

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**  
**COMUNE DI TAVERNOLA**

11/ 03/ 2004 – 06/ 04/ 2004



---

Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

# Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI TAVERNOLA

## Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

P.I. Marco Foresti .....

P.Ch. Rosario Efrem Gamba .....

**Relazione**     *redatta*     Ing. Augusto Musitelli .....

## Premessa

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con un Laboratorio Mobile tra il 11 marzo 2004 e il 6 aprile 2004 nel Comune di Tavernola. La campagna è stata a suo tempo richiesta dallo stesso Comune, in quanto interessato a procedere con la rilevazione della qualità dell'aria del territorio comunale.

---

# Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI TAVERNOLA

|  |         |
|--|---------|
| Introduzione   |         |
| <b>Laboratorio Mobile</b> .....  | pag. 3  |
| <b>Principali Inquinanti atmosferici</b> .....   | pag. 3  |
| <b>Normativa</b> .....   | pag. 4  |
| Campagna di Misura   |         |
| <b>Sito di Misura</b> .....  | pag. 6  |
| <b>Principali Sorgenti Emissive</b> .....  | pag. 7  |
| <b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura</b> .....  | pag. 10 |
| <b>Andamento inquinanti nel periodo di misura</b> .....  | pag. 12 |
| <b>Discussione dei risultati di ulteriori analisi (indagine radiometrica sulle polveri totali sospese)</b> | pag. 13 |
| <b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse</b> .....                                | pag. 13 |
| <b>Conclusioni</b> .....   | pag. 14 |
| <b><i>Allegato tabelle e grafici inquinanti</i></b>  |         |

## Introduzione

### Laboratorio Mobile

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Bergamo, è stato utilizzato un Laboratorio Mobile.

La strumentazione presente sul laboratorio permette il rilevamento di:

- Biossido di Zolfo ( $SO_2$ );
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ozono ( $O_3$ );
- Ossidi di Azoto ( $NO_x$ , NO e  $NO_2$ );
- Particolato Fine (PM10).
- Polveri totali sospese (PTS)
- Benzene, Toluene e Xilene (BTX)

La strumentazione che viene utilizzata in un laboratorio mobile deve rispondere a determinate caratteristiche previste dalla legislazione regionale (DPR 203/88 e nel DPCM del 28/3/83 e succ. agg.). Anche per le altezze dei prelievi sono fornite indicazioni nazionali e regionali:

- il Monossido di Carbonio viene prelevato a 1,6 metri dal suolo (altezza uomo) e a non più di 3 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di  $SO_2$ ,  $O_3$ ,  $NO_x$ , NO,  $NO_2$ , PM10, PTS e BTX viene posta a 3 metri di quota;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 metri.

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento nelle Direttive Regionali (L.R. 13/07/84), nazionali (DPR 31/05/91) e in quelle dell'Istituto Superiore di Sanità (Documento ISTISAN n.89/10)

### Principali inquinanti atmosferici regolati da normative vigente

| Inquinanti  | Principali sorgenti  |
|---|--|
| Biossido di Zolfo*<br>$SO_2$                        | Impianti riscaldamento, centrali di potenza (combustione di prodotti organici di origine fossile, contenenti zolfo)  |
| Biossido di Azoto**<br>$NO_2$                       | Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici) |
| Monossido di Carbonio*<br>CO                        | Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)   |
| Ozono**<br>$O_3$                                    | Inquinante di origine fotochimica che si forma principalmente in presenza di ossidi di azoto   |
| Polveri Totali Sospese*<br>PTS                      | Particelle solide o liquide aerodisperse di origine sia naturale (erosione dal suolo, ecc.) che antropica (processi di combustione)  |
| Particolato Fine*/**<br>PM10                        | Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 $\mu m$ , provenienti principalmente da processi di combustione  |
| Idrocarburi non Metanici*<br>NMHC<br>(IPA, Benzene) | Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio)  |

\* = Inquinante Primario = Inquinante generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche;

\*\* = Inquinante Secondario = Inquinante prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche

## Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 24/5/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 16/5/96 – D.M. 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di attenzione e allarme (D.G.R. 28/10/02).

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2004.

| Monossido di Carbonio | Valore Limite (mg/m <sup>3</sup> )    | Periodo di mediazione | Legislazione |                  |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
|                       | Standard di qualità                   | <b>40</b>             | 1 h          | D.P.C.M. 28/3/83 |
|                       | Standard di qualità                   | <b>10</b>             | 8 h          | D.P.C.M. 28/3/83 |
|                       | Valore limite protezione salute umana | <b>10 (+2)</b>        | 8 h          | D.M. 2/4/02      |
|                       | Soglia di attenzione                  | <b>10</b>             | 8 h          | D.G.R. 28/10/02  |

| Biossido di Azoto | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )  | Periodo di mediazione | Legislazione                        |                               |
|-------------------|---|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                   | Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)                     | <b>200</b>            | 1 h                                 | D.P.R. 24/5/88                |
|                   | Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile) | <b>200 (+60)</b>      | 1 h                                 | D.M. 2/4/02                   |
|                   | Valore limite protezione salute umana   | <b>40 (+12)</b>       | Anno civile                         | D.M. 2/4/02                   |
|                   | Soglia di attenzione  | <b>200</b>            | 1 h                                 | D.G.R. 28/10/02               |
|                   | Soglia di allarme   | <b>400</b>            | 1 h (rilevati su 3 ore consecutive) | D.M. 2/4/02 e D.G.R. 28/10/02 |

| Ossidi di Azoto | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )   | Periodo di mediazione | Legislazione |             |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------|-------------|
|                 | Valore limite protezione vegetazione | <b>30</b>             | Anno civile  | D.M. 2/4/02 |

| Biossido di Zolfo | Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )   | Periodo di mediazione | Legislazione |                |
|-------------------|--|-----------------------|--------------|----------------|
|                   | Standard di qualità (mediana rilevata durante l'anno ecologico – 1 aprile/31 marzo)        | <b>80</b>             | 24 h         | D.P.R. 24/5/88 |
|                   | Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno ecologico – 1 aprile/31 marzo) | <b>250</b>            | 24 h         | D.P.R. 24/5/88 |
|                   | Standard di qualità (mediana rilevata durante il periodo invernale – 1 ottobre/31 marzo)   | <b>130</b>            | 24 h         | D.P.R. 24/5/88 |
|                   | Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)    | <b>350 (+30)</b>      | 1 h          | D.M. 2/4/02    |

|  |  |            |  |                               |
|--|--|------------|--|-------------------------------|
|  | Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile) | <b>125</b> | 24 h                                   | D.M. 2/4/02                   |
|  | Valore limite protezione ecosistemi  | <b>20</b>  | Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar) | D.M. 2/4/02                   |
|  | Soglia di attenzione   | <b>130</b> | 24 h                                   | D.G.R. 28/10/02               |
|  | Soglia di allarme  | <b>500</b> | 1 h (rilevati su 3 ore consecutive)    | D.M. 2/4/02 e D.G.R. 28/10/02 |

| <b>Ozono</b> | <b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b> |            | <b>Periodo di mediazione</b> | <b>Legislazione</b>            |
|--------------|--|------------|------------------------------|--------------------------------|
|              | Livello di protezione salute                               | <b>110</b> | 8 h                          | D.M. 16/5/96                   |
|              | Livello di protezione vegetazione                          | <b>200</b> | 1 h                          | D.M. 16/5/96                   |
|              | Livello di protezione vegetazione                          | <b>65</b>  | 24 h                         | D.M. 16/5/96                   |
|              | Soglia di informazione e attenzione                        | <b>180</b> | 1 h                          | D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02 |
|              | Soglia di allerta e allarme                                | <b>360</b> | 1 h                          | D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02 |

