

**STRUTTURA COMPLESSA S.C.**  
**“Dipartimento Provinciale di Vercelli”**  
**Struttura Semplice S.S. “Produzione”**

**OGGETTO: Contributo tecnico relativo al monitoraggio della qualità dell'aria eseguito con il mezzo mobile dal 27/02/10 al 26/03/10 ad Arborio presso via degli alpini**

(Servizio B5.16)

|              |   |       |        |
|--------------|---|-------|--------|
| Redazione    | Funzione: Tecnico della Produzione<br>Nome: Mario Fassi                 | Data: | Firma: |
|              |   | Data: | Firma: |
| Verifica     | Funzione: Responsabile Produzione<br>Nome: Giancarlo Cuttica            | Data: | Firma: |
| Approvazione | Funzione: Responsabile Dipartimento Vercelli<br>Nome: Giancarlo Cuttica | Data: | Firma: |

**ARPA Piemonte**

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017  
Dipartimento Provinciale di Vercelli  
Produzione

Via Bruzza, 4 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269811 – fax 0161269830 – E-mail: sc13@arpa.piemonte.it

## INDICE

|                                 | Pag. |
|---------------------------------|------|
| 1. Premessa                     | 3    |
| 2. Benzene                      | 3    |
| 3. Biossido di azoto            | 5    |
| 4. Biossido di zolfo            | 6    |
| 5. Monossido di carbonio        | 8    |
| 6. Ozono                        | 10   |
| 7. Particolato PM <sub>10</sub> | 12   |
| 8. Dati riassuntivi             | 15   |
| 9. Conclusioni                  | 15   |

## 1. Premessa

Facendo seguito alla nota del Comune di Arborio prot . n° 2109 del 01/09/2009 , protocollo ARPA n°96216 del 07/09/2009 pervenuta a questo dipartimento con oggetto : “Campagne di monitoraggio della qualità dell’aria mediante mezzo mobile attrezzato. Primo semestre 2010”, in cui si richiedeva la disponibilità ad eseguire una campagna di monitoraggio della qualità dell’aria, la suddetta campagna è stata eseguita utilizzando il mezzo mobile attrezzato in dotazione al Dipartimento Arpa di Vercelli, dal 27/02/2010 al 26/03/2010.

I parametri rilevati sono stati:

- Benzene,
- Biossido di azoto,
- Biossido di zolfo,
- Monossido di carbonio,
- Ozono,
- Particolato PM<sub>10</sub>.

Nei successivi capitoli della relazione vengono indicati, per ogni parametro:

- Le caratteristiche dell’inquinante considerato
- I riferimenti normativi;
- I dati misurati;
- L’andamento espresso come concentrazione media oraria o come concentrazione media giornaliera;

## 2. Benzene

Il benzene appartiene alla classe degli idrocarburi aromatici, i cui componenti più noti sono, oltre al benzene stesso, il toluene e gli xileni. La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è generalmente correlabile al traffico veicolare. L’entità delle emissioni veicolari di benzene, tramite i gas di scarico, è funzione della composizione del combustibile, in particolare della frazione di benzene e di idrocarburi aromatici (rispettivamente circa l’1% ed il 30%), ed alla presenza nonché l’efficienza dei dispositivi di depurazione dei gas di scarico installati sui veicoli.

Stime recenti indicano che le maggiori emissioni di benzene (in termini di t/anno) provengono dalle auto non catalizzate e dai ciclomotori, seguiti dalle auto dotate di catalizzatore. Scarso è il contributo derivante dai motori diesel.

Un’altra non trascurabile fonte di benzene è costituita dalle cosiddette emissioni evaporative (ad esempio, perdite dal serbatoio o durante i rifornimenti) che è stimabile attorno al 10% delle emissioni da combustione.

Gli effetti del benzene sulla salute umana sono ormai accertati: il benzene è stato classificato dal 1982, dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), in Classe 1 (cancerogeno certo per l’uomo) Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore che non sono soggetti a limiti di qualità dell’aria.

Riferimenti normativi:

