli interventi



# Elementi di criticità nella misura sperimentale di aeriformi

- requisiti del sistema di campionamento
  - ✓ scelta dei materiali,
  - ✓ modalità di verifica della tenuta della linea di prelievo: “leak test” e “Shut-In test”,
  - ✓ validità della misura di O<sub>2</sub> come metodo indiretto per accertare la tenuta del sistema, tempi di campionamento)
- nel caso di valori di concentrazioni molto elevati nel soil gas:
  - ✓ opportunità di utilizzo di misuratori da campo
  - ✓ possibilità di fornire un risultato espresso come “*maggiore di ...*” e scelta della procedura di campionamento e analisi appropriata
  - ✓ nel caso SOV ad esempio si propone un campionamento su fiala di carbone e analisi con desorbimento chimico

# Elementi di criticità nella misura sperimentale di aeriformi

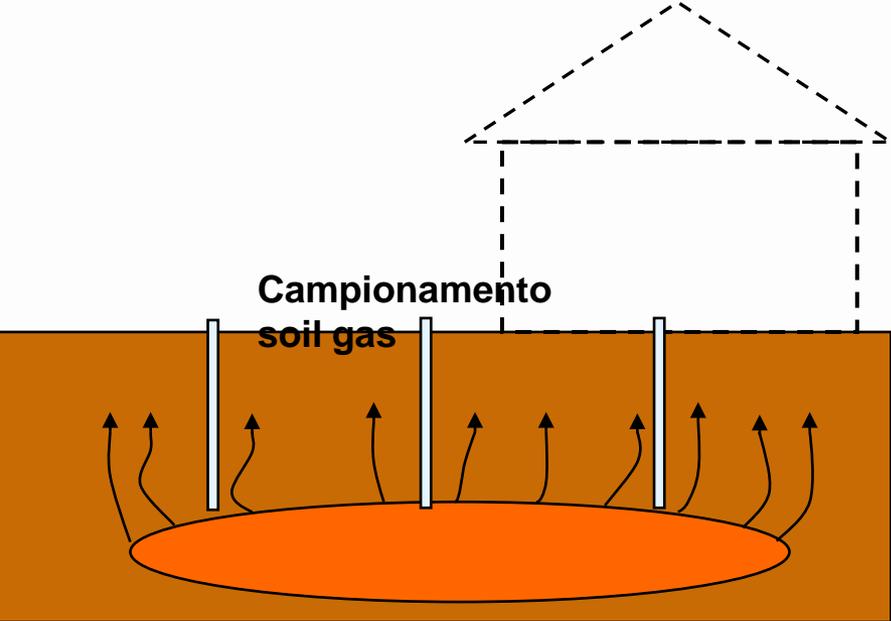
- definizione di strategie di monitoraggio comuni
- definizione di linee guida nazionali anche in campo analitico per stabilire le diverse performance dei metodi (campionamento diretto, campionamento indiretto di tipo attivo o passivo)
- formazione degli operatori e individuazione dei possibili margini di scostamento tra operazioni di campo e protocolli di campionamento approvati
- necessità approfondimento sul tema “Camere di flusso”

Sono in corso confronti spontanei fra le Arpa che si trovano ad affrontare questi temi. Occorre ricondurre le collaborazioni esistenti all'interno di un GdL nazionale



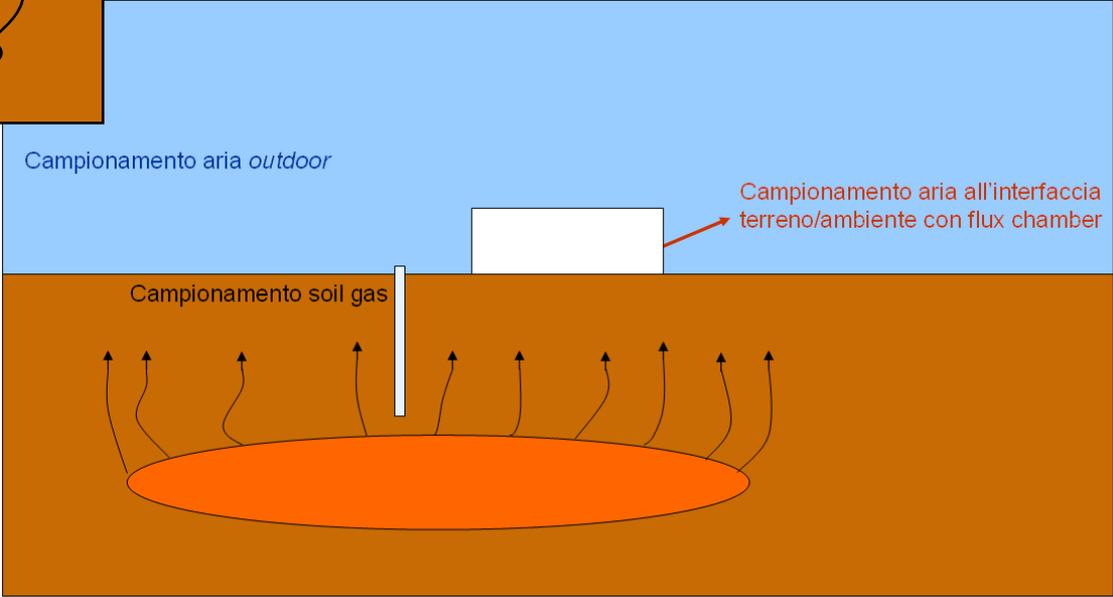
# Necessità di approfondimento su camere di flusso

