



# MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

# AEROPORTO INTERNAZIONALE D'ABRUZZO

19 Dicembre 2023 - 29 Febbraio 2024



ARTA ABRUZZO – DISTRETTO PROVINCIALE DI CHIETI Direttore Dott. Roberto COCCO

Sezione Centro di riferimento per gli Agenti Fisici, Qualità dell'Aria, Controlli Emissioni e Inquinanti in Atmosfera, Emergenze Ambientali, Rischi Ambientali

S. Bianco, E. Crescenzi, S. Palermi, D. Rancitelli





## INTRODUZIONE

In relazione al progetto di prolungamento della pista di volo dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo, la Società SAGA SpA con Prot. n. 1761 del 06/12/2023 ha richiesto a questa Agenzia il supporto all'effettuazione del monitoraggio della qualità dell'aria "ante operam" previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale - Atmosfera di cui alla prescrizione b.1 del decreto **DSADEC-2004-809** del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

La campagna di misura è stata effettuata con l'utilizzo del Laboratorio mobile dell'ARTA gestito dal Distretto di Chieti ed equipaggiato con strumenti conformi al Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n 155 per la misura automatica degli inquinanti in aria.

Il Laboratorio è stato collocato il giorno 14 dicembre 2023 nella postazione prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale approvato dal Ministero; dopo le necessarie operazioni di calibrazione e riscaldamento degli strumenti, le rilevazioni sono iniziate il 19/12/2023 e sono terminate il 29/02/2024.

E' doveroso ricordare che la qualità dell'aria muta continuamente per effetto della variabilità delle condizioni emissive ed atmosferiche. Per fornire dati consistenti, di norma è necessario effettuare monitoraggi estesi nel tempo, preferibilmente pluriennali. Le campagne di monitoraggio di breve durata, come quella di cui al presente documento, rientrano nel novero di metodi alternativi quali "misure indicative" comunque previsti dalla normativa ma che sono intrinsecamente affetti da una maggiore incertezza.

Il presente lavoro riporta pertanto i dati della campagna di rilevamento della qualità dell'aria svolta nel periodo 19/12/2023 – 29/02/2024 presso l'Aeroporto d'Abruzzo.

Come noto l'Agenzia gestisce su delega regionale la rete di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) della Regione Abruzzo. Nella presente relazione si farà spesso riferimento a dati degli inquinanti forniti da alcune centraline poste nell'agglomerato Chieti Pescara ( <a href="https://sira.artaabruzzo.it/#/stazioni-fisse">https://sira.artaabruzzo.it/#/stazioni-fisse</a>) nello stesso periodo di tempo della campagna all'aeroporto.







Laboratorio Mobile posizionato presso postazione ATM01

Analizzatori presenti all'interno del Laboratorio

## SITO DI CAMPIONAMENTO

Come detto il Laboratorio Mobile di ARTA Abruzzo è stato posizionato all'interno del perimetro dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo di Pescara.

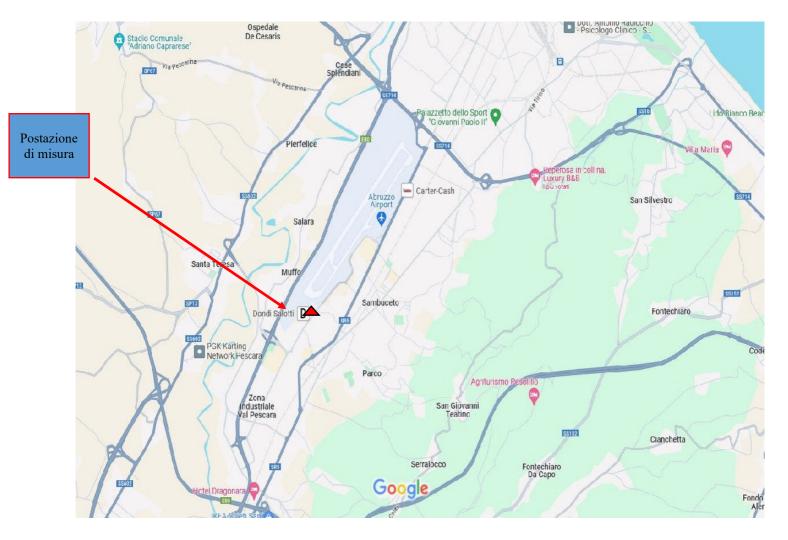
Coordinate del sito di campionamento: Coordinate WGS84 geografiche sessagesimali (DMS) 42°25′18.42″ N, 14°10′32.24″ E

Altitudine di 14 m s.l.m.

La postazione di misura è posta:

- ad una distanza di circa 300 metri dal Raccordo Autostradale Chieti Pescara E80 (Asse attrezzato) collocata in posizione OVEST – NORD/OVEST
- ad una distanza di circa 150 m rispetto a fine pista di volo dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo in posizione OVEST NORD/OVEST;
- ad una distanza di circa 600 metri dalla SR5 (Via Tiburtina Valeria) collocata in posizione SUD – EST;
- ad una distanza di circa 150 metri dalla Zona Commerciale di Sambuceto collocata in posizione SUD OVEST.





Postazione indicativa del Laboratorio mobile all'interno del perimetro dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo di Pescara.







Vista aerea di Google Earth Pro dell'area dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo e localizzazione del punto di misura.



## PARAMETRI MONITORATI E APPARECCHIATURE UTILIZZATE

Vengono riportati di seguito i parametri che sono stati misurati nel corso della campagna di misura e le apparecchiature utilizzate.

#### Parametri meteo

<u>Direzione prevalente e velocità media del vento DPV, VV</u> sono misurati rispettivamente in gradi da Nord e metri al secondo (°N e m/s). Questi parametri forniscono un elemento di stima del rimescolamento, trasporto e dispersione degli inquinanti. La direzione di provenienza dei venti, inoltre, fornisce dati utili nella valutazione di incidenza di eventuali fonti di emissione sull'inquinamento atmosferico.

<u>Temperatura</u> T misurata in gradi centigradi (°C) esprime lo stato di agitazione delle molecole d'aria. Questo parametro contribuisce a caratterizzare la stabilità atmosferica. Di norma ad una temperatura più bassa corrisponde un minore strato di rimescolamento ed un maggior rischio di accumulo di sostanze inquinanti al suolo.

<u>Pressione Atmosferica</u> – PA espressa in ettoPascal (hPa). E' la pressione determinata dalla colonna d'aria che sovrasta la superficie terrestre. Essa diminuisce con l'aumentare della quota altimetrica ed i valori assoluti registrati dalle stazioni meteorologiche vengono per convenzione rapportati al livello del mare; insieme agli altri parametri meteo contribuisce a caratterizzare lo stato di stabilità dell'atmosfera.

Per la misura dei parametri meteo è stata utilizzata strumentazione "DAVIS"



## Parametri chimici

# Monossido di Carbonio (CO)

Espresso in milligrammi per metrocubo d'aria, è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera; gas inodore ed incolore, viene generato durante la combustione di materiali organici, quando la quantità di Ossigeno è insufficiente per una combustione perfetta. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni mondiali); la quantità di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore – con motore al minimo ed in fase di decelerazione (condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato), si registrano concentrazioni più elevate.

<u>Metodo di misura</u> Il Monossido di Carbonio è analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR) – la tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni con conseguente variazione della loro intensità, proporzionale alla concentrazione dell'inquinante. Un sensore misura la variazione della radiazione luminosa e converte il valore, fornendo così la concentrazione di CO presente nell'aria.

<u>Analizzatore utilizzato:</u> Analizzatore di CO – Teledyne API Serie 300E; le verifiche dello strumento sono state effettuate prima e durante la campagna di monitoraggio con bombola certificata di CO.

# Biossido di Azoto (NO2)

Espresso in microgrammi per metrocubo d'aria, si presenta come un gas di colore rosso-bruno dall'odore forte e pungente. Si può ritenere uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, sia per la sua natura irritante, sia perché in condizione di forte irraggiamento solare provoca reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti (smog fotochimico). E' un prodotto di tutti i processi di combustione e quindi proveniente dagli impianti termici sia domestici che industriali, alimentati dai vari combustibili, e da tutti i veicoli a motore. Un contributo alla sua formazione è dato anche dall'Ozono per reazione con il monossido di azoto.



<u>Metodo di misura</u> Per la determinazione degli Ossidi di Azoto si usa il metodo a chemiluminescenza − la reazione chimica tra Ossido di Azoto (NO) e Ozono (O₃) produce una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO; un apposito rilevatore permette di misurare l'intensità della radiazione luminosa prodotta.

<u>Analizzatore utilizzato:</u> Analizzatore di NOx – Teledyne API Modello 200E – Lo strumento misura il Monossido di Azoto (NO), il Biossido di Azoto (NO $_2$ ) e la loro somma (indicata come NOx). La normativa impone un valore limite per il Biossido di Azoto ed il livello critico degli NOx per la protezione della vegetazione. Lo strumento esegue automaticamente la calibrazione automatica con il sistema "a tubo a permeazione".

# Particolato aerodisperso (Polveri sottili – PM10 – PM 2,5)

Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide sospese in aria ambiente. Il termine PM10 identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm. Queste sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e possono, quindi, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione, hanno una natura chimica particolarmente complessa e variabile, sono in grado di penetrare nell'albero respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute. Il particolato PM10 in parte è emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM10 primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM10 secondario). Il PM10 può avere sia un'origine naturale (l'erosione dei venti sulle rocce, le eruzioni vulcaniche, l'autocombustione di boschi e foreste) sia antropica (combustioni e altro). Tra le sorgenti antropiche un importante ruolo è rappresentato dal traffico veicolare. Di origine antropica sono anche molte delle sostanze gassose che contribuiscono alla formazione di PM10, come gli ossidi di zolfo e di azoto, i COV (Composti Organici Volatili) e l'ammoniaca.

Il termine PM2,5 identifica le particelle di diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 2,5  $\mu$ m, una frazione di dimensioni aerodinamiche minori del PM10 e in esso contenuta. Il particolato PM2,5 è detto anche 'particolato fine', denominazione contrapposta a 'particolato grossolano' che indica tutte quelle particelle sospese con d.a. maggiore di 2,5  $\mu$ m o, all'interno della frazione PM10, quelle con d.a. compreso tra 2,5 e 10  $\mu$ m. Sorgenti del particolato fine sono un po' tutti i tipi di combustione, inclusi quelli dei motori di auto e motoveicoli, degli impianti per la produzione di energia, della legna per il riscaldamento domestico, degli incendi boschivi e di molti altri processi industriali. Come per il PM10, queste particelle sono caratterizzate da



lunghi tempi di permanenza in atmosfera e, rispetto alle particelle grossolane, sono in grado di penetrare più in profondità nell'albero respiratorio umano. Anche il particolato PM2,5 è in parte emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM2,5 primario) ed è in parte formato attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM2,5 secondario), anzi si può sostenere senza troppa approssimazione che tutto il particolato secondario all'interno del PM10 (e che ne rappresenta spesso la quota dominante) sia costituito in realtà da particelle di PM2,5.

<u>Metodo di misura</u> – Le frazioni di particolato PM10 e di PM 2,5 vengono misurate utilizzando un metodo automatico dotato di certificato di equivalenza: lo strumento denominato SWAM 5a Dual Channel Monitor della ditta FAI è un sistema automatizzato, progettato e realizzato per il campionamento e la misurazione del materiale particolato (PM) sospeso in aria ambiente.

La combinazione della tecnica di misura dell'assorbimento beta con una tecnologia di campionamento sequenziale su doppio canale, permette al termine di ogni ciclo operativo e simultaneamente, di acquisire i valori giornalieri di concentrazione in massa sia di PM10 sia di PM2,5.

