



# PRIMA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON LABORATORIO MOBILE

---

**Gioia del Colle**  
**20.12.2018 – 20.06.2019**

## **ARPA Puglia**

**Centro Regionale Aria**

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

Rev.	Elaborazione dati	Redazione	Verifica	Data
0	Dott.ssa Livia Trizio Dott.ssa Fiorella Mazzone Dr. Paolo Dambruoso	D.ssa Livia Trizio	Dr. Lorenzo Angiuli	Luglio 2019

## INDICE

1. Contenuto del Report	pag. 3
1.1 Scopo del monitoraggio	pag. 3
1.2 Sito di monitoraggio	pag. 4
1.3 Inquinanti monitorati	pag. 4
1.4 Parametri meteorologici rilevati	pag. 4
1.5 Riferimenti normativi	pag. 5
2. PM <sub>10</sub>	pag. 5
3. NO <sub>2</sub>	pag. 6
4. Ozono	pag. 8
5. Benzene	pag. 9
6. SO <sub>2</sub>	pag. 12
7. CO	pag. 12
8. Conclusioni	pag. 13
<b>Allegato 1</b> Efficienza di campionamento	pag. 15
<b>Allegato 2</b> Informazione sulla strumentazione e sulle metodologie	pag. 16

## 1. Contenuto del Report

### Richiedente

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata effettuata da ARPA Puglia nell'ambito della Convenzione tra ARPA Puglia e Comune di Gioia del Colle sottoscritta in data 10/04/2018 (Delibera 208/2018) al fine di garantire una sufficiente rappresentazione dei livelli di inquinamento della qualità dell'aria tale da permettere eventuali pianificazioni di interventi di prevenzione primaria. La Convenzione prevede due campagne di monitoraggio della durata di almeno 60 giorni l'una. La prima campagna ha avuto una durata di 6 mesi.

### Sito di monitoraggio

Il monitoraggio è stato svolto nel Comune di Gioia del Colle, all'interno della scuola Carano in Via Federico II di Svevia.

### Periodo di monitoraggio

18/12/2018– 20/06/2019

### Cronologia della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio è stata condotta con il laboratorio mobile ARPA installato su veicolo FIAT DUCATO targato CK711RT. Prima dell'avvio della campagna sono state effettuate le operazioni di calibrazione degli strumenti da parte dei tecnici di Project Automation S.p.A..

### Gruppo di lavoro

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

3

### 1.1 Scopo del monitoraggio

La campagna di monitoraggio aveva lo scopo di approfondire lo stato delle conoscenze del livello della qualità dell'aria nel territorio di Gioia del Colle, anche al fine di verificare l'impatto delle sorgenti emissive ivi presenti.

## 1.2 Sito di monitoraggio

Di seguito è mostrato il sito di monitoraggio.

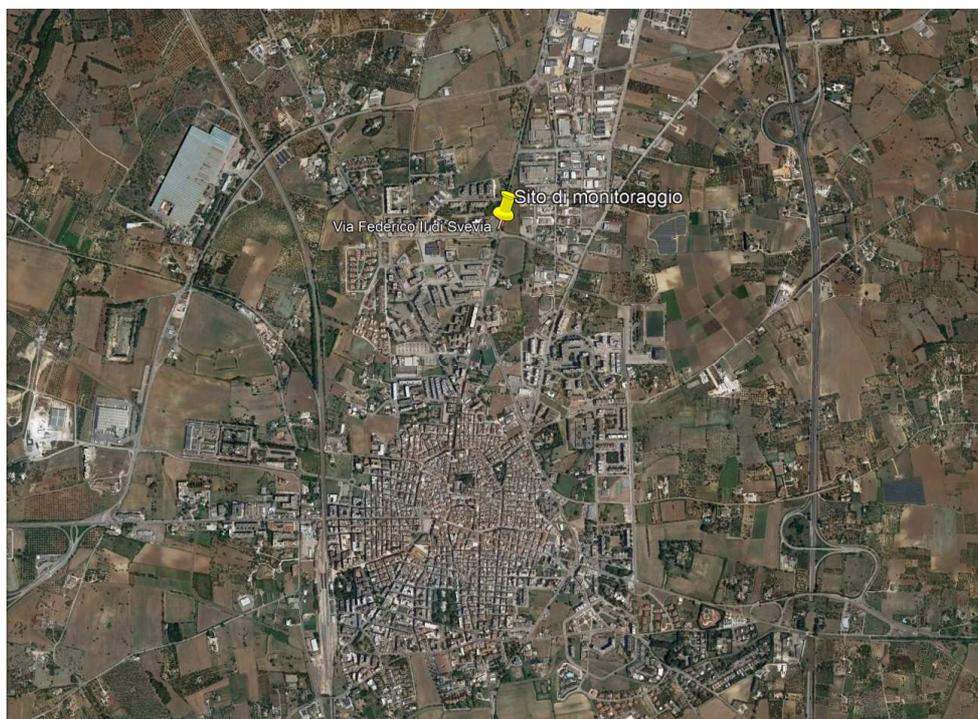


Figura 1. Sito di monitoraggio

## 1.3 Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile utilizzato nella campagna di monitoraggio è dotato di analizzatori automatici per il campionamento e la misura in continuo degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia, ovvero: particolato (PM<sub>10</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).

