

# **Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria**

## **Comune di Lugo di Vicenza**

**Via Ugo Foscolo**

**Periodo di attuazione:**

**22/02/2017 – 03/04/2017 (semestre invernale)**

**26/08/2017 – 02/10/2017 (semestre estivo)**



**RELAZIONE TECNICA**



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

## **ARPAV**

### **Direttore Generale**

*Nicola dell'Acqua*

### **Dipartimento Provinciale di Vicenza**

*Giancarlo Cunego*

### **Progetto e realizzazione**

#### **Servizio Stato dell'Ambiente**

*Ugo Pretto*

*Francesca Mello, Antonio Carollo*

### **Con la collaborazione di:**

#### **Servizio Meteorologico di Teolo**

#### **Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

*Maria Sansone*

#### **Dipartimento Regionale Laboratori**

*Francesca Daprà*

#### **Servizio Osservatorio Regionale Aria**

*Salvatore Patti*

### **In copertina**

Lugo di Vicenza – Via Divisione Julia – Parco pubblico

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

## Sommario

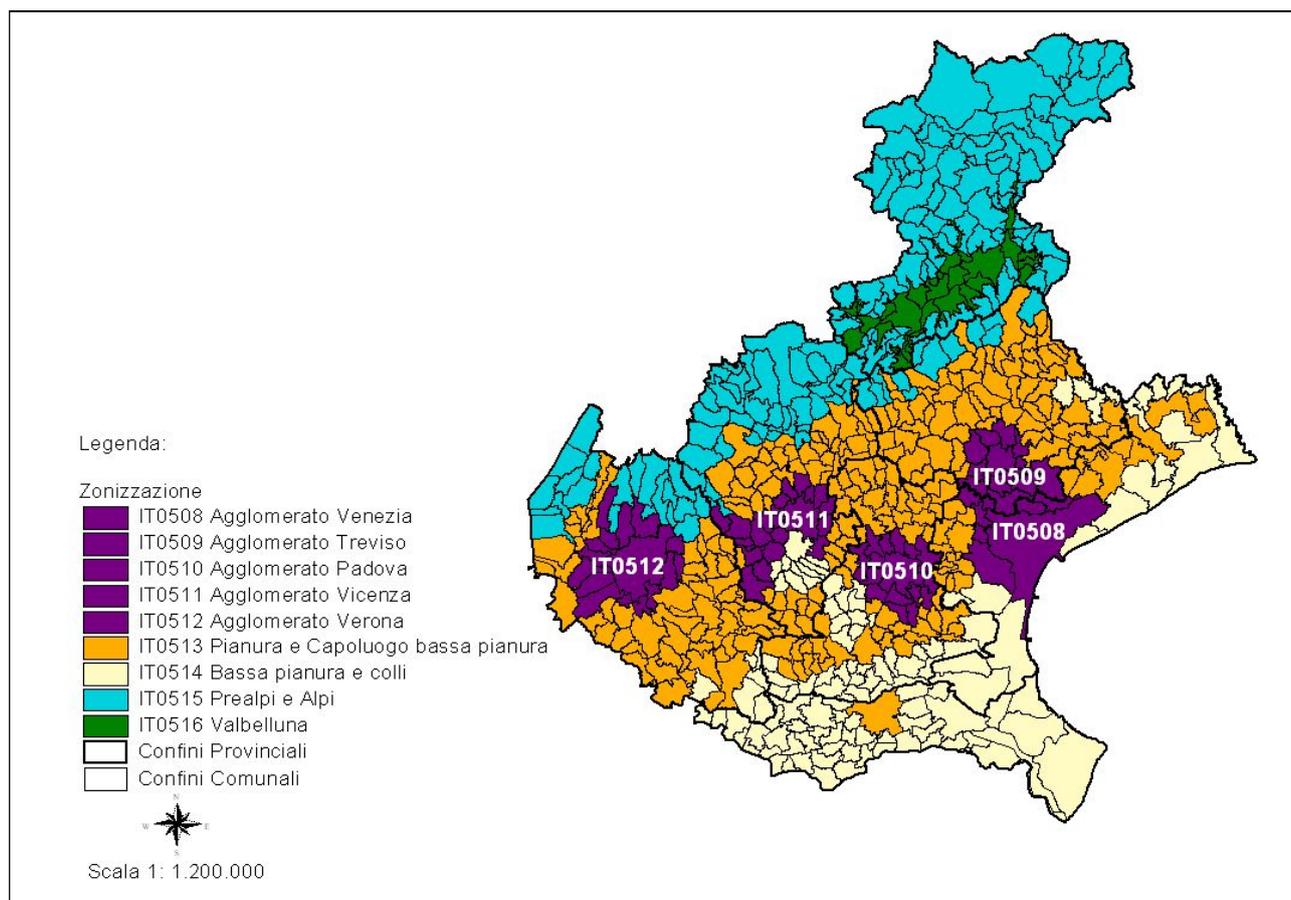
1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna .....	4
2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione .....	4
3. Contestualizzazione meteo climatica. ....	6
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....	10
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi .....	11
6. Efficienza di campionamento .....	12
7. Analisi dei dati rilevati.....	13
8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria) .....	16
9. Valutazione dei trend storici .....	17
10. Conclusioni .....	18
ALLEGATO 1 - Grafici .....	19
ALLEGATO 2 - GLOSSARIO.....	25

## 1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

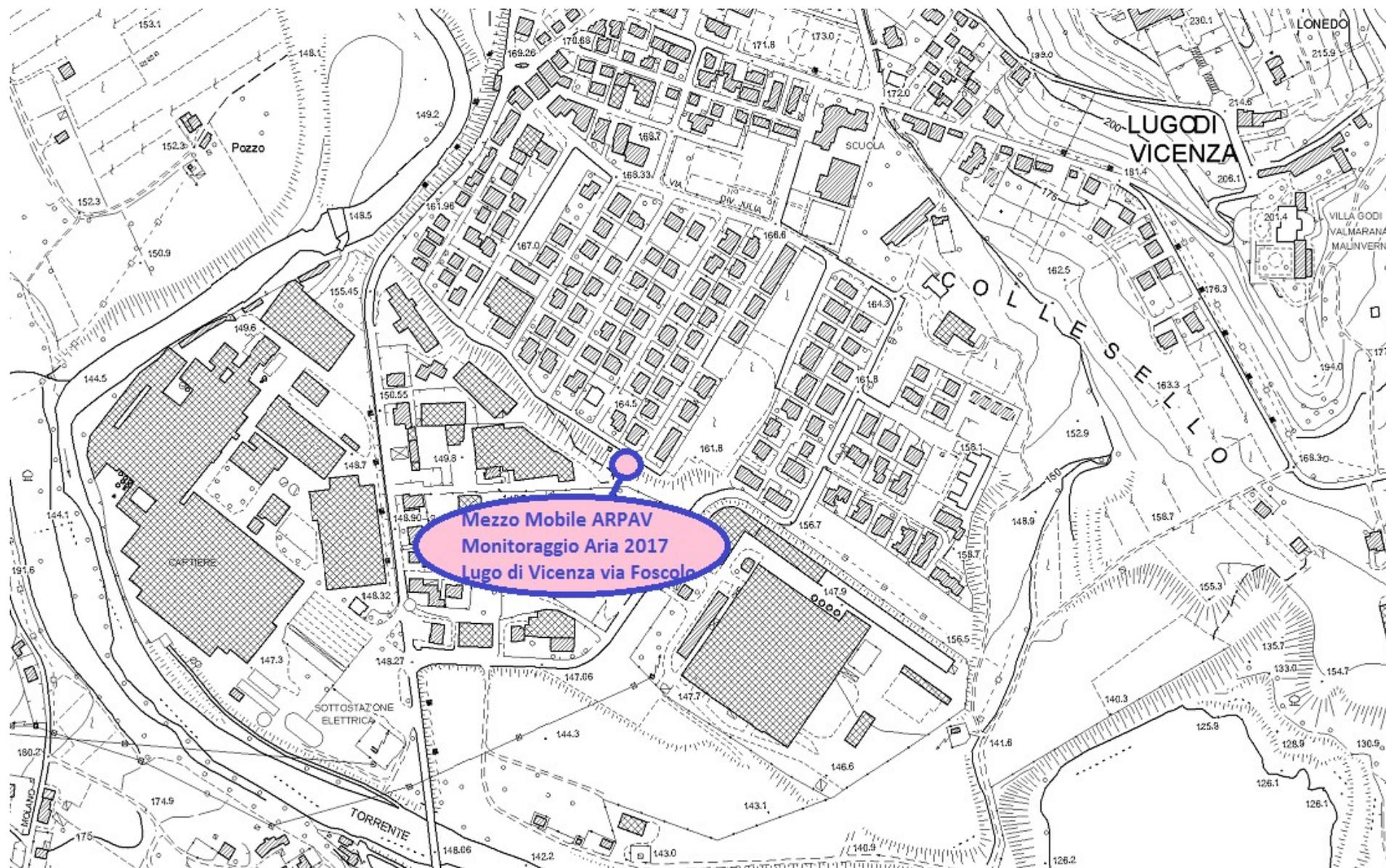
La campagna è stata richiesta dal Comune di Lugo di Vicenza tramite lettera del 17/11/2015 (acquisita al Prot. ARPAV N. 113141) alla quale si rispondeva di non poter procedere per il 2016, e si esprimeva l'impegno a considerare la richiesta nel programma 2017 (nota ARPAV N. 3069 del 14/01/2016). A questa prima fase è seguito il rinnovo della richiesta da parte del Comune, al quale si ribadiva l'impossibilità ad effettuare il monitoraggio nel corso del 2016 (richiesta del 28/04/2016, Prot ARPAV N. 42759 e nota ARPAV del 03/05/2016, Prot N. 43465). Il monitoraggio è stato infine programmato per il 2017, come da comunicazione ARPAV del 18/01/2017, Prot N. 4665. Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio comunale. Di seguito si dà conto degli aspetti specifici della campagna. Nelle conclusioni è riportato un giudizio sintetico sugli esiti del monitoraggio.

