

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**  
**MILANO, VIALE LAMPEDUSA**

07/04/2004 - 19/04/2004



---

Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia



## Premessa

Dal 7 al 19 aprile 2004 è stata realizzata una campagna di misura di Qualità dell'Aria a Milano, presso l'incrocio di Viale Lampedusa angolo Via Antonini. Si tratta di un incrocio urbano ad alta densità di traffico, a più corsie per ogni senso di marcia.

---

## Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico MILANO, VIALE LAMPEDUSA

Introduzione

<b>Laboratorio Mobile</b> .....	pag. 4
<b>Principali Inquinanti atmosferici</b> .....	pag. 4
<b>Normativa</b> .....	pag. 5
Campagna di Misura	
<b>Sito di Misura</b> .....	pag. 7
<b>Principali Sorgenti Emissive</b> .....	pag. 8
<b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura</b> .....	pag. 12
<b>Andamento inquinanti nel periodo di misura</b> .....	pag. 14
<b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse</b> .....	pag. 22
<b>Conclusioni</b> .....	pag. 23
<b><i>Allegato Dati Orari</i></b>	

## Introduzione

### Laboratorio Mobile

La campagna di misura qui descritta è stata condotta dal Dipartimento di Milano di ARPA Lombardia nell'ambito di una convenzione con il Forum della Solidarietà ONLUS, per lo studio degli effetti degli inquinanti sulla salute degli appartenenti al corpo di Polizia Municipale impegnati nella disciplina del traffico.

Per la campagna di misura è stato utilizzato un Laboratorio Mobile dotato di strumentazione per il rilevamento di:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- Particolato Fine (PM10).

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<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> 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).

La campagna qui descritta è la prima delle due campagne di monitoraggio previste dalla convenzione e la relazione riporterà i risultati delle misure, rimandando gli approfondimenti alla seconda e conclusiva relazione.

### Principali inquinanti atmosferici regolati da normative vigente

Inquinanti	Principali sorgenti
Biossido di Zolfo* SO <sub>2</sub>	Impianti riscaldamento, centrali di potenza (combustione di prodotti organici di origine fossile, contenenti zolfo)
Biossido di Azoto** 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* CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** O <sub>3</sub>	Inquinante di origine fotochimica che si forma principalmente in presenza di ossidi di azoto
Polveri Totali Sospese* PTS	Particelle solide o liquide aerodisperse di origine sia naturale (erosione dal suolo, ecc.) che antropica (processi di combustione)
Particolato Fine*/** PM10	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione
Idrocarburi non Metanici* NMHC (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.

<b>Biossido di Zolfo</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
Standard di qualità	<b>80</b>	mediana delle medie di 24 h rilevate nell'anno ecologico	D.P.R. 24/5/88
Standard di qualità	<b>250</b>	98° percentile delle medie di 24 h rilevate nell'anno ecologico	D.P.R. 24/5/88
Standard di qualità	<b>130</b>	mediana delle medie di 24 h in inverno (ott-mar)	D.P.R. 24/5/88
Valore limite protezione salute umana	<b>350 (+30)</b>	1 h (da non superare più di 24 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	<b>125</b>	24 h (da non superare più di 3 volte per anno civile)	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>Biossido di Azoto</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
Standard di qualità	<b>200</b>	98° percentile delle medie di 24 h rilevate nell'anno ecologico	D.P.R. 24/5/88
Valore limite protezione salute umana	<b>200 (+60)</b>	1 h (da non superare più di 18 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	<b>40 (+12)</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione ecosistemi	<b>20</b>	Anno civile e inverno	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

<b>Ossidi di Azoto</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
Valore limite protezione vegetazione	<b>30</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02

<b>Monossido di Carbonio</b>	<b>Valore Limite (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
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 (+1.5)</b>	8 h	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	<b>10</b>	8 h	D.G.R. 28/10/02

<b>Ozono</b>	<b>Valore Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo Medio</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 attenzione	<b>180</b>	1 h	D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02
Soglia di 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 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
Standard di qualità	<b>150</b>	Media delle medie di 24 h rilevate in 1 anno	D.P.C.M. 28/3/83
Standard di qualità	<b>300</b>	95° percentile medie 24 h rilevate in 1 anno	D.P.C.M. 28/3/83

<b>Particolato Fine PM10</b>	<b>Valore Obiettivo (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
Valore limite protezione salute umana	<b>50 (+5)</b>	24 h (da non superare più di 35 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	<b>40 (+1.6)</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	<b>50</b>	24 h	D.G.R. 28/10/02

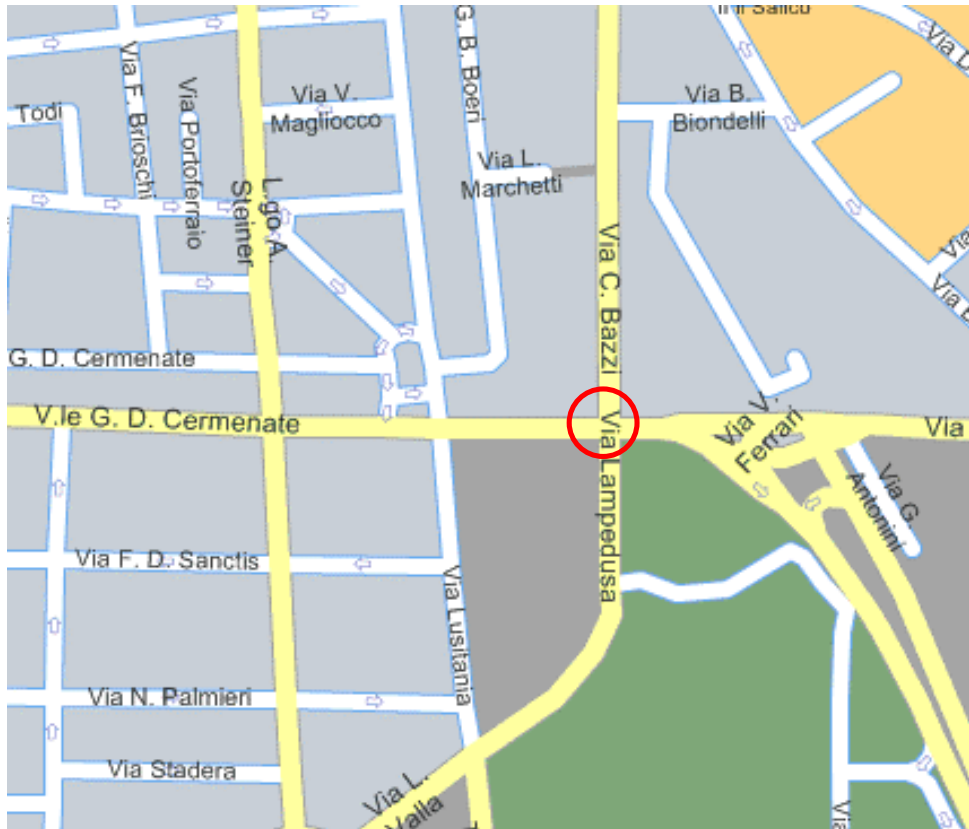
<b>Idrocarburi non Metanici</b>	<b>Valore Obiettivo (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Periodo Medio</b>	<b>Legislazione</b>
<b>Totali</b>	Valore obiettivo <b>200</b>	3 h consecutive*	DPCM 28/3/83
<b>Benzene</b>	Valore obiettivo <b>5 (+5)</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
<b>Benzo(a)pirene</b>	Valore obiettivo <b>0,001</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

# Campagna di Misura

## Sito di Misura



**Periodo di Misura:** dal 20 febbraio al 25 marzo 2004

**Sito di misura:** **Milano, Viale Lampedusa**

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato in Viale Lampedusa, angolo Viale Antonini. La postazione di misura, nei pressi della segnaletica semaforica, si trovava in prossimità di viali a più sensi di marcia e particolarmente trafficati.

## Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Milano 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 Totali Sospese (PTS) 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 Milano.

All'interno del Comune di Milano le emissioni di **biossido di zolfo** derivano prevalentemente dai processi legati alla combustione non-industriale, in particolare impianti di riscaldamento: ne sono state calcolate 2026.3 t/anno.

Il **monossido di carbonio** è considerato inquinante e la sua origine è da ricondurre quasi esclusivamente al trasporto su strada. La quantità di emissioni stimata è di circa 92529.1 t/anno, dovuta per lo più al traffico autoveicolare.