## 1.4 parametri meteorologici rilevati

Il laboratorio mobile permette altresì la misurazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura (°C), Direzione Vento Prevalente (DVP), Velocità Vento prevalente (VV, m/s), Umidità relativa (%), Pressione atmosferica (mbar), Radiazione solare globale (W/m<sup>2</sup>), Pioggia (mm).

## 1.5 Riferimenti normativi

Si fa riferimento al D. Lgs. 155/2010 per i valori limite di NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, benzene, Ozono e biossido di zolfo. Tale decreto stabilisce sia valori limite annuali per la protezione della salute

umana e degli ecosistemi, sia valori limite giornalieri o orari. Questi ultimi limiti, detti *short – term*, sono volti a contenere episodi acuti di inquinamento: a essi è infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno, sia un margine di tolleranza che decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

## 2. PM10

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. Nelle aree di tipo urbano il materiale particolato può invece avere origine dall'usura dell'asfalto o dei pneumatici e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli. In particolare, un considerevole contributo all'inquinamento da polveri sospese è dovuto proprio al traffico autoveicolare: le particelle emesse in atmosfera costituiscono un veicolo di trasporto e di diffusione di altre sostanze nocive. Con il termine PM10 viene definita la frazione totale di particelle aventi diametro aerodinamico inferiore a 10  $\mu\text{m}$ . La determinazione della concentrazione di PM10 durante la campagna di monitoraggio è stata realizzata mediante un campionatore biorario MP101M. Il principio su cui esso si basa è rappresentato dall'attenuazione delle radiazioni di tipo  $\beta$  generate da una sorgente radioattiva  $^{14}\text{C}$  interna allo strumento.

5

Il grafico seguente riporta le concentrazioni medie giornaliere registrate nel sito in esame durante la campagna di monitoraggio. Si è registrato un solo superamento del limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , il 16 giugno. La concentrazione media dei dati validi di PM10 durante il periodo di monitoraggio è stata pari a 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ampiamente inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

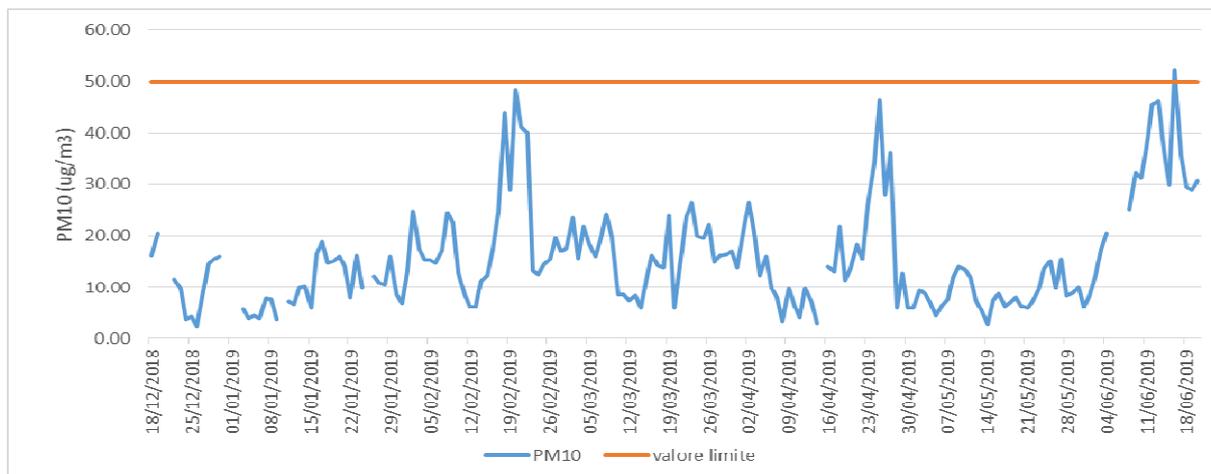


Figura 2. PM10: media giornaliera

### 3. NO<sub>2</sub>

Tutti gli ossidi di azoto, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O etc. sono generati in tutti i processi di combustione. Tra tutti, il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), 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". In ambito urbano, un contributo rilevante all'inquinamento da NO<sub>2</sub> è dovuto alle emissioni dagli autoveicoli. L'entità di queste emissioni può variare in base sia alle caratteristiche ed allo stato del motore del veicolo, sia in base alla modalità di utilizzo dello stesso. In generale, l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri e cioè in arterie urbane a scorrimento veloce.

