

## Sistemi di monitoraggio passivo del soil gas

*Esistono diversi tipi di campionatori passivi per il monitoraggio del soil gas: dispositivi che operano nella zona di cattura lineare e dispositivi che operano nella zona di equilibrio. Quelli emergenti si basano sull'utilizzo di adsorbenti polimerici.*

I metodi di campionamento passivo del soil gas non necessitano di alcun sistema di aspirazione, ma sfruttano il processo fisico della diffusione molecolare degli inquinanti sulla base del gradiente di concentrazione tra il mezzo da monitorare e un sistema adsorbente presente nel campionatore. In figura 1 viene mostrato il tipico andamento della massa di contaminante adsorbita da un campionatore passivo in funzione del tempo di esposizione. Nella fase iniziale, gli inquinanti vengono adsorbiti sul campionatore con un tasso che è direttamente proporzionale alla concentrazione del contaminante nella matrice (zona di cattura lineare). Con il procedere del tempo di esposizione, si raggiunge gradualmente una condizione di equilibrio.

I campionatori passivi vengono distinti in dispositivi che operano nella zona di cattura lineare (Tipo I) e dispositivi che operano nella zona di equilibrio (Tipo II).

I campionatori passivi di Tipo I contengono del materiale adsorbente all'interno di un contenitore con aperture di dimensioni note, che permette ai vapori di diffondersi all'interno del campionatore a un tasso costante. Al termine del periodo di esposizione, analizzando la massa di contaminante nel materiale adsorbente, è possibile determinare la concentrazione nel soil gas attraverso la seguente equazione:

$$C = \frac{M}{UR \cdot t}$$

dove:

*C = concentrazione del contaminante in fase vapore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

*M = massa di contaminante adsorbita al termine dell'esposizione (pg)*

*UR = coefficiente di uptake specifico del contaminante (ml/min)*

*t = tempo di esposizione (min).*

La massa di contaminante presente nel sistema adsorbente e la durata di campionamento possono essere determinate con un alto grado di accuratezza (McAlary, 2014). Viceversa, Il coefficiente di uptake dipende dalla geometria del dispositivo di campionamento e dalle caratteristiche del materiale adsorbente, oltre che dalle condizioni ambientali (umidità e temperatura) e pertanto tale

parametro risulta il più critico per una determinazione accurata delle concentrazioni in fase vapore. I campionatori passivi di Tipo I vengono distinti in funzione della geometria del dispositivo contenente il materiale adsorbente come diffusivi assiali, diffusivi di tipo badge, diffusivi radiali e a permeazione assiali (figura 2). La maggior parte di tali campionatori sono stati sviluppati per il monitoraggio in aria nell'ambito dell'igiene industriale, ma negli ultimi anni si stanno testando per l'applicazione nel sottosuolo con discrete prestazioni, sebbene alcuni studi abbiano messo in evidenza una certa variabilità nella determinazione delle concentrazioni nel soil gas legata principalmente

all'incertezza sui valori di uptake da utilizzare (McAlary, 2014). I campionatori passivi di Tipo II risultano una tecnica di monitoraggio del soil gas emergente che si basa sull'utilizzo di adsorbenti polimerici, che vengono esposti alla matrice da monitorare fino al raggiungimento della condizione di equilibrio tra campionatore e matrice. Al termine dell'esposizione, la concentrazione nel soil gas viene stimata mediante la seguente equazione:

$$C = \frac{C_{PE}}{K_{pea}}$$

dove:

*C = concentrazione del contaminante in fase vapore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

*C<sub>PE</sub> = concentrazione del contaminante adsorbita sul polimero (ng/kg)*

*K<sub>pea</sub> = coefficiente di ripartizione del contaminante tra polimero e fase gassosa (l/kg).*

Diversamente dal coefficiente di uptake da utilizzare per i campionatori di Tipo I, il coefficiente di ripartizione del contaminante tra polimero e fase gassosa

FIG.1 ADSORBIMENTO

Massa di contaminante adsorbita nel campionatore passivo in funzione del tempo di esposizione.

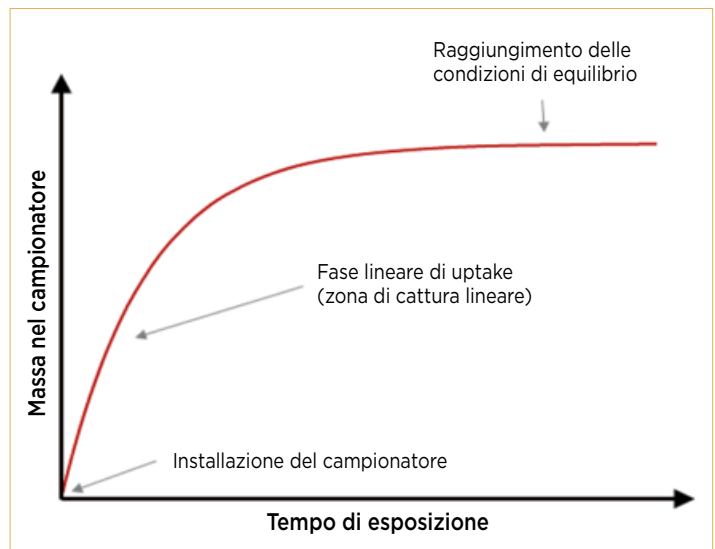
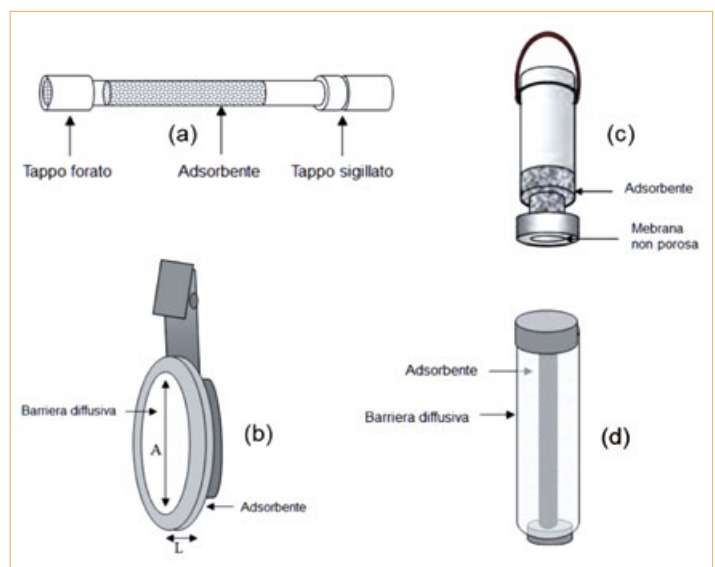


