



CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON LABORATORIO MOBILE

Ruvo di Puglia
01.05.2022 – 12.12.2022

ARPA Puglia

Centro Regionale Aria

Ufficio Qualità dell'Aria di Bari
Corso Trieste 27 – Bari

Rev.	Elaborazione dati	Redazione	Verifica	Data
0	Dott.ssa Livia Trizio Dott.ssa Fiorella Mazzone Dr. Paolo R. Dambruoso	Dr.ssa Livia Trizio Dr. Paolo R. Dambruoso	Dr. Lorenzo Angiuli	Aprile 2023

INDICE

1. Contenuto del Report	pag. 3
1.1 Scopo del monitoraggio	pag. 3
1.2 Sito di monitoraggio	pag. 4
1.3 Inquinanti monitorati	pag. 4
1.4 Parametri meteorologici rilevati	pag. 4
1.5 Riferimenti normativi	pag. 5
2. PM ₁₀ e PM _{2,5}	pag. 5
3. NO ₂	pag. 8
4. Ozono	pag. 11
5. Benzene	pag. 12
6. H ₂ S	pag. 14
7. NH ₃	pag. 14
8. Conclusioni	pag. 16
Allegato 1 Efficienza di campionamento	pag. 17
Allegato 2 Informazione sulla strumentazione e sulle metodologie	pag. 18

1. Contenuto del Report

Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata da ARPA Puglia in seguito a una richiesta del Comune di Ruvo di Puglia per la valutazione delle ricadute da traffico in prossimità di istituti scolastici cittadini.

Sito di monitoraggio

Il monitoraggio è stato svolto nel Comune di Ruvo di Puglia, presso l'Istituto scolastico 2° Circolo Didattico "San Giovanni Bosco" sito in C.so A. Jatta 34/D.

Periodo di monitoraggio

01/05/2022– 12/12/2022

Cronologia della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata condotta con il laboratorio mobile ARPA installato su veicolo FIAT DUCATO targato FM610XC. Prima dell'avvio della campagna sono state effettuate le operazioni di calibrazione degli strumenti da parte dei tecnici di Project Automation S.p.A..

Gruppo di lavoro

I dati sono stati gestiti, validati ed elaborati secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, dalla dott.ssa Fiorella Mazzone, dalla dott.ssa Livia Trizio e dal dott. Paolo Rosario Dambruoso, con il coordinamento del dott. Lorenzo Angiuli, Dirigente Ambientale del Centro Regionale Aria di ARPA Puglia.

1.1 Scopo del monitoraggio

La campagna di monitoraggio ha avuto lo scopo di approfondire lo stato delle conoscenze del livello della qualità dell'aria nei pressi di alcuni istituti scolastici di Ruvo di Puglia.

1.2 Sito di monitoraggio

Di seguito è mostrato il sito di monitoraggio.



Figura 1. Sito di monitoraggio

1.3 Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile utilizzato nella campagna di monitoraggio è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo dei seguenti inquinanti chimici: particolato (PM10 e PM2,5), ossidi di azoto (NOx), ozono (O₃), benzene (C₆H₆), acido solfidrico (H₂S) e ammoniaca (NH₃).

1.4 parametri meteorologici rilevati

Il laboratorio mobile permette altresì la misurazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura (°C), Direzione Vento Prevalente (DVP), Velocità Vento prevalente (VV, m/s), Umidità relativa (%), Pressione atmosferica (mbar), Radiazione solare globale (W/m²), Pioggia (mm).



1.5 Riferimenti normativi

I valori limite di NO₂/NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzene, Ozono e biossido di zolfo sono fissati dal D. Lgs. 155/10. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari. Questi ultimi limiti, detti short – term, sono volti a contenere episodi acuti di inquinamento: a essi è infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno, sia un margine di tolleranza che decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

2. PM₁₀ e PM_{2,5}

Per materiale particolato aerodisperso si intende l'insieme delle particelle atmosferiche, solide e liquide, sospese in aria ambiente. Con il termine PM₁₀ viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm mentre con il termine PM_{2,5} ci si riferisce alla frazione di particelle con diametro aerodinamico minore di 2,5 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'apparato respiratorio umano e quindi avere effetti negativi sulla salute. Il particolato in parte è emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera (PM primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (PM secondario). Il PM può avere sia un'origine naturale (erosione dei venti sulle rocce, eruzioni vulcaniche, combustione di boschi e foreste) sia antropogenico (processi industriali, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale). Il PM₁₀, inoltre, si definisce primario se generato direttamente da una fonte emissiva (antropica o naturale), o secondario, se derivante cioè da altri inquinanti presenti in atmosfera attraverso reazioni chimiche

La nocività delle polveri sottili dipende dalle loro dimensioni e dalla loro capacità di raggiungere le diverse parti dell'apparato respiratorio. Inoltre, numerose sostanze chimiche, come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i metalli (quali piombo, nichel, cadmio, arsenico, vanadio, cromo) possono aderire alla superficie delle polveri sottili determinando effetti sulla salute della popolazione esposta.

Il PM causa diversi effetti sulla salute tra cui molti disturbi collegati all'apparato respiratorio, come tosse e catarro, asma, diminuzione della capacità polmonare, riduzione della funzionalità respiratoria e bronchite cronica insieme a effetti sul sistema cardiovascolare. L'Agenda Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato l'inquinamento dell'aria (di cui il particolato atmosferico è un indicatore) nel Gruppo 1, vale a dire tra le sostanze cancerogene per l'uomo.

