

CORSO DI FORMAZIONE INTERNO

“Monitoraggio dei gas interstiziali e utilizzo dei dati nelle procedure di Analisi di Rischio dei siti contaminati”

Camere di flusso aperte dinamiche e loro applicabilità nel monitoraggio dei siti contaminati

(Linea Guida SNPA 15/2018 - Appendice B)

*Ing. Adele Lo Monaco,
Arpae Emilia-Romagna Direzione Tecnica*

Linea Guida SNPA 15/2018

Delibera del Consiglio SNPA del 03/10/18, Doc. 41/18



PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO DI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI

Delibera del Consiglio SNPA, Seduta del 03.10.18, Doc. n. 41/18



Linea Guida
SNPA 15/2018



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'ambiente

APPENDICE A CAMPIONAMENTO DI GAS INTERSTIZIALI (SOIL GAS SURVEY) IN MODALITÀ ATTIVA

APPENDICE A - LINEE GUIDA SNPA 15/2018



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'ambiente

APPENDICE B MISURE DI FLUSSO (FLUX CHAMBERS) IN MODALITÀ ATTIVA

APPENDICE B - LINEE GUIDA SNPA 15/2018



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'ambiente

APPENDICE C SISTEMI DI MONITORAGGIO PASSIVO DEL SOIL GAS

APPENDICE C - LINEE GUIDA SNPA 15/2018

Obiettivi



Definire le modalità con cui effettuare il monitoraggio a piano campagna del flusso di COV emesso da una fonte di contaminazione (suolo/falda)



Fornire un protocollo tecnico consolidato che descriva

- le tipologie di camere disponibili,
- le configurazioni ottimali di camera,
- le modalità di acquisizione dei dati e la loro trattazione.



Disporre di una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale utile per la predisposizione di proposte di monitoraggio adeguate.



Quando utilizzare le camere di flusso



Il monitoraggio con camere di flusso è applicabile

- in fase di investigazione iniziale (in via minoritaria),
- in fase di caratterizzazione finalizzata all'implementazione o revisione dell'Analisi di Rischio
- ed in fase di bonifica per verificare, in corso d'opera, l'efficacia degli interventi.

Il monitoraggio con camera di flusso permette di valutare il contributo degli inquinanti presenti in suolo superficiale, non rilevabile invece con le sonde di soil gas.



L'uso della CF è annoverato tra le linee di evidenza con cui è possibile valutare il percorso di volatilizzazione vapori come definito dal Ministero dell'Ambiente, nella propria linea guida (MATTM, 2014-2015).

Descrizione delle camere di flusso

La CF è uno strumento di misura utilizzato per determinare i vapori emessi da una varietà di sorgenti: suolo superficiale - suolo profondo - falda - superfici liquide.

E' progettata per isolare un volume di aria al di sopra della superficie del terreno senza perturbare il flusso naturale di vapori proveniente dal sottosuolo.

L'emissione di vapori a p.c. è quindi quantificata come flusso di inquinanti (J) emesso da una superficie nell'interfaccia con l'atmosfera.

Esistono diverse tipologie di CF che si differenziano per geometria e materiali, nonché per le modalità con cui vengono configurate.






