

## **CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA**

**COMUNE DI LIMENA**

**VIA PRAIMBOLE**



### **PERIODO DI ATTUAZIONE**

**24/10/2018 - 29/11/2018 (1<sup>a</sup> CAMPAGNA)**  
**08/05/2019 - 26/06/2019 (2<sup>a</sup> CAMPAGNA)**

## **RELAZIONE TECNICA**



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

## **ARPAV**

Direttore Generale: L. Marchesi

### **Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova**

Direttore: A. Benassi

#### **Progetto e realizzazione**

##### **Servizio Monitoraggio e Valutazioni**

Responsabile: C. Gabrieli

*R. Millini, P. Baldan, E. Cosma, C. Lanzoni, A. Pagano, S. Rebeschini*

#### **Con la collaborazione delle seguenti strutture ARPAV**

**Dipartimento Sicurezza Territorio**

**Dipartimento Regionale Laboratori**

**Servizio Osservatorio Regionale Aria**

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

# Indice

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Obiettivi della campagna di monitoraggio e caratterizzazione del sito</b> | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>Commento meteorologico</b>  | <b>10</b> |
| 2.0.1    | Campagna invernale: 24 ottobre – 29 novembre 2018                            | 10        |
| 2.0.2    | Campagna estiva: 8 maggio – 26 giugno 2019                                   | 12        |
| <b>3</b> | <b>Inquinanti monitorati e normativa di riferimento</b>                      | <b>15</b> |
| <b>4</b> | <b>Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi</b>                     | <b>17</b> |
| <b>5</b> | <b>Efficienza di campionamento</b>   | <b>18</b> |
| <b>6</b> | <b>Analisi dei dati rilevati</b>   | <b>19</b> |
| 6.1      | Biossido di Zolfo  | 19        |
| 6.2      | Monossido di Carbonio  | 19        |
| 6.3      | Ozono  | 20        |
| 6.4      | Biossido di Azoto  | 20        |
| 6.5      | Polveri fini [PM <sub>10</sub> ]   | 21        |
| 6.6      | Idrocarburi policiclici aromatici  | 22        |
| 6.7      | PM <sub>10</sub> e Benzo(a)pirene rilevati con campionatore ad Alto Flusso   | 22        |
| 6.8      | Sostanze organiche volatili (SOV)  | 23        |
| 6.8.1    | Benzene  | 23        |
| 6.8.2    | Altre SOV  | 24        |
| 6.9      | Metalli  | 25        |
| <b>7</b> | <b>Valutazione dello stato di qualità dell'aria</b>                          | <b>27</b> |
| 7.1      | Indice di Qualità dell'Aria (IQA)  | 27        |
| <b>8</b> | <b>Conclusioni</b>   | <b>29</b> |
| 8.1      | Sintesi dell'andamento meteorologico del periodo                             | 29        |
| 8.2      | Sintesi dell'andamento dei parametri   | 29        |
| <b>9</b> | <b>Allegati</b>  | <b>30</b> |
| 9.1      | Massima media mobile giornaliera di Ozono invernale                          | 31        |
| 9.2      | Massima media mobile giornaliera di Ozono estiva                             | 32        |
| 9.3      | Concentrazione Giornaliera invernale di PM <sub>10</sub>                     | 33        |
| 9.4      | Concentrazione Giornaliera estiva di PM <sub>10</sub>                        | 34        |
| 9.5      | Glossario  | 35        |

# Elenco delle figure

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Zonizzazione del territorio provinciale . . . . .  | 6  |
| 1.2 | Posizionamento della stazione mobile, del campionatore ad alto flusso e dei campionatori passivi a Limena . . . . .  | 7  |
| 1.3 | Zoom del posizionamento della stazione mobile, del campionatore ad alto flusso e dei 4 radielli, R1 – R4 . . . . .   | 7  |
| 1.4 | Posizionamento dei radielli, R2 - R4 . . . . .   | 8  |
| 1.5 | Campionatore alto flusso in via Praimbole presso ricicleria . . . . .  | 9  |
| 2.1 | Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente . . . . . | 11 |
| 2.2 | Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Grantorto nel corso della campagna invernale . . . . .   | 12 |
| 2.3 | Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente . . . . . | 13 |
| 2.4 | Rosa dei venti registrati presso la stazione di Grantorto nel corso della campagna estiva . . . . .  | 14 |
| 3.1 | Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana e della vegetazione . . . . .   | 16 |
| 7.1 | Scala dell'indice di qualità dell'aria . . . . .   | 27 |
| 7.2 | Indice sintetico di qualità dell'aria . . . . .  | 28 |
| 9.1 | OZONO SEMESTRE INVERNALE . . . . .   | 31 |
| 9.2 | OZONO SEMESTRE ESTIVO . . . . .  | 32 |
| 9.3 | PM10 SEMESTRE INVERNALE . . . . .  | 33 |
| 9.4 | PM10 SEMESTRE ESTIVO . . . . .   | 34 |

# Elenco delle tabelle

|      |   |    |
|------|---|----|
| 6.1  | Parametri statistici per il biossido di zolfo . . . . .   | 19 |
| 6.2  | Parametri statistici per il monossido di carbonio . . . . .   | 20 |
| 6.3  | Parametri statistici per l'Ozono . . . . .  | 20 |
| 6.4  | Parametri statistici per il biossido di azoto . . . . .   | 21 |
| 6.5  | Parametri statistici per il PM <sub>10</sub> . . . . .  | 21 |
| 6.6  | Parametri statistici per il Benzo(a)pirene . . . . .  | 22 |
| 6.7  | Valori di PM <sub>10</sub> e IPA misurati dal campionatore ad Alto Flusso e dalla stazione mobile in data 9/11/2018 . . . . . | 22 |
| 6.8  | Parametri statistici per il Benzene . . . . .   | 23 |
| 6.9  | Valore medio delle SOV misurate a Limena nella campagna di misura . . . . .   | 24 |
| 6.10 | Valori limite di esposizione per gli ambienti di lavoro e soglie olfattive . . . . .  | 25 |
| 6.11 | Parametri statistici per i metalli . . . . .  | 26 |

## Capitolo 1

# Obiettivi della campagna di monitoraggio e caratterizzazione del sito

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è stata richiesta dal Comune di Limena, in particolare per la presenza di odori molesti legati alla produzione di asfalti nella zona industriale.

Nello specifico, il monitoraggio è stato condotto con una stazione mobile posizionata nei pressi della Ricicleria comunale di via Praimbole, nella zona industriale di Limena, con campionatori passivi posti in corrispondenza della stazione ed in altri tre punti e con un campionatore ad alto flusso a comando remoto adiacente alla stessa stazione.

Il monitoraggio è stato effettuato dal 24/10/2018 al 29/11/2018 e dal 08/05/2019 al 26/06/2019.

L'area sottoposta a monitoraggio è di tipologia "background urbano". Il comune di Limena ricade nella zona "Agglomerato Padova" (IT0510), a seguito della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in figura 1.1.

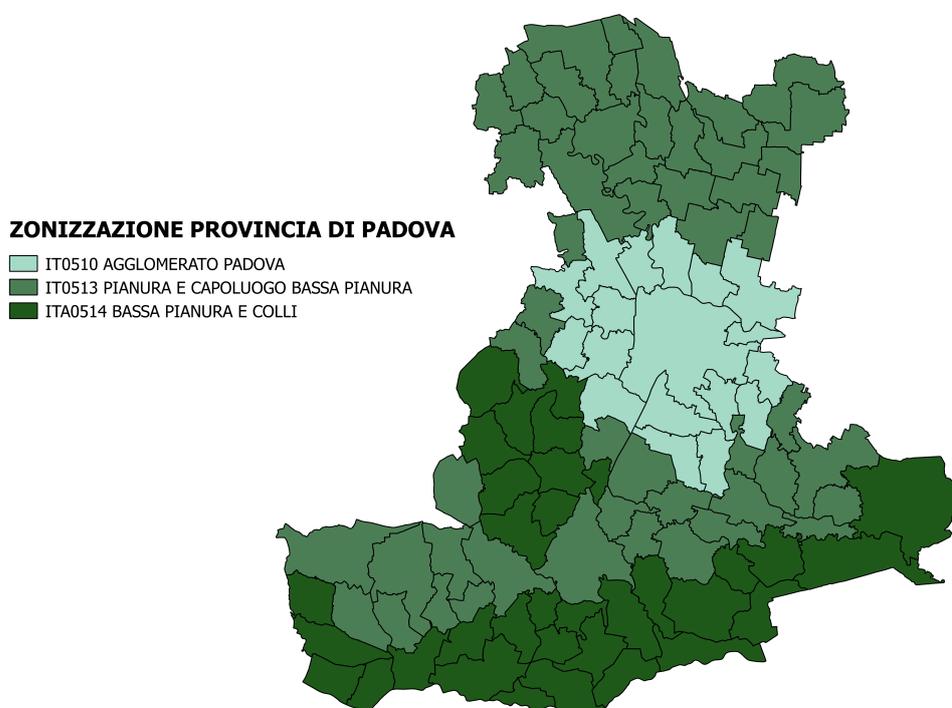


Figura 1.1: Zonizzazione del territorio provinciale

Il territorio di Limena interessato dal monitoraggio è visibile nella mappa in figura 1.2.