Il D. Lgs 155/10 fissa due valori limite per il PM10: la media annua di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e la media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 volte nel corso dell'anno solare. Per il PM2,5 è previsto un valore limite annuale pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La determinazione della concentrazione di PM10 e PM2,5 durante la campagna di monitoraggio è stata realizzata mediante un campionatore SWAM 5a Dual Channel Hourly Mode (HM) Monitor in grado di fornire la concentrazione oraria del particolato atmosferico. Il principio su cui esso si basa è rappresentato dall'attenuazione delle radiazioni di tipo β generate da una sorgente radioattiva ^{14}C interna allo strumento. Di seguito è riportato il grafico inerente le concentrazioni di particolato giornaliero registrate nel periodo di monitoraggio.

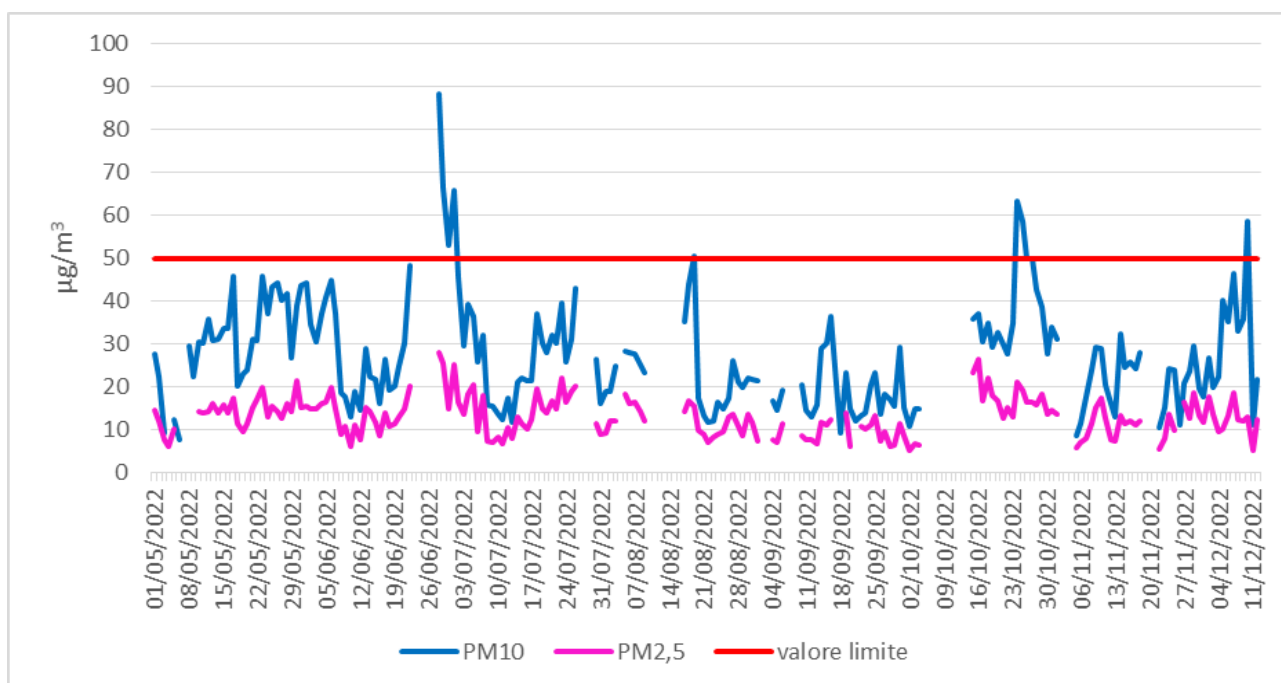


Figura 2. Medie giornaliere

Dalla figura si evince la presenza di n.8 superamenti del limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, molti dei quali verificatisi in giorni in cui la Regione è stata soggetta a fenomeni di avezioni sahariane. Gli eventi sono stati individuati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories del modello HYSPLIT. Tale fenomeno ha portato al superamento del valore limite di PM10 in molte stazioni fisse di monitoraggio della RRQA (Rete Regionale di monitoraggio della Qualità dell'Aria). In accordo alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE, per tali giorni è stato effettuato lo scorporo del contributo naturale dalla concentrazione di PM10 registrata, dopo il quale il numero di superamenti è risultato pari a uno.

La concentrazione media dei dati validi di PM10 durante il periodo di monitoraggio è stata pari a 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre la concentrazione media dei dati validi di PM2,5 è stata uguale a 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anche in questo caso inferiore al limite di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da calcolare su base annuale.