| <b>Particolato Totale Sospeso</b> | <b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>   |            | <b>Periodo di mediazione</b> | <b>Legislazione</b> |
|-----------------------------------|--|------------|------------------------------|---------------------|
|                                   | Standard di qualità (media annuale)                          | <b>150</b> | 24h                          | D.P.C.M. 28/3/83    |
|                                   | Standard di qualità (95° percentile rilevato durante l'anno) | <b>300</b> | 24h                          | D.P.C.M. 28/3/83    |

| <b>Particolato Fine PM10</b> | <b>Valore Obiettivo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>                           |                | <b>Periodo di mediazione</b> | <b>Legislazione</b> |
|------------------------------|---|----------------|------------------------------|---------------------|
|                              | Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) | <b>50 (+5)</b> | 24 h                         | D.M. 2/4/02         |
|                              | Valore limite protezione salute umana   | <b>40 (+2)</b> | Anno civile                  | D.M. 2/4/02         |
|                              | Soglia di attenzione  | <b>50</b>      | 24 h                         | D.G.R. 28/10/02     |

| <b>Idrocarburi non Metanici</b> | <b>Valore Obiettivo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b> |                  | <b>Periodo di mediazione</b> | <b>Legislazione</b> |              |
|---------------------------------|---|------------------|------------------------------|---------------------|--------------|
|                                 | <b>Totali</b>   | Valore obiettivo | <b>200</b>                   | 3 h consecutive*    | DPCM 28/3/83 |
|                                 | <b>Benzene</b>  | Valore obiettivo | <b>5 (+5)</b>                | Anno civile         | D.M. 2/4/02  |
|                                 | <b>Benzo(a)pirene</b>   | Valore obiettivo | <b>0,001</b>                 | Anno civile         | DM. 25/11/94 |

Gli obiettivi di qualità su base annua delle concentrazioni di IPA fanno riferimento alle concentrazioni di benzo(a)pirene. (D.M. 25/11/94)

\* Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono



**Periodo di Misura:** 11 marzo 2004 – 6 aprile 2004

**Sito di misura:** **Comune di Tavernola**

Assi Stradali: S.S. 469  
S.P. 78

Il Laboratorio mobile è stato posizionato presso il cortile della Scuola Media di Via Valle in zona residenziale.

### **Principali sorgenti emissive**

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Tavernola è stato utilizzato l'inventario regionale, denominato INEMAR (Inventario Emissioni Aria). Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

- Combustione per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>)
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O)
- Polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM<sub>10</sub>)

I dati sono stati elaborati al fine di definire i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico. Per i principali inquinanti sono state valutate le loro principali fonti emissive all'interno del Comune di Tavernola.

A causa di un guasto al sito di scarico dati del Programma Inemar non si è potuto valutare le emissioni di Comune di Tavernola; i valori verranno comunicati quando saranno disponibili.

Si riportano le stime riferite all'intera Provincia di Bergamo.

Si fa presente inoltre che l'inventario utilizzato si basa su dati riferiti al 2001.

### Comune di Tavernola

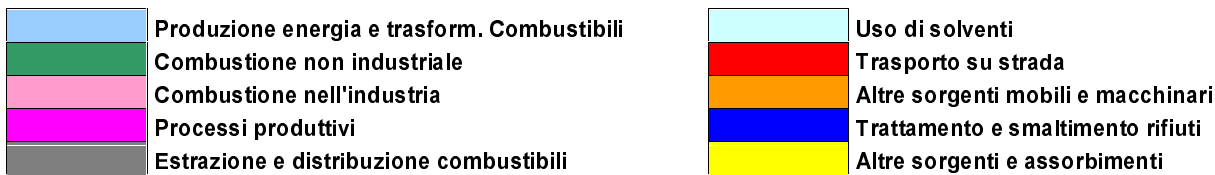
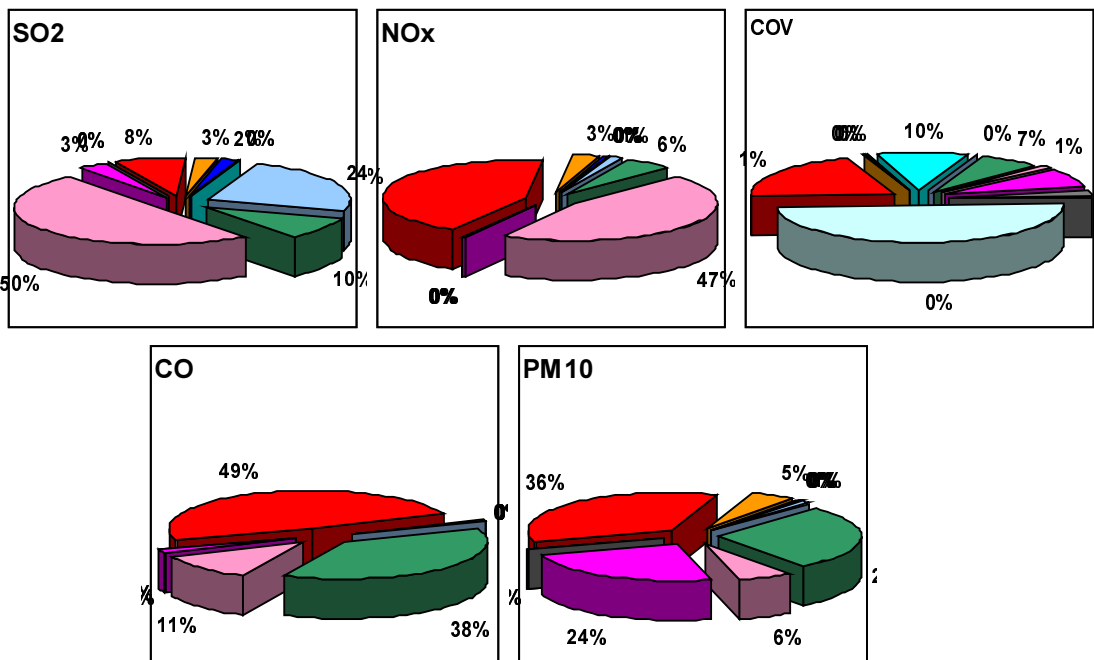
| DESCRIZIONE MACROSETTORE                | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | COV    | CO     | PM <sub>10</sub> |
|---|-----------------|-----------------|--------|--------|------------------|
|   | t/anno          | t/anno          | t/anno | t/anno | t/anno           |
| Combustione non industriale             |                 |                 |        |        |                  |
| Combustione nell'industria              |                 |                 |        |        |                  |
| Processi produttivi                     |                 |                 |        |        |                  |
| Estrazione e distribuzione combustibili |                 |                 |        |        |                  |
| Uso di solventi                         |                 |                 |        |        |                  |
| Trasporto su strada                     |                 |                 |        |        |                  |
| Altre sorgenti mobili e macchinari      |                 |                 |        |        |                  |
| Trattamento e smaltimento rifiuti       |                 |                 |        |        |                  |
| Agricoltura                             |                 |                 |        |        |                  |
| Altre sorgenti e assorbimenti           |                 |                 |        |        |                  |

### Provincia di Bergamo

| DESCRIZIONE MACROSETTORE                     | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | COV    | CO     | PM <sub>10</sub> |
|--|-----------------|-----------------|--------|--------|------------------|
|  | t/anno          | t/anno          | t/anno | t/anno | t/anno           |
| Produzione energia e trasform. combustibili  | 960             | 373             | 6      | 24     | 20               |
| Combustione non industriale                  | 375             | 1668            | 2296   | 27703  | 740              |
| Combustione nell'industria                   | 1983            | 13246           | 458    | 8423   | 172              |
| Processi produttivi                          | 127             | 142             | 2750   | 1187   | 632              |
| Estrazione e distrib.di combustibili fossili | 0               | 0               | 889    | 0      | 0                |
| Uso di solventi                              | 0               | 0               | 16506  | 0      | 4                |
| Trasporto su strada                          | 313             | 12584           | 7010   | 35856  | 947              |
| Altre sorgenti mobili e macchinari           | 104             | 883             | 126    | 281    | 132              |
| Trattamento e smaltimento rifiuti            | 72              | 141             | 3      | 13     | 7                |
| Agricoltura                                  |                 | 32              | 18     | 55     | 4                |
| Altre sorgenti e assorbimenti                | 2               | 7               | 3474   | 206    | 9                |