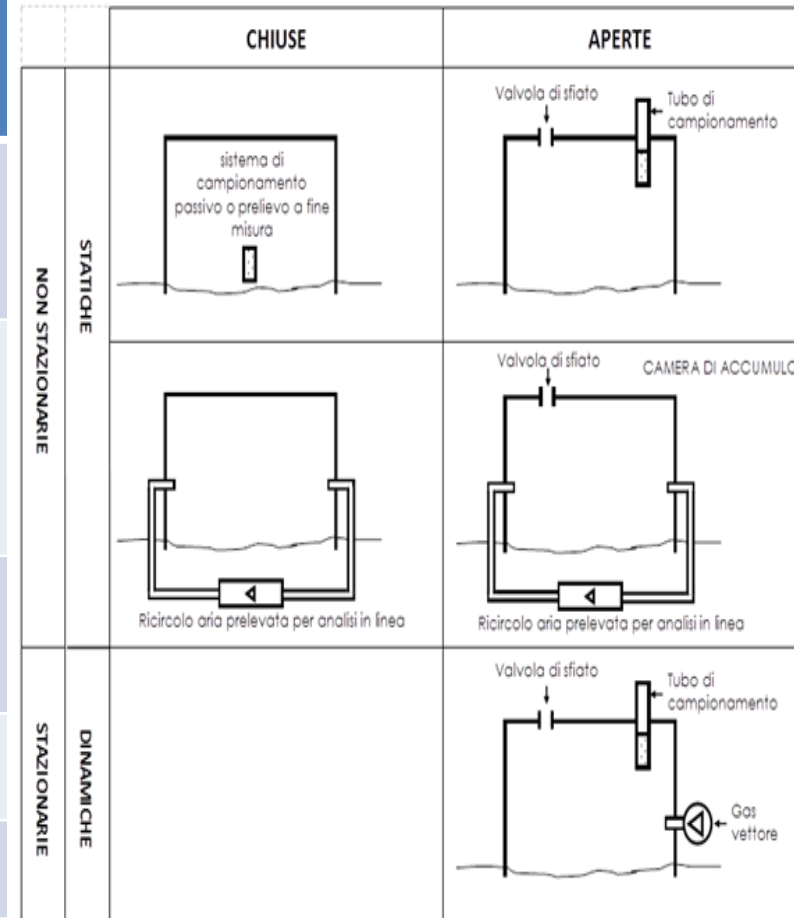
Geometria	<p>E' idonea qualsiasi forma che garantisca la miscelazione all'interno della camera (assenza di zone di vuoto o di accumulo) per tale ragione l'altezza deve essere abbastanza ridotta Geometrie comuni hanno sezione piana circolare o rettangolare. Le coperture delle CF possono essere planari o emisferiche. In genere le camere hanno volumi tra 5 e 100 l.</p>
Materiali	<p>Non permeabili, inerti, non reattivi, devono tener conto del tipo di contaminante oggetto di studio e non rilasciare sostanze che potrebbero dare luogo a misure non rappresentative. Sono idonei PTFE, teflon, fluon, algoflon, hostaflon, vetro, acciaio inox o alluminio (questi due non suggeriti per la determinazione di mercurio).</p>

Classificazione delle camere di flusso

Le camere di flusso possono essere distinte in:

- stazionarie e non stazionarie
- dinamiche o statiche
- aperte o chiuse

Stazionaria 	Nell'ipotesi di un flusso emissivo costante dal suolo, la concentrazione degli analiti presenti nella miscela di gas all'interno della camera rimane costante nel tempo in ciascun punto della camera.
Non stazionaria	Nell'ipotesi di un flusso emissivo costante dal suolo, la concentrazione degli analiti presenti nella miscela di gas all'interno della camera nel tempo non rimane costante in ciascun punto della camera, ma aumenta.
Dinamica 	Viene attraversata in continuo da un gas inerte (ad esempio azoto, elio, aria purificata, ecc.) a portata prefissata. Il gas inerte ricircolato può essere anche costituito dal gas prelevato nella camera e reimesso dopo essere stato depurato.
Statica	Non è attraversata da alcun gas inerte; talvolta viene ricircolato, senza alcun trattamento, il gas spillato dalla camera ai fini della sua analisi in campo in linea.
Aperta 	È presente un'apertura (vent) che mette in equilibrio la P_{interna} alla camera con la P_{esterna} atmosferica.
Chiusa	Non è presente alcuna apertura (vent) che mette in equilibrio la P_{interna} con la P_{esterna} .



Sistemi dinamici stazionari aperti

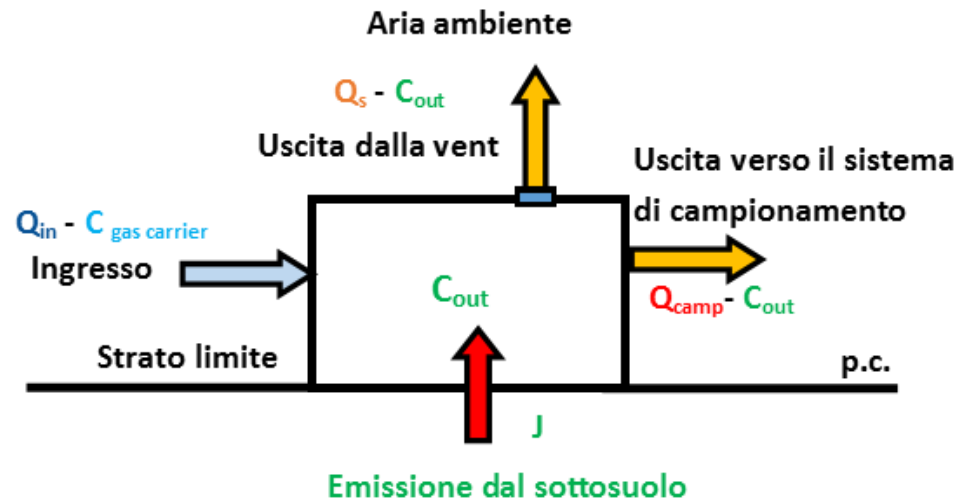
Il funzionamento della camera prevede l'immissione di un gas vettore (carrier).

