

CASI STUDIO DI UTILIZZO INNOVATIVO  
DELLE CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE E AD  
ACCUMULO IN AMBIENTE OUTDOOR E  
NUOVE APPLICAZIONI PER MISURE INDOOR

Settembre 2019

# E' passato un anno dalle pubblicazioni SNPA



## 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

per la  
PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO DEI  
VAPORI NEI SITI CONTAMINATI

Indicazioni tecniche condivise a livello nazionale per il campionamento degli aeriformi nell'ambito dei procedimenti di bonifica ai sensi della Parte Quarta del Titolo V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

LINEE GUIDA  
SNPA 15 2018

# Linee guida SNPA



## METODICHE ANALITICHE PER LE MISURE DI AERIFORMI NEI SITI CONTAMINATI

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



LINEE GUIDA  
SNPA 16/2018

LINEA GUIDA SNPA 16/2018  
METODICHE ANALITICHE PER LE MISURE  
DI AERIFORMI NEI SITI CONTAMINATI



## PROCEDURA OPERATIVA PER LA VALUTAZIONE E L'UTILIZZO DEI DATI DERIVANTI DA MISURE DI GAS INTERSTIZIALI NELL'ANALISI DI RISCHIO DEI SITI CONTAMINATI

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



LINEE GUIDA  
SNPA 17/2018

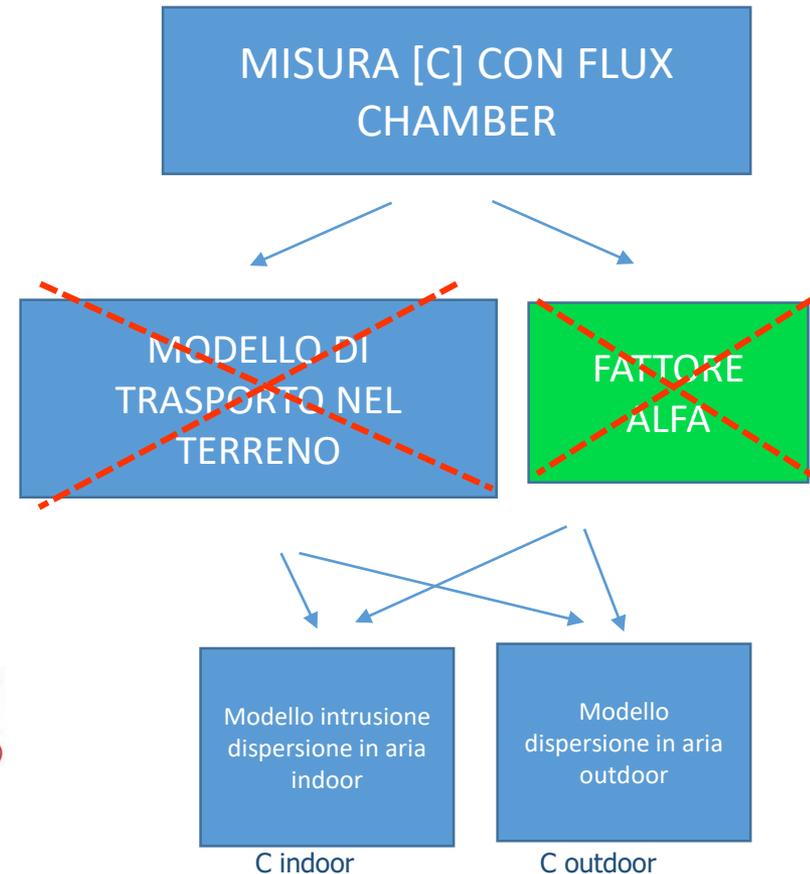
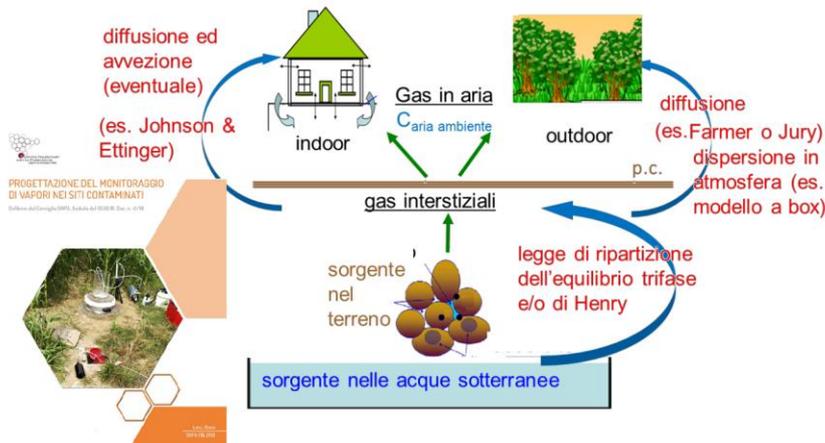
LINEA GUIDA SNPA 17/2018  
UTILIZZO DEI DATI DERIVANTI DA  
MISURE DI SOIL GAS PER L'ANALISI DI  
RISCHIO IN SITI CONTAMINATI



# PERCHÈ MISURARE SOIL GAS CON LE CAMERE DI FLUSSO?

Documento SNPA 15/18 par. 3.2

«L'utilizzo delle **camere di flusso o flux chamber (CF)** permette di quantificare **direttamente** il flusso emissivo di vapori verso piano campagna, lasciando alla parte modellistica solo la dispersione in atmosfera o eventualmente, seppur applicate raramente per casi indoor, miscelazione in ambienti confinati»



# LA CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

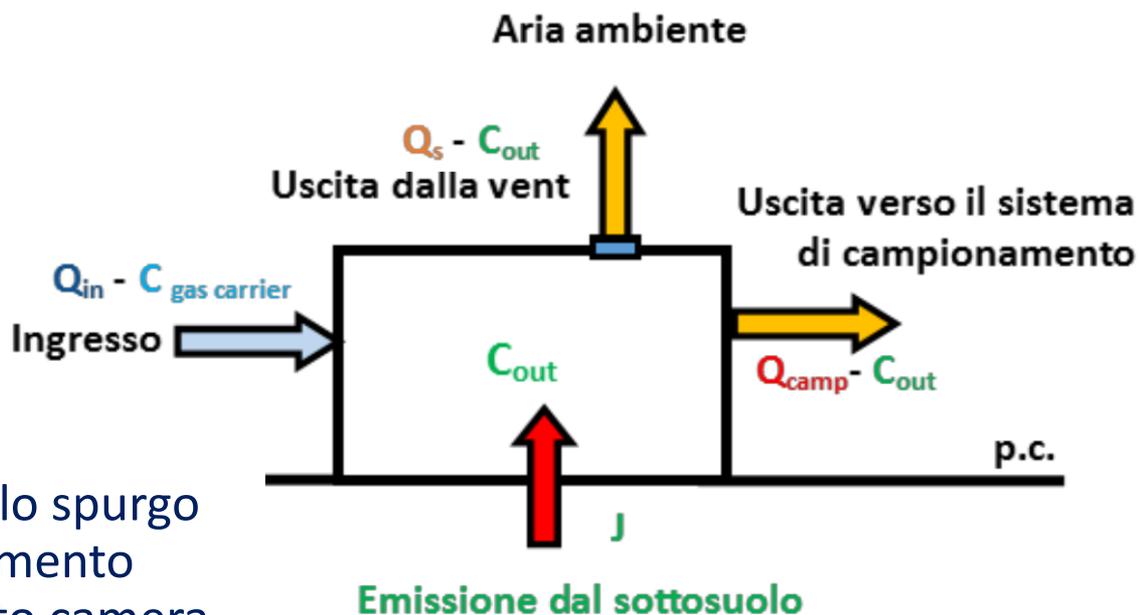


La camera di flusso dinamica (flux chamber) è un sistema chiuso utilizzato per isolare e campionare le emissioni gassose provenienti da una superficie di terreno definita.

