

RELAZIONE TECNICA

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ***Comune di Rottofreno*** ***Frazione di San Nicolò***

anno 2016



A cura di

arpae - Sezione Provinciale di Piacenza - *Servizio Sistemi Ambientali*

Area Monitoraggio e Valutazione ARIA
UNITÀ RETE DI MONITORAGGIO ARIA

PREMESSA

Tra il Comune di Rottofreno e la Sezione Provinciale Arpa di Piacenza è stata siglata per il triennio 2015-2017 una convenzione che, fra le altre attività, prevede anche la realizzazione di una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria. Nello specifico, l'accordo stabilisce l'esecuzione di una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di durata pari a 3 settimane, nel periodo invernale di ogni anno di validità.

Il punto di misura è stato individuato in accordo con l'Amministrazione Comunale e conseguentemente il laboratorio mobile è stato collocato a San Nicolò, in via XXV Aprile (nella medesima postazione dell'ultima campagna di monitoraggio, realizzata nel 2015), dal 4 al 30/03/2016. Inoltre, su richiesta dell'Amministrazione Comunale, sono state effettuate dal 4 al 30/03/2016 anche rilevazioni di particolato fine $PM_{2,5}$ mediante un campionatore sequenziale, con successive misure gravimetriche in laboratorio; il campionatore è stato collocato nell'area recintata di pertinenza dell'Asilo Nido Comunale, in prossimità della postazione del laboratorio mobile.

Infine, è stata valutata, tramite l'utilizzo di un campionatore passivo posizionato in prossimità del laboratorio mobile per tutta la durata della campagna di monitoraggio, la presenza di Sostanze Organiche Volatili (SOV, quali benzene e toluene), la cui origine può essere ricondotta prevalentemente al traffico autoveicolare.

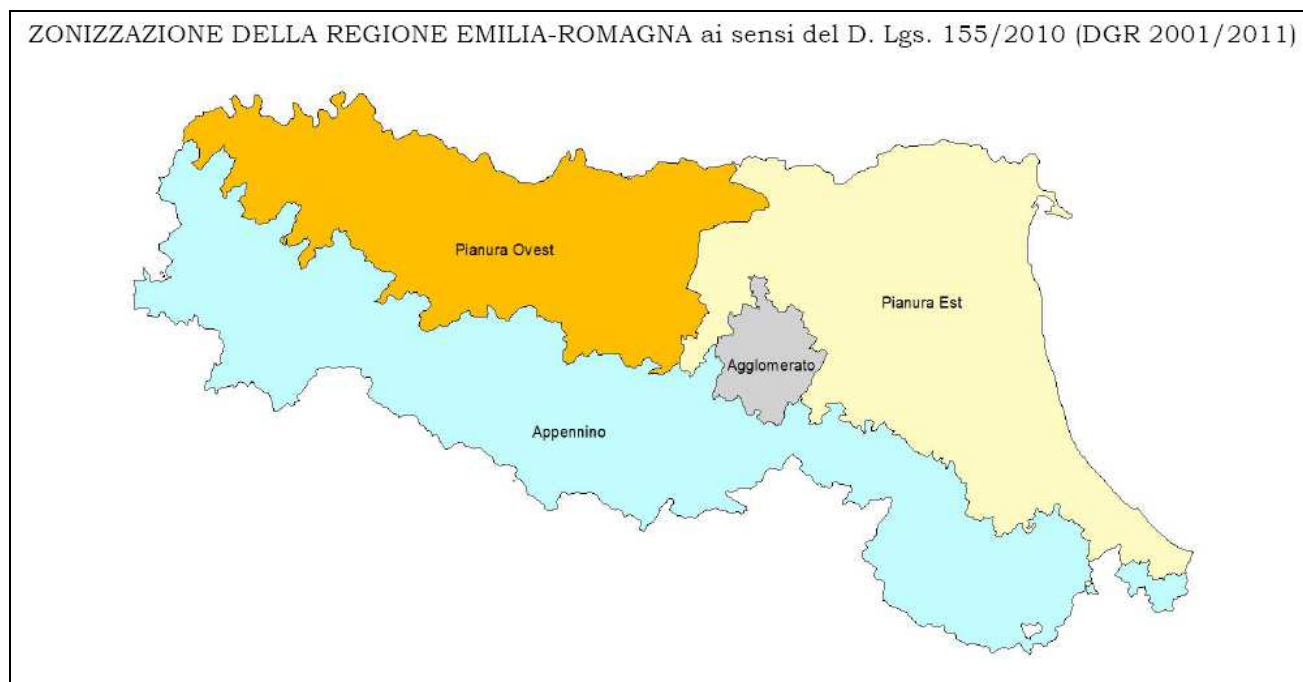
Località	San Nicolò di Rottofreno
Postazione	via XXV Aprile
Tipologia di area	area urbana prevalentemente residenziale
Periodo di monitoraggio	04 - 30/03/2016
Inquinanti misurati	<ul style="list-style-type: none"> • particolato fine con diametro aerodinamico non superiore a 10 micrometri ($PM_{10} - \mu g/m^3$) • particolato fine con diametro aerodinamico non superiore a 2,5 micrometri ($PM_{2,5} - \mu g/m^3$) • ossidi di azoto ($NO, NO_2 - \mu g/m^3$) • monossido di carbonio ($CO - mg/m^3$) • biossido di zolfo ($SO_2 - \mu g/m^3$) • ozono ($O_3 - \mu g/m^3$) • sostanze organiche volatili (SOV): benzene ($C_6H_6 - \mu g/m^3$) e omologhi superiori (campionatore passivo)
Parametri meteorologici misurati	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura ($^{\circ}C$) • umidità relativa (%) • pressione ($mbar$) • radiazione solare totale (mW/cm^2) • velocità del vento, direzione del vento ($m/s, ^{\circ}$) • precipitazioni al suolo totali giornaliere (mm)

Tutti i parametri sono determinati su base oraria, ad esclusione del particolato fine per il quale il campionamento è giornaliero. Gli orari sono riferiti all'**ora solare**.

La normativa di riferimento è costituita dal **Dlgs. n. 155 del 13/08/2010** di recepimento della normativa europea, successivamente modificato dal **Dlgs. n. 250 del 24/12/2012** in vigore dal 12/02/2013.

La zonizzazione della Regione Emilia Romagna elaborata ai sensi dell'art.3 del D.Lgs. 155/10 ed approvata con la D.G.R. n. 2001 del 27/12/2011, vede il territorio regionale suddiviso in quattro aree: il comune di Rottofreno appartiene alla zona IT08102 - **Pianura Ovest**.

Nella figura seguente è riportata la zonizzazione del territorio della Regione Emilia-Romagna.



Nella pagina seguente sono riportate mappe con l'individuazione delle due postazioni di misura ed un'immagine del campionario sequenziale di $PM_{2.5}$ nel corso della campagna di monitoraggio.

In attuazione della medesima convenzione precedentemente citata, nel mese di marzo Arpae ha realizzato anche una campagna di misura del rumore con contestuale rilevazione dei flussi veicolari lungo via XXV Aprile, i cui risultati sono già stati trasmessi all'Amministrazione con un Rapporto tecnico specifico. Nel seguito verranno comunque ripresi i principali risultati delle rilevazioni dei flussi veicolari, in quanto di interesse anche per la campagna di monitoraggio oggetto della presente relazione.



Sintesi dei risultati delle rilevazioni dei flussi di traffico

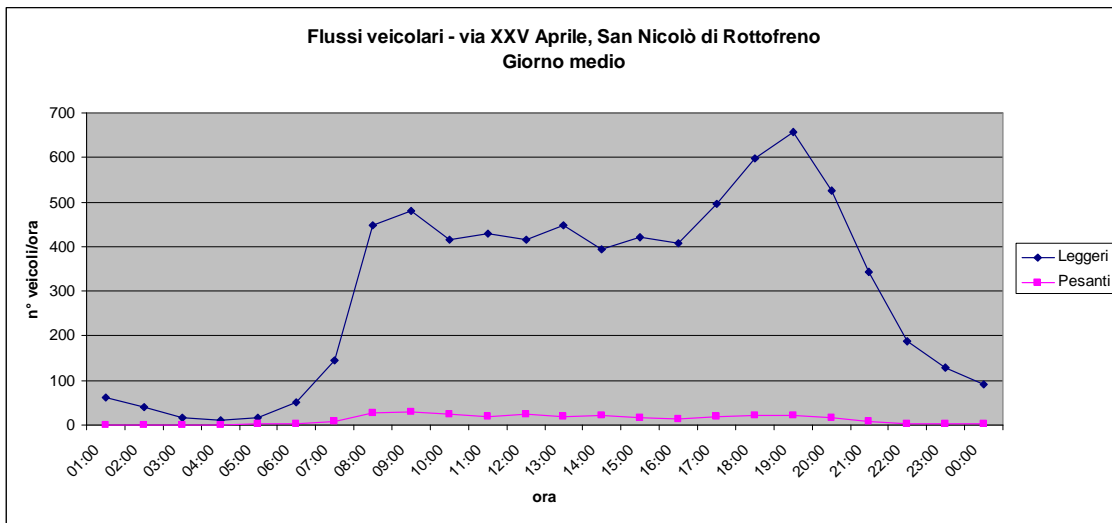
I dati dei flussi di traffico veicolare sono disponibili per il periodo 16-21 marzo 2016 (cfr. Rapporto tecnico Arpae, prot. PGPC/2016/3718 del 15/04/2016).

