

Area Politiche Economiche, Capitale Umano e Programmazione Comunitaria  
Direzione Ricerca Innovazione ed Energia

Piano Sviluppo e Coesione Veneto  
FSC 2021-2027 Stralcio  
Attuazione degli interventi previsti con Delibera CIPESS n. 79/2021

**“Bando per il sostegno a progetti di ricerca e sviluppo nelle tematiche della salute e del benessere”**  
**Progetto: AiR Monitoring DronE: Sistema di Monitoraggio di Parametri Ambientali mediante l'utilizzo di DRoni-Laboratorio**

DGR n. 1570 del 6 dicembre 2022

## TEST SU CAMPO E RILEVAZIONE DEI DATI TRAMITE DRONE

### 1. Premessa

La tecnologia drone-laboratorio selezionata nel task 3 è stata utilizzata nei centri di raccolta rifiuti di Elite Ambiente a Brendola e a Grisignano di Zocco, per l'acquisizione dei traccianti chimici a quote e coordinate variabili rispetto alla sorgente target.

Le acquisizioni sono state effettuate con i sensori dedicati del MUVE 360C e con sensore Gil Air Plus agganciato.

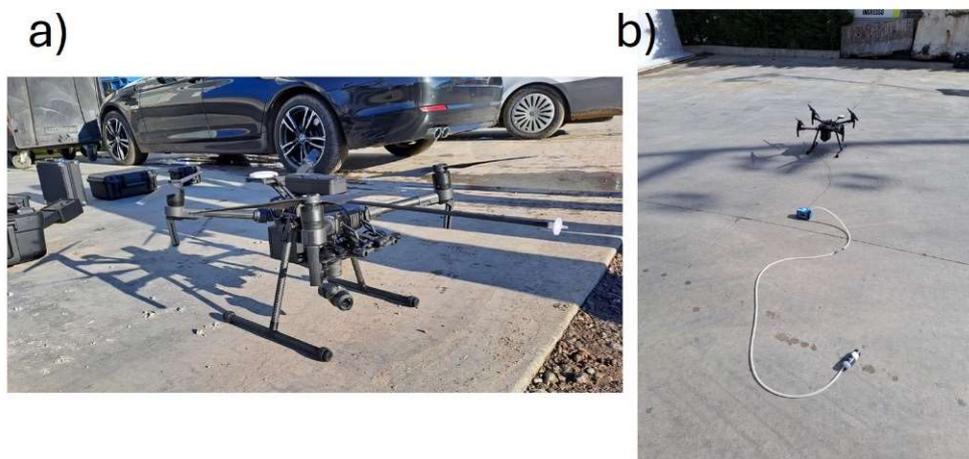


Figura 1: Drone equipaggiato a) con detector dedicato MUVE C360, b) con sensore Gil Air Plus

### 2. Risultati ottenuti

Sono state eseguite 4 campagne di acquisizione, due a Grisignano (nel mese di dicembre 2023 con rilevamento drone e stazione a terra il giorno 7) e due a Brendola (nel mese di maggio 2024 con rilevamento drone e stazione a terra il giorno 3). Ogni campagna di acquisizione vede testati con drone 8 composti, per un totale di 24 test effettuati con MUVE 360. Il sensore multi gas dedicato, consente di avere in output un tracciato in continuo, rilevando perciò circa 120 punti al minuto.

Nella quarta campagna, presso il sito di Brendola, è stata eseguita una raccolta dati con sensore Gil Air plus, con il quale sono stati testati 34 parametri aggiuntivi. Questo detector, a differenza di quello dedicato per il laboratorio aereo, restituisce un valore medio di acquisizione e non un profilo in continuo.

## CAMPAGNA 1: Grisignano, Ricognizione al Pirogassificatore

La prima campagna di monitoraggio è stata eseguita a Grisignano, presso l'impianto di pirogassificazione. L'acquisizione è stata effettuata in preparazione alla campagna 2, condotta in parallelo con il sensore di terra. L'obiettivo primario è stato di verificare la fattibilità di utilizzo del drone nell'area designata, valutare la distanza dal camino raggiungibile in sicurezza e valutare la posizione migliore in termini di altezza, distanza dal camino e direzione in base al vento e alla distanza dal camino.



*Figura 2: drone in acquisizione durante la Campagna 1*

Durante le operazioni di posizionamento il drone ha registrato contemporaneamente l'altitudine rispetto al suolo e i profili di concentrazione relativi ai sensori dedicati.

