

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
Comune di Lentate sul Seveso
Via Papa Giovanni XXIII c/o Scuola Media

29/05/2007 – 28/06/2007



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
Comune di Lentate sul Seveso
Via Papa Giovanni XXIII c/o Scuola Media

MONZA, 06/09/2007

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

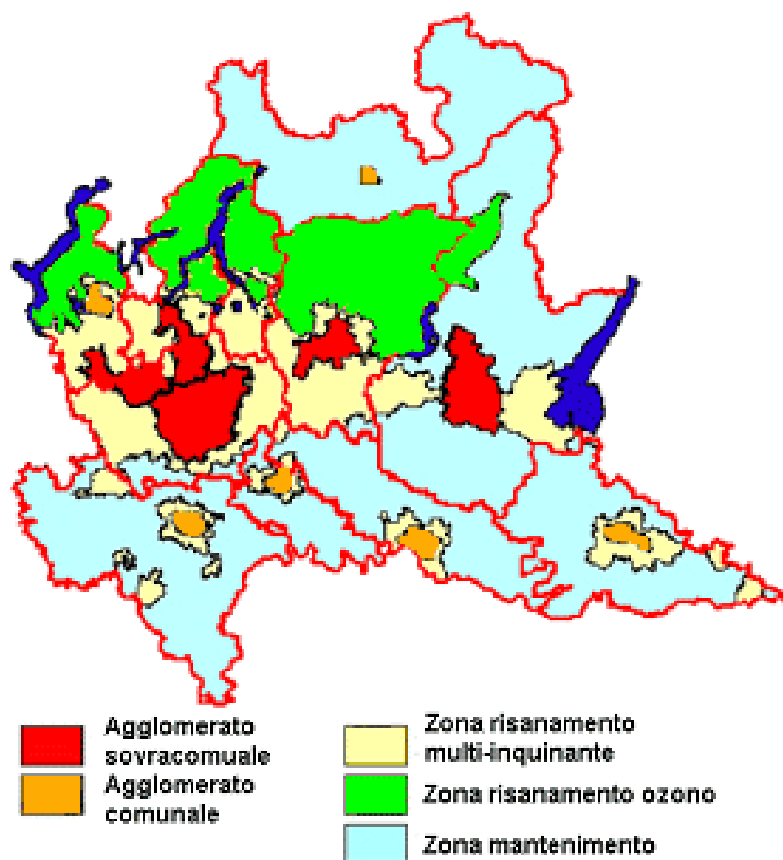
dott. geol. Madela Torretta

Premessa

La misura della qualità dell'aria è utile per garantire la tutela della salute della popolazione e la protezione degli ecosistemi.

La legislazione italiana, costruita sulla base della cosiddetta direttiva europea madre (Direttiva 96/62/CE recepita dal D.Lgs. 351/99), definisce che le Regioni sono l'autorità competente in questo campo, e prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati sui quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.

La Regione Lombardia con provvedimenti successivi ha zonizzato il territorio in zone ed agglomerati:



Nelle zone e negli agglomerati la valutazione della qualità dell'aria deve essere condotta in modo integrato, mediante le stazioni fisse ma anche i mezzi mobili, le campagne con campionatori passivi, i modelli matematici di dispersione le stime obiettive, quali quelle fornite dall'inventario comunale delle emissioni INEMAR.

Introduzione

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato, in accordo con i tecnici dell'Amministrazione Comunale, all'interno del complesso scolastico di via Papa Giovanni XXIII, 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 (NO_x);
- Monossido di carbonio (CO);
- Ozono (O₃);
- 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 NO_x e O₃ 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 2007.

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2007.

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 (+30)	1 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+6)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di allarme	400	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02

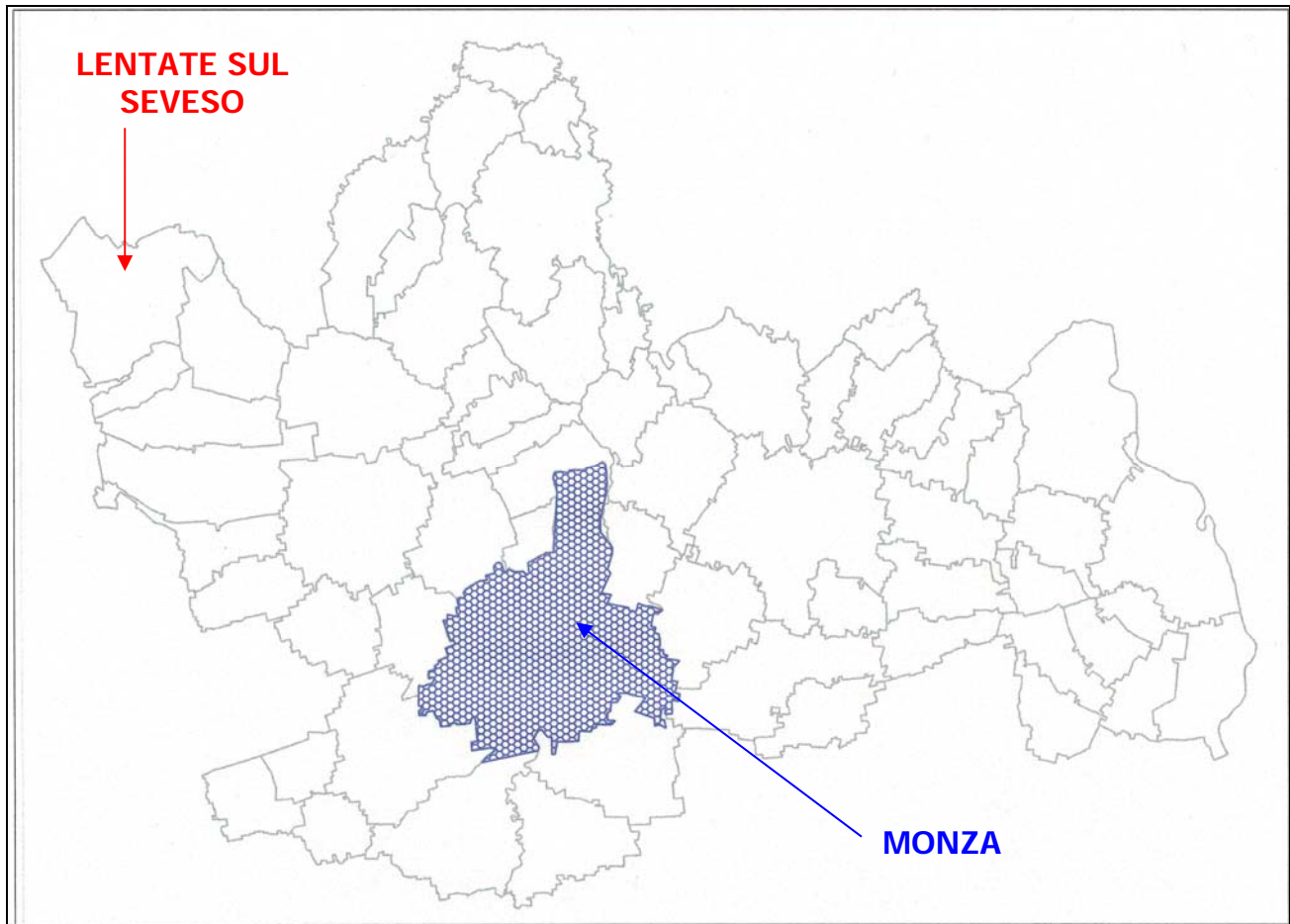
Ossidi di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione vegetazione	30	Anno civile	D.M. 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/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	120		8 h	D.L. 21/5/04
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	18000		AOT40 (mag – lug) su 5 anni	D.L. 21/5/04
Soglia di informazione	180		1 h	D.L. 21/5/04
Soglia di allarme	240		1 h	D.L. 21/5/04

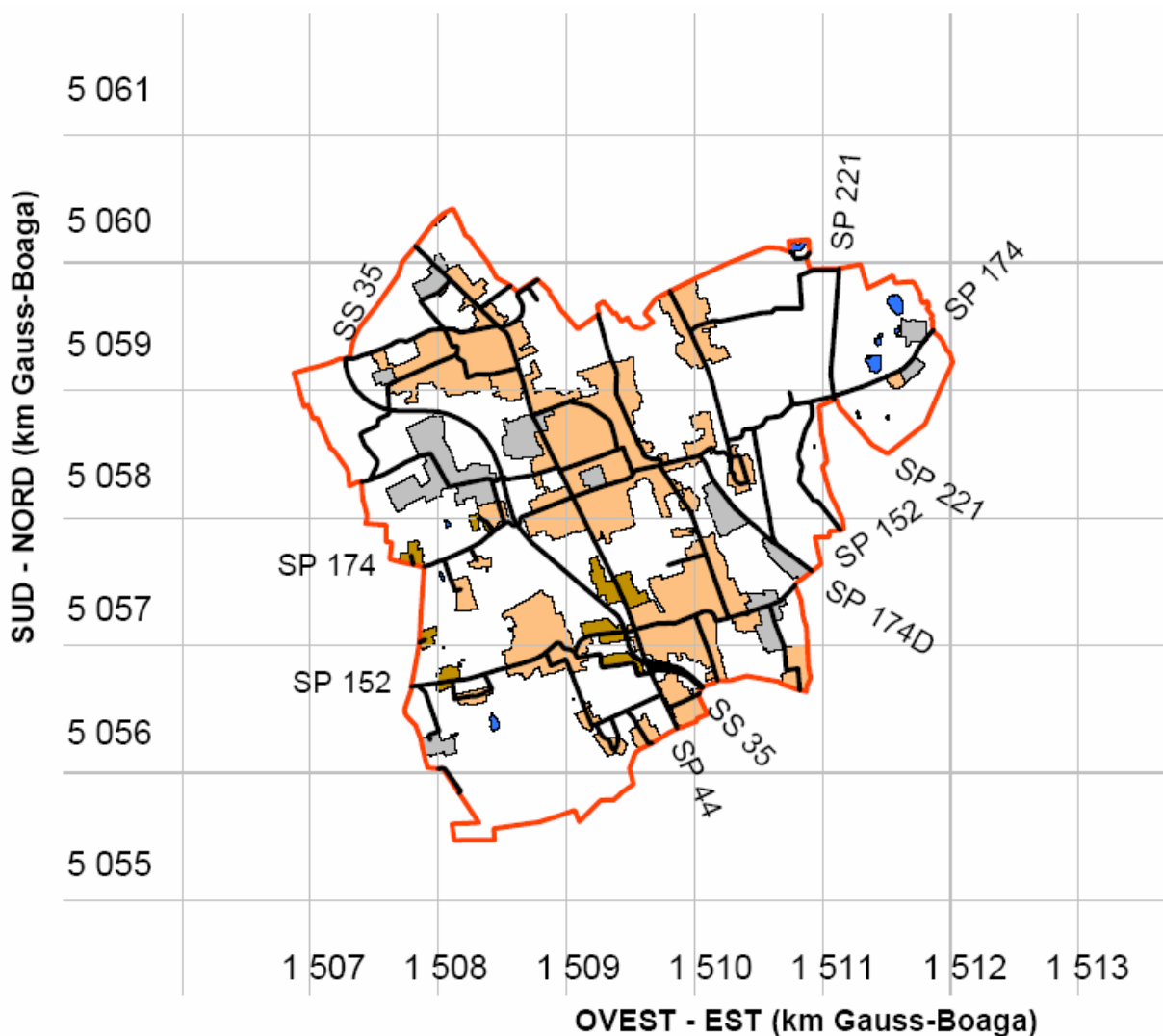
Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50		24 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40		Anno civile	D.M. 2/4/02

Sito di Misura



Periodo di misura	29 maggio – 29 giugno 2007
Sito di misura:	Via Papa Giovanni XXIII c/o scuola media
Assi stradali statali e provinciali:	SS 35 dei Giovi SP 44 Milano – Lentate SP 152 Camnago – Rovello Porro SP 174 Lazzate – Meda SP 221 Meda – Confine Figino
Assi stradali comunali	Via Garibaldi – Via Verdi V.le Italia Via Diaz Via Vittorio Veneto – Via Monte Grappa - Via Oberdan Via Papa Giovanni XXIII – Via Repubblica

Mappa dei principali assi viari cittadini



- area residenziale
- area mista (*residenziale e produttiva*)
- area produttiva
- parchi e giardini
- aree idriche naturali e artificiali

II Territorio Comunale di Lentate sul Seveso

Il Comune di Lentate sul Seveso è un centro abitato che conta circa **14416** abitanti distribuiti su una superficie di circa **13.99 Km²** per una densità abitativa di circa 1030 abit/km².

Il comune dista circa 26 Km dal capoluogo in direzione Nord Ovest; fanno parte del territorio cittadino le località Birago, Camnago, Cimnago, Copreno.

Lentate sul Seveso confina a Nord con Novedrate (Co), Mariano Comense (CO) e Carimate (Co), a Ovest con Lazzate (Mi), a Sud Ovest con Misinto (Mi), a Sud Est con Barlassina (Mi) e a ovest con Meda (Mi).

Caratterizzazione del sito di misura

Lo scenario analizzato è illustrato in figura 1.

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta con il Laboratorio mobile in periodo estivo tra **il 29 maggio ed il 29 giugno 2007**, nel comune di Lentate sul Seveso, presso la scuola media di via Papa Giovanni XXIII.

Scopo della campagna di misura è la raccolta di una base di dati atta a caratterizzare la qualità dell'aria in questa zona del territorio.

