

# La qualità dell'aria in provincia e nel comune di Verona



Foto: M. Bellodi

## Sintesi - anno 2013



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

## **ARPAV**

Dipartimento di Verona  
*Ing. Giancarlo Cunego (Direttore)*

### **Progetto e realizzazione**

Servizio Controlli Ambientali – Unità Operativa Fisica dell'Ambiente  
*Francesca Predicatori (Dirigente)*  
*Paolo Frontero*

Ufficio reti di monitoraggio  
*Andrea Salomoni*  
*Giacomo Sarego*

Redatto da: *Francesca Predicatori, Paolo Frontero*

Si ringrazia per il supporto fornito:  
Servizio Laboratori Provinciale di Padova

## Qualità dell'aria in comune e in provincia di Verona

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Qualità dell'aria nel Comune di Verona – Introduzione .....   | 4  |
| 2  | Biossido di zolfo – SO <sub>2</sub> .....                     | 5  |
| 3  | Biossido di azoto – NO <sub>2</sub> .....                     | 7  |
| 4  | Monossido di carbonio – CO .....                              | 10 |
| 5  | Ozono- O <sub>3</sub> .....                                   | 12 |
| 6  | Materiale particolato – PM <sub>10</sub> .....                | 14 |
| 7  | Materiale particolato – PM <sub>2,5</sub> .....               | 18 |
| 8  | Benzene – C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....                 | 20 |
| 9  | Metalli .....   | 21 |
| 10 | Idrocarburi policiclici aromatici – IPA .....                 | 22 |
| 11 | Qualità dell'aria in Provincia di Verona – Introduzione ..... | 23 |
| 12 | Biossido di zolfo – SO <sub>2</sub> .....                     | 24 |
| 13 | Biossido di azoto – NO <sub>2</sub> .....                     | 25 |
| 14 | Monossido di carbonio - CO .....                              | 28 |
| 15 | Ozono- O <sub>3</sub> .....                                   | 29 |
| 16 | Materiale particolato – PM10 .....                            | 31 |
| 17 | Materiale particolato – PM2.5 .....                           | 35 |
| 18 | Benzene – C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....                 | 35 |
| 19 | Metalli .....   | 36 |
| 20 | Idrocarburi policiclici aromatici – IPA .....                 | 37 |
| 21 | Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria) .....              | 38 |
| 22 | Andamento storico degli inquinanti atmosferici .....          | 41 |

## 1 Qualità dell'aria nel Comune di Verona – Introduzione

In questo rapporto vengono analizzati gli andamenti delle concentrazioni dei principali inquinanti in atmosfera nell'anno 2013 misurati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Verona. I valori di concentrazione sono confrontati con i limiti previsti dall'attuale normativa. Vengono riportati graficamente gli andamenti delle concentrazioni degli inquinanti più significativi rilevati presso le postazioni della città di Verona.

Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i valori rilevati dalle stazioni fisse presenti nell'ambito urbano di Verona

| CONCENTRAZIONI MEDIE NELL'ANNO 2013 |                                      |                                      |                         |                           |                            |  |                              |                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--|------------------------------|----------------------------|
| Postazione                          | SO <sub>2</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | CO<br>mg/m <sup>3</sup> | PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | PM2.5<br>µg/m <sup>3</sup> | (*)O <sub>3</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | BENZENE<br>µg/m <sup>3</sup> | B(a)P<br>ng/m <sup>3</sup> |
| B.go Milano                         | 2                                    | 32                                   | 0.5                     | 36                        | 21                         | 66                                     | 1.0                          | -                          |
| Cason                               | -                                    | 28                                   | -                       | 32                        | 21                         | 66                                     | 1.1                          | 0.85                       |
| <b>VALORE LIMITE</b>                |                                      | <b>40</b>                            | <b>10</b>               | <b>40</b>                 | <b>(**)25</b>              | <b>120</b>                             | <b>5</b>                     | <b>1.0</b>                 |

(\*) n° Superamenti del LIVELLO DI PROTEZIONE (media 8 ore > 120 µg/m<sup>3</sup>)

(\*\*) valore obiettivo da D.Lgs. 155/2010

- ✓ **Biossido di zolfo:** Nella stazione di B.go Milano non vengono superati né i limiti per la protezione della salute umana, né quelli previsti per la protezione degli ecosistemi: le concentrazioni di questo inquinante sono molto spesso pari o di poco superiori alla soglia di rilevazione della strumentazione. Il mese di dicembre ha fatto registrare i valori più elevati dell'anno.
- ✓ **Biossido di azoto:** Il limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, non viene superato in nessuna postazione. Borgo Milano presenta il valore medio annuo più elevato con 32 µg/m<sup>3</sup>. Presso la postazione di Borgo Milano sono stati misurati, nel mese di dicembre, due superamenti del valore medio orario pari a 200 µg/m<sup>3</sup>. I mesi più critici risultano gennaio, febbraio e dicembre.
- ✓ **Monossido di carbonio:** nel corso del 2013 non sono stati registrati superamenti del valore limite per la protezione della salute umana (media massima su 8 ore), né dei valori limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010. Anche per tale inquinante i valori più elevati si registrano nel periodo invernale segnatamente a dicembre e gennaio.
- ✓ **Ozono:** per quanto riguarda i limiti volti a contenere l'esposizione acuta e cronica ad alti livelli di ozono si segnala a Cason il **superamento della soglia di informazione e del livello di protezione della salute**. L'obiettivo per la protezione della salute prevede un limite pari a 120 µg/m<sup>3</sup> del valore massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore: tale limite è stato superato presso la stazione di Cason per 66 giorni.
- ✓ **Polveri sottili (PM<sub>10</sub>):** sono stati registrati 79 **superamenti del valore limite sulle 24 ore** per la protezione della salute in Corso Milano e 62 presso la stazione di Cason. La concentrazione media annua è risultata inferiore per entrambe le stazioni al limite di 40 µg/m<sup>3</sup> con valore di 36 µg/m<sup>3</sup> nella postazione di Borgo Milano; mentre a Cason il valore medio annuo è risultato di 32 µg/m<sup>3</sup>. Anche nel corso del 2013, i mesi invernali sono stati caratterizzati da concentrazioni maggiori di quelle misurate in periodo estivo. Si segnalano gli episodi più acuti rispettivamente: il 6 gennaio ( con valore massimo di 166 µg/m<sup>3</sup> a B.go Milano e di 140 µg/m<sup>3</sup> a Cason), ed il 14 dicembre ( con valore massimo di 128 µg/m<sup>3</sup> a Cason)
- ✓ **PM<sub>2.5</sub>:** il valore medio annuo del PM<sub>2.5</sub> misurato a Cason è risultato pari a 21 µg/m<sup>3</sup>, inferiore, quindi, al valore obiettivo medio annuo di 25 µg/m<sup>3</sup>, previsto dalla direttiva europea 2009/50/CE e D.Lgs. 155/2010. L'episodio più acuto si è verificato il 16 dicembre in cui la concentrazione media giornaliera è risultata pari a 90 µg/m<sup>3</sup>. Si segnala una mancanza di campionamenti per i primi 14 giorni di gennaio.
- ✓ **Benzene:** la concentrazione media annua misurata con campionamento attivo in Borgo Milano risulta di risulta di 1.1 µg/m<sup>3</sup> inferiore al limite di 5 µg/m<sup>3</sup>. Dai risultati della campagna di misura effettuata con i campionatori passivi (radielli) nel periodo gennaio – dicembre 2013 si evince

- che nelle zone residenziali i valori di concentrazione sono attorno ai  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; I valori più alti si registrano in Via Emilei con  $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e alla Barriera Borgo Roma con  $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- ✓ **Idrocarburi policiclici aromatici:** presso la postazioni di Cason il valore medio annuo di concentrazione di benzo(a)pirene è risultato rispettivamente pari a  $0.85 \text{ ng}/\text{m}^3$ , inferiore al valore dell'obiettivo di qualità previsto dal D.Lgs. 155/2010 che è pari a  $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ .
  - ✓ **Metalli:** i valori delle concentrazioni di metalli ed elementi in tracce rilevati nei campioni di  $\text{PM}_{10}$  prelevati presso la stazione di Cason sono inferiori ai valori limite previsti dalla normativa

## 2 Biossido di zolfo – $\text{SO}_2$

### 2.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

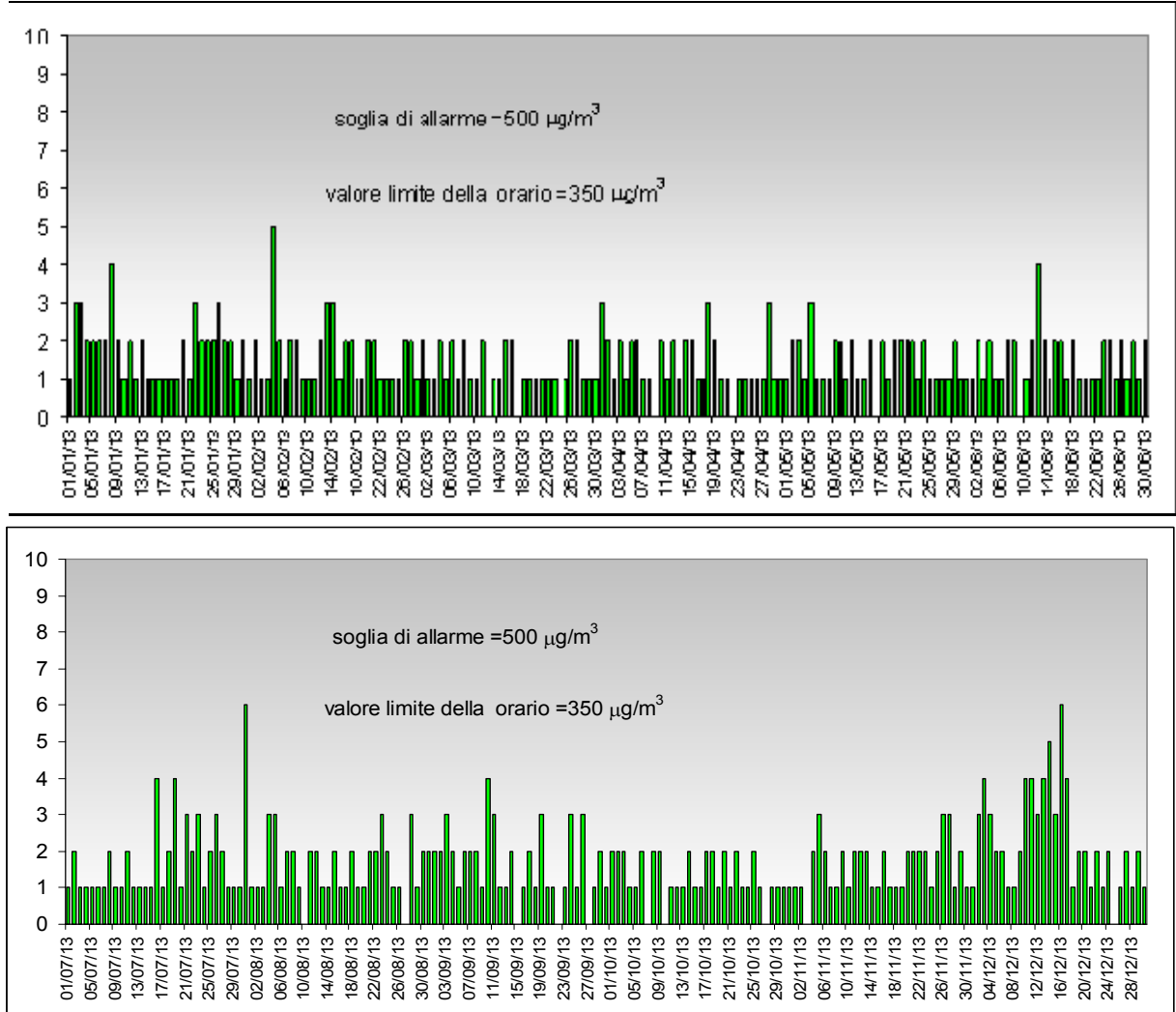
| <i>Tipo di esposizione:</i>                         |  | <b>ESPOSIZIONE ACUTA</b>  |  |
|---|--|---|--|
| Parametro   | Tipo di limite   | Periodo di mediazione   | Valore limite  |
| <b>Biossido di zolfo (<math>\text{SO}_2</math>)</b> | Valore limite orario per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)    | 1 ora   | <b><math>350 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare più di 24 volte per anno civile |
|   | Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | 24 ore  | <b><math>125 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare più di 3 volte per anno civile  |
|   | Soglia di allarme (D.Lgs. 155/2010)  | <b><math>500 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno $100 \text{ Km}^2$ oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi |  |

| <i>Tipo di esposizione:</i>                         |   | <b>PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI</b> |   |
|---|---|------------------------------------|---|
| Parametro   | Tipo di limite  | Periodo di mediazione              | Valore limite                                 |
| <b>Biossido di zolfo (<math>\text{SO}_2</math>)</b> | Valore limite per la protezione della vegetazione (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                        | <b><math>20 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> |

### 2.2 VALORI MISURATI

| Postazione  | <i>n° super. Limite orario</i> | <i>n° super. Limite giornaliero</i> | <i>n° super. Soglia allarme</i> | <i>Protezione ecosistemi: media anno</i> | <i>dati validi (%)</i> |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|------------------------|
| B.go Milano | 0                              | 0                                   | 0                               | $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$               | 95                     |

**Figura 2-1: concentrazione oraria massima giornaliera di SO<sub>2</sub> – primo e secondo semestre 2013 – stazione di Borgo Milano**



### 3 Biossido di azoto – NO<sub>2</sub>

#### 3.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i>          |   | <b>ESPOSIZIONE ACUTA</b>  |   |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Parametro                            | Tipo di limite  | Periodo di mediazione   | Valore limite   |
| Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) | Valore limite orario per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | 1 ora   | 200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile |
|                                      | Soglia di allarme (D.Lgs. 155/2010)   | 400 µg/m <sup>3</sup> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi |   |

| <i>Tipo di esposizione:</i>          |  | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                      |
|--------------------------------------|--|----------------------------|----------------------|
| Parametro                            | Tipo di limite   | Periodo di mediazione      | Valore limite        |
| Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) | Valore limite annuale per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                | 40 µg/m <sup>3</sup> |

| <i>Tipo di esposizione:</i>          |   | <b>PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI</b> |                      |   |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|----------------------|---|
| Parametro                            | Tipo di limite  | Periodo di mediazione              | Valore limite        | Tempi di raggiungimento del valore limite |
| Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) | Valore limite per la protezione della vegetazione (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                        | 30 µg/m <sup>3</sup> |   |

#### 3.2 VALORI MISURATI

| NO <sub>2</sub> |                         |                          |                      |                             |             |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------|
| Postazione      | n° super. limite orario | n° super. Soglia allarme | Valore medio annuo   | Superamenti valore limite   | dati validi |
| B.go Milano     | 0                       | 0                        | 32 µg/m <sup>3</sup> | no salute<br>si vegetazione | 94%         |
| Cason           | 0                       | 0                        | 28 µg/m <sup>3</sup> | no salute<br>no vegetazione | 93%         |

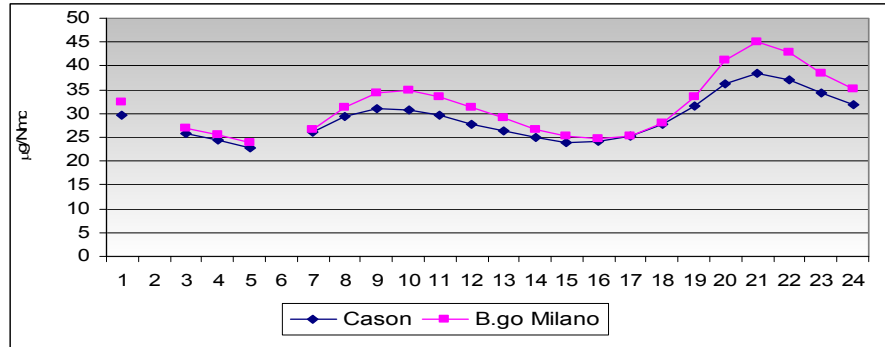
#### 3.3 GRAFICI

In Figura 3-1 è riportato l'andamento del giorno tipo annuale delle concentrazioni di biossido di azoto rilevate presso le due stazioni fisse della rete urbana di Verona.

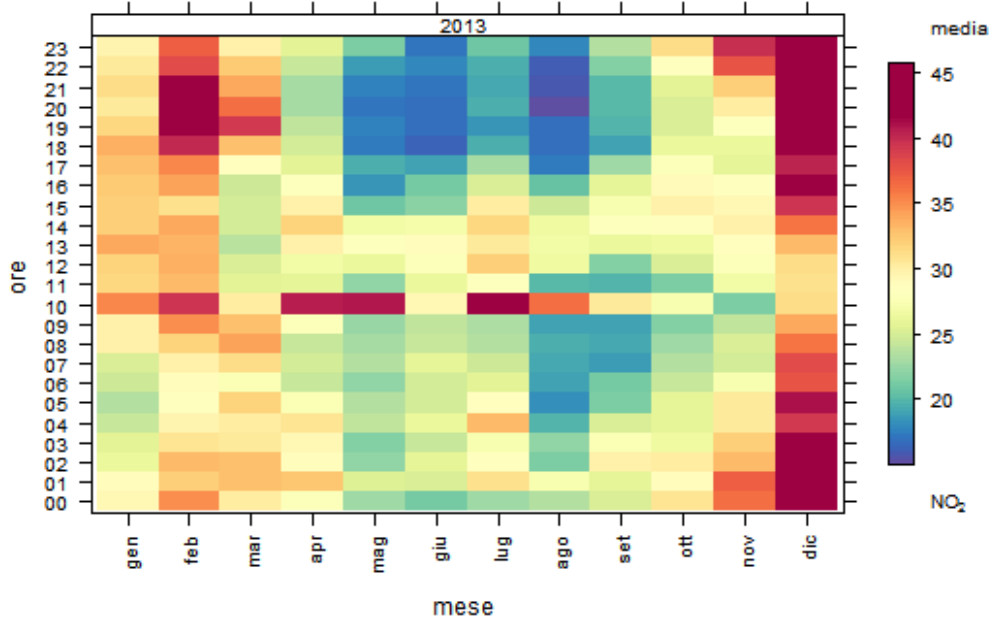
In Figura 3-2 e Figura 3-3 è rappresentato in modo sintetico l'andamento delle concentrazioni di biossido di azoto misurate nelle due principali stazioni di monitoraggio urbano. In un singolo grafico sono visualizzate le variazioni di concentrazione orarie e mensili dell'inquinante: in ascissa sono riportati i mesi, in ordinata si possono leggere i valori di concentrazione mediati ora per ora (giorno tipo). La scala colorimetrica permette di individuare i livelli di concentrazione nel campo ora-mese: colori verso il verde-blu indicano concentrazioni più basse rispetto a colori giallo-rosso scuro che individuano valori di concentrazioni più elevate.

Come si può vedere dall'analisi dei grafici, le concentrazioni medie orarie più elevate si registrano nelle ore serali dei mesi invernali, in particolare nel mese di dicembre. Questo mese è risultato particolarmente critico per le concentrazioni di biossido di azoto, il giorno 14, presso la stazione di Borgo Milano, sono stati misurati due superamenti della soglia oraria pari a 200 µg/m<sup>3</sup>.