# COMUNE DI TAVERNOLA-STIME EMISSIONI 2001

## PROVINCIA DI BERGAMO-STIMA EMISSIONI 2001



## Situazione meteorologica nel periodo di misura

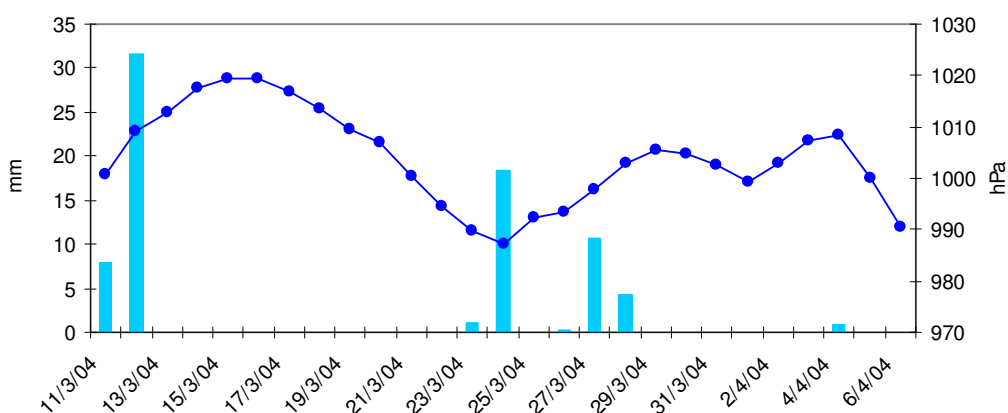
La campagna di Qualità dell'Aria è stata condotta tra il 11 marzo 2004 e il 6 aprile 2004. Il periodo di misura è stato caratterizzato da precipitazioni medie (8 giorni di precipitazioni su 27 giorni di campionamento).

La velocità del vento non ha quasi mai superato 2 m/sec. con alcuni episodi di rinforzo di vento dovuto alla presenza del Lago d'Isèo in prossimità della posizione di campionamento.

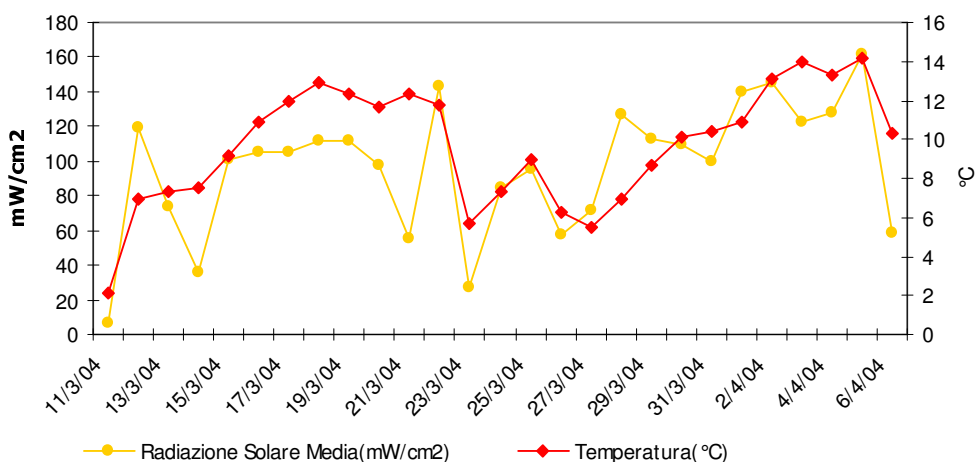
In accordo con il passaggio dei fronti nuvolosi e la persistenza di alte pressioni la pressione atmosferica ha avuto un andamento alterno con valore orario massimo di 1021 mBAR e un valore orario minimo di 986 mBAR.

L'andamento della temperatura mette in evidenza la forte escursione termica tra il giorno e la notte (temperatura minima di 1.8° registrata il 11.3.2004 e temperatura massima di 22.2° registrata il 18.3.2004).

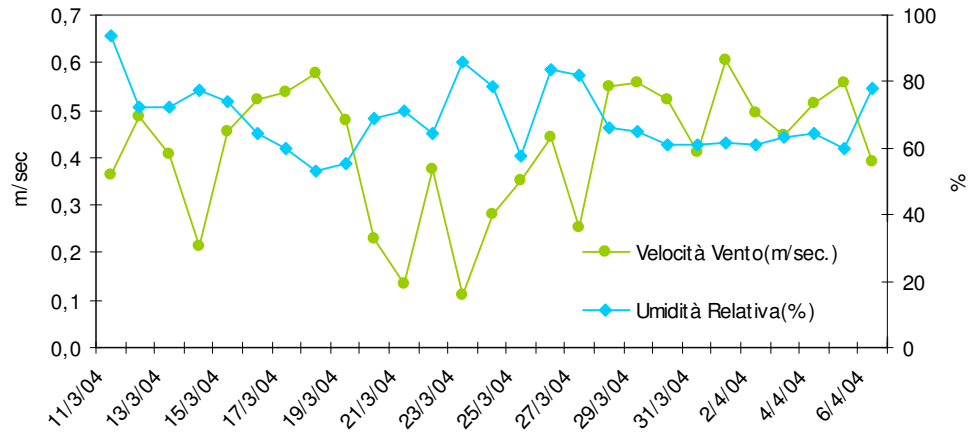
### Precipitazioni e Pressione



### Radiazione Solare Media e Temperatura



### Velocità del Vento e Umidità relativa



## Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 11 marzo 2004 al 6 aprile 2004 è stata realizzata nel Comune di Tavernola una campagna di monitoraggio di Qualità dell'Aria. Il Laboratorio mobile è stato posizionato presso il cortile della Scuola Media di Via Valle.

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)** è da ricondursi al contenuto di zolfo nei combustibili fossili. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha permesso di migliorare i processi di combustione, rendendo disponibile combustibile a basso tenore di zolfo. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio al gas naturale le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di 4 µg/m<sup>3</sup> per la media aritmetica e di 5 µg/m<sup>3</sup> per la media massima giornaliera.

Il **monossido di carbonio (CO)**, ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine al suolo e in area urbana è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare (in particolare quando le autovetture sono in fase di decelerazione) e come tale le sue concentrazioni dipendono dai flussi di traffico in prossimità della zona in cui avviene il prelievo. I livelli di concentrazione massima durante il giorno si raggiungono generalmente in concomitanza alle punte di traffico lavorativo di inizio e fine giornata, particolarmente accentuati nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono poi a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di 2.1 mg/m<sup>3</sup> per la media massima oraria e di 0.7 mg/m<sup>3</sup> per la media massima su 8 ore.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito dei processi di combustione che si generano negli impianti di riscaldamento, e nei motori a scoppio degli autoveicoli. Le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando le autovetture sono a regime di marcia sostenuta e/o si trovano in fase di accelerazione. Al momento dell'emissione il rapporto in volume tra NO<sub>2</sub> e NO è a favore di quest'ultimo.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, tuttavia viene misurato in quanto oltre a trasformarsi in tempi brevi in NO<sub>2</sub>, le sue emissioni contribuiscono ai processi fotochimici per la produzione di O<sub>3</sub> troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori a cui attenersi.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di 37 µg/m<sup>3</sup> per la media aritmetica oraria e di 75 µg/m<sup>3</sup> per la media massima oraria.