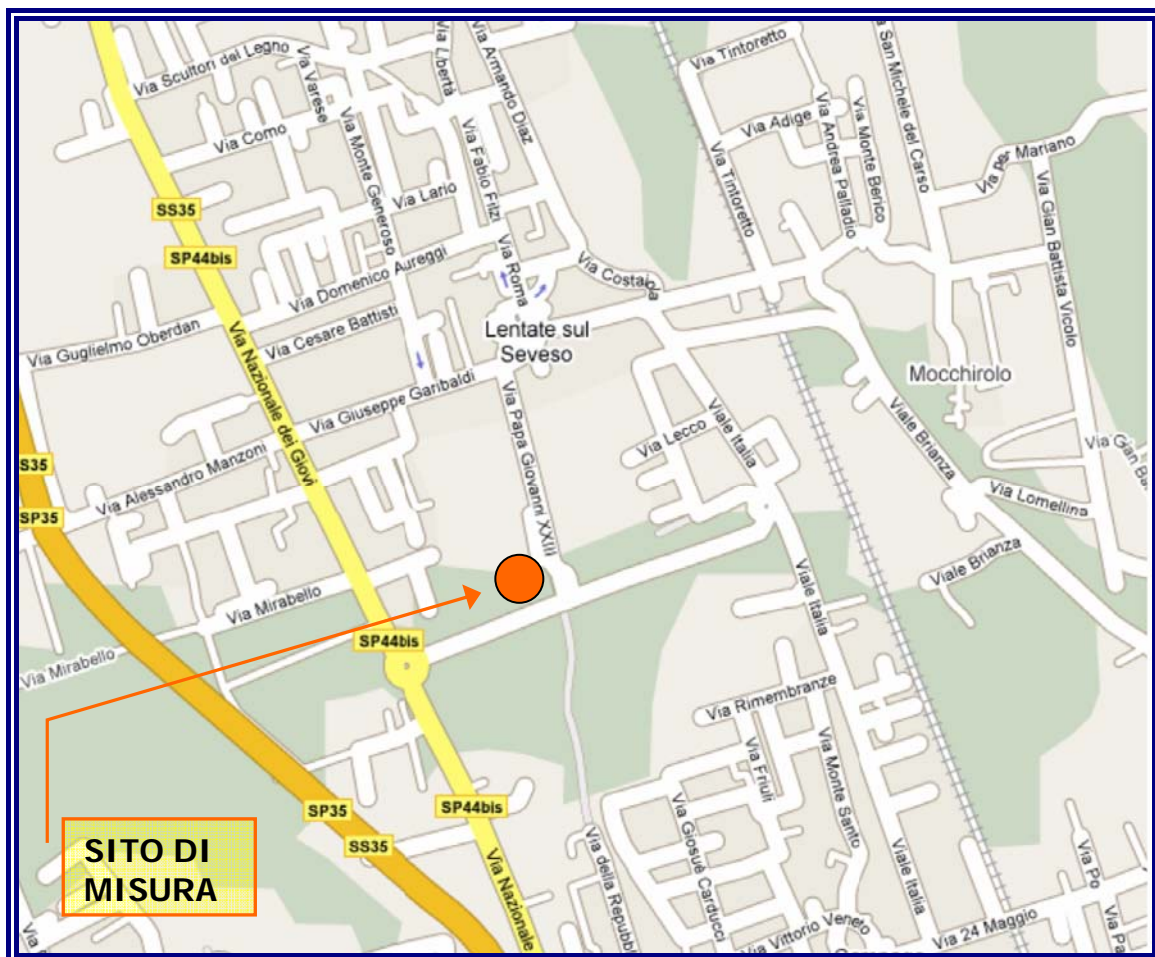
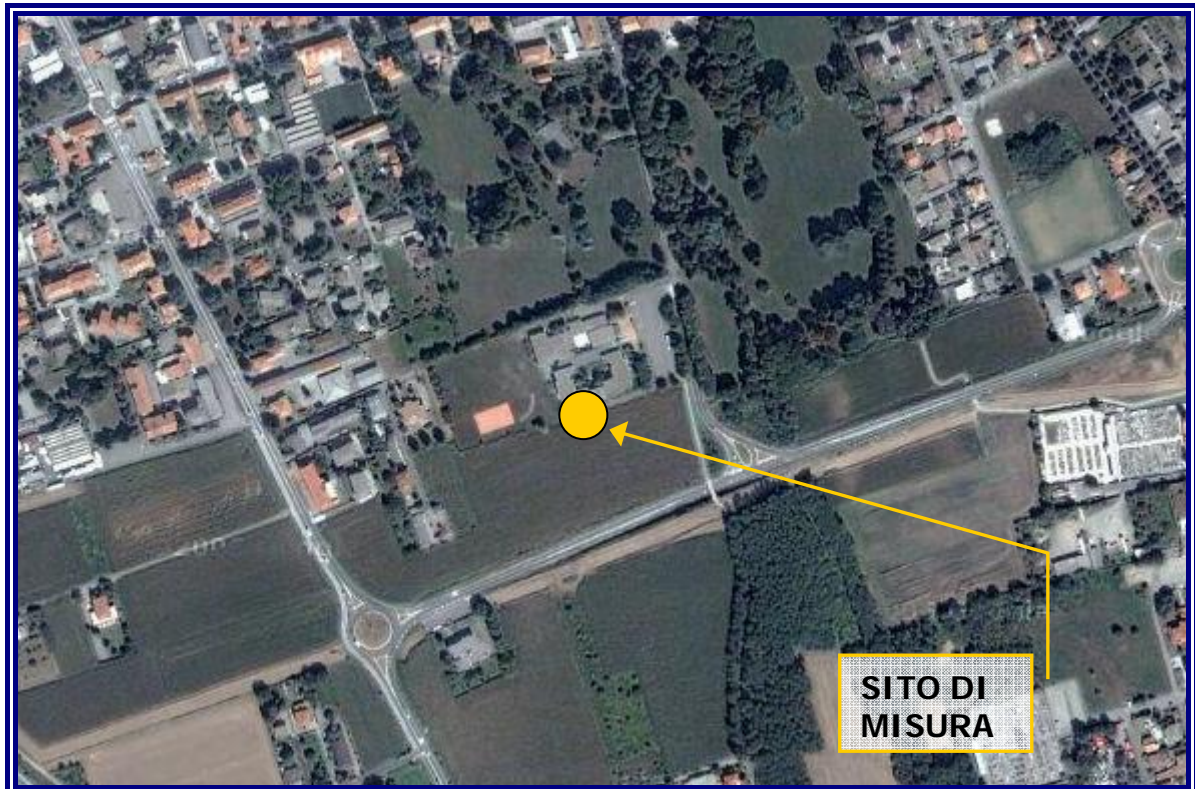


Figura 1: punto di posizionamento del Laboratorio mobile nel Comune di Lentate sul Seveso

La postazione di misura si trova all'interno dell'area cortilizia della scuola media di via Papa Giovanni XXIII, una strada a due corsie a doppio senso di marcia che collega il centro cittadino alla via Vittorio Veneto lungo la direttrice Nord – Sud, uno dei principali tratti viari che, conflueno nella SS35, permette il collegamento della città di Lentate con i comuni a Nord e a Sud della regione.

Il sito scelto è caratteristico di una *situazione di fondo urbano* in quanto il Laboratorio Mobile non è stato posizionato a ridosso della strada, ma in una zona residenziale del comune all'interno di un'area verde adibita a centro sportivo del comprensorio scolastico.

Le principali arterie viarie si trovano a circa 200 m di distanza dalla postazione.



Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Lentate sul Seveso è stato utilizzato l'inventario regionale INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, **referita 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 non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili
- 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_x)
- Composti organici volatili (COV)
- Precursori dell'Ozono (prec_Oz)
- Monossido di carbonio (CO)
- Polveri totali sospese (PTS)
- polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10) e inferiore a 2.5 (PM2.5)

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 all'interno del Comune di Usmate Velate.

Come è possibile osservare in allegato 1 vengono forniti i contributi all'inquinamento atmosferico dei singoli combustibili per macrosettore; in allegato 2 invece vengono evidenziati i contributi delle singole sorgenti, riportando per un confronto anche i dati riferiti all'intera Provincia di Milano.

Dall'analisi degli allegati emerge che le principali fonti di inquinamento nel comune di Lentate sul Seveso sono dovute al traffico veicolare ed agli impianti di riscaldamento. Va comunque sottolineato come l'utilizzo di solventi (ad esempio nell'industria del mobile) contribuisca in modo preponderante all'emissioni di composti organici volatili (COV) e elementi precursori dell'ozono.

La presenza di assi viari comunali ed intercomunali trafficati fa sì che i carichi emissivi di PM10, PM2.5, NO_x e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale, incidendo rispettivamente per il, 35% 32% 69% e 44% del totale.

La combustione non industriale incide in modo preponderante sulla qualità dell'aria, contribuendo con il 45% all'emissione in atmosfera di PM10, il 48% a quella di PM2.5 ed il 36% di CO; per quanto riguarda le emissioni di NO_x e SO₂ queste influiscono rispettivamente con il 12% e il 42%.

Allegato 1

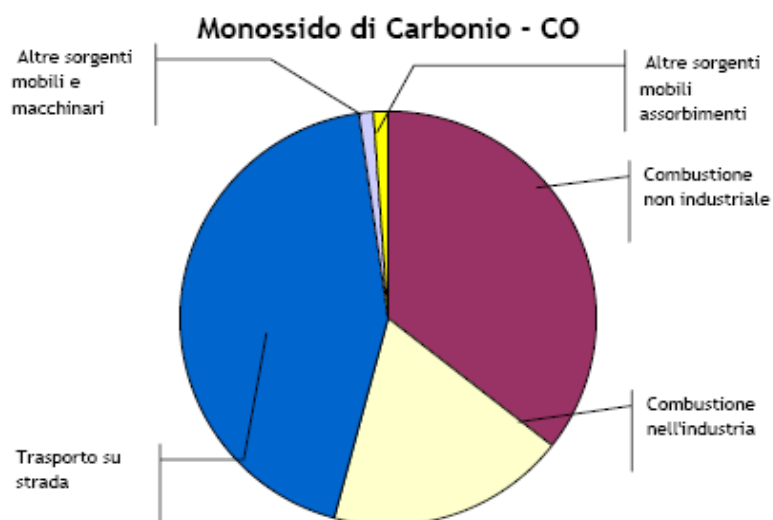
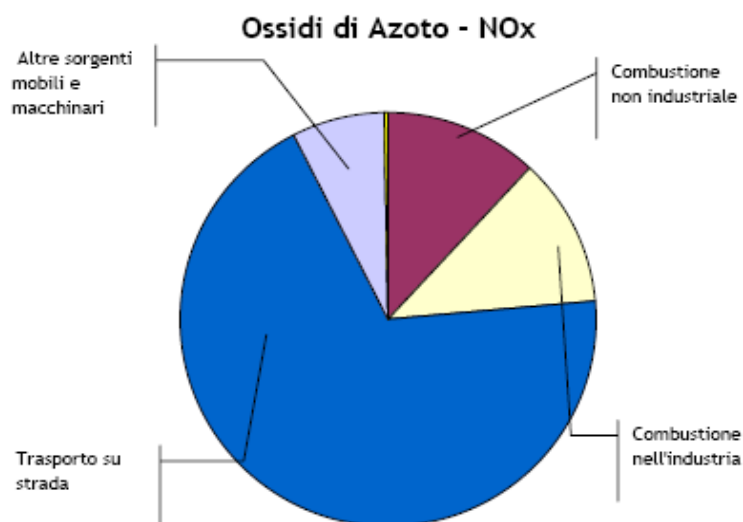
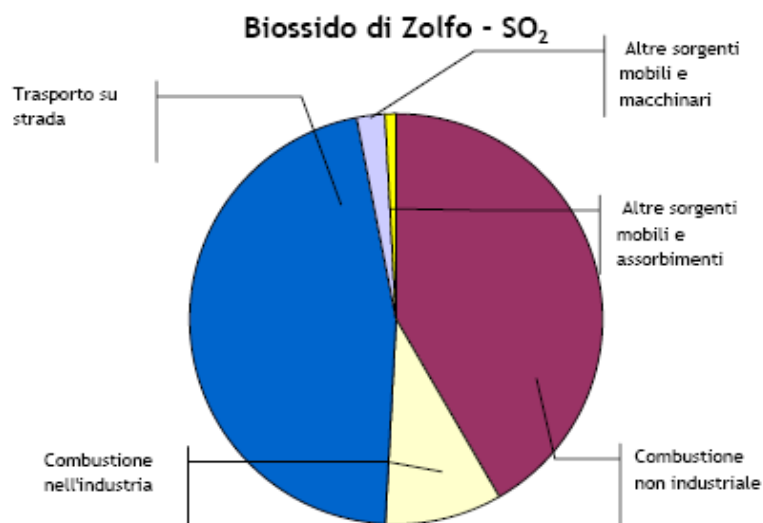
Combustione non industriale								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
GPL	0.00	1.15	0.05	0.23	0.00	0.00	0.00	1.47
metano	0.19	18.93	1.89	9.47	0.08	0.08	0.08	26.05
gasolio	3.07	1.53	0.09	0.61	0.15	0.15	0.15	2.03
kerosene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
olio combustibile	0.16	0.16	0.01	0.02	0.04	0.04	0.03	0.21
legna e similari	0.82	4.37	76.58	307.39	14.55	15.16	14.09	116.00
Totale	4.23	26.15	78.62	317.72	14.82	15.44	14.35	145.77
Processi produttivi								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
senza comb.	0.00	0.00	35.73	0.00	0.00	0.00	0.00	35.73
Totale	0.00	0.00	35.73	0.00	0.00	0.00	0.00	35.73
Estrazione e distribuzione combustibili								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
senza comb.	0.00	0.00	17.03	0.00	0.00	0.00	0.00	19.99
Totale	0.00	0.00	17.03	0.00	0.00	0.00	0.00	19.99
Uso di solventi								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
senza comb.	0.00	0.00	343.90	0.00	0.00	0.00	0.00	343.90
Totale	0.00	0.00	343.90	0.00	0.00	0.00	0.00	343.90
Agricoltura								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
senza comb.	0.00	0.48	0.06	0.00	0.09	0.23	0.03	1.87
Totale	0.00	0.48	0.06	0.00	0.09	0.23	0.03	1.87
Combustione nell'industriale								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
metano	0.00	18.64	0.47	3.73	0.04	0.04	0.04	23.62
gasolio	0.68	5.71	0.38	1.53	0.61	0.64	0.58	7.51
olio combust	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
legna e similari	0.21	1.70	12.72	159.05	2.23	3.18	1.75	32.30
Totale	0.92	26.05	13.57	164.31	2.87	3.86	2.37	63.44
Trasporto su strada								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
GPL	0.00	1.22	0.68	4.48	0.00	0.00	0.00	2.66
diesel	3.50	116.21	7.64	30.00	6.26	6.41	6.26	152.72
metano	0.00	0.10	0.04	0.57	0.00	0.00	0.00	0.22
senza comb.	0.00	0.00	0.00	0.00	3.81	5.97	2.10	0.00
benzina verde	1.19	34.04	98.13	354.39	1.22	1.22	1.22	178.69
Totale	4.68	151.56	106.49	389.45	11.30	13.60	9.58	334.29
Altre sorgenti e assorbimenti								
Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM10	PTS	PM2.5	PREC. O ₃
senza comb.	0.07	0.31	9.53	10.29	1.62	1.66	1.56	11.05
Totale	0.07	0.31	9.53	10.29	1.62	1.66	1.56	11.05

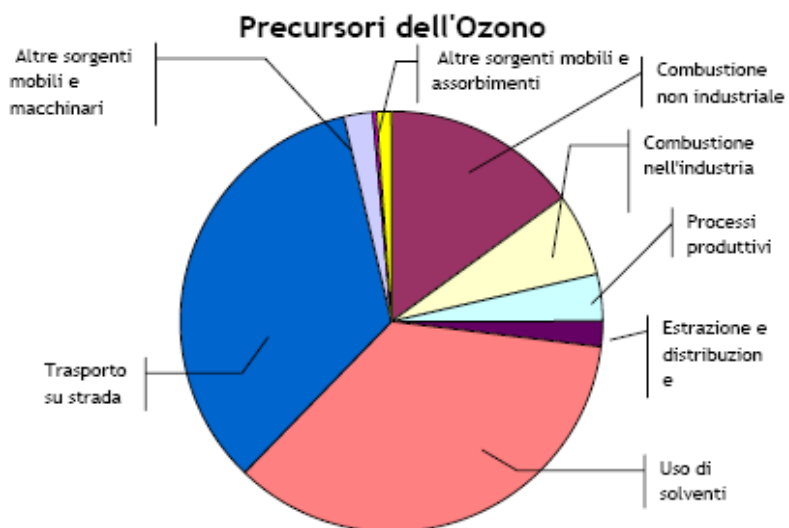
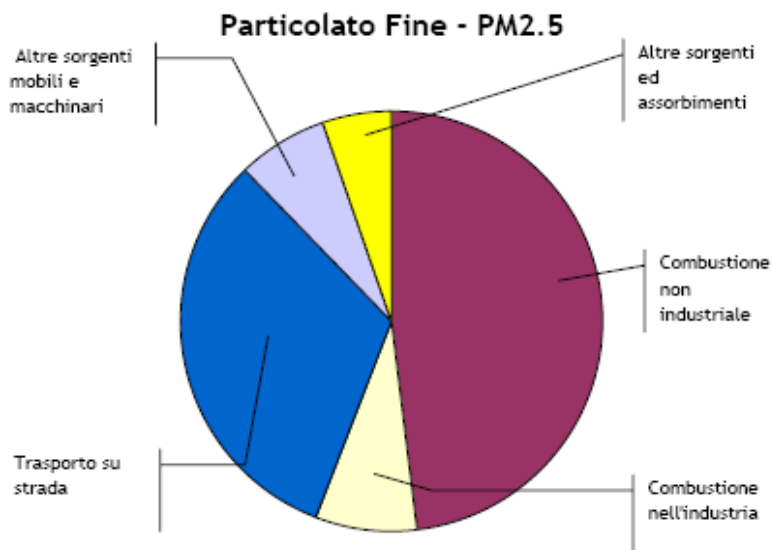
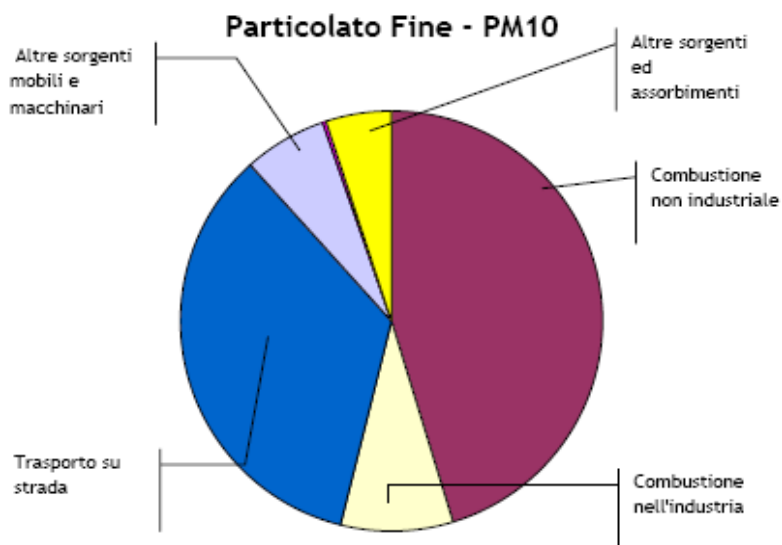
COMUNE DI LENTATE SUL SEVESO