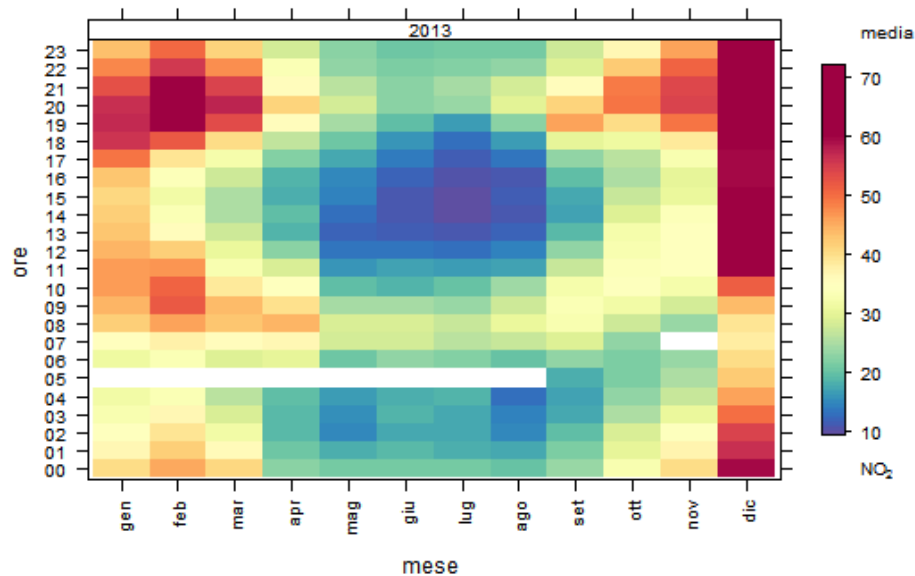
**Figura 3-1: Giorno tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate nell'anno 2013 presso le stazioni di B.go Milano e Cason**



**Figura 3-2: rappresentazione oraria e mensile delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> misurate in µg/m<sup>3</sup> presso la postazione di Cason nell'anno 2013**

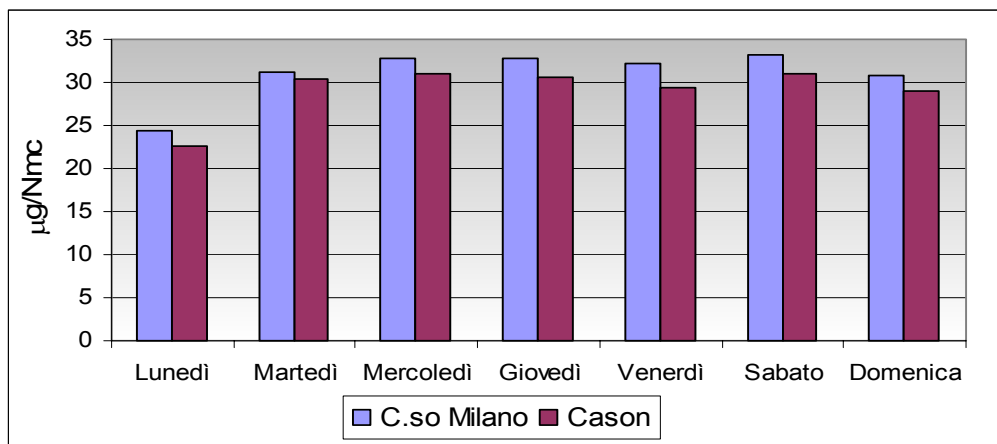


**Figura 3-3: rappresentazione oraria e mensile delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> misurate in µg/m<sup>3</sup> presso la postazione di B.go Milano nell'anno 2013 (le celle bianche indicano mancanze di dati)**





**Figura 3-4: settimana tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate nell'anno 2013 presso le stazioni di Cason, e Borgo Milano**



## 4 Monossido di carbonio – CO

### 4.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

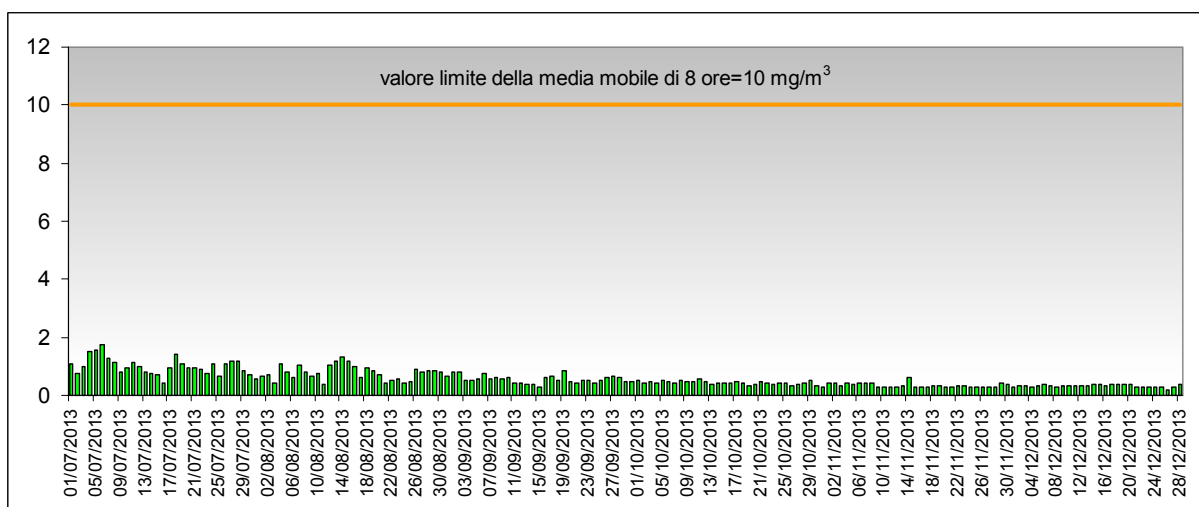
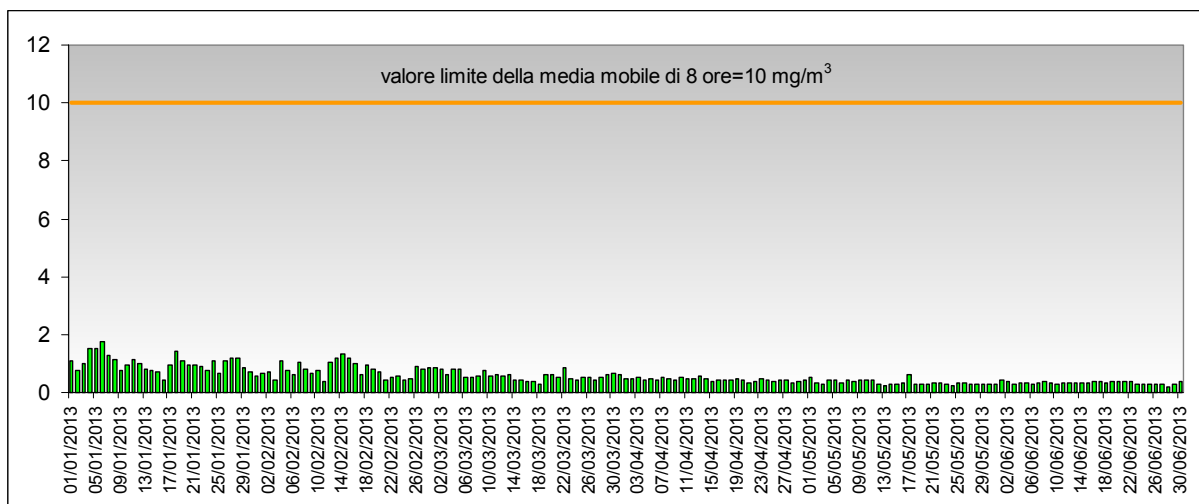
| Tipo di esposizione:       |  | ESPOSIZIONE ACUTA  |                      |
|----------------------------|--|--|----------------------|
| Parametro                  | Tipo di limite   | Periodo di mediazione  | Valore limite        |
| Monossido di Carbonio (CO) | Valore limite per la protezione della salute umana (DL.gs155/10) | Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora) | 10 mg/m <sup>3</sup> |

### 4.2 VALORI MISURATI

| Postazione  | Media annua | n° superi. Limite media 8 h | dati validi (%) |
|-------------|-------------|-----------------------------|-----------------|
| B.go Milano | 0.5         | 0                           | 95              |

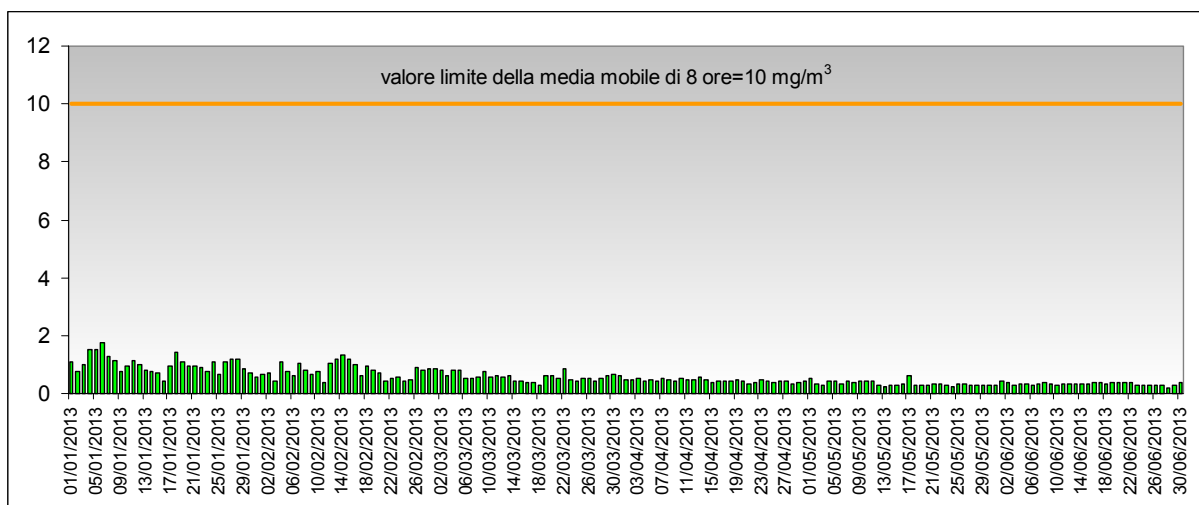
### 4.3 GRAFICI

Figura 4-1 Concentrazione massima giornaliera della media mobile di 8 ore di CO (mg/m<sup>3</sup>).stazione di B.go Milano – primo e secondo semestre 2013



In Figura 4-1 è riportato l'andamento della concentrazione massima giornaliera della media mobile di 8 ore nel primo e nel secondo semestre del 2013.

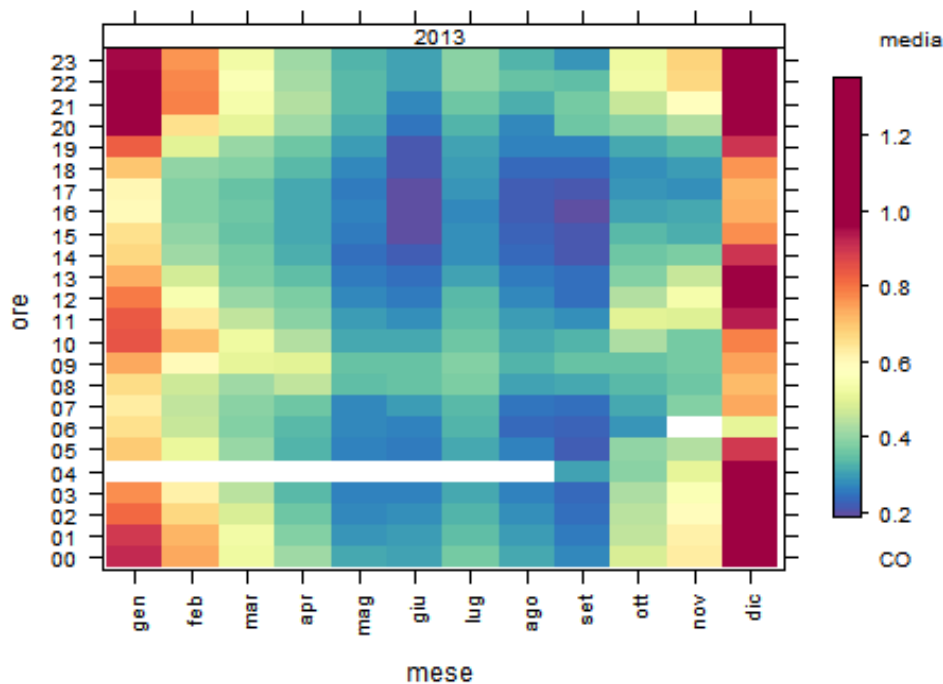
Nella



è rappresentato in modo sintetico l'andamento delle concentrazioni di monossido di carbonio misurate presso la stazione di monitoraggio di B.go Milano. In un singolo grafico sono visualizzate le variazioni di concentrazione orarie e mensili dell'inquinante: in ascissa sono riportati i mesi, in ordinata si possono leggere i valori di concentrazione mediati ora per ora (giorno tipo). La scala colorimetrica permette di individuare i livelli di concentrazione nel campo ora-mese: colori verso il verde-blu indicano concentrazioni più basse rispetto a colori giallo-rosso scuro che individuano valori di concentrazioni più elevate.

Le concentrazioni più elevate si misurano in corrispondenza delle ore di punta del traffico veicolare alla mattina e alla sera, e nei mesi freddi novembre, dicembre e gennaio e febbraio quando le condizioni atmosferiche determinano, statisticamente, il maggior accumulo degli inquinanti nei bassi strati.

**Figura 4-2: rappresentazione oraria e mensile delle concentrazioni medie di CO misurate presso la postazione a B.go Milano nell'anno 2013 (le celle bianche indicano mancanze di dati)**



## 5 Ozono- O<sub>3</sub>

| <b>Tipo di esposizione:</b> <i>ESPOSIZIONE ACUTA</i> |                        |                               |                             |                         |
|--|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Parametro  | Tipo di limite         | Periodo di mediazione         | Valore limite               | Riferimento legislativo |
| Ozono (O <sub>3</sub> )                              | Soglia di informazione | Concentrazione media di 1 ora | <b>180 µg/m<sup>3</sup></b> | DLgs n. 155/10          |
|  | Soglia di allarme      | Concentrazione media di 1 ora | <b>240 µg/m<sup>3</sup></b> | DLgs n. 155/10          |

| <b>Tipo di esposizione:</b> <i>ESPOSIZIONE CRONICA</i> |  |  |   |                         |
|--|--|--|---|-------------------------|
| Parametro  | Tipo di limite   | Periodo di mediazione  | Valore limite   | Riferimento legislativo |
| Ozono (O <sub>3</sub> )                                | Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute | Concentrazione media su 8 h massima giornaliera                    | <b>120 µg/m<sup>3</sup></b>                           | DLgs n. 155/10          |
|  | Valore bersaglio per la protezione della vegetazione     | AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | <b>18 000 µg/m<sup>3</sup>·h come media su 5 anni</b> | DLgs n. 155/10          |

### 5.1 VALORI MISURATI

| Postazione | super. soglia di informazione | super. soglia di allarme | super. livelli protezione salute | AOT40 (su base annua) (µg/m <sup>3</sup> h) | dati validi (%) |
|------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|---|-----------------|
| Cason      | 23                            | 0                        | 66                               | 30293                                       | 95              |

### 5.2 GRAFICI

In **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** è riportato l'andamento del giorno tipo delle concentrazioni orarie di ozono rilevate presso la stazione di Cason nell'anno 2013: il giorno tipo si ottiene mediando le concentrazioni medie rilevate alla stessa ora del giorno nel corso di tutto l'anno: la forma della curva descrive l'andamento tipico delle concentrazioni di questo inquinante. L'ozono è un inquinante di tipo secondario, prodotto da reazioni fotochimiche di trasformazione degli inquinanti primari, quali composti organici volatili e ossidi di azoto. In particolare il verificarsi di intensa radiazione solare, temperatura mite o alta e venti moderati favorisce la formazione di smog fotochimico e l'aumento delle concentrazioni troposferiche di ozono; nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico) raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare.

In Figura 5-2 è riportato il grafico delle concentrazioni medie giornaliere di ozono rilevate presso la stazione di Verona-Cason. La soglia iniziale è stata scelta pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, pertanto le celle non colorate indicano che in quel giorno il valore medio dell'inquinante è stato inferiore a quella soglia.

I giorni con le concentrazioni medie più elevate si sono avute a giugno, luglio ed agosto.

Figura 5-1: Giorno tipo delle concentrazioni di ozono rilevate nell'anno 2013 presso la postazioni di Cason.

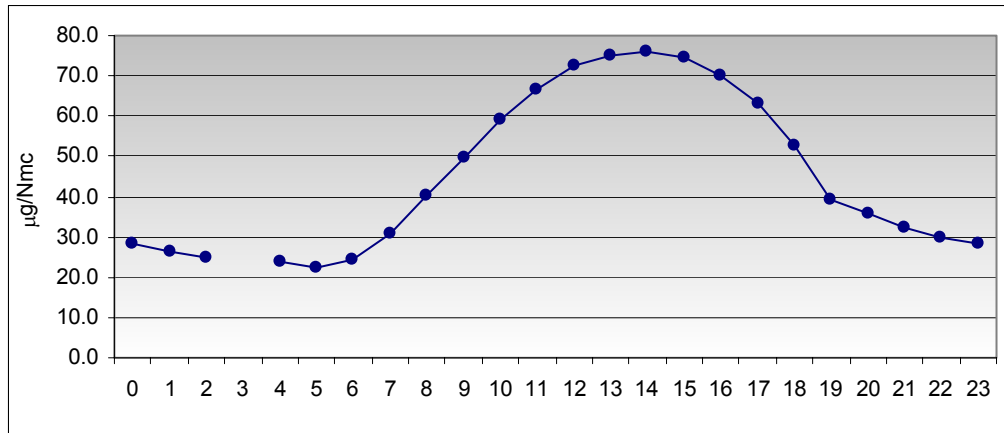
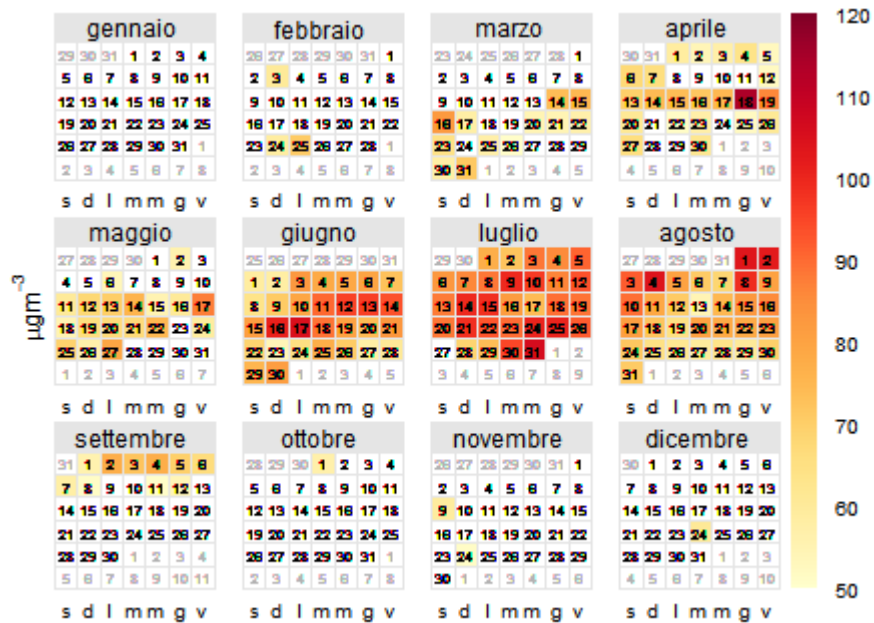


Figura 5-2: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di ozono misurate presso la postazione di Cason nell'anno 2013



## 6 Materiale particolato – PM<sub>10</sub>

| <i>Tipo di esposizione:</i>                    |   | <b>ESPOSIZIONE ACUTA</b>   |   |
|--|---|----------------------------|---|
| parametro                                      | Tipo di limite  | Periodo di mediazione      | Valore limite   |
| <b>Materiale particolato (PM<sub>10</sub>)</b> | Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DL.gs 155/10) | 24 ore                     | <b>50 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>35 volte</b> per anno civile |
| <i>Tipo di esposizione:</i>                    |   | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |   |
| Parametro                                      | Tipo di limite  | Periodo di mediazione      | Valore limite   |
| <b>Materiale particolato (PM<sub>10</sub>)</b> | Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DL.gs 155/10)   | Anno civile                | <b>40 µg/m<sup>3</sup></b>  |

### 6.1 VALORI MISURATI

| <b>PM10</b>  |                             |  |                |
|--------------|-----------------------------|--|----------------|
| Postazione   | n°di superamenti limite 24h | concentrazione media annua (µg/ m <sup>3</sup> ) | dati validi(%) |
| Cason        | 62                          | 32   | 99             |
| Borgo Milano | 79                          | 36   | 98             |

### GRAFICI

In Figura 6-1 e Figura 6-2 sono riportati i grafici delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate presso le stazioni di Verona Borgo Milano e Verona-Cason. La soglia iniziale è stata scelta pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, pertanto le celle colorate indicano i giorni nei quali si è avuto il superamento del valore limite giornaliero, quelle bianche i giorni con valore medio inferiore.