Il D. Lgs. 155/10 fissa un limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte nell'anno solare e un limite sulla media annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Nel grafico seguente sono riportati i valori delle medie giornaliere registrati durante la campagna di monitoraggio. La concentrazione media dei dati validi di NO<sub>2</sub> durante il periodo di monitoraggio è stata di 15 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al limite (da calcolare su base annuale) di 40 µg/m<sup>3</sup>.

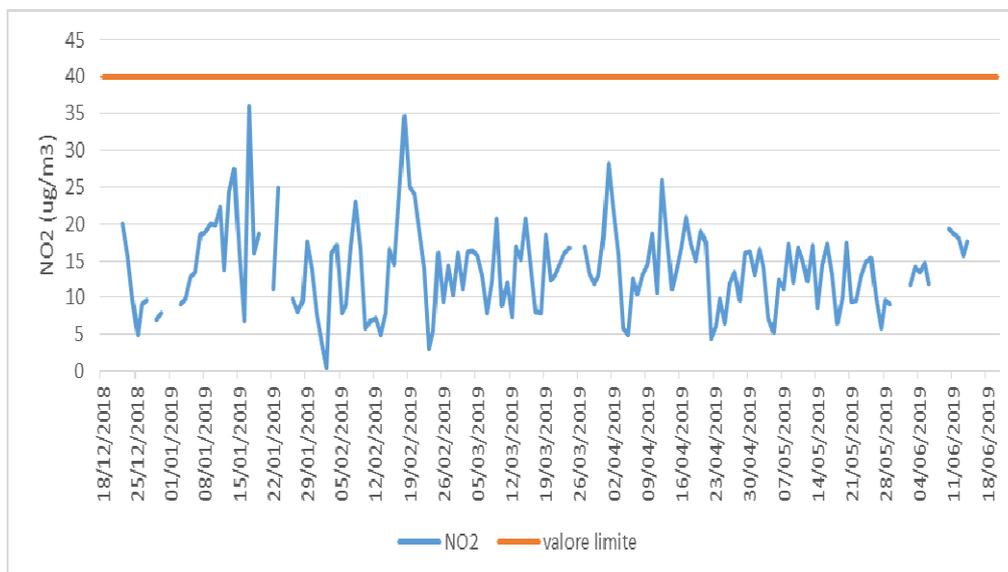


Figura 3a. NO<sub>2</sub>: media giornaliera

Nel grafico di seguito sono riportati i valori del massimo orario giornaliero registrati durante la campagna di monitoraggio. Come si osserva, non si è verificato nessun superamento del valore limite orario di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

7

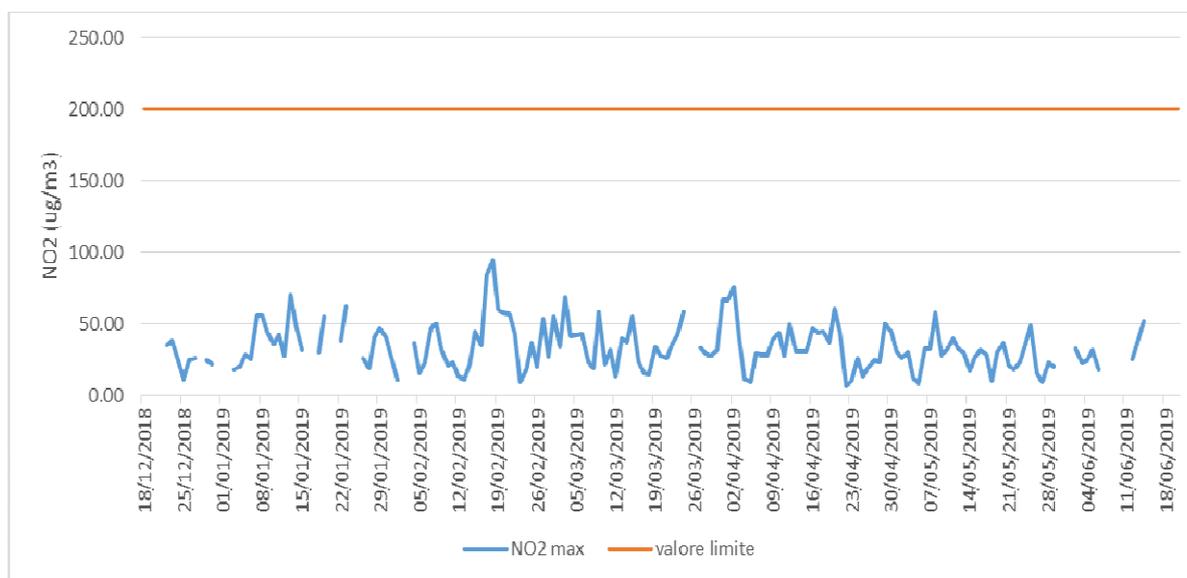


Figura 3b. NO<sub>2</sub>: massimo giornaliero della media oraria

Di seguito è mostrato il giorno tipo per l'NO<sub>2</sub>. Dal grafico si evince come le concentrazioni maggiori vengono rilevate nelle ore di punta di traffico veicolare, ovvero tra le 7 e le 8 della mattina e tra le 19 e le 20 della sera.

