

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di Ponte San Nicolò

Via Vespucci



Periodo di attuazione

28/01/2016 - 17/03/2016 (1^a campagna)

20/07/2016 - 22/09/2016 (2^a campagna)

RELAZIONE TECNICA



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

ARPAV

Il Direttore Generale

Nicola Dell'Acqua

Dipartimento Provinciale di Padova

Vincenzo Restaino

Progetto e realizzazione

Servizio Stato dell'Ambiente

Ilario Beltramin

Roberta Millini

Enrico Cosma

Antonella Pagano

Silvia Rebeschini

Con la collaborazione di:

Servizio Meteorologico di Teolo

Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale

Alberto Bonini Baraldi

Massimo Enrico Ferrario

Dipartimento Regionale Laboratori

Francesca Daprà

Servizio Osservatorio Regionale Aria

Salvatore Patti

La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di PADOVA e la citazione della fonte stessa.

Indice generale

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna.....	4
3. Commento meteo-climatico.....	6
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....	8
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi.....	9
6. Efficienza di campionamento.....	10
7. Analisi dei dati rilevati.....	10
8. Valutazione dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA).....	16
9. Conclusioni.....	18
10. Scheda sintetica di valutazione.....	19
ALLEGATO.....	20
GLOSSARIO.....	22

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

La campagna è stata richiesta dall'Amministrazione Comunale. Il monitoraggio permette di fornire lo stato dell'ambiente atmosferico attraverso la valutazione della concentrazione degli inquinanti rilevati dalla stazione mobile posizionata in Via Vespucci a Ponte San Nicolò dal 28/01/2016 al 17/03/2016 e dal 20/07/2016 al 22/09/2016.

2. Caratterizzazione del sito

L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Ponte San Nicolò ed è di tipologia "background urbano". Il comune di Ponte San Nicolò ricade nella zona "Agglomerato Padova" (IT0510), ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1.

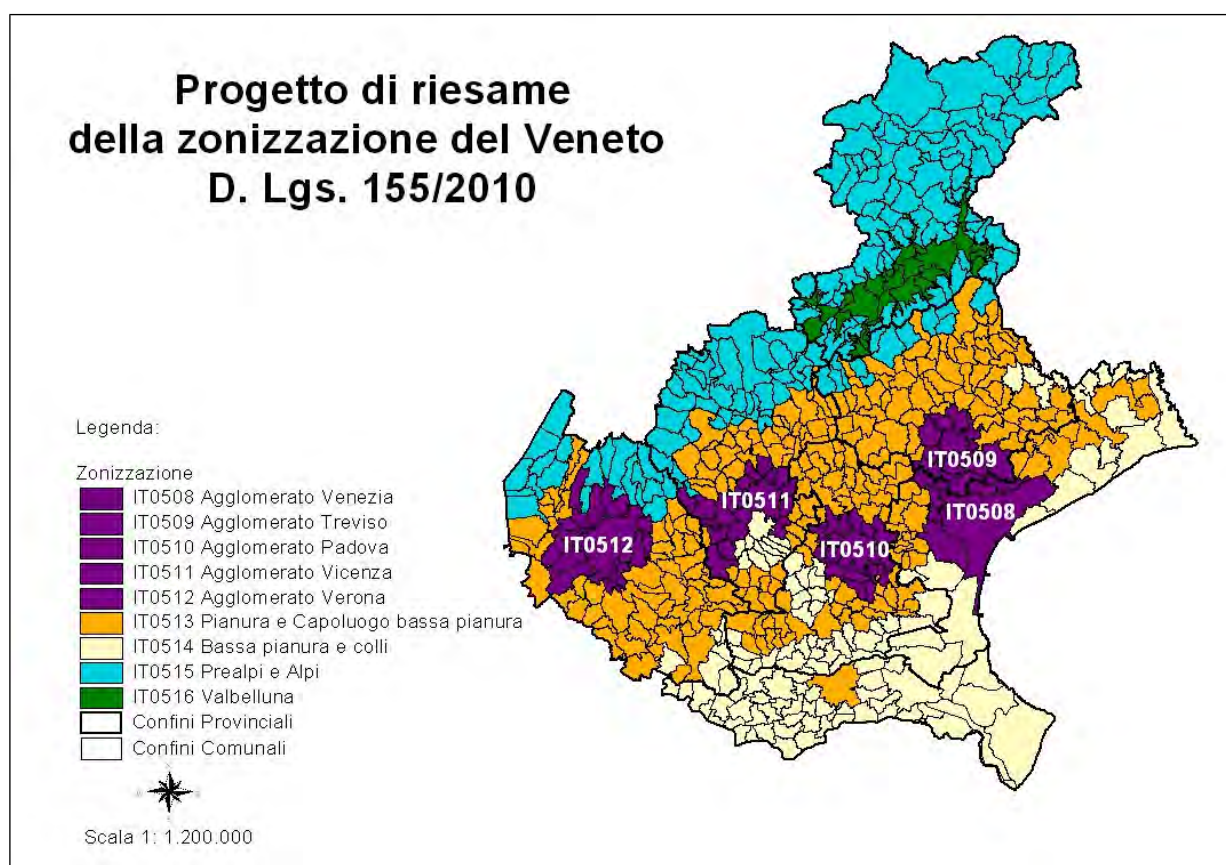


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

Il punto di monitoraggio con il mezzo mobile è riportato sulla mappa alla pagina successiva.