La FLUX CHAMBER dinamica è una struttura a forma circolare, aperta sulla base inferiore all'interno della quale viene insufflato azoto a portata controllata  $Q_{in}$ .

Il flusso vettore fuoriesce da un vent per lo sfiato ( $Q_s$ ) e da una porta di campionamento ( $Q_{camp}$ ) da cui, arricchito dei vapori in emissione, viene destinato alle misure analitiche

La misura inizia dal termine dello spurgo dell'aria ambiente, al raggiungimento delle condizioni stazionarie sotto camera

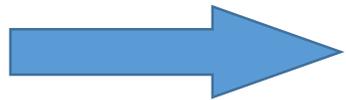


# LA CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

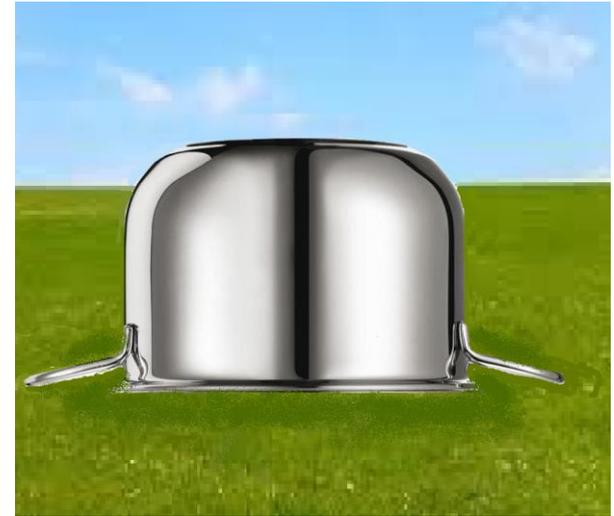
**ATTENZIONE: NON E' UNA  
PENTOLA ROVESCIAATA!**

Necessita di:

- Materiali adeguati e idonei
- Uno studio delle geometrie della camera e della geometria dell'insufflaggio del gas carrier
- Uno studio fluidodinamico dell'interno della camera
- Misure in campo accurate



**APPROCCIO METODOLOGICO**



# COME DEVE ESSERE LA CAMERA DI FLUSSO DINAMICA?

«Per garantire lo stato di perfetta miscelazione, la CF deve essere stata progettata a seguito di **prove fluidodinamiche** di tipo modellistico numerico oppure di **test di laboratorio** dai quali verificare (..) la **completa miscelazione** dentro la CF in grado di garantire l' idoneità del sistema di campionamento» SNPA 15/18 Appendice B5



**PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO  
DI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI**  
Delibera del Consiglio SNPA, Seduta del 03.10.18, Doc. n. 41/18



Figura 8 – Esempi dei dispositivi collegati ad una camera di flusso dinamica stazionaria



Immagine estratta da Linea Guida SNPA 15/18 Appendice B5

# CAMERA AD ACCUMULO NON STAZIONARIA

La camera non stazionaria di accumulo è costituita da un corpo cilindrico chiuso, di volume ridotto, da posizionare sul terreno per la misura diretta del flusso emissivo.



Un'analisi di screening richiede  
circa 3-5 minuti a punto

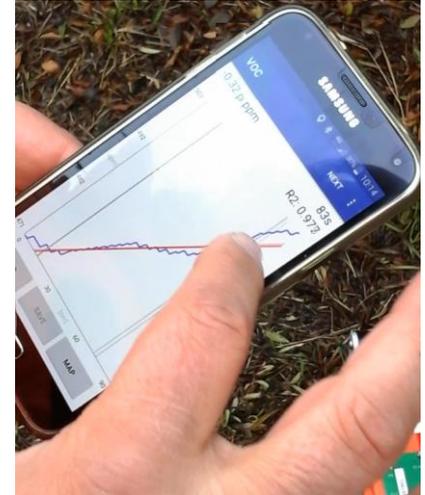
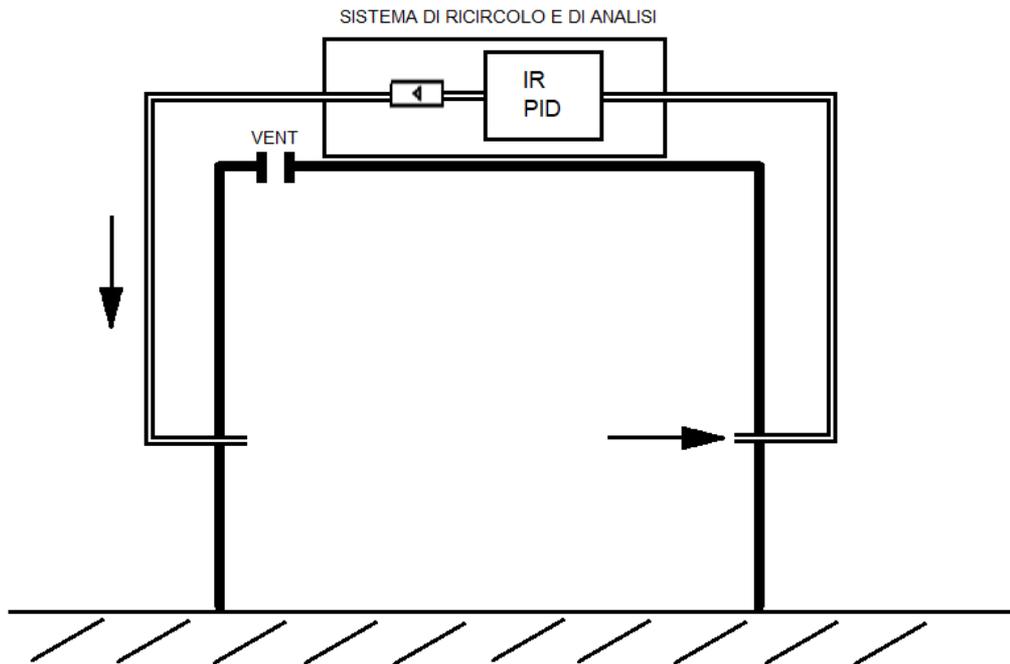


Il sistema utilizza il principio di accumulo dei vapori emessi dalla superficie del suolo che vengono ricircolati nella camera e analizzati in tempo reale mediante analizzatori in linea.



# SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

Mediante analizzatori non distruttivi viene misurato l'aumento della concentrazione dei vapori in accumulo all'interno della camera (es: VOC con PID e CO<sub>2</sub> con IR).