I mesi più critici sono stati gennaio, e dicembre e in parte febbraio con numerosi superamenti del valore limite giornaliero e concentrazioni medie mensili più elevate. Il giorno più critico è stato il 6 gennaio, in cui le concentrazioni misurate hanno raggiunto 166 µg/ m<sup>3</sup>, a B.go Milano e 140 µg/ m<sup>3</sup>, a Cason .

Complessivamente si sono avuti 62 superamenti del limite giornaliero a Verona-Cason e 79 superamenti a Verona – Borgo Milano: entrambi valori superiori al numero di superamenti annui ammesso dalla legislazione e pari a 35.

In Figura 6-3 sono riportati gli istogrammi di frequenza dei valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> : ogni classe ha larghezza pari a 10 µg/m<sup>3</sup>, sull'asse verticale è rappresentata la frequenza in cui si presentano i dati appartenenti ad una singola classe (moltiplicato x 20 per facilità di lettura). Ad esempio presso la stazione di Cason sono state misurate con maggiore frequenza concentrazioni comprese fra 10 e 20 µg/m<sup>3</sup> e fra 20 e 30 µg/m<sup>3</sup>. Anche presso la stazione di Borgo Milano le classi più popolate sono quelle di concentrazione compresa fra 10 e 20 µg/m<sup>3</sup> e fra 20 e 30 µg/m<sup>3</sup>, risultano popolate con frequenza superiore a 50 (1000 nel grafico) le classi di concentrazione superiore a 30 e inferiori a 40 µg/m<sup>3</sup>.

In Figura 6-4 è riportato l'andamento delle concentrazioni medie mensili di PM<sub>10</sub> rilevate a Borgo Milano e Cason: i mesi più critici sono stati gennaio e dicembre con concentrazioni medie mensili superiori a 60 µg/m<sup>3</sup>: l'andamento stagionale è lo stesso a Borgo Milano e Cason.

In Figura 6-5 è riportato il grafico a box delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 rilevate a Borgo Milano e a Cason. Il box-plot è una rappresentazione grafica che permette di descrivere una distribuzione di dati attraverso indici sintetici. Tale grafico è costituito da un rettangolo la cui base inferiore individua il primo quartile dell'insieme di dati, la base superiore evidenzia il terzo quartile e al suo interno è diviso dalla mediana. I segmenti (i "baffi") rappresentano il valore minimo, ovvero il valore al di sotto del quale sono compresi il 99% dei dati, e il valore massimo; ovvero il valore al di sopra del quale sono compresi solo l'1% dei dati. Infine i valori esterni a questi limiti (detti valori anomali) vengono individuati da un cerchietto o stellina.

I valori della mediana sono più elevati a Borgo Milano rispetto a Cason, specie nei mesi di gennaio, febbraio, marzo ; in questi due ultimi mesi si registrano anche i valori massimi di concentrazione.

Figura 6-1: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di  $PM_{10}$  rilevate nell'anno 2013 superiori ai  $50 \mu g/ m^3$  presso le postazioni di Borgo Milano

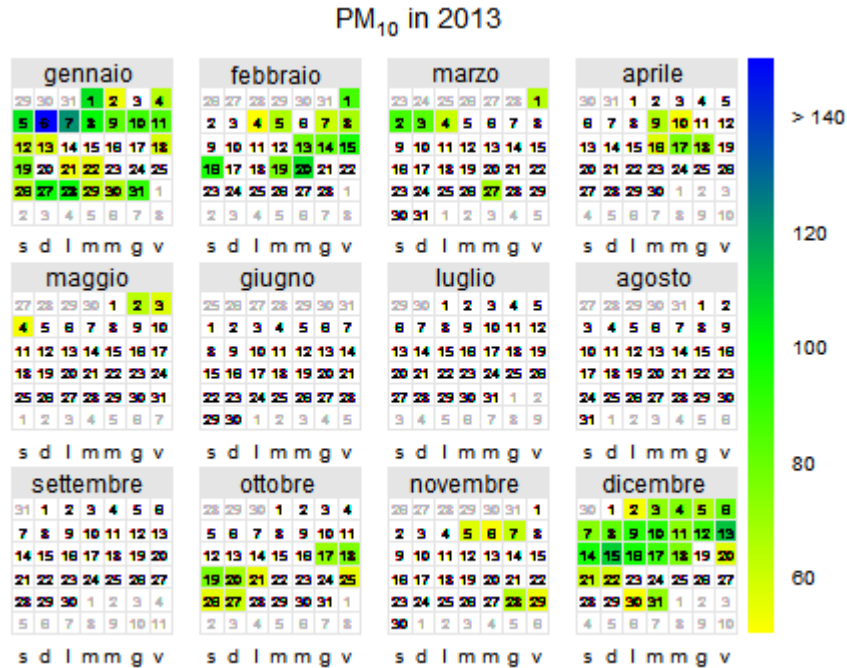
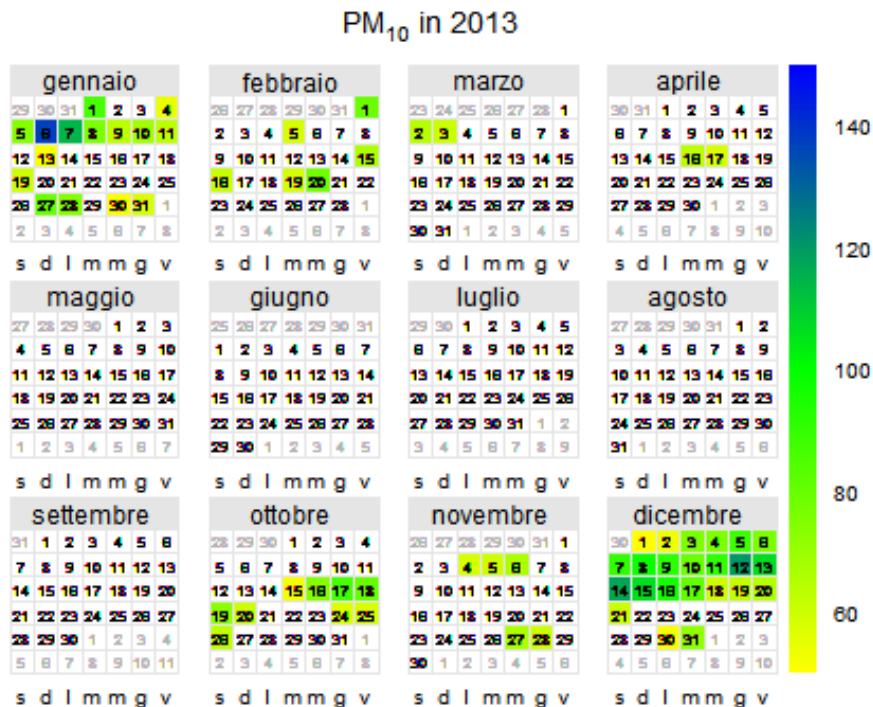
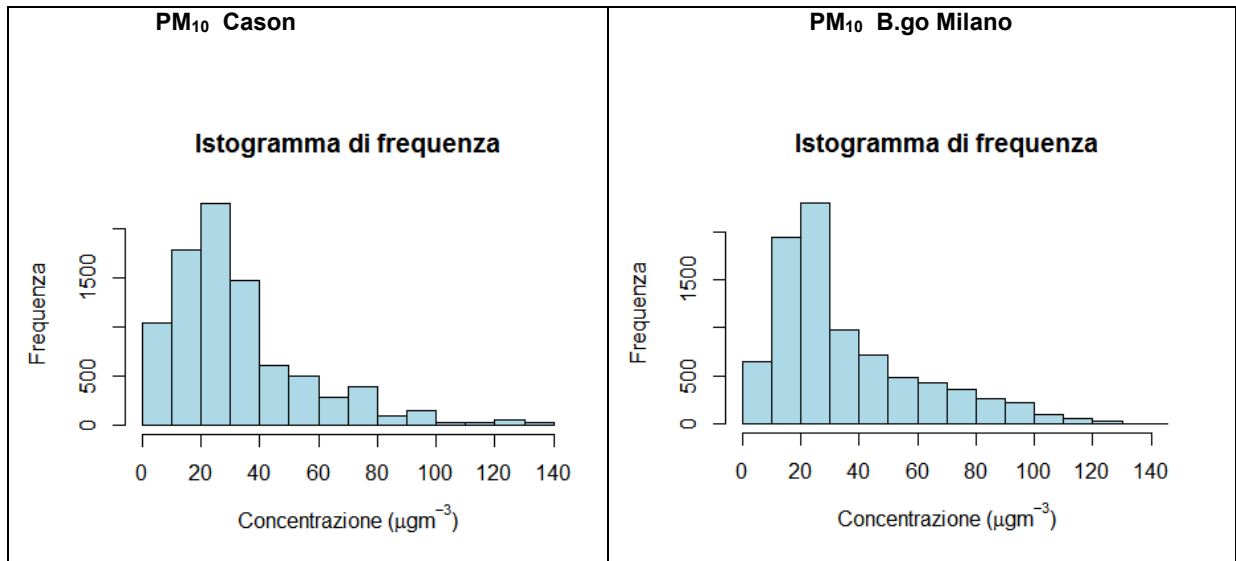


Figura 6-2: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di  $PM_{10}$  rilevate nell'anno 2013 superiori ai  $50 \mu g/ m^3$  presso le postazioni di Cason



**Figura 6-3: Istogramma di frequenza per classi dimensionali del PM10 per le stazioni di Cason e B.go Milano nel 2013**



**Figura 6-4: Andamento stagionale delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate presso le stazioni di Borgo Milano e Cason nell'anno 2013**

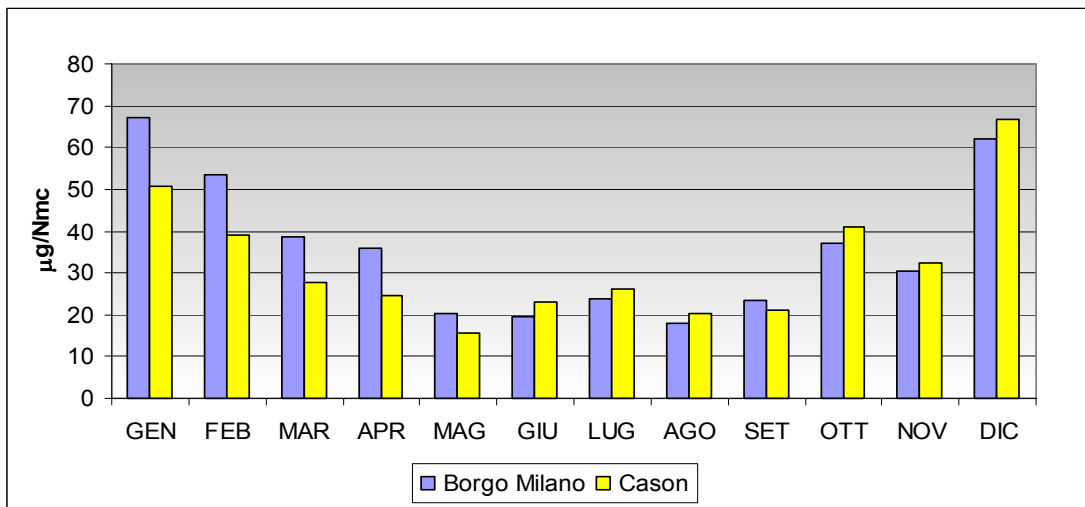
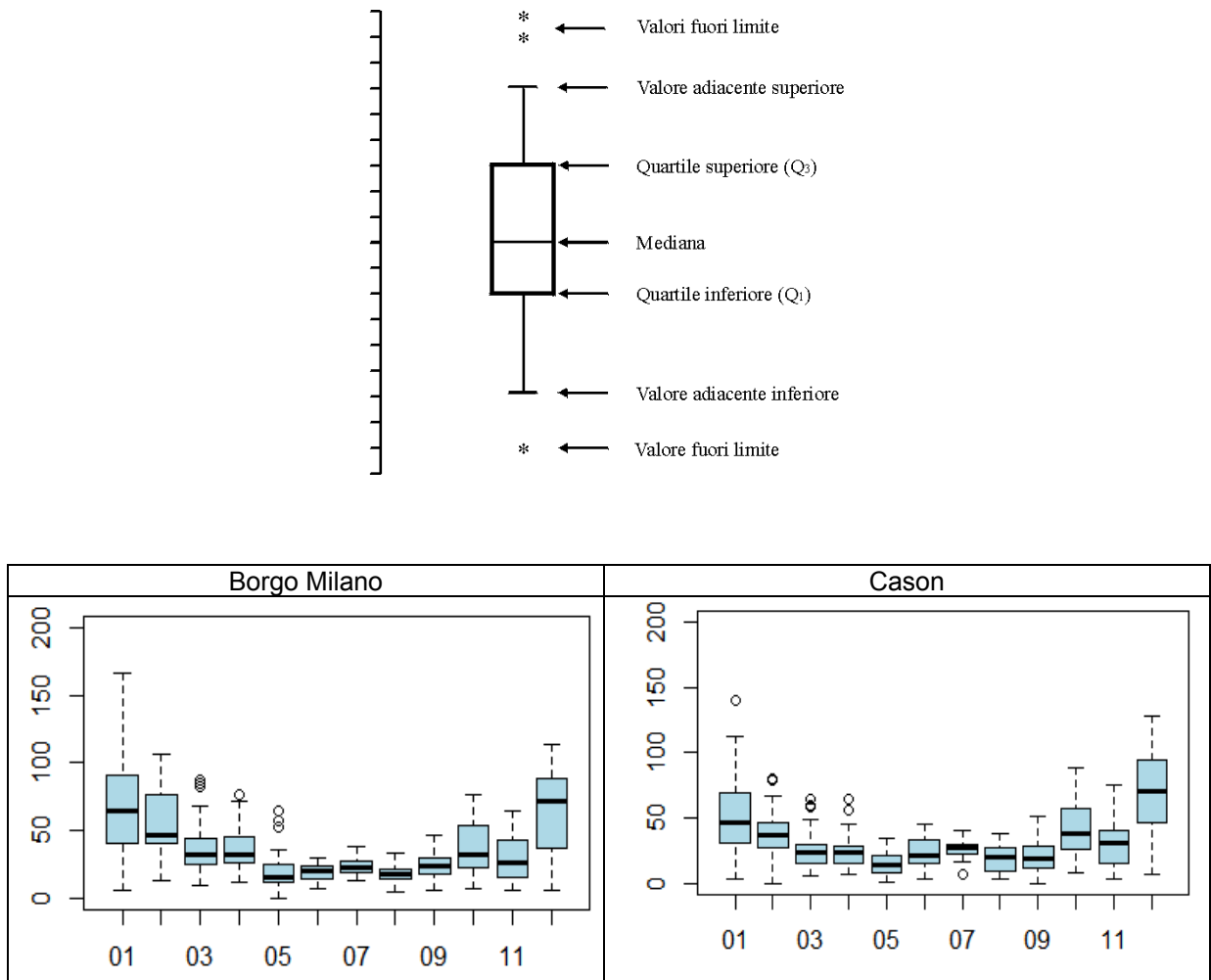




Figura 6-5: Diagramma a box del PM<sub>10</sub> per le stazioni di B.go Milano e Cason nel 2013



## 7 Materiale particolato – PM<sub>2.5</sub>

### 7.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| Tipo di esposizione:                            |   | ESPOSIZIONE CRONICA   |                            |  |
|---|---|-----------------------|----------------------------|--|
| Parametro                                       | Tipo di limite  | Periodo di mediazione | Valore limite              |  |
| <b>Materiale particolato (PM<sub>2.5</sub>)</b> | Valore limite (Direttiva 2008/50/CE, D.Lgs. 155/2010) | Anno civile           | <b>25 µg/m<sup>3</sup></b> | Data entro la quale dovrebbe essere raggiunto il valore-obiettivo: 1° gennaio 2015 |

### 7.2 VALORI MISURATI

| Postazione | concentrazione media annua (µg/m <sup>3</sup> ) | dati validi(%) |
|------------|---|----------------|
| Cason      | 21  | 97             |

La frazione PM<sub>2.5</sub> ha costituito nel 2013 il 66% del materiale particolato (PM<sub>10</sub>) misurato a Cason.

In Figura 7-1 è riportato l'istogramma di frequenza dei valori di concentrazione di PM<sub>2.5</sub>: ogni classe ha larghezza pari a 10 µg/m<sup>3</sup>, sull'asse verticale è rappresentata la frequenza in cui si presentano i dati appartenenti ad una singola classe (moltiplicato x 20 per facilità di lettura). Le classi più popolate sono quelle di concentrazione compresa fra 10 e 20 µg/m<sup>3</sup> e fra 20 e 30 µg/m<sup>3</sup>, risulta popolata con frequenza superiore a 50 (1000 nel grafico) la classe di concentrazione superiore a 30 e inferiori a 40 µg/m<sup>3</sup>.

In Figura 7-1 è riportato il grafico delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> rilevate presso la stazione di Verona Cason. La soglia iniziale è stata scelta pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, pertanto le celle colorate indicano i giorni nei quali sono state misurate concentrazioni superiori a 25 µg/m<sup>3</sup>, quelle bianche i giorni con valore medio inferiore.

