

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 Amblimentali mediante
l’utilizzo di DRoni-LaboratoRio**

DGR n. 1570 del 6 dicembre 2022

TIPOLOGIE DI DRONE E DI LABORATORIO AEREO INTEGRATE

PREMESSA

Le emissioni associate all'estrazione e all'utilizzo delle risorse naturali (quali esempio, uranio, carbone, petrolio e gas naturale) [1], ai trasporti (ad esempio, i gas di scarico delle automobili, il trasporto aereo e ferroviario) [2], le attività industriali (ad esempio, metallurgia, agricoltura, alimentazione, chimica, farmaceutica) [3], o attività domestiche (ad esempio, forni domestici, raccolta e smaltimento dei rifiuti) [4] sono le principali fonti di inquinamento antropologico.

Sebbene l'inquinamento naturale non può essere trascurato [5], tenendo anche in conto che gli animali e piante contribuiscono all'inquinamento atmosferico naturale producendo adeguatamente metano e rilasciando polline [6,7], l'emissione di molti degli agenti inquinanti oggetto di monitoraggio è strettamente legata a diversi settori industriali (solo per citarne alcuni, siti di raccolta rifiuti, allevamento di animali, trattamento dei rifiuti e delle acque reflue, industria chimica, alimentare, conciaria e della raffinazione) [8,9].

In molti Paesi, i livelli di inquinanti atmosferici vengono misurati nel tempo attraverso stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. In generale, tali sistemi forniscono una valutazione sistematica e a lungo termine dell'inquinamento, a seconda del tipo di stazione di misura e delle condizioni locali del sito di interesse. [10] Il principale svantaggio di questo approccio è che il monitoraggio viene effettuato in un determinato punto di misura che sia rappresentativo delle fonti di emissione o della diffusione degli inquinanti in una determinata regione. Pertanto, tale misurazione manca di caratteristiche spaziali, ad esempio nell'ambito dell'analisi della variabilità della concentrazione in funzione dell'altezza. Questa lacuna, per alcuni siti industriali, può essere colmata, con sistemi di monitoraggio a piattaforma mobile [11].

1. Metodologia adottata

Tenuto conto dell'ampia premessa sopradescritta, la ricerca è stata condotta analizzando, per prima cosa, la tecnologia di drone-laboratorio attualmente impiegata in diversi settori per i monitoraggi delle sostanze nocive disperse nell'aria.

Il laboratorio di monitoraggio ambientale su drone fornisce una piattaforma di analisi per condurre delle valutazioni precise tramite misurazioni della qualità dell'aria. Ciò include il monitoraggio di emissioni di fumi (ciminiera), rilevamento di perdite lungo tubazioni in impianti complessi, metano da discarica, emissioni di odori, applicazioni in regime di emergenza (ad es. sversamenti e sversamenti accidentali), scansione urbana e molto altro. Nel progetto Respirare, si è posta quindi particolare cura nella selezione delle tecnologie esistenti e teoricamente accessibili e fruibili per realtà quali Elite Ambiente srl, in quanto il laboratorio deve fornire il monitoraggio di più sostanze chimiche. Durante il volo, i sensori incorporati devono fornire l'analisi di sostanze chimiche che, insieme alla posizione GPS e all'altitudine, sono in grado di fornire la mappatura 3D dell'inquinamento ambientale e dei livelli di odore. Ben consapevoli che le condizioni meteorologiche nonché variabili microclimatiche rappresentano fattori di critici rilevanti, l'obiettivo è stato quello di sperimentare la

tecnologia disponibile (quale migliore compromesso tra costi di investimento, di monitoraggio e di risultato) e trarne le dovute conclusioni.

3. Risultati ottenuti

La scelta dei sensori ha ovviamente tenuto conto dell'applicazione finale, ossia il monitoraggio di due siti di gestione di diverse categorie di rifiuti industriali di Elite Ambiente (negli impianti di smaltimento di Grisignano di Zocco e Brendola vengono trattate oltre 300 tipologie di rifiuti) e sul monitoraggio dei gas di scarico di un impianto innovativo di pirogassificazione, sempre di Elite Ambiente.