# Benzene – $(C_6H_6)$

Espresso in microgrammi per metrocubo d'aria, è un idrocarburo aromatico incolore, liquido ed infiammabile. Il benzene viene disperso in atmosfera in conseguenza delle attività umane, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico dei veicoli a motore, in particolare quelli alimentati a benzina - (la sua immissione in aria è dovuta alla combustione incompleta o ad evaporazione); stime effettuate a livello europeo attribuiscono alla categoria di veicoli in premessa più del 70% delle emissioni di benzene.

<u>Metodo di misura e strumentazione</u> – Le misure sono state effettuate mediante gascromatografia in continuo a fotoionizzazione, con l'impiego di analizzatore di B T X Chromatotec "AirTOXIC" mod. GC 866 – Lo strumento esegue la misura automatica di Benzene, Toluene, m- p-Xilene, sebbene la normativa indichi un valore di riferimento solo per il Benzene. Prima e durante le campagne di misura sono stati effettuati controlli con gas analitici certificati a concentrazione nota.



# Biossido di zolfo (SO2)

E' un inquinante primario che, una volta immesso in atmosfera, permane inalterato per alcuni giorni e può essere trasportato a grandi distanze, contribuendo al fenomeno dell'inquinamento transfrontaliero.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato come uno dei principali inquinanti atmosferici a causa dei suoi effetti evidenti sull'uomo e sull'ambiente.

Ultimamente, in Italia ed in Europa, le emissioni, e di conseguenza le concentrazioni, si sono sensibilmente ridotte grazie all'utilizzo di combustibili a basso e bassissimo tenore di zolfo.

Il biossido di zolfo è fortemente irritante per gli occhi ed il tratto respiratorio, in cui può penetrare facilmente a causa dell'elevata solubilità in acqua. Per inalazione, può causare edema polmonare ed una prolungata esposizione può portare alla morte.

In atmosfera, la SO<sub>2</sub>, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole di acqua, genera acido solforico e contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti negativi sulla salute dei vegetali.

<u>Metodo di misura</u> – La misura è basata sul principio della fluorescenza UV. Una lampada UV emette una radiazione alla lunghezza d'onda di 214 nm. Le molecole di SO2 assorbono energia, a questa lunghezza d'onda, passando ad uno stato eccitato e permanendo in tale stato per delle frazioni di secondo. Successivamente, parte di queste molecole eccitate ritorna allo stato fondamentale con emissione di radiazione alla lunghezza d'onda di circa 330 nm (fluorescenza): SO2 + hv1 ( $\lambda$ 1 = 214 nm) → SO2\* SO2\* → SO2 + hv2 ( $\lambda$ 2 = 330 nm) La radiazione emessa viene misurata da un detector ed elaborata insieme al segnale registrato in assenza di radiazione eccitante. Si ha così la misura della concentrazione di SO2.

Analizzatore utilizzato: Analizzatore di  $SO_2$  – Teledyne API 100E leverifiche dello strumento sono state effettuate prima e durante la campagna di monitoraggio con bombola certificata di  $SO_2$ .

# <u>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</u>

Vengono immessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in impianti industriali, di riscaldamento e delle emissioni da autotrazione. Essi sono assorbiti e veicolati da particelle carboniose emesse dalle stesse fonti. L'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione. La presenza di questi composti nei gas



di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione pesante presente come tale nel carburante, sia alla frazione che ha origine durante il processo di combustione.

<u>Metodo di misura</u> – La misura è basata sul principio della fotoionizzazione selettiva degli I.P.A. adsorbiti sulle superfici degli aerosol carboniosi con diametro aerodinamico molto basso.

Lo strumento "PAS 2000 (ECOCHEM)" utilizzato, esegue la determinazione degli I.P.A. nelle polveri ultrafini, che rappresentano una frazione pari al 95% degli I.P.A. aerodispersi; la ionizzazione viene realizzata con un fascio di luce prodotto da una lampada UV a lunghezza d'onda pari a 185 nm.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro normativo di riferimento per la misura della qualità dell'aria ambiente è costituito dal Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n.155; si riportano di seguito i limiti di legge e i valori obiettivo per i parametri misurati dal Laboratorio mobile.

# Limiti di Legge e Valori obiettivo

Ozono	Protezione della salute umana – Max media su 8 ore	Soglia di informazione 1 ora	Soglia di allarme – da non superare per 3 ore consecutive	
<b>O</b> <sub>3</sub>	120 μg/m³	180 μg/m <sup>3</sup>	240 μg/m³	

Particolato atmosferico	Media giornaliera da non superare più di 35 volte l'anno	Media anno civile
PM10	50 μg/m³	40 μg/m³
PM2,5		25 μg/m³

Biossido di azoto	Valore orario da non superare più di 18 volte per anno civile	Media anno civile
NO <sub>2</sub>	200 μg/m³	40 μg/m³

Monossido di Carbonio	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	
СО	10 mg/m <sup>3</sup>	

Biossido di Zolfo	Limite orario per la protezione della salute umana (media 1 h), da non superare più di 24 volte per anno civile		
	350 μg/m³		
SO <sub>2</sub>	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana (media 24 h), da non superare più di 3 volte per anno civile		
	125 μg/m³		



Benzene	Media anno civile
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	5,0 μg/m³

# Livelli critici per la protezione della vegetazione

Ossidi di Azoto	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre – 31 marzo)
NO <sub>x</sub>	30 μg/m <sup>3</sup>	

# **RISULTATI**

Nella tabella successiva sono riportati i valori medi delle sostanze rilevate nel corso della campagna di misura condotta all'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo. Nella stessa tabella e nei grafici successivi vengono riportati anche i valori indicati nella Direttiva Europea (2008/50/CE) di cui il D. Lgs.vo n 155/2010 costituisce l'attuazione. Il confronto dei valori legislativi con le medie ottenute durante la campagna di misura è indicativo in quanto tali limiti fanno riferimento a medie annuali.

Campagna del Laboratorio Mobile – Aeroporto Internazionale d'Abruzzo 19/12/2023 – 29/02/2024						
	VALORI MEDI DI CONCENTRAZIONE					
INQUINANTE	Unità di misura	Valore medio	Valore max.	Valore minim o	Valore limite	
PM10 particelle respirabili	μg/m³	45 (giornaliero)	91	12	40 (annuale)	
PM2,5 particelle respirabili	μg/m³	35 (giornaliero)	81	5	25 (annuale)	
Monossido di carbonio (CO)	mg/m³	1,1*	1,76	0,34	10 (calcolata su 8 ore)	
Ossidi di azoto (NOx)	μg/m³	40 *	132	5	30 (annuale)	
Monossido di azoto (NO)	μg/m³	11 *	39	0,3		
Biossido di Azoto (NO <sub>2</sub> )	μg/m³	24 *	92	4	200 (orario) – 40 (annuale)	
Benzene	μg/m³	1,2 *	15	0,2	5,0 (annuale)	
Toluene	μg/m³	2,2 *	57	0,3		
Idrocarburi Policicl Aromatici (IPA)	ng/m³	31*	111	17		
SO <sub>2</sub>	μg/m³	2,81 (giornaliero)	3,96	2,06	125 (annuale max 3 volte)	
Temperatura	°C	9,7	22,5	-1,7		
Velocità del vento	m/s	1,4	7,2	0,0		
Direzione del vento prevalente	gradi	Giorno N/NE	Notte S/O			
Precipitazioni totali	mm	48,4				

\*orario

Tab.1 Valori medi di concentrazione



## Evoluzione meteorologica durante la campagna di monitoraggio

Le concentrazioni degli inquinanti nell'atmosfera dipendono da un insieme complesso di variabili. Giocano un ruolo importante la tipologia delle sorgenti, la loro distanza dai recettori, la suscettibilità a trasformazioni chimico-fisiche.

Le condizioni meteorologiche locali sono alla base della comprensione dei fenomeni di trasporto e dell'evoluzione temporale dell'inquinamento atmosferico. Su scala locale, l'influenza maggiore sulla diffusione degli inquinanti è esercitata dalle condizioni microclimatiche; dall'intensità e dalla direzione del vento oltre che dalle condizioni di turbolenza (meccanica e termodinamica) dei bassi strati atmosferici e dai fenomeni periodici quali le brezze oltre che dalle specificità orografiche locali (barriere naturali, effetti tunnel, canyon urbani).

Limitandoci agli aspetti più importanti, questo periodo di misurazioni è stato caratterizzato da bassi valori di **Velocità del Vento**; la media nell'intero periodo è stata di 1.4 m/s. Il massimo valore registrato (in termini di media oraria) è stato di 7.2 m/s.

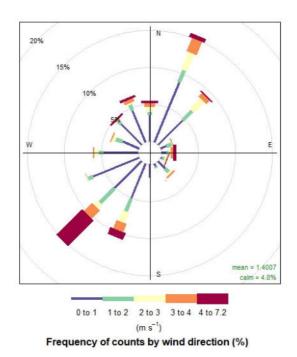


Fig.1 Rosa dei venti — Campagna Laboratorio Mobile periodo 19/12/2023 al 29/02/2024



La rosa dei venti (Fig. 1) evidenzia una prevalenza di provenienze dai quadranti contrapposti Sud-Ovest / Nord-Est, evidentemente connesse al meccanismo delle brezze di mare (vento da Nord-Est nelle ore centrali della giornata) e di terra (vento da Sud-Ovest nella ore notturne e della prima mattina), tipiche dei regimi di alta pressione, in contesti di tempo stabile e soleggiato.

Da notare significative occorrenze di venti da Sud - Ovest con velocità rilevanti (superiori a 4 m/s), connesse all'ingresso di aria mite di origine africana che precede l'ingresso di perturbazioni atlantiche nel mediterraneo centrale.

Meno frequente la ventilazione dal quadrante Nord-Ovest, sia in termini di frequenza che di intensità, limitata ad episodi di avvezione di aria più fredda di origine nord atlantica. Quasi assente la ventilazione dal quadrante Sud-Est.

Durante la campagna di monitoraggio, le condizioni meteorologiche sono state caratterizzate da tre distinti regimi circolatori:

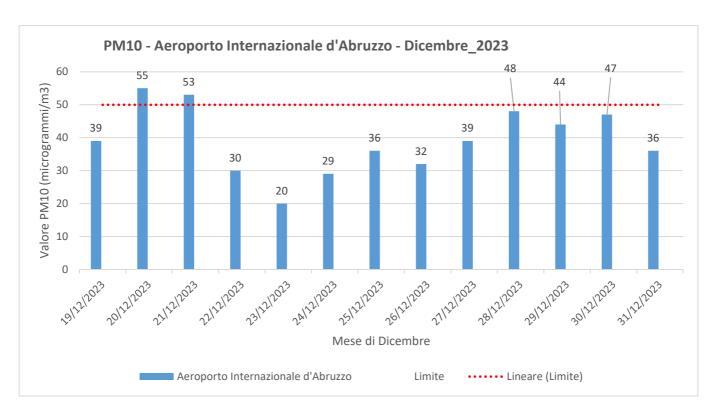
- 1. Condizioni di tempo stabile determinate da anticicloni di origine nordafricana, con scarsità di precipitazioni e temperature medie significativamente più alte della media, in particolare dal 19 dicembre all'8 gennaio, dal 17 al 19 gennaio, dal 9 a 12 febbraio e in tutta l'ultima decade di febbraio.
- 2. Periodi anticiclonici di matrice continentale, con tempo stabile, ventilazione debole a regime di brezza e temperature in linea o leggermente inferiori alla media climatica, in gennaio (dal 9 al 14 e dal 20 al 31) e all'inizio di febbraio (1-7).
- 3. Precipitazioni degne di nota solo in brevi periodi (7-11 e 19-20 gennaio; 23 e 29 febbraio).