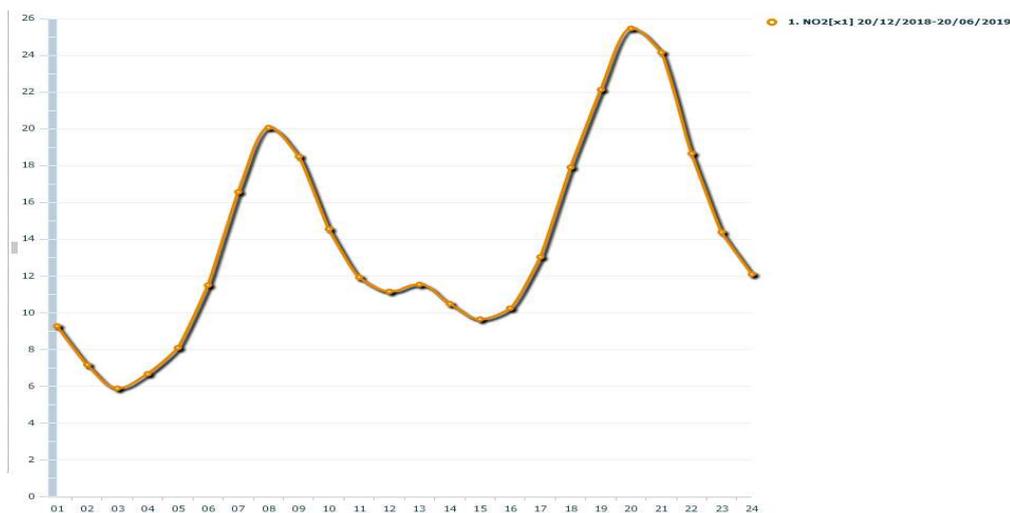


Figura 3c. NO<sub>2</sub>: giorno tipo

#### 4. Ozono

A causa di possibili impatti sulla salute umana, l'ozono, assieme all'NO<sub>2</sub> ed al PM<sub>10</sub>, 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.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di ozono<sup>1</sup>. Il valore bersaglio per la protezione della salute umana è pari a 120 µg/m<sup>3</sup>. Nel seguente grafico sono riportati i massimi della media mobile su 8 ore rilevati durante tutto il periodo della campagna di monitoraggio. Non sono stati registrati superamenti del valore

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

bersaglio. Si osserva l'incremento delle concentrazioni con il procedere dalla stagione invernale a quella estiva. Questo dato è coerente con il processo di formazione dell'inquinante in questione.