Il software di acquisizione può elaborare i dati di concentrazione in tempo reale permettendo di valutare quanto rapidamente cresce la concentrazione dei parametri all'interno della camera

# MIAURE CON CAMERA AD ACCUMULO

La pendenza ( $dC_{\text{gas}}/dt$ ) della curva che descrive l'incremento nel tempo della concentrazione dei gas misura il flusso di gas in emissione dall'interfaccia individuando i punti ad elevata (fig.A) o bassa (fig.B) emissività.

Fig.A

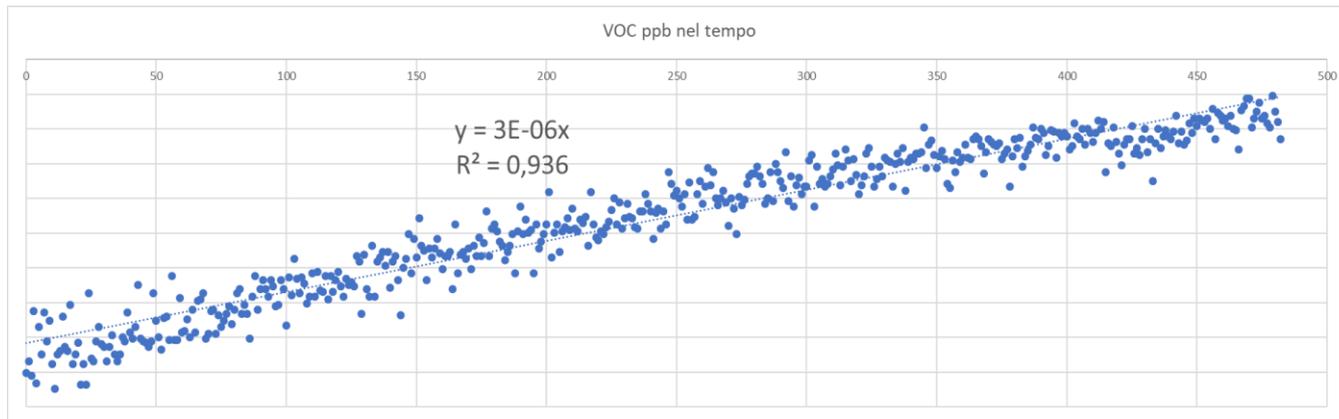
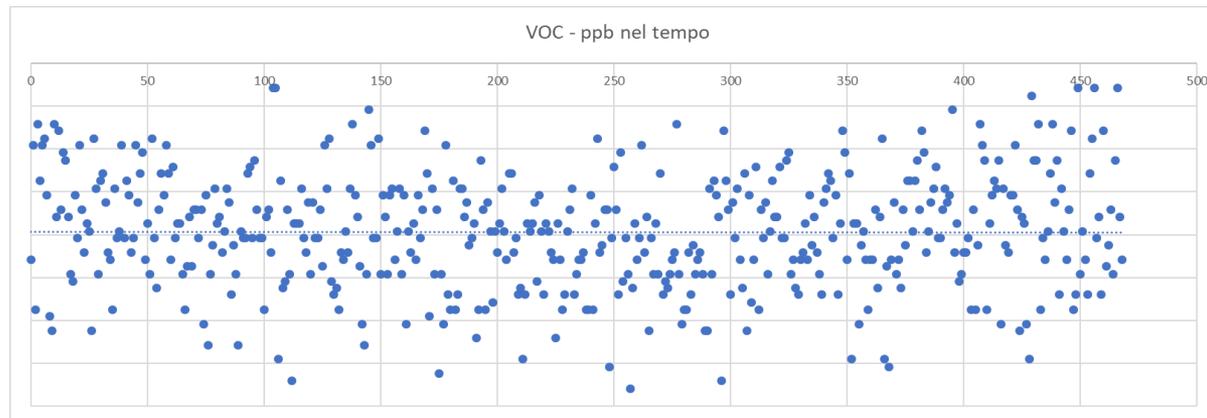


Fig.B



# PROGETTO DI MONITORAGGIO SU SITI CONTAMINATI

## Analisi di screening

La linea Guida SNPA 15/2018 prevede che *«La scelta dei punti di campionamento deve avvenire procedendo per progressive fasi di approfondimento prevedendo:*

- individuazione preliminare dei punti di controllo, applicando il principio di prossimità geometrica ai sondaggi/piezometri con contaminazione più significativa ed ai bersagli
- eventuale screening di concentrazione e flusso di COV e CO<sub>2</sub> con camera di flusso non stazionaria “di accumulo”, nell’intorno di 2,5/5 m da tali punti di attenzione
- qualora non si rilevino valori significativi del flusso nei punti definiti in precedenza, procedere alle verifiche con camere di flusso non stazionarie “di accumulo” ampliando progressivamente il lato della maglia fino a 50 m, al fine di verificare la presenza/assenza di flussi significativi

PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO  
DI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI

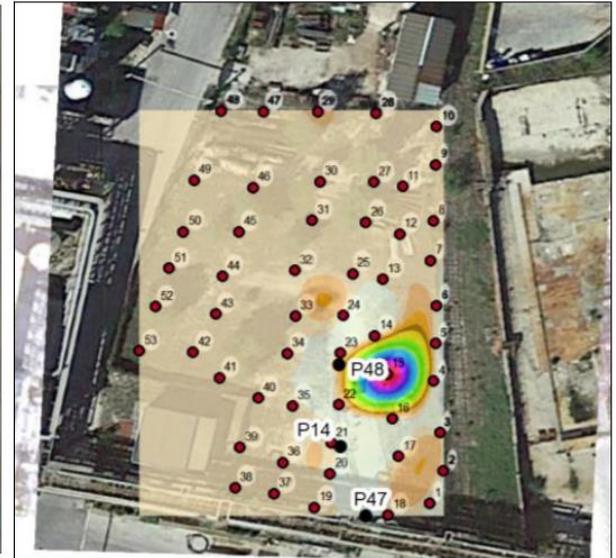


# PROGETTO DI MONITORAGGIO SU SITI CONTAMINATI

## Analisi di screening

Nei siti con presenza di scenari di esposizione e contaminazioni molto rilevanti, in cui si abbiano dubbi sul modello concettuale del sito, si suggerisce di procedere alla estensione delle misure di flusso ad almeno 50 punti nell'intera area del sito, ed alla elaborazione di mappe di isoflusso

**Figura 6** – Esempio di mappa di isoflussi di  $CO_2$  e  $COV$  determinati con camera di accumulo



# LA SOLUZIONE NEI CASI STUDIO



THEAREN ha utilizzato le sue tecnologie per valutare in modo progressivo la scelta dei punti di misura, secondo le indicazioni della Linea Guida SNPA, per fasi successive:

## 1. ANALISI DI SCREENING CON CAMERE DI FLUSSO DI ACCUMULO NON STAZIONARIE

attività di mappatura iniziale delle aree, propedeutica alla scelta dei punti più rappresentativi del flusso emissivo dove eseguire la fase 2 con le camere dinamiche