In Figura 7-3 sono riportate le medie mensili della concentrazione di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> rilevate a Cason: la concentrazione di PM<sub>2.5</sub> mostra un andamento stagionale analogo a quello del PM<sub>10</sub>; i valori più elevati si sono verificati nel mese di dicembre con un episodio acuto il giorno 14 con un valore di 95 µg/m<sup>3</sup>.

In Figura 7-4 è riportato il diagramma a box per le concentrazioni del PM<sub>2.5</sub>: tale grafico è costituito da un rettangolo (Figura 6-5) la cui base inferiore individua il primo quartile dell'insieme di dati, la base superiore evidenzia il terzo quartile e al suo interno è diviso dalla mediana. I segmenti (i "baffi") rappresentano il valore minimo, ovvero il valore al di sotto del quale sono compresi il 99% dei dati, e il valore massimo; ovvero il valore al di sopra del quale sono compresi solo l'1% dei dati. Infine i valori esterni a questi limiti (detti valori anomali) vengono individuati da un cerchietto o stellina. La mediana del mese di dicembre è decisamente superiore alla mediana dei rimanenti mesi dell'anno, sempre in questo mese si registrano i valori più elevati.

**Figura 7-1: Iistogramma di frequenza per classi dimensionali del PM<sub>2.5</sub> rilevato presso la stazione di Cason nel 2013**

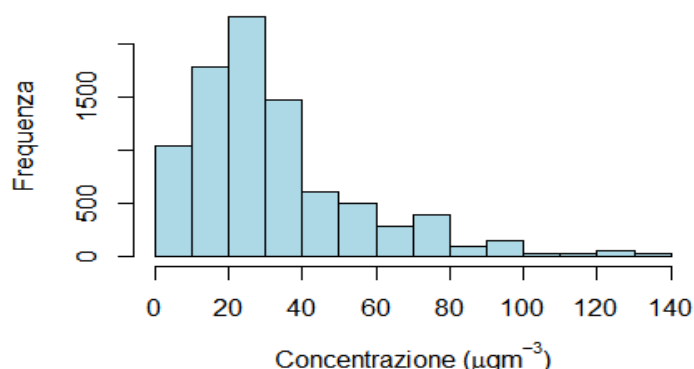


Figura 7-2: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>2.5</sub> rilevate nell'anno 2013 superiori ai 25 µg/ m<sup>3</sup> presso le postazioni di Cason

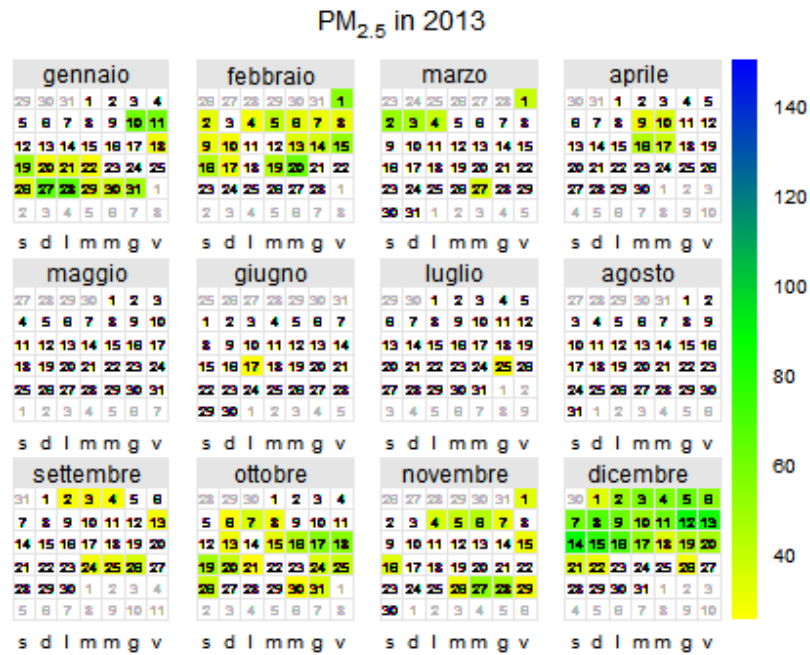


Figura 7-3: Andamento stagionale delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> rilevate presso le stazioni di Cason nel 2013

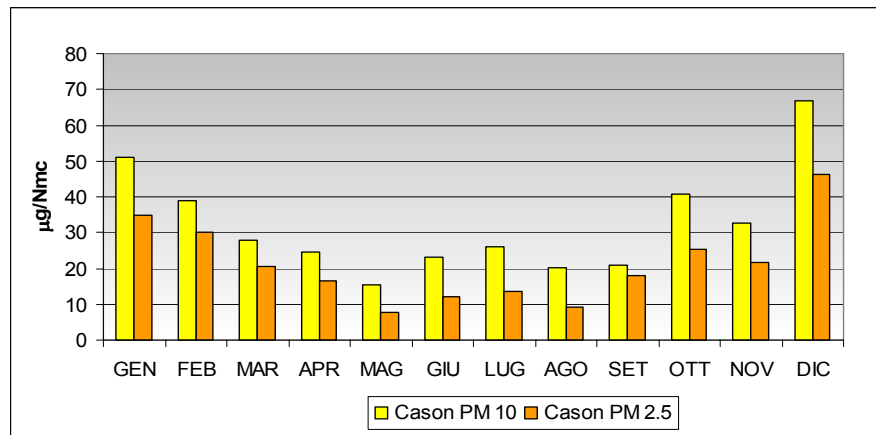
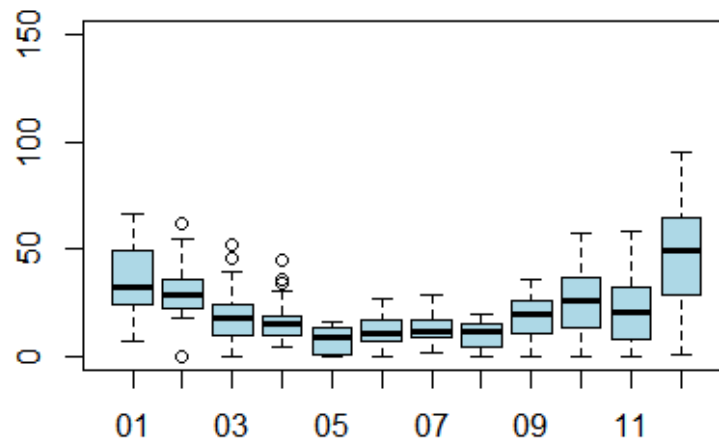


Figura 7-4: Diagramma a box del PM<sub>2.5</sub> per la stazione di Cason nel 2013



## 8 Benzene – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

### 8.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| Tipo di esposizione:                        |  | ESPOSIZIONE CRONICA   |                           |
|---|--|-----------------------|---------------------------|
| Parametro                                   | Tipo di limite   | Periodo di mediazione | Valore limite             |
| <b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b> | Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02, D.Lgs. 155/2010) | Anno civile           | <b>5 µg/m<sup>3</sup></b> |

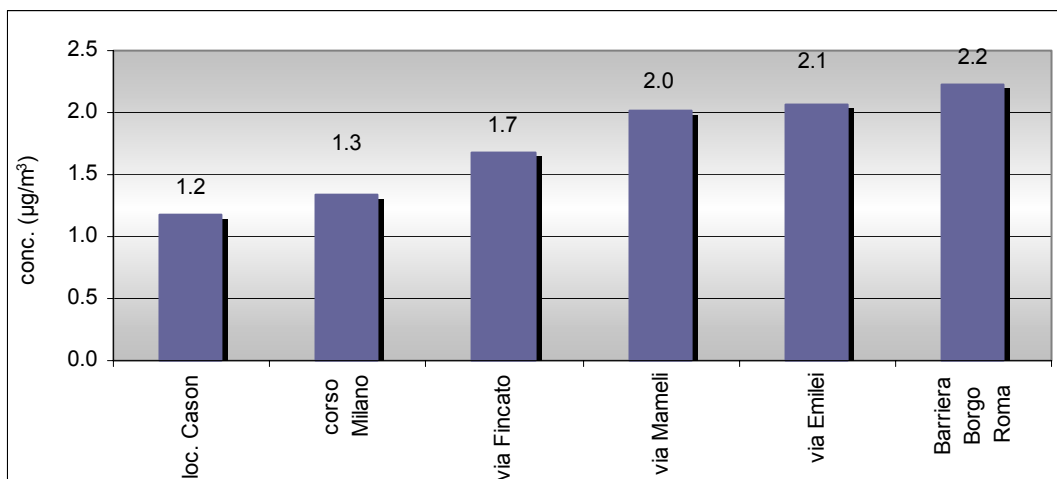
### 8.2 VALORI MISURATI

Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona misura giornalmente la concentrazione di benzene presso la postazione di Borgo Milano con campionatori attivi (fiale di carbone attivo) con cadenza di campionamento di 24 ore; inoltre effettua campagne di misura tramite campionatori passivi dislocati in vari punti della città (6 punti di campionamento). I risultati delle misure effettuate con i campionatori attivi e passivi sono riportate nelle tabelle e grafici seguenti.

| Benzene (campionamento attivo) |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| Postazione                     | concentrazione media annua |
| Borgo Milano                   | 1.1 µg/m <sup>3</sup>      |

### 8.3 GRAFICI

Figura 8-1: concentrazioni medie giornaliere di benzene rilevate nel periodo gennaio-dicembre 2013 tramite l'utilizzo di campionatori passivi collocati in diversi punti della città



## 9 Metalli

### 9.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i> |   | <i>ESPOSIZIONE CRONICA</i>   |                              |
|-----------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| <b>Parametro</b>            | <b>Tipo di limite</b>                             | <b>Periodo di mediazione</b> | <b>Valore limite</b>         |
| <b>Piombo</b>               | (D.Lgs. 155/2010)                                 | Anno civile                  | 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| <b>Arsenico</b>             | Valore obiettivo di qualità,<br>(D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                  | 6 $\text{ng}/\text{m}^3$     |
| <b>Cadmio</b>               | Valore obiettivo di qualità<br>(D.Lgs. 155/2010)  | Anno civile                  | 5 $\text{ng}/\text{m}^3$     |
| <b>Nichel</b>               | Valore obiettivo di qualità<br>(D.Lgs. 155/2010)  | Anno civile                  | 20 $\text{ng}/\text{m}^3$    |

Dal 2006 viene misurata la concentrazione di metalli presenti nel particolato atmosferico totale nei filtri prelevati presso a stazione di Borgo Milano e Cason. La determinazione di tali metalli è effettuata per rispondere alla normativa vigente, ma anche per aumentare la conoscenza dei processi chimici e fisici che avvengono in atmosfera e che coinvolgono l'aerosol sia di origine antropica che naturale.

### 9.2 VALORI MISURATI

Fra le fonti di nichel sono annoverate: l'utilizzo di olii pesanti e di carbone, catalizzatori, acciaio e leghe non ferrose: le concentrazioni rilevate non superano qualche  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

La principale fonte di piombo era rappresentate dall'utilizzo di questo elemento quali antidetonante nelle benzine: l'utilizzo della benzina verde ha portato ad una radicale diminuzione di questo inquinante nell'ambiente. Le rilevazioni effettuate sono inferiori a  $50 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Per quanto riguarda arsenico e cadmio le concentrazioni misurate sono inferiori ai limiti di rilevazione della strumentazione in gran parte dei campioni analizzati.

**Tabella 9-1: concentrazioni di metalli ed altri elementi in tracce rilevati nei filtri di  $\text{PM}_{10}$  prelevati presso la stazione di Cason**

| <i>Valore medio annuo 2013 (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>) – postazione di Verona Cason</i> |     |
|---|-----|
| <b>Piombo</b>   | 8.3 |
| <b>Arsenico</b>   | 0.7 |
| <b>Cadmio</b>   | 0.2 |
| <b>Nichel</b>   | 3.0 |
| <b>Mercurio</b>   | <1  |

## 10 Idrocarburi policiclici aromatici – IPA

### 10.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i> |  | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                           |
|-----------------------------|--|----------------------------|---------------------------|
| Parametro                   | Tipo di limite                                 | Periodo di mediazione      | Valore limite             |
| <b>B (a)P</b>               | Valore obiettivo di qualità (D.Lgs. n° 155/10) | Anno civile                | <b>1 ng/m<sup>3</sup></b> |

### 10.2 VALORI MISURATI

Si riportano nella tabella sottostante oltre il Benzo(a)pirene anche gli altri componenti dell'IPA analizzati nei laboratori ARPAV di Verona e relativi alla postazione di Cason per l'anno 2013

**Tabella 10-1: concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici (in ng/m<sup>3</sup>) misurate sui filtri di PM10 prelevati presso la stazione di Verona Cason**

| <b>Cason</b>                  |  |
|-------------------------------|--|
| <i>Componente IPA</i>         | <i>concentrazione media annua ng/m<sup>3</sup></i> |
| <b>Benzo(a)Pirene</b>         | 0.85 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(a)Antracene</b>      | 0.62 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(b)Fluorantene</b>    | 0.98 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(g,h,i)Perilene</b>   | 0.73 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(k)Fluorantene</b>    | 0.43 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Crisene</b>                | 1.00 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Dibenzo(a,h)Antracene</b>  | 0.06 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Indeno(1,2,3-cd)Pirene</b> | 0.73 ng/m <sup>3</sup>                             |

## 11 Qualità dell'aria in Provincia di Verona – Introduzione

In questo rapporto vengono analizzati gli andamenti delle concentrazioni dei principali inquinanti in atmosfera nell'anno 2013 misurati dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Verona. I valori di concentrazione sono confrontati con i limiti previsti dall'attuale normativa. Vengono riportati graficamente gli andamenti delle concentrazioni degli inquinanti più significativi rilevati presso le postazioni della rete regionale e presso la postazione di tipo industriale di Fumane.

Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i valori rilevati dalle stazioni fisse.

| CONCENTRAZIONI MEDIE NELL'ANNO 2013 |                                      |                                      |                         |                           |                            |  |                              |                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--|------------------------------|----------------------------|
| Postazione                          | SO <sub>2</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | CO<br>mg/m <sup>3</sup> | PM10<br>µg/m <sup>3</sup> | PM2.5<br>µg/m <sup>3</sup> | (*)O <sub>3</sub><br>µg/m <sup>3</sup> | BENZENE<br>µg/m <sup>3</sup> | B(a)P<br>ng/m <sup>3</sup> |
| Legnago                             | -                                    | 23                                   | -                       | 35                        |                            | 60                                     | 0.8                          |                            |
| S.Bonifacio                         | 2                                    | 34                                   | -                       | 36                        |                            | 66                                     | 1.1                          |                            |
| Boscochiesanuova                    | 2                                    | 10                                   | 0.3                     | 19                        | 12                         | 83                                     |                              | 0.2                        |
| Fumane                              | 3                                    | 31                                   | -                       | 29                        |                            | -                                      |                              |                            |
| <b>VALORE LIMITE</b>                |                                      | <b>40</b>                            | <b>10</b>               | <b>40</b>                 | <b>(**)25</b>              | <b>120</b>                             | <b>5</b>                     | <b>1.0</b>                 |

(\*) n° Superamenti del LIVELLO DI PROTEZIONE (media 8 ore > 120 µg/m<sup>3</sup>)

(\*\*) valore obiettivo da D.Lgs. 155/2010

- ✓ **Biossido di zolfo:** non vengono superati né i limiti per la protezione della salute umana, né quelli previsti per la protezione degli ecosistemi. le concentrazioni di questo inquinante sono molto spesso pari o di poco superiori alla soglia di rilevazione della strumentazione.
- ✓ **Biossido di azoto:** in tutte le postazioni non si segnala alcun superamento del valore limite per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. A San Bonifacio viene **superato il valore limite per la protezione degli ecosistemi**. Non sono stati misurati **superamenti del limite orario** per la protezione della salute umana, pari a 200 µg/m<sup>3</sup>
- ✓ **Monossido di carbonio:** nel corso del 2013 nella stazione di Bosco Chiesanuova non sono stati registrati superamenti del valore limite per la protezione della salute umana (media massima su 8 ore). Si registra una diminuzione dei valori medi giornalieri in estate e nei giorni festivi; l'andamento giornaliero mostra i valori più elevati verso il pomeriggio-sera.
- ✓ **Ozono:** nelle postazioni di San Bonifacio, Legnago e Bosco Chiesanuova sono stati misurati **superamenti della soglia di informazione e del livello di protezione della salute**. (D.Lgs. 155/2010), mentre non è stata mai superato in alcuna stazione la soglia di allarme. Durante il periodo estivo l'ozono rappresenta una costante criticità per il nostro territorio sia per l'esposizione acuta che cronica; nella stazione di Bosco Chiesanuova si rilevano i valori più elevati.
- ✓ **Benzene:** le concentrazioni medie annuali misurate tramite rilevatori passivi presso le postazioni fisse risultano inferiori a 5 µg/m<sup>3</sup>.
- ✓ **Polveri sottili (PM10):** In nessuna stazione è stato superato, il limite di concentrazione media annua pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. Il valore limite giornaliero pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare più di 35 giorni in un anno è stato superato per 73 giorni a San Bonifacio, 70 giorni a Legnago, 48 giorni a Fumane. Presso la stazione di Boscochiesanuova vengono rispettati i valori limite per la protezione della salute dagli effetti acuti e cronici.
- ✓ **Benzene:** dai risultati della campagna di misura effettuata con i campionatori passivi (radielli) nel periodo gennaio – dicembre 2013 si evince che nelle zone residenziali dei maggiori centri della provincia la concentrazione è attorno a 1 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ **Idrocarburi policiclici aromatici:** presso la postazioni di Boscochiesanuova il valore medio annuo di concentrazione di benzo(a)pirene è risultato pari a 0.2 ng/m<sup>3</sup>, inferiore al valore dell'obiettivo di qualità previsto dal D.Lgs. 155/2010 che è pari a 1.0 ng/m<sup>3</sup>.
- ✓ **Metalli:** i valori delle concentrazioni di metalli ed elementi in tracce rilevati nei campioni di PM10 prelevati presso la stazione di Bosco Chiesanuova sono inferiori ai valori limite previsti dalla normativa

## 12 Biossido di zolfo – SO<sub>2</sub>

### 12.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| Tipo di esposizione:                 |  | ESPOSIZIONE ACUTA   |   |
|--------------------------------------|--|---|---|
| Parametro                            | Tipo di limite   | Periodo di mediazione   | Valore limite   |
| Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) | Valore limite orario per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010)    | 1 ora   | 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile |
|                                      | Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | 24 ore  | 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile  |
|                                      | Soglia di allarme (D.Lgs. 155/2010)  | 500 µg/m <sup>3</sup> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi |   |

