

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Sito di monitoraggio: **Ostuni (BR)**
c/o Scuola Secondaria Orlandini Barnaba - Via C. Alberto

Periodo di osservazione: **13/03/2018 – 29/04/2018**



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 effettuata a seguito della nota del Comune di Ostuni, n. 4003/2018, acquisita al prot. ARPA n. 5681 del 29/01/2018, in cui si chiedeva il "rilievo di qualità dell'aria nel Comune di Ostuni [tramite] mezzi mobil".

Con nota prot. n. 7741 del 07/02/2018, ARPA ha riscontrato detta nota comunicando la propria disponibilità ad effettuare una campagna di monitoraggio con laboratorio mobile, previo sopralluogo. In data 02/03/18 si è svolto un sopralluogo da parte del personale del CRA, effettuato congiuntamente con personale dell'ufficio tecnico del Comune di Ostuni, nel quale è stato individuato come sito idoneo il cortile della Scuola Orlandini Barnaba di Via Carlo Alberto. L'Agenzia si è avvalsa di un laboratorio mobile in dotazione al Centro Regionale Aria di Arpa, che è stato posizionato in sito il 09/03/2018.

Scopo della campagna: approfondire le conoscenze sulla qualità dell'aria nel Comune di Ostuni.

Sito di monitoraggio

Comune di Ostuni (BR), nel cortile della Scuola Secondaria Orlandini Barnaba di Via Carlo Alberto, 2. Coordinate:

Latitudine 40°43'40.83"N

Longitudine 17°34'22.71"E

2 di 3 4

Periodo di monitoraggio

13/03/2018 → 29/04/2018

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 13/03/2018, l'ultimo giorno di campionamento utile è stato il 29/04/2018. In complesso, la campagna è durata 48 giorni.

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione ad Arpa Puglia-CRA. I dati sono stati gestiti e validati dai tecnici P. Caprioli, dott. A. Pinto e dott. D. Cornacchia secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, ed 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.ssa A. Nocioni, P.O. Qualità dell'aria BR-LE-TA.

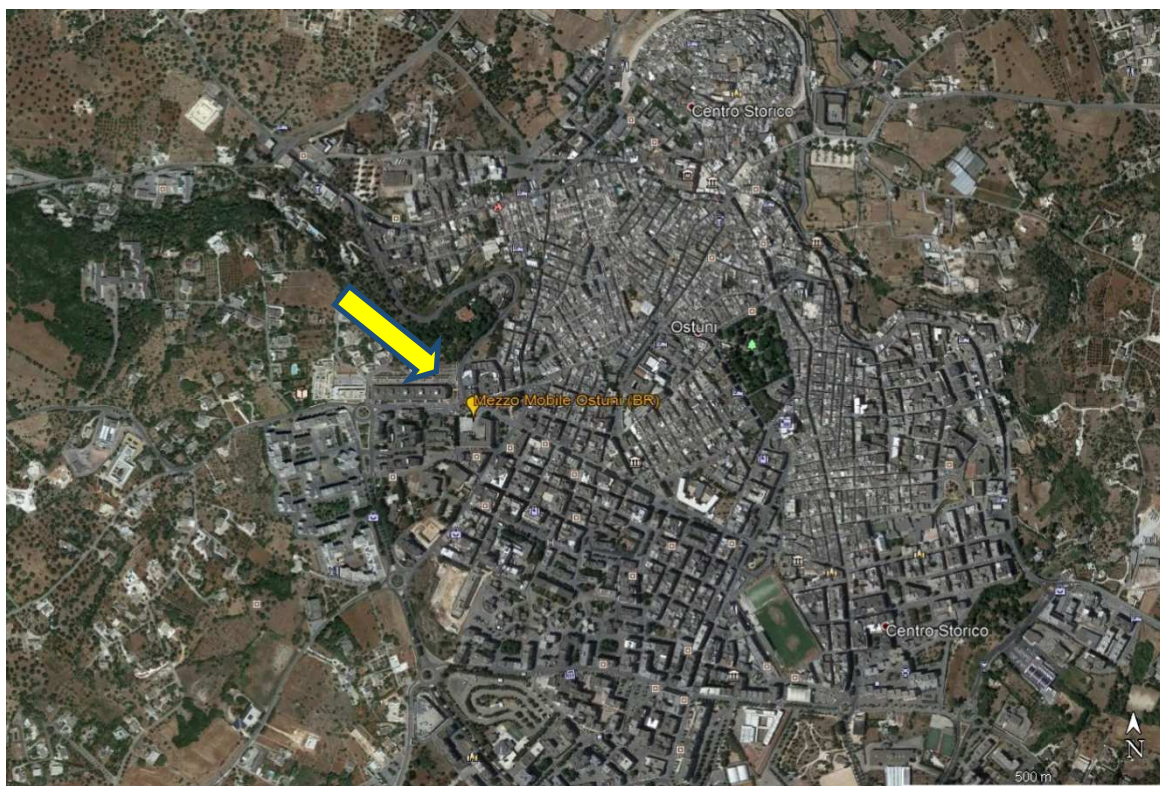
Sommario

1. Introduzione alla Relazione Tecnica	4
1.1. Sito di monitoraggio	4
1.2. Inquinanti monitorati	5
1.3. Parametri meteorologici rilevati	6
1.4. Riferimenti normativi	6
1.5. Tabella meteo	6
2. Giorni tipo di NO₂, PM₁₀ biorario, CO, O₃, benzene, SO₂, H₂S.	8
2.1. NO₂	8
2.2. PM₁₀	9
2.3. CO	9
2.4. O₃	10
2.5. Benzene	10
2.6. H₂S	11
2.7. SO₂	11
3. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio a Ostuni e confronto con altri siti della provincia di Brindisi e Taranto.	12
3.1. PM₁₀	12
4. Andamento degli inquinanti gassosi	18
4.1. Grafico della concentrazione massima della media mobile sulle 8 ore di O₃ (µg/m³)	18
4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ (µg/m³)	20
4.3. Grafico della concentrazione di SO₂ – Massimo orario (µg/m³)	21
4.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m³)	23
4.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere (µg/m³)	24
4.6. Grafico della concentrazione di H₂S – Medie giornaliere e massime orarie giornaliere (µg/m³)	26
4.7 Tabelle relative alle concentrazioni misurate per gli inquinanti diversi dal PM	28
5. Correlazione tra inquinanti	30
6. Conclusioni	31
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 alcuni giorni prima dell'effettivo inizio della campagna nel sito avente le seguenti coordinate: Latitudine 40°43'40.83" NORD Longitudine 17°34'22.71" EST nel cortile della Scuola Secondaria Orlandini Barnaba di Via Carlo Alberto, angolo via Pola, nel comune di Ostuni (BR). Il sito presenta caratteristiche analoghe a quelle di una stazione di monitoraggio suburbano, come evidenziato dalla ortofoto seguente.



4 di 34

Nel Comune di Ostuni (ca. 30000 abitanti), l'impatto delle attività civili o del trasporto è relativamente modesto. Si ritiene utile ricordare che la zona industriale di Ostuni (zona SISRI) si trova in direzione Nord rispetto al sito di monitoraggio (a partire da circa 2 km), mentre la gran parte del tessuto urbano si sviluppa in direzione Est e, più lontano in direzione Est, si trovano impianti di lavorazione di materiali ferrosi.



Si riferisce, con l'occasione, che a poca distanza da Ostuni sono presenti due centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria, come indicato nella figura seguente, una a Cisternino ed una a Ceglie Messapica, facenti parte della rete regionale e che rilevano i seguenti inquinanti: PM₁₀, NO_x, SO₂ (ed in più CO, benzene e PM_{2,5} nel caso di Ceglie Messapica e O₃ nel caso di Cisternino). I dati sono resi pubblici e consultabili dal portale web di Arpa Puglia (<https://www.arpa.puglia.it/web/guest/gariaing>).

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: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), ozono (O₃), benzene, PM₁₀ e 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. 155/2010 e smi per SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, benzene, CO, 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.

1.5. Tabella meteo

Nel periodo monitorato sono stati registrati 10 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.

6 di 34

Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
13/3/18	O	1,4	13,3	60	0,2	1002
14/3/18	OSO	1,2	10,9	67	0,0	1004
15/3/18	SSO	1,9	12,2	72	0,6	1004
16/3/18	SSO	3,0	13,9	97	1,2	999
17/3/18	SSO	3,9	15,1	88	0,0	990
18/3/18	SSO	2,0	13,3	65	0,0	993
19/3/18	NE	1,2	11,3	76	0,0	993
20/3/18	OSO	2,0	11,0	67	2,6	998
21/3/18	NE	1,7	9,7	78	0,2	1002
22/3/18	NNE	3,0	6,0	95	30,0	994
23/3/18	ONO	2,0	4,4	84	7,6	990
24/3/18	O	1,1	6,8	77	0,6	995
25/3/18	SSO	1,2	7,7	91	23,0	997
26/3/18	O	1,3	9,3	91	1,0	998
27/3/18	NE	0,9	9,3	74	0,0	1006
28/3/18	NE	1,0	10,3	65	0,0	1005