I regimi 1 e soprattutto 2 hanno generalmente favorito l'accumulo di inquinanti, anche se nel regime 1 si sono registrati episodi di ventilazione piuttosto sostenuta di provenienza africana (dal quadrante Sud-Ovest) che hanno momentaneamente ridotto le concentrazioni. Le giornate con precipitazioni piovose (regime 3) favoriscono l'abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti.



## Particolato aerodisperso (PM 10)

Nel periodo di osservazione (dal 19/12/2023 al 29/02/2024) le concentrazioni di particolato aerodisperso PM 10 hanno in diversi giorni superato il valore limite della <u>media giornaliera</u> fissato in 50  $\mu$ g/mc (microgrammi per metro cubo di aria). Il valore medio si è attestato sul valore di 45  $\mu$ g/mc mentre il valore della massima media giornaliera è stato di 91  $\mu$ g/mc (19 febbraio 2024).

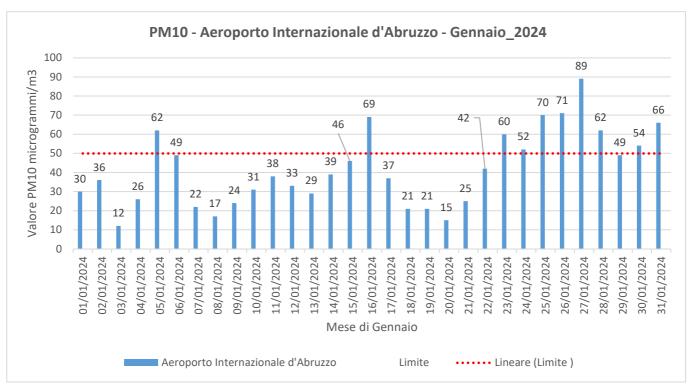


**Fig. 2** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM10** rilevati durante la campagna durante il Mese di Dicembre 2023. La linea rossa indica il valore di 50 microgrammi/m3 che rappresenta il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (media 24 h) stabilito dalla norma.

Data	Valore PM10 (μg/m³)	
20/12/2023	55	
21/12/2023	53	

**Tab 2** Data e valore di concentrazione dei superamenti del PM 10 del mese di dicembre



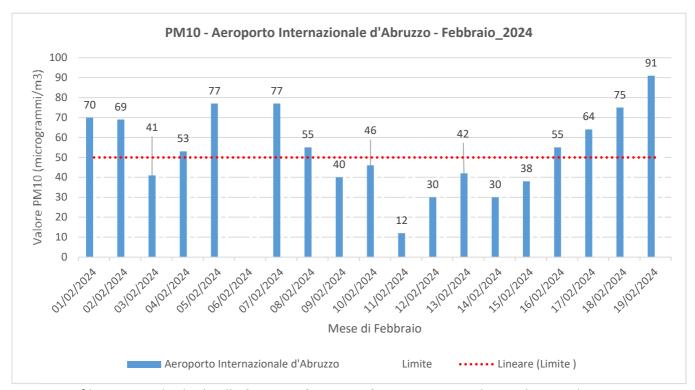


**Fig. 3** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM10** rilevati durante la campagna durante il Mese di Gennaio 2024. La linea rossa indica il valore di 50 microgrammi/m3 che rappresenta il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (media 24 h) stabilito dalla norma.

Data	Valore PM10 (μg/m³)
05/01/2024	62
16/01/2024	69
23/01/2024	60
24/01/2024	52
25/01/2024	70
26/01/2024	71
27/01/2024	89
28/01/2024	62
30/01/2024	54
31/01/2024	66

Tab 3 Data e valore di concentrazione dei superamenti del PM 10 del mese di Gennaio 2024



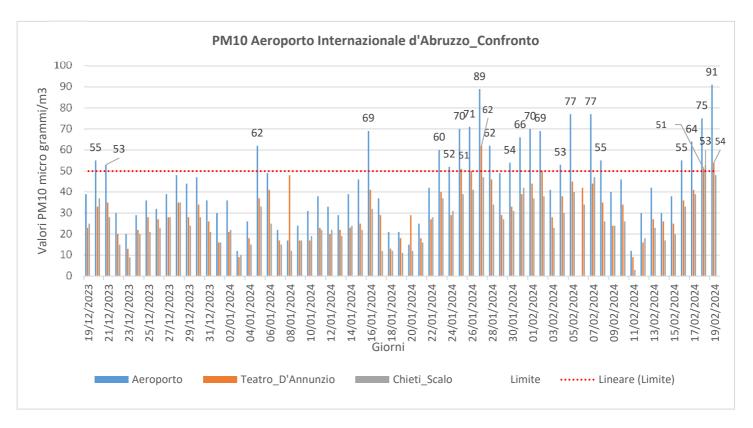


**Fig. 4** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM10** rilevati durante la campagna durante il Mese di Febbraio 2024. La linea rossa indica il valore di 50 microgrammi/m3 che rappresenta il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (media 24 h) stabilito dalla norma.

Data	Valore PM10 (μg/m³)
01/02/2024	70
02/02/2024	69
04/02/2024	53
05/02/2024	77
07/02/2024	77
08/02/2024	55
16/02/2024	55
17/02/2024	64
18/02/2024	75
19/02/2024	91

Tab 4 Data e valore di concentrazione dei superamenti del PM 10 del mese di Febbraio 2024





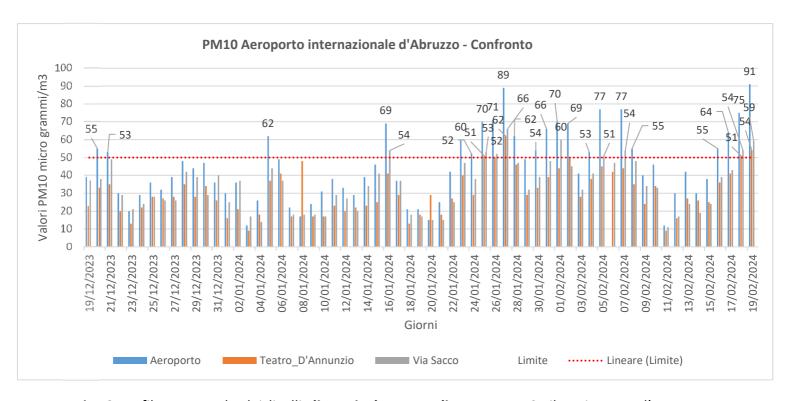
**Fig. 5** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM10** rilevati durante l'intero periodo della campagna di misura dal 19/12/2023 al 29/02/2024 e a confronto con le Centraline della RRQA rispettivamente di **Teatro D'Annunzio (PE)** e di **Chieti Scalo**. La linea rossa indica il valore di 50 microgrammi/m3 che rappresenta il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (media 24 h) stabilito dalla norma.

Gennai	io 2024	Febbraio 2024	
Stazione N. superamento		Stazione	N. superamento
	PM10 limite		PM10 limite
Aeroporto	10	Aeroporto	10
Teatro D'Annunzio	2	Teatro D'Annunzio	3
Chieti Scalo	0	Chieti Scalo	1

Gennaio 2024		Febbraio 2024		
Stazione	Valore medio PM10	Stazione	Valore medio PM10	
	$(\mu g/m^3)$		$(\mu g/m^3)$	
Aeroporto	42	Aeroporto	54	
Teatro D'Annunzio	29	Teatro D'Annunzio	35	
Chieti Scalo	24	Chieti Scalo	30	

**Tab 5** PM10 Confronto dei superamenti i e dei valori medi con le centraline di **Teatro D'Annunzio** (**PE**) e di **Chieti Scalo** 





**Fig. 6** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM10** rilevati presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo durante l'intero periodo della campagna di misura dal 19/12/2023 al 29/02/2024 e a confronto con le Centraline della RRQA di **Teatro D'Annunzio** e **Via Sacco (PE)** La linea rossa indica il valore di 50 microgrammi/m3 che rappresenta il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (media 24 h) stabilito dalla norma.

Gennaio 2024		Febbraio 2024		
Stazione	N. superamento limite	Stazione	N. superamento limite	
Aeroporto	10	Aeroporto	10	
Teatro D'Annunzio	2	Teatro D'Annunzio	3	
Via Sacco	4	Via Sacco	5	

Gennaio 2024		Febbraio 2024		
Stazione	Valore medio PM10	Stazione	Valore medio PM10	
	(μg/m³)		$(\mu g/m^3)$	
Aeroporto	42	Aeroporto	54	
Teatro D'Annunzio	29	Teatro D'Annunzio	35	
Via Sacco	32	Via Sacco	39	

**Tab 6** PM10 Confronto dei superamenti i e dei valori medi con le centraline di **Teatro D'Annunzio** e di **Via Sacco (PE)** 



## Particolato aerodisperso (PM2,5)

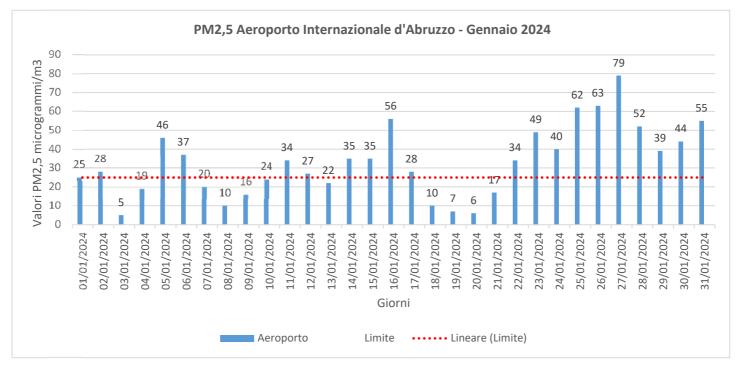
Nel periodo di osservazione (dal 19/12/2023 al 29/02/2024) le concentrazioni di particolato aerodisperso PM2,5 hanno, in diversi giorni, superato il valore limite annuale fissato in 2,5  $\mu$ g/mc (microgrammi per metro cubo di aria).

Il valore medio si è attestato sul valore di  $35 \mu g/mc$  mentre il valore della massima media giornaliera è stato di  $81 \mu g/mc$  (19 febbraio 2024).

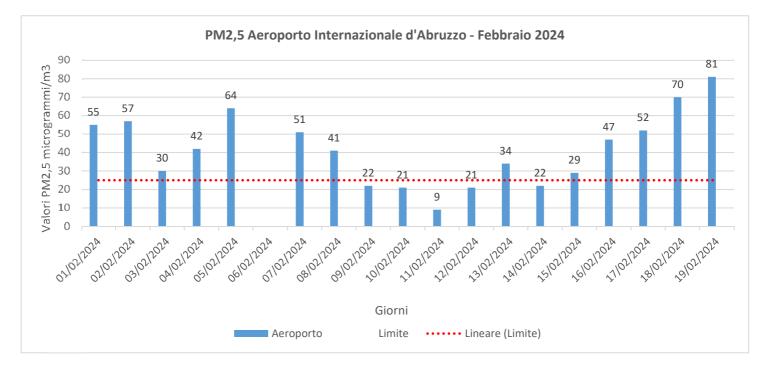


**Fig.7** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM2,5** rilevati durante la campagna durante il Mese di Dicembre 2023. La linea rossa indica il valore di 25 microgrammi/m3 che rappresenta il valore della media anno civile per la protezione della salute umana stabilita dalla norma.



