

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio: **Scuola dell'infanzia "Maria Montessori"**
via Savoia, angolo via Principe di Napoli – Erchie (BR)

Periodo di osservazione: **17/02/2021 ÷ 27/04/2021**



A cura dell'Ufficio QA di BR-LE-TA del CRA

Richiedente

La presente campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata richiesta da ARPA Puglia al Sindaco del Comune di Erchie con nota prot. n. 87367 del 15/12/2020. La campagna rientra nell'ambito della programmazione annuale delle attività di monitoraggio che ARPA Puglia effettua nelle zone e nei Comuni non coperti da stazione fisse di misura appartenenti alla Rete Regionale di Qualità dell'Aria. Per lo svolgimento di tale attività, ARPA Puglia si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria.

La necessità di eseguire questa campagna di monitoraggio è scaturita dai risultati delle analisi modellistiche contenute nelle valutazioni integrate della qualità dell'aria in Puglia, a partire dall'anno 2016. Il sistema modellistico, ad una risoluzione spaziale 1 km x 1 km, ha previsto il rischio di superamento di alcuni valori limite, prescritti dal D.Lgs. n.155/2010, per gli inquinanti PM₁₀, PM_{2,5} e Benzo(a)Pirene (di seguito BaP) in alcuni comuni della provincia di Brindisi e di Lecce; nel Comune di Erchie tale rischio è emerso solo per il BaP dal 2016 al 2019 e per il PM₁₀ nel 2016.

Scopo della campagna: esecuzione di una misura in campo delle concentrazioni di benzo(a)pirene nel PM₁₀ e, più in generale, l'approfondimento delle conoscenze sullo stato della qualità dell'aria nel Comune di Erchie (BR).

Sito di monitoraggio

Scuola dell'infanzia "Maria Montessori" sita in via Savoia, angolo via Principe di Napoli – Erchie (BR)

Coordinate:

Latitudine 40° 43'94.05" N

Longitudine 17° 73'54.23" E

Periodo di monitoraggio

17/02/2021 + 27/04/2021

In complesso, la campagna è durata 69 giorni

Cronologia della campagna di monitoraggio

I funzionari del CRA di ARPA Puglia presso la sede di Brindisi avevano preventivamente effettuato nel mese di gennaio 2021, col supporto di personale del Comune, un sopralluogo propedeutico all'individuazione di un sito idoneo al monitoraggio. Tale sito era stato individuato nelle pertinenze della Scuola dell'infanzia "Maria Montessori". Si è poi atteso alcuni giorni perché fosse effettuata la predisposizione di idoneo allaccio elettrico alla rete.

Il laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria (installato su veicolo FIAT DUCATO) è stato collocato nel sito di monitoraggio in data 16/02/2021 ed è stato configurato per la visualizzazione dei dati da remoto. In data 21/02/2021, è stato anche installato ed avviato un campionatore sequenziale di PM₁₀ modello LIFETEK PMS della Mega System s.r.l.

Il primo giorno utile di raccolta dati validi è stato il 17/02/2021. La raccolta dei filtri giornalieri di PM₁₀ si è conclusa in data 28/03/2021, mentre la campagna di monitoraggio con laboratorio mobile è proseguita sino al 27/04/2021, giorno in

cui è avvenuta la disinstallazione del mezzo mobile con successivo spostamento. I risultati analitici relativi alla presenza di BaP e metalli sul PM10 saranno relazionati in un successivo report che sarà emesso soltanto al termine di tutte le attività di laboratorio.

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione ad ARPA Puglia - CRA. I dati sono stati validati da p.ch. Pietro Caprioli, dott. Daniele Cornacchia e dott. Aldo Pinto, secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, ed elaborati dal dott. Valerio Margiotta, in servizio presso l'ufficio CRA di ARPA – Struttura QA di Brindisi-Lecce-Taranto.

Le attività si sono svolte con il coordinamento della dott.ssa Alessandra Nocioni, T.I.F. Qualità dell'Aria area BR-LE-TA.

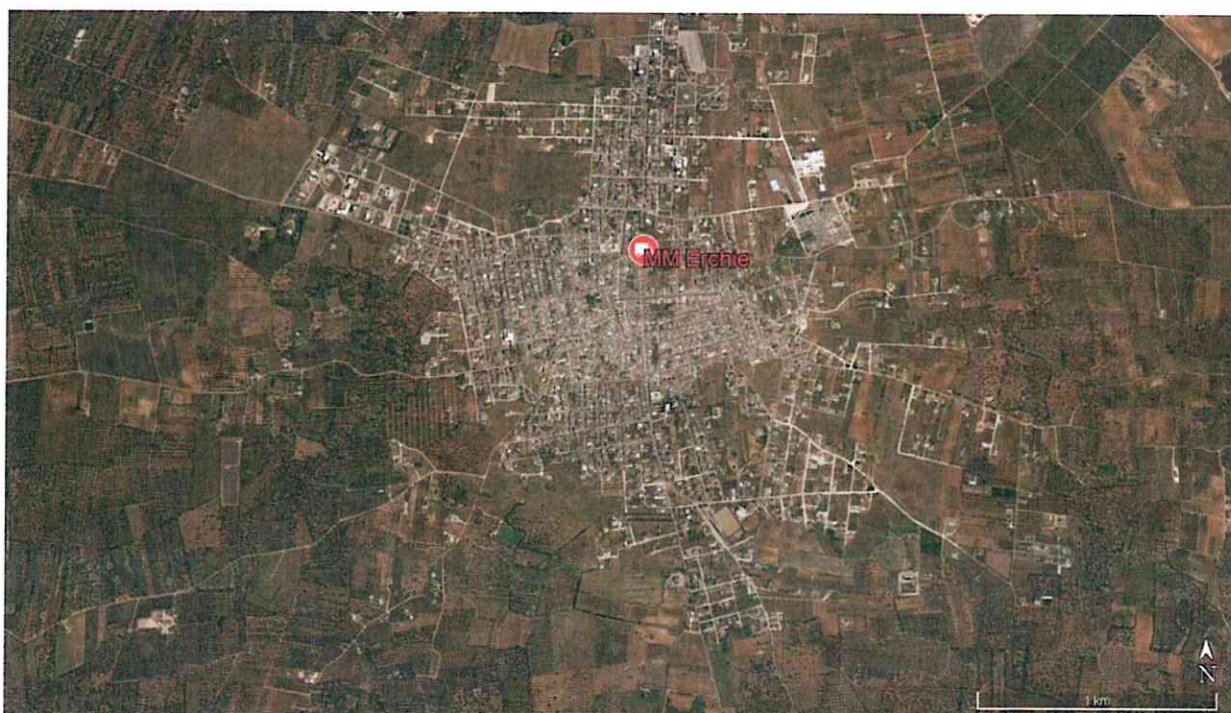
Sommario

1. Introduzione alla Relazione Tecnica.....	5
1.1. Sito di monitoraggio.....	5
1.2. Inquinanti monitorati.....	6
1.3. Parametri meteorologici rilevati.....	7
1.4 Riferimenti normativi.....	7
1.5. Dati meteorologici.....	8
2. Giorni tipo di NO₂, O₃, benzene, H₂S.....	10
2.1. NO ₂	11
2.2. O ₃	12
2.3. Benzene.....	13
2.4. H ₂ S.....	14
3. I livelli di polveri sottili rilevate presso Erchie a confronto con altri siti della provincia di Brindisi.....	15
3.1. PM10.....	15
3.2. PM2.5.....	19
4. Andamento degli inquinanti gassosi.....	21
4.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O ₃ (µg/m ³).....	21
4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO ₂ (µg/m ³).....	23
4.3. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere (µg/m ³).....	25
4.6. Grafico della concentrazione di H ₂ S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m ³).....	27
5. Correlazione tra inquinanti.....	30
6. Conclusioni.....	31
Allegato I - Efficienza di campionamento.....	38
Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi.....	39

1. Introduzione alla Relazione Tecnica

1.1. Sito di monitoraggio

Il sito di monitoraggio è localizzato alle seguenti coordinate: Latitudine 40°43'94.05" NORD Longitudine 17°73'54.23" EST. Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio *suburbana*, come evidenziato dalla ortofoto seguente (figura 1). Il laboratorio mobile è stato posizionato nel sito in data 16/02/2021, al fine di realizzare la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria.



5 di 39

Figura 1: Posizione del sito di monitoraggio in relazione al territorio comunale di Erchie.

Il sito di monitoraggio si trova in posizione quasi baricentrica rispetto al tessuto urbano. Nel Comune di Erchie (circa 8.000 abitanti), per le limitate dimensioni dell'abitato, l'impatto delle attività civili o del trasporto è relativamente modesto; la strada statale SS7ter (Salentina) lambisce il comune nella zona meridionale ed è il suo più trafficato asse viario. Nelle adiacenze del sito non sono presenti aree industriali o impianti in grado di produrre emissioni rilevanti. Fra le attività potenzialmente impattanti sulla qualità dell'aria vi sono quelle della zona artigianale, ubicata al margine occidentale del paese, e sempre nella stessa direzione, a distanza di circa 4 km, è presente un impianto di trattamento di rifiuti solido-urbani.

Nei mesi della campagna, a causa della crisi sanitaria dovuta alla pandemia COVID-19, poiché erano in atto misure di limitazione di alcune attività antropiche, si è avuta una generalizzata riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico.

La scelta dell'ubicazione del laboratorio mobile è inoltre coerente con i risultati delle valutazioni modellistiche, condotte dal CRA per ricostruire lo stato della qualità dell'aria sull'intera regione Puglia a partire dal 2016. I risultati delle simulazioni condotte sull'intero anno ad una risoluzione spaziale di 1 km², mostrati anche nelle relazioni scaricabili alla pagina https://www.arpa.puglia.it/pagina3097_report-modellistica.html, indicano, all'interno dell'area urbana del comune di Erchie, il rischio di superamento del valore limite obiettivo, prescritto dal D. Lgs. n. 155/2010, per l'inquinante benzo(a)pirene. I risultati analitici relativi alla presenza di BaP e metalli sul PM₁₀ della campagna invernale sono illustrati nel presente report, mentre è di recente terminata la campagna estiva.



6 di 39

Figura 2: Posizione del sito di monitoraggio in relazione alle centraline di monitoraggio della rete regionale di qualità dell'aria dell'intera provincia di Brindisi. L'icona cerchiata indica la tipologia della centralina di monitoraggio: albero = fondo, auto = traffico, ciminiera = industriale.

Nel comune di San Pancrazio Salentino è ubicata la più vicina centralina fissa di monitoraggio della qualità dell'aria facente parte della rete regionale. Essa rileva gli inquinanti PM₁₀ e NO_x. I dati sono resi pubblici e consultabili dal portale web di ARPA Puglia (<https://www.arpa.puglia.it/web/guest/qariainq>).

1.2. Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia; nel dettaglio sono stati monitorati: ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), benzene, PM₁₀, PM_{2.5} ed idrogeno solforato (H₂S).

1.3. Parametri meteorologici rilevati

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

1.4 Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. per NO₂/NO_x, PM10, PM2.5, Benzene ed O₃. 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.

temporale di un anno. Anche i valori obiettivo Arsenico, Cadmio, Nichel e il valore limite per il Piombo sono espressi sulla media annua così come riportati di seguito:

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore	Tipo di obiettivo ambientale	Da raggiungere
PM10	1 giorno	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
	Anno civile	40 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005
PM2.5	Anno civile	25 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2015
NO2	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
	Anno civile	40 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
Benzene	Anno civile	5,0 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2010
Ozono	1 ora	180 µg/m ³	Soglia di informazione ⁽⁴⁾	-
	1 ora	240 µg/m ³	Soglia di allarme ⁽³⁾	-
	Media massima giornaliera su 8 ore (media su tre anni)	120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	Valore obiettivo ⁽²⁾	-
	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³	Obiettivo a lungo termine ⁽⁵⁾	-
Benzo(a)pirene	Anno civile	1,0 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾	-
Arsenico	Anno civile	6,0 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾	-
Cadmio	Anno civile	5,0 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾	-
Nichel	Anno civile	20 ng/m ³	Valore obiettivo ⁽²⁾	-
Piombo	Anno civile	0,5 µg/m ³	Valore limite ⁽¹⁾	1/1/2005

- (1) *Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e in seguito non deve essere superato;*
- (2) *Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita*
- (3) *Soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;*
- (4) *Soglia di informazione: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione a breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;*
- (5) *Obiettivo a lungo termine: livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;*

Tabella 1: Valori limite e valori obiettivo per la protezione della salute umana ai sensi del D. Lgs. n. 155/2010. La tabella include solo gli inquinanti monitorati nell'ambito della presente campagna di monitoraggio.