Anche gli **Ossidi di azoto** sono considerati inquinanti e le emissioni in ambiente urbano sono dovute soprattutto al trasporto su strada, anche se in misura più limitata rispetto a quelle di Monossido di Carbonio. Esse sono dovute non soltanto alle autovetture, ma anche ai mezzi pesanti. In termini assoluti le quantità emesse sul territorio di Milano risultano pari a 17453.5 t/anno.

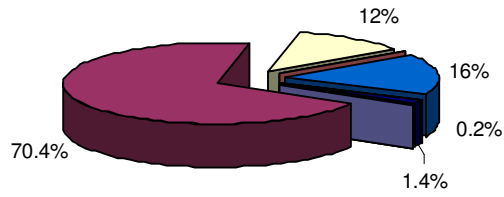
Per quanto riguarda il **particolato fine (PM10)**, la sorgente principale nel territorio del Comune di Milano consiste nel trasporto su strada: è stata stimata una cifra pari a 1393.6 t/anno.

Le attività che fanno uso di solventi rappresentano la sorgente più significativa di **composti organici volatili (COV)**: la quantità stimata risulta pari a 21267.7 t/anno. Il trasporto su strada contribuisce in maniera significativa con delle emissioni di 13819.0 t/anno.

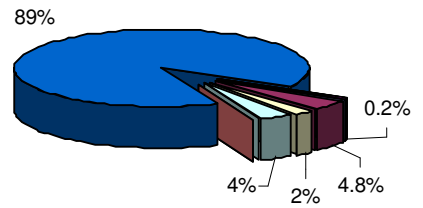
Si riportano in grafico (valori percentuali) e tabelle (valori assoluti) le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Milano. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Milano.

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

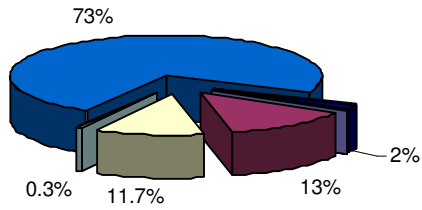
### Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)



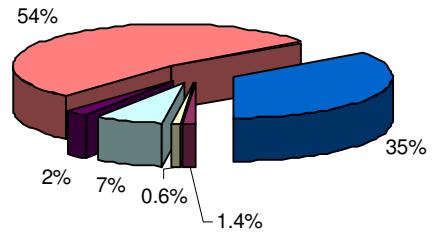
### Monossido di Carbonio (CO)



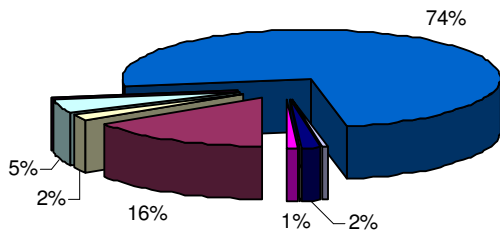
### Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)



### Composti Organici Volatili(COV)



### PM10



- Produzione energia e trasformazione 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

<b>Comune di Milano</b>					
DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	PM10
	t/anno	t/anno	T/anno	T/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0.0	11.5	1.3	9	0.0
Combustione non industriale	2026	3171	562	4967	296
Combustione nell'industria	343	2759	307	1984	38
Processi produttivi	0.0	79.5	2783	3978	85
Estrazione e distribuzione combustibili	0.0	0.0	958	0.0	0.0
Uso di solventi	0.0	0.0	21268	0.0	0.0
Trasporto su strada	476	17453	13819	92529	1393
Altre sorgenti mobili e macchinari	7	56	8	18	9
Trattamento e smaltimento rifiuti	42	372	3	4	33
Agricoltura	0.0	10	9.4	194	14
Altre sorgenti e assorbimenti	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
<b>Totale</b>	<b>2894</b>	<b>23912</b>	<b>39719</b>	<b>103683</b>	<b>1868</b>
<b>Provincia di Milano</b>					
DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	PM10
	T/anno	t/anno	T/anno	T/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	5276	3977	155	1163	96
Combustione non industriale	3537	6549	1474	10595	680
Combustione nell'industria	4476	7617	811	8018	296
Processi produttivi	30	107	8730	3395	101
Estrazione e distrib.di combustibili fossili			4413		
Uso di solventi	1	35	73579	4	190
Trasporto su strada	1665	49211	69535	324388	5815
Altre sorgenti mobili e macchinari	187	2122	305	1110	149
Trattamento e smaltimento rifiuti	225	323	128	73	26
Agricoltura		72	103	1953	
Altre sorgenti e assorbimenti	16	68	798	1967	
<b>Totale</b>	<b>15414</b>	<b>70082</b>	<b>160030</b>	<b>352664</b>	<b>7353</b>

## **Situazione meteorologica nel periodo di misura**

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 le condizioni meteorologiche influiscono 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 durante il monitoraggio.

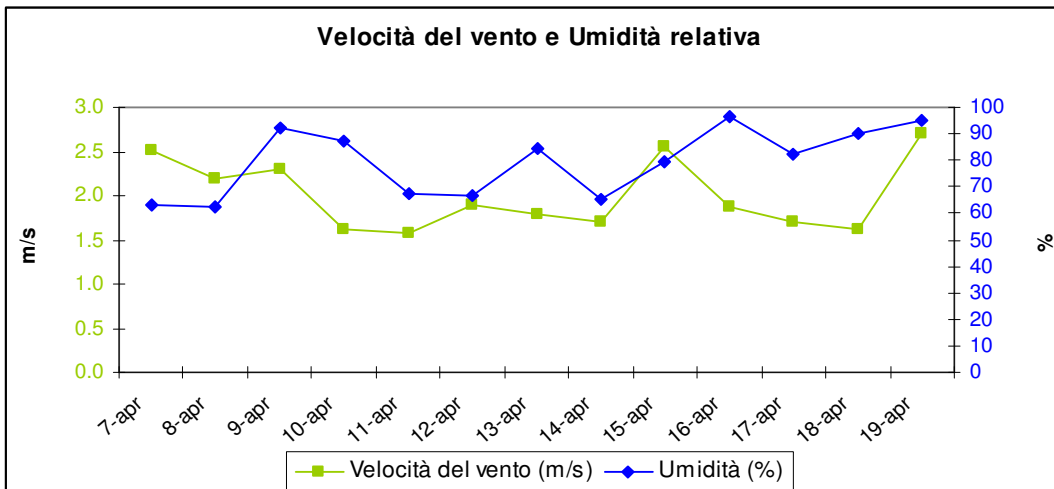
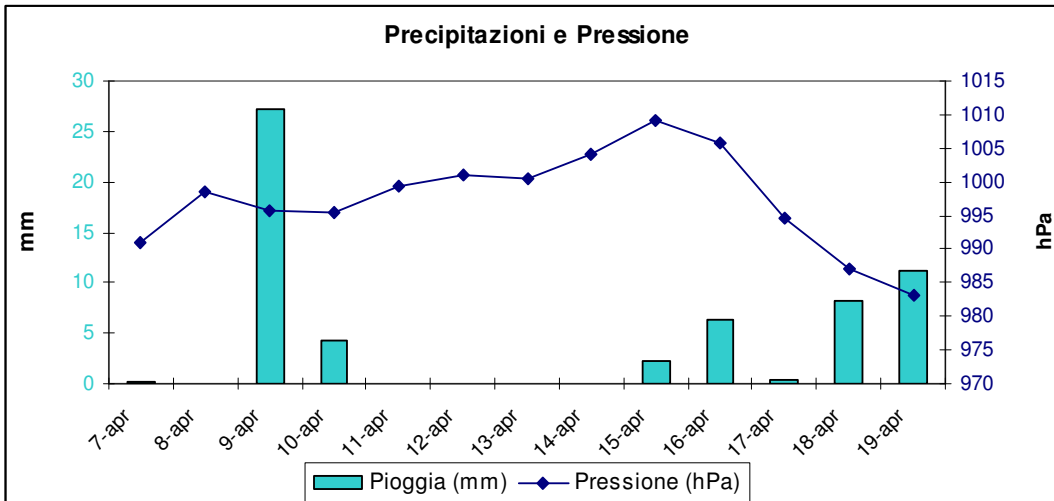
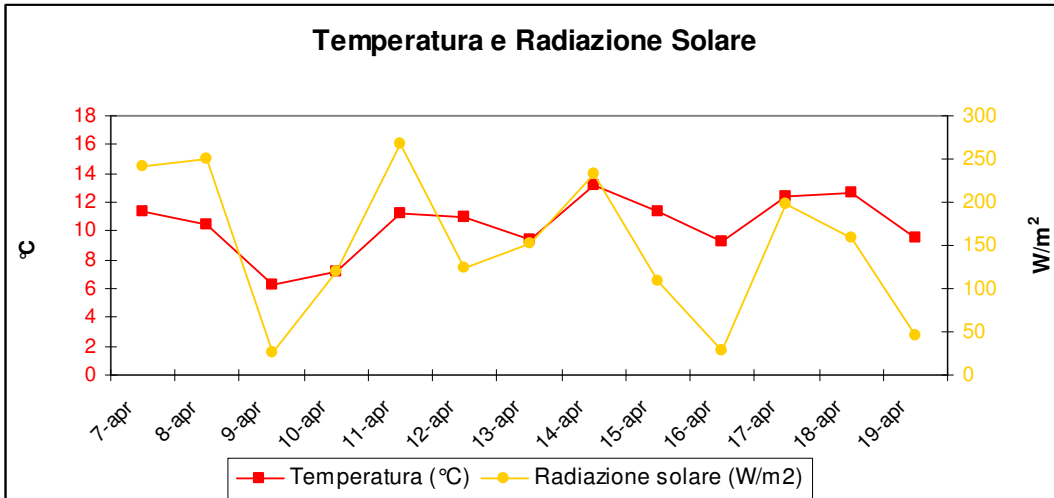
Durante il periodo di misura (dal 7 al 19 aprile 2004) a seguito di afflussi di aria fredda artica la temperatura si è mantenuta su valori bassi: dalla postazione di Viale Juvara è stato registrato un valore medio di 10.4 °C.