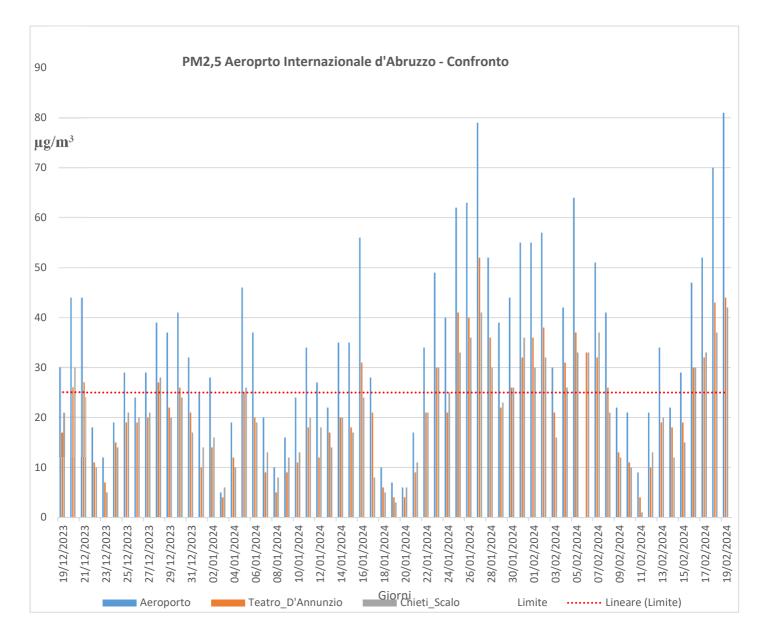


**Fig.8** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM2,5** rilevati durante la campagna durante il Mese di Dicembre 2023. La linea rossa indica il valore di 25 microgrammi/m3 che rappresenta il valore della media anno civile per la protezione della salute umana stabilita dalla norma.



**Fig.9** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM2,5** rilevati durante la campagna durante il Mese di Febbraio 2024. La linea rossa indica il valore di 25 microgrammi/m3 che rappresenta il valore della media anno civile per la protezione della salute umana stabilita dalla norma.





**Fig. 10** profilo temporale dei livelli **di particolato aerodisperso PM2,5** rilevati durante l'intero periodo della campagna di misura dal 19/12/2023 al 29/02/2024 e a confronto con le Centraline della RRQA rispettivamente di Teatro D'Annunzio e di Chieti Scalo. La linea rossa indica il valore di 25 microgrammi/m3 che rappresenta il valore della media anno civile per la protezione della salute umana stabilita dalla norma.



## Monossido di carbonio (CO)

Nel corso della campagna di misura il monossido di carbonio (CO) registrato nel periodo di misurazione si è sempre mantenuto entro livelli contenuti e lontani dal limite (valore massimo della campagna di 1.76 mg/m³ – valore limite di legge 10 mg/m³). I valori di CO registrati non vengono riportati in forma grafica in quanto sono sempre risultati ampiamente al di sotto del valore limite indicato dalla norma.

#### Ossidi d'azoto (NO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub>)

Nel grafico di Fig. 11 sono riportate le concentrazioni medie orarie del Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) il cui valore massimo rilevato è stato di **92 \mug/m³**. Dallo stesso grafico si evince che il valore limite da non superare è di 200  $\mu$ g/m³.

Il valore medio rilevato nell'intero periodo è stato di **24 \mug/m³** quindi inferiore al valore limite previsto per l'intero anno civile che è di 40  $\mu$ g/m³ (Fig. 12)

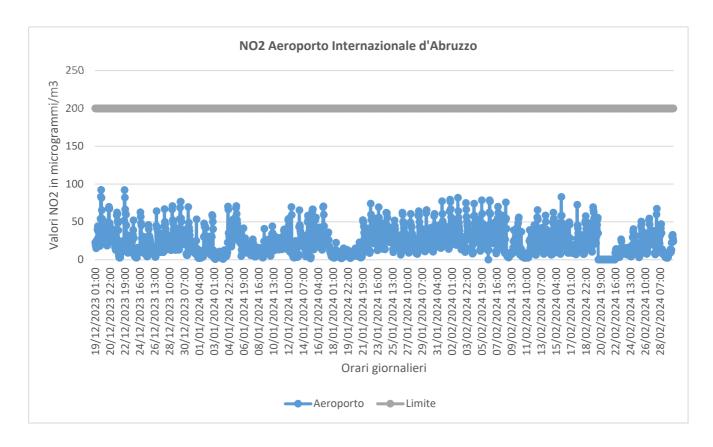


Fig. 11 profilo temporale dei livelli di Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) rilevati presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo durante l'intera campagna di misura. La linea grigia indica il valore medio annuale da non superare.



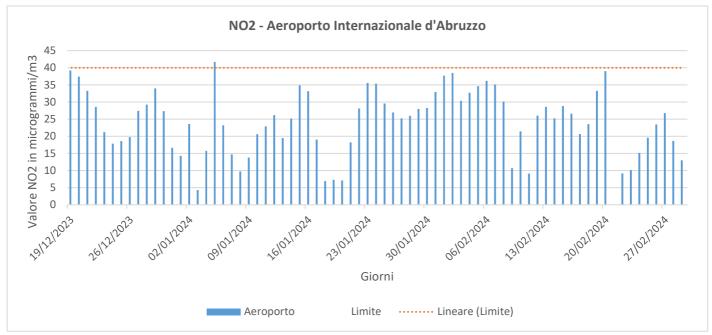


Fig. 12 profilo temporale dei livelli di Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (valori medi giornalieri) rilevati durante la campagna dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo. La linea rossa indica il valore medio annuale da non superare.

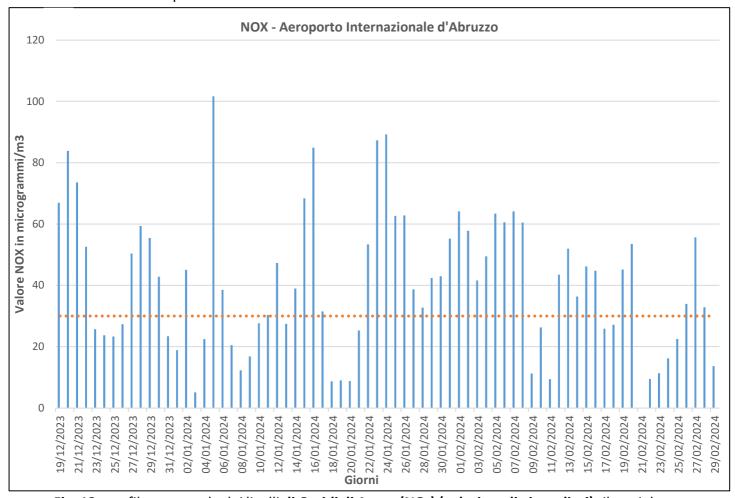


Fig. 13 profilo temporale dei livelli di Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>) (valori medi giornalieri) rilevati durante la campagna di Cepagatti. La linea rossa indica il valore medio limite annuale.



In Fig 13 è riportato anche il grafico relativo agli Ossidi di Azoto (NOx). Il valore di riferimento indicato come "livello critico per la vegetazione" degli Ossidi di Azoto è fissato in 30  $\mu$ g/m³ sull'intero anno civile. Il valore medio misurato per il periodo di misurazioni presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo è stato di circa 40  $\mu$ g/m³

## BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

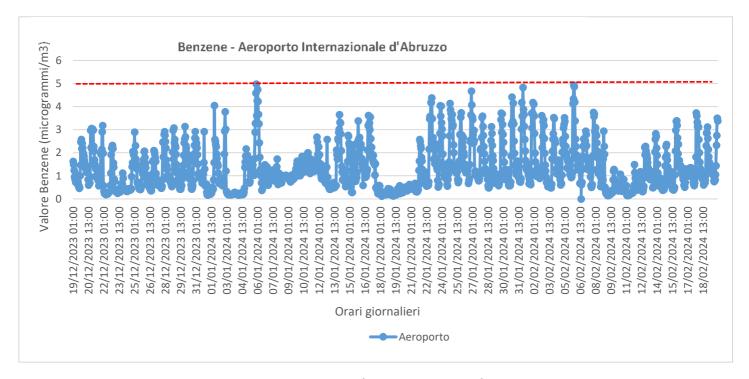
In occasione del monitoraggio presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo è stata determinata la concentrazione in aria di Benzene.

Le misure sono state effettuate mediante gas-cromatografia in continuo a fotoionizzazione, con l'impiego di un analizzatore di B T X Chromatotec "AirTOXIC" mod. GC 866. Prima e durante le campagne di misura sono state effettuate calibrazioni con gas analitici certificati a concentrazione nota. Il valore limite fissato per questo inquinante è indicato come media annuale ed è pari a 5  $\mu$ g/m³. La media giornaliera è risultata sempre inferiore a questo valore limite.

In Fig. 14 si riporta l'andamento temporale dei valori di <u>concentrazione media</u> <u>oraria</u> del Benzene presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo.

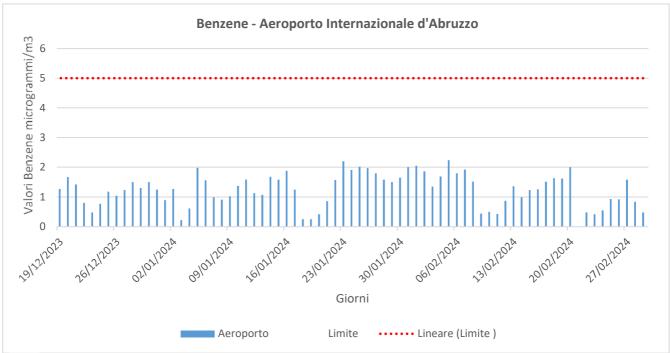
Il valore medio orario dell'intera campagna del Benzene è risultato di 1,3  $\mu g/m^3$ . Il valore medio orario massimo è stato di 15  $\mu g/m^3$ 

**In Fig. 15** si riportano anche i <u>valori medi giorna</u>lieri del Benzene registrati nel corso della campagna di misura.



**Fig. 14** profilo temporale dei livelli di **Benzene (valori medi orari)** rilevati durante la campagna dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo. La linea rossa indica il valore <u>medio annuale</u> da non superare.





**Fig. 15** profilo temporale dei livelli **Benzene (valori medi giornalieri)** rilevati durante la campagna dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo. La linea rossa indica il valore medio annuale da non superare.



Per poter visualizzare un confronto con i valori registrati dalle altre stazioni di misura di Pescara e Chieti scalo in Fig 16 sono stati riportati in un unico grafico i valori di Benzene per le centraline di Teatro D'Annunzio (PE) e Chieti scalo.



**Fig. 16** profilo temporale dei livelli **Benzene (valori medi giornalieri)** rilevati durante la campagna dell'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo a confronto con le Centraline della RRQA rispettivamente di Teatro d'Annunzio e quella di Chieti scalo. La linea rossa indica il valore medio annuale da non superare

#### Toluene

In occasione del monitoraggio presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo è stata determinata anche la concentrazione in aria di Toluene.

Il Toluene è un composto organico volatile presente in maggior quantità nelle benzine rispetto al benzene (un rapporto 3:1 di T/B in aria ambiente è tipico del traffico veicolare) ma è anche un solvente presente nelle vernici e in altre attività industriali.

Sebbene per esso non sia presente nel D. Lgs.vo 155/2010 un valore limite di riferimento o un obiettivo di qualità, utilizzando il rapporto tra le concentrazioni di toluene/benzene è possibile avere informazioni riguardo all'origine di questa sostanza.



Il valore medio dell'intera campagna del Toluene è risultato di  $2,2 \mu g/m^3$ . Il valore medio giornaliero massimo è stato di  $4,5 \mu g/m^3$ 

**In Fig. 17** si riportano i <u>valori medi giorna</u>lieri del Toluene registrati nel corso della campagna di misura.

In **Figg 18 e 19** viene riportato il confronto dei valori di Toluene misurato nella postazione dell'aeroporto con quelli misurati nelle stazioni di Teatro e di Chieti scalo e di Via Firenze.