I processi legati alla gestione, al trattamento e allo smaltimento dei rifiuti, infatti, sono potenziali fonti di emissione in aria di composti nocivi quali CO, CO₂, CH₄, NH₃, NO_x, H₂S, HCl, HF, diossine, furani, IPA e COV [8,9]. Molti di questi composti sono odoranti e la loro emissione è uno dei problemi più significativi associati agli impianti di gestione dei rifiuti, sia per gli operatori che per i residenti delle zone limitrofe.

La scelta delle sostanze da monitorare ha una ricaduta effettiva sul numero e tipologia dei sensori e quindi sul tipo di drone da utilizzare, ovvero modello, dimensioni e costo.

I progressi nell'elettronica nel campo della sensoristica consentono attualmente una lettura molto più stabile e accurata oltre al controllo dello stato di efficienza e della durata del sensore elettrochimico. Inoltre, i sensori vantano un tempo di riscaldamento notevolmente più breve, e quindi una massima risposta nelle analisi.

L'involucro in fibra di carbonio ultra-leggero di nuova concezione fornisce un corpo altamente aerodinamico, riducendo ulteriormente la resistenza. Il sistema di prelievo del campione aria fornisce un flusso d'aria continuo e regolare per letture stabili, riducendo drasticamente la pulsazione delle pompe.

Il laboratorio volante misura i gas utilizzando una serie di sensori selezionati in base all'applicazione. Il leader mondiale per i droni laboratorio è l'azienda Scentroid [12], la quale offre un'ampia gamma di prodotti. La scelta dei sensori, si basa su una libreria molto ampia, tra le quali quelli più di nostro interesse:

- Particolato (PM 10, PM 2,5, PM 4, PM 1), Fotorivelatore
- Sensori elettrochimici,
- Sensore NDIR (CO₂)
- Sensore PID (VOC/VOCO)
- Rilevamento di composti organici volatili mediante tecnologia di fotoionizzazione (PID)
- CO, CO₂, CH₄, NO_x utilizzando un sensore a infrarossi non dispersivo
- Zolfo ridotto totale (o TRS)
- Temperatura
- LEL (limite inferiore di esplosività)

• Selezione degli strumenti di misurazione

Il fornitore della tecnologia TECHNNA DRONE Aeropubblicità Srl, ha fornito i dati relativi al confronto di 3 modelli di sensori per drone-laboratorio: MUVE C360, MultiRAE e iBrid MX6. Nello specifico i sensori sono stati testati con otto standard di gas a tre diversi livelli di concentrazione.

Nella tabella 1 è riportato un rapido riepilogo dei risultati di test valutati. Tutti i composti sono stati rilevati in tutti i test da ciascuno strumento; pertanto, è stata sviluppata una metrica rudimentale di recupero percentuale per evidenziare meglio le differenze tra gli strumenti. Il verde indica un recupero semiquantitativo entro il 15% (85-115%) della quantità prevista, il blu indica recuperi superiori a tale intervallo (115% e oltre) e il rosso indica recuperi inferiori a tale intervallo (85% e oltre). Le caselle grigie indicano i composti che non hanno potuto essere rilevati da un sensore.

Tabella 1: sommario delle performance strumentali di MUVE C360, MultiRAE e iBrid MX6.

Gas	Level	MUVE C360	iBrid MX6	MultiRAE
Isobutylene	30 ppm			
	100 ppm			
	300 ppm			
Oxygen	15%			
	18%			
	19.50%			
Methane	0.5%			
	1%			
	2.5%			
Sulfur Dioxide	2 ppm			
	5 ppm			
	10 ppm			
Carbon Monoxide	35 ppm			
	50 ppm			
	200 ppm			
Nitrogen Dioxide	1 ppm			
	5 ppm			
	10 ppm			
Hydrogen Sulfide	5 ppm			
	10 ppm			
	25 ppm			
Chlorine	1 ppm			
	5 ppm			
	10 ppm			

Note: Blue indicates high readings >115% of target, green indicates 115%>target>85%, red indicates low readings 85%>target based on Table 3.