Nella tabella seguente sono riportati i flussi giornalieri suddivisi per le due tipologie di veicoli, leggeri e pesanti, e per corsia di marcia:

		RILEVAZIONI FLUSSI VEICOLARI			
		Direzione Piacenza		Direzione Borgonovo	
Data		Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
16/03/2016	Me	3.980	179	3.672	177
17/03/2016	Gi	4.105	182	3.763	164
18/03/2016	Ve	4.183	224	3.943	167
19/03/2016	Sa	3.665	139	3.388	95
20/03/2016	Do	2.656	54	2.438	46
21/03/2016	Lu	3.840	210	3.757	182

Nei giorni feriali del periodo in esame sono transitati in via XXV Aprile, nelle 24 ore, mediamente oltre 7.650 veicoli leggeri e circa 350 veicoli pesanti; la domenica si osserva un netto calo del traffico che si riduce a circa 5.100 veicoli leggeri e a 100 veicoli pesanti.

Il grafico dei flussi veicolari del giorno medio, nella pagina seguente, mostra come i flussi orari più elevati siano riscontrabili nell'intervallo 16-20 (> 500 veicoli leggeri+pesanti/ora); si può altresì osservare che il flusso complessivo orario di veicoli dalle 8 alle 20 non scende mai al disotto dei 400 veicoli/ora.



RISULTATI

L'efficienza degli analizzatori dei parametri chimici e meteorologici, espressa come percentuale dei dati validi rispetto a quelli teorici totali (al netto delle attività di taratura), è riportata nella tabella seguente:

PARAMETRI CHIMICI	Efficienza (%)
PM ₁₀	92
NO – NO ₂	99
CO	99
SO ₂	97
O ₃	99
PM _{2,5} campionatore sequenziale	84
PARAMETRI METEOROLOGICI	Efficienza (%)
temperatura	100
precipitazioni	100
vento (VV e DV)	100
umidità relativa	100
radiazione solare	100
pressione	100

A causa del blocco della pompa di aspirazione, l'analizzatore di polveri PM₁₀ ha subito un fermo che ha comportato la perdita di due giorni di misura (11-12/3), mentre il campionatore sequenziale (PM_{2,5}) a causa di un guasto ha dovuto essere sostituito immediatamente dopo l'avvio della campagna e ciò ha comportato una significativa riduzione dell'efficienza strumentale sul periodo di monitoraggio.

L'elaborazione dei dati dei parametri chimici è subordinata all'acquisizione di almeno il 75% dei valori teoricamente disponibili rispetto al periodo d'osservazione considerato (che può essere di 1 ora, 8 ore, 24 ore in base al tipo d'inquinante).

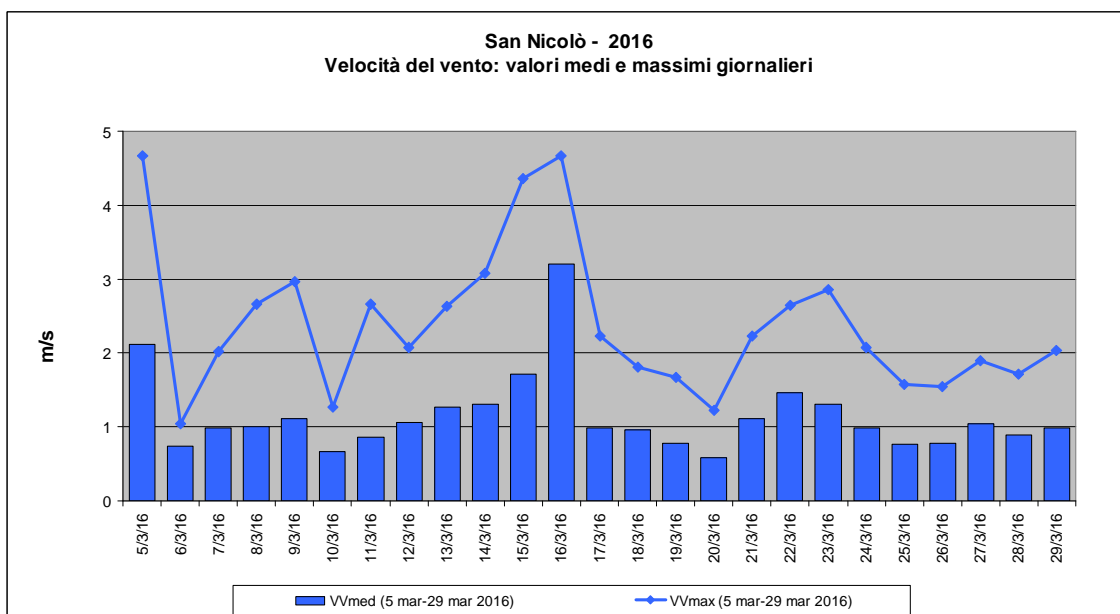
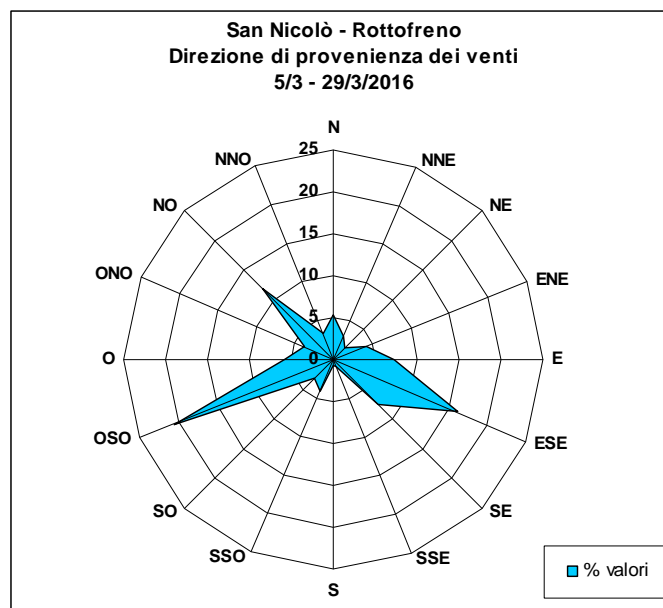
Le elaborazioni fanno riferimento a tutte le concentrazioni rilevate, anche nel caso in cui, come per CO e SO₂, risultino inferiori al limite di quantificazione strumentale (pari a 0,6 mg/m³ per il CO e a 14 µg/m³ per SO₂).

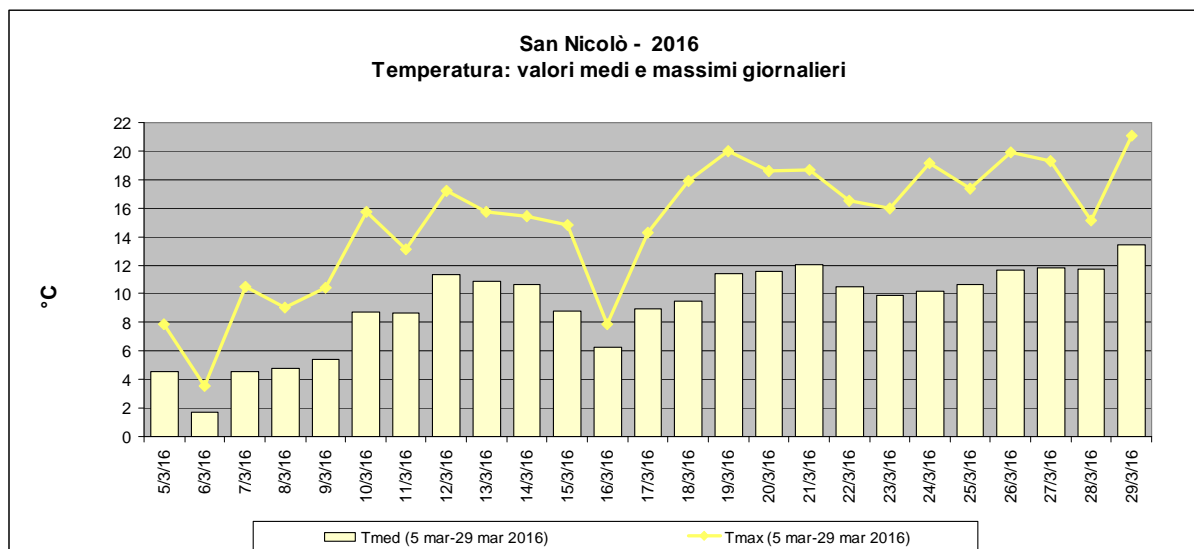
Parametri meteorologici

I parametri meteorologici risultano particolarmente rilevanti nel determinare le dinamiche degli inquinanti in atmosfera, in quanto ne possono favorire la diluizione oppure l'accumulo in una determinata area, concorrendo pertanto significativamente alle condizioni di qualità dell'aria rilevate.