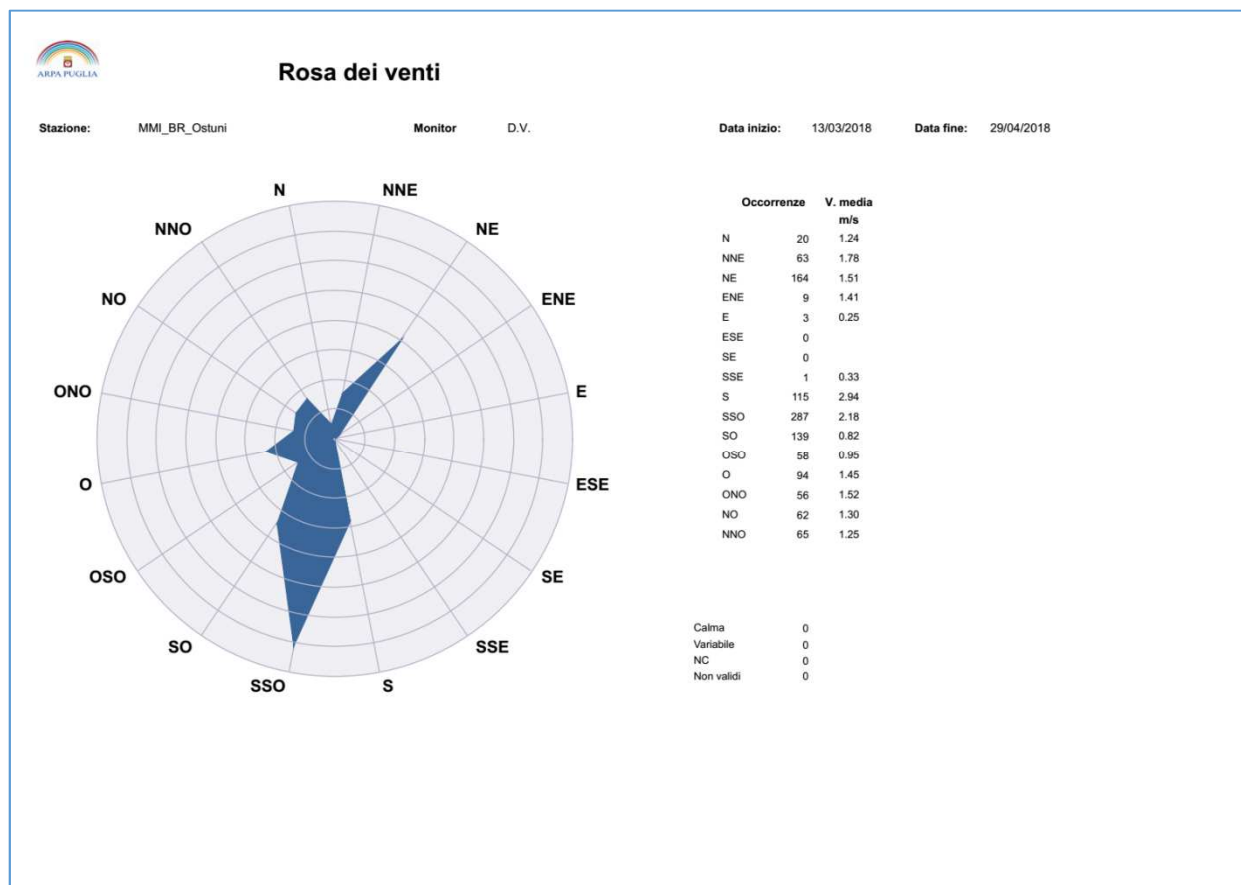
Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
29/3/18	SSO	1,5	13,0	70	0,0	1005
30/3/18	SSO	3,3	14,2	90	0,0	1006
31/3/18	S	3,9	15,2	79	0,0	999
1/4/18	O	1,5	11,9	64	1,2	1001
2/4/18	SSO	1,1	12,6	62	0,0	1010
3/4/18	SSO	2,7	13,2	76	0,0	1012
4/4/18	SSO	2,6	13,7	84	0,0	1011
5/4/18	SSO	1,7	14,2	83	9,2	1006
6/4/18	NO	2,2	13,2	79	0,2	1007
7/4/18	NE	1,4	13,5	68	0,0	1010
8/4/18	SSO	1,1	16,5	53	0,0	1009
9/4/18	SSO	2,5	15,4	72	0,0	1005
10/4/18	SSO	0,8	14,9	71	0,0	1005
11/4/18	SSO	1,4	15,8	67	0,0	1002
12/4/18	SSO	2,2	16,8	75	0,0	1001
13/4/18	NE	1,0	16,6	65	0,0	1008

Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
14/4/18	NE	1,5	15,3	67	0,0	1010
15/4/18	NNO	1,7	16,4	75	0,0	1003
16/4/18	S	1,7	16,7	88	0,0	1003
17/4/18	NNO	1,3	16,2	86	0,0	1010
18/4/18	NNO	1,5	17,1	78	0,0	1014
19/4/18	NE	1,7	17,3	73	0,0	1015
20/4/18	NO	1,7	18,6	57	0,0	1011
21/4/18	S	1,6	18,5	66	0,0	1011

Giorno	D.V. SETTORE	V.V. m/s	TEMP gradi C.	UMR %	PIOGGIA mm	PRESS mbar
22/4/18	SSO	1,2	18,3	60	0,0	1011
23/4/18	SO	1,0	18,5	55	0,0	1010
24/4/18	SO	0,9	19,9	49	0,0	1010
25/4/18	NE	1,0	21,8	47	0,0	1009
26/4/18	NE	0,9	22,6	44	0,0	1006
27/4/18	NE	1,1	22,1	44	0,0	1005
28/4/18	NE	0,9	22,3	51	0,0	1006
29/4/18	NNE	1,1	21,5	59	0,0	1004

NOTA: N.D.= dato non disponibile

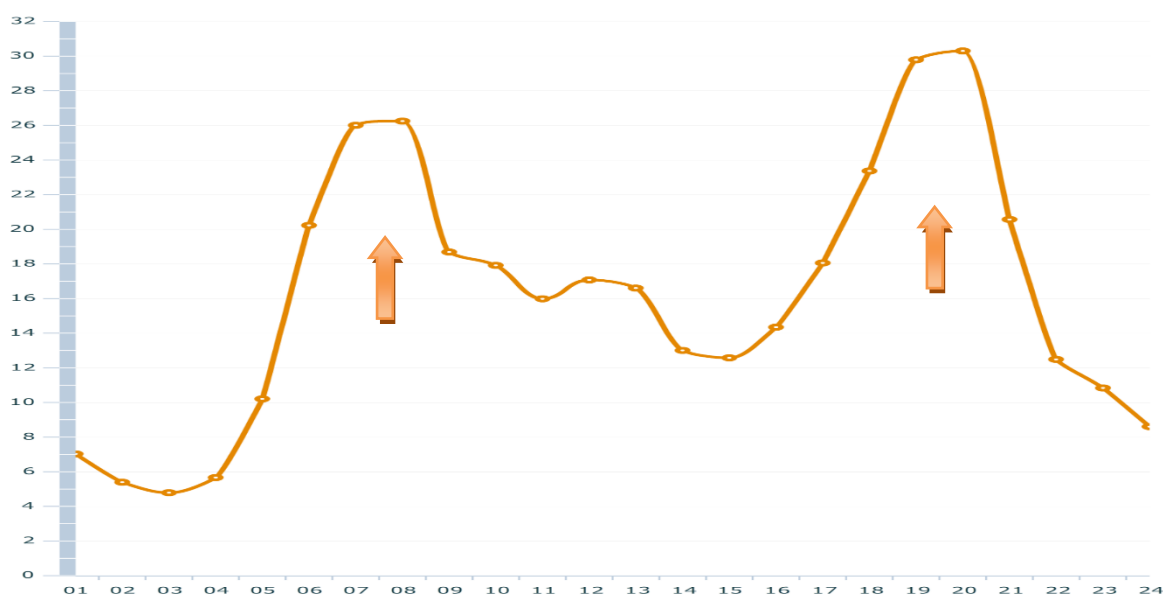
Di seguito si riporta il grafico della rosa dei venti rilevati nell'intero periodo della campagna di monitoraggio: si è osservata una prevalenza dei venti dai quadranti sudoccidentali e, in parte minore, nordorientali, con le occorrenze dettagliate nella tabella che segue.



2. Giorni tipo di NO₂, PM₁₀ biorario, CO, O₃, benzene, SO₂, H₂S.

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 (NO₂), materiale particolato (PM₁₀), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), benzene, SO₂, H₂S e IPA_{TOT}.

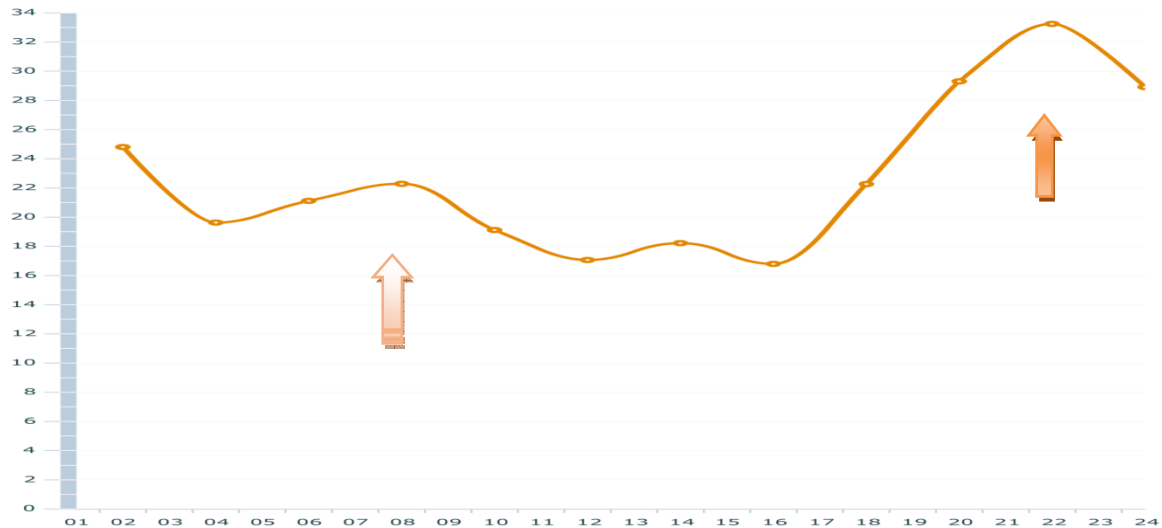
2.1. NO₂



8 di 34

L'NO₂ ha mostrato, nel corso delle giornate di monitoraggio, un andamento caratterizzato da due massimi orari, uno più modesto al mattino (fra le 07:00 e le 9:00), ed uno più accentuato nelle ore serali (a partire dalle 18:00), con un decremento nella parte centrale della giornata e notturne.