Figura 1.2: Posizionamento della stazione mobile, del campionatore ad alto flusso e dei campionatori passivi a Limena

La figura 1.3 riporta uno zoom del posizionamento dei 4 campionatori passivi nell'area circostante al sito di via Praimbole.

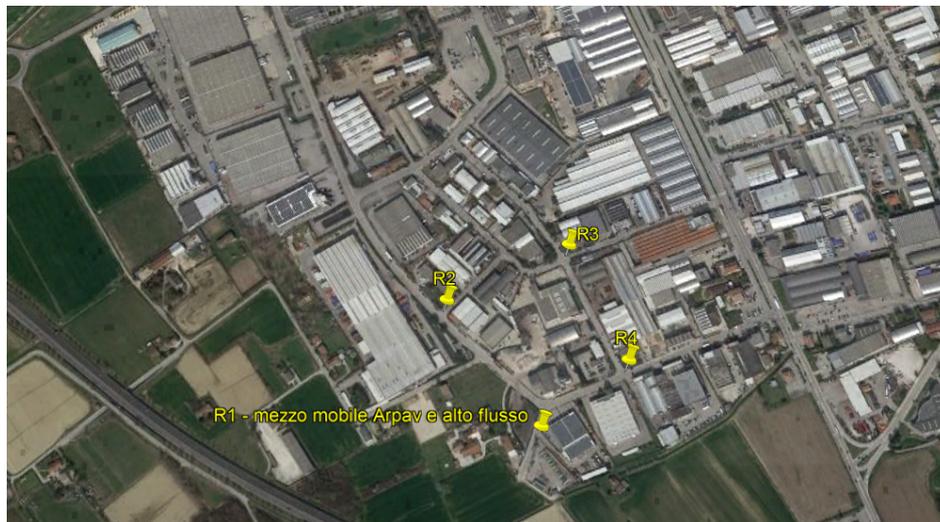


Figura 1.3: Zoom del posizionamento della stazione mobile, del campionatore ad alto flusso e dei 4 radielli, R1 – R4

I campionatori passivi sono stati utilizzati per prelevare le Sostanze Organiche Volatili (SOV) tramite fiale adsorbenti a carbone attivo.

I quattro campionatori passivi sono stati posizionati:

- R1 in Via Praimbole, in corrispondenza alla stazione mobile
- R2 in Via Praimbole, ad un centinaio di metri in linea d'aria rispetto ad R1

- R3 in Via Risorgimento, all'angolo con via XXV aprile
- R4 in Via XXV Aprile, all'angolo con via Praimbole

In figura 1.4 sono visualizzate le posizioni dei campionatori passivi R2, R3, R4.



**punto 2 - via  
praimbole**

**punto 3 - via  
risorgimento  
ang. xxv aprile**



**punto 4 - via  
praimbole  
ang. xxv  
aprile**

Figura 1.4: Posizionamento dei radielli, R2 - R4

Il campionatore ad alto flusso è stato utilizzato per prelievi di breve durata delle polveri fini  $PM_{10}$  in presenza di odori molesti. Poi nelle polveri fini si sono ricercati gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

In figura 1.5 è riportata la fotografia del campionatore ad alto flusso posto vicino alla stazione mobile.



Figura 1.5: Campionatore alto flusso in via Praimbole presso ricicleria

## Capitolo 2

# Commento meteoclimatico

Di seguito si analizza la situazione meteorologica tramite diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi che individuano il grado dispersivo degli inquinanti.

- rosso (precipitazione giornaliera  $< 1$  mm e intensità media del vento  $< 1.5$  m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione;
- giallo (precipitazione giornaliera tra  $1 \div 6$  mm e intensità media del vento tra  $1.5 \div 3$  m/s): condizioni di debole dispersione;
- verde (precipitazione giornaliera  $> 6$  mm e intensità media del vento  $> 3$  m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione.

I valori riportati per la ripartizione nelle tre classi sono empirici essendo stati ricavati dall'esame di un campione pluriennale di dati. Le stazioni meteo di riferimento sono per le precipitazioni Campodarsego, che dista meno di 10 km da Limena, per il vento Grantorto, che è dotata di anemometro a 10 m e dista meno di 20 km da Limena.

### 2.0.1 Campagna invernale: 24 ottobre – 29 novembre 2018

In figura 2.1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le suddette stazioni meteo in tre periodi:

- 24 ottobre – 29 novembre 2018, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 21 ottobre – 30 novembre dall'anno 2006 all'anno 2017 (anni precedenti);
- 1 gennaio – 31 dicembre 2018 (anno corrente).

DISTRIBUZIONE PIOVOSITA' E VENTILAZIONE

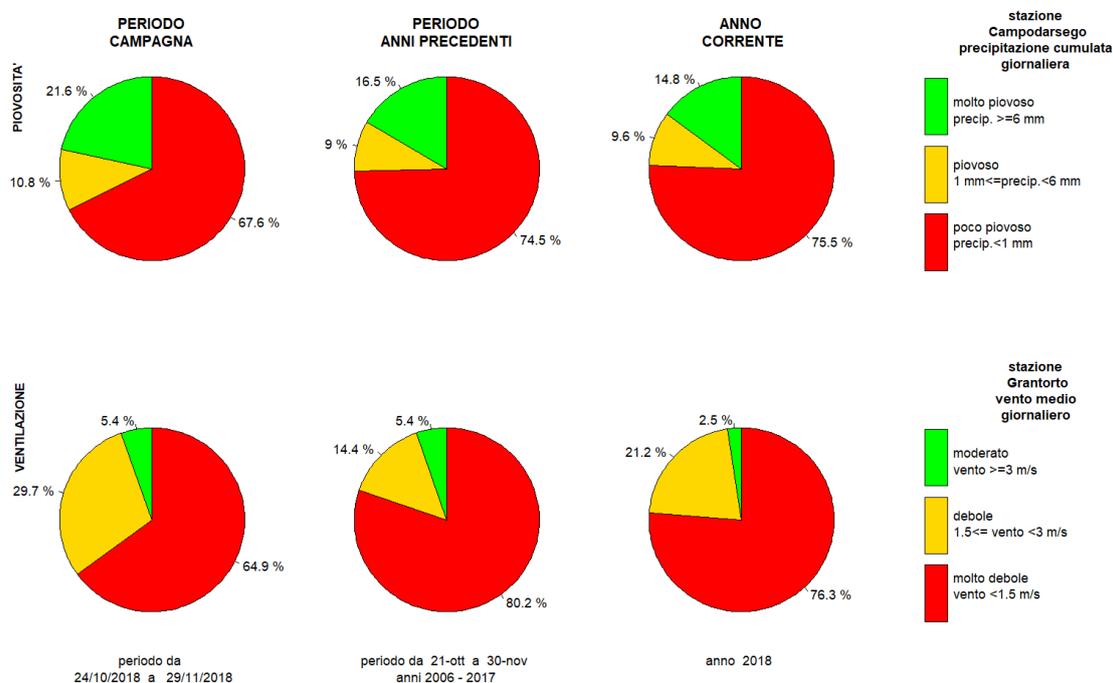


Figura 2.1: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

Dai diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la percentuale dei giorni molto piovosi è stata più alta rispetto ad entrambi i periodi di riferimento;
- i giorni con vento molto debole sono stati meno frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento, con uno scarto maggiore rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti.

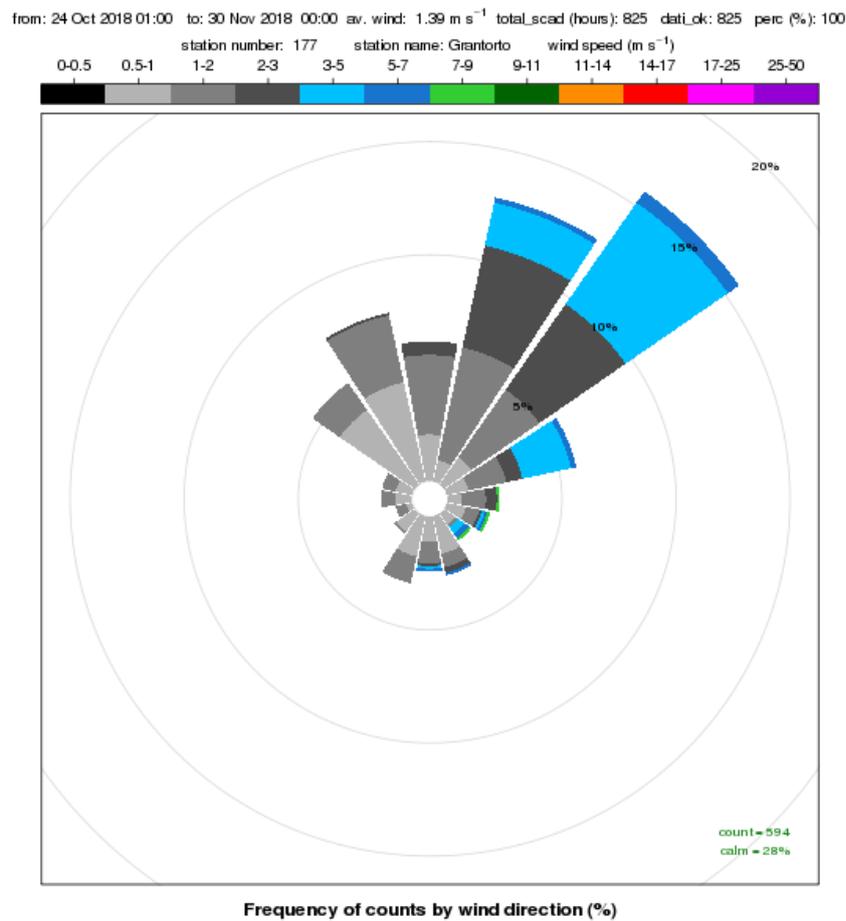


Figura 2.2: Rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Grantorto nel corso della campagna invernale

In figura 2.2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Grantorto durante lo svolgimento della campagna di misura da cui si deduce che la direzione prevalente di provenienza del vento è Nord-Est (circa 16% dei casi), seguita da Nord-Nordest (circa 13%); le calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) rappresentano circa il 28% dei casi; la velocità media è stata pari a circa 1.4 m/s.