## 2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si è svolta dal 22/02/2017 al 03/04/2017, nel semestre invernale, e dal 26/08/2017 al 02/10/2017 nel semestre estivo. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Lugo di Vicenza ed è di tipologia "Background Suburbano". Il comune di Lugo di Vicenza appartiene alla zona "Prealpi e Alpi", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Mappa 1. In Mappa 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio carta tecnica regionale 1:10000.



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



**Mappa 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio carta tecnica regionale 1:10000**

### 3. Contestualizzazione meteo climatica.

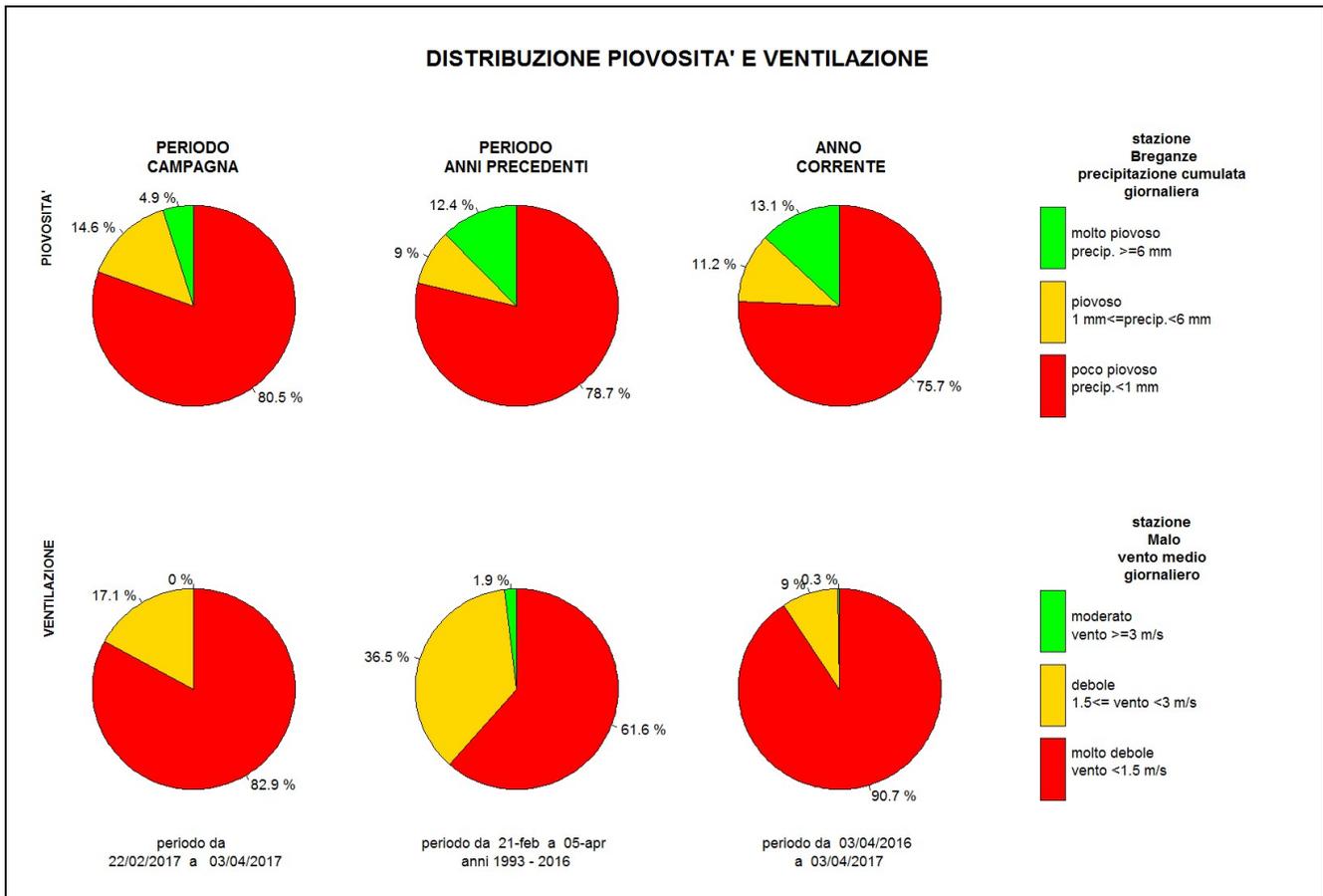
La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono stati individuati in maniera empirica in base ad un campione pluriennale di dati.

Per la descrizione della situazione meteorologica nel periodo di svolgimento della campagna, si è scelto di utilizzare i dati delle stazioni meteorologiche della rete ARPAV di Breganze (147, distante circa 5 km) per le precipitazioni e di Malo (codice 134, che dista dal sito della campagna meno di 15 km ed è dotata di anemometro a 10 m) per il vento. Si fa presente che, trovandosi l'area di svolgimento della campagna di misura in una zona ad orografia complessa, il vento rilevato presso la stazione di Malo potrebbe risultare non completamente rappresentativo, ma solo indicativo del regime dei venti nella zona pedemontana adiacente al territorio di Lugo di Vicenza.

Periodo invernale



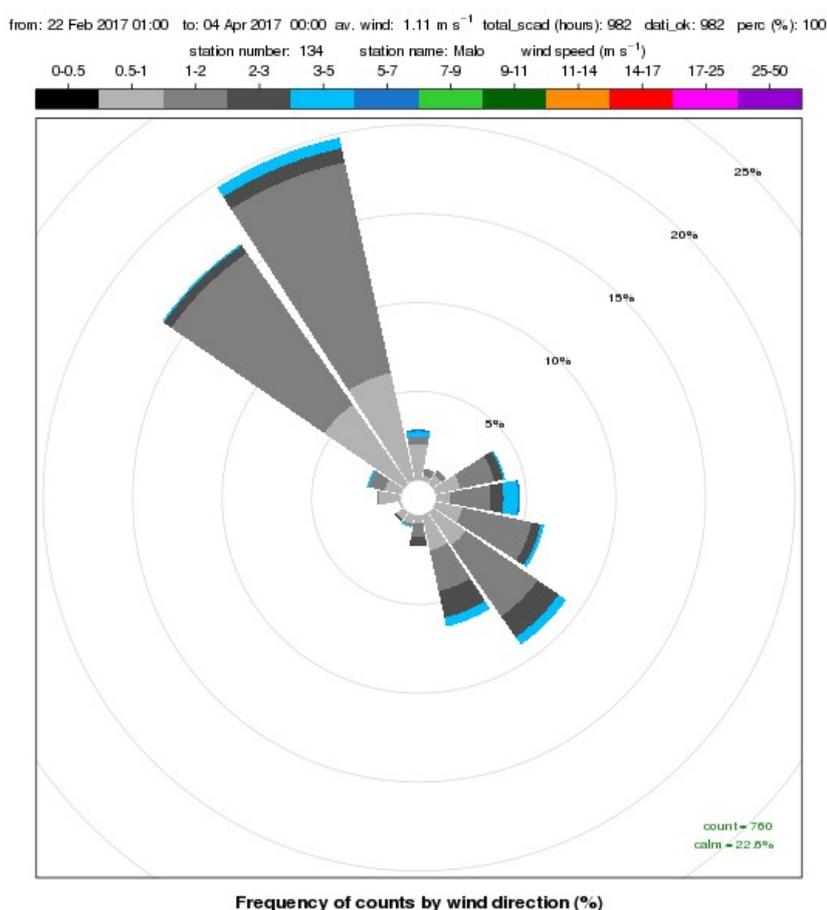
**Figura 1: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).**

Nella Figura 1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni meteorologiche ARPAV di Breganze e Malo in tre periodi:

- 22 febbraio - 3 aprile 2017, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 21 febbraio - 5 aprile dall'anno 1993 all'anno 2016 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 3 aprile 2016 – 3 aprile 2017 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