Di seguito, quindi, si riportano i dati acquisiti dal mezzo mobile e validati, elaborati dal C.R.A. – Ufficio QA di Brindisi-Lecce-Taranto, ai sensi del D. Lgs. n. 155/2010.

1.5. Dati meteorologici

In figura 3 si riporta il grafico della rosa dei venti rilevato nell'intero periodo della campagna di monitoraggio. Si osserva una prevalenza dei venti dal settore nord-occidentale, con sporadiche occorrenze anche da sud-est. Le occorrenze e la velocità media dei venti sono elencate nella parte destra della figura.

Nel periodo monitorato si sono avuti 14 giorni di piovosi (pioggia > 0,2 mm/m²).



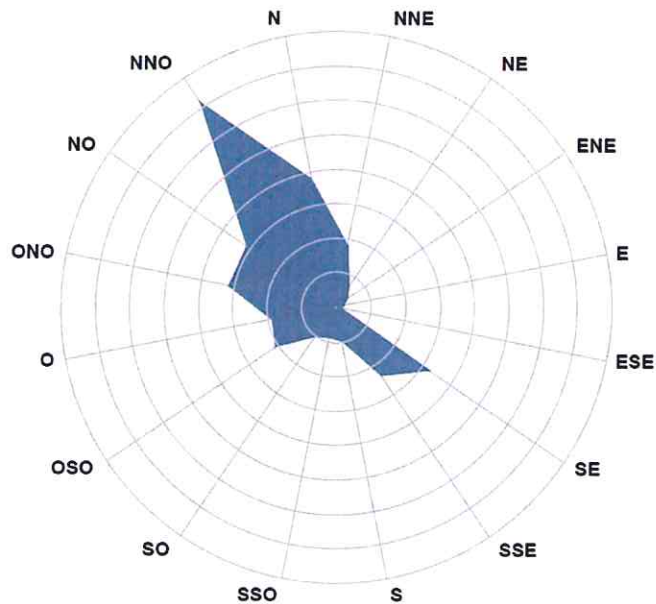
Rosa dei venti

Stazione: MM Erchie 2021

Monitor DV

Data inizio: 17/02/2021

Data fine: 27/04/2021



	Occorrenze	V. media m/s
N	189	1,46
NNE	90	1,23
NE	36	2,13
ENE	22	1,33
E	12	1,46
ESE	8	2,03
SE	166	1,92
SSE	119	1,67
S	52	1,17
SSO	46	1,17
SO	51	1,36
OSO	105	1,75
O	94	1,62
ONO	159	1,48
NO	158	1,36
NNO	357	1,33

Calma	0
Variabile	0
NC	0
Non validi	0

9 di 9

Figura 3: Rose dei venti per il periodo che va dal 17/02/2021 al 27/04/2021, corredato dalla tabella complessiva delle occorrenze.

2. Giorni tipo di NO_2 , O_3 , benzene, H_2S

I grafici seguenti mostrano il *giorno tipo*, ossia l'andamento tipico quotidiano nel periodo della campagna di misura, delle concentrazioni dei principali inquinanti: biossido di azoto (NO_2), materiale particolato (PM_{10}), monossido di carbonio (CO), ozono (O_3), benzene, anidride solforosa (SO_2) ed acido solfidrico (H_2S).

Per la maggior parte degli inquinanti, dall'elaborazione dei grafici dei giorni tipo, si osservano chiaramente netti incrementi delle concentrazioni nelle ore serali della giornata. Tali incrementi possono essere dovuti ad un aumento delle emissioni nel periodo serale e/o all'innescarsi di condizioni meteorologiche favorevoli, nelle zone urbane, all'accumulo degli inquinanti immessi in prossimità del suolo. Nelle ore serali, notturne e nelle prime ore del giorno si possono infatti verificare più frequentemente condizioni di calma di vento ed inversioni termiche negli strati più bassi dell'atmosfera. Il fenomeno si produce quando uno strato d'aria calda, più leggera, spesso associata ad alta pressione atmosferica, scorre al di sopra di uno strato freddo e pesante, impedendone l'elevazione e la dispersione: tale fenomeno può essere ad esempio legato al rapido raffreddamento della superficie terrestre e dello strato di aria immediatamente al di sopra di questa che si verifica durante le notti limpide in condizione di alta pressione (inversione termica di tipo radiativo).

2.1. NO₂

Il biossido di azoto ha mostrato, nel corso delle giornate di monitoraggio, due picchi ben definiti nelle prime ore del mattino e nel tardo pomeriggio con i massimi centrati alle 08:00 ed alle 21:00.

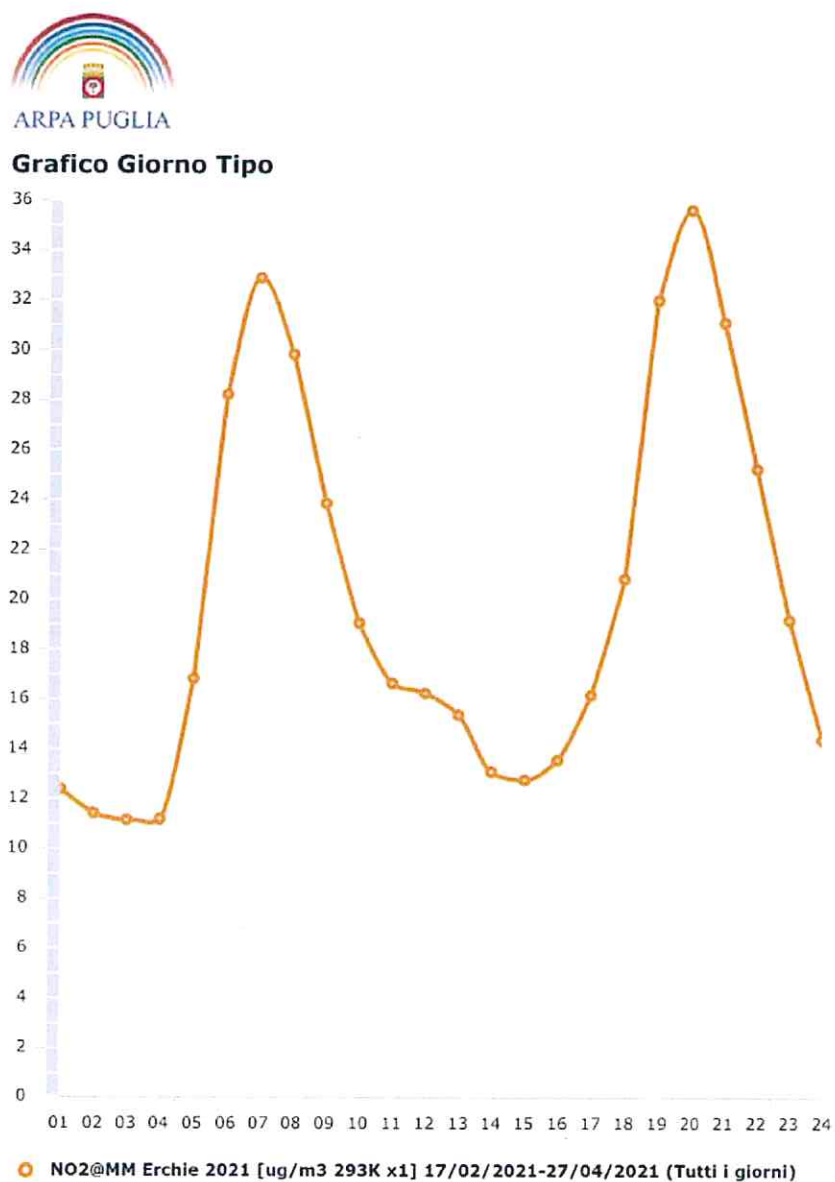
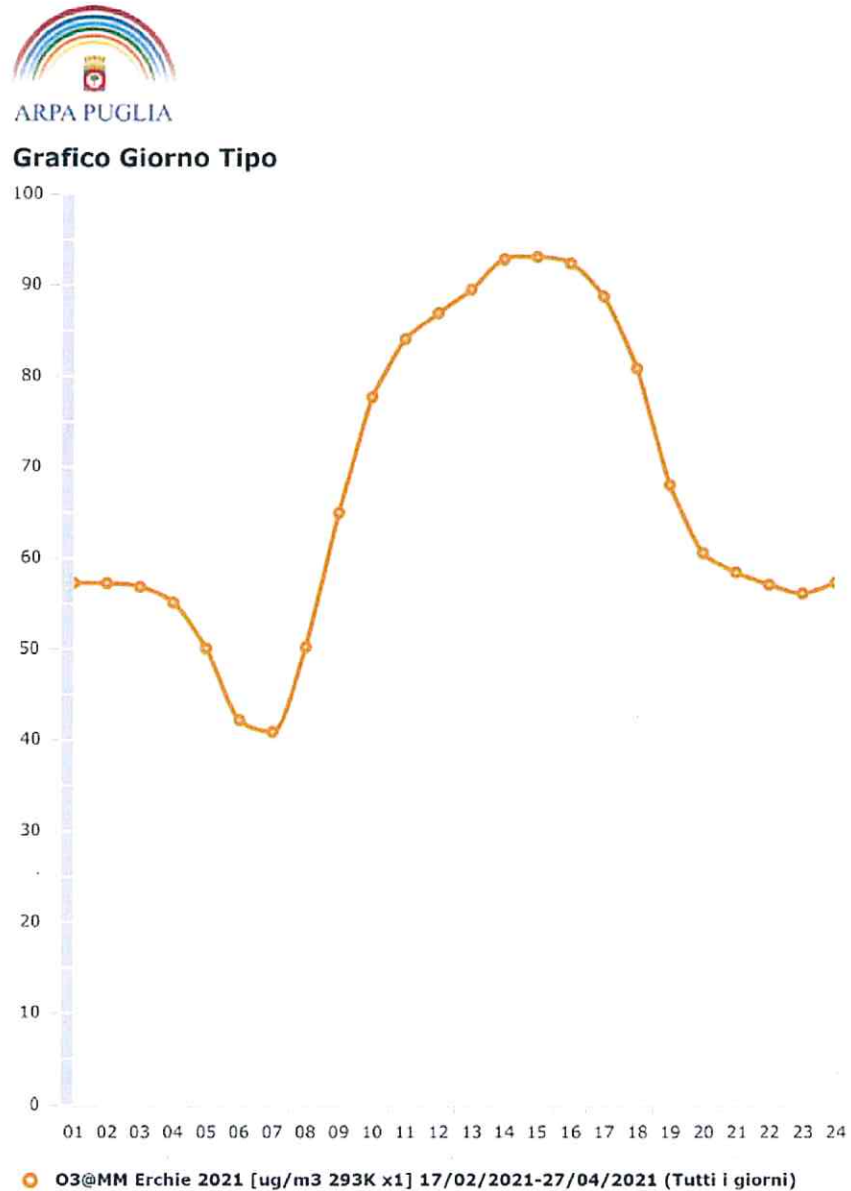


Figura 4: Grafico del giorno tipo per l'NO₂.

2.2. O₃

Il grafico dell'ozono rappresenta il giorno tipo caratteristico di questo inquinante e mostra il classico andamento a campana, con i valori massimi nelle ore di maggior irraggiamento.