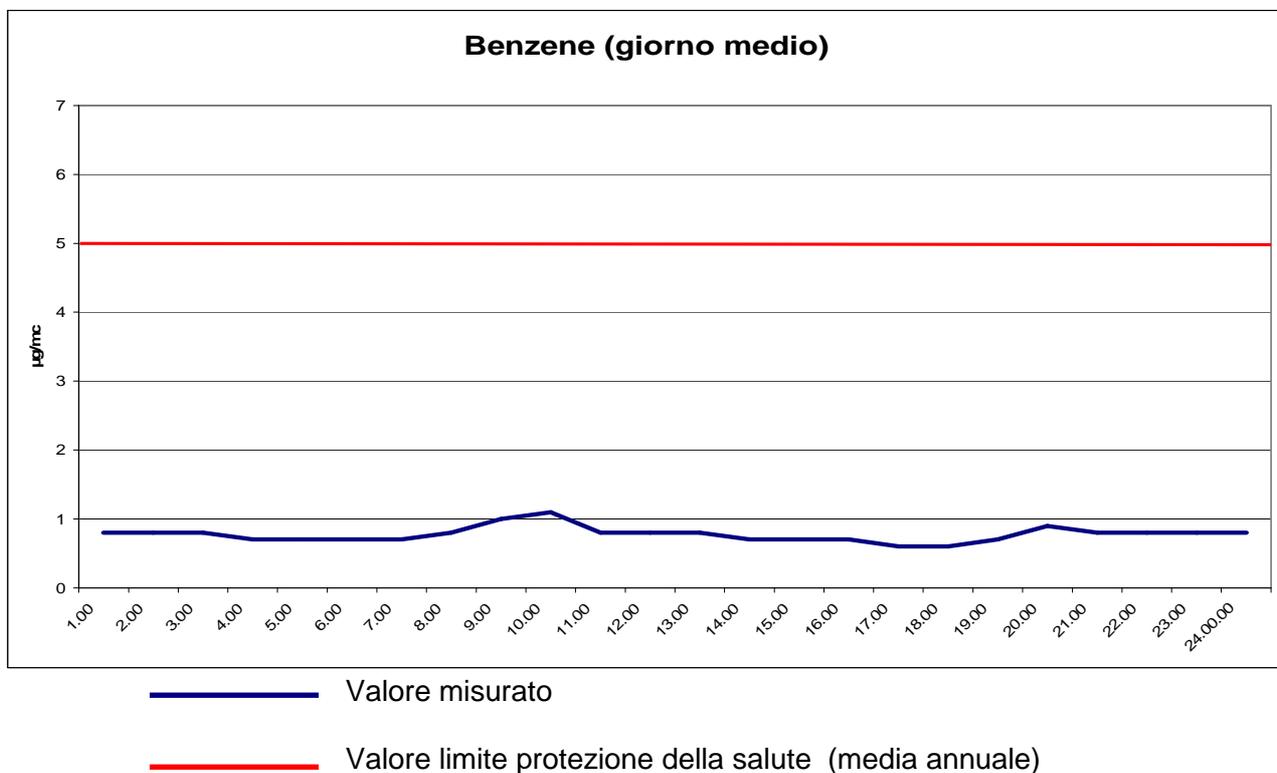
L'unità di misura della concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).  
 Il DM 60/2002 definisce per il benzene il valore limite per la protezione della salute pari ad una media annuale di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Misure

**Parametro: Benzene**  
 (microgrammi / metro cubo)

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Minima media giornaliera      | 0,4 |
| Massima media giornaliera     | 1,2 |
| Media delle medie giornaliere | 0,8 |
| Giorni validi                 | 21  |
| Percentuale giorni validi     | 75% |
| Media dei valori orari        | 0,8 |
| Massima media oraria          | 2,9 |
| Ore valide                    | 534 |
| Percentuale ore valide        | 79% |

Nel grafico è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile, la media del periodo ammonta a  $0.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$



### 3. Biossido di azoto

Con il termine “ossidi di azoto” (NOx) si intende la somma del monossido e del biossido, pur non essendo questi gli unici composti ossigenati dell’azoto presenti in atmosfera. Gli ossidi di azoto sono inquinanti prodotti in tutti i processi di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Il monossido è un composto di bassa tossicità per il quale non sono stati stabiliti specificamente valori limite di qualità dell’aria, la cui importanza risiede nel fatto di essere il precursore del biossido di azoto. E’ infatti il monossido ad essere prodotto primariamente nelle combustioni. In presenza di ossigeno il monossido viene rapidamente convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

Gli ossidi di azoto contribuiscono alla formazione dello smog fotochimico, nonché all’incremento quantitativo del particolato atmosferico (PM<sub>10</sub>) in modo particolare in condizioni di calma di vento e di alta insolazione.

#### Riferimenti normativi:

L’unità di misura della concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per la protezione della salute, il DM 60/2002 definisce per il biossido di azoto i seguenti valori:

- Valore limite orario per la protezione della salute umana:  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (da non superare più di 18 volte all’anno);
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- Soglia di allarme:  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media oraria da non superare per più di tre ore consecutive).