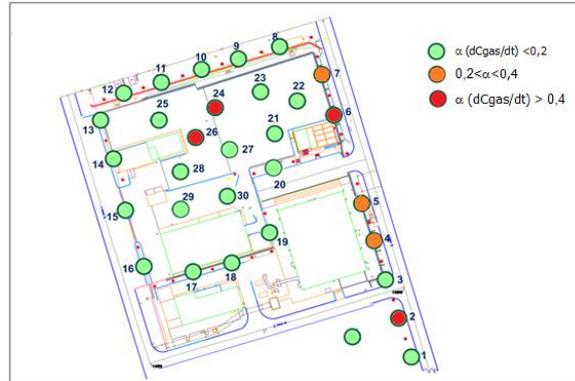
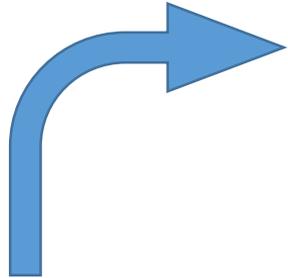
## 2. ANALISI CON CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE

misura della concentrazione e del flusso emissivo delle singole specie organiche nei punti individuati dalle prove di screening

# MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA



Una volta determinati i punti sulla base dello screening iniziale, vengono posizionate le camere dinamiche



# ESEMPI DI MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA



# ESEMPI DI MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

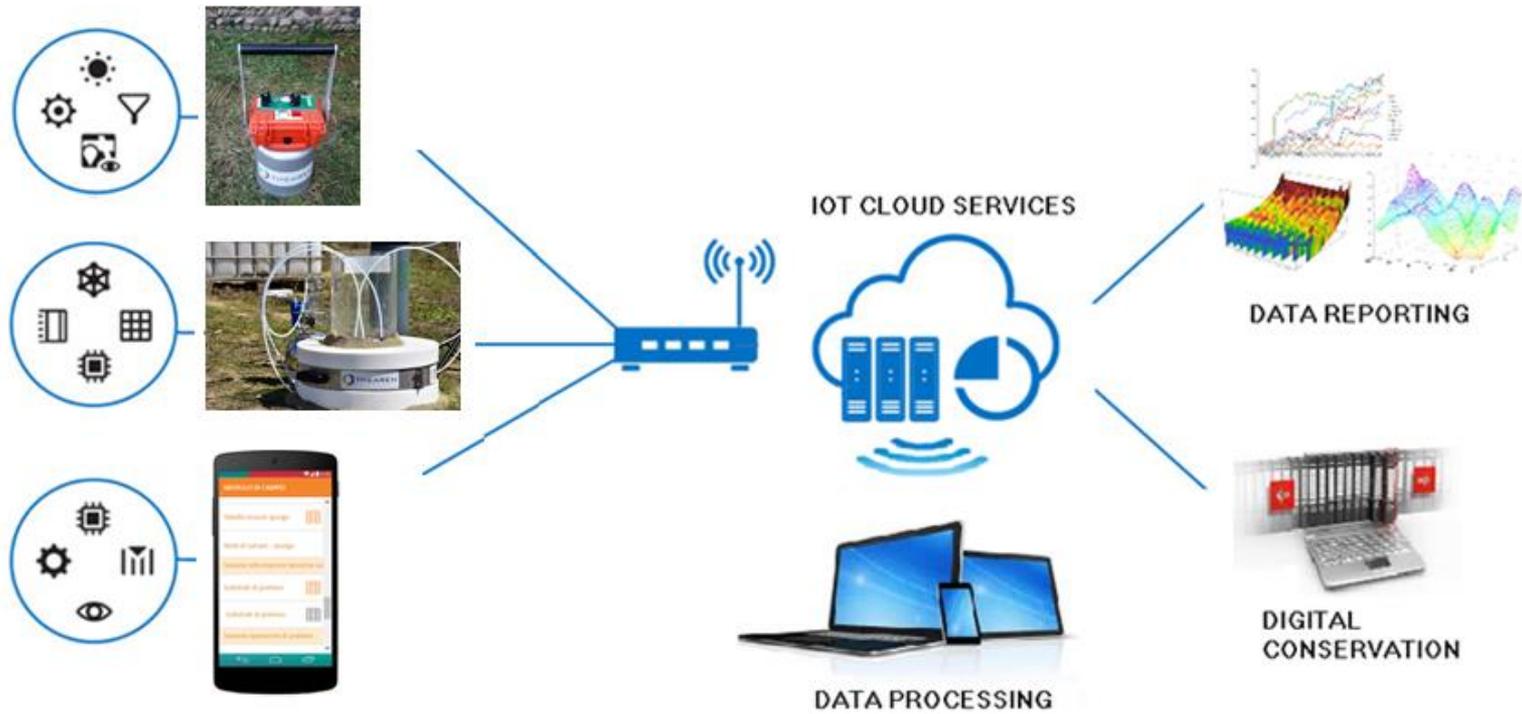
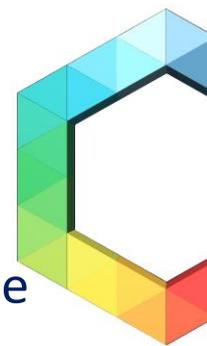


# ESEMPI DI MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA



# GARANZIA DELL'INTEGRITA' DEL PROCESSO

La registrazione in continuo dei parametri di campo richiesti dalla LINEA GUIDA SNPA 15/2018, sistemi integrati audio/video e la registrazione delle informazioni in tempo reale, assicurano l'integrità dei dati e di tutte le operazioni di campionamento



# VERBALI CARTACEI vs VERBALI DIGITALI



## CARTACEO

**THEAREN** PRELIEVO MEDIANTE FLUX CHAMBER

SEZIONE 0: RIFERIMENTI  
 OPERATORI: SP + CN  
 PUNTO DI PRELIEVO (SPID) - ID Cliente: Flux Chamber FC 1  
 Descrizione Punto/Note: C.A. CO. UNO - D. 2171 - 2016 - 2016 - 2  
 Scheda n.: 01 / 12 / 12  
 DATA INTERVENTO: 22 / 12 / 12  
 ID FLUX CHAMBER: # 002

SEZIONE 1: SPURGO/PRELIEVO

Ora	Inizio spurgo	Fine spurgo	Inizio campionamento	Fine campionamento
	9:25	10:05	10:05	15:35
	M4 L/min [14.5 L/min]			
	0.016	0.016	0.016	0.016

SEZIONE 2: VERIFICHE IN CONTINUIO

ORA	Flusso ingresso L/min	Temperatura ambientale °C	Delta P interno/esterno (Pa)	O <sub>2</sub> (%)	CH <sub>4</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	COV PID (ppb)
11:00	4.0	3.8	0.5	0.2	0.08	0	✓
11:15	4.0	3.9	0.4	0.2	0.08	0	✓
11:30	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
11:45	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
12:00	4.0	3.0	0.4	0.3	0.08	0	✓
12:15	4.0	3.0	0.5	0.3	0.08	0	✓
12:30	4.0	3.2	0.5	0.3	0.08	0	✓
12:45	4.0	3.2	0.5	0.3	0.08	0	✓
13:00	4.0	3.2	0.5	0.3	0.08	0	✓
13:15	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
13:30	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
13:45	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
14:00	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
14:15	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
14:30	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
14:45	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
15:00	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
15:15	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
15:30	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓

SEZIONE 4: CONDIZIONI METEOROLOGICHE  
 SERENO  NEVE  VENTO  
 COPERTO  PIOGGIA  FOSCO/NEBbia

SEZIONE 5: INFORMAZIONI AGGIUNTIVE  
 Presenza di schiumatura solari  SI  NO

Velocità vento (m/s): 2.9  
 Direzione vento (°Nord):

Firma del Tecnico responsabile del prelievo: [Signature]  
 Firma del Committente presente al prelievo:



## DIGITALE



Page 2 of 4 Report ID 147882 Time Zone CET

Table 2: Substrati di prelievo

Ora (hh:mm)	Temperatura ambientale (°C)	Pressione ambiente (mbar)	Umidità relativa ambiente (RH)	Temperatura interna camera (°C)	Pressione interna camera (mbar)	Umidità relativa interna camera (RH)	Delta P interno/esterno (Pa)	Ossigeno interno camera (% O2)	Metano interno camera (% CH4)	Anidride carbonica interna camera (% CO2)	COV interno camera (ppb)
09:30	15.6	1016.8	93.2	14.2	1016.8	41.4	0.9	3.18	na	na	49
09:45	16.0	1016.9	96.2	14.5	1016.9	35.7	1.1	2.06	na	na	51

Table 4: 1, rows

Canister	Fiala in carbone attivo	Fiala selettiva per mercurio
Table 4, 1 rows	Table 5, 1 rows	.

Table 3: Tabella misure prelievo

Ora (hh:mm)	Temperatura ambientale (°C)	Pressione ambiente (mbar)	Umidità relativa ambiente (RH)	Temperatura interna camera (°C)	Pressione interna camera (mbar)	Umidità relativa interna camera (RH)	Delta P interno/esterno (Pa)	Ossigeno interno camera (% O2)	Metano interno camera (% CH4)	Anidride carbonica interna camera (% CO2)	COV interno camera (ppb)
0:45	16.6	1016.8	95.6	15.2	1016.8	37.2	1.3	2.52	na	na	161
11:45	17.1	1016.8	94.2	15.6	1016.8	36.9	0.9	2.99	na	na	140
12:45	16.2	1016.5	97.6	15.7	1016.5	39.7	0.8	2.84	na	na	110
13:45	16.9	1016.1	84.7	15.7	1016.1	40.6	1.0	2.72	na	na	146
14:45	18.7	1015.5	73.0	16.0	1015.5	41.4	0.9	2.60	na	na	130
15:45	18.6	1015.7	77.3	16.4	1015.7	43.6	1.2	3.15	na	na	126

Table 4: Canister

Identificativo del canister	Taratura ugello (hh)	Depressione iniziale (pollici di Hg)	Linee di prelievo - materiali utilizzati	Immagine installazione canister
R0448	6	30	teflon + raccordi silicone	Exists

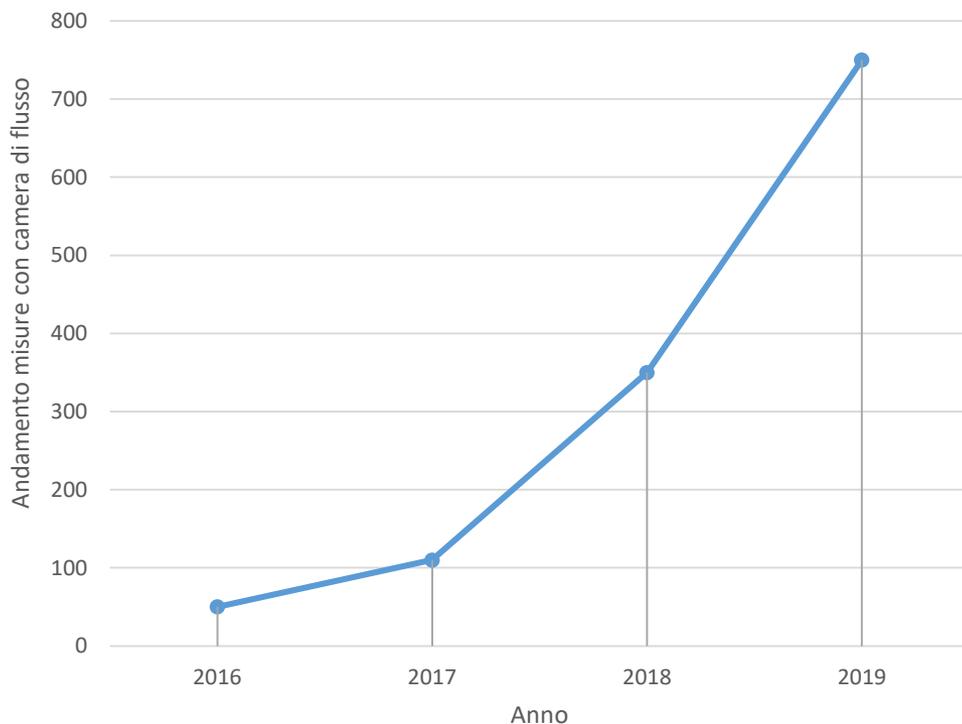
Table 5: Fiala in carbone attivo

Flusso impostato su pompa di prelievo (L/min)	Tipo di substrato	Linee di prelievo - materiali utilizzati	Bianchi di campo	Immagine installazione fiala	Volume campionato finale (L)
0.2	carbone attivo / small	teflon + raccordi silicone	na	Exists	72

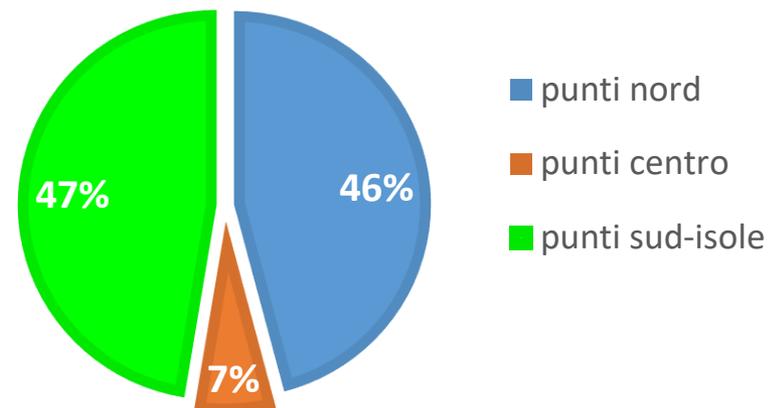


# NUMERI E PUNTI

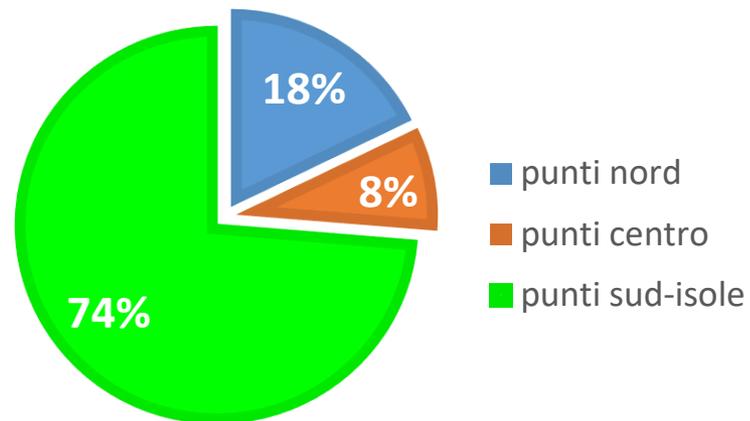
Misura di vapori  
mediante camere di flusso