A differenza dei suoi precursori, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse in prossimità delle sorgenti, la formazione di **Ozono (O<sub>3</sub>)** è più complessa. Inquinante secondario, viene prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono NO<sub>x</sub> e composti organici volatili. Nelle atmosfere dei centri urbani, durante le ore in cui il traffico è più intenso, si ha un graduale accumulo di NO con successiva formazione di NO<sub>2</sub>. Si arriva quindi alla formazione di ozono, che raggiunge valori massimi durante le ore centrali della giornata. Nel corso del pomeriggio la diminuzione della radiazione solare e la nuova emissione di reattivi riducono progressivamente i livelli di ozono, riportandolo a valori minimi.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di 41 µg/m<sup>3</sup> per la media massima oraria e di 24 µg/m<sup>3</sup> per la media massima su 8 ore.

Il **Particolato Fine (PM10)** è considerato uno dei “nuovi inquinanti”, la sua misura è stata introdotta a partire da febbraio 1998. Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi nuovamente al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia. Durante la permanenza in atmosfera le particelle subiscono diverse trasformazioni, che alterano le loro caratteristiche chimiche e morfologiche. Il Particolato Totale Sospeso è costituito da particelle con dimensioni differenti: si possono misurare particelle con diametro aerodinamico dell'ordine di alcune frazioni di micron fino a particelle grandi con diametro attorno alle decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle fini e come tali presentano caratteristiche tali da penetrare nelle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a 10 µm.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di 33 µg/m<sup>3</sup> per la media aritmetica e di 63 µg/m<sup>3</sup> per la media massima giornaliera.

Durante la campagna del Laboratorio Mobile nel Comune di Tavernola sono state misurate anche le **Polveri Totali Sospese (P.T.S.)** con valori di 58 µg/m<sup>3</sup> per la media aritmetica.

Il **Benzene, Toluene e Xilene** provengono come per il CO prevalentemente in ambito urbano dal traffico veicolare. L'andamento giornaliero rispecchia in modo identico quello del CO.

I livelli di questi inquinanti, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di 1.2 µg/m<sup>3</sup> per il Benzene, di 3.5 µg/m<sup>3</sup> per il Toluene e di 1.9 µg/m<sup>3</sup> per lo Xilene per la media aritmetica.

Durante la campagna del Laboratorio Mobile nel Comune di Tavernola si è colta l'occasione per effettuare **un'indagine sulla radioattività** presente. L'indagine, con un carattere di primo “screening”, è stata svolta attraverso l'esecuzione di tre analisi di spettrometria gamma ad alta risoluzione eseguite con un rilevatore al germanio su un insieme di tre filtri delle polveri aerodisperse, rappresentativi del mese di marzo 2004. I risultati dell'analisi radiometrica non evidenzia nessun fenomeno di radiocontaminazione in atto.

---

L'evoluzione temporale dei diversi inquinanti monitorati è rappresentata con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora *h* e le 7 ore precedenti l'ora *h*.
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

### **Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse**

I dati rilevati (SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM10, P.T.S.) nel Comune di Tavernola (dove è stato installato il laboratorio mobile) sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente in alcune centraline di Comuni appartenenti alla rete fissa del Dipartimento di Bergamo.

Nelle seguenti Tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM10 e P.T.S. relativi al periodo della campagna di misura:

- media delle concentrazioni medie orarie e rispettive deviazioni standard;

- media delle concentrazioni medie sulle 8 ore e rispettive deviazioni standard;
- valore massimo orario;
- valore massimo riferito alla media delle 8 ore;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione

## Conclusioni

Durante i giorni della campagna di misura nel Comune di Tavernola tra i parametri misurati (**SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>**) soltanto per il PM<sub>10</sub> si sono stati registrati 3 superamenti del livello di attenzione fissati dalla Delibera Regionale n. VII/10863 del 28/10/2002.

## Tabelle

|                                | rete | Tipo zona          | Tipo stazione           | Quota s.l.m. (metri) | Periodo di misura  |
|--------------------------------|------|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
|                                |      | Dec. 2001/ 752/ CE | Decisione 2001/ 752/ CE |                      |                    |
| <b>Tavernola (Lab. Mobile)</b> | PUB  | URBANA             | TRAFFICO                | 190                  | 11.3.2004-6.4.2004 |
| <b>Osio Sotto</b>              | PRIV | SUBURBANA          | FONDO                   | 182                  | Centralina Fissa   |
| <b>Lallio</b>                  | PRIV | URBANA             | TRAFFICO                | 207                  | Centralina Fissa   |
| <b>Costa Volpino</b>           | PUB  | URBANA             | TRAFFICO                | 192                  | Centralina Fissa   |
| <b>Tavernola</b>               | PUB  | SUBURBANA          | IND.                    | 191                  | Centralina Fissa   |
| <b>S.Giorgio(BG)</b>           | PUB  | URBANA             | TRAFFICO                | 249                  | Centralina Fissa   |
| <b>Garibaldi(BG)</b>           | PUB  | URBANA             | TRAFFICO                | 249                  | Centralina Fissa   |
| <b>Nembro</b>                  | PUB  | SUBURBANA          | TRAFFICO                | 309                  | Centralina Fissa   |
| <b>Goisis(BG)</b>              | PUB  | SUBURBANA          | FONDO                   | 290                  | Centralina Fissa   |

**rete:** PUB = pubblica, PRIV = privata

**tipo zona Decisione 2001/752/CE:**

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti
- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale)
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale
- **NON NOTA:** sconosciuta o altro

**tipo stazione Decisione 2001/752/CE:**

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale
- **NON NOTA:** sconosciuta o altro

## Table Inquinanti

### Biossido di Azoto

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 1 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Attenzione |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|---|---|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 37                                    | 11      | 75  | <b>0</b>                                  |  |
| <b>S. Giorgio(BG)</b>            | 99.4    | 66                                    | 33      | 200   | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Tavernola</b>                 | 100.0   | 43                                    | 16      | 109   | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Costa Volpino</b>             | 94.3    | 10                                    | 4       | 23  | <b>0</b>                                  |  |

### Biossido di Zolfo

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 24 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Attenzione |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|---|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 4                                     | 0.3     | 5  | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Garibaldi(BG)</b>             | 100.0   | 21                                    | 7.6     | 30   | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Tavernola</b>                 | 100.0   | 8                                     | 0.9     | 9  | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Lallio</b>                    | 100.0   | 7                                     | 4.1     | 9  | <b>0</b>                                  |  |

**Pm-10**

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 24 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Attenzione |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|---|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 33                                    | 14.7    | 63   | <b>3</b>                                  | <b>20/31.3.2004<br/>1.4.2004</b>                             |
| <b>Lallio</b>                    | 97.5    | 41                                    | 26.5    | 78   | <b>11</b>                                 | <b>13/14/15/16/<br/>17/18/19/30/31.3.2004<br/>1/2.4.2004</b> |
| <b>Osio Sotto</b>                | 91.8    | 40                                    | 27.3    | 82   | <b>9</b>                                  | <b>14/15/16/<br/>17/18/19/31.3.2004<br/>1/2.4.2004</b>       |
| <b>S.Giorgio(BG)</b>             | 97.4    | 45                                    | 16.1    | 77   | <b>10</b>                                 | <b>13/15/16/<br/>17/18/19/30/31.3.2004<br/>1/2.4.2004</b>    |

**Benzene**

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 24 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |  |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|--|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 1.2                                   | 0.3     | 2.0  |  |  |

**Toluene**

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 24 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |  |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|--|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 3.5                                   | 1.7     | 9.2  |  |  |

**Xilene**

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 24 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |  |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|--|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 1.9                                   | 1.9     | 9.6  |  |  |

**P.T.S.**

|                                  | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St. | Max Media 24 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |  |  |
|----------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|--|--|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 88.9    | 58                                    | 25.8    | 120  |  |  |
| <b>Garibaldi(BG)</b>             | 97.2    | 22                                    | 5.5     | 32   |  |  |
| <b>Tavernola</b>                 | 36.1    | 25                                    | 5.9     | 35   |  |  |
| <b>Nembro</b>                    | 97.7    | 37                                    | 15.1    | 61   |  |  |