#### Misure

#### **Parametro: Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)** (microgrammi / metro cubo)

|  |     |
|--|-----|
| Minima media giornaliera   | 11  |
| Massima media giornaliera  | 30  |
| Media delle medie giornaliere  | 19  |
| Giorni validi  | 27  |
| Percentuale giorni validi  | 96% |
| Media dei valori orari   | 20  |
| Massima media oraria   | 97  |
| Ore valide   | 657 |
| Percentuale ore valide   | 98% |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>                      | 0   |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u> | 0   |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>   | 0   |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>                        | 0   |

Nel grafico di figura 2 è riportato l’andamento medio orario della concentrazione dell’inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile

La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$

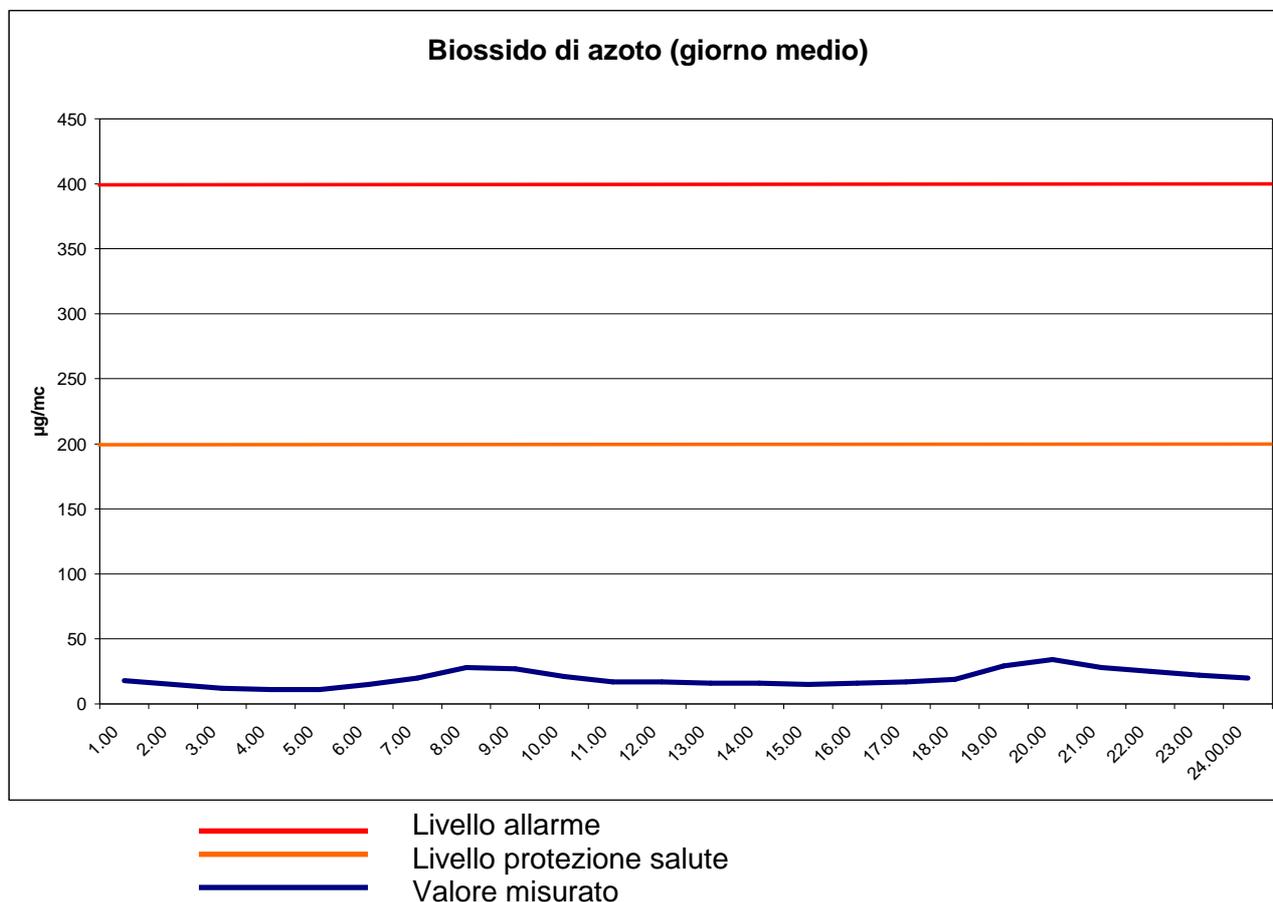


Figura 2: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

#### 4. Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è il prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono in stato ridotto; è un gas incolore, di odore pungente.

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, carbone) in cui lo zolfo è presente come impurità e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici; tuttavia oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili insieme al sempre più diffuso uso del metano hanno diminuito sensibilmente la presenza di SO<sub>2</sub> nell'aria.

Il biossido di zolfo è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie. In atmosfera attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni atmosferiche (piogge acide).

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per la protezione della salute, il DM 60/2002 definisce per il biossido di zolfo i seguenti valori:

- Valore limite orario per la protezione della salute umana:  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (da non superare più di 24 volte all'anno);
- Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana:  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (da non superare più di 3 volte all'anno);
- Soglia di allarme:  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media oraria da non superare per più di tre ore consecutive).