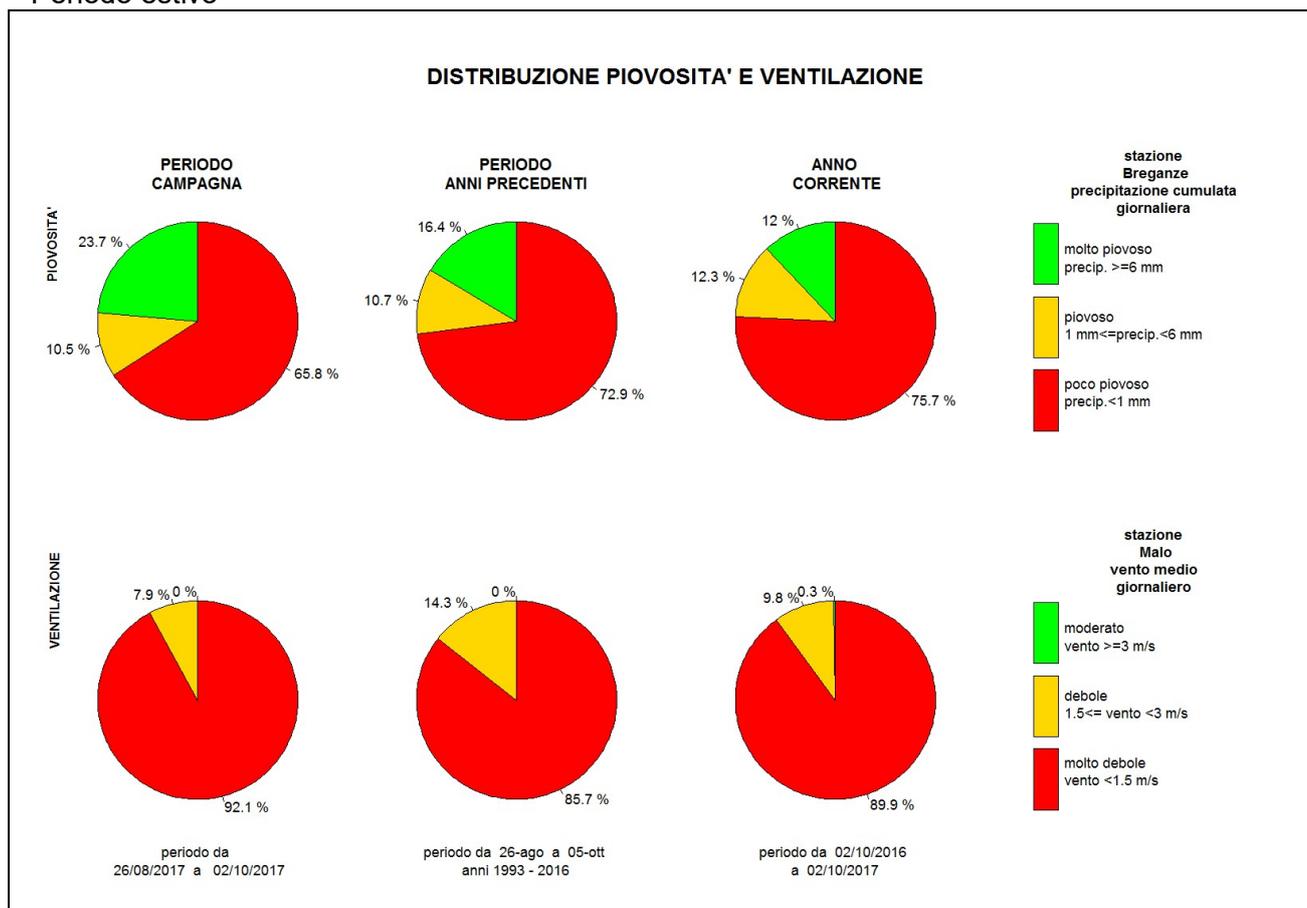
- i giorni molto piovosi sono stati meno frequenti rispetto sia alla climatologia del periodo che all'anno corrente;
- i giorni con vento medio giornaliero molto debole sono stati ben più frequenti rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti, ma meno numerosi rispetto all'anno corrente; sono del tutto assenti i giorni con vento moderato.



**Figura 2: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Malo nel periodo 22 febbraio - 3 aprile 2017**

In Figura 2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Malo durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-nordovest (circa 20% dei casi), seguita da nord-ovest (circa 16%), da sud-est (circa 9%) e da est-sudest e sud-sudest (entrambe circa 6%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 23%; la velocità media pari a circa 1.1 m/s. Si ribadisce che, a causa di ostacoli orografici nel territorio in esame, la rosa dei venti della stazione di Malo è da ritenersi rappresentativa della zona pedemontana, ma non specifica del sito di svolgimento della campagna di misura.

## Periodo estivo



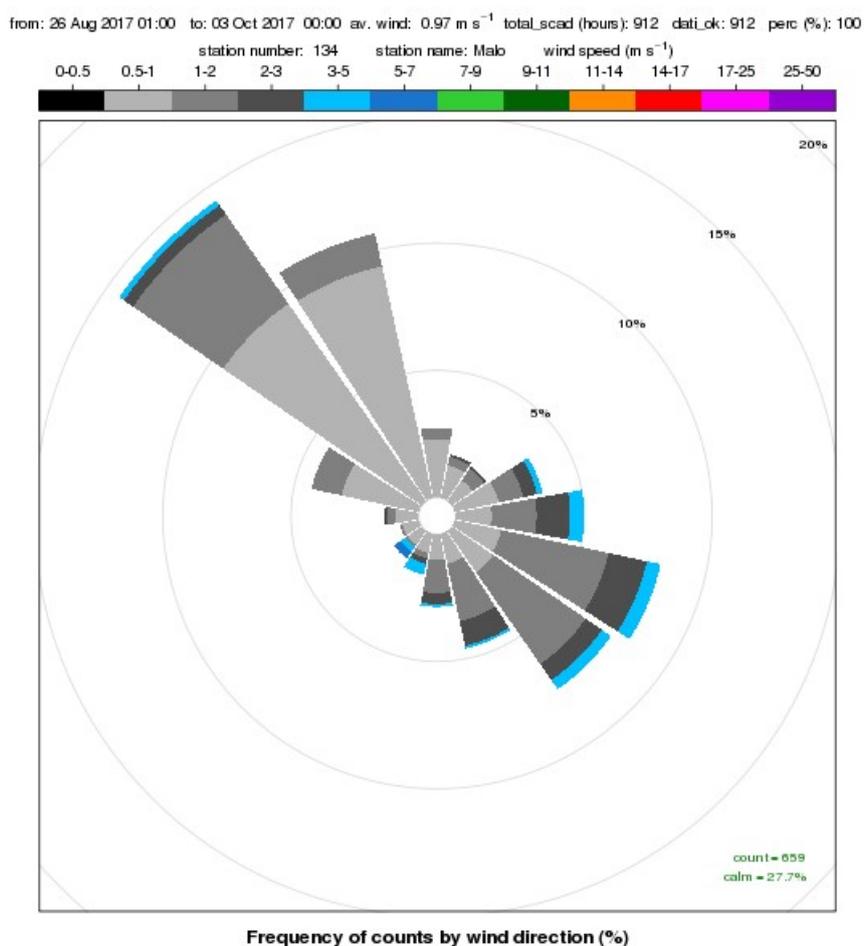
**Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente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

Nella Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni meteorologiche ARPAV di Breganze e Malo in tre periodi:

- 26 agosto - 2 ottobre 2017, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 26 agosto - 5 ottobre dall'anno 1993 all'anno 2016 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 2 ottobre 2016 – 2 ottobre 2017 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni molto piovosi sono stati più frequenti rispetto sia allo stesso periodo degli anni precedenti che all'anno corrente;
- la distribuzione delle giornate in base alla ventosità è simile a quella dell'anno corrente, mentre rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti sono un po' più numerosi i giorni con vento molto debole.



**Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Malo nel periodo 26 agosto - 2 ottobre 2017**

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Malo durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-ovest (circa 14% dei casi), seguita da nord-nordovest (circa 11%), da sud-sudest e sud-est (entrambe circa 8%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 28%; la velocità media pari a circa 1.0 m/s. Si ribadisce che, a causa di ostacoli orografici nel territorio in esame, la rosa dei venti della stazione di Malo è da ritenersi rappresentativa della zona pedemontana, ma non specifica del sito di svolgimento della campagna di misura.

#### 4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), polveri sottili (PM10).

Contestualmente alle misure eseguite in continuo, sono stati effettuati anche dei campionamenti sequenziali per l'analisi in laboratorio degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), con riferimento al benzo(a)pirene, e per l'analisi dei metalli presenti nella frazione PM10 quali arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

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.

Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, correlati all'esposizione acuta della popolazione e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione. In tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

**Tabella 1 - Limiti di legge relativi all'esposizione acuta.**

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	<b>500</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	<b>350</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	<b>125</b> µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	<b>400</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	<b>200</b> µg/m <sup>3</sup>
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	<b>50</b> µg/m <sup>3</sup>
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	<b>10</b> mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione (Media 1 h)	<b>180</b> µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (Media 1 h)	<b>240</b> µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	<b>120</b> µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	<b>120</b> µg/m <sup>3</sup>

(\*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km<sup>2</sup>, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

**Tabella 2- Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.**

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
Benzene	Valore limite annuale	5.0 µg/m <sup>3</sup>
B(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 3 – Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.**

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m <sup>3</sup> h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg /m <sup>3</sup> h

## 5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

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

Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato con una linea di prelievo, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (benzo(a)pirene) sono state effettuate mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo UNI EN 15549:2008". La determinazione del PM10 è stata effettuata su tutti i filtri campionati; le determinazioni del benzo(a)pirene sono state eseguite nel numero minimo previsto dagli obiettivi di qualità dei dati indicati nel D.Lgs. 155/2010 (Allegato I).

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 o 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", ossia 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". di R. Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

## 6. Efficienza di campionamento

L'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 stabilisce i criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene, particolato e piombo, la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile. Altresì, per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%. Tali 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 possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi, di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1 ottobre - 31 marzo) ed in quello estivo (1 aprile - 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Anche per gli IPA la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (con una resa del 90%); è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri che l'incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

Per l'ozono, nelle misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura necessario per raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati deve essere maggiore al 10% durante l'estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa del 90%.

L'efficienza della raccolta dati orari nel comune di Lugo di Vicenza è riepilogata nel seguente elenco:

- monossido di carbonio: 79 giorni validi; ore valide nell'intero periodo 98%
- biossido di zolfo: 79 giorni validi; ore valide nell'intero periodo 96%
- biossido di azoto: 79 giorni validi; ore valide nell'intero periodo 98%
- benzene: 78 giorni validi; ore valide nell'intero periodo 99%
- ozono: 79 giorni validi, dei quali 41 estivi; ore valide nell'intero periodo 97%

L'efficienza della raccolta dati giornalieri nel comune di Lugo di Vicenza è riepilogata nel seguente elenco:

- PM10: 68 giorni validi
- IPA 39 giorni nel primo e 34 giorni nel secondo periodo, equivalente al 20% annuo

## 7. Analisi dei dati rilevati

### Premessa

Dati orari: le medie di periodo relative al biossido di azoto, al benzo(a)pirene, ed al benzene sono state calcolate considerando tutti i dati orari registrati. Le medie di periodo così ottenute sono state utilizzate per il confronto con i dati delle stazioni fisse, compiendo quindi l'approssimazione di non scartare le misure non eseguite contemporaneamente.