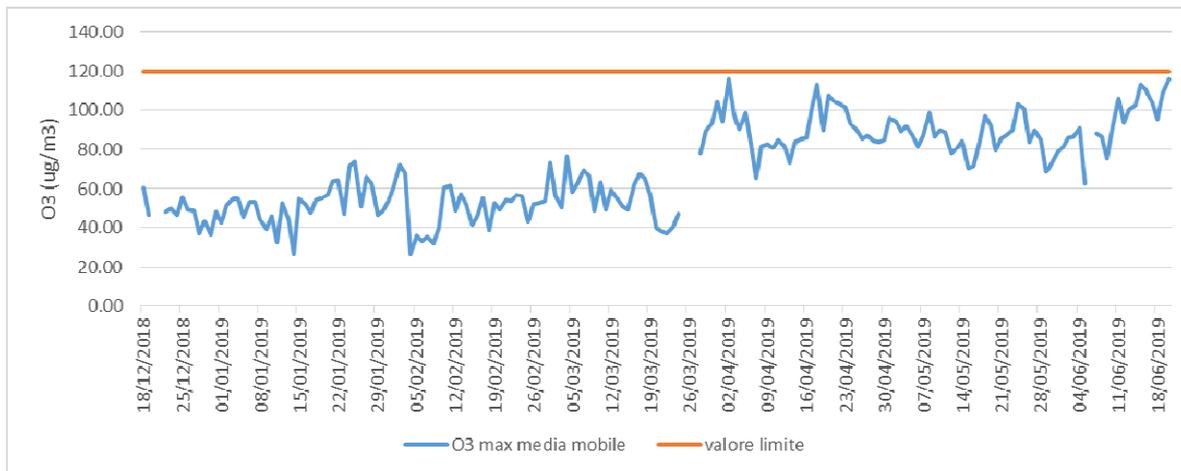


Figura 4. O<sub>3</sub>: valore massimo della media sulle 8 ore

## 5. Benzene

Il benzene presente in atmosfera è originato dall'attività umana ed in particolare dall'uso di petrolio, oli minerali e loro derivati. In area urbana, la principale sorgente di benzene è rappresentata dalle emissioni dovute a traffico autoveicolare. Esso, infatti, è presente nelle benzine e, come tale, viene prodotto durante la combustione. La normativa italiana in vigore attualmente prevede che il tenore massimo sia pari all' 1%. Negli ultimi anni, con l'avvenuta formulazione di benzine aventi basso contenuto in benzene, si è osservato un graduale decremento del contributo della concentrazione di tale inquinante in atmosfera. Secondo la normativa vigente, il valore limite per la protezione della salute umana è fissato a 5 µg/m<sup>3</sup> su un periodo di mediazione di un anno civile.

Nel seguente grafico è riportato il valore della concentrazione media giornaliera registrata durante il periodo di monitoraggio. Il valore medio di concentrazione nel periodo della campagna di monitoraggio è stato pari a 0,5 µg/m<sup>3</sup>.

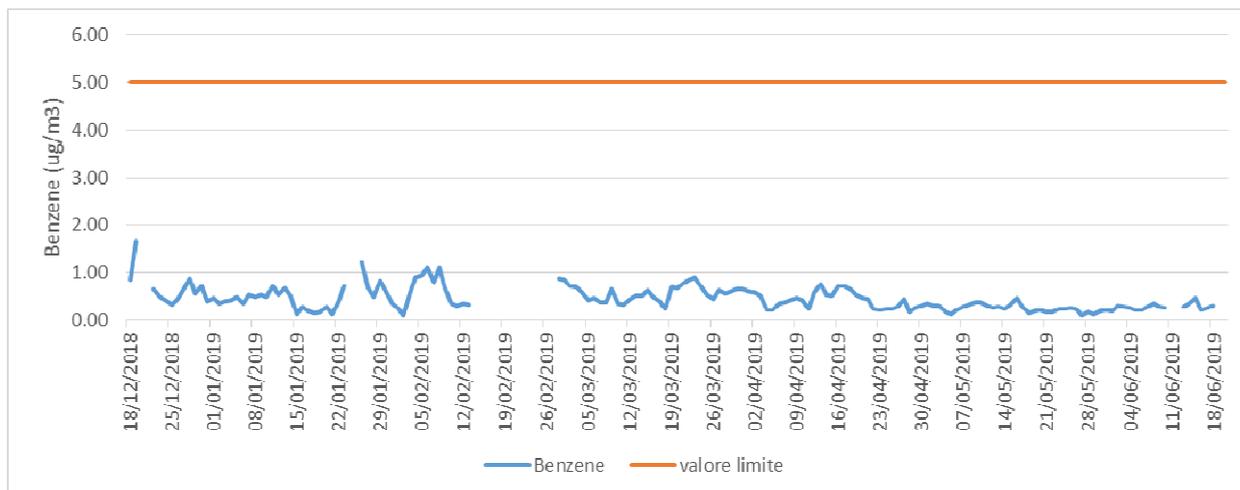


Figura 5a. Benzene: media giornaliera

Di seguito è mostrato il giorno tipo per il benzene. Dal grafico si evince come le concentrazioni maggiori, così come accade per l'NO<sub>2</sub>, vengono rilevate nelle ore di punta di traffico veicolare, ovvero tra le 7 e le 8 della mattina e tra le 19 e le 20 della sera, individuando così nel traffico veicolare la sorgente principale di questo inquinante.