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM10 t/anno	PM2.5 t/anno	PREC. O ₃ t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	--	--	--	--	--	--	--
Combustione non industriale	4.23	26.15	78.62	317.72	14.82	14.35	145.77
Combustione nell'industria	0.92	26.05	13.57	164.31	2.87	2.37	63.44
Processi produttivi	--	--	35.73	--	--	--	35.73
Estrazione e distribuzione combustibili	--	--	17.03	--	--	--	19.99
Uso di solventi	--	--	343.90	--	--	--	343.90
Trasporto su strada	4.68	151.56	106.49	389.45	11.30	9.58	334.29
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.23	15.59	3.48	9.21	2.08	2.04	23.51
Trattamento e smaltimento rifiuti	--	--	--	--	--	--	--
Agricoltura	--	0.48	0.06	--	0.09	0.03	1.87
Altre sorgenti e assorbimenti	0.07	0.31	9.53	10.29	1.62	1.56	11.05
TOTALE	9.77	232.03	183.17	528.82	25.37	22.25	525.40

PROVINCIA DI MILANO

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM10 t/anno	PM2.5 t/anno	PREC. O ₃ t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	3363.27	4239.19	209.60	1775.69	60.46	42.09	5579.67
Combustione non industriale	2282.51	6771.36	8065.94	34368.42	1590.64	1537.54	20142.06
Combustione nell'industria	1631.28	7523.19	1236.93	5255.88	368.80	289.08	11004.05
Processi produttivi	0.04	60.58	8232.76	258.78	57.91	16.93	8335.13
Estrazione e distribuzione combustibili	--	--	4462.62	--	--	--	4949.90
Uso di solventi	--	16.65	63239.57	0.74	200.21	71.07	63259.96
Trasporto su strada	1017.48	34237.30	28676.45	100280.08	2556.27	2169.56	81493.56
Altre sorgenti mobili e macchinari	127.01	4456.73	1193.79	3264.28	522.40	512.96	6990.35
Trattamento e smaltimento rifiuti	22.50	674.59	12.08	478.61	2.72	2.69	1139.35
Agricoltura	--	210.15	168.29	3311.92	191.95	151.92	1000.22
Altre sorgenti e assorbimenti	0.81	3.49	627.37	435.13	206.21	205.53	679.68
TOTALE	8444.89	58193.23	116125.39	149429.53	5757.57	4999.38	204573.93





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

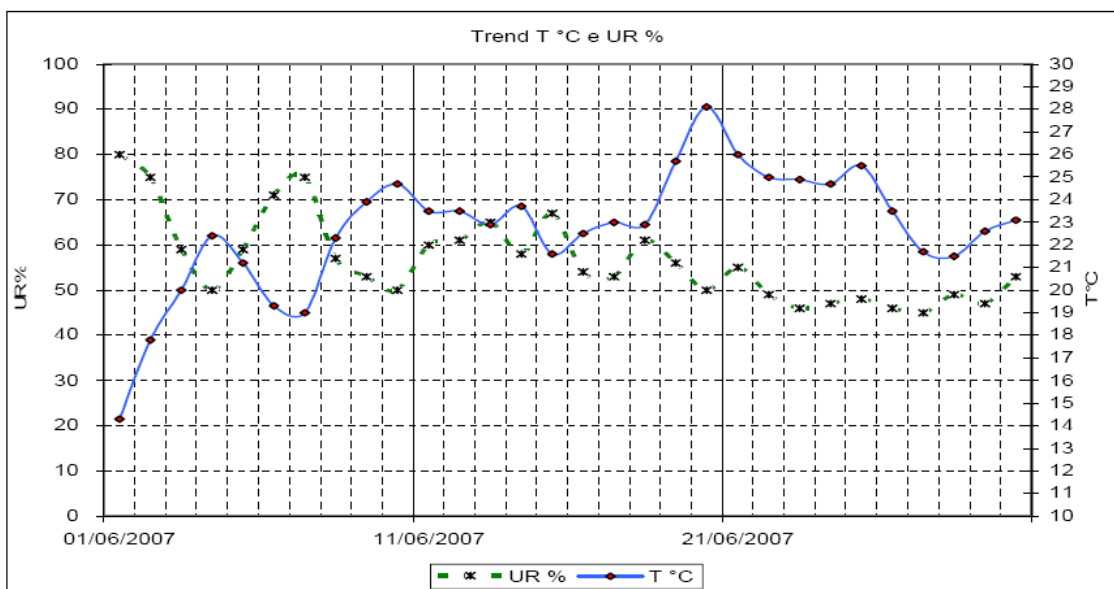
La campagna di monitoraggio nel comune di Lentate sul Seveso ha interessato gli ultimi giorni del mese di Maggio e tutto il mese di Giugno.

Si riportano di seguito i dati salienti della situazione meteorologica registrata dalle centraline della provincia di Milano relativamente al periodo di misura.

Le caratteristiche meteorologiche del mese di **Giugno** sono state improntate alla variabilità ed alla instabilità atmosferica, con un inizio del mese freddo e piovoso, ed una fine del mese calda ed asciutta.

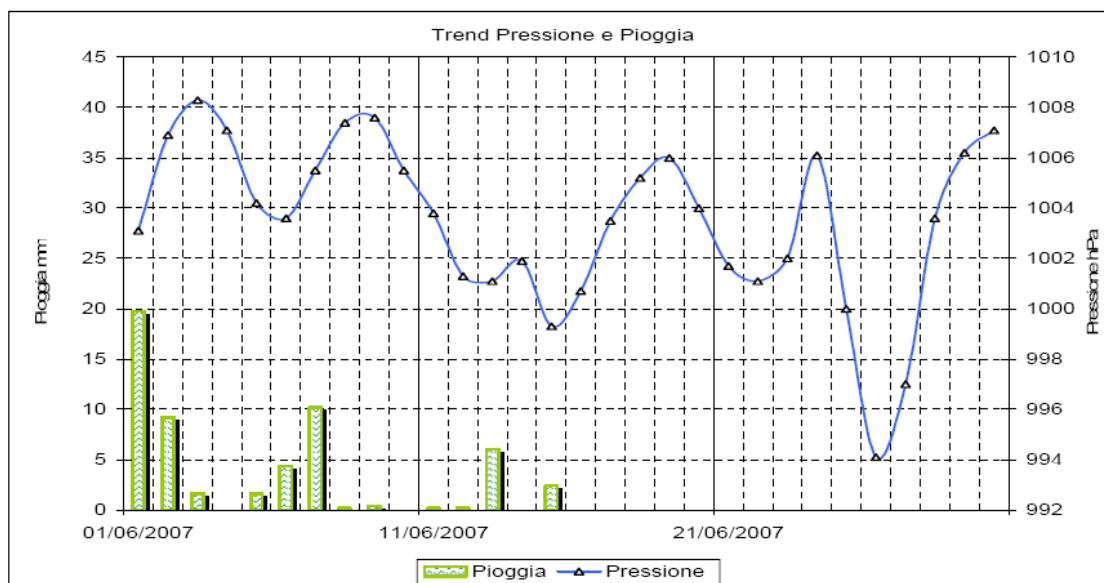
Mentre i primi giorni sono stati interessati da correnti di aria artica che hanno fatto scendere le temperature minime a 12°C in città ed a 10 °C nelle zone rurali, la seconda metà del mese è stata interessata da un'ondata di caldo con temperature che hanno localmente superato i 33 °C.

Queste variazioni hanno fatto registrare una temperatura media mensile di 22.7 °C che è stata di poco superiore alla media stagionale di 22.0 °C.



A causa delle frequenti ed abbondanti precipitazioni nella prima metà del mese che hanno compensato la totale assenza di piogge nella seconda metà del mese l'umidità si è mantenuta su una media mensile pari al 57%, inferiore solo di poco alla media del 59% registrata negli ultimi diciannove anni.

Dal punto di vista sinottico, la pressione, superiore alla media di quasi 5 hPa, ha interessato con promontori di origine africana quasi tutto il mese, anche se deboli saccature, generate da impulsi di aria umida atlantica, all'inizio del mese hanno dato luogo a precipitazioni irregolari, a carattere di rovescio temporalesco, con locali grandinate.



In questo mese di Giugno *l'attività anemologica* è stata relativamente vivace, anche se la media mensile di 1.5 m/s è rimasta inferiore alla media di 1.8 m/s rilevata negli ultimi 16 anni: nel complesso c'è da segnalare, oltre a deboli episodi di foehn nel corso della terza decade, un episodio di burrasca, con vento dapprima moderato da est e successivamente a raffiche da ovest, nel pomeriggio di venerdì 15, che nella stazione di Marche ha fatto registrare una media giornaliera di 2.3 m/s ed un valore massimo orario di 4.2 m/s.

A causa della variabilità delle condizioni atmosferiche che hanno caratterizzato la prima metà del mese, *la radiazione solare*, con 255 W/m², è stata di poco inferiore alla media di 258 W/m², inoltre.

Nonostante le temperature elevate della terza decade, la produzione d'Ozono non è stata molto abbondante, e decisamente inferiore a quella del torrido Giugno del 2003.

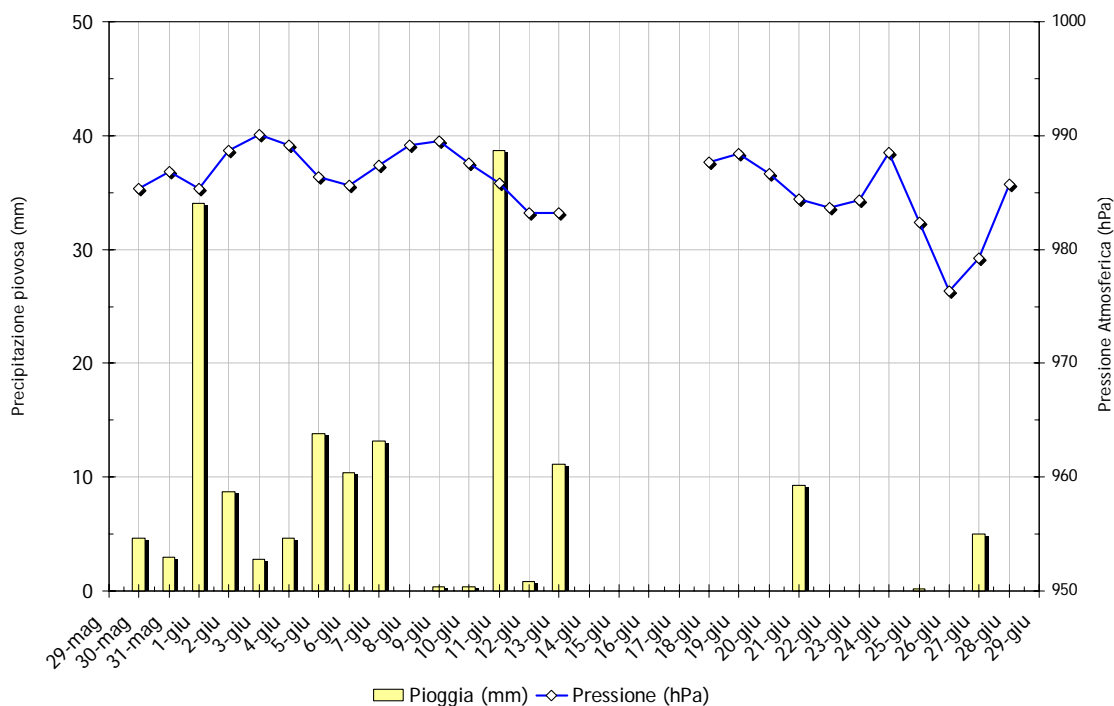
Situazione meteorologica nel periodo di misura rilevata dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile

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

Il periodo di misura è stato caratterizzato da fenomeni di bassa pressione associata ad intense precipitazioni piovose. *Il valore medio di pressione* durante il periodo di misura è stato di 986 hPa ed il *valore totale della precipitazioni* è stato di 161 mm.

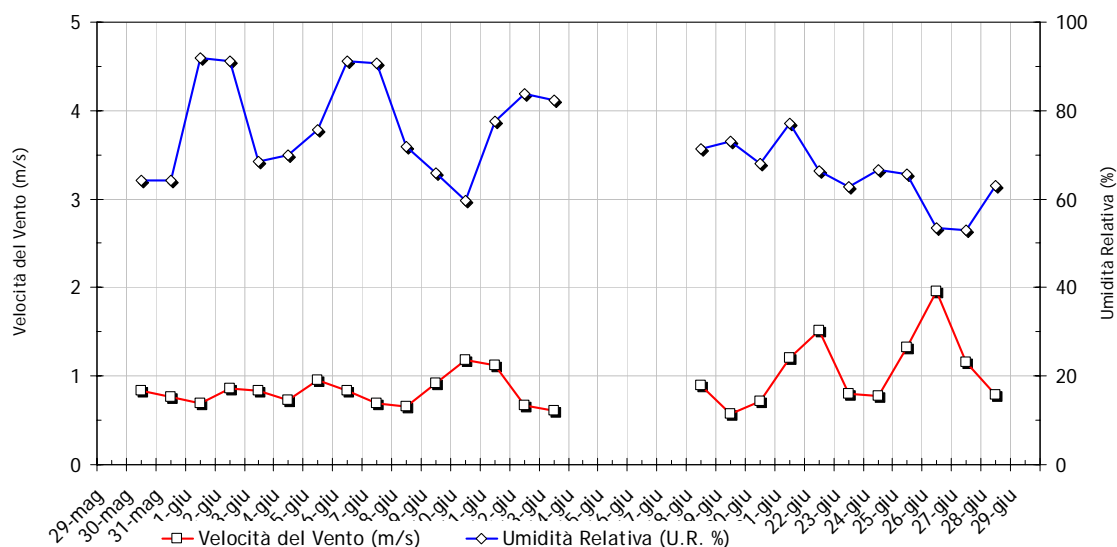
Durante la campagna di rilevamento sono stati registrati 16 giorni piovosi su 26 giorni di campagna, concentrati negli ultimi due giorni del mese di maggio e nella prima e terza decade del mese di giugno. Il fenomeno di maggiore intensità è stato registrato lunedì 11 giugno con circa 38.7 mm di pioggia caduti durante la giornata e venerdì 01 giugno con quasi 34 mm caduti.

Precipitazione e Pressione



La presenza di numerosi fenomeni piovosi durante il periodo di misura ha fatto sì che il valore medio *dell'umidità relativa* sia stato pari al 72% con un massimo di 91.9 % misurato il giorno 01 giugno in concomitanza di uno dei due fenomeni piovosi di maggior intensità.