Dati giornalieri relativi a PM10 (media di periodo e numero di superamenti) e numero di giorni di superamento della massima media mobile giornaliera dell'ozono: per poter eseguire un confronto obiettivo con i dati ottenuti presso le stazioni fisse (in particolare rispetto al numero di giorni di superamento), i parametri statistici sono stati calcolati considerando solo le misure effettuate nello stesso giorno.

#### Monossido di carbonio (CO)

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio, espressa come massima media mobile giornaliera, non ha mai superato il valore limite.

In Allegato il Grafico 1 rappresenta la massime medie mobili giornaliere dei due periodi.

#### Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) – Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori limite orari relativi all'esposizione acuta (Allegato – Grafico 2).

Relativamente all'esposizione cronica la media delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi è stata calcolata pari a 14 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>. La media di periodo relativa al semestre invernale è risultata pari a 18 µg/m<sup>3</sup> mentre quella relativa al semestre estivo pari a 9 µg/m<sup>3</sup>.

Negli stessi periodi di monitoraggio la stazione fissa di background urbano di Vicenza quartiere Italia ha misurato rispettivamente 41 µg/m<sup>3</sup> e 24 µg/m<sup>3</sup> con una media complessiva di 33 µg/m<sup>3</sup>.

La stazione fissa di background urbano di Schio ha misurato rispettivamente 28 µg/m<sup>3</sup> e 12 µg/m<sup>3</sup> con una media complessiva di 20 µg/m<sup>3</sup>.

La media complessiva delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> misurate nei due periodi a Lugo di Vicenza, è pari a 17 µg/m<sup>3</sup>

Il D.Lgs. 155/10 prevede per NO<sub>x</sub> il limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m<sup>3</sup>

Il valore limite di protezione degli ecosistemi rappresenta un riferimento puramente indicativo in quanto il D.Lgs. 155/10 prevede caratteristiche definite del sito monitorato<sup>1</sup>.

#### Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

In entrambi i periodi di monitoraggio, oltre il 99% delle medie orarie è risultato inferiore al limite di rivelabilità strumentale di 3 µg/m<sup>3</sup>. Le poche misure rivelabili sono ampiamente inferiori ai limiti orari.

#### Ozono (O<sub>3</sub>)

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup>). La concentrazione media oraria di 180 µg/m<sup>3</sup> (soglia di informazione) è stata superata per 2 volte. Allegato 1 – Grafico L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m<sup>3</sup> come media mobile 8 ore, **è stato superato in 5 giornate nella campagna estiva** (Allegato – Grafico 4). Nello stesso periodo il valore obiettivo è stato superato per 5 giorni a Vicenza quartiere Italia e per 7 giorni a Schio.

---

<sup>1</sup> L'Allegato III, punto 3.2, del citato decreto stabilisce che i siti di campionamento in cui si valuta la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali debbano essere ubicati ad oltre 20 Km dalle aree urbane ed oltre 5 Km da zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50000 veicoli al giorno.

### Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

La concentrazione media di polveri PM10 nel semestre invernale è stata di 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , nel semestre estivo di 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre la media ponderata dei due periodi è stata di 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Il limite massimo giornaliero per la protezione della salute umana, di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , è stato superato per 9 giorni**, tutti nel periodo invernale. In Tabella A sono riportati i dati delle medie e dei superamenti del limite massimo giornaliero riguardanti il sito di Lugo di Vicenza ed i dati rilevati negli stessi periodi dalle stazioni fisse di Vicenza quartiere Italia e di Schio.

**Tabella A** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Lugo di Vicenza con quelle misurate a Schio e a Vicenza – quartiere Italia. Semestri “estivo” e “invernale”.

		PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		Lugo di Vicenza	Vicenza quart. Italia	Schio via Vecellio
		Background Suburbano	Background Urbano	Background Urbano
Semestre Invernale	MEDIA	33	45	38
	n° superamenti	9	10	9
	n° dati	32	32	32
	% superamenti	28%	31%	28%
Semestre Estivo	MEDIA	14	18	15
	n° superamenti	0	0	0
	n° dati	36	36	36
	% superamenti	0%	0%	0%
Semestre Invernale ed Estivo	MEDIA PONDERATA	23	31	26
	n° superamenti	9	10	9
	n° dati	68	68	68
	% superamenti	13%	15%	13%

A partire dai dati disponibili, è stata realizzata una stima dei valori annuali di PM10 nel sito di Lugo di Vicenza, al fine di poterli inquadrare con i riferimenti normativi.

Il calcolo è stato eseguito ricorrendo ad un algoritmo di simulazione sviluppato dall'Osservatorio Aria dell'ARPAV (ORAR), che prevede l'utilizzo dei dati dell'intero anno di una stazione di riferimento e permette di ottenere la stima dei valori annuali dell'intero anno per il sito in cui il monitoraggio è sporadico. È stata scelta la stazione di Schio perché presenta un buon coefficiente di correlazione con i dati di Lugo di Vicenza.

I valori annuali estrapolati per il sito di Lugo di Vicenza sono:

Media annuale valori giornalieri: 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (limite media annuale 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

90° percentile annuale dei valori giornalieri: 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Superamenti del valore giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : superiori/uguali a 35 giorni/anno

Si deve tener presente che la stima non fornisce il numero di giorni di superamento, bensì il 90° percentile, il quale raggiunge il valore di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  quando i giorni di superamento/anno sono 35. In questo caso il 90° percentile ha un valore di 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi, tenuto conto del modesto numero di dati di monitoraggio con il quale è eseguita la stima, non si può escludere che i superamenti si fermino a 35 giorni/anno, vale a dire al limite consentito dal D.Lgs. 122/2010.

### Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

La concentrazione media di benzene nel periodo invernale a Lugo di Vicenza è risultata pari a 1.5 µg/m<sup>3</sup>, mentre nello stesso periodo presso le stazioni fisse si misurava rispettivamente 0.9 µg/m<sup>3</sup> a Schio e 1.2 µg/m<sup>3</sup> a Vicenza San Felice. La media del periodo estivo a Lugo di Vicenza è risultata inferiore al limite di rivelabilità strumentale (1 µg/m<sup>3</sup>) ed infine la media complessiva ponderata dei due periodi, pari a 1.1 µg/m<sup>3</sup> è ampiamente inferiore al valore limite annuale di 5.0 µg/m<sup>3</sup> (per il calcolo della media ponderata i dati inferiori al limite di rivelabilità strumentale sono stati trattati secondo quanto indicato al par. 5).

### Benzo(a)pirene [B(a)p] o Idrocarburi Policiclici Aromatici

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di benzo(a)pirene misurate a Lugo di Vicenza nel "semestre invernale" è pari a 0.6 ng/m<sup>3</sup> mentre nel "semestre estivo" è 0.1 ng/m<sup>3</sup>. La media complessiva ponderata dei due periodi è di 0.4 ng/m<sup>3</sup>.

Nello stesso periodo invernale le stazioni fisse di Schio e Vicenza quartiere Italia hanno registrato valori di Benzo(a)pirene superiori al sito di Lugo di Vicenza, come illustrato nella Tabella B.

In tabella C sono indicate le concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici misurate nel periodo invernale.

**Tabella B** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di benzo(a)pirene misurate a Lugo di Vicenza con quelle misurate a Schio e Vicenza. Semestri "estivo" e "invernale".

	Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )		
	Lugo di Vicenza Via U. Foscolo	Vicenza quartiere Italia	Schio via Vecellio
MEDIA CAMPAGNA INVERNALE	0.6	0.9	0.8
MEDIA CAMPAGNA ESTIVA	0.1	0.1	0.1
MEDIA PONDERATA SEM. INVERNALE e ESTIVO	0.4	0.5	0.4

**Tabella C** – IPA periodo "invernale".

	IPA (ng/m <sup>3</sup> ) media campagna inverno		
	Lugo di Vicenza Via Ugo Foscolo	Vicenza quartiere Italia	Schio via Vecellio
Benzo(a)antracene	0.8	0.8	0.7
Benzo(a)pirene	0.6	0.9	0.8
Benzo(b)fluorantene	0.8	0.8	0.6
Benzo(ghi)perilene	0.8	1.0	0.7
Benzo(k)fluorantene	0.4	0.5	0.4
Crisene	0.7	0.6	0.5
Dibenzo(ah)antracene	<0.1	0.1	<0.1
Indeno(123-cd)pirene	0.5	0.6	0.5

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

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** come riportato nella tabella seguente.

Cromatismi	Qualità 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 3 inquinanti: PM10, Biossido di azoto e Ozono.

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 in una data stazione.