Lo strumento MUVE C360 ha generalmente ottenuto le stesse prestazioni degli altri due strumenti su tutti i composti inclusi nei test. La risposta dello strumento C360 non è stata lineare sull'intero intervallo di calibrazione per il biossido di azoto e il cloro; tuttavia, la distorsione nella risposta è probabilmente dovuta al fatto che il C360 è stato calibrato utilizzando lo standard di alto livello per entrambi gli analiti.

Un altro fattore di scelta è stato la tipologia di Drone da utilizzare per lo scopo, da equipaggiare con la strumentazione sopra indicata. Su questo aspetto, prettamente tecnico e legato alle performance di volo che devono essere assicurate, TECHNÀ DRONE Aeropubblicità Srl ha fornito una chiara indicazione del Modello DJI Matrice 210 v2 RTK, di cui si allega scheda tecnica.

Da questa fase di valutazione è emerso che il modello MUVE C360, di cui si allega scheda tecnica, risulta essere adatto alla campagna di prove che si intendono avviare nel progetto.

Questo modello, inoltre, può essere equipaggiato di serbatoi per liquidi, utilizzabili per l'eventuale abbattimento di VOC/VOCO generati in incidenti di piccole dimensioni.

4. Bibliografia

- 1- Woźniak, J.; Pactwa, K. Responsible Mining—The Impact of the Mining Industry in Poland on the Quality of Atmospheric Air. *Sustainability* **2018**, *10*, 1184.
- 2- Anenberg, S.; Miller, J.; Henze, D.; Minjares, R. A Global Snapshot of the Air Pollution-Related Health Impacts of Transportation Sector Emissions in 2010 and 2015; International Council on Clean Transportation: Washington, DC, USA, 2019.
- 3- Jabłońska, M.; Janeczka, J. Identification of industrial point sources of airborne dust particles in an urban environment by a combined mineralogical and meteorological analyses: A case study from the Upper Silesian conurbation, Poland. *Atmos. Pollut. Res.* **2019**, *10*, 980–988.
- 4- Apte, K.; Salvi, S. Household air pollution and its effects on health. *F1000Research* **2016**, *5*, 2593.
- 5- Trejos, E.M.; Silva, L.F.O.; Hower, J.C.; Flores, E.M.M.; González, C.M.; Pachón, J.E.; Aristizábal, B.H. Volcanic emissions and atmospheric pollution: A study of nanoparticles. *Geosci. Front.* **2021**, *12*, 746–755.
- 6- Misiukiewicz, A.; Gao, M.; Filipiak, W.; Cieslak, A.; Patra, A.K.; Szumacher-Strabel, M. Review: Methanogens and methane production in the digestive systems of nonruminant farm animals. *Animal* **2021**, *15*, 100060.

- 7- Grewling, Ł.; Bogawski, P.; Kryza, M.; Magyar, D.; Šikoparija, B.; Skjøth, C.A.; Udvardy, O.; Werner, M.; Smith, M. Concomitant occurrence of anthropogenic air pollutants, mineral dust and fungal spores during long-distance transport of ragweed pollen. *Environ. Pollut.* 2019, 254, 112948.
- 8- Giusti, L. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manag.* 2009, 29, 2227–2239.
- 9- Lou, Z.; Wang, M.; Zhao, Y.; Huang, R. The contribution of biowaste disposal to odor emission from landfills. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2015, 65, 479–484
- 10- Oleniacz, R.; Gorzelnik, T. Assessment of the Variability of Air Pollutant Concentrations at Industrial, Traffic and Urban Background Stations in Krakow (Poland) Using Statistical Methods. *Sustainability* 2021, 13, 5623.
- 11- Solomon, P.A.; Vallano, D.; Lunden, M.; LaFranchi, B.; Blanchard, C.L.; Shaw, S.L. Mobile-platform measurement of air pollutant concentrations in California: Performance assessment, statistical methods for evaluating spatial variations, and spatial representativeness. *Atmos. Meas. Tech.* 2020, 13, 3277–3301.
- 12- <https://scentroid.com/about-scentroid/>