



**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**  
**Comune di Caponago**  
**Via don Natale Villa angolo Via Dante**

**20/04/2006 – 18/05/2006**



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

## Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Caponago

Via don Natale Villa angolo via Dante

MONZA, /06/2006

Rif. /ALM

### Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

p.i. Davide Paladini

p.i. Valter Meda

### Il Responsabile del Procedimento

dott. Raffaella Marigo

### Il Responsabile dell'U. O. Sistemi Ambientali

dott. geol. Madela Torretta

## Premessa

Caponago è un centro abitato della provincia di Milano che conta circa **5030** abitanti distribuiti su una superficie di circa **5.0 Km<sup>2</sup>**, con una densità abitativa di **947 ab/K m<sup>2</sup>**, e dista circa 15 Km dal capoluogo in direzione Nord Est.

Caponago confina a nord e a ovest con Agrate Brianza, a sud con Carugate e Pessano e a est con Cambiagio.

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta nel periodo primaverile con il Laboratorio mobile tra il *20 aprile* ed il *18 maggio 2006*, nel comune di Caponago lungo via Don Natale Villa.

Scopo della campagna di rilevamento è la caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio comunale di Caponago, attraverso lo studio di un sito di fondo urbano.



## Introduzione

Il furgone è stato posizionato, in accordo con i tecnici dell'Amministrazione Comunale, in via Don Natale Villai, rispettando i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento (Allegato VIII del D.M. 60/02).

La strumentazione montata sul furgone permette il rilevamento dei seguenti inquinanti:

- Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ );
- Monossido di carbonio (CO);
- Ozono ( $\text{O}_3$ );
- Particolato fine (PM10).

Tale strumentazione è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria permettendo così un confronto diretto delle misure rilevate nel sito di misura con i dati raccolti dalle centraline della rete fissa di monitoraggio.

L'apparecchiatura in dotazione risponde alle caratteristiche previste dalla normativa vigente (D.P.C.M. 28/3/83, D.P.R. 24/5/88, D.M. 60/02).

Anche per le altezze delle sonde di prelievo sono fornite indicazioni nazionali e regionali:

- il monossido di carbonio viene prelevato a 1.6 m dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di  $\text{NO}_x$  e  $\text{O}_3$  è posta a tra 1.5 e 4 m di quota;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 m dal suolo.

## 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.M. 16/5/69 – D.M. 2/4/02 - D.L. 21/5/04).

E' importante sottolineare che il D.M. 60 del 2/4/02 ha introdotto, oltre ad una serie di valori limite, anche le date alle quali tali valori devono essere raggiunti; esso prevede inoltre un percorso nel tempo che porta ad un graduale raggiungimento dei limiti, stabilendo un margine di tolleranza che si riduce negli anni. Nella tabella seguente tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2006.

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2006.

| Biossido di Zolfo   | Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione                  | Legislazione |
|---|--|--|--------------|
| Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile) | 350  | 1 h                                    | D.M. 2/4/02  |
| Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)  | 125  | 24 h                                   | D.M. 2/4/02  |
| Valore limite protezione ecosistemi   | 20   | Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar) | D.M. 2/4/02  |
| Soglia di allarme   | 500  | 1 h (rilevati su 3 ore consecutive)    | D.M. 2/4/02  |

| Biossido di Azoto   | Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione               | Legislazione   |
|---|--|-------------------------------------|----------------|
| Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)                     | 200  | 1 h                                 | D.P.R. 24/5/88 |
| Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile) | 200 (+40)                                  | 1 h                                 | D.M. 2/4/02    |
| Valore limite protezione salute umana   | 40 (+8)                                    | Anno civile                         | D.M. 2/4/02    |
| Soglia di allarme   | 400  | 1 h (rilevati su 3 ore consecutive) | D.M. 2/4/02    |

| Ossidi di Azoto                      | Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione | Legislazione |
|--------------------------------------|--|-----------------------|--------------|
| Valore limite protezione vegetazione | 30   | Anno civile           | D.M. 2/4/02  |

| Monossido di Carbonio                 | Valore Limite ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione | Legislazione     |
|---------------------------------------|--|-----------------------|------------------|
| Standard di qualità                   | 40                                       | 1 h                   | D.P.C.M. 28/3/83 |
| Standard di qualità                   | 10                                       | 8 h                   | D.P.C.M. 28/3/83 |
| Valore limite protezione salute umana | 10                                       | 8 h                   | D.M. 2/4/02      |
| Soglia di attenzione                  | 10                                       | 8 h                   | D.G.R. 28/10/02  |

| Ozono   | Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione       | Legislazione |
|---|--|-----------------------------|--------------|
| Valore bersaglio per la protezione della salute umana | <b>120</b>                                 | 8 h                         | D.L. 21/5/04 |
| Valore bersaglio per la protezione della vegetazione  | <b>18000</b>                               | AOT40 (mag – lug) su 5 anni | D.L. 21/5/04 |
| Soglia di informazione                                | <b>180</b>                                 | 1 h                         | D.L. 21/5/04 |
| Soglia di allarme                                     | <b>240</b>                                 | 1 h                         | D.L. 21/5/04 |

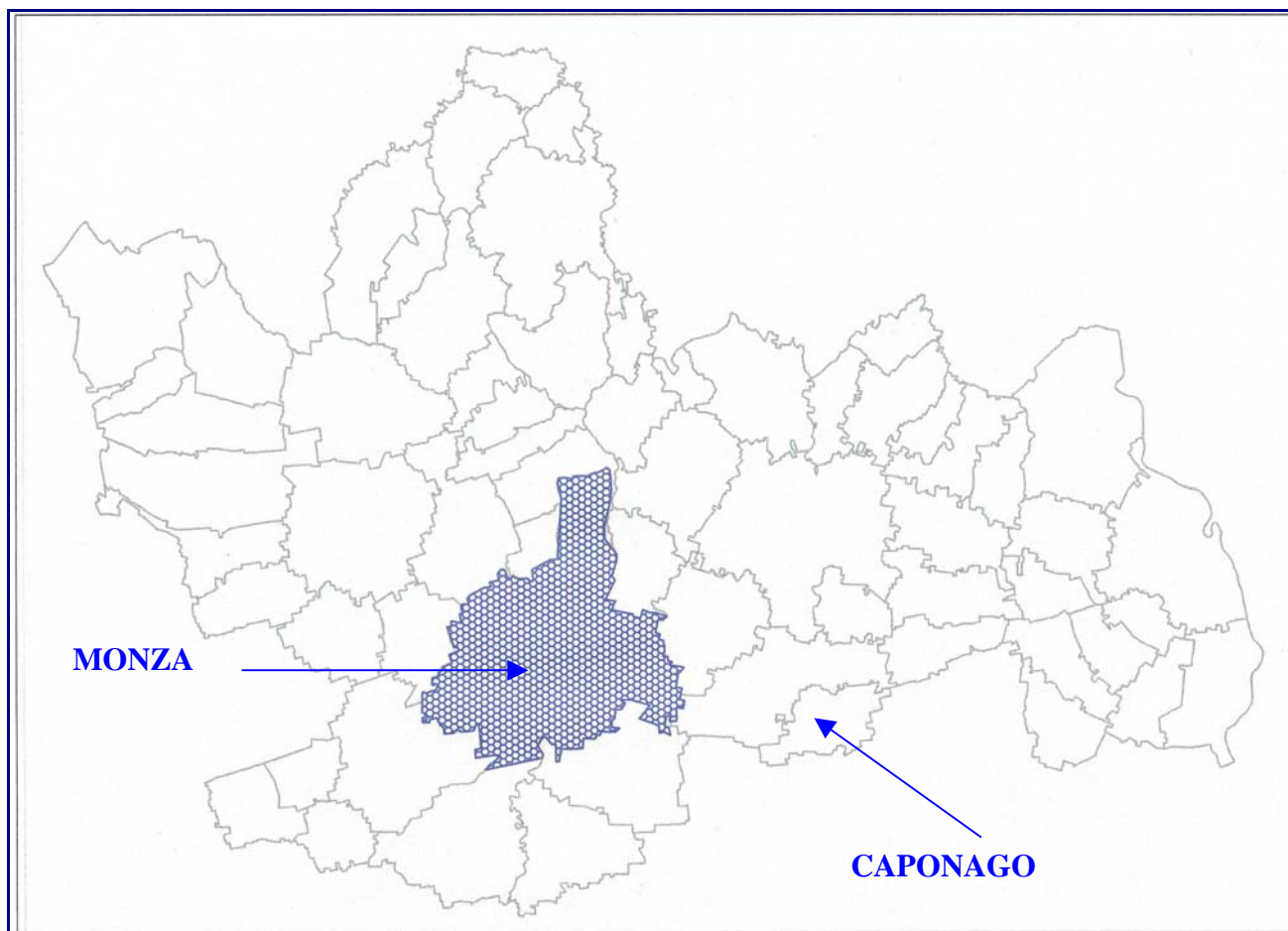
| Particolato Fine PM10   | Valore Obiettivo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione | Legislazione |
|---|---|-----------------------|--------------|
| Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) | <b>50</b>                                   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

| Idrocarburi non metanici | Valore Obiettivo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Periodo di mediazione | Legislazione     |
|--------------------------|---|-----------------------|------------------|
| <b>Totali</b>            | Valore obiettivo <b>200</b>                   | 3 h consecutive*      | D.P.C.M. 28/3/83 |
| <b>Benzene</b>           | Valore obiettivo <b>5 (+2)</b>                | Anno civile           | D.M. 2/4/02      |
| <b>Benzo(a)pirene</b>    | Valore obiettivo <b>0.001</b>                 | Anno civile           | D.M. 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)

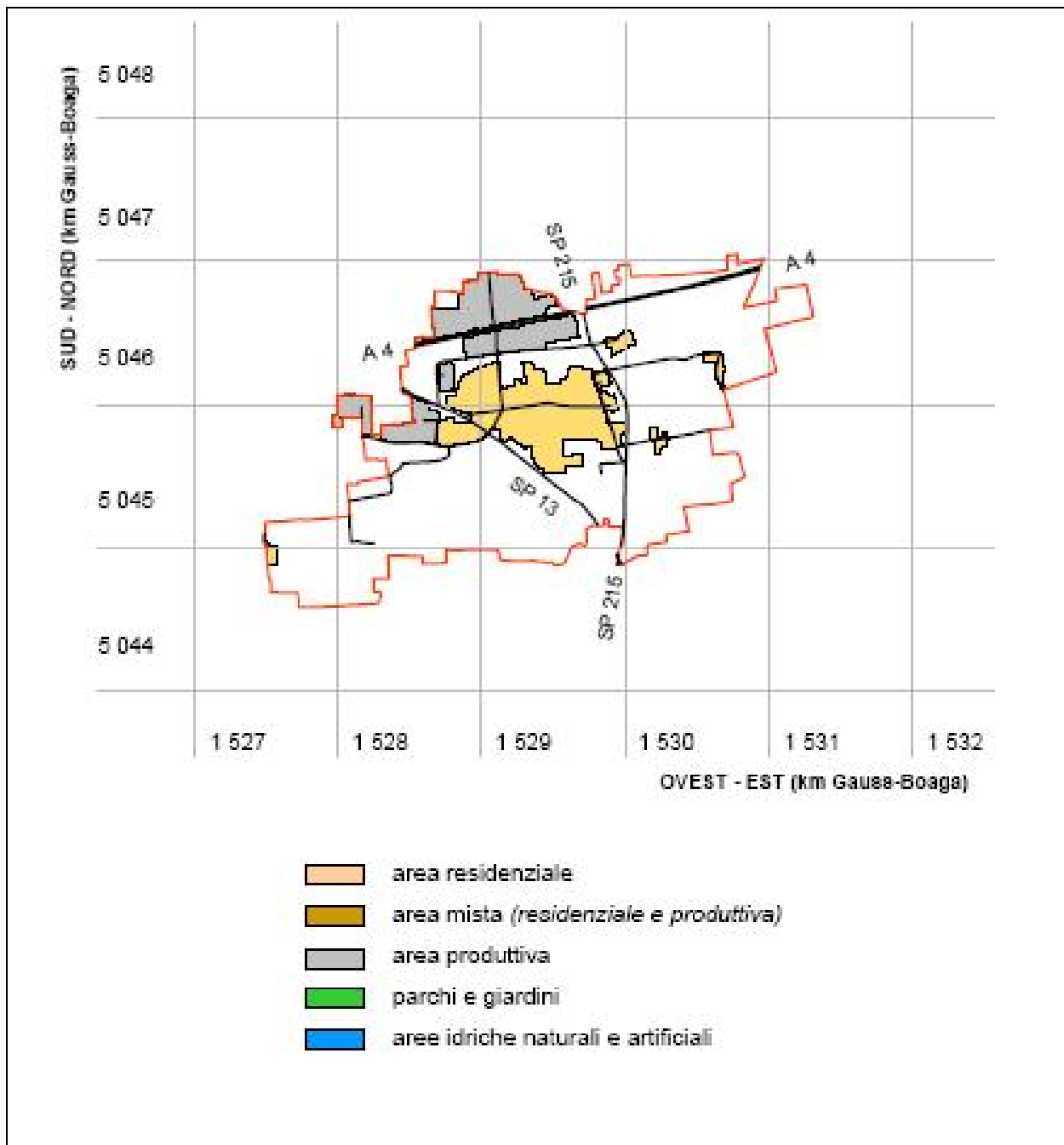
\* Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono

## Sito di Misura



|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Periodo di misura</b>          | Dal 20 aprile al 18 maggio 2006         |
| <b>Sito di misura:</b>            | Via Don Natale Villa                    |
| <b>Assi stradali provinciali:</b> | S.P. 215 Moriano di Vimercate - Pessano |
| <b>Assi stradali comunali</b>     | V.le Libertà                            |
| <b>Autostrade e tangenziali:</b>  | A4 Milano –Venezia                      |

## MAPPA DEL TERRITORIO CITTADINO



## Caratterizzazione del sito di misura

Lo scenario analizzato è illustrato in figura 1.

La postazione di misura è caratteristica di una *situazione di fondo urbano* interessata solo da traffico di tipo locale, si trova infatti in una zona residenziale del comune a ridosso di un'area agricola.

Rispetto alla figura 1, la situazione viabilistica è stata modificata, infatti la SP13 è stata chiusa all'altezza dell'incrocio con la SP 215, proprio in corrispondenza del sito di misura ed il traffico è stato deviato su una circonvallazione che passa a sud del comune.



Figura 1: posizionamento del Laboratorio mobile nel Comune di Caponago

## Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Caponago è stato utilizzato l'inventario regionale INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, **riferita all'anno 2003**.

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:

- 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 totali sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10)

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web: <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/inemarhome.htm>.

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico del Comune di Caponago.

Come è possibile osservare in allegato 1 la principale fonte di inquinamento è dovuta al traffico veicolare.

Data infatti l'alta densità abitativa e il passaggio di assi viari intercomunali ed autostradali trafficati, i carichi emissivi di PM10, NO<sub>x</sub> e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale, incidendo rispettivamente per il 92%, 94% e l'94% del totale.

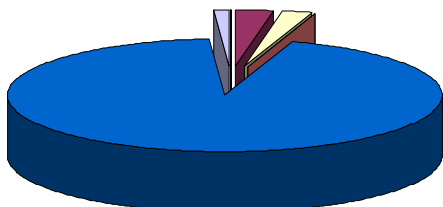
La combustione nell'industria non incide in modo preponderante sulla qualità dell'aria, contribuendo con circa lo 0.6% all'emissione in atmosfera di PM10 (0.20 t/anno) e CO ( 3.53%) e con il 2% all'emissione di NO<sub>x</sub> (6.37 t/anno).

Si riportano in tabelle (valori assoluti) e grafici (valori percentuali) le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del comune di Caponago. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Milano.

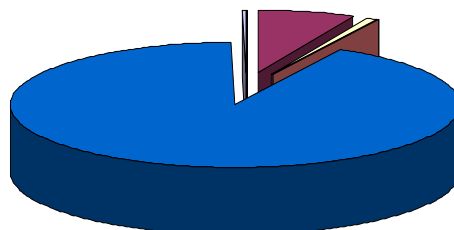
**ALLEGATO 1**

| ' DESCRIZIONE MACROSETTORE'                 | NO <sub>x</sub> | COV             | CO              | PM10            |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Produzione energia e trasform. combustibili | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| Combustione non industriale                 | 8.63            | 3.13            | 33.27           | 0.88            |
| Combustione nell'industria                  | 6.37            | 0.39            | 3.53            | 0.19            |
| Processi produttivi                         | 0.00            | 9.49            | 0.00            | 0.00            |
| Estrazione e distribuzione combustibili     | 0.00            | 3.23            | 0.00            | 0.00            |
| Uso di solventi                             | 0.00            | 83.30           | 0.00            | 0.00            |
| <b>Trasporto su strada</b>                  | <b>289.31</b>   | <b>59.63</b>    | <b>442.24</b>   | <b>28.44</b>    |
| Altre sorgenti mobili e macchinari          | 3.13            | 0.52            | 1.34            | 0.39            |
| Trattamento e smaltimento rifiuti           | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| Agricoltura                                 | 0.23            | 0.01            | 0.00            | 0.02            |
| Altre sorgenti e assorbimenti               | 0.00            | 0.30            | 0.41            | 0.24            |
|   | <b>307.6676</b> | <b>159.9854</b> | <b>480.7901</b> | <b>30.15161</b> |
| Produzione energia e trasform. combustibili | 0.0%            | 0.0%            | 0.0%            | 0.0%            |
| Combustione non industriale                 | 2.8%            | 2.0%            | 6.9%            | 2.9%            |
| Combustione nell'industria                  | 2.1%            | 0.2%            | 0.7%            | 0.6%            |
| Processi produttivi                         | 0.0%            | 5.9%            | 0.0%            | 0.0%            |
| Estrazione e distribuzione combustibili     | 0.0%            | 2.0%            | 0.0%            | 0.0%            |
| Uso di solventi                             | 0.0%            | 52.1%           | 0.0%            | 0.0%            |
| <b>Trasporto su strada</b>                  | <b>94.0%</b>    | <b>37.3%</b>    | <b>92.0%</b>    | <b>94.3%</b>    |
| Altre sorgenti mobili e macchinari          | 1.0%            | 0.3%            | 0.3%            | 1.3%            |
| Trattamento e smaltimento rifiuti           | 0.0%            | 0.0%            | 0.0%            | 0.0%            |
| Agricoltura                                 | 0.1%            | 0.0%            | 0.0%            | 0.1%            |
| Altre sorgenti e assorbimenti               | 0.0%            | 0.2%            | 0.1%            | 0.8%            |

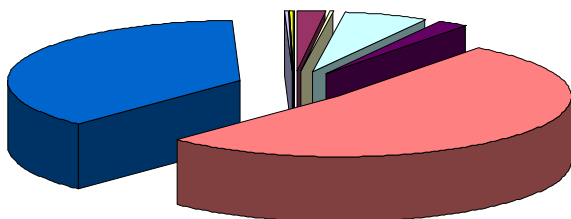
Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)



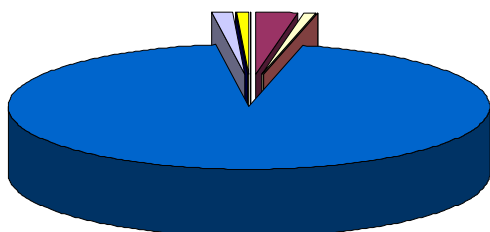
Monossido di Carbonio (CO)



Composti Organici Volatili (COV)



PM10



- Produzione energia e trasform. combustibili
- 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

**Comune di Caponago**

| DESCRIZIONE MACROSETTORE   | NO <sub>x</sub><br>t/anno | COV<br>t/anno | CO<br>t/anno | PM <sub>10</sub><br>t/anno |
|--|---------------------------|---------------|--------------|----------------------------|
| Combustioni per produzione energia e trasformazione dei combustibili | -                         | -             | -            | -                          |
| Combustione non industriale  | 8.6                       | 3.1           | 33.3         | 0.9                        |
| Combustione nell'industria   | 6.4                       | 0.4           | 3.5          | 0.2                        |
| Processi produttivi  | -                         | 9.5           | -            | -                          |
| Estrazione e distribuzione di combustibili fossili / Geotermia       | -                         | 3.2           | -            | -                          |
| Uso di solventi  | -                         | 83.3          | -            | -                          |
| Trasporto su strada  | 289.3                     | 59.6          | 442.2        | 28.4                       |
| Altre sorgenti mobili e macchinari                                   | 3.1                       | 0.5           | 1.3          | 0.4                        |
| Trattamento e smaltimento rifiuti                                    | -                         | -             | -            | -                          |
| Agricoltura  | 0.2                       | -             | -            | -                          |
| Altre sorgenti e assorbimenti  | -                         | 0.3           | 0.4          | 0.2                        |

**Provincia di Milano**

| DESCRIZIONE MACROSETTORE   | NO <sub>x</sub><br>t/anno | COV<br>t/anno | CO<br>t/anno | PM <sub>10</sub><br>t/anno |
|--|---------------------------|---------------|--------------|----------------------------|
| Combustioni per produzione energia e trasformazione dei combustibili | 5317                      | 210           | 1776         | 58                         |
| Combustione non industriale  | 6484                      | 1716          | 17195        | 532                        |
| Combustione nell'industria   | 7681                      | 1240          | 5273         | 453                        |
| Processi produttivi  | 60                        | 8228          | 257          | 66                         |
| Estrazione e distribuzione di combustibili fossili / Geotermia       | -                         | 4463          | -            | -                          |
| Uso di solventi  | 0.1                       | 65555         | 1            | 242                        |
| Trasporto su strada  | 26272                     | 18955         | 124900       | 3507                       |
| Altre sorgenti mobili e macchinari                                   | 1572                      | 527           | 1209         | 147                        |
| Trattamento e smaltimento rifiuti                                    | 823                       | 13            | 59           | 28.5                       |
| Agricoltura  | 210                       | 168           | 3312         | 293                        |
| Altre sorgenti e assorbimenti  | 6                         | 635           | 517          | 207                        |

## Fattori meteorologici

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono, come è evidente, dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma la situazione meteorologica influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa.

E' pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio.

Le caratteristiche diffusive dell'atmosfera fanno sì che le polveri e gli inquinanti in generale risentono fortemente della meteorologia del momento. I maggiori processi atmosferici che condizionano l'inquinamento sono:

- ✓ sistemi sinottici: tipi di masse d'aria, passaggi frontali, presenza di strutture cicloniche o anticicloniche che favoriscono il ricambio o la stagnazione dell'aria alla mesoscala (300 Km);
- ✓ l'intensità e la direzione del vento che determinano trasporto e diffusione degli inquinanti;
- ✓ precipitazioni e nebbie che agiscono sul dilavamento degli inquinanti, le prime, e sulla rimozione umida, le seconde;
- ✓ l'altezza dello strato di rimescolamento che indica l'altezza del "contenitore" aria nel quale vengono dispersi i vari inquinanti emessi dalla superficie;
- ✓ la temperatura che è un indicatore dei processi turbolenti in prossimità della superficie.

Vedremo di seguito in dettaglio come tali elementi siano correlati con l'andamento dell'inquinamento atmosferico nel sito di misura.

### Andamento stagionale e caratteristiche dello strato rimescolato

Lo strato di rimescolamento è influenzato da processi sinottici e alla mesoscala che producono moti verticali e avvezioni orizzontali ove si diffondono tutti gli inquinanti e particolarmente le polveri che possono essere viste come un buon indicatore dello stato di inquinamento.

I processi che influenzano il rimescolamento sono: la turbolenza meccanica determinata dal vento negli strati più vicini alla superficie e la turbolenza termica risultato del trasferimento di calore dalla superficie o del raffreddamento radiativo di strati d'aria più elevati dell'atmosfera.

L'altezza di rimescolamento o mixing height risente della struttura verticale dell'atmosfera che presenta variazioni nelle 24 ore (ciclo giorno-notte) e stagionali (stagione calda-fredda).

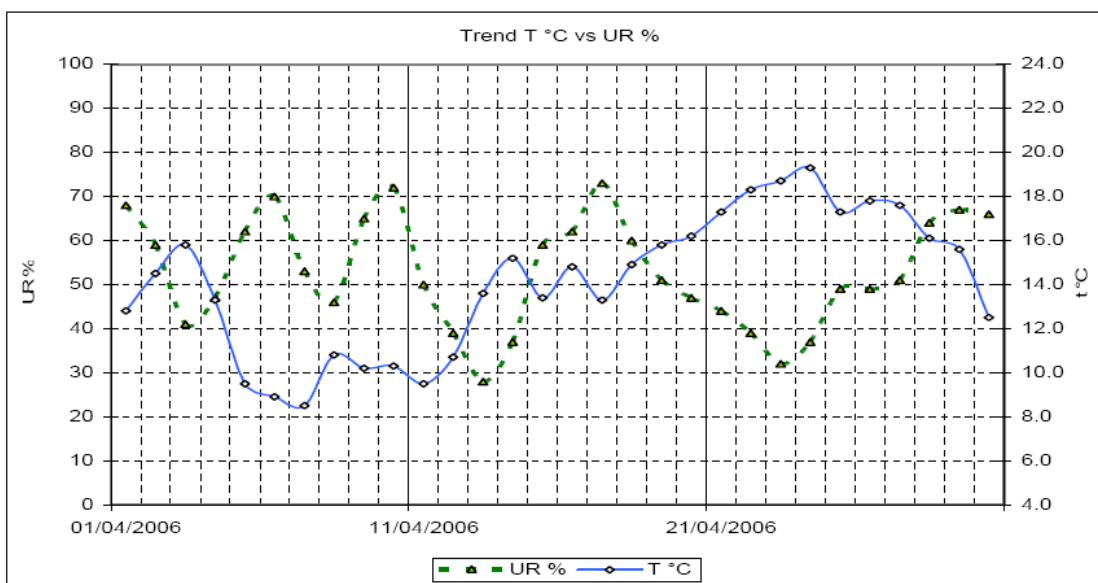
Tale altezza agisce come parete mobile di un contenitore: in corrispondenza di basse altezze del mixing layer, polveri ed altri inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la loro dispersione e ciò favorisce di conseguenza un aumento della loro concentrazione.

### Situazione meteorologica nel periodo di misura

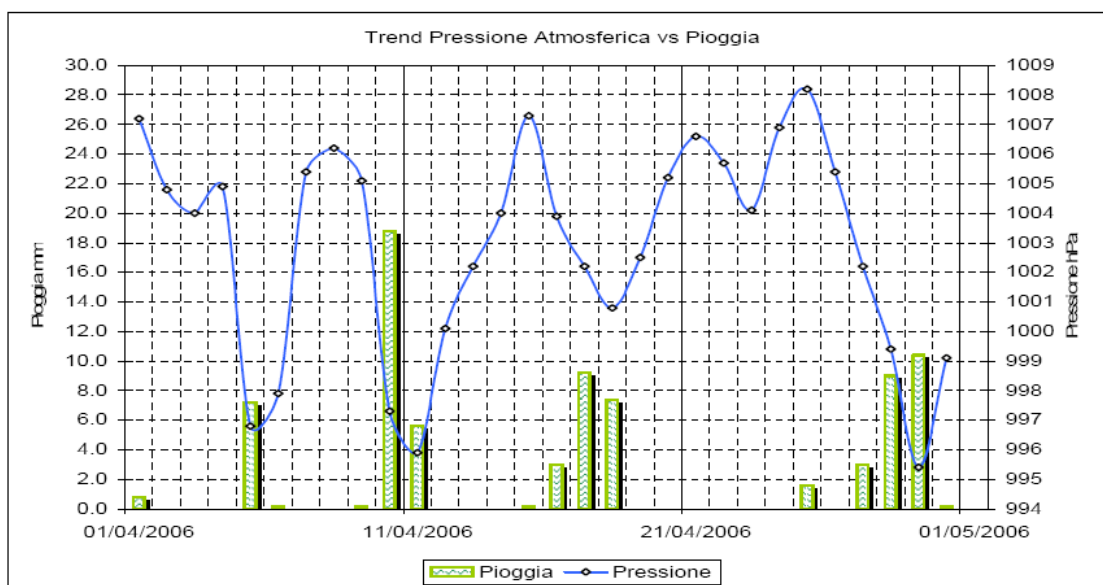
Si riportano di seguito i dati salienti della situazione meteorologiche del periodo di misura.

L'ultima decade di **Aprile del 2006** è stata caratterizzata da tempo stabile e soleggiato che ha fatto salire la temperatura su livelli quasi estivi; la *media mensile della temperatura* è stata di

14.1 °C, superiore di 0.8 °C ai 13.3 °C della media degli ultimi 50 anni.



La pioggia è stata frequente, anche se non abbondante, distribuita in 15 eventi, di cui 4 hanno interessato la terza decade del mese. Gli eventi di maggior rilievo sono stati registrati il 28 ed il 29 di Aprile dove le precipitazioni sono risultate superiori ai 5 mm. L'origine di queste precipitazioni è stato il passaggio di sistemi frontali di origine polare che ha portato all'instaurarsi di un'intensa instabilità atmosferica



Nel corso del mese l'attività anemologica non è risultata particolarmente elevata, ed a Juvara la media mensile è stata di 1.5 m/s, di poco inferiore alla media di 1.7 m/s rilevata negli ultimi 19 anni.

A causa della prevalenza dei periodi caldi e asciutti, rispetto a quelli con precipitazione, l'umidità relativa con il 53% è risultata inferiore al valore normale di 67%.

Poiché le giornate soleggiate sono state molte, mentre sono state scarse le giornate con cielo coperto, l'insolazione è stata di 185 W/m<sup>2</sup>, e quindi superiore alla media di 178 W/m<sup>2</sup> degli ultimi 26 anni.

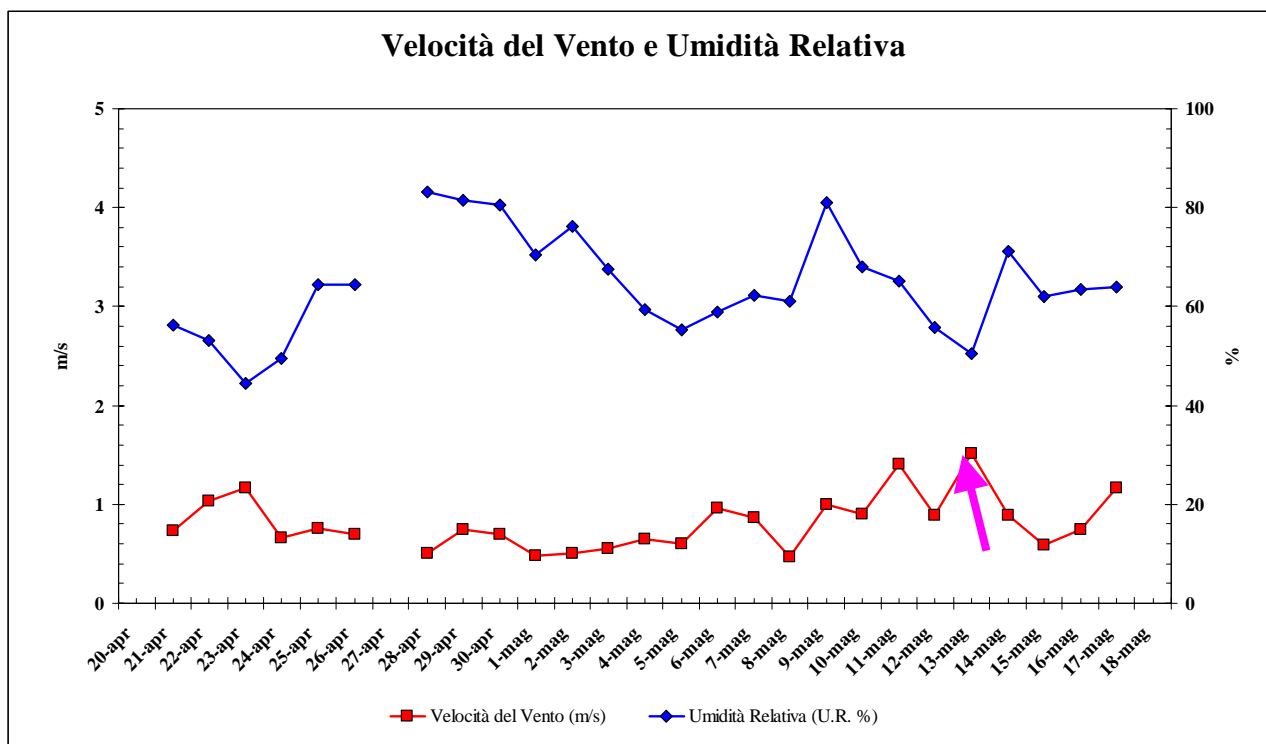
## Situazione meteorologica nel periodo di misura rilevata dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile

I livelli di concentrazione degli inquinanti osservati, sono stati valutati anche alla luce delle condizioni meteorologiche registrate nel periodo del monitoraggio dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile.

L'*andamento anemologico* registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile, mostra come la direzione del vento abbia interessato principalmente le zone S-SE e W-SW del territorio della provincia di Milano (fig. 2).

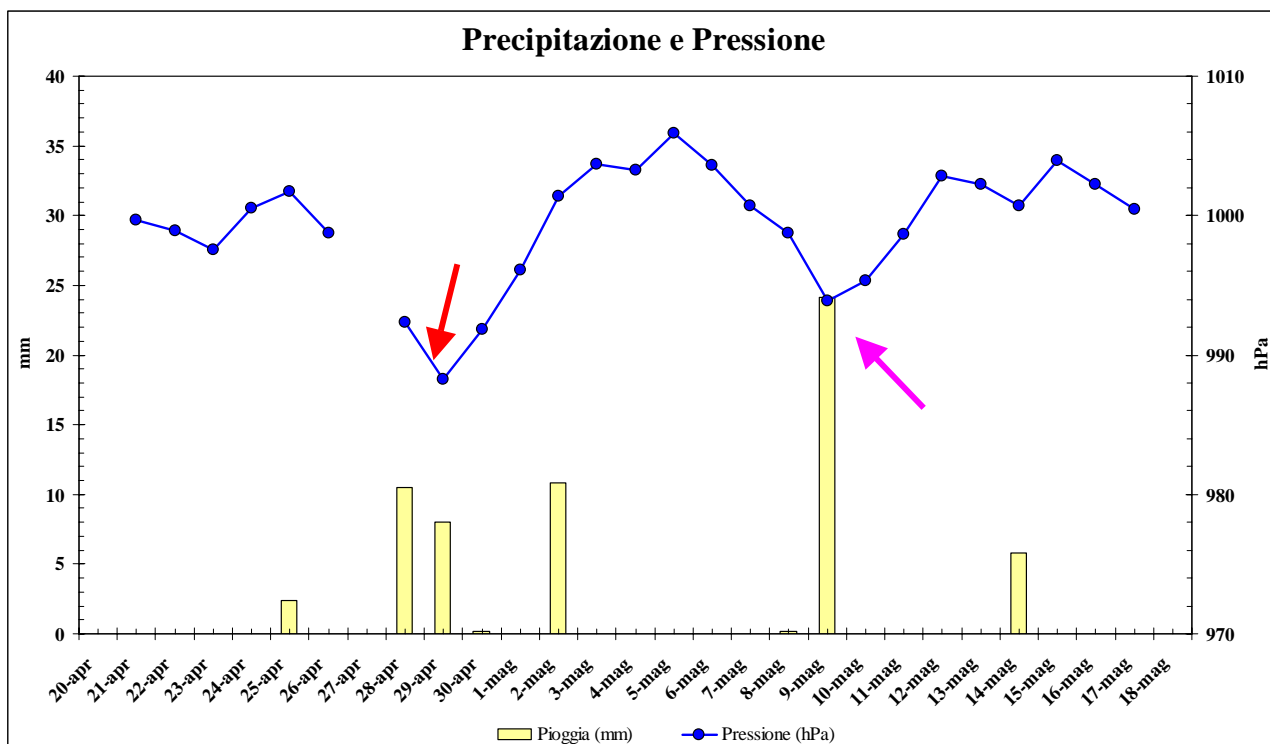
In particolare è interessante osservare come fenomeni di brezza leggera ( $1.5 < VV < 3$ ) abbiano interessato il comune di Monza e Agrate Brianza. Le migliori correlazioni degli inquinanti sono state osservate infatti dal confronto con le centraline fisse di questi due comuni.

L'episodio anemologico più intenso si è avuto sabato 13 maggio che ha fatto registrare una media giornaliera di 1.5 m/s ed una massima oraria di 2.7 m/s (SW); un altro evento di rilievo interessato si è avuto giovedì 11 maggio dove è stata registrata una media giornaliera di 1.4 m/s ed una massima oraria di 2.7 m/s (W-SW).

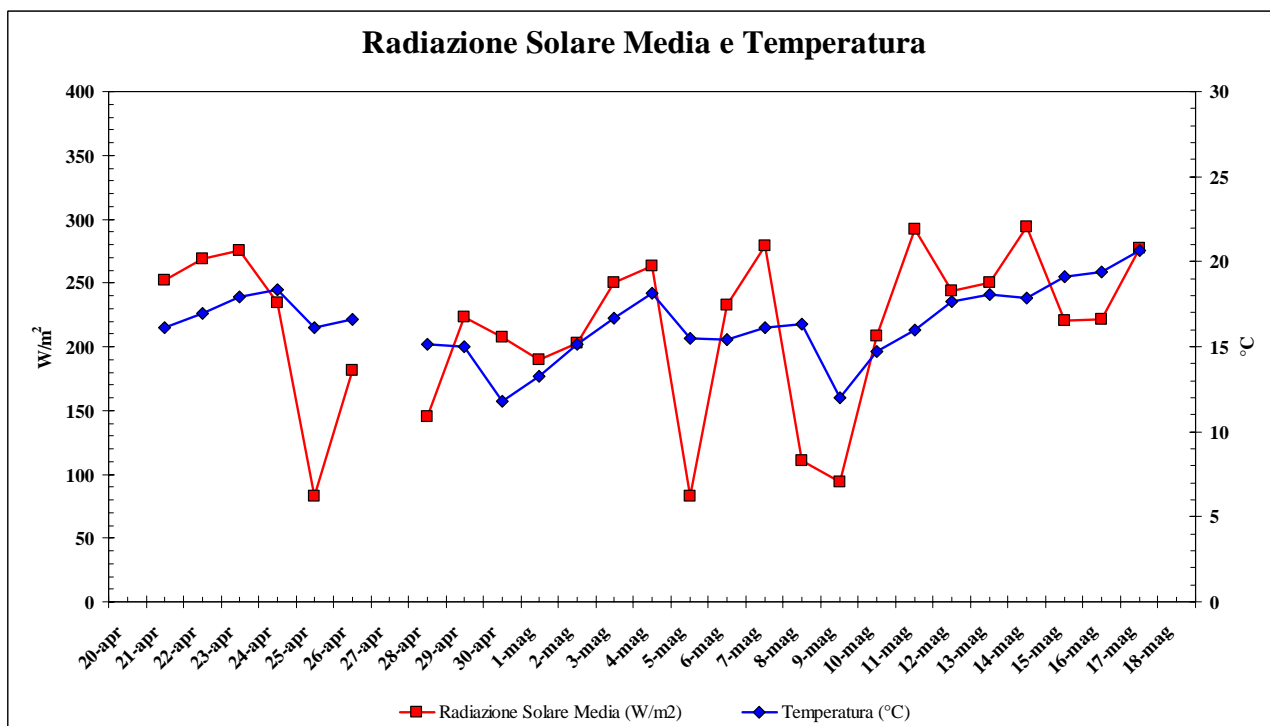


Per quanto riguarda *le precipitazioni* sono stati registrati 8 giorni piovosi su 28 giorni di campagna. Il fenomeno di maggiore intensità si è verificato martedì 9 Maggio con 24 mm di pioggia caduti durante la giornata, di cui 11 mm caduti in solo un'ora. Altri eventi piovosi di rilievo sono stati registrati venerdì 28 Aprile e martedì 2 Maggio in cui sono caduti più di 10 mm di pioggia.