Misure

**Parametro: Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)**  
(microgrammi / metro cubo)

|  |      |
|--|------|
| Minima media giornaliera   | 1,9  |
| Massima media giornaliera  | 7,7  |
| Media delle medie giornaliere  | 3,9  |
| Giorni validi  | 27   |
| Percentuale giorni validi  | 96%  |
| Media dei valori orari   | 3,9  |
| Massima media oraria   | 41,1 |
| Ore valide   | 657  |
| Percentuale ore valide   | 98%  |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>                      | 0    |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u> | 0    |
| <u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>                 | 0    |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>   | 0    |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>                        | 0    |

Nel grafico di figura 3 è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio); la media del periodo ammonta a  $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

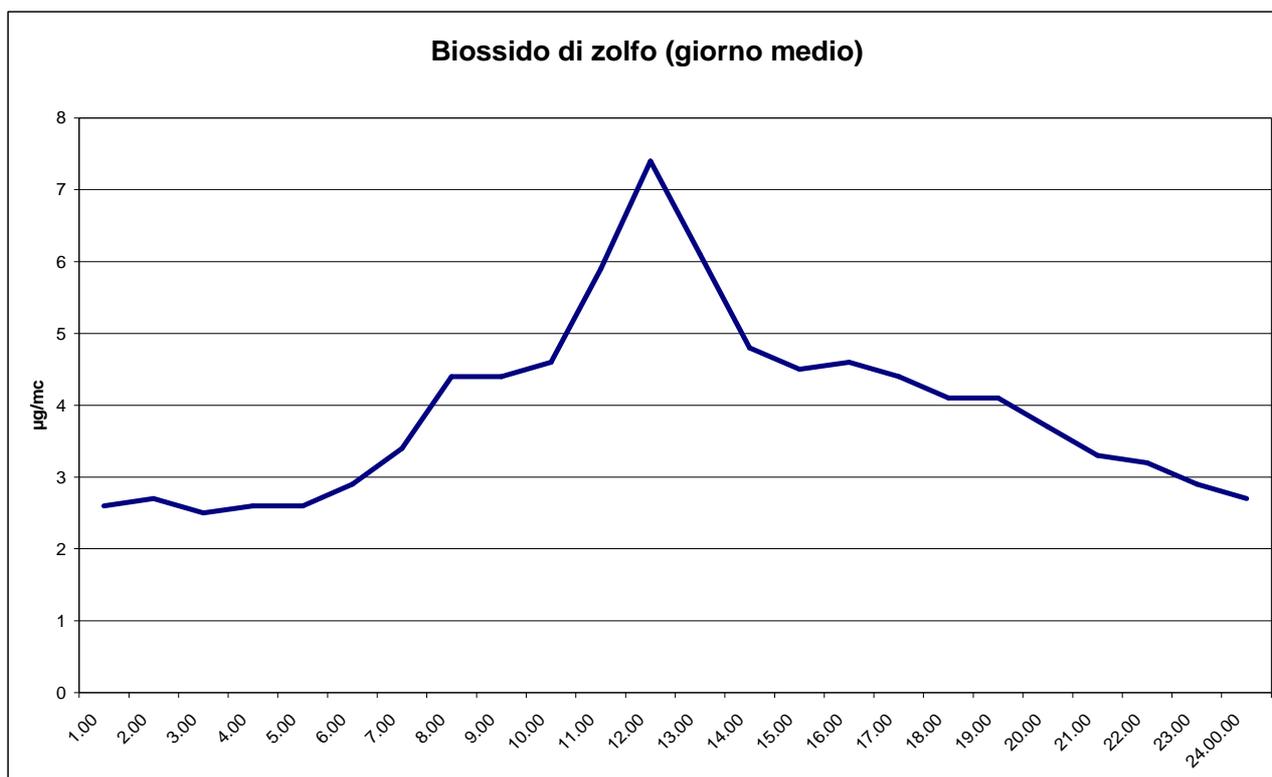


Figura 3: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

## 5. Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è un gas tossico che si forma in tutti i processi di combustione che avvengono in difetto di ossigeno. La causa principale di inquinamento da monossido di carbonio è oggi indubbiamente costituita dal traffico veicolare. Si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90 % alle emissioni di CO di origine antropica. La quantità di CO prodotta dipende dal tipo di motorizzazione, dalla velocità di marcia e da altri fattori. Si verificano alte produzioni di questo inquinante in condizioni di traffico congestionato, con bassa velocità di scorrimento, che si realizzano tipicamente nei centri urbani.

Fonti di emissione di minore importanza sono le attività industriali in cui sono coinvolti processi termici e gli impianti di riscaldamento delle abitazioni.

Il monossido di carbonio ha la proprietà di fissarsi in modo reversibile all'emoglobina del sangue, entrando in competizione con l'ossigeno, il cui legame con l'emoglobina è di circa 200 volte più debole, portando così ad un'alterazione del meccanismo di trasporto dell'ossigeno stesso dai polmoni a tutti i distretti dell'organismo.