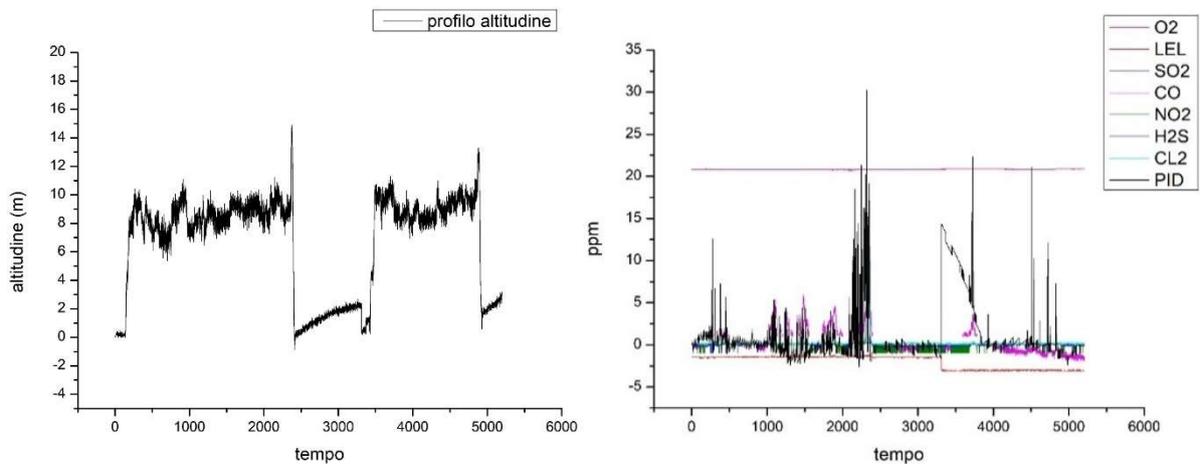


Figura 3 profili di altezza dal suolo e concentrazione rilevati in campagna 1. Il tempo è riportato sottoforma di punti di acquisizione progressivi.

In figura 3 sono riportati i profili di concentrazione e di altezza dal suolo rilevati durante la prima campagna. Il profilo dell'altezza evidenzia la posizione del drone rispetto al suolo, ma non è possibile ricavare la posizione del drone rispetto all'uscita del camino. Il drone infatti ha fatto alcuni giri intorno all'uscita del camino per valutare la posizione migliore per il rilevamento. È stato fatto poi una prova di richiamo del drone riportandolo a terra, visibile dal profilo tra i punti di acquisizione 2400 e 3500.

Dai profili di concentrazione è possibile notare come poco prima della prova di richiamo (tra 2000 e 2400), il drone fosse posizionato nella zona ottimale per l'acquisizione, coerentemente con la direzione del vento rilevata durante la campagna. Per alcuni sensori infatti, quali PID, CO, Cl<sub>2</sub> e in minima parte NO<sub>2</sub>, è evidente lo scostamento dalla linea di base e quindi è ipotizzabile che il rilevatore fosse in prossimità della fonte. La valutazione sul campo è stata monitorata grazie al set up del controller del drone. Oltre ad essere provvisto di collegamento video, dal controller è stato possibile avere una visione in diretta delle concentrazioni dei vari sensori (fig 4).



Figura 4: controller del drone in modalità visualizzazione dei sensori online (sx) e video webcam su drone (dx)

## CAMPAGNA 2: Grisignano, Rilevamento al Pirogassificatore

A seguito della prima campagna che aveva l'obiettivo di ricognizione, la seconda campagna è stata effettuata in parallelo alle acquisizioni a terra per avere un riscontro diretto. E' stata individuata, tramite previsioni meteorologica, una giornata simile a quella della alla campagna 1: in questo modo il drone è partito da terra e si è posizionato nella zona ottimale per l'acquisizione individuate nella campagna precedente. Durante il monitoraggio sono stati rilevati in continuo i vari parametri, ma grazie al sensore dell'altitudine è possibile escludere i valori acquisiti nello spostamento da e verso terra. Grazie al controllo a video, è stato possibile notare come i minuti prima del ritorno a terra abbiano dati valori di acquisizione più alti per alcuni composti volatili.