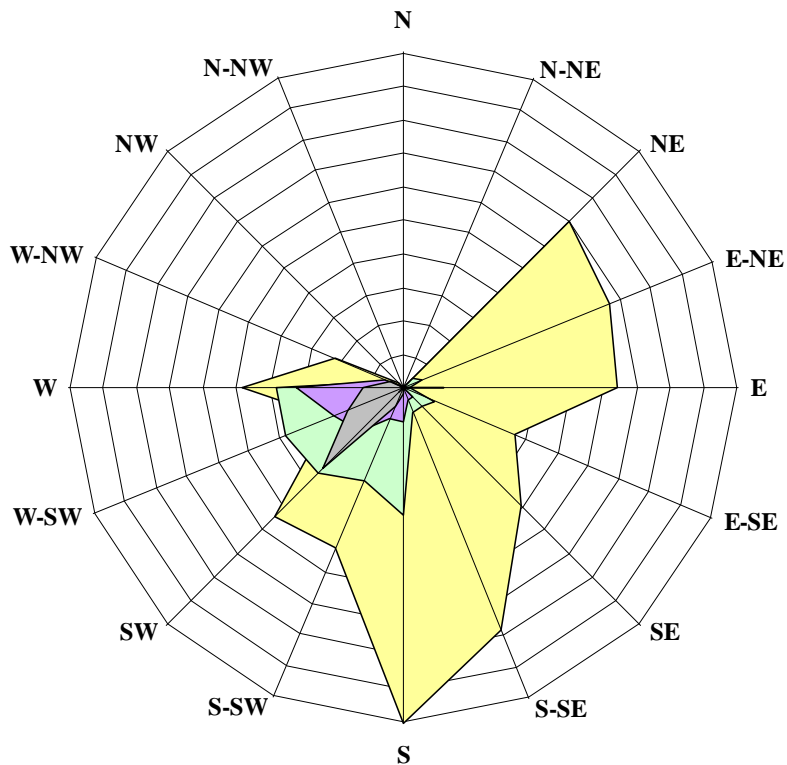
L'*andamento barico* ha fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 999 hPa, un valore massimo di circa 1006 hPa il giorno venerdì 05 maggio ed un minimo di 982 hPa sabato 29 aprile.



La temperatura media del periodo è stata di 16.4 °C con un massimo di 20.6 °C mercoledì 17 maggio.



## Rosa dei Venti



|      | 0.2 < VV < 1 | 1 < VV < 1.5 | 1.5 < VV < 2 | 2 < VV < 3 | VV > 3 |
|------|--------------|--------------|--------------|------------|--------|
| N    | 0            | 0            | 0            | 0          | 0      |
| N-NE | 0            | 0            | 0            | 0          | 0      |
| NE   | 35           | 2            | 0            | 0          | 0      |
| E-NE | 33           | 3            | 0            | 0          | 0      |
| E    | 32           | 1            | 6            | 1          | 0      |
| E-SE | 18           | 5            | 0            | 0          | 0      |
| SE   | 25           | 4            | 2            | 0          | 0      |
| S-SE | 39           | 4            | 2            | 0          | 0      |
| S    | 50           | 19           | 5            | 1          | 0      |
| S-SW | 26           | 15           | 5            | 3          | 0      |
| SW   | 27           | 18           | 9            | 17         | 1      |
| W-SW | 12           | 19           | 11           | 9          | 0      |
| W    | 24           | 19           | 16           | 6          | 0      |
| W-NW | 11           | 2            | 3            | 2          | 0      |
| NW   | 1            | 0            | 0            | 0          | 0      |
| N-NW | 0            | 0            | 0            | 0          | 0      |

VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi                      657  
 Percentuale di casi di calma            17%



## Principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi schematicamente in due gruppi: *inquinanti primari* ed *inquinanti secondari*. I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche e le principali sorgenti di emissione degli inquinanti atmosferici misurati con laboratorio mobile.

| <b>Inquinanti monitorati</b>           | <b>Sorgenti</b>  | * = Inquinante primario<br>** = Inquinante secondario |
|--|--|---|
| Biossido di azoto**<br>NO <sub>2</sub> | 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 <sub>3</sub>              | Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera  |   |
| Particolato fine */**<br>PM10          | Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione  |   |

Gli **ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

Al momento dell'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O<sub>3</sub> troposferico.

Il **monossido di carbonio (CO)** ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. E' un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina, in particolare quando sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni pertanto sono strettamente legate ai flussi di traffico in prossimità della zona in cui avviene il prelievo e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono poi a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

L'**ozono (O<sub>3</sub>)** è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare e che causano la formazione di un insieme di diversi composti, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimica. A differenza degli inquinati primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse delle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa. Le

concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovento rispetto ai centri urbani principali.

La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grande quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con  $h\nu$ ), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:  $\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}^*$

L'ossigeno atomico  $\text{O}^*$ , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella relazione vera e propria ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale e pertanto stabilizza la molecola di ozono che si è formata:  $\text{O}^* + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$

Una volta generato l'ozono reagisce con l'NO e rigenera  $\text{NO}_2$ :  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che da solo non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di  $\text{NO}_2$  senza consumare  $\text{O}_3$ , di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo di  $\text{O}_3$ .

Il **particolato fine (PM10)** è considerato uno dei "nuovi inquinanti", la cui misura è stata introdotta a partire dal 1998; esso è costituito da particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $10 \mu\text{m}$ , in grado quindi di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe). Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia.

### Andamento inquinanti nel periodo di misura

Esaminando gli indicatori proposti dalla normativa, appare subito evidente che la scala temporale adeguata per una valutazione della qualità dell'aria è generalmente quella annuale. Una campagna di misura condotta per un periodo più breve può essere utile in un'ottica di approccio preliminare alla caratterizzazione dei livelli di immissione nel luogo soggetto all'indagine, in rapporto alle informazioni provenienti dal resto della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria.

Gli inquinanti considerati nello studio sono quelli usualmente monitorati nelle aree urbane: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO,  $\text{NO}_2$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ) e polveri sottili (PM10).

La strumentazione presente sul Laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi (NO,  $\text{NO}_2$ , CO,  $\text{O}_3$ ), per quanto riguarda il PM10 invece la misura ha permesso di avere un valore medio giornaliero.

I dati sono stati raccolti alla migliore risoluzione temporale permessa dagli strumenti. Ove i dati fossero disponibili su base oraria, si è provveduto a calcolare le medie giornaliere a condizione che fosse presente almeno il 75% dei dati per ogni giorno.

Come descritto nel capitolo Normativa (vedi Tab. pagg 8 - 9), il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per  $\text{NO}_2$ , CO e PM10 i valori limite per la protezione della salute umana e i margini di tolleranza che si riducono progressivamente negli anni. Per gli inquinanti monitorati tale margine di tolleranza è attualmente nullo ad eccezione di quello relativo al biossido di azoto.

I livelli di concentrazione degli inquinanti elencati sono stati pertanto di seguito confrontati con i rispettivi limiti a "regime", cioè con margini di tolleranza zero, anche per quanto riguarda il biossido di azoto, adottando così le condizioni più cautelative anche per questo inquinante.

Per “giorno tipo” o “giorno medio” si intende l’andamento delle concentrazioni medie orarie mediate su tutti i giorni feriali (o su tutti i giorni pre-festivi o festivi) del periodo in questione.

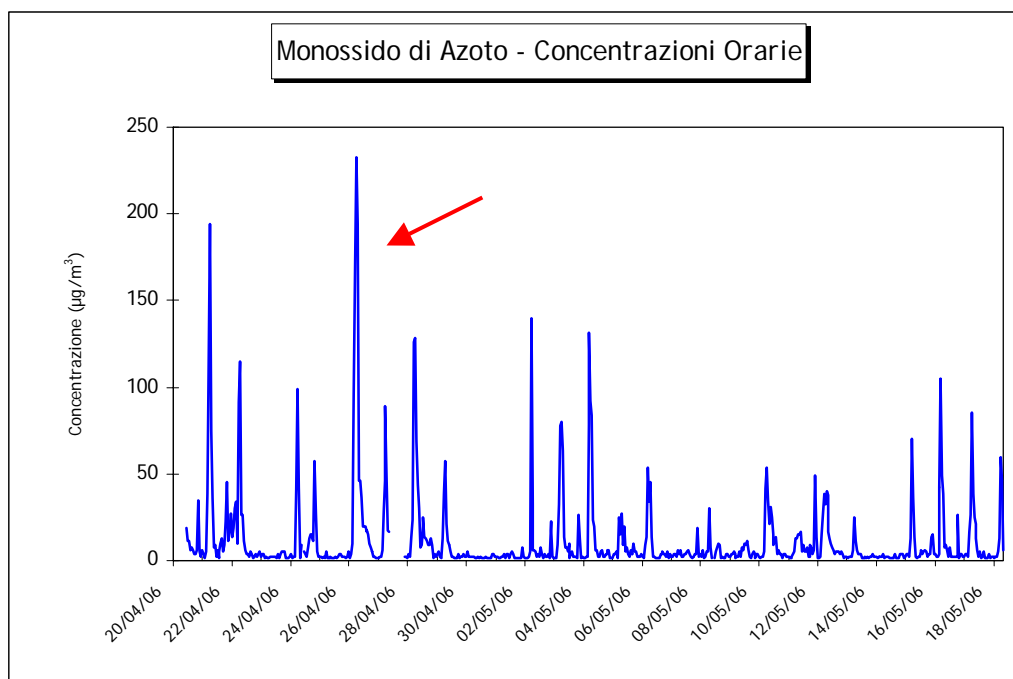
Le caratteristiche del sito di misura poi e le condizioni meteorologiche sono elementi essenziali per l’interpretazione dei dati. La **concentrazione degli inquinanti in atmosfera**, soprattutto in ambiente urbano, è infatti **influenzata da diversi fattori legati alla meteorologia**. Ad essi si è pertanto qui di seguito fatto riferimento per descrivere gli inquinanti monitorati.

Analizzando infatti la situazione meteorologica del periodo si osserva che la presenza nel periodo di misura di condizioni di bassa pressione, di una situazione anemologica vivace con fenomeni di foehn unitamente alla presenza di precipitazioni ha permesso uno sblocco atmosferico che aveva interessato la Regione per tutto il periodo di gennaio, favorendo fenomeni di dispersione degli inquinanti.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i risultati dell’analisi degli andamenti temporali degli inquinanti ricavati da un mese di osservazioni presso la postazione di via Don Natale Villa<sup>1</sup>.

**NO**

Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 12 µg/m<sup>3</sup> ed un valore massimo di concentrazione oraria pari a 233 µg/m<sup>3</sup> venerdì 26 aprile alle 07.00 del mattino.

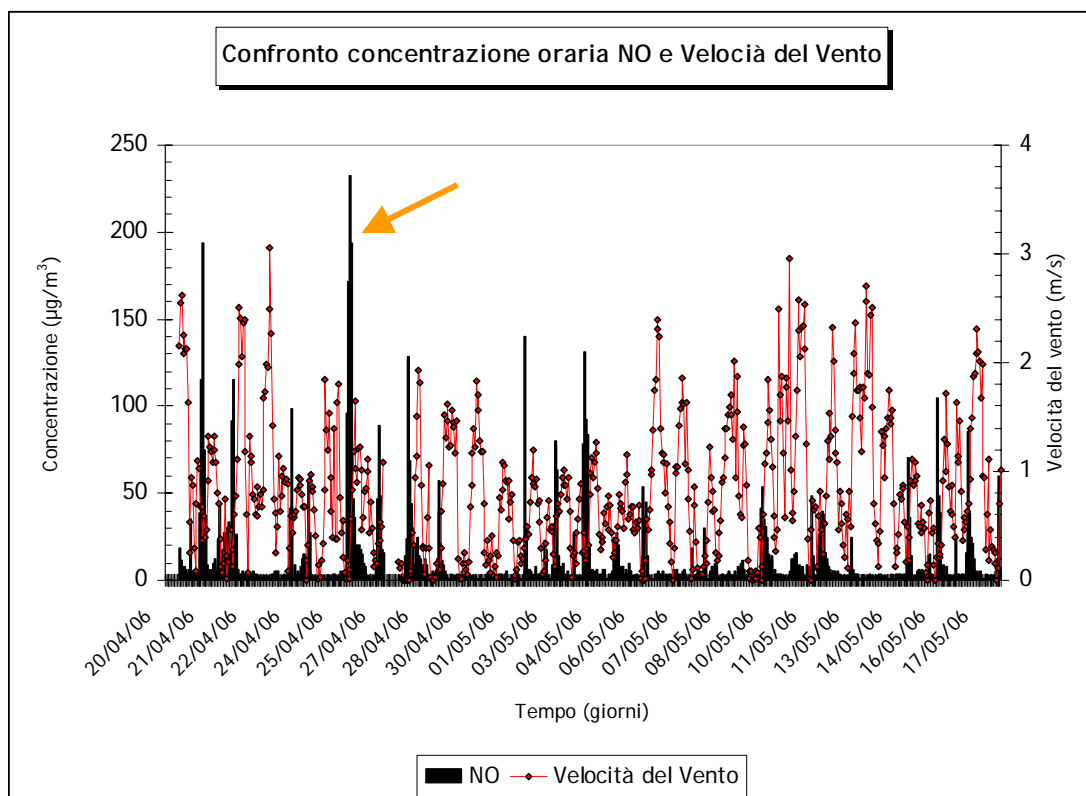


Tale condizione è stata favorita dalla situazione meteorologica, prevalentemente stabile quel giorno, che ha fatto registrare uno scarso dinamismo anemologico ( $VV = 0.1$  m/s) ed un innalzamento della pressione atmosferica che ha favorito fenomeni di stagnazione.

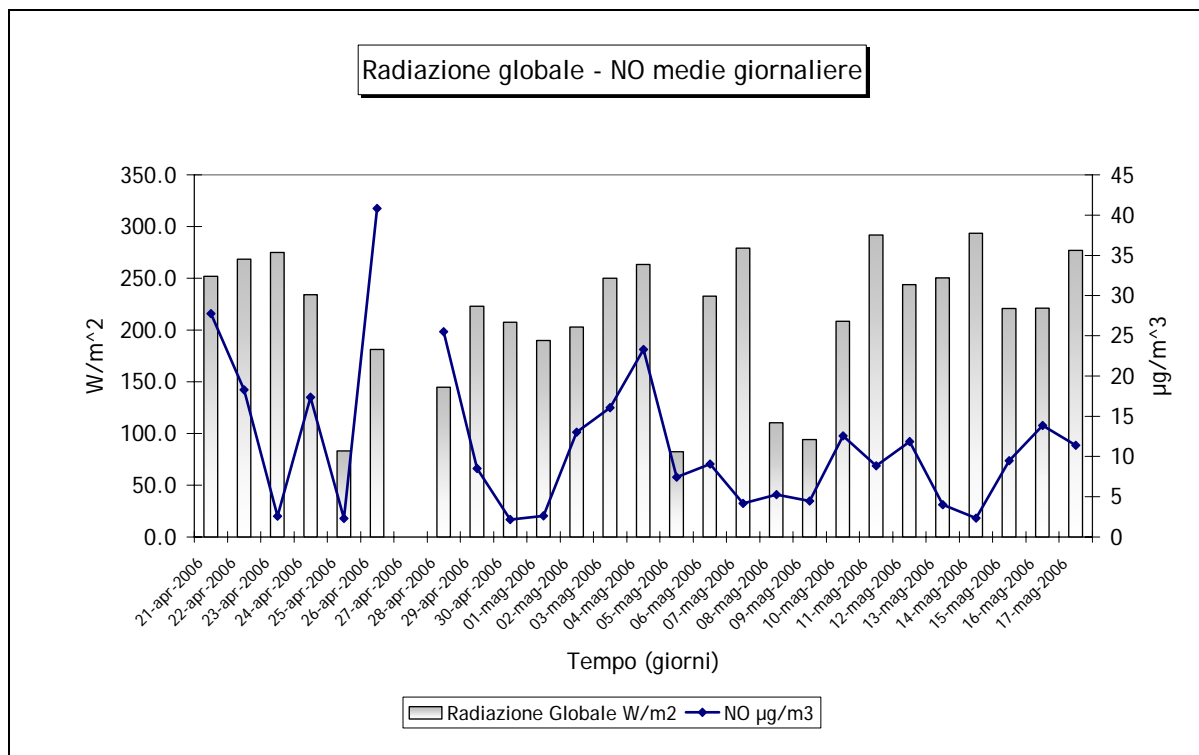
Dal confronto tra monossido di azoto e velocità del vento è possibile osservare come valori minimi di concentrazione di NO si trovino in corrispondenza di picchi di vento, in particolare il picco

<sup>1</sup> L’ora a cui sono associati i dati si riferisce all’ora solare

di NO registrato il giorno 26 Aprile è accompagnato da un minimo di vento.

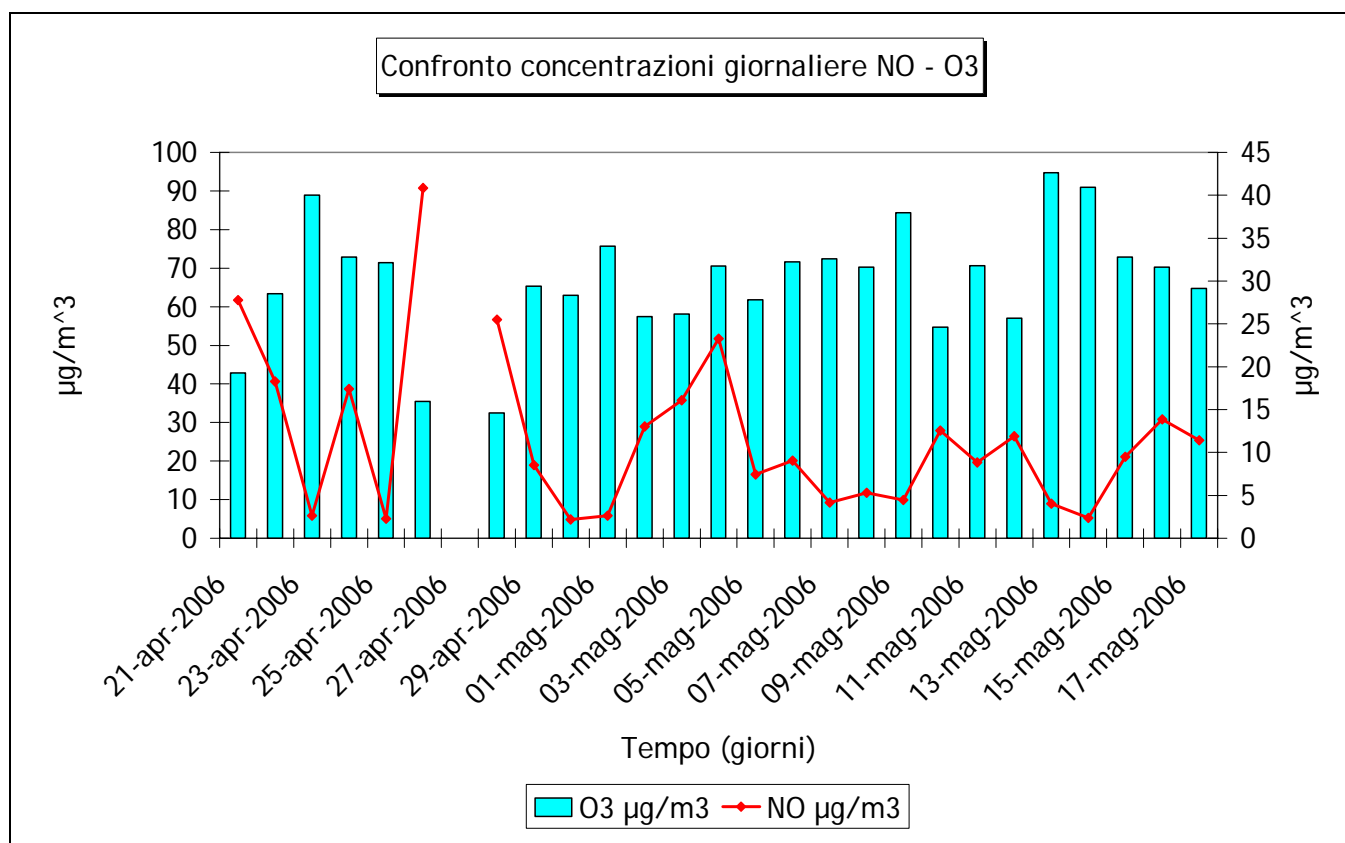


Osservando il grafico di confronto della radiazione globale con le concentrazioni di NO si può osservare come a picchi di radiazione corrispondano minimi di concentrazione di NO, in linea con le caratteristiche chimico-fisiche di questo inquinante.