A concentrazioni molto elevate (che si rinvengono però soltanto in ambienti chiusi) il CO può portare a morte per asfissia; alle concentrazioni rilevabili nei centri urbani gli effetti tossici sono decisamente meno evidenti.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sup>3</sup>).

Il DM 60/2002 definisce per il monossido di carbonio il valore limite per la protezione della salute pari ad una media massima giornaliera su 8 ore di 10 mg/m<sup>3</sup>.

Misure

**Parametro: Monossido di Carbonio (CO)**  
 (milligrammi / metro cubo)

|   |     |
|---|-----|
| Minima media giornaliera  | 0.5 |
| Massima media giornaliera   | 0.9 |
| Media delle medie giornaliere   | 0.7 |
| Giorni validi   | 27  |
| Percentuale giorni validi   | 96% |
| Media dei valori orari  | 0.7 |
| Massima media oraria  | 1.5 |
| Ore valide  | 657 |
| Percentuale ore valide  | 98% |
| Minimo delle medie 8 ore  | 0.3 |
| Media delle medie 8 ore   | 0.7 |
| Massimo delle medie 8 ore   | 1.1 |
| Percentuale medie 8 ore valide  | 98% |
| <u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>                                   | 0   |
| <u>Numero di superamenti dell'obbiettivo a lungo term. per la prot. della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u> | 0   |

Nel grafico di figura 4 è riportato l'andamento medio orario (media mobile su otto ore) della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile. La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 0.7 mg/m<sup>3</sup>

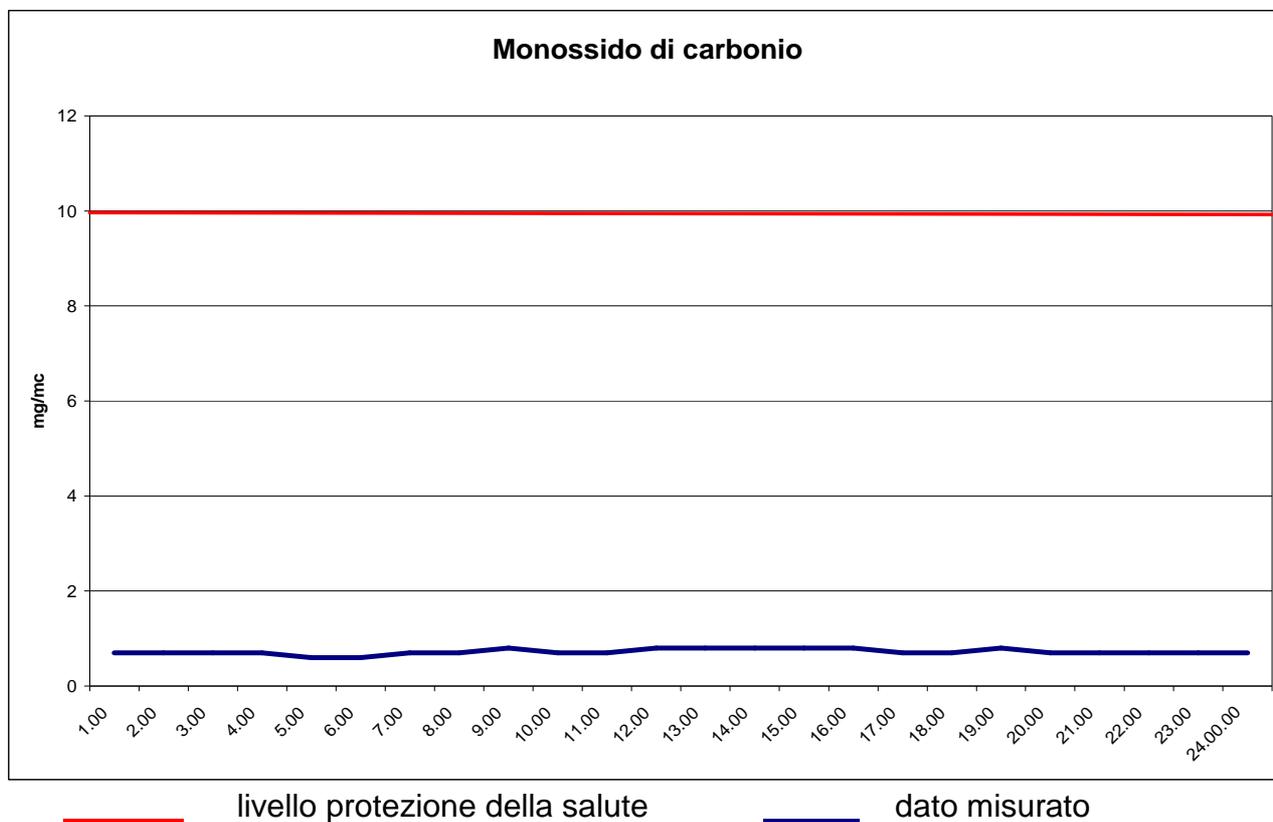


Figura 4: andamento giornaliero delle medie su 8 ore (giorno medio)

## 6. Ozono

Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario in un ciclo di reazioni fotochimiche che vede coinvolti anche gli ossidi di azoto. La reazione fondamentale di produzione di ozono è costituita dalla fotolisi del biossido di azoto:



L'ozono considerato è quello troposferico, presente negli strati più bassi dell'atmosfera, a differenza di quello presente nella stratosfera e connesso con il problema del "buco dell'ozono".