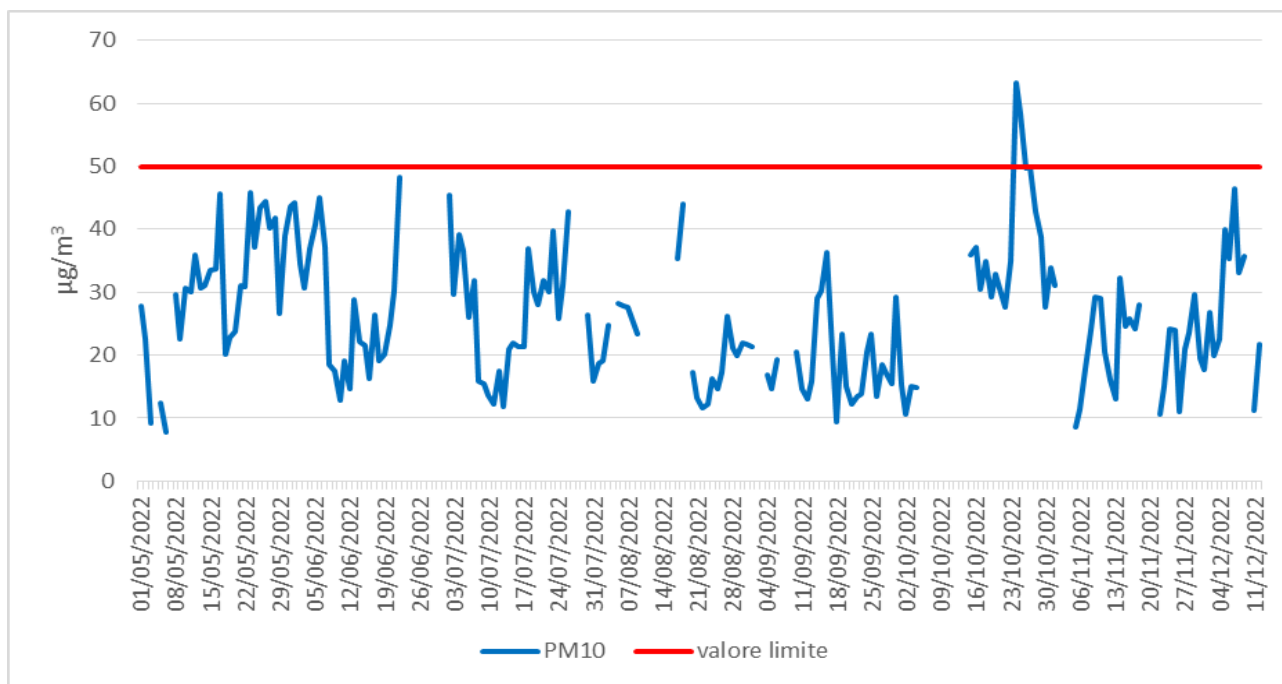


Figura 2c. Medie giornaliere di PM10 al netto delle avezioni di polveri sahariane

Di seguito è mostrato il giorno tipo per il PM10, confrontando quello relativo all'intero periodo della campagna di monitoraggio con quello relativo ai giorni di apertura della scuola e ai giorni di chiusura.

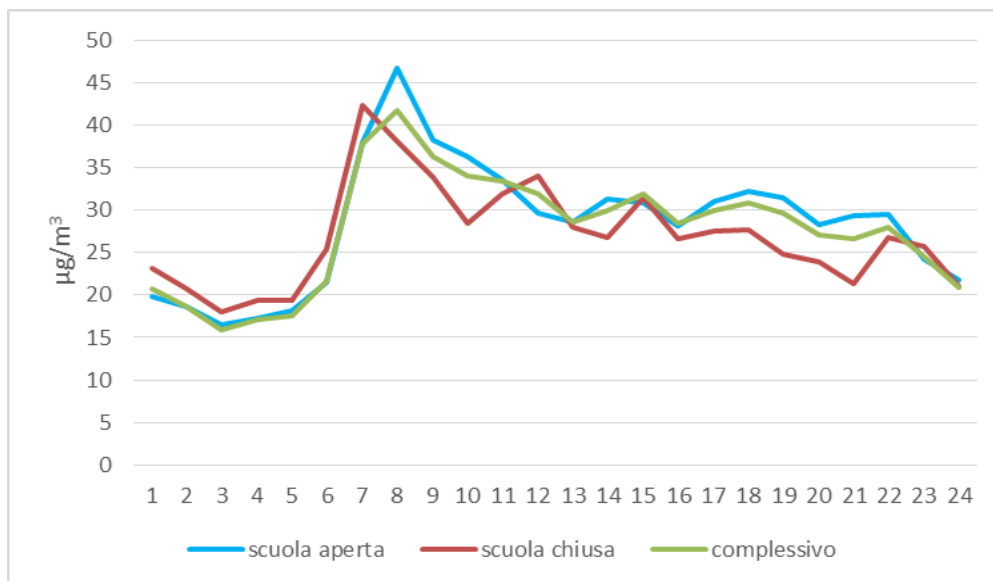


Figura 2d. PM10: giorno tipo nei tre periodi

Esaminando l'andamento delle concentrazioni di PM10 nei vari casi studiati, si nota la presenza di un picco consistente nella fascia oraria corrispondente all'ingresso dei bambini a scuola, picco che risulta ridotto nel periodo di chiusura della scuola.

3. NO₂

Gli Ossidi di Azoto, NO, NO₂, N₂O sono generati nei processi di combustione. Tra tutti, il Biossido di Azoto (NO₂), è il più pericoloso perché costituisce il precursore di una serie di reazioni di tipo fotochimico che portano alla formazione del cosiddetto "smog fotochimico". In ambito urbano, un contributo rilevante all'inquinamento da NO₂ è dovuto alle emissioni dagli autoveicoli. L'entità di queste emissioni può variare in base sia alle caratteristiche e allo stato del motore del veicolo, che in base alla modalità di utilizzo dello stesso. In generale, l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona a elevato numero di giri e cioè in arterie urbane non a scorrimento veloce che impongono continui cambi di velocità.

Il D. Lgs. 155/10 fissa un limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nell'anno solare e un limite sulla media annuale di 40 µg/m³.

Nel grafico seguente sono riportati i valori delle medie giornaliere registrati durante la campagna di monitoraggio. La concentrazione media dei dati validi di NO₂ durante il periodo di monitoraggio è stata di 25 µg/m³, inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40 µg/m³.