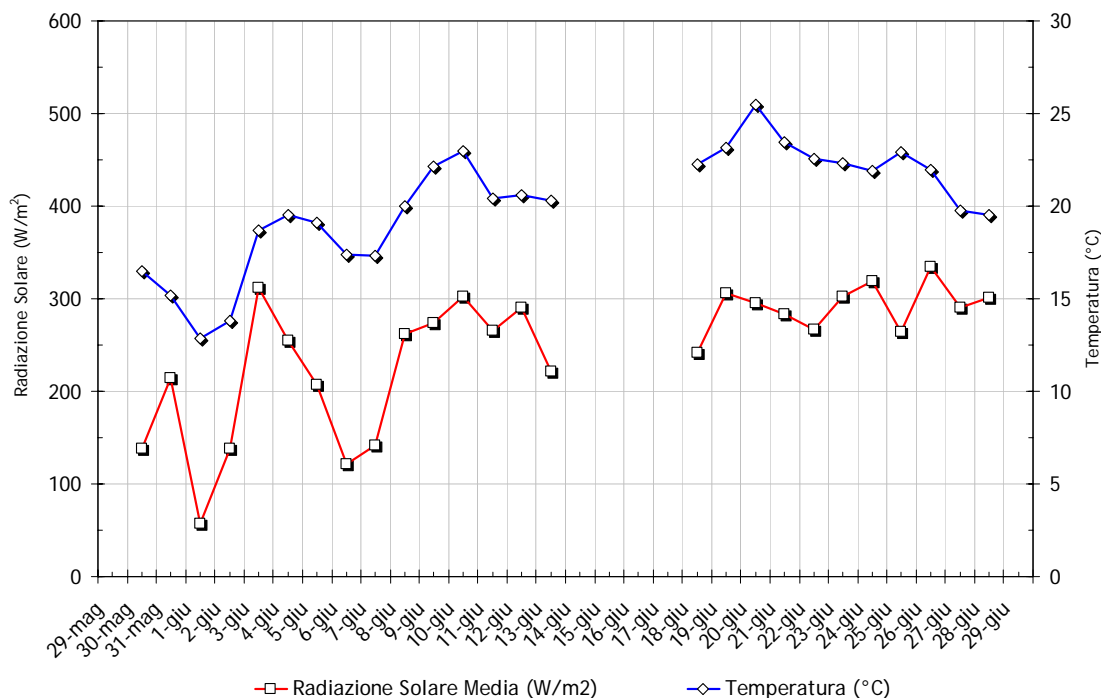
Velocità del Vento e Umidità Relativa



La temperatura inizialmente è stata inferiori alla media stagionale, successivamente un suo graduale aumento ha riportato i valori nella media del periodo; nel complesso la temperatura media del periodo è stata di 20.1 °C e il valore giornaliero massimo è stato di 25.5 °C il giorno 20.

A causa delle numerose giornate piovose la radiazione solare ha fatto registrare un valore medio di 246 W/m².

Radiazione Solare Media e Temperatura



L'andamento anemologico registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile, mostra come i settori maggiormente interessati siano stati quelli in direzione Ovest; in particolare per il 20% dei casi il vento ha soffiato dalla direzione W-NW nel 29% dei casi il vento ha soffiato dalla direzione S-SW il 29%.

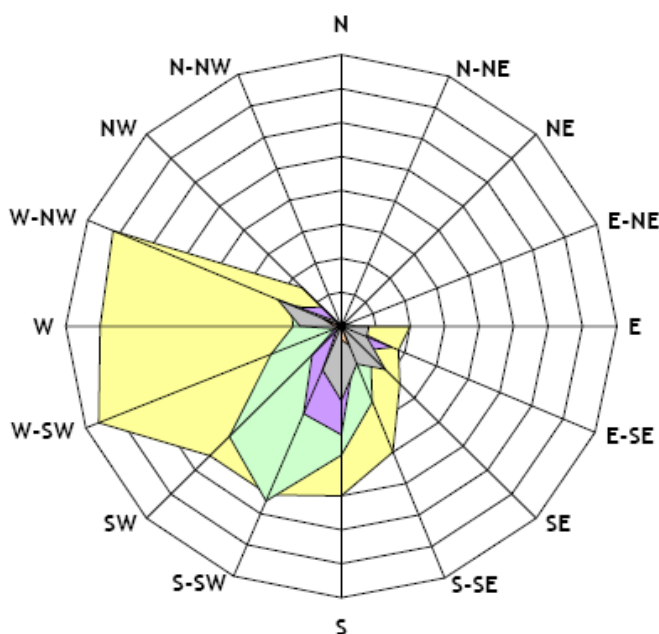
I venti durante il periodo di misura sono risultati quasi sempre deboli facendo registrare una velocità media del periodo pari a 0.9 m/s.

In particolare va osservato come nella classe di vento compreso tra 0.2 e 1.5 m/s la direzione prevalente sia stata quella tra i settore Sud – Sud Est e Ovest – Nord Ovest.

I casi di bava di vento ($0.2 < VV < 1.5$) sono stati registrati per il 58% del periodo mentre i casi di brezza leggera ($1.5 < VV < 3.3$) sono stati registrati per il 20%, episodi di brezza tesa ($3.3 < VV < 5.4$) hanno invece interessato solo l'1% del periodo.

Il valore massimo orario (3.6 m/s direzione Sud – Sud Est) e giornaliero (2.0 m/s direzione prevalente ovest), sono stati riscontrati rispettivamente nei giorni 22 giugno e 26 giugno.

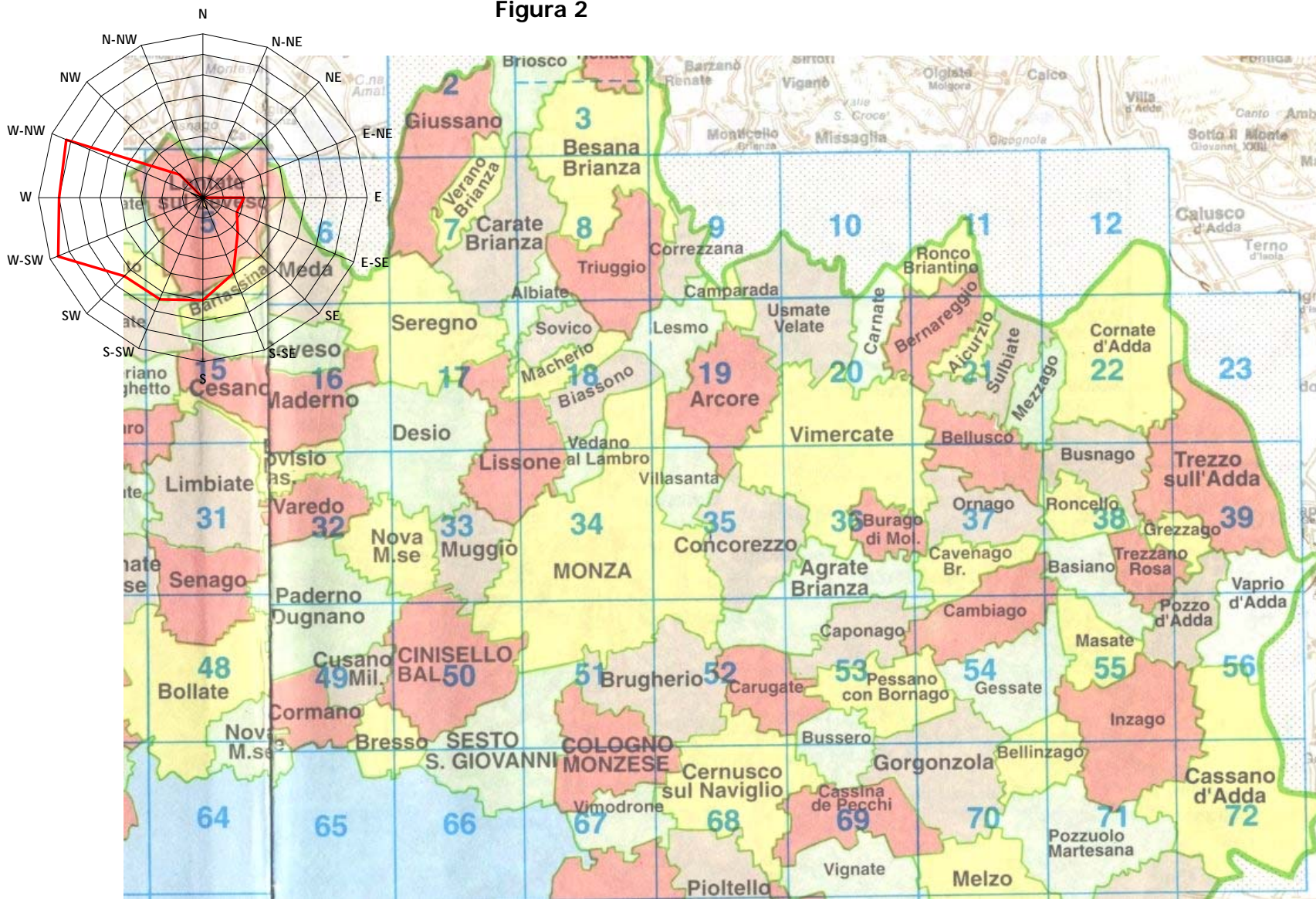
Rosa dei Venti



	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	0	0	0	0	0
E-NE	0	1	0	0	0
E	10	2	1	4	0
E-SE	9	3	8	4	0
SE	12	6	5	9	0
S-SE	20	12	5	6	3
S	25	19	16	11	2
S-SW	27	28	14	7	0
SW	27	23	6	1	0
W-SW	38	11	1	1	0
W	35	7	0	6	1
W-NW	36	8	7	10	3
NW	8	3	4	1	0
N-NW	0	0	0	0	0

VV = Velocità del Vento (m/s)

Figura 2



Inquinanti atmosferici monitorati con laboratorio mobile

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.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO₂)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti 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_x 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/NO₂ decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO₂ 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 NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O₃ 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 (O₃)** 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, 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 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 sottovoventi 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 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 NO₂: $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

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 NO₂ senza consumare O₃, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo di O₃.

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 µm, 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, NO₂), ozono (O₃) e polveri sottili (PM10).

La strumentazione presente sul Laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi (NO, NO₂, CO, O₃), per quanto riguarda il PM10, 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 4 - 5), il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per NO₂, 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.

I giorni feriali, pre-festivi e festivi sono stati considerati separatamente nel calcolo del giorno tipo per mettere in evidenza le eventuali diverse caratteristiche emissive, legate al traffico o alle attività produttive.

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**.

A causa della instabilità dovuta alla turbolenza atmosferica unitamente alle numerose giornate piovose nel mese di giugno, le condizioni climatologiche sono state favorevoli al mantenimento di una qualità dell'aria accettabile facendo registrare unicamente nella postazione di misura un solo giorno di superamento dei valori di PM10.

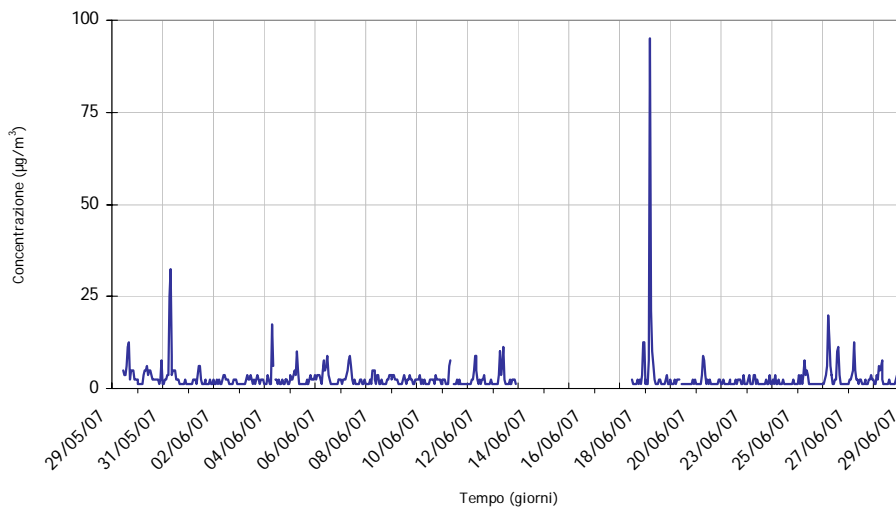
Nonostante la situazione di sblocco atmosferico che ha favorito la dispersione degli inquinanti un po' in tutta la regione, le condizioni climatologiche sono state in parte sfavorevoli alla dispersione dell'ozono facendo registrare nel sito di misura delle criticità per questo tipo di inquinante.

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 Papa Giovanni XXIII¹.

NO

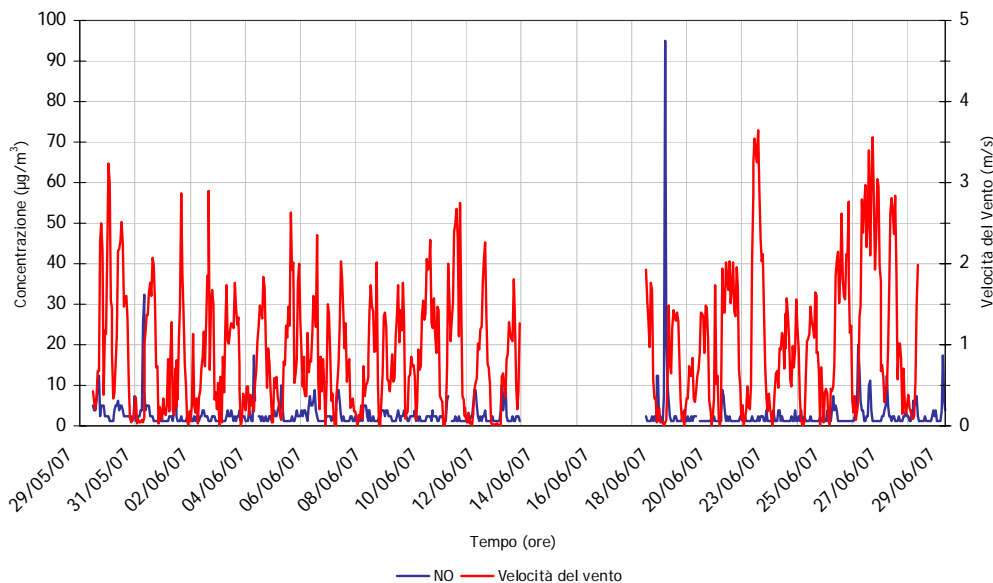
Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 3 µg/m³ ed un valore massimo di concentrazione oraria pari a 95 µg/m³ martedì 19 giugno alle 06.00 del mattino.

NO - Medie Orarie



Dal confronto tra monossido di azoto e velocità del vento è possibile osservare come valori massimi di concentrazione di NO si trovino in corrispondenza dei minimi di vento a conferma del fatto che la presenza di questo inquinante nel sito è dovuta principalmente a fenomeni di tipo locale e non di trasporto.

Confronto NO - Velocità del Vento



¹ L'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

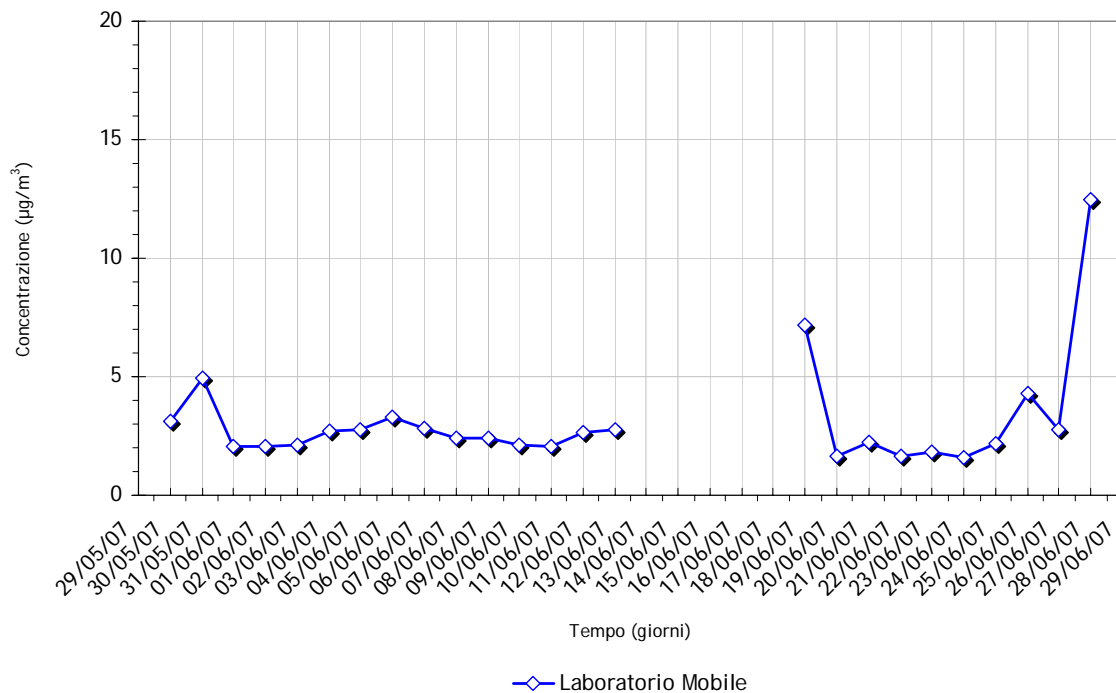
A riprova di questo è possibile osservare come i valori di NO rilevati con laboratorio mobile non presentino una buona correlazione² con nessuna delle centraline fisse della rete regionale.