Il gas carrier svolge la funzione di pulizia della camera dopo l'installazione e, in fase di campionamento di omogeneizzazione della concentrazione degli inquinanti.

All'interno della camera non si ha accumulo ma una concentrazione bassa e costante di COV che non perturba il flusso emissivo.

Le misure di concentrazione vengono effettuate dopo lo spurgo una volta raggiunte le condizioni stazionarie.

La differenza tra la portata in ingresso (Q_{in}) e la portata di campionamento (Q_{camp}) è la portata di sfiato (Q_s) che è liberata dalla valvola vent presente nella CF.



Sistemi dinamici stazionari aperti

Il design della camera influenza il comportamento fluidodinamico del gas e la sua capacità di misurare propriamente il flusso emissivo dei gas.



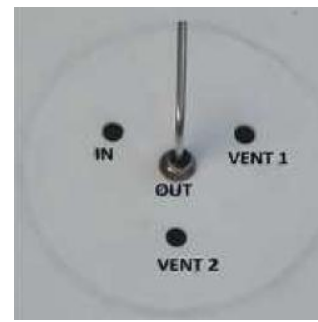
La CF deve essere stata progettata a seguito di **prove fluidodinamiche** di tipo modellistico numerico oppure mediante test di laboratorio con i quali **verificare la completa miscelazione** dentro la camera necessario a garantire l'idoneità del sistema di campionamento.

Tali prove sono necessarie per stabilire:

- la durata del tempo di residenza idraulico (HRT),
- i tempi di spurgo,
- il rapporto tra portata di ingresso del gas carrier (Q_{in}) e portata di campionamento (Q_{camp}): generalmente tale rapporto (Q_{in}/Q_{camp}) varia tra 1 (raramente) e 100.

Devono sempre essere forniti i range di accettabilità dei principali parametri operativi della strumentazione, derivanti dagli studi effettuati in fase di progettazione della camera.

Vent



La valvola vent è un'apertura sulla CF che permette l'equilibrio tra la pressione interna e quella atmosferica al fine di evitare sovrappressioni nella camera che perturberebbero il flusso emissivo da campionare.

Nei casi più comuni la vent è costituita da una semplice apertura nella camera e ne sono presenti almeno 3:

- una finalizzata al collegamento col sistema di distribuzione del gas carrier,
- una con quello di campionamento
- una come sfiato.

In generale quest'ultima dovrebbe essere collocata distante dalla porta di campionamento per evitare interazioni indesiderate.

Altre aperture potrebbero essere realizzate per consentire il monitoraggio di parametri fisici all'interno della camera con apposite sonde.

Si ricorda che la camera deve lavorare sempre in regime di **leggera sovrappressione**, per garantire l'esclusione di ingresso di aria atmosferica!



**Misurare sempre il ΔP ($P_{in} - P_{atm}$)
Valori dell'ordine di 0,5 Pa, meglio 0,2 Pa**

Sistema di miscelazione



Si assume che la diffusione molecolare sia sufficientemente rapida all'interno dello spazio delimitato dalla camera in modo da avere concentrazione omogenea del gas campionato.

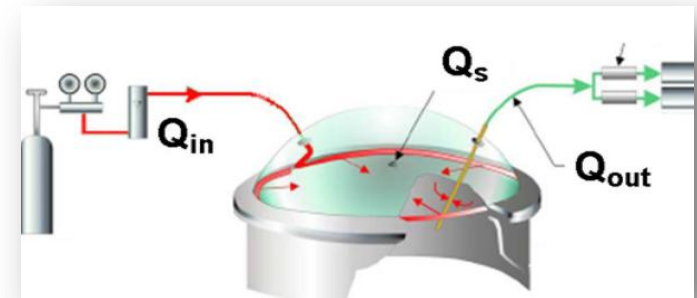
Inoltre nelle CF aperte dinamiche il sistema di immissione del gas vettore costituisce un sistema di omogeneizzazione della concentrazione degli inquinanti sotto la camera.

Il Gas vettore:

Possono essere utilizzate diverse tipologie di gas vettore in funzione del contaminante oggetto di studio; il protocollo USEPA (1987) consiglia l'utilizzo di un gas vettore asciutto, privo di composti organici.

Frequentemente si utilizza azoto ma in letteratura si citano anche, elio ed aria depurata ed essiccata.

La portata del Gas vettore, dipende dalla geometria della camera, generalmente valori tipici sono compresi tra 3 ÷ 6 l/minuto.