## AREA GEOGRAFICA 2018



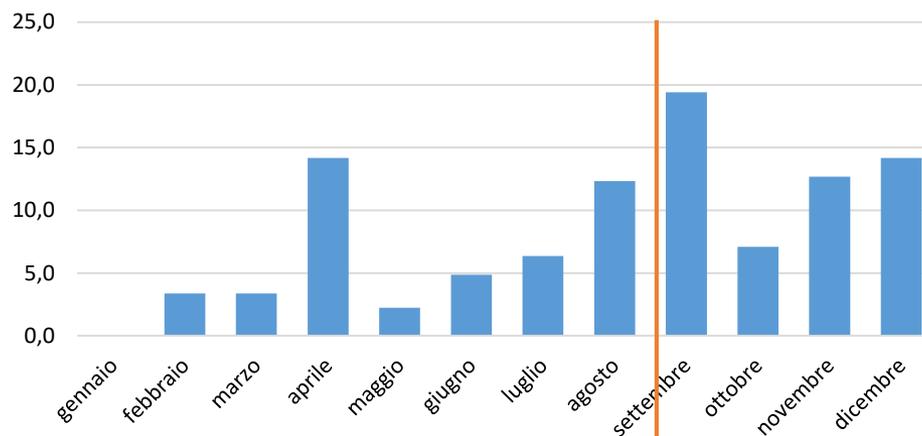
## AREA GEOGRAFICA 2019



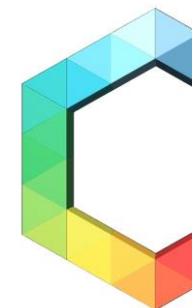
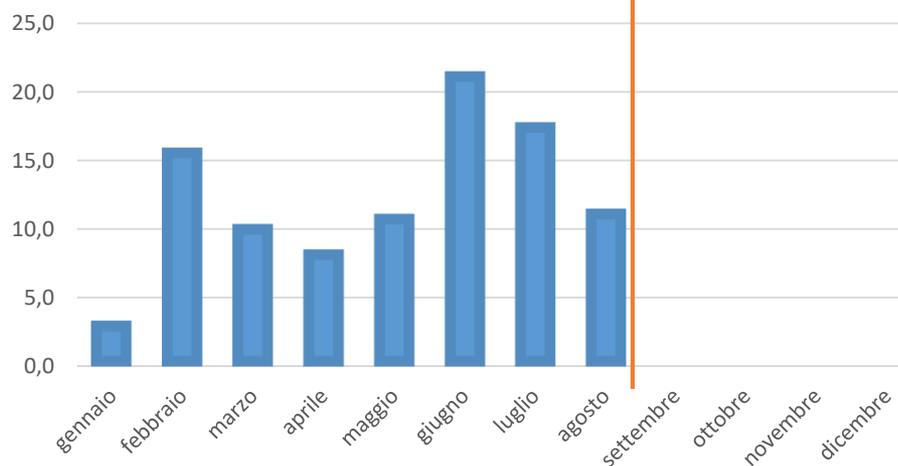
# NUMERI E PUNTI Misura di vapori mediante camere di flusso



## % CAMERE NELL'ANNO 2018

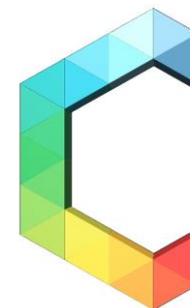


## % CAMERE NELL'ANNO 2019



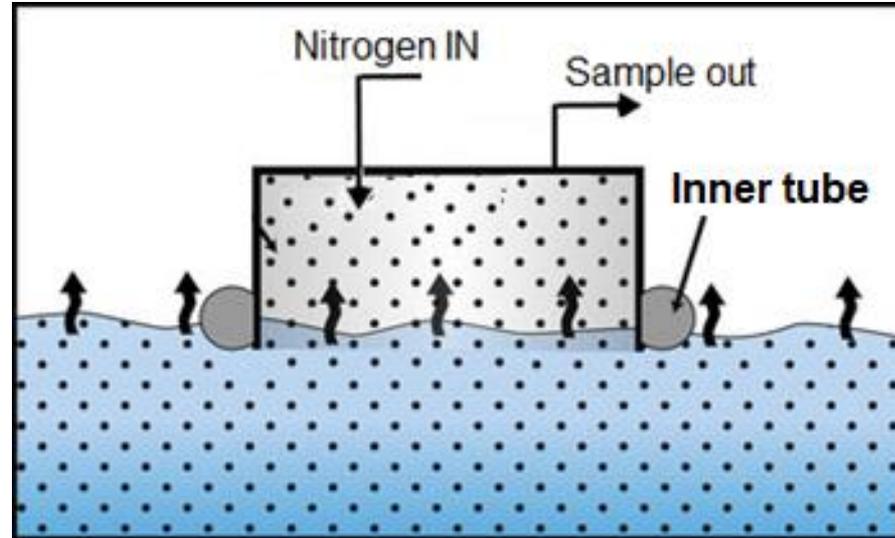


# NUOVE APPLICAZIONI



# CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE SU SUPERFICI LIQUIDE

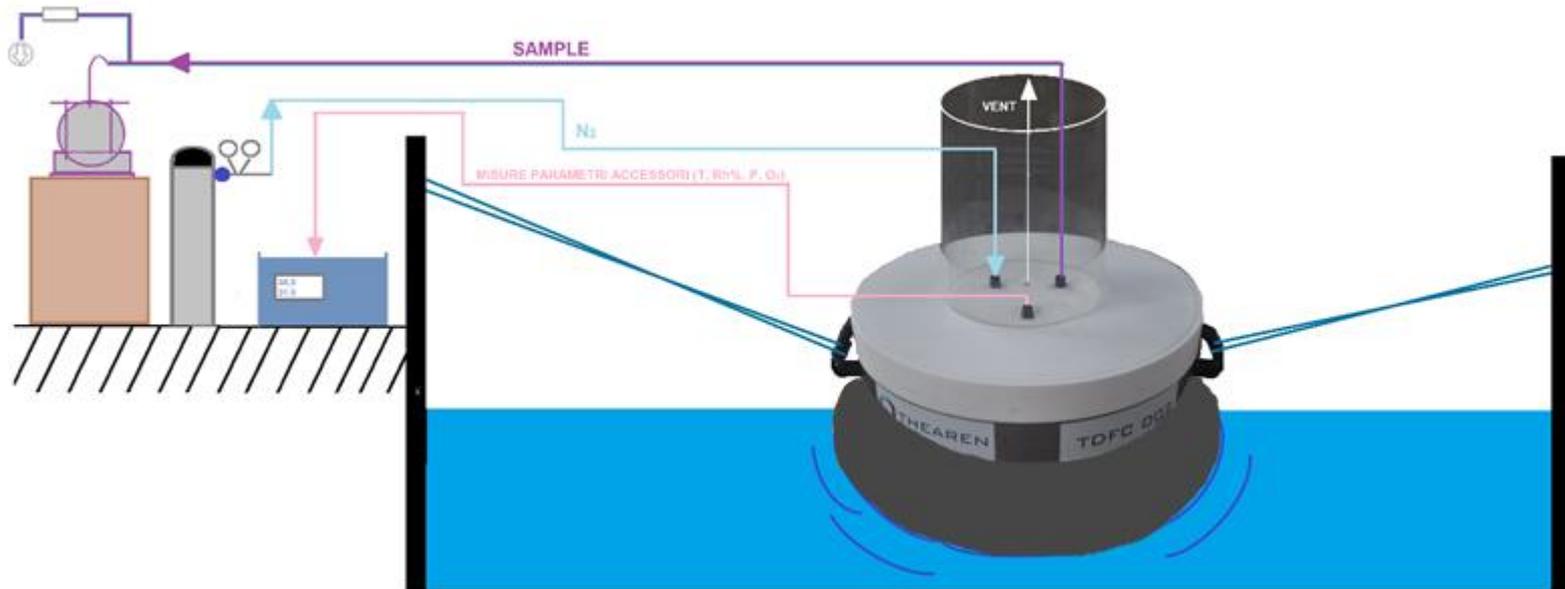
Utilizzo della camera di flusso dinamica per misura emissioni diffuse da superfici di liquido.



