



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

04/10/2006 – 31/10/2006



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Caponago

Via don Natale Villa angolo via Dante

MONZA, 18/12/2006

Rif. 191/ALM

Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

p.i. Davide Paladini

p.i. Valter Meda

Il Responsabile del Procedimento

dott. Raffaella Marigo

Il Responsabile dell'U. O. Sistemi Ambientali

dott. geol. Madela Torretta

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Caponago

Via don Natale Villa angolo via Dante

PREMESSA	3
INTRODUZIONE	4
NORMATIVA	5
SITO DI MISURA	7
PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE	10
FATTORI METEOROLOGICI	13
PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI	22
ANDAMENTO INQUINANTI NEL PERIODO DI MISURA	23
CONCLUSIONI	43
BIOSSIDO DI AZOTO	46
MONOSSIDO DI CARBONIO	47
OZONO	48
PM10	49

Premessa

Caponago è un centro abitato della provincia di Milano che conta circa **5030** abitanti distribuiti su una superficie di circa **5.0 Km²**, con una densità abitativa di **947 ab/K m²**, e dista circa 15 Km dal capoluogo in direzione Nord Est.

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

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta nel periodo *autunnale* con il Laboratorio mobile tra il *05 e il 31 ottobre 2006*, nel comune di Caponago lungo via Don Natale Villa; tali dati verranno inoltre confrontati con quelli ottenuti durante la campagna di misura primaverile condotta nel medesimo sito.

A seguito di un problema tecnico non è stato possibile effettuare la registrazione dei dati di concentrazione di NO, NO₂, CO e O₃ dalle ore 07.00 del giorno 25.10.2006 alle ore 13.00 del giorno 26.10.2006

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



Introduzione

Il furgone è stato posizionato, in accordo con i tecnici dell'Amministrazione Comunale, in via Don Natale Villa, 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 2006.

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

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

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

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

Monossido di Carbonio	Valore Limite (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

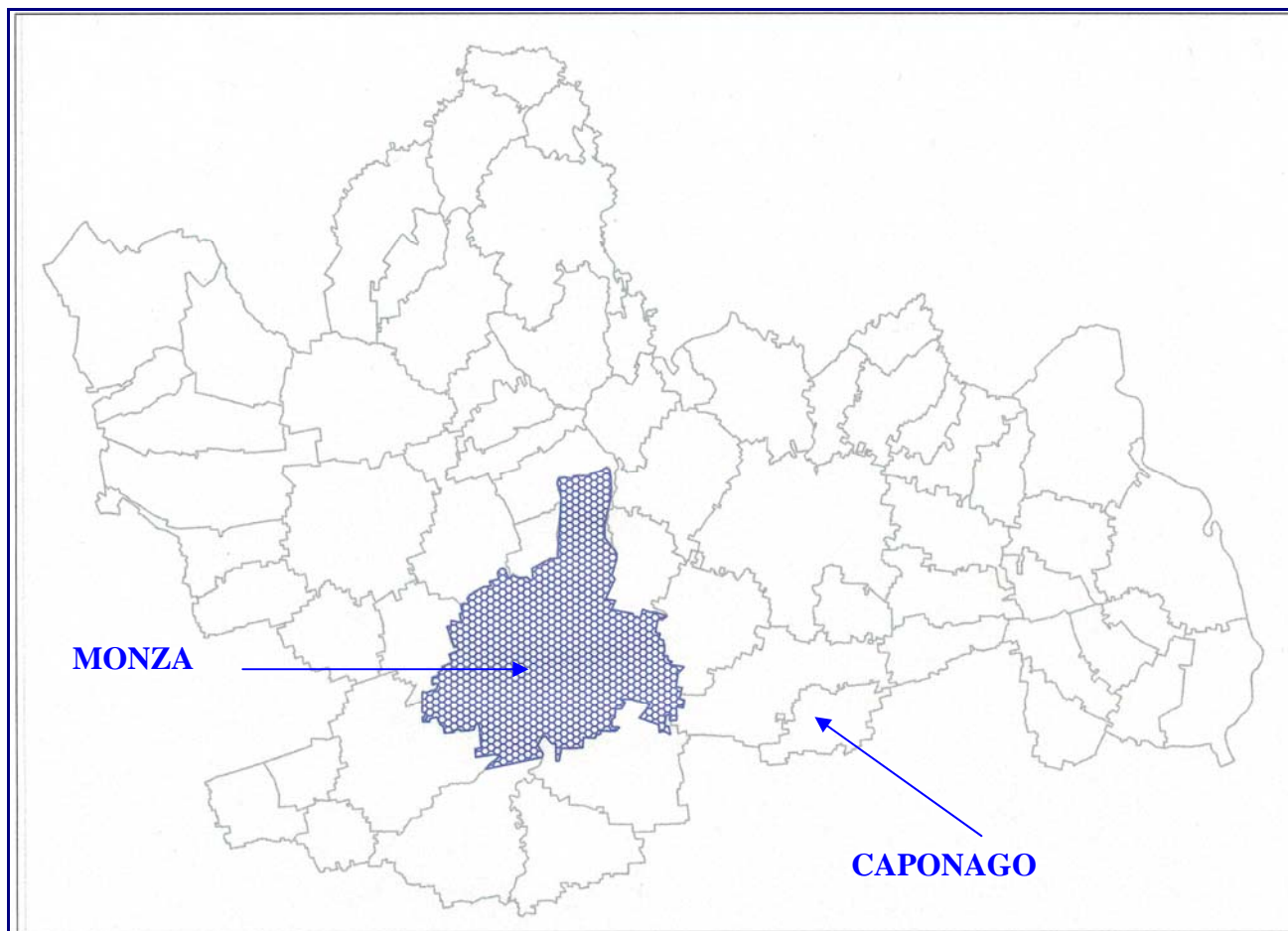
Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.M. 2/4/02