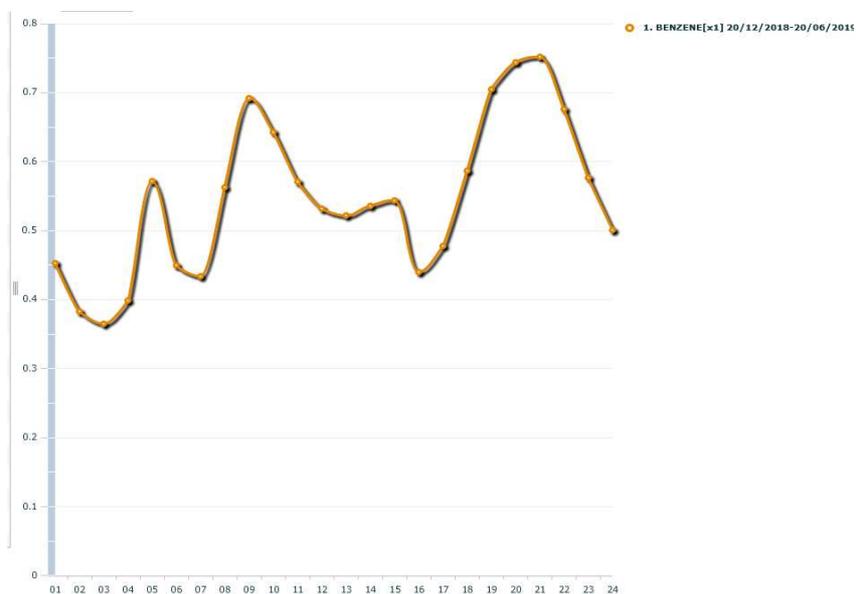


Figura 5b. Benzene: giorno tipo

Il laboratorio mobile, oltre al benzene, rileva anche il toluene. A livello industriale è una sostanza ampiamente utilizzata per la sintesi di altri composti chimici ed è inoltre un importante solvente per vernici, adesivi, collanti e inchiostri in cui ha sostituito il benzene per la minore pericolosità. Secondo studi presenti in letteratura, il rapporto Toluene/Benzene (T/B) rappresenta un utile strumento diagnostico per il riconoscimento delle sorgenti emissive. In particolare, valori di T/B compresi tra 1.5 e 4.3 vengono considerati indicativi di emissioni da traffico veicolare, mentre valori superiori a 4.3 e inferiori a 1.5 possono indicare, rispettivamente, la presenza di sorgenti diverse di Toluene e di Benzene<sup>2</sup>. Nella figura 5c è mostrato il rapporto tra toluene e benzene durante tutto il periodo di campionamento. Nella maggior parte della campagna di monitoraggio, tale rapporto si è mantenuto tra 1.5 e 4.3, indicando una sorgente prevalente di traffico veicolare. Tuttavia durante il periodo di campionamento in molte ore il rapporto T/B ha evidenziato valori maggiori di 4.5, indicando una diversa sorgente di toluene. Tale situazione andrà ulteriormente indagata nella seconda campagna di monitoraggio, avviata il 4 luglio 2019 nel sito del teatro Rossini, al fine di comprendere se si tratti di una sorgente che interessa l'intero territorio comunale o che è circoscritta al sito oggetto del presente report.

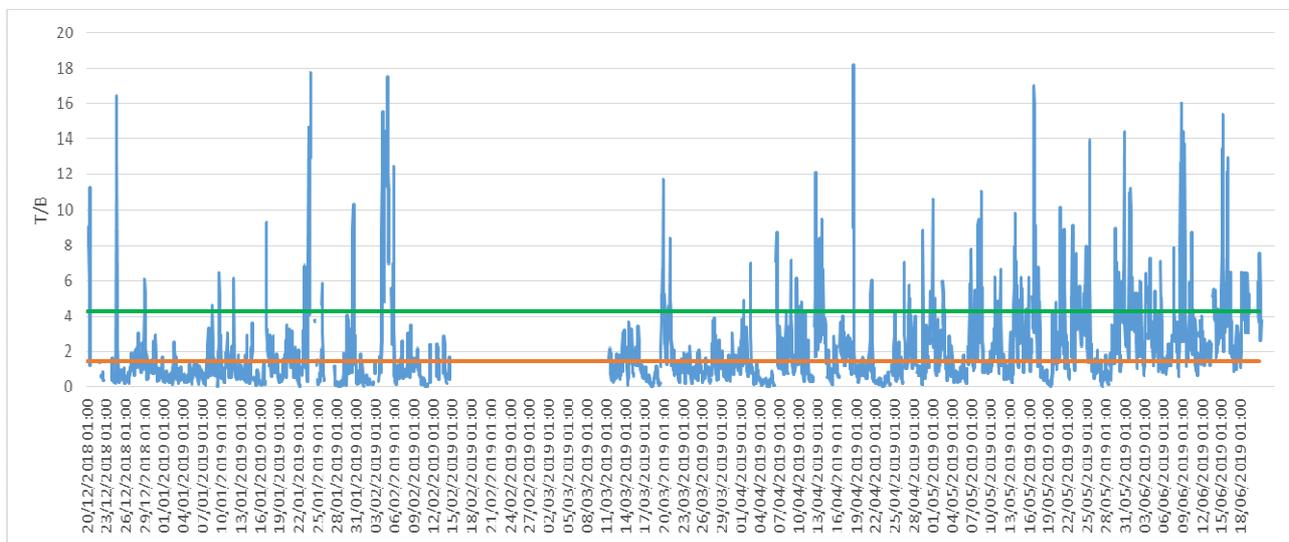


Figura 5c. Rapporto Toluene/Benzene

<sup>2</sup> [1] Multi-season, multi-year concentrations and correlations amongst the BTEX group of VOCs in an urbanized industrial city. Miller L., Xu X., Grgicak-Mannion A., Brook J., Wheeler A. Atmospheric Environment 61:305–315, (2012).

[2] Toluene–Benzene Concentration Ratio as a Tool for Characterizing the Distance from Vehicular Emission Sources. Gelencsér A., Siszler K., Hlavay J. Environmental Science & Technology 31: 2869–72, (1997).