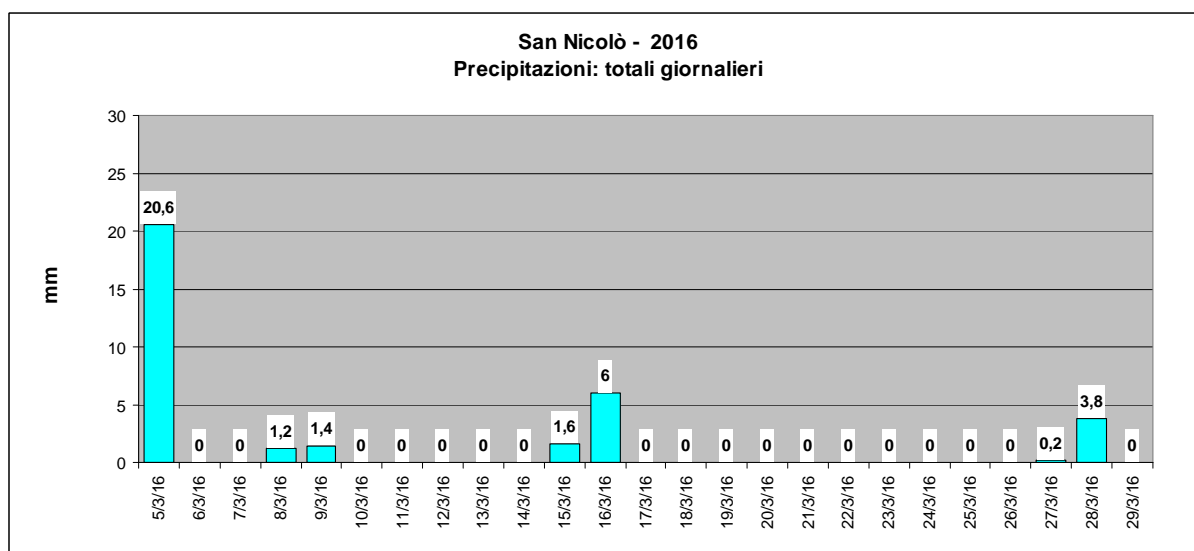
Si riportano i grafici relativi a tali parametri: i sensori di direzione e velocità del vento sono posizionati alla quota di 10 metri, i rimanenti alla quota di circa 3 m.

La rosa del vento evidenzia che le direzioni prevalenti di provenienza dei venti sono OSO e ESE; la velocità media del vento durante l'intera campagna è pari a 1,1 m/s, il valore massimo orario pari a 4,7 m/s è stato registrato nei giorni 5 e 16/3.





Le temperature medie giornaliere risultano comprese tra 1,7 °C (il 06/03) e 13,4 °C (il 29/03); la temperatura minima assoluta (-1°C) è stata registrata il 06/03 alle ore 08:00, mentre la massima assoluta (21,1 °C) il giorno 29/03 alle ore 16:00.



Nel corso della campagna si sono registrati diversi giorni di pioggia: il giorno più piovoso è stato il primo (5/3: 20,6 mm) e le precipitazioni totali del periodo risultano pari a 35 mm.

Parametri chimici

I risultati della campagna di monitoraggio sono riassunti nella tabella seguente, mentre l'analisi per i singoli inquinanti è riportata nelle pagine successive.

San Nicolò di ROTTOFRENO 05 – 29/03/2016		
INDICATORE	VALORE RILEVATO	VALORE DI RIFERIMENTO SU BASE ANNUALE
PM ₁₀ - Media (µg/m ³)	28	40
PM ₁₀ – N° superamenti Limite giornaliero (50 µg/m ³)	0	35
PM _{2,5} - Media (µg/m ³)	22	25
NO ₂ - Media (µg/m ³)	18	40
NO ₂ – Max orario (µg/m ³)	79	200
SO ₂ – Max orario (µg/m ³)	37	350
SO ₂ – Max media giornaliera (µg/m ³)	12	125
CO – Max media mobile di 8 ore (mg/m ³)	0,9	10*
O ₃ – Max media mobile di 8 ore (µg/m ³)	85	120
O ₃ – Max orario (µg/m ³)	98	180*
C ₆ H ₆ - Media (µg/m ³)	1,0	5,0

* valori di riferimento assoluti, che non implicano una valutazione su base annuale

Le concentrazioni degli inquinanti monitorati nel corso delle campagne sono poste a confronto con quelle, relative allo stesso periodo di monitoraggio, registrate nelle stazioni fisse della rete regionale della qualità dell'aria, postazioni per cui sono disponibili i dati per l'intero anno, anche sul sito internet dell'Agenzia; in particolare sono state prese in considerazione:

- Piacenza - Giordani-Farnese, stazione da traffico
- Piacenza - Parco Montecucco, stazione di fondo urbano
- Besenzone, stazione di fondo rurale
- Lugagnano, stazione di fondo suburbano.

Infine, per una migliore comprensione dei fenomeni legati all'inquinamento atmosferico, per gli inquinanti rilevati su base oraria (NO₂, CO, O₃ ed SO₂) è stato elaborato il **giorno tipico**, ovvero l'andamento temporale delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore di un giorno virtuale: per costruire una singola media oraria del giorno tipico, si calcola il valore medio delle concentrazioni orarie corrispondenti alla medesima ora per tutti i giorni compresi nel periodo di riferimento (in questo caso il periodo della singola campagna di monitoraggio).

1. Particolato fine PM₁₀ – PM_{2,5}

Il materiale particolato (PM) è una miscela di particelle solide e liquide di diverse caratteristiche chimico-fisiche, che si trova in sospensione nell'aria. Con il termine PM₁₀ e PM_{2,5} si indicano le particelle con diametro aerodinamico non superiore, rispettivamente, a 10 µm (frazione inalabile) e 2,5 µm (frazione respirabile). Il particolato può derivare da fenomeni naturali (come gli incendi, l'erosione del suolo, ecc.) oppure da attività antropiche, in particolar modo traffico veicolare e processi di combustione; può essere emesso direttamente in atmosfera (inquinante primario), oppure formarsi a seguito di reazioni chimiche o processi di condensazione (particelle secondarie). La permanenza del particolato in atmosfera dipende anche dalla dimensione delle particelle: le più fini tendono a rimanere in sospensione per diverso tempo e quindi a distribuirsi uniformemente su aree vaste.

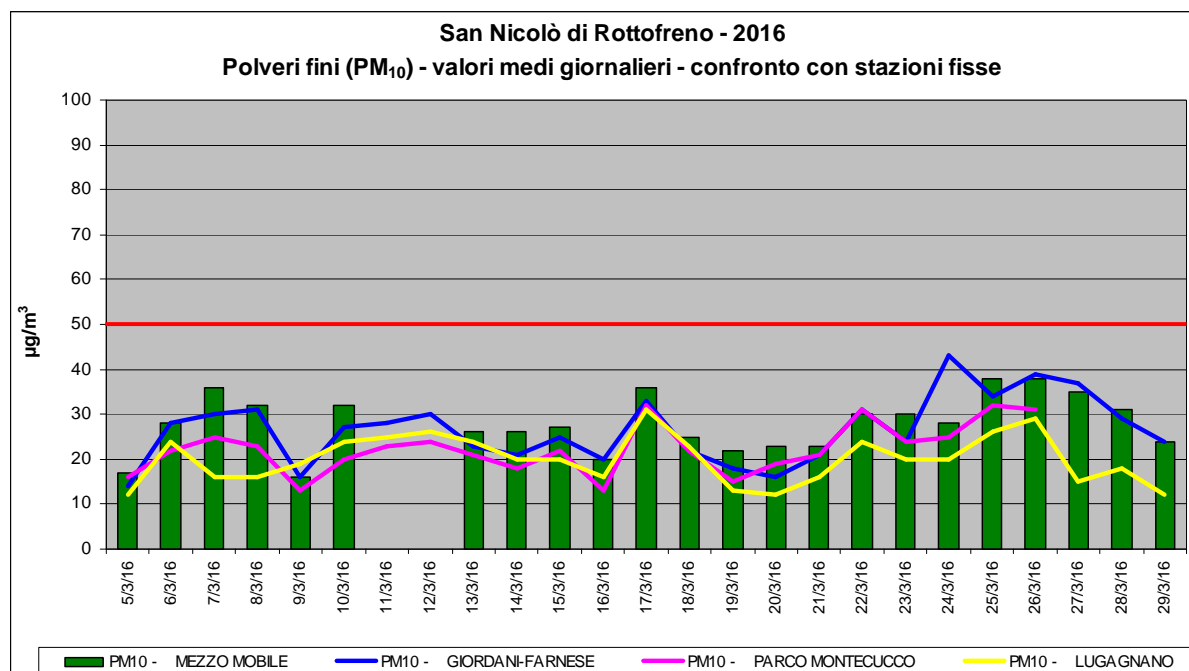
Inquinante	Riferimenti normativi (DLgs 155/2010)
Particolato PM ₁₀	Valore limite giornaliero: 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
	Valore limite annuale: 40 µg/m ³
Particolato PM _{2,5}	Valore limite annuale: 25 µg/m ³