L'NO infatti tende a reagire con l'ozono per formare l'NO<sub>2</sub>. Essendo però l'ozono un inquinante fotochimico affinché possa avvenire la sua formazione è necessario che vi siano alte temperature e forte irraggiamento solare.

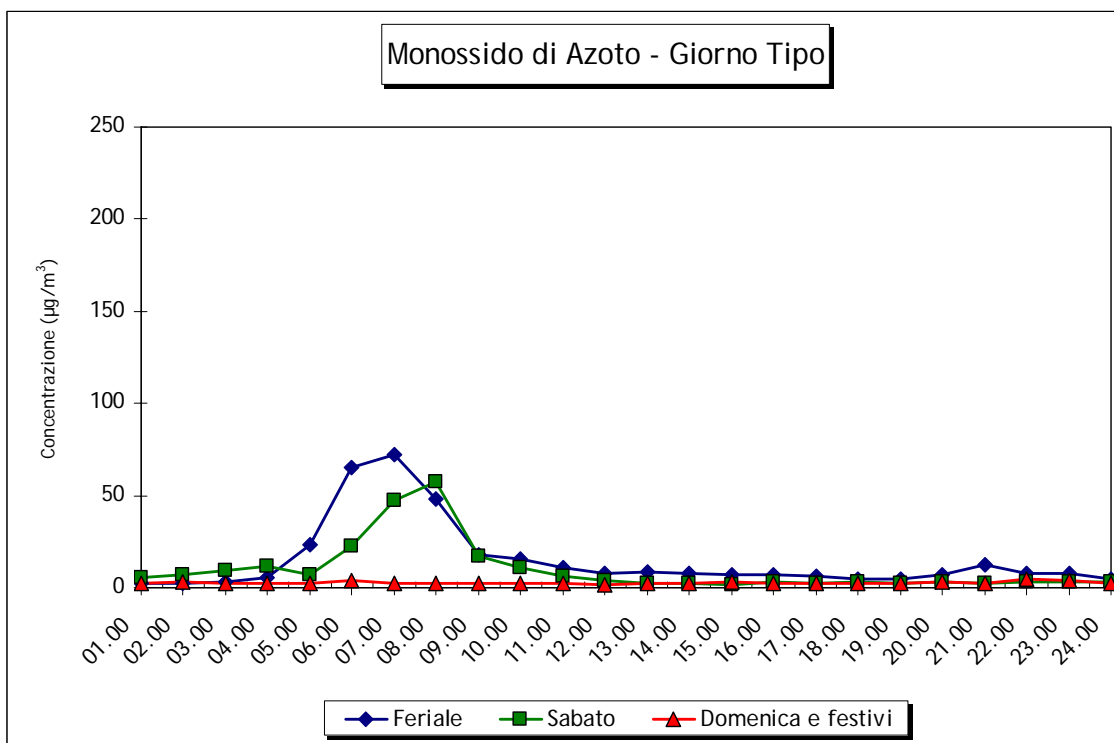
Pertanto, come confermato dal grafico di confronto dell'NO con l'ozono, la presenza di minimi di concentrazione di ossidi di azoto in corrispondenza di picchi di radiazione indica che è avvenuta reazione tra questi ultimi e l'ozono.



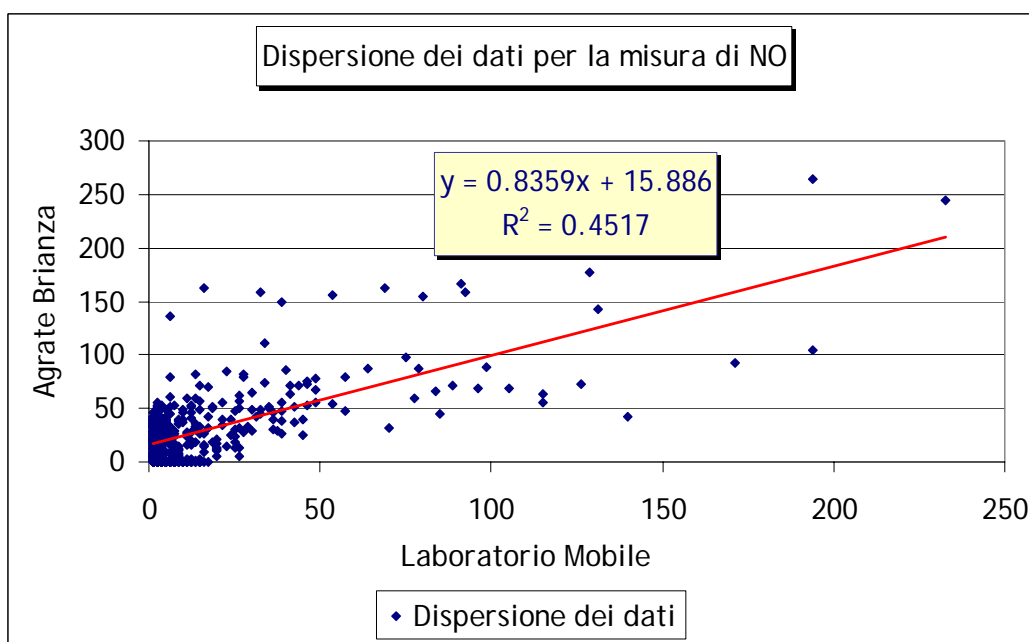
Poiché l'NO è riconosciuto essere un tracciante del traffico veicolare è stato possibile desumere le fasce orarie di maggior traffico lungo le arterie prossime al sito di misura dal *grafico del giorno tipo*. Si osserva come il traffico nei giorni feriali, sia pressoché concentrato nelle ore di punta tra le ore 6.00 e le ore 10.00 del mattino, e seppure in maniera molto meno marcata tra le 20.00 e le 22.00.

L'andamento pre-festivo nella prima parte della giornata è analogo a quello relativo ai giorni feriali, con picchi di concentrazione traslati di circa un'ora e compresi tra ore 07.00 e le ore 10.00 mentre nella seconda parte della giornata non si evidenziano picchi di rilievo.

Nel giorno tipo festivo non si evidenzia invece alcun picco di concentrazione e i valori si mantengono uniformi in tutta la giornata, in linea con la diminuzione del traffico durante il week-end.



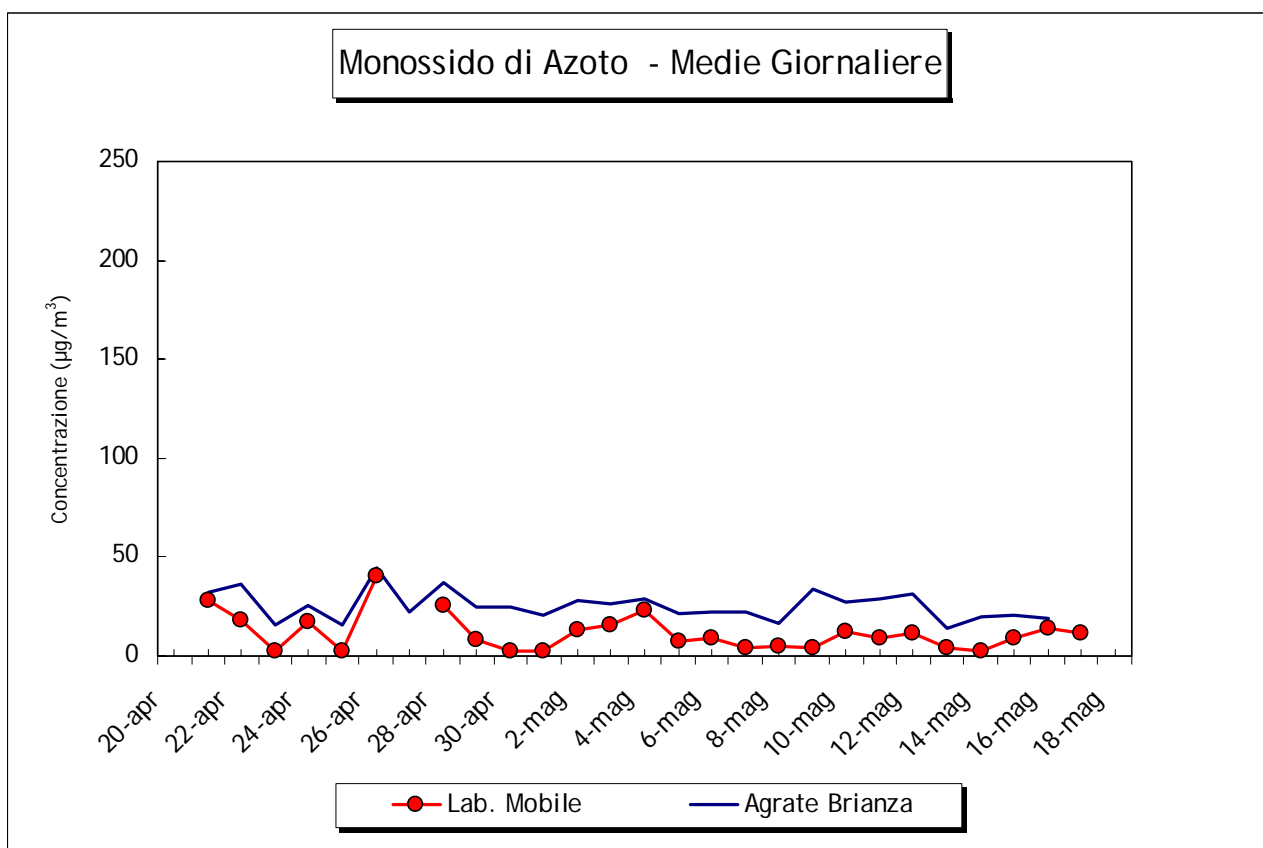
Le concentrazioni misurate nel sito oggetto di indagine presentano un andamento temporale analogo rispetto alle concentrazioni rilevate delle stazioni fisse della zona Ovest del territorio della provincia di Milano; in particolare presentano un'ottima correlazione<sup>2</sup> ( $R=0.7$ ) con la vicina stazione di fondo urbano di Agrate Brianza, pur mantenendosi mediamente più bassi.



<sup>2</sup> Il coefficiente di correlazione di Pearson ( $R$ ) misura il grado di correlazione lineare tra due variabili  $x$  e  $y$  calcolando il rapporto tra la loro covarianza ed il prodotto delle rispettive deviazioni standard ( $0 < R < 1$ , più  $R$  si avvicina a 1 più i valori sono correlati):

$$R = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \times \text{var}(y)}}$$

Si riporta qui di seguito il *grafico delle concentrazioni medie giornaliere* relative al Laboratorio Mobile confrontate con quelle rilevate dalla stazione fissa di Agrate nel periodo interessato dalla campagna di misura.



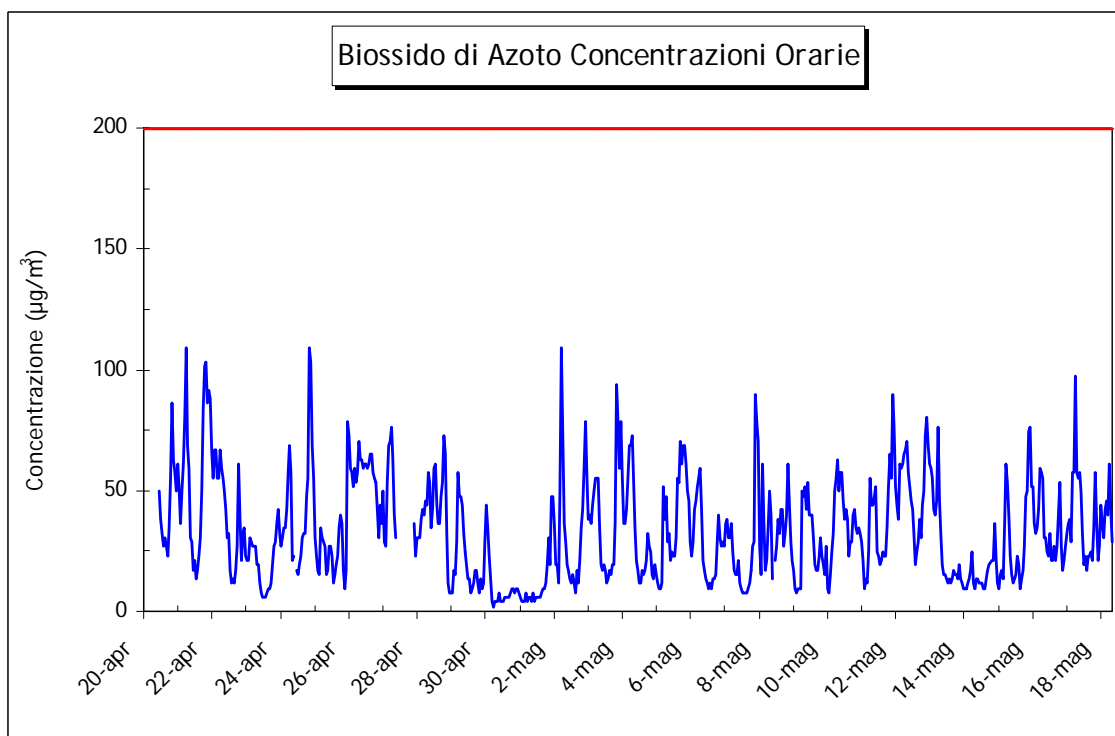
## NO<sub>2</sub>

La concentrazione in aria di NO<sub>2</sub>, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO<sub>2</sub> e dalla velocità di conversione di NO<sub>2</sub> in altre specie ossidate (nitrati).

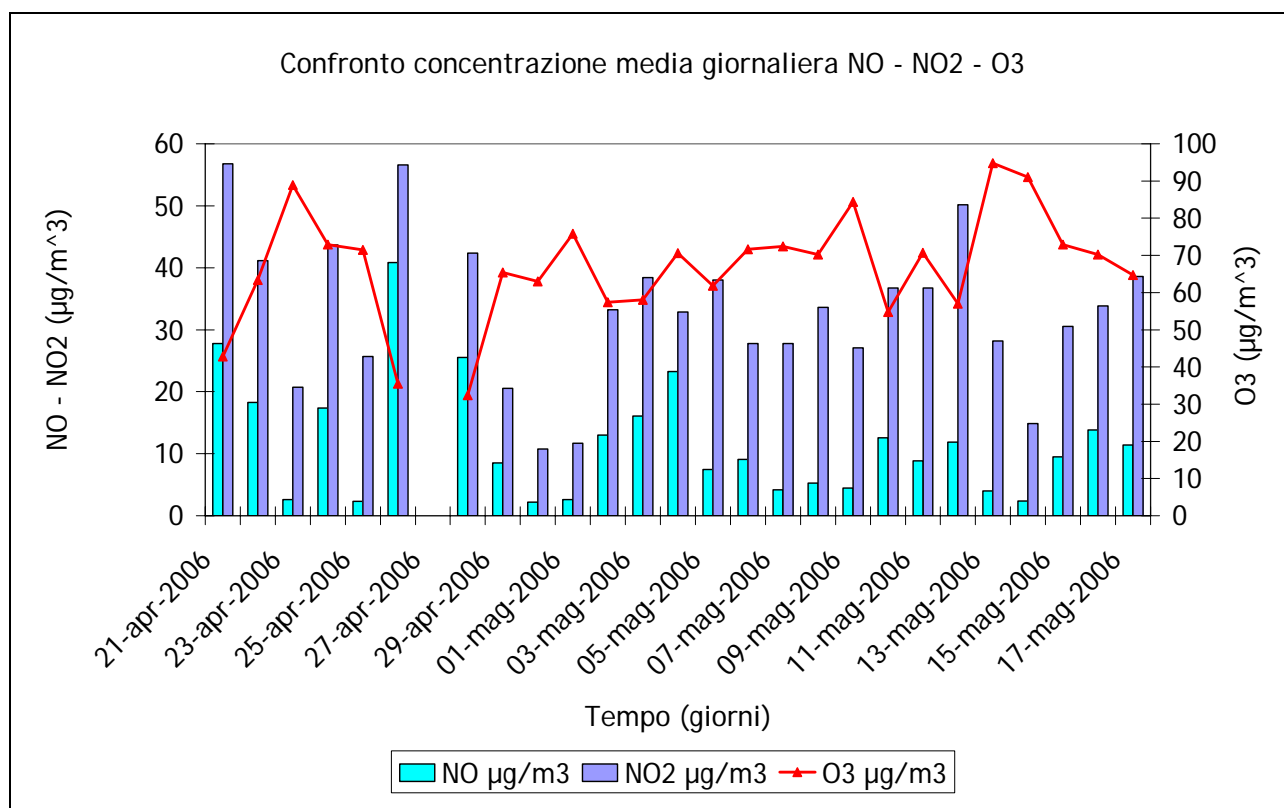
Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo del biossido di azoto si è attestata su 34 µg/m<sup>3</sup> e non sono stati rilevati superamenti orari del limite di attenzione, fissato per questo inquinante a 200 µg/m<sup>3</sup>.

Il valore massimo di concentrazione oraria, pari a 109 µg/m<sup>3</sup>, è stato registrato in tre giorni feriali, venerdì 21 aprile alle ore 07.00, lunedì 24 aprile alle ore 21.00 e martedì 2 maggio alle ore 06.00.

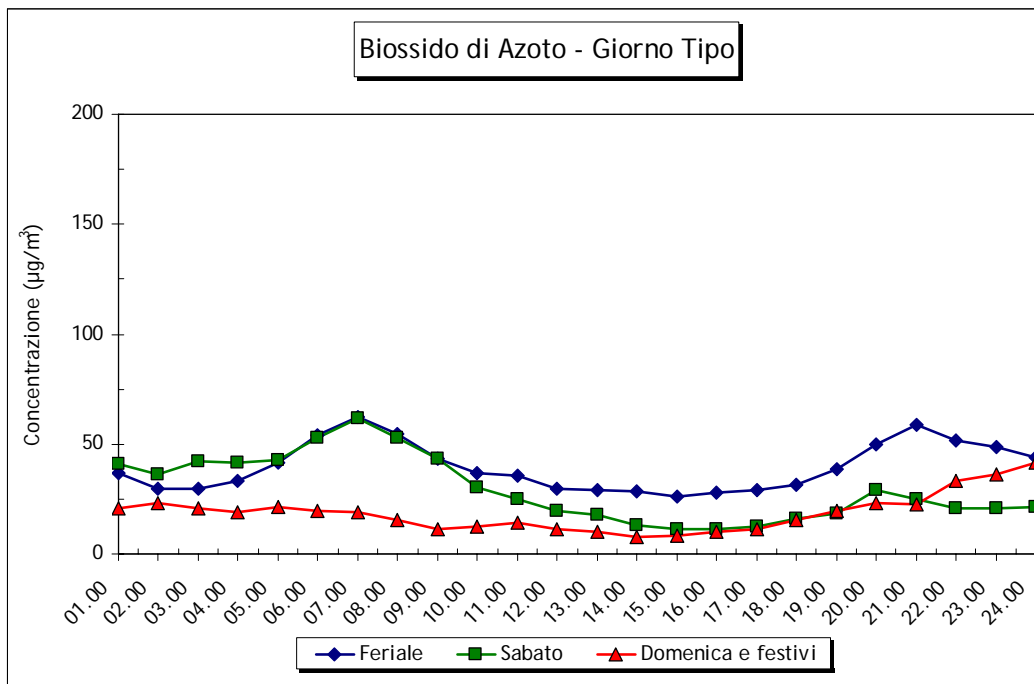
Le ore in cui si sono verificati questi picchi ricadono nelle fasce orarie di maggior traffico giornaliero feriale.