## Monossido di Carbonio

|                                  | % Rend. | Media<br>(mg/ m <sup>3</sup> ) | Dev St. | Max Media1 h<br>(mg/ m <sup>3</sup> ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Attenzione |  | Max Media 8 h<br>(mg/ m <sup>3</sup> ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Attenzione |  |
|----------------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------------------------------------|---|--|--|---|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 96.0    | 0.4                            | 0.2     | 2.1                                   | <b>0</b>                                  |  | 0.7                                    | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Goisis(BG)</b>                | 85.0    | 1.2                            | 0.3     | 2.1                                   | <b>0</b>                                  |  | 1.9                                    | <b>0</b>                                  |  |
| <b>S.Giorgio(BG)</b>             | 92.4    | 1.8                            | 0.8     | 6.5                                   | <b>0</b>                                  |  | 3.3                                    | <b>0</b>                                  |  |
| <b>Costa Volpino</b>             | 69.9    | 1.3                            | 0.5     | 3.5                                   | <b>0</b>                                  |  | 2.8                                    | <b>0</b>                                  |  |

## Ozono

|                                  | % Rend. | Media<br>(µg/ m <sup>3</sup> ) | Dev St. | Max Media1 h<br>(µg/ m <sup>3</sup> ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Attenzione |  | Max Media 8 h<br>(µg/ m <sup>3</sup> ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Protezione per la Salute |  |
|----------------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------------------------------------|---|--|--|---|--|
| <b>Tavernola<br/>(Lab. Mob.)</b> | 76.7    | 9                              | 6.3     | 41                                    | <b>0</b>                                  |  | 24                                     | <b>0</b>  |  |
| <b>S.Giorgio(BG)</b>             | 95.7    | 30                             | 19.8    | 92                                    | <b>0</b>                                  |  | 63                                     | <b>0</b>  |  |
| <b>Goisis(BG)</b>                | 86.9    | 36                             | 20.8    | 84                                    | <b>0</b>                                  |  | 67                                     | <b>0</b>  |  |

## INDAGINE RADIOMETRICA

Matrice: Filtri polveri - PTS -

Periodo di campionamento: Dal 11/03/2004 al 18/03/2004

codice 9363BG11

Durata misura (Live time): 25000 s

Dimensione campione: 237 m<sup>3</sup>

### RISULTATO DELLA SPETTROMETRIA GAMMA

Eseguita con rivelatore HP- Ge ad alta risoluzione

Attività specifica al: 14/03/2004 - 08:00

Unità di misura: mBq/m<sup>3</sup>

| Artificiali a vita lunga |        | Serie naturali |        | Naturali     |
|--------------------------|--------|----------------|--------|--------------|
| Cs-137                   | < 0,16 | Pa-234m        | < 23   | K-40 < 6,2   |
| Cs-134                   | < 0,15 | Ra-226         | < 3,2  | Be-7 3 +/- 1 |
|                          |        | Pb-214         | < 0,36 |              |
|                          |        | Bi-214         | < 0,31 |              |
|                          |        | Ac-228         | < 0,61 |              |
|                          |        | Pb-212         | < 0,26 |              |
|                          |        | Bi-212         | < 2    |              |
|                          |        | U-235          | < 0,2  |              |

Non sono state riscontrate concentrazioni anomale di altri radionuclidi artificiali o naturali.

## INDAGINE RADIOMETRICA

Matrice: Filtri polveri - PTS -

Periodo di campionamento: Dal 20/03/2004 al 27/03/2004

codice 9388BG11

Durata misura (Live time): 27000 s

Dimensione campione: 238,9 m<sup>3</sup>

### RISULTATO DELLA SPETTROMETRIA GAMMA

Eseguita con rivelatore HP- Ge ad alta risoluzione

Attività specifica al: 24/02/2004 - 08:00

Unità di misura: mBq/m<sup>3</sup>

| Artificiali a vita lunga |        | Serie naturali |        | Naturali   |
|--------------------------|--------|----------------|--------|------------|
| Cs-137                   | < 0,11 | Pa-234m        | < 18   | K-40 < 5,9 |
| Cs-134                   | < 0,12 | Ra-226         | < 3,2  | Be-7 < 1,6 |
|                          |        | Pb-214         | < 0,25 |            |
|                          |        | Bi-214         | < 0,4  |            |
|                          |        | Ac-228         | < 0,66 |            |
|                          |        | Pb-212         | < 0,24 |            |
|                          |        | Bi-212         | < 1,9  |            |
|                          |        | U-235          | < 0,19 |            |

Non sono state riscontrate concentrazioni anomale di altri radionuclidi artificiali o naturali.

## INDAGINE RADIOMETRICA

Matrice: Filtri polveri - PTS -

Periodo di campionamento: Dal 30/03/2004 al 06/04/2004

codice 9411BG11

Durata misura (Live time): 60000 s

Dimensione campione: 237,2 m<sup>3</sup>

### RISULTATO DELLA SPETTROMETRIA GAMMA

Eseguita con rivelatore HP- Ge ad alta risoluzione

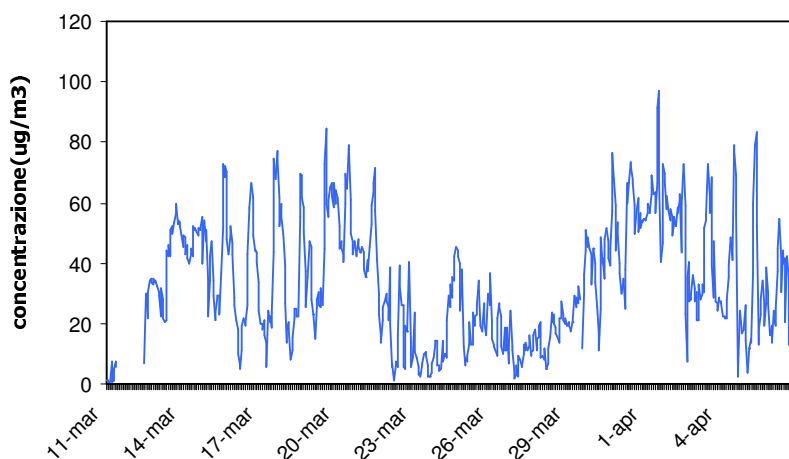
Attività specifica al: 03/04/2004 - 08:00

Unità di misura: mBq/m<sup>3</sup>

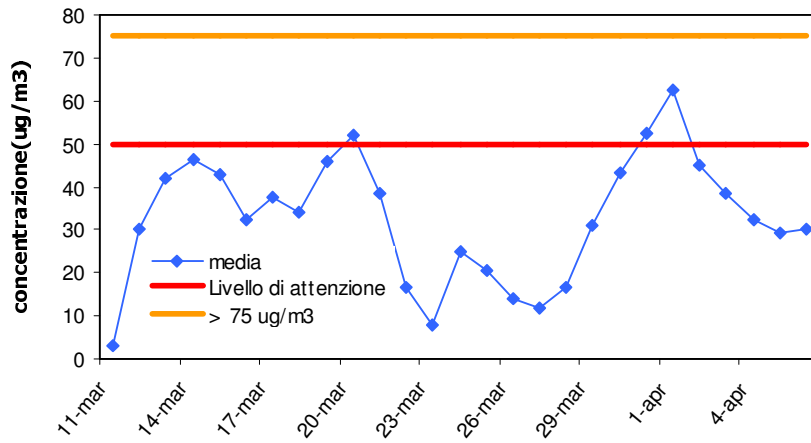
| Artificiali a vita lunga | Serie naturali  | Naturali           |
|--------------------------|-----------------|--------------------|
| Cs-137 < 0,12            | Pa-234m < 14,54 | K-40 < 5,27        |
| Cs-134 < 0,08            | Ra-226 < 2,59   | Be-7 4,39 +/- 0,94 |
|                          | Pb-214 < 0,34   |                    |
|                          | Bi-214 < 0,39   |                    |
|                          | Ac-228 < 0,62   |                    |
|                          | Pb-212 < 0,25   |                    |
|                          | Bi-212 < 1,66   |                    |
|                          | U-235 < 0,16    |                    |

Non sono state riscontrate concentrazioni anomale di altri radionuclidi artificiali o naturali.