Le concentrazioni medie giornaliere di Toluene dell'aeroporto non si discostano in maniera significativa da quelle registrate a Chieti scalo e Via Firenze., mentre quelle di Teatro D'A. risultano più basse

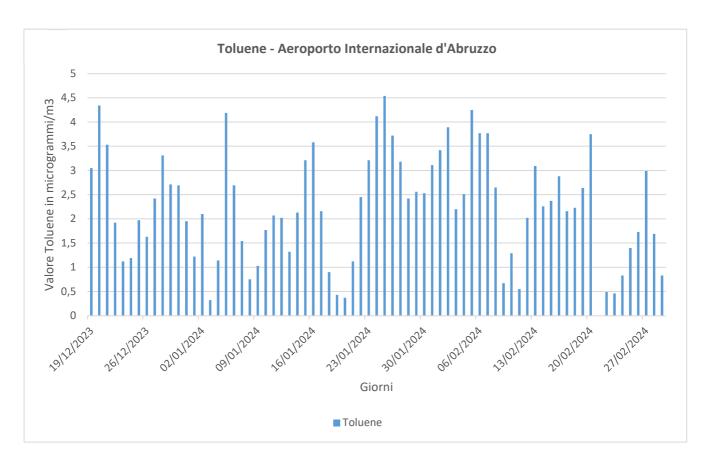
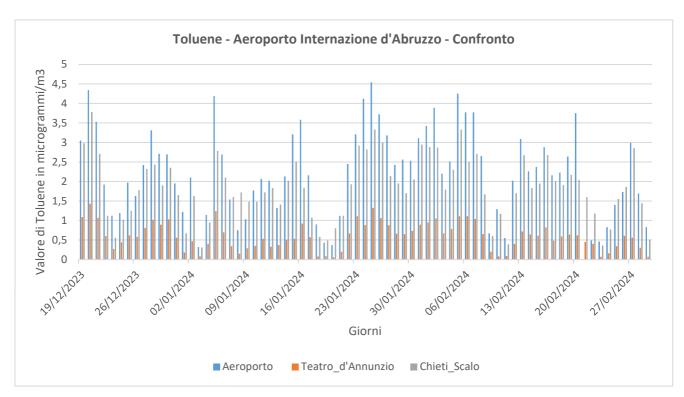
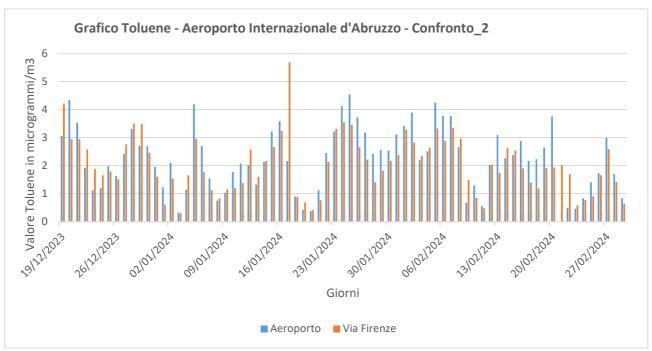


Fig. 17 valori medi giornalieri del Toluene registrati nel corso della campagna di misura.





**Fig.18** profilo temporale dei valori medi giornalieri **di Toluene** rilevati durante l'intero periodo della campagna di misura dal 19/12/2023 al 29/02/2024 a confronto con le Centraline della RRQA rispettivamente di **Teatro D'Annunzio (PE)** e di **Chieti Scalo**.

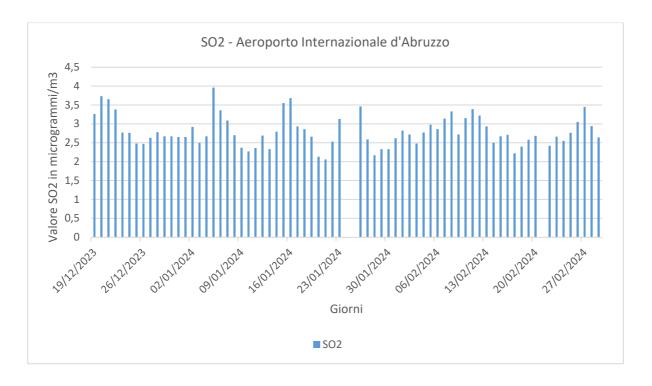


**Fig.19** profilo temporale dei valori medi giornalieri di **Toluene** rilevati durante l'intero periodo della campagna di misura dal 19/12/2023 al 29/02/2024 a confronto con la Centraline della RRQA di Via Firenze (PE).



## Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Nel corso della campagna di misura il <u>Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)</u> registrato nel periodo di misurazione si è sempre mantenuto entro livelli contenuti e lontani dal limite (valore massimo della campagna 3,96  $\mu$ g/m³ – valore limite di legge 125 mg/m³). I valori medi giornalieri di SO<sub>2</sub> registrati vengono riportati in forma grafica in Fig. 20.



**Fig. 20** profilo temporale dei valori medi giornalieri di **Biossido di zolfo** rilevati durante l'intero periodo della campagna di misura dal 19/12/2023 al 29/02/2024



Per quanto attiene agli Idrocarburi Policiclici aromatici la media oraria del periodo riferita a tutti gli IPA composti da almeno 4 anelli aromatici è stata di **31** ng/m³. Il valore max è stato di **111** ng/m³.

Per una migliore comprensione dell'entità della concentrazione di IPA misurate presso l'Aereoporto Internazionale d'Abruzzo si riporta di seguito una tabella con i **dati orari medi** riscontrati in altre località della regione, in corrispondenti campagna di monitoraggio, utilizzando ovviamente lo stesso metodo di misura.

La metodica di rilevazione utilizzata per la stima degli IPA non consente di estrapolare la concentrazione dell'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale la normativa fissa un limite: il benzo(a)pirene. Per tale ragione, per una migliore comprensione dell'entità della concentrazione di IPA misurate presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo si riporta di seguito una tabella con i dati orari medi riscontrati in altre località della regione, in corrispondenti campagna di monitoraggio nel quale è stato utilizzato, ovviamente, lo stesso metodo di misura automatico.

Località	Zona/Tipo di Stazione	Periodo	minim o orario ng/m³	medio orario ng/m³	max orario ng/m³
Ortona (Caldari)	Rurale	estivo	3	7	41
S.Omero (TE)	Rurale	estivo	2	6	106
Passo Di Godi	Rurale remota	estivo	3	4	18
Ovindoli	Rurale remota	estivo	0	1	17
Vasto Punta Penna	Industriale	invernale	2	36	708
Chieti Scalo 2011	Industriale	estivo	3	28	112
Chieti Scalo 2012	Industriale	primaverile	2	25	84
Martinsicuro (TE)	Industriale/Traffico	Autunnale	2	24	124
L'Aquila Z.I. Bazzano	Industriale	invernale	2	19	119
Atessa (CH)	Industriale	primaverile	0	8	80
Chieti ZI CEIT	Industriale	estivo	3	16	82
Chieti ZI Via Penne	Industriale	estivo	2	6	60
Martinsicuro	Industriale	invernale	9	92	718
Martinsicuro	Industriale	primaverile	9	73	385
Martinsicuro	Industriale	estivo	9	62	536
Francavilla al Mare	Urbana/Traffico	estivo	8	141	371
Roseto (TE)	Urbana/Traffico	invernale	6	137	452
Francavilla al Mare	Urbana/Traffico	invernale	1	109	447
Teramo (Via Po)	Urbana/Traffico	estivo	1	86	299
Giulianova (TE)	Urbana/Traffico	Autunnale	2	68	331
Avezzano	Urbana/Traffico	estivo	4	66	273
San Salvo	Urbana/Traffico	primaverile	11	46	187
S.Teresa di Spoltore	Suburbana/Traffico	primaverile	2	16	131
Collelongo (AQ)	Urbana/Traffico	primaverile	2	12	54



Località	Zona/Tipo di Stazione	Periodo	minim o orario ng/m³	medio orario ng/m³	max orario ng/m³
Bussi imp. Sportivi	Urbana	invernale	3	11	62
Alba Adriatica	Urbana/Traffico	estivo	2	7	63
Scurcola M. (AQ)	Suburbana/Traffico	primaverile	2	8	43
Lanciano	Suburbana /Traffico	Invernale	2	51	309
Francavilla al Mare	Suburbana/Traffico	estivo	10	161	689
Carsoli	Industriale/Traffico	autunnale	10	120	697
Montesilvano (PE)	Suburbana/Traffico	autunnale	28	582	997
Lanciano (CH)	Suburbana/Traffico	invernale	10	212	1000
Chieti Scalo M.Piane	Urbana/Traffico	estiva	2	9	57
L'Aquila P.zza Duomo	Urbana/Traffico	estiva	2	6	39
Carsoli (AQ)	Industriale	autunnale	3	10	49
S.G.T. Loc.Sambuceto	Urbana	invernale	1	22	175
Castelnuovo Vomano	Urbana/Traffico	estiva	1	5	38
Villanova di Cepagatti	Urbana/Traffico	invernale	2	18	141
Aeroporto d'Abruzzo		invernale	17	31	111

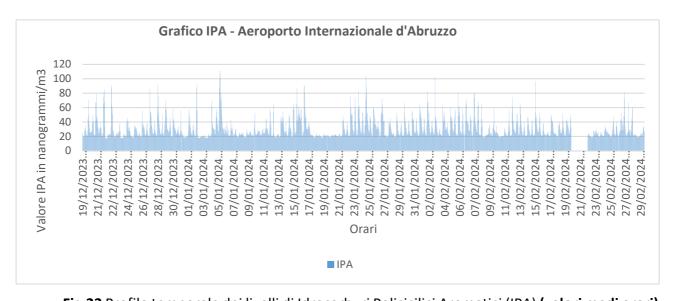
**Tabella 7** – Dati orari concentrazione di IPA rilevati anche in altre località della Regione Abruzzo. E' possibile evidenziare che i **valori medi, minimi e massimi** di IPA Totali rilevati presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo sono compatibili con quelli rilevati in precedenti campagne di monitoraggio effettuate in altre zone dell'agglomerato e della Regione.



Nel grafico in Fig. 22 vengono riportati tutti i valori medi orari degli IPA registrati ogni ora nel corso dell'intera campagna di misurazione.



Fig.21 Profilo temporale dei livelli di Idrocarburi Policicilici Aromatici (IPA) (valori medi giornalieri) rilevati durante il monitoraggio presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo.



**Fig.22** Profilo temporale dei livelli di Idrocarburi Policicilici Aromatici (IPA) **(valori medi orari)** rilevati durante il monitoraggio presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo.

E' possibile evidenziare che i valori medi, minimi e massimi di IPA Totali rilevati presso l'Aeroporto Internazionale d'Abruzzo sono compatibili rispetto a quelli rilevati in precedenti campagne di monitoraggio effettuate in altre zone dell'agglomerato e della Regione.



Nella presente discussione dei dati si farà uso dei cosiddetti "polar plot".

Sono grafici di tipo "polare" nei quali vengono riportate aree che descrivono le concentrazioni di un inquinante mappate in funzione dell'intensità e della direzione del vento. Colori diversi corrispondono a diverse concentrazioni dell'inquinante in esame. E' quindi possibile evidenziare in un unico grafico il valore di concentrazione (per un dato inquinante) in dipendenza della provenienza e della velocità del vento.

Possono essere prodotti *polar plot* anche per valori dei rapporti di due inquinanti (nel nostro caso sono stati riportati i valori del rapporto di concentrazione tra toluene e benzene) in dipendenza della provenienza e intensità del vento.