SISTEMI STATICI NON STAZIONARI: vantaggi e svantaggi

Vantaggi

Assenza di possibili interferenze da sorgenti esterne di contaminazione (presenti in atmosfera), con conseguente quantificazione del solo contributo emissivo del sistema terreno/falda

Misura diretta del flusso emissivo, riducendo quindi le incertezze modellistiche legate al trasporto sino a p.c.

Possibile utilizzo in aree produttive o cantieri attivi senza necessità di scavi o di interrompere le attività in corso, né vincoli sui punti di monitoraggio per le successive campagne

Applicabile anche nel caso di falda con soggiacenza modesta

Idonea anche in caso di contaminazione in suolo superficiale

Permette di quantificare vapori di sostanze difficilmente determinabili con le tecniche tradizionali (es. solventi clorurati in terreno)

Potenzialmente applicabile anche per terreni omogenei fini (sabbia limosa/argillosa) perché restituisce il flusso reale di vapori migrati a p.c.

La concentrazione all'interno della camera non cresce significativamente a causa del continuo fluire del gas vettore in entrata e in uscita, e pertanto non si ha accumulo di vapori al di sotto della stessa, ma una concentrazione bassa e costante che non perturba il flusso emissivo;

Può essere riutilizzata più volte, in siti diversi, procedendo esclusivamente alla pulizia della camera

L'utilizzo è immediato dopo il posizionamento (a valle comunque dello svolgimento, su ogni punto, dello spurgo della camera).

Svantaggi

E' una tecnica ancora non consolidata, soprattutto nel panorama nazionale, sia come realizzazione della camera che come esecuzione delle misure

Forte influenza delle condizioni al contorno (stato del terreno, pressione e temperatura ambiente sul flusso emissivo, vento)

Necessità di un'attrezzatura aggiuntiva (bombole di gas vettore nel caso in cui non si utilizzi aria ambiente, regolatore di flusso, connessioni) articolata e costosa

Necessità di un elevato controllo della configurazione della camera (gestione e controllo del gas vettore) e dei parametri operativi mediante dispositivi talvolta complessi/dedicati

Occorre una particolare attenzione nell'installazione (infissione e sigillatura) per evitare sottostime dell'emissione

Necessità di garantire un flusso del gas vettore sufficientemente costante (ad esempio attraverso uso di flussimetro calibrato e misura del delta di pressione)

Il calcolo della $C_{\text{aria ambiente}}$ richiede comunque l'applicazione di modelli di dispersione atmosferica/intrusione indoor

Indicazioni per il campionamento

L'utilizzo della tecnica delle CF dinamiche prevede le seguenti operazioni:

- Pulizia e bianco di camera;
- Sigillatura;
- Spurgo;
- Tenuta del sistema;
- Uso di accorgimenti per evitare perturbazioni da fenomeni esterni;
- Monitoraggio di parametri chiave per il corretto campionamento;
- Campionamento.



Indicazioni per il campionamento

- **Pulizia delle camere:** mediante flussaggio con il gas vettore, oppure lavaggio
- **Sigillatura:** necessaria per isolare la camera dall'aria esterna. Può avvenire tramite infissione delle pareti delle camere nel terreno per qualche centimetro e disponendo della sabbia e/o bentonite intorno alla base della camera (da umidificare durante il campionamento).
- **Spurgo:** per eliminare tutta l'aria intrappolata nella camera in fase di installazione. Si effettua mediante flussaggio di gas carrier per un tempo pari a 3 - 5 volte il tempo di residenza idraulico (HRT),
- **Tenuta del sistema:** è necessario verificare sempre la tenuta della camera rispetto all'aria ambiente, verificando che sia sempre il leggera sovrappressione, $(P_{in} - P_{atm}) > 0$.

Attenzione $\Delta P < 0$ determina richiamo di aria atmosferica
 $\Delta P \gg 0$ si impedisce un regolare al flusso del
contaminante dal suolo

Anche per le camere è necessario **verificare la tenuta della linea di campionamento** come nelle procedure di soil gas survey.