Campionamento  
soil gas



Campionamento aria outdoor

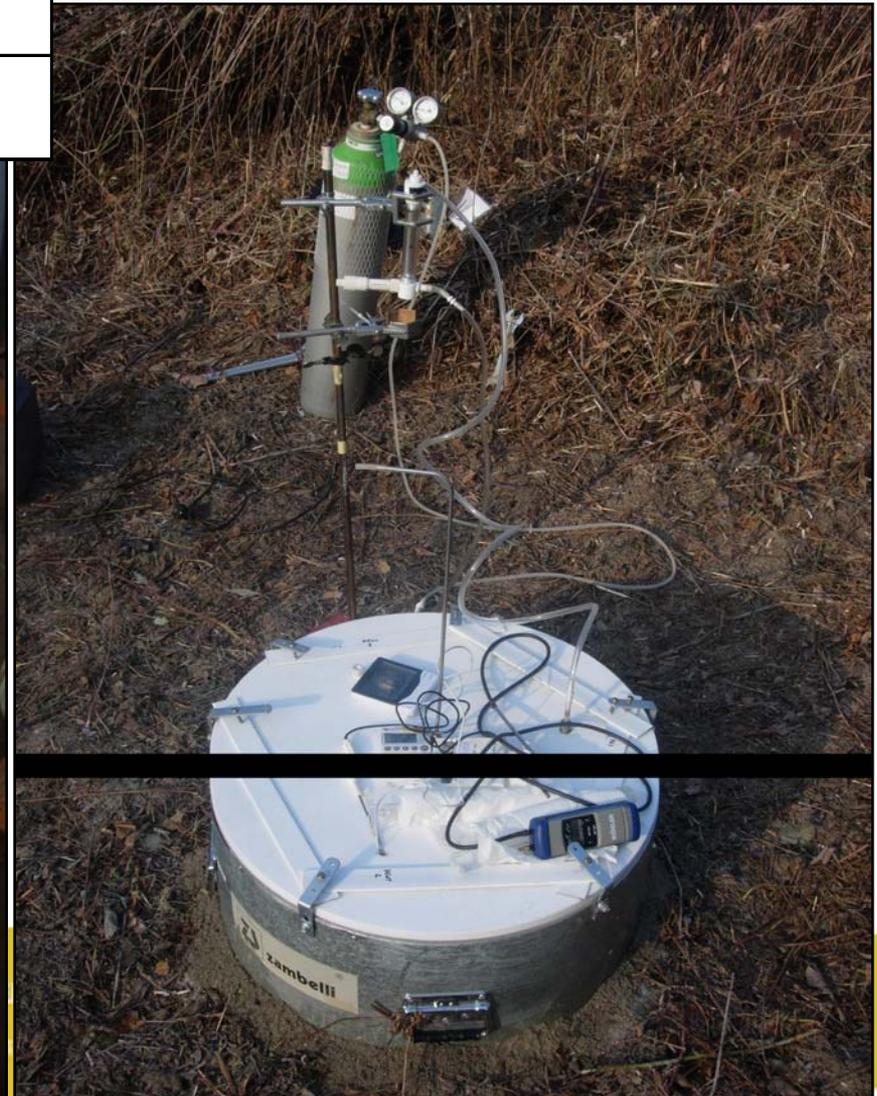
Campionamento aria all'interfaccia  
terreno/ambiente con flux chamber