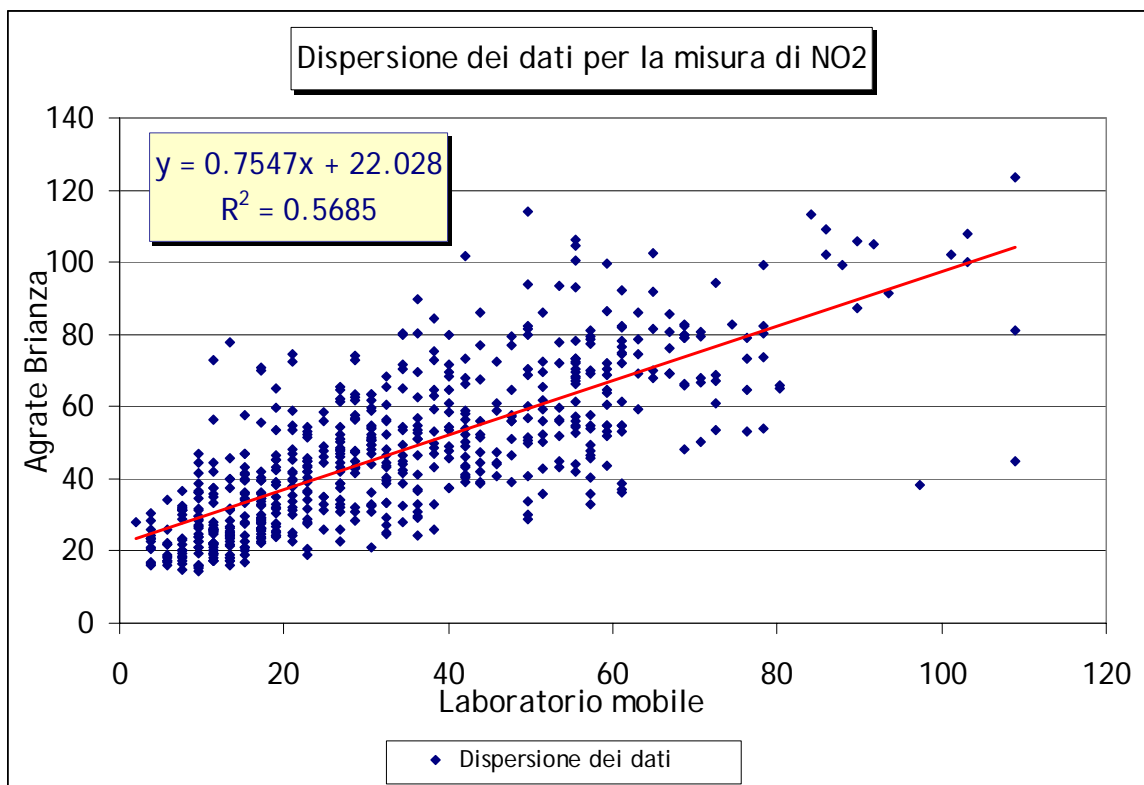
Studiando il grafico di confronto della concentrazioni di NO ed NO<sub>2</sub> con quella dell'ozono si può osservare come non sia stata favorita la trasformazione di NO in NO<sub>2</sub>, infatti a picchi di concentrazione di O<sub>3</sub> si osserva solo una parziale trasformazione di NO in NO<sub>2</sub>.



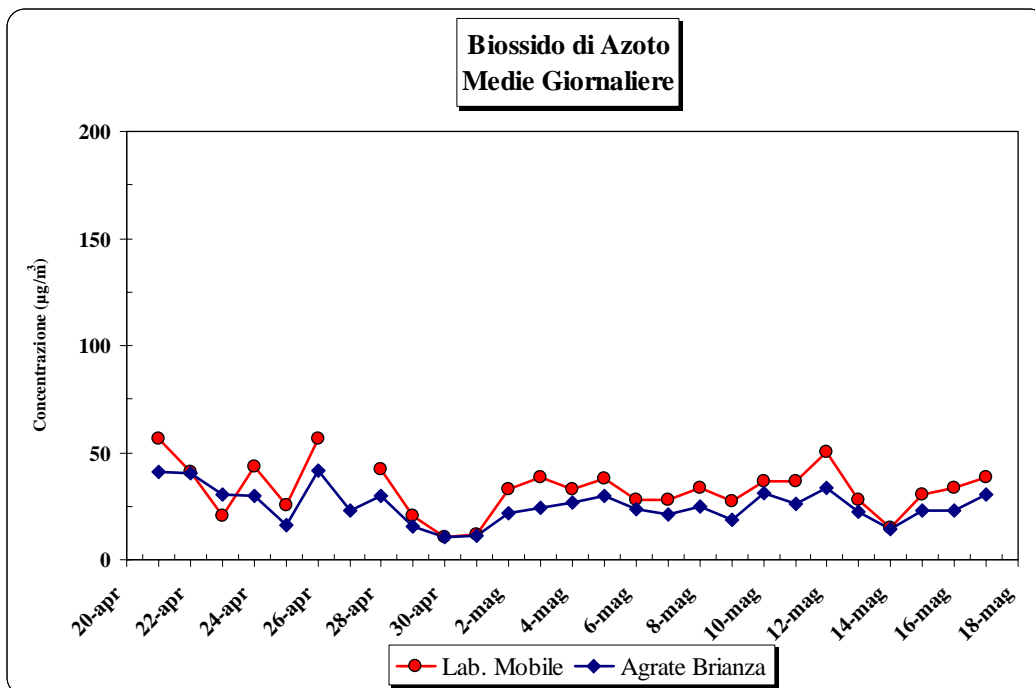
Il grafico del giorno tipo presenta andamenti analoghi a quello dell'NO, per il giorno tipo feriale infatti sono osservabili due picchi relativi alle ore di maggior traffico che risultano attenuati nel grafico dei i giorni pre-festivi e festivi.



Per questo inquinante le concentrazioni misurate in via Don Natale Villa a Caponago presentano, come per l'NO, un'ottima correlazione con le concentrazioni misurate nella stazione di Agrate ( $R=0.8$ ), con valori mediamente superiori.

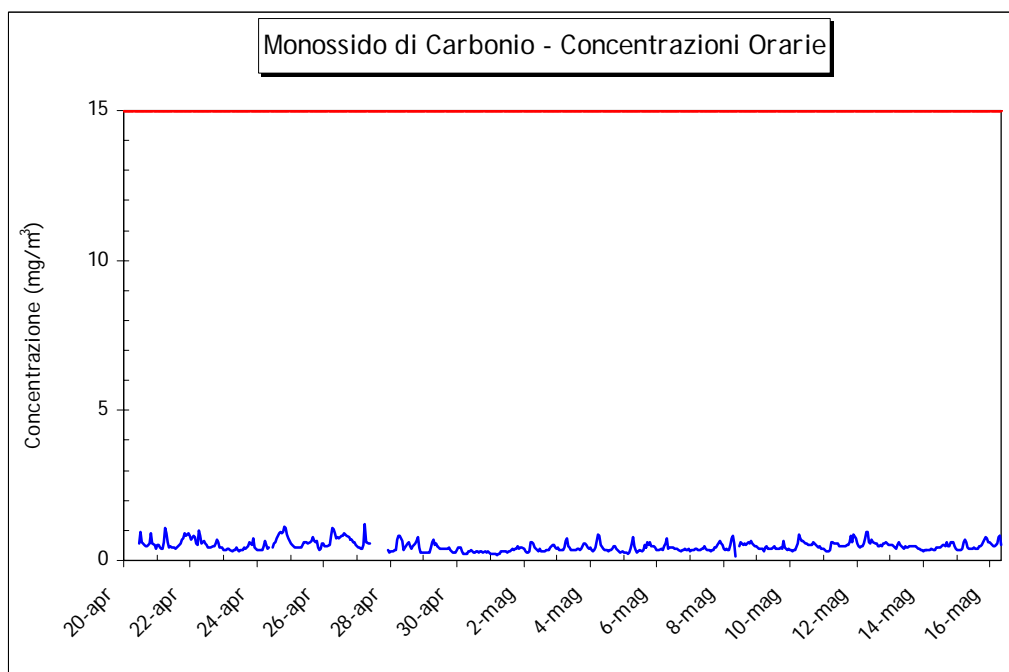


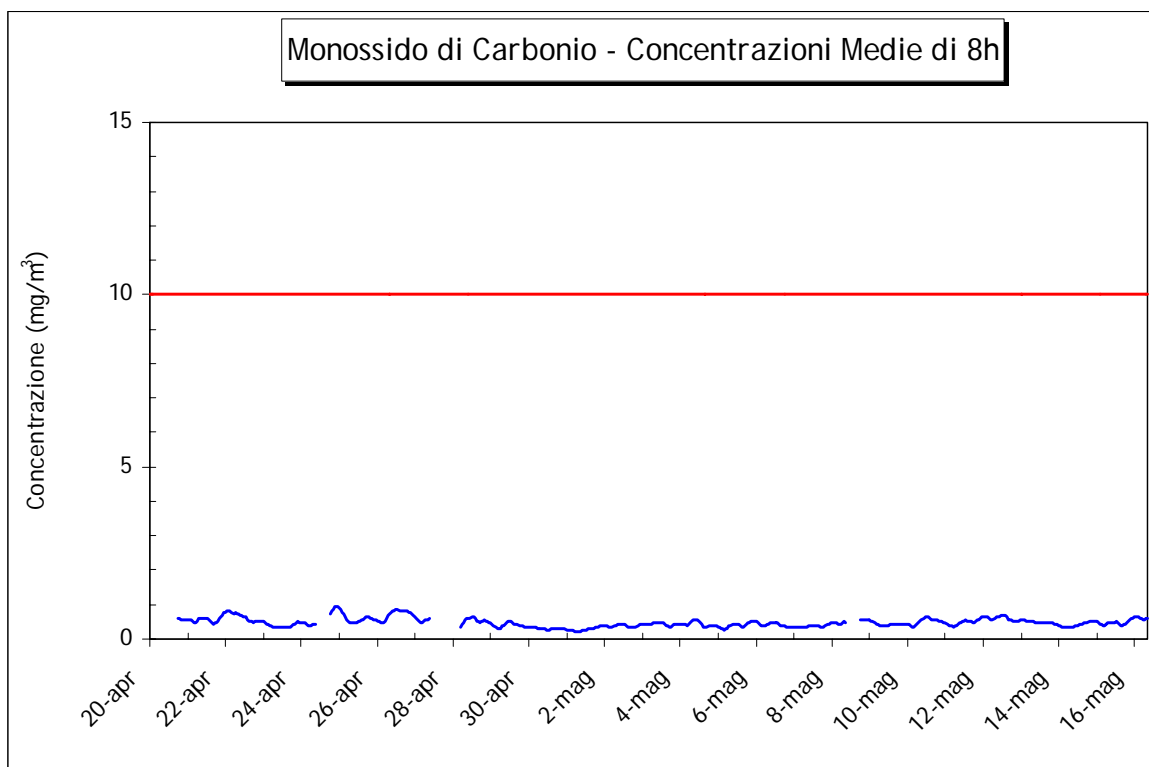
Si riporta qui di seguito il *grafico delle concentrazioni medie giornaliere* relative al Laboratorio Mobile confrontate con quelle rilevate dalla stazione fissa di Agrate nel periodo interessato dalla campagna di misura.



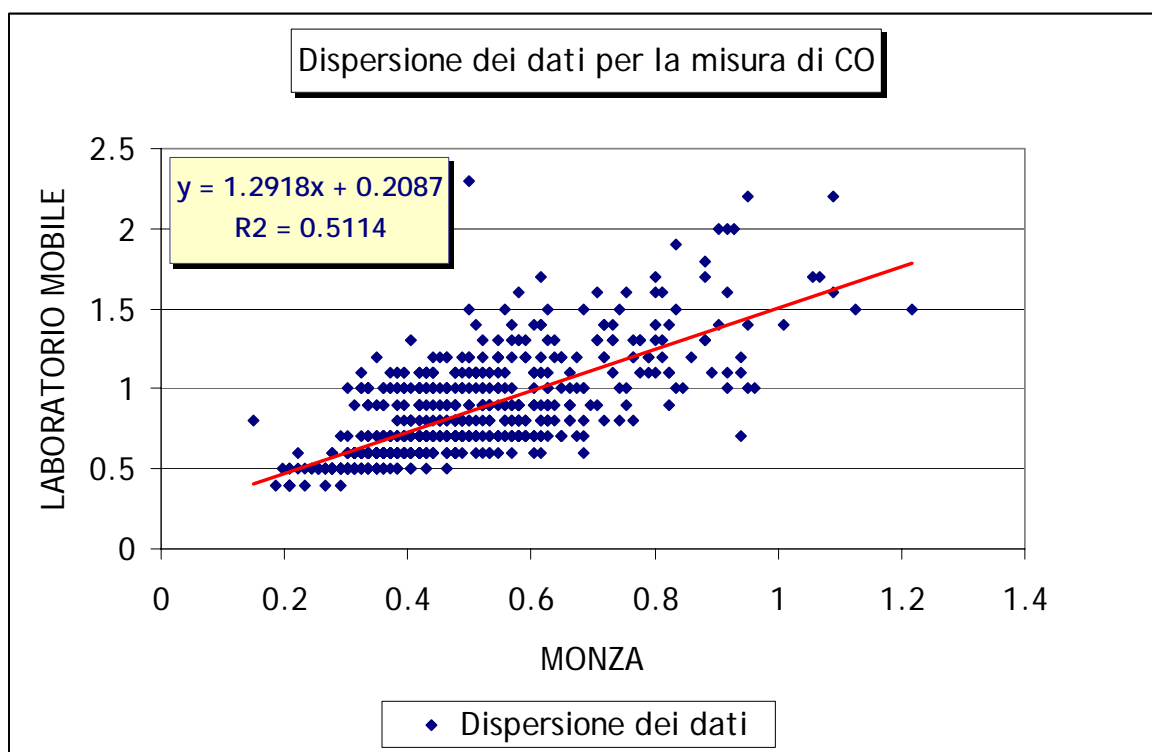
CO

Per quanto concerne le concentrazioni di **monossido di carbonio** misurate nel sito di interesse, i valori sono risultati abbondantemente inferiori ai limiti di legge sia per quanto riguarda la media oraria che per quella di 8 ore. Il valore medio sul periodo è stato di 0.5 mg/m<sup>3</sup>, il valore massimo orario è stato di 1.2 mg/m<sup>3</sup> giovedì 27 aprile alle ore 07.00, mentre il valore massimo mediato sulle 8 ore è stato pari a 1.0 mg/m<sup>3</sup> lunedì 24 aprile alle ore 23.00.

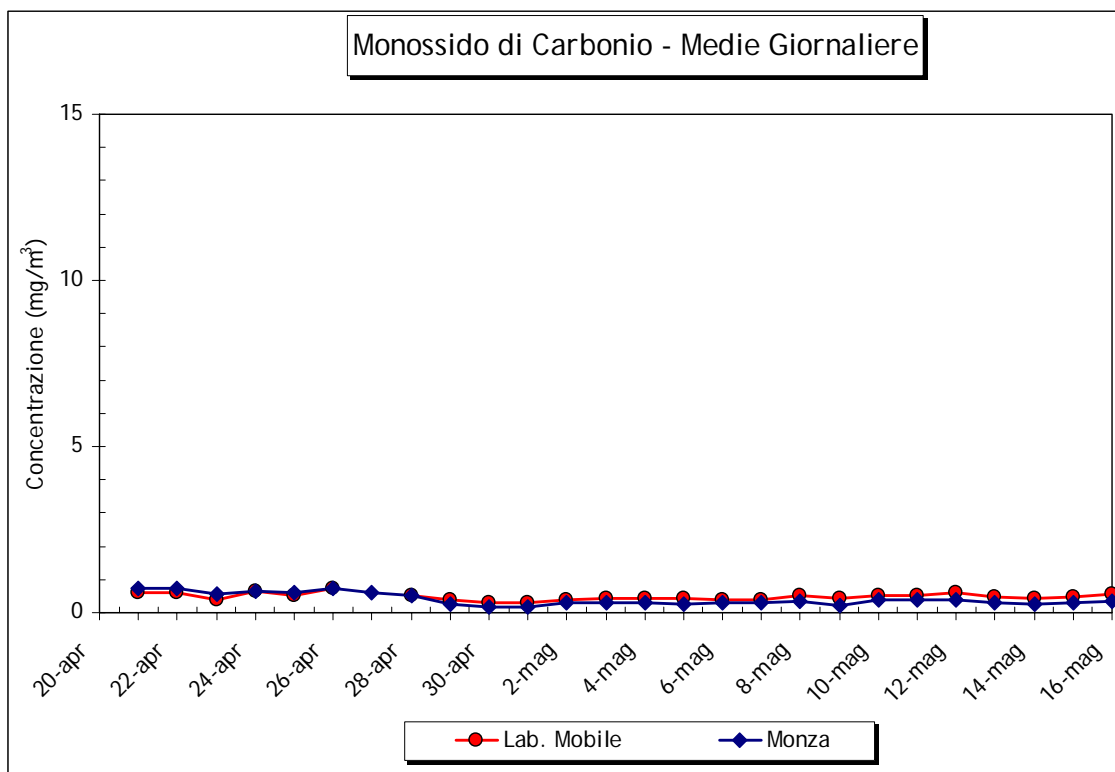




Per questo inquinante le concentrazioni misurate nel comune di Caponago presentano un'ottima correlazione con le concentrazioni misurate nella stazione di fondo urbano di Monza ( $R=0.7$ ), con valori molto simili essendo la postazione di misura un sito di fondo urbano.

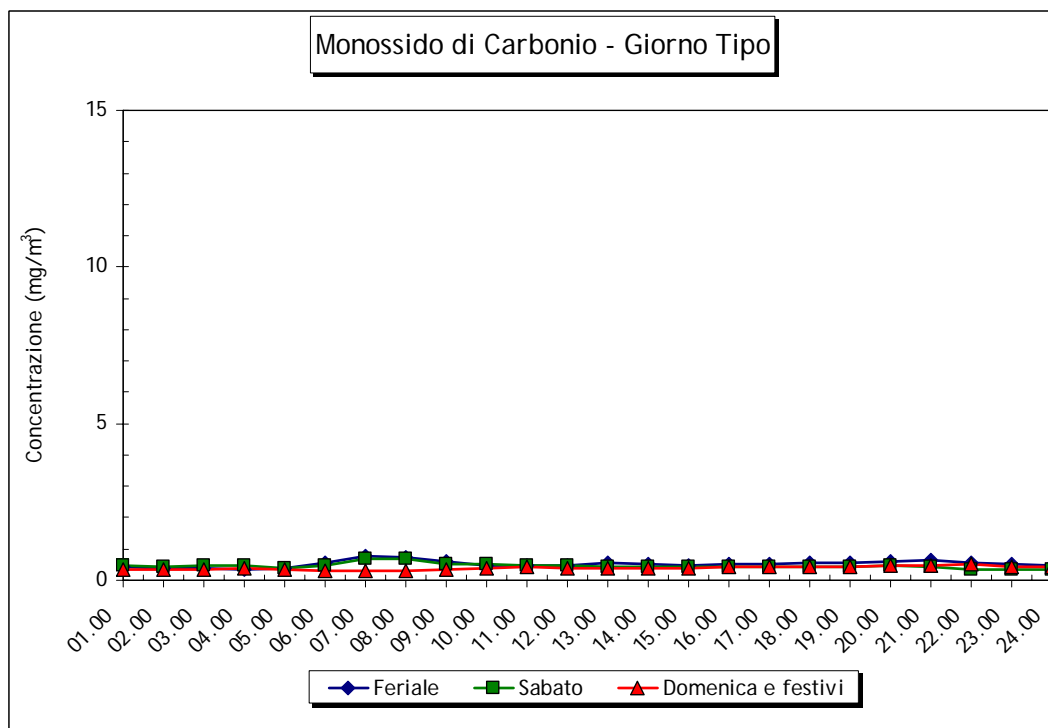


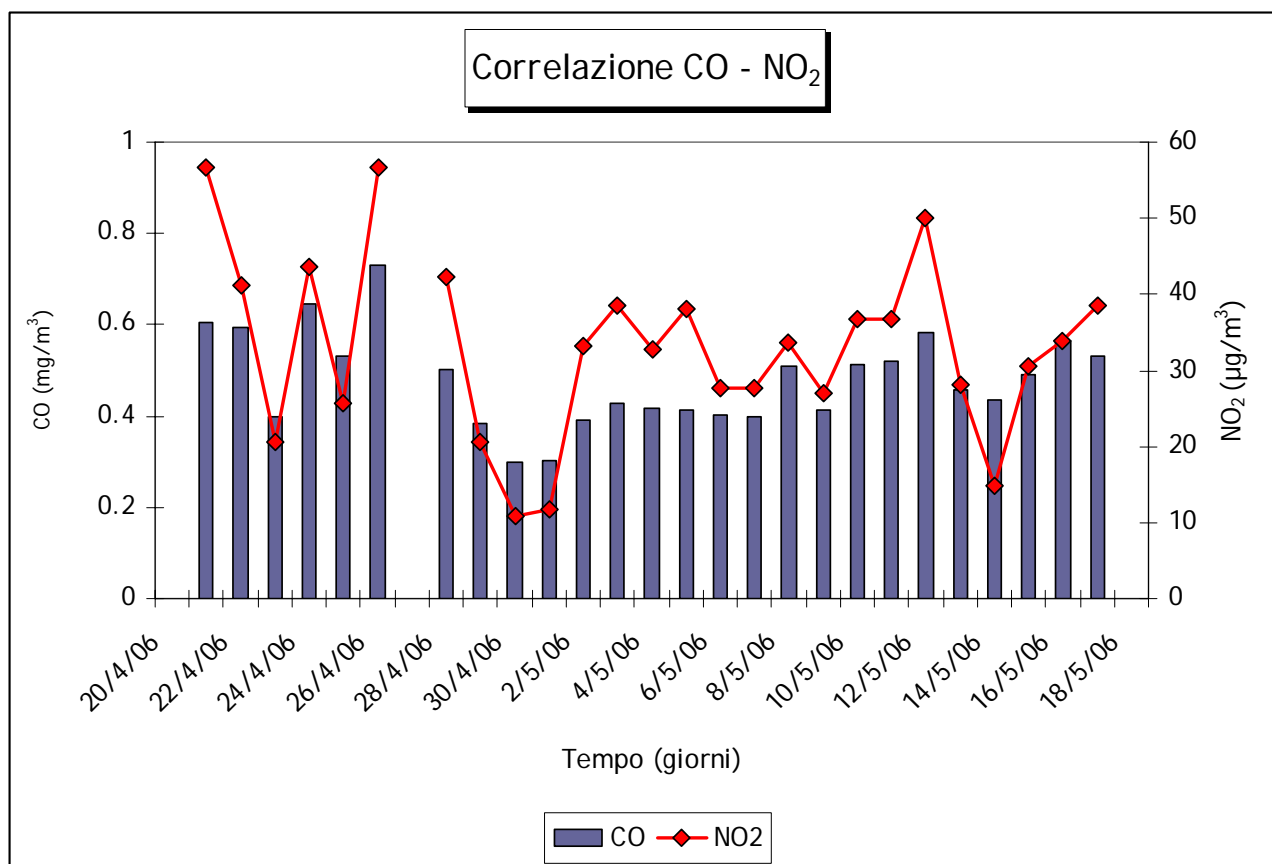
Si riporta qui di seguito il *grafico delle concentrazioni medie giornaliere* relative al Laboratorio Mobile confrontate con quelle rilevate dalla stazione fissa di Monza nel periodo interessato dalla campagna di misura.