Verranno anche utilizzati i c.d. "*giorni tipo*". E' infatti possibile svolgere una elaborazione dei dati rilevati nel corso della campagna di misura riportando graficamente l'andamento orario tipico dei diversi inquinanti rilevati.

Riproducendo in grafico le medie delle concentrazioni di un determinato inquinante, calcolate prendendo in considerazione i valori registrati sempre alla stessa ora, si ottiene *giorno tipo* che consente di visualizzare la variazione delle concentrazioni nel corso della giornata.

Analogamente è possibile svolgere un'elaborazione dei dati che permette di estrapolare l'andamento della "settimana tipo".

Dall'analisi dei dati di concentrazione degli inquinanti monitorati nel sito aeroportuale risulta immediatamente evidente che la distribuzione dei valori di concentrazione è dominata dal campo dei venti e che quindi a parità di carico emissivo i fenomeni di diffusione degli inquinanti dovuti a gradienti di concentrazione risultano essere trascurabili.

Nei grafici che seguono vengono riportati in ordinate i valori di velocità del vento (VVP in m/s) e in ascissa i valori di concentrazione per alcuni inquinanti. In particolare si rileva come un aumento delle concentrazioni rispetto ai valori medi nel sito oggetto d'indagine risulta possibile solo con basse velocità del vento (Figg 23,24 e 25).



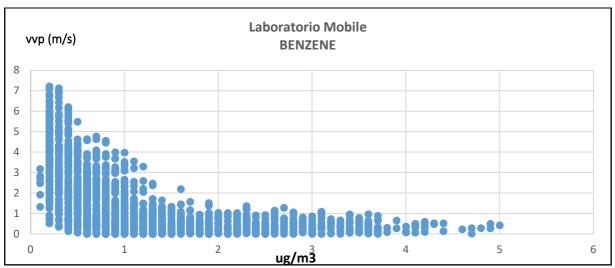


Fig 23: andamento delle concentrazioni del benzene in relazione alle velocità del vento

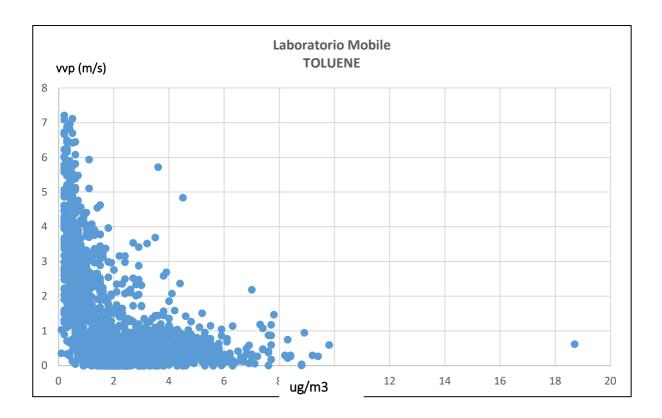


Fig 24: andamento delle concentrazioni del toluene in relazione alle velocità del vento



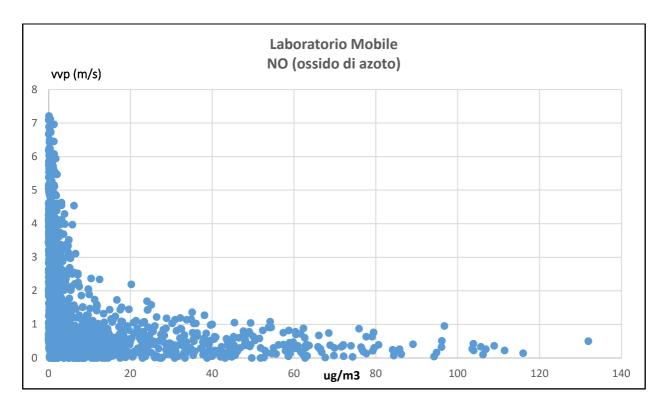


Fig 25: andamento delle concentrazioni del monossido di azoto (NO) in relazione alle velocità del vento

Le concentrazioni di NO, come risulta dal grafico di Fig. 25 che mette in relazione la velocità del vento prevalente con i valori medi orari di concentrazione di monossido d'azoto, assumono valori superiori al valore medio rilevato nella campagna pari a 11 ug/m³ solo a velocità inferiori ai 2 m/s. La stessa valutazione circa la dipendenza dei valori di concentrazione dalla VVP può essere fatta relativamente a molecole più stabili e con una tensione di vapore più bassa a temperatura ambiente come il benzene ed il toluene (fig 23 e 24), sebbene l'effetto sia meno pronunciato rispetto a quanto visto per il monossido d'azoto.

A causa della estrema variabilità durante le ore del giorno della direzione del vento prevalente e della relativa velocità media oraria, risulta invece difficile analizzare i dati relativi alle polveri PM10 e PM2.5, avendo a disposizione soltanto valori medi giornalieri.



Nel giorno tipo della VVP (Fig. 26) vengono riportate le velocità medie, rilevate alla stessa ora nei vari giorni della campagna.

Come si osserva la velocità del vento nell'area aeroportuale dalle 19:00 alle 06:00 assume valori compresi tra 0.94 e 1.23 m/s, mentre nelle ore diurne arriva al valore massimo di 2.82 m/s.



Fig. 26 giorno tipo della velocità del vento

L'analisi dei *polar plot* di Benzene (Fig. 27) NO e NO2 (Fig. 28) evidenzia ancora in maniera immediata la dipendenza dei campi di concentrazione dalla velocità del vento. Come già detto l'incremento delle concentrazioni nelle ore notturne dipende dal fatto che di notte la velocità del vento assume valori consistentemente più bassi che nelle ore diurne.

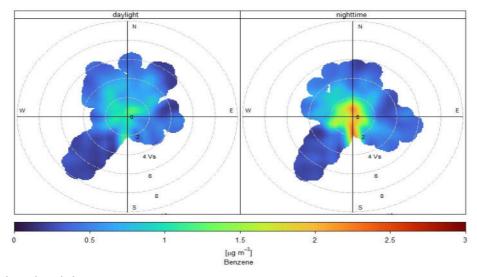


Fig 27 polar plot del Benzene



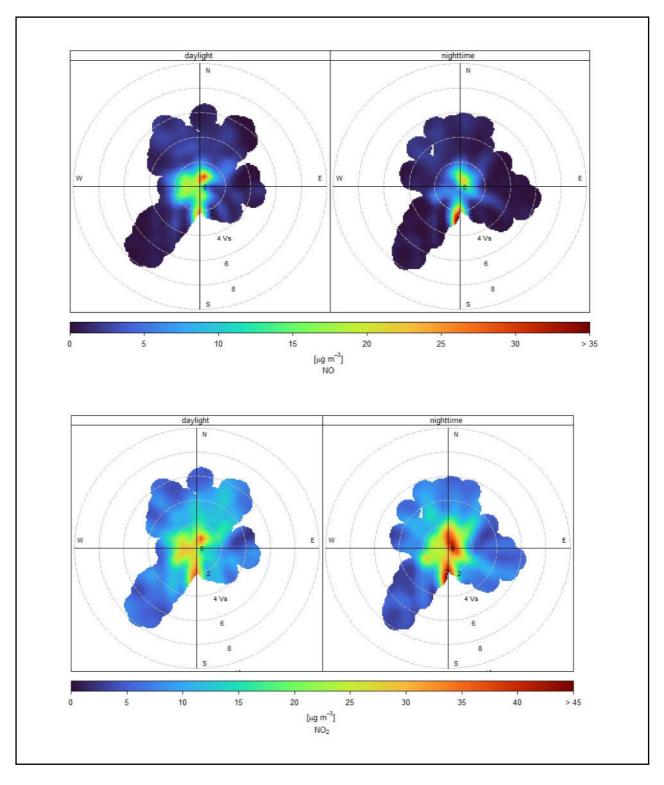


Fig. 28 polar plot giorno/notte del monossido di azoto (NO) e de Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)



Le concentrazioni dei contaminanti, vista la localizzazione della pista aeroportuale, possono assommare i contributi di varie sorgenti quali quelli derivanti dagli agglomerati urbani di Pescara, Sambuceto e Montesilvano, dall'area commerciale e industriale di Sambuceto, dall'asse attrezzato, dalla Via Tiburtina e dalle attività connesse all'aeroporto quali il decollo e l'atterraggio degli aerei.

Oltre a produrre monossido d'azoto (NO), per ossidazione dell'azoto atmosferico ad alte temperature, i motori a combustione interna, quindi quelli degli aerei e dei mezzi di trasporto su gomma transitanti nelle vicinanze dell'aeroporto, costituiscono sorgenti di particolato, IPA, Benzene e Toluene e biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>), inquinante secondario derivante dall'ossidazione del monossido.

Già dall'analisi del box plot (Fig.29) relativo al biossido d'azoto è possibile rilevare che la distribuzione delle concentrazioni nel periodo della campagna portano a classificare il sito di rilevamento come una stazione maggiormente assimilabile a quello di Chieti scalo che assomma i contributi di diverse sorgenti piuttosto che alle stazioni di Via Sacco e Via Firenze maggiormente impattate dal traffico veicolare.

L'altezza delle scatole, infatti (la differenza tra il primo ed il terzo quartile), il valore della mediana e la simmetria della distribuzione (indicata dalle aree colorate sopra e sotto il valore mediano indicato con una linea orizzontale) illustrate nel *box plot r*endono graficamente la maggiore somiglianza delle distribuzioni dei dati della stazione aeroportuale e di quella di Chieti rispetto a quelle di Via Firenze e Via Sacco maggiormente influenzate dalle dinamiche del traffico.

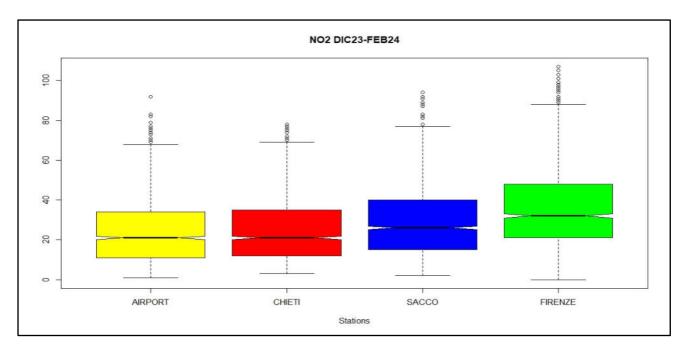


Fig 29 box plot del biossido di azoto a confronto con i valori di Chieti e Pescara Via Sacco e Pescara Via Firenze



L'analisi degli ossidi d'azoto induce a rilevare che il contributo delle sorgenti riferibili al traffico per questo inquinante sia comunque rilevante.

Valutando i dati tramite le elaborazioni grafiche relative alla variazione temporale delle concentrazioni di ossidi d'azoto si osserva infatti una significativa dipendenza dal traffico autoveicolare (Fig.30).