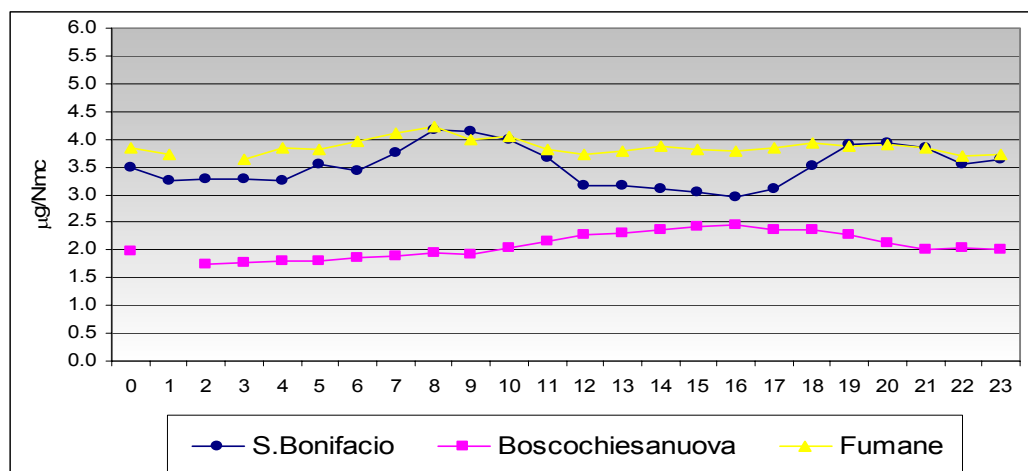
| Tipo di esposizione:                 |   | PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI |                      |
|--------------------------------------|---|-----------------------------|----------------------|
| Parametro                            | Tipo di limite  | Periodo di mediazione       | Valore limite        |
| Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) | Valore limite per la protezione della vegetazione (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                 | 20 µg/m <sup>3</sup> |

### 12.2 VALORI MISURATI

| Postazione       | n° super. Limite orario | n° super. Limite giornaliero | n° super. Soglia allarme | media anno          | dati validi (%) |
|------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|
| S.Bonifacio      | 0                       | 0                            | 0                        | 2 µg/m <sup>3</sup> | 97              |
| Fumane           | 0                       | 0                            | 0                        | 3 µg/m <sup>3</sup> | 79              |
| Boscochiesanuova | 0                       | 0                            | 0                        | 2 µg/m <sup>3</sup> | 95              |

### 12.3 GRAFICI

Figura 12-1: Giorno tipo delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> rilevate nell'anno 2013 nelle stazioni di San Bonifacio, Bosco Chiesanuova, Fumane





## 13 Biossido di azoto – NO<sub>2</sub>

### 13.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i>               |   | <b>ESPOSIZIONE ACUTA</b>  |  |
|---|---|---|--|
| Parametro                                 | Tipo di limite  | Periodo di mediazione   | Valore limite  |
| <b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b> | Valore limite orario per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | 1 ora   | <b>200 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>18 volte</b> per anno civile |
|   | Soglia di allarme (D.Lgs. 155/2010)   | <b>400 µg/m<sup>3</sup></b> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi |  |

| <i>Tipo di esposizione:</i>               |  | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                            |
|---|--|----------------------------|----------------------------|
| Parametro                                 | Tipo di limite   | Periodo di mediazione      | Valore limite              |
| <b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b> | Valore limite annuale per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                | <b>40 µg/m<sup>3</sup></b> |

| <i>Tipo di esposizione:</i>               |   | <b>PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI</b> |                            |
|---|---|------------------------------------|----------------------------|
| Parametro                                 | Tipo di limite  | Periodo di mediazione              | Valore limite              |
| <b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b> | Valore limite per la protezione della vegetazione (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                        | <b>30 µg/m<sup>3</sup></b> |

### 13.2 VALORI MISURATI

| <b>NO<sub>2</sub></b> |                                |                                 |  |                                  |                        |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|------------------------|
| <i>Postazione</i>     | <i>n° super. Limite orario</i> | <i>n° super. soglia allarme</i> | <i>Valore medio annuo (µg/m<sup>3</sup>)</i> | <i>Superamenti valore limite</i> | <i>Dati validi (%)</i> |
| Legnago               | 0                              | 0                               | 23   | no vegetazione<br>no salute      | 99                     |
| San Bonifacio         | 0                              | 0                               | 34   | si vegetazione<br>no salute      | 95                     |
| Boscochiesanuova      | 0                              | 0                               | 10   | no vegetazione<br>no salute      | 94                     |
| Fumane                | 0                              | 0                               | 30   | no vegetazione<br>no salute      | 83                     |

I valori più bassi si misurano presso la stazione di fondo rurale di Bosco Chiesanuova, lontana da fonti emissive quali strade, industrie e abitazioni.

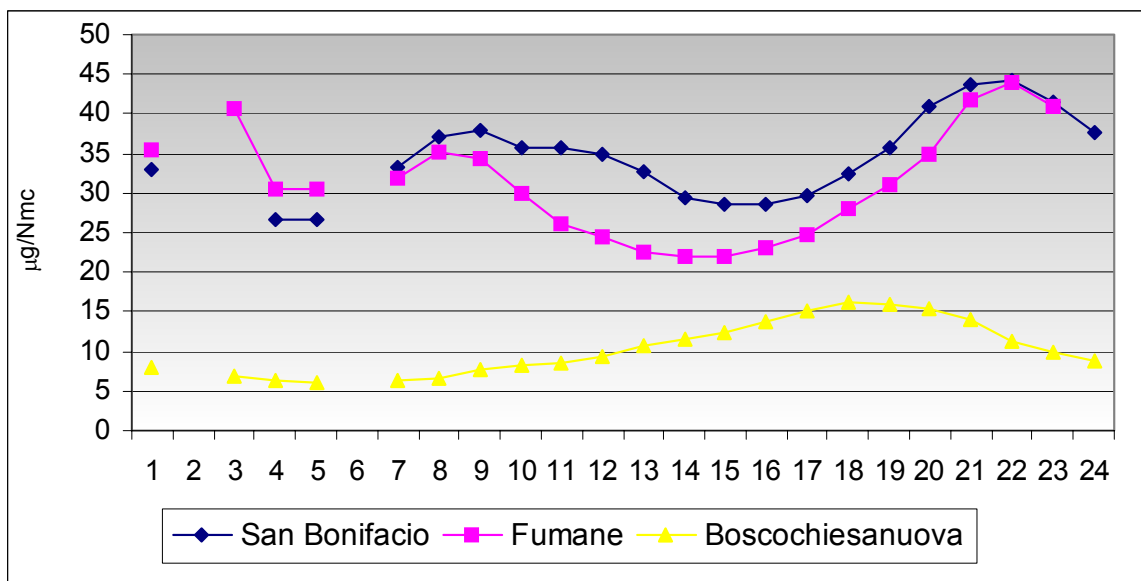
In Figura 13-1 è riportato l'andamento del giorno tipo annuale delle concentrazioni di biossido di azoto rilevate presso le stazioni di San Bonifacio, Fumane e Boscochiesanuova.

Nelle Figura 13-2, Figura 13-3, Figura 13-4 si rappresenta in modo sintetico l'andamento delle concentrazioni di biossido di azoto: in un singolo grafico sono visualizzate le variazioni di concentrazioni orarie e mensili dell'inquinante. In ascissa sono riportati i mesi, in ordinata si possono leggere i valori di concentrazione mediati ora per ora (giorno tipo). La scala colorimetrica permette di individuare i livelli di concentrazione nel campo ora-mese: colori verso il verde-blu indicano concentrazioni più basse rispetto a colori giallo-rosso scuro che individuano valori di concentrazioni più elevate.

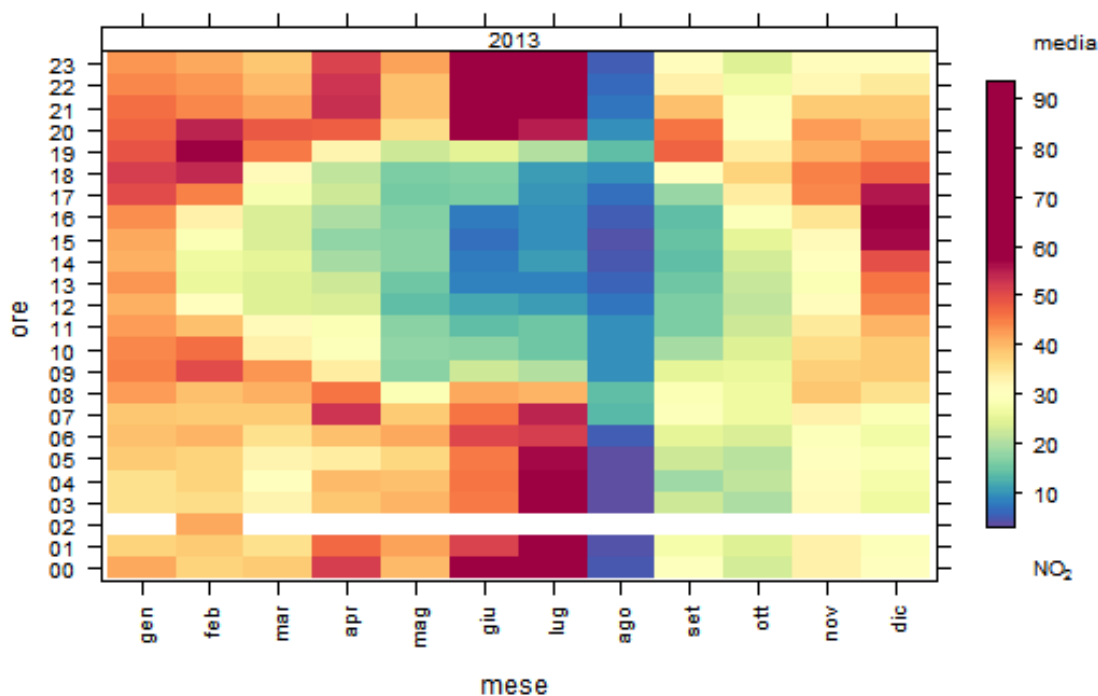
Presso la stazione di Fumane, a differenza delle altre due stazioni, i valori più elevati si misurano nelle ore serali/notturne in periodo estivo a causa del regime di brezza e della presenza di una fonte emissiva a Nord della stazione di misura.

In Figura 13-5 è rappresentata la settimana tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate presso le stazioni di Fumane, San Bonifacio, e Bosco Chiesanuova.

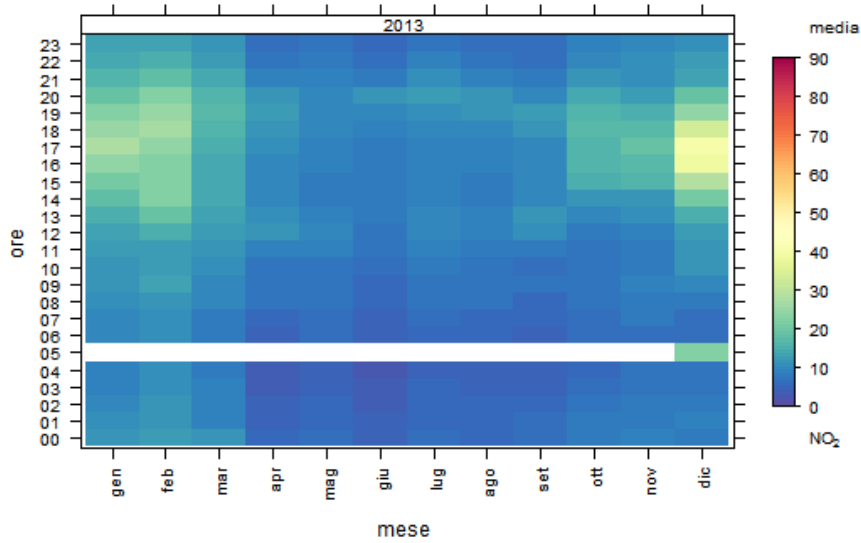
**Figura 13-1: Giorno tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate nell'anno 2013 presso le stazioni di S. Bonifacio, Fumane, Bosco Chiesanuova**



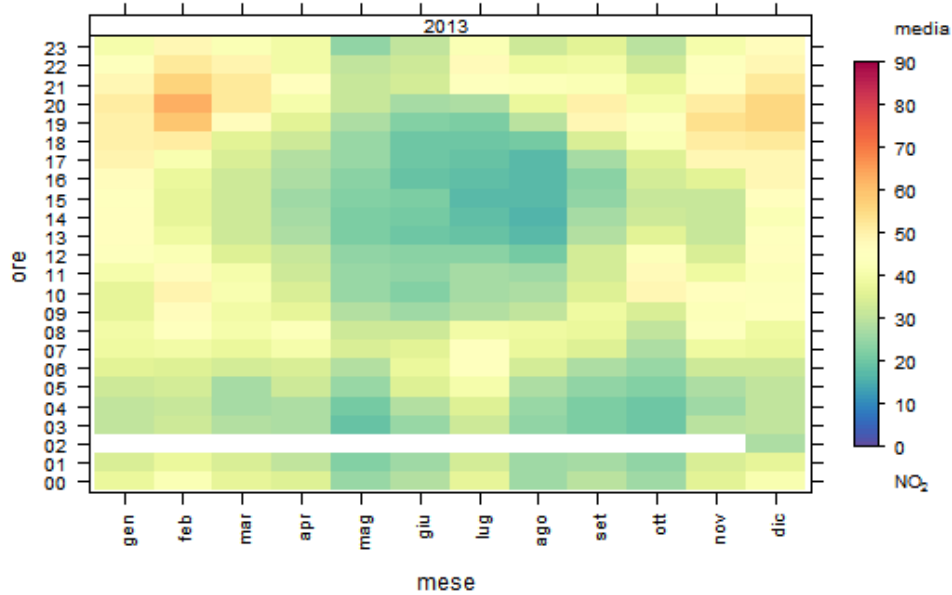
**Figura 13-2: andamento orario e mensile delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> misurate presso la postazione a Fumane nell'anno 2013 (le celle bianche indicano mancanze di dati)**



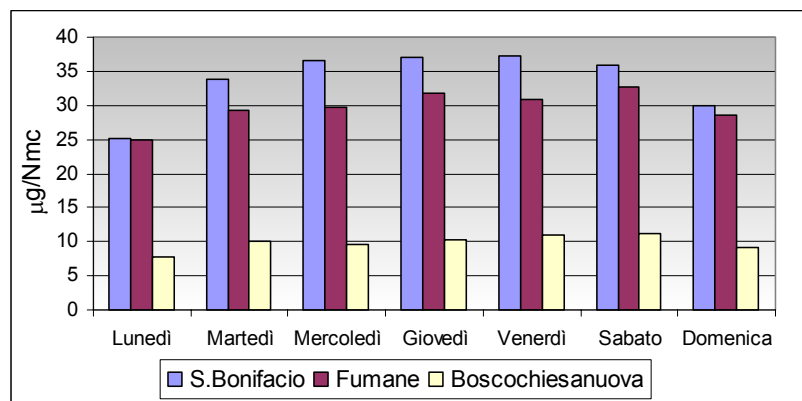
**Figura 13-3: andamento orario e mensile delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> misurate presso la postazione di Bosco Chiesanuova nell'anno 2013**



**Figura 13-4: andamento orario e mensile delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2013**



**Figura 13-5: settimana tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> misurate presso le postazioni di Bosco Chiesanuova, Fumane, San Bonifacio nell'anno 2013**



## 14 Monossido di carbonio - CO

### 14.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| Tipo di esposizione:       |  | ESPOSIZIONE ACUTA  |                      |
|----------------------------|--|--|----------------------|
| Parametro                  | Tipo di limite   | Periodo di mediazione  | Valore limite        |
| Monossido di Carbonio (CO) | Valore limite per la protezione della salute umana (DL.gs155/10) | Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora) | 10 mg/m <sup>3</sup> |

### 14.2 VALORI MISURATI

| Postazione        | Concentrazione media annua (mg/m <sup>3</sup> ) | n° super. limite orario | n° super. conc. 8h | Dati validi (%) |
|-------------------|---|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Bosco Chiesanuova | 0.3   | 0                       | 0                  | 95              |

### 14.3 GRAFICI

Figura 14-1 Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m<sup>3</sup>) a Bosco Chiesanuova nel primo semestre 2013

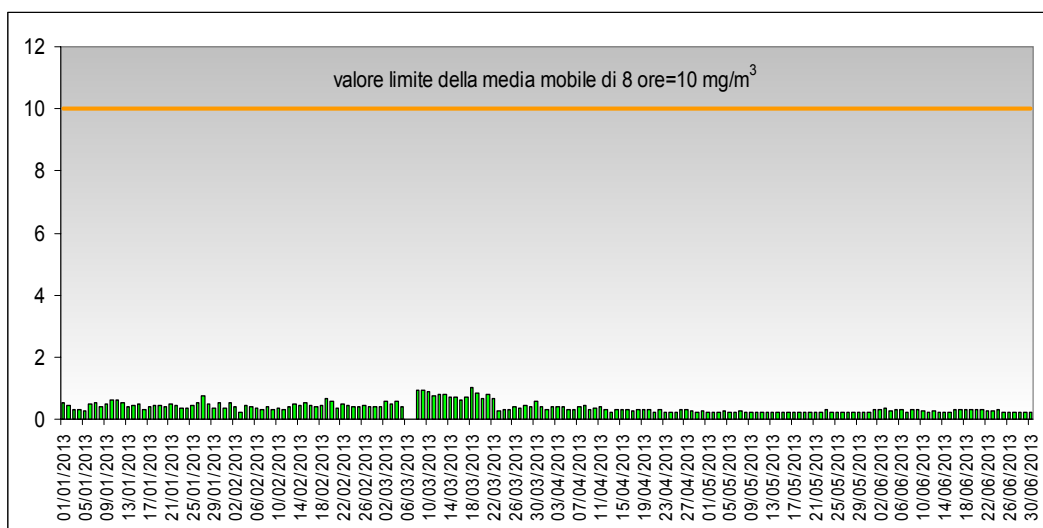
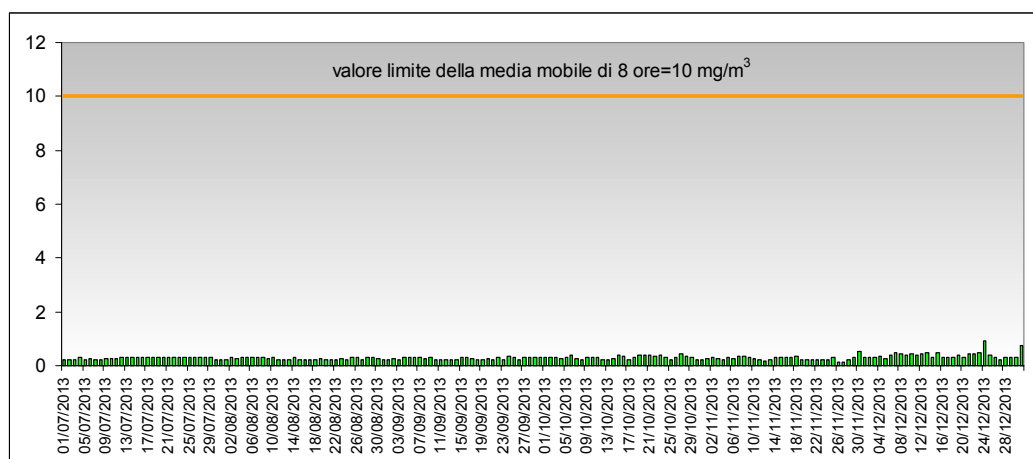


Figura 14-2 Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m<sup>3</sup>) a Bosco Chiesanuova nel secondo semestre 2013



## 15 Ozono- O<sub>3</sub>

### 15.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <b>Tipo di esposizione: ESPOSIZIONE ACUTA</b> |                        |                               |                       |                         |
|---|------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Parametro                                     | Tipo di limite         | Periodo di mediazione         | Valore limite         | Riferimento legislativo |
| Ozono (O <sub>3</sub> )                       | Soglia di informazione | Concentrazione media di 1 ora | 180 µg/m <sup>3</sup> | DLgs n. 155/10          |
|   | Soglia di allarme      | Concentrazione media di 1 ora | 240 µg/m <sup>3</sup> | DLgs n. 155/10          |

| <b>Tipo di esposizione: ESPOSIZIONE CRONICA</b> |  |  |  |                         |
|---|--|--|--|-------------------------|
| Parametro                                       | Tipo di limite   | Periodo di mediazione  | Valore limite                                    | Riferimento legislativo |
| Ozono (O <sub>3</sub> )                         | Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute | Concentrazione media su 8 h massima giornaliera                    | 120 µg/m <sup>3</sup>                            | DLgs n. 155/10          |
|   | Valore bersaglio per la protezione della vegetazione     | AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 18 000 µg/m <sup>3</sup> ·h come media su 5 anni | DLgs n. 155/10          |

### 15.2 VALORI MISURATI

| O <sub>3</sub>    |                               |                          |                                  |   |                 |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|---|-----------------|
| Postazione        | super. soglia di informazione | super. soglia di allarme | super. livelli protezione salute | AOT40 su base annua (µg/m <sup>3</sup> h) | Dati validi (%) |
| Legnago           | 1                             | 0                        | 60                               | 29580                                     | 91              |
| San Bonifacio     | 27                            | 0                        | 66                               | 32681                                     | 97              |
| Bosco Chiesanuova | 71                            | 0                        | 83                               | 40664                                     | 88              |

### 15.3 GRAFICI

In Figura 15-1 è riportato l'andamento del giorno tipo delle concentrazioni orarie di ozono rilevate presso le stazioni di San Bonifacio, Legnago e Bosco Chiesanuova nell'anno 2013: il giorno tipo si ottiene mediando le concentrazioni medie rilevate alla stessa ora del giorno nel corso di tutto l'anno: la forma della curva descrive l'andamento tipico delle concentrazioni di questo inquinante.