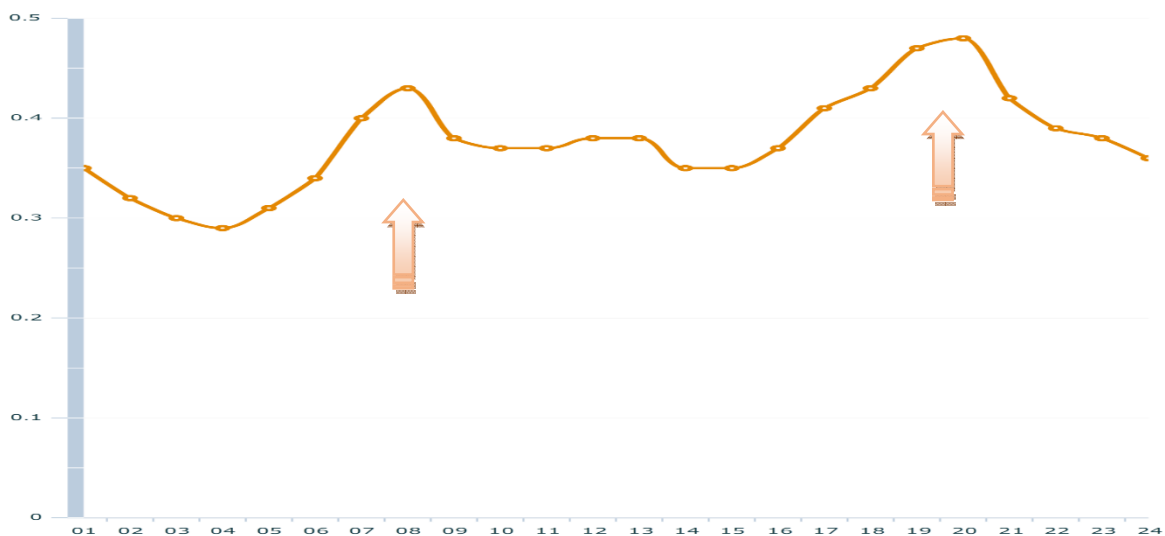
2.2. PM₁₀



Per il PM₁₀, rilevato con frequenza bioraria da un analizzatore con filtro a nastro, l'andamento è, similmente a NO₂, caratterizzato da due massimi, uno più ampio nelle ore notturne ed uno meno accentuato nelle prime ore del mattino.

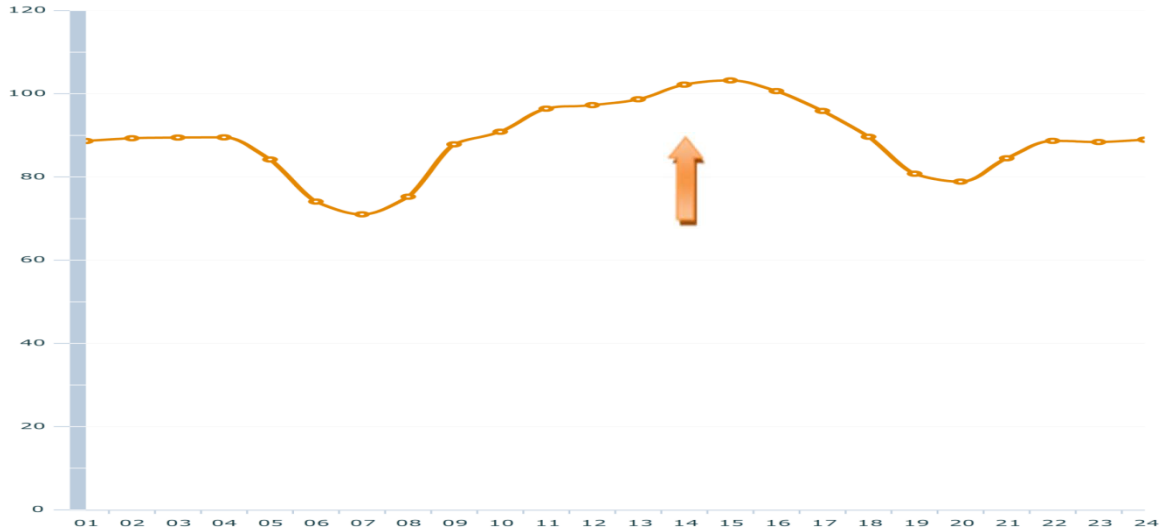
9 di 34

2.3. CO



Il CO ha mostrato un andamento simile a quello di PM₁₀ e NO₂, ma gli incrementi mattutini e notturni nel corso delle 24 ore sono meno pronunciati.

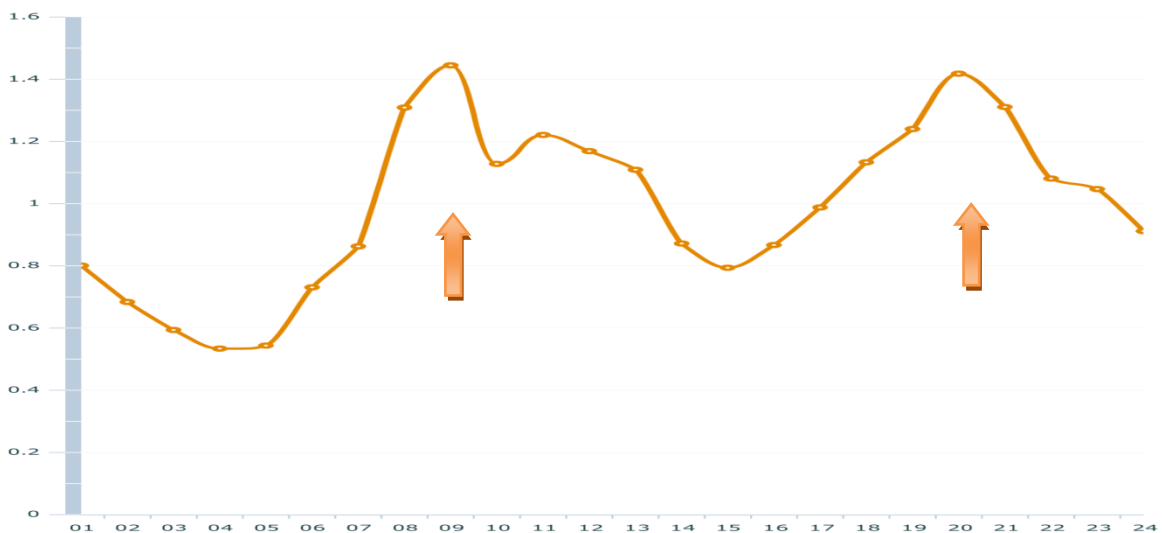
2.4. O₃



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.

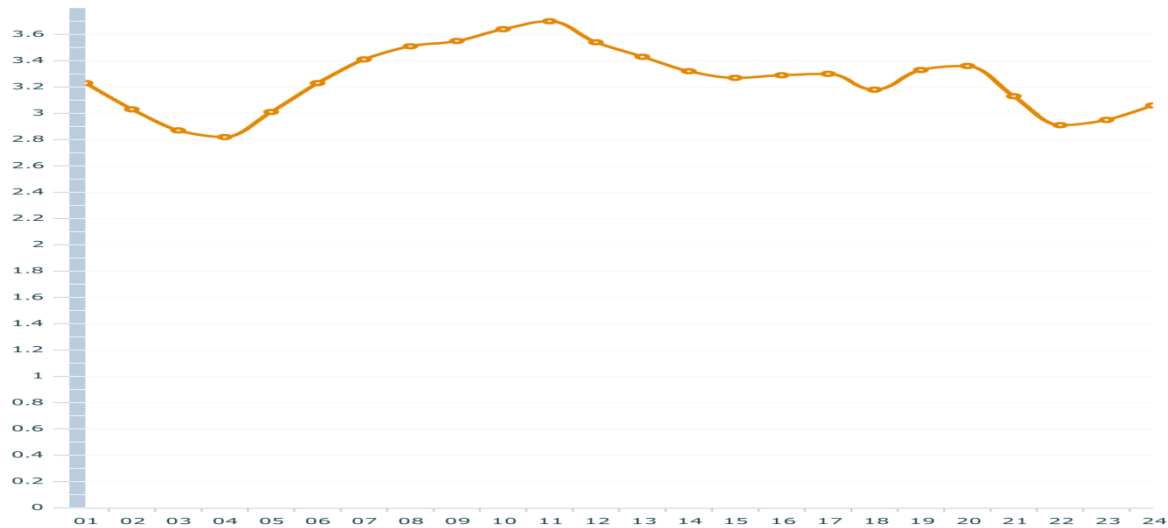
1 0 d i 3 4

2.5. Benzene



Il benzene ha mostrato un andamento paragonabile a quello del CO, NO₂ e PM₁₀ con due incrementi nel corso delle 24 ore, uno più modesto al mattino e uno più accentuato nelle ore notturne.

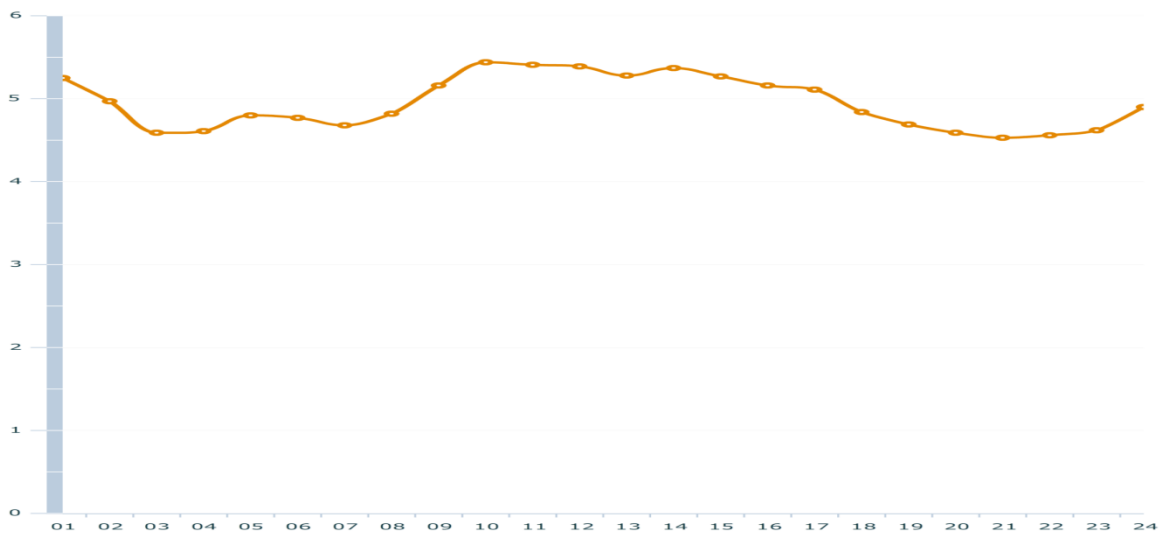
2.6. H₂S



Nel corso delle giornate di monitoraggio, l'analizzatore di H₂S ha registrato in media un andamento ampiamente al di sotto della soglia olfattiva, che non mostra incrementi significativi.