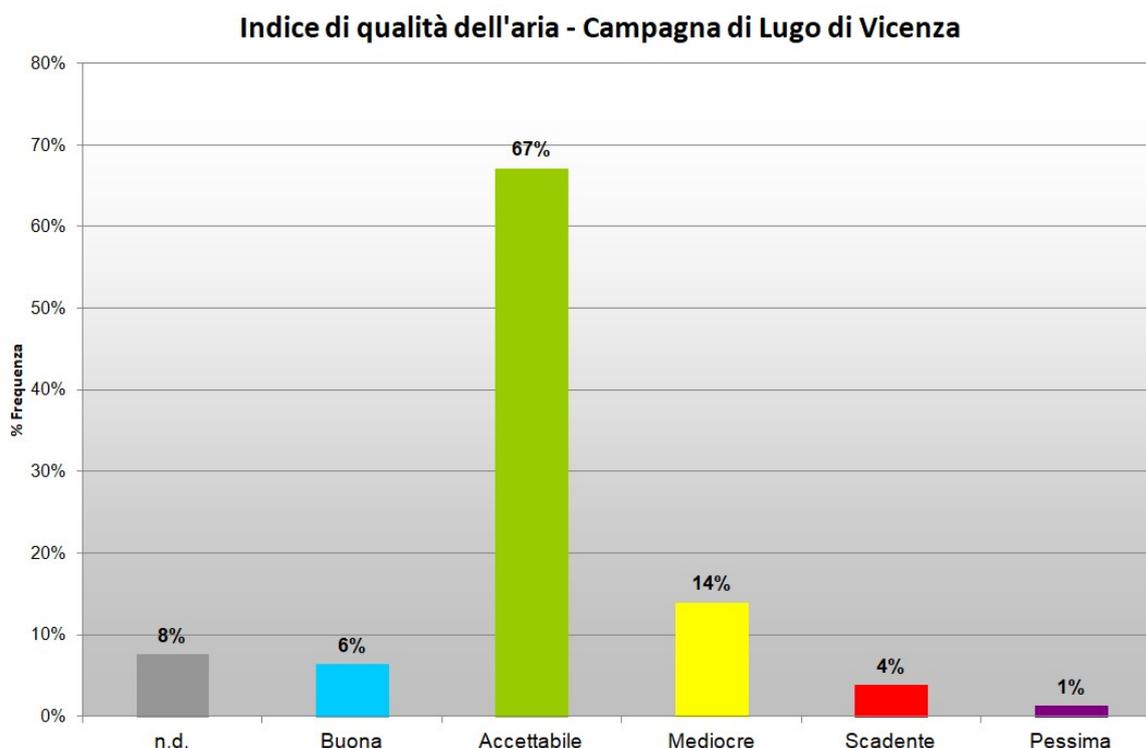
Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano invece che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato ed è possibile quindi distinguere situazioni di moderato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

Per maggiori informazioni sul calcolo dell'indice di qualità dell'aria si può visitare la pagina web:

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/indice-di-qualita-dellaria-iqa>

In Figura 5 è riportata la frequenza di ciascuna classe dell'IQA, espressa in giorni %.

**Figura 5: Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna Lugo di Vicenza 2017**



## 9. Valutazione dei trend storici

Il precedente monitoraggio effettuato da ARPAV nel comune di Lugo di Vicenza, risalente al 2010, si svolse in due periodi, il primo dei quali all'inizio del semestre estivo, tra il 24/03/2010 ed il 26/04/2010, mentre il secondo periodo cadeva all'inizio del semestre invernale, tra il 29/09/2010 ed il 18/10/2010. Il sito si trovava in via Divisione Julia. In quell'occasione furono monitorati monossido di carbonio, ossidi di azoto, biossido di zolfo, ozono, benzene, ed altri inquinanti non più monitorati in seguito.

I risultati sono riportati nella relazione "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante stazione rilocabile Lugo di Vicenza Via Divisione Julia 2010" reperibile nel sito dell'Agenzia all'indirizzo: <http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-vicenza>.

Nel presente paragrafo si propone un breve confronto dei dati di PM10 e ozono ottenuti nei due monitoraggi.

### PM10

I risultati sono confrontati con quelli ottenuti presso le stazioni di Vicenza quartiere Italia e di Schio durante i periodi dei monitoraggi rispettivamente 2010 e 2017.

**Tabella 4** PM10 dati dei monitoraggi riferiti al **semestre estivo** - anni 2010 e 2017

	Lugo di Vicenza		Vicenza q. Italia		Schio	
	2010	2017	2010	2017	2010	2017
PM10 Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	22	23	30	31	25	26
Giorni di superamento lim. media 24h	0	9	4	10	2	9
% superamenti	0%	13%	8%	15%	4%	13%

### Ozono

I giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come massima giornaliera della media mobile 8 ore, sono stati 5 sia nel monitoraggio del 2010 sia nel 2017.

## 10. Conclusioni

I valori limite ed i valori obiettivo previsti dal D.Lgs 155/2010 sono stati ampiamente rispettati per quanto riguarda monossido di carbonio, biossido di zolfo, benzene, biossido di azoto. I parametri che hanno superato i limiti o i valori obiettivo previsti dalla norma vigente sono il PM10 e l'ozono, quest'ultimo in misura modesta, ma va ricordato che le misure si sono svolte in un periodo non più pienamente estivo. Le misure di PM10 hanno presentato dei superamenti del valore limite come media giornaliera, raggiungendo nel periodo invernale valori ben superiori al limite stesso.

Nelle misure di ozono ci sono stati 5 giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come massima media mobile giornaliera, superamento in linea con quelli misurati presso le stazioni fisse.

PM10: i giorni di superamento del limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come massima media giornaliera sono stati 9, tutti durante il monitoraggio invernale. Il valore limite della massima media giornaliera non dovrebbe essere superato più di 35 giorni all'anno. Utilizzando i dati di monitoraggio, attraverso l'algoritmo di calcolo, che tiene conto dei dati annuali della stazione di riferimento di Schio, è stata eseguita una stima della concentrazione di PM10 per il sito di Lugo di Vicenza. La stima della concentrazione media annuale di PM10 è risultata  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore al limite come media annuale, mentre la stima del numero di superamenti della media giornaliera è risultata superiore/uguale al limite massimo di 35 giorni per l'anno 2017.

Il Benzo(a)Pirene è un inquinante appartenente alla classe degli idrocarburi policiclici aromatici, per il quale la normativa prevede di non superare il valore obiettivo di  $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$  come media annua, non misurata presso Lugo di Vicenza, dove si dispone solo della media ponderata di monitoraggio. Nel periodo invernale, più critico per questo inquinante, presso Lugo di Vicenza sono stati misurati valori inferiori a quelli misurati presso le stazioni fisse, la cui media annuale si colloca di solito intorno al limite.

Per quanto riguarda l'influenza delle condizioni meteorologiche durante il monitoraggio, si osserva che il periodo invernale si è manifestato meno piovoso e meno ventoso rispetto ai periodi di riferimento, condizione che favorisce l'accumulo degli inquinanti.

Infine dal calcolo degli indici di qualità dell'aria (che tiene conto dei soli dati automatici di ozono - biossido di azoto - PM10) risulta una prevalenza di giorni con giudizio accettabile (53 giorni), a cui seguono i giudizi "mediocre" (11 giorni), "buona" (5 giorni), "scadente" (3 giorni), ed infine una giornata è stata classificata come "pessima".