Indicazioni per il campionamento

- **Parametri da monitorare:** per valutare la corretta esecuzione dello spurgo e del campionamento è necessario **registrare i dati** relativi alla portata del gas vettore, temperatura e, se possibile, umidità dentro la CF, la differenza di pressione (**DP**) e l'andamento dei parametri O_2 , CO_2 e VOC
 - in fase di spurgo: ogni HRT
 - in fase di campionamento: inizio, metà, fine.
- **parametri ambientali da monitorare:** per valutare adeguatamente i dati acquisiti in campagne differenti e/o in diverse condizioni meteo è opportuno registrare temperatura, umidità e pressione assoluta, nonché la velocità e direzione del vento, con frequenza oraria
- **Accorgimenti per evitare perturbazioni da fenomeni esterni:**
 - Rimuovere la vegetazione dal terreno prima del posizionamento della camera;
 - frangivento per minimizzare l'effetto della fluttuazione della pressione atmosferica e l'interferenza del vento;
 - sistemi ombreggianti per limitare gli effetti del cambiamento di temperatura all'interno della camera (**CONDENSA!**)
 - in presenza di terreni molto umidi ridurre i tempi di campionamento e analizzare l'eventuale condensa.



Campionamento

Il campionamento avviene mediante una sonda installata all'interno della camera di dimensioni compatibili con la zona di completa miscelazione dei gas.

La sonda può essere forata per tutta la sua lunghezza o solo nella parte inferiore.

Attraverso una porta di campionamento la sonda è collegata alla linea di campionamento.

Nel caso si presenti un elevato tasso di umidità nel terreno, è opportuno inserire un sistema di filtrazione della condensa prima del supporto di campionamento, oppure un sistema di separazione.



Supporti di campionamento

La selezione del tipo di supporto deve essere ragionata e tiene conto:

- dell'entità presunta della contaminazione
- delle soglie di rischio sito-specifiche

Per il campionamento si utilizzano gli stessi supporti impiegati per le sonde di soil gas:

- Fiale a Desorbimento con solvente:
 - Fiale a carbone: small-large-jumbo
 - Fiale ad attacco acido per mercurio (Hopcalite)
 - Carbon sieve per CVM
 - XAD-2 per IPA e Pb-tetraetile
- Fiale a desorbimento termico
- Canister
- Vacuum bottle
- Sacche tedlar

< sensibilità

> sensibilità

Misura di COV mediante PID [ppm]	Tempo di campionamento [min]	Portata aspirazione soil gas [l/min]	Volume totale di soil gas [l]	Tipo di Fiala e massa del supporto adsorbente (parte A e parte B)
>430	30'	0,2-0,5	6-15	JUMBO (800-200)/LARGE (400-200)
216-430	60'	0,2-0,5	12-30	JUMBO (800-200)/LARGE (400-200)
87-215	90'	0,2-0,5	18-45	LARGE (400-200)
22-86	120'	0,2-0,5	24-60	LARGE (400-200)
13-21	150'	0,2-0,5	30-75	LARGE (400-200)
4-12	180'	0,2-0,5	36-90	LARGE (400-200)
1-4	210'	0,2-0,5	42-105	SMALL (150-50)
0	240'	0,2-0,5	48-120	SMALL (150-50)

Nel caso di contraddittorio con due linee di campionamento in parallelo, non è necessario raddoppiare i tempi di campionamento, è necessario lavorare nel range di operatività della camera verificando il rapporto Q_{in}/Q_{camp} .

Durata campionamento

I tempi di campionamento sono variabili tra 2 e 8 ore, in funzione del supporto, delle portate di aspirazione e delle concentrazioni dei COV.

Per quanto riguarda le fiale la durata di campionamento (Δt) è funzione della massa minima quantificabile con la tecnica analitica impiegata (LOQ) specifica di ogni analita (funzione del materiale adsorbente contenuto nelle fiale), del limite di rilevabilità sito-specifico (LR) e della portata di campionamento (Q_{camp}).

$$\Delta t \text{ (min)} = \frac{1000 \text{ (l/m}^3\text{)} \cdot \text{LOQ (}\mu\text{g)}}{\text{LR (}\mu\text{g/m}^3\text{)} \cdot Q_{\text{camp}} \text{ (l/min)}} \quad (5)$$

Nel caso di campionamenti effettuati con fiale a desorbimento con solvente è opportuno verificare in campo i tempi di campionamento e la scelta delle dimensioni del supporto da utilizzare a seguito dell'esecuzione delle misure dirette dei COV da effettuarsi con strumentazione portatile di adeguata sensibilità:

Misura di COV mediante PID [ppm]	Tempo di campionamento [min]	Portata aspirazione soil gas [l/min]	Volume totale di soil gas [l]	Tipo di Fiala e massa del supporto adsorbente (parte A e parte B)
>430	30'	0,2-0,5	6-15	JUMBO (800-200)/LARGE (400-200)
216-430	60'	0,2-0,5	12-30	JUMBO (800-200)/LARGE (400-200)
87-215	90'	0,2-0,5	18-45	LARGE (400-200)
22-86	120'	0,2-0,5	24-60	LARGE (400-200)
13-21	150'	0,2-0,5	30-75	LARGE (400-200)
4-12	180'	0,2-0,5	36-90	LARGE (400-200)
1-4	210'	0,2-0,5	42-105	SMALL (150-50)
0	240'	0,2-0,5	48-120	SMALL (150-50)