## 6. SO<sub>2</sub>

Il biossido di zolfo deriva dalla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. In passato è stato un importante inquinante atmosferico poiché la sua ossidazione porta alla formazione di acido solforoso e solforico. Il biossido di zolfo è un gas incolore facilmente solubile in acqua.

Le fonti naturali, come i vulcani, contribuiscono ai livelli ambientali di anidride solforosa. Le emissioni antropogeniche sono invece legate all'uso di combustibili fossili contenenti zolfo per il riscaldamento domestico, la generazione di energia e nei veicoli a motore. Nel tempo il contenuto di zolfo nei combustibili è sensibilmente diminuito, portando i livelli di SO<sub>2</sub> in area ambiente a livelli estremamente bassi.

Nel periodo di monitoraggio non sono stati registrati superamenti del valore limite giornaliero, pari a 125 µg/m<sup>3</sup>, né della media oraria pari a 350 µg/m<sup>3</sup>. Le concentrazioni di biossido di zolfo rilevate sono di molto inferiori a tutti i limiti previsti dall'attuale normativa e testimoniano una riduzione dell'impiego di combustibili fossili contenenti zolfo (gasolio e olio combustibile) sia negli impianti di riscaldamento che nelle caldaie industriali, sostituiti progressivamente da impianti a metano e dal teleriscaldamento. I valori medi registrati si attestano tutti sotto i 7 µg/m<sup>3</sup>

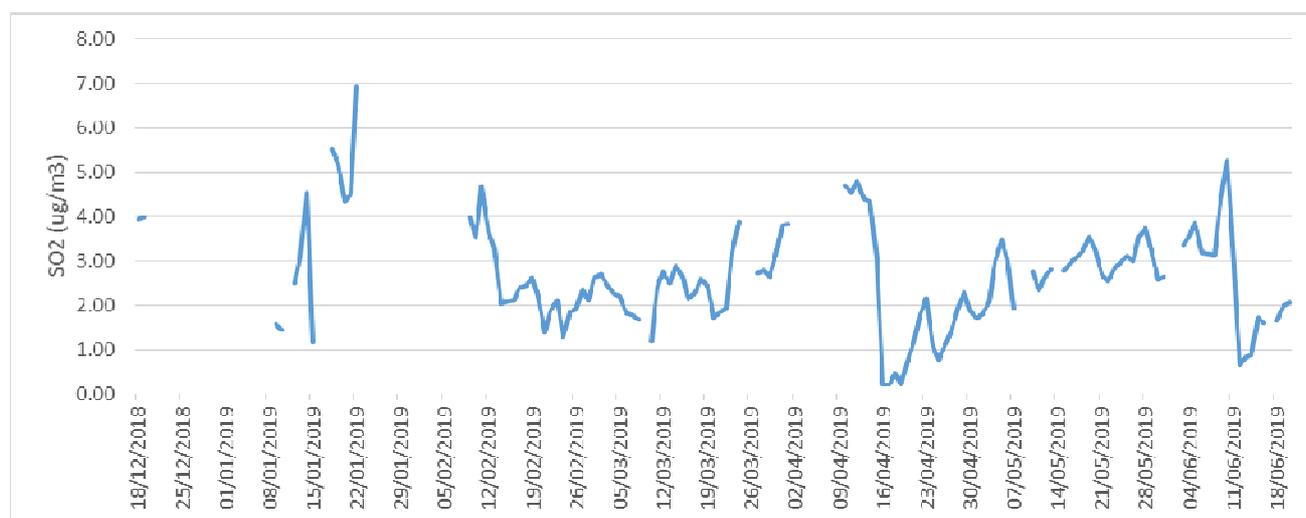


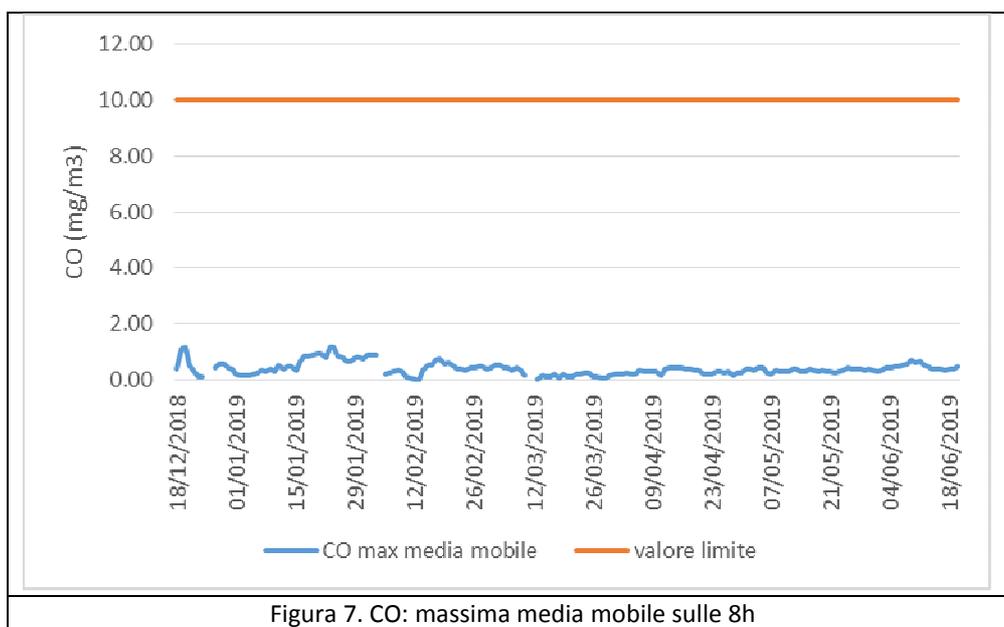
Figura 6. SO<sub>2</sub>: media giornaliera