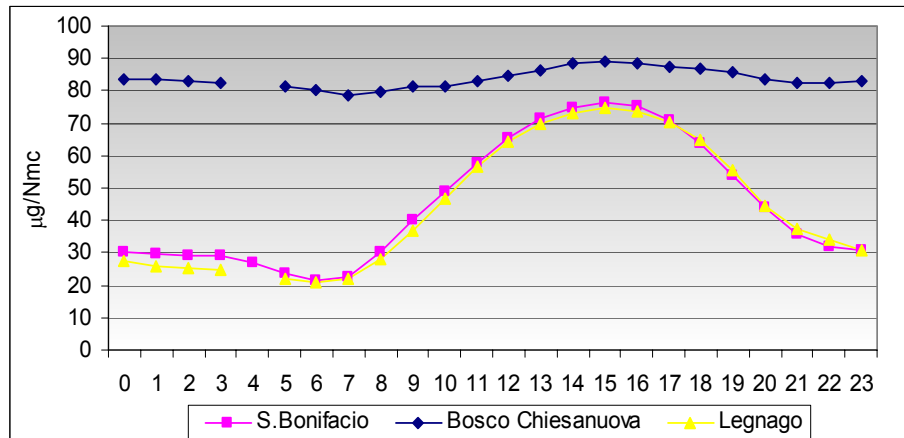
L'ozono è un inquinante di tipo secondario, prodotto da reazioni fotochimiche di trasformazione degli inquinanti primari, quali composti organici volatili e ossidi di azoto. In particolare il verificarsi di intensa radiazione solare, temperatura mite o alta e venti moderati favorisce la formazione di smog fotochimico e l'aumento delle concentrazioni troposferiche di ozono; nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico) raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare.

E' interessante notare la differenza tra la struttura del grafico del giorno tipo (Figura 15-1) della stazione montana di Bosco Chiesanuova e quello delle stazioni di pianura di San Bonifacio e Legnago, il primo presenta valori più alti e per lo più costanti per tutto il corso della giornata dovuti alla cosiddetta "riserva di ozono" tipica della fascia collinare-pedemontana, mentre il secondo risente del meccanismo di produzione-rimozione con massimo nelle ore di maggior soleggiamento.

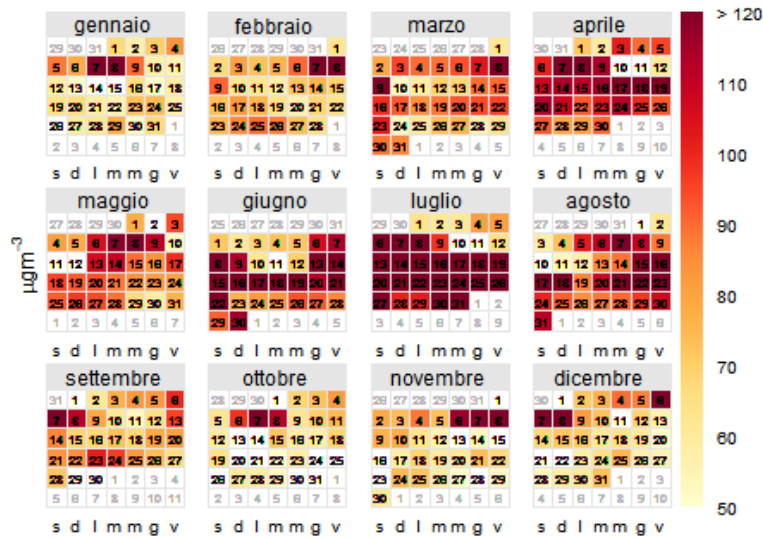
Con l'introduzione del plot-calendario è possibile identificare giorno per giorno attraverso una scala colorimetrica la concentrazione media di un determinato inquinante: in Figura 15-2 ed in Figura 15-3 sono riportati i grafici delle concentrazioni di ozono rilevate presso le stazioni di Bosco Chiesanuova e San Bonifacio. La soglia iniziale è stata scelta pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, pertanto le celle non colorate indicano che in quel giorno il valore medio dell'inquinante è stato inferiore a quella soglia. Si noti come anche nei mesi invernali venga superato a Bosco Chiesanuova per più giorni tale soglia.

I giorni con le concentrazioni medie più elevate si sono avuti da marzo a settembre presso la stazione di fondo remoto di Bosco Chiesanuova, e da giugno ad agosto presso la stazione di San Bonifacio.

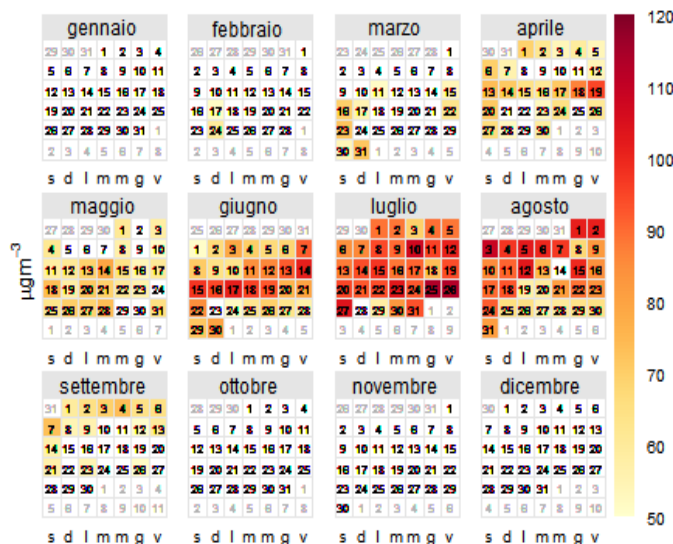
**Figura 15-1: Giorno tipo delle concentrazioni di ozono rilevate nell'anno 2013 presso le postazioni di San Bonifacio, Legnago, Boscovichianuova**



**Figura 15-2: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di ozono misurate presso la postazione di Bosco Chiesanuova nell'anno 2013**



**Figura 15-3: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di ozono misurate presso la postazione di San Bonifacio nell'anno 2013**



## 16 Materiale particolato – PM10

### 16.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i>         |   | <b>ESPOSIZIONE ACUTA</b> |   |
|-------------------------------------|---|--------------------------|---|
| parametro                           | Tipo di limite  | Periodo di mediazione    | Valore limite   |
| <b>Materiale particolato (PM10)</b> | Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DL.gs 155/10) | 24 ore                   | <b>50 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>35 volte</b> per anno civile |

| <i>Tipo di esposizione:</i>         |   | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                            |
|-------------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| Parametro                           | Tipo di limite  | Periodo di mediazione      | Valore limite              |
| <b>Materiale particolato (PM10)</b> | Valore limite annuale per la protezione della salute umana (DL.gs 155/10) | Anno civile                | <b>40 µg/m<sup>3</sup></b> |

### 16.2 VALORI MISURATI

| <b>PM10</b>       |                                    |   |                        |
|-------------------|------------------------------------|---|------------------------|
| <i>Postazione</i> | <i>n°di superamenti limite 24h</i> | <i>concentrazione media annua (µg/ m<sup>3</sup>)</i> | <i>Dati validi (%)</i> |
| Boscochiesanuova  | 7                                  | 19  | 98                     |
| San Bonifacio     | 73                                 | 36  | 98                     |
| Legnago           | 70                                 | 35  | 98                     |
| Fumane            | 48                                 | 29  | 98                     |

### 16.3 GRAFICI

In Figura 16-1, Figura 16-2, Figura 16-3, Figura 16-4 sono riportati i grafici delle concentrazioni di PM10 rilevate presso le stazioni di San Bonifacio, Legnago, Fumane e Bosco Chiesanuova. La soglia iniziale è stata scelta pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, pertanto le celle colorate indicano i giorni nei quali si è avuto il superamento del valore limite giornaliero, quelle bianche i giorni con valore medio inferiore.

I mesi più critici sono stati gennaio, e dicembre e in parte febbraio con numerosi superamenti del valore limite giornaliero e concentrazioni medie mensili più elevate.

L'anno 2013 è iniziato con un periodo, dal 4 al 12 gennaio, caratterizzato da concentrazioni elevate di PM10 su tutta la pianura. Il tempo stabile con significative inversioni termiche ed umidità hanno favorito il ristagno degli inquinanti, la consuetudine dei roghi della befana ha contribuito a peggiorare la situazione portando le concentrazioni di polveri sottili a livelli elevati: il giorno più critico è stato il 6 gennaio, in cui le concentrazioni misurate hanno raggiunto 184 µg/ m<sup>3</sup> a Legnago e 153 µg/m<sup>3</sup> a San Bonifacio, 77 µg/m<sup>3</sup> a Fumane. A Boscochiesanuova i valori sono rimasti ben al di sotto della soglia dei 50 µg/m<sup>3</sup>.

Un altro periodo di inquinamento acuto si è avuto a fine anno dal 5 al 20 dicembre: i valori più elevati nella parte centrale della pianura veronese (San Bonifacio e Verona) sono stati misurati il giorno 14 dicembre. Nella zona Sud della pianura (Legnago) il valore massimo è stato raggiunto il giorno 18 dicembre.

Complessivamente si sono avuti 70 superamenti del limite giornaliero a Legnago e 73 superamenti a San Bonifacio: entrambi valori superiori al numero di superamenti annui ammesso dalla legislazione e pari a 35. A Bosco Chiesanuova i superamenti sono stati solo 7, a Fumane 48.

Le concentrazioni medie annuali sono risultate inferiori al limite annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup> in tutte le stazioni.

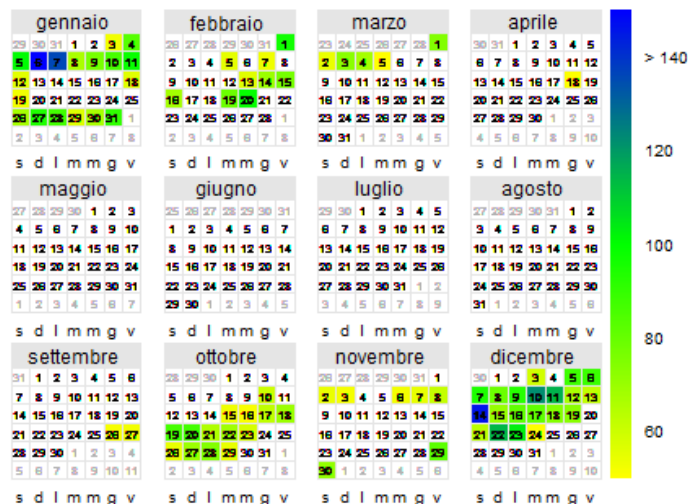
In Figura 16-5 sono riportati gli istogrammi di frequenza dei valori di concentrazione di PM10 : ogni classe ha larghezza pari a 10 µg/m<sup>3</sup>, sull'asse verticale è rappresentata la frequenza in cui si

presentano i dati appartenenti ad una singola classe (moltiplicato x 20 per facilità di lettura). Ad esempio presso le stazioni di San Bonifacio, Legnago e Fumane sono state misurate con maggiore frequenza concentrazioni comprese fra 10 e 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e fra 20 e 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La distribuzione in frequenza delle concentrazioni misurate presso le stazioni di Legnago e San Bonifacio sono molto simili. Le concentrazioni misurate presso la stazione di Bosco Chiesanuova popolano con maggiore frequenza le classi corrispondenti a valori inferiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In Figura 16-6 è riportato il grafico a box delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> rilevate a San Bonifacio, Legnago e Fumane. Il box-plot è una rappresentazione grafica che permette di descrivere una distribuzione di dati attraverso indici sintetici. Tale grafico è costituito da un rettangolo la cui base inferiore individua il primo quartile dell'insieme di dati, la base superiore evidenzia il terzo quartile e al suo interno è diviso dalla mediana. I segmenti (i "baffi") rappresentano il valore minimo, ovvero il valore al di sotto del quale sono compresi il 99% dei dati, e il valore massimo; ovvero il valore al di sopra del quale sono compresi solo l'1% dei dati. Infine i valori esterni a questi limiti (detti valori anomali) vengono individuati da un cerchietto o stellina.

Le mediane mensili delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate a San Bonifacio e Legnago sono molto simili, nei mesi invernali sono superiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le mediane dei valori di concentrazione della stazione di fondo remoto sono tutte inferiori a 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Figura 16-1** plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> rilevate nell'anno 2013 superiori ai 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  presso le postazioni di San Bonifacio



**Figura 16-2** plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> rilevate nell'anno 2013 superiori ai 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  presso le postazioni di Legnago

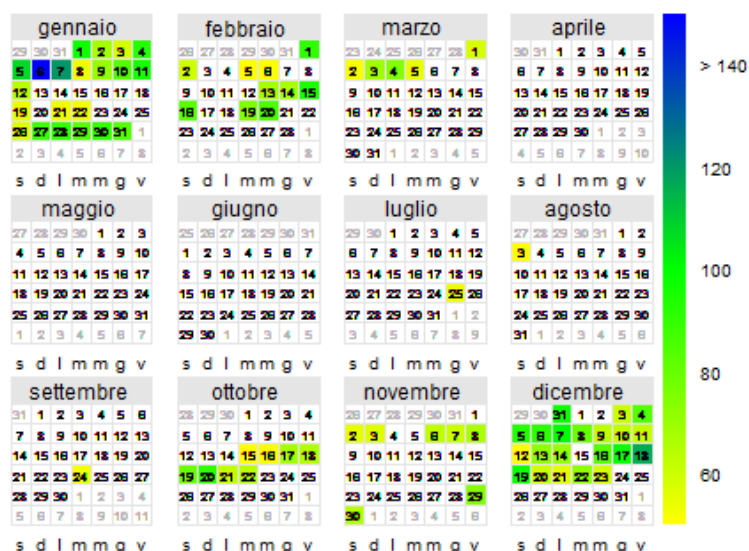




Figura 16-3: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> rilevate nell'anno 2013 superiori ai 50 µg/ m<sup>3</sup> presso la postazioni di Fumane.

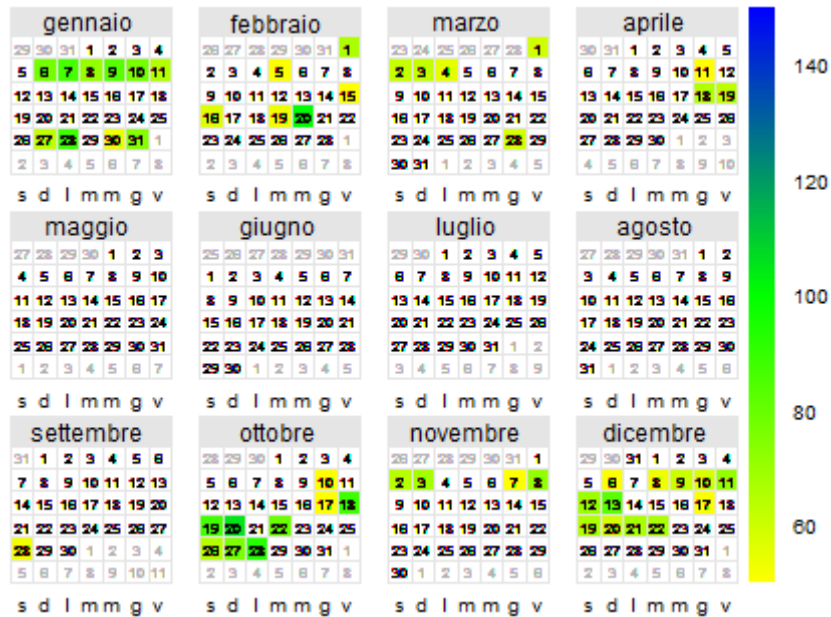
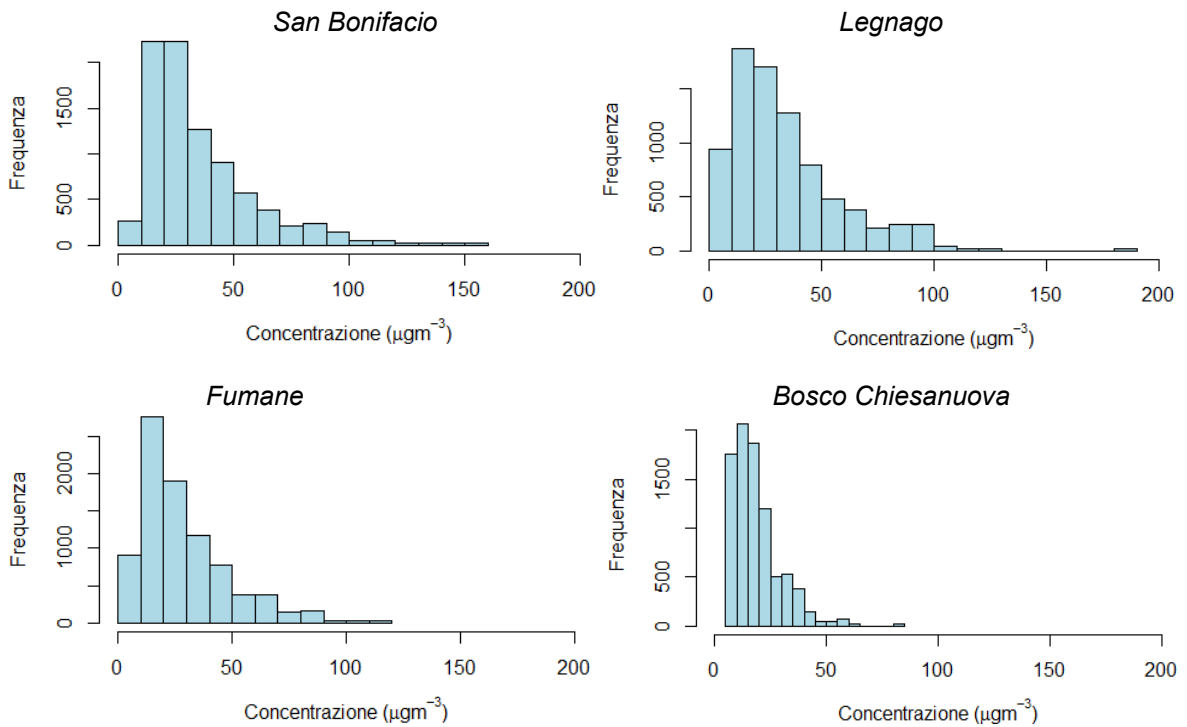