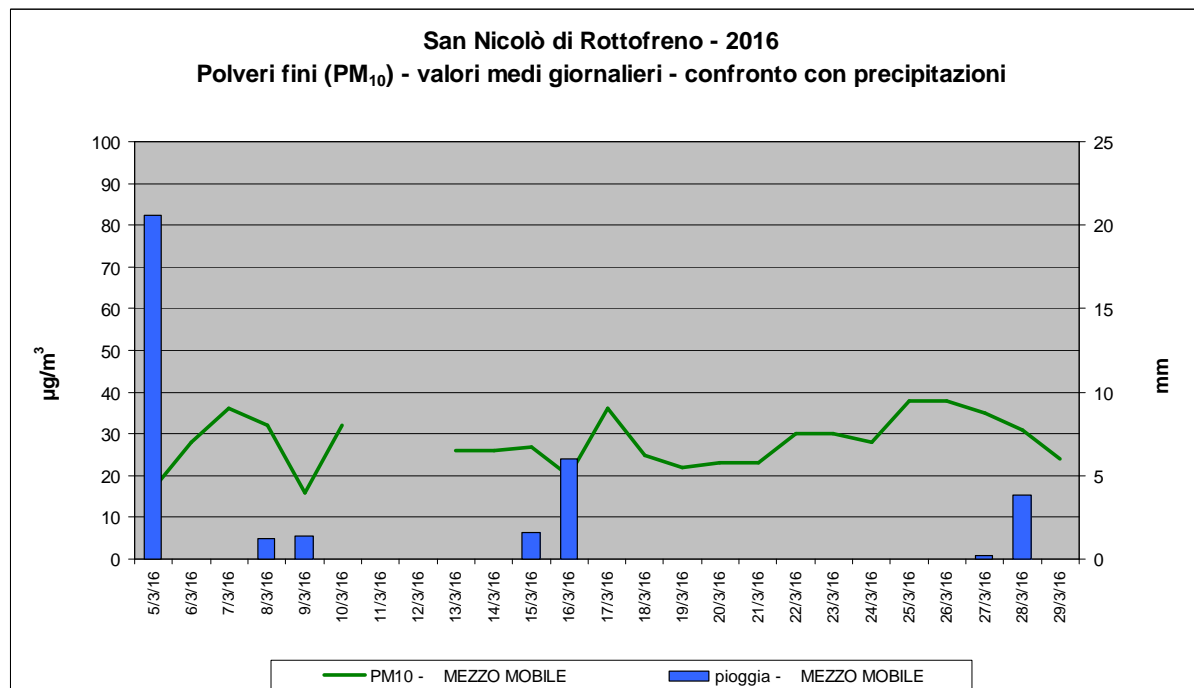
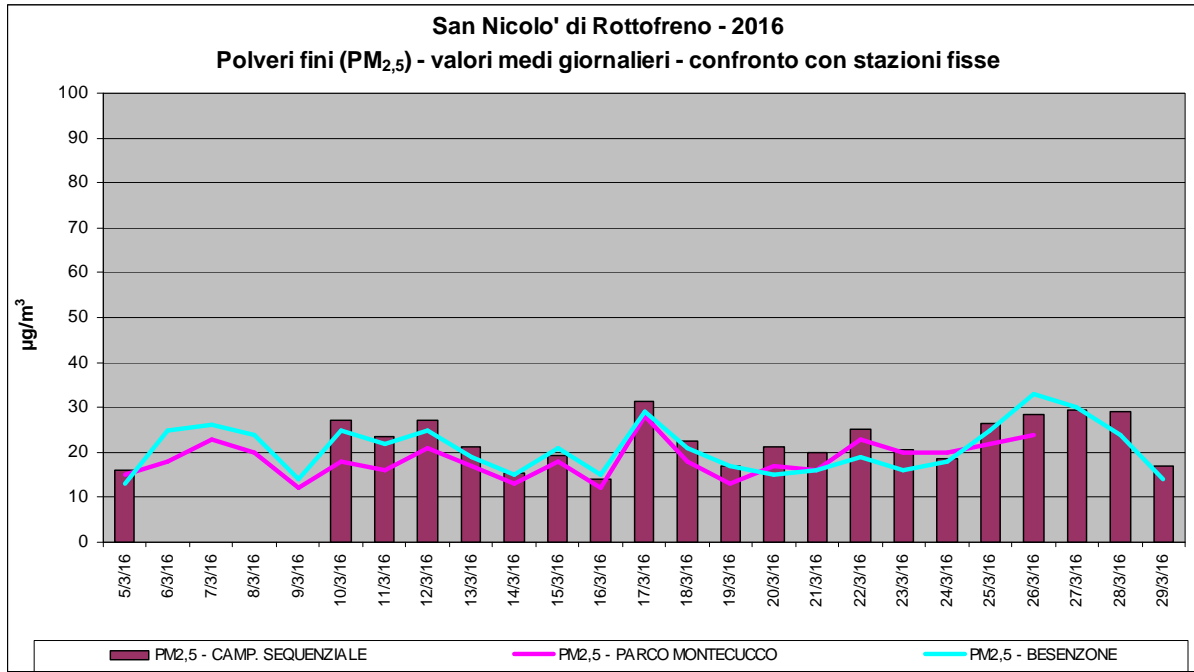
Polveri Fini PM ₁₀ : elaborazione dati giornalieri									
Periodo 5 marzo - 29 marzo 2016									
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m ³)	Minimo (µg/m ³)	Massimo (µg/m ³)	50° P (µg/m ³)	90° P (µg/m ³)	95° P (µg/m ³)	98° P (µg/m ³)	N° sup. [>50 µg/m ³]
SAN NICOLO' - Mezzo Mobile	23	28	16	38	28	36	38	38	0
Piacenza - GIORDANI FARNESE	25	27	14	43	27	36	39	41	0
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	22	22	13	32	22	31	32	32	0
Lugagnano	25	20	12	31	20	26	28	30	0

Limite di quantificazione = 5 µg/m³

Polveri Fini PM _{2,5} - elaborazione dati giornalieri								
Periodo 5 marzo - 29 marzo 2016								
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m ³)	Minimo (µg/m ³)	Massimo (µg/m ³)	50° P (µg/m ³)	90° P (µg/m ³)	95° P (µg/m ³)	98° P (µg/m ³)
SAN NICOLO' Campionatore sequenziale	21	22	14	31	21	29	29	31
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	22	18	12	28	18	23	24	26
Besenzone	25	21	13	33	21	28	30	32

data	PM10 MEZZO MOBILE	PM2,5 CAMPIONATORE SEQUENZIALE
	µg/m ³	
5/3/16	17	16
6/3/16	28	nd
7/3/16	36	nd
8/3/16	32	nd
9/3/16	16	nd
10/3/16	32	27
11/3/16	nd	24
12/3/16	nd	27
13/3/16	26	21
14/3/16	26	15
15/3/16	27	19
16/3/16	20	14
17/3/16	36	31
18/3/16	25	22
19/3/16	22	17
20/3/16	23	21
21/3/16	23	20
22/3/16	30	25
23/3/16	30	21
24/3/16	28	19
25/3/16	38	26
26/3/16	38	28
27/3/16	35	29
28/3/16	31	29
29/3/16	24	17
VALORE MEDIO	28	22