## 2.0.2 Campagna estiva: 8 maggio – 26 giugno 2019

In figura 2.3 si confrontano le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati delle suddette stazioni meteo in tre periodi:

- 8 maggio – 26 giugno 2019, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 6 maggio – 30 giugno dall'anno 2006 all'anno 2018 (anni precedenti);
- 26 giugno 2018 – 26 giugno 2019 (anno corrente).

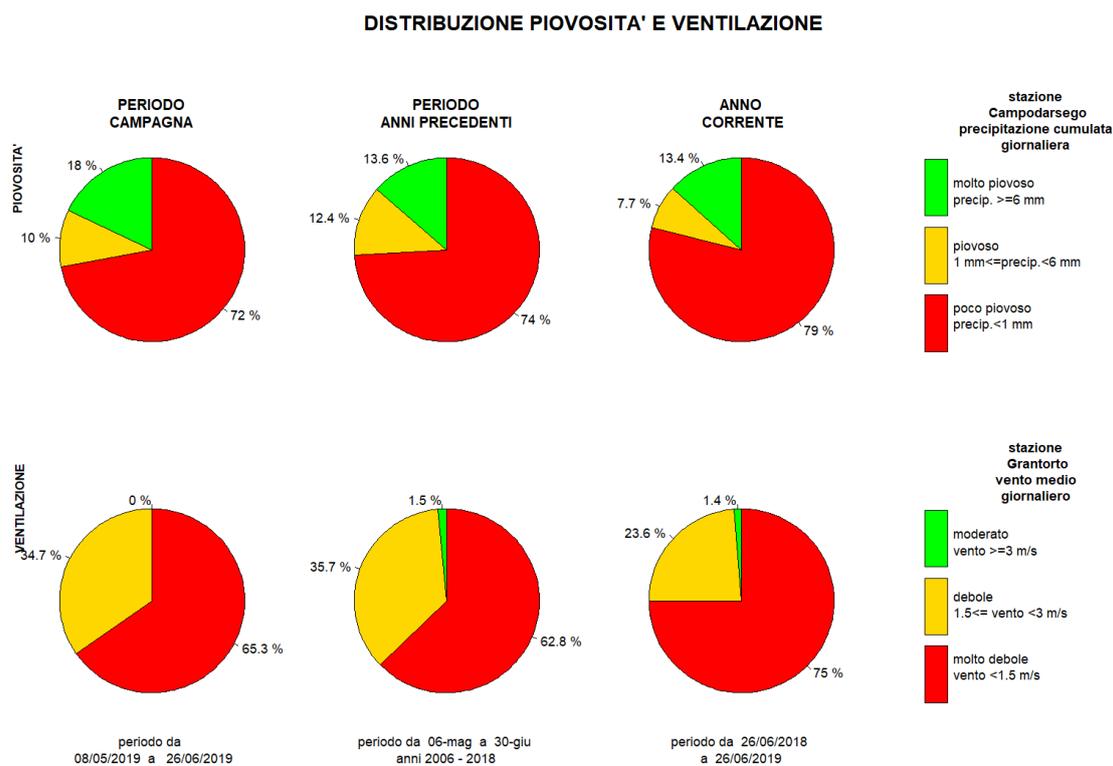


Figura 2.3: Frequenze di vento e pioggia per classi: campagna di misura a confronto con il relativo pentadale degli anni precedenti e l'intero anno corrente

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante la campagna di misura:

- i giorni molto piovosi sono stati un po' più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento;
- la distribuzione delle giornate in base alla ventosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, mentre rispetto all'anno corrente è più bassa la frequenza dei giorni con vento molto debole; sono del tutto assenti i giorni con vento moderato.

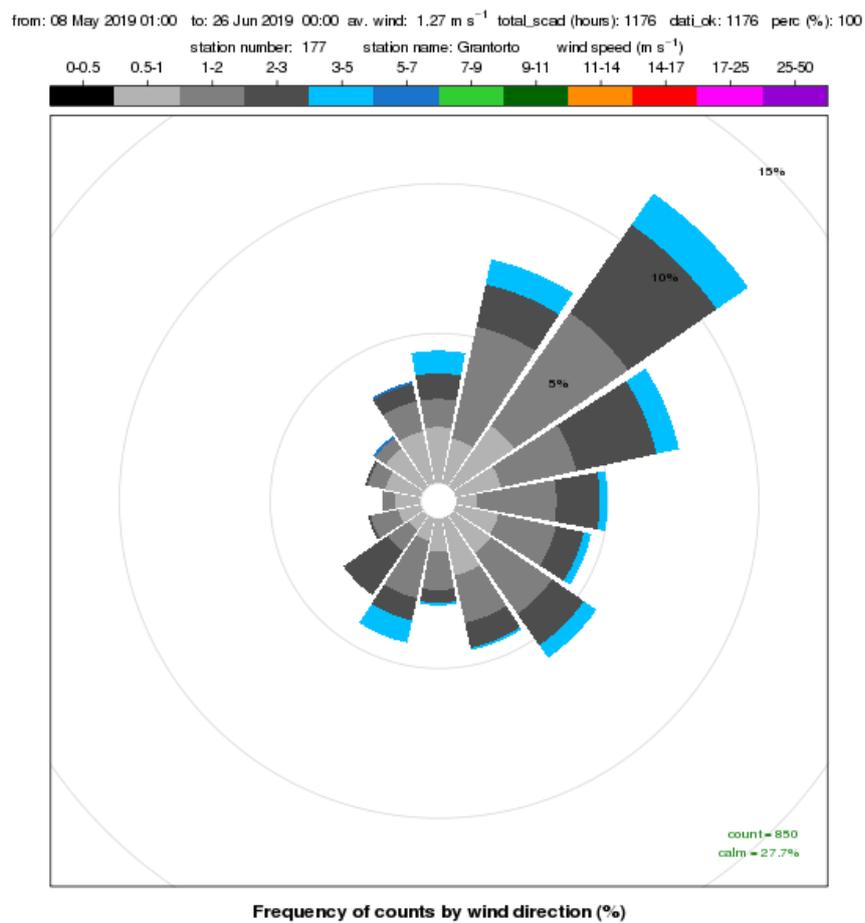


Figura 2.4: Rosa dei venti registrati presso la stazione di Grantorto nel corso della campagna estiva

In figura 2.4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione meteo di Grantorto durante la campagna di misura, da cui risulta che i venti hanno soffiato in prevalenza da Nord-Est (circa 12% dei casi), seguita da Nord-Nordest e Est-Nordest (entrambe circa 8%); le calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) rappresentano circa il 28% dei casi; la velocità media è stata pari a circa 1.3 m/s.

## Capitolo 3

# 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 (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>), nonché di strumenti per la misura giornaliera delle polveri (PM<sub>10</sub>), nelle quali, attraverso successive analisi di laboratorio, si possono ricercare gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), in particolare il Benzo(a)pirene.

Nel corso della campagna di monitoraggio sono stati effettuati anche dei prelievi con campionatori passivi (radielli) delle Sostanze Organiche Volatili (SOV). Questi dispositivi sono idonei per rilevare la concentrazione media degli inquinanti nel periodo in cui i campionatori passivi vengono esposti all'aria. Il periodo di esposizione è generalmente attorno alla settimana.

In data 09/11/2018, presso la Ricicleria di via Praimbole, è stato installato un campionatore ad alto flusso a comando remoto per il prelievo del PM<sub>10</sub> (e degli IPA) in presenza di odori di asfalto. Nel secondo periodo di monitoraggio il campionatore è stato installato il 23 maggio, sempre presso la Ricicleria suddetta.