12 di 39

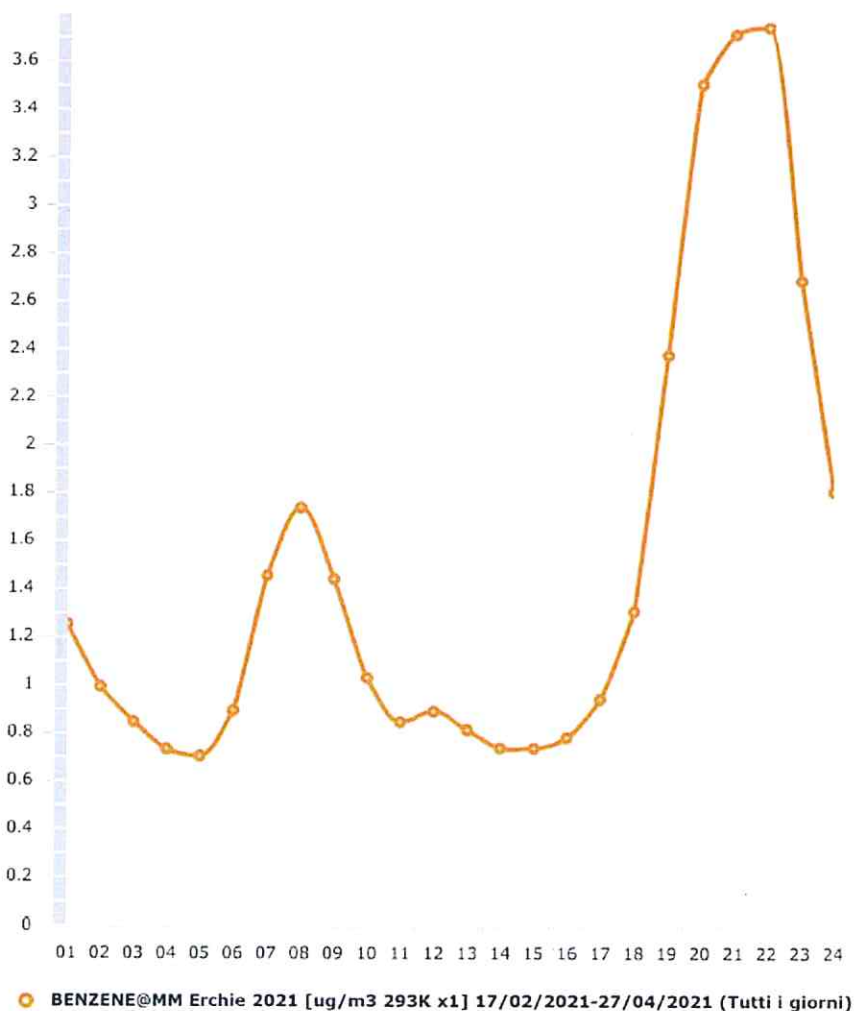
Figura 5: Grafico del giorno tipo per l'O₃.

2.3. Benzene

Il grafico degli andamenti delle concentrazioni del benzene mostra un modesto rialzo nelle ore mattutine, dovuto verosimilmente al contributo del traffico veicolare, ed un notevole incremento nelle ore serali.



Grafico Giorno Tipo



13 di 39

Figura 6: Grafico del giorno tipo per il benzene.

2.4. H₂S

Nel corso delle giornate di monitoraggio, l'analizzatore di H₂S ha registrato in media un andamento al di sotto della soglia olfattiva, senza variazioni significative nel corso della giornata.

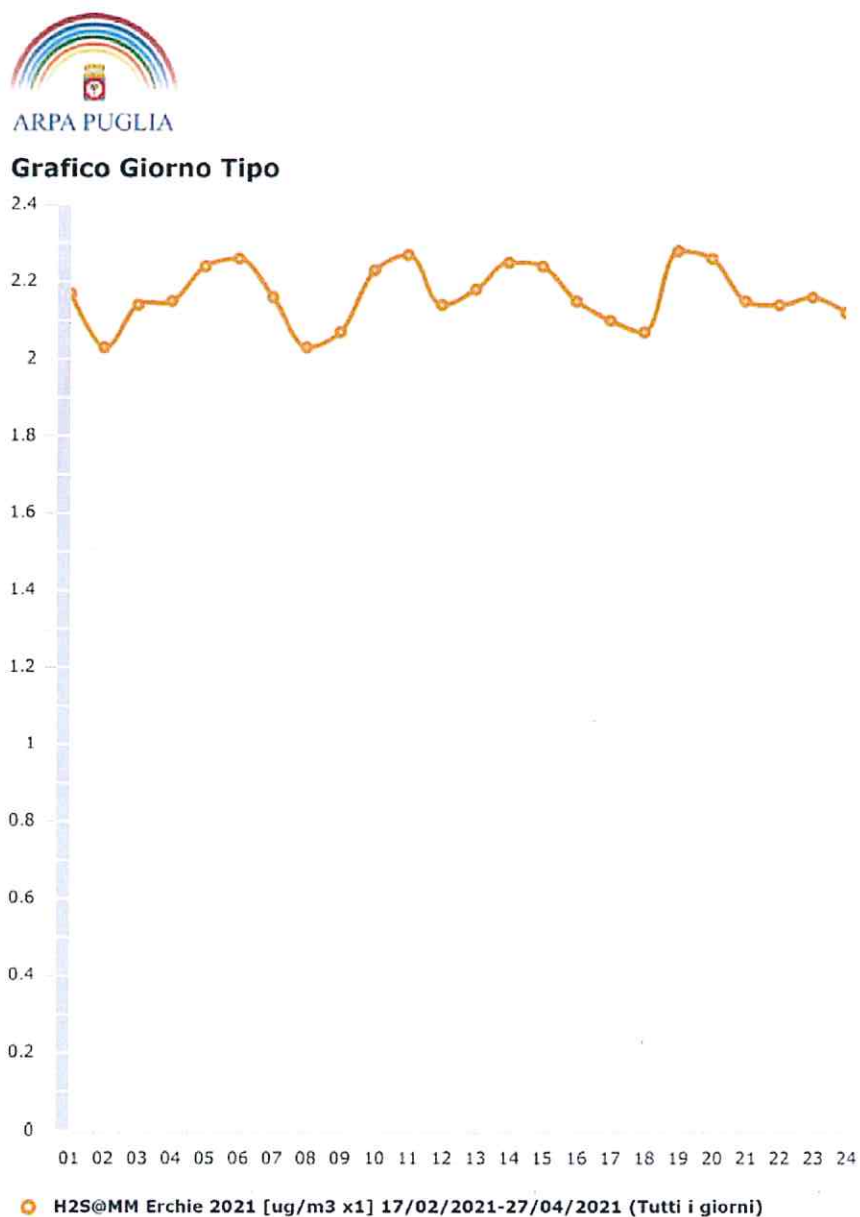


Figura 7: Grafico del giorno tipo per l'H₂S.

3. I livelli di polveri sottili rilevate presso Erchie a confronto con altri siti della provincia di Brindisi.

3.1. PM10

PM10		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	50µg/m ³	Valore limite giornaliero da non superare per più di 35 volte nell'anno
	40µg/m ³	Valore limite annuale

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, solido, presente in sospensione nell'aria. La natura delle particelle di cui esso è composto è molto varia: ne fanno parte sia le polveri sospese, materiale di tipo organico disperso dai vegetali (pollini o frammenti di piante), materiale di tipo inorganico prodotto da agenti naturali come vento e pioggia, oppure prodotto dall'erosione del suolo o dei manufatti. Con il termine PM₁₀ è definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Sul mezzo mobile è installato un analizzatore di PM₁₀ FAI SWAM 5a che fornisce misure di concentrazioni medie giornaliere. Nella normativa vigente, il parametro PM₁₀ ha limite giornaliero pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile. Come si evince dal grafico in Figura 8, nel periodo di monitoraggio si sono registrati 10 superamenti di tale limite, su 62 giorni di dati validi.

15 di 39

La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 µg/m³ come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM₁₀. Anche se il periodo di monitoraggio nel sito ha coperto soltanto una frazione di anno, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati acquisiti di PM₁₀ nel periodo di monitoraggio è pari a 35 µg/m³, quindi inferiore al limite annuale.

I dieci superamenti del valore limite medio giornaliero sono stati registrati nelle date riportate di seguito:

- 22 febbraio;
- 24 febbraio;
- 25 febbraio;
- 26 febbraio;
- 27 febbraio;
- 04 marzo;
- 05 marzo;
- 08 marzo;
- 26 marzo;
- 27 marzo.

Durante la campagna si sono verificati alcuni eventi di avvezione sahariana. Tali fenomeni naturali possono causare il superamento del valore limite di PM₁₀ in molte stazioni di monitoraggio.

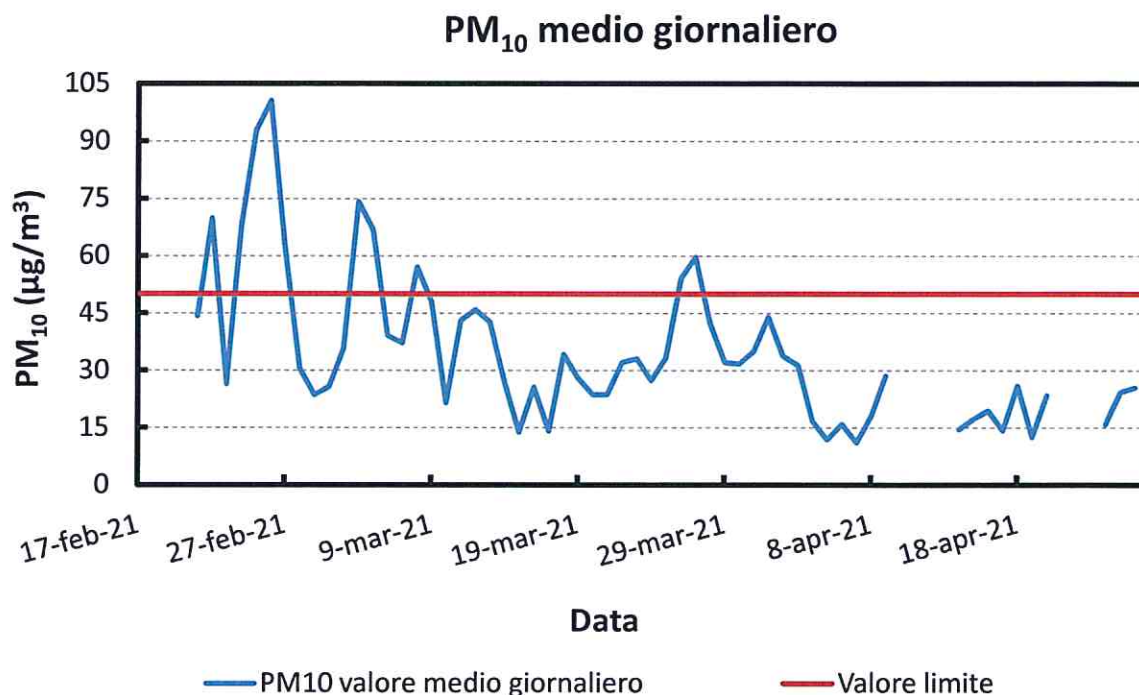


Figura 8: Andamento medio giornaliero del PM₁₀

Si richiamano di seguito, in dettaglio, gli eventi di trasporto di polveri che si sono verificati nel periodo oggetto della presente indagine:

- Tra il 5 e il 10 febbraio e tra il 23 e il 27 febbraio 2021, la Puglia è stata interessata da diversi fenomeni di avvezioni sahariane durante i quali sono stati registrati superamenti del valore limite giornaliero di PM₁₀ in quasi tutte le stazioni di monitoraggio della rete regionale. Gli eventi sono stati individuati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories del modello HYSPLIT e per tali giorni sarà effettuato lo scorporo del contributo naturale dalla concentrazione di PM₁₀ registrata.

Una possibile causa delle alte concentrazioni di PM_{2.5} rilevate nel periodo 17-27 febbraio è da individuare nelle masse d'aria provenienti dall'Est Europa. In questa regione grandi quantità di SO₂ sono rilasciate in atmosfera dai processi industriali che utilizzano combustibili ad alto contenuto di zolfo che, in atmosfera, genera la formazione di solfato secondario presente nel PM_{2.5}. Un'ulteriore conferma a quanto detto si ha consultando il sito di elaborazioni modellistiche Emep (<https://www.ceip.at/webdab-emission-database/emissions-as-used-in-emep-models>) su cui sono riportate gli inquinanti emessi su base nazionale. Il solfato viene trasportato facilmente a lunghe distanze grazie alla sua grande stabilità in atmosfera. È possibile, pertanto che questi fenomeni di trasporto abbiano contribuito all'innalzamento dei valori di PM_{2.5} sul territorio regionale.