Idrocarburi non metanici	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Totali	Valore obiettivo 200	3 h consecutive*	D.P.C.M. 28/3/83
Benzene	Valore obiettivo 5 (+2)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo 0.001	Anno civile	D.M. 25/11/94

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

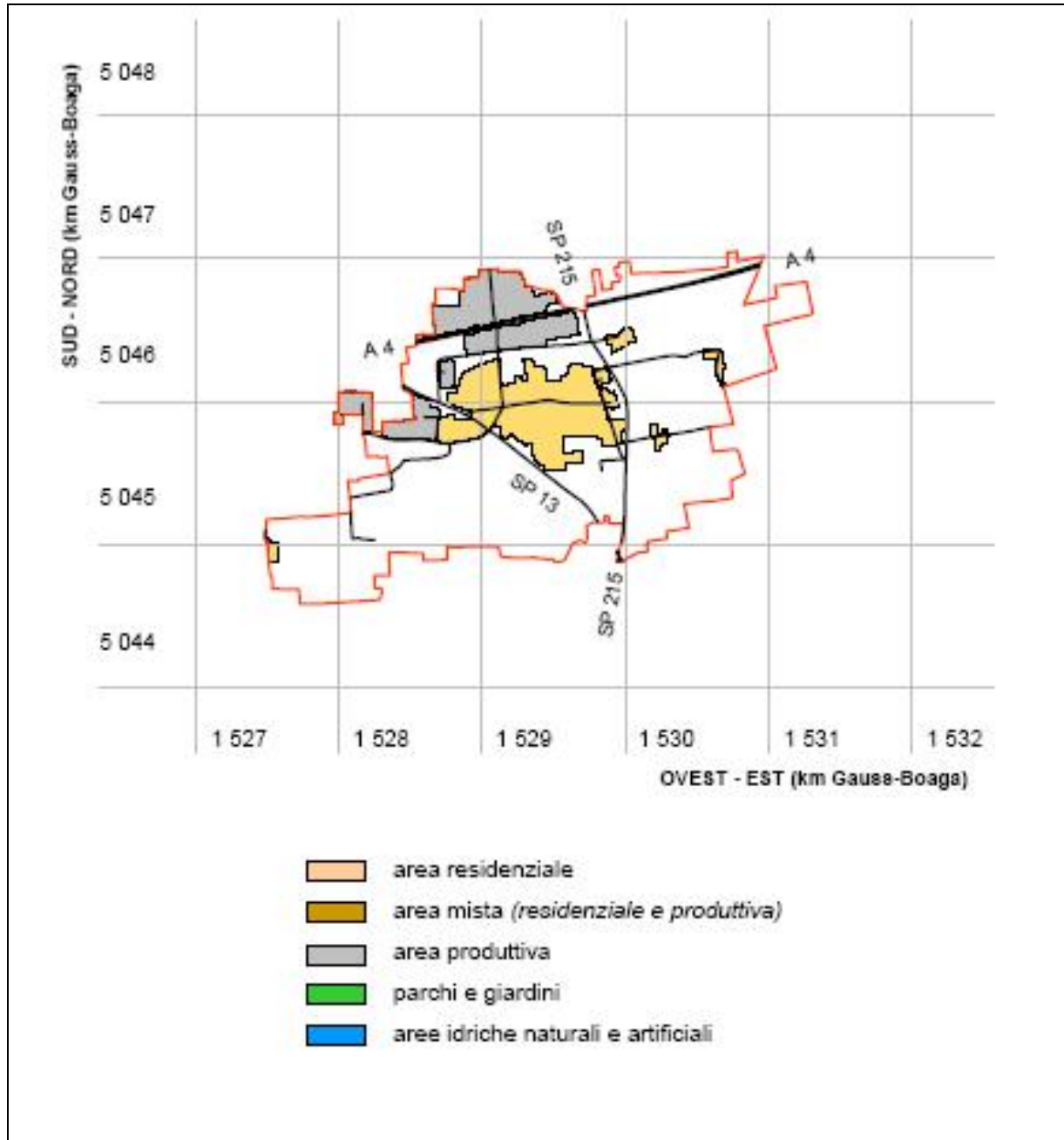
* Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono

Sito di Misura



Periodo di misura	Dal 05 al 31 ottobre 2006
Sito di misura:	Via Don Natale Villa
Assi stradali provinciali:	S.P. 215 Moriano di Vimercate - Pessano
Assi stradali comunali	V.le Libertà
Autostrade e tangenziali:	A4 Milano –Venezia

MAPPA DEL TERRITORIO CITTADINO



Caratterizzazione del sito di misura

Lo scenario analizzato è illustrato in figura 1.

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

Rispetto alla figura 1, la situazione viabilistica è stata modificata, infatti la SP13 è stata modificata proprio in corrispondenza del sito di misura; attualmente tale strada provinciale è stata deviata definitivamente, passando più a sud.



Figura 1: postazione del Laboratorio mobile nel Comune di Caponago

Principali sorgenti emissive

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

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

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

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

- Ossidi di azoto (NO_x)
- Composti organici volatili non metanici (NMCOV)
- Metano (CH₄)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di carbonio (CO₂)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di azoto (N₂O)
- Polveri totali sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10)

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

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

La principale sorgente emissiva di **monossido di carbonio** è invece dovuta al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli con motore a benzina, che incide per il 92% del totale. La quantità di emissioni stimata è di circa 442 t/anno; la restante parte è dovuta essenzialmente alla combustione non industriale, anche se non in modo preponderante, contribuisce con il 6.9 % (33.3 t/anno) all'emissione in atmosfera per questo inquinante.

Per quanto riguarda le emissioni in ambiente urbano degli **ossidi di azoto** sono dovuti essenzialmente dal trasporto su strada; esse sono generate non soltanto dalle autovetture, ma anche dai mezzi pesanti. In termini assoluti le quantità emesse sul territorio di Caponago risultano essere pari a 289.4 t/anno (94 %) del totale.

Anche per quanto riguarda il **particolato fine (PM10)**, il 94.3 % delle emissioni all'interno del comune di Caponago è da ricondurre al trasporto su strada: è stata stimata una cifra pari a 28.4 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 83.3 t/anno che corrisponde al 52.1% del totale; anche il trasporto su strada con 59.6 t/anno (37.3%) danno un contributo non trascurabile.

Dall'elaborazioni dei dati INEMAR emerge che all'interno del Comune di Caponago una delle principali fonti emissive dell'inquinamento atmosferico è il traffico veicolare.

Data infatti l'alta densità abitativa e il passaggio di assi viari intercomunali trafficati, i carichi emissivi di PM10, NOx e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale.

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

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 Grezzago.

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

Data infatti l'alta densità abitativa e il passaggio di assi viari comunali ed intercomunali trafficati, i carichi emissivi di PM10, NOx e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale, incidendo rispettivamente per il 36%, 64% e 47% del totale.

La combustione non industriale incide in modo preponderante sulla qualità dell'aria, contribuendo con l' 50% all'emissione in atmosfera di PM10 ed il 51% di CO; quanto riguarda le emissioni di NO_x queste influiscono con il 14%.

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

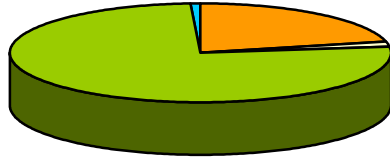
COMUNE DI CAPONAGO

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM10 t/anno	PM2.5 t/anno	PRECURSORI OZONO t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Combustione non industriale	2.09	10.32	31.47	126.45	5.95	5.76	58.09
Combustione nell'industria	0.16	6.37	0.39	3.53	0.18	0.16	8.55
Processi produttivi	0.00	0.00	9.49	0.00	0.00	0.00	9.49
Estrazione e distribuzione combustibili	0.00	0.00	3.23	0.00	0.00	0.00	3.86
Uso di solventi	0.00	0.00	80.66	0.00	0.00	0.00	80.66
Trasporto su strada	7.44	210.08	56.55	395.50	18.29	15.40	356.41
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.07	5.03	1.08	2.92	0.70	0.68	7.54
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agricoltura	0.00	0.23	0.01	0.00	0.02	0.01	0.46
Altre sorgenti e assorbimenti	0.00	0.00	0.30	0.41	0.24	0.24	0.34
TOTALE	9.77	232.03	183.17	528.82	25.37	22.25	525.40

PROVINCIA DI MILANO

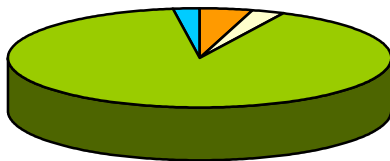
DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM10 t/anno	PM2.5 t/anno	PRECURSORI OZONO t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	3363.27	5317.15	209.60	1775.69	--	--	6894.79
Combustione non industriale	2220.81	6483.66	1715.80	17195.03	507.72	477.44	11532.11
Combustione nell'industria	1633.22	7680.65	1239.70	5272.55	294.46	248.75	11200.81
Processi produttivi	0.02	59.62	8227.88	256.85	44.34	6.65	8328.87
Estrazione e distribuzione combustibili	--	--	4462.62	--	--	--	4949.90
Uso di solventi	0.29	0.12	6555.33	0.74	178.31	62.93	6555.56
Trasporto su strada	1100.85	26272.35	18955.14	124900.38	3008.97	2595.55	64758.76
Altre sorgenti mobili e macchinari	199.92	1571.88	527.21	1209.15	140.06	127.97	2577.97
Trattamento e smaltimento rifiuti	38.66	822.65	12.80	59.25	0.78	0.78	1325.21
Agricoltura	0.00	210.15	168.29	3311.92	191.95	151.92	1000.22
Altre sorgenti e assorbimenti	1.44	6.35	634.83	516.98	206.21	205.53	699.53
TOTALE	8558.48	48424.57	101709.20	154498.54	4572.81	3877.53	178823.73

Biossido di Zolfo

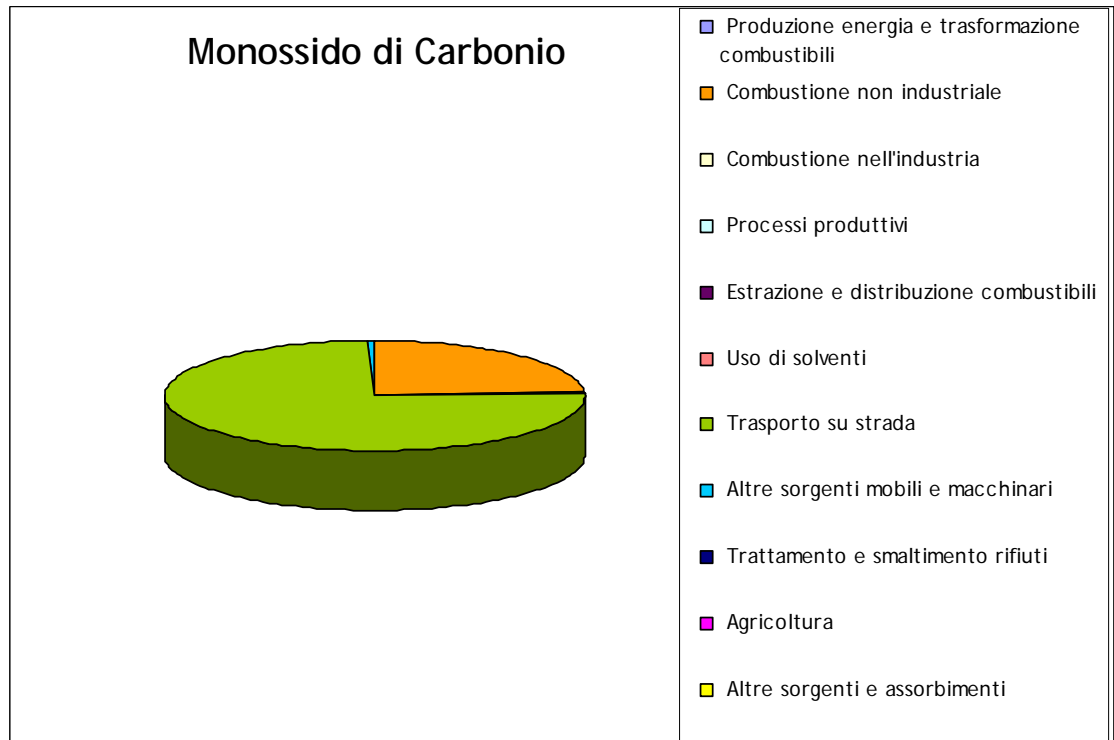
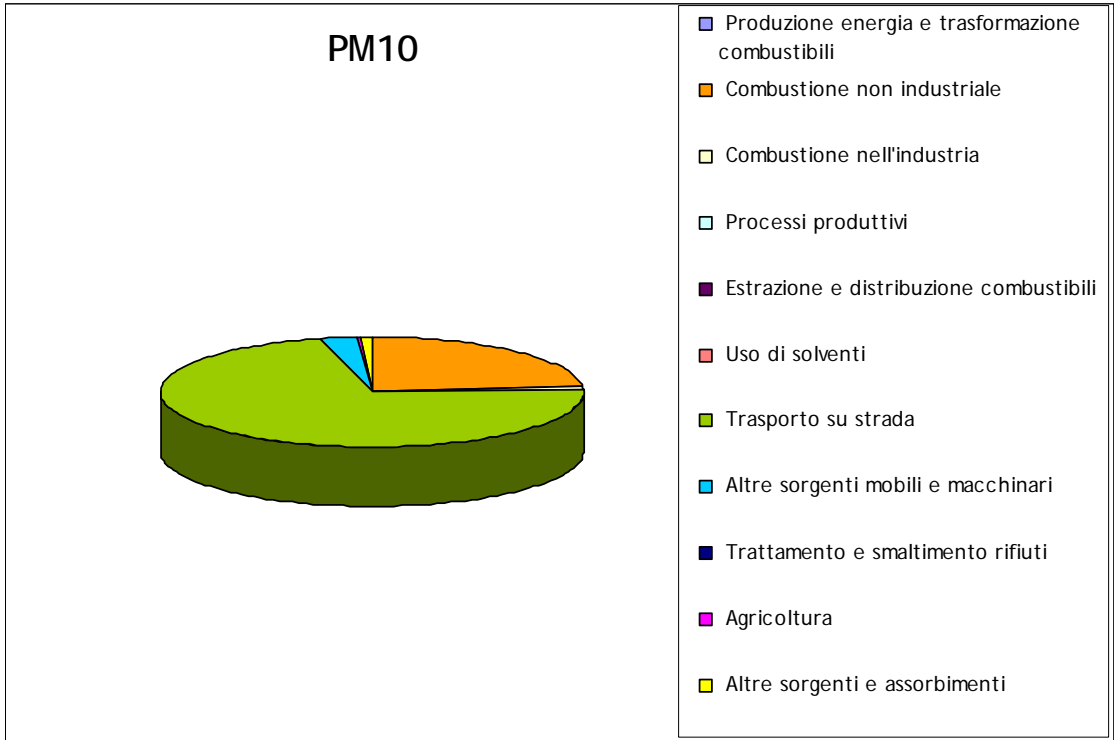


- Produzione energia e trasformazione combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Trattamento e smaltimento rifiuti
- Agricoltura

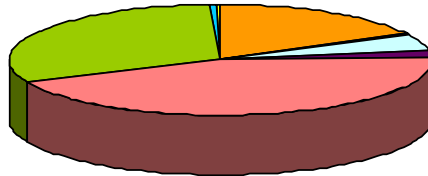
Ossidi di Azoto Totali



- 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

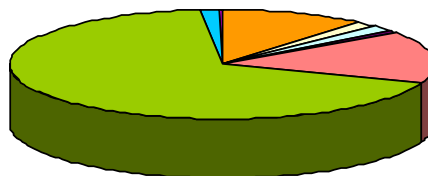


Composti Organici Volatili



- 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

Precursori dell'Ozono



- 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

Fattori meteorologici

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

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

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

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

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

Andamento stagionale e caratteristiche dello strato rimescolato

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

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

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

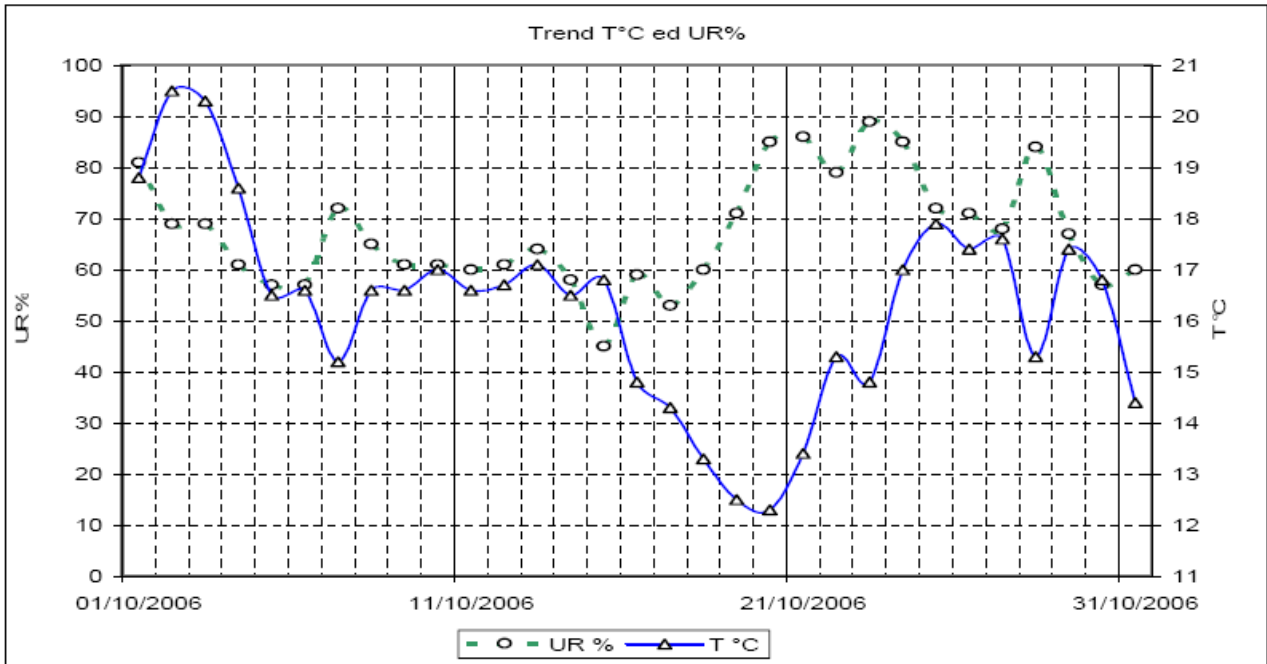
Tale altezza agisce come parete mobile di un contenitore: in corrispondenza di basse altezze del mixing layer, polveri ed altri inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la loro dispersione e ciò favorisce di conseguenza un aumento della loro concentrazione.

Situazione meteorologica nel periodo di misura

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