11 di 34

2.7. SO₂



L'SO₂ nel periodo di monitoraggio presenta un andamento medio costante, privo di significative variazioni nel corso della giornata ed ampiamente al di sotto dei limiti cogenti.

3. I livelli delle Polveri Sottili rilevate nel sito di monitoraggio di Ostuni e confronto con altri siti della provincia di Brindisi e Taranto.

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, nel periodo di monitoraggio sono stati registrati **2 superamenti del suddetto limite**.

1 2 d i 3 4

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 non ha coperto l'intero anno, bensì il periodo da metà marzo a fine aprile 2018, è possibile effettuare un confronto, seppur relativo, con tale media annuale; la media di tutti i dati di PM₁₀ acquisiti nell'intero periodo di monitoraggio è stata di 23 µg/m³ quindi inferiore al limite annuale.

Nel grafico che segue si riportano gli andamenti delle medie giornaliere del PM₁₀ e dei massimi giornalieri, a confronto con il valore limite che è da considerarsi sulla media giornaliera.

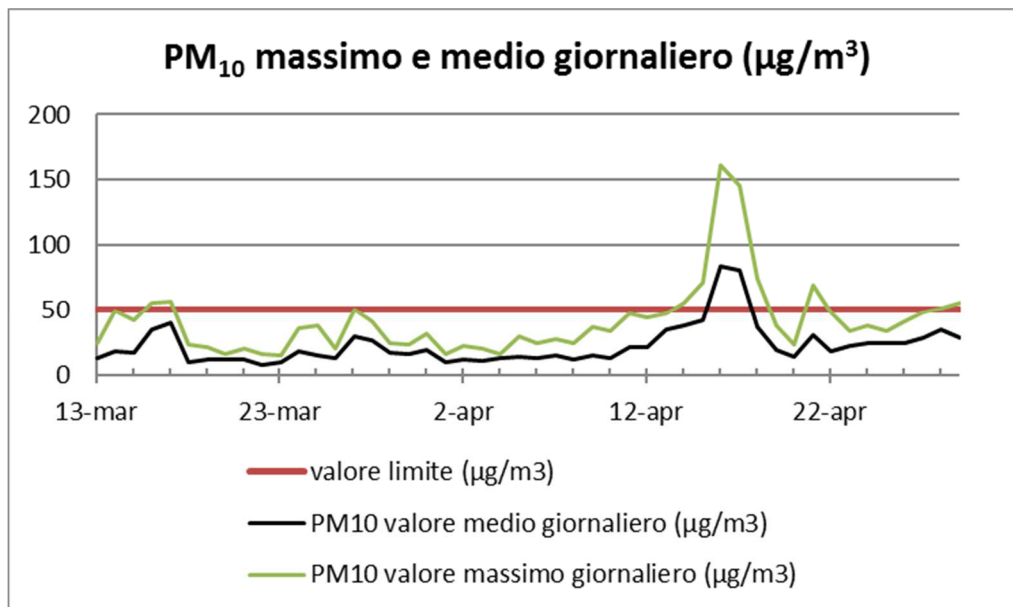
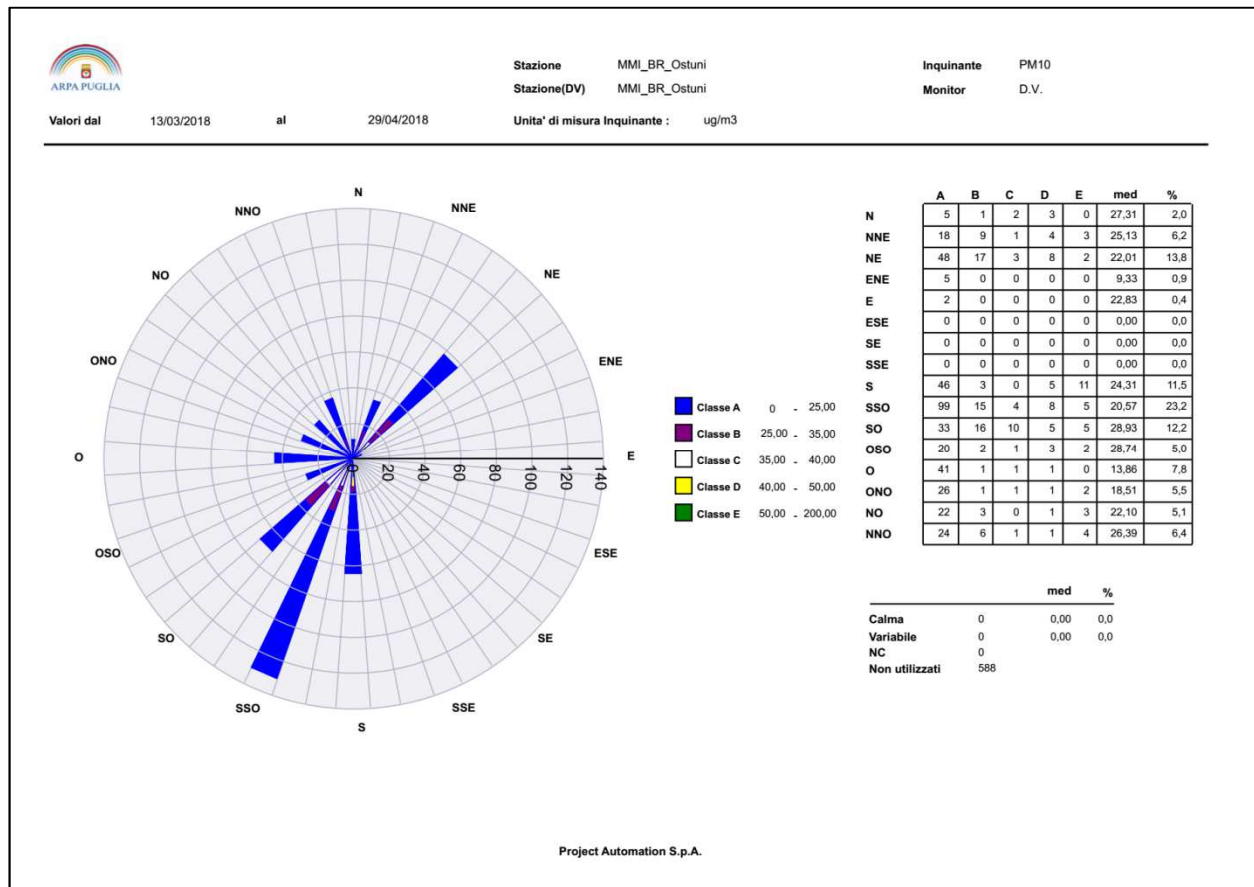


Figura 1. Andamento giornaliero e dei massimi orari del PM₁₀ misurato presso il sito oggetto della campagna. (N.B. il VL si applica sulle medie giornaliere)

Dal grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento¹ per il PM₁₀, si può osservare che i valori più elevati di tale inquinante sono stati misurati prevalentemente con venti provenienti da S, SO e SSO, sebbene si siano verificate occorrenze anche da altri quadranti. È opportuno a tal proposito tenere in considerazione che durante i giorni 16 e 17 aprile si sono verificate intrusioni sahariane le quali hanno contribuito all'innalzamento dei livelli di PM₁₀, in tutta la provincia di Brindisi con venti meridionali.

¹ La rosa dell'inquinamento è un'elaborazione ottenuta calcolando il valore medio delle concentrazioni di un dato inquinante in funzione della direzione del vento, ovvero controllando la direzione del vento in corrispondenza ad ogni dato orario e/o giornaliero di concentrazione e svolgendo quindi la media di tutti i dati di concentrazione relativi ad una stessa direzione. Il diagramma ottenuto può inoltre essere suddiviso in Classi (intervalli di concentrazioni) ciascuna associata ad un colore, che permette una visualizzazione più immediata delle occorrenze dei dati per ciascuna direzione del vento. In questo modo si identificano le direzioni di provenienza del vento che contribuiscono in modo più significativo al fenomeno di inquinamento rilevato presso la centralina di monitoraggio.



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

Tabella 1. Confronto fra medie giornaliere di PM_{10} dal 13/03/2018 al 29/04/2018 misurate a Ostuni ed in altri siti in provincia di Brindisi e Taranto.