Le concentrazioni rilevate nella postazione fissa di Monza e quelle rilevate con Laboratorio Mobile risultano ben allineate.

Nel grafico del giorno tipo non si osservano picchi di rilievo è possibile comunque evidenziare un aumento delle concentrazioni, sia nei giorni feriali che pre-feriali, tra le ore 7.00 e le ore 10.00 del mattino, mentre nel resto delle ore della giornata le concentrazioni risultano maggiormente attenuate.





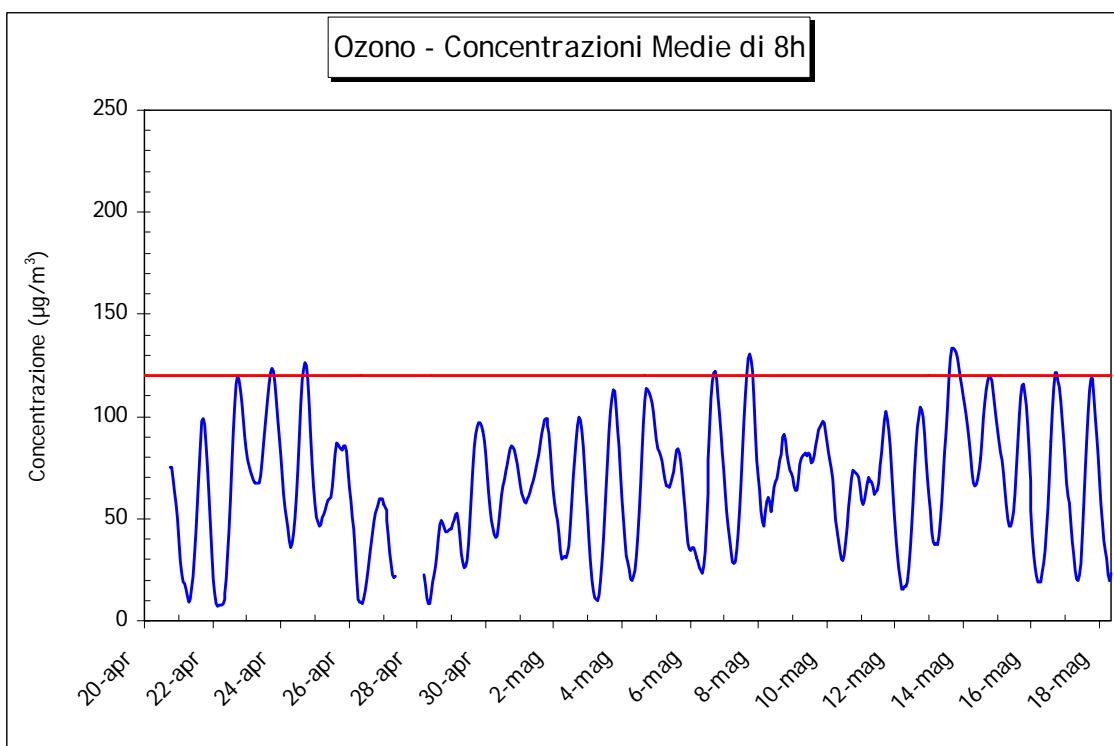
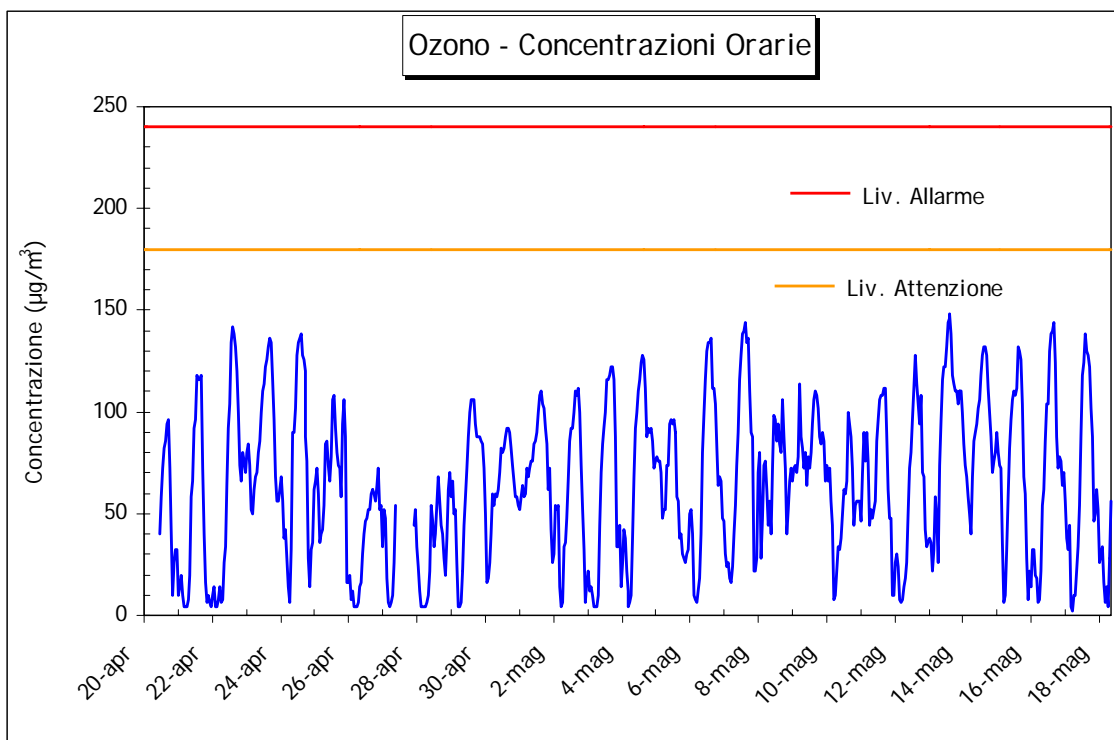
Nel sito oggetto di indagine è stato inoltre verificata la correlazione tra le concentrazioni di CO ed NO<sub>2</sub> (R=0.8); da tale correlazione si conferma la caratteristica per questi inquinanti di traccianti dei flussi di traffico.

### 03

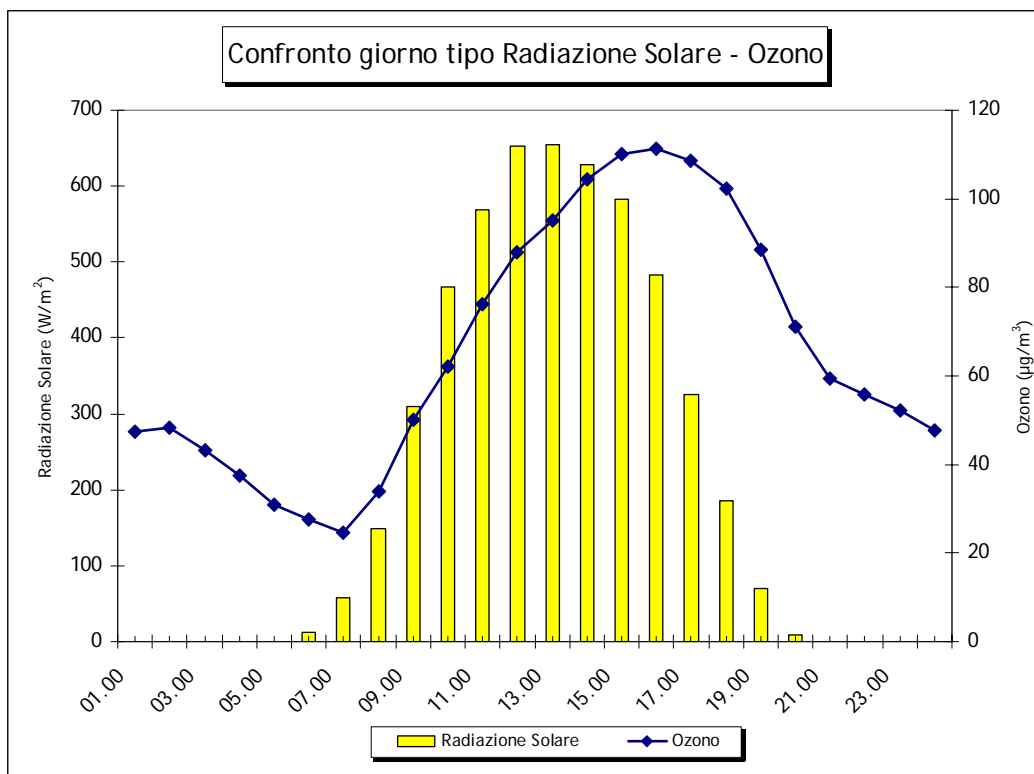
Il periodo in cui è stata condotta la campagna di misura è relativo alla stagione primaverile. I valori di radiazione solare nel periodo di misura favoriscono la formazione di ozono. A causa della natura fotochimica dell'ozono infatti, le maggiori concentrazioni di questo inquinante si registrano nelle ore successive alla massima insolazione, in quanto in tali ore si ha la formazione dell'ozono e successivamente la sua accumulazione.

Durante il periodo di misura, non sono stati infatti osservati superamenti della soglia di attenzione, fissata per questo inquinante a 180 µg/m<sup>3</sup>.

Il valore medio del periodo, il valore massimo orario ed il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente pari a **65 µg/m<sup>3</sup>**, **148 µg/m<sup>3</sup>** (sabato 13 maggio alle ore 16.00) e **134 µg/m<sup>3</sup>** (sabato 13 Maggio alle ore 16.00 e 17.00).

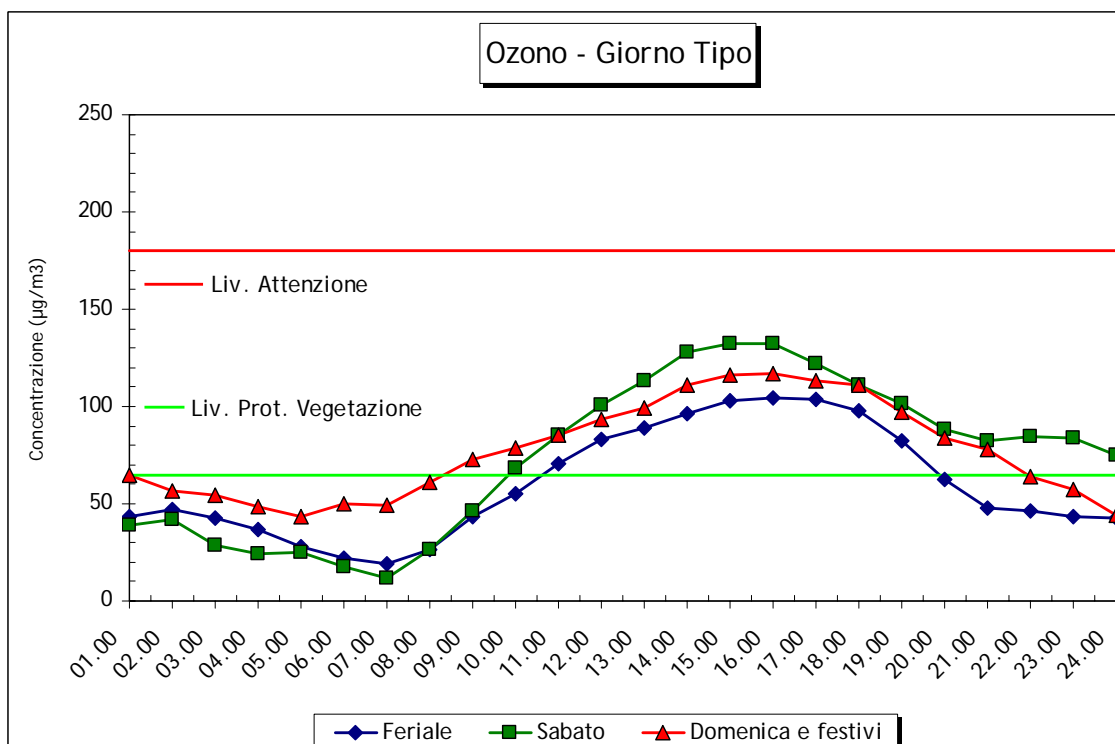


L'andamento di questo inquinante risulta differente da quello degli inquinanti primari, infatti l'ozono non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero dell'ozono è di tipo a campana con un massimo poco dopo il periodo di maggior insolazione (generalmente tra le 14.00 e le 17.00).

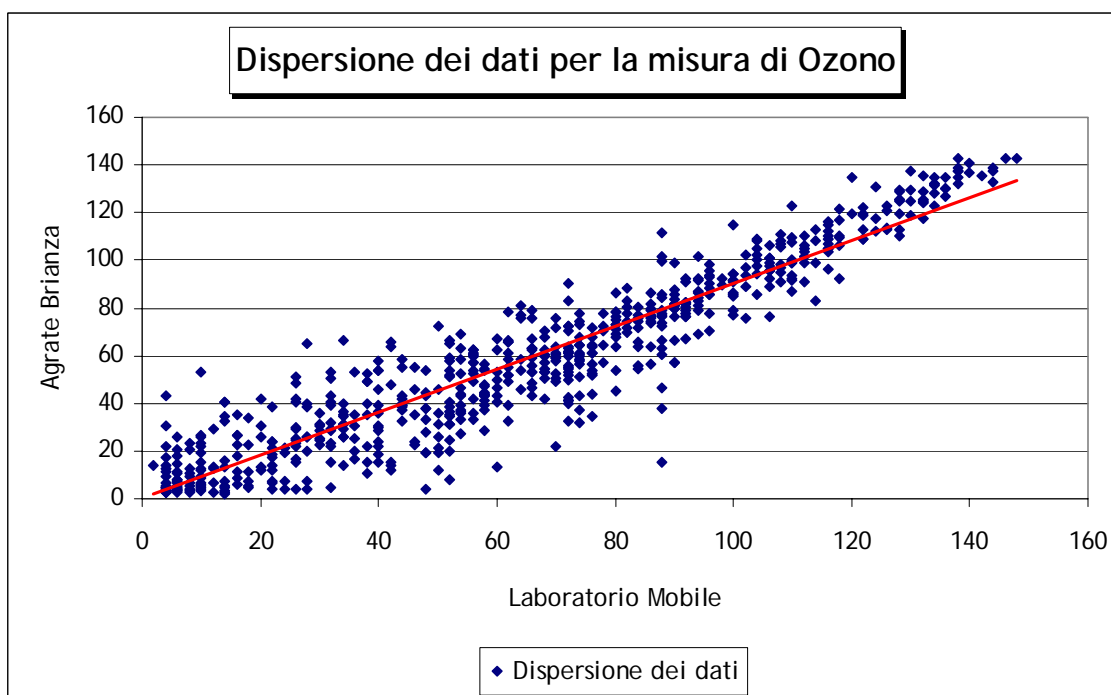
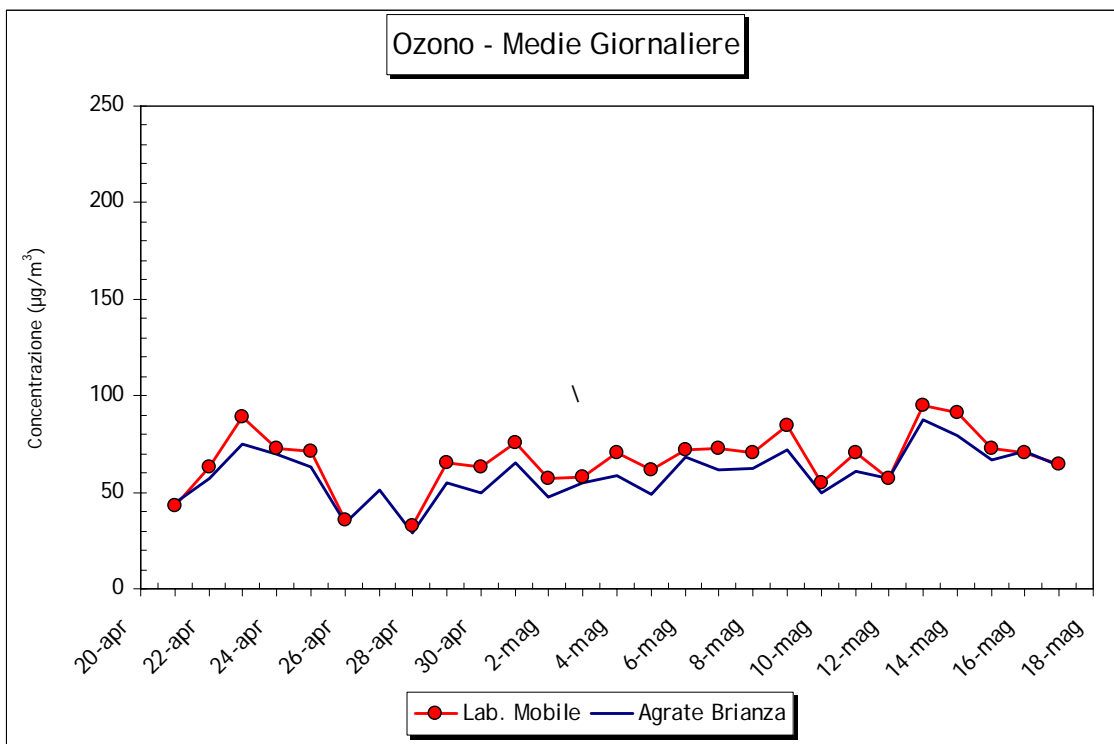


Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO. questo perché l' NO tende a reagire con l'O<sub>3</sub> portando alla formazione di NO<sub>2</sub>.

E' possibile osservare infatti nel grafico del giorno tipo come i valori diurni più elevati si sono verificati nei giorni pre-festivi e festivi, quando sono risultati minori le emissioni di NO (grazie alla riduzione del traffico).