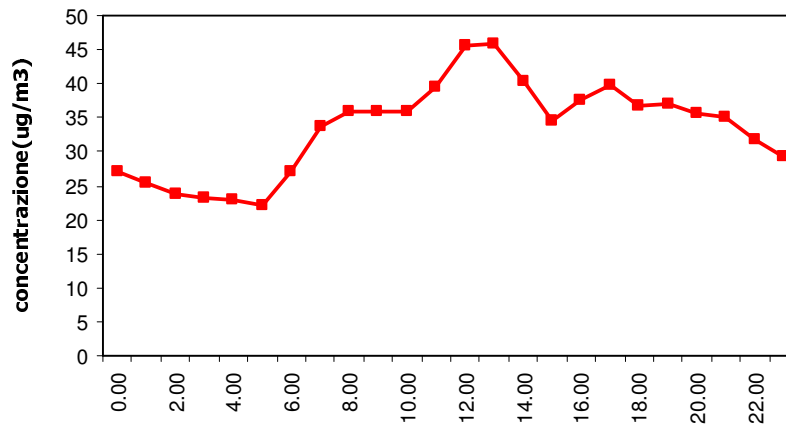
### PM-10 Concentrazioni Orarie



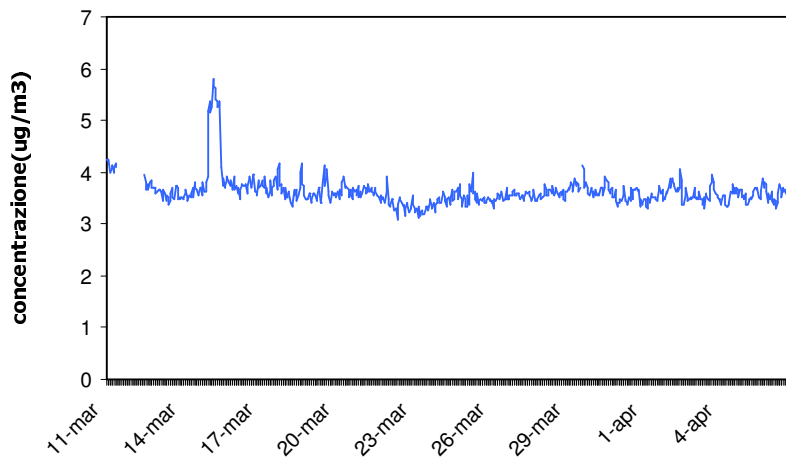
### PM-10 Medie Giornaliere



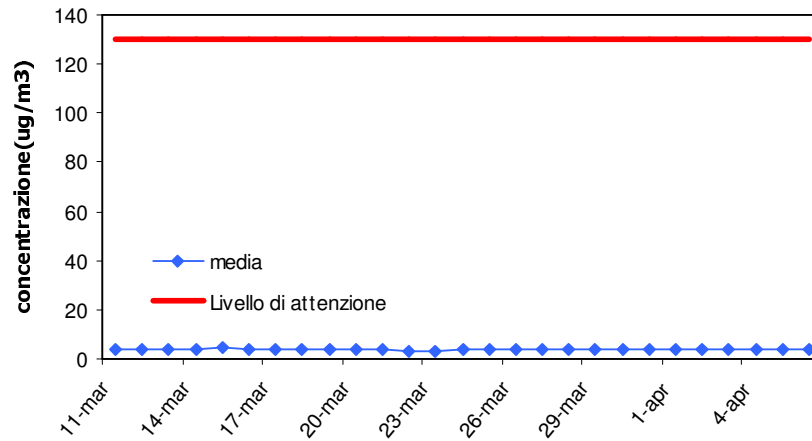
### PM-10 Giorno Tipo



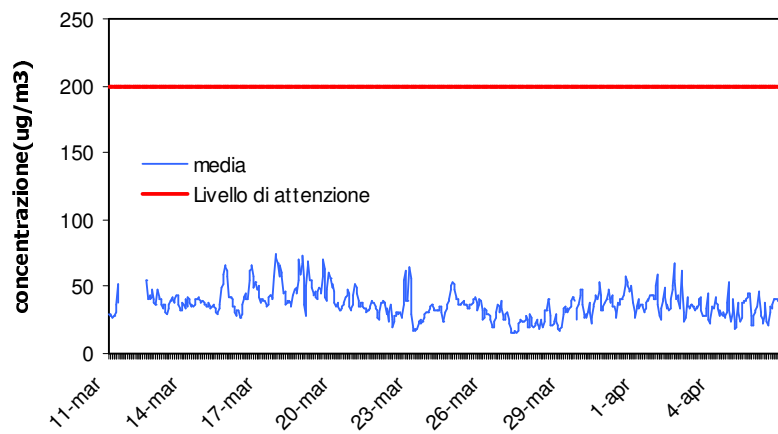
### SO2 Concentrazioni Orarie



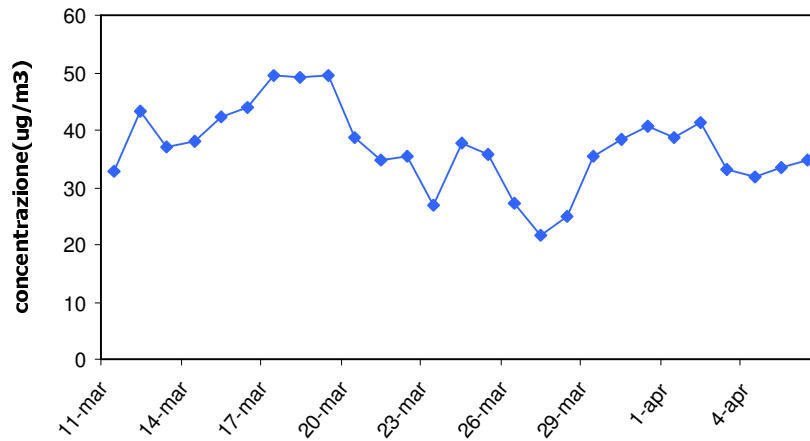
### S02 Medie Giornaliere



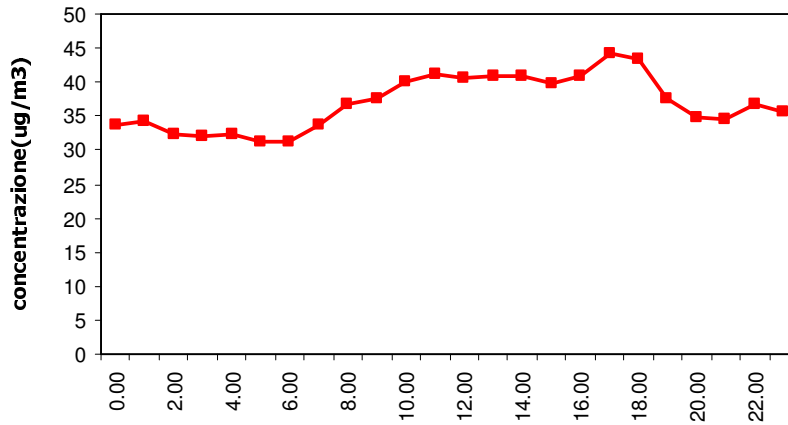
### NO2 Concentrazioni Orarie



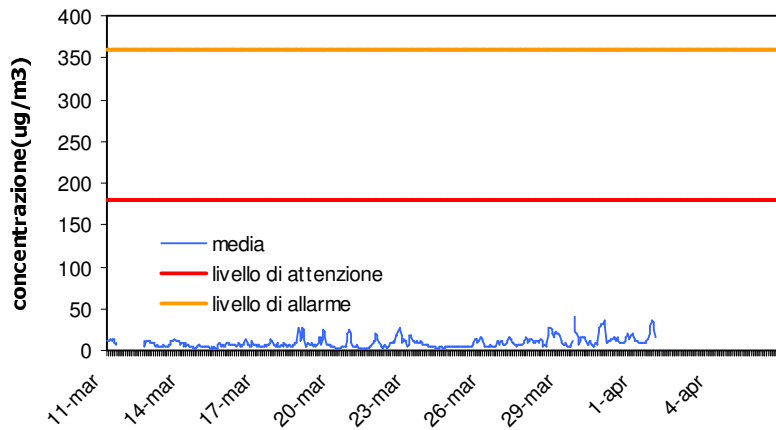