La formazione dell'ozono troposferico è legata all'intensità della radiazione ultravioletta al suolo (l'andamento giornaliero presenta infatti una curva a campana che va di pari passo con i valori di radiazione solare incidente), tuttavia la sua concentrazione finale è determinata anche dalla presenza di altre sostanze dette perciò "precursori", quali gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili (idrocarburi, aldeidi, chetoni, ecc. emessi in gran quantità da sorgenti naturali ed antropiche).

La sua elevata capacità ossidante lo rende direttamente in grado di reagire con i tessuti viventi: è un riconosciuto bronco-irritante ed è in grado di alterare la funzionalità polmonare, nonché di causare disturbi agli occhi e alle mucose. Inoltre i vegetali sono particolarmente sensibili alla sua presenza.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di ozono è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In Italia il D. Lgs 183/04 definisce i seguenti valori:

- Valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (massima media su 8 ore, da non superare più di 25 volte all'anno);
- Soglia di informazione pari a  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media oraria), definita come "livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure";
- Soglia di allarme pari a  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (media oraria), definita come "livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure".

Misure

**Parametro: Ozono (O3)**  
 (microgrammi / metro cubo)

|  |     |
|--|-----|
| Minima media giornaliera   | 29  |
| Massima media giornaliera  | 70  |
| Media delle medie giornaliere  | 51  |
| Giorni validi  | 24  |
| Percentuale giorni validi  | 86% |
| Media dei valori orari   | 51  |
| Massima media oraria   | 134 |
| Ore valide   | 595 |
| Percentuale ore valide   | 89% |
| Minimo delle medie 8 ore   | 6   |
| Media delle medie 8 ore  | 51  |
| Massimo delle medie 8 ore  | 113 |
| Percentuale medie 8 ore valide   | 89% |
| <u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)</u>   | 0   |
| <u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u> | 0   |
| <u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>  | 0   |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>   | 0   |
| <u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>   | 0   |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>  | 0   |
| <u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>  | 0   |

Nel grafico di figura 5 è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile.  
 La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 51  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