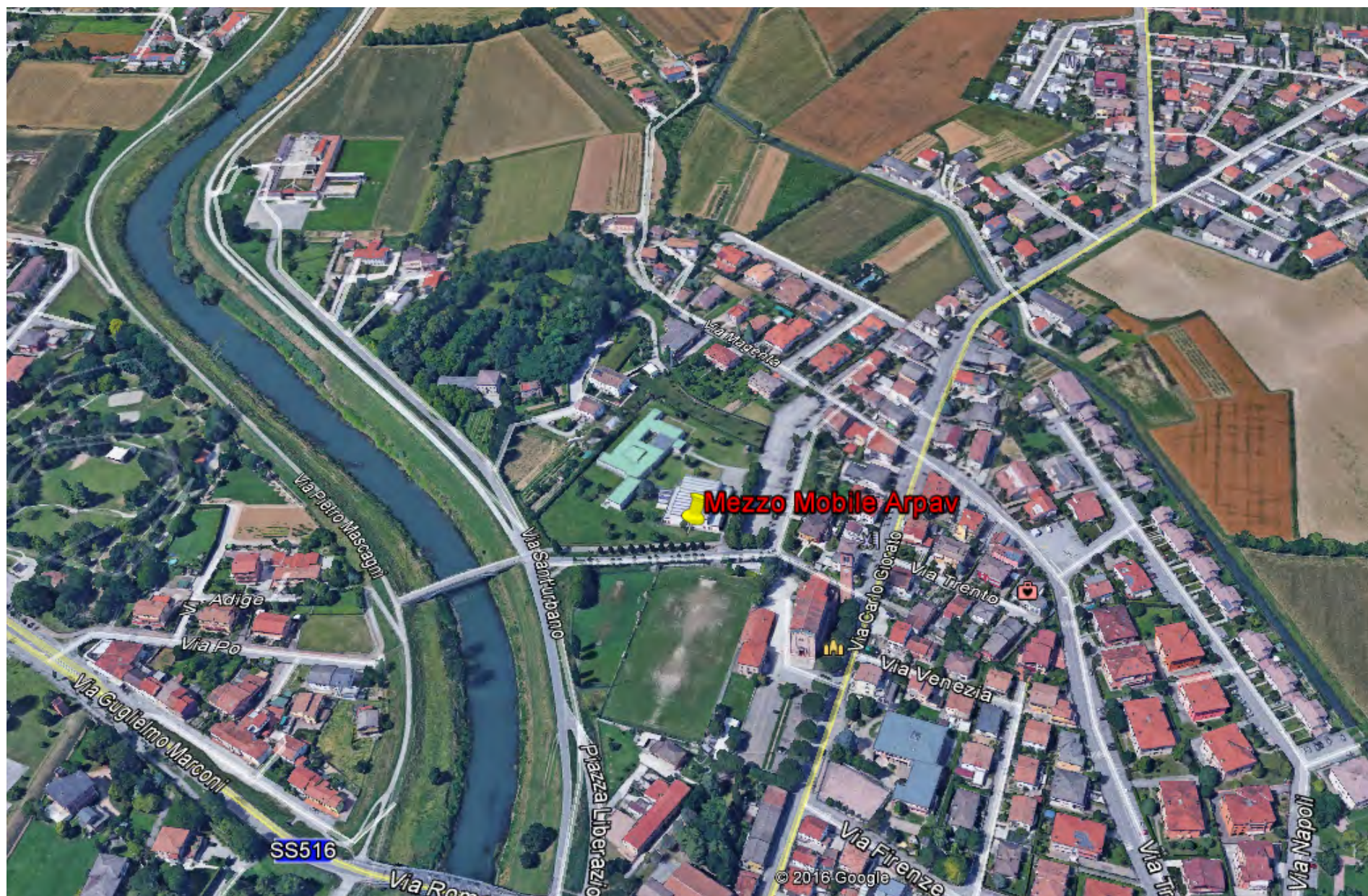


Figura 2 – Posizionamento della stazione mobile

3. Commento meteo-climatico

(a cura di Massimo Enrico Ferrario)

La situazione meteorologica è stata analizzata, per entrambe le campagne, mediante diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- **rosso** (precipitazione giornaliera < 1 mm e intensità media del vento < 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- **giallo** (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm, intensità media del vento tra 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- **verde** (precipitazione giornaliera > 6 mm e intensità media del vento > 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Le soglie per la ripartizione in classi derivano dall'analisi di un campione pluriennale di dati.

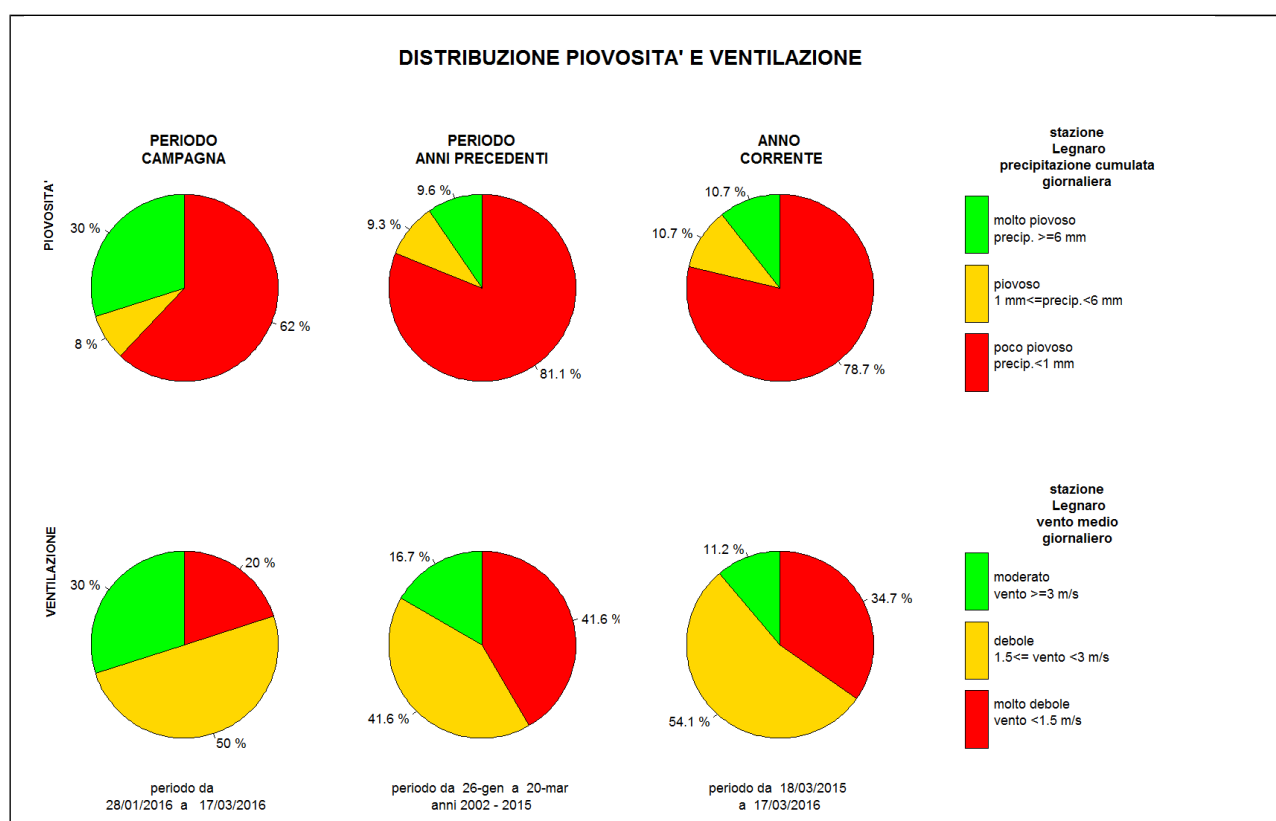


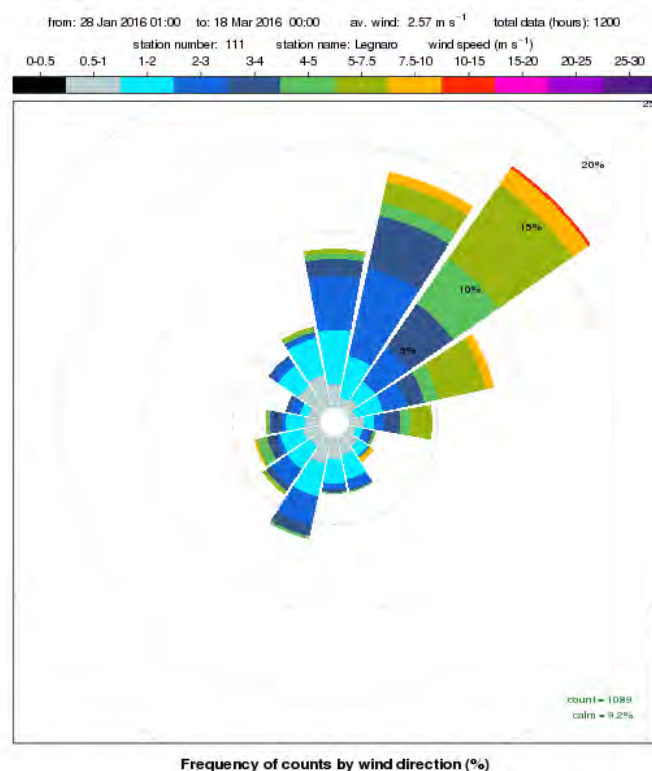
Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarca dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

In fig.3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Legnaro - 111 (PD) in tre periodi:

- 28 gennaio - 17 marzo 2016, periodo di svolgimento della prima campagna di misura;
- 26 gennaio - 20 marzo dall'anno 2002 all'anno 2015 (PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 18 marzo 2015 - 17 marzo 2016 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto di fig.3, risulta che:

- i giorni molto piovosi sono stati più frequenti rispetto alle serie di riferimento;
- i giorni con vento molto debole sono stati molto meno frequenti rispetto alle serie di riferimento, e quelli con vento moderato sono risultati, invece, ben più frequenti.



