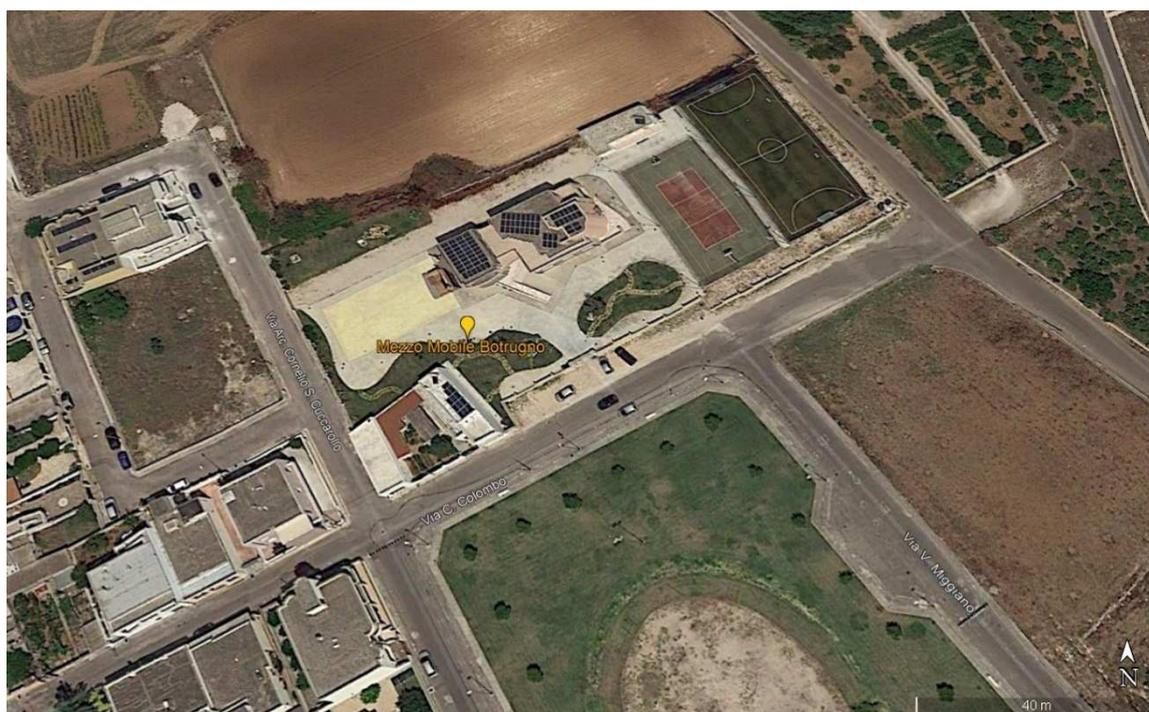




Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio: **Botrugno (LE)**
c/o "Oratorio Parrocchiale" – Via C. Colombo.

Periodo di osservazione: **20/07/2017 – 10/09/2017**



1 di 34

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

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata svolta a seguito di richiesta formulata ad Arpa da parte del Comune di Botrugno, che, con nota prot. n. 6943 del 9/12/2016, acquisita al prot. ARPA n. 74242 del 12/12/2017) chiedeva ad Arpa "l'avvio di campagne di monitoraggio della qualità dell'aria nel più breve tempo possibile nel proprio territorio concertando modalità e tempi degli stessi."

Con nota prot. n. 1173 del 11/01/2017, ARPA ha comunicato la propria disponibilità ad effettuare una campagna di monitoraggio con laboratorio mobile, previa sopralluogo. In data 28/02/17 si è svolto un sopralluogo del personale del CRA congiuntamente con l'Assessore con delega al Servizio Ambiente del Comune di Botrugno, nel quale è stato individuato come sito idoneo, fra quelli visionati, il cortile dell'Oratorio Parrocchiale sito fra Via C. Colombo e Via Arc. Cuccarollo, nell'area prospiciente il parco noto come "Funnu te la Curte". L'Agenzia si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria di Arpa.

Scopo della campagna: approfondire la conoscenza dei livelli di qualità dell'aria nel Comune di Botrugno.

Sito di monitoraggio

Comune di Botrugno (LE) all'interno del cortile dell'Oratorio Parrocchiale sito fra Via C. Colombo e Via Arc. Cuccarollo.

Latitudine 40°4'4.58"N

Longitudine 18°19'24.89"E

2 di 34

Periodo di monitoraggio

20/07/2017 → 10/09/2017

Cronologia della campagna di monitoraggio

Il laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria (installato su veicolo FIAT DUCATO) è stato collocato nel sito di monitoraggio alcuni giorni prima dell'inizio effettivo della campagna. Nelle giornate successive gli strumenti sono stati attivati e calibrati dai tecnici della Project Automation S.p.A.

Il primo giorno di raccolta di dati validi è stato il 20/07/2017, l'ultimo giorno di campionamento utile è stato il 10/09/2017. In complesso, la campagna è durata 53 giorni.

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione ad Arpa Puglia-CRA. I dati sono stati gestiti, validati dai tecnici P. Caprioli, M. Ricci, dott. A. Pinto e dott. D. Cornacchia secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, elaborati dal dott. D. Cornacchia, in servizio presso l'ufficio CRA di Arpa – Struttura QA di Brindisi-Lecce-Taranto.

Le attività si sono svolte con il coordinamento del dott. Roberto Giua, Direttore del Centro Regionale Aria di ARPA Puglia e della dott.sa A. Nocioni.

Indice

Indice	3
1. Introduzione alla Relazione Tecnica.....	4
1.1. Sito di monitoraggio.....	4
1.2. Inquinanti monitorati.....	5
1.3. Parametri meteorologici rilevati.....	5
1.4. Riferimenti normativi.....	5
1.5. Tabella meteo	6
2. Giorni tipo di NO ₂ , PM ₁₀ biorario, CO, O ₃ , benzene, SO ₂ , H ₂ S.	8
2.1. NO ₂	8
2.2. PM ₁₀	9
2.3. CO	9
2.4. O ₃	10
2.5. Benzene	10
2.6. H ₂ S	11
2.7. SO ₂	11
3. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio a Botrugno e confronto con altri siti della provincia di Lecce.....	12
3.1. PM ₁₀	12
4. Andamento degli inquinanti gassosi	19
4.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O ₃ (µg/m ³)	19
4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO ₂ (µg/m ³).....	21
4.3. Grafico della concentrazione di SO ₂ – Massimo orario (µg/m ³).....	22
4.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m ³).....	24
4.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m ³).....	26
4.6. Grafico della concentrazione di H ₂ S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m ³).....	27
4.7 Tabelle relative alle concentrazioni misurate per gli inquinanti diversi dal PM ₁₀	29
5. Correlazione tra inquinanti	31
6. Conclusioni	32
Allegato I - Efficienza di campionamento	33
Allegato II - Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi.....	34

1. Introduzione alla Relazione Tecnica

1.1. Sito di monitoraggio

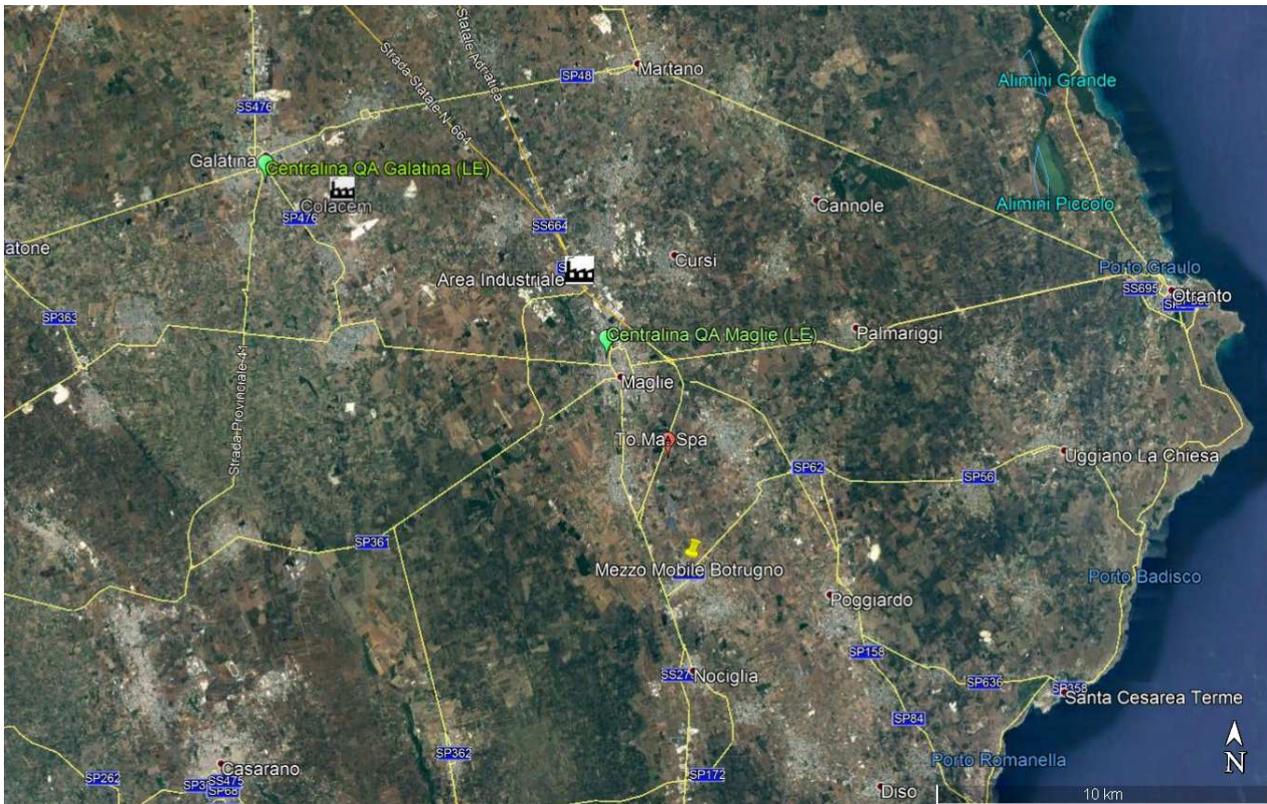
Il laboratorio mobile è stato posizionato il 19 luglio nel cortile dell'Oratorio Parrocchiale, in Via Colombo, nel territorio comunale di Botrugno (LE), in un sito avente le seguenti coordinate: Latitudine NORD: 40° 4'4.58"; Longitudine EST: 18°19'24.89". Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio suburbana, come evidenziato dall'ortofoto seguente (sito evidenziato in giallo).



4 di 34

Nel Comune di Botrugno (ca. 3000 abitanti) non sono attualmente presenti insediamenti produttivi tali da generare pressioni rilevanti sull'atmosfera. Parimenti, per le limitate dimensioni del Comune, l'impatto delle attività civili o del trasporto è relativamente contenuto. Si ritiene opportuno aggiungere che, comunque, il paese è limitrofo alla via di collegamento fra Maglie e Leuca, che nella stagione estiva risulta piuttosto trafficata. A circa 3,5 km verso Nord rispetto al sito di monitoraggio, fra Maglie e Muro Leccese, è presente una fonderia di alluminio della Società To.Ma. SpA. (Muro Leccese, LE), mentre ad una maggiore distanza in direzione Nord-Nord-Est, vi è la zona industriale di Maglie, ad oltre 8 km dal sito.

Si riferisce, con l'occasione, che a non molta distanza da Botrugno sono presenti due centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria, come indicato nella figura seguente, una a Galatina e una a Maglie, che rilevano i seguenti inquinanti: PM_{2,5}, Ozono, CO e NO_x (ed in più PM₁₀ nel caso di Galatina e SO₂ nel caso di Maglie). 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, ovvero: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), ozono (O₃), benzene, PM₁₀.