Le precipitazioni sono state frequenti e abbondanti; i millimetri di acqua raccolta, suddivisi in 6 eventi piovosi, sono risultati 48,6 mm, in particolare il giorno 9 sono caduti 27,2 mm di pioggia, mentre il giorno 18 un breve episodio temporalesco ha portato ad un accumulo di 8,2 mm.

L'attività anemologica non è risultata particolarmente elevata, la media mensile si è mantenuta su 1.9 m/sec.

Si riportano in grafico gli andamenti relativi ai principali parametri meteo rilevati nel periodo di misura dalla centralina di Milano, Viale Juvara:

- Precipitazione (mm) e Pressione (hPa)
- Radiazione solare media ( $W/m^2$ ) e Temperatura ( $C^\circ$ )
- Velocità Vento (m/sec) e Umidità Relativa (%)



## Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 7 al 19 aprile è stata realizzata all'interno del Comune di Milano una campagna di Qualità dell'Aria. Il Laboratorio Mobile è stato posizionato presso l'incrocio Viale Lampedusa – Viale Antonini, dove già nel gennaio 2002 era stata condotta un'analogo campagna di monitoraggio. Si tratta di un incrocio urbano ad alta densità di traffico, a più corsie per ogni senso di marcia.

La campagna è stata effettuata secondo la convenzione tra Forum della Solidarietà ONLUS e ARPA Lombardia, nell'ambito di un progetto per la "Valutazione dell'effetto degli inquinanti sulla salute degli appartenenti al corpo di polizia municipale impegnati nella disciplina del traffico".

La strumentazione presente sul laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO ed NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO); a cadenza giornaliera di Particolato Fine (PM<sub>10</sub>).

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.

Le concentrazioni di Biossido di Zolfo misurate all'incrocio Viale Lampedusa – Viale Antonini si sono mantenute generalmente su valori molto bassi: il valore medio sul periodo e la concentrazione massima giornaliera sono risultate rispettivamente pari a 10 µg/m<sup>3</sup> e 14 µg/m<sup>3</sup>. Quest'ultima è ben lontana dalla soglia normativa, che fissa il limite delle 24 ore sui 130 µg/m<sup>3</sup>.

Osservando gli andamenti giornalieri festivi e feriali, si riscontrano durante la settimana concentrazioni più elevate nella mattinata.

Il **monossido di carbonio (CO)**, ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. E' 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 CO nel sito di misura si sono mantenuti sempre al di sotto dei principali limiti normativi. Il valore medio sul periodo, il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente 1.5 mg/m<sup>3</sup>, 4.5 mg/m<sup>3</sup> e 3.9 mg/m<sup>3</sup>.

Nei giorni feriali l'andamento giornaliero presenta concentrazioni leggermente più elevate durante le prime ore del mattino, in concomitanza al traffico lavorativo di inizio giornata. Nelle giornate festive e pre-festive, a seguito di una diminuzione del traffico, scompare il picco di concentrazione del mattino.

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 dei veicoli. 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.

Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo di NO<sub>2</sub> si è attestata su 65 µg/m<sup>3</sup>; il limite orario relativo ai 200 µg/m<sup>3</sup> non è mai stato oltrepassato, il valore più elevato ha raggiunto i 140 µg/m<sup>3</sup>.

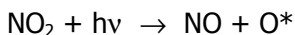
Le concentrazioni di fondo di questo inquinante si attestano sui 50 µg/m<sup>3</sup>: nei giorni feriali i livelli, rispetto a quanto osservato in giornate festive, risultano più alti a partire dalla prime ore della mattina per poi calare verso sera.

I valori di Monossido di Azoto che si registrano in atmosfera sono generalmente legati alle emissioni da traffico, in particolare quello pesante. Nella postazione di Viale Lampedusa si osservano concentrazioni più elevate durante i giorni feriali e nella fascia oraria compresa fra le 8 e le 18.

**L'ozono (O<sub>3</sub>)** è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive 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, tra i quali, oltre all'ozono, si trovano nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico.

A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa.

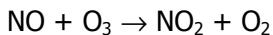
La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con hv), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:



L'ossigeno atomico, O\*, reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella reazione vera e propria ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale e pertanto stabilizza la molecola di ozono che si è formata:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l'NO, e rigenera NO<sub>2</sub>:



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 NO<sub>2</sub> senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell'O<sub>3</sub>.

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate con condizioni meteorologiche favorevoli alla sua formazione e al suo accumulo. 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. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

I valori misurati non risultano particolarmente elevati, non sono state pertanto oltrepassate le principali soglie normative. Il valore medio del periodo, il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il monitoraggio del **Particolato Fine (PM10)** è iniziato, a Milano, a partire dal febbraio 1998. Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbani 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 pertanto prese in considerazione particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $10 \mu\text{m}$ .

Durante la campagna di misura la media sul periodo dei valori giornalieri di PM10 è stata di  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre il valore massimo registrato ha raggiunto i  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Durante giornate con tempo perturbato le concentrazioni sono rimaste sotto la soglia dei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre in giornate atmosfericamente più stabili si sono osservati superamenti di tale soglia per un totale di 4 giornate di supero.

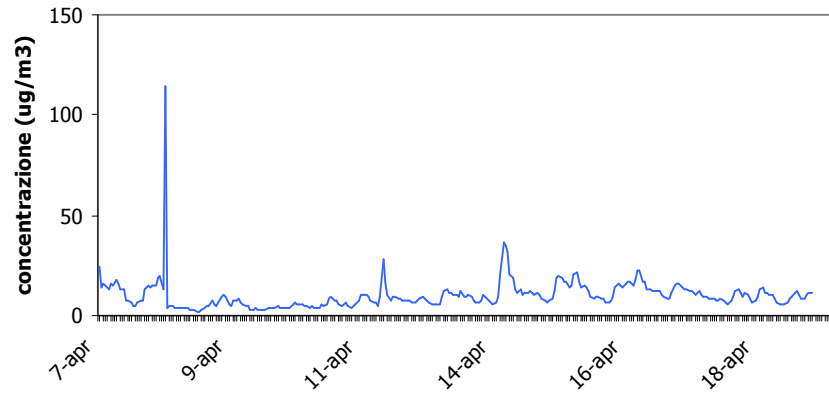
---

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

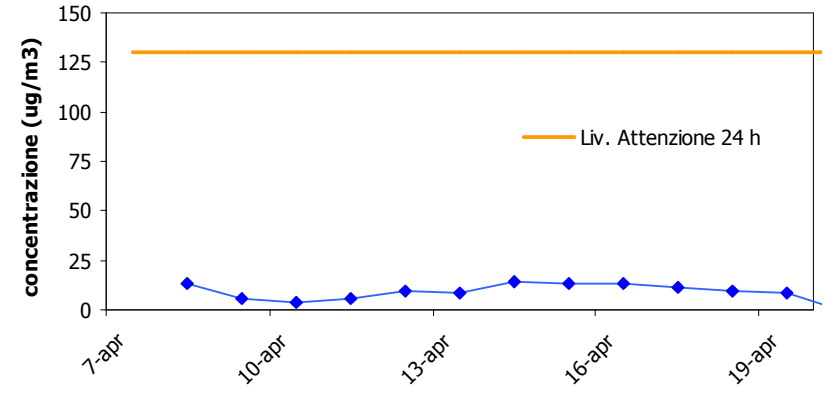
- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora  $h$  e le 7 ore precedenti l'ora  $h$ .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori 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.