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 di 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.

| INQUINANTE                    | NOME LIMITE  | INDICATORE STATISTICO                     | VALORE  |
|-------------------------------|--|---|---|
| SO <sub>2</sub>               | Limite per la protezione degli ecosistemi                | Media annuale e media invernale           | 20 ug/m <sup>3</sup>  |
|                               | Soglia di allarme  | Superamento per 3h consecutive del valore | 500 ug/m <sup>3</sup>   |
|                               | Limite orario per la protezione della salute umana       | Media 1h                                  | 350 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 24 volte per anno civile]                 |
|                               | Limite di 24 ore per la protezione della salute umana    | Media 24h                                 | 125 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 3 volte per anno civile]                  |
| NO <sub>x</sub>               | Limite per la protezione della vegetazione               | Media annuale                             | 30 ug/m <sup>3</sup>  |
| NO <sub>2</sub>               | Soglia di allarme  | Superamento per 3h consecutive del valore | 400 ug/m <sup>3</sup>   |
|                               | Limite orario per la protezione della salute umana       | Media 1h                                  | 200 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 18 volte per anno civile]                 |
|                               | Limite annuale per la protezione della salute umana      | Media annuale                             | 40 ug/m <sup>3</sup>  |
| PM <sub>10</sub>              | Limite di 24 ore per la protezione della salute umana    | Media 24h                                 | 50 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 35 volte per anno civile]                  |
|                               | Limite annuale per la protezione della salute umana      | Media annuale                             | 40 ug/m <sup>3</sup>  |
| PM <sub>2.5</sub>             | Valore obiettivo per la protezione della salute umana    | Media annuale                             | 25 ug/m <sup>3</sup>  |
| CO                            | Limite per la protezione della salute umana              | Max giornaliero della media mobile su 8h  | 10 mg/m <sup>3</sup>  |
| O <sub>3</sub>                | Soglia di informazione                                   | Superamento del valore orario             | 180 ug/m <sup>3</sup>   |
|                               | Soglia di allarme  | Superamento del valore orario             | 240 ug/m <sup>3</sup>   |
|                               | Obiettivo a lungo termine [protezione salute umana]      | Max giornaliero della media mobile su 8h  | 120 ug/m <sup>3</sup>   |
|                               | Valore Obiettivo per la protezione della salute umana    | Max giornaliero della media mobile su 8h  | 120 ug/m <sup>3</sup> [da non superare più di 25 giorni all'anno, come media su 3 anni] |
|                               | Valore Obiettivo per la protezione della salute umana    | AOT40 valori 1h [maggio-luglio]           | 18000 ug/m <sup>3</sup> x h [come media su 5 anni]                                      |
|                               | Obiettivo a lungo termine [protezione della vegetazione] | AOT40 valori 1h [maggio-luglio]           | 6000 ug/m <sup>3</sup> x h  |
| B(a)P                         | Valore obiettivo   | Media annuale                             | 1.0 ng/m <sup>3</sup>   |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | Limite annuale per la protezione della salute umana      | Media annuale                             | 5.0 ug/m <sup>3</sup>   |
| Pb                            | Limite annuale per la protezione della salute umana      | Media annuale                             | 0.5 ug/m <sup>3</sup>   |
| Ni                            | Valore obiettivo   | Media annuale                             | 20.0 ng/m <sup>3</sup>  |
| As                            | Valore obiettivo   | Media annuale                             | 6.0 ng/m <sup>3</sup>   |
| Cd                            | Valore obiettivo   | Media annuale                             | 5.0 ng/m <sup>3</sup>   |

Figura 3.1: Valori limite della qualità dell'aria per la protezione della salute umana e della vegetazione

## Capitolo 4

# Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione mobile, 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 PM<sub>10</sub> (diametro aerodinamico < 10 µm) è realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione, che utilizza filtri in quarzo da 47mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Le polveri sono determinate per pesata con metodo UNI EN 12341:2014 e il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (Benzo(a)pirene e altri IPA) presenti nelle polveri sono determinati al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC), con metodo UNI EN 15549:2008, nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti per legge.

Gli stessi metodi sono utilizzati per misurare il PM<sub>10</sub> e gli IPA dei campioni prelevati con il campionatore ad alto flusso.

Analogamente si ricercano i metalli nelle polveri fini mediante spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo, con metodo UNI EN 14902:2005.

Le sostanze organiche volatili prelevate con i campionatori passivi sono determinate in laboratorio tramite desorbimento chimico, con metodo UNI EN 1 4462-5-2005.

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, che considerano le singole misure prive di incertezza e il 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).

## Capitolo 5

# 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 vengono 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 è almeno del 90% per tutti i parametri. Il PM<sub>10</sub> è stato ricercato su 82 filtri, gli IPA su 55 filtri e i metalli su 25 filtri.

## Capitolo 6

# 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.

Al fine di confrontare i dati raccolti durante la campagna di monitoraggio condotta a Limena con quelli costantemente monitorati in una stazione fissa di cui sono noti i principali elementi di criticità, di seguito, per ogni parametro misurato è riportato il corrispondente valore registrato a Padova presso la stazione fissa della Mandria (“background urbano”) e dell’Arcella (“traffico urbano”), o di una sola delle due stazioni qualora in una manchi lo strumento di misura.

Per ciascun inquinante considerato, si riporta una sintetica descrizione delle principali fonti di emissione antropica e dei possibili effetti sulla salute dei 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.

### 6.1 Biossido di Zolfo

*Il biossido di zolfo si forma prevalentemente durante i processi di combustione di combustibili solidi e liquidi per la presenza di zolfo sia come impurezza che come costituente nella formulazione molecolare del combustibile stesso. 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.*

Nella tabella 6.1 si confrontano i valori statistici (massimi orari,  $\text{Max}_{1h}$ ) registrati a Limena con quelli rilevati all’Arcella.

| CAMPAGNA  | $\text{SO}_2(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ | Limena | Arcella |
|-----------|---------------------------------------|--------|---------|
| Invernale | $\text{Max}_{1h}$                     | 11     | 11      |
| Estiva    | $\text{Max}_{1h}$                     | 8      | 4       |

Tabella 6.1: Parametri statistici per il biossido di zolfo

Dalla tabella 6.1 si notano livelli di biossido di zolfo dello stesso ordine di grandezza. Si tratta comunque di livelli ambientali di  $\text{SO}_2$  nettamente inferiori sia al limite per la protezione della salute ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , media su 1h;  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , media su 24h) che alla soglia di allarme ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , persistenza per 3 h consecutive).

### 6.2 Monossido di Carbonio

*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 Limena non evidenzia superamenti del valore limite fissato dal D.Lgs. 155/2010 (10 mg/m<sup>3</sup>, media mobile 8h). Nella tabella 6.2 si riportano i parametri statistici di Limena (massima media mobile giornaliera su otto ore, Max<sub>mm</sub>) e i valori misurati all'Arcella e alla Mandria nello stesso periodo.

| CAMPAGNA  | CO(mg/m <sup>3</sup> ) | Limena | Arcella | Mandria |
|-----------|------------------------|--------|---------|---------|
| Invernale | Max <sub>mm</sub>      | 1      | 1       | 1       |
| Estiva    | Max <sub>mm</sub>      | 1      | 0       | 0       |

Tabella 6.2: Parametri statistici per il monossido di carbonio

Dalla tabella 6.2 risulta che i valori statistici di Limena sono analoghi, al più leggermente superiori in estate, a quelli delle stazioni fisse considerate, e in ogni caso ben al di sotto del limite di legge.

### 6.3 Ozono

Inquinante 'secondario', si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO<sub>x</sub>, 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 6.3 si riportano i parametri statistici relativi a Limena e alla stazione della Mandria.

| CAMPAGNA  | O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Limena | Mandria |
|-----------|-------------------------------------|--------|---------|
| Invernale | N° sup 120                          | 0      | 0       |
| Estiva    | N° sup 120                          | 14     | 15      |
| Invernale | N° sup 180                          | 0      | 0       |
| Estiva    | N° sup 180                          | 1      | 0       |

Tabella 6.3: Parametri statistici per l'Ozono

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio si sono registrati a Limena 14 superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup>, in termini di massima media mobile giornaliera su 8h) e 1 superamento della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>, come valore orario), in linea con quanto registrato alla Mandria.

In Allegato 9 si riporta la serie temporale della massima media mobile giornaliera dell'Ozono per le due campagne, a confronto con il valore limite.

### 6.4 Biossido di Azoto

È 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 6.4 si riportano i parametri statistici (media su 1 ora) desunti dalle registrazioni della campagna condotta a Limena e i valori registrati nello stesso periodo alla Mandria e all'Arcella.

| CAMPAGNA    | NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Limena | Mandria | Arcella |
|-------------|--------------------------------------|--------|---------|---------|
| Invernale   | Media                                | 28     | 34      | 42      |
| Estiva      | Media                                | 19     | 19      | 28      |
| Complessiva | Media                                | 23     | 25      | 34      |

Tabella 6.4: Parametri statistici per il biossido di azoto

Nel corso dell'intera campagna di monitoraggio non si sono registrati superamenti del valore limite di protezione della salute (200 µg/m<sup>3</sup>, media su 1h). Il valore medio dell'intera campagna condotta a Limena è quasi la metà del limite annuale di legge di 40 µg/m<sup>3</sup>, quasi uguale a quello della Mandria e sensibilmente al di sotto di quello dell'Arcella.

## 6.5 Polveri fini [PM<sub>10</sub>]

*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 µm 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 µm (PM<sub>10</sub>) 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 atmosferico. Le caratteristiche chimiche del particolato influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti quali ad esempio IPA, SO<sub>2</sub>. Le polveri PM<sub>10</sub> 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.*

In tabella 6.5 si riportano i parametri statistici del PM<sub>10</sub> misurato a Limena e i valori registrati nello stesso periodo alla Mandria e all'Arcella (media del periodo di monitoraggio e numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>).

| CAMPAGNA    | PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Limena | Mandria | Arcella |
|-------------|---------------------------------------|--------|---------|---------|
| Invernale   | Media                                 | 36     | 31      | 33      |
| Estiva      | Media                                 | 23     | 20      | 25      |
| Complessiva | Media                                 | 28     | 25      | 28      |
| Invernale   | N° superamenti                        | 4      | 1       | 1       |
| Estiva      | N° superamenti                        | 0      | 1       | 0       |

Tabella 6.5: Parametri statistici per il PM<sub>10</sub>

Il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> è stato superato più volte a Limena rispetto alla Mandria e all'Arcella. La media complessiva di Limena è risultata inferiore al limite annuale (40 µg/m<sup>3</sup>), coincidente con quella dell'Arcella e leggermente inferiore a quella della Mandria.