### NO2 Medie Giornaliere



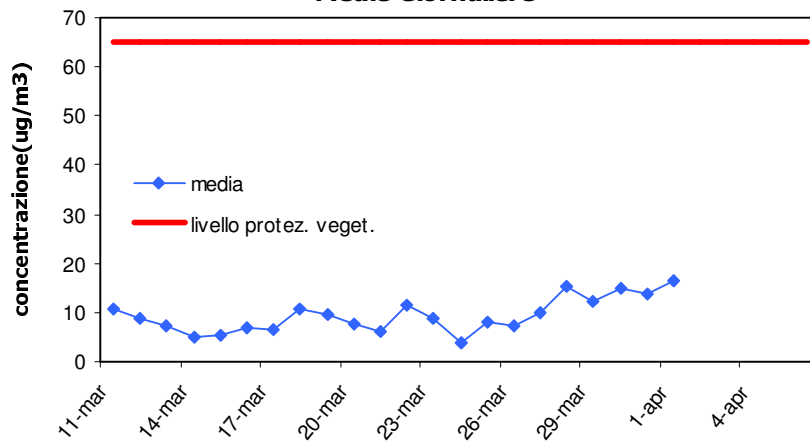
### NO2 Giorno Tipo



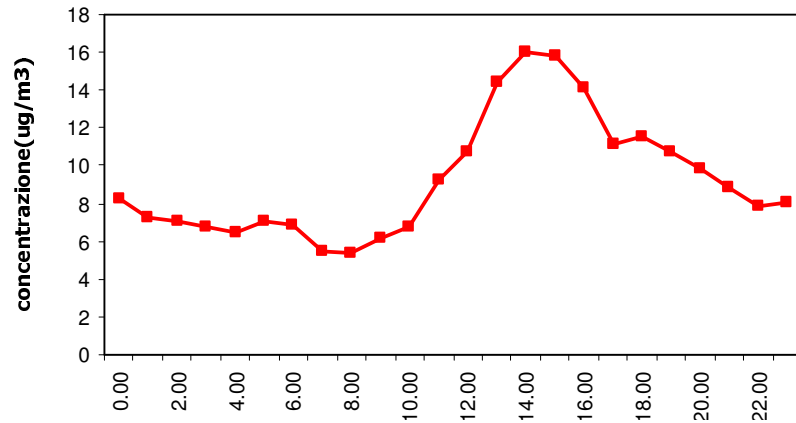
### Ozono Concentrazioni Orarie



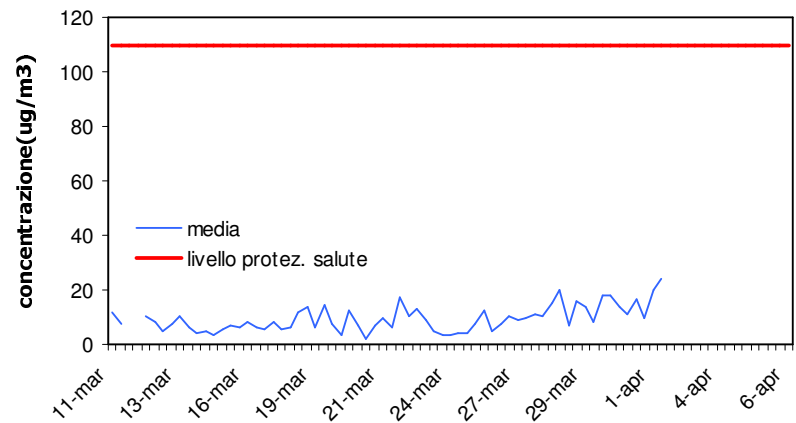
### Ozono Medie Giornaliere



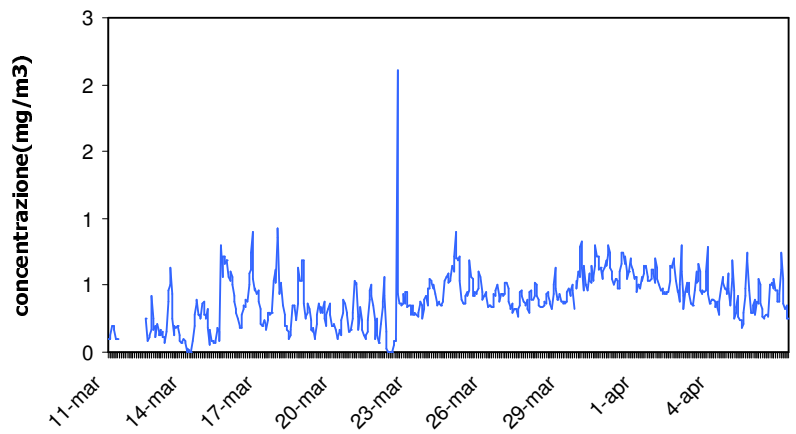
### Ozono Giorno Tipo



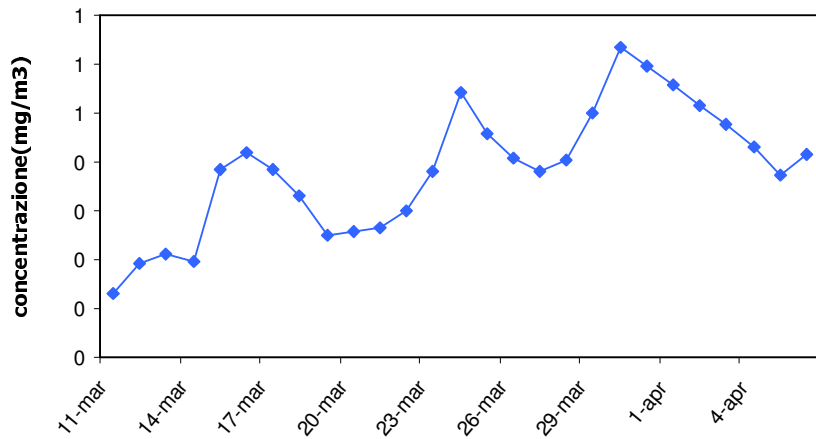
### Ozono Concentrazioni Media 8 ore



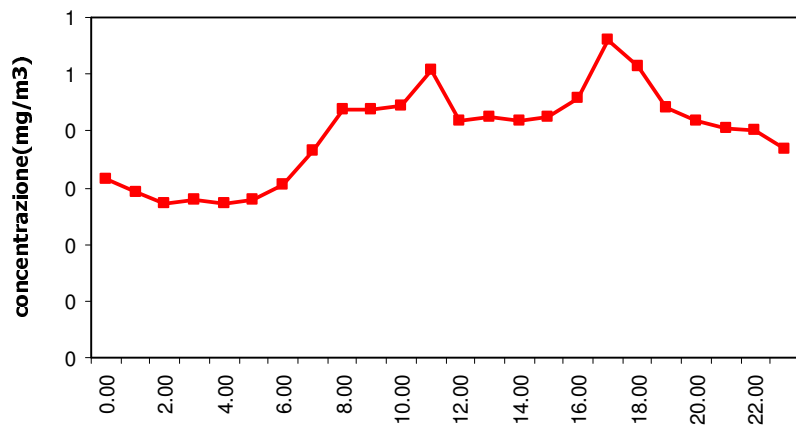
### CO Concentrazioni Orarie



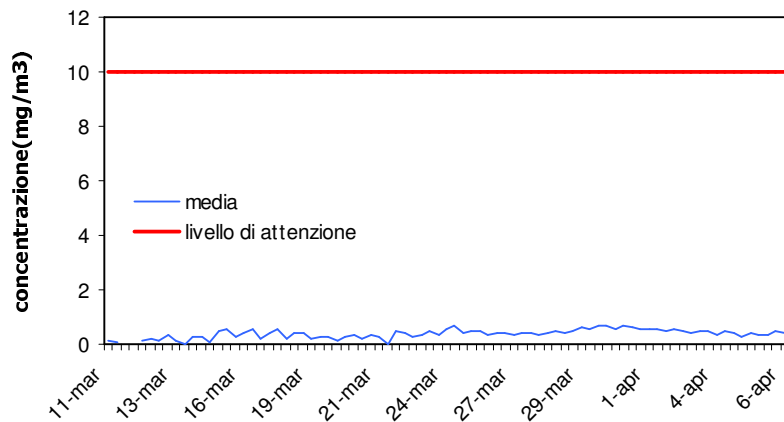