## ALLEGATO 1 - Grafici

**Grafico 1** – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m<sup>3</sup>).

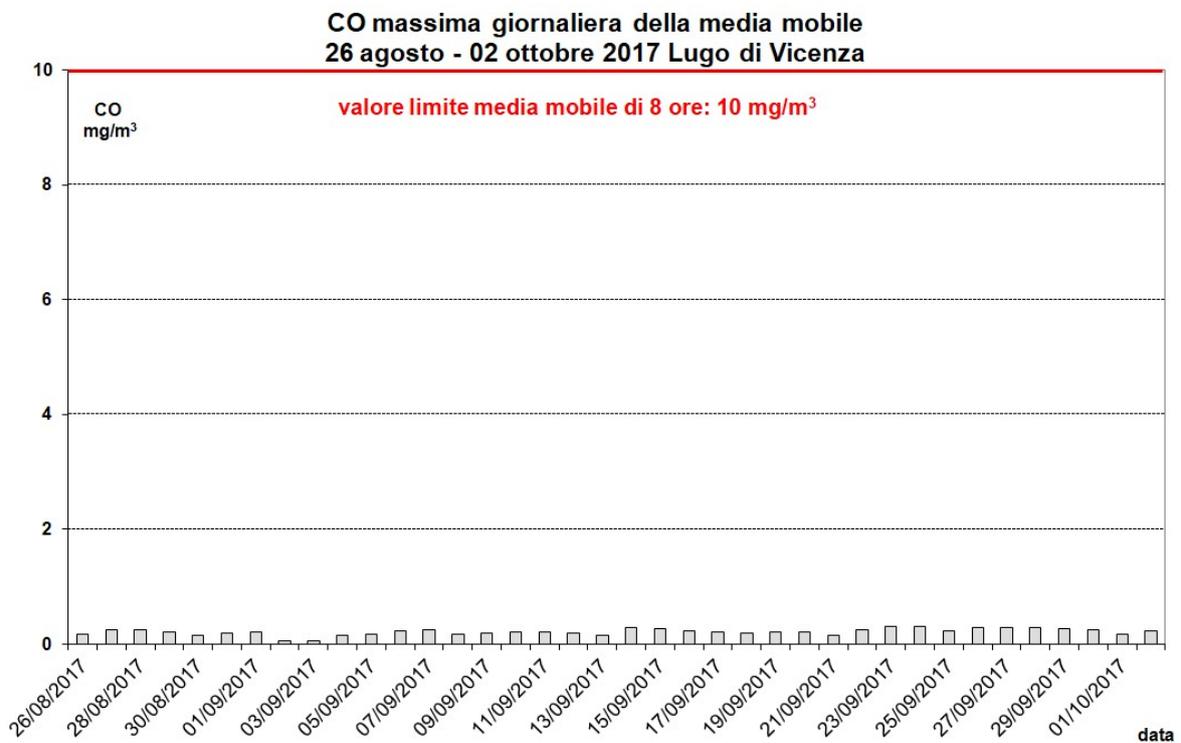
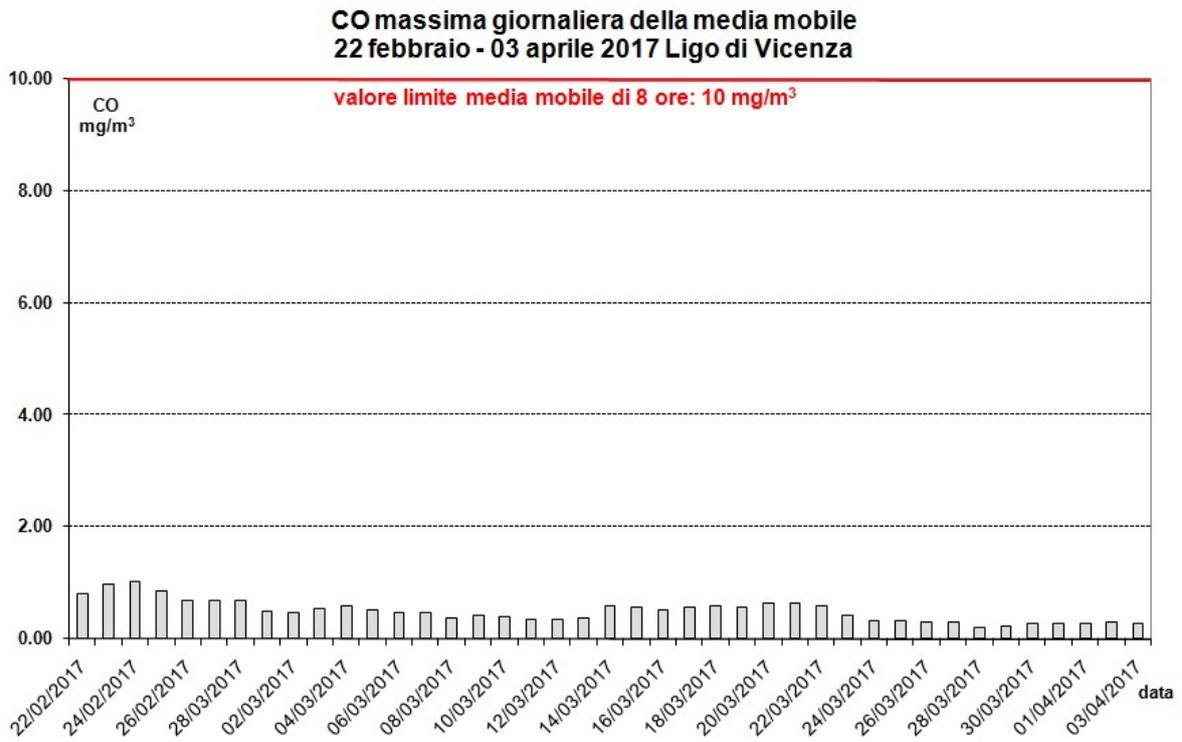
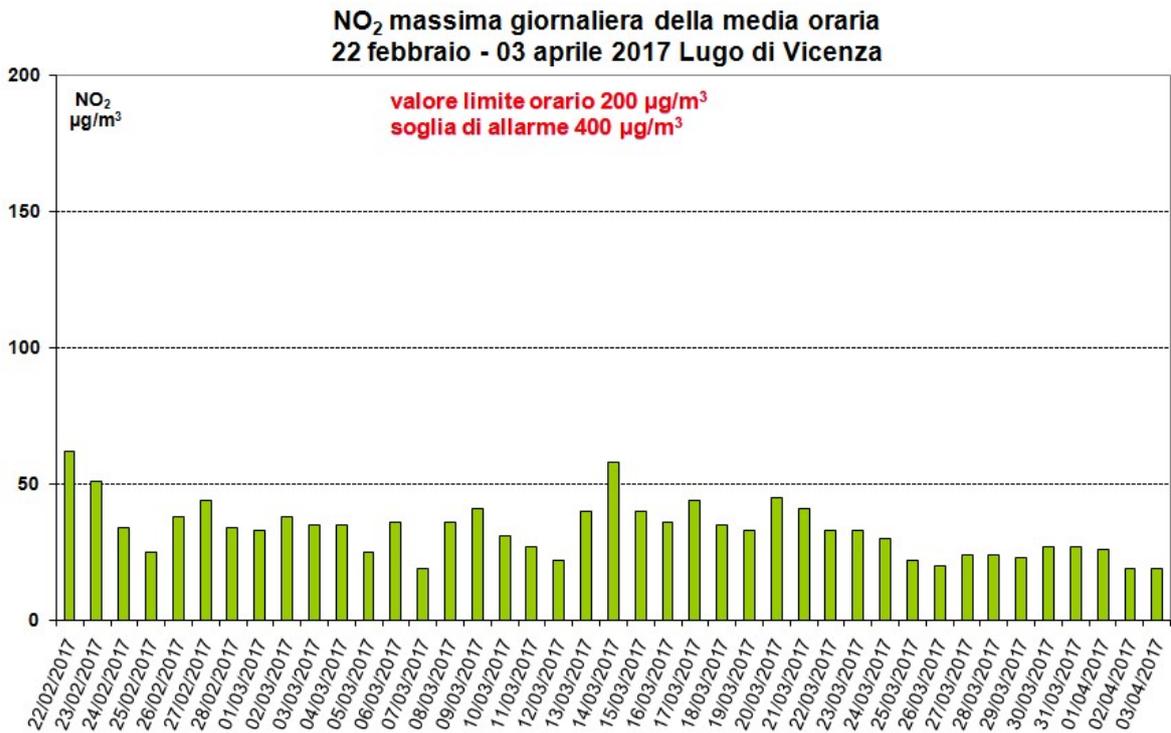
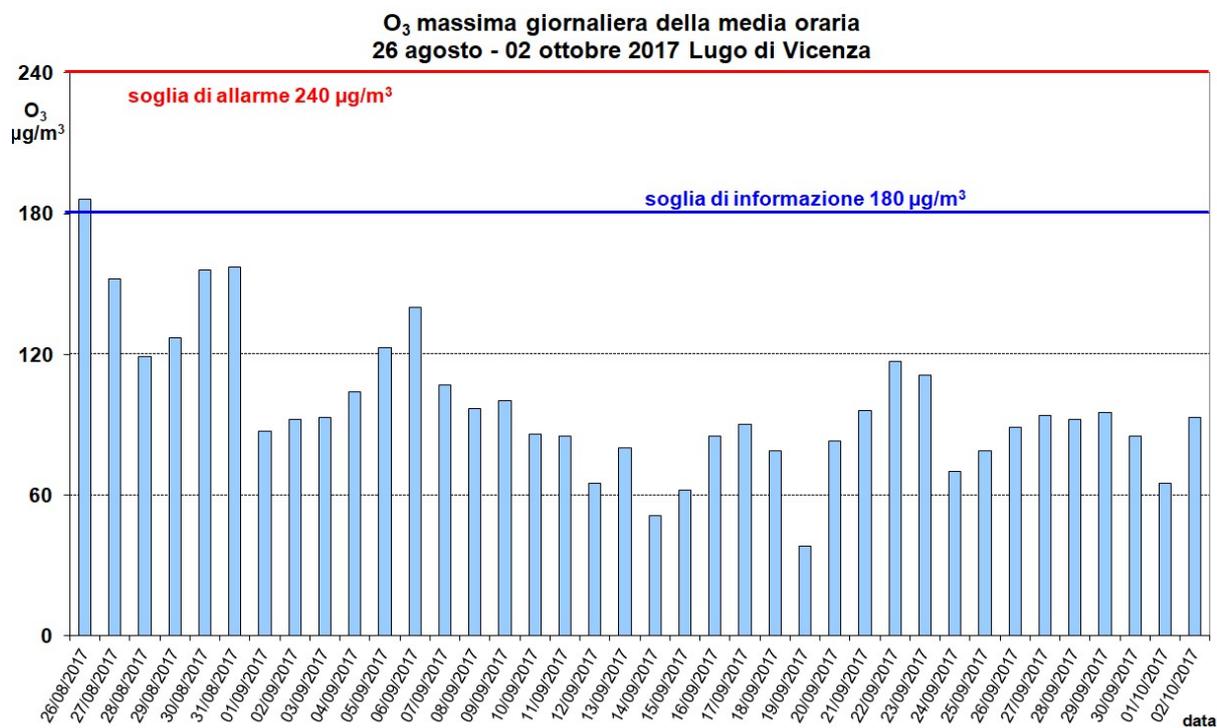
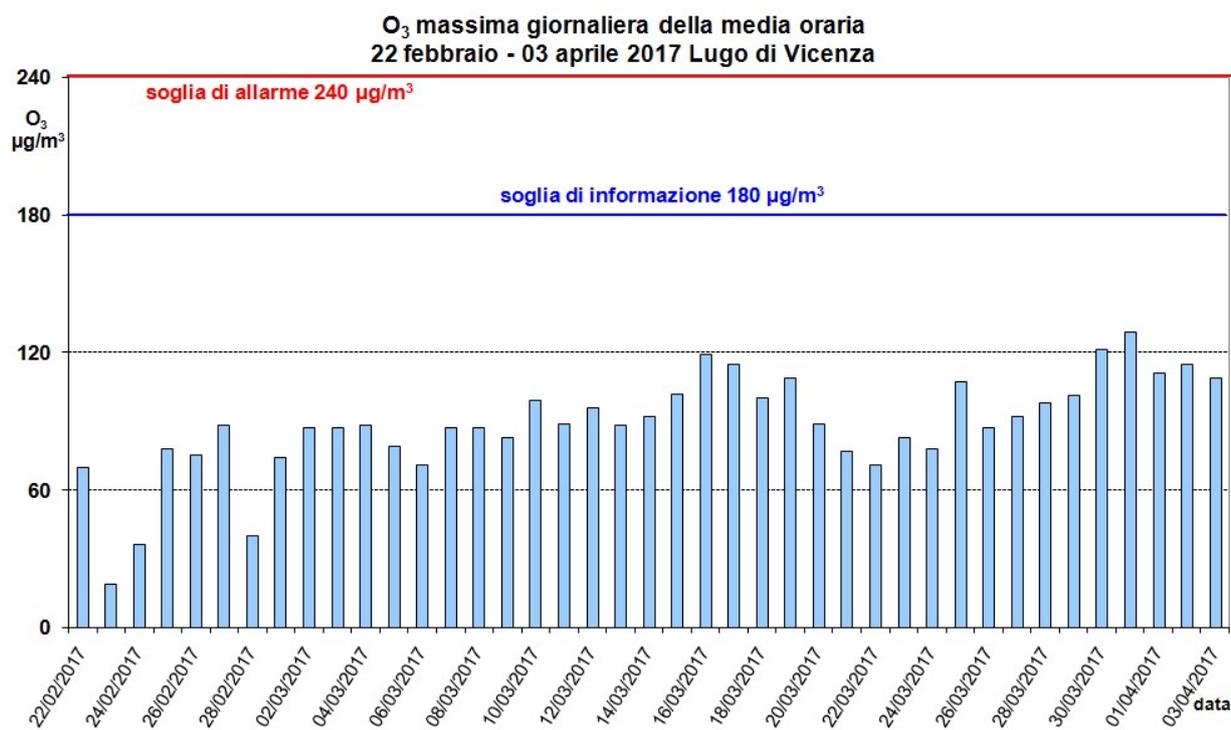