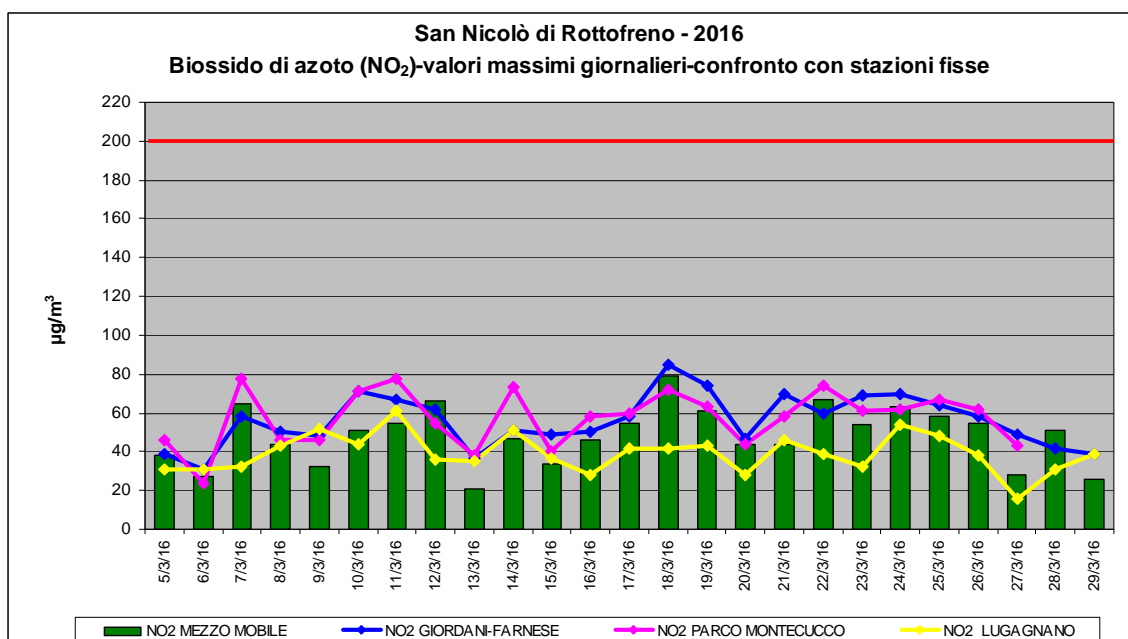
2. Biossido di azoto

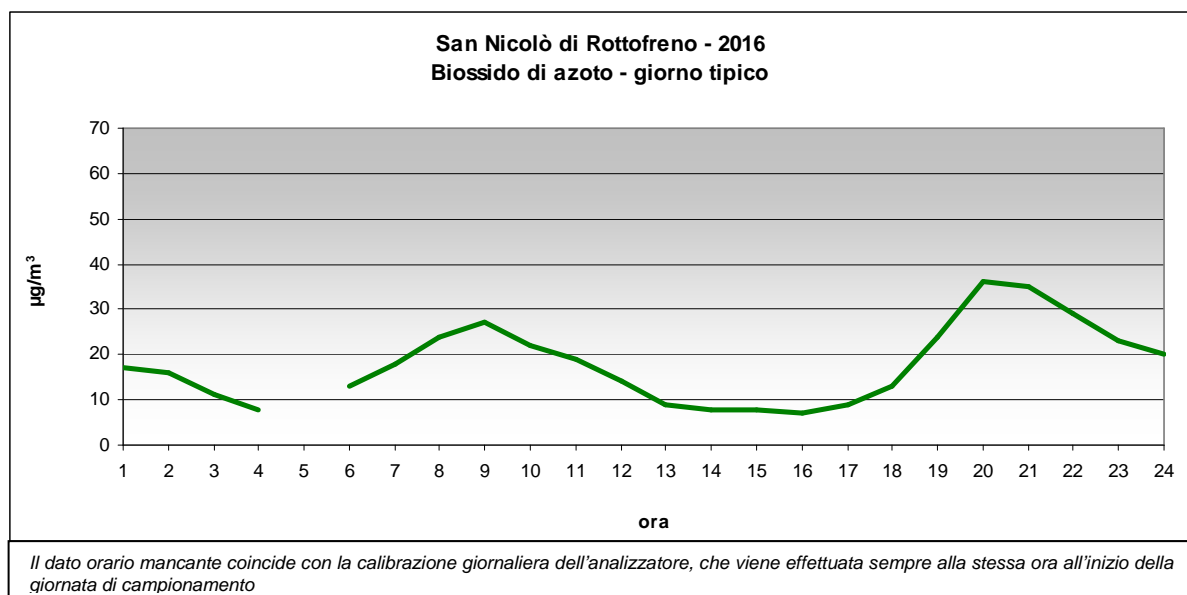
Il biossido di azoto (NO₂) è un inquinante prevalentemente secondario che si forma a seguito dell'ossidazione dell'ossido di azoto (NO): l'insieme dei due composti viene indicato con il termine di ossidi di azoto (NO_x). Gli ossidi di azoto vengono prodotti durante i processi di combustione ad elevata temperatura e quindi dal traffico veicolare, dagli impianti di riscaldamento, dalle combustioni industriali. Il biossido d'azoto contribuisce alla formazione dello smog fotochimico e quindi dell'ozono ed è uno dei precursori del particolato atmosferico secondario.

Inquinante	Riferimenti normativi (DLgs 155/2010)
Biossido di azoto NO₂	Valore limite orario: 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile
	Valore limite annuale: 40 µg/m³
	Soglia di allarme: 400 µg/m³ per tre ore consecutive in una stazione con rappresentatività ≥ 100 km ²

Biossido d'Azoto - NO ₂ : elaborazione dati orari									
Periodo 5 marzo - 29 marzo 2016									
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m ³)	Minimo (µg/m ³)	Massimo (µg/m ³)	50° P (µg/m ³)	90° P (µg/m ³)	95° P (µg/m ³)	98° P (µg/m ³)	N° sup. [>200 µg/m ³]
SAN NICOLO' - Mezzo Mobile	572	18	<12	79	15	38	48	55	0
Piacenza - GIORDANI FARNESE	570	35	13	85	35	50	58	66	0
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	538	25	<12	78	21	47	57	65	0
Lugagnano	563	20	<12	61	18	34	39	44	0

Limite di quantificazione = 12 µg/m³





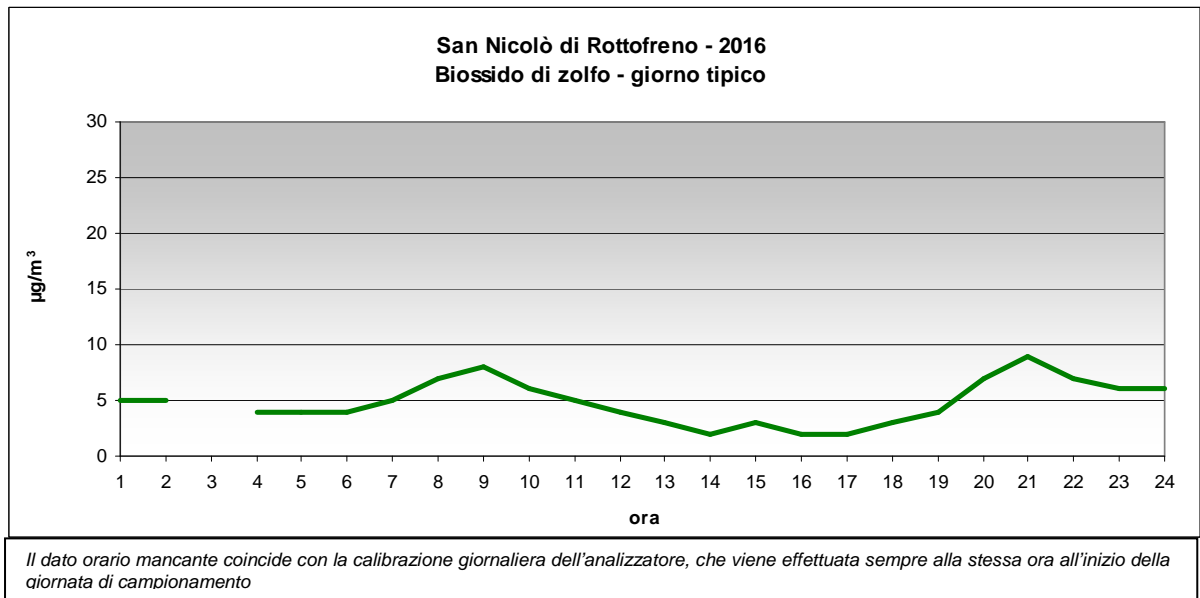
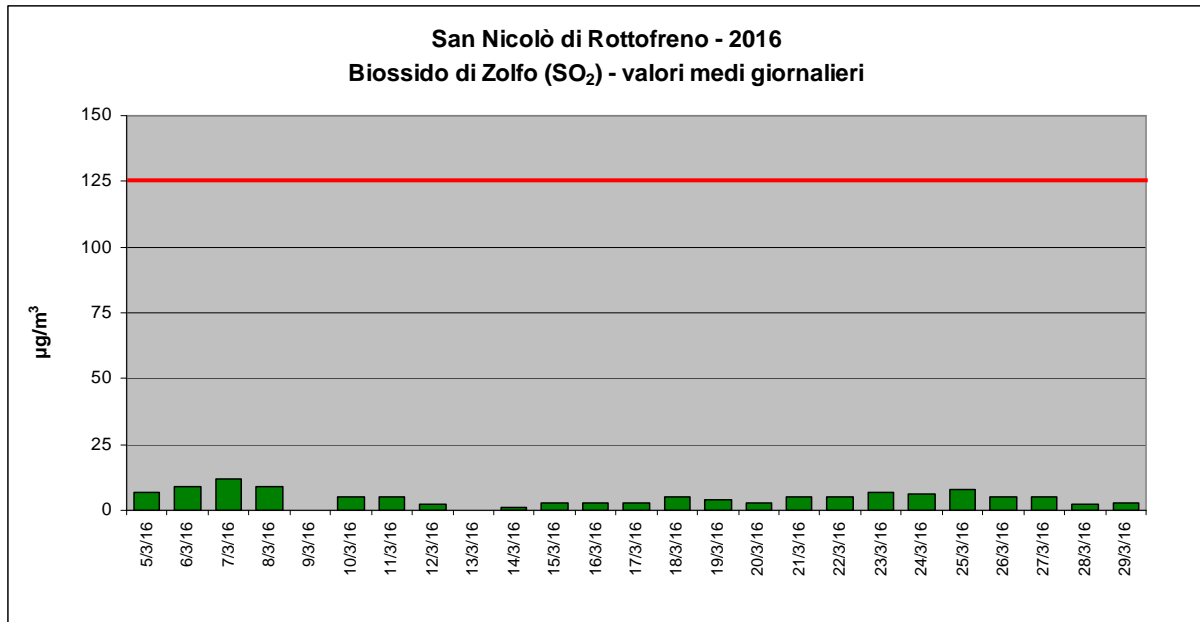
3. Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas prodotto nella combustione di sostanze in cui sia presente zolfo (gasolio, nafta, carbone, ecc.): è emesso prevalentemente da impianti di riscaldamento (industriali e domestici) e motori alimentati a gasolio, nonché da impianti chimici, in particolare quelli destinati alla produzione di acido solforico. Rappresenta una delle cause principali delle piogge acide.