Osservando le back-trajectories relative al 18, al 21, al 24 ed al 26 febbraio, si evince la provenienza delle masse d'aria dall'Est Europa nei primi due casi; per il terzo e il quarto, si nota la provenienza delle masse d'aria sia dall'Est Europa che dal continente africano: in questi giorni le masse d'aria giunte sulla nostra regione provenivano dal continente africano e avevano attraversato l'Est Europa, caricandosi quindi sia di PM10 che di PM2.5. Nei giorni 8, 9 e 10 marzo si sono determinati fenomeni di intrusione sahariana, principalmente nella parte meridionale della regione.

Per quanto sopra riportato, quindi, si può affermare che in 5 dei 10 giorni in cui sono stati registrati superamenti del limite giornaliero per il PM10, si sono verificati fenomeni di intrusione sahariana.

Nel periodo di monitoraggio, il mezzo mobile collocato ad Erchie ha registrato complessivamente un numero di superamenti maggiore della limitrofa centralina di San Pancrazio S.no (4) e della centralina ubicata a Torchiarolo – P.za Don Minzoni (8).

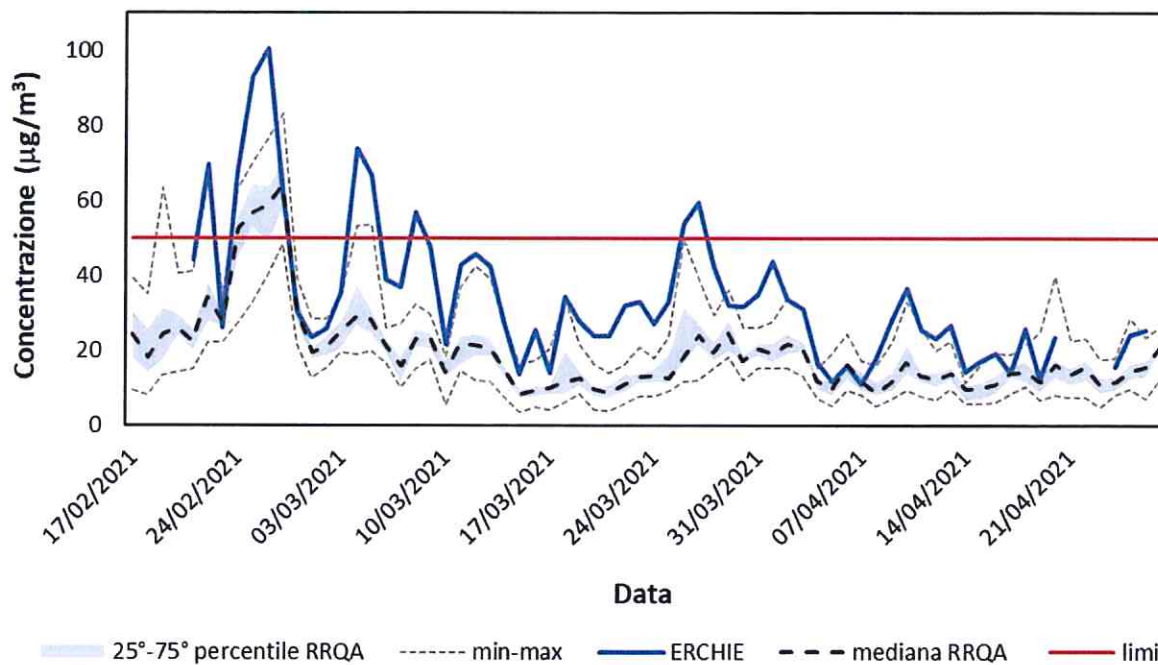
Le concentrazioni di PM10 rilevate ad Erchie hanno mostrato un andamento tendenzialmente superiore alla mediana delle altre centraline fisse limitrofe, presenti nel territorio provinciale di Brindisi. Nello specifico, per 48 giorni il dato di PM10 di Erchie è stato uguale o superiore al valore massimo registrato dalla rete di monitoraggio brindisina, su un totale di 62 giorni di dati validi.

In figura 9, si confrontano le suddette concentrazioni con i valori minimi e massimi quotidiani registrati dall'intero gruppo di centraline installate in provincia di Brindisi.

I livelli più elevati di PM10 sono stati misurati nel primo periodo della campagna, ricadente nella stagione invernale. Con l'aumentare delle temperature le concentrazioni diminuiscono, come appare evidente dal grafico seguente.

17 di 39

PM10 andamento delle concentrazioni medie giornaliere



18 di 39

Figura 9: Andamento delle concentrazioni di PM₁₀ presso Erchie a confronto con i valori minimi e massimi registrati da tutte le centraline della RRQA ubicate in provincia di Brindisi. L'area campita in celeste indica l'intervallo di valori compreso fra il 25° ed il 75° percentile mentre l'area compresa fra le due linee tratteggiate indica l'intervallo totale dei valori.

3.2. PM2.5

PM2.5		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite annuale

La normativa di riferimento prescrive il valore di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM2.5. Anche se il periodo di monitoraggio nel sito ha coperto soltanto una frazione di anno, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati acquisiti di PM2.5 nel periodo di monitoraggio è pari a 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi superiore al limite annuale.

I livelli più elevati di PM2.5, come per il PM10, sono stati misurati nel primo periodo della campagna, ricadente nella stagione invernale.

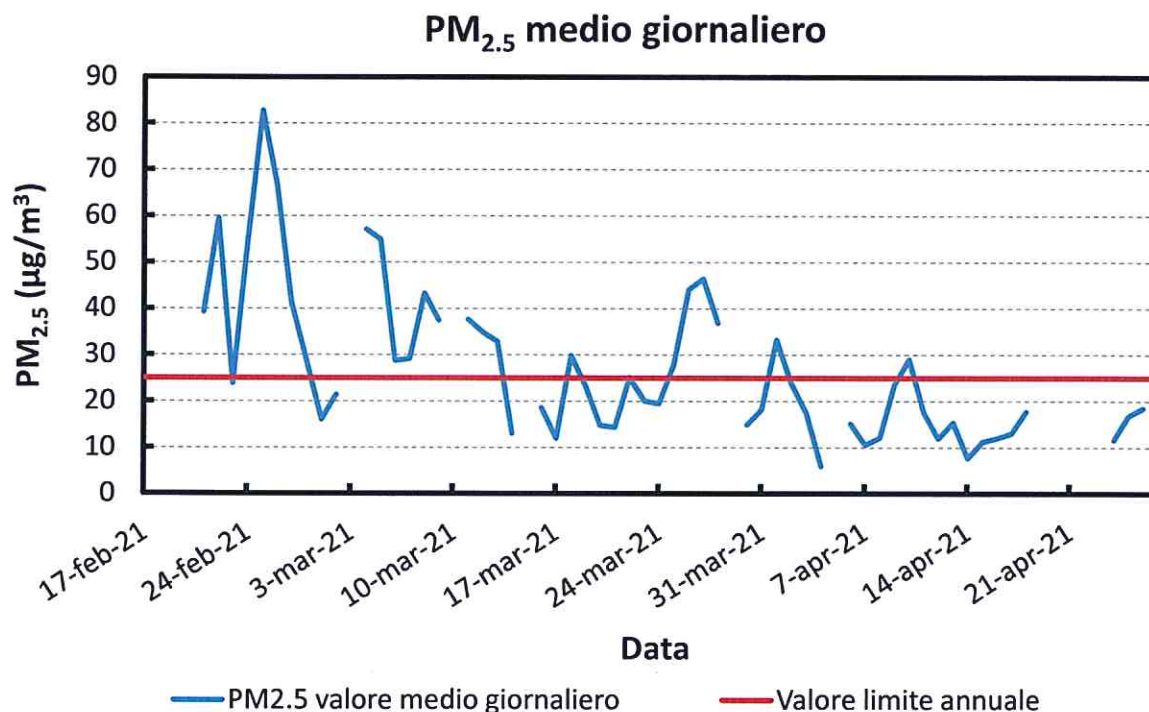


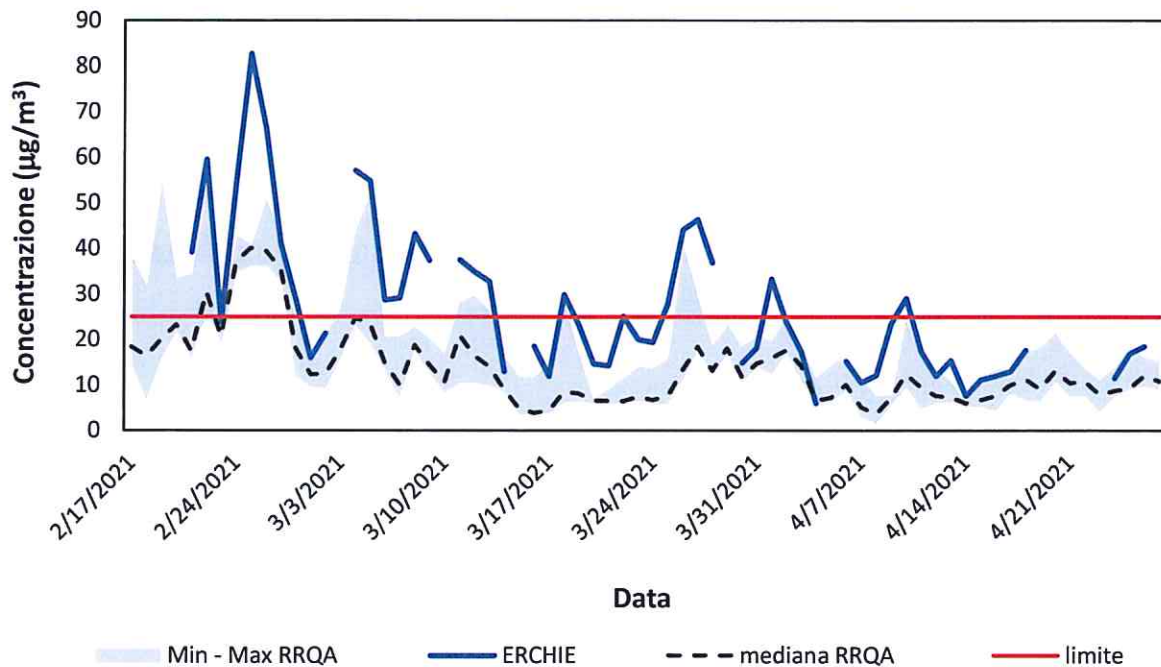
Figura 10: Andamento medio giornaliero del PM_{2.5}

Nel periodo di monitoraggio, il mezzo mobile collocato ad Erchie ha registrato un valore medio di PM2.5 superiore a quello della centralina ubicata a Torchiarolo – Piazza Don Minzoni (21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le concentrazioni di PM_{2.5} rilevate ad Erchie hanno mostrato un andamento tendenzialmente superiore alla mediana delle altre centraline fisse limitrofe, presenti nel territorio provinciale di Brindisi.

In figura 9 si confrontano le suddette concentrazioni con i valori minimi e massimi quotidiani registrati dall'intero gruppo di centraline installate in provincia di Brindisi.

PM_{2.5} andamento delle concentrazioni medie giornaliere



20 d i 3 9

Figura 11: Andamento delle concentrazioni di PM_{2.5} presso Erchie a confronto con i valori minimi e massimi registrati da tutte le centraline della RRQA ubicate in provincia di Brindisi. L'area campita in celeste indica l'intervallo di valori compreso fra il valore minimo e massimo registrati dalla RRQA.

4. Andamento degli inquinanti gassosi

Per gli inquinanti normati Benzene, NO₂, CO, SO₂ e O₃ non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. È stato inoltre monitorato l'inquinante acido solfidrico (H₂S), non normato, ma per il quale esiste una concentrazione soglia di riferimento, pari a 7 µg/m³, che rappresenta la soglia olfattiva.

4.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O₃ (µg/m³)

A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO₂ ed al PM₁₀, è uno gli inquinanti di maggiore rilevanza. Esso non ha sorgenti dirette ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni di tipo fotochimico che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili. La concentrazione in atmosfera dell'ozono, inoltre, risente dell'influenza di vari fattori quali, ad esempio, la persistenza di periodi di elevata insolazione, di alta temperatura, elevata pressione atmosferica.

O ₃		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. n. 155/2010	120 µg/m ³ massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore, da non superarsi più di 25 volte per anno civile, come media su tre anni	Valore obiettivo
	120 µg/m ³ , media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno	Obiettivo a lungo termine
	180 µg/m ³ (media oraria)	Soglia di informazione
	240 µg/m ³ (media oraria, per tre ore consecutive)	Soglia di allarme

21 di 39

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione oraria di ozono, ed i massimi giornalieri delle medie mobili sulle 8 ore rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio.