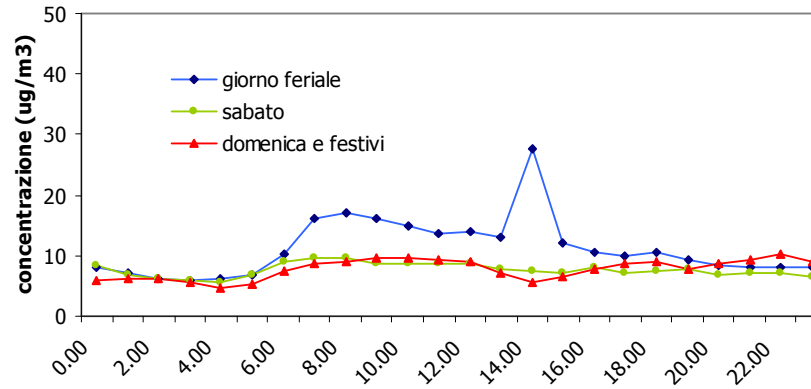
**Biossido di zolfo**  
**Concentrazioni Orarie**



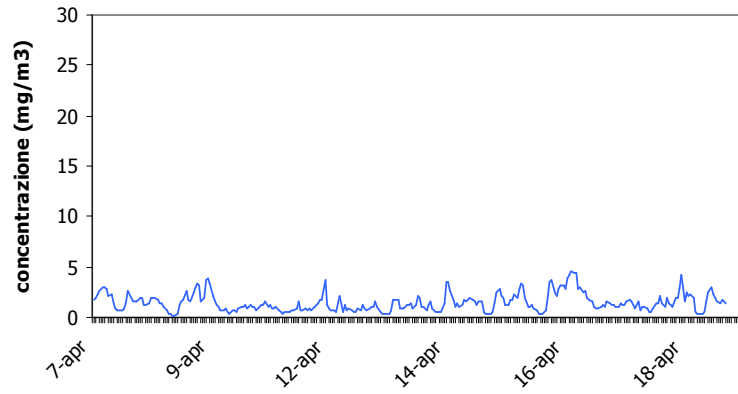
**Biossido di Zolfo**  
**Medie Giornaliere**



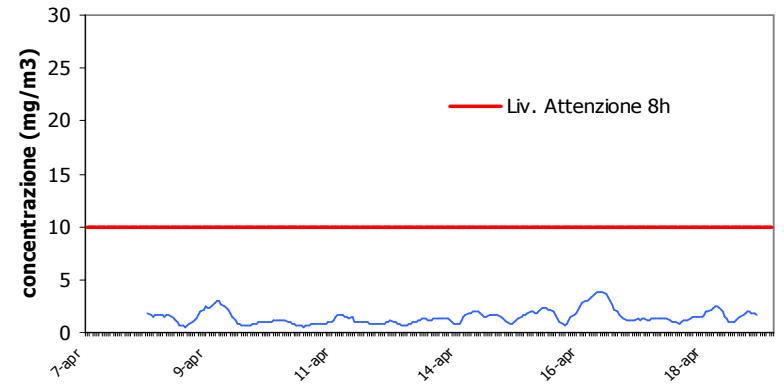
**Biossido di Zolfo**  
**GiornoTipo**



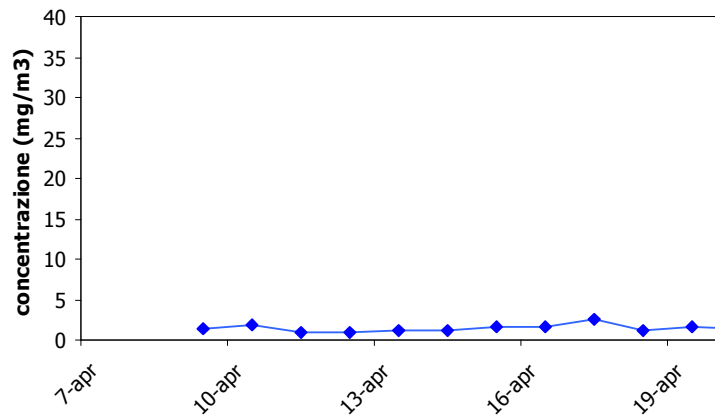
**Monossido di Carbonio  
Concentrazioni Orarie**



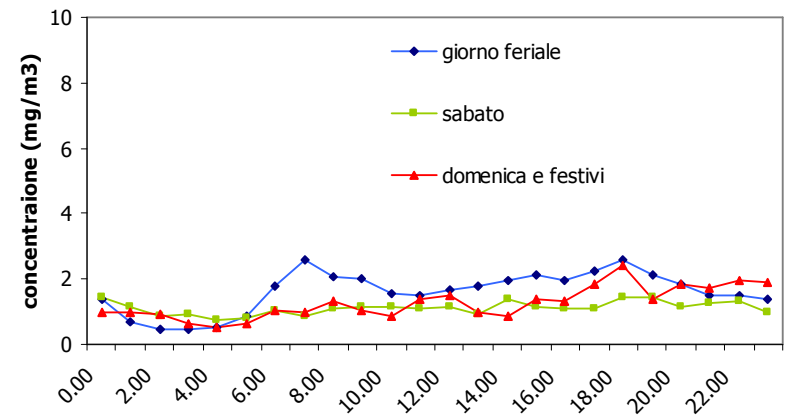
**Monossido di Carbonio  
Concentrazioni Medie di 8h**



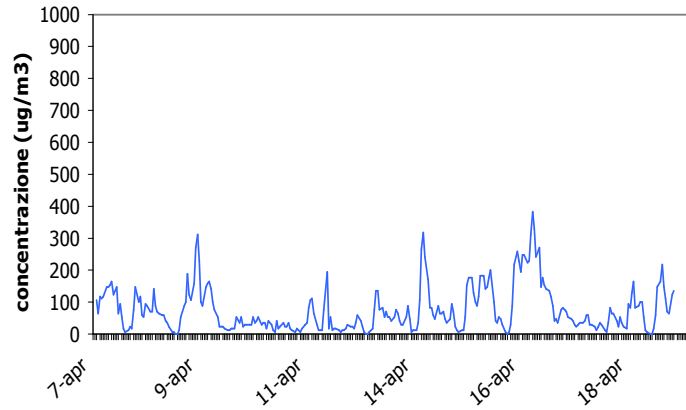
**Monossido di Carbonio  
Medie Giornaliere**



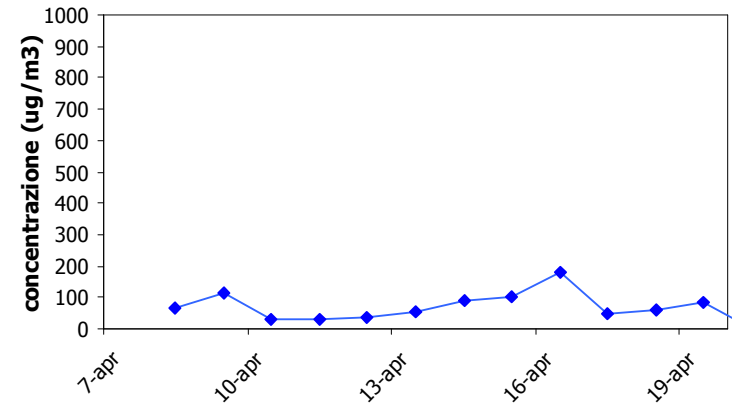
**Monossido di Carbonio  
Giorno Tipo**



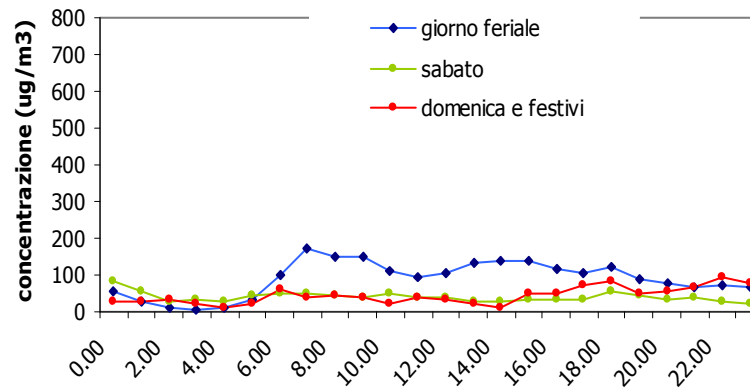
**Ossido di Azoto  
Concentrazioni Orarie**