Frequency of counts by wind direction (%)

Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Legnaro nel periodo 28/01-17/03/2016

In fig.4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Legnaro durante la prima campagna di misura. Ne risulta che la direzione prevalente di provenienza del vento è NE (circa 17% dei casi), seguita da NNE (circa 14%), N e ENE (entrambe 9%). La frequenza delle calme (venti di intensità < 0.5 m/s) è stata pari a circa 9%; la velocità media pari a circa 2.6 m/s.

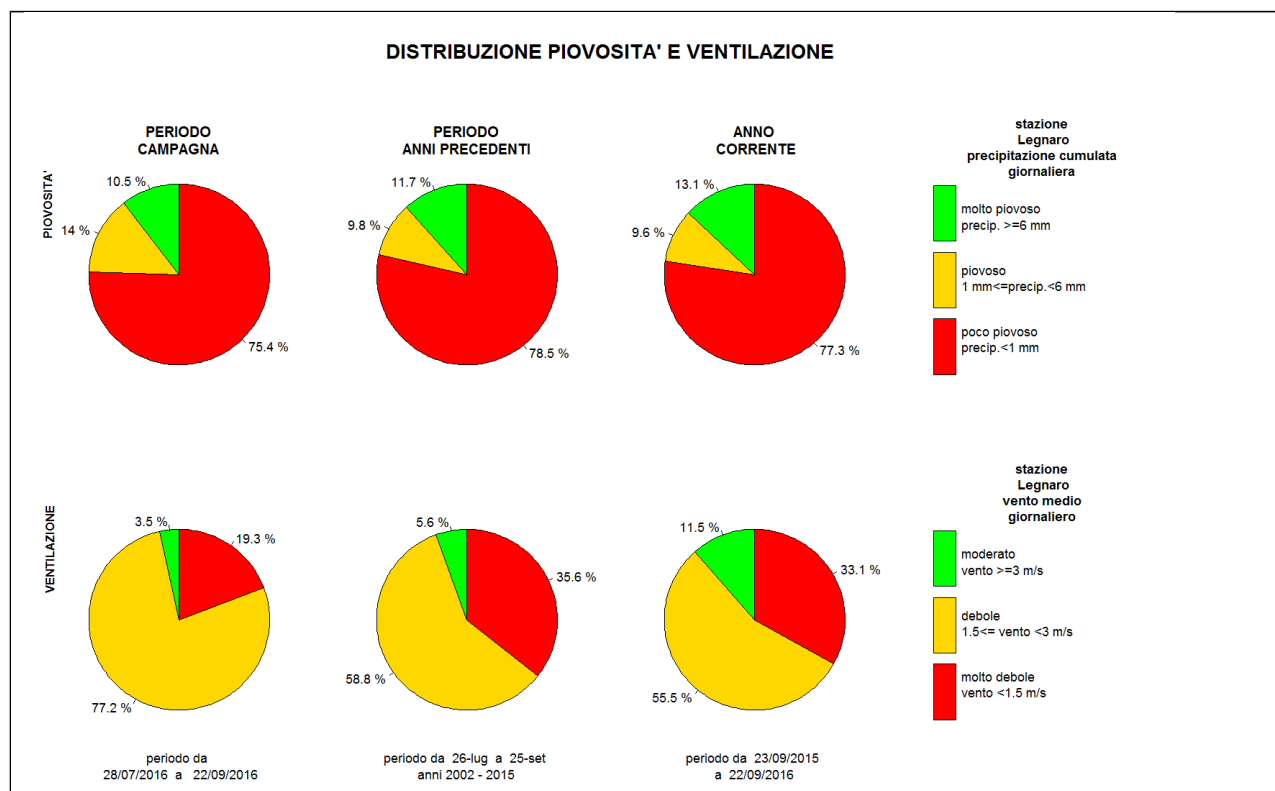


Figura 5: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).

Analogamente a fig.3, fig.5 confronta le caratteristiche di piovosità e ventilazione nei tre periodi:

- 28 luglio - 29 settembre 2016, periodo di svolgimento della seconda campagna di misura;
- 26 luglio - 25 settembre dall'anno 2002 all'anno 2015 (PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 23 settembre 2015 - 22 settembre 2016 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto di fig.5 risulta che:

- la distribuzione dei giorni in relazione alla piovosità è simile a quella dei periodi di riferimento;
- i giorni con vento molto debole sono stati molto meno frequenti rispetto alle serie di riferimento.

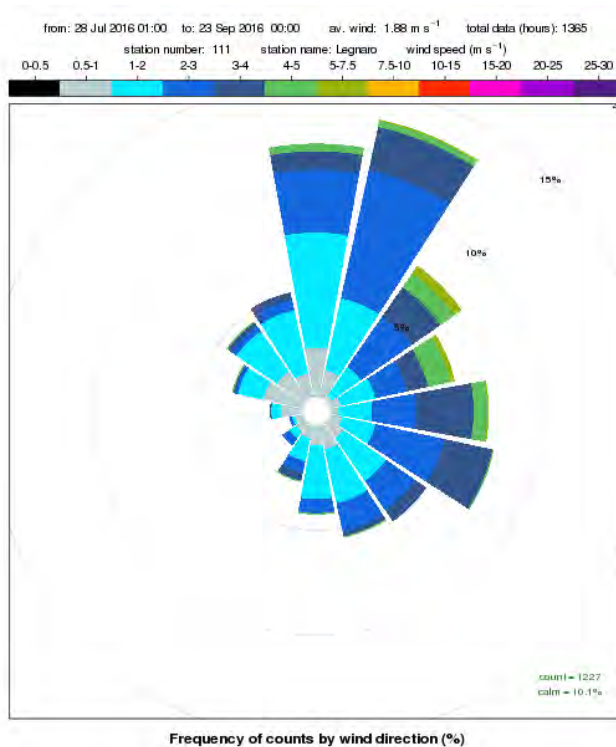


Figura 6: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Legnaro nel periodo 28/07-22/09/2016

In fig.6 si riporta la rosa dei venti registrati a Legnaro durante la seconda campagna di misura. Si osserva che la direzione prevalente di provenienza del vento è NNE (circa 14% dei casi), seguita da N (circa 12%) e frequenze superiori al 5% si registrano in tutte le direzioni comprese tra N ed E e tra E e S). La frequenza delle calme (intensità < 0.5 m/s) è stata pari a circa 10%; la velocità media pari a circa 1.9 m/s.

4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione mobile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x) e ozono (O₃), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri fini (PM₁₀), dalla cui successiva caratterizzazione chimica in laboratorio è possibile determinare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)pirene, e i Metalli (Pb, As, Cd, Ni, Hg). Sono stati effettuati anche dei rilievi della concentrazione media di benzene (C₆H₆) con campionatori passivi manuali. I campionatori passivi, posizionati al riparo dalle precipitazioni atmosferiche, vengono fissati ad una altezza di circa 2.5 m dal suolo e lasciati *in situ* mediamente per una settimana. La successiva quantificazione analitica viene effettuata in laboratorio.

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente.

Nella tabella seguente si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge suddivisi in base alla mediazione di breve periodo e lungo periodo e in relazione alla protezione degli ecosistemi.

Tabella 1 - Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.).

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
SO₂	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	20 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	500 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile
NO_x	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
NO₂	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	400 µg/m ³
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m ³ [da non superare più di 18 volte/anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM₁₀	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	50 µg/m ³ [da non superare più di 35 volte/anno civile]
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM_{2,5}	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³
CO	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	10 mg/m ³
Pb	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m ³
BaP	Valore obiettivo	Media annuale	1,0 ng/m ³
C₆H₆	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5,0 µg/m ³
O₃	Soglia di informazione	superamento del valore orario	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	240 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m ³ h [come media su 5 anni]
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h
Ni	Valore obiettivo	Media Annuale	20,0 ng/m ³
As	Valore obiettivo	Media Annuale	6,0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo	Media Annuale	5,0 ng/m ³

5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico.