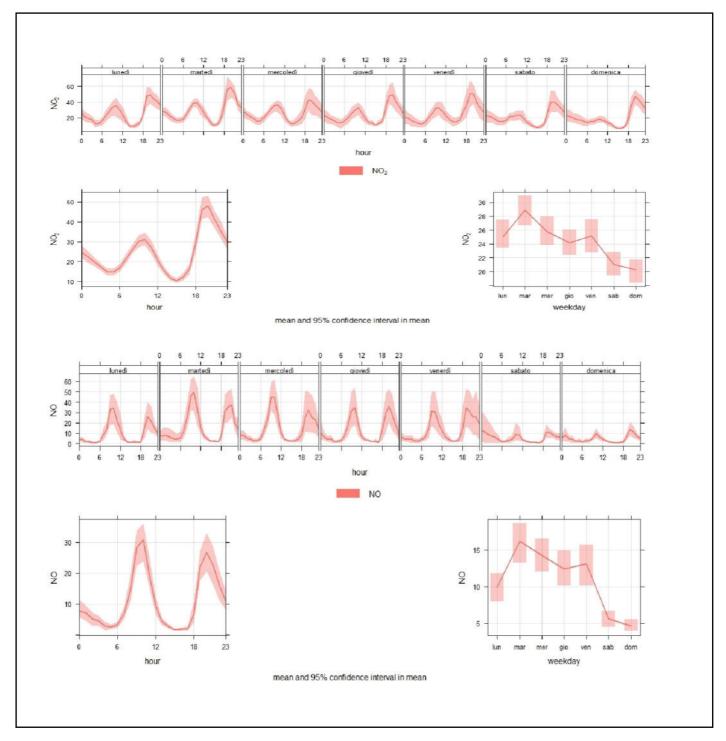


Fig. 30 Andamento orario tipico dell'inquinante NO e NO<sub>2</sub> (ossidi di azoto)



Altri indicatori dell'impatto del traffico, oltre al monossido d'azoto e al biossido d'azoto (come inquinante secondario), sono i valori di concentrazione del benzene e del toluene, soprattutto se valutati in termini di rapporto di concentrazione.

Il benzene, toluene ed altri composti aromatici sono contenuti nel cherosene e nelle benzine, oltre ad essere prodotti nei processi di combustione, quindi l'analisi delle loro concentrazioni può fornire indicazioni sull'impatto del traffico sulla qualità dell'aria ambiente. Il Toluene oltre ad essere presente in maggior quantità rispetto al Benzene nelle benzine è impiegato come solvente nell'industria delle vernici ed in altri cicli produttivi.

L'andamento settimanale delle concentrazioni degli inquinanti (Fig. 31) consente di stabilire una relazione tra la concentrazione di questi e la diminuzione del traffico e delle attività lavorative che si determinano nel fine settimana. Difatti le concentrazioni degli inquinanti crollano nei giorni di Sabato e Domenica per innalzarsi i giorni a inizio settimana.

L'analisi del giorno tipo è compatibile con l'andamento di una stazione da traffico visti i picchi nella mattinata non associabili a diminuzioni della velocità del vento (si vedano giorno tipo di NO, NO<sub>2</sub> di Fig. 30 e del benzene e toluene di Fig. 31).

Si osserva ancora una volta dai grafici del "Giorno tipo" che per gli inquinanti Benzene, Toluene, e Ossidi di Azoto si ha un innalzamento di valori di concentrazione in corrispondenza delle ore serali della giornata (Fig.31).



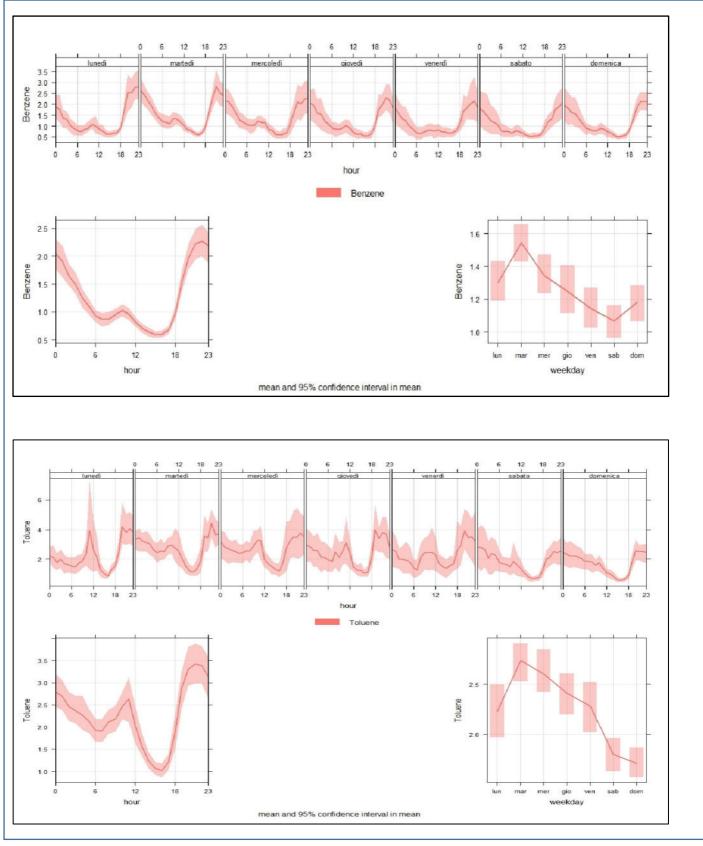


Fig. 31 – Andamento orario e settimanale degli inquinanti Benzene e Toluene



## Rapporto Benzene/Toluene

Per quanto attiene il rapporto di concentrazione Toluene/Benzene rapporti dell'ordine di 3:1 sono abbastanza tipici dell'inquinamento da traffico, valori maggiori sono indicativi di produzioni industriali, mentre rapporti inferiori ad 1 sono tipici della combustione di biomasse.

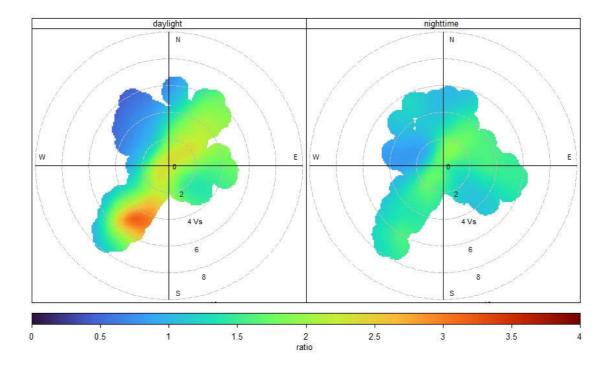
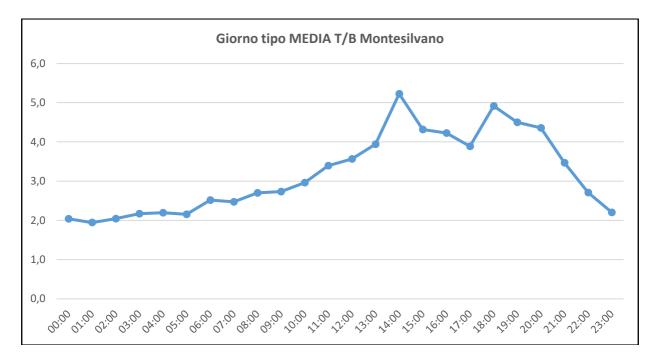


Fig. 32 – polar plot giorno/notte del rapporto Toluene/Benzene

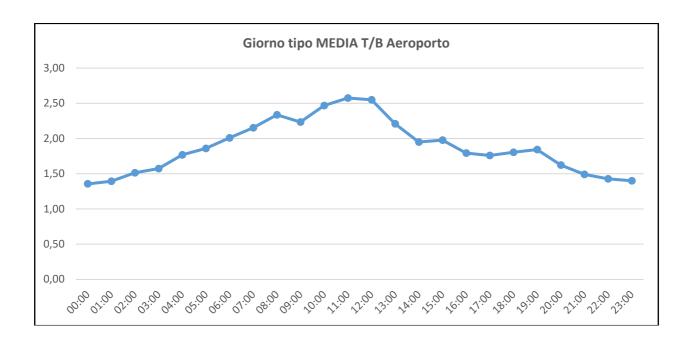
Dall'esame del *polar plot* del rapporto toluene/benzene è possibile evidenziare che la provenienza principale del toluene rispetto alla postazione del Laboratorio Mobile è stata SUD OVEST registrata con velocità rilevanti dei venti. Ciò denoterebbe la presenza di una o più sorgenti di toluene poste a significativa distanza dal punto del monitoraggio.



Al fine di valutare l'influenza del traffico sulle concentrazioni di toluene e benzene registrate all'aeroporto, è possibile confrontare i giorni tipo della stazione di Montesilvano, classificata come centralina da traffico, in quante la sorgente prevalente di contaminazione è costituita dai motori degli autoveicoli, con quella del sito aeroportuale. Possiamo trarre indicazioni sulla differenza dei rapporti Toluene/Benzene (T/B) dei due siti di campionamento. Di seguito i grafici elaborati utilizzando le medie e le mediane come indici delle distribuzioni (Figg. 33,34,35,36).



**Fig. 33** giorno tipo del rapporto Toluene / Benzene presso la centralina di Montesilvano (stazione da traffico)





Giorno tipo MEDIANA T/B Montesilvano 4,5 4,0 3,5 3,0 2,5 2,0 1,5 1,0 0,5 0,0

Fig. 34 giorno tipo del rapporto Toluene/ Benzene relativo ai dati del Lab mobile.

Fig. 35 giorno tipo del rapporto mediana Toluene /Benzene presso la centralina di Montesilvano.

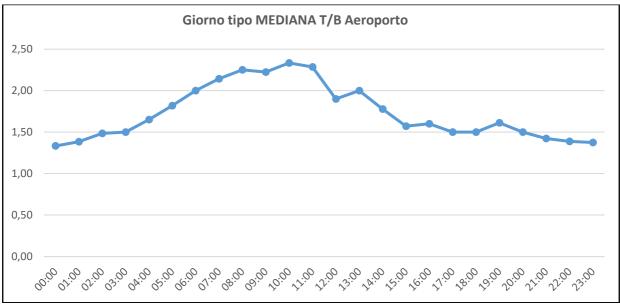


Fig. 36 giorno tipo del rapporto mediana Toluene /Benzene relativo ai dati del Lab mobile.

Oltre ad una evidente differenza nell'andamento giornaliero del rapporto T/B, sia utilizzando la media che la mediana, si registrano valori assoluti molto più bassi di 3 nella stazione aeroportuale, mentre a Montesilvano il valore indicatore utilizzando il grafico della media, è mantenuto in tutta la fascia che va dalle 11:00 alle 21:00.

Quindi sebbene il contributo alle concentrazioni di BTEX da parte delle arterie stradali sopra citato sia probabile, questo non è di così forte rilievo rispetto ad una stazione da traffico.



Possono essere svolte ulteriori considerazioni in merito.

La media oraria del Benzene nell'intera campagna è risultata essere pari a 1.26 ug/m3 mentre quella del Toluene 2.26 ug/m3.

Se si scompongono le due medie per direzione (elaborando medie parziali ottenute mediando i valori medi orari che hanno la stessa direzione del vento prevalente), si ottengono le seguenti tabelle.

TOLUENE						
DVP	P MEDIA					
NNW	3,0991					
S	3					
SSE	2,9667					
N	2,7881					
NNE	2,7848					
NE	2,74					
SE	2,6103					
SW	2,4867					
WNW	2,3847					
NW	2,3817					
WSW	2,081					
W	1,9989					
ENE	1,4758					
SSW	1,2388					
ESE	1,1568					
E	1,1095					

2,256596

BENZENE	
DVP	MEDIA
SSE	2,15
NNW	1,791892
SE	1,682759
NE	1,524
NNE	1,519817
NW	1,518261
S	1,454902
N	1,387333
W	1,289888
SW	1,233333
WNW	1,185882
WSW	1,153165
ESE	0,927027
ENE	0,903448
SSW	0,681703
Е	0,657143

Media

GENERALE 1,261896

Le direzioni colorate in giallo contribuiscono positivamente alla media generale, mentre quelle in verde presentano medie inferiori rispetto alla media generale della campagna.