La matrice di Pearson infatti mostra come non vi siano rapporti di correlazione superiori a 0.48, che non permettono di trarre delle informazioni su una possibile affinità tra il sito di misura e le postazioni fisse di rilevamento della Provincia.

	Laboratorio Mobile	Milano Verzieri	Monza	Limbate	Carate Brianza	Meda	Fino Mornasco	Mariano Comense
Laboratorio Mobile	1.00							
Milano Verzieri	0.42	1.00						
Monza	0.43	0.62	1.00					
Limbate	0.47	0.61	0.58	1.00				
Carate Brianza	0.41	0.66	0.47	0.60	1.00			
Meda	0.48	0.69	0.48	0.63	0.76	1.00		
Fino Mornasco	0.39	0.48	0.44	0.46	0.46	0.57	1.00	
Mariano Comense	0.10	0.05	0.06	0.01	-0.10	-0.03	0.12	1.00

Si riporta di seguito il grafico relativo all'andamento medio giornaliero dell'NO riferito al periodo di misura.

NO - Medie Giornaliere



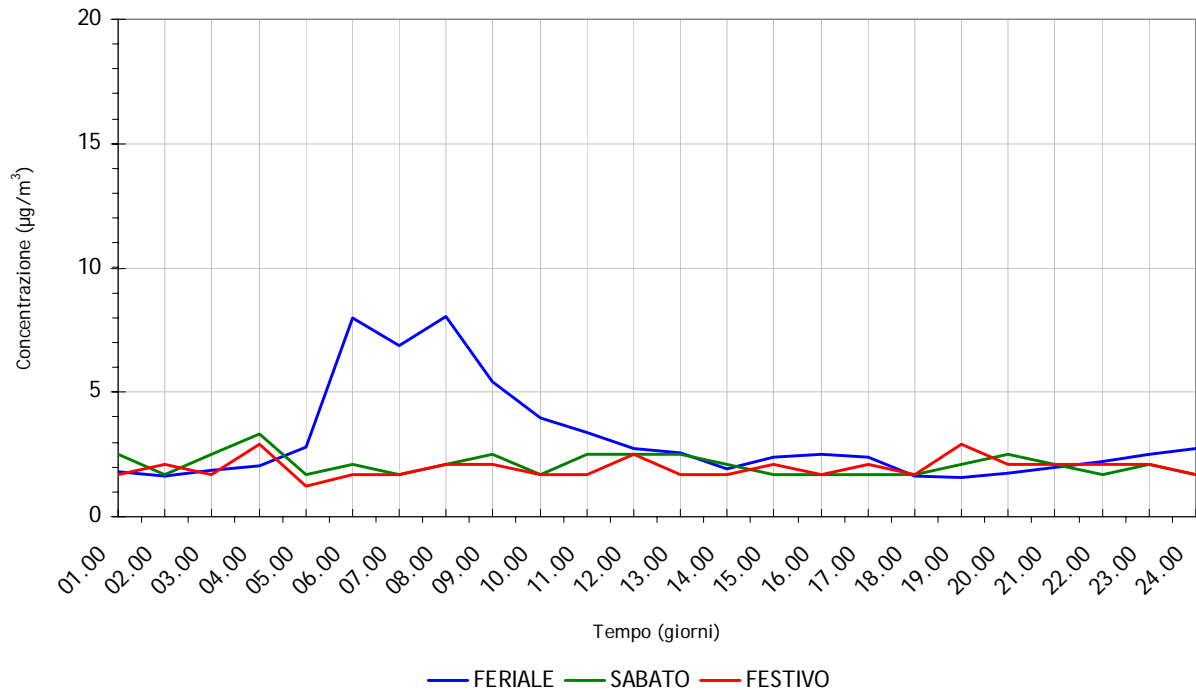
Al fine quindi di caratterizzare il sito di misura è stato tracciato il grafico del giorno tipo che permette di metterne in evidenza la tipologia in riferimento alla componente traffico.

Osservando gli andamenti del giorno tipo infatti è possibile acquisire una serie di conoscenze sui flussi di traffico caratteristici dell'area di indagine: i picchi di concentrazione si presentano in corrispondenza delle ore di punta mattutina mentre non si evidenzia un picco nelle ore di punta serali; in particolare per il giorno tipo feriale i valori più alti si presentano nella fascia oraria che va dalle ore 06.00 alle ore 09.00 del mattino con un trend pressoché costante durante il resto della giornata.

² 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):

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

NO - Giorno Tipo

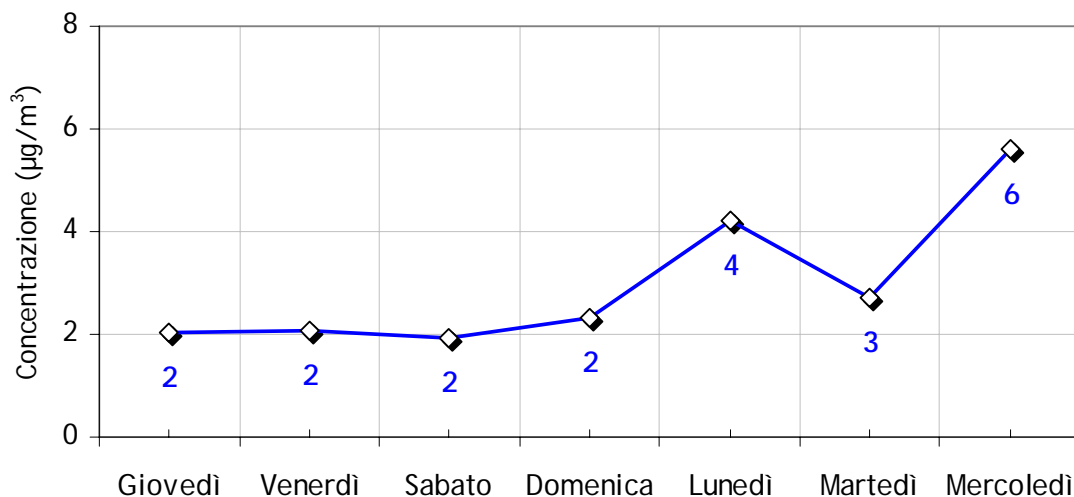


Per quanto riguarda l'andamento del giorno tipo prefestivo e festivo il grafico sembrerebbe non evidenziare dei picchi di concentrazione, ma valori distribuiti in maniera pressoché uniformi durante l'intero arco della giornata.

Essendo la scala settimanale l'unica scala temporale dove l'effetto della meteorologia (altro principale determinante delle concentrazioni) non ha alcuna influenza, con tale ulteriore rappresentazione è possibile evidenziare la stretta dipendenza tra traffico veicolare ed inquinamento atmosferico.

In particolare nella postazione di misura a Lentate sul Seveso le concentrazioni rimangono pressoché costanti durante tutta la settimana con un lieve aumento solo in corrispondenza delle giornate di lunedì e mercoledì.

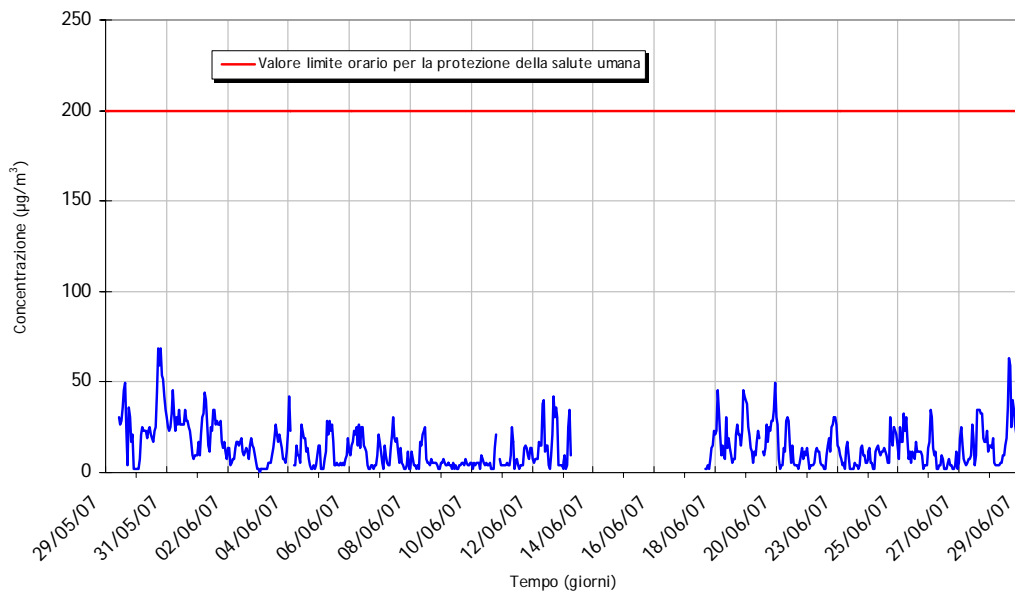
NO - Media Settimanale



La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

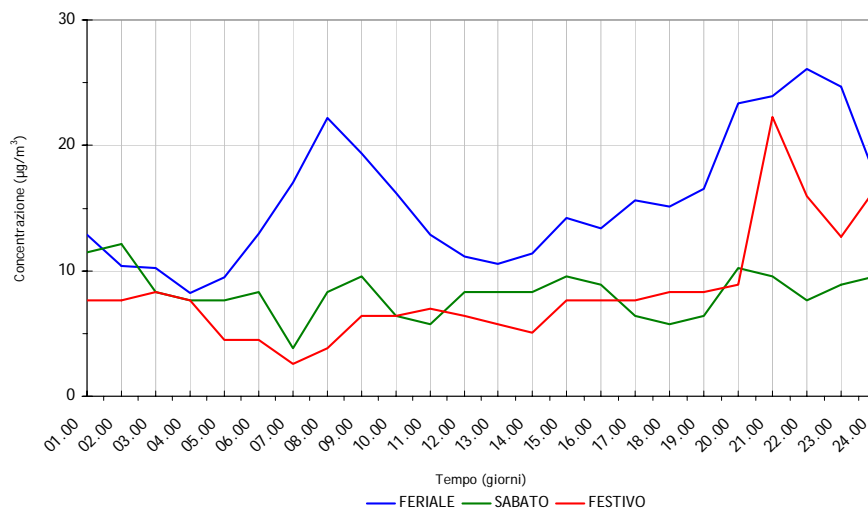
La concentrazione media sul periodo di rilevamento del **biossido di azoto** si è attestata sul valore di **14 µg/m³**; le concentrazioni sono risultate durante la campagna **abbondantemente inferiori al limite di attenzione**, fissato per questo inquinante a **200 µg/m³**, il valore massimo orario è stato di 69 µg/m³ il giorno lunedì 30.05.2007 alle ore 20.00 e alle ore 22.00.

NO₂ - Medie Orarie



Poiché l'NO₂ è un inquinante secondario che si forma dalla reazione dell'NO è interessante esaminare il grafico del giorno tipo anche di questo inquinante.

NO₂ - Giorno Tipo



A differenza del monossido di azoto, dove le concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di NO₂ è più complessa, essendo un inquinante secondario non dipende direttamente dalla presenza della sorgente primaria ma, se sono presenti i suoi precursori esso continua a formarsi.

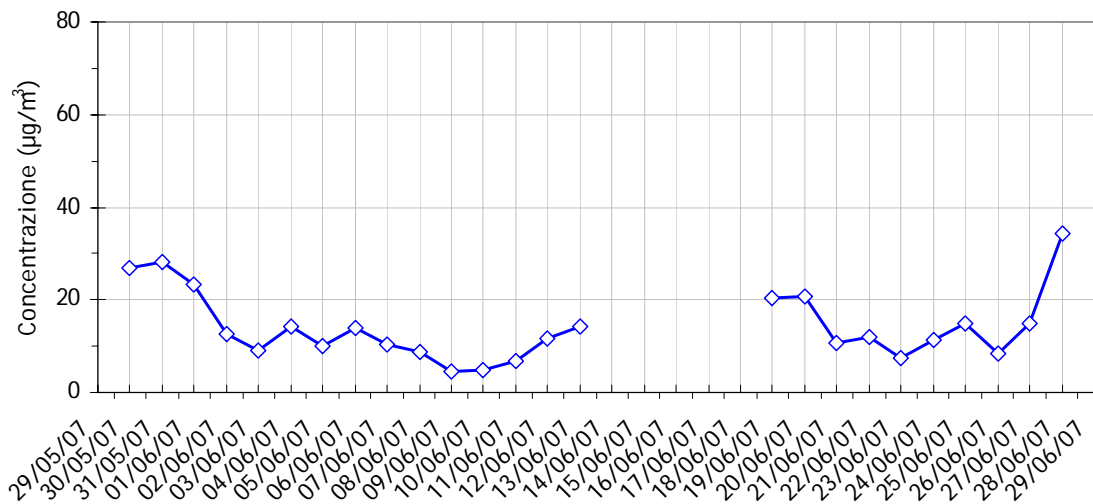
In particolare analizzando il trend del giorno tipo feriale è possibile osservare la presenza un picco in corrispondenza delle ore 08.00 come per l'NO ed un ulteriore picco nella fascia serale.

Nel giorno tipo prefestivo e festivo gli andamenti sono del tutto simili a quelli dell'NO, anche se il giorno tipo festivo presenta un picco di concentrazione tra le ore 21.00 e le 22.00.

Dal calcolo dei coefficienti di Pearson si osserva anche per l'NO₂ una scarsa correlazione con le centraline regionali prese a riferimento.

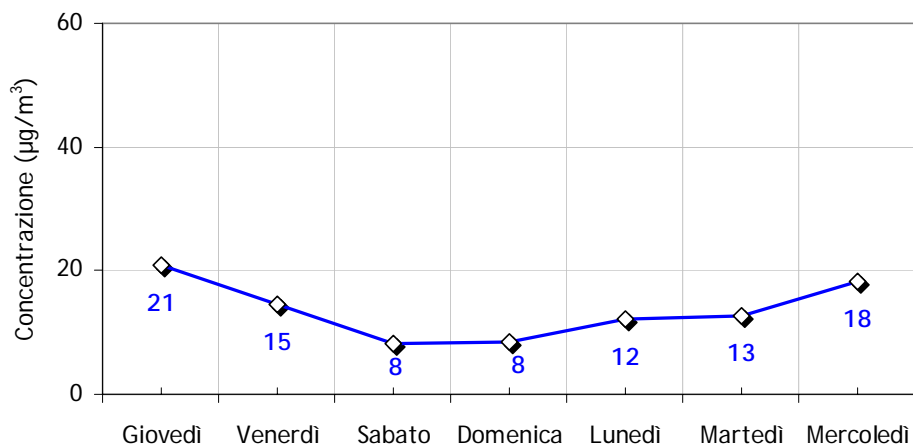
	Lab. Mobile	Milano Verzieri	Monza	Limbiate	Carate Brianza	Meda	Fino Mornasco	Mariano Comense
Lab. Mobile	1.00							
Milano Verzieri	0.35	1.00						
Monza	0.49	0.66	1.00					
Limbiate	0.47	0.63	0.77	1.00				
Carate Brianza	0.43	0.49	0.62	0.57	1.00			
Meda	0.55	0.59	0.69	0.75	0.82	1.00		
Fino Mornasco	0.55	0.53	0.59	0.60	0.44	0.57	1.00	
Mariano Comense	0.55	0.53	0.63	0.66	0.59	0.69	0.69	1.00

NO₂ - Medie Giornaliere



Nel grafico degli andamenti settimanali si osserva una diminuzione delle concentrazioni in corrispondenza del fine settimana ed un lieve aumento dei valori in particolare il giovedì ed il venerdì.