Il campionamento del particolato PM₁₀ (diametro aerodinamico < 10 µm) è realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle

specifiche tecniche di legge (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici (benzo(a)pirene e altri IPA) e del PM₁₀ sono effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti (quarzo), rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) *metodo UNI EN 15549:2008* e determinazione gravimetrica *metodo UNI EN 12341:2014*, i metalli mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite *metodo UNI EN 14902:2005*.

La determinazione gravimetrica del PM₁₀ è effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del benzo(a)pirene e dei metalli sono eseguite nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti per legge.

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rivelabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rivelabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rivelabilità, differente a seconda dello strumento impiegato e della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le *Regole di accettazione e rifiuto semplici*, cioè le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto (*Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura*, R.Mufato e G.Sartori, Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

6. Efficienza di campionamento

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità previsti per legge e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

Per le misurazioni indicative, la normativa stabilisce dei periodi minimi di copertura con un'efficienza di campionamento di almeno il 90%. Le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno dovrebbero essere suddivise, quando possibile, in due periodi di quattro settimane consecutive ciascuno; uno nel semestre invernale (1 ottobre - 31 marzo) e uno nel semestre estivo (1 aprile - 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Nella campagna in esame l'efficienza di campionamento risulta sopra il 90% per tutti i monitor in continuo. Per il PM₁₀ l'efficienza è risultata pari al 78%. Sul totale dei filtri campionati sono state effettuate 92 analisi di PM₁₀, 58 di IPA e 34 di metalli.

7. Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo si presentano le elaborazioni statistiche delle misure di concentrazione effettuate durante la campagna di monitoraggio. Si confrontano i parametri statistici con i rispettivi valori limite di legge, anche se la verifica di questi ultimi si riferisce principalmente al monitoraggio con stazioni fisse rispondenti a stringenti criteri di posizionamento e di raccolta dati. La valutazione con la stazione mobile si basa su obiettivi di qualità meno severi, e, quindi, il confronto con i limiti è solo indicativo.

Al fine di proporre un confronto con una realtà analoga, costantemente monitorata, e di cui sono noti i principali elementi di criticità, per ogni parametro misurato è riportato il corrispondente valore registrato presso la stazione fissa di Mandria (stazione di "background urbano") nel comune di Padova, o in caso di assenza del monitor a Mandria, in altre stazioni via via indicate, sempre all'interno del territorio comunale.

Per ciascun inquinante considerato, si riporta una sintetica descrizione delle principali fonti di emissione antropica e dei possibili effetti a carico della salute per i principali gruppi a rischio.

Si tratta di effetti dovuti al superamento dei limiti di esposizione (tempo di esposizione e concentrazione media) definiti sulla base di ricerche di tipo epidemiologico e non direttamente confrontabili con i valori medi registrati durante il monitoraggio.

Biossido di zolfo (SO₂)

Le emissioni di origine antropica, dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi, sono strettamente correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). A causa dell'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità riescono a raggiungere la parte più profonda dei polmoni). Fra gli effetti acuti sono compresi un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine sono da ricordare le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici.

I livelli ambientali di SO₂ rilevati a Ponte San Nicolò risultano ampiamente inferiori sia al limite per la protezione della salute (350 µg/m³, media su 1h; 125 µg/m³, media su 24h) che alla soglia di allarme (500 µg/m³, persistenza per 3 h consecutive).

Poiché il monitor per Mandria non è presente nella seconda campagna di misura, nella tabella successiva si sono confrontati i valori statistici (massimi orari, Max_1h) di Ponte San Nicolò con le medie dei rispettivi valori rilevati da due stazioni site nel comune di Padova, in Via Carli e in Viale Internato Ignoto, denominate in tabella come “Stazioni” e similari a Mandria in termini di questo monitor, e con la stazione di Arcella (traffico urbano), con valori di SO₂ tipicamente superiori a quelli delle altre stazioni fisse di Padova.

SO ₂ (µg/m ³)		Ponte San Nicolò	Stazioni	Arcella
28/01/2016-17/03/2016	N° dati	1120	1146	1141
	Max_1h	17	8	21
20/07/2016-22/09/2016	N° dati	1455	1486	1479
	Max_1h	7	7	7
complessiva	N° dati	2575	2622	2620
	Max_1h	17	8	21

Dalla tabella precedente si evidenzia un buon accordo tra i valori massimi invernali di Ponte San Nicolò e Arcella.

Monossido di carbonio (CO)

Gas incolore e inodore, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, dal trattamento e dallo smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e dalle raffinerie di petrolio, dalle fonderie. Il monossido di carbonio raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e, quindi, il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina (riducendo notevolmente la capacità di trasporto dell'ossigeno ai tessuti). Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

Il monitoraggio del monossido di carbonio a Ponte San Nicolò non evidenzia superamenti del valore limite fissato dal DLgs 155/2010 (10 mg/m³, media mobile 8h).

In tabella si riportano i parametri statistici (massima media mobile giornaliera su otto ore, Max_mm) a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione di Mandria.

CO (mg/m ³)		Ponte San Nicolò	Mandria
28/01/2016-17/03/2016	N° dati	1133	1141
	Max_mm	2.2	2.2
20/07/2016-22/09/2016	N° dati	1452	1485
	Max_mm	0.6	0.6

complessiva	N° dati	2585	2626
	Max_mm	2.2	2.2

Dalla tabella si nota che, in termini di monossido di carbonio, i valori statistici per i due siti sono sostanzialmente equivalenti e ben al di sotto del limite di legge.

Ozono (O₃)

E' un inquinante 'secondario' che si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NOx, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di ozono tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli di ozono risultano tipicamente bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare (anche se sono frequenti picchi nelle ore notturne dovuti ai complessi processi di rimescolamento dell'atmosfera). Il bersaglio principale dell'ozono è l'apparato respiratorio.

In tabella si riportano i parametri statistici, indicativi dei valori limite previsti per legge, relativi al mezzo mobile e alla stazione di Mandria.

O₃ (µg/m³)		Ponte San Nicolò	Mandria
28/01/2016-17/03/2016	N° dati	1131	1143
	N° sup 120	0	0
	N° sup 180	0	0
20/07/2016-22/09/2016	N° dati	1455	1495
	N° sup 120	13	18
	N° sup 180	0	2
complessiva	N° dati	2586	2638
	N° sup 120	13	18
	N° sup 180	0	2

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio, a Ponte San Nicolò, si son registrati 13 superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m³, in termini di massima media mobile giornaliera su 8h) e, a differenza di Mandria, nessun superamento della soglia di informazione (180 µg/m³, come valore orario).

In Allegato si riporta la serie temporale della massima media mobile giornaliera di Ozono per le due campagne di monitoraggio, a confronto con il valore limite.

Biossido di azoto (NO₂)

E' un gas caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, riguardano principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico. Gli effetti acuti comprendono infiammazione delle mucose e diminuzione della funzionalità polmonare. Gli effetti a lungo termine includono l'aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie e la maggiore suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. I gruppi a maggior rischio sono costituiti dagli asmatici e dai bambini.

In tabella si riportano i parametri statistici (media) desunti dalle registrazioni della campagna del mezzo mobile a confronto con i rispettivi valori rilevati a Mandria.

NO₂ (µg/m³)		Ponte San Nicolò	Mandria
28/01/2016-17/03/2016	N° dati	1106	1139
	media	32	39
20/07/2016-22/09/2016	N° dati	1498	1484
	media	21	24
complessiva	N° dati	2604	2623
	media	26	31

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio non si sono registrati superamenti del valore limite di protezione della salute ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media su 1h). Il valore medio dell'intera campagna a Ponte San Nicolò risulta $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come a Mandria inferiore al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Polveri fini (PM_{10})

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da reazioni chimico-fisiche successive alla fase di emissione). Una caratterizzazione esauriente del particolato atmosferico si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle.