**CO**  
**Medie Giornaliere**



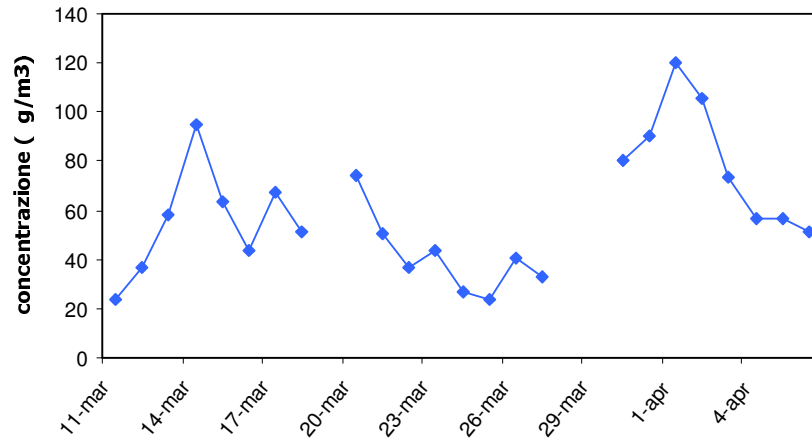
**CO**  
**Giorno Tipo**



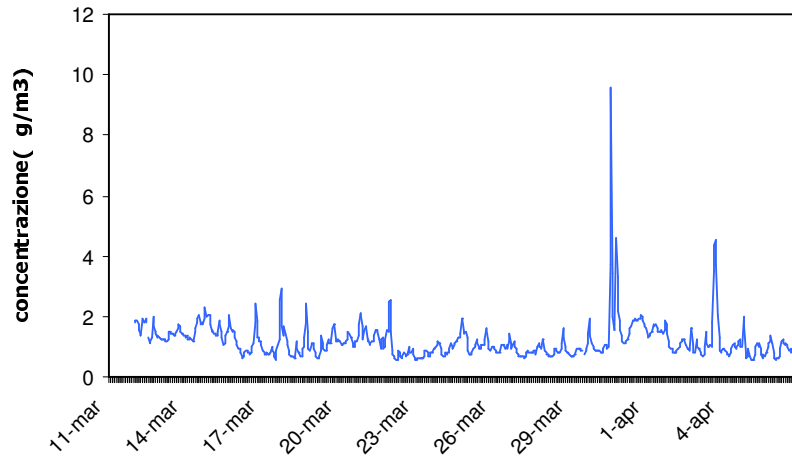
**CO**  
**Concentrazioni Media 8 ore**



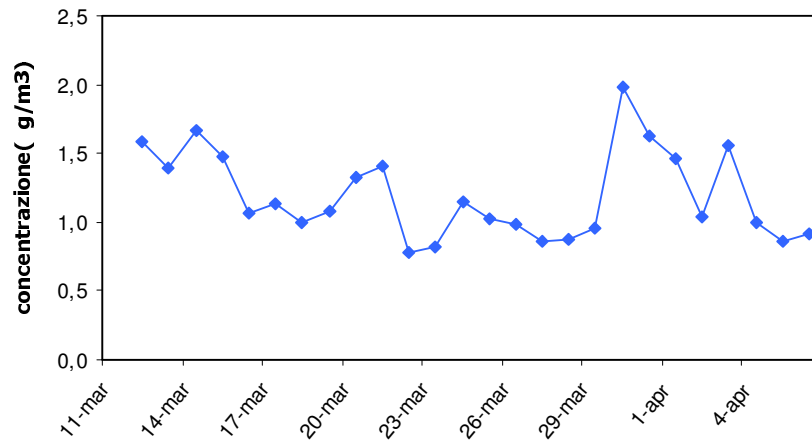
**Polveri Totali Sospese  
Medie Giornaliere**



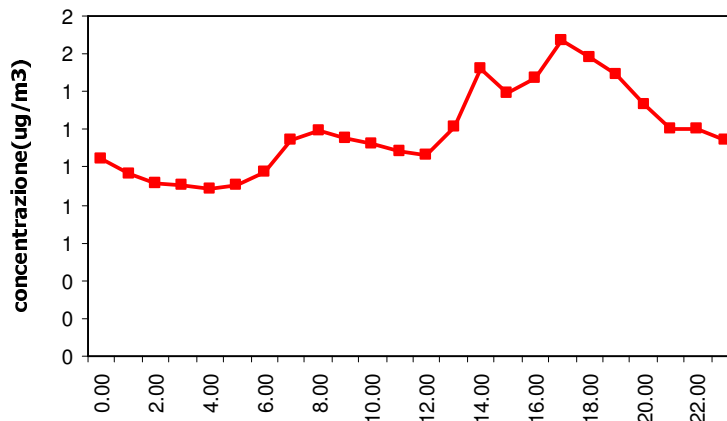
**Benzene  
Concentrazioni Orarie**



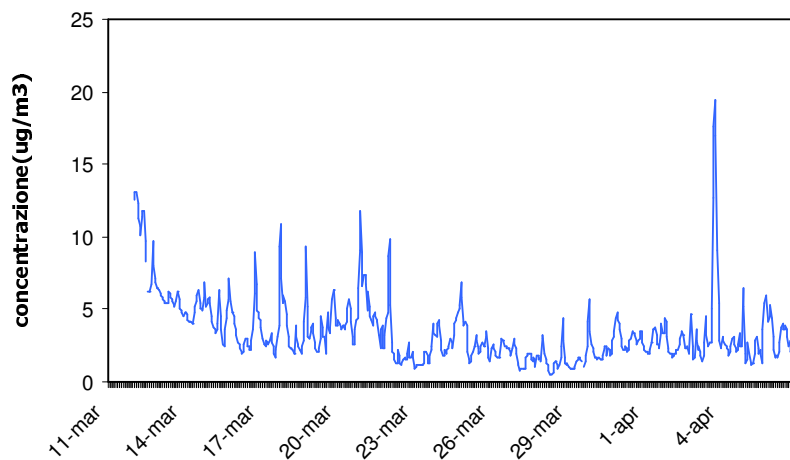
**Benzene  
Medie Giornaliere**



### Benzene Giorno Tipo



### Toluene Concentrazioni Orarie



### Toluene Medie Giornaliere