NO₂ - Media Settimanale

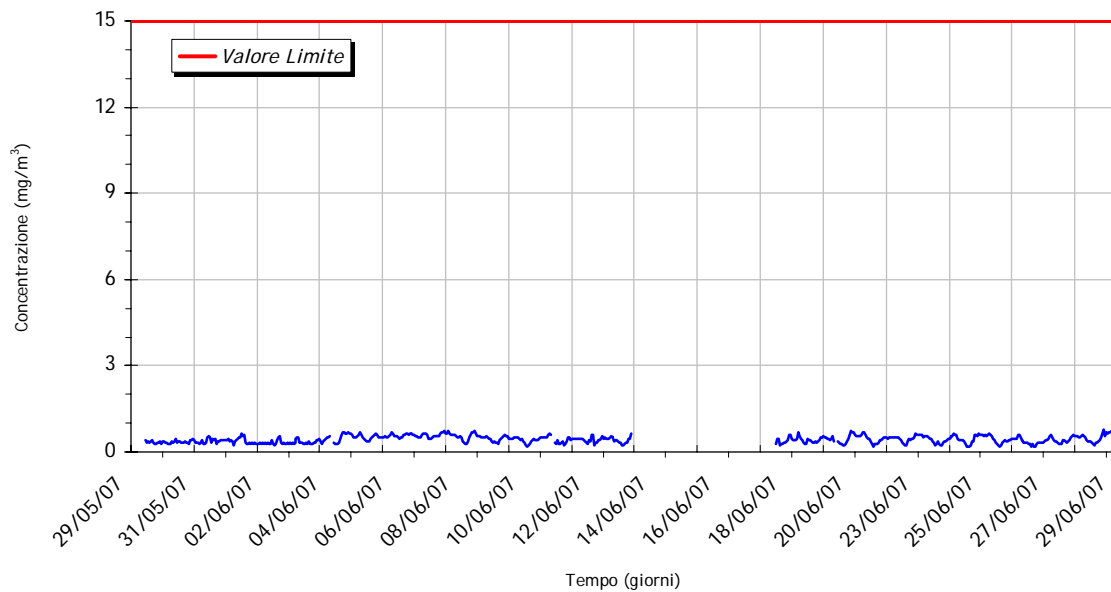


L'accumulo di **monossido di carbonio** è favorito soprattutto nelle aree urbane, quando i veicoli sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato.

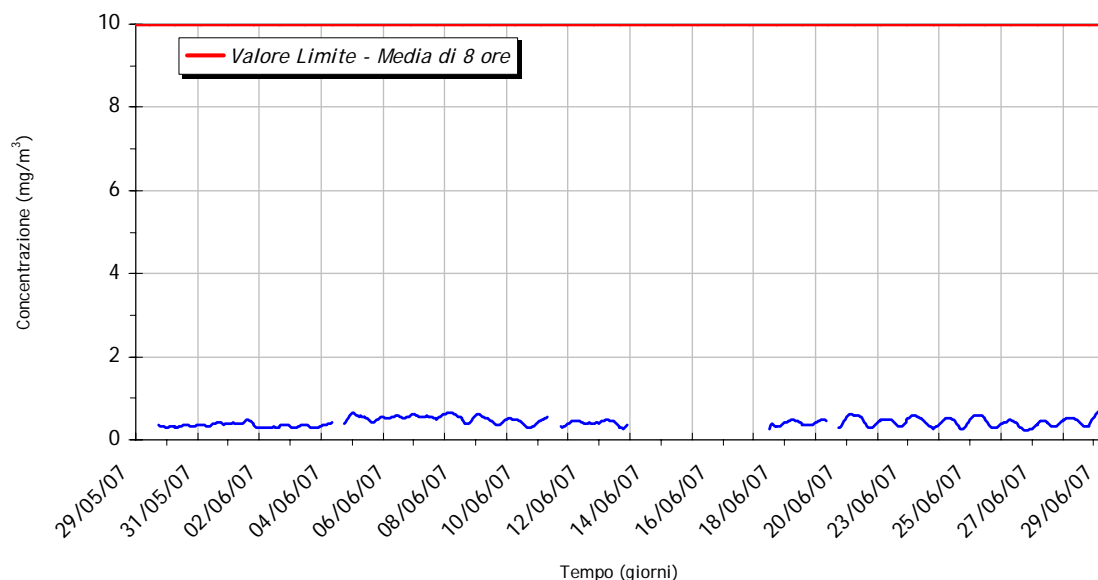
Anche per quanto riguarda le concentrazioni di CO misurate durante la campagna di misura i valori sono risultati **abbondantemente inferiori ai limiti di legge** sia per quanto riguarda la media oraria che per quella di 8 ore.

Il valore medio sul periodo è stato di **0.4 mg/m³**, il valore massimo orario pari a 0.8 mg/m³ è stato registrato giovedì 28 giugno alle ore 23.00, mentre il valore massimo mediato sulle 8 ore, pari a 0.7 mg/m³, è stato osservato nei giorni 8 e 29 giugno.

CO - Medie Orarie



CO - Medie di 8 Ore

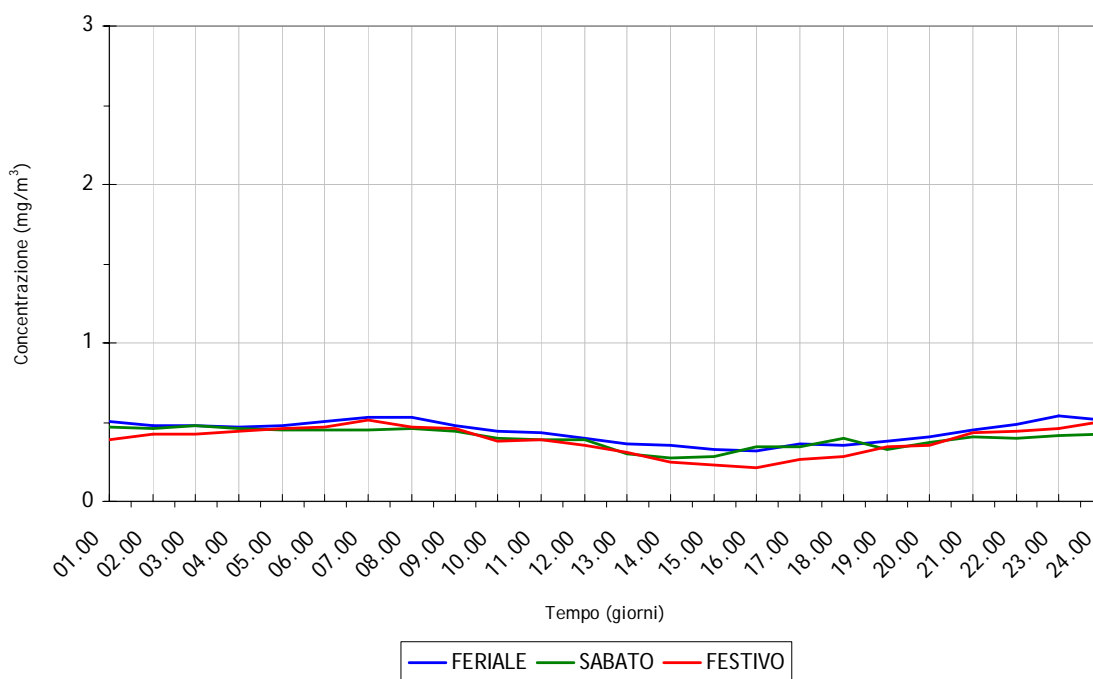


Dall'analisi dei dati è possibile dunque osservare come le concentrazioni di questo inquinante appaiano decisamente basse e comunque di molto inferiori a quelle solitamente riscontrate in aree cittadine; ciò è dovuto principalmente al fatto che il sito di misura si trova all'interno di un complesso scolastico lontano dalla sorgente strada, permettendo di rilevare il valore medio di fondo all'interno del comune.

Le concentrazioni di questo inquinante primario sono infatti strettamente legate sia ai volumi di traffico presenti che alla tipologia della strada;

A riprova di questo nel grafico del giorno tipo si può osservare come le concentrazioni ottenute mostrino un trend tipico di fondo urbano con andamenti sostanzialmente costanti durante l'intera giornata.

CO - Giorno Tipo

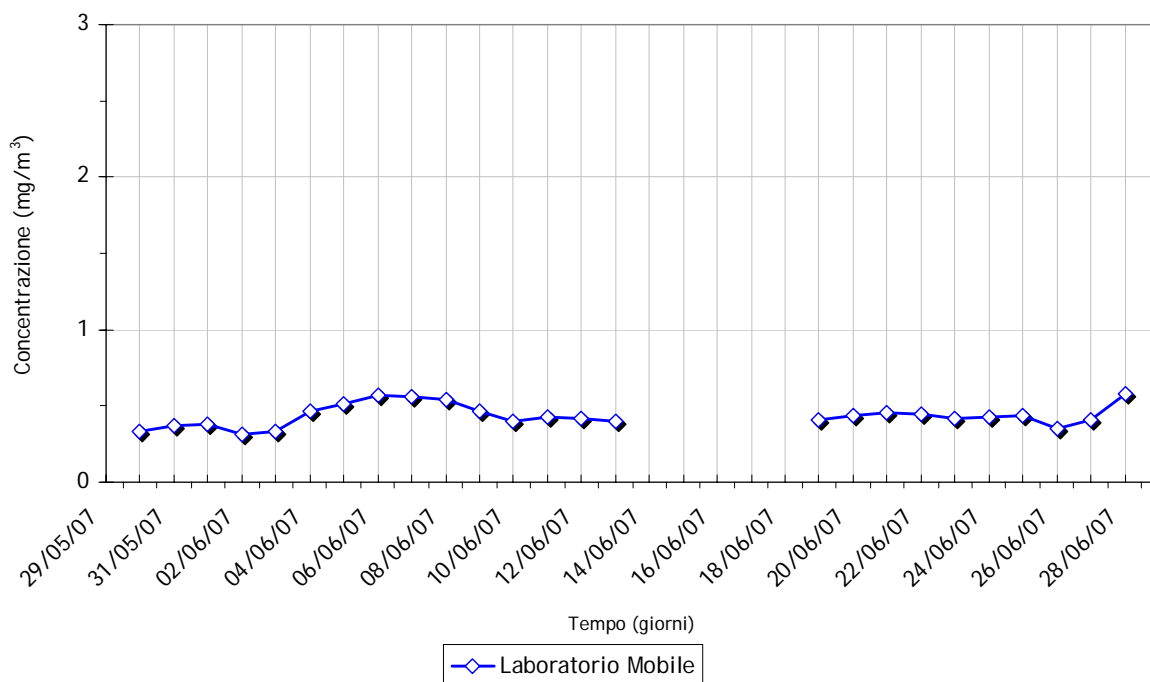


Dal confronto del data set rilevato nel punto di misura con le stazioni fisse prese a riferimento, il coefficiente di correlazione è risultato molto basso, evidenziando la quasi totale anticorrelazione.

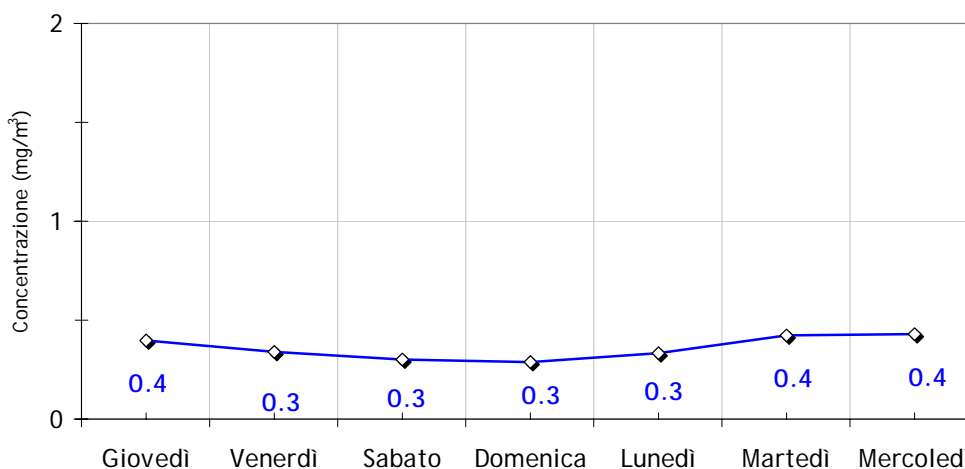
	Lab. Mobile	Milano Verzieri	Monza	Limbiate	Carate Brianza	Meda	Fino Mornasco	Mariano Comense
Lab. Mobile	1.00							
Milano Verzieri	-0.03	1.00						
Monza	0.29	0.54	1.00					
Limbiate	0.18	0.52	0.65	1.00				
Carate Brianza	0.25	0.35	0.44	0.35	1.00			
Meda	0.30	0.47	0.60	0.63	0.57	1.00		
Fino Mornasco	0.30	0.28	0.45	0.42	0.25	0.43	1.00	
Mariano Comense	0.34	0.49	0.65	0.55	0.65	0.68	0.41	1.00

Sia l'andamento medio giornaliero che il trend settimanale confermano un valore medio di fondo dei livelli di CO per la quasi totale mancanza di variabilità delle concentrazioni giornaliera e settimanale.

CO - Medie Giornaliere



CO - Media Settimanale

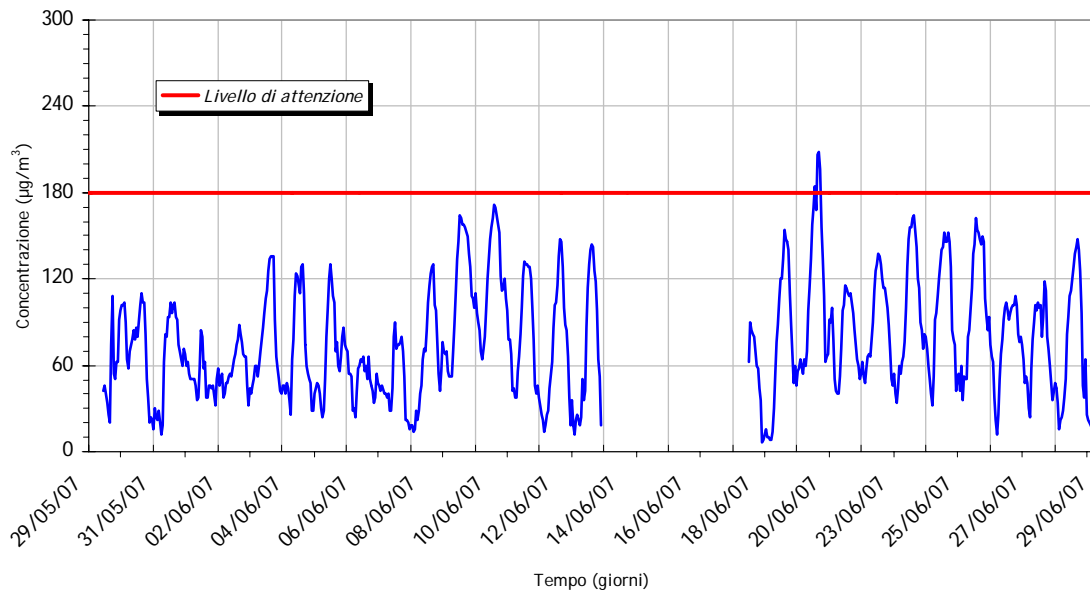


O₃

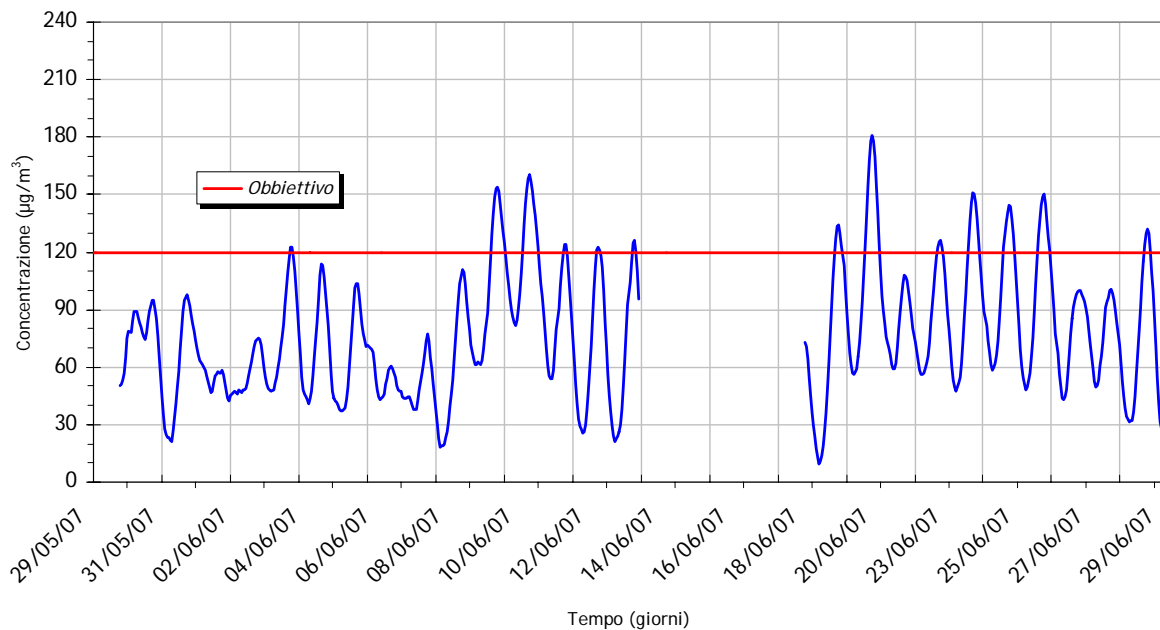
Per quanto riguarda l'ozono il periodo in cui è stato condotta la campagna è quello estivo, periodo particolarmente critico per questo inquinante di natura fotochimica.