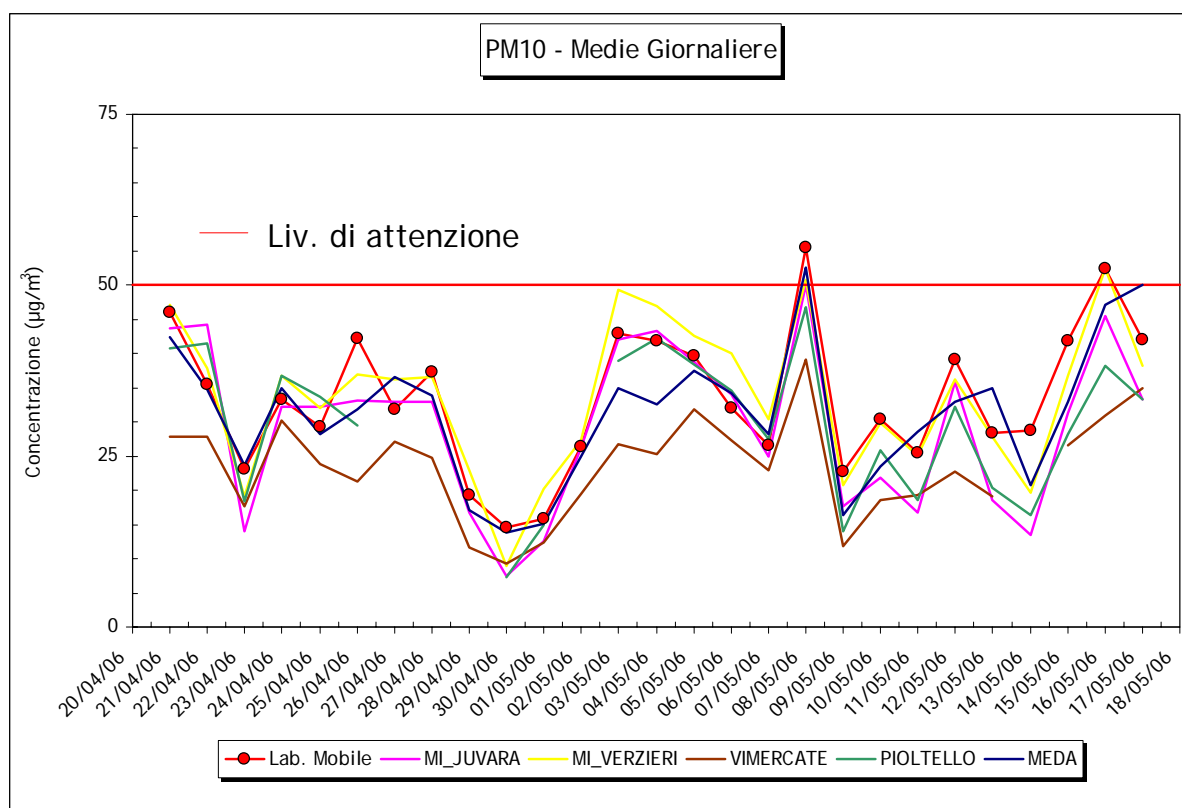
Per quanto riguarda poi le postazioni fisse di misura, le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalla vicina stazione urbana da fondo di Agrate Brianza (R=0.9); si nota inoltre come i valori più alti sono stati misurati il giorno 13 maggio in cui sia la radiazione solare ha fatto riscontrare il valore più elevati del periodo di misura e la velocità del vento ha avuto valori non trascurabili.

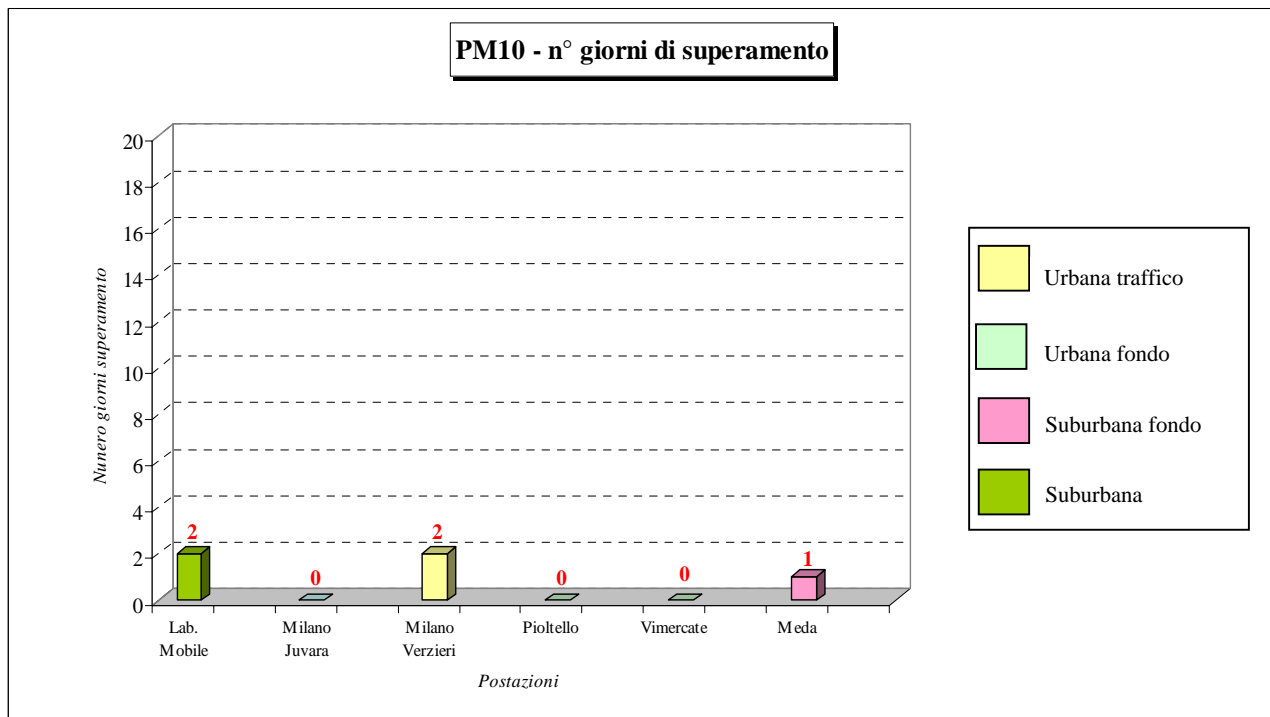


PM10

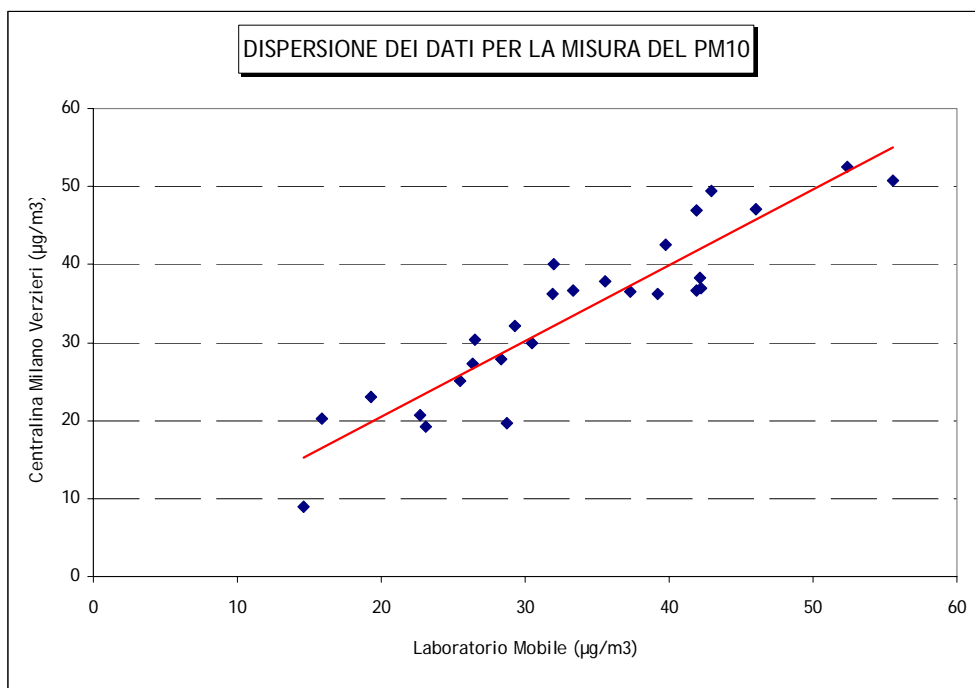
Le concentrazioni di **PM10** misurate a Caponago lungo via Don Antonio Villa presentano andamenti analoghi a quelli delle centraline della rete di rilevamento provinciale prese a riferimento. Durante tutto il periodo di misura sono stati osservati **2 superamenti (su 28 giorni di campagna) del livello di attenzione**, fissato per questo inquinante a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in linea con quanto osservato nelle centraline fisse prese a riferimento.

Il grafico delle medie giornaliere delle concentrazioni di PM10 mostra come, i pochi superamenti della soglia di attenzione siano in linea con quanto riscontrato dalle altre centraline, in accordo con il carattere ubiquitario di questo tipo di inquinante.





Il sito di misura è risultato ben correlato con le centraline prese a riferimento ( $R > 0.8$ ). In particolare la centralina che presenta una maggiore correlazione è quella di Milano Verzieri.



## Conclusioni

Il monitoraggio eseguito lungo via Don Antonio Villa nel comune di Caponago, nonostante il breve periodo di misura, rappresentativo però di una situazione primaverile, ha consentito, sulla base dei dati raccolti, di qualificare il sito in esame come zona di fondo urbano relativamente alla qualità dell'aria.

A prova di questo vi sono le buone correlazioni tra le concentrazioni degli inquinanti monitorati con laboratorio mobile, con quelle rilevate dalla centralina di fondo urbano di Agrate Brianza e Monza.

Tale sito di fondo urbano ha permesso quindi di valutare nel complesso la qualità dell'aria del Comune di Caponago, interessato da un'alta densità abitativa e da importanti assi viari intercomunali che rendono nel complesso il suo territorio trafficato.

Lo studio ha evidenziato delle **criticità ambientali per quanto riguarda le sole concentrazioni di PM10 per cui si sono verificati due episodi di superamento dei limiti.**

La situazione meteorologica ha comunque influenzato la qualità dell'aria nel Comune di Caponago favorendo la dispersione degli inquinanti. Le numerose giornate piovose infatti unitamente ad una situazione anemologica vivace non hanno fatto registrare superamenti dei limiti eccezione fatta per il PM10.

Si può concludere che il monitoraggio ha consentito comunque una valutazione dei livelli ambientali dell'inquinamento atmosferico, permettendo di raccogliere una base di dati che potrà essere utilizzata per successive indagini ambientali estese anche ad altri inquinanti, diversi da quelli convenzionali, al fine di ottenere informazioni più mirate sulla qualità dell'aria del territorio di Caponago.

|                                      | rete | Tipo zona<br>Dec.<br>2001/752/CE | Tipo stazione<br>Dec.<br>2001/752/CE | Quota s.l.m.<br>(metri) | Periodo di misura  |
|--------------------------------------|------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>Caponago<br/>Via Don N. Villa</b> | PUB  | URBANA                           | FONDO                                |                         | 20.04 – 18.05 2006 |
| <b>Milano<br/>Juvara</b>             | PUB  | URBANA                           | FONDO                                | 122                     | Centralina Fissa   |
| <b>Monza</b>                         | PUB  | URBANA                           | FONDO                                | 160                     | Centralina Fissa   |
| <b>Agrate Brianza</b>                | PUB  | URBANA                           | FONDO                                | 162                     | Centralina Fissa   |
| <b>Vimercate</b>                     | PUB  | URBANA                           | FONDO                                | 206                     | Centralina fissa   |
| <b>Villasanta</b>                    | PUB  | URBANA                           | TRAFFICO                             | 182                     | Centralina fissa   |
| <b>Milano<br/>Verzieri</b>           | PUB  | URBANA                           | TRAFFICO                             | 122                     | Centralina fissa   |
| <b>Pioltello</b>                     | PUB  | URBANA                           | FONDO                                | 122                     | Centralina fissa   |
| <b>Meda</b>                          | PUB  | URBANA                           | FONDO                                | 243                     | 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

**Biossido di azoto**

|                                      | % Trend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St | Max Media1 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni superamento<br>livello attenzione |
|--------------------------------------|----------|---------------------------------------|--------|--|--|
| <b>Caponago<br/>Via Don N. Villa</b> | 97.9     | 34                                    | 21     | 109  | <b>0</b>                                     |
| <i>Milano<br/>Juvara</i>             | 100      | 55                                    | 25     | 174  | <b>0</b>                                     |
| <i>Monza</i>                         | 99.7     | 27                                    | 17     | 81   | <b>0</b>                                     |
| <i>Agrate Brianza</i>                | 99.7     | 48                                    | 22     | 123  | <b>0</b>                                     |
| <i>Vimercate</i>                     | 81.2     | 35                                    | 17     | 82   | <b>0</b>                                     |
| <i>Villasanta</i>                    | 98.1     | 41                                    | 18     | 116  | <b>0</b>                                     |
| <i>Inzago</i>                        | 99.4     | 26                                    | 14     | 87   | <b>0</b>                                     |
| <i>Milano<br/>Verzieri</i>           | 100      | 46                                    | 21     | 123  | <b>0</b>                                     |

## 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>livello attenzione | Max Media 8 h<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | Nr. giorni superamento<br>livello attenzione |
|--------------------------------------|---------|-------------------------------|--------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| <b>Caponago<br/>Via Don N. Villa</b> | 97.9    | 0.5                           | 0.2    | 1.2                                  | 0  | 1.0                                   | 0  |
| <b>Monza</b>                         | 99.7    | 0.8                           | 0.3    | 2.3                                  | 0  | 1.7                                   | 0  |
| <b>Vimercate</b>                     | 98.4    | 1.0                           | 0.3    | 2.0                                  | 0  | 1.5                                   | 0  |
| <b>Villasanta</b>                    | 98.4    | 0.4                           | 0.2    | 1.4                                  | 0  | 0.9                                   | 0  |
| <b>Milano<br/>Verzieri</b>           | 100     | 0.8                           | 0.3    | 2.9                                  | 0  | 1.3                                   | 0  |

|                                      | %Trend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St | Max<br>Media1 h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni<br>superamento<br>livello attenzione | Max Media<br>8h<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni superamento<br>Liv. Protezione per la Salute  |
|--------------------------------------|---------|---------------------------------------|--------|---|---|---|--|
| <b>Caponago<br/>Via Don N. Villa</b> | 98.2    | 65                                    | 38     | 148   | <b>0</b>  | 134   | 17<br>21.04 – 24.04 2006<br>02.05 – 04.05 2006<br>06.05 – 07.05 2006<br>09.05.2006<br>11.05 – 17.05 2006 |
| <b>Milano<br/>Juvara</b>             | 100     | 38                                    | 24     | 103   | <b>0</b>  | 90  | <b>0</b>   |
| <b>Monza</b>                         | 99.7    | 50                                    | 32     | 127   | <b>0</b>  | 116   | <b>10</b><br>22.04 – 24.04 2006<br>06.05 – 07.05 2006<br>12.05 – 14.05 2006<br>16.05 – 17.05 2006        |
| <b>Agrate Brianza</b>                | 99.8    | 58                                    | 38     | 143   | <b>0</b>  | 131   | <b>10</b><br>22.04 – 24.04 2006<br>06.05 – 07.05 2006<br>13.05 – 17.05 2006                              |
| <b>Vimercate</b>                     | 98.4    | 60                                    | 24     | 131   | <b>0</b>  | 113   | <b>2</b><br>07.05.2006<br>13.05.2006   |
| <b>Milano<br/>Verzieri</b>           | 78.6    | 57                                    | 26     | 132   | <b>0</b>  | 107   | <b>0</b>   |

## PM10

|                                      | % Rend. | Media<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Dev St | Max Media<br>giornaliera<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Nr. giorni superamento<br>livello attenzione |
|--------------------------------------|---------|---------------------------------------|--------|--|--|
| <b>Caponago<br/>Via Don N. Villa</b> | 100     | 33                                    | 10     | 56   | <b>2</b> 08.05.2006<br>16.05.2006            |
| <b>Milano<br/>Juvara</b>             | 100     | 29                                    | 12     | 50   | <b>0</b>                                     |
| <b>Milano<br/>Verzieri</b>           | 100     | 33                                    | 11     | 53   | <b>2</b> 08.05.2006<br>16.05.2006            |
| <b>Pioltello</b>                     | 85.2    | 28                                    | 11     | 47   | <b>0</b>                                     |
| <b>Vimercate</b>                     | 96.3    | 23                                    | 7      | 39   | <b>0</b>                                     |
| <b>Meda</b>                          | 100     | 31                                    | 10     | 53   | <b>1</b> 08.05.2006                          |



**Settimana dal 17.04 al 23.04 2006**
**IL QUADRO GENERALE**

Dopo il transito di una debole perturbazione di origine continentale tra lunedì 17 e martedì 18, con precipitazioni diffuse a carattere di rovescio e temporale, la settimana è stata caratterizzata da un regime di debole circolazione dai quadranti occidentali, con campo di pressione livellato e temperature in quota in aumento. I fenomeni più rilevanti sono stati dunque determinati dal ciclo diurno a scala locale. Da mercoledì 19 a domenica 23 in pianura prevalentemente sereno e senza precipitazioni; sui rilievi sereno o poco nuvoloso nella notte ed al mattino, nuvoloso nelle ore centrali, con rovesci e deboli temporali sulle Prealpi. Venti a regime di brezza anche di moderata intensità e temperature massime superiori alla media del periodo.

**Le precipitazioni**

Lunedì 17 e martedì 18, in corrispondenza del transito di una debole depressione con ingresso di aria fredda in quota, si sono avute precipitazioni diffuse sulla pianura e sui rilievi orientali, a prevalente carattere di rovescio o temporale. L'intensità delle precipitazioni misurate è stata da debole a moderata, localmente forte sui settori orientali. Sui rilievi settentrionali ed occidentali rovesci e temporali isolati sia lunedì che martedì pomeriggio.

I restanti giorni della settimana sono stati caratterizzati, anche se con intensità via via minore, da rovesci e deboli temporali sparsi nelle ore centrali della giornata sui rilievi Prealpini e Appenninici. Precipitazioni prevalentemente deboli; solo localmente, nei giorni centrali, di moderata o forte intensità.

**Le temperature**

A partire da martedì il lento aumento delle temperature in quota, associato alla buona insolazione diurna, ha determinato un progressivo aumento delle temperature massime al suolo, più marcato sulla pianura. Le massime sono passate da valori compresi tra 17 e 19 °C lunedì 17, caratteristici del periodo, a valori tra 24 e 26 °C nelle giornate di sabato 22 e domenica 23 con (Certosa – PV 26.3 °C, Asola – MN 26.2°C), di 5 o 6 °C superiori al valore medio per la terza decade di aprile.

Le temperature minime non si sono discostate molto dalle medie decadal, con valori in pianura tra 7 e 12 °C. Le giornate con temperature minime minori sono state mercoledì e giovedì (Bargnano – BS 7.1 °C, Rodano – MI 7.9 °C). Da venerdì l'ingresso di aria più mite in quota e il riscaldamento diurno hanno determinato un lieve aumento anche dei valori minimi.

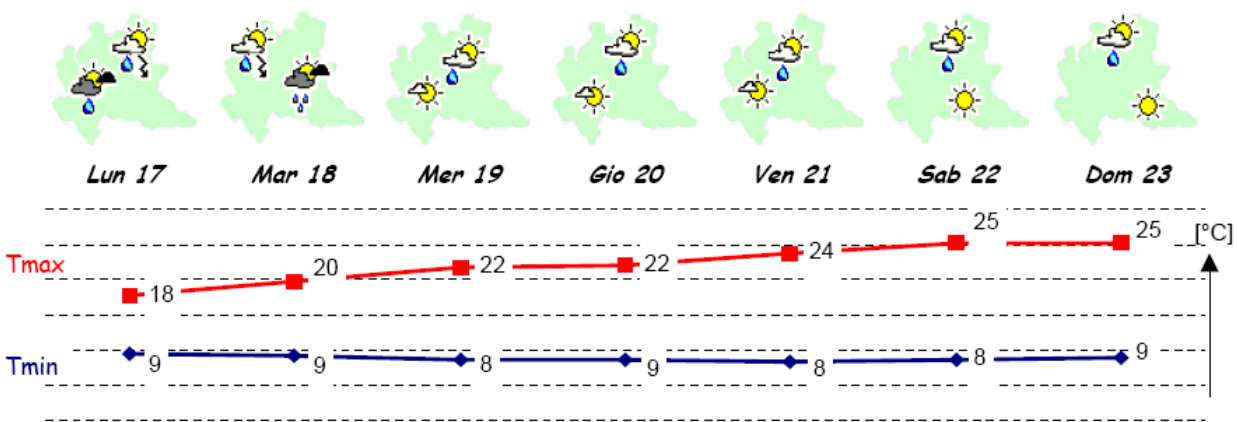
**Il vento e gli altri fenomeni**

Caratteristica saliente della settimana è stata la debole circolazione in quota, che, associata al buon irraggiamento diurno, ha permesso lo svilupparsi di circolazione di brezza in pianura e nelle valli. Nelle ore pomeridiane venti di moderata intensità nelle valli Alpine e Prealpine (Samolaco – SO 6.3 m/s, Sondrio 5.7 m/s, Edolo – BS 5.8 m/s) e a tratti anche in pianura (Castello – PV 7.0 m/s, Bargnano – BS 6.3 m/s).