MEDIE GIORNALIERE PM_{10} ($\mu g/m^3$)					
Data	MMI-Ostuni	Cisternino	Ceglie Messapica	Brindisi-via dei Mille	Martina Franca
13/03/18	12	7	20	14	10
14/03/18	18	15	26	17	27
15/03/18	17	18	23	21	17
16/03/18	35	27	47	30	23
17/03/18	40	38	58	49	35
18/03/18	10	12	18	17	8
19/03/18	11	12	18	18	12
20/03/18	11	11	22	13	9
21/03/18	12	11	19	12	*
22/03/2018	8	8	14	16	*
23/03/2018	9	8	17	9	11

MEDIE GIORNALIERE PM₁₀ (µg/m³)

Data	MMI-Ostuni	Cisternino	Ceglie Messapica	Brindisi-via dei Mille	Martina Franca
24/03/2018	18	18	32	13	25
25/03/2018	15	18	27	22	14
26/03/2018	13	13	20	12	16
27/03/2018	30	31	42	25	38
28/03/2018	26	34	31	22	32
29/03/2018	17	15	24	19	19
30/03/2018	16	16	27	19	14
31/03/2018	19	18	29	24	14
01/04/2018	10	10	18	14	10
02/04/2018	12	11	13	11	12
03/04/2018	10	12	20	15	13
04/04/2018	13	13	19	15	*
05/04/2018	14	18	17	13	*
06/04/2018	12	13	17	19	11
07/04/2018	15	13	18	18	19
08/04/2018	12	21	18	14	16
09/04/2018	15	16	21	*	16
10/04/2018	12	17	21	19	18
11/04/2018	21	25	27	27	27
12/04/2018	21	29	33	30	31
13/04/2018	35	49	47	34	64
14/04/2018	38	41	42	43	43
15/04/2018	42	42	47	28	54
16/04/2018	84	66	100	111	69
17/04/2018	80	75	95	142	71
18/04/2018	37	37	42	46	37
19/04/2018	19	19	21	22	24
20/04/2018	14	17	20	25	20
21/04/2018	31	26	29	28	29
22/04/2018	18	22	22	23	20
23/04/2018	22	27	23	23	31
24/04/2018	24	29	24	23	31
25/04/2018	24	23	25	24	22
26/04/2018	25	19	22	25	25
27/04/2018	28	25	27	28	37
28/04/2018	35	30	30	30	40
29/04/2018	28	29	31	26	33
MEDIA PERIODO	23	23	29	27	26
%Dati Disp.	100	100	100	98	92
n. superamenti	2	2	3	2	4

15 di 34

* Dato non disponibile

I dati rilevati a Ostuni hanno mostrato un andamento paragonabile a quelli delle altre centraline scelte per il confronto, tuttavia la media del periodo è inferiore rispetto alla media degli altri siti presi a confronto (con 23 µg/m³, al pari della centralina di Cisternino).

Le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ riportate in Figura 3 mostrano trend simili, e le concentrazioni del PM₁₀ nei 5 siti sono in accordo con i valori che si registrano tipicamente nella stagione invernale, in cui

frequentemente anche nei piccoli centri suburbani si rilevano superamenti del valore limite giornaliero per il PM₁₀.

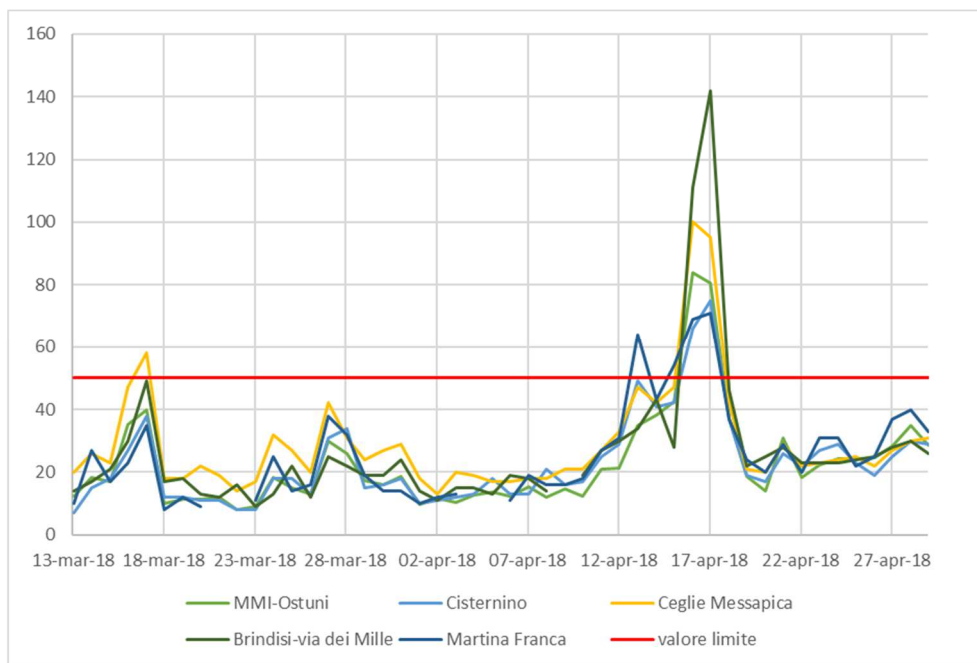


Figura 2. Andamenti giornalieri del PM₁₀ misurato in alcuni siti nelle province di Brindisi e Taranto dal 13/03/2018 al 29/04/2018.

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 PM_{10} rilevate presso i 5 siti. Periodo: 13/03/2018 - 29/04/2018.

coefficienti di correlazione	MMI-Ostuni	Cisternino	Ceglie Messapica	Brindisi-via dei Mille	Martina Franca
Martina Franca					1,00
Brindisi-via dei Mille				1,00	0,77
Ceglie Messapica			1,00	0,92	0,85
Cisternino		1,00	0,92	0,88	0,95
MMI-Ostuni	1,00	0,95	0,96	0,93	0,90

I dati in Tabella 2 consentono di individuare l'esistenza di buone correlazioni fra le concentrazioni misurate fra tutti i siti. Le correlazioni più accentuate rispetto ai dati del sito oggetto della presente indagine a Ostuni si osservano con quelli dei siti di monitoraggio posti a Cisternino e Ceglie Messapica.

Si richiama che le tipologie dell'area in cui sono posizionate le centraline sono "urbana traffico" nel caso di Brindisi-Via dei Mille, "suburbana" nel caso di Martina Franca e Ceglie, "rurale fondo" nel caso di Cisternino.

4. Andamento degli inquinanti gassosi

Per gli inquinanti normati Benzene, NO₂, CO, SO₂, non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge. Per l'O₃ non si sono avuti 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)

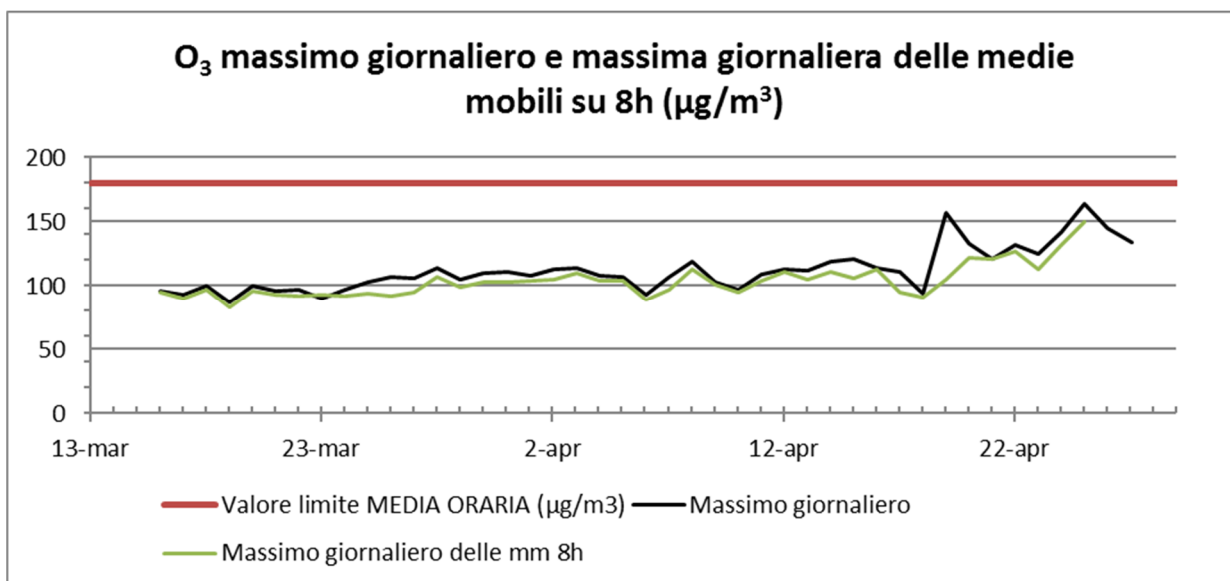
A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO₂ ed al PM₁₀, è uno gli inquinanti di maggiore rilevanza. Esso non ha sorgenti dirette ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni di tipo fotochimico che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto ed i composti organici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

18 di 34

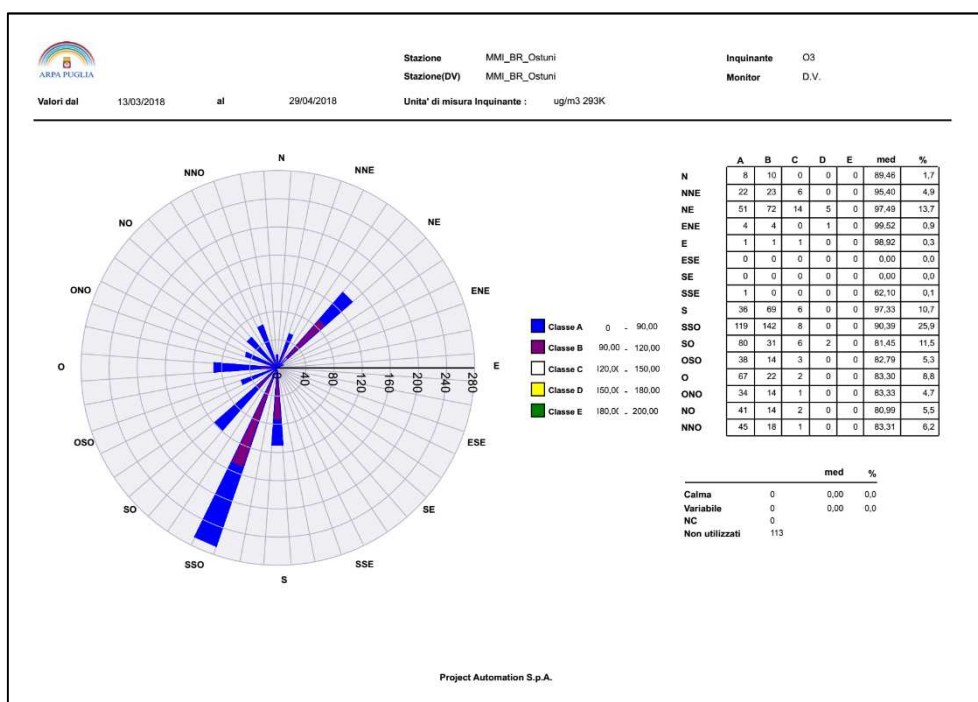
O ₃		
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	CONCENTRAZIONE LIMITE	LIMITI VIGENTI
D. Lgs. 155/2010	120 µg/m ³ massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore, da non superarsi più di 25 volte per anno civile, come media su tre anni	Valore obiettivo
	120 µg/m ³ , media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un 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

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 invernale, caratterizzato da modesto irraggiamento solare.