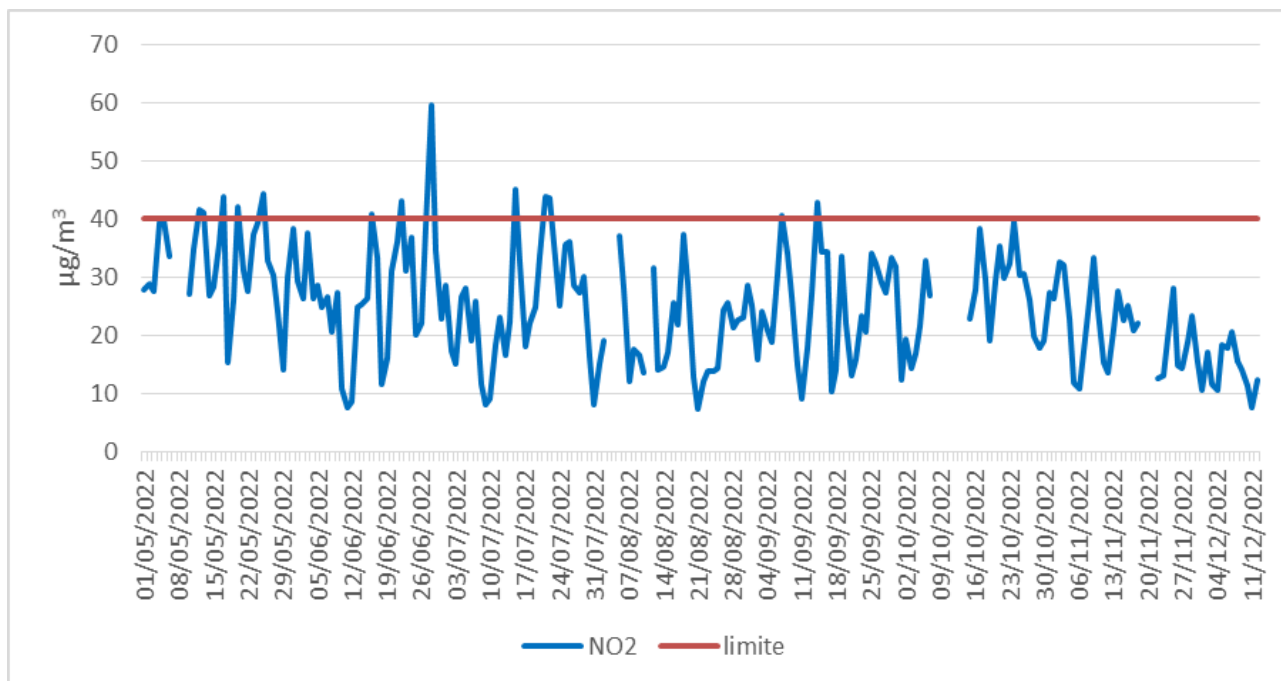


Figura 3a. NO₂: media giornaliera

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio. Come si osserva, non si è verificato nessun superamento del valore limite orario di 200 µg/m³.

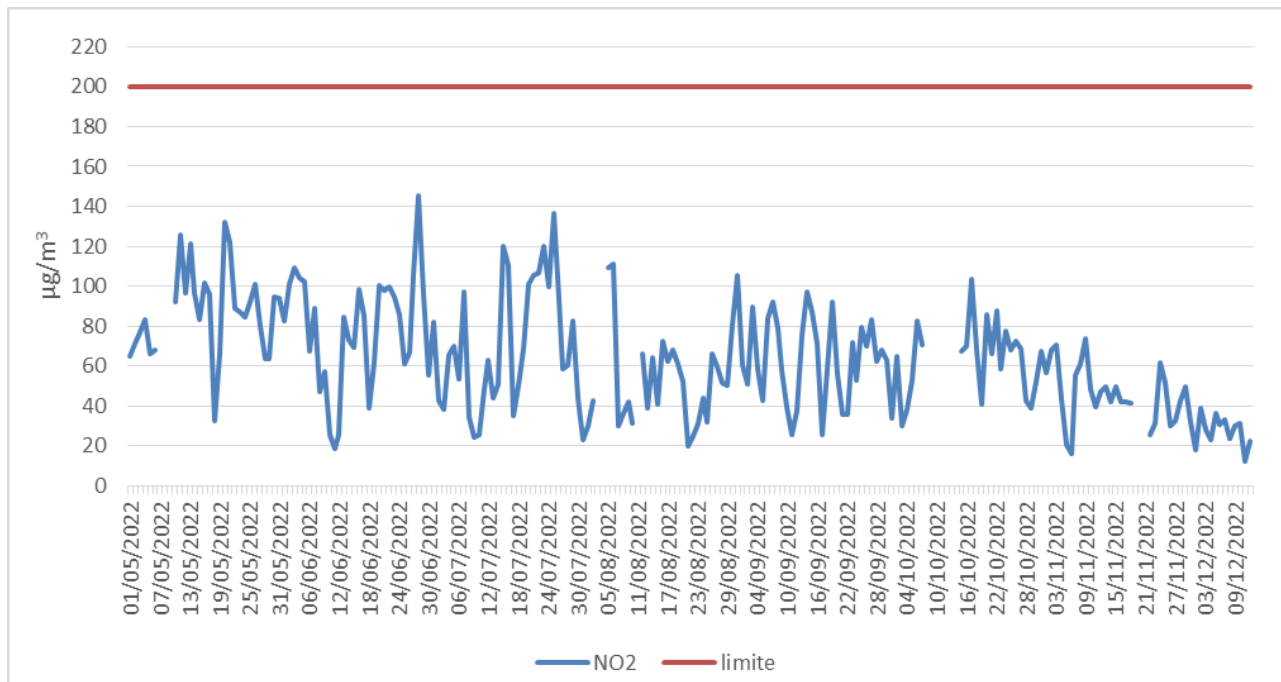


Figura 3b. NO₂: massimo giornaliero della media oraria

Di seguito è mostrato il giorno tipo per l'NO₂, confrontando quello relativo all'intero periodo della campagna di monitoraggio con quello relativo ai giorni di apertura della scuola e ai giorni di chiusura.