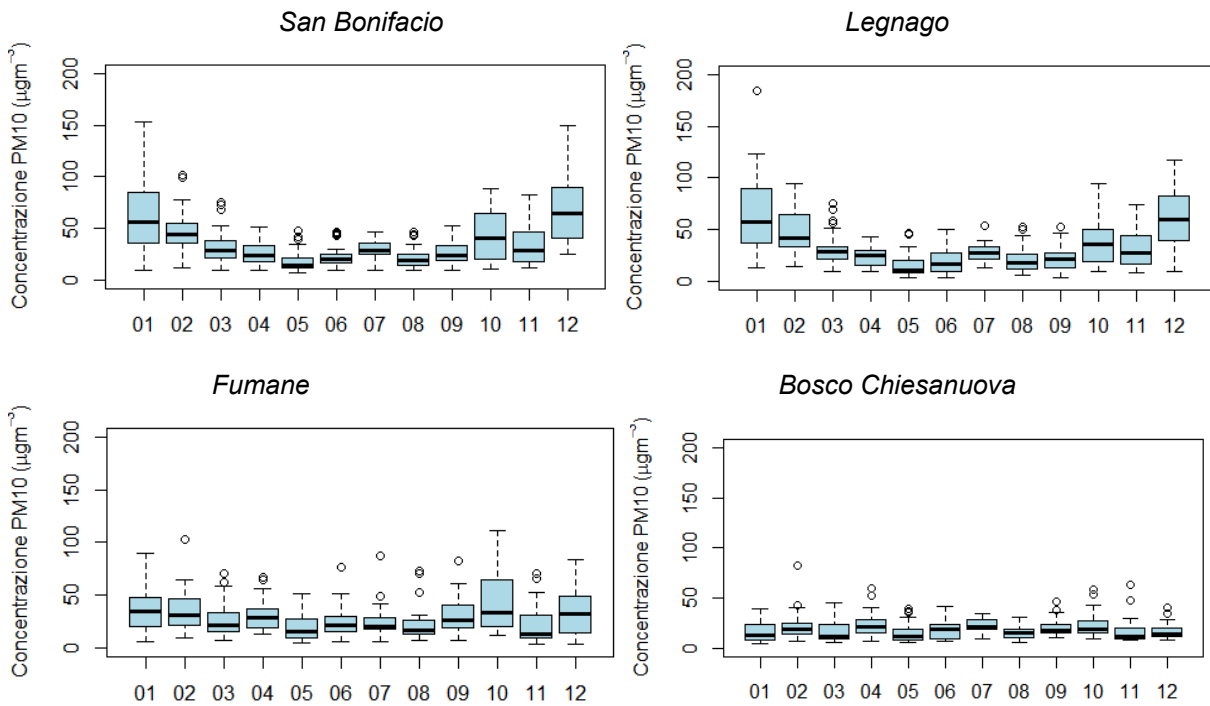
Figura 16-4: plot-calendario delle concentrazioni medie giornaliere di PM<sub>10</sub> rilevate nell'anno 2013 superiori ai 50 µg/ m<sup>3</sup> presso la postazioni di Bosco Chiesanuova



**Figura 16-5: Istogramma di frequenza per classi dimensionali del PM<sub>10</sub> per le stazioni di San Bonifacio, Legnago, Fumane e Bosco Chiesanuova nel 2013**



**Figura 16-6: Diagramma a box del PM<sub>10</sub> per le stazioni di San Bonifacio, Legnago, Fumane e Bosco Chiesanuova nel 2013**



## 17 Materiale particolato – PM<sub>2.5</sub>

### 17.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i>                     |   | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                            |  |
|---|---|----------------------------|----------------------------|--|
| Parametro                                       | Tipo di limite  | Periodo di mediazione      | Valore limite              |  |
| <b>Materiale particolato (PM<sub>2.5</sub>)</b> | Valore limite (Direttiva 2008/50/CE, D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                | <b>25 µg/m<sup>3</sup></b> | Data entro la quale dovrebbe essere raggiunto il valore-obiettivo: 1° gennaio 2015 |

### 17.2 VALORI MISURATI

| <i>Postazione</i> | <i>concentrazione media annua (µg/m<sup>3</sup>)</i> | <i>dati validi(%)</i> |
|-------------------|--|-----------------------|
| Boscochiesanuova  | 12   | 100                   |
| San Bonifacio     | 26   | 100                   |

La frazione PM<sub>2.5</sub> del particolato viene misurata presso le stazioni di Bosco Chiesanuova e San Bonifacio con metodo nefelometrico. Questo metodo si basa sulla misura della radiazione diffusa dalle particelle in sospensione. Pur non essendo il metodo il metodo di riferimento si riesce ad ottenere una stima affidabile della concentrazione delle particelle fini in atmosfera.

## 18 Benzene – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

### 18.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i>                 |  | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                           |
|---|--|----------------------------|---------------------------|
| Parametro                                   | Tipo di limite   | Periodo di mediazione      | Valore limite             |
| <b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b> | Valore limite per la protezione della salute umana (D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                | <b>5 µg/m<sup>3</sup></b> |

### 18.2 VALORI MISURATI

Le concentrazioni di benzene in aria ambiente sono state misurate tramite l'utilizzo di rivelatori passivi (radielli) presso le postazioni fisse della rete provinciale di qualità dell'aria. Nella tabella seguente sono riportate le concentrazioni misurate presso le postazioni fisse.

**Tabella 18-1: concentrazioni di benzene rilevate nel 2013 tramite campionatori passivi presso le stazioni di Legnago, e San Bonifacio**

| <i>Postazione</i> | <i>Concentrazione media benzene (µg/m<sup>3</sup>)</i> | <i>n. determinazioni</i> |
|-------------------|--|--------------------------|
| Legnago           | 0.8  | 11                       |
| San Bonifacio     | 1.1  | 12                       |

## 19 Metalli

### 19.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i> |   | <i>ESPOSIZIONE CRONICA</i>   |                              |
|-----------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| <b>Parametro</b>            | <b>Tipo di limite</b>                             | <b>Periodo di mediazione</b> | <b>Valore limite</b>         |
| <b>Piombo</b>               | (D.Lgs. 155/2010)                                 | Anno civile                  | 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| <b>Arsenico</b>             | Valore obiettivo di qualità,<br>(D.Lgs. 155/2010) | Anno civile                  | 6 $\text{ng}/\text{m}^3$     |
| <b>Cadmio</b>               | Valore obiettivo di qualità<br>(D.Lgs. 155/2010)  | Anno civile                  | 5 $\text{ng}/\text{m}^3$     |
| <b>Nichel</b>               | Valore obiettivo di qualità<br>(D.Lgs. 155/2010)  | Anno civile                  | 20 $\text{ng}/\text{m}^3$    |

In seguito alla riorganizzazione della rete regionale di controllo della qualità dell'aria secondo i principi del D.Lgs 155/10, la stazione di Bosco Chiesanuova è diventata la stazione di riferimento per la zona IT0515 della Provincia di Verona che comprende le Prealpi e l'alto lago di Garda. Oltre al monitoraggio già in essere dal 2007 si è aggiunto la misura degli IPA e dei metalli sulle polveri sottili.

### 19.2 VALORI MISURATI

Fra le fonti di nichel sono annoverate: l'utilizzo di olii pesanti e di carbone, catalizzatori, acciaio e leghe non ferrose: le concentrazioni rilevate non superano qualche  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

La principale fonte di piombo era rappresentate dall'utilizzo di questo elemento quali antidetonante nelle benzine: l'utilizzo della benzina verde ha portato ad una radicale diminuzione di questo inquinante nell'ambiente. Le rilevazioni effettuate sono inferiori a  $50 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Per quanto riguarda arsenico e cadmio le concentrazioni misurate sono inferiori ai limiti di rilevazione della strumentazione in gran parte dei campioni analizzati.

**Tabella 19-1: concentrazioni di metalli ed altri elementi in tracce rilevati nei filtri di  $\text{PM}_{10}$  prelevati presso la stazione di Bosco Chiesanuova**

| <i>Valore medio annuo 2013 (<math>\text{ng}/\text{m}^3</math>)</i> |                          |
|--|--------------------------|
| <i>Tipo di metallo</i>   | <i>Bosco Chiesanuova</i> |
| <b>Piombo</b>  | 3.1                      |
| <b>Arsenico</b>  | 0.5                      |
| <b>Cadmio</b>  | 0.1                      |
| <b>Nichel</b>  | 1.3                      |
| <b>Mercurio</b>  | <1                       |

## 20 Idrocarburi policiclici aromatici – IPA

### 20.1 ADEMPIMENTI NORMATIVI

| <i>Tipo di esposizione:</i> |                                       | <b>ESPOSIZIONE CRONICA</b> |                             |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Parametro                   | Tipo di limite                        | Periodo di mediazione      | Valore limite               |
| <b>B (a)P</b>               | Valore obiettivo (D.Lgs. n° 155/2010) | Anno civile                | <b>1.0 ng/m<sup>3</sup></b> |

### 20.2 VALORI MISURATI

Si riportano nella tabella sottostante oltre il Benzo(a)pirene anche gli altri componenti dell'IPA analizzati nei laboratori ARPAV di Verona e relativi alla postazione di Bosco Chiesanuova per l'anno 2013

**Tabella 20-1: concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici (in ng/m<sup>3</sup>) misurate sui filtri di PM10 prelevati presso la stazione di Verona Bosco Chiesanuova**

| <b>Bosco Chiesanuova</b>      |  |
|-------------------------------|--|
| <i>Componente IPA</i>         | <i>concentrazione media annua ng/m<sup>3</sup></i> |
| <b>Benzo(a)Pirene</b>         | 0.17 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(a)Antracene</b>      | 0.13 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(b)Fluorantene</b>    | 0.23 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(g,h,i)Perilene</b>   | 0.18 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Benzo(k)Fluorantene</b>    | 0.11 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Crisene</b>                | 0.26 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Dibenzo(a,h)Antracene</b>  | 0.02 ng/m <sup>3</sup>                             |
| <b>Indeno(1,2,3-cd)Pirene</b> | 0.17 ng/m <sup>3</sup>                             |

## 21 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 a 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 monitoraggio, 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 seguente pagina web:

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

Di seguito sono riportate le percentuali in ciascuna classe dell'IQA per la stazione di fondo di Bosco Chiesanuova per l'anno 2013 .

Di seguito sono riportate i giorni e le percentuali in ciascuna classe dell'IQA per le stazioni di riferimento di Cason (zona IT0512), Bosco Chiesanuova (zona IT0515), Legnago e San Bonifacio zona (IT0513) per l'anno 2013 .

| Frequenza delle classi IQA – stazione di Verona Cason |      |       |             |          |          |         |
|---|------|-------|-------------|----------|----------|---------|
| classe IQA  | n.d. | Buona | Accettabile | Mediocre | Scadente | Pessima |
| Frequenza   | 13   | 34    | 194         | 102      | 17       | 5       |
| Frequenza %   | 4%   | 9%    | 53%         | 28%      | 5%       | 1%      |

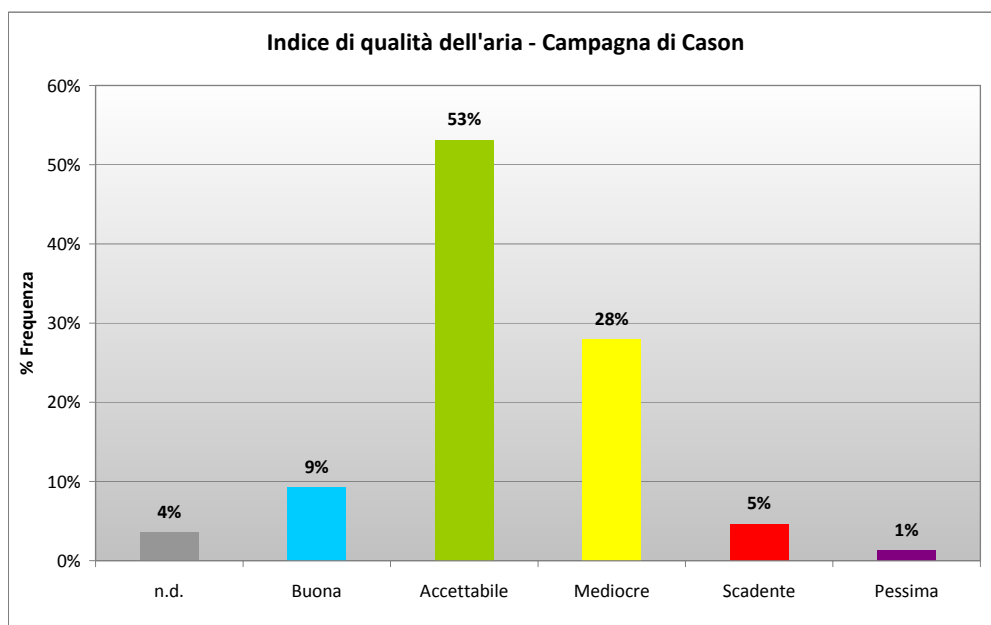
| Frequenza delle classi IQA – stazione di Bosco Chiesanuova |      |       |             |          |          |         |
|--|------|-------|-------------|----------|----------|---------|
| classe IQA   | n.d. | Buona | Accettabile | Mediocre | Scadente | Pessima |
| Frequenza  | 6    | 22    | 249         | 80       | 8        | 0       |
| Frequenza %  | 2%   | 6%    | 68%         | 22%      | 2%       | 0%      |

| Frequenza delle classi IQA – stazione di Legnago |      |       |             |          |          |         |
|--|------|-------|-------------|----------|----------|---------|
| classe IQA                                       | n.d. | Buona | Accettabile | Mediocre | Scadente | Pessima |
| Frequenza  | 43   | 39    | 167         | 93       | 18       | 5       |
| Frequenza %                                      | 12%  | 11%   | 46%         | 25%      | 5%       | 1%      |

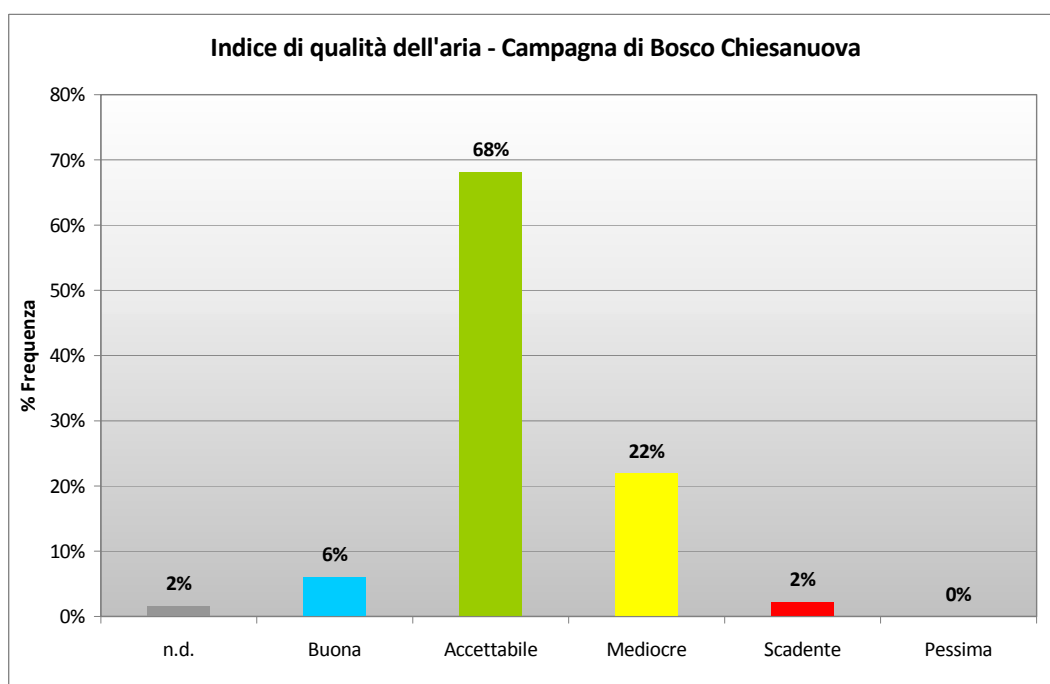
| Frequenza delle classi IQA – stazione di San Bonifacio |      |       |             |          |          |         |
|--|------|-------|-------------|----------|----------|---------|
| classe IQA   | n.d. | Buona | Accettabile | Mediocre | Scadente | Pessima |
| Frequenza  | 7    | 38    | 182         | 110      | 20       | 8       |
| Frequenza %  | 2%   | 10%   | 50%         | 30%      | 5%       | 2%      |

Nell'anno 2013, presso la stazione di Verona Cason il 62% dei giorni è stato caratterizzato da un indice di qualità dell'aria buono o accettabile, a Bosco Chiesanuova questa percentuale sale a 74 %. I restanti giorni sono stati caratterizzati da uno o più superamenti dei parametri di legge. Solo l'1% dei giorni appartiene alla classe "pessima". Analogamente presso la stazione di Legnago. A San Bonifacio la qualità dell'aria è risultata complessivamente meno buona che presso le altre stazioni della rete con un 30% di giorni nella classe mediocre e il 2% dei giorni nella classe scadente. A Bosco Chiesanuova non vi sono stati giorni caratterizzati da IQA pessimo, e si è avuta la percentuale maggiore di giorni con IQA buono o accettabile rispetto alle altre stazioni della rete.