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



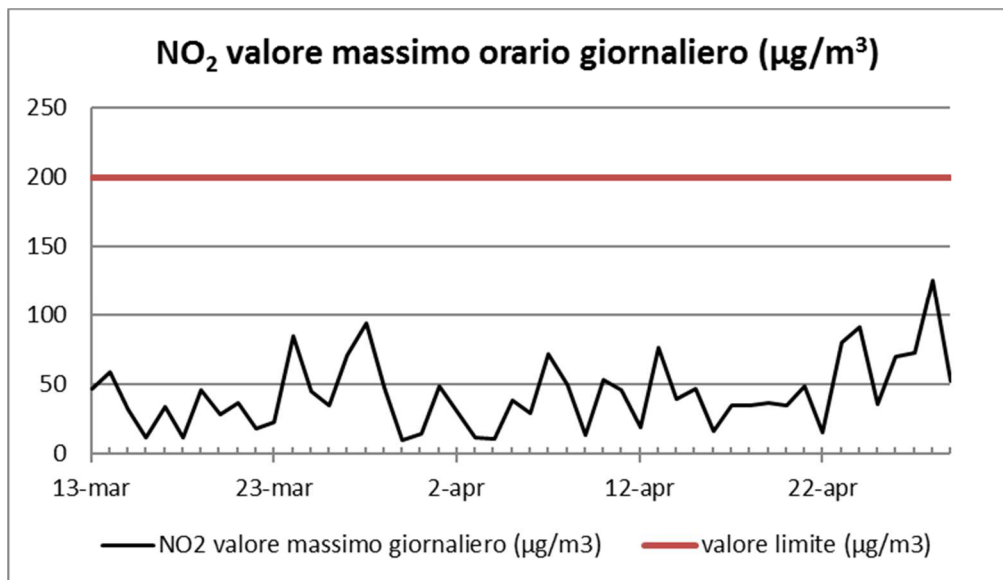
Dal grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento per l'ozono, si può osservare che tale inquinante proviene preferenzialmente da S-SO.



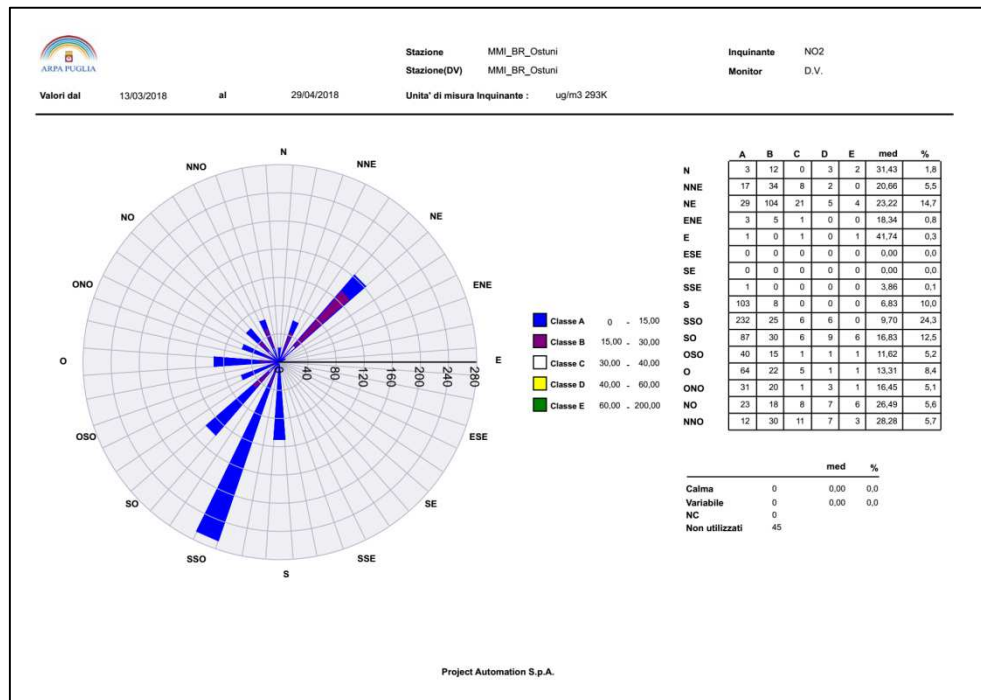
4.2. Grafico della concentrazione massima giornaliera della media oraria di NO₂ (µg/m³)

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 modesti.

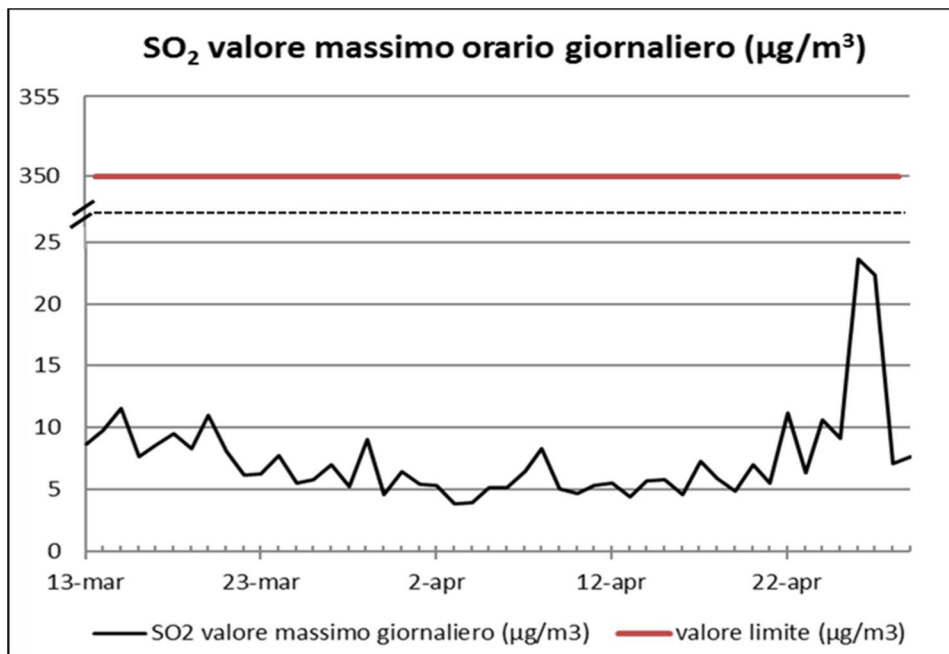


Il grafico relativo alla rosa dell'inquinamento per l'NO₂, sotto riportato, mostra una provenienza di questo inquinante preferenzialmente da NE.

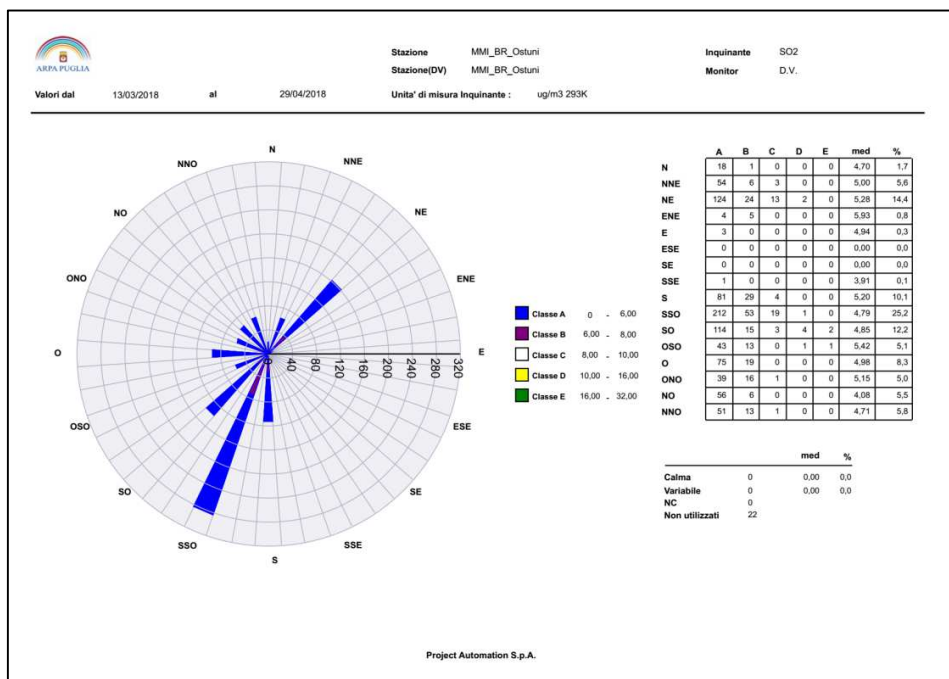


4.3. Grafico della concentrazione di SO₂ – Massimo orario (µg/m³)

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**.