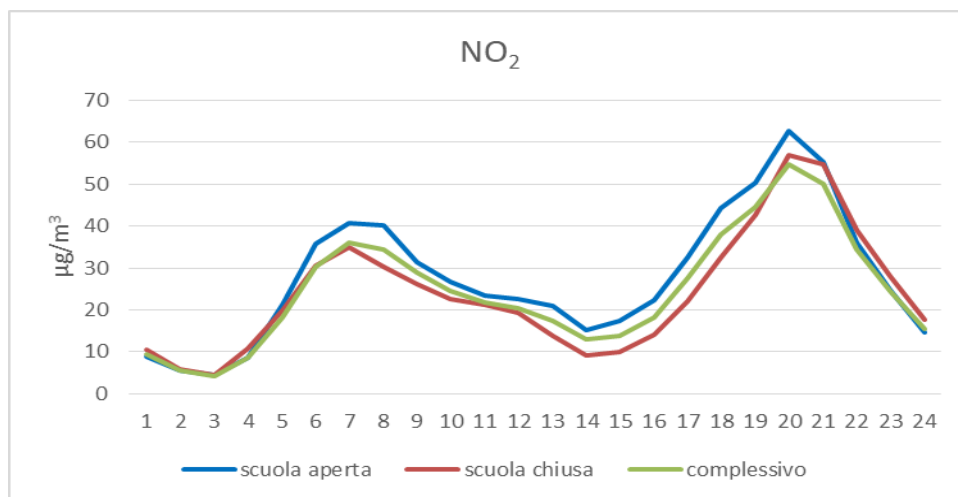


Figura 3c. NO₂: giorno tipo nei 3 periodi

Dalla Figura 3c si evince come le concentrazioni maggiori vengono rilevate nelle ore di punta di traffico veicolare, ovvero tra le 7 e le 8 della mattina e tra le 19 e le 21 della sera.

Dalla figura si nota, inoltre, che la concentrazione di NO₂ è maggiore nelle fasce orarie 7-9 e 12-14 durante il periodo di apertura scuola. Tali fasce orarie corrispondono all'orario di ingresso e di uscita dei bambini dalla scuola che comportano un incremento del traffico nella zona.

4. Ozono

L'Ozono è un inquinante secondario che si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche tra altre sostanze (tra cui gli Ossidi di Azoto e i Composti Organici Volatili). Poiché il processo di formazione dell'Ozono è catalizzato dalla radiazione solare, le concentrazioni più elevate si registrano nelle aree soggette a forte irraggiamento e nei mesi più caldi dell'anno. Il D. Lgs. 155/10 fissa un valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³ sulla media mobile delle 8 ore, da non superare più di 25 volte l'anno e un valore obiettivo a lungo termine, pari a 120 µg/m³.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di ozono¹. Il valore bersaglio per la protezione della salute umana è pari a 120 µg/m³. Nel seguente grafico sono riportati i massimi della media mobile su 8 ore rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio. Sono stati registrati 11 superamenti del valore bersaglio coerentemente rilevati nella stagione calda.

¹ Tale parametro è determinato sulla base dell'analisi dei dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno in esame; l'ultima fascia temporale di calcolo, invece, è compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