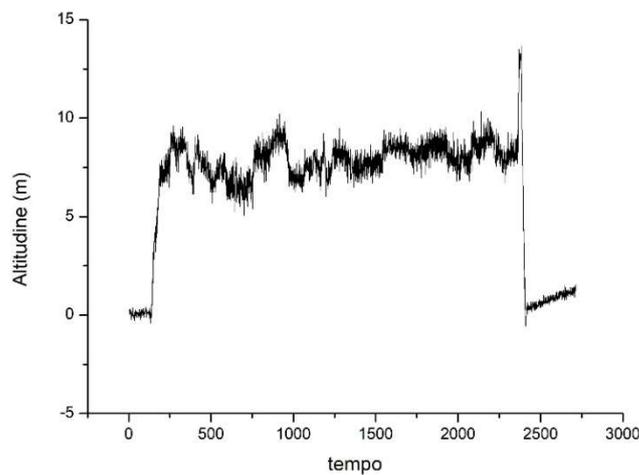


Figura 5 profilo di altezza dal suolo del monitoraggio effettuato nella campagna 2

Dal profilo dell'altezza del drone riportato in fig 5 è possibile identificare il range di valori utili per il calcolo della media dei dati da confrontare con il valore corrispondente in output dal modello di predizione.

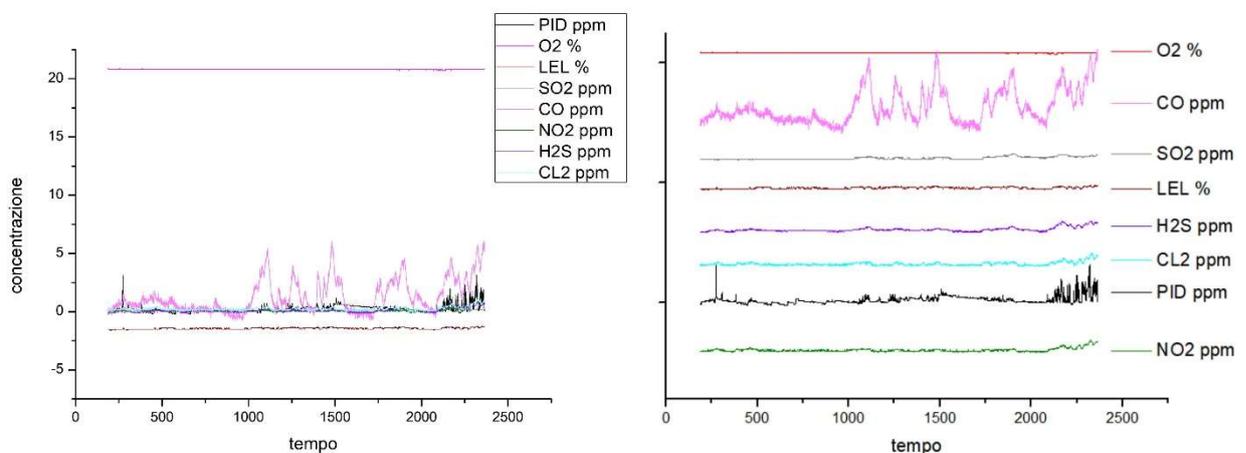


Figura 6 profili di concentrazione tal quali e splittati relativi al monitoraggio effettuato nella campagna 2

In figura 6 sono riportati i profili di concentrazione dei vari composti rilevati. Per una migliore interpretazione,

in fig 6 (dx) i singoli profili sono riportati distanziati. Già ad una prima valutazione si rende evidente che i valori misurati per Ossigeno (O<sub>2</sub>), SO<sub>2</sub> e LEL sono pressochè costanti e le variazioni sono dovute in parte da errore per il limite di rilevabilità dei sensori, in parte dall'intrinseca instabilità del drone e dal suo movimento vicino alla bocca di uscita della colonna di scarico. Si possono rilevare inoltre leggeri segnali per NO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S, soprattutto nella parte finale della misurazione a conferma di quanto visto a video.

### CAMPAGNA 3: Rilevamento a Brendola con MUVE C360

A seguito delle prime due campagne, è stata effettuata una terza campagna di monitoraggio nel sito di Brendola. Le condizioni metereologiche erano sostanzialmente diverse rispetto a quelle delle prime due campagne per temperatura, direzione ed intensità del vento.

Il camino, posto sul retro del capannone di lavorazione, emette gli scarichi della lavorazione del reparto di stoccaggio rifiuti.

Il sito è infatti suddiviso in 4 aree, definite in relazione alle varie attività svolte da ELITE Ambiente srl nel sito di Brendola (VI):

*Tabella 1: aree di suddivisione del sito di*

N.	Denominazione	Tipologia emissione
1	Metalli	Linea lavorazione metalli
2	Plastiche	Linea lavorazione plastiche
3	Cabina	Cabina di lavorazione in depressione
4	Rifiuti	Stoccaggio rifiuti

Il camino è situato sul retro del capannone, in una zona non sufficientemente ampia per poterla usare come base di partenza per il drone. In fig 7 è possibile individuare le aree di lavorazione del sito, la locazione del camino monitorato e l'area scelta come base di partenza per il drone.