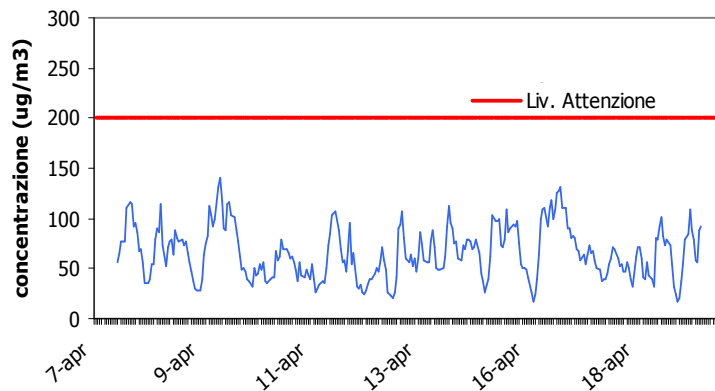
**Ossido di Azoto  
Medie Giornaliere**



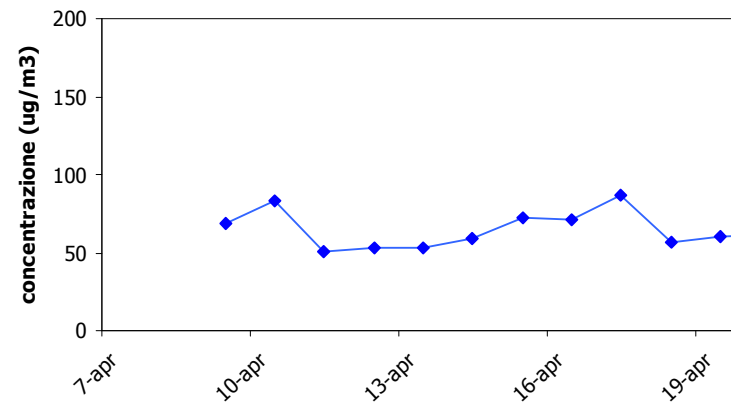
**Ossido di Azoto  
Giorno Tipo**



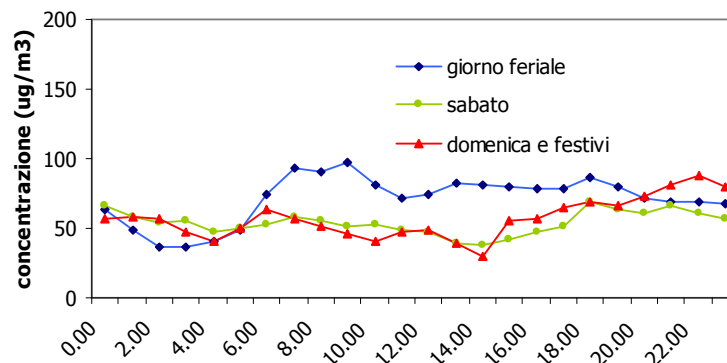
**Biossido di Azoto  
Concentrazioni Orarie**



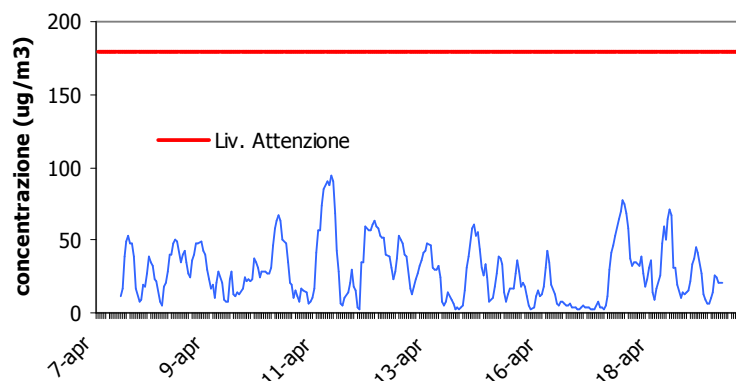
**Biossido di Azoto  
Medie Giornaliere**