Alla luce dei dati rilevati nel corso degli ultimi anni che hanno evidenziato concentrazioni sempre ampiamente al di sotto dei limiti di legge, la configurazione definitiva della rete regionale di monitoraggio ha previsto la sospensione delle misure di questo inquinante nelle stazioni fisse e la sua misura esclusivamente tramite la stazione mobile.

Inquinante	Riferimenti normativi (DLgs 155/2010)
Biossido di zolfo SO₂	Valore limite orario: 350 µg/m³ da non superare per più di 24 volte per anno civile
	Valore limite giornaliero: 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile
	Soglia di allarme: 500 µg/m³ per tre ore consecutive in una stazione con rappresentatività ≥ 100 km ²

Biossido di Zolfo - SO ₂ : elaborazione dati orari								
Periodo 5 marzo - 29 marzo 2016								
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m ³)	Minimo (µg/m ³)	Massimo (µg/m ³)	50° P (µg/m ³)	90° P (µg/m ³)	95° P (µg/m ³)	98° P (µg/m ³)
SAN NICOLO' - Mezzo Mobile	557	<14	<14	37	<14	<14	<14	17
<i>Limite di quantificazione = 14 µg/m³</i>								



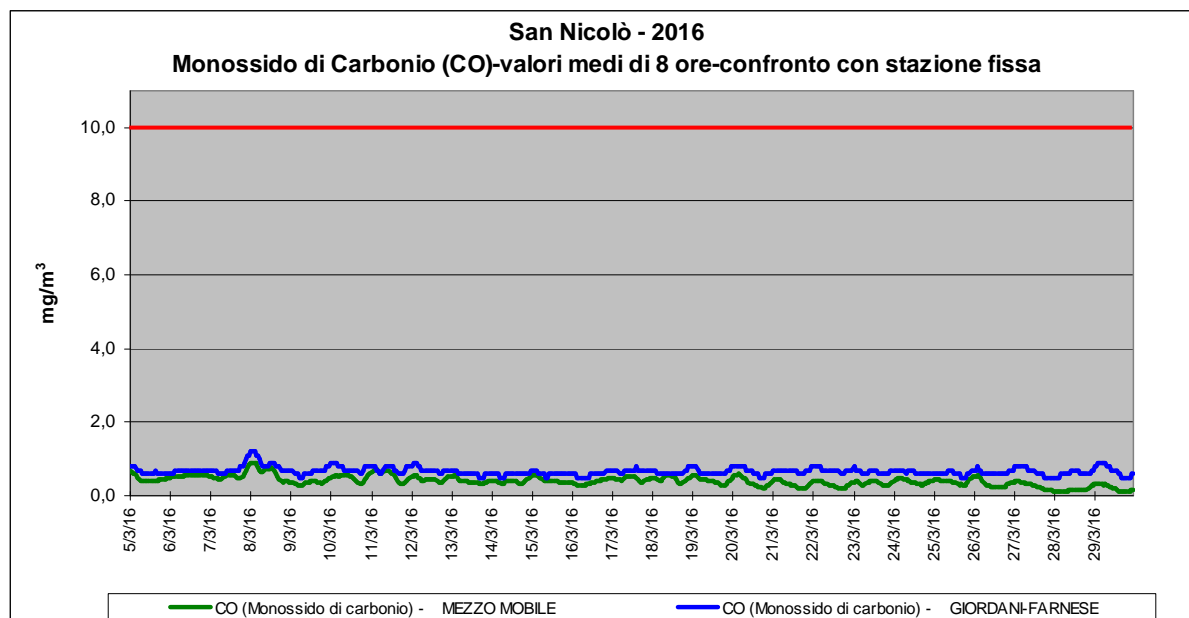
4. Monossido di Carbonio

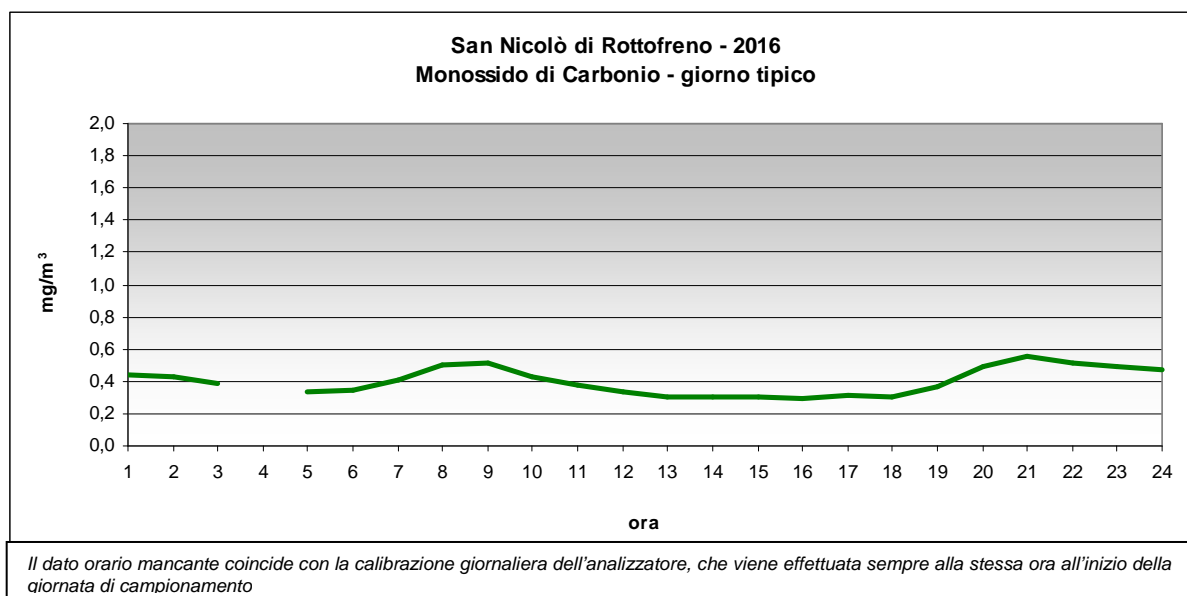
Il Monossido di carbonio (CO) è un gas emesso nello scarico dei veicoli a motore e in altri tipi di propulsore dove vi è combustione incompleta di carburanti fossili. Le principali fonti sono automobili, autocarri, ciclomotori e alcuni processi industriali. Alte concentrazioni si possono rilevare in spazi chiusi come garage, tunnel poco ventilati o lungo le strade nei momenti di grande traffico.