# Necessità di approfondimento su camere di flusso

## Varie forme e modelli

	Standard USEPA	Politecnico di Milano	laboratorio privato
Volume (m <sub>3</sub> )	0,03	0,07371	0,28
Superficie coperta (m <sub>2</sub> )	0,13	0,29	1
Diametro base (cm)	40,6	67	113



# Necessità di approfondimento su camere di flusso

## Varie configurazioni operative

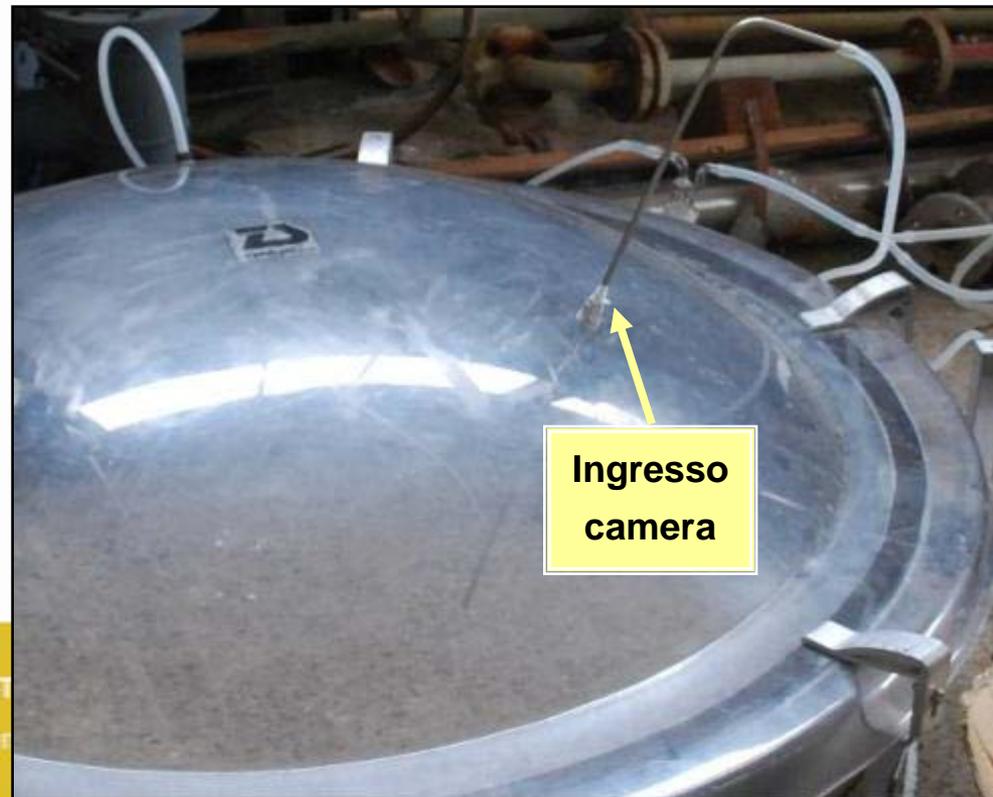
Misure effettuate con doppia configurazione



	configurazione 1	configurazione 2
portata in ingresso durante la fase di spurgo	5 l/min	5 l/min
spurgo	almeno 1 vol. camera (56 min)	almeno 3 vol. camera (168 min)
portata in ingresso durante la fase di esercizio	1,3 l/min	5 l/min
portata di campionamento	0,5 l/min	0,5 l/min
durata campionamento	6 h	6 h

# Necessità di approfondimento su camere di flusso

**Varie modalità di iniezione  
del gas vettore**



# Necessità di approfondimento su camere di flusso

## Fattori limitanti

- Tecnologia ancora sperimentale
  - ✓ le agenzie non dispongono di proprie camere di flusso
  - ✓ occorrono approfondimenti dal punto di vista fluidodinamico
- Necessità di garantire la rappresentatività del dato (numero di punti, ecc.)

## Elementi di forza

- Rappresenta l'unica tecnica alternativa in caso di influenze atmosferiche esterne e/o falda superficiale
- Fornisce direttamente un dato di flusso senza necessità di stimare coefficienti di attenuazione

## Approfondimento:

- Misure di soil gas, camere di flusso, aria indoor/outdoor effettuate in contemporanea su casi reali
- Raccolta e confronto delle esperienze fatte fino ad ora dal sistema agenziale