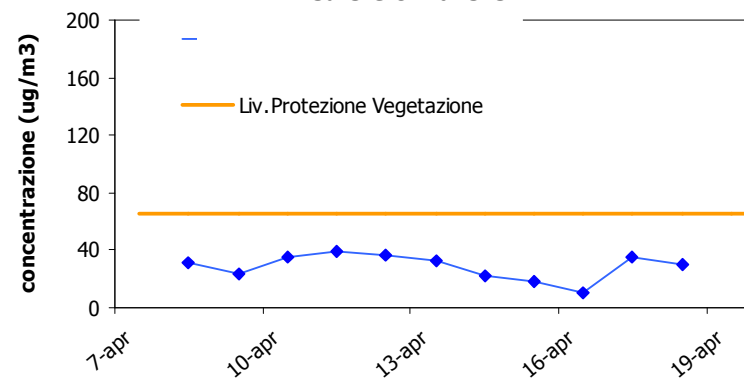
**Biossido di Azoto  
Giorno Tipo**



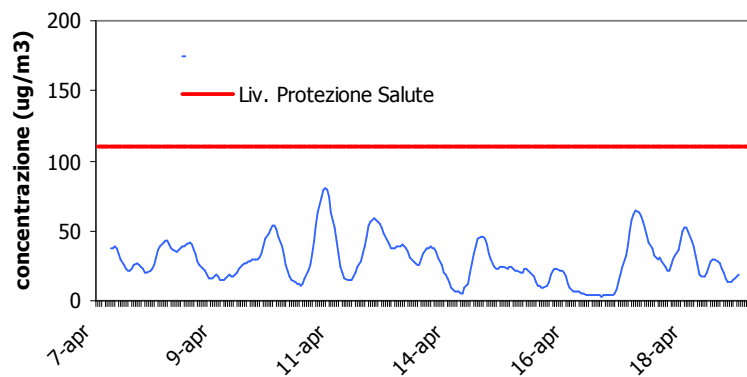
**Ozono  
Concentrazioni Orarie**



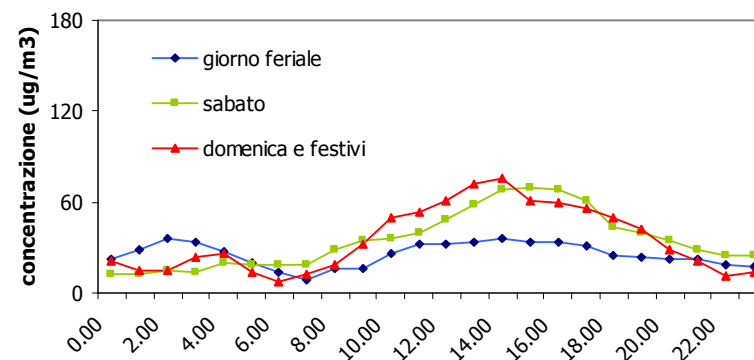
**Ozono  
Medie Giornaliere**



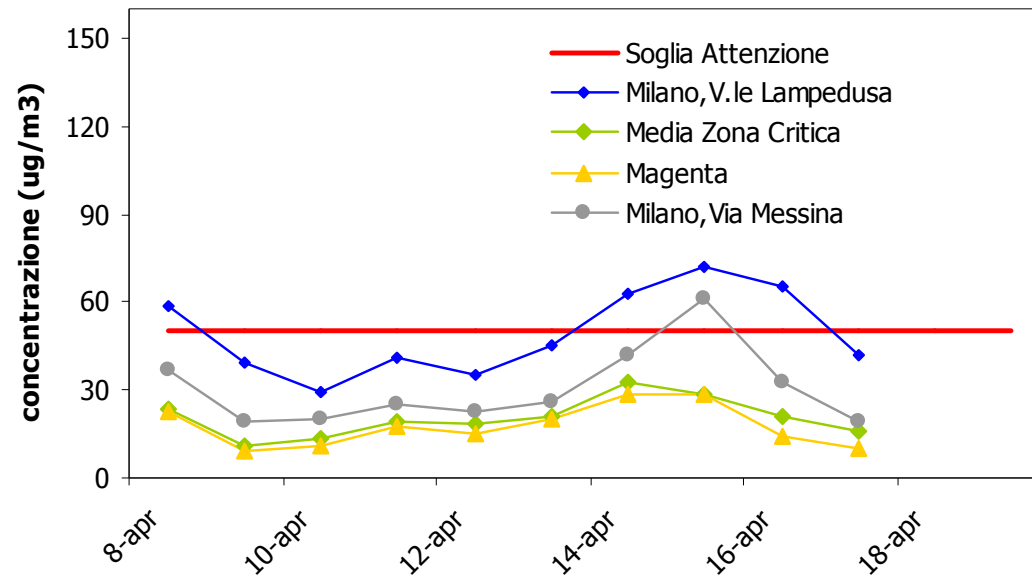
**Ozono  
Concentrazioni Medie di 8h**



**Ozono  
Giorno Tipo**



## Particolato Fine (PM10) Medie Giornaliere



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

I livelli dei diversi inquinanti monitorati a Milano, Viale Lampedusa - Viale Antonini sono stati confrontati con quelli registrati da altre postazioni localizzate all'interno della città di Milano (Viale Juvara, Viale Marche, Piazzale Zavattari, Viale Liguria, Parco Lambro).

Dato lo scopo della campagna, il sito scelto, che si trova in ambiente urbano, ha le caratteristiche di una stazione da traffico.

I valori di **Biossido di Zolfo** misurati in Viale Lampedusa (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  media oraria, 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  massima giornaliera) si sono mantenuti nella media. Dalla postazione di Viale Juvara la media oraria del periodo e la massima media giornaliera sono risultate rispettivamente 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le concentrazioni di **Biossido di Azoto** (media sul periodo 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , massima media oraria 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sono risultate confrontabili a quelle rilevate dalle altre postazioni di misura localizzate in città: il valore medio sul periodo e il massimo orario sono risultati rispettivamente 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 117  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Viale Marche; 59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 109  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Viale Juvara; 59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 113  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Piazzale Zavattari.

Per quanto riguarda il **Monossido di Carbonio** (1.5  $\text{mg}/\text{m}^3$  media sul periodo, 4.5  $\text{mg}/\text{m}^3$  massima media oraria, 3.9  $\text{mg}/\text{m}^3$  valore massimo mediato sulle 8 ore) i livelli osservati in Viale Lampedusa – Viale Antonini sono risultati tra i più alti se confrontati con quelli registrati in altre postazioni di Milano:

la media oraria, la massima media oraria, il valore massimo mediato sulle 8 ore si sono attestate rispettivamente su: 0.9  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 1.9  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 1.4  $\text{mg}/\text{m}^3$  in Viale Marche; 1.1  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 2.0  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 1.6  $\text{mg}/\text{m}^3$  in Piazzale Zavattari; 0.8  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 2.0  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 1.3  $\text{mg}/\text{m}^3$  a Verziere; 0.7  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 2.5  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 1.7  $\text{mg}/\text{m}^3$  in Viale Liguria.

Per quanto riguarda l'**Ozono** i valori misurati a Milano, V.le Lampedusa (29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  media sul periodo, 94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  massima media oraria, 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  valore massimo mediato sulle 8 ore) hanno presentato concentrazioni più basse rispetto a quelle rilevate dalle altre postazioni di misura. La media oraria, la massima media oraria e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultate rispettivamente 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 85  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Viale Juvara; 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Verziere; 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 101  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a Parco Lambro.

L'andamento di **Particolato Fine (PM10)** rilevato durante il periodo di misura dalla postazione mobile è risultato simile a quello rilevato da altre postazioni appartenenti alla Zona Critica di Milano e/o Comuni limitrofi. I livelli sono risultati tuttavia più elevati e in 4 giornate al di sopra della soglia dei 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media giornaliera più alta ha raggiunto 72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si fa presente che la strumentazione presente sul Laboratorio Mobile utilizza un campionatore sequenziale per la misura del PM10 associato a successiva pesata gravimetrica, mentre la Rete Rilevamento utilizza analizzatori automatici a bilancia inerziale. Quest'ultimi a differenza degli altri forniscono la concentrazione di PM10 ogni 2 ore, la media giornaliera si ottiene come media delle concentrazioni bi-orarie. E' noto che le diverse caratteristiche dei due sistemi di campionamento sono tali per cui il rapporto medio nell'arco di un anno tra le concentrazioni ottenute con metodo gravimetrico e i valori ottenuti con l'utilizzo di analizzatori automatici risulti pari a 1,3 (il rapporto varia da circa 1,0 nei mesi caldi a oltre 1,5 nei mesi freddi). I dati rilevati sono stati confrontati anche con quelli misurati a Milano in Via Messina, dove viene utilizzato un campionatore gravimetrico. Si sono osservate tuttavia anche in questo caso concentrazioni medie giornaliere leggermente più contenute rispetto a quanto misurate all'incrocio Viale Lampedusa-Via Antonini.

---

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

- medie sul periodo 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

I dati riportati, relativi alla postazione mobile di Viale Lampedusa, angolo Via Antonini, sono inoltre messi a confronto con quelli rilevati da alcune centraline appartenenti alla rete fissa di Milano.

## Conclusioni

Dal 7 al 19 aprile 2004 è stata realizzata all'interno del Comune di Milano, in Viale Lampedusa angolo Viale Antonini una campagna di misura di Qualità dell'Aria.

La strumentazione presente sul Laboratorio Mobile ha permesso il monitoraggio di **Biossido di Zolfo, Monossido di Carbonio, Ossidi di Azoto, Ozono, Particolato Fine.**

Le concentrazioni degli inquinanti monitorati a Milano sono state confrontate con i livelli rilevati dalle altre postazioni di misura appartenenti alla rete fissa di Milano:

- i valori di **SO<sub>2</sub>** ed **NO<sub>2</sub>** sono risultati simili a quelli rilevati in altre stazioni urbane da traffico della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria localizzate a Milano;
- per quanto riguarda invece **CO** e **PM<sub>10</sub>**, sono stati registrati valori tra i più alti rispetto a quelli presi in considerazione per il confronto;
- l'**O<sub>3</sub>** misurato dalla postazione mobile in prossimità dell'incrocio se confrontato con quello delle altre postazioni in Milano, è risultato tra i più bassi.

Durante il periodo di misura soltanto per il PM<sub>10</sub> si sono riscontrati superamenti del limite dei 50 µg/m<sup>3</sup>.

Poiché le concentrazioni di CO sono strettamente legate ai flussi di traffico nelle immediate vicinanze del sito di misura, i valori misurati, soprattutto a confronto con quelli osservati in altre centraline urbane, identificano il sito della campagna di misura come particolarmente soggetto ad emissioni dirette di inquinanti da parte del traffico su strada.

Tale osservazione è confermata anche dai valori di O<sub>3</sub> misurati. Infatti, i valori di concentrazione misurati nel sito della campagna risultano più bassi di quelli rilevati nelle altre centraline urbane posizionate nel Comune di Milano, indice di un sito caratterizzato da emissioni dirette di inquinanti. Un'ulteriore conferma deriva dalla misura di livelli elevati di PM<sub>10</sub>.