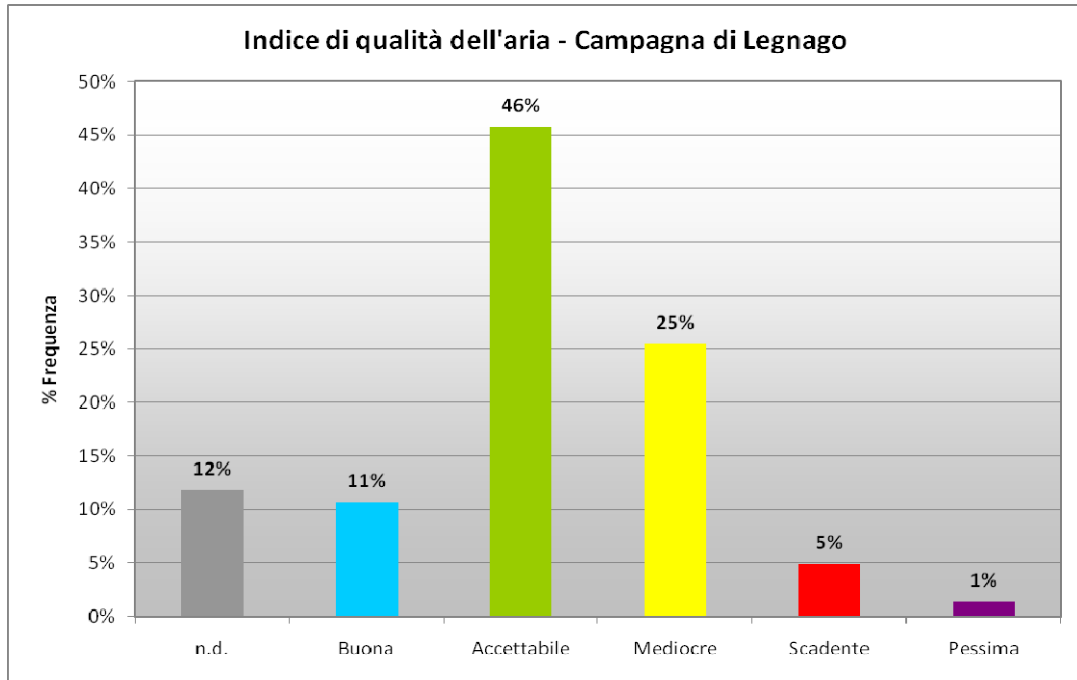
**Figura 21-1 Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la stazione di fondo di Cason per il 2013**



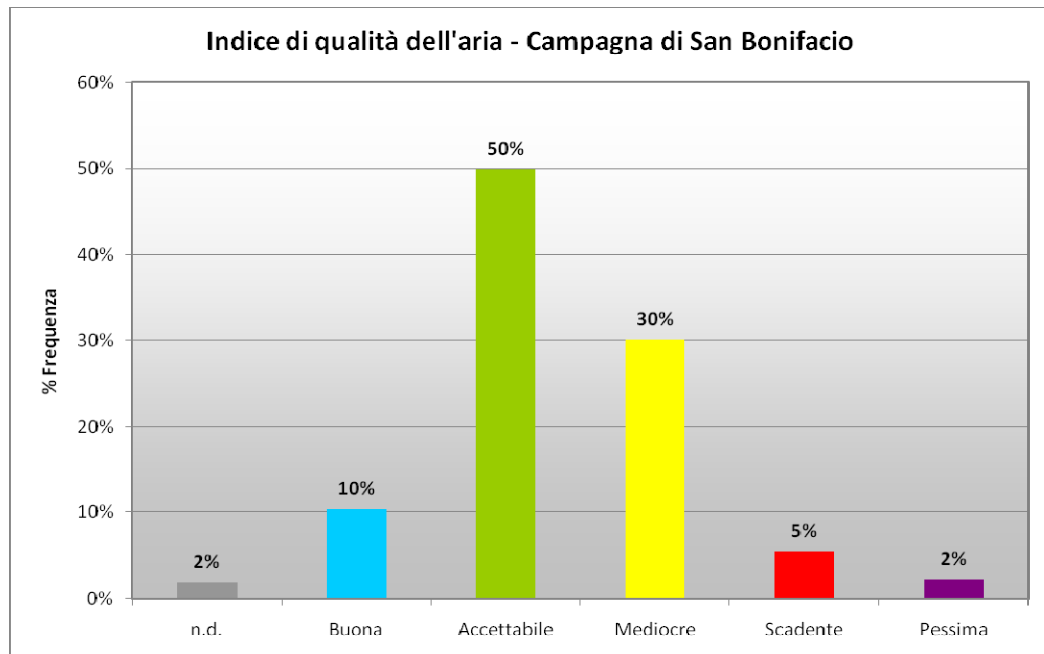
**Figura 21-2 Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la stazione di fondo di Bosco Chiesanuova per il 2013**



**Figura 21-3** Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la stazione di fondo suburbano di Legnago per il 2013



**Figura 21-4** Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la stazione di fondo suburbano di San Bonifacio per il 2013





## 22 Andamento storico degli inquinanti atmosferici

La qualità dell'aria nell'ambiente urbano di Verona viene controllata da una rete di stazioni fisse dotate di analizzatori per la misura dei principali inquinanti: ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO) e polveri sottili (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>). Le polveri sottili prelevate presso le stazioni di Verona – Borgo Milano e Cason vengono inoltre analizzate per la determinazione di elementi in tracce: idrocarburi policiclici aromatici e metalli.

La rete è in funzione dal 1997, nella Tabella 22-1 viene sintetizzato l'andamento delle concentrazioni di inquinanti, nel lungo periodo (1997-2012) e nel breve periodo (ultimi due anni). Per la realizzazione della tabella sono stati presi in considerazione gli inquinanti rilevati presso la stazione di traffico di Borgo Milano e presso la stazione di fondo di Verona Cason.

Per alcuni inquinanti "storici" quali il biossido di zolfo e il monossido di carbonio le concentrazioni rilevate sono molto basse, in diminuzione o stabilizzate su livelli non critici. Anche il biossido di azoto ha mostrato sul lungo periodo una tendenza alla diminuzione e non mostra variazioni significative nell'ultimo biennio.

Le polveri sottili vengono misurate dal 2003 presso la stazione di Borgo Milano e dal 2004 presso la stazione di Cason, per il PM<sub>2.5</sub> il monitoraggio è iniziato presso quest'ultima stazione nel 2008: non si ha pertanto una serie di dati equivalente a quella degli inquinanti storici. Si può comunque notare una tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di polveri in ambedue le stazioni.

I microinquinanti (Pb, Ni, Cd e As) sono presenti in concentrazioni molto inferiori alla soglia di legge e in generale diminuzione o costanti nel breve periodo.

La concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici nel lungo periodo è diminuita significativamente nella stazione di traffico fino a stabilizzarsi sotto la soglia di legge. Presso la stazione di fondo di Cason le concentrazioni di IPA vengono misurate dal 2008, nell'ultimo anno mostrano un leggero aumento, dopo una stabilizzazione nei precedenti due anni.

Nonostante una situazione in generale miglioramento polveri sottili e ozono rimangono parametri critici. L'ozono può raggiungere valori elevati anche in zone non direttamente interessate da fonti emissive a causa della complessità della sua formazione e diffusione in atmosfera.

**Tabella 22-1: Tendenza osservata per i diversi inquinanti rilevati in ambito urbano.**

| Inquinante        | Andamento 1997-2012* |                      | Evoluzione 2012-2013 |                      |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                   | Stazione di fondo    | Stazione di traffico | Stazione di fondo    | Stazione di traffico |
| NO <sub>2</sub>   | ↘                    | ↘                    | →                    | →                    |
| SO <sub>2</sub>   | →                    | →                    | →                    | →                    |
| CO                |                      | ↘                    | →                    | →                    |
| PM <sub>10</sub>  | ↘                    | ↘                    | →                    | ↘                    |
| PM <sub>2.5</sub> | →                    |                      | ↘                    |                      |
| benzene           |                      | ↘                    |                      | →                    |
| IPA               | ↗                    | ↘                    | ↗                    |                      |
| Piombo            | ↘                    | ↘                    | →                    | →                    |
| Arsenico          | ↘                    | ↘                    | →                    | →                    |
| Nichel            | ↘                    | ↘                    | →                    | →                    |
| Cadmio            | ↘                    | ↘                    | →                    | →                    |

\*I dati di PM<sub>10</sub> IPA e metalli si riferiscono al periodo 2003-2012, i dati di PM<sub>2.5</sub> al periodo 2008-2012.

La concentrazione media annua di PM10 è diminuita negli ultimi 10 anni (2003-2013) passando da valori superiori a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rilevati presso ambedue le stazioni fisse di monitoraggio urbane fra il 2004 e il 2008, a valori inferiori o pari al limite di legge nel periodo 2009-2013 (Tabella 22-2)

Figura 22-1

Il 2005 è stato l'anno più critico con un valore medio annuo di PM10 pari a 71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 216 superamenti del valore limite giornaliero misurati a Borgo Milano.

Dopo un primo quinquennio estremamente sfavorevole dal punto di vista delle concentrazioni di PM10 si è passati ad un secondo quinquennio (2009-2013) in cui le concentrazioni medie annue sono diminuite fino a valori al di sotto del limite (Tabella 22-2). I superamenti del limite giornaliero sono diminuiti, ma rimangono ben al di sopra di quanto previsto dalla normativa vigente (non più di 35 in un anno).

La media degli ultimi 5 anni, dal 2009 al 2013, (Tabella 22-3) presso la stazione di fondo di Cason è pari a 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con una deviazione standard di 3, negli anni precedenti era pari a 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Analogamente sono diminuiti il numero di giorni di superamento del limite giornaliero pur rimanendo superiore al valore previsto dalla norma. Presso la stazione di Borgo Milano, si è passati da un valore medio di 59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nel periodo 2004-2008, a una media di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'ultimo quinquennio.

Le concentrazioni di polveri sono determinate oltre che dall'intensità delle fonti emissive presenti sul territorio, anche dalla chimica atmosferica e dal trasporto a lunga distanza, pertanto le condizioni atmosferiche giocano un ruolo importante: anni particolarmente sfavorevoli a causa di prolungati periodi anticiclonici invernali e scarse precipitazioni anche nella primavera estate sono stati il 2003, 2005, 2006 e 2007 contrassegnati da numerosi periodi di inquinamento acuto e concentrazioni medie elevate. Il 2010 e il 2013, anni caratterizzati da una forte variabilità meteorologica, sono stati invece caratterizzati da concentrazioni di inquinanti particolarmente basse.

Nel grafico di Figura 22-2 sono riportati il numero di giornate di pioggia, un importante indicatore dei fattori di rimozione degli inquinanti in atmosfera, e il numero di superamenti del limite giornaliero di PM10 misurati dalle stazioni urbane di Verona. Osservando il dato relativo al numero di giornate piovose si nota come il 2008 sia stato caratterizzato da 97 giorni di pioggia, nel 2009 si sono avute 84 giornate di pioggia mentre il 2010 ha fatto registrare ben 102 giorni di pioggia, il 2013 è risultato superiore a tutta la serie undecennale con 113 giorni piovosi.

All'aumento dei giorni di pioggia ha corrisposto una diminuzione nel numero di superamenti del limite giornaliero della concentrazione di PM10.

**Tabella 22-2: concentrazioni medie annue e superamenti del valore limite giornaliero per il PM10 rilevato presso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPAV -Verona**

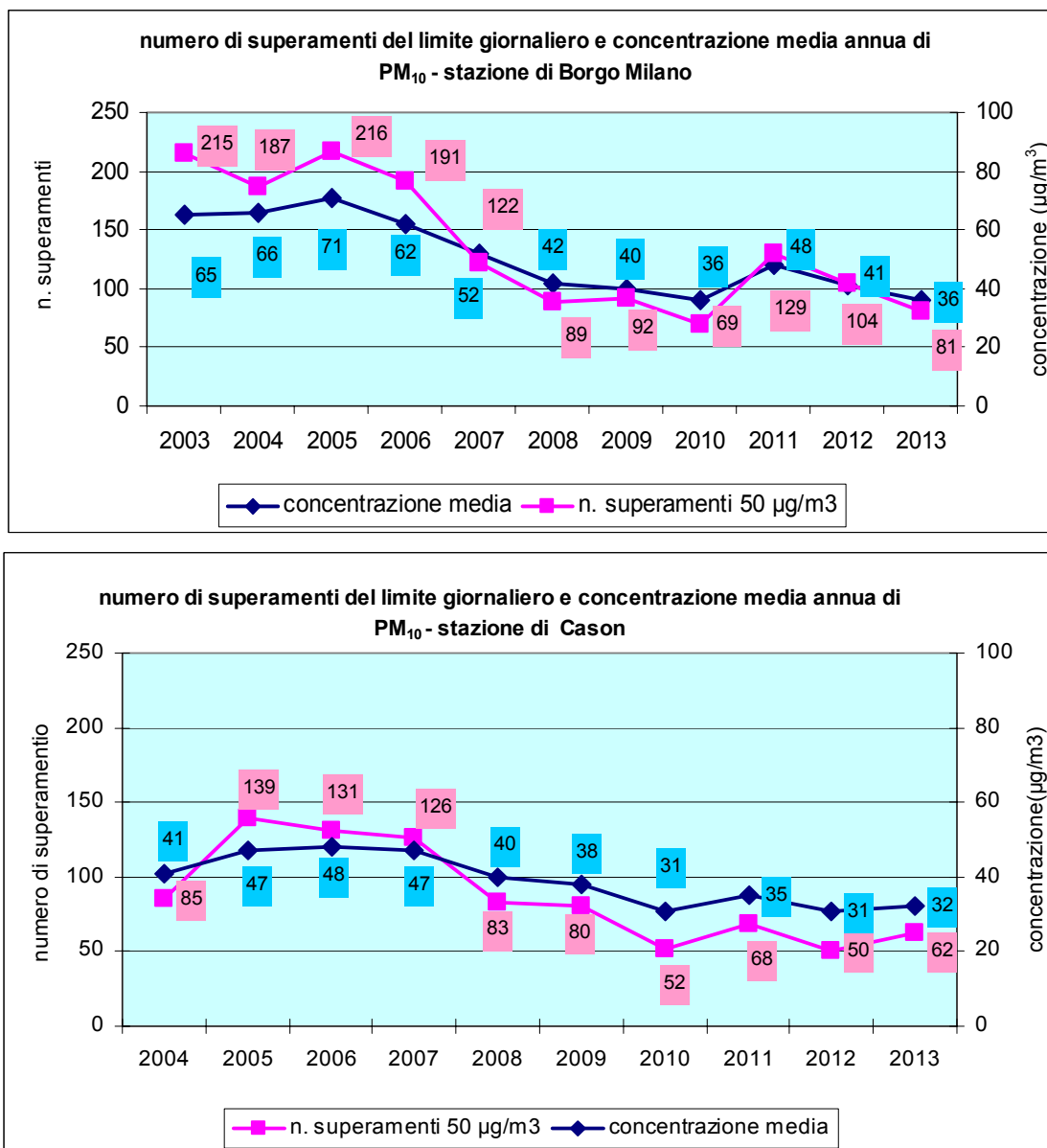
|   | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Borgo Milano</b>                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| n. superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$        | 187  | 216  | 191  | 122  | 89   | 92   | 69   | 129  | 104  | 79   |
| concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 66   | 71   | 62   | 52   | 42   | 40   | 36   | 48   | 41   | 36   |
| <b>Cason PM<sub>2.5</sub></b>                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      |      |      |      | 28   | 27   | 24   | 28   | 24   | 21   |
| <b>Cason PM<sub>10</sub></b>                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| n. superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$        | 85   | 139  | 131  | 126  | 83   | 80   | 52   | 68   | 50   | 62   |
| concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 41   | 47   | 48   | 47   | 40   | 38   | 31   | 35   | 31   | 32   |
| <b>Boscochiesanuova</b>                           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| n. superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$        |      |      |      | 19   | 19   | 10   | 16   | 13   | 16   | 7    |
| concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      |      |      | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 22   | 19   |
| <b>Fumane</b>                                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| n. superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$        |      |      |      |      | 57   | 55   | 54   | 56   | 49   | 48   |
| concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      |      |      |      | 34   | 34   | 32   | 34   | 32   | 29   |
| <b>San Bonifacio</b>                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| n. superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$        |      |      |      |      |      |      | 80   | 108  | 94   | 73   |
| concentrazione media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      |      |      |      |      |      | 37   | 50   | 41   | 36   |

Si fornisce, inoltre, il dato relativo alla concentrazione media di PM<sub>2,5</sub> rilevato presso la stazione di Cason dal gennaio 2008: mediamente la parte più fine del particolato costituisce a Verona il 66% del particolato PM<sub>10</sub> misurato. In Tabella 22-2 sono riassunti i valori di concentrazione media di PM<sub>10</sub> e il numero di superamenti del valore limite per la protezione della salute, rilevati dal 2004 a oggi nelle stazioni della rete di monitoraggio ARPAV di Verona e provincia.

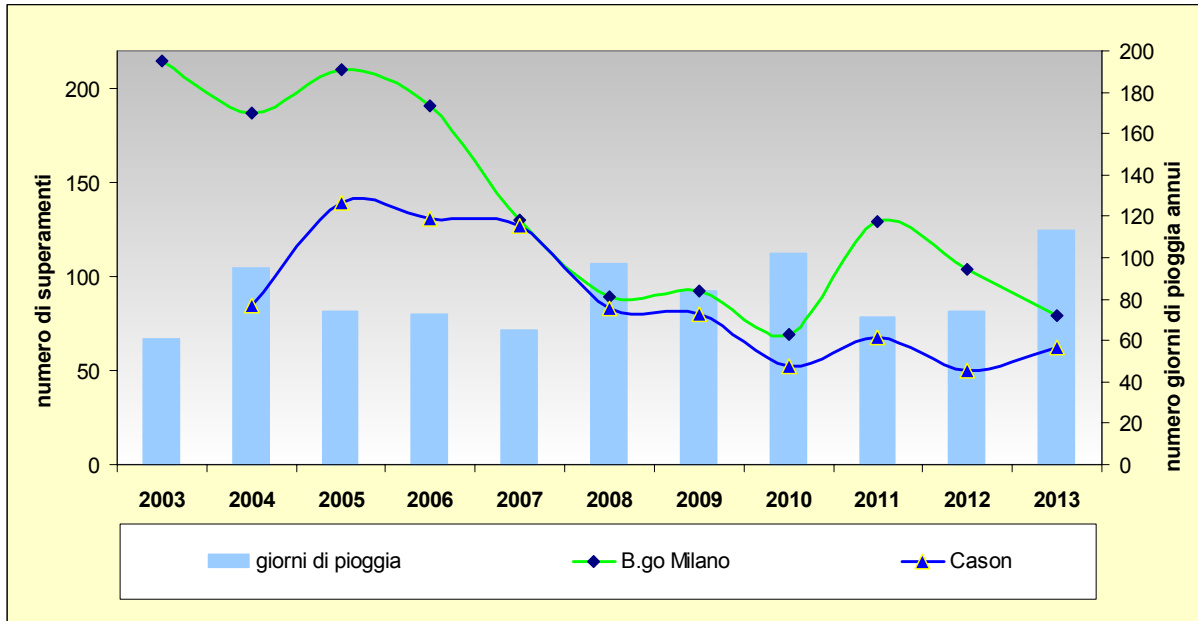
**Tabella 22-3: Confronto fra le medie delle concentrazioni annuali di PM<sub>10</sub> rilevate nel periodo 2004-2008 e nel periodo 2009 - 2013 in ambito urbano**

| Stazione     | 2004-2008 |               | 2009-2013 |               |
|--------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
|              | Media     | Dev. standard | Media     | Dev. standard |
| Borgo Milano | 59        | 12            | 40        | 5             |
| Cason        | 45        | 4             | 33        | 3             |

**Figura 22-1: Andamento del PM<sub>10</sub> dal 2003 al 2013 a Verona nelle stazioni di Borgo Milano e Cason**



**Figura 22-2: Andamento del PM10 a B.go Milano e Cason, dal 2003 al 2013 e concomitante andamento del numero di giorni di precipitazione annui**





Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

Dipartimento Provinciale ARPAV di Verona  
Via Dominutti,8  
37138 Verona  
Italy  
Tel. +39 045 8016 906  
Fax +39 045 8016 888  
e-mail: [dapvr@arpa.veneto.it](mailto:dapvr@arpa.veneto.it)

giugno 2014