Quelle di dimensioni inferiori a $10 \mu\text{m}$ hanno un tempo medio di vita (permanenza in aria) che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze. La dimensione media delle particelle determina il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). Per valutare gli effetti sulla salute è, quindi, molto importante la determinazione della composizione chimica del particolato. Le caratteristiche chimiche del particolato influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti quali ad esempio IPA, metalli pesanti, SO_2 .

Le polveri PM_{10} che si depositano nel tratto superiore o extra toracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione.

Le fonti antropiche di polveri atmosferiche sono rappresentate essenzialmente dalle attività industriali, dagli impianti di riscaldamento e dal traffico veicolare.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici del PM_{10} rilevato a Ponte San Nicolò a confronto con i rispettivi valori della stazione di Mandria.

PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Ponte San Nicolò	Mandria
28/01/2016- 17/03/2016	N° dati	48	49
	Media	45	45
	N° sup $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	11	10
20/07/2016- 22/09/2016	N° dati	44	64
	Media	19	21
	N° sup $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0
complessiva	N° dati	92	113
	Media	32	32
	N° sup $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	11	10

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato 11 volte, in linea con Mandria, e la media è risultata inferiore al limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I grafici in Allegato riportano la serie temporale delle misure di PM_{10} per le due campagne di monitoraggio, a confronto con il valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM_{10} , si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM_{10} .

Tale metodologia confronta il "sito sporadico" (campagna di monitoraggio) con una stazione fissa, considerata rappresentativa per vicinanza o per stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche.

Nella pratica si valuta il grado di correlazione tra i dati della stazione fissa e del "sito sporadico" nel corso delle due campagne. Dalla serie annuale della stazione fissa si calcolano il valore medio annuo e il 90° percentile delle concentrazioni di PM_{10} . Se il grado di correlazione tra i due siti è elevato, si ritiene plausibile che la media e i percentili della stazione fissa, siano rappresentativi anche del sito sporadico.

Il calcolo del 90° percentile è legato al fatto che in una distribuzione di 365 valori, il 90° percentile corrisponde al 36° valore massimo. E poiché per il PM₁₀ sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, il rispetto del valore limite è garantito se e solo se il 90° percentile è inferiore a 50 µg/m³.

Nel nostro caso il “sito sporadico” di Ponte San Nicolò è confrontato con la stazione fissa di “background urbano” di Mandria. Per la serie annuale di dati di Mandria si sono considerati il semestre invernale dal 01/01/2016 al 31/03/2016 e dal 01/10/2016 al 31/12/2016, e il semestre estivo dal 01/04/2016 al 30/09/2016.

Nei periodi di sovrapposizione (durante le due campagne di misura), i dati delle due stazioni mostrano un indice di correlazione superiore a 0.98, quindi molto significativo, a suffragio della confrontabilità tra i due siti e del metodo induttivo adottato.

La metodologia di calcolo statistico applicata a Mandria dà come risultati un valore medio annuo di 37 µg/m³ (inferiore al valore limite annuale) ed un 90° percentile pari a 73 µg/m³ (superiore a 50 µg/m³).

Per quanto detto sopra, tali valori si possono attribuire anche al sito di Ponte San Nicolò, pertanto la sua media annua di concentrazione del particolato PM₁₀ risulterebbe inferiore al limite di legge, mentre il numero di superamenti risulterebbe superiore.

Benzo(a)pirene (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da un'elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici, delle centrali termoelettriche, degli inceneritori, ma non solo. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) a carico delle cellule del polmone (il BaP è inserito nel gruppo 1 della classificazione IARC -International Association of Research on Cancer - cioè tra le sostanze con accertato potere cancerogeno sull'uomo). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri statistici del Benzo(a)pirene a confronto con i rispettivi valori rilevati dalle stazioni di Mandria.

B(a)P (ng/m ³)		Ponte San Nicolò	Mandria
28/01/2016-17/03/2016	media	1.8	1.8
20/07/2016-22/09/2016	media	0.05	0.08
complessiva	media	0.8	0.8

La media di Benzo(a)pirene relativa all'intera campagna di monitoraggio è risultata inferiore al valore obiettivo annuale di 1 ng/m³.

Si sottolinea che le medie riportate, essendo calcolate per periodi limitati, non sono confrontabili con i valori limite di legge che sono medie annuali.

Benzene (C₆H₆)

E' un idrocarburo liquido, incolore e dotato di un odore caratteristico. In ambito urbano gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% è immesso nell'aria per combustione nei gas di scarico mentre il restante 15% per evaporazione del combustibile dal serbatoio e dal motore e durante le operazioni di rifornimento. L'intossicazione di tipo acuto dovuta a concentrazioni molto elevate è causa di effetti sul sistema nervoso centrale. Fra gli effetti a lungo termine sono note le interferenze sul processo emopoietico (produzione del sangue) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1, cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

Nella tabella riportata di seguito sono elencati i parametri statistici del Benzene registrati a Ponte San Nicolò, a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione di Mandria.

Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Ponte San Nicolò	Mandria
28/01/2016-17/03/2016	media	0.9	1.0
20/07/2016-22/09/2016	media	0.2	0.3
complessiva	media	0.5	0.5

La media di Benzene relativa all'intera campagna di monitoraggio è risultata inferiore al valore limite annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Metalli pesanti (Pb, As, Cd, Ni, Hg)

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi. Tra i più rilevanti da un punto di vista sanitario-ambientale quelli 'regolamentati' da una specifica normativa sono: il piombo (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg). Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola.

I metalli pesanti sono diffusi in atmosfera con le polveri (le cui dimensioni e composizione chimica dipendono fortemente dalla tipologia della sorgente). La principale fonte di inquinamento atmosferico da piombo nelle aree urbane era, fino a pochi anni fa, costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina 'rossa super' (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche sono rappresentate dai processi di combustione, di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

I gruppi sensibili maggiormente a rischio sono i bambini e le donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l'indicatore più attendibile di esposizione ambientale. Le linee guida dell'OMS indicano un valore critico di Pb pari ad una concentrazione di $100 \mu\text{g}/\text{l}$ e su questa base è stata proposta una stima della concentrazione media annuale consentita dalla normativa in atmosfera ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, DLgs 155/2010).

Poiché nella stazione di Mandria non vengono rilevati i metalli, per un confronto con Ponte San Nicolò si è presa la stazione fissa di Granze (industriale urbana).

In tabella sono riportati i parametri statistici relativi ai Metalli a Ponte San Nicolò a confronto con i rispettivi valori rilevati dalla stazione fissa di Granze.

		Ponte San Nicolò				Granze			
		As [ng/m^3]	Cd [ng/m^3]	Ni [ng/m^3]	Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	As [ng/m^3]	Cd [ng/m^3]	Ni [ng/m^3]	Pb [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
28/01/2016-17/03/2016	media	0.8	0.5	2.3	0.017	1.0	0.6	4.8	0.025
20/07/2016-22/09/2016	media	0.5	0.2	1.7	0.007	0.5	0.2	2.0	0.008
complessiva	media	0.6	0.3	2.0	0.011	0.8	0.4	3.6	0.017

La concentrazione media di metalli rilevati a Ponte San Nicolò nei periodi di monitoraggio risulta inferiore ai valori limite previsti dal D. Lgs. 155/210, e ai valori misurati dalla stazione fissa di Granze.

A differenza degli altri elementi in tracce, per quanto riguarda il mercurio (Hg) il DLgs 155/2010 non indica un valore obiettivo da rispettare. Le analisi realizzate in entrambe le stazioni registrano quantitativi medi di $\text{Hg} < 1 \text{ ng}/\text{m}^3$ (valore inferiore al limite di rilevabilità dello strumento).

8. Valutazione dell'Indice di Qualità dell'Aria (IQA)

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza che permette di rappresentare in maniera **sintetica** lo stato di qualità dell'aria tenendo conto contemporaneamente del contributo di molteplici inquinanti atmosferici. L'indice è normalmente associato ad una **scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria** (tabella seguente).