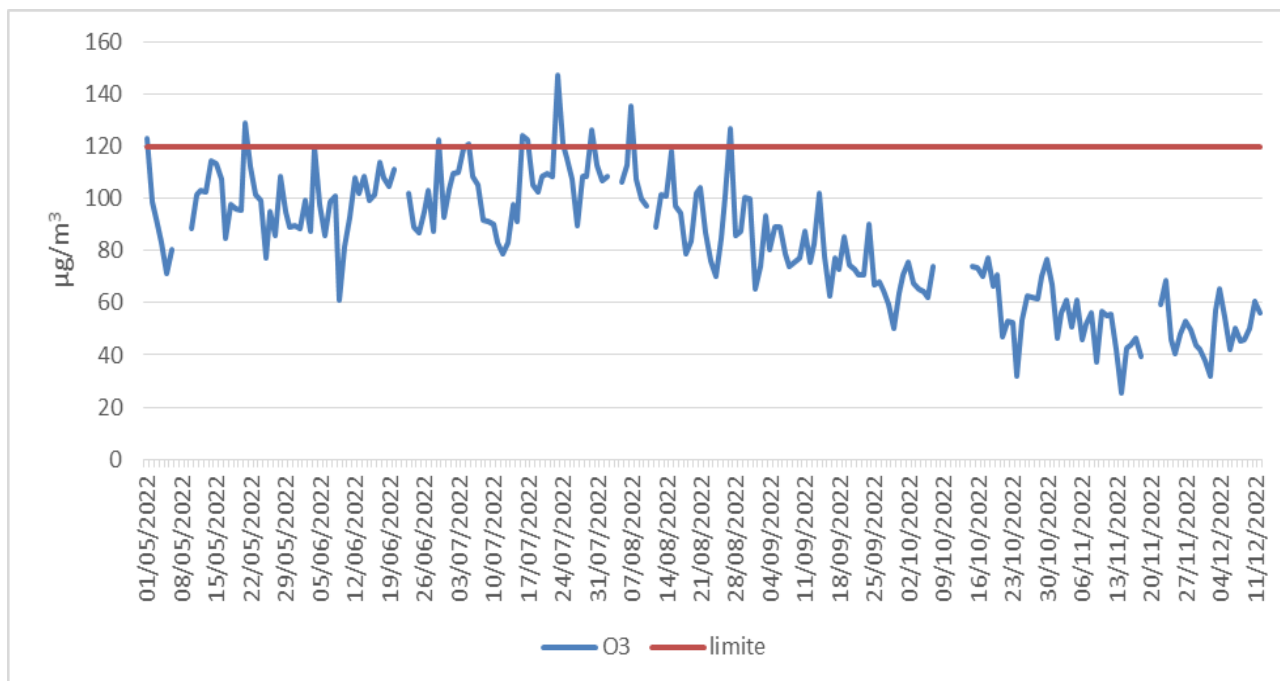


Figura 4. O₃: valore massimo della media sulle 8 ore

5. Benzene

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati. In area urbana, la principale sorgente di benzene è rappresentata dalle emissioni dovute a traffico autoveicolare. Esso, infatti, è presente nelle benzine e, come tale, viene prodotto durante la combustione. La normativa italiana in vigore attualmente prevede che il tenore massimo sia pari all' 1%. Negli ultimi anni, con l'avvenuta formulazione di benzine aventi basso contenuto in benzene, si è osservato un graduale decremento del contributo della concentrazione di tale inquinante in atmosfera. Secondo la normativa vigente, il valore limite per la protezione della salute umana è fissato a 5 µg/m³ su un periodo di mediazione di un anno civile.

Nel seguente grafico è riportato il valore della concentrazione media giornaliera registrata durante il periodo di monitoraggio. Il valore medio di concentrazione nel periodo della campagna di monitoraggio è stato pari a 0,48 µg/m³.

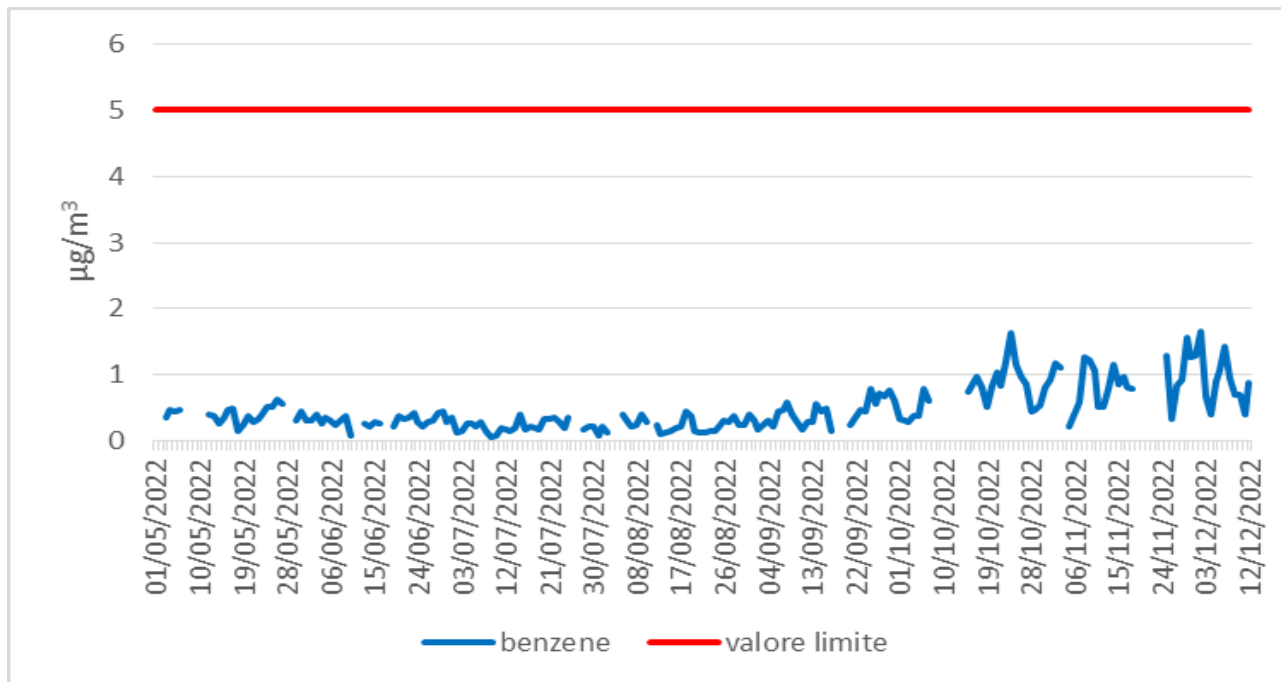


Figura 5a. Benzene: medie giornaliere

Come fatto per gli altri inquinanti da traffico autoveicolare, anche per il benzene riportiamo i grafici inerenti il giorno tipo nelle varie situazioni esaminate.