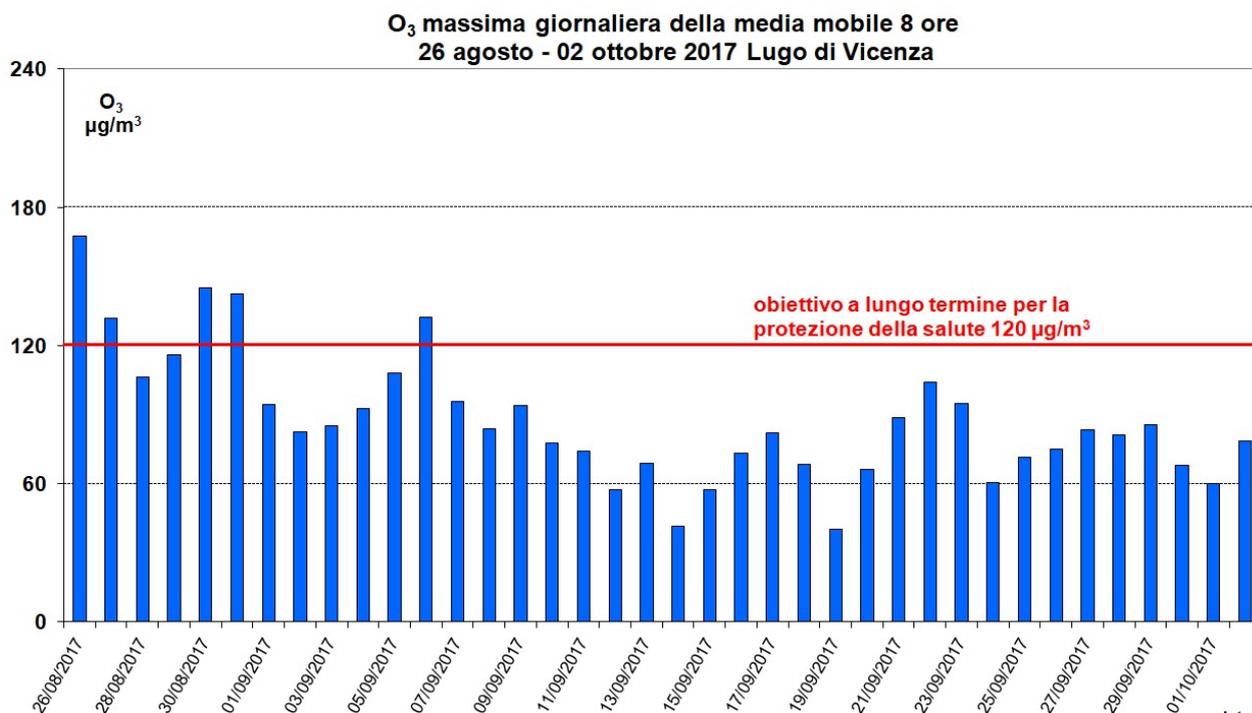
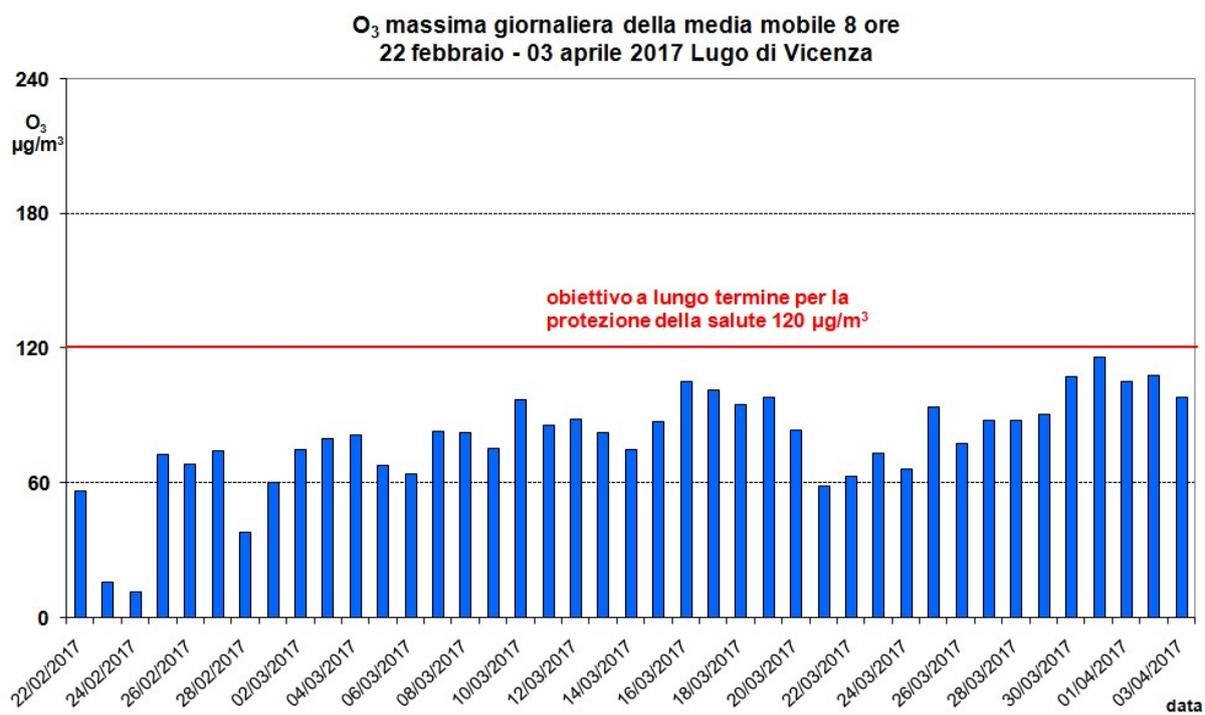
Grafico 2 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). “Esposizione acuta”.