CROMATISMI	QUALITA' DELL'ARIA
	BUONA
	ACCETTABILE
	MEDIOCRE
	SCADENTE
	PESSIMA

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e PM₁₀.

Le prime due classi (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria nella stazione esaminata.

Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato. Quindi, è possibile distinguere situazioni di moderato superamento da situazioni significativamente più critiche¹.

Di seguito sono riportati il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA per la campagna invernale, estiva e per il totale campagna (fig. 7, fig.8, fig.9 rispettivamente).

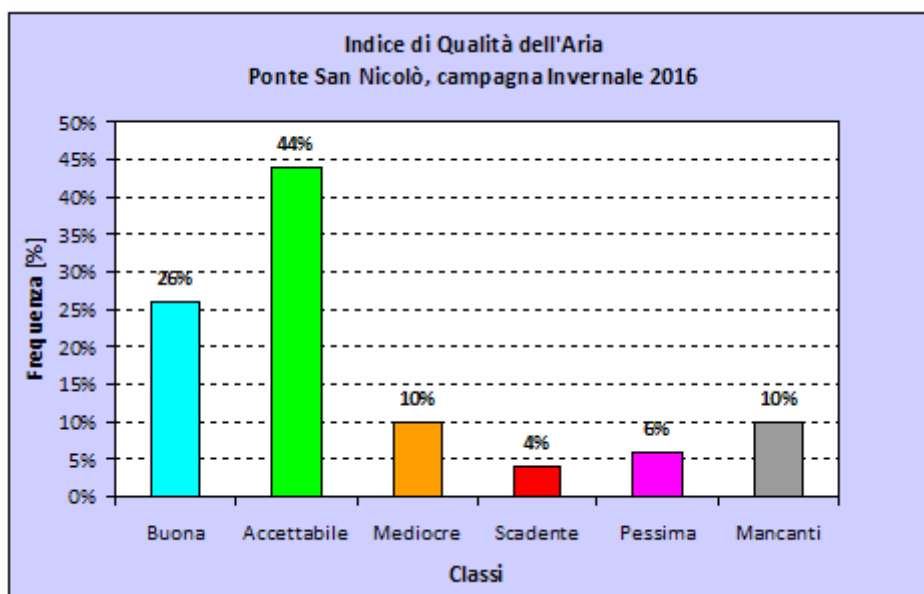


Figura 7. Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per Ponte San Nicolò [Inverno]

¹ Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale: www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa

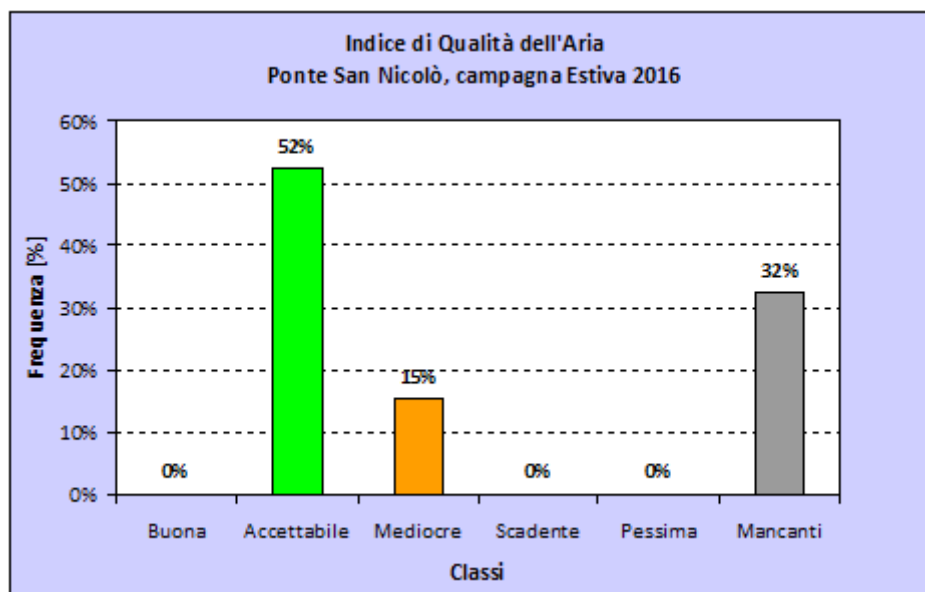


Figura 8. Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per Ponte San Nicolò [Estate]

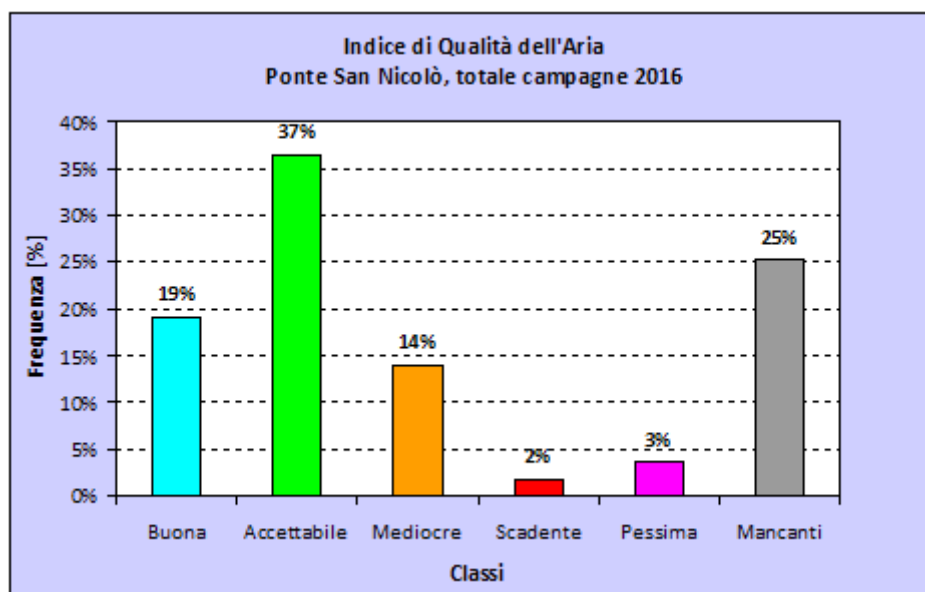


Figura 9. Calcolo dell'indice sintetico complessivo di qualità dell'aria per Ponte San Nicolò [complessivo campagna]

Dall'analisi dell'indice di qualità dell'aria risulta che la maggior parte delle giornate di campagna ricadono nelle classi buona e accettabile, al più mediocre, con qualche caso, e limitatamente al periodo invernale, di giorni con indice di qualità dell'aria scadente o pessima.

9. Conclusioni

La valutazione dello stato di qualità dell'aria nel Comune di Ponte San Nicolò è stata svolta attraverso una campagna di misura con la stazione mobile posizionata in Via Vespucci dal 28/01/2016 al 17/03/2016 e dal 20/07/2016 al 22/09/2016.

Di seguito si riassumono le principali conclusioni sul monitoraggio dello stato di qualità dell'aria per: biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), biossido di azoto (NO₂), polveri fini (PM₁₀), benzo(a)pirene (IPA), benzene (C₆H₆), metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb, Hg).

Le concentrazioni di **biossido di zolfo** (SO₂) e **monossido di carbonio** (CO) sono risultate ampiamente inferiori ai rispettivi limiti per la protezione della salute.

Per quanto riguarda l'**ozono** (O₃), si è superato il valore limite di protezione della salute (120 µg/m³, media mobile su 8h trascinata) 13 volte, mentre le soglie di informazione e allarme non son mai state superate.

Il **biossido di azoto** (NO₂) non ha registrato alcun superamento del valore limite di protezione della salute a breve termine (200 µg/m³ come media su un'ora). La concentrazione media sull'intera campagna, pari a 26 µg/m³, è risultata molto inferiore al limite annuale (40 µg/m³).