La camera di flusso viene mantenuta sulla superficie dell'acqua mediante un elemento tubolare galleggiante che sigilla il sistema rispetto al livello dell'acqua e mantiene alla giusta altezza, rispetto al pelo libero, la linea multiforo di insufflaggio del gas vettore

# CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE SU SUPERFICI LIQUIDE

Utilizzo della camera di flusso dinamica per misura emissioni diffuse da superfici di liquido.



schema di installazione camera di flusso

# CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE SU SUPERFICI LIQUIDE

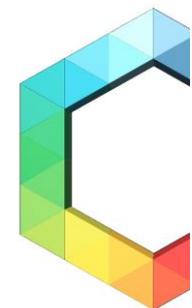
Utilizzo della camera di flusso dinamica per misura emissioni diffuse da superfici di liquido.



DAL FLUSSO MEDIANTE MODELLI DI DISPERSIONE SONO CALCOLATE LE EMISSIONI DIFFUSE RISPETTO ALLA DIMENSIONE DELLE VASCHE

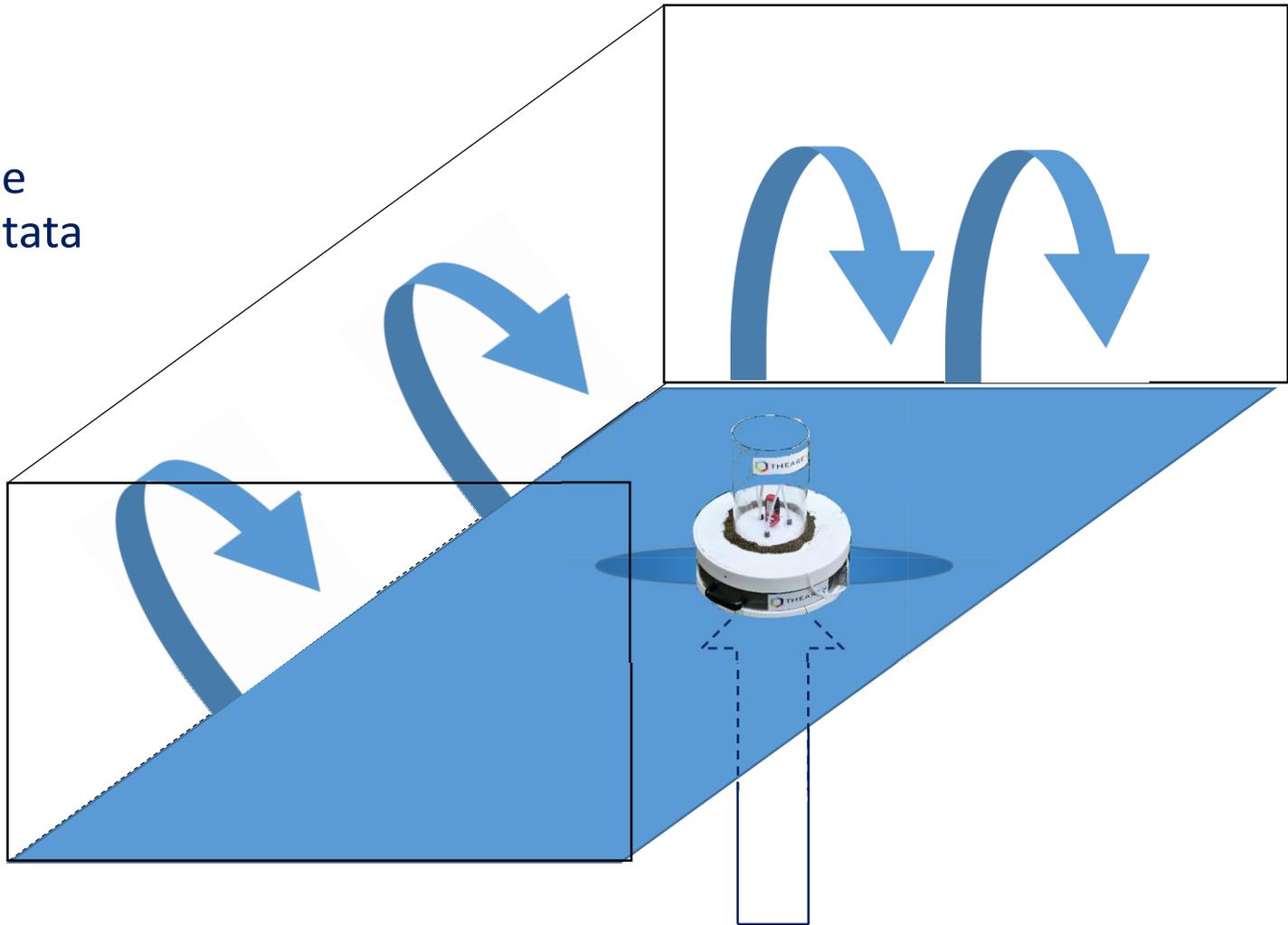


# NUOVE APPLICAZIONI



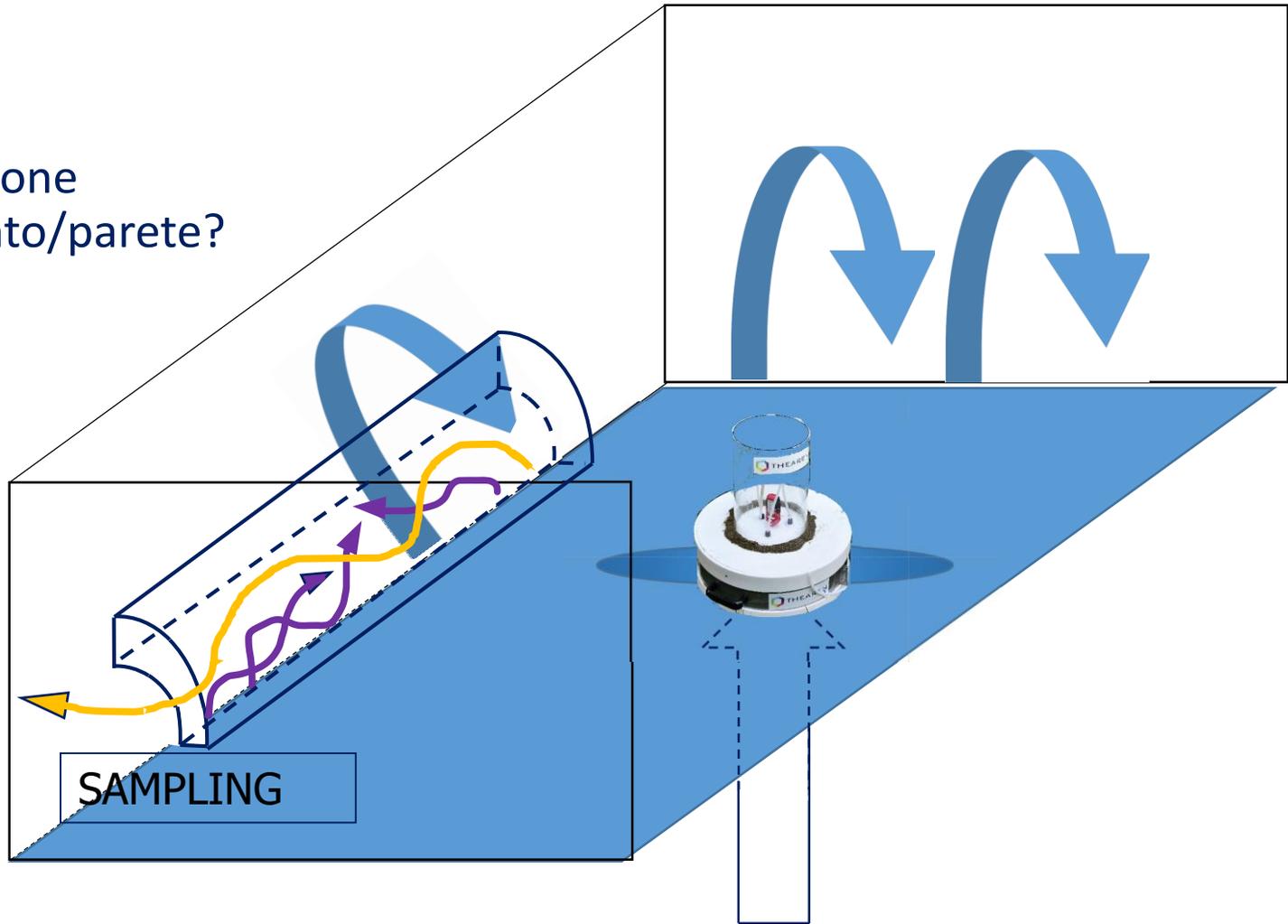
# UTILIZZO INDOOR

Sulla  
superficie  
pavimentata  
indoor?



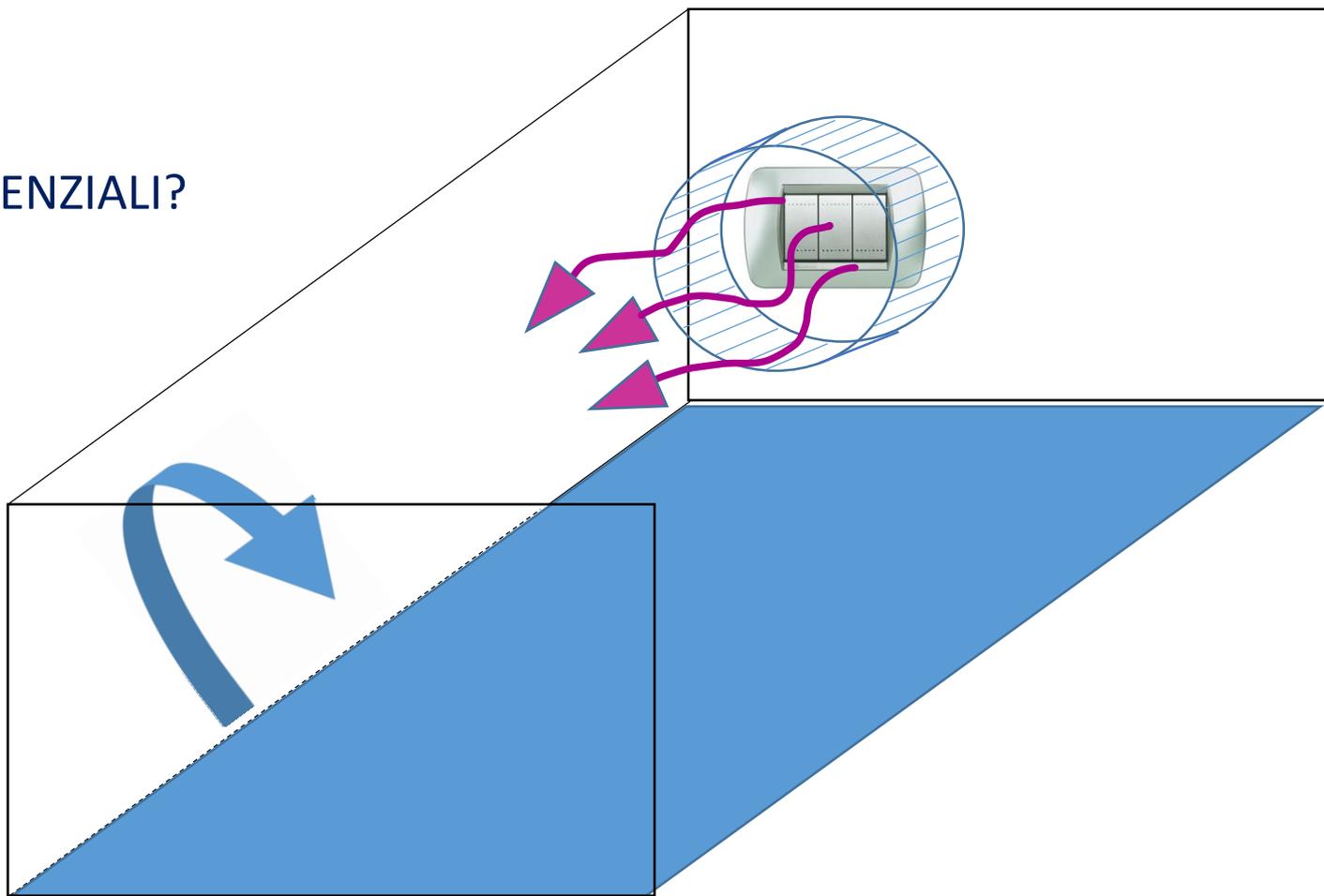
# UTILIZZO INDOOR

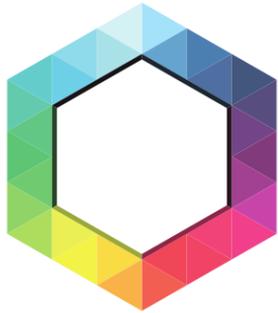
Linea di  
intersezione  
pavimento/parete?



# UTILIZZO INDOOR

VIE  
PREFERENZIALI?





THEAREN

INSPIRING INNOVATION

[luca.spinelli@thearen.com](mailto:luca.spinelli@thearen.com)