Accorgimenti particolari

Campionamento con fiale a desorbimento con solventi

E' bene utilizzare due fiale poste in serie per evitare fenomeni di strippaggio a causa di elevate masse adsorbite:

- In caso di sospette (o misurate) alte concentrazioni;
- Nei campionamenti di cloruro di vinile monomero, ponendo prima una fiala a carbone attivo, seguita da una fiala di tipo *carbon sieve*;
- Nei campionamenti di clorometano, 1,1-dicloroetene e MtBE;
- Nei campionamenti di sostanze caratterizzate da LR molto bassi, si suggerisce una massa adsorbente maggiore e di ridurre la portata e/o i tempi di campionamento.

Il controllo della validità del campionamento deve essere effettuata verificando che la parte B della seconda fiala sia al più pari al 10% della somma della parte A e della parte B della seconda fiala.

Altri supporti

In caso di fiale costituite da un corpo unico (per esempio fiale a DT o hopcalite) è invece vivamente suggerito di collocare, per almeno il 10% dei campioni, una fiala di sicurezza in serie.

Calcolo del flusso emissivo ed elaborazione dati

Il flusso J di inquinante emesso al suolo viene calcolato a partire dalla concentrazione dell'analita campionato, dalla portata del gas vettore e nota la superficie della CF



$$J = \frac{C \cdot Q_{in}}{A}$$

Per gli ambienti outdoor la concentrazione in aria $C_{\text{aria ambiente outdoor}}$ si calcola:



$$C_{\text{aria ambiente outdoor}} = \frac{J \cdot L_{\text{wind}}}{v_{\text{wind}} \cdot \delta_{\text{air}}}$$

dove:

- J [$\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$] è il flusso di massa di contaminante misurato con la camera di flusso (§B4.5 e §B6.8)
- L_{wind} [m] lunghezza della sorgente rispetto alla direzione del vento
- v_{wind} [m] velocità del vento
- δ_{air} [m] altezza dello strato di miscelazione outdoor (pari a 2 m).

In ambienti indoor la concentrazione in aria $C_{\text{aria ambiente indoor}}$ si calcola:

dove:

- J [$\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$] è il flusso di massa di contaminante misurato con la camera di flusso (§B4.5 e §B6.8)
- A_B superficie attraverso cui entra il flusso emissivo all'interno dell'edificio
- V_B volume dello spazio chiuso in cui avviene la miscelazione
- ER_B tasso di ricambio di aria nello spazio chiuso.



$$C_{\text{aria ambiente indoor}} = \frac{J \cdot A_B}{V_B \cdot ER_B} \quad (8)$$

Nota la $C_{\text{aria ambiente}}$ è possibile determinare il rischio e l'indice di pericolo (LG 17 e Rome plus).

Strumentazione necessaria

- a) **manometro differenziale ad elevata sensibilità**
- b) **termometro ed igrometro per misure sia dentro la camera che ambiente**
- c) **igrometro per la misura dell'umidità del terreno**
- d) **sensore per la misura della velocità del vento (d)**
- e) **Gas analyzer**
- f) **PID ad alta sensibilità**



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Verbale di campionamento



MODELLO DI VERBALE D'ISPEZIONE E CAMPIONAMENTO SOIL GAS- FLUX CHAMBER

SEZIONE DI _____ DISTRETTO _____ VERBALE N: _____

PUNTO DI CAMPIONAMENTO SG _____ COORDINATE _____

IL GIORNO ___/___/___ ALLE ORE ___ I SOTTOSCRITTI _____ IN QUALITÀ DI
OPERATORI ARPAE SI SONO RECATI PRESSO IL SITO _____ PER IL CAMPIONAMENTO DI GAS
INTERSTIZIALI DAL SOTTOSUOLO SECONDO LE MODALITÀ DI SEGUITO DESCRITTE. LE ATTIVITÀ IN CAMPO SONO TERMINATE ALLE ORE _____

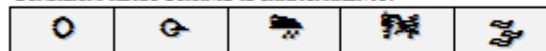
CONSULENTI INCARICATI	ATTIVITÀ
DITTA: _____ SEDE LEGALE: _____ TEL: +39 _____ OPERATORI INCARICATI PRESENTI IN CAMPO: _____	<input type="checkbox"/> INSTALLAZIONE PUNTI DI CAMPIONAMENTO <input type="checkbox"/> SPURGO <input type="checkbox"/> CAMPIONAMENTO <input type="checkbox"/> ALTRO _____