I grafici in Allegato 9 riportano la serie temporale delle misure di PM<sub>10</sub> per le due campagne di monitoraggio eseguite a Limena.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge per il parametro PM<sub>10</sub>, si utilizza una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, basata sulla rappresentatività spaziale del parametro PM<sub>10</sub>. 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<sub>10</sub>. 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  $PM_{10}$  sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , il rispetto del valore limite è garantito se e solo se il 90° percentile è inferiore a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nel nostro caso il “sito sporadico” di Limena viene confrontato con la stazione fissa di “background urbano” di Mandria che negli stessi periodi mostra con Limena una correlazione molto elevata (pari a 0.93) mentre con l’Arcella è bassa (pari a 0.76). Per la serie annuale di dati della Mandria si è considerato il periodo 01/07/2018 - 30/06/2019.

La metodologia di calcolo statistico applicata alla Mandria dà come risultati un valore medio nell’anno solare considerato di  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed un 90° percentile pari a  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , quindi un valore medio inferiore, anche se di poco, a quello previsto dalla legge, e un numero di superamenti decisamente superiore.

## 6.6 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. È 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.*

In tabella 6.6 si riportano i parametri statistici del Benzo(a)pirene registrati a Limena a confronto con i rispettivi valori rilevati dalle stazioni fisse di Mandria e Arcella.

| CAMPAGNA    | B(a)p ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) | Limena | Mandria | Arcella |
|-------------|----------------------------------|--------|---------|---------|
| Invernale   | Media                            | 1.1    | 1.2     | 1.1     |
| Estiva      | Media                            | 0.1    | 0.1     | 0.1     |
| Complessiva | Media                            | 0.5    | 0.6     | 0.5     |

Tabella 6.6: Parametri statistici per il Benzo(a)pirene

La media del Benzo(a)pirene relativa all’intera campagna di monitoraggio condotta a Limena risulta inferiore al valore obiettivo annuale di  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  e in linea con i valori rilevati nelle due stazioni fisse di confronto. Si sottolinea tuttavia che le medie riportate, essendo calcolate per periodi limitati, non sono confrontabili con il valore obiettivo che è riferito all’anno solare.

## 6.7 $PM_{10}$ e Benzo(a)pirene rilevati con campionatore ad Alto Flusso

Il campionatore ad alto flusso è stato attivato solo una volta, per 1 ora, in data 9/11/2018.

Nella tabella seguente si riportano i valori di  $PM_{10}$ , benzo(a)pirene e IPA totali misurati in tale occasione, e per un confronto, i valori degli stessi parametri misurati con la stazione mobile nell’arco delle 24h.

| Data      | ALTO FLUSSO [1h]                       |                                  |                                       | Mezzo Mobile [24h]                     |                                  |                                       |
|-----------|--|----------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|
|           | $PM_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | B(a)p ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) | IPA totali ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) | $PM_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | B(a)p ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) | IPA totali ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) |
| 9/11/2018 | 95                                     | 0.5                              | 4.2                                   | 37                                     | 1.1                              | 5.6                                   |

Tabella 6.7: Valori di  $PM_{10}$  e IPA misurati dal campionatore ad Alto Flusso e dalla stazione mobile in data 9/11/2018

Dall’esame dei valori riportati in tabella si osserva che il  $PM_{10}$  rilevato nel breve periodo è decisamente superiore a quello delle 24 ore mentre gli IPA totali sono più o meno dello stesso ordine di grandezza.

Nel corso della campagna di monitoraggio estiva il campionatore ad alto flusso non è mai stato attivato perché in questo periodo non sono pervenute segnalazioni per odori molesti.

## 6.8 Sostanze organiche volatili (SOV)

Sono composti chimici a base di carbonio che si trovano sottoforma di vapore o in forma liquida, ma in grado di evaporare facilmente a temperatura e pressione ambiente. Questi composti possono provenire sia da fonti naturali (origine biogenica) che da processi umani (origine antropogenica). I composti di origine naturale derivano principalmente dai vegetali. Tra questi troviamo il metano derivante dalla decomposizione anaerobica di substrati organici, una classe di idrocarburi insaturi denominati terpeni e altre categorie di composti organici quali esteri, aldeidi, chetoni e perossidi. I composti di origine antropica derivano principalmente da processi e prodotti industriali. Tra i composti organici volatili prodotti dai processi umani troviamo:

- gli idrocarburi alifatici contenenti carbonio e idrogeno legati fra loro da soli legami singoli. Costituiscono un'importante frazione del petrolio e vengono utilizzati massicciamente nel campo dei combustibili;
- gli idrocarburi contenenti doppi legami carbonio idrogeno derivano da processi produttivi dell'industria petrolchimica e sono degli intermedi molto importanti per la sintesi di molti composti;
- gli idrocarburi aromatici sono delle molecole molto stabili utilizzate in molti processi e prodotti (vernici, pitture, colle, smalti, lacche, ecc...);
- le aldeidi sono delle molecole parzialmente ossidate, molto utilizzate nell'industria chimica e agricola (fungicidi, germicidi, resine, disinfettanti, ecc...);
- gli alcoli vengono utilizzati ampiamente come solventi o come intermedi in processi chimici;
- gli eteri trovano impiego in specifici contesti dove possono essere trovati come contaminanti dell'aria. Ad esempio il MTBE (metil-terbutil-etero) è ampiamente utilizzato come antidetonante nelle benzine verdi;
- i composti organici alogenati vengono ampiamente utilizzati in applicazioni industriali. Sono composti in genere volatili, idrofobici e tossici;
- i composti organici solforati: su larga scala questi composti non costituiscono un grave problema per l'ambiente, ma a livello locale possono risultare dannosi. L'attività umana li produce attraverso il trattamento dei rifiuti animali e delle acque di scarico e nei processi di raffinazione del petrolio;
- i composti organici azotati: in questa categoria rientra un ampio numero di specie chimiche (ammine, ammidi, nitrili, ecc...) che trovano impiego nella produzione di coloranti, nell'industria farmaceutica, nella produzione di gomme e polimeri).

### 6.8.1 Benzene

*È 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.*

In tabella 6.8 sono riportati i parametri statistici del Benzene registrati a Limena nei quattro punti di prelievo e i valori rilevati nello stesso periodo alla Mandria. Per semplicità i punti di prelievo sono stati denominati punto1, punto2, punto3 e punto4 corrispondenti alle ubicazioni relative.

| CAMPAGNA    | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | punto1 | punto2 | punto3 | punto4 | Mandria |
|-------------|--|--------|--------|--------|--------|---------|
| Invernale   | Media  | 1.2    | 1.2    | 1.3    | 1.3    | 0.9     |
| Estiva      | Media  | 1.5    | 1.3    | 1.4    | 1.5    | 0.6     |
| Complessiva | Media  | 1.3    | 1.3    | 1.4    | 1.4    | 0.7     |

Tabella 6.8: Parametri statistici per il Benzene

La media del Benzene relativa all'intera campagna di monitoraggio condotta a Limena è inferiore al valore limite annuale di 5 µg/m<sup>3</sup> ed è circa il doppio di quella della Mandria. A Limena si osserva che, diversamente da quanto avviene normalmente, le concentrazioni misurate nel periodo estivo sono superiori, anche se di poco, a quelle registrate nel periodo invernale.

### 6.8.2 Altre SOV

Il benzene è l'unico composto organico volatile con un limite di qualità nell'aria ambiente esterno. Per le altre sostanze organiche volatili generalmente sono previsti solo dei limiti di emissione dalle diverse attività produttive, fissati dal D.Lgs. n.152/06 e s.m.i.. Per valutare i risultati del monitoraggio si è fatto riferimento ai valori limite di soglia proposti dall'ACGIH per gli ambienti di lavoro (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).

Tutti i valori medi del monitoraggio effettuato nei 4 punti precedentemente indicati con i campionatori passivi sono riportati in tabella 6.9. In tabella 6.10 si riportano i valori limite di esposizione per gli ambienti di lavoro e i valori di soglia olfattiva desunti da uno studio di Yoshio Nagata del Japan Environmental Sanitation Center.