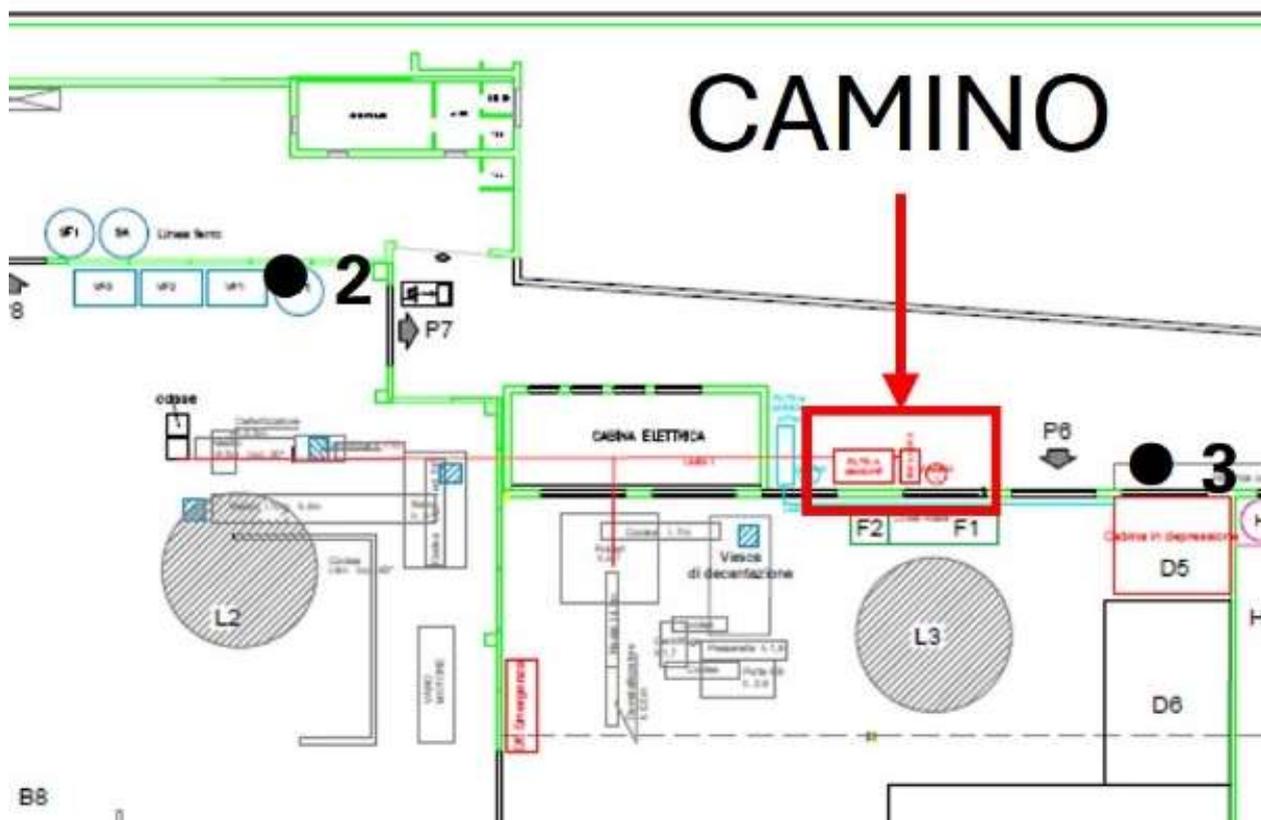


Figura 7: Localizzazione del camino

Come per le prime due campagne, con la terza è stato utilizzato il drone laboratorio MUVE C360.