In montagna venti moderati dai quadranti occidentali i primi giorni della settimana (Livigno – SO 6.6 m/s, Spluga – SO 8.3 m/s), prevalentemente deboli e di direzione variabile da giovedì.

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



## Settimana dal 24.04 al 30.04 2006

### IL QUADRO GENERALE

I primi giorni della settimana sono stati caratterizzati da correnti occidentali nelle quali sono transitate deboli perturbazioni in quota, determinando tempo instabile, con cielo spesso nuvoloso e deboli precipitazioni. Nel corso di mercoledì, l'espansione verso nord di un anticiclone sull'Atlantico ha determinato il richiamo di aria fredda ed umida da nord verso la nostra regione. Si è poi formato un minimo depressionario sull'Italia, che ha alimentato con correnti orientali l'ingresso di aria umida sulla Pianura padana. Tra sabato e domenica, la formazione di un minimo freddo in quota a nord delle Alpi ed il suo successivo transito sulla pianura, hanno determinato un aumento delle condizioni di instabilità, accompagnato da una sensibile diminuzione delle temperature.

### Le precipitazioni

Le precipitazioni hanno caratterizzato l'intera settimana, dapprima deboli diffuse, in particolare nella giornata di martedì, quindi più a carattere di rovescio o temporale, soprattutto nelle giornate di giovedì e venerdì, quando hanno interessato anche la pianura. Nel corso di giovedì, sui settori occidentali nelle province di Varese e Pavia, i quantitativi registrati hanno raggiunto a Castello d'Agogna (PV) i 37.8 mm/24h, e 23.8 mm/24h a Busto Arsizio (VA). Nel corso di sabato notte, le precipitazioni a carattere di temporale sono state più intense, inizialmente sui rilievi prealpini e pianura occidentale, in estensione ai settori orientali durante la serata di sabato e la notte di domenica, con quantitativi di precipitazione nelle 24 ore spesso oltre i 20 mm (25.4mm a Pavia, 20.2 mm Monzambano (MN), 20.8 mm S. Angelo (LO), 25.4 mm a Padenghe (BS), 24.8 a Bargnano (BS), 29.6 a Caino (BS), 24.6 mm a Clusone (BG)) e localmente fino a 44,8 (Bergamo Stezzano).

### Le temperature

La giornata più calda della settimana è stata lunedì 24 aprile: in pianura sono state registrate temperature tra 25 e 28 ° C. (28.1 ° C a Voghera Ponte Staffora PV). La giornata è stata accompagnata anche dalla maggior escursione termica, con minime notturne comprese tra 8 e i 11 ° C.

Successivamente, l'escursione termica si è ridotta, con temperature minime tra 11 e 12 gradi e massime tra 21 e 24 gradi.

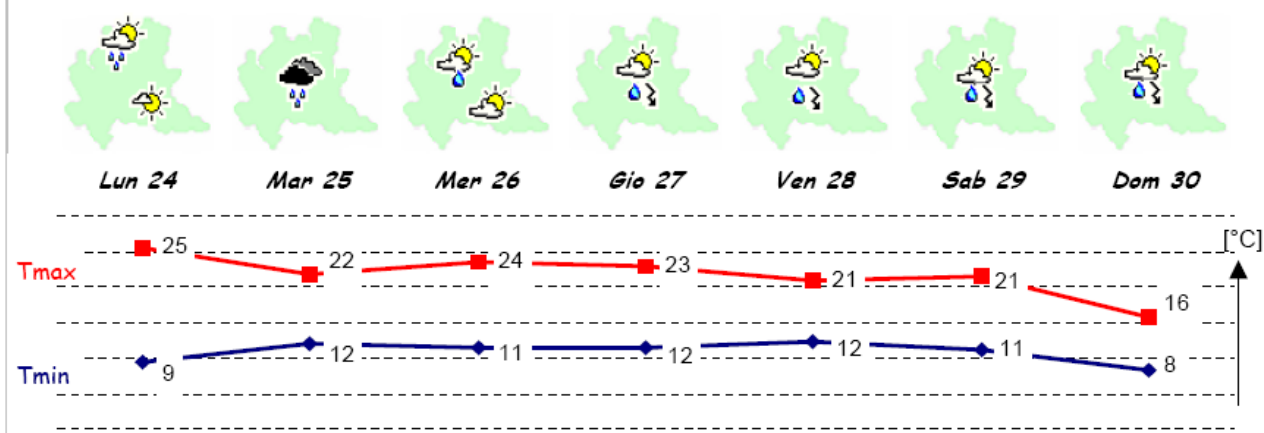
La giornata di domenica 30 aprile è stata caratterizzata ovunque da un repentino calo delle temperature, sia nei valori massimi che nei valori minimi. In pianura i valori massimi si sono attestati al di sotto dei 17 ° C, compresi tra 14 e 17 ° C (14 ° C a Milano-Brera -MI, 16.7 A Capralba -CR); le temperature minime rilevate si sono invece mantenute tra 7 e 10°C (7.4 ° C Rodano - MI; 10.2 ° C a Casalmaggiore-CR).

### Il vento e gli altri fenomeni

Il vento si è mantenuto generalmente debole od al più moderato, tranne che per i rinforzi in prossimità dei temporali. Solo la giornata di sabato è stata caratterizzata da un aumento generale dell'intensità; in particolare a Samolaco sono stati registrati valori orari attorno ai 9 m/sec.

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



**Settimana dal 01.05 al 07.05 2006**
**IL QUADRO GENERALE**

Un flusso di correnti occidentali accompagnato da un ingresso freddo dalle ore centrali di lunedì 1 ha portato tempo via via maggiormente perturbato ed instabile con rovesci a partire da ovest dalla sera di lunedì a martedì mattina. Da martedì pomeriggio a giovedì 4 rimonta di un campo anticiclonico con tempo in prevalenza soleggiato e rialzo termico. Venerdì 5 e sabato 6 correnti da nord est associate ad una depressione sui Balcani con tempo di nuovo instabile specie nella giornata di venerdì. Rovesci diffusi venerdì ed isolati sabato pomeriggio. Domenica 7 debole rimonta anticiclonica con tempo in prevalenza soleggiato e solo qualche rovescio pomeridiano sui rilievi.

**Le precipitazioni**

Settimana nel complesso scarsa di precipitazioni con quantitativi massimi attorno ai 10-15 mm. Solo due passaggi perturbati significativi a inizio (nella notte tra lunedì 1 e martedì 2) e a fine settimana (venerdì 5). L'ingresso di aria fredda in quota ha portato dalla sera di lunedì 1 rovesci su pianura e Prealpi in rapido transito da ovest verso est con picchi di 19 mm/1h a Vigevano – PV. I rovesci residui del passaggio si sono avuti martedì 2 mattina sui settori orientali e sulle Prealpi occidentali. Poi asciutto. Giovedì 4 sera graduale aumento dell'instabilità per il cedimento del promontorio anticiclonico e primi deboli piovaski sui rilievi prealpini. Venerdì 5 precipitazioni a carattere principalmente di rovescio in transito da nord a sud più frequenti nelle ore centrali e più insistenti sui settori occidentali (quantitativi inferiori ai 10 mm/24h). Sabato 6 residua instabilità con piovaski sparsi sui rilievi sempre in transito da nord. Domenica 7 isolati piovaski pomeridiani sui rilievi.

**Le temperature**

Settimana nel complesso piacevole con temperature massime e minime nella media del periodo. Le massime hanno mostrato due graduali trend positivi: il primo da lunedì a giovedì per l'espansione del promontorio anticiclonico, il secondo da venerdì a domenica per il ritorno a condizioni più soleggiate dopo il passaggio perturbato di venerdì. Sia giovedì che domenica le massime in pianura hanno raggiunto valori fino a 24-25 °C. Le minime invece si sono mantenute nel complesso attorno ai 10 °C: lievemente superiori venerdì mattina per la presenza di fitte nubi e più fresche all'inizio settimana per l'ingresso di aria più fredda nel weekend precedente.

**Il vento e gli altri fenomeni**

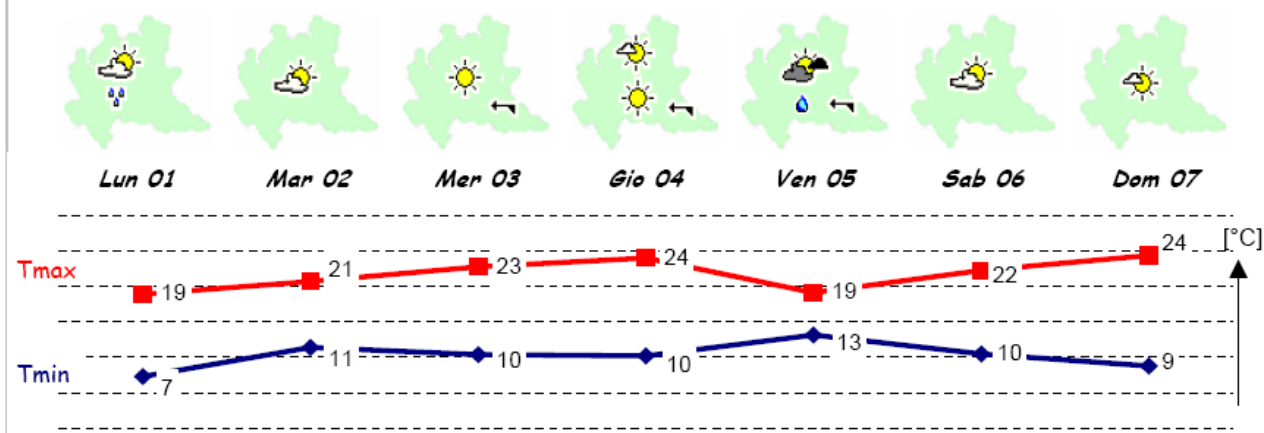
Ventilazione nel complesso moderata e localmente forte in particolare da mercoledì 3 a venerdì 5.

In queste giornate si sono registrati in pianura venti moderati principalmente dai quadranti orientali con raffiche fino a 30 Km/h giovedì 4 e fino a 35 Km/h venerdì 5.

In montagna moderati e localmente forti sempre dai quadranti orientali con raffiche fino a 42 Km/h a Edolo-Bs il 3, fino a 40 Km/h a Capo di Ponte-BS il 4 e fino a 50 Km/h a Varzi-PV il 5.

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



## Settimana dal 08.05 al 14.05 2006

### IL QUADRO GENERALE

La prima parte della settimana è stata caratterizzata dal passaggio di una perturbazione di origine atlantica sull'Italia. Due nuclei depressionari, uno di seguito all'altro in transito dalla Francia verso la nostra penisola, con traiettoria nordovest-sudest, hanno interessato la nostra regione a partire dal pomeriggio di lunedì 8 maggio, apportando in due fasi distinte instabilità, associata a rovesci e temporali. Quindi da giovedì 11 maggio a sabato 13 maggio temporaneo miglioramento con tempo prevalentemente soleggiato e asciutto.

Nella notte tra sabato 11 maggio e domenica 14 maggio nuovo intervallo d'instabilità con precipitazioni diffuse specie sui settori occidentali della regione.

Domenica 14 maggio ritorno a tempo stabile e soleggiato per l'espansione di un promontorio anticiclonico.

### Le precipitazioni

Nel complesso la settimana, anche se alternata da periodi asciutti, è risultata piuttosto piovosa.

Dal pomeriggio di lunedì 8 maggio precipitazioni diffuse a carattere di rovescio a partire dai settori occidentali in estensione al resto della regione. La fase acuta della perturbazione nella notte **tra lunedì 8 e martedì 9**, con intensificazione delle precipitazioni che sono passate anche a carattere di rovescio e temporale fino alle prime ore della mattina di martedì 9 maggio. Ultimi rovesci e temporali sui settori orientali nelle ore centrali, quindi graduale spostamento verso sud est della perturbazione e attenuazione dei fenomeni con residue precipitazioni sparse su pianura e fascia prealpina, non più a carattere temporalesco. Le precipitazioni hanno interessato tutta la regione con quantitativi da deboli a moderati: i valori cumulati più bassi nel periodo citato sono stati rilevati su bassa pianura occidentale e Oltrepò pavese (5-20 mm), i più elevati sui settori nordoccidentali (40-60 mm).

Seconda fase perturbata **tra il pomeriggio di mercoledì 10 e giovedì 11**: precipitazioni sparse, a partire dalla fascia prealpina e alpina, ma che hanno interessato maggiormente i settori sud occidentali della regione, in particolare l'Oltrepò pavese. In questa area i quantitativi registrati al passaggio di questo secondo nucleo depressionario si sono attestati tra i 35 e i 45 mm, localmente sono stati raggiunti anche i 60-65 mm.

Ultimo passaggio perturbato nella notte **tra sabato 13 e domenica 14**: l'avvicinamento di un'onda depressionaria in quota ha portato precipitazioni diffuse, più insistenti sui settori occidentali, dove sono risultate in parte anche a carattere di rovescio e temporale. I quantitativi registrati nel periodo si sono mantenuti tra i 10 e i 20 mm.

### Le temperature

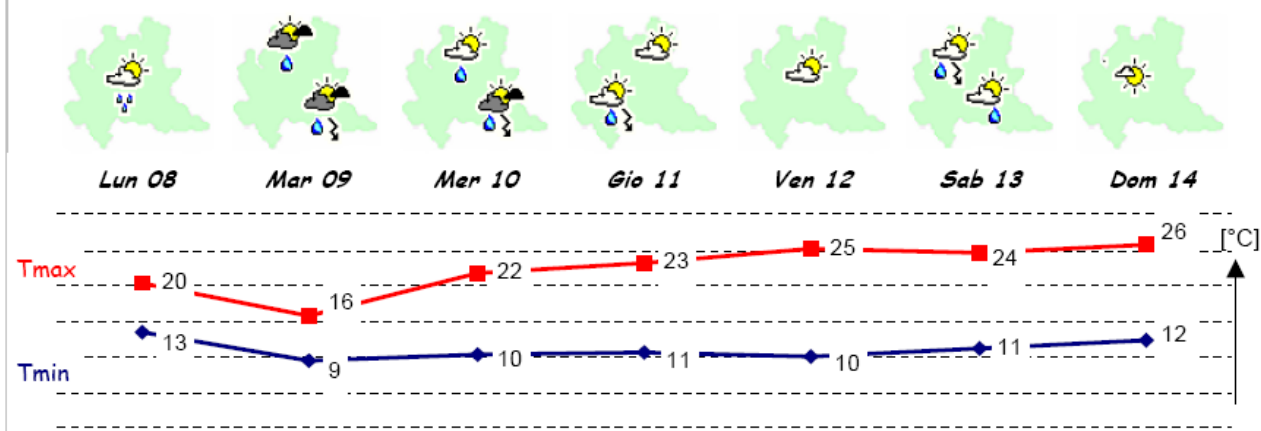
La settimana è stata caratterizzata da un graduale rialzo termico. La giornata in cui sono state registrate le **temperature più basse**, sia nei valori massimi che minimi è stata martedì 9 maggio, con temperature massime tra 13 e 18 °C, e temperature minime tra 9 e 11 °C. Nella fine della settimana domenica 14 maggio sono state invece rilevati i **valori più elevati**, con massime che hanno raggiunto i 28 °C e minime i 14 °C.

### Il vento e gli altri fenomeni

Durante la settimana il regime anemologico non è risultato particolarmente intenso, se non in concomitanza ai fenomeni temporaleschi, durante i quali si sono avuti rinforzi di vento.

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



## Settimana dal 15.05 al 21.05 2006

### IL QUADRO GENERALE

Settimana caratterizzata da **variabilità** ma con prevelenza di tempo soleggiato, soprattutto in pianura, e con **temperature sopra la norma** del periodo: l'unico passaggio perturbato significativo, peraltro limitato alle Alpi, si è avuto *tra giovedì 18 sera e venerdì 19 mattina*. Nei restanti giorni la presenza di correnti occidentali a tratti instabili ha prodotto quasi sempre nuvolosità variabile con addensamenti pomeridiano-serali su Alpi e Prealpi e qualche rovescio o isolato temporale. L'unica eccezione a tale contesto di variabilità è stata la giornata di *mercoledì 17*, quando il temporaneo rafforzamento di un promontorio africano, oltre a produrre un rialzo termico, ha mantenuto cielo sereno o velato ovunque.

### Le precipitazioni

Nel complesso si è avuto un regime quasi esclusivamente convettivo ed influenzato dall'orografia, quindi piuttosto **irregolare**. In pianura ed Appennino piogge quasi assenti; sulle Alpi e sulle Prealpi precipitazioni cumulate settimanali prevalentemente tra 5 e 20 mm con isolati picchi fino a 35-45 mm. Per quanto riguarda i rilievi, i valori rientrano nella norma del periodo; per la pianura, invece, la mancanza di precipitazioni viene solo in parte compensata nel bilancio mensile dalle piogge della settimana precedente. L'**unico passaggio esteso su Alpi e Prealpi** si è avuto *tra giovedì e venerdì* per il transito di un debole fronte freddo sull'arco alpino: forti rovesci, con modesta attività elettrica, hanno interessato a partire *da giovedì sera* il Nordovest, estendendosi poi alla fascia alpina e buona parte delle Prealpi, esaurendosi nelle prime ore di *venerdì* (massimo di 30 mm a *Passo S. Marco sulle Orobie*); in pianura piogge molto deboli ed isolate sui settori occidentali. **Negli altri giorni**, a parte lunedì e mercoledì, si sono avuti solo brevi rovesci sparsi sui rilievi (anche temporaleschi venerdì e sabato), prevalentemente su Nordovest e Alpi. Limite delle **neviccate** intorno a 3000 metri, temporaneamente a 2500 metri.

### Le temperature

*Tra lunedì e mercoledì* si è avuta la persistenza di un **promontorio africano** sul Mediterraneo Centro-Occidentale (mercoledì in espansione anche sul Nord Italia); *tra giovedì e sabato* è subentrato un regime di correnti occidentali in cui la parte fresca di origine nordatlantica è stata bloccata dalle Alpi e quindi la Val Padana è stata influenzata solo dal **contributo più mite** in ingresso dal Golfo di Genova; *domenica* rotazione delle correnti da sudovest con afflusso di **aria umida e più calda**. Inoltre, anche in presenza di frequenti passaggi nuvolosi nella seconda parte della settimana, si è avuto un buon irraggiamento solare. Tutto ciò ha contribuito a mantenere le temperature massime sempre **sopra la media** della seconda decade di agosto (in pianura in media sulla settimana 25-27 °C contro 23-24 °C). Per le minime l'anomalia c'è ma meno evidente (15 °C contro 13-14 °C). In montagna l'andamento è stato invece più irregolare in funzione delle brevi ma frequenti fasi di instabilità. Lo **zero termico**, oscillante tra i 3000 ed i 3500 metri, ha sfiorato i 3800-4000 metri *tra mercoledì e giovedì*.

### Il vento e gli altri fenomeni

Per tutta la settimana venti **occidentali o meridionali**: da deboli a temporaneamente moderati in pianura, moderati (talvolta a regime di brezza) in montagna. In alta quota si sono avuti venti forti da ovest o sudovest *giovedì e sabato* (massimo rilevato di circa 45 Km/h al *Passo del Foscagno - SO*)

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)