Non sono stati rilevati superamenti del valore obiettivo inteso come massima media mobile su 8 ore maggiore di 120 µg/m³.

O₃ massimo giornaliero e massima giornaliera delle medie mobili su 8h

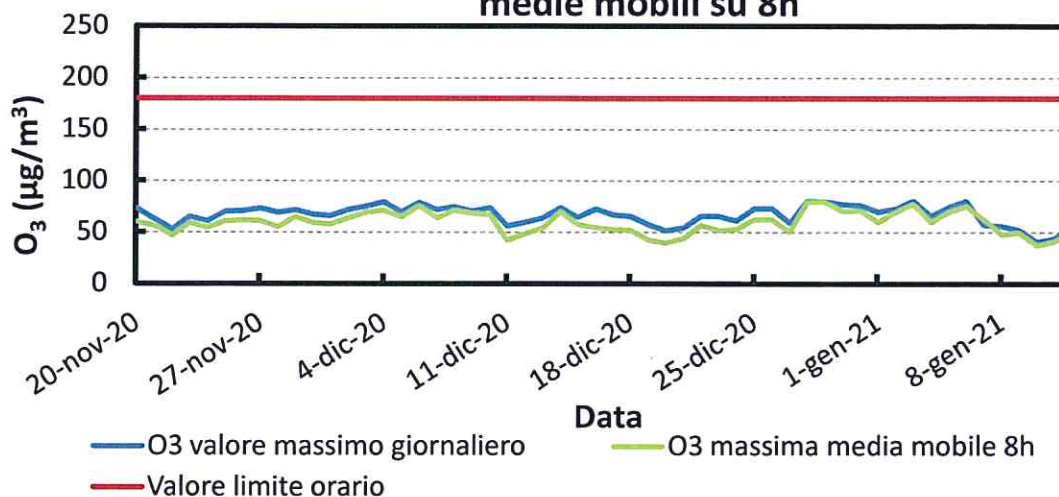


Figura 12: Andamento giornaliero del valore massimo e della massima media mobile misurata sulle 8 ore per l'ozono.

Dalla rosa dell'inquinamento per l'ozono, in particolare dalla tabella delle occorrenze, si può osservare che tale inquinante raggiunge concentrazioni più elevate in occasione di venti da SE.

22 di 39



Valori dal 17/02/2021

al

27/04/2021

Stazione MM Erchie 2021
Stazione(DV) MM Erchie 2021
Unità di misura inquinante : ug/m3 293K

Inquinante O3
Monitor DV

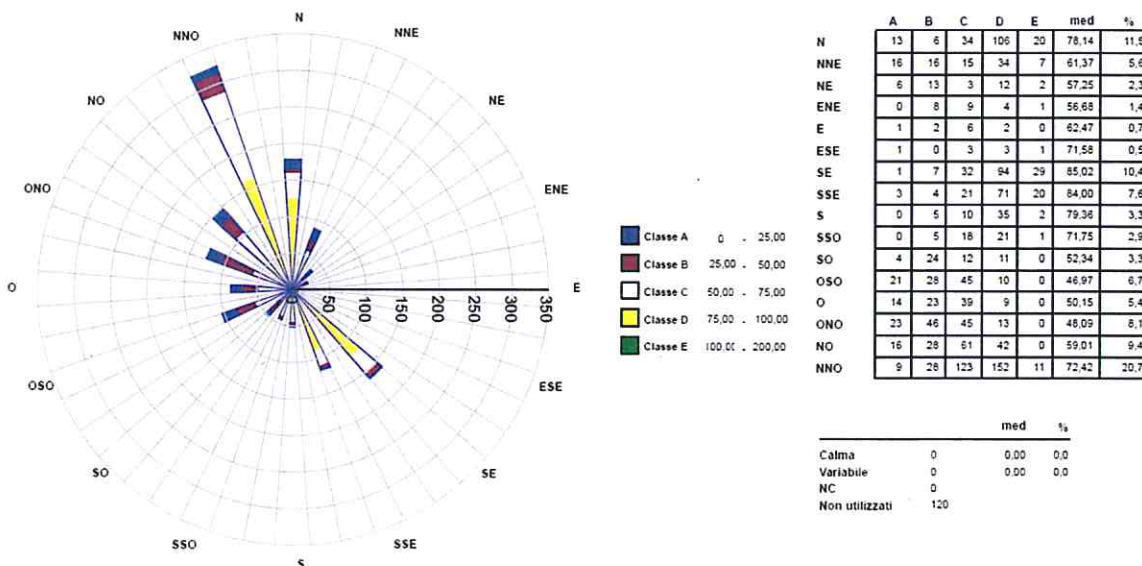
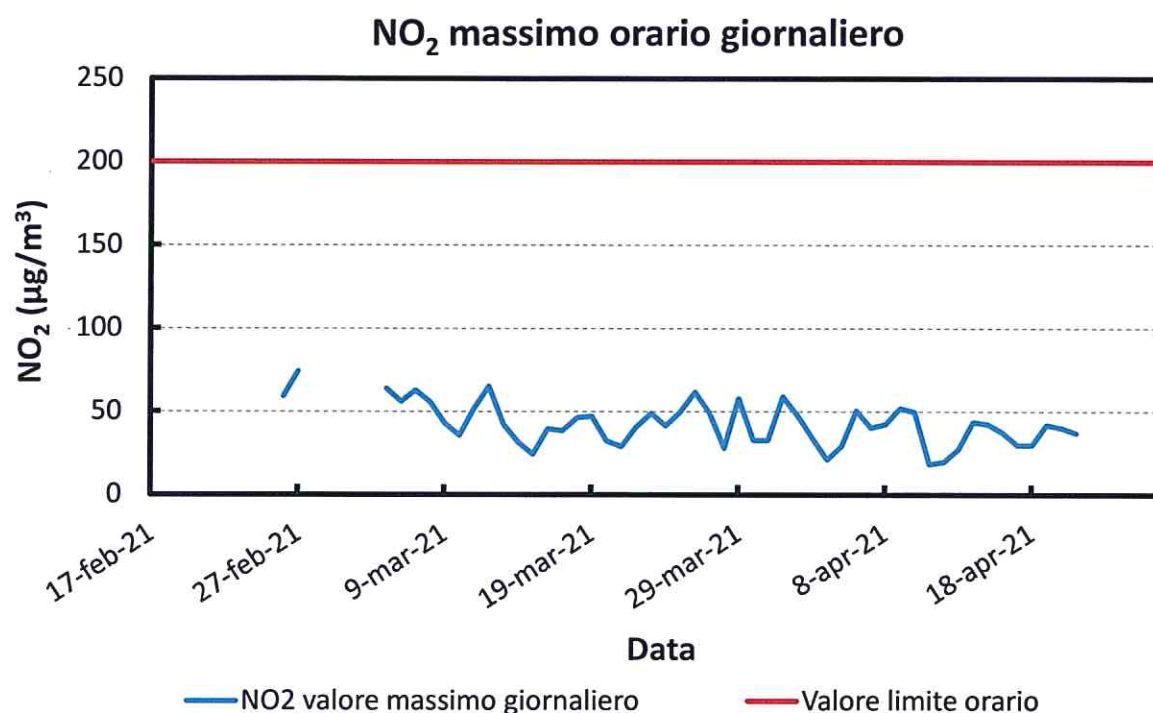


Figura 13: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante ozono.

4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ (µg/m³)

Gli ossidi di azoto, NO, NO₂, N₂O, ecc. sono generati in tutti i processi di combustione. Tra tutti, il biossido di azoto (NO₂), è da ritenersi il maggiormente pericoloso perché costituisce il precursore di una serie di reazioni di tipo fotochimico che portano alla formazione del cosiddetto "smog fotochimico".

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio. Da esso si evince chiaramente che non si è verificato nessun superamento del valore limite di 200 µg/m³ calcolato come massimo orario. I livelli delle concentrazioni registrate sono risultati generalmente modesti.



23 di 39

Figura 14: Andamento della concentrazione massima oraria giornaliera per il biossido di azoto misurata presso il sito oggetto della campagna.

Il grafico della rosa dell'inquinamento per il biossido di azoto non mostra una particolare direzionalità di provenienza.

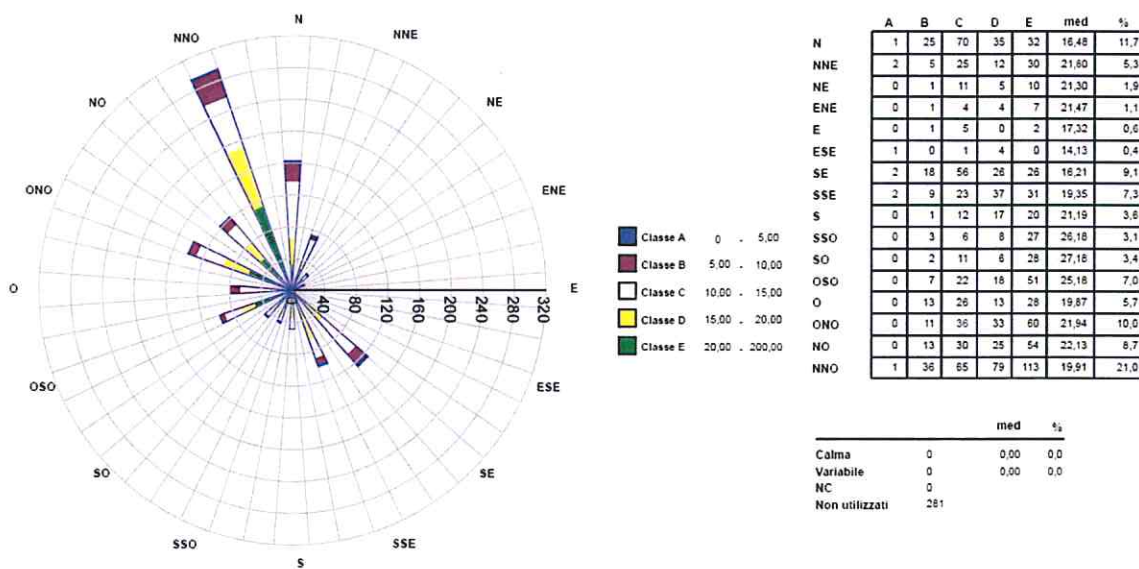


Figura 15: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante biossido di azoto.

4.3. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati, ma anche dalla combustione di materiale organico come la biomassa. Secondo la normativa vigente, D. Lgs. n. 155/2010, il valore limite per la protezione della salute umana è fissato a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su un periodo di mediazione di un anno civile.

Durante il periodo di monitoraggio, i valori medi giornalieri e la media del periodo sono risultati entro suddetto limite.

I livelli più elevati sono stati misurati nel primo periodo della campagna, ricadente nella stagione invernale, come appare evidente dal grafico seguente.

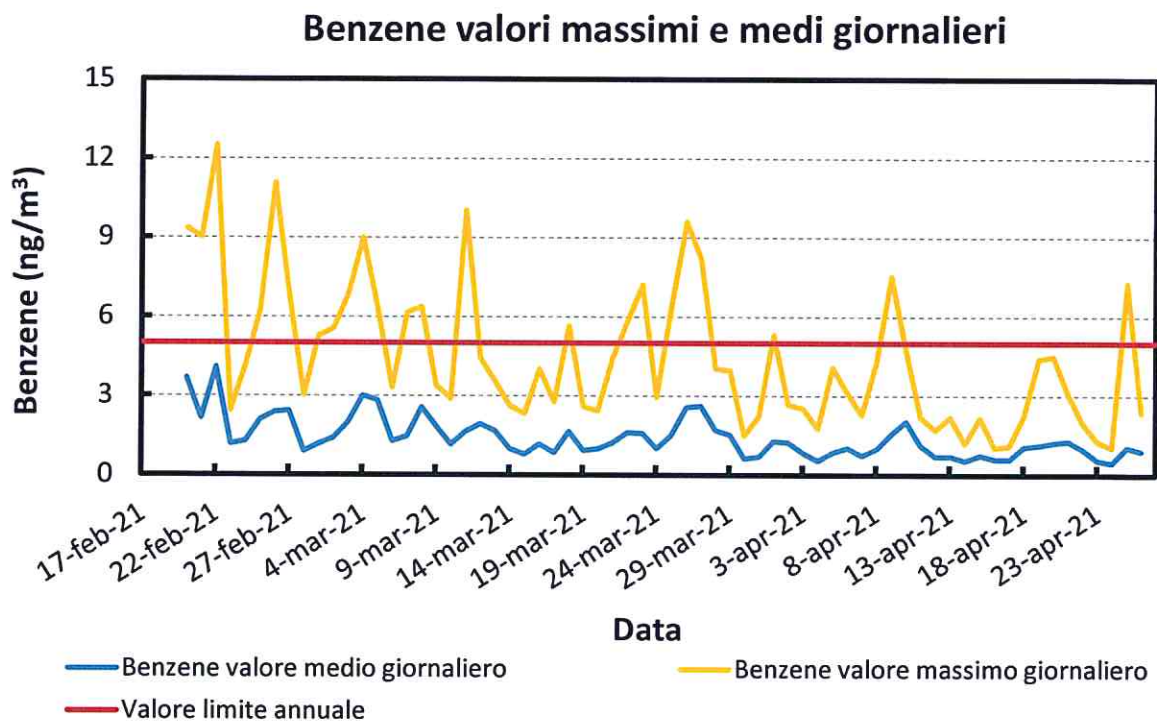


Figura 16: Andamento della concentrazione media e massima giornaliera, per il benzene, misurate presso il sito oggetto della campagna.