## 7. CO

La principale sorgente di CO in area urbana è rappresentata dal traffico veicolare e in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. In particolare, la quantità emessa dagli scarichi dei veicoli a benzina è strettamente legata alle condizioni di funzionamento del motore. Si registrano, infatti, concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione: condizioni tipiche di traffico urbano.

Il D. Lgs. 155/10 fissa un limite di  $10 \text{ mg/m}^3$  da calcolarsi come massimo della media mobile sulle 8 ore.

Nel seguente grafico sono riportati i valori della massima concentrazione della media mobile sulle 8 ore di CO. Come si nota, durante il periodo di monitoraggio non è stato mai superato il valore limite di  $10 \text{ mg/m}^3$



## 8 Conclusioni

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria svolta a Gioia del Colle in Via Federico II di Svevia è stata condotta nell'ambito della Convenzione quadro tra ARPA Puglia e Comune di Gioia del Colle al fine di approfondire lo stato delle conoscenze del livello della qualità dell'aria nel territorio comunale.

Il monitoraggio, avviato il 18 dicembre 2018, è terminato il 20 giugno 2019.

Sono stati monitorati i seguenti inquinanti:  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ , benzene,  $\text{SO}_2$ , CO e ozono.

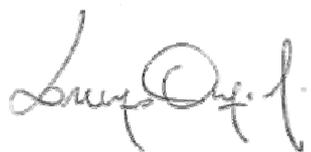
Per il PM10 la concentrazione media registrata durante il periodo di monitoraggio è stata di  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ampiamente inferiore al limite di legge posto a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , calcolato su base annua. Durante il periodo di monitoraggio si è verificato un solo superamento del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentrazione media dell' $\text{NO}_2$ , per il quale la norma fissa un limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla media annua, è stata di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La concentrazione oraria più elevata è stata di  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al limite di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per gli altri inquinanti monitorati i livelli registrati sono stati ampiamente al di sotto ai valori limite previsti dalla normativa vigente. I grafici del giorno tipo hanno evidenziato come le concentrazioni maggiori di alcuni inquinanti si sono registrate durante le ore di punta di traffico veicolare.

Infine va evidenziato come il rapporto diagnostico Toluene/Benzene indichi possibili sorgenti diverse dal traffico autoveicolare. Tale aspetto verrà ulteriormente approfondito nel corso della seconda campagna di monitoraggio, avviato il 4 luglio 2019 ne presso del teatro Rossini.

Bari, Luglio 2019

P.O. Qualità dell'Aria – Bari  
Dott. Lorenzo Angiuli



## Allegato 1 – Efficienza di campionamento

Il D. Lgs. 155/10 (allegato VII e allegato XI) stabilisce i criteri utilizzati per la raccolta minima di dati di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, Ozono, Benzene e CO necessaria per raggiungere gli obiettivi per la valutazione della qualità dell'aria, per misurazioni in continuo. La tabella che segue riporta la percentuale di dati orari validi registrati dagli analizzatori presenti nel laboratorio mobile. Si evidenzia che si tratta di un'informazione indicativa del livello di efficienza della strumentazione, non essendo questo dato raffrontabile con alcun parametro normativo.

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

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

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

	Laboratorio mobile ARPA
<b>PM<sub>10</sub></b>	96
<b>SO<sub>2</sub></b>	72
<b>Benzene</b>	88
<b>Ozono</b>	94
<b>CO</b>	91
<b>NO<sub>2</sub></b>	85



Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con  
laboratorio mobile  
Gioia del Colle  
18.12.2018 – 20.06.2019



## Allegato 2 – informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie utilizzate

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

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

PM10: assorbimento di raggi  $\beta$  con sorgente emettitrice radioattiva al  $^{14}\text{C}$  (MP101M)

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

Benzene: gascromatografia

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

SO2: fluorescenza (Teledyne API)

CO: assorbimento IR (Teledyne API)