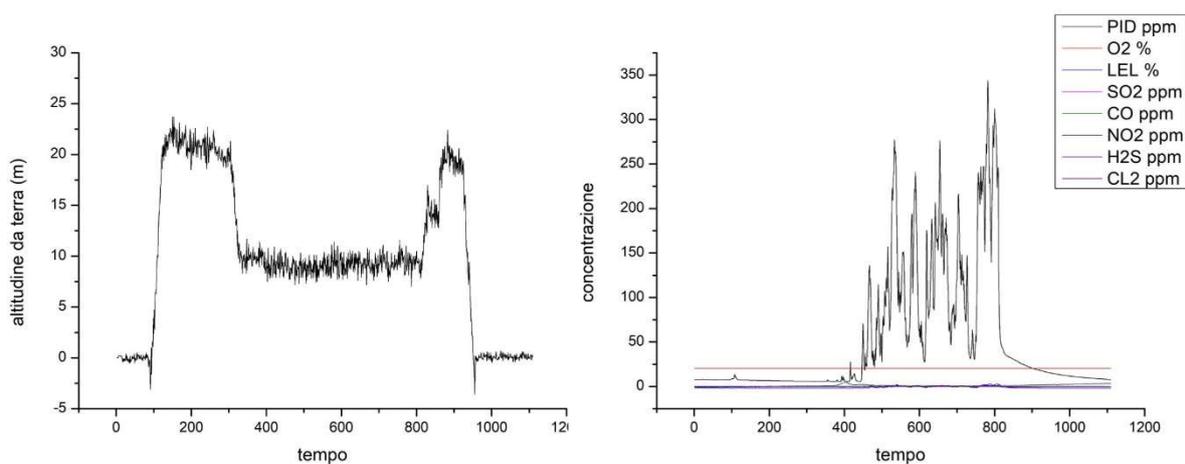


Figura 8: profili di altezza dal suolo e concentrazione rilevati in campagna 3. Il tempo è riportato sottoforma di punti di acquisizione progressivi

In figura 8 sono riportati i profili di concentrazione e di altezza dal suolo rilevati durante la terza campagna. Il profilo dell'altezza evidenzia la posizione del drone rispetto al suolo, ma non è possibile ricavare la posizione

del drone rispetto all'uscita del camino. È possibile però stabilire però quando il drone era posizionato in prossimità del camino, evidente sia nel profilo di altezza dal suolo che da quelli di concentrazione tra i punti di acquisizione 400 e 800. Dal profilo di concentrazione del PID è possibile notare come in questo lasso di tempo il drone fosse posizionato nella zona ottimale per l'acquisizione, coerentemente con la direzione del vento rilevata durante la campagna. La valutazione sul campo è stata monitorata grazie al set up del controller del drone come per le precedenti campagne. Già da una prima valutazione dei profili, si rende evidente che i composti organici volatili (VOCs) rilevati con il sensore PID siano la principale componente rilevata nei gas di scarico. Il sensore non è però in grado di discernere tra i vari composti, distinguendo tra clorurati, nitrati e solforati, ed il segnale perciò è dato dalla somma dei vari solventi o composti carboniosi volatili in uscita dal camino. I sensori testati nel progetto Respirare sono in grado quindi di fornire una stima tempestiva delle concentrazioni dei VOCs presenti nell'aria, ma non di

#### **CAMPAGNA 4: Rilevamento a Brendola con sensore Gil Air Plus**

Individuando una giornata meteorologicamente simile alla campagna 3, si è svolta la sperimentazione partendo dai risultati emersi durante la campagna 3, in cui si era reso evidente che il sensore PID per il monitoraggio dei VOCs fosse efficiente nel rilevarne la presenza e una prima stima di concentrazione, ma non possa distinguere tra i vari composti come per i sensori di terra.

È stato quindi agganciato al drone il sensore di terra Gil Air Plus. Questo sensore, a differenza di quelli integrati nel MUVE C360 non restituisce un profilo di concentrazione in continuo ma un valore medio di acquisizione.

Per evitare che il movimento delle pale del drone causassero la dispersione dei gas all'ingresso del sensore, Gil Air Plus è stato agganciato a circa un metro dal drone, e l'ingresso è stato munito di prolunga.



*Figura 9: foto del drone con sensore Air Gil Plus agganciato, nella fase di avvicinamento alla fonte*

La maggior criticità riscontrata nella campagna 4 si è rilevata la durata delle batterie del drone, nonostante tutte le precauzioni e il rischio conosciuto.

Il sensore viene attivato prima del decollo del drone e spento al suo atterraggio. L'output è la media dei valori

raccolti nell'arco di tempo in cui il drone sta in volo, perciò per avere un valore più verosimile possibile a quello in uscita dal camino, il tempo di spostamento deve essere di gran lunga minore a quello di permanenza davanti al camino. Nel caso della campagna 4, la durata delle batterie non ha consentito una permanenza del drone sufficiente a raccogliere dati in uscita dal camino. La media dei dati raccolti è stata così pesantemente influenzata dai valori raccolti durante lo spostamento dando valori nulli. Questo suggerisce però che la zona circostante al camino e intorno al capannone non presenta concentrazioni rilevabili di VOCs.