Analizzando la situazione meteorologica nel periodo di misura si osserva come un numero cospicuo di giornate di bel tempo abbiano favorito la formazione di O₃. Sono stati osservati **82 superamenti della soglia di protezione della salute umana**, fissata a 120 µg/m³ per la media mobile di 8 ore, registrati in quasi tutte le giornate del mese di giugno e **4 superamenti della soglia di attenzione**, fissata a 180 µg/m³ per la media oraria, tutti nella giornata del 20 giugno dalle ore 14.00 alle ore 18.00.

O₃ - Medie Orarie



O₃ - Medie di 8 Ore

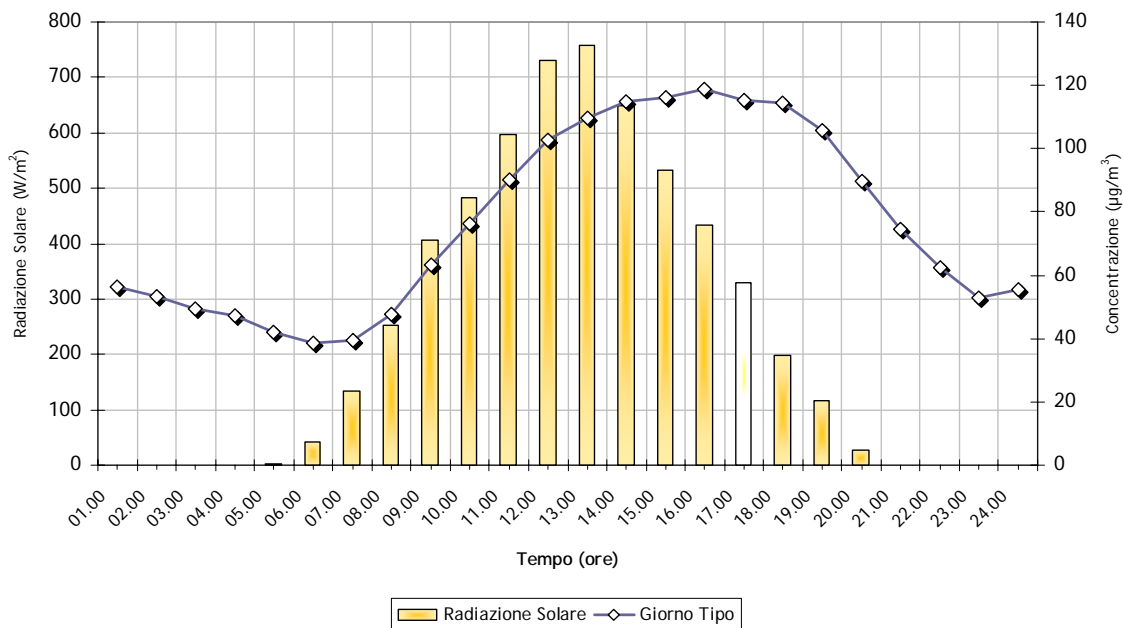


In accordo con la natura fotochimica di questo inquinante i superamenti sono stati registrati nelle giornate in cui vi erano i valori di temperatura e radiazione solare più alti.

Giorno tipo e medie giornaliere

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).

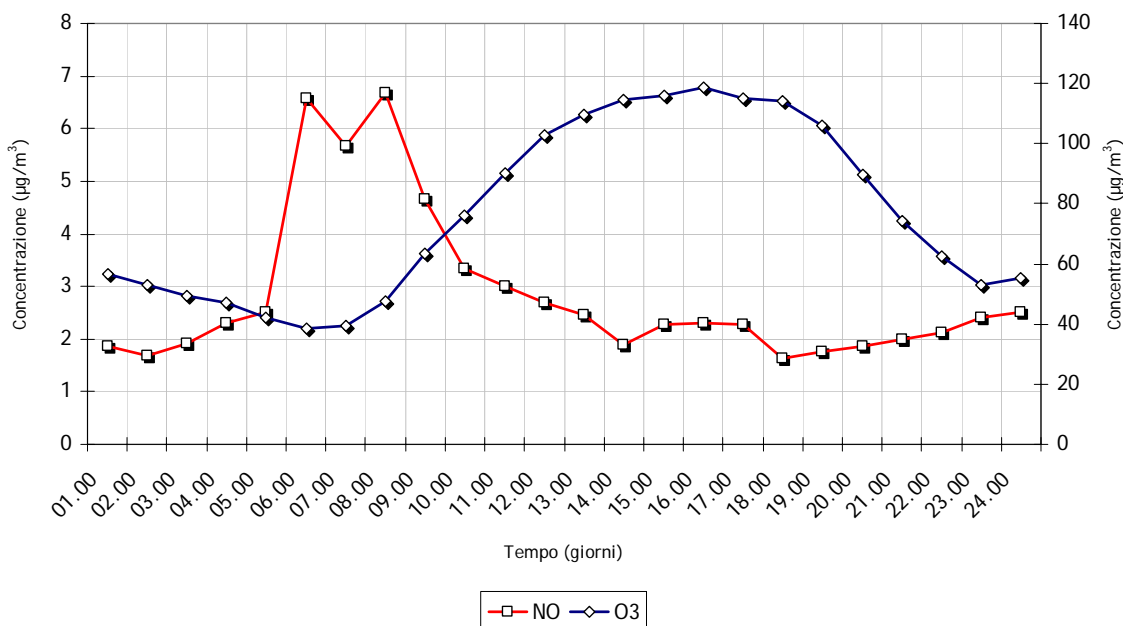
Giorno tipo - Confronto Radiazione Solare O₃



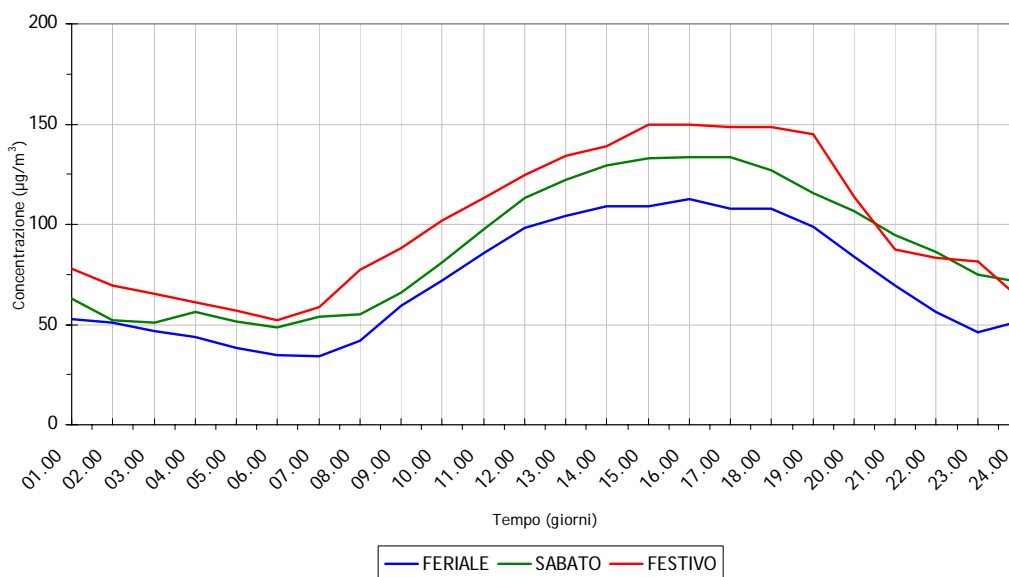
Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO questo perché l' NO tende a reagire con l'O₃ portando alla formazione di NO₂.

Tale comportamento è possibile verificarlo nel grafico di seguito riportato in cui si sono confrontate le concentrazioni medie giornaliere di ozono e ossido di azoto nel periodo oggetto dell'indagine; le concentrazioni minime di ozono si presentano in corrispondenza delle concentrazioni massime di NO e viceversa.

Giorno Tipo - Confronto O₃/NO



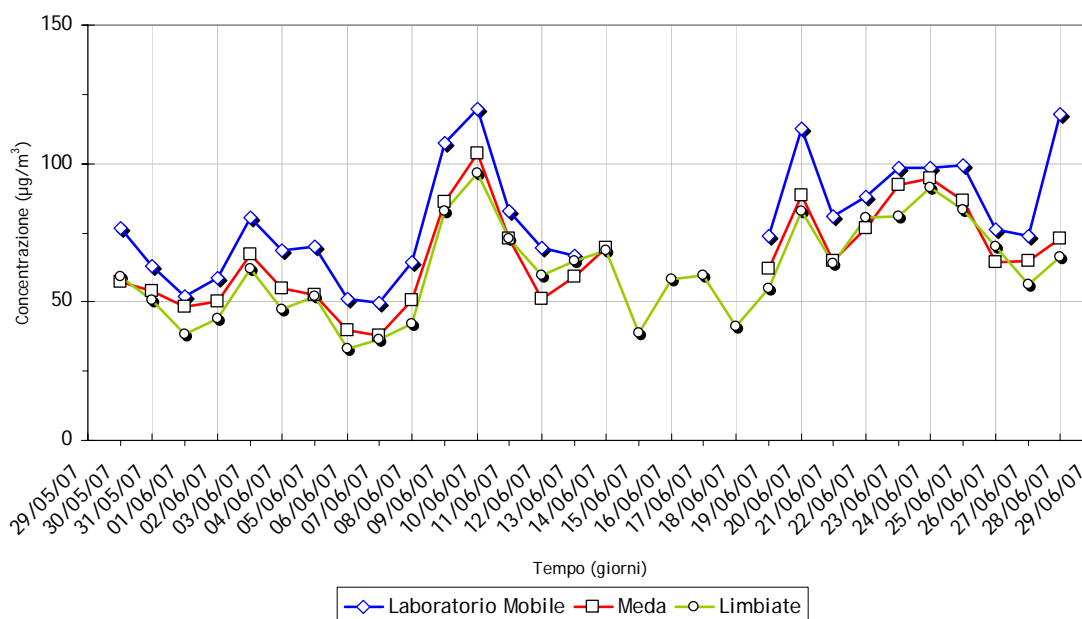
O₃ - Giorno Tipo



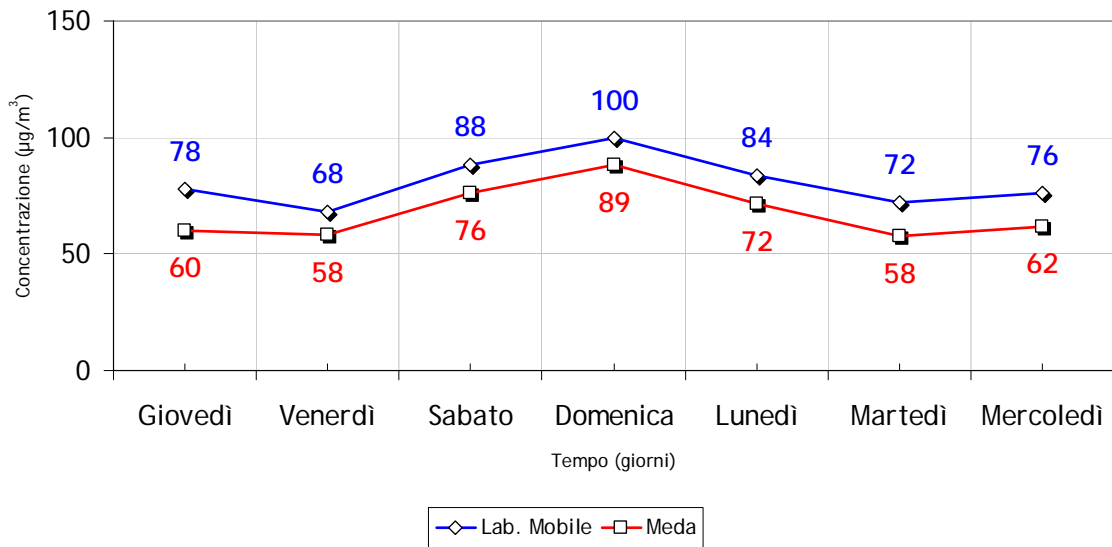
Le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalle centraline prese a riferimento, in accordo con la caratteristica di questo inquinante di essere di natura ubiquitaria; in particolare la migliore correlazione si ha con le vicine stazioni di Meda e Limbiate ($R = 0.93$), con valori molto simili.

	Lab. Mobile	Milano Verzieri	Monza	Limbiate	Carate Brianza	Meda
Lab. Mobile	1.00					
Milano Verzieri	0.79	1.00				
Monza	0.89	0.86	1.00			
Limbiate	0.93	0.88	0.94	1.00		
Carate Brianza	0.92	0.79	0.89	0.90	1.00	
Meda	0.93	0.85	0.92	0.94	0.94	1.00

O₃ - Medie Giornaliere



O₃ - Media Settimanale

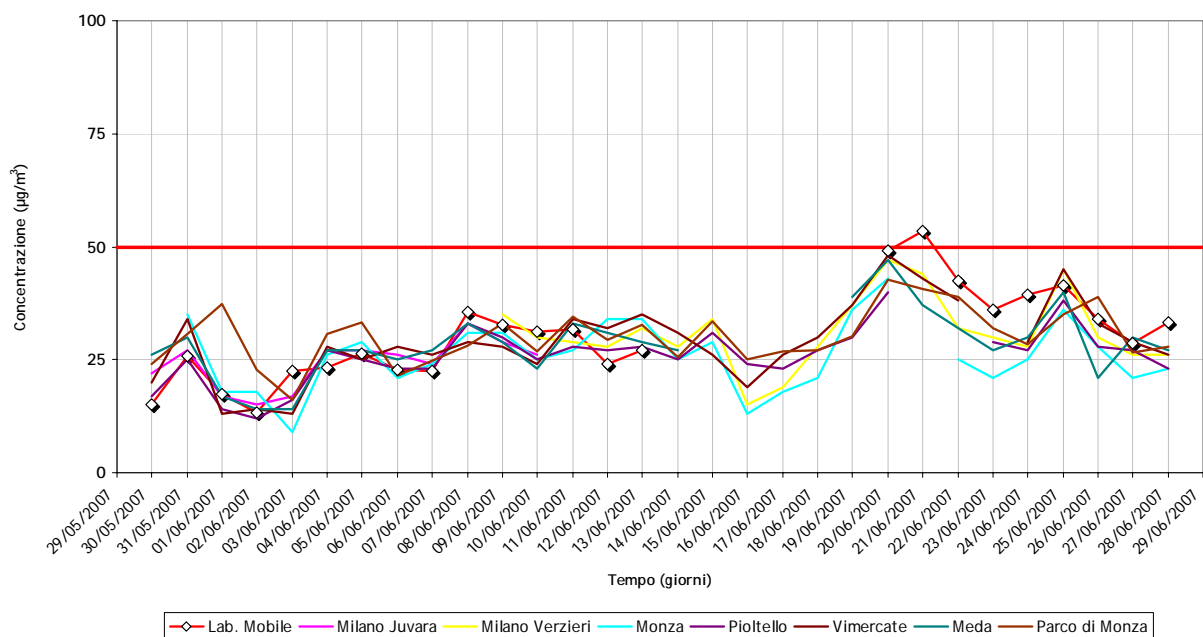


PM10

Per quanto riguarda le concentrazioni di PM10 il valore medio registrato durante il periodo di misura è stato di 30 µg/m³ e in generale i valori medi giornalieri sono risultati in linea con quanto osservato nelle centraline fisse prese a riferimento ed **abbondantemente inferiori ai limiti di legge**, fissato per questo inquinante a 50 µg/m³ **ad eccezione del giorno 21 giugno in cui il PM10 con il valore di 53 µg/m³ è risultato di poco superiore al limite di legge.**

A conferma del carattere ubiquitario di questo tipo di inquinante, il grafico delle medie giornaliere delle concentrazioni di PM10 mostra come, durante il periodo in esame, vi siano andamenti di concentrazione comuni a diverse località del Bacino Padano.