DATI GEO - AMBIENTALI

LITOLOGIA PREVALENTE DEL SITO: ROCCIA GHIAIA ___% SABBIA ___% LIMO ___% ARGILLA ___% RIPOORTO MISTO
 ALTRO: _____
 PIEZOMETRO DI RIFERIMENTO _____ SOGLIACENZA FALDA: - _____ M P.G. TEMPERATURA DELL'ACQUA: _____ °C
 PIEZOMETRO DI RIFERIMENTO _____ SOGLIACENZA FALDA: - _____ M P.G. TEMPERATURA DELL'ACQUA: _____ °C
 NOTE: _____

DATI METEO

CONDIZIONI METEO DURANTE IL CAMPIONAMENTO:



DATA ULTIMA PRECIPITAZIONE > 13MM: ___/___/___ UMRITÀ DELL'ARIA _____% VENTO: (DIREZIONE/VELOCITÀ) _____/_____
 T_{TERRO} G_{RAZIOSO} °C _____ T_{TERRO} C_{ONVOLTO} °C _____ T_{TERRO} C_{OMERA} (PER LA DURATA DEL CAMPIONAMENTO) °C _____
 PRESSIONE ATMOSFERICA _____ O₂ ARIA AMBIENTE _____% CO₂ ARIA AMBIENTE _____% CH₄ _____% COV _____ PPM

GEOMETRIA CAMERA DI FLUSSO

DIAMETRO: _____ M - ALTEZZA _____ M - VOLUME _____ M³ - TEMPO DI RESIDENZA = V/Q_{SOIL GAS} _____ MINUTI

Verbale di campionamento

SPURGO					
Orario hh,mm	Portata gas carrier l/minuti	Tempo di residenza τ	Registrazione parametri	Concentrazione del gas in uscita ppmv	Annotazioni
		0	P_{int} P_{est} $U_{r\ int}$ $U_{r\ est}$ $T_{int\ Camera} \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_{data\ ambiente} \text{ } ^\circ\text{C}$	CO2 O2 CH4 VOCs Altro	
		1	P_{int} P_{est} $U_{r\ int}$ $U_{r\ est}$ $T_{int\ Camera} \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_{data\ ambiente} \text{ } ^\circ\text{C}$	CO2 O2 CH4 VOCs Altro	
		2	P_{int} P_{est} $U_{r\ int}$ $U_{r\ est}$ $T_{int\ Camera} \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_{data\ ambiente} \text{ } ^\circ\text{C}$	CO2 O2 CH4 VOCs Altro	

CAMPIONAMENTO					
Orario Hh,mm	Portata gas carrier l/minuti	Portata campionamento l/min	Registrazione parametri	Concentrazione del gas in uscita ppmv	Annotazioni
Inizio campionamento _____			P_{int} P_{est} $U_{r\ int}$ $U_{r\ est}$ $T_{int\ Camera} \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_{data\ ambiente} \text{ } ^\circ\text{C}$	CO2 O2 CH4 VOCs Altro	
Metà campionamento _____			P_{int} P_{est} $U_{r\ int}$ $U_{r\ est}$ $T_{int\ Camera} \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_{data\ ambiente} \text{ } ^\circ\text{C}$	CO2 O2 CH4 VOCs Altro	
Fine campionamento _____			P_{int} P_{est} $U_{r\ int}$ $U_{r\ est}$ $T_{int\ Camera} \text{ } ^\circ\text{C}$ $T_{data\ ambiente} \text{ } ^\circ\text{C}$	CO2 O2 CH4 VOCs Altro	
Durata campionamento (hh,mm)		Volume campionato (l)			