Per quanto riguarda le **polveri fini** (PM₁₀), il numero di superamenti del limite giornaliero di protezione della salute di 50 µg/m³ risulta in linea con la stazione di Mandria. Le stime statistiche effettuate su base annuale hanno prodotto un numero di superamenti superiore al numero massimo consentito dalla legge e una media annuale inferiore al limite di 40 µg/m³.

Il monitoraggio del **benzo(a)pirene** (IPA) ha evidenziato un valore medio complessivo inferiore al valore obiettivo di 1 ng/m³, fermo restando che le medie riportate, essendo calcolate per periodi limitati, non sono confrontabili con i valori limite di legge che sono medie annuali.

La media di **benzene** (C₆H₆) relativa all'intera campagna di monitoraggio è risultata inferiore al valore limite annuale di 5 µg/m³.

L'analisi dei **metalli pesanti** rilevati sulle polveri fini ha evidenziato una situazione positiva. In particolare per il **piombo** (Pb) le concentrazioni medie risultano significativamente inferiori ai limiti di legge. Per gli altri metalli (As, Cd, Ni, Hg) le concentrazioni medie risultano generalmente basse e in linea o inferiori a quelli rilevati nei corrispondenti periodi presso la stazione di Granze.

L'analisi delle situazioni meteo, mette in luce nella prima campagna condizioni poco favorevoli all'accumulo di inquinanti, e una seconda campagna con condizioni meteorologiche nella media.

In sintesi, il monitoraggio dello stato di qualità dell'aria dal 28/01/2016 al 17/03/2016 e dal 20/07/2016 al 22/09/2016 a Ponte San Nicolò, in Via Vespucci, ha evidenziato delle criticità per le polveri fini (PM₁₀), in termini di numero di probabili superamenti annui dei limiti di legge, e alcune criticità per l'ozono (O₃) nel periodo estivo².

Per un inquadramento dei livelli di inquinanti su scala regionale si invita a consultare la relazione annuale sulla qualità dell'aria: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>.

²Per un inquadramento su scala regionale si rinvia alla relazione annuale sulla qualità dell'aria: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/riferimenti/documenti>

10. Scheda sintetica di valutazione

La scheda seguente fornisce una valutazione sintetica dello stato di qualità dell'aria rilevato durante il monitoraggio a Ponte San Nicolò dal 28/01/2016 al 17/03/2016 e dal 20/07/2016 al 22/09/2016.

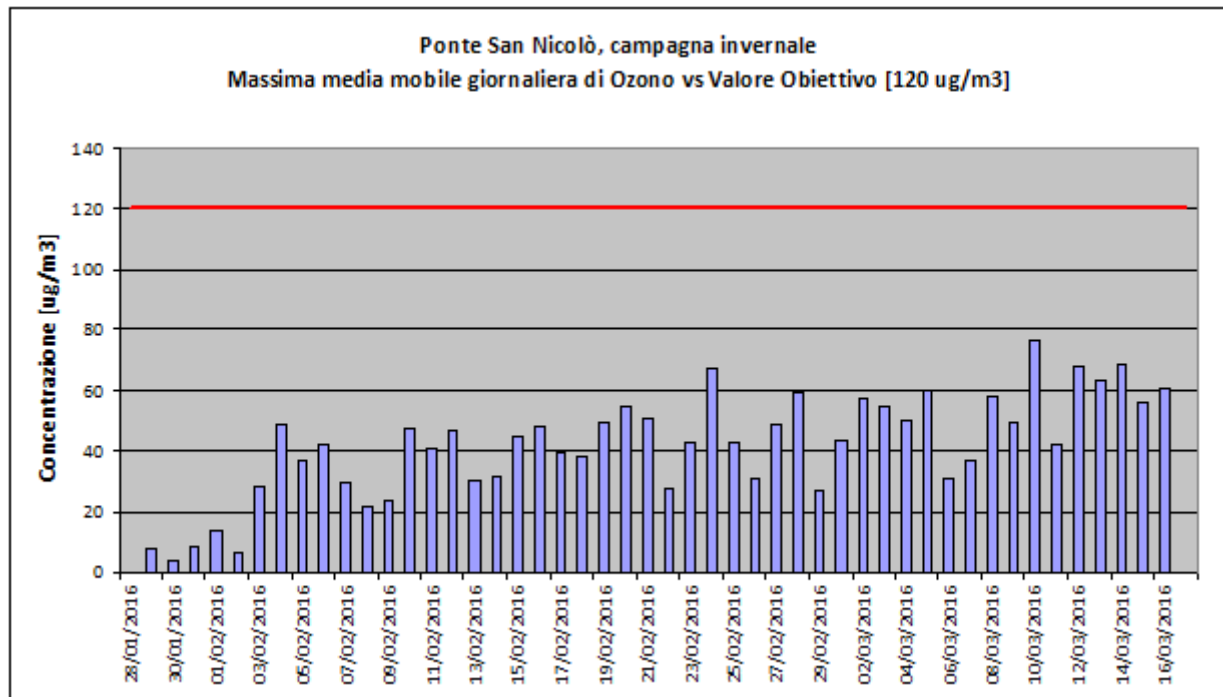
VALUTAZIONE DEL MONITORAGGIO (stazione di "background urbano")		
Indicatore di qualità dell'aria	Giudizio	Elementi di valutazione
Ozono (O ₃)		13 superamenti del valore obiettivo [120 ug/m ³]; nessun superamento della soglia di informazione [180 ug/m ³]
Biossido di azoto (NO ₂)		Concentrazione media molto inferiore al valore limite
Polveri fini (PM ₁₀)		Numero di superamenti su base annuale superiore al limite
Benzo(a)pirene (IPA)		Concentrazione media di campagna inferiore al valore obiettivo annuale
Benzene (C ₆ H ₆)		Concentrazione media inferiore al valore limite
Piombo (Pb)		Concentrazione media inferiore al valore limite
Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Mercurio (Hg)		Concentrazione media inferiore al valore obiettivo

LEGENDA	
SIMBOLO	GIUDIZIO
	POSITIVO
	INTERMEDIO
	NEGATIVO

ALLEGATO

Grafico 1 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8h di O₃ (µg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