Otto delle direzioni colorate in giallo per il benzene sulle nove complessive, sono componenti positive della media generale anche per il Toluene, mentre la direzione Ovest (W) porta un contributo positivo alla media per il Benzene e negativo per il Toluene. In otto casi su nove è possibile dedurre che Toluene e Benzene siano associati alle stesse aree geografiche e quindi sia presumibile la presenza di sorgenti di emissione in comune.

L'esame dei coefficienti di correlazione R, non riportato per non appesantire la trattazione, evidenzia che correlando i valori di Benzene e Toluene in corrispondenza della medesima direzione del vento, si ottengono valori maggiori di 0.85 per 7 direzioni su 16. Questo evidenzia una pluralità di sorgenti di Benzene e Toluene



MEDIA

**GENERALE** 

coinvolte nel trasporto di massa che genera le concentrazioni misurate nell'area aeroportuale.

Esaminando le direzioni colorate in giallo per il benzene, si osserva che esse sono riferibili alle cinque comprese tra NW e NE, alla direzione W e alle tre comprese tra S e SE.

Se si esclude la direzione Ovest le altre possono essere spiegate con i contributi degli aggregati urbani di Pescara e Montesilvano posti a Nord della pista e con l'area industriale di Sambuceto collocata rispetto al punto di campionamento in direzione Sud.

## Correlazioni degli inquinanti con il traffico aereoportuale

Con nota del 20/05/2024 (ns. prot. 18728 del 21/5/2024) a seguito di richiesta dell'ARTA, la SAGA ha inviato all'Agenzia il tabulato del piano voli relativo al periodo durante il quale si è svolta la campagna di misura. Si è quindi cercata una possibile relazione tra il numero di aerei in movimento (atterraggio e decollo) e i valori di concentrazione registrati dalle nostre apparecchiature.

Per quanto riguarda le polveri PM 10 e PM 2,5 l'andamento della loro concentrazione settimanale non sembra essere correlata al numero dei voli (figg. 37 e 38 e Tab. 7).

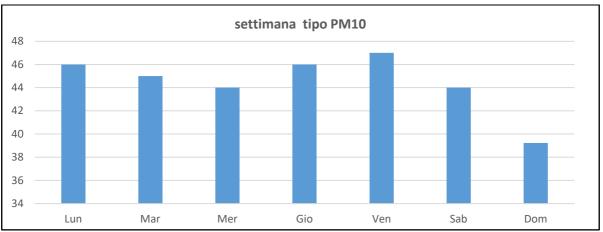


Fig. 37 settimana tipo relativa al PM10 misurato presso l'aeroporto.



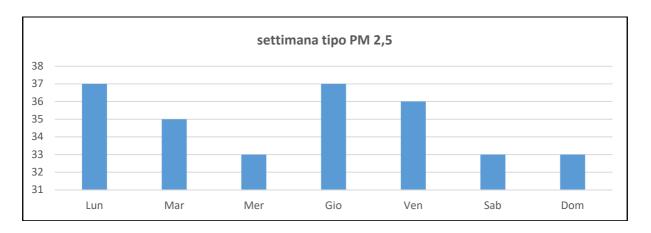


Fig 38 settimana tipo relativa al PM10 misurato presso l'aeroporto

	Voli sett. 1	Voli sett. 2	Voli sett. 3	Voli sett. 4	Voli sett. 5	Voli sett. 6	Voli sett. 7	Voli sett. 8	Voli sett. 9	Voli sett. 10	Voli sett. 11	Media voli per giorno sett.
Martedì	26	12	22	14	10	16	13	14	12	10	21	15
Mercoledì	14	25	17	14	6	19	22	13	26	32	13	18
Giovedì	27	20	26	8	18	28	18	27	20	12	10	19
Venerdì	33	16	22	24	19	16	24	19	26	14		21
Sabato	41	26	20	30	14	19	26	22	24	29		25
Domenica	14	26	12	17	22	23	32	13	26	16		20
Lunedì	0	18	20	23	19	16	24	28	16	24		19

TAB.7 Numero dei voli quotidiani durante la campagna di misura

La scarsa numerosità del campione di polveri non consente di elaborare un indice di correlazione affidabile, a causa della mancanza di dati orari (come già detto non forniti dalla strumentazione a nostra disposizione) la capacità di analisi è molto limitata.

Si può però notare che ad un picco del numero medio di voli nel giorno di Sabato, non corrisponde un massimo del valore di concentrazione di PM10 né di PM2.5. Considerazione analoga può essere condotta per la giornata di Martedì che presenta il numero minimo di voli e non è associabile ad una concentrazione minima di polveri.

Per quanto riguarda gli ossidi d'azoto si può escludere un impatto significativo dell'attività aeroportuale rispetto agli altri contributi provenienti dal traffico veicolare e dalle attività lavorative.



Data	Laboratorio Mobile PM10 (ug/m3)	Laboratorio Mobile PM2.5 (ug/m3)	Laboratorio Mobile NO (ug/m3 293K)	Laboratorio Mobile NO2 (ug/m3 293K)	
19/12/2023	39	30	18,1	39,2	
20/12/2023	55	44	30,3	37,4	
21/12/2023	53	44	26,3	33,3	
22/12/2023	30	18	15,7	28,6	
23/12/2023	20	12	2,9	21,2	
24/12/2023	29	19	3,8	17,8	
25/12/2023	36	29	3,1	18,6	
26/12/2023	32	24	5	19,7	
27/12/2023	39	29	15	27,4	
28/12/2023	48	39	19,6	29,2	
29/12/2023	44	37	14	34,0	
30/12/2023	47	41	10,1	27,3	
31/12/2024	36	32	4,4	16,6	

Tab. 8 Valori medi di PM 10 PM2,5 NO e NO2 durante il periodo natalizio

Dall'esame dei dati esposti in Tabella 8 si evidenzia che, considerato che il 23 ed il 24 dicembre corrispondevano ai giorni di sabato e domenica, l'andamento della concentrazione di NO, inquinante primario, e di conseguenza anche quello di NO2, riflettono la diminuzione consistente del traffico sull'asse attrezzato e la forte diminuzione delle attività lavorative nel periodo natalizio.

Non ci sono stati voli, infatti, nel giorno di Natale e alla ripresa del traffico aereo il 26/12/2023 non si è registrato un aumento significativo del valore di concentrazione di NO.

L'aumento, invece, del 27/12/2023 non si è registrato nella centralina di fondo posta a Cepagatti, segno della scarsa rilevanza delle condizioni meteo sul valore misurato. La stessa analisi nei giorni sopra considerati condotta per PM10 e BTEX non porta a delle correlazioni significative.

Le analisi dei valori di concentrazione di IPA e monossido di carbonio, legate a fenomeni di combustione, non conducono a valutazioni di qualche rilevanza, salvo la stretta dipendenza dalle condizioni microclimatiche come già emerso per tutti gli altri parametri indagati chiaramente evidenziabile dal *polar plot* relativo agli IPA (concentrazione massima in assenza di vento) (Fig. 39).



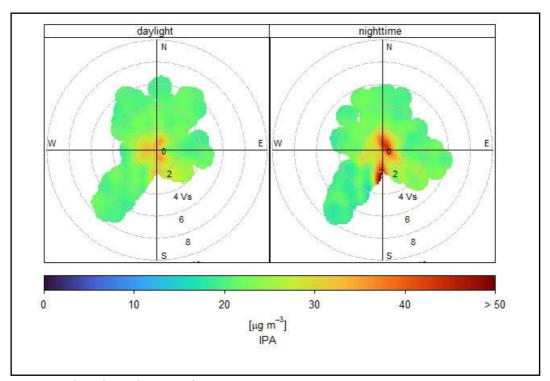


Fig 39 polar plot relativo agli IPA.



## CONCLUSIONI

Dal 19/12/2023 al 29/02/2024 è stata condotta una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria in prossimità della pista di atterraggio dell'Areeoporto Internazionale d'Abruzzo iniziata in quanto la Società SAGA SpA con Prot. n. 1761 del 06/12/2023 ha richiesto a questa Agenzia il supporto all'effettuazione del monitoraggio della qualità dell'aria "ante operam" previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale - Atmosfera di cui alla prescrizione b.1 del decreto **DSADEC-2004-809** del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, e poi proseguita allo scopo di acquisire dati relativi alle concentrazioni dei principali contaminanti nella realtà aeroportuale.

Le principali conclusioni del presente lavoro possono essere di seguito riassunte.

- a) Sebbene le perduranti condizioni di stabilità atmosferica durante la campagna abbiano favorito l'accumulo del particolato, le concentrazioni relative sono notevolmente più alte di quelle rilevate nelle altre stazioni di rilevamento fisse della rete regionale della qualità dell'aria dell'agglomerato Chieti-Pescara sia per quanto concerne il **PM10** che il **PM2.5**.
- b) Durante la campagna di misurazione si è superato infatti per 20 volte il limite di 50 ug/m3 relativo al limite giornaliero del particolato PM10 previsto dall'allegato XI del Dlgs. 155/2010 che disciplina la valutazione, il monitoraggio e la gestione della qualità dell'aria ambiente attraverso la rete regionale di qualità dell'aria. Il numero massimo di superamenti consentiti nell'anno civile è pari a 35.
- c) A causa della estrema variabilità durante le ore del giorno della direzione del vento prevalente e della relativa velocità media oraria, risulta difficile analizzare i dati relativi alle polveri PM10 e PM2.5, non avendo a disposizione i valori orari per questo inquinante.
- d) Le concentrazioni di Biossido d'azoto, Monossido di carbonio, Biossido di zolfo, Benzene, Ossidi d'azoto presentano valori in linea con quelli registrati nelle altre stazioni di rilevamento dell'agglomerato Chieti Pescara ed hanno medie orarie inferiori ai valori limite previsti dalla normativa vigente. Il confronto con i valori limite relativi all'anno civile è indicativo vista la durata della campagna di rilevamento e il fatto che i dati si riferiscono esclusivamente alla sola stagione invernale.



- e) Le concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti indagati sono determinate dal contributo di numerose sorgenti localizzate nelle vicinanze dell'area quali le vie di comunicazione stradale, le realtà produttive e gli agglomerati urbani oltre che al complesso delle attività aeroportuali. L'analisi dei dati ottenuti induce ad ipotizzare la presenza di diverse fonti di contaminazione esterne all'area aeroportuale. Tra le varie sorgenti è evidente l'incidenza delle dinamiche connesse al traffico veicolare sia nella valutazione dell'andamento giornaliero, sia in quella del trend settimanale. Mentre per gli ossidi di azoto (NO e NO2) è evidente l'influenza delle arterie stradali, il profilo di concentrazione del rapporto di concentrazione Toluene/Benzene non è in linea con quello registrato in una stazione di rilevamento esclusivamente da traffico.
- f) Nonostante vi sia certamente un contributo delle attività aeroportuali all'aumento delle concentrazioni degli inquinanti monitorati, come attestato dai dati di letteratura, questo non è stato quantificabile in quanto non si sono rilevate correlazioni significative tra i valori di concentrazione dei contaminanti registrati durante la campagna di rilevamento e il numero dei voli.

Considerando le molteplici possibili fonti di contaminazione - ma soprattutto i valori elevati delle polveri sospese che si sono registrati nella presente campagna - sarebbe opportuno ripetere le misurazioni in un periodo che consenta di escludere l'apporto del riscaldamento domestico dalle concentrazioni medie degli inquinanti.

Sarebbe comunque significativo individuare, ove possibile, un sito della stessa zona ma collocato in un'area a maggiore densità abitativa.

Tutti i contenuti della relazione possono essere riprodotti, distribuiti, comunicati, esposti e rappresentati, rispettando le seguenti condizioni: citare la fonte "ARTA Abruzzo" e l'URL http://www.artaabruzzo.it/