## Tabella

	Rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Milano V.le Lampedusa	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Mezzo Mobile
Milano V.le Marche	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
Milano Via Juvara	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
Milano P.za Zavattari	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
Milano Verziere	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
Milano V.le Liguria	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
Milano P.co Lambro	PUB	SUBURBANA	FONDO	124	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

## Tabelle

dal 8 al 18 aprile 2004

### Biossido di Azoto

	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St.	Max Media 1 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Milano V.le Lampedusa	100	65	25	140	<b>0</b>
Milano V.le Marche	100	75	22	117	<b>0</b>
Milano Via Juvara	99.6	59	22	109	<b>0</b>
Milano P.za Zavattari	100	59	18	113	<b>0</b>
Milano V.le Liguria	100	53	20	113	<b>0</b>
Milano P.co Lambro	100	42	17	102	<b>0</b>

### Biossido di Zolfo

	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St.	Max Media 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Milano V.le Lampedusa	100	10	8	14	<b>0</b>
Milano V.le Juvara	95.5	7	5	11	<b>0</b>

**Monossido di Carbonio**

	% Rend.	Media (mg/m <sup>3</sup> )	Dev St.	Max Media 1 h (mg/m <sup>3</sup> )	Max Media 8 h (mg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Milano V.le Lampedusa	100	1.5	0.9	4.5	3.9	<b>0</b>
Milano V.le Marche	100	0.9	0.3	1.9	1.4	<b>0</b>
Milano P.za Zavattari	100	1.1	0.3	2.0	1.6	<b>0</b>
Milano Verziere	100	0.8	0.3	2.0	1.3	<b>0</b>
Milano V.le Liguria	100	0.7	0.4	2.5	1.7	<b>0</b>

**Tabelle**  
dal 8 al 18 aprile 2004

**Ozono**

	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St.	Max Media 1 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Max Media 8 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Liv. Protezione per la Salute
Milano V.le Lampedusa	100	29	20	94	<b>0</b>	81	<b>0</b>
Milano V.le Juvara	99.6	40	22	98	<b>0</b>	85	<b>0</b>
Milano Verziere	100	37	20	95	<b>0</b>	81	<b>0</b>
Milano P.co Lambro	100	45	27	123	<b>0</b>	101	<b>0</b>

## **Allegato Dati Orari**

Giorno	Ora	SO2	NO	NO2	O3	CO
		(µg/m3)	(µg/m3)	(µg/m3)	(µg/m3)	(mg/m3)
7-apr	0.00					
7-apr	1.00					
7-apr	2.00					
7-apr	3.00					
7-apr	4.00					
7-apr	5.00					
7-apr	6.00					
7-apr	7.00					
7-apr	8.00					
7-apr	9.00					
7-apr	10.00					
7-apr	11.00	24	108	56	11	2.1
7-apr	12.00	14	67	65	17	1.6
7-apr	13.00	16	115	77	39	1.8
7-apr	14.00	14	110	76	49	1.9
7-apr	15.00	14	117	77	52	1.7
7-apr	16.00	16	148	112	47	1.9
7-apr	17.00	15	145	116	47	2.2
7-apr	18.00	18	155	115	38	2.7
7-apr	19.00	16	166	91	17	3.0
7-apr	20.00	13	125	96	7	3.0
7-apr	21.00	13	145	87	9	2.8
7-apr	22.00	8	66	67	20	2.1
7-apr	23.00	8	92	69	18	2.2
8-apr	0.00	7	50	57	27	1.3
8-apr	1.00	<5	15	36	38	0.9
8-apr	2.00	<5	7	35	35	0.7
8-apr	3.00	6	10	39	32	0.6
8-apr	4.00	7	26	54	24	0.7
8-apr	5.00	8	20	55	22	0.9
8-apr	6.00	13	75	79	8	1.6
8-apr	7.00	15	148	90	5	2.6
8-apr	8.00	14	97	86	18	1.9
8-apr	9.00	15	119	114	21	1.6
8-apr	10.00	15	62	73	28	1.5
8-apr	11.00	18	51	53	40	1.6
8-apr	12.00	19	92	72	40	2.0
8-apr	13.00	13	89	76	48	2.0
8-apr	14.00	114	72	79	50	1.2
8-apr	15.00	<5	71	65	49	1.2
8-apr	16.00	5	140	88	35	1.4
8-apr	17.00	<5	86	81	40	1.9
8-apr	18.00	<5	71	77	42	1.9
8-apr	19.00	<5	65	79	35	1.9
8-apr	20.00	<5	58	73	27	1.7
8-apr	21.00	<5	60	76	25	1.5
8-apr	22.00	<5	44	65	36	1.5
8-apr	23.00	<5	37	56	41	1.1
9-apr	0.00	<5	25	46	47	0.6

9-apr	1.00	<5	7	37	47	0.4
9-apr	2.00	<5	6	30	49	0.3
9-apr	3.00	<5	<4	28	42	0.2
9-apr	4.00	<5	<4	28	39	0.2
9-apr	5.00	<5	12	40	29	0.4
9-apr	6.00	<5	56	63	23	1.3
9-apr	7.00	<5	87	76	17	1.6
9-apr	8.00	5	101	82	20	1.8
9-apr	9.00	7	187	112	10	2.6
9-apr	10.00	6	125	103	20	1.7
9-apr	11.00	<5	105	93	28	1.6
9-apr	12.00	6	159	99	20	1.9
9-apr	13.00	10	269	130	9	3.0
9-apr	14.00	10	314	140	8	3.3
9-apr	15.00	9	231	118	8	3.2
9-apr	16.00	6	97	89	24	1.6
9-apr	17.00	5	89	89	28	2.0
9-apr	18.00	8	146	114	13	3.7
9-apr	19.00	8	159	116	12	3.9
9-apr	20.00	8	164	102	14	3.4
9-apr	21.00	6	139	102	14	2.1
9-apr	22.00	6	101	89	17	1.6
9-apr	23.00	<5	76	77	25	1.2
10-apr	0.00	<5	53	62	21	1.1
10-apr	1.00	<5	25	48	23	0.7
10-apr	2.00	<5	21	50	22	0.7
10-apr	3.00	<5	22	46	23	0.8
10-apr	4.00	<5	18	40	37	0.6
10-apr	5.00	<5	10	37	35	0.4
10-apr	6.00	<5	10	32	31	0.7
10-apr	7.00	<5	20	51	25	0.6
10-apr	8.00	<5	17	42	28	0.6
10-apr	9.00	<5	20	44	29	0.9
10-apr	10.00	<5	53	55	27	1.1
10-apr	11.00	<5	35	48	27	1.0
10-apr	12.00	<5	55	57	31	1.2
10-apr	13.00	<5	25	38	47	0.8
10-apr	14.00	<5	28	36	58	1.3
10-apr	15.00	<5	29	38	63	1.1
10-apr	16.00	<5	28	41	67	1.0
10-apr	17.00	<5	28	42	63	0.7
10-apr	18.00	6	51	67	50	1.1
10-apr	19.00	6	34	58	48	1.2
10-apr	20.00	5	42	62	35	1.2
10-apr	21.00	6	51	79	21	1.6
10-apr	22.00	6	28	69	19	1.0
10-apr	23.00	<5	36	69	10	1.2
11-apr	0.00	<5	35	65	16	0.9
11-apr	1.00	<5	19	61	12	0.9
11-apr	2.00	<5	43	63	8	1.1
11-apr	3.00	<5	27	57	16	0.8
11-apr	4.00	<5	11	48	16	0.5

11-apr	5.00	<5	<4	37	14	0.3
11-apr	6.00	5	44	56	7	0.6
11-apr	7.00	5	18	42	7	0.5
11-apr	8.00	5	26	42	11	0.5
11-apr	9.00	9	34	49	16	0.7
11-apr	10.00	9	23	43	41	0.7
11-apr	11.00	7	25	40	56	0.8
11-apr	12.00	8	33	54	57	1.5
11-apr	13.00	6	19	39	74	0.8
11-apr	14.00	5	9	27	85	0.7
11-apr	15.00	5	9	30	91	0.8
11-apr	16.00	6	15	34	88	0.7
11-apr	17.00	<5	9	38	94	0.8
11-apr	18.00	<5	7	36	90	0.7
11-apr	19.00	<5	19	50	69	1.1
11-apr	20.00	6	29	73	43	1.3
11-apr	21.00	8	33	85	29	1.4
11-apr	22.00	10	83	103	6	1.7
11-apr	23.00	10	104	106	5	1.8
12-apr	0.00	11	113	106	10	3.7
12-apr	1.00	9	67	88	14	1.3
12-apr	2.00	7	30	70	21	0.9
12-apr	3.00	7	9	57	29	0.7
12-apr	4.00	6	12	59	18	0.7
12-apr	5.00	5	10	46	16	0.6
12-apr	6.00	9	74	68	<4	1.4
12-apr	7.00	28	194	96	<4	2.1
12-apr	8.00	17	18	54	35	0.6
12-apr	9.00	10	51	65	34	1.3
12-apr	10.00	8	12	33	60	0.8
12-apr	11.00	9	17	30	56	0.8
12-apr	12.00	10	16	34	57	0.8
12-apr	13.00	9	9	25	60	0.5
12-apr	14.00	8	6	24	63	0.5
12-apr	15.00	8	14	27	60	0.9
12-apr	16.00	7	15	34	58	0.7
12-apr	17.00	7	20	40	53	1.2
12-apr	18.00	8	28	39	52	0.9
12-apr	19.00	7	25	45	51	0.8
12-apr	20.00	6	22	50	40	1.0
12-apr	21.00	7	17	47	39	1.1
12-apr	22.00	9	35	58	31	1.1
12-apr	23.00	10	60	70	23	1.6
13-apr	0.00	8	44	58	28	1.1
13-apr	1.00	7	22	49	38	0.6
13-apr	2.00	7	5	27	53	0.3
13-apr	3.00	5	<4	23	50	0.3
13-apr	4.00	5	<4	20	47	0.3
13-apr	5.00	6	<4	26	40	0.3
13-apr	6.00	6	17	41	39	0.7
13-apr	7.00	9	77	90	17	1.7
13-apr	8.00	12	134	93	12	1.8