FIG.2 CAMPIONATORI PASSIVI TIPO I

Tipologia di campionatori passivi che operano nella zona di cattura lineare: (a) assiali (b) tipo "Badge" (c) a permeazione assiali (d) radiali (Modificato da Grosse e McKernan, 2014).



può essere determinato con una maggiore accuratezza sulla base di una preventiva calibrazione in laboratorio e risulta meno influenzato dalle condizioni ambientali. Per i campionatori di Tipo II possono essere utilizzati una vasta gamma di adsorbenti polimerici, come ad es. polietilene a bassa densità, polidimetilsilossano, polioossimetilene o fibre in Spme.

Recentemente, Eni sta portando avanti un progetto internazionale con il Mit di Boston e con l'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" in cui si sta testando l'utilizzo di film di polietilene a bassa densità (figura 3). Le sperimentazioni attualmente effettuate in scala di laboratorio su campioni di suolo prelevati da alcuni siti di proprietà Eni mettono in evidenza una buona accuratezza del metodo di campionamento passivo (Borrelli et al., 2017). Per l'applicazione in campo di tale tipologia di campionatori, si stanno mettendo a punto dei sistemi a infissione diretta

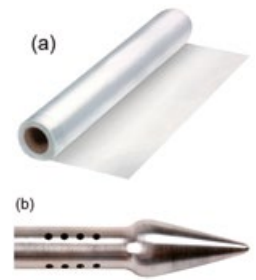
(direct push) che consistono nell'utilizzo di aste in acciaio inossidabile finestrate, posizionate alle profondità di interesse, al cui interno vengono inseriti film di polietilene (Zaninetta et al., 2017).

**Iason Verginelli, Renato Baciocchi**

Dipartimento di Ingegneria civile e ingegneria informatica, Università degli studi di Roma "Tor Vergata"

**FIG. 3**  
CAMPIONATORI PASSIVI TIPO II

(a) Polietilene a bassa densità (Ldpe)  
(b) Sonda in acciaio inossidabile per l'installazione in campo dei film in Ldpe tramite "direct push".



### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Borrelli R., Oldani A, Vago F., Zaninetta L., Gschwend P., McFarlane J., Baciocchi R., Verginelli I., 2017, *Campionatori passivi a base di polietilene per il monitoraggio del soil gas*, RemTech 2017.
- Grosse D., McKernan J., 2014, *Passive samplers for investigations of air quality: method description, implementation, and comparison to alternative sampling methods*, EPA/600/R-14/434.
- McAlary T.A., 2014, *Demonstration and validation of the use of passive samplers for monitoring soil vapor intrusion to indoor air*, UWSpace.
- Zaninetta L., Borrelli R., Oldani A, Vago F., Gschwend P., McFarlane J., Baciocchi R., Verginelli I., 2017, *Innovative technologies in site characterization: Passive Polyethylene sampling method for advanced monitoring of pollutants in sediments and soils*, RemTech Europe 2017.



### PARTECIPANTI AL GRUPPO DI LAVORO 9 BIS SNPA

**Ispra:** Alfredo Pini, Antonella Vecchio (coordinatrice del Gdl), Marco Falconi, Fabio Pascarella

**Arpa Valle d'Aosta:** Fulvio Simonetto

**Arpa Piemonte:** Marco Fontana (coordinatore del Gdl), Maurizio Di Tonno, Paola Boschetti, Chiara Ariotti, Paolo Fornetti, Cristina Bertello, Sabina Bertero, Maria Radeschi

**Arpa Lombardia:** Laura Clerici, Maria Antonietta De Gregorio, Sara Puricelli, Madela Torretta

**Arpa Veneto:** Gianni Formenton, Giorgia Giraldo, Federico Fuin

**Arpa Friuli Venezia Giulia:** Laura Schiozzi

**Arpa Liguria:** Maurizio Garbarino, Luisa Rivara, Lucrezia Belsanti, Chiara Oliveri, Daniela Fanutza

**Arpae Emilia-Romagna:** Adele Lo Monaco, Daniela Ballardini, Renata Emiliani, Maria Grazia Scialoja, Fabrizio Cacciari, Giuseppe Del Carlo

**Arpa Toscana:** Federico Mentessi

**Arpa Marche:** Claudio Pizzagalli, Lia Didero, Elisabetta Ballarini, Giovanna Guidi, Silvia Bartocchini

**Arpa Lazio:** Elisa Colangeli, Alessandro Grillo, Rossana Cintoli

**Arta Abruzzo:** Lucina Luchetti

**Arpa Campania:** Valentina Sammartino, Vincenzo Barbuto, Fabio Tagliatela, Eugenio Scopano

**Arpa Puglia:** Magda Brattoli