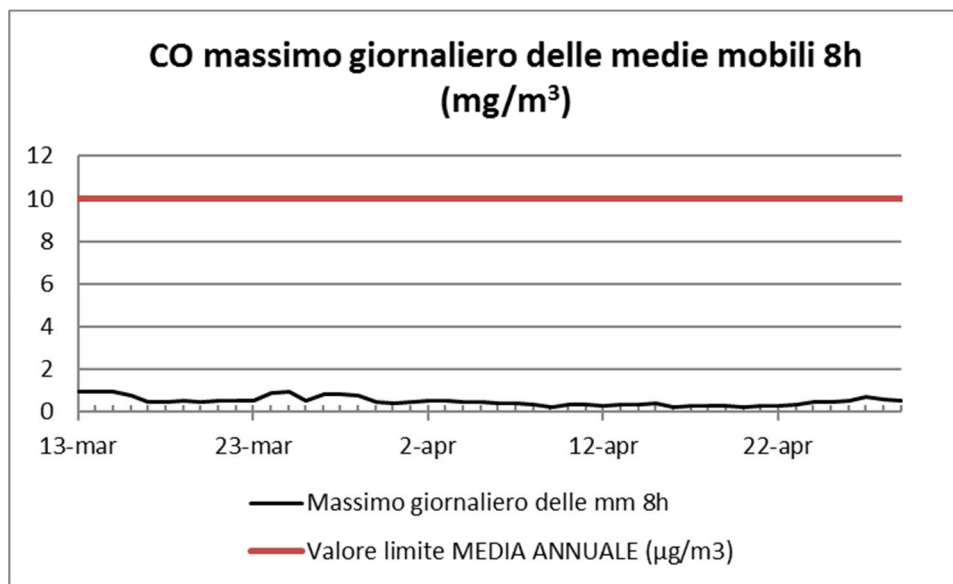


Non sono stati registrati superamenti dei limiti normativi e i livelli sono risultati generalmente molto bassi. Il grafico successivo, relativo alla rosa dell'inquinamento per SO₂, mostra una direzionalità per questo inquinante prevalente da SO rispetto al sito di monitoraggio, pur se con valori molto bassi.



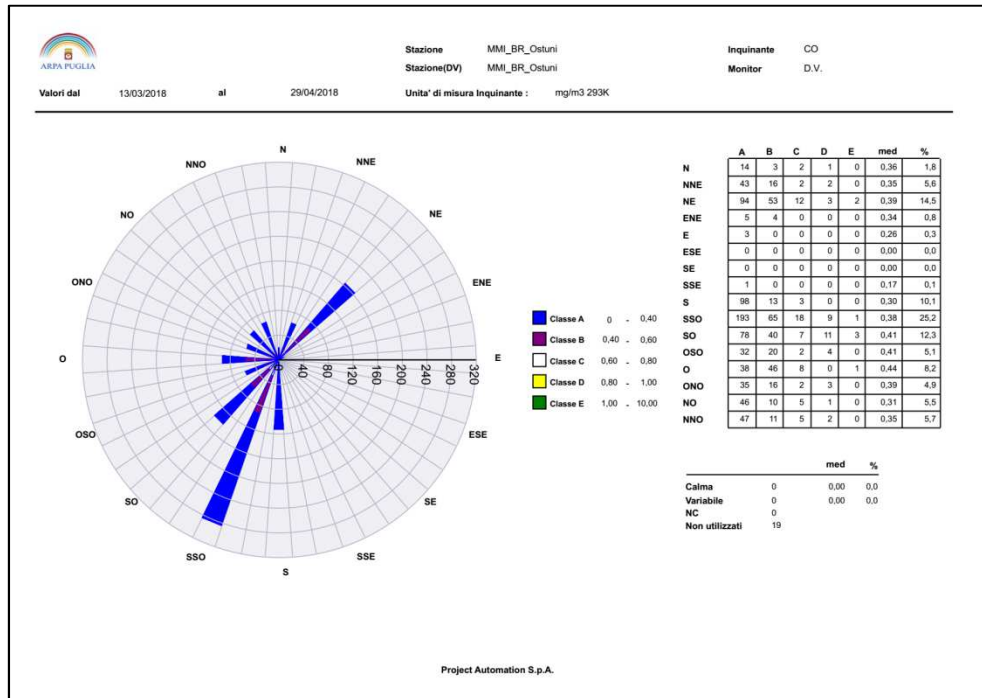
4.4. Grafico della concentrazione di CO - Media mobile sulle 8 ore (mg/m³)

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 mg/m³.



Non sono stati registrati superamenti dei limiti normativi e i livelli sono risultati generalmente molto bassi.

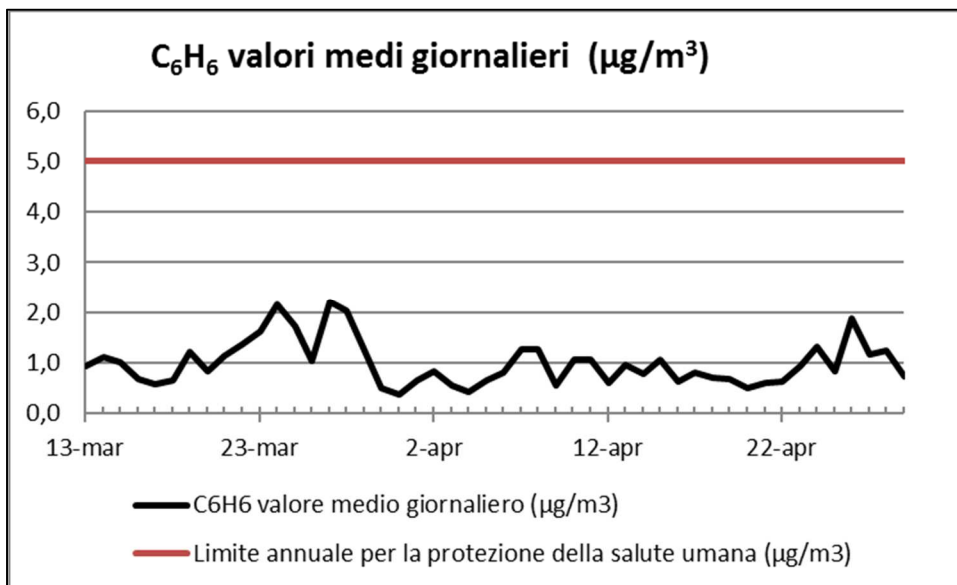
Il grafico seguente, relativo alla rosa dell'inquinamento per CO, mostra che tale inquinante ha una direzione di provenienza prevalente da SO/SSO.



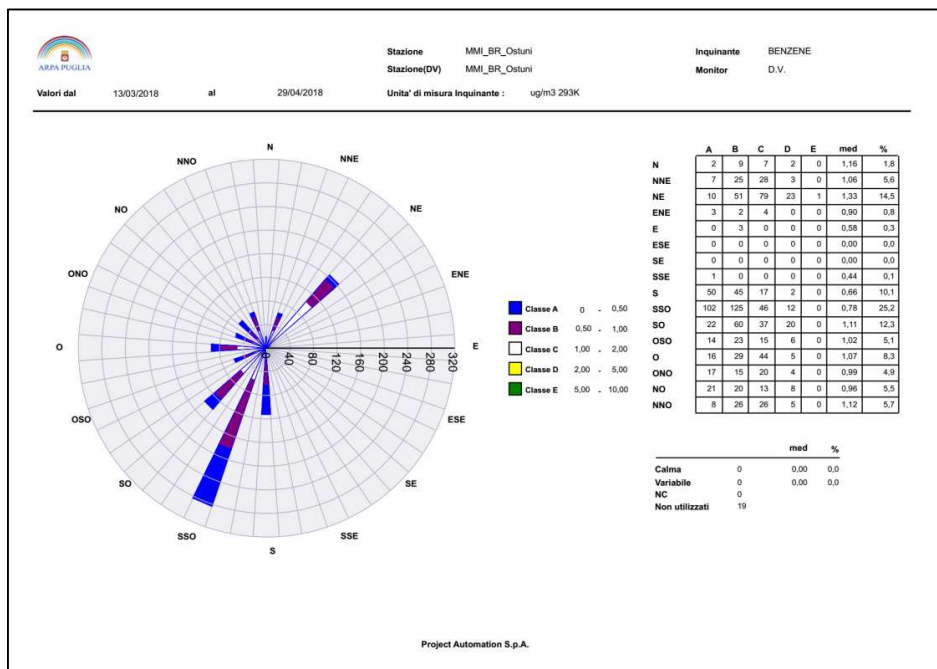
4.5. Grafico della concentrazione di benzene – Medie giornaliere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati. 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.



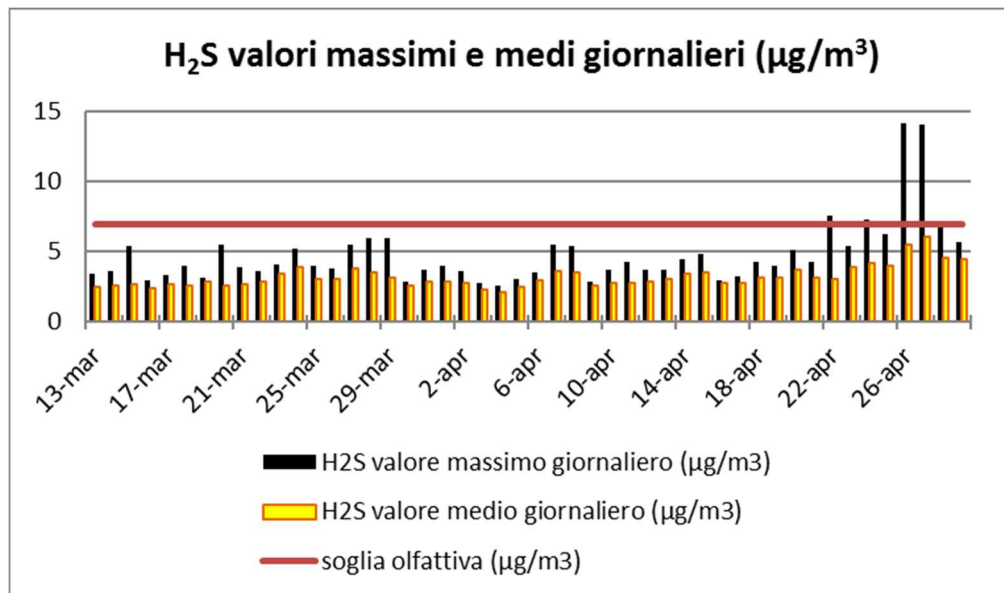
Il grafico successivo riporta la rosa dell'inquinamento per il benzene, mostra che tale inquinante ha una direzione di provenienza prevalente da NE e SSO.