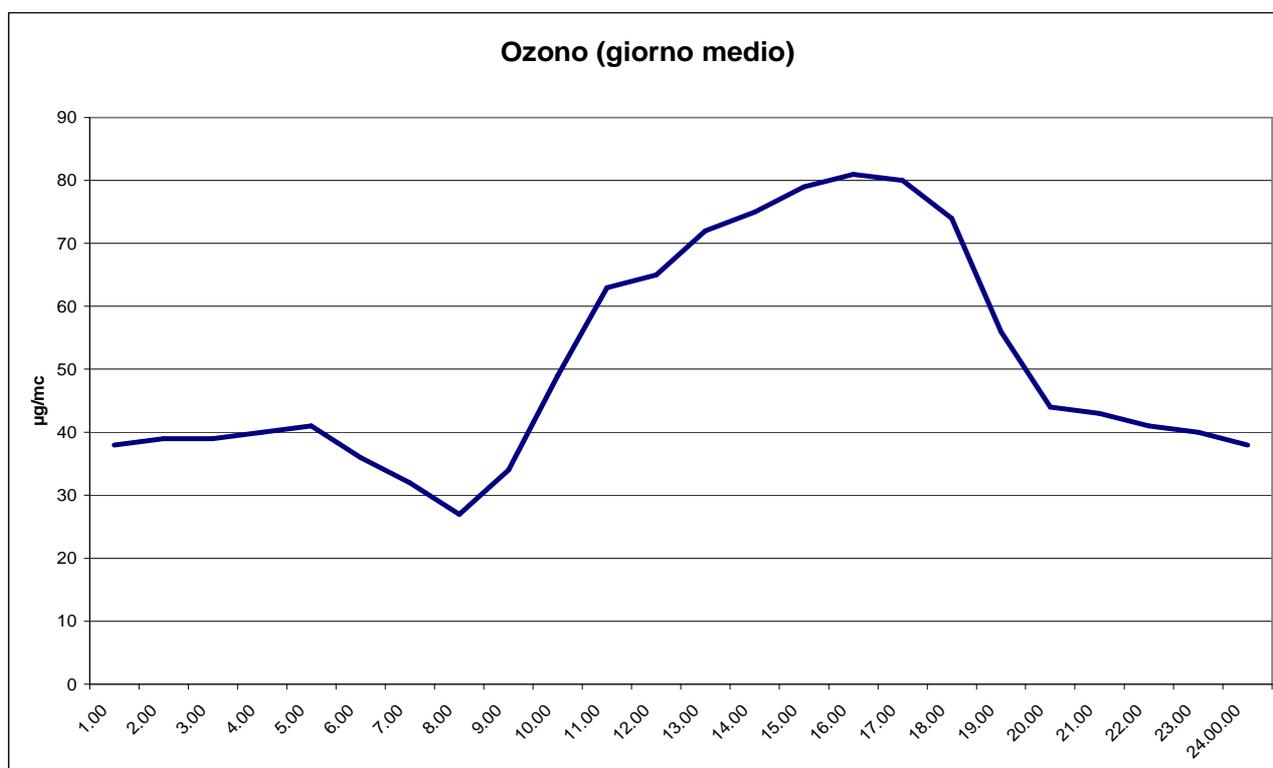


Figura 5: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

### Particolato PM<sub>10</sub>

Con il termine particolato si indica in generale una sospensione di particelle in aria, particelle che possono essere solidi aerodispersi oppure possono avere una struttura più complessa costituita da un nucleo solido circondato da una fase liquida in equilibrio con la fase gassosa circostante. Le particelle, soprattutto le più piccole (di diametro inferiore al micron) non costituiscono una fase eterogenea inerte rispetto al gas ma sono in una situazione di interazione chimico/fisica con esso, come è ad esempio nel caso dello smog fotochimico.

Il particolato costituisce perciò un sistema estremamente eterogeneo e complesso dal punto di vista dello stato fisico, delle proprietà aerodinamiche, della composizione chimica (organica ed inorganica), dell'origine (antropica, animale, vegetale, minerale) e della tossicità. Sicuramente i

processi di combustione (veicolare, civile, industriale) ne sono una fonte significativa sia diretta che indiretta.

L'elemento comune che permette di classificare il particolato sono le sue dimensioni, espresse in termini di *diametro aerodinamico delle particelle*; in base alla distribuzione dimensionale di un campione di particolato se ne definisce la capacità di raggiungere più o meno in profondità le vie respiratorie (e di conseguenza la valenza sanitaria) ed altre proprietà quali il tempo di permanenza nell'atmosfera.

La frazione PM<sub>10</sub> è importante ai fini tossicologici perché rappresenta per convenzione la *frazione toracica delle polveri*, cioè la frazione che può superare la laringe e penetrare nei bronchi

La tossicità del particolato è legata soprattutto alla composizione chimica ed in particolare alla presenza sulla sua superficie di sostanze tossiche quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, ecc. che possono essere rilasciate, una volta inalate, sui tessuti delle vie respiratorie. Questo fenomeno di assorbimento/rilascio avviene in maniera differente in funzione delle dimensioni del particolato stesso con diametro inferiore a, rispettivamente, 10 µm, 2,5 µm, 1 µm (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>).

#### Riferimenti normativi:

L'unità di misura del particolato atmosferico è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).

Il DM 60/2002, stabilisce i seguenti valori limite per la frazione PM<sub>10</sub>:

- Valore limite su 24 ore per la protezione della salute umana: 50 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte l'anno).
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m<sup>3</sup>.

#### Misure

##### **Parametro: Polveri PM10 - Basso Volume** (microgrammi / metro cubo)

|  |     |
|--|-----|
| Minima media giornaliera   | 20  |
| Massima media giornaliera  | 64  |
| Media delle medie giornaliere  | 37  |
| Giorni validi  | 24  |
| Percentuale giorni validi  | 86% |
| Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50) | 3   |

Nel grafico di figura 6 è riportato l'andamento medio giornaliero della concentrazione dell'inquinante rilevato dal Mezzo Mobile. La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 37 µg/m<sup>3</sup>.