Inquinante	Riferimenti normativi (DLgs 155/2010)
Monossido di carbonio CO	Valore limite (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore): 10 mg/m³

Monossido di Carbonio - CO: elaborazione dati medi di 8 ore								
Periodo 5 marzo - 29 marzo 2016								
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (mg/m ³)	Minimo (mg/m ³)	Massimo (mg/m ³)	50° P (mg/m ³)	90° P (mg/m ³)	95° P (mg/m ³)	98° P (mg/m ³)
SAN NICOLO' - Mezzo Mobile	600	<0,6	<0,6	0,9	<0,6	0,6	0,6	0,7
Piacenza - GIORDANI FARNESE	600	0,7	<0,6	1,2	0,7	0,8	0,8	0,9

Limite di quantificazione = 0,6 mg/m³





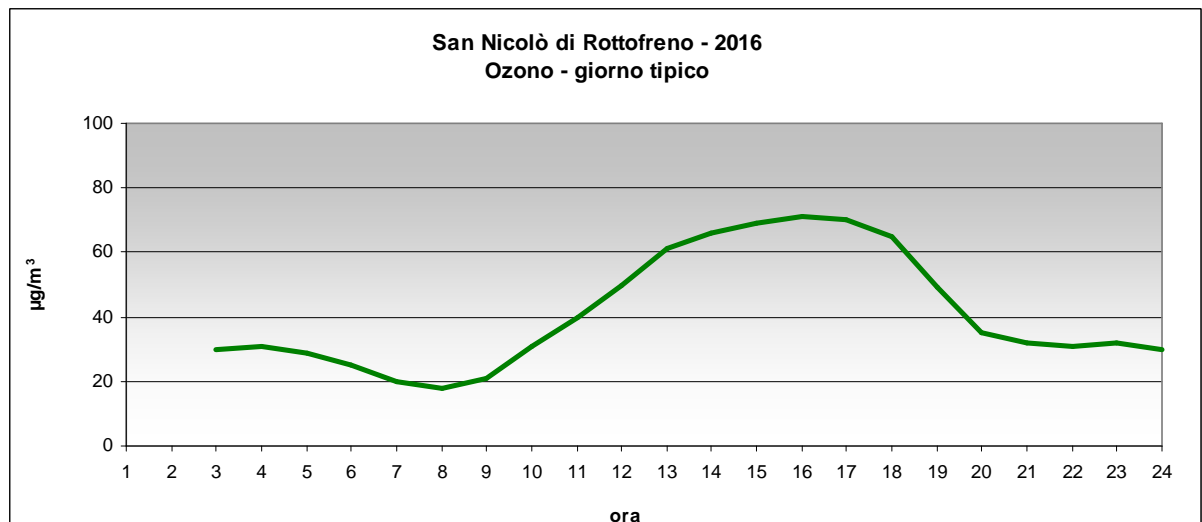
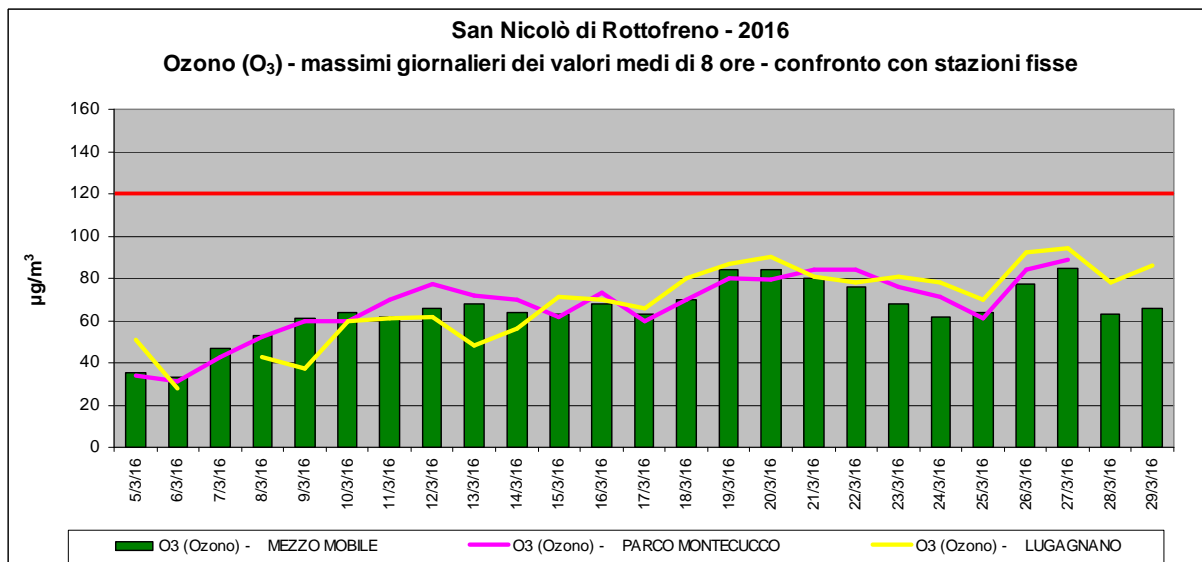
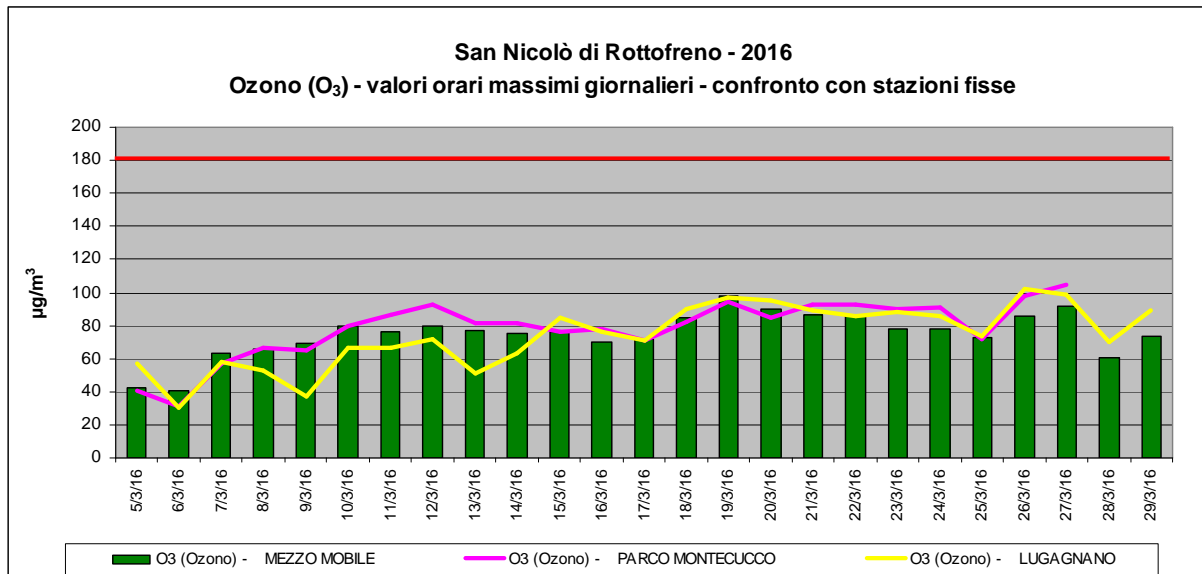
5. Ozono

L'Ozono (O₃) troposferico è un inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni chimiche che avvengono in atmosfera a partire dai precursori (in particolare ossidi di azoto e composti organici volatili). Queste reazioni sono favorite dal forte irraggiamento solare e dalle alte temperature e portano alla formazione di diversi inquinanti (smog fotochimico). L'inquinamento da ozono è un fenomeno caratteristico del periodo estivo e le concentrazioni più elevate solitamente si rilevano nelle ore pomeridiane e nelle aree suburbane poste sottovento rispetto alle aree urbane principali.

Inquinante	Riferimenti normativi (DLgs 155/2010)
Ozono O ₃	Valore obiettivo per la protezione della salute: 120 µg/m³ massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni
	Soglia di informazione: 180 µg/m³ (media oraria)
	Soglia di allarme: 240 µg/m³ (media oraria) da non superare per più di tre ore consecutive

Ozono - O ₃ : elaborazione dati orari										
Periodo 5 marzo - 29 marzo 2016										
Stazioni di monitoraggio	Numero di dati validi	Media (µg/m ³)	Minimo (µg/m ³)	Massimo (µg/m ³)	50° P (µg/m ³)	90° P (µg/m ³)	95° P (µg/m ³)	98° P (µg/m ³)	N° sup. [>180 µg/m ³]	N° giorni sup. (medie 8 ore) [>120 µg/m ³]
SAN NICOLÒ - Mezzo Mobile	570	40	<10	98	36	74	81	86	0	0
Piacenza - PARCO MONTECUCCO	536	37	<10	105	31	78	86	92	0	0
Lugagnano	563	50	<10	102	49	83	88	93	0	0

Limite di quantificazione = 10 µg/m³



Il dato orario mancante coincide con la calibrazione giornaliera dell'analizzatore, che viene effettuata sempre alla stessa ora all'inizio della giornata di campionamento

6. Sostanze organiche volatili (Benzene ed omologhi superiori)

Il Benzene (C₆H₆) è il composto organico aromatico più semplice, volatile anche a temperatura ambiente, dal caratteristico odore pungente. La sua presenza in atmosfera è dovuta quasi esclusivamente alle attività umane. La sorgente più importante in ambito urbano è costituita dai gas di scarico degli autoveicoli alimentati a benzina; un ulteriore contributo si ha dall'evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. Associati al Benzene, sono presenti in atmosfera anche altri idrocarburi aromatici suoi omologhi superiori quali Toluene, Etilbenzene e Xileni che presentano una tossicità inferiore rispetto al Benzene e con quest'ultimo sono compresi nell'elenco dei precursori dell'Ozono.