Il grafico successivo mostra la rosa dell'inquinamento per il benzene dalla quale si evince che non vi sia una netta direzionalità di provenienza di tale inquinante rispetto al sito di monitoraggio.

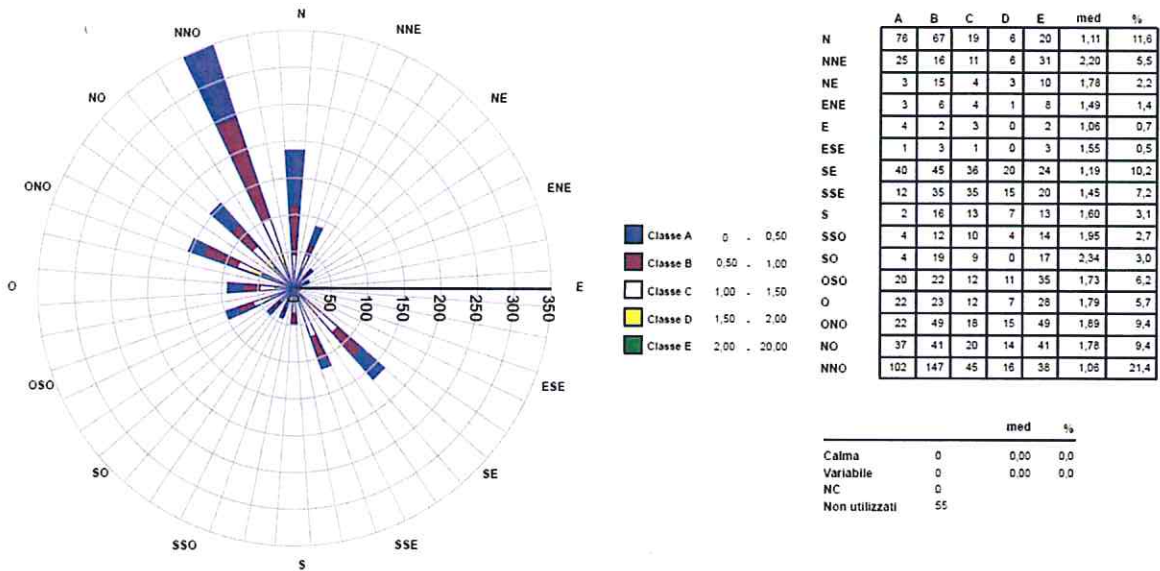


Figura 17: Rosa dell'inquinamento per l'inquinante benzene.

4.6. Grafico della concentrazione di H₂S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m³)

Uno fra i parametri più significativi nella individuazione di possibili fonti di molestie olfattive è rappresentato dall'acido solfidrico (H₂S), un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce, tossico a concentrazioni elevate e caratterizzato da una soglia olfattiva molto bassa, che si forma in condizioni di fermentazione batterica anaerobiche.

Relativamente all'idrogeno solforato (H₂S), in assenza di limiti normativi nazionali ed europei, si potrà fare riferimento alle indicazioni della WHO e della Agenzia Ambientale statunitense (EPA). La WHO per l'aria ambiente ha elaborato le linee guida per tale inquinante, anche riferendosi ai tempi di esposizione. Per l'H₂S le linee guida riportano un valore di riferimento pari a 150 µg/m³ come concentrazione media giornaliera e un valore di 7 µg/m³ sul breve periodo (30 minuti) per evitare l'insorgenza di odori sgradevoli. La frequenza e l'intensità delle maleodoranze può essere valutata sulla base del numero di ore con concentrazione di H₂S superiore alla soglia di 7 µg/m³, al di sotto della quale non si dovrebbero rilevare lamentele tra la popolazione esposta. La maggior parte dei Paesi extra-europei e istituzioni internazionali riportano per tale sostanza valori di riferimento per l'aria ambiente riferiti al tempo di mediazione di un'ora. I valori di riferimento variano da un minimo di 7 µg/m³ in Nuova Zelanda ad un massimo di 112 µg/m³ nel Nevada (USA). La tabella seguente riporta le soglie di riferimento prese in considerazione per H₂S.

27 di 39

Inquinante	Linee guida di riferimento	Concentrazione di riferimento	Periodo di mediazione
H ₂ S	WHO	150 µg/m ³	Media giornaliera
	WHO	7 µg/m ³	Media semi-oraria

Tabella 2: Valori di riferimento per H₂S

Di seguito, si riporta uno stralcio del citato Rapporto ISTISAN 16/15.

Rapporti ISTISAN 16/15

La Tabella 2 riporta i valori di riferimento dell'H₂S in aria ambiente adottati da diversi Stati degli USA (43, 44), dal Canada (45), Nuova Zelanda (46) e da altre organizzazioni e Istituti internazionali. Si osserva che in Nuova Zelanda le linee guida sulla qualità dell'aria prevedono per l'H₂S una concentrazione pari a 7 µg/m³ come media su un'ora (46), mentre l'Ontario (Canada) prevede una concentrazione di 7 µg/m³ come media su 24 ore e una concentrazione di 13 come media di 10 minuti (45).

Tabella. 2. Valori di guida/riferimento di H₂S in aria ambiente in alcuni Paesi extra-europei e istituzioni internazionali

Stato o istituzione	Valore guida/riferimento	Rif.
Canada, Ontario	7 µg/m ³ (4,97 ppbv) media su 24 ore; 13 µg/m ³ (9,75 ppbv) media su 10 min	45
Nuova Zelanda	7 µg/m ³ (4,97 ppmv) media su 1 ora	46
Stati Uniti¹		
Arizona	63 µg/m ³ (45 ppbv) media su 1 ora 37,8 µg/m ³ (27 ppbv) media giornaliera	43
California	42 µg/m ³ (30 ppmv) media su 1 ora	43
Delaware	84 µg/m ³ (60 ppmv) media della concentrazione rilevata ogni 3 min consecutivi 42 µg/m ³ (30 ppmv) media della concentrazione rilevata ogni 60 min consecutivi	43
Minnesota	70 µg/m ³ (05 ppmv) come media su 30 min da non superare più di due volte l'anno 42 µg/m ³ (30 ppbv) media su 30 min che non deve essere superata per più di 2 volte in 5 giorni consecutivi	43
Missouri	70 µg/m ³ (50 ppbv) media su 30 min	43
Montana	70 µg/m ³ (50 ppbv) media su 1 ora che non deve essere superata più di 1 volta l'anno	43
Nevada	112 µg/m ³ (80 ppbv) media su 1 ora	43
New York	14 µg/m ³ (10 ppbv) come media su 1 ora	43
Wisconsin	116,2 µg/m ³ (83 ppbv) media su 24 ore	43
Hawaii	35 µg/m ³ (25 ppbv) media su 1 ora	47
ATSDR	MRL ² livelli di rischio minimo: 98 µg/m ³ (70 ppbv) per inalazione acuta 28 µg/m ³ (20 ppbv) per inalazione intermedia	43
EPA	RfC: 2 µg/m ³ (1,42 ppbv) per inalazione cronica	44
NRC	LOA (<i>Level of Distinct Odor Awareness</i>): 14 µg/m ³ (9,94 ppbv)	42
IVHHN	35 µg/m ³ (25 ppbv) media su 1 ora	48
WHO	150 µg/m ³ (106,5 ppbv) media giornaliera 7 µg/m ³ (4,97 ppmv) media breve periodo (30 min) per evitare l'insorgenza di odore sgradevoli 100 µg/m ³ (71 ppbv) concentrazione tollerabile in aria per esposizione di breve periodo 20 µg/m ³ (14,2 ppbv) concentrazione tollerabile in aria per esposizione di medio periodo	40, 41

IVHHN International Volcanic Health Hazard Network; NRC National Research Council of the National Academies

¹ I fattori di conversione utilizzati per l'H₂S in aria, (alla temperatura di 20°C e alla pressione di 101,3 kPa) sono i seguenti: 1 mg/m³ = 0,71 ppm; 1ppm = 1,4 mg/m³ (41).

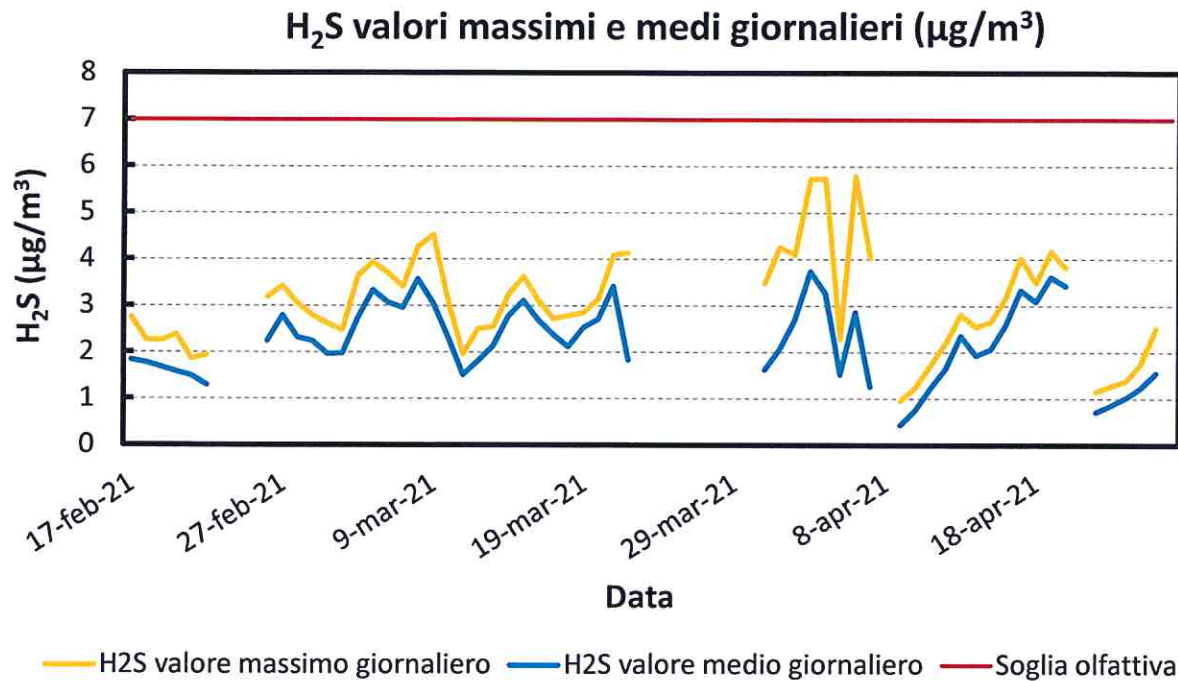
² MRL: stima dell'esposizione umana giornaliera a una sostanza pericolosa che è probabile che non mostri apprezzabile rischio sulla salute per effetti avversi non tumorali nel periodo di esposizione e secondo uno specifico percorso.

28 di 39

Figura 18 - Valori di guida/riferimento di H₂S in aria ambiente in alcuni paesi extra-europei

Nella figura seguente sono riportati i valori massimi orari giornalieri di H₂S in µg/m³ ed i valori medi giornalieri nel periodo in esame.