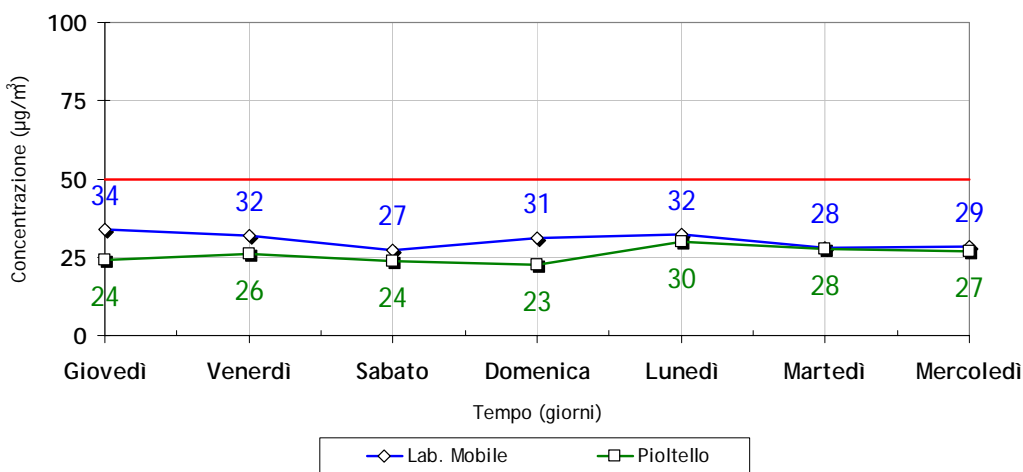
PM10 - Medie giornaliere



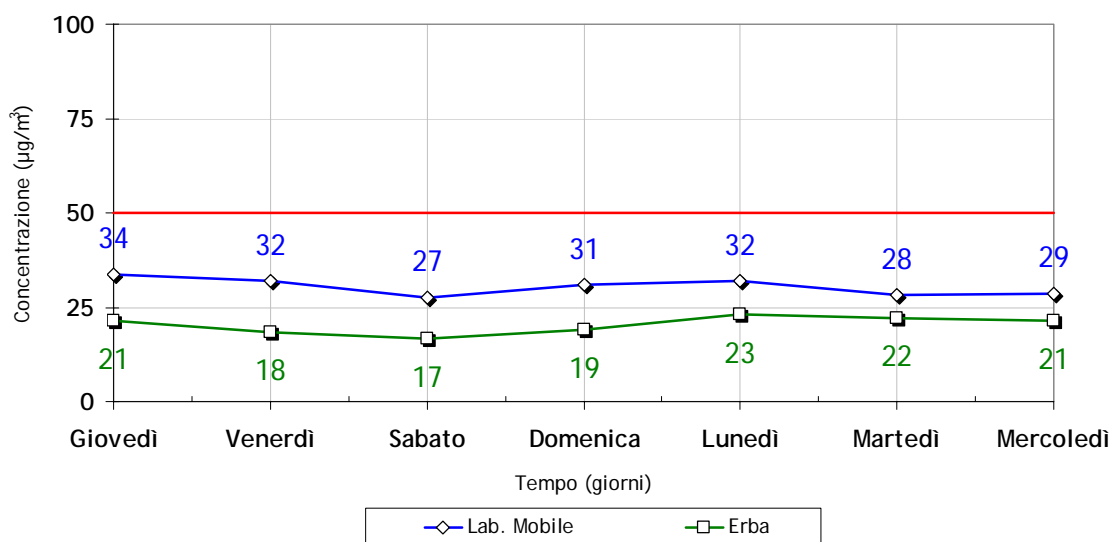
Per quanto riguarda poi il confronto con le postazioni fisse prese a riferimento le concentrazioni misurate nel sito presentano in particolare un buon andamento temporale sia con la stazione di Pioltello (R=0.87) che con la vicina stazione di Erba (R=0.84).

	Lab. Mobile	Monza	Pioltello	Vimercate	Meda	Cantù	Erba	Olgiate Comasco	Parco di Monza
Lab. Mobile	1.00								
Monza	0.63	1.00							
Pioltello	0.87	0.83	1.00						
Vimercate	0.77	0.87	0.92	1.00					
Meda	0.79	0.84	0.92	0.91	1.00				
Cantù	0.77	0.78	0.77	0.77	0.85	1.00			
Erba	0.84	0.83	0.88	0.90	0.92	0.89	1.00		
Olgiate Comasco	0.82	0.77	0.86	0.85	0.95	0.86	0.93	1.00	
Parco di Monza	0.52	0.70	0.57	0.60	0.54	0.56	0.51	0.37	1.00

PM10 - Media Settimanale



PM10 - Media Settimanale



Conclusioni

Il monitoraggio eseguito in prossimità della via Papa Giovanni XXIII nel comune di Lentate sul Seveso, nonostante il breve periodo di misura, rappresentativo però di una situazione estiva, ha consentito, sulla base dei dati raccolti, di quantificare la situazione media dell'inquinamento di fondo in quest'area urbana.

Le caratteristiche del sito di misura posto a sufficiente distanza dalle arterie cittadine ed intercomunali, interessate da volumi di traffico di tipo locale e di attraversamento (sia leggero che pesante) nonché le condizioni meteorologiche sono stati elementi essenziali per l'interpretazione dei dati.

A causa della instabilità dovuta alla turbolenza atmosferica unitamente alle numerose giornate piovose nel mese di giugno, le condizioni climatologiche sono state favorevoli al mantenimento di una qualità dell'aria accettabile facendo registrare nella postazione di misura un solo giorno di superamento dei valori di PM10.

Nonostante la situazione di sblocco atmosferico abbia favorito la dispersione degli inquinanti un po' in tutta la regione, **le condizioni climatologiche sono state in parte sfavorevoli alla dispersione dell'ozono facendo registrare nel sito di misura delle criticità per questo tipo di inquinante.**

Tali criticità sono state registrate anche dalle postazioni fisse di monitoraggio della provincia.

Analizzando la situazione meteorologica nel periodo di misura si osserva come un numero cospicuo di giornate di bel tempo abbiano favorito la formazione di O₃. Sono stati osservati **82 superamenti della soglia di protezione della salute umana**, fissata a 120 µg/m³ per la media mobile di 8 ore, facendo registrare **13 giorni di superamento del limite** nel mese di giugno e **4 superamenti della soglia di attenzione**, fissata a 180 µg/m³ per la media oraria, tutti nella giornata del 20 giugno dalle ore 14.00 alle ore 18.00.

La matrice di Pearson calcolata sull'intero set di dati orari per quanto riguarda l'ozono, mostra un'ottima correlazione con le vicine stazioni urbane da fondo di Limbiate, posta in direzione S-SW e Meda (R = 0.93) posta in direzione E-NE, che presentano un andamento molto simile anche se con valori costantemente inferiori.

La correlazione osservata tra le postazioni può trovare una spiegazione analizzando l'andamento anemologico registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile che mostra come i settori maggiormente interessati da fenomeni ventosi di maggiore intensità (2<VV<3) siano stati quelli E-NE e S-SW. Poiché l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano in particolare nelle aree sottovento rispetto a grossi agglomerati urbani, in accordo con la caratteristica di questo inquinante di essere di natura ubiquitaria.

La caratterizzazione dei flussi di traffico poi, attraverso lo studio di inquinanti considerati dei marker del traffico come CO ed NOx, ha permesso di escludere in periodo estivo un'influenza delle principali arterie extracomunali sulla qualità dell'aria del comune di Lentate sul Seveso.

Maggiore preoccupazione invece potrebbe destare il PM10 nella stagione invernale, in cui risulta più favorevole la sua formazione a causa di fenomeni di stagnazione che interessano tutto il Bacino Padano. In periodo estivo comunque quando le condizioni climatologiche sono favorevoli alla dispersione degli inquinanti, i livelli di PM10 sembrerebbero mantenersi entro limiti accettabili.

Si può concludere che il monitoraggio ha consentito una caratterizzazione della qualità dell'aria del comune di Lentate sul Seveso, attraverso la valutazione dei livelli ambientali dell'inquinamento atmosferico raccolti, permettendo di ottenere una base di dati che potrà essere utilizzata per successive indagini ambientali, al fine di ottenere informazioni più mirate sulla qualità dell'aria del territorio di comunale.

CENTRALINE RETE PROVINCIALE DI RIFERIMENTO

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Dec. 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
<i>Lentate sul Seveso Via Papa Giovanni XXIII</i>	PUB	URBANA	FONDO	248	29.05 – 29.06 2007
<i>Milano Verzieri</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
<i>Pioltello</i>	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
<i>Monza</i>	PUB	URBANA	FONDO	160	Centralina Fissa
<i>Limbiate</i>	PUB	URBANA	FONDO	186	Centralina Fissa
<i>Carate Brianza</i>	PUB	URBANA	FONDO	236	Centralina Fissa
<i>Meda</i>	PUB	URBANA	FONDO	243	Centralina fissa
<i>Villasanta</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	182	Centralina Fissa
<i>Mariano Comense (*)</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	250	Centralina Fissa
<i>Fino Mornasco (*)</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	305	Centralina Fissa
<i>Cantù</i>	PUB	SUBURBANA	FONDO	320	Centralina fissa
<i>Erba</i>	PUB	URBANA	FONDO	290	Centralina fissa
<i>Parco di Monza</i>	PUB	URBANA	FONDO	180	Centralina fissa

(*) Centralina ubicata nella provincia di Como

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Lenate sul Seveso Via Papa Giovanni XXIII	84.8	14	12	69	0
<i>Milano Verzieri</i>	97.6	36	16	99	0
<i>Monza</i>	88.5	17	12	71	0
<i>Limbiate</i>	99.2	21	15	80	0
<i>Carate Brianza</i>	90.2	33	15	87	0
<i>Meda</i>	89.5	27	14	83	0
<i>Fino Mornasco</i>	98.9	33	16	97	0
<i>Mariano Comense</i>	95.7	32	18	114	0

Monossido di carbonio

	% Rend.	Media (mg/m ³)	Dev St	Max Media1 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento livello attenzione	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Lenate sul Seveso Via Papa Giovanni XXIII	84.4	0.4	0.1	0.8	0	0.7	0
<i>Milano Verzieri</i>	97.6	0.8	0.2	1.9	0	1.3	0
<i>Monza</i>	80.1	0.5	0.1	1.3	0	0.8	0
<i>Limbate</i>	99.9	0.8	0.2	1.4	0	1.1	0
<i>Carate Brianza</i>	90.2	1.0	0.2	2.4	0	1.5	0
<i>Meda</i>	89.5	0.7	0.1	1.4	0	0.9	0
<i>Fino Mornasco</i>	98.9	0.6	0.2	1.8	0	1.1	0
<i>Mariano Comense</i>	98.9	0.7	0.2	1.9	0	1.0	0

Ozono

	%Trend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione	Max Media 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione per la Salute
Lentate sul Seveso Via Papa Giovanni XXIII	85.2	77	40	208	1 20.06.2007	181	13 03.06.2007 09 – 13.06.2007 19 – 20.06.2007 22 – 25.06.2007 28.06.2007
Milano Verzieri	97.6	53	23	121	0	111	0
Monza	93.3	61	37	155	0	141	7 09 - 10.06.2007 20.06.2007 22 – 25.06.2007
Limbate	99.9	61	33	164	0	142	6 09 - 10.06.2007 20.06.2007 23 – 25.06.2007
Carate Brianza	90.2	64	32	166	0	144	6 09 - 10.06.2007 20.06.2007 23 – 25.06.2007
Meda	89.5	65	29	166	0	137	6 09 - 10.06.2007 20.06.2007 23 – 25.06.2007

	% Trend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Lenate sul Seveso Via Papa Giovanni XXIII	83.3	28	13	53	1 21.06.2007
Monza	93.3	26	8	43	0
Limite di Pioltello	93.3	26	6	40	0
Vimercate	96.7	29	9	48	0
Meda	86.7	29	7	47	0
Cantù	100	26	10	47	0
Erba	100	20	7	38	0
Olgiate Comasco	100	24	8	41	0
Parco di Monza	100	30	6	43	0

Bibliografia

- Atkinson, R., Carter, W. P. L., Plum, C. N., Winer, A. M., Pitts, J. N.** 1984. Kinetics of gas-phase reactions of NO₃ radicals with a series of aromatics at 296±2K, *Int. J. Chem. Kinetics*, 16, 886.
- Becker, K-H., Cox, A., LeBras, G., Lesclaux, R., Moortgat, K., Sidebottom, W., Zellner, R.** 1992. Reaction of OH radical. EUROTRAC, Annual Report, 9.
- Bierbaum, U. M., Filley, J., DePuy, C. H.** 1994. Kinetic Isotope Effect in Gas-Phase induced elimination reactions. *American Chemical Society*, 107, 2818.
- Cassoni F., Bocchi C. ARPA Emilia Romagna.** "Monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano: Rete Regionale dell'Emilia Romagna – Aggiornamento anno 2004.
- Cecinato, A., Ciccio, P., Brancaloni, E., Frattoni, M.** 1993. Ruolo dei VOC nella formazione di ozono. Atti della giornata di studio inquinamento chimico e fotochimico in aree della Lombardia, Saronno 14 ottobre 1993.
- CISE** 1996. Disaggregazione spaziale, temporale e dei composti organici volatili del censimento delle emissioni CORINAIR 1990. Applicazione alla Regione Lombardia.
- Chow JC.** Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles. *J Air Waste Manage Assoc* 1995;45:320-82.
- D. Igs. Minambiente e Minsalute n. 25 novembre 1994.**
- DM n° 60 del 2/4/2002** "Recepimento della Direttiva 99/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della Direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene e il monossido di carbonio.
- Elias, G., Siniscalco, F.** 1972. L'inquinamento dell'aria: sorgenti, effetti e difese. Peg. **ENEA** 1995. CORINAIR project; air pollution emission inventory in Italy for the year 1990. Final report. ENEA, Dip. Ambiente, Roma.
- Gaudio, et al.** , 1991. Le emissioni di composti organici volatili in Italia. *IA Ingegneria Ambientale*, vol. XX, n. 5, 244-251.
- Gualdi R., Lanzani G. e Cazzuli O. (2003)** – "Razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria". ARPA Lombardia.
- Harrison, R. M., Smith, D. J. T., Luhana, L.** 1996. Source apportionment of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons collected from an urban location in Birmingham, UK. *Env. Sci. Tec.*, 30, 825-832.
- Marconi A, Menichini E, Ziemacki G, Cattani G, Stacchini G.** Misure di materiale particolato PM₁₀ e PM_{2,5} nell'atmosfera di Roma. *Ann Ist Super Sanità* 2000;36(3):285-9.
- Meylan, W. M., Howard, P. H.** 1993. Computer estimation of the atmospheric gas-phase reaction rate of organic compounds with hydroxyl radicals and ozone. *Chemosphere*, 26, n. 12, 2293.
- Mitchell, D. N., Wayne, R. P., Allen, P. J., Harrison, R. P., Twin, R. J.** 1980. Kinetics and photochemistry of NO₃. *J.C.S. Faraday II* , 785.
- Norma ISO 9359 (edizione 1989)** "Air qualità. Stratified sampling method for assessment of ambient air qualità".
- Norma UNI EN ISO 9001 (2000)** "Sistemi di gestione della qualità - Requisiti".

Norma UNI EN ISO 14001 (1996) "Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso".

Penning, T. M., Ohnishi, S. T., Harvey R. G. 1996; Generation of reactive oxygen species during the enzymatic oxidation of PAH trans-dihydrodiols catalyzed by dihydrodiol dehydrogenase. *C h e m . Res.*

Progetto SINA – Area di Epidemiologia Ambientale ARPA Emilia Romagna. "Analisi statistiche a supporto del monitoraggio della qualità dell'aria in Emiglia Romagna".

Ziemacki G, Viviano G, Merli F. Heavy metals: sources and environmental presence. *Ann Ist Super Sanità* 1989;25(3): 531-6.