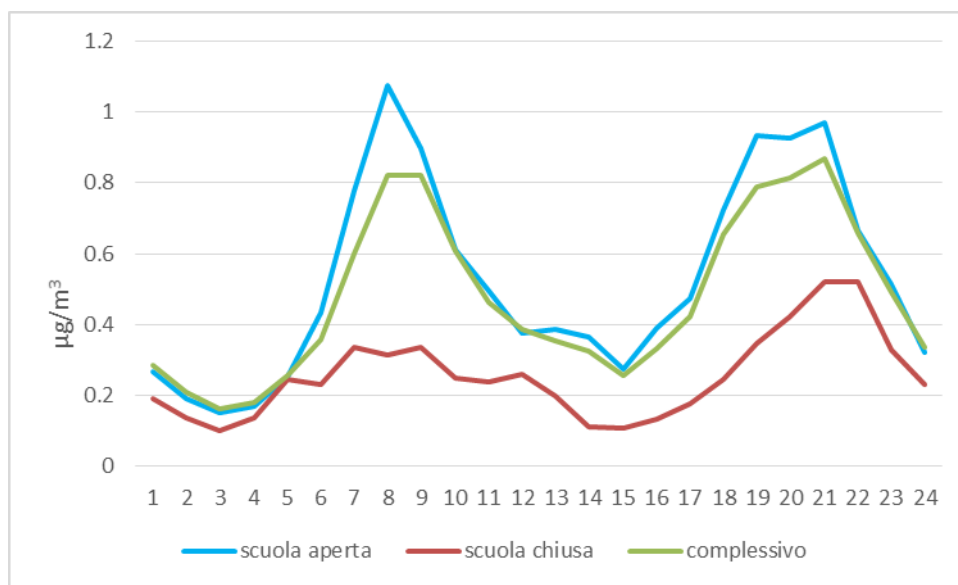


Figura 5b. Benzene: giorno tipo nei tre periodi

Anche per il benzene così come per gli inquinanti PM10 ed NO₂ dai grafici si nota che la concentrazione di benzene durante il periodo di apertura della scuola è di gran lunga maggiore rispetto a quando la stessa è chiusa nelle fasce orarie corrispondenti agli orari di entrata e uscita dei bambini.

6. H₂S

L'H₂S è un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce. È un coprodotto indesiderato nei processi di produzione di carbon coke, di cellulosa, di raffinazione del petrolio, di rifinitura di oli grezzi, di concia delle pelli, di fertilizzanti, di coloranti e pigmenti, di trattamento delle acque di scarico e di altri procedimenti industriali. La normativa europea e quella nazionale non stabiliscono valori limite, soglie di allarme e/o valori obiettivo di qualità dell'aria. Secondo le Linee Guida sulla Qualità dell'aria dell'OMS, al fine di evitare molestie olfattive alla popolazione, la concentrazione semi-oraria di H₂S non dovrebbe essere superiore a 7 µg/m³.

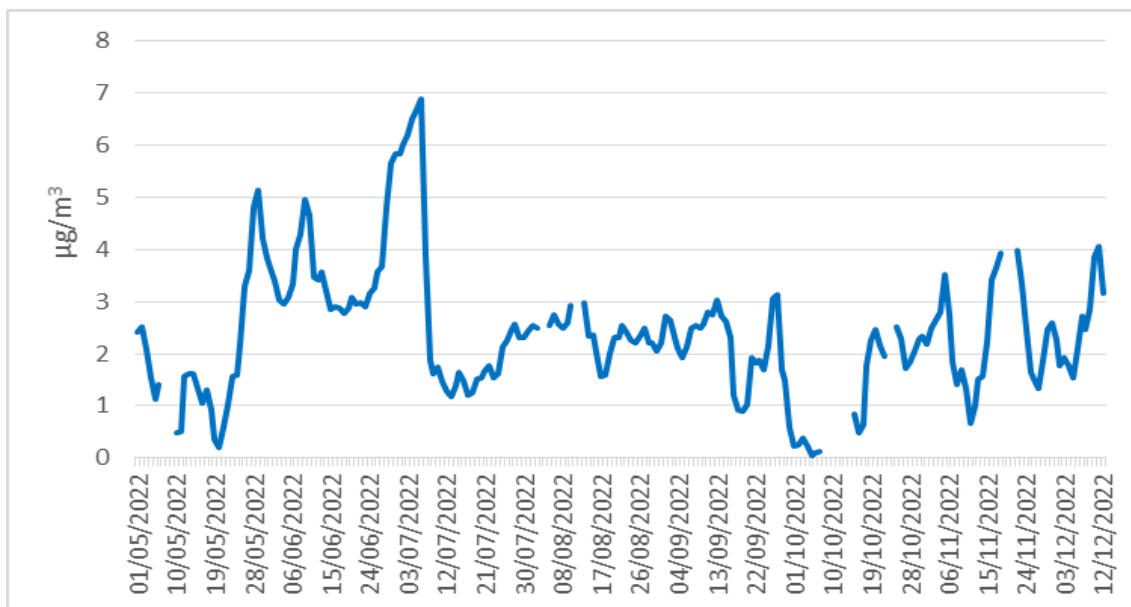


Figura 6. H₂S medie giornaliere

7. NH₃

Le maggiori sorgenti di NH₃ sono costituite dalle attività agricole (allevamenti zootecnici e fertilizzanti) e in minor misura, dai trasporti stradali, dallo smaltimento dei rifiuti, dalla combustione della legna e dei combustibili fossili. Le Linee Guida WHO (Air Quality Guidelines for Europe – second edition, 2000) stabiliscono il livello critico per l'ambiente per i composti azotati. I livelli critici sono basati su un'indagine di

evidenze scientifiche pubblicate, di effetti fisiologici ed ecologicamente importanti solo sulle piante, in particolare acidificazione ed eutrofizzazione. Il livello critico fissato per l' NH_3 è di $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera.

Nel seguente grafico è riportato il valore della concentrazione media giornaliera registrata durante il periodo di monitoraggio. Come si nota dal grafico, in nessuna giornata è stato superato il valore di riferimento indicato dall'WHO.