Si sottolinea che le soglie olfattive valgono per il singolo composto presente nell'aria, perché se ci sono altre sostanze sono possibili effetti sinergici di esaltazione o di attenuazione ed anche variazioni della percezione dell'odore. Le concentrazioni riportate in tabella 6.9 sono molto basse, specie se confrontate con i limiti di soglia stabiliti per gli ambienti di lavoro, laddove previsti, e generalmente sono prossime al limite di rilevabilità. Inoltre, si osserva che i valori misurati nei 4 punti sono quasi uguali.

| [U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Media 4 punti | Media punto1 | Media punto2 | Media punto3 | Media punto4 |
|----------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Acetone                          | 1.4           | 1.2          | 1.6          | 1.6          | 1.2          |
| Alcool etilico (etanolo)         | 1.5           | -            | 1.5          | 1.5          | 1.5          |
| Benzene                          | 1.3           | 1.3          | 1.3          | 1.4          | 1.4          |
| Cicloesano                       | 1.1           | 0.8          | 1.5          | 1.3          | 0.8          |
| Dodecano                         | 8.9           | 9.0          | 8.6          | 8.5          | 9.8          |
| Etil acetato                     | 1.7           | 1.7          | 1.7          | 1.7          | 1.7          |
| Etilbenzene                      | 0.7           | 0.7          | 0.7          | 0.7          | 0.7          |
| Metiltilchetone (MEK)            | 1.2           | 1.2          | 1.2          | 1.2          | 1.2          |
| Toluene                          | 2.7           | 2.2          | 2.3          | 3.3          | 3.0          |
| Xilene (o)                       | 0.7           | 0.7          | 0.7          | 0.7          | 0.7          |
| Xilene (p+m)                     | 1.5           | 1.3          | 1.6          | 1.7          | 1.5          |
| n-esano                          | 0.7           | 0.7          | 0.7          | 0.7          | 0.7          |
| n-pentano                        | 1.5           | 1.4          | 1.3          | 1.6          | 1.7          |

Tabella 6.9: Valore medio delle SOV misurate a Limena nella campagna di misura

|  | Valori limite di soglia per ambienti di lavoro TLV-TWA (1)/STEL (2) ACGIH 2014 | D.Lgs 155/10             | Soglie olfattive di riferimento (3)          |
|--|--|--------------------------|--|
| Inquinante   | $\mu\text{g}/\text{m}^3$   | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25°C, 1 atmosfera) |
| Acetone  | 1187000 (1)  | 5                        | 99708  |
| Alcool etilico   | 1884000 (2)  |                          | 980  |
| Benzene  | 1600 (1)   |                          | 8640   |
| Cicloesano   | 344000 (1)   |                          | 8600   |
| Dodecano   | -  |                          | 766  |
| Etil acetato   | 1441000 (1)  |                          | 3134   |
| Etilbenzene  | 87000 (1)  |                          | 739  |
| Metiletilchetone   | 590000 (1)   |                          | 1298   |
| n-esano  | 176000 (1)   |                          | 5280   |
| n-pentano  | 2951000 (1)  |                          | 4131   |
| Toluene  | 75400 (1)  |                          | 1244   |
| o-Xilene   | 434000 (1)   |                          | 1649   |
| m-p Xilene   | 434000 (1)   |                          | m Xilene 178<br>p Xilene 252                 |
| <p>(1) TLV-TWA: concentrazione media ponderata nel tempo su una giornata lavorativa di otto ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi.</p> <p>(2) TLV-STEL: concentrazione TWA per 15 minuti che non deve essere superata in qualsiasi momento durante la giornata lavorativa anche se il TWA sulle otto ore non supera il valore TLV-TWA.</p> <p>(3) soglie tratte da "Measurement of Odor Threshold by Triangle Odor Bag Method", Yoshio Nagata, JapanEnvironmental Sanitation Center</p> |  |                          |  |

Tabella 6.10: Valori limite di esposizione per gli ambienti di lavoro e soglie olfattive

## 6.9 Metalli

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 i metalli e il Mercurio non sono rilevati alla Mandria ma all'Arcella, il confronto dei valori registrati a Limena è stato effettuato solo con questa stazione. In tabella 6.11 sono riportate le concentrazioni medie dei metalli normati rilevate a Limena e Arcella (alla Mandria non vengono ricercati).

| <b>Concentrazione Media Metalli</b><br>[Cadmio, Nichel e Arsenico in ng/m <sup>3</sup> , Piombo in µg/m <sup>3</sup> ] |                    |     |      |       |                 |     |     |       |
|--|--------------------|-----|------|-------|-----------------|-----|-----|-------|
| Stazione   | Campagna invernale |     |      |       | Campagna estiva |     |     |       |
|  | As                 | Cd  | Ni   | Pb    | As              | Cd  | Ni  | Pb    |
| <b>Limena</b>  | 0.6                | 0.2 | 3.3  | 0.007 | 0.5             | 0.2 | 2.8 | 0.004 |
| <b>Arcella</b>   | 0.7                | 0.4 | 29.0 | 0.008 | 0.5             | 0.6 | 2.6 | 0.004 |

Tabella 6.11: Parametri statistici per i metalli

Le concentrazioni medie di arsenico, cadmio, nichel e piombo misurate a Limena sono ben al di sotto dei valori previsti per legge e, fatta eccezione per il nichel, sono in linea con quelli registrati all’Arcella. Presso tale stazione il nichel ha raggiunto livelli molto alti tra il 4 e il 16 novembre, mentre generalmente sono assai più bassi. Ad esempio nella stagione invernale 2018/2019 all’Arcella i valori di questo metallo sono compresi tra 2 e 7 ng/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il mercurio (Hg) il D.Lgs 155/2010 non indica un valore obiettivo da rispettare. Le analisi realizzate a Limena indicano valori medi di mercurio <1 ng/m<sup>3</sup> (inferiori al limite di rivelabilità dello strumento).

## Capitolo 7

# Valutazione dello stato di qualità dell'aria

### 7.1 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, come riportato in figura 7.1.

| COLORE  | QUALITÀ     |
|---|-------------|
|    | BUONA       |
|  | ACCETTABILE |
|  | MEDIOCRE    |
|  | SCADENTE    |
|  | PESSIMA     |

Figura 7.1: Scala dell'indice di qualità dell'aria

Il calcolo dell'indice giornaliero è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: Biossido di azoto, Ozono e  $PM_{10}$ . 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 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 critiche <sup>1</sup>.

Di seguito sono riportati il numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA per la campagna complessiva condotta a Limena (fig 7.2).

<sup>1</sup>Per approfondimenti sul calcolo dell'IQA si rimanda al sito ufficiale: [www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa)

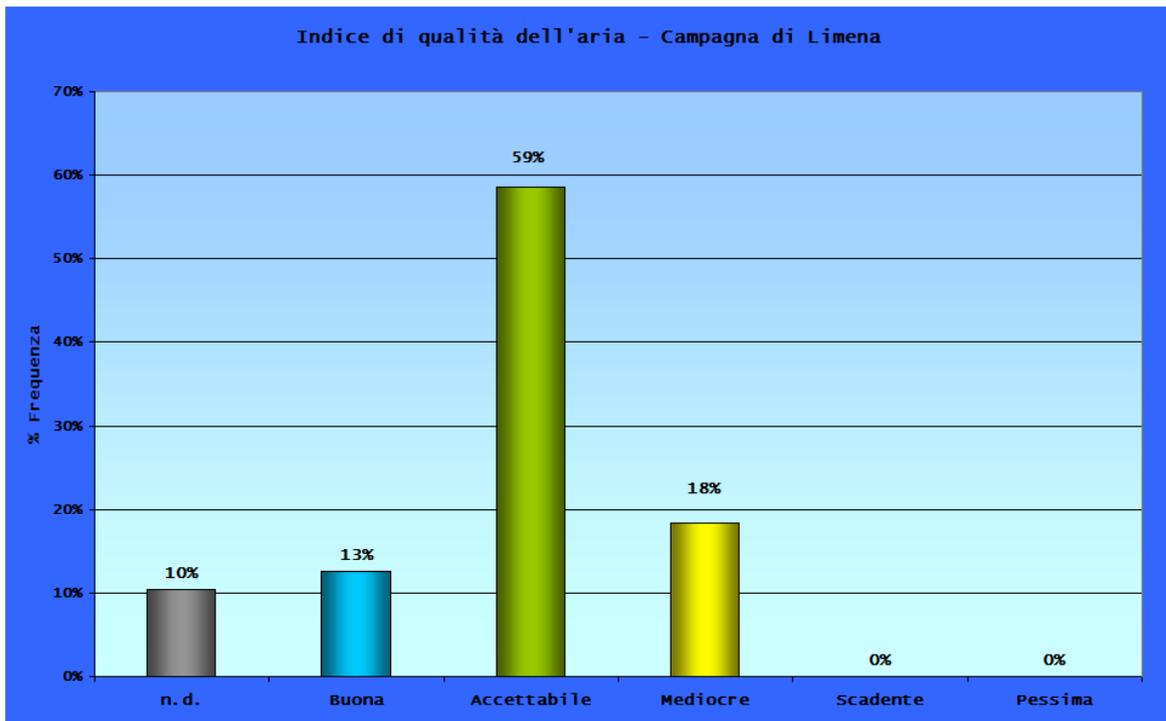


Figura 7.2: Indice sintetico di qualità dell'aria

Dall'analisi dell'indice di qualità dell'aria risulta che a Limena nel corso della campagna l'indice prevalente è accettabile, mentre i restanti valori sono distribuiti entro le classi mediocre - buono, non raggiungendo mai i livelli scadente o pessimo.

# Capitolo 8

## Conclusioni

Di seguito si riassumono brevemente i risultati della campagna di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata a Limena.

Si ritiene opportuno ribadire che il confronto delle valutazioni statistiche qui effettuate, relativo ad un periodo di monitoraggio limitato, con limiti normativi su base annuale, ha un valore puramente indicativo.

Per inquadrare meglio la realtà locale analizzata nel contesto provinciale e regionale, si suggerisce di associare alla presente relazione quella sullo stato della qualità dell'aria a livello provinciale e regionale presenti nel portale ARPAV.

### 8.1 Sintesi dell'andamento meteorologico del periodo

Nella campagna invernale e in quella estiva si sono registrate condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione e alla deposizione degli inquinanti sospesi, a causa della maggior piovosità e ventosità.