Inquinante	Riferimenti normativi (DLgs 155/2010)
Benzene (C ₆ H ₆)	Valore limite annuale: 5 µg/m ³

Periodo: 04-30/03/2016	San Nicolò via XXV Aprile	Piacenza Giordani-Farnese
	µg/m ³	µg/m ³
Benzene	1,0	1,3
Toluene	3,0	2,5
Etilbenzene	0,1	0,4
Xileni totali	1,1	1,7

CONCLUSIONI

La campagna di monitoraggio è stata condotta nel mese di marzo 2016, in un periodo che, sotto il profilo meteorologico, è risultato piuttosto favorevole alla dispersione degli inquinanti.

Particolato fine PM₁₀ - PM_{2,5}

Le concentrazioni di PM₁₀ misurate a San Nicolò risultano sostanzialmente in linea con i valori misurati a Giordani Farnese, stazione da traffico urbana (media sul periodo a San Nicolò pari a 28 µg/m³ contro 27 µg/m³, valore massimo 38 µg/m³ contro 43 µg/m³) e più elevate di quelle rilevate a Parco Montecucco, stazione di fondo urbano (media sul periodo pari a 22 µg/m³, valore massimo 32 µg/m³): si può pertanto ritenere critico questo inquinante, tenuto conto che presso la stazione di Giordani-Farnese, il numero di superamenti del limite giornaliero è costantemente superiore ai 35 consentiti in un anno.

Premesso che la metodica di misura della concentrazione - ancorché equivalente - è diversa per le due postazioni di misura¹, analoghe considerazioni possono farsi per il PM_{2,5}, dal momento che i valori rilevati a San Nicolò risultano di poco superiori a quelli della stazione di fondo urbano di

¹ Attenuazione raggi β per l'analizzatore della stazione di Parco Montecucco e misure gravimetriche per il campionatore sequenziale

Parco Montecucco e sostanzialmente coincidenti con quelli della stazione di Besenzone, punti di monitoraggio in cui la media annuale è sempre prossima al valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Biossido d'Azoto - NO_2

Nel periodo di indagine sono state registrate concentrazioni di NO_2 ampiamente inferiori al valore limite per la media oraria ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$): il massimo orario è infatti pari a $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I massimi giornalieri rilevati a San Nicolò mostrano un andamento simile a quello delle due stazioni urbane della rete regionale, con valori generalmente inferiori. Il valore medio sull'intero periodo di monitoraggio è pari a $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre si è calcolata una media di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Parco Montecucco e di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Giordani Farnese, unica stazione per cui, a scala annuale si rileva il costante superamento del limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Biossido di Zolfo - SO_2 , Monossido di Carbonio - CO

Per questi inquinanti nel periodo di indagine si sono registrati valori ampiamente inferiori ai limiti di riferimento: nel caso del CO il confronto con i dati rilevati dalla stazione urbana da traffico Piacenza – Giordani Farnese evidenzia andamenti sovrapponibili, con valori lievemente più contenuti.

Dall'andamento del **giorno tipico** calcolato per gli inquinanti aeriformi **NO_2 , CO e SO_2** , si può osservare che nel corso della giornata le concentrazioni presentano due massimi: uno al mattino intorno alle ore 9.00 ed un secondo, più pronunciato, intorno alle 20.00-21.00 (ora solare).

Tale andamento corrisponde anche a quello dei flussi veicolari che percorrono la via XXI Aprile lungo cui è stato collocato il laboratorio mobile (cfr. precedente pagina 6); né va dimenticata un'altra componente importante nel ciclo giornaliero degli inquinanti, vale a dire la capacità diffusiva dell'atmosfera legata all'altezza dello strato di rimescolamento che aumenta all'alba e diminuisce al tramonto, contribuendo così agli incrementi serali delle concentrazioni.

Ozono - O_3

Essendo l'ozono un inquinante caratteristico della stagione estiva, nel periodo in esame i valori rilevati sono decisamente contenuti.

Sia i valori orari massimi giornalieri sia i massimi giornalieri delle medie di otto ore mostrano un andamento sostanzialmente sovrapponibile a quello rilevato per la stazione di fondo urbano di Piacenza - Parco Montecucco, i cui dati elaborati a scala annuale evidenziano in genere una forte criticità per tutto il periodo estivo, con un numero decisamente elevato di superamenti sia del valore obiettivo per la protezione della salute, sia della soglia di informazione.

Sostanze organiche volatili (Benzene – C_6H_6 ed omologhi superiori)

La metodica di campionamento e misura applicata a San Nicolò differisce da quella utilizzata nella stazione fissa, in quanto nel primo caso è stato impiegato un campionatore passivo che capta i composti organici volatili per adsorbimento su una cartuccia, successivamente analizzata in laboratorio (un solo dato medio sull'intero periodo di esposizione, in questo caso circa 22 giorni), mentre la stazione di Giordani-Farnese è dotata di un analizzatore in continuo che utilizza come principio di funzionamento la gascromatografia ad arricchimento e come sistema di rilevazione il fotoionizzatore PID, e che restituisce dati medi orari.

Ciò premesso, si osserva che a San Nicolò le concentrazioni medie di sostanze organiche volatili sul periodo di misura risultano inferiori alla media delle concentrazioni orarie rilevate dalla stazione da traffico urbana, ad esclusione del toluene per cui il valore misurato è superiore; nel caso specifico del benzene, il dato è di poco inferiore a quello della stazione fissa che a sua volta registra valori medi annuali compresi fra $1,3$ e $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (contro un limite pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

A completamento dell'analisi dei dati, segue la tabella che pone a confronto i valori medi ed i valori massimi dei diversi inquinanti registrati nel corso delle tre campagne di monitoraggio realizzate negli ultimi anni (2010-2016).

È necessario precisare che il confronto tra le campagne condotte in un determinato arco temporale ha un valore indicativo, in considerazione del fatto che le misure non sono tutte riferite allo stesso periodo dell'anno ed hanno una durata limitata nel tempo, dunque i relativi risultati risentono della diversità di condizioni -soprattutto sotto il profilo meteorologico- dello specifico periodo indagato.

Questo è particolarmente evidente nel confronto fra le ultime due campagne, quella del marzo 2015, caratterizzata da un contesto meteo-diffusivo particolarmente favorevole all'accumulo degli inquinanti, e quella del 2016 in cui le condizioni meteorologiche già tipicamente primaverili hanno determinato concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) e polveri fini (PM₁₀ e PM_{2,5}) decisamente più contenute. Ciò detto, la sostanziale sovrapposibilità della situazione rilevata a San Nicolò con quanto misurato dalle stazioni fisse dell'area urbana consente di confermare la criticità di tali inquinanti, caratteristici del semestre invernale per tutta l'area della Pianura Ovest.

San Nicolò - Rottofreno

23/03 - 06/04	24/09 - 15/10	04/03-27/03	05/03-29/03
---------------	---------------	-------------	-------------

PM ₁₀ µg/m ³ (valori medi giornalieri)	2010	2012	2015	2016
Media	35	33	48	28
Massimo	88	58	76	38
n. superamenti > 50 µg/m ³ / n. gg	3 / 13	2 / 20	10 / 22	0/23
<i>n. superamenti > 50 µg/m³ / n. gg - Stazione di Giordani Farnese</i>	<i>2 / 13</i>	<i>0 / 20</i>	<i>7 / 22</i>	<i>0/25</i>

PM _{2,5} µg/m ³ (valori medi giornalieri)	2010	2012	2015	2016
Media			29	22
Massimo			48	31

NO ₂ µg/m ³ (valori medi orari)	2010	2012	2015	2016
Media	32	28	32	18
Massimo	83	98	135	79

CO mg/m ³ (valori medi orari)	2010	2012	2015	2016
Media	<0,6	<0,6	0,6	<0,6
Massimo	0,7	0,8	1,4	1,2

SO ₂ µg/m ³ (valori medi orari)	2010	2012	2015	2016
Media	<14	<14	<14	<14
Massimo	21	20	26	37

C ₆ H ₆ µg/m ³ (valore medio sul periodo)	2010	2012	2015	2016
Media	< 1	0,3	0,7	1,0