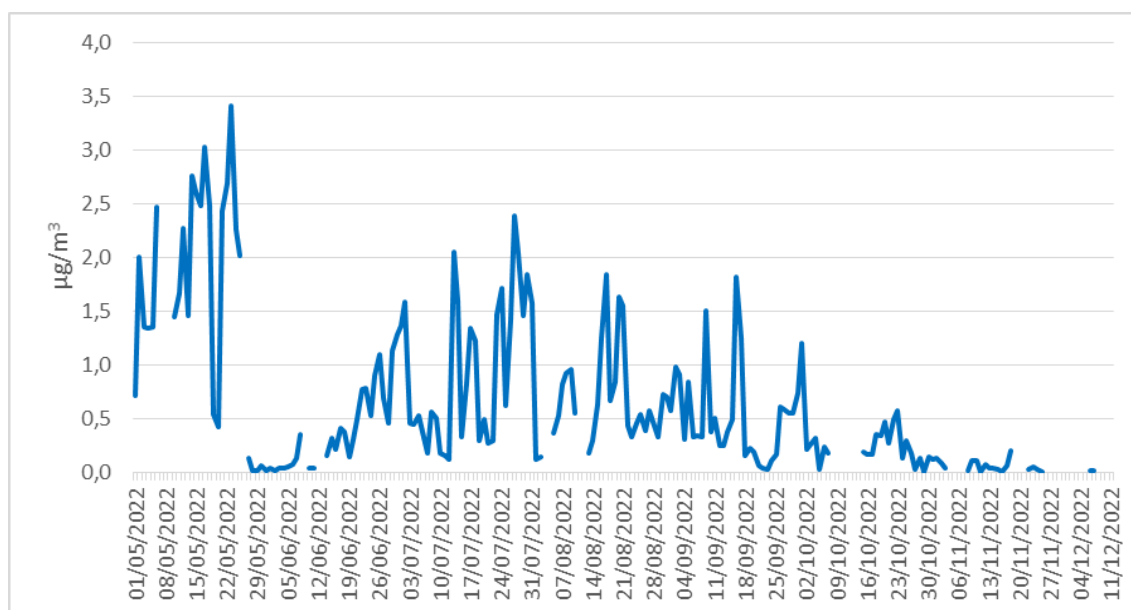


Figura 7. NH_3 : media giornaliera

8 Conclusioni

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria richiesta dal Comune di Ruvo di Puglia è stata realizzata presso l'Istituto scolastico "don Giovanni Bosco" sito in Corso Jatta, 34D. Il monitoraggio è stato avviato il giorno 1 maggio 2022 ed è terminato il 12 dicembre dello stesso anno. Sono stati monitorati i seguenti inquinanti: PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, ozono, benzene, H₂S e NH₃.

Per il PM₁₀ la concentrazione media registrata durante il periodo di monitoraggio è stata di 27 µg/m³, ampiamente inferiore al limite di legge posto a 40 µg/m³, calcolato su base annua. Durante il periodo di monitoraggio, inoltre, si sono verificati otto superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³, poi ridotti a uno in base alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE in quanto imputabili a fenomeni di Saharan Dust.

La concentrazione media registrata per il PM_{2,5} è stata di 13 µg/m³ ben inferiore al limite di legge annuale pari a 25 µg/m³.

La concentrazione media dell'NO₂, per il quale la norma fissa un limite di 40 µg/m³ sulla media annua, è stata di 25 µg/m³. La concentrazione oraria più elevata è stata di 145µg/m³, inferiore al limite di 200 µg/m³.

Per gli altri inquinanti monitorati i livelli registrati sono stati ampiamente al di sotto ai valori limite previsti dalla normativa vigente. I grafici del giorno tipo hanno evidenziato come le concentrazioni maggiori di alcuni inquinanti si sono registrate durante le ore di punta di traffico veicolare e hanno evidenziato che le concentrazioni sono maggiori nei periodi di apertura della scuola in corrispondenza con gli orari di entrata e di uscita dei bambini.

Bari, Aprile 2023

Allegato 1 – Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. 155/10 (allegato VII e allegato XI) stabilisce i criteri utilizzati per la raccolta minima di dati di SO₂, NO_x, PM₁₀, Ozono, Benzene e CO necessaria per raggiungere gli obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria, per misurazioni in continuo. La tabella che segue riporta la percentuale di dati orari validi registrati dagli analizzatori presenti nel laboratorio mobile. Si evidenzia che si tratta di un'informazione indicativa del livello di efficienza della strumentazione, non essendo questo dato raffrontabile con alcun parametro normativo.

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90 % ⁽¹⁾ dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

⁽¹⁾ La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Tabella 1: dall'allegato XI del D. Lgs. 155/2010 – paragrafo 2: *Criteri per la verifica dei valori limite*

	% dati orari validi
PM₁₀	88
PM_{2,5}	83
NO₂	95
Benzene	90
Ozono	93
H₂S	92
NH₃	91

Tabella 2: Efficienza degli analizzatori



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con
laboratorio mobile
Ruvo di Puglia
01.05.2022 – 12.12.2022



Allegato 2 – informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie utilizzate

Gli analizzatori presenti sul laboratorio mobile realizzano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Le concentrazioni rilevate sono normalizzate ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa ai sensi del D. Lgs 155/2010.

Qui di seguito sono riportati sia i principi di funzionamento, sia il modello di ciascun analizzatore.

PM10/PM2,5: assorbimento di raggi Beta con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C (SWAM Dual Channel Hourly)

NOx/NO: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API)

Benzene: gascromatografia

O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API)

H₂S: fluorescenza (Teledyne API)

NH₃: chemiluminescenza (Teledyne API)