Nel periodo monitorato la soglia olfattiva di $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stata superata. Altrettanto vale, evidentemente, per la soglia di concentrazione media giornaliera di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, indicata dal WHO.



29 di 39

Figura 19: Andamento della concentrazione media e massima giornaliera, per l'acido solfidrico, misurate presso il sito oggetto della campagna.

5. Correlazione tra inquinanti

Di seguito sono riportati i coefficienti di correlazione di Pearson¹ fra gli inquinanti di correlazione di Pearson calcolati usando i valori orari (o biorari per il PM10) dei vari inquinanti:

	PM ₁₀	NO ₂	Benzene	O ₃	H ₂ S
PM ₁₀	1	0.36	0.38	-0.27	0.02
NO ₂		1	0.66	-0.59	0.03
Benzene			1	-0.55	-0.01
O ₃				1	-0.05
H ₂ S					1

I coefficienti calcolati indicano una buona correlazione per la coppia di inquinanti NO₂ e benzene (0,7). Inferiori le correlazioni riscontrate per le coppie PM10 e NO₂ e PM10 e benzene.

Ciò può suggerire come vi siano comuni fonti emissive per tali inquinanti (fenomeni di combustione), in area limitrofe al sito oggetto del monitoraggio.

Infatti, come evidenziato dai grafici dei giorni tipo, questi quattro inquinanti mostrano un andamento comune caratterizzato da un netto aumento nelle ore serali.

Inoltre, i suddetti inquinanti mostrano anti-correlazione con l'ozono poiché questi decresce sempre nelle ore serali quando cala la radiazione solare.

30 di 39

¹ Il coefficiente di Pearson (r) è un indice che esprime un'eventuale correlazione lineare tra due variabili statistiche. Ha un valore compreso tra +1 e -1, dove +1 corrisponde alla perfetta correlazione positiva, 0 alla completa assenza di correlazione e -1 alla perfetta correlazione negativa. È espresso dalla seguente formula:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x}) \cdot (y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \cdot \sum(y-\bar{y})^2}}$$

dove x ed y sono le variabili statistiche e \bar{x} ed \bar{y} sono le medie delle serie statistiche x ed y .

6. Benzo(a)pirene

I filtri di PM10, campionati dal CRA ad Erchie mediante utilizzo di un campionatore sequenziale monocanale allacciato al mezzo mobile, sono stati analizzati presso il Laboratorio del DAP Brindisi di ARPA Puglia.

La raccolta giornaliera dei filtri di PM10 è stata realizzata per mezzo di un campionatore sequenziale della MegaSystem srl, modello Lifetek PMS, certificato ai sensi della norma tecnica UNI EN 12341:2014. Ogni filtro preleva un volume di aria pari a circa 54 – 55 m³ lungo un arco temporale di 24 ore. I singoli filtri giornalieri, per un totale di 36, sono stati analizzati presso il Laboratorio del DAP di Brindisi. Su metà filtro è stato analizzato il BaP e sull'altra metà i metalli.

I Rapporti di Prova, trasmessi al CRA dal DAP Brindisi in data 12/07/2021, sono scaricabili al seguente link:

<https://arpapuglia.page.link/54xKcYsUx9Y8fPRx7>

la password per accedere è la seguente:

S70d(p2v

Campagna	Data inizio	Data fine	Numero filtri	Valore medio (ng/m ³)	Valore massimo (ng/m ³)	Valore obiettivo annuale (ng/m ³)
Erchie	21/02/2021	28/03/2021	36	1,56	3,92	1,0

3 | d | 3 | 9

Tabella 3: riassunto della campagna di misura del benzo(a)pirene nel PM10 nel Comune di Erchie.

La media del periodo dell'intera campagna invernale è risultata pari a 1,56 ng/m³, quindi superiore al valore obiettivo, che è comunque da intendersi come media annuale. Il confronto col valore obiettivo è da ritenersi indicativo poiché la campagna si è protratta solo per un mese circa. La copertura è stata del 10% rispetto all'anno intero, a fronte della soglia minima prevista dal D.Lgs. 155/10 per le misurazioni indicative pari al 14%, con prelievo dei filtri distribuiti in modo uniforme in diverse stagioni e non solo in inverno. E' in corso una ulteriore campagna mensile al fine di prelevare almeno altri 30 filtri di PM10 da sottoporre ad analisi, così da poter superare la % minima di copertura del 14% prevista dalla normativa di riferimento per le misure indicative, al fine di poter effettuare il confronto con il valore obiettivo di 1,0 ng/m³.

Si riportano, di seguito, le singole concentrazioni rilevate sui 36 filtri prelevati ad Erchie nel corso della stagione invernale come trasmessi dal Servizio Laboratorio di Brindisi. Dai risultati analitici emerge che la concentrazione misurata di BaP si attesta su valori consistenti e, per 24 filtri su 36, la concentrazione media giornaliera di BaP è risultata superiore a tale soglia annuale di 1,0 ng/m³. Inoltre, si riscontra un'ampia variabilità del dato, dal valore massimo di 3,92 ng/m³ registrato il 22/02/2021 al valore minimo di 0,56 ng/m³ registrato in data 15/03/2021. Per il calcolo della media del periodo, nei casi in cui il valore riscontrato sia inferiore al limite di quantificazione (LOQ), è stato considerato un valore pari a ½ LOQ.

Data	BaP (ng/m ³)	Data	BaP (ng/m ³)
21/02/2021	1.73	11/03/2021	1.81
22/02/2021	3.92	12/03/2021	1.83
23/02/2021	0.69	13/03/2021	1.79
24/02/2021	0.79	14/03/2021	0.99
25/02/2021	1.78	15/03/2021	0.56
26/02/2021	2.07	16/03/2021	0.98
27/02/2021	1.57	17/03/2021	1.02
28/02/2021	0.64	18/03/2021	1.70
01/03/2021	0.95	19/03/2021	0.80
02/03/2021	1.63	20/03/2021	1.15
03/03/2021	2.06	21/03/2021	0.62
04/03/2021	1.53	22/03/2021	1.56
05/03/2021	3.23	23/03/2021	1.71
06/03/2021	0.80	24/03/2021	0.98
07/03/2021	1.21	25/03/2021	2.17
08/03/2021	2.54	26/03/2021	2.67
09/03/2021	1.36	27/03/2021	2.36
10/03/2021	0.86	28/03/2021	1.93

Tabella 4: concentrazioni giornaliere di BaP misurate in ng/m³ presso il sito di indagine nel Comune di Erchie.

32439

Il grafico a colonne in figura 20 restituisce una visione d'insieme dei dati ed evidenzia ulteriormente le rilevanti concentrazioni di BaP misurate nel corso della campagna di monitoraggio.

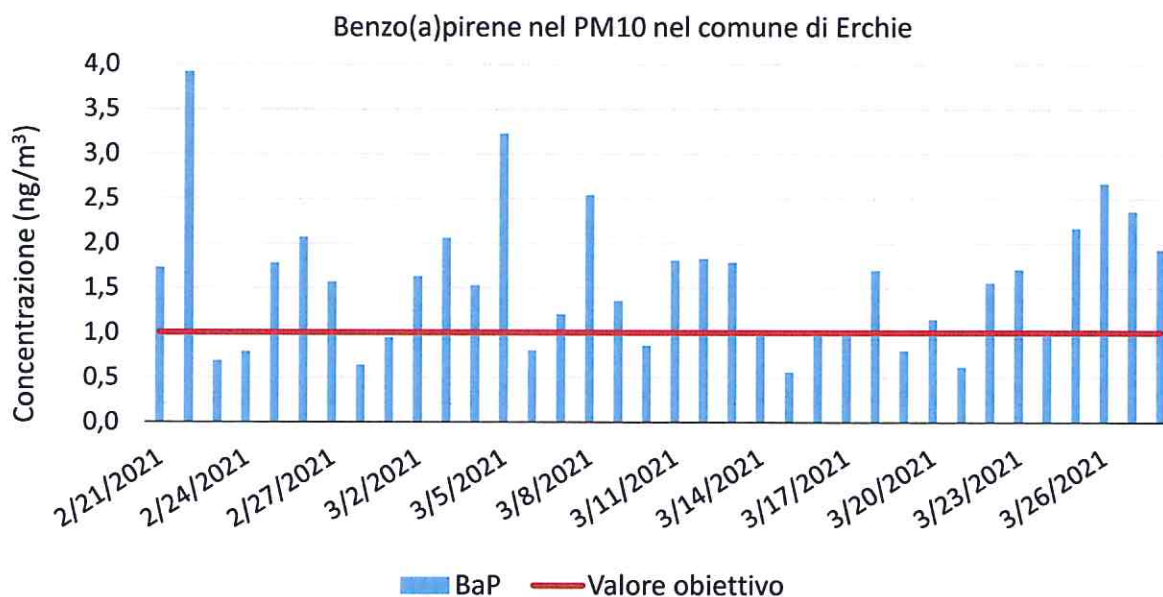


Figura 20: Istogramma relativo alle concentrazioni giornaliere di BaP, espresse in ng/m³, nel Comune di Erchie.

Le concentrazioni giornaliere di BaP sono in accordo con i valori che si registrano tipicamente nella stagione invernale in diversi centri suburbani posti nei territori delle province di Brindisi e Lecce, caratterizzati da un significativo contributo antropico alle concentrazioni di particolato. È ormai assodato come la combustione delle biomasse per il riscaldamento domestico, nel periodo invernale, sia una sorgente emissiva particolarmente significativa, in grado di influenzare negativamente a livello locale lo stato della qualità dell'aria e provocare, in particolare, elevati livelli di BaP, benzene e PM10, di cui già sono stati informati gli Enti, all'interno di numerosi rapporti predisposti dall'Agenzia (https://www.arpa.puglia.it/pagina3082_report-sulla-determinazione-di-ipa-e-metalli-nel-pm10-ai-sensi-del-dlgs-1552010.html).

7. Metalli

È stata effettuata, presso i Laboratori del DAP di Brindisi, l'analisi dei singoli filtri giornalieri di PM10 per la determinazione dei metalli ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI EN 14902:2005. Il valore limite per arsenico, cadmio, nichel è espresso come valore obiettivo annuale mentre per il piombo come valore limite annuale. I valori medi del periodo, nel sito di indagine ad Erchie, non hanno superato i valori obiettivo e limite previsti dal D.Lgs. n. 155/2010 anche se il confronto è indicativo in quanto la campagna si è protratta per soli 36 giorni.

Nella seguente tabella sono riportate le medie dei valori di concentrazione misurati sui singoli filtri, come trasmessi dal Servizio Laboratorio di Brindisi. Per il calcolo della media del periodo, nei casi in cui il valore riscontrato sia inferiore al limite di quantificazione (LOQ) o al limite di rivelabilità del metodo (MDL) è stato considerato un valore cautelativo pari a ½ LOQ.

33 d 139

Campagna	Periodo	Numero filtri	Metallo	Valore medio (ng/m ³)	Valore massimo (ng/m ³)	Valore obiettivo/limite annuale (ng/m ³)
Erchie	Dal 21/02/2021 al 28/03/2021	36	Arsenico	0,6	1,2	6,0
			Cadmio	0,2	0,5	5,0
			Nichel	1,4	3,2	20,0
			Piombo	5,2	23,5	500

Tabella 5: esiti analitici dei metalli nel PM10 nella campagna di misura nel Comune di Erchie.

La tabella successiva riporta gli esiti dei valori di concentrazione di arsenico, cadmio, nichel e piombo misurati sui singoli filtri giornalieri.