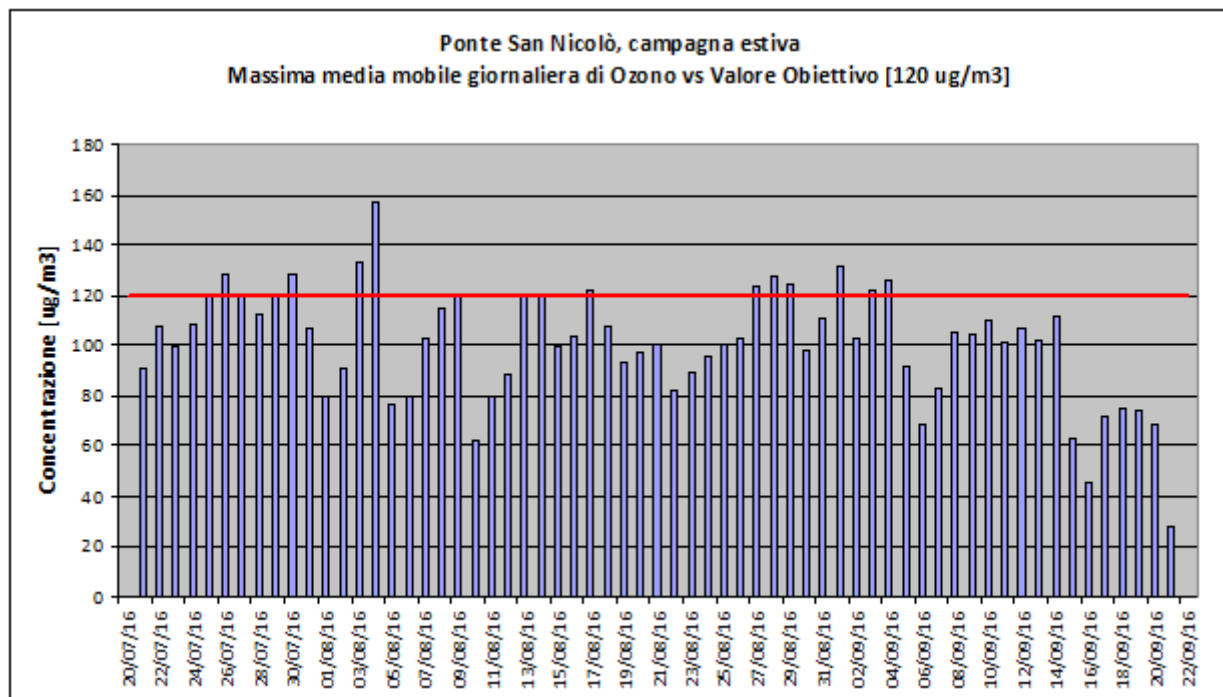
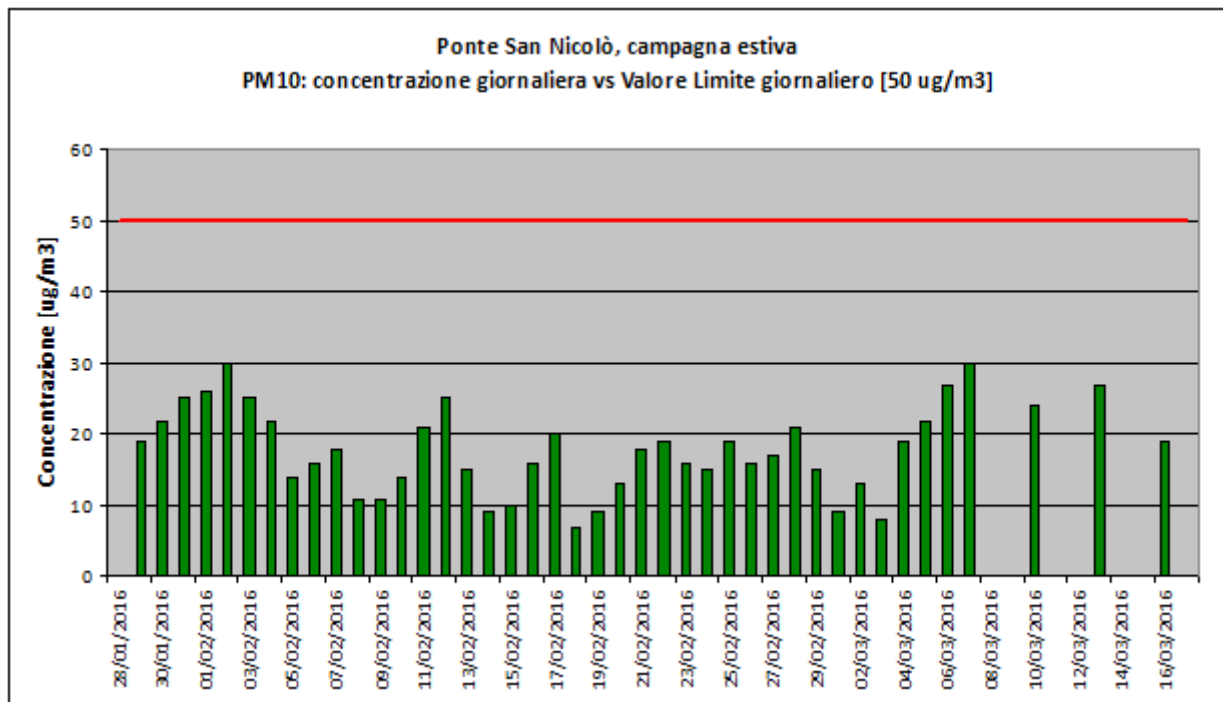
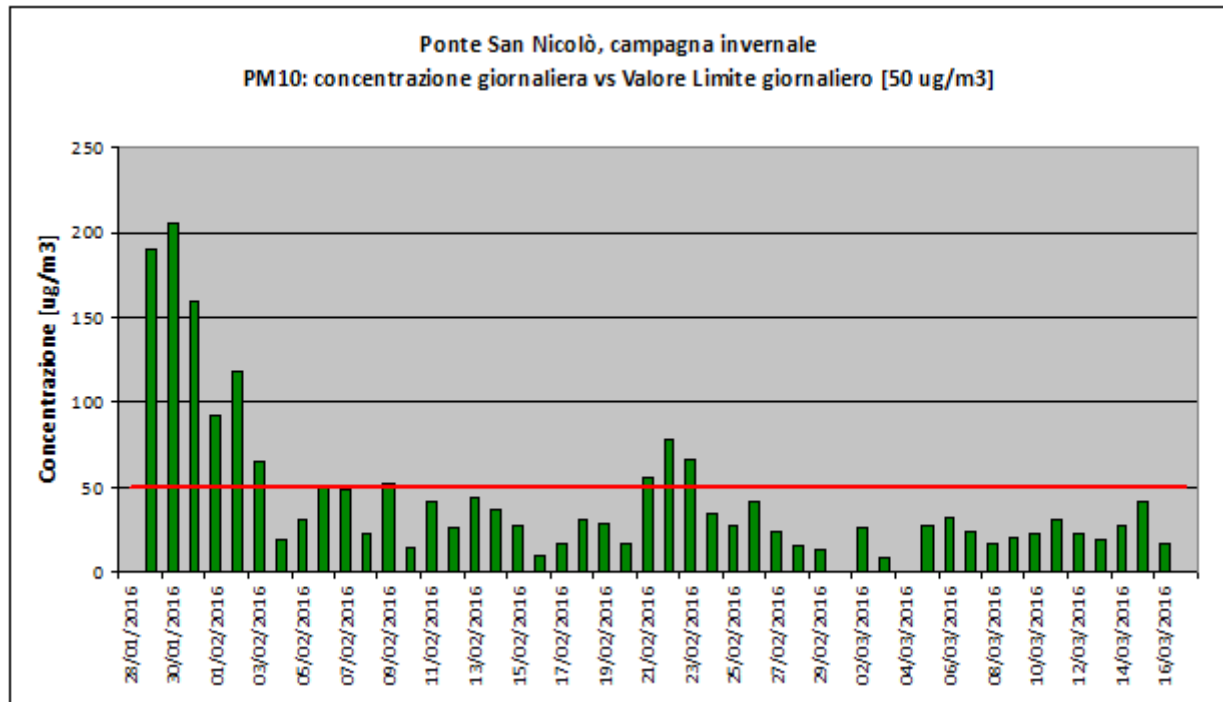


Grafico 2 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



GLOSSARIO

Agglomerato

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)

espresso in (µg/m³)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 µg/m³) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

Background (stazione di)

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

Fattore di emissione

Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato).

Industriale (stazione)

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe

Inquinante

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

Inventario delle emissioni

Serie organizzata di dati, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche. Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere tramite misure dirette, campionarie o continue o tramite stima.

IQA (Indice di Qualità dell'Aria)

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

Margine di tolleranza

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

Media mobile (su 8 ore)

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media

su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente 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. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

Obiettivo a lungo termine

Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

Percentile

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

Soglia di allarme

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

Soglia di informazione

livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

Sorgente (inquinante)

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

Traffico (stazione di)

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

Valore limite

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Valore obiettivo

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

Zonizzazione

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.

Dipartimento di Padova

Via Ospedale, 24

35121 PADOVA

Italy

Tel. 049-8227801

Fax 049-8227810

e-mail: dappd@arpa.veneto.it

ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale

Via Ospedale, 24
35121 Padova
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it