13-apr	9.00	13	135	107	18	1.8
13-apr	10.00	11	79	80	23	0.9
13-apr	11.00	11	83	60	27	1.0
13-apr	12.00	10	50	56	33	0.8
13-apr	13.00	11	73	63	36	1.2
13-apr	14.00	10	53	53	41	1.2
13-apr	15.00	12	55	60	43	1.4
13-apr	16.00	10	43	47	48	0.9
13-apr	17.00	9	52	60	46	1.2
13-apr	18.00	10	76	86	31	2.0
13-apr	19.00	9	66	75	30	2.0
13-apr	20.00	7	40	58	29	1.1
13-apr	21.00	7	29	55	32	1.0
13-apr	22.00	7	29	56	25	0.7
13-apr	23.00	7	55	77	7	1.2
14-apr	0.00	11	88	88	5	1.5
14-apr	1.00	9	47	71	7	0.9
14-apr	2.00	7	7	50	15	0.5
14-apr	3.00	7	11	50	9	0.5
14-apr	4.00	6	11	48	7	0.5
14-apr	5.00	7	33	51	<4	0.5
14-apr	6.00	9	105	61	<4	1.4
14-apr	7.00	21	263	92	<4	3.5
14-apr	8.00	36	316	112	<4	3.5
14-apr	9.00	35	238	95	5	2.6
14-apr	10.00	32	168	90	15	1.8
14-apr	11.00	21	82	75	31	1.1
14-apr	12.00	19	85	77	39	1.4
14-apr	13.00	13	60	59	58	1.1
14-apr	14.00	11	46	58	61	1.3
14-apr	15.00	13	91	73	53	1.8
14-apr	16.00	11	63	69	55	1.6
14-apr	17.00	11	67	79	43	1.8
14-apr	18.00	12	68	80	31	2.0
14-apr	19.00	12	47	77	25	1.7
14-apr	20.00	11	38	70	34	1.6
14-apr	21.00	10	45	71	25	1.2
14-apr	22.00	11	96	79	8	1.6
14-apr	23.00	10	73	66	10	1.5
15-apr	0.00	9	26	46	18	0.6
15-apr	1.00	8	12	37	28	0.4
15-apr	2.00	7	<4	26	39	0.3
15-apr	3.00	8	10	33	37	0.4
15-apr	4.00	8	12	39	34	0.5
15-apr	5.00	12	54	62	15	1.3
15-apr	6.00	18	153	103	7	2.5
15-apr	7.00	19	178	97	13	2.9
15-apr	8.00	19	176	97	17	2.2
15-apr	9.00	17	132	100	16	2.0
15-apr	10.00	17	101	73	28	1.3
15-apr	11.00	14	91	70	37	1.2
15-apr	12.00	15	117	79	29	1.8

15-apr	13.00	21	185	109	18	1.8
15-apr	14.00	21	183	86	20	2.4
15-apr	15.00	17	140	91	18	2.0
15-apr	16.00	14	149	94	11	2.7
15-apr	17.00	15	178	91	6	3.3
15-apr	18.00	14	203	97	<4	3.3
15-apr	19.00	12	98	75	<4	1.9
15-apr	20.00	9	43	55	11	1.1
15-apr	21.00	9	38	50	15	1.1
15-apr	22.00	9	55	50	12	1.2
15-apr	23.00	9	48	49	12	0.9
16-apr	0.00	9	27	42	18	0.7
16-apr	1.00	8	9	27	30	0.4
16-apr	2.00	7	<4	16	43	0.3
16-apr	3.00	7	5	23	34	0.3
16-apr	4.00	8	27	39	20	0.6
16-apr	5.00	10	91	64	13	2.0
16-apr	6.00	14	219	99	7	3.6
16-apr	7.00	16	256	110	5	3.7
16-apr	8.00	15	227	111	8	2.5
16-apr	9.00	14	195	91	8	2.1
16-apr	10.00	16	247	111	7	2.7
16-apr	11.00	17	248	118	5	3.2
16-apr	12.00	17	222	100	6	3.2
16-apr	13.00	15	232	109	6	2.9
16-apr	14.00	18	311	126	4	3.9
16-apr	15.00	22	383	128	<4	4.3
16-apr	16.00	22	328	131	<4	4.5
16-apr	17.00	17	241	111	<4	4.5
16-apr	18.00	17	273	110	<4	4.5
16-apr	19.00	13	149	90	5	2.9
16-apr	20.00	13	174	90	<4	3.1
16-apr	21.00	12	151	80	<4	2.4
16-apr	22.00	12	144	82	<4	2.6
16-apr	23.00	12	133	80	<4	1.9
17-apr	0.00	13	119	70	<4	1.8
17-apr	1.00	11	89	67	<4	1.6
17-apr	2.00	9	40	59	8	1.0
17-apr	3.00	9	46	63	4	0.9
17-apr	4.00	8	37	55	<4	0.9
17-apr	5.00	11	75	63	<4	1.1
17-apr	6.00	15	85	74	6	1.3
17-apr	7.00	16	76	66	12	1.1
17-apr	8.00	16	73	68	29	1.6
17-apr	9.00	14	54	58	41	1.4
17-apr	10.00	13	45	51	46	1.2
17-apr	11.00	14	43	49	53	1.2
17-apr	12.00	13	27	37	65	1.0
17-apr	13.00	12	26	40	70	1.0
17-apr	14.00	11	28	39	77	1.4
17-apr	15.00	11	34	46	75	1.2
17-apr	16.00	12	37	55	68	1.2

17-apr	17.00	10	41	59	58	1.5
17-apr	18.00	9	57	71	38	1.8
17-apr	19.00	9	60	70	32	1.6
17-apr	20.00	8	30	59	35	1.2
17-apr	21.00	8	28	52	35	1.0
17-apr	22.00	9	25	54	32	1.7
17-apr	23.00	8	13	46	39	0.7
18-apr	0.00	7	26	47	27	1.0
18-apr	1.00	8	37	56	18	1.1
18-apr	2.00	8	28	51	23	0.8
18-apr	3.00	7	13	38	32	0.5
18-apr	4.00	6	8	33	37	0.5
18-apr	5.00	7	36	62	14	0.9
18-apr	6.00	10	82	71	8	1.5
18-apr	7.00	12	62	72	17	1.4
18-apr	8.00	13	66	60	25	2.2
18-apr	9.00	11	39	42	47	1.3
18-apr	10.00	10	21	39	59	1.1
18-apr	11.00	11	55	56	50	1.9
18-apr	12.00	10	34	44	64	1.4
18-apr	13.00	8	23	38	71	1.2
18-apr	14.00	6	15	32	67	1.0
18-apr	15.00	8	92	81	32	1.9
18-apr	16.00	9	81	78	31	1.9
18-apr	17.00	13	130	92	19	2.9
18-apr	18.00	14	162	102	10	4.2
18-apr	19.00	11	81	82	15	1.7
18-apr	20.00	12	86	73	13	2.4
18-apr	21.00	11	102	78	14	2.1
18-apr	22.00	11	103	73	16	2.2
18-apr	23.00	8	51	54	22	2.0
19-apr	0.00	7	9	32	33	0.5
19-apr	1.00	6	<4	24	38	0.3
19-apr	2.00	5	<4	16	45	0.3
19-apr	3.00	5	<4	20	42	0.3
19-apr	4.00	6	20	37	27	0.5
19-apr	5.00	8	59	54	13	1.6
19-apr	6.00	10	146	79	9	2.4
19-apr	7.00	11	168	84	7	3.0
19-apr	8.00	12	219	109	6	2.4
19-apr	9.00	10	146	89	10	1.9
19-apr	10.00	9	113	78	14	1.7
19-apr	11.00	9	68	58	25	1.5
19-apr	12.00	10	67	56	25	1.8
19-apr	13.00	11	125	88	21	1.5
19-apr	14.00	12	133	93	21	1.4