Data	Arsenico MDL = 0,07 LOQ = 0,17 (ng/m ³)	Cadmio MDL = 0,03 LOQ = 0,07 (ng/m ³)	Nichel MDL = 1,15 LOQ = 2,70 (ng/m ³)	Piombo MDL = 2,29 LOQ = 5,38 (ng/m ³)
22/02/2021	0.27	0.15	< MDL	7.05
23/02/2021	0.43	0.24	< LOQ	5.71
24/02/2021	0.37	0.16	< LOQ	7.80
25/02/2021	0.79	0.18	2.82	10.91
26/02/2021	0.84	0.23	< LOQ	9.81
27/02/2021	0.92	0.22	3.21	10.56
28/02/2021	0.61	0.15	< LOQ	6.48
01/03/2021	0.34	0.13	< LOQ	< LOQ
02/03/2021	0.49	0.17	< LOQ	8.30
03/03/2021	0.73	0.22	< LOQ	6.85
04/03/2021	0.49	0.24	< MDL	6.57
05/03/2021	0.63	0.18	< LOQ	7.38
06/03/2021	0.51	0.15	< LOQ	< LOQ
07/03/2021	< LOQ	0.16	< MDL	< LOQ
08/03/2021	0.61	0.46	< MDL	< LOQ
09/03/2021	0.45	0.21	< LOQ	< LOQ
10/03/2021	0.59	0.12	< MDL	< LOQ
11/03/2021	0.57	0.19	< MDL	< LOQ
12/03/2021	0.59	0.16	< MDL	< LOQ
13/03/2021	0.26	0.13	< LOQ	< LOQ
14/03/2021	1.07	< LOQ	< MDL	< LOQ
15/03/2021	< LOQ	0.11	< MDL	< LOQ
16/03/2021	0.38	0.14	< MDL	11.45
17/03/2021	0.36	< LOQ	< MDL	< LOQ
18/03/2021	0.56	< LOQ	< MDL	< LOQ
19/03/2021	0.51	0.23	< MDL	< LOQ
20/03/2021	0.41	< LOQ	< MDL	< MDL
21/03/2021	0.53	< LOQ	< MDL	< LOQ
22/03/2021	0.42	0.08	< MDL	< LOQ
23/03/2021	0.33	0.09	< MDL	< LOQ
24/03/2021	0.36	0.19	< MDL	< LOQ
25/03/2021	0.50	0.07	< MDL	< LOQ
26/03/2021	0.88	0.22	< MDL	10.46
27/03/2021	1.12	0.26	< MDL	12.32
28/03/2021	1.17	0.14	< MDL	5.98
22/02/2021	0.27	0.15	< MDL	7.05

Tabella 6: concentrazioni medie giornaliere di metalli espresse in ng/m³ nel Comune di Erchie

(MDL = method detection limit, LOQ = Limit of quantification).

8. Conclusioni

La presente campagna di monitoraggio è stata effettuata al fine di approfondire le conoscenze sulla qualità dell'aria nel Comune di Erchie (BR). ARPA Puglia, per lo svolgimento di tale attività, si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria.

La necessità di eseguire una campagna di monitoraggio è scaturita anche dai risultati delle analisi modellistiche effettuate nelle valutazioni integrate della qualità dell'aria in Puglia a partire dall'anno 2016 (relazioni scaricabili alla pagina https://www.arpa.puglia.it/pagina3097_report-modellistica.html). Il sistema modellistico, ad una risoluzione spaziale 1 km x 1 km, ha previsto il rischio di superamento di alcuni valori limite, prescritti dal D. Lgs. n. 155/2010, per gli inquinanti PM10, PM2.5 e Benzo(a)Pirene in alcuni comuni delle province di Brindisi e Lecce; nel Comune di Erchie, tale rischio è emerso per il BaP dal 2016 al 2019 e per il PM10 nel 2016.

La campagna si è svolta dal 17 febbraio 2021 al 27 aprile 2021. Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio *suburbana*, sita al margine occidentale del centro cittadino. Si è fatto riferimento al D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i. per la valutazione dello stato della qualità dell'aria. Tale decreto stabilisce valori limite annuali sia per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari per i seguenti inquinanti: SO₂, NO₂, PM10, benzene, CO, O₃.

Dall'analisi dei dati validi acquisiti dagli strumenti automatici presenti nel mezzo mobile è emerso, in 62 giorni di dati validi, quanto segue:

- Per il PM10, sono stati registrati n. 10 superamenti del valore limite medio giornaliero di 50 µg/m³ (che non deve essere superato per più di 35 volte in un anno). I livelli giornalieri di PM10 rilevati nel periodo di monitoraggio, posti a confronto con quelli di altre centraline fisse della rete regionale presenti nel territorio di Brindisi, sono risultati tendenzialmente più alti. La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 µg/m³ come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM10; nell'intero periodo di monitoraggio la media è stata pari a 35 µg/m³, quindi inferiore a tale soglia, ma comunque molto elevata. Durante tale periodo, si sono verificati alcuni eventi naturali di trasporto di materiale particolato, come dettagliato al paragrafo 3 del presente report; tali fenomeni possono contribuire, anche in modo significativo, all'incremento delle concentrazioni di PM10.

La metà dei superamenti del limite giornaliero, si è verificata in occasione di fenomeni di intrusione di polveri dal Sahara o dal Mar Caspio. I livelli più elevati di PM10 sono stati misurati nel primo periodo della campagna, ricadente nella stagione invernale; con l'aumentare delle temperature le concentrazioni hanno mostrato un evidente calo.

- Per il PM2.5, la normativa prescrive un valore limite annuale di concentrazione pari a 25 µg/m³. Anche se il monitoraggio non si è protratto per un intero anno, è possibile operare un confronto indicativo con tale limite.

La concentrazione media registrata durante la campagna è stata di 27 µg/m³, quindi superiore al valore limite medio annuo. I livelli più elevati di PM2.5, come per il PM10, sono stati misurati nel

primo periodo della campagna, ricadente nella stagione invernale e, con l'aumentare delle temperature, le concentrazioni hanno mostrato una evidente diminuzione.

- Per tutti gli inquinanti gassosi misurati, ARPA non ha registrato superamenti dei valori obiettivo/limite previsti dalla normativa di riferimento D. Lgs. n. 155/2010.
- Nel sito di monitoraggio sono emersi andamenti correlati fra alcuni degli inquinanti misurati, ossia PM₁₀, NO₂ e benzene. Si può ipotizzare l'esistenza di una sorgente emissiva comune per i 3 parametri, verosimilmente legata ad attività antropiche che si svolgono in prossimità del sito stesso, che include il centro abitato (ad es. il riscaldamento domestico). Per i suddetti inquinanti, dall'elaborazione dei grafici dei giorni tipo, si osservano chiaramente netti incrementi delle concentrazioni nelle ore serali della giornata. Tali incrementi possono essere dovuti ad un aumento delle emissioni nel periodo serale e/o all'innescarsi di condizioni meteorologiche favorevoli nelle zone urbane, all'accumulo degli inquinanti immessi in prossimità del suolo.

Nelle ore serali, notturne e nelle prime ore del giorno si possono infatti verificare più frequentemente condizioni di calma di vento ed inversioni termiche negli strati più bassi dell'atmosfera.

Si ritiene improbabile, tra l'altro, che questi incrementi di concentrazione nelle ore serali siano riconducibili alla sorgente emissiva traffico, considerato che, durante l'intero periodo di monitoraggio, era in vigore il DPCM 3 novembre 2020 che prevedeva la chiusura di bar e ristoranti alle 18 e il coprifuoco a partire dalle 22.

36 di 39

Dai risultati delle analisi quantitative di BaP e metalli ai sensi del D.Lgs. 155/2020 presso il Laboratorio del DAP di Brindisi, eseguite sui filtri giornalieri di PM₁₀ campionati nella campagna svolta nella stagione campagna invernale allacciando un campionatore sequenziale al mezzo mobile, è emerso che:

- La media del periodo dell'intera campagna invernale è risultata pari a 1,56 ng/m³, quindi superiore al valore obiettivo, che è comunque da intendersi come media annuale. Il confronto col valore limite è da ritenersi indicativo poiché la campagna si è protratta solo per circa un mese. La copertura è stata del 10% rispetto all'anno intero, a fronte della soglia minima prevista dal D. Lgs. n. 155/2010 per le misurazioni indicative pari al 14%, con prelievo dei filtri che deve essere distribuito in modo uniforme in diverse stagioni e non solo in inverno, come è avvenuto nella presente campagna. Dai risultati analitici emerge che la concentrazione misurata di BaP si attesta su valori rilevanti in quanto, per 24 filtri su 36, la media giornaliera è risultata superiore a tale soglia annuale di 1,0 ng/m³.
- I valori medi misurati per arsenico, cadmio, nichel e piombo non hanno superato i valori obiettivo e limite previsti dal D. Lgs. n. 155/2010 e si sono attestati su valori più bassi, anche di un ordine di grandezza. Limitatamente alla durata della campagna di monitoraggio, e in relazione ai metalli analizzati, non sono state rilevate criticità in relazione alla normativa di riferimento.
- E' da poco ultimata una ulteriore campagna estiva al fine di prelevare almeno altri 30 filtri di PM₁₀ da sottoporre ad analisi, così da poter superare la % minima di copertura del 14% in un

anno per le misure indicative, prevista dalla normativa di riferimento al fine del confronto con il valore obiettivo di $1,0 \text{ ng/m}^3$, come previsto dal D.Lgs. n. 155/2010. La quantificazione di BaP e metalli per la campagna estiva sarà relazionata in un report successivo al termine delle attività di analisi.

I dati raccolti indicano in maniera inequivocabile come, anche nel Comune di Erchie, siano emerse le criticità analoghe a quelle riscontrate a Torchiarolo (BR) nella centralina della RRQA in piazza Don Minzoni ed in altri piccoli comuni delle province di Brindisi e Lecce (es. Latiano, Lequile, Mesagne, Sogliano C.). In questi centri suburbani, specialmente durante la stagione invernale, la concentrazione di particolato atmosferico risente di un significativo contributo antropico.

È ormai acclarato come la combustione delle biomasse per il riscaldamento domestico, nel periodo invernale, sia una sorgente emissiva particolarmente significativa, in grado di influenzare negativamente a livello locale lo stato della qualità dell'aria e provocare, in particolare, elevati livelli di BaP, benzene e particolato, di cui già sono stati informati gli Enti, per mezzo di numerosi rapporti predisposti dall'Agenzia (https://www.arpa.puglia.it/pagina3082_report-sulla-determinazione-di-ipa-e-metalli-nel-pm10-ai-sensi-del-dlgs-1552010.html).

Si fa presente, infine, che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D.Lgs. n.155/2010), recepimento di analoga normativa europea, sia per quanto riguarda il limite giornaliero del PM10 (pari a $50 \mu\text{g/m}^3$, che può essere superato per non più di 35 volte nel corso di un anno solare) che per quello annuale, è riferito esclusivamente alla valutazione di aspetti di carattere ambientale e che la presente relazione non contiene elementi di valutazioni di carattere sanitario, che restano di esclusiva competenza delle Aziende Sanitarie Locali.

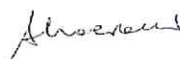
37 di 39

Brindisi, 12 ottobre 2021

Il Direttore del Centro Regionale Aria
Dott. Domenico GRAMEGNA



Il funzionario T.I.F. Qualità dell'aria BR-LE-TA
Dott.ssa Alessandra NOCIONI



Elaborazione dati a cura di:
Dott. Valerio MARGIOTTA

Validazione dati a cura di
P.ch. Pietro CAPRIOLI, Dott. Daniele CORNACCHIA, Dott. Aldo PINTO

Allegato I - Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. n. 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.

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

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.

38 di 39

Di seguito è mostrata la percentuale di validità per gli analizzatori nel periodo considerato. Per i malfunzionamenti strumentali la perdita di un numero più o meno elevato di dati dipende dal tempo che intercorre tra la segnalazione del malfunzionamento e l'intervento di riparazione da parte di Project Automation, società responsabile della manutenzione.

PARAMETRO	PERCENTUALE DI DATI VALIDI (%)
PM ₁₀	89
PM _{2,5}	80
O ₃	93
NO ₂	84
SO ₂	/
CO	/
H ₂ S	84
C ₆ H ₆	97
IPA _{TOT}	/

Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi

Gli analizzatori presenti sul laboratorio 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. n. 155/10.

I principi di funzionamento degli analizzatori di cui lo stesso è equipaggiato:

- NO_x: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API);
- O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API);
- PM_{10/2,5}: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 24 ore su filtri in fibra di vetro/quarzo;
- BTX: Gascromatografia con colonna impaccata Tenax e Rilevatore FID (SRI-ORION Mod. 2000);
- H₂S: fluorescenza (Teledyne API).

I metodi di riferimento per l'analisi sono:

- NO_x: UNI EN 14211:2012;
- O₃: UNI EN 14625:2012;
- PM₁₀ e PM_{2,5}: UNI EN 12341:2014;
- Benzene: UNI EN 14662:2005, parti 1, 2 e 3.