Verbale di campionamento



MODELLO DI VERBALE D'ISPEZIONE E CAMPIONAMENTO SOIL GAS- FLUX CHAMBER

SEZIONE DI _____ DISTRETTO _____ VERBALE N: _____

PUNTO DI CAMPIONAMENTO SG _____ COORDINATE _____

SEZIONE DA COMPILARE PER IL LABORATORIO

PARAMETRI ANALITICI DA RICERCARE	MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO
<input type="checkbox"/> BENZENE <input type="checkbox"/> ETILBENZENE <input type="checkbox"/> TOLUENE <input type="checkbox"/> STIRENE <input type="checkbox"/> XILENI <input type="checkbox"/> IDROCARBURI ALIFATICI C5-C8 <input type="checkbox"/> IDROCARBURI ALIFATICI C9-C10 <input type="checkbox"/> IDROCARBURI AROMATICI C9-C10 <input type="checkbox"/> MeBE <input type="checkbox"/> EtBE <input type="checkbox"/> ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI <input type="checkbox"/> ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI <input type="checkbox"/> ALIFATICI ALOGENATI <input type="checkbox"/> CIOBENZENI <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> c/o LABORATORIO TEMATICO ARIA DI MODENA VIALE <u>FONTANELLI 23</u> - TEL: 059-433611-433666 IL GIORNO ___/___/___ ALLE ORE ____:____ <input type="checkbox"/> c/o LABORATORIO INTEGRATO DI RAVENNA VIALE <u>ALBERONI 17-19</u> - TEL: 0544 210 635 - 0544 210 645 IL GIORNO ___/___/___ ALLE ORE ____:____	<input type="checkbox"/> DIRETTO (SACCHE) <input type="checkbox"/> INDIRETTO ATTIVO (FIALE) <input type="checkbox"/> INDIRETTO PASSIVO (<u>RADIELLO</u>) MISURE DI SCREENING IN CAMPO: <input type="checkbox"/> <u>FID</u> <input type="checkbox"/> <u>PID</u> <input type="checkbox"/> <u>GAS ANALYSER</u> <input type="checkbox"/> FIALE COLORIMETRICHE NOTE _____ _____ PORTATA l/MIN: <input type="checkbox"/> 0.1 <input type="checkbox"/> 0.2 <input type="checkbox"/> 0.5 <input type="checkbox"/> _____ TEMPO DI CAMPIONAMENTO _____ VOLUME DI ARIA CAMPIONATO: _____ L GEOMETRIA <u>FLUX CHAMBER</u> : D: _____ m- H: _____ m - V: _____ m ² PRESENZA DI CONDENSA A FINE CAMPIONAMENTO: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO NOTE _____ _____
SUPPORTO UTILIZZATO PER IL CAMPIONAMENTO:	CODICE A BARRE PUNTO DI CAMPIONAMENTO: <u>SG</u> _____
<input type="checkbox"/> FIALE DESORBIMENTO CHIMICO <input type="checkbox"/> FIALE DESORBIMENTO TERMICO DIMENSIONE: <input type="checkbox"/> <u>SMALL</u> <input type="checkbox"/> <u>LARGE</u> <input type="checkbox"/> <u>JUMBO</u> <input type="checkbox"/> SACCHE <u>TEPLAR/NALOFAN</u> - VOLUME SACCA _____ l <input type="checkbox"/> <u>RADIELLO</u> -CORPO DIFFUSIVO: <input type="checkbox"/> <u>GIALLO</u> <input type="checkbox"/> <u>BIANCO</u> <input type="checkbox"/> <u>BLU</u> <input type="checkbox"/> ALTRO _____ NOTE _____	
NOTE:	

AUTORI

COORDINAMENTO

LUCINA LUCHETTI (ARTA ABRUZZO)
ADELE LO MONACO, RENATA EMILIANI (ARPAE EMILIA-ROMAGNA)
MADELA TORRETTA, SARA PURICELLI (ARPA LOMBARDIA)

GRUPPO DI LAVORO 9 BIS – SOTTOGRUPPO 1 “CAMPIONAMENTO”

ANTONELLA VECCHIO (ISPRA)
PAOLO FORNETTI, CRISTINA, BERTELLO, MAURIZIO DI TONNO (ARPA PIEMONTE)
FEDERICO FUIN (ARPA VENETO)

RINGRAZIAMENTI

GIUSEPPE DEL CARLO, MARIA GRAZIA SCIALOJA, FABRIZIO CACCIARI (ARPAE EMILIA-ROMAGNA)
MARCO LUCCHINI, PAOLA CANEPA, LAURA CLERICI, ANTONIETTA DE GREGORIO, MAURO SCAGLIA (ARPA LOMBARDIA)
MARIA RADESCHI (ARPA PIEMONTE)
GIANNI FORMENTON, G. GIRALDO (ARPA VENETO)
SIMONA BERARDI (INAIL)



**ecoscienza**
SOSTENIBILITÀ E CONTROLLO AMBIENTALE

**Bonifiche, un approccio omogeneo
per il monitoraggio del soil gas**

Le attività del Gruppo di lavoro 9 bis del Snpa

Leggi il servizio sulla rivista Ecoscienza:
<http://bit.ly/soilgas>



www.arpae.it/ecoscienza

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Adele Lo Monaco
Arpae Emilia-Romagna
alomonaco@arpae.it