**Grafico 3 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

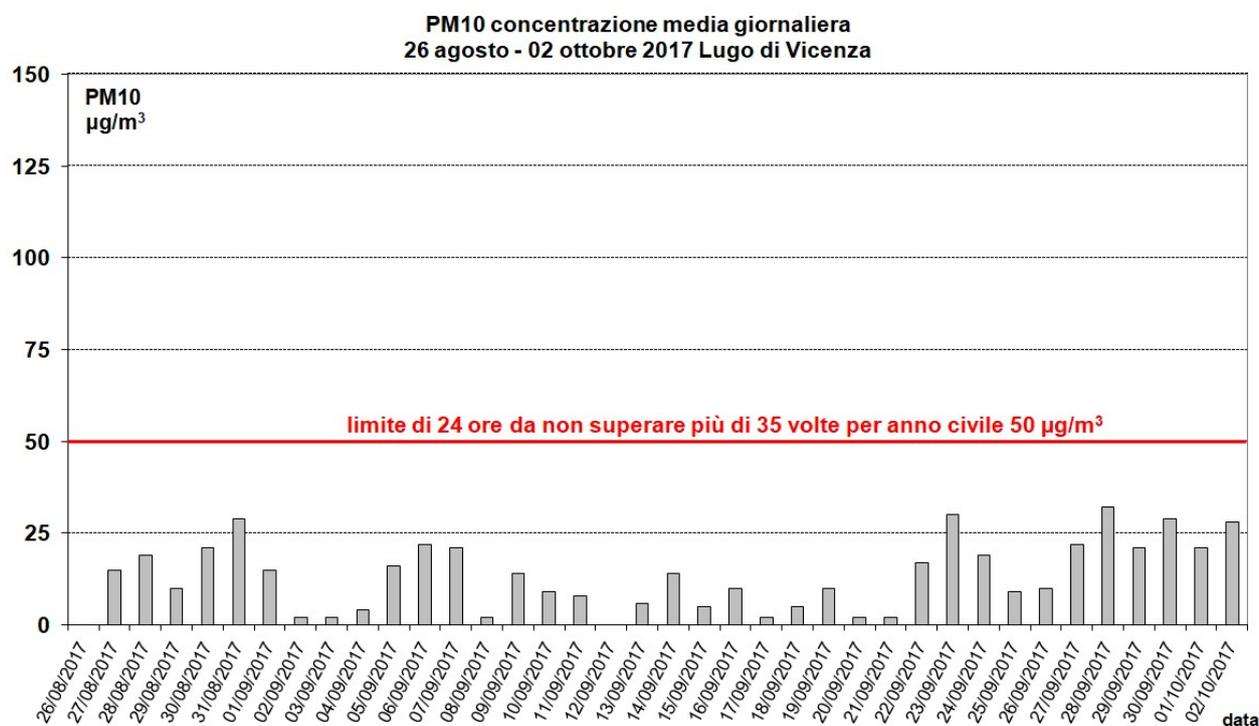
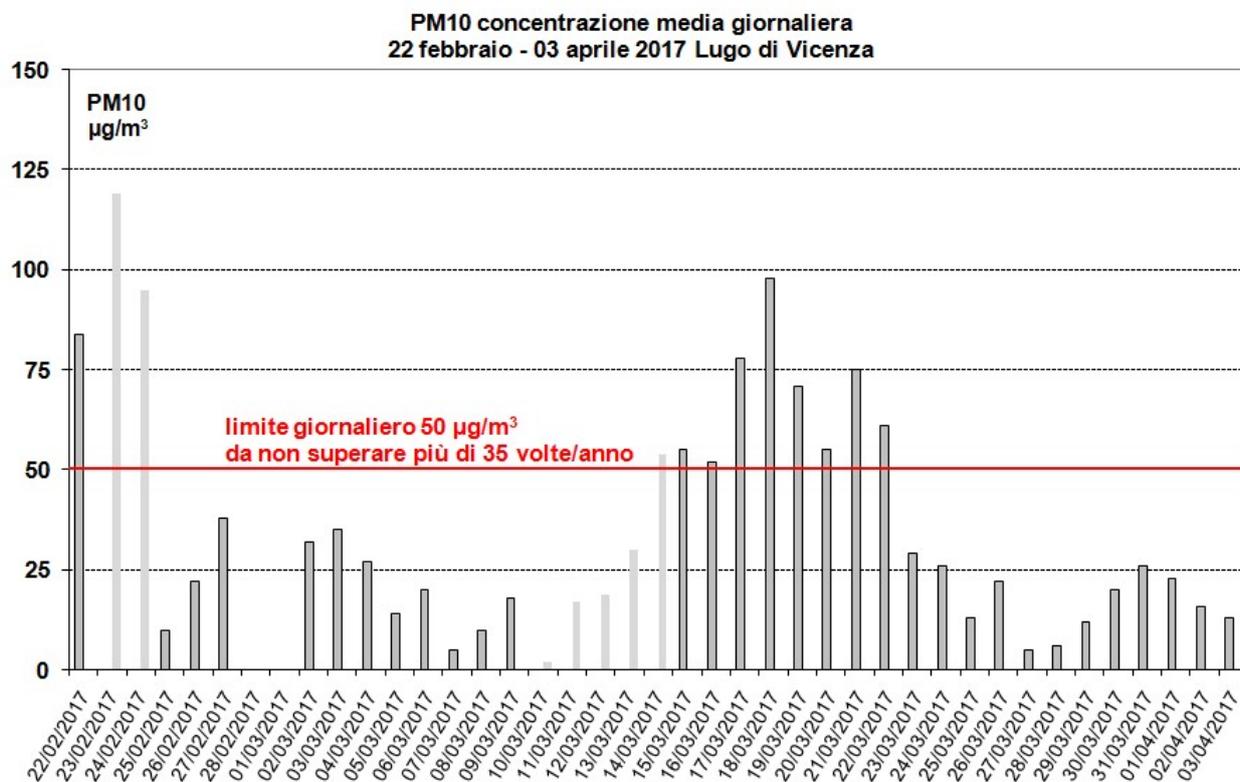


**Grafico 4 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**



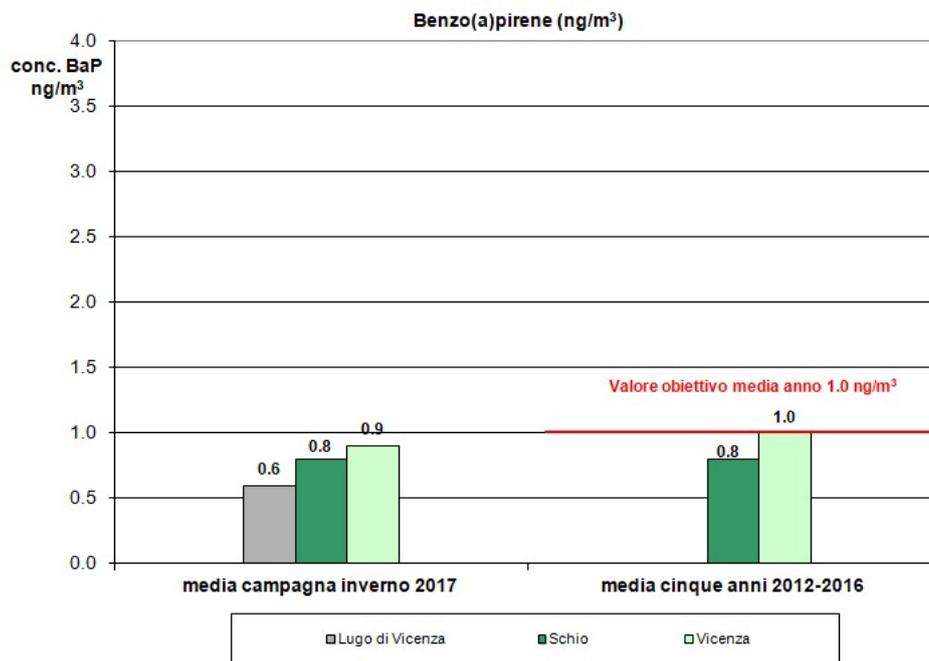
**Grafico 5 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

Le barre in grigio chiaro sono le misure effettuate a Lugo di Vicenza, che sono state scartate nell'elaborazione dei dati perché in quei giorni mancavano i dati delle stazioni fisse con le quali i dati elaborati sono messi a confronto.

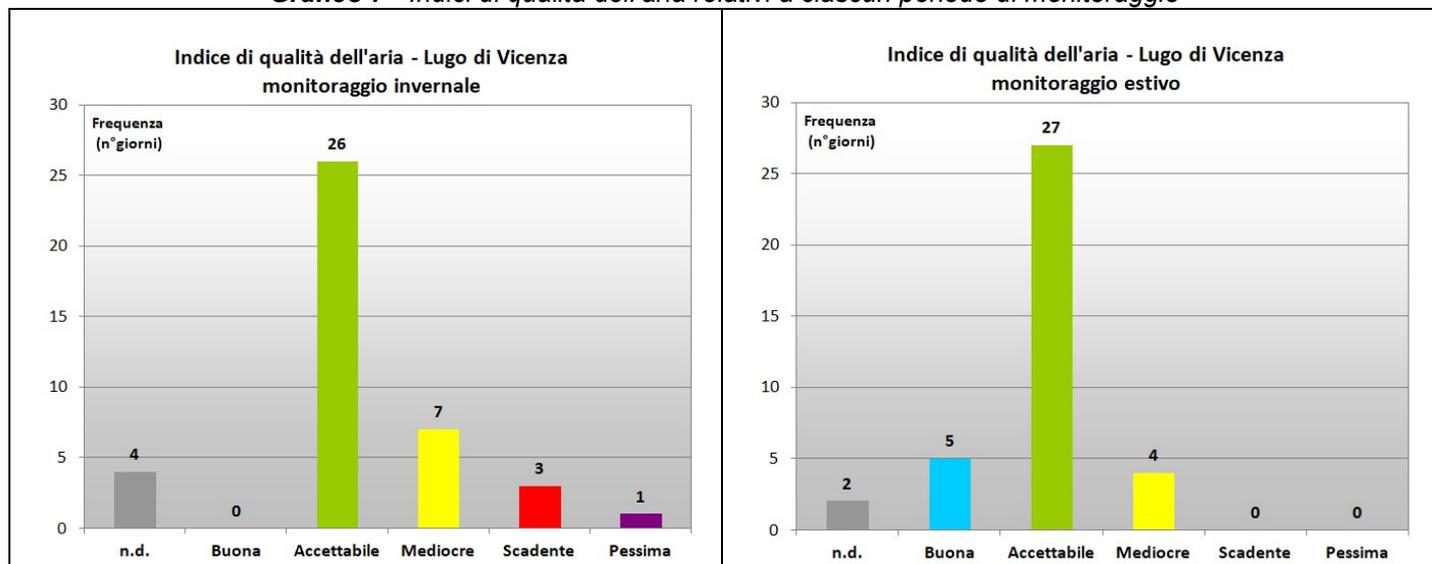


Alcuni dati relativi al periodo estivo risultano inferiori al limite di rivelabilità strumentale, che per il PM10 è di  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Coerentemente con le indicazioni riportate al paragrafo 5 della presente relazione, è stato attribuito il valore pari alla metà del limite di rivelabilità.

**Grafico 6** – Benzo(a)pirene media del periodo invernale (ng/m<sup>3</sup>): confronto con le stazioni fisse nello stesso periodo invernale 2017 e valore medio nei cinque anni 2012 – 2016 delle stazioni fisse.



**Grafico 7** - Indici di qualità dell'aria relativi a ciascun periodo di monitoraggio



## ALLEGATO 2 - 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 Km<sup>2</sup> superiore a 3000 abitanti.

### **AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)**

espresso in ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 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 rappresentativo dei livelli d'inquinamento medi caratteristici dell'area monitorata.

### **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 per il monitoraggio di fenomeni acuti posto in aree industriali con elevati gradienti di concentrazione degli inquinanti. Tali stazioni sono situate in aree nelle quali i livelli d'inquinamento sono influenzati prevalentemente da emissioni di tipo industriale.

### **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 Provinciale di Vicenza  
Servizio Stato dell' Ambiente  
Via L. L. Zamenhof, 353/355  
36100 Vicenza  
Italy  
Tel. +39 0444 217311  
Fax +39 0444 217347  
e-mail: [dapvi@arpa.veneto.it](mailto:dapvi@arpa.veneto.it)

Febbraio 2018



**ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

**Direzione Generale**

Via Ospedale, 24

35131 Padova

Tel. +39 049 82 39301

Fax. +39 049 66 0966

e-mail [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)