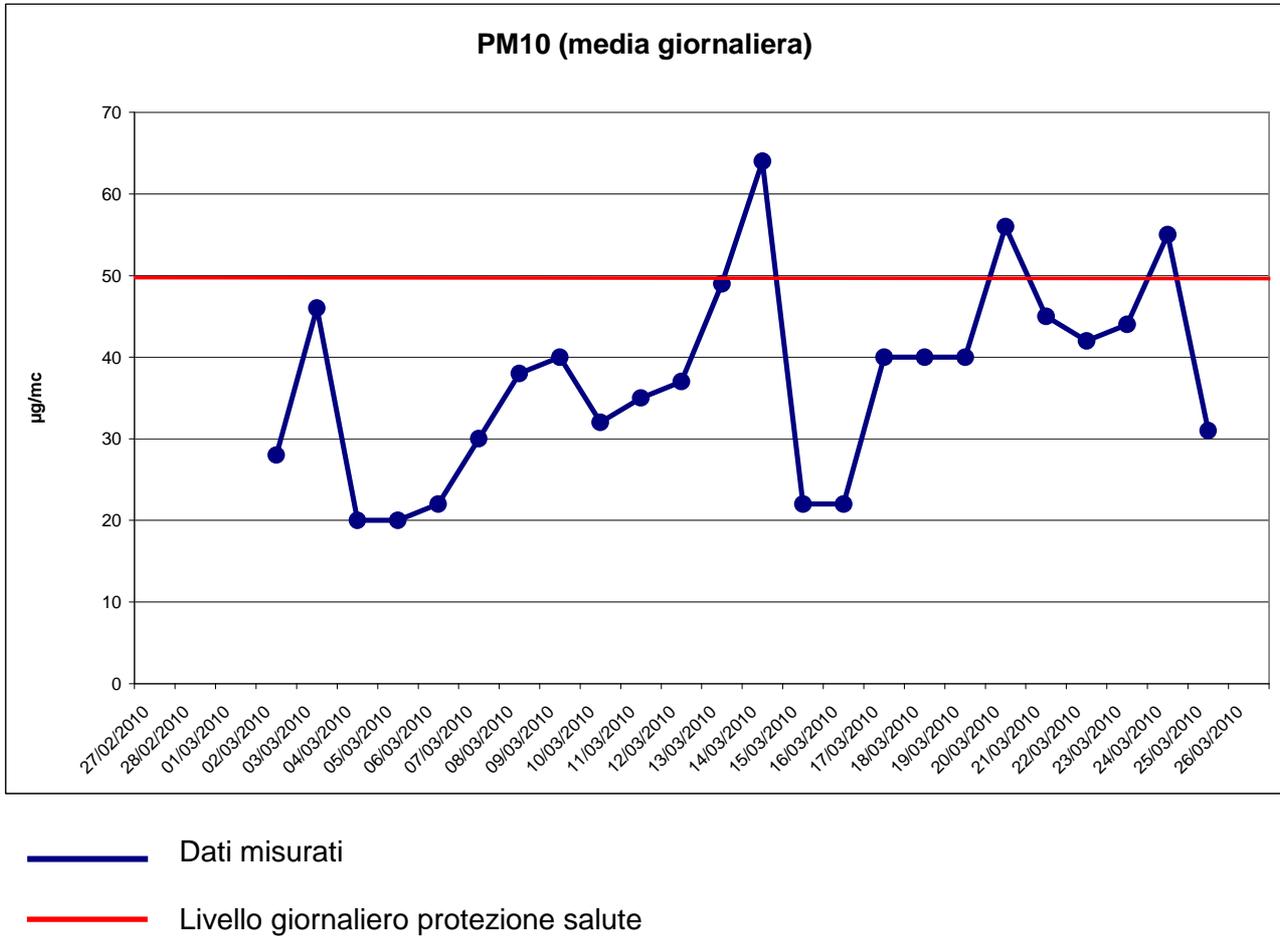


Figura 6: andamento media giornaliera

## 8. Dati riassuntivi

### *Benzene*

Per questo inquinante il limite di riferimento è su base annua; la media mensile misurata dal Mezzo Mobile è nettamente inferiore al limite annuo.

### *Biossido di azoto*

Per questo inquinante esistono limiti di riferimento sia sul breve periodo (media oraria) sia sul lungo periodo (media annuale).

I valori di media oraria misurati dal Mezzo Mobile sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti né del livello di protezione né del livello di allarme.

### *Biossido di zolfo*

Per questo inquinante esistono limiti di riferimento sia sul breve periodo (media oraria) sia sul medio periodo (media giornaliera).

I valori misurati sono di due ordini di grandezza inferiori ai limiti di riferimento confermando l'andamento ormai consolidato su tutto il territorio regionale.

### *Monossido di carbonio*

I valori misurati dal Mezzo Mobile sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti del livello di protezione.

### *Ozono*

I valori di media oraria misurati dal Mezzo Mobile sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti né del valore bersaglio, né delle soglie di informazione e di allarme.

### *Particolato PM<sub>10</sub>*

Per questo inquinante esistono limiti di riferimento sia sul breve periodo (media giornaliera) sia sul lungo periodo (media annuale).

I valori di media giornaliera misurati dal Mezzo Mobile non sono elevati e, nel periodo esaminato, si registrano tre giorni di superamento del limite.

## 9. Conclusioni

Per tutti i parametri considerati si osserva un andamento giornaliero dei dati appena inferiore al dato medio regionale. Per quanto riguarda i confronti con i limiti, quando applicabili, si osserva che per tutti i parametri, ad esclusione del PM<sub>10</sub>, i valori misurati sono inferiori a detti limiti. I valori di PM<sub>10</sub>, pur essendo di poco inferiori, rispecchiano l'andamento regionale del periodo in osservazione.