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 sono state rilevate 11 medie orarie superiori a tale soglia olfattiva nei giorni 23, 25, 26 e 27 aprile, tutte nelle ore notturne o al primo mattino ed in condizioni di calma di vento o vento molto debole. Le concentrazioni superiori alla soglia e i relativi parametri meteo sono riportati in tabella 3.

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 sono state registrate medie giornaliere superiori a tale soglia olfattiva.



Nel grafico seguente è riportata la rosa dell'inquinamento per l'acido solfidrico, da cui si evince una direzionalità prevalente da NE e SO per tale inquinante.

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

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	13/3/18	80,5	85,7	47	0,9	8,7	0,9	3,4	
2° giorno	14/3/18	N.D.	N.D.	58	1,0	9,8	1,1	3,6	
3° giorno	15/3/18	N.D.	N.D.	32	1,0	11,5	1,0	5,4	
4° giorno	16/3/18	94,5	96,2	12	0,7	7,7	0,7	3,0	
5° giorno	17/3/18	89,4	93,3	34	0,4	8,6	0,6	3,4	
6° giorno	18/3/18	96,7	100,0	11	0,4	9,5	0,7	4,0	
7° giorno	19/3/18	82,6	87,1	46	0,5	8,3	1,2	3,2	
8° giorno	20/3/18	96,0	99,4	28	0,5	11,0	0,8	5,5	
9° giorno	21/3/18	92,5	95,8	37	0,5	8,1	1,1	3,9	
10° giorno	22/3/18	91,9	96,7	18	0,5	6,2	1,4	3,6	
11° giorno	23/3/18	92,4	90,0	23	0,5	6,3	1,6	4,1	
12° giorno	24/3/18	92,3	96,8	84	0,9	7,7	2,2	5,2	
13° giorno	25/3/18	93,5	103,1	45	0,9	5,6	1,7	4,0	
14° giorno	26/3/18	92,1	106,5	35	0,5	5,8	1,0	3,8	
15° giorno	27/3/18	94,8	105,8	71	0,8	7,0	2,2	5,5	
16° giorno	28/3/18	106,7	114,3	94	0,8	5,2	2,0	6,0	
17° giorno	29/3/18	99,0	104,8	48	0,7	9,0	1,2	6,0	
18° giorno	30/3/18	103,0	110,3	10	0,4	4,6	0,5	2,9	
19° giorno	31/3/18	102,8	110,4	15	0,4	6,4	0,4	3,8	
20° giorno	1/4/18	103,5	108,0	48	0,5	5,4	0,6	4,0	
21° giorno	2/4/18	104,4	113,3	30	0,5	5,4	0,8	3,6	
22° giorno	3/4/18	109,9	114,0	11	0,5	3,8	0,6	2,8	
23° giorno	4/4/18	104,4	107,5	10	0,4	3,9	0,4	2,6	
24° giorno	5/4/18	104,3	107,1	38	0,4	5,1	0,7	3,1	
25° giorno	6/4/18	88,6	93,0	29	0,4	5,1	0,8	3,6	
26° giorno	7/4/18	96,8	106,7	72	0,4	6,4	1,3	5,5	
27° giorno	8/4/18	112,5	118,9	49	0,4	8,3	1,3	5,4	
28° giorno	9/4/18	100,9	102,7	13	0,2	5,1	0,5	2,9	
29° giorno	10/4/18	95,1	97,0	54	0,3	4,7	1,1	3,7	
30° giorno	11/4/18	104,0	109,3	46	0,3	5,3	1,1	4,3	
31° giorno	12/4/18	111,1	113,1	19	0,3	5,5	0,6	3,7	
32° giorno	13/4/18	104,5	112,3	77	0,3	4,4	1,0	3,7	
33° giorno	14/4/18	111,3	118,7	39	0,3	5,7	0,8	4,5	
34° giorno	15/4/18	106,2	121,1	47	0,4	5,8	1,1	4,8	
35° giorno	16/4/18	113,0	114,3	16	0,2	4,6	0,6	2,9	

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	17/4/18	95,2	110,6	35	0,3	7,3	0,8	3,2	
37° giorno	18/4/18	90,7	93,4	34	0,3	5,8	0,7	4,3	
38° giorno	19/4/18	105,4	156,6	36	0,3	4,9	0,7	4,0	
39° giorno	20/4/18	121,8	133,1	35	0,2	7,0	0,5	5,1	
40° giorno	21/4/18	120,6	121,2	49	0,3	5,5	0,6	4,3	
41° giorno	22/4/18	127,2	131,7	16	0,3	11,1	0,6	7,5	
42° giorno	23/4/18	113,0	124,4	80	0,3	6,4	0,9	5,4	
43° giorno	24/4/18	131,7	141,9	91	0,4	10,7	1,3	7,3	
44° giorno	25/4/18	149,7	164,1	36	0,4	9,1	0,8	6,3	
45° giorno	26/4/18	N.D.	144,7	70	0,5	23,6	1,9	14,1	
46° giorno	27/4/18	118,1	133,6	72	0,7	22,4	1,2	14,0	
47° giorno	28/4/18	N.D.	N.D.	125	0,6	7,1	1,2	7,1	
48° giorno	29/4/18	N.D.	N.D.	52	0,5	7,6	0,7	5,7	

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	0,06	0,06	-0,11	-0,14	-0,15	0,03
NO ₂		1,00	0,51	0,43	0,09	-0,40	0,53
benzene			1,00	0,53	0,12	-0,33	0,29
CO				1,00	0,36	-0,45	0,25
SO ₂					1,00	-0,03	0,52
O ₃						1,00	0,03
H ₂ S							1,00

Si rilevano discrete correlazioni del CO con benzene e l'NO₂. Questi dati non portano ad escludere che anche fra questi inquinanti vi sia almeno un tipo di sorgente emissiva in comune, verosimilmente traffico veicolare. Si osservano, inoltre, correlazioni moderate anche di H₂S con NO₂ ed SO₂ mentre sono molto più deboli le correlazioni di tale inquinante con tutti gli altri inquinanti (C<0,30). Il parametro PM₁₀, infine, correla debolmente con tutti gli inquinanti (C<0,30).

3 0 d i 3 4

Relativamente agli altri inquinanti non vi sono buone correlazioni (C <0,30) o vi sono addirittura correlazioni negative.

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 **Ostuni** (BR) 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 13/03/2018 è stato dato avvio effettivo alla campagna che si è protratta sino al 29/04/2018.

Si è osservato quanto richiamato di seguito.

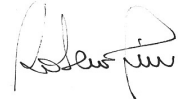
- Per il PM_{10} , sono stati registrati 2 superamenti del valore limite medio giornaliero di $50 \mu g/m^3$ (che non deve essere superato per più di 35 volte in un anno), previsto dalla norma di riferimento D.Lgs. 155/10. È opportuno a tal proposito tenere in considerazione che durante i giorni 16 e 17 aprile si sono verificate intrusioni sahariane che hanno contribuito all'innalzamento dei livelli di PM_{10} , in tutta la regione con venti meridionali. I livelli giornalieri di PM_{10} rilevati nel periodo di monitoraggio, rispetto a quelli di altre centraline fisse della rete regionale presenti nel territorio della provincia di Brindisi e Taranto (Tabella 1), sono risultati fra loro confrontabili. 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, 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, pari a $23 \mu g/m^3$ è risultata inferiore al limite annuale. Le concentrazioni giornaliere di PM_{10} hanno mostrato trend simili rispetto a quelli misurati in altre 5 centraline prese per confronto e le concentrazioni sono risultate in accordo con i valori che si registrano tipicamente nelle stagioni invernale e primaverile.
- Relativamente agli altri inquinanti gassosi misurati, nel corso della campagna, ARPA non ha registrato particolari criticità da evidenziare, e tutti i parametri normati rispettano i limiti previsti dalla normativa di riferimento D.Lgs. 155/2010.
- Nel sito di monitoraggio individuato a Ostuni sono emersi andamenti discretamente correlabili fra gli inquinanti benzene, CO ed NO_2 per i quali è risultata evidente una direzione preferenziale di provenienza rispetto al sito di monitoraggio (NE/SSO). Ciò suggerisce per questi l'esistenza di almeno una sorgente emissiva comune. Altre correlazioni non trascurabili si sono osservate fra SO_2 , H_2S ed NO_2 , i quali hanno mostrato generalmente la stessa direzionalità dei primi. Per il PM_{10} e O_3 non si sono osservate buone correlazioni con gli altri inquinanti. Tali dati suggeriscono che le fonti emissive possano essere diverse e verosimilmente legata alle diverse attività che si svolgono in prossimità del sito stesso, che include il centro abitato (traffico veicolare, riscaldamento domestico), attività produttive, ed anche in taluni casi a fenomeni di inquinamento diffuso sulla regione. I livelli delle concentrazioni misurate, comunque, rispettano tutti i limiti previsti.
- 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.

- Si fa presente, tuttavia, che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D.Lgs. 155/2010), recepimento di analoga normativa europea, sia per quanto riguarda il limite giornaliero del PM10 (pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che può essere superato per non più di 35 volte nel corso di un anno solare) che per gli altri inquinanti normati, non fornisce alcuna garanzia di assenza di effetti sulla salute.

Brindisi, 15 giugno 2018

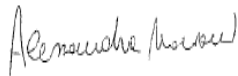
Il Direttore del CRA

Dott. Roberto GIUA



P.O. Qualità dell'aria BR-LE-TA

Dott.ssa Alessandra NOCIONI



Elaborazione dati a cura di:

Dott. Daniele CORNACCHIA

Validazione dati a cura di:

P.ch. Pietro CAPRIOLI,

Dott. Aldo PINTO,

Dott. Daniele CORNACCHIA

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	93
NO ₂	97
SO ₂	99
CO	100
H ₂ S	99
C ₆ H ₆	100
PM ₁₀	99

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);
- PM_{10/2,5}: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 2 o 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).

3 4 d i 3 4

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 e PM_{2,5}: 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 Ostuni da parte di ARPA Puglia che ne detiene la proprietà. I due Enti potranno utilizzarli per i rispettivi fini istituzionali.