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). A causa di un malfunzionamento del pluviometro presente nel laboratorio mobile, i dati di piovosità sono stati ricavati dal pluviometro presente nella vicina centralina di Maglie.

1.4. Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. 155/2010 e smi per SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, benzene, CO, ozono. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, sia valori

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

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.

1.5. Tabella meteo

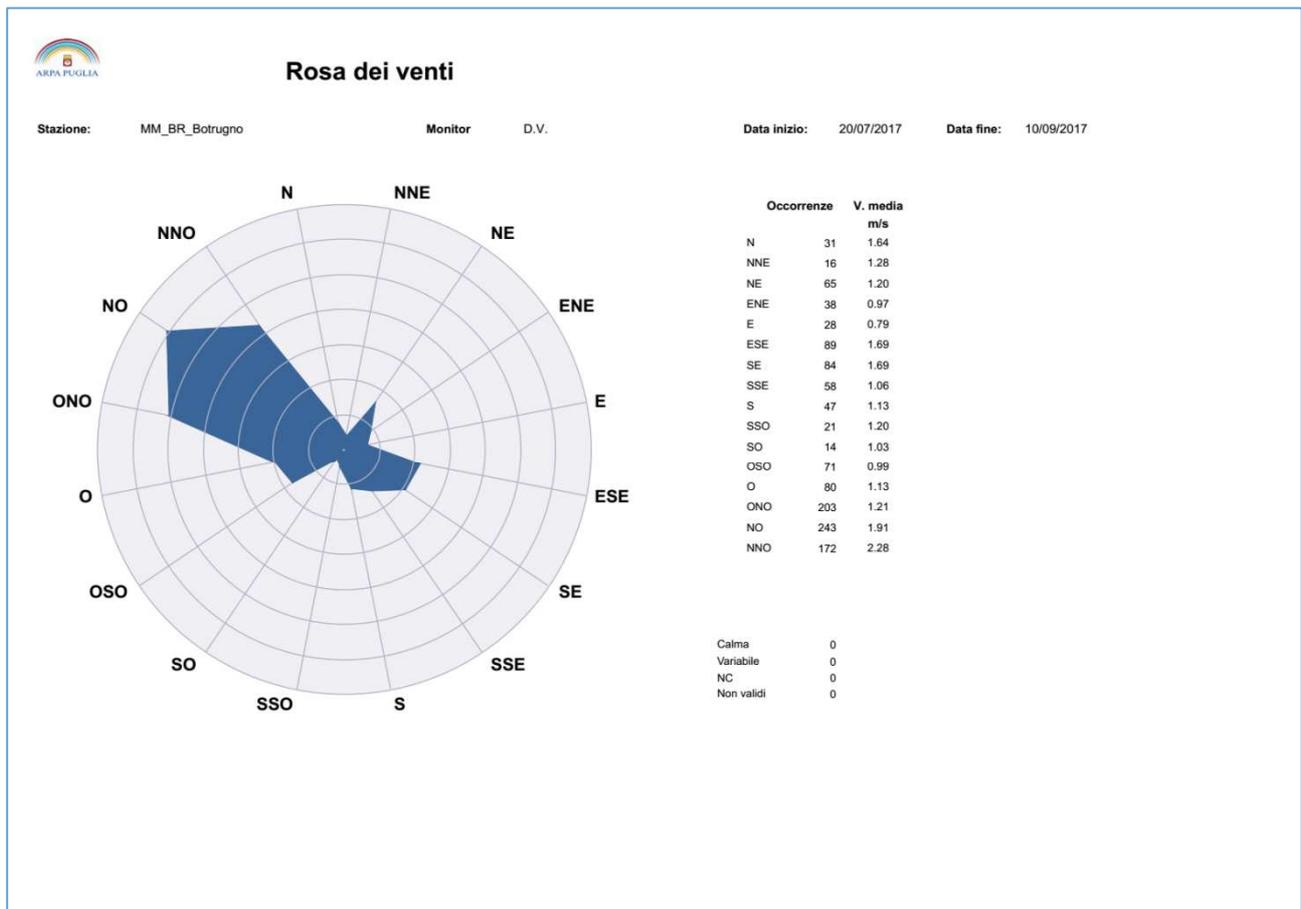
Nel periodo monitorato si sono avuti 6 giorni piovosi (PIOGGIA > 0,20 mm di acqua). La quantità di pioggia accumulata in mm/m² (somma relativa alla giornata), le temperature medie in °C, ed altri parametri meteo (valori medi giornalieri) misurati nel periodo del monitoraggio sono riportati nella tabella seguente.

Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
20/7/17	ESE	0,9	27,1	58	0	1023
21/7/17	NE	0,7	28,4	51	0	1023
22/7/17	ESE	1,2	29,7	49	0	1024
23/7/17	NO	1,1	30,2	60	0	1023
24/7/17	ONO	1,6	29,5	59	0	1018
25/7/17	OSO	2,3	28,6	52	0	1014
26/7/17	ONO	1,1	25,1	65	0	1015
27/7/17	NO	1,6	25,1	59	0	1018
28/7/17	ESE	1,2	26,1	57	0	1023
29/7/17	ENE	0,8	28,0	54	0	1026
30/7/17	ESE	0,9	28,9	51	0	1025
31/7/17	NNO	1,3	29,4	51	0	1024
1/8/17	NNO	1,8	29,6	63	0	1025
2/8/17	NO	1,6	30,2	57	0	1025
3/8/17	NO	1,4	30,7	52	0	1023
4/8/17	NO	0,7	31,3	56	0	1021
5/8/17	OSO	0,8	32,0	50	0	1020
6/8/17	ESE	1,0	30,9	57	0	1020
7/8/17	NNO	1,6	30,6	63	0	1021
8/8/17	NO	1,3	31,2	55	0	1023
9/8/17	ENE	0,8	32,0	45	0	1023
10/8/17	OSO	0,8	32,2	42	0	1022
11/8/17	O	1,4	31,5	50	0	1021
12/8/17	ONO	2,0	26,8	49	5,2	1021
13/8/17	NO	3,8	24,2	56	0,2	1022
14/8/17	NNO	2,8	25,3	60	0	1025
15/8/17	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0	N.D.

Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
16/8/17	ONO	2,0	26,6	66	0	1024
17/8/17	NNO	2,2	27,8	64	0	1023
18/8/17	NNO	1,7	28,5	58	0	1024
19/8/17	OSO	1,0	28,6	52	0	1024
20/8/17	SSE	1,5	29,3	61	0,4	1021
21/8/17	NO	2,7	25,4	70	7,8	1021
22/8/17	NNO	2,7	23,6	57	0	1024
23/8/17	ONO	1,8	23,4	62	0	1026
24/8/17	ONO	1,3	24,9	59	0	1028
25/8/17	NO	0,9	26,2	64	0	1028
26/8/17	NE	0,7	26,2	68	0	1026
27/8/17	NO	1,3	26,8	63	0	1023
28/8/17	NO	1,7	27,5	57	0	1021
29/8/17	NO	2,8	27,0	66	0	1021
30/8/17	NE	1,5	26,2	54	0	1024
31/8/17	ESE	1,0	25,3	64	0	1026
1/9/17	SE	1,2	25,2	84	0	1024
2/9/17	SE	1,4	26,6	82	0,4	1021
3/9/17	ONO	1,4	24,3	68	3,8	1020
4/9/17	ONO	1,4	21,8	64	0	1026
5/9/17	NO	1,4	22,0	57	0	1028
6/9/17	ESE	1,0	23,2	57	0	1027
7/9/17	SE	1,5	24,2	75	0	1024
8/9/17	SE	1,6	22,7	88	60,8	1022
9/9/17	S	1,2	23,7	80	0,2	1020
10/9/17	SSE	2,6	24,6	84	0	1019

NOTA: N.D.= dato non disponibile

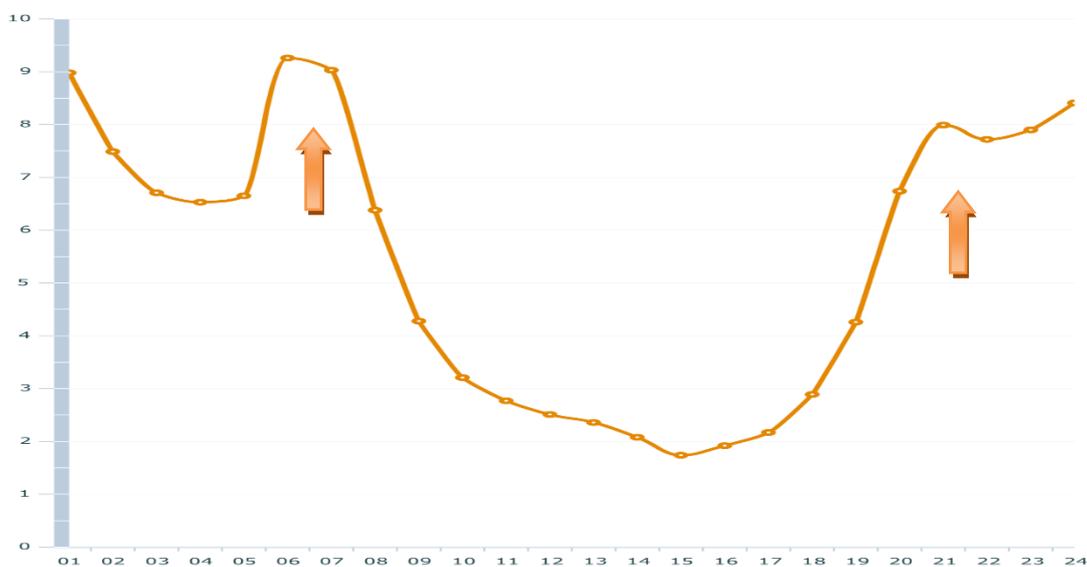
Di seguito è riportato il grafico della rosa dei venti rilevati nel corso della campagna di monitoraggio; la prevalente provenienza dei venti è stata da NO ed in misura minore da NE e SE.



2. Giorni tipo di NO_2 , PM_{10} biorario, CO , O_3 , benzene, SO_2 , H_2S .

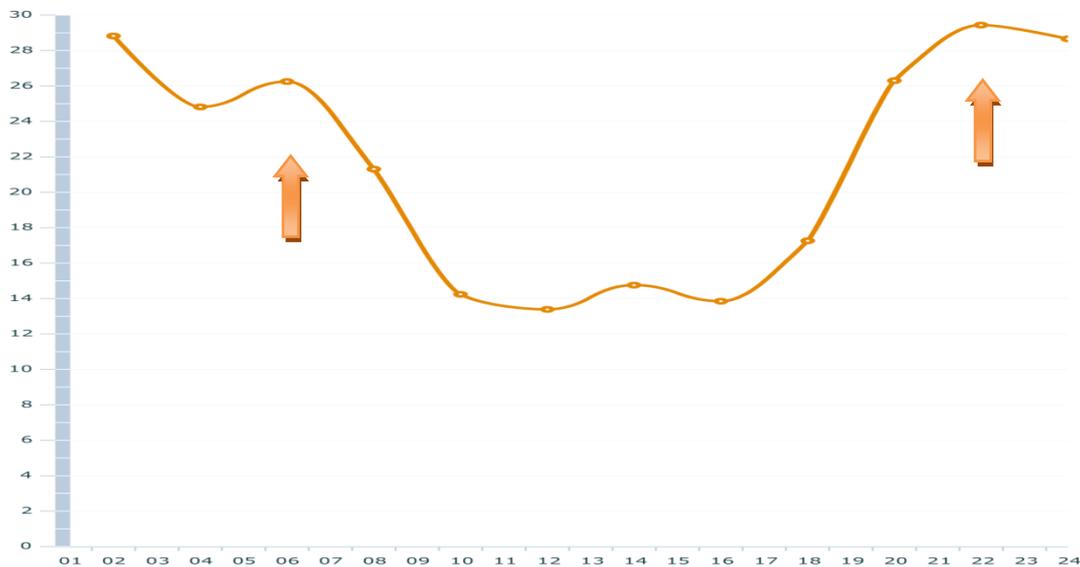
I grafici seguenti mostrano il giorno tipo di biossido di azoto (NO_2), materiale particolato (PM_{10}), monossido di carbonio (CO), ozono (O_3), benzene, SO_2 e H_2S .

2.1. NO_2



L' NO_2 ha mostrato, nel corso delle giornate di monitoraggio, un andamento con due massimi orari accentuati, caratterizzato da un picco mattutino (fra le ore 6:00 e le 7:00), un decremento nella parte centrale della giornata, un ulteriore picco in serata (dalle ore 21:00) e, infine, un decremento notturno.

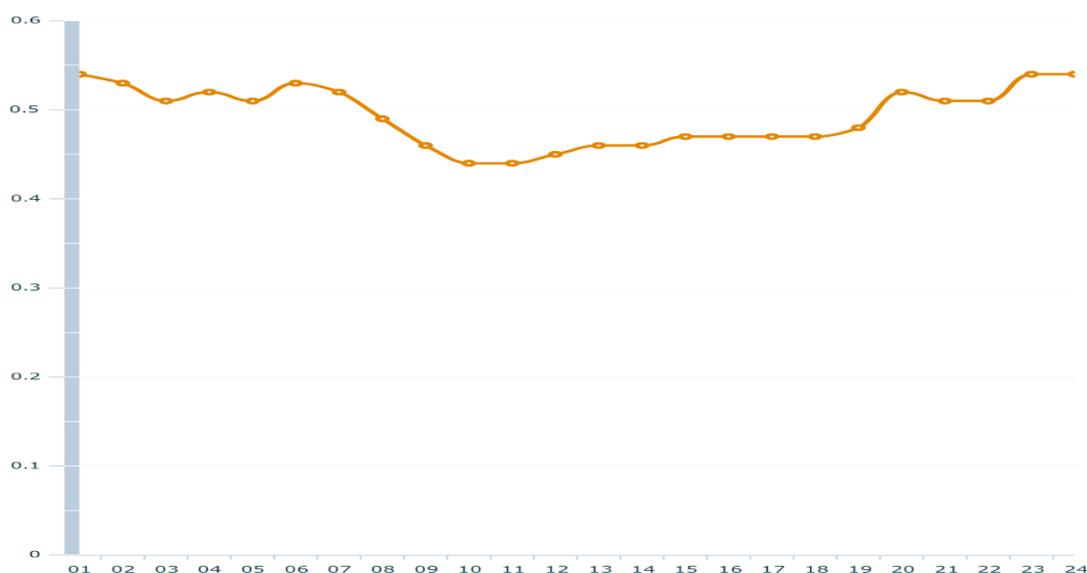
2.2. PM₁₀



Per il PM₁₀, rilevato con frequenza bioraria da un analizzatore con filtro a nastro, l'andamento è, similmente a NO₂, caratterizzato da un massimo mattutino intorno alle ore 06:00 ed un massimo allargato che si presenta verso tarda sera (20:00-00:00).

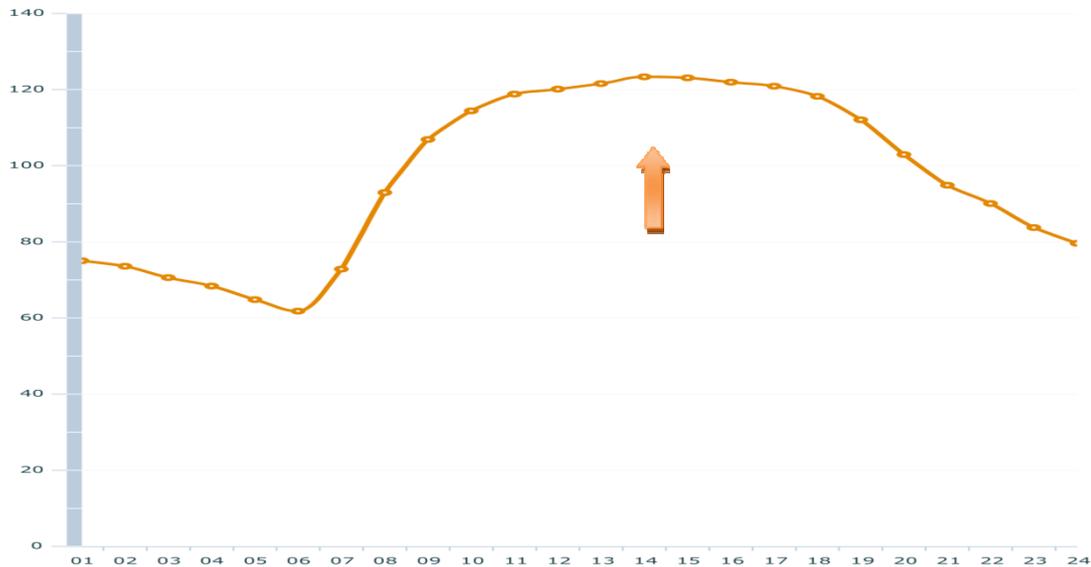
9 di 34

2.3. CO



Per il CO non si rilevano significativi picchi di concentrazione nel corso delle 24 ore.

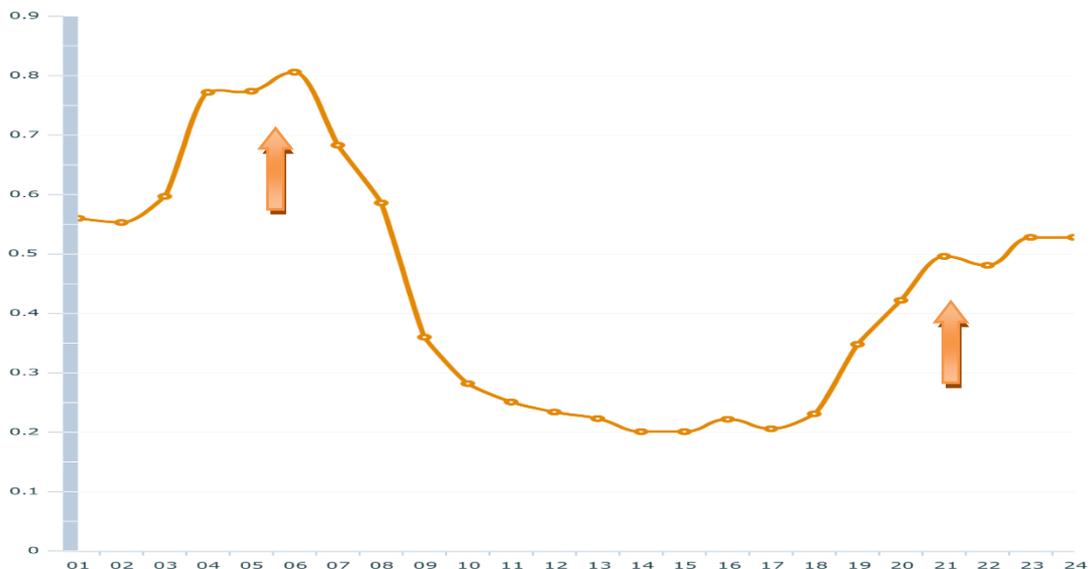
2.4. O₃



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.

1 0 d i 3 4

2.5. Benzene



Per il benzene l'andamento è simile a quello di NO₂, tuttavia i suoi picchi sono meno pronunciati. Si presentano due massimi (uno intorno alle 4:00 – 7:00 ed uno fra le ore 20:00 e le 24:00) con un decremento nel corso del pomeriggio.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

2.6. H₂S



Nel corso delle giornate di monitoraggio, l'analizzatore di H₂S ha registrato un andamento ampiamente al di sotto della soglia olfattiva, con un leggero incremento soltanto nelle ore centrali della giornata, ma attestandosi comunque su valori bassi, sicché non si ritiene siano presenti fonti odorigene significative nei pressi del sito di monitoraggio.

11 di 34

2.7. SO₂



L'SO₂ nel periodo di monitoraggio presenta un andamento simile a quello di H₂S. Gli incrementi nel corso delle 24 ore tuttavia risultano poco significativi.

3. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio a Botrugno e confronto con altri siti della provincia di Lecce.

3.1. PM₁₀

PM10		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. 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 viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm.

Sul mezzo mobile è installato un analizzatore con filtro a nastro che effettua misure con frequenza bioraria del PM₁₀. 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 1 e dai dati riportati in Tabella 1, non vi è stato alcun superamento del suddetto limite.

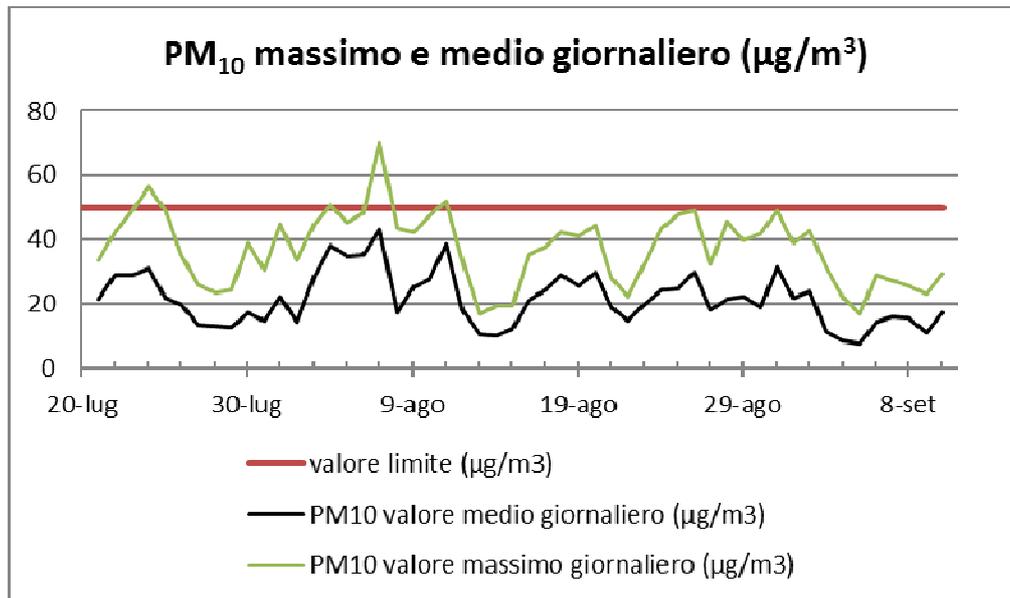
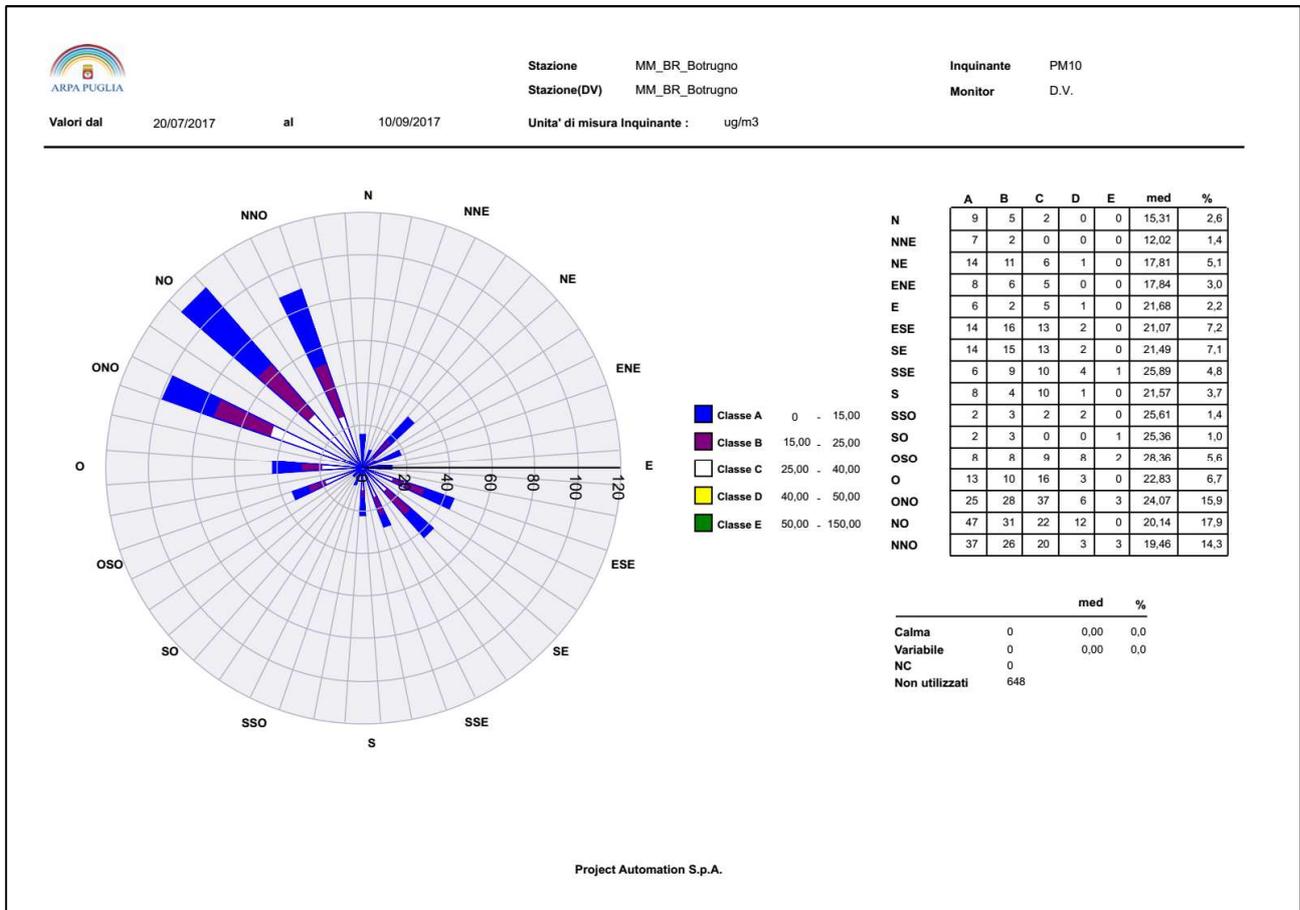


Figura 1. Andamento giornaliero e dei massimi orari del PM_{10} misurato presso il sito oggetto della campagna.

La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di $40 \mu g/m^3$ come limite annuale per la protezione della salute umana per il PM_{10} . Anche se il periodo di campionamento nel sito non ha coperto l'intero anno, bensì il periodo a cavallo tra i mesi di luglio e settembre 2017; è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati acquisiti di PM_{10} nell'intero periodo di monitoraggio è stata pari a $22 \mu g/m^3$ quindi inferiore al limite annuale, con nessun superamento del VL sulla media giornaliera.

Va, tuttavia, sottolineato che la presente campagna non ha interessato il periodo invernale e che nel corso di ogni inverno, in molte centraline regionali, è osservato un significativo contributo antropico al PM_{10} .

Il grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento per il PM_{10} , mostra che, per tale inquinante, nel periodo di monitoraggio, vi è stata una direzione prevalente di provenienza di tale inquinante dal quadrante nordoccidentale.



La Tabella 1 pone a confronto le concentrazioni medie giornaliere misurate nel sito di Botrugno e quelle rilevate nello stesso periodo in alcuni siti di monitoraggio QA, collocati in provincia di Lecce e gestiti da Arpa Puglia.

Tabella 1. Confronto fra medie giornaliere di PM_{10} dal 20/07/2017 al 10/09/2017 misurate a Botrugno ed in altri siti in provincia di Lecce.

MEDIE GIORNALIERE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
DATA	MMI- Botrugno	Campi Salentina	Piazza Libertini - LE	Surbo- Croce	Galatina- I.T.C. La Porta
20/07/2017	*	20	25	22	19
21/07/2017	21	20	24	21	*
22/07/2017	29	24	31	30	*
23/07/2017	29	24	28	29	*
24/07/2017	31	30	41	31	31
25/07/2017	22	11	21	25	26
26/07/2017	20	11	17	18	18
27/07/2017	13	10	15	12	12
28/07/2017	13	12	15	10	14
29/07/2017	13	17	18	15	22
30/07/2017	17	14	17	14	15
31/07/2017	15	13	18	14	15
01/08/2017	22	12	20	19	22
02/08/2017	14	16	20	16	15
03/08/2017	29	29	33	28	28
04/08/2017	38	28	35	36	34
05/08/2017	35	31	39	33	35
06/08/2017	35	29	38	34	32
07/08/2017	43	30	38	38	39
08/08/2017	17	17	20	16	20
09/08/2017	25	21	28	22	22
10/08/2017	28	24	31	41	25
11/08/2017	38	34	42	38	35
12/08/2017	18	20	23	30	19
13/08/2017	11	9	12	11	12
14/08/2017	10	14	15	19	10
15/08/2017	12	*	15	15	11
16/08/2017	21	12	21	21	17
17/08/2017	24	18	23	23	20
18/08/2017	29	20	27	29	23
19/08/2017	26	21	33	31	25
20/08/2017	30	23	29	36	25

MEDIE GIORNALIERE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
DATA	MMI- Botrugno	Campi Salentina	Piazza Libertini - LE	Surbo- Croce	Galatina- I.T.C. La Porta
21/08/2017	19	16	20	18	20
22/08/2017	15	17	20	20	14
23/08/2017	20	*	21	18	16
24/08/2017	24	*	25	26	*
25/08/2017	25	17	20	16	*
26/08/2017	30	17	22	18	*
27/08/2017	18	12	21	18	17
28/08/2017	21	18	23	25	20
29/08/2017	22	16	24	25	26
30/08/2017	19	24	*	21	22
31/08/2017	32	47	30	36	28
01/09/2017	22	19	24	22	19
02/09/2017	24	22	28	27	23
03/09/2017	11	10	18	17	12
04/09/2017	8	6	8	9	8
05/09/2017	8	13	16	9	10
06/09/2017	14	18	14	11	10
07/09/2017	16	9	17	16	14
08/09/2017	16	10	15	*	15
09/09/2017	11	6	13	*	8
10/09/2017	17	10	19	*	13
MEDIA PERIODO	22	18	23	23	20
n. Superamenti	-	-	-	-	-
%Dati Disp.	98	94	98	94	89

* Dato non disponibile

I dati rilevati a Botrugno mostrano una buona correlazione con quelli delle altre centraline scelte per il confronto. Le concentrazioni giornaliere di PM_{10} riportate in Figura 2 mostrano trend simili, e le concentrazioni del PM_{10} nei 5 siti sono confrontabili fra loro ed in accordo con i valori che si registrano tipicamente nella stagione primaverile/estiva.

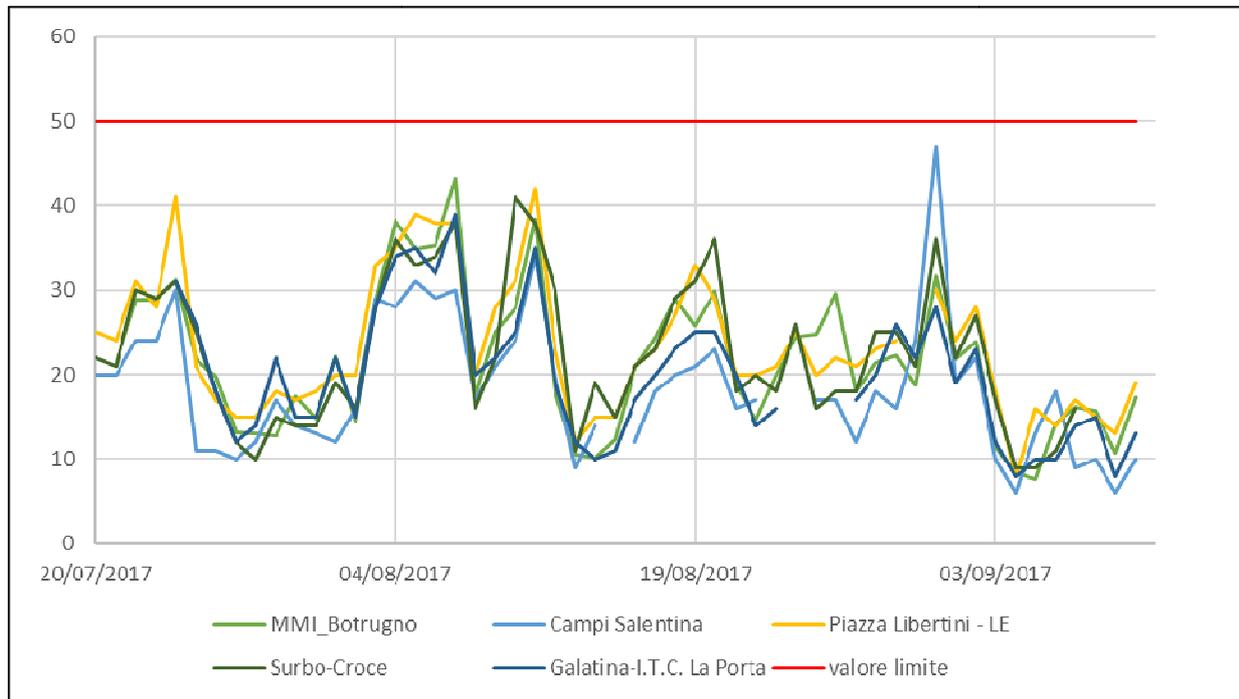


Figura 2. Andamenti giornalieri del PM₁₀ misurato in alcuni siti della provincia di Lecce nel periodo dal 20/07/2017 al 10/09/2017.

La tabella che segue riporta i coefficienti di correlazione di Pearson fra i dati di PM₁₀ dei 5 siti, calcolati secondo la seguente formula:

$$\text{Correlazione}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Tabella 2. Coefficienti di correlazione di Pearson fra le concentrazioni di PM₁₀ rilevate presso i 5 siti. Periodo: 04/05/2017 – 17/07/2017

coefficienti di correlazione					
	MMI_Botrugno	Campi Salentina	Lecce P.zza Libertini	Surbo Via Croce	Galatina-I.T.C. La Porta
Galatina-I.T.C. La Porta					1
Surbo Via Croce				1	0,87
Lecce P.zza Libertini			1	0,90	0,93
Campi Salentina		1	0,86	0,80	0,80
MMI_Botrugno	1	0,80	0,92	0,87	0,94



I dati in Tabella 2 consentono di individuare l'esistenza di una buona correlazione fra le concentrazioni misurate in tutti i siti. Le correlazioni più accentuate rispetto al sito oggetto della presente indagine si osservano con il sito di monitoraggio QA posto presso Galatina.

Si richiama, inoltre, che le tipologie dell'area in cui sono posizionate le centraline sono "*urbana traffico*" nel caso di Piazza Libertini, "*suburbana*" nel caso di Campi Salentina e Galatina, e "*rurale fondo*" nel caso di Surbo-Croce.

4. Andamento degli inquinanti gassosi

Per gli inquinanti Benzene, NO₂, CO, SO₂, non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. Per l'O₃ si sono avuti alcuni valori medi (massimi giornalieri su 8h) superiori al valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, come previsto dalla normativa vigente, pari a 120 µg/m³.

È stato, inoltre, monitorato l'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)

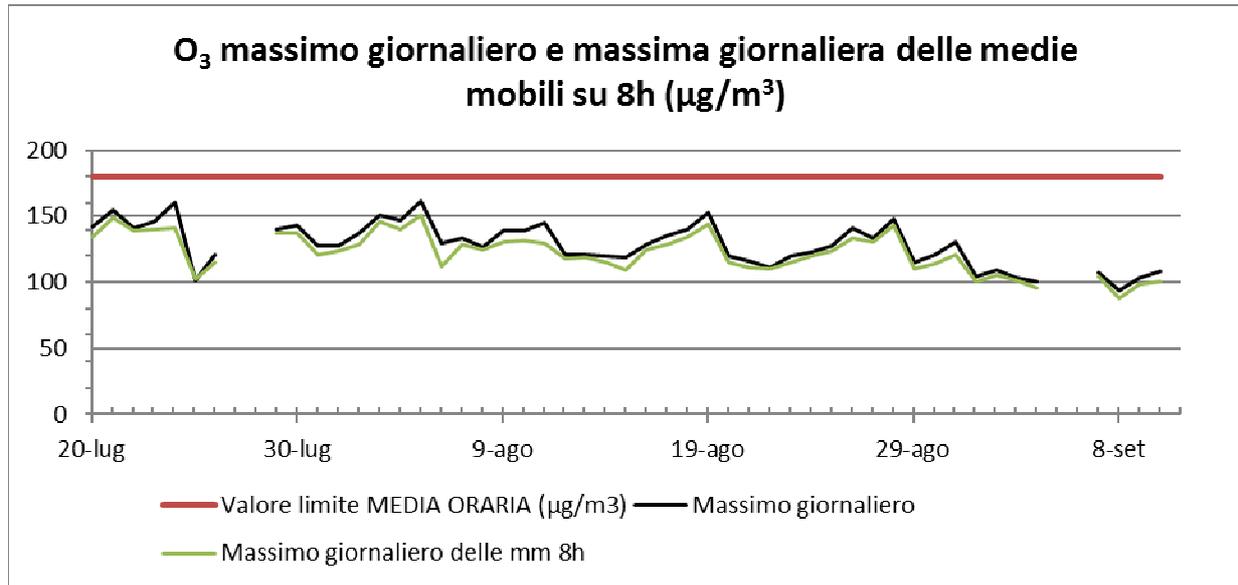
A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO₂ ed al PM₁₀, è uno gli inquinanti di maggiore rilevanza. Esso non ha sorgenti dirette ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni di tipo fotochimico che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto ed i composti organici 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. 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

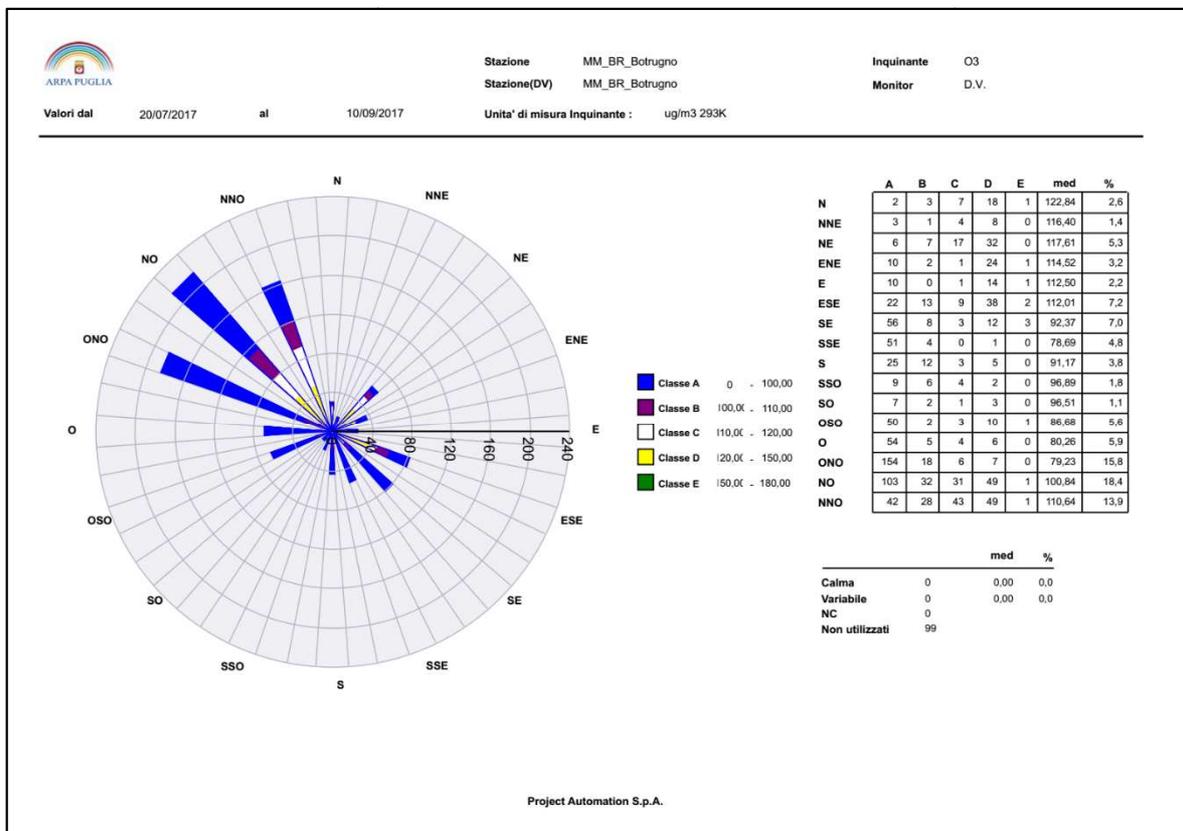
19 di 34

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. I dati rilevati confermano un andamento tipico del periodo estivo, caratterizzato da elevato irraggiamento solare.

Non sono stati rilevati superamenti del valore limite, calcolato come massimo orario e pari a 180 µg/m³.



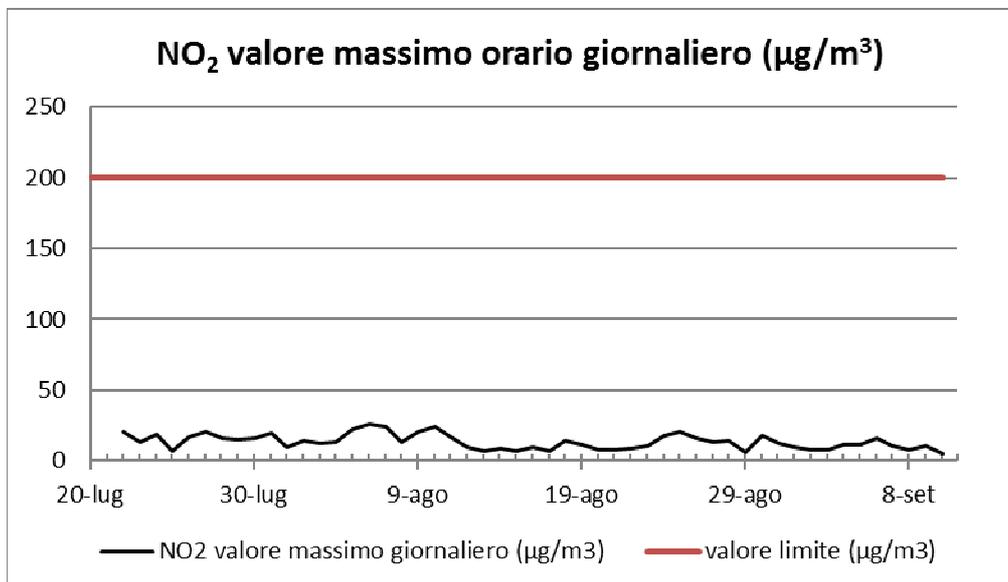
Dal grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento per l'ozono, si può osservare che tale inquinante proviene prevalentemente dai quadranti settentrionali da NO a E-SE.



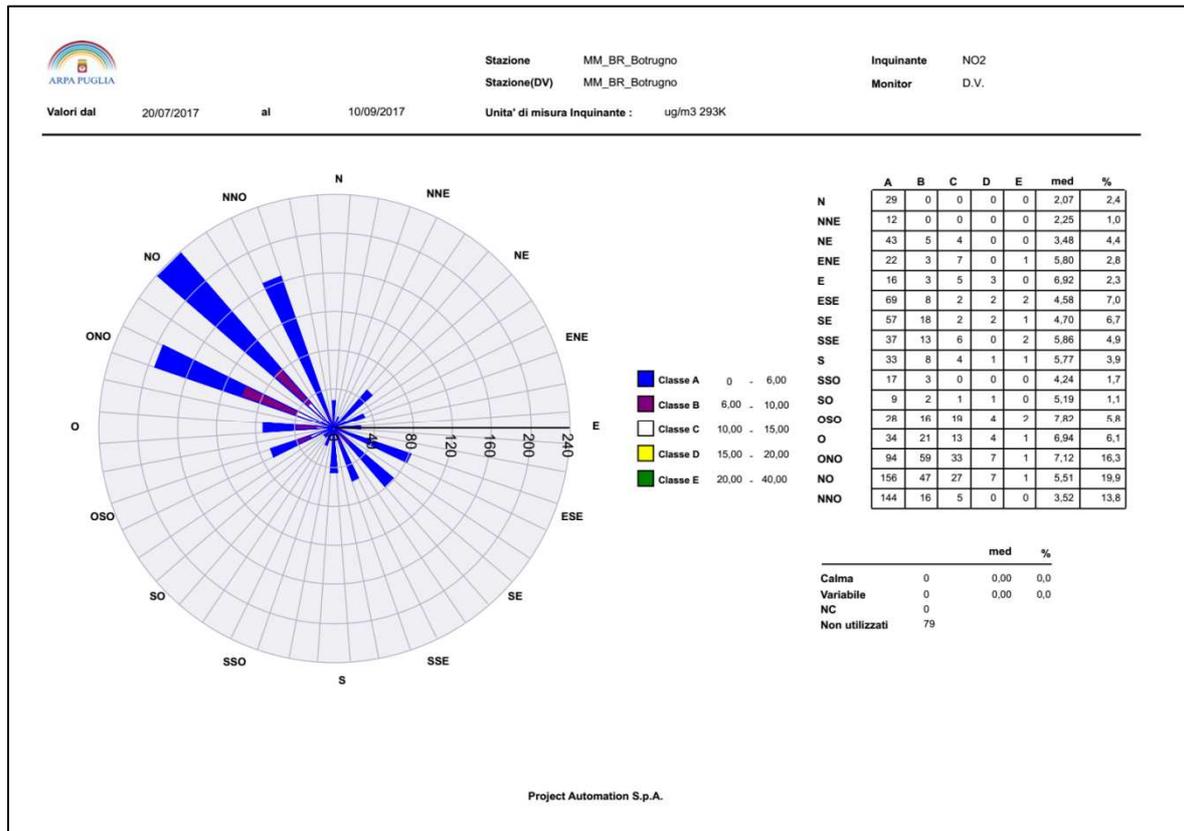
4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ (µg/m³)

Tutti 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 bassi.

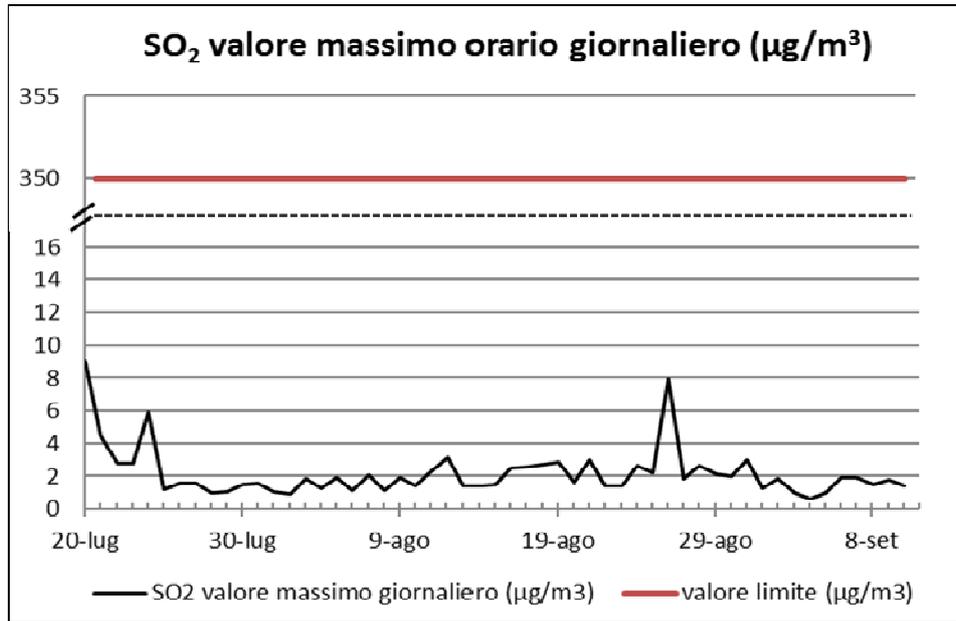


Il grafico relativo alla rosa dell'inquinamento per l'NO₂, sotto riportato, mostra una provenienza prevalente per questo inquinante da occidente e specialmente dal quadrante nordoccidentale.



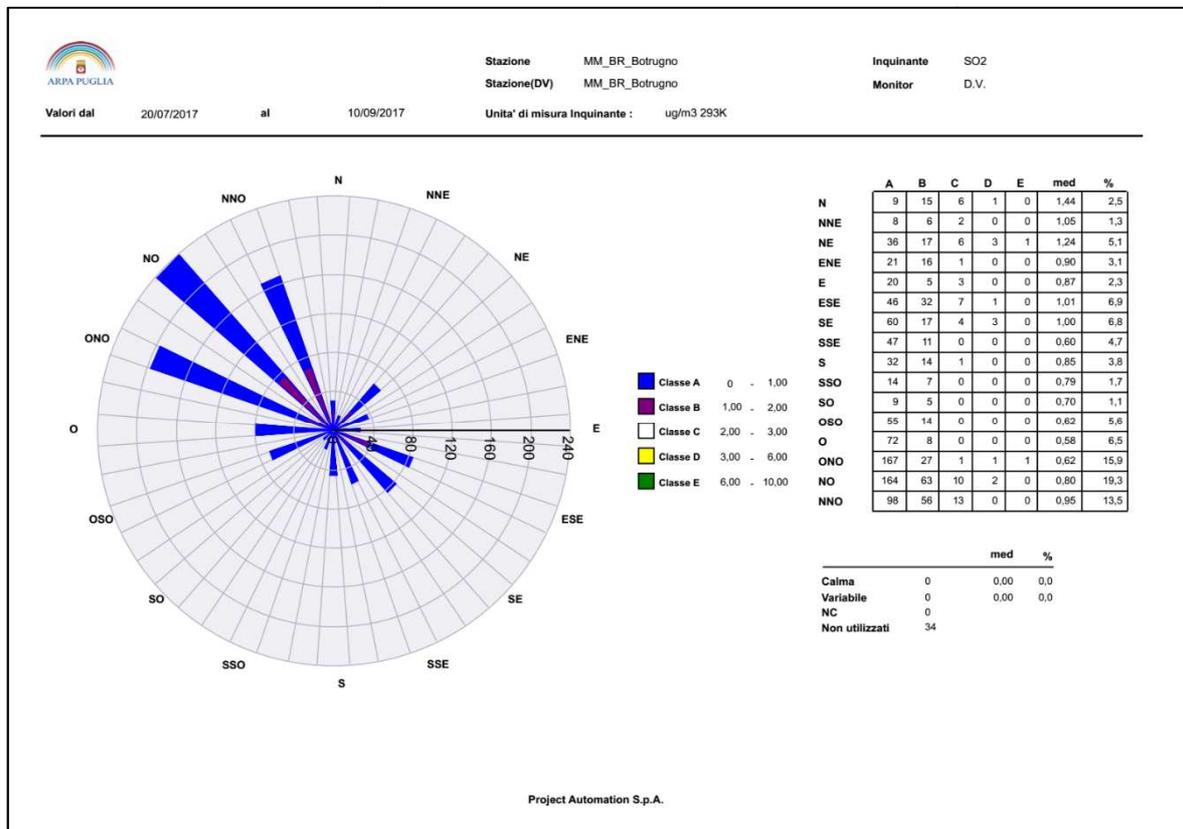
4.3. Grafico della concentrazione di SO₂ – Massimo orario (µg/m³)

Nel grafico di seguito è riportato il valore del massimo orario giornaliero della concentrazione di SO₂ rilevato nel periodo di osservazione. Le concentrazioni risultano ampiamente al di sotto dei valori limite imposti dalla normativa vigente (D.Lgs 155/2010). Si ricorda che il valore **limite orario** per la protezione della salute umana è pari a **350 µg/m³** mentre il valore limite calcolato come **media delle 24 ore** è pari a **125 µg/m³**.



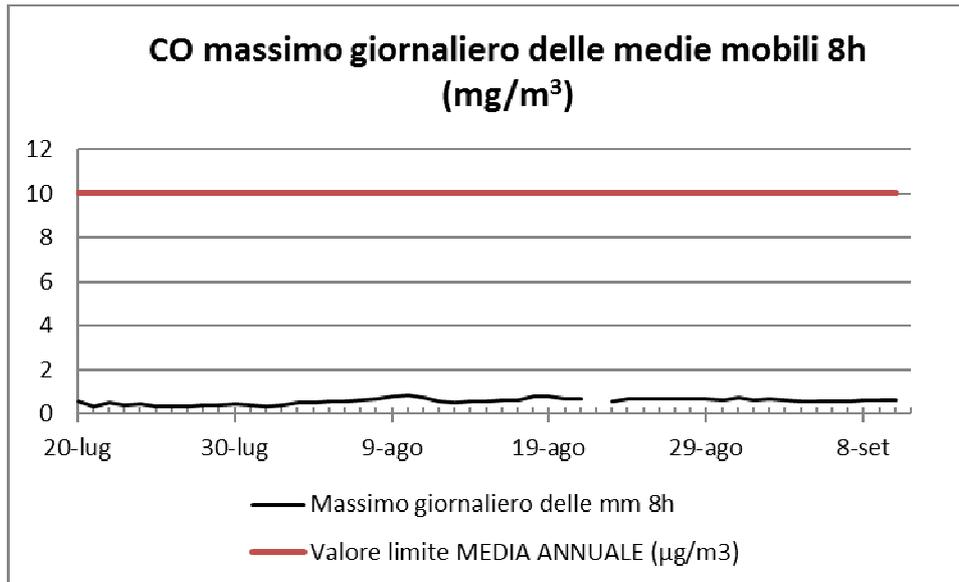
Il grafico relativo alla rosa dell'inquinamento per SO₂, mostra una provenienza prevalente per questo inquinante da Nord e N-NO. Non sono stati registrati superamenti dei limiti normativi e i livelli sono risultati molto bassi.

2 3 d i 3 4

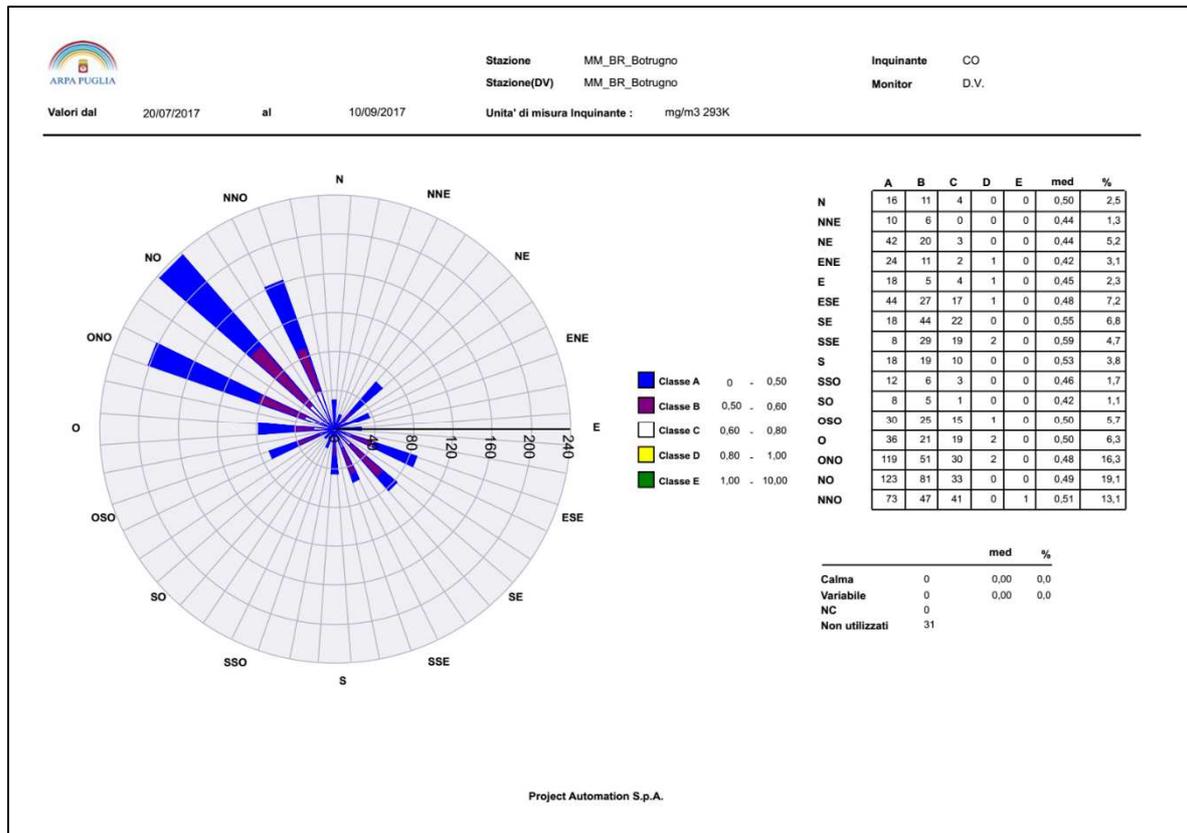


4.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m^3)

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di CO. Come si nota chiaramente, durante tutto il periodo di monitoraggio, non è stato mai superato il valore limite definito in base alla normativa vigente, calcolato come massimo orario della media mobile sulle 8 ore, pari a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$.



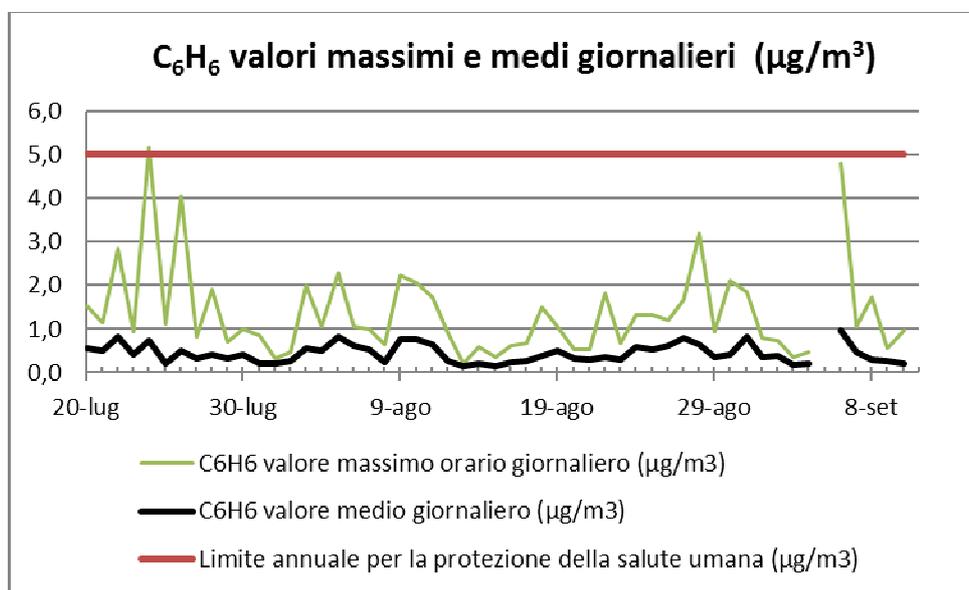
Il grafico sotto riportato, relativo alla rosa dell'inquinamento per CO, non mostra una direzione prevalente di provenienza di tale inquinante. Non sono stati registrati superamenti dei limiti normativi e i livelli sono risultati generalmente molto bassi.



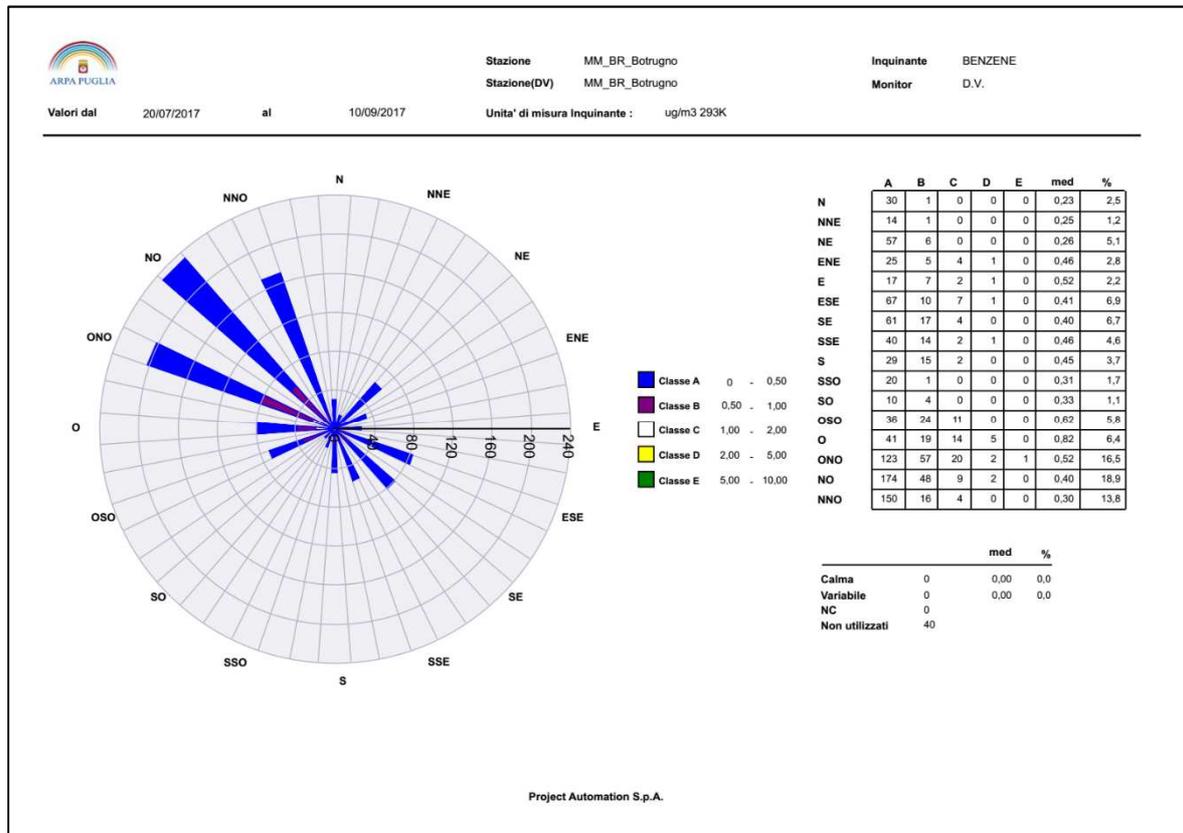
4.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati. Secondo la normativa vigente, D. Lgs. 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 sono risultati al di sotto di suddetto limite.

In riferimento ai valori medi orari, nella sola giornata del 24 luglio è stato superato il suddetto limite, che però si riferisce alla media di un anno.



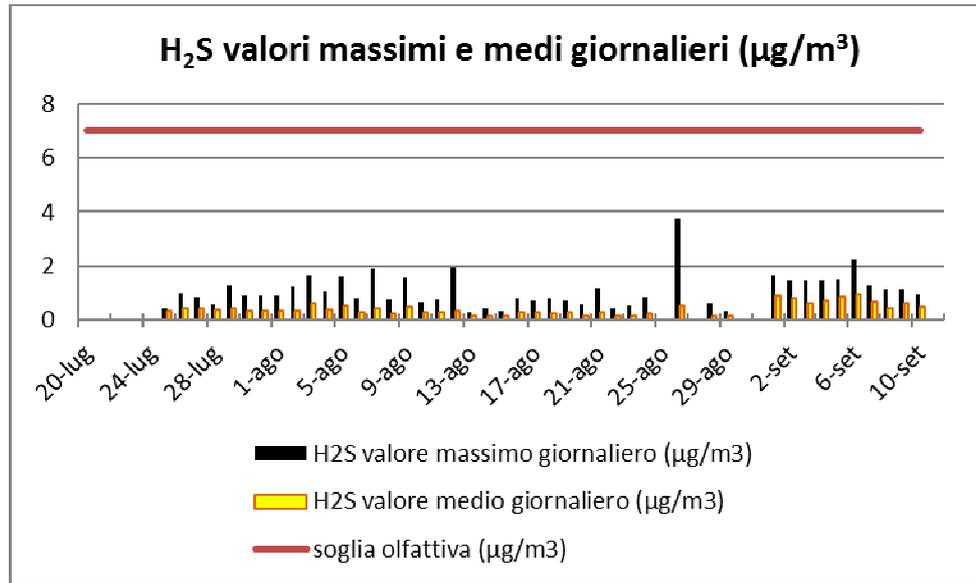
Il grafico successivo riporta la rosa dell'inquinamento per il benzene, mostra una certa direzionalità per questo inquinante da O/NO.



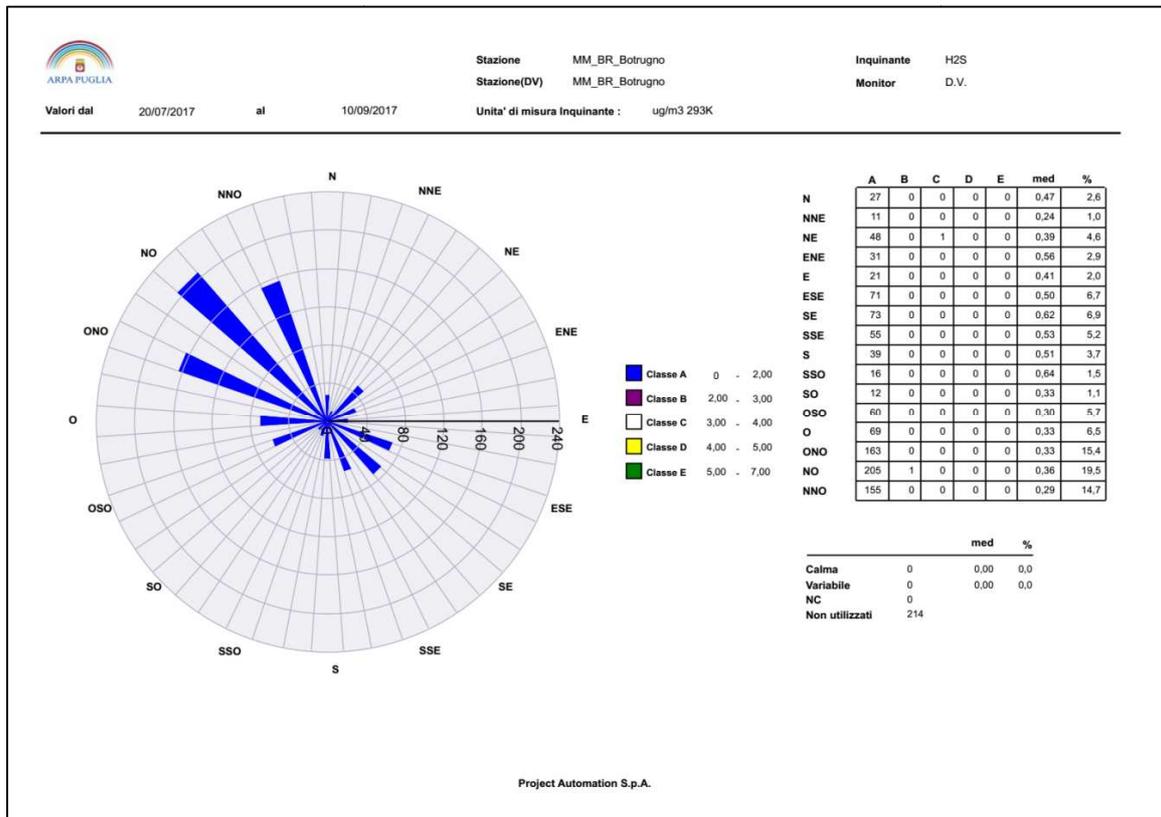
4.6. Grafico della concentrazione di H₂S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m³)

Uno fra i parametri più significativi nella individuazione di possibili fonti di molestie olfattive è rappresentato dall'acido solfidrico (H₂S). Assumendo come riferimento una concentrazione di H₂S pari a 7 µg/m³ (concentrazione alla quale la totalità dei soggetti ne distingue l'odore caratteristico, se esposti per 30 minuti – WHO 2000), si rileva che nel periodo monitorato è stata rilevata un'unica media oraria superiore a tale soglia olfattiva.

In figura seguente sono riportati i valori massimi orari giornalieri di H₂S in µg/m³ ed i valori medi giornalieri nel periodo in esame. Non si sono registrate medie giornaliere né orarie superiori a tale soglia olfattiva.



Il grafico successivo indica la rosa dell'inquinamento per l'acido solfidrico che non mostra una netta direzione prevalente di provenienza di tale inquinante rispetto al sito di monitoraggio.



4.7 Tabelle relative alle concentrazioni misurate per gli inquinanti diversi dal PM₁₀

Giorno	Data	O ₃		NO ₂	CO	SO ₂	Benzene	H ₂ S	LIMITE
		Massimo giornaliero delle medie mobili 8h *	Massimo orario giornaliero	Massimo orario giornaliero	Massimo giornaliero delle medie mobili 8h *	Massimo orario giornaliero	Media giornaliera **	Massimo orario giornaliero	
		120 µg/m ³	180 µg/m ³	200 µg/m ³	10 mg/m ³	350 µg/m ³	5 µg/m ³	(7 µg/m ³)***	
1° giorno	20/07/2017	134,3	141,8	ND	0,6	9,0	0,6	ND	
2° giorno	21/07/2017	148,7	155,0	ND	0,3	4,5	0,5	ND	
3° giorno	22/07/2017	138,9	141,5	20	0,5	2,8	0,8	ND	
4° giorno	23/07/2017	139,8	146,3	13	0,4	2,8	0,4	ND	
5° giorno	24/07/2017	141,1	160,6	19	0,4	5,9	0,7	ND	
6° giorno	25/07/2017	102,0	101,1	7	0,3	1,2	0,2	0,4	
7° giorno	26/07/2017	115,0	120,6	16	0,3	1,6	0,5	1,0	
8° giorno	27/07/2017	ND	ND	20	0,3	1,5	0,3	0,8	
9° giorno	28/07/2017	ND	ND	16	0,4	1,0	0,4	0,6	
10° giorno	29/07/2017	137,3	139,9	15	0,4	1,1	0,3	1,2	
11° giorno	30/07/2017	137,3	142,6	16	0,5	1,5	0,4	0,9	
12° giorno	31/07/2017	120,9	127,2	20	0,4	1,6	0,2	0,9	
13° giorno	01/08/2017	123,2	127,8	9	0,3	1,1	0,2	0,9	
14° giorno	02/08/2017	128,2	137,4	14	0,4	0,9	0,3	1,2	
15° giorno	03/08/2017	146,0	151,0	13	0,5	1,8	0,6	1,6	
16° giorno	04/08/2017	139,9	147,2	13	0,5	1,3	0,5	1,0	
17° giorno	05/08/2017	151,0	161,7	22	0,6	1,9	0,8	1,6	
18° giorno	06/08/2017	112,3	129,0	26	0,6	1,1	0,6	0,8	
19° giorno	07/08/2017	128,9	132,9	24	0,6	2,1	0,5	1,9	
20° giorno	08/08/2017	124,5	126,6	13	0,7	1,1	0,2	0,7	
21° giorno	09/08/2017	130,3	139,0	20	0,8	1,9	0,7	1,5	
22° giorno	10/08/2017	131,7	138,8	24	0,9	1,4	0,8	0,6	
23° giorno	11/08/2017	129,0	144,4	16	0,8	2,3	0,6	0,7	
24° giorno	12/08/2017	117,8	121,1	9	0,6	3,2	0,3	1,9	
25° giorno	13/08/2017	118,3	120,6	7	0,5	1,4	0,1	0,3	
26° giorno	14/08/2017	114,7	119,4	8	0,5	1,4	0,2	0,4	
27° giorno	15/08/2017	109,2	118,6	7	0,5	1,5	0,2	0,3	
28° giorno	16/08/2017	124,9	128,5	9	0,6	2,5	0,2	0,8	
29° giorno	17/08/2017	128,8	135,0	7	0,6	2,6	0,3	0,7	
30° giorno	18/08/2017	133,8	140,2	14	0,8	2,7	0,4	0,8	
31° giorno	19/08/2017	144,4	152,7	11	0,8	2,9	0,5	0,7	
32° giorno	20/08/2017	115,0	120,1	8	0,7	1,6	0,3	0,6	
33° giorno	21/08/2017	111,2	115,8	8	0,6	3,0	0,3	1,2	
34° giorno	22/08/2017	109,8	111,5	9	ND	1,4	0,4	0,4	
35° giorno	23/08/2017	114,7	120,2	11	0,6	1,4	0,3	0,5	

Giorno	Data	O ₃		NO ₂	CO	SO ₂	Benzene	H ₂ S	LIMITE
		Massimo giornaliero delle medie mobili 8h *	Massimo orario giornaliero	Massimo orario giornaliero	Massimo giornaliero delle medie mobili 8h *	Massimo orario giornaliero	Media giornaliera **	Massimo orario giornaliero	
		120 µg/m ³	180 µg/m ³	200 µg/m ³	10 mg/m ³	350 µg/m ³	5 µg/m ³	(7 µg/m ³)***	
36° giorno	24/08/2017	120,0	122,5	18	0,6	2,7	0,6	0,8	
37° giorno	25/08/2017	123,6	127,8	20	0,7	2,2	0,5	ND	
38° giorno	26/08/2017	133,5	141,0	16	0,7	7,9	0,6	3,7	
39° giorno	27/08/2017	130,1	133,8	13	0,7	1,8	0,8	ND	
40° giorno	28/08/2017	143,2	147,9	14	0,7	2,7	0,7	0,6	
41° giorno	29/08/2017	109,9	115,3	6	0,7	2,1	0,4	0,3	
42° giorno	30/08/2017	114,0	121,1	18	0,6	2,0	0,4	ND	
43° giorno	31/08/2017	120,5	130,8	12	0,7	3,0	0,8	ND	
44° giorno	01/09/2017	100,2	104,4	9	0,6	1,3	0,4	1,6	
45° giorno	02/09/2017	105,1	108,9	8	0,7	1,8	0,4	1,5	
46° giorno	03/09/2017	101,1	103,3	8	0,6	1,0	0,2	1,4	
47° giorno	04/09/2017	95,9	100,6	11	0,5	0,6	0,2	1,4	
48° giorno	05/09/2017	ND	ND	11	0,5	1,0	ND	1,5	
49° giorno	06/09/2017	ND	ND	16	0,5	1,9	1,0	2,2	
50° giorno	07/09/2017	104,1	107,3	11	0,6	2,0	0,5	1,3	
51° giorno	08/09/2017	87,8	94,1	8	0,6	1,5	0,3	1,1	
52° giorno	09/09/2017	98,2	103,0	11	0,6	1,8	0,3	1,1	
53° giorno	10/09/2017	100,1	107,8	5	0,6	1,4	0,2	0,9	

Note: ND: dato non disponibile;

* la media mobile di 8 ore è la media di ogni periodo di 8 ore consecutive. In pratica, il primo periodo di 8 ore di ogni singolo giorno è quello compreso tra le ore 18:00 del giorno prima e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso;

** il valore limite del parametro benzene per la protezione della salute umana è fissato a 5 µg/m³ su un periodo di mediazione di un anno civile;

*** Il valore di riferimento per il parametro H₂S, pari a 7 µg/m³, non costituisce limite alla concentrazione di inquinante dell'aria previsto dalla normativa, ma piuttosto la concentrazione alla quale la totalità dei soggetti ne distingue l'odore caratteristico, se esposti per 30 minuti (WHO 2000).

5. Correlazione tra inquinanti

Di seguito sono riportati i coefficienti di correlazione tra i valori orari dei vari inquinanti.

Coefficienti di correlazione	PM ₁₀	NO ₂	benzene	CO	SO ₂	O ₃	H ₂ S
PM ₁₀	1,00	0,41	0,39	0,35	-0,05	-0,28	-0,11
NO ₂		1,00	0,54	0,29	-0,17	-0,57	0,02
benzene			1,00	0,30	-0,03	-0,41	0,01
CO				1,00	0,03	-0,26	-0,03
SO ₂					1,00	0,43	0,30
O ₃						1,00	0,01
H ₂ S							1,00

Si rilevano deboli correlazioni fra alcuni inquinanti, quali PM₁₀, NO₂, benzene e CO ($0,3 < C < 0,7$) il che potrebbe suggerire per questi inquinanti di individuare verosimilmente una sorgente emissiva comune. Relativamente agli altri inquinanti, si individua solo una debole correlazione fra gli inquinanti O₃, SO₂ ed H₂S ($0,3 < C < 0,7$), mentre non vi sono buone correlazioni fra gli altri inquinanti ($C < 0,30$).

6. Conclusioni

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata a seguito di istanza pervenuta ad Arpa da parte del Comune di Botrugno e rientrava nell'ambito della programmazione annuale delle attività di monitoraggio di Arpa Puglia che, per lo svolgimento di tale attività, si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro regionale Aria. In data 20/07/2017 è stato dato avvio effettivo alla campagna che si è protratta sino al 10/09/2017. Si è osservato quanto segue:

- Per il **PM₁₀**, nessun superamento del valore limite medio giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 rilevati in altre centraline fisse poste nel territorio della provincia di Lecce (Tabella 1), risultano fra loro paragonabili. La normativa di riferimento prescrive, inoltre, il valore di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il **PM₁₀** come limite annuale per la protezione della salute umana. Anche se il periodo di campionamento nel sito non ha coperto l'intero anno, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale. La media di tutti i dati acquisiti di **PM₁₀** nell'intero periodo di monitoraggio è stata pari a 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ quindi inferiore al limite annuale.
- Relativamente agli altri parametri ricercati, ARPA non ha registrato, nel periodo di svolgimento della campagna, alcuna criticità da segnalare, e tutti i livelli misurati rispettano i limiti previsti dalla normativa di riferimento D.Lgs. 155/2010 ad eccezione dell'O₃ che comunque presenta andamento tipico del periodo primavera/estate.
- Nel sito di Botrugno sono emersi andamenti molto simili per le concentrazioni degli inquinanti NO₂, benzene, CO e **PM₁₀**, il che potrebbe suggerire l'esistenza di una sorgente emissiva comune, verosimilmente dovuta al traffico veicolare. Gli incrementi di questi inquinanti sono stati rilevati spesso nelle ore notturne e mattutine, quando le condizioni meteorologiche sono più favorevoli al ristagno degli inquinanti.

3 2 d i 3 4

Tutto ciò considerato, si può affermare che, limitatamente alla durata della campagna di monitoraggio, non sono state rilevate particolari situazioni di criticità in relazione alla qualità dell'aria ambiente.

P.O. Qualità dell'aria BR-LE-TA

Dott.ssa Alessandra **NOCIONI**



Il Direttore del CRA

Dott. Roberto **GIUA**



Il Direttore Scientifico f.f.

Dott. Nicola **UNGARO**



Elaborazione dati a cura di:

Dott. Daniele **Cornacchia**

Validazione dati a cura di:

Dott. Daniele **Cornacchia**, P.I. Pietro **Caprioli**, P.ch. Mario **Ricci**

Allegato I - 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.

Tabella: dall' allegato XI del D. Lgs. 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.

3 3 d i 3 4

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 (%)
O ₃	94
NO ₂	94
SO ₂	98
CO	98
H ₂ S	84
C ₆ H ₆	98
PM ₁₀	98

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. 155/10.

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

- SO₂: fluorescenza (Modello 101 A, Teledyne API);
- NO_x: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API);
- CO: assorbimento raggi IR con detector al Silicio (modello 300 E, Teledyne API);
- O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API);
- PM₁₀: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 12 ore su filtri in fibra di vetro (Environment);
- 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:

- SO₂: UNI EN 14212:2012;
- NO_x: UNI EN 14211:2012;
- CO: UNI EN 14626:2012;
- O₃: UNI EN 14625:2012;
- PM₁₀: UNI EN 12341:2014;
- Benzene: UNI EN 14662:2005, parti 1, 2 e 3

I dati contenuti nella presente relazione sono messi a disposizione del Comune di Botrugno da parte di ARPA Puglia che ne detiene la proprietà. I due Enti potranno utilizzarli per i rispettivi fini istituzionali.