### 8.2 Sintesi dell'andamento dei parametri

Il **biossido di zolfo** e il **monossido di carbonio** non risultano critici, in linea con l'andamento provinciale degli ultimi anni.

Per quanto riguarda l'**ozono** nel corso della campagna estiva si rilevano superamenti del valore obiettivo e un superamento della soglia di informazione, confermando la criticità di questo inquinante nel periodo estivo e nel territorio provinciale.

Per il **biossido di azoto** non si registrano superamenti del valore limite di protezione della salute umana riferito sia al breve che al lungo periodo. Questo inquinante è comunque da tener monitorato in quanto generalmente presenta valori significativi del valore medio giornaliero nel periodo invernale.

Il particolato **PM<sub>10</sub>**, sia in termini di valore medio che di numero di superamenti, presenta un comportamento lievemente peggiore rispetto a Mandria. Le polveri sottili continuano a rappresentare un inquinante critico su tutto il territorio provinciale.

Il valore medio di **benzo(a)pirene** misurato nelle due campagne è inferiore al valore obiettivo annuale, che però è riferito all'anno solare. Nel campione d'aria prelevato con il campionatore ad alto flusso, in un momento in cui sono stati segnalati odori molesti, questo parametro è circa la metà del valore obiettivo.

I **metalli** presenti nelle polveri fini **PM<sub>10</sub>** non registrano livelli critici a Limena.

I livelli di concentrazione del **benzene** non destano preoccupazioni essendo ben al di sotto del limite di legge. Le concentrazioni delle altre **SOV** sono decisamente basse.

## **Capitolo 9**

### **Allegati**

- 1. Massima media mobile giornaliera di Ozono invernale**
- 2. Massima media mobile giornaliera di Ozono estiva**
- 3. Concentrazione giornaliera invernale di PM<sub>10</sub>**
- 4. Concentrazione giornaliera estiva di PM<sub>10</sub>**
- 5. Glossario**

### 9.1 Massima media mobile giornaliera di Ozono invernale

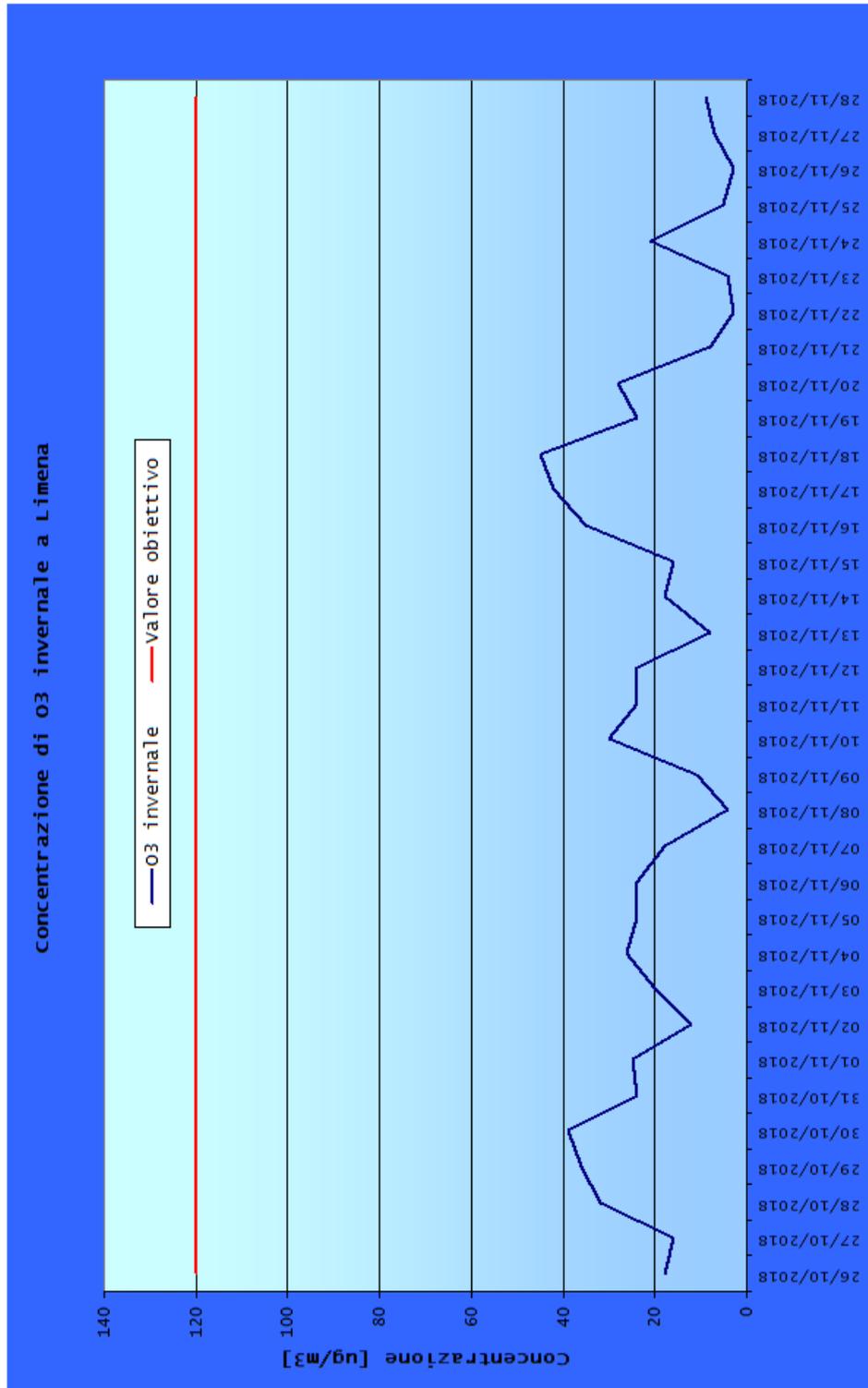


Figura 9.1: OZONO SEMESTRE INVERNALE

## 9.2 Massima media mobile giornaliera di Ozono estiva

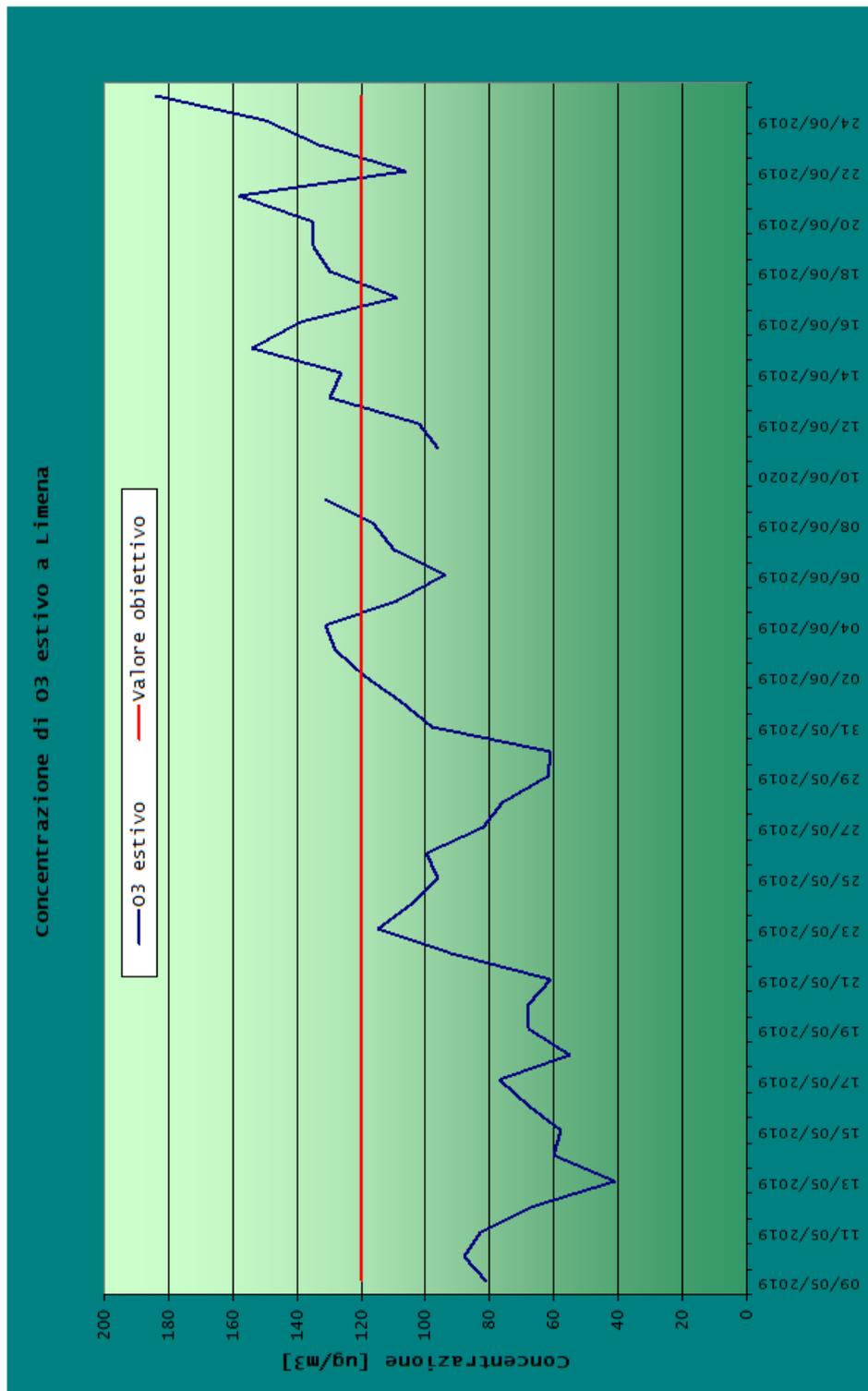


Figura 9.2: OZONO SEMESTRE ESTIVO

### 9.3 Concentrazione Giornaliera invernale di PM<sub>10</sub>

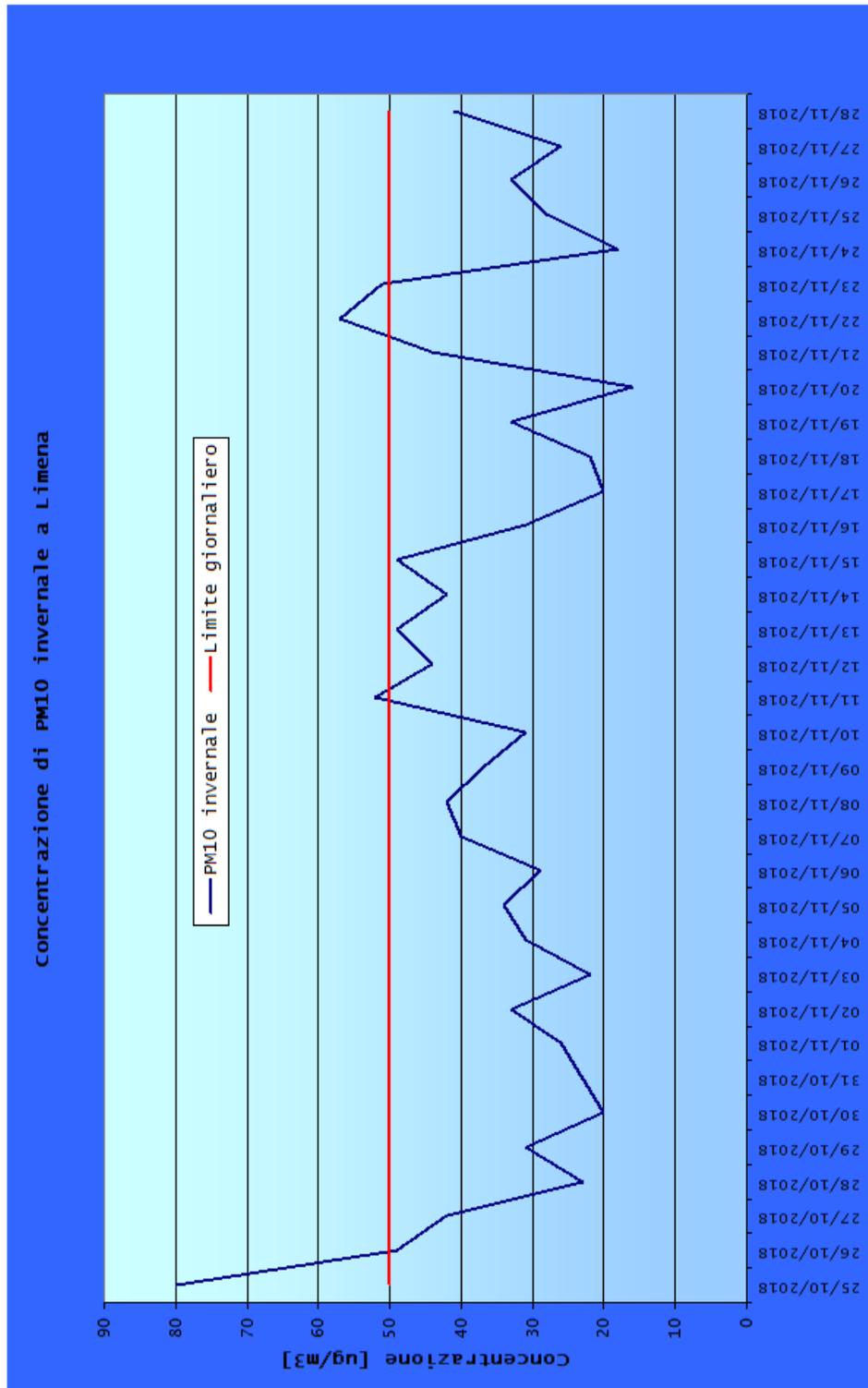


Figura 9.3: PM10 SEMESTRE INVERNALE

## 9.4 Concentrazione Giornaliera estiva di PM<sub>10</sub>

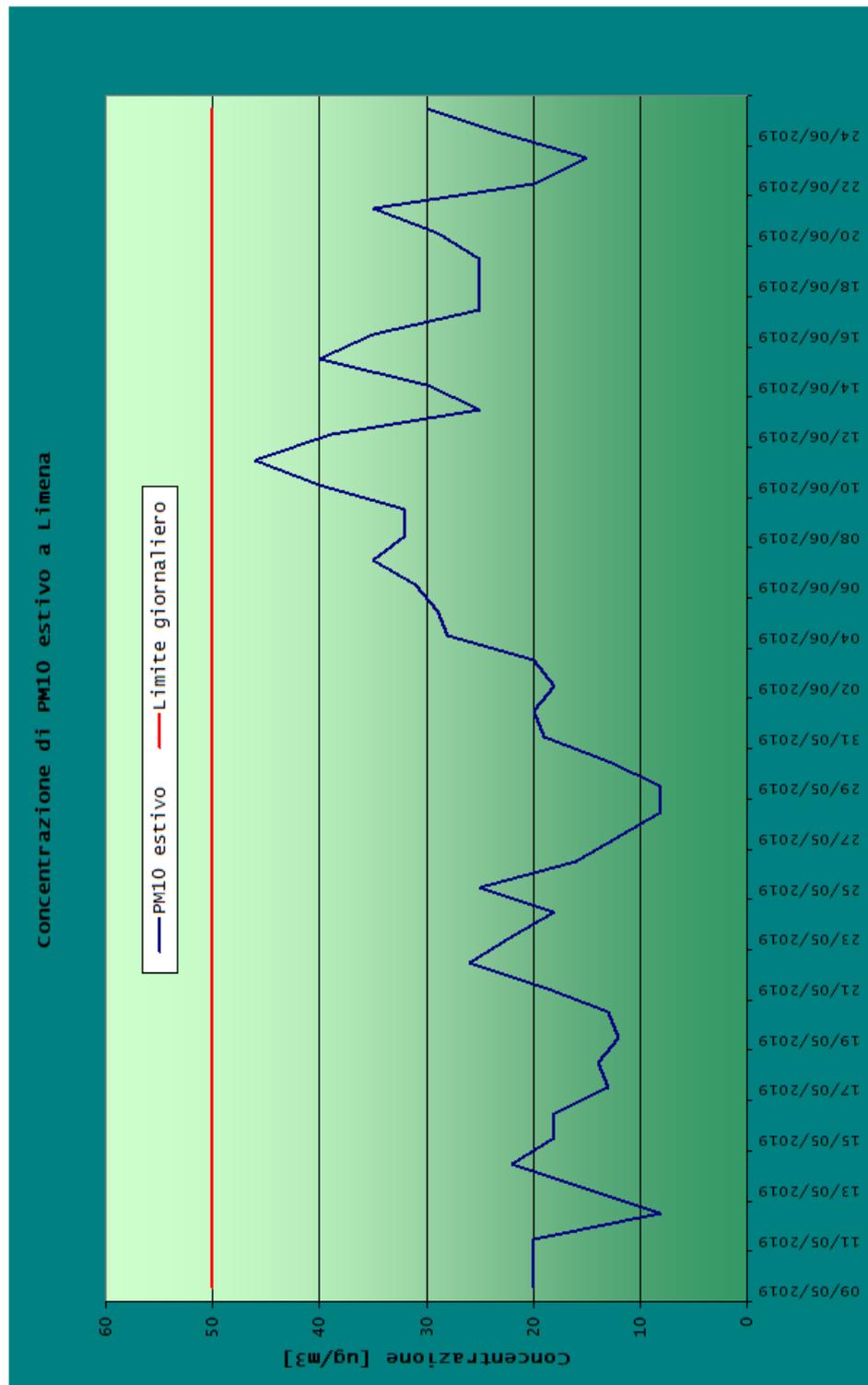


Figura 9.4: PM10 SEMESTRE ESTIVO

## 9.5 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 3.000 abitanti.

**AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb):** espresso in  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ . 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 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 sopravento 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.

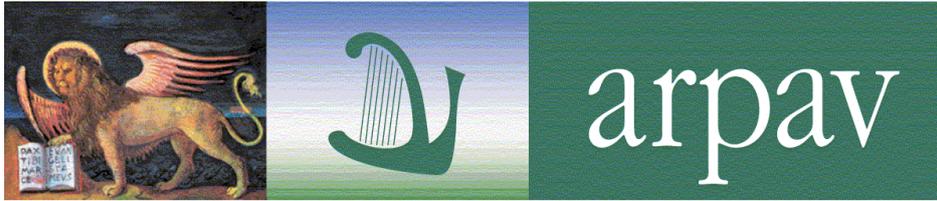
**Traffico (stazione di):** Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

**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 PROVINCIALE DI PADOVA**

Via Ospedale 24, 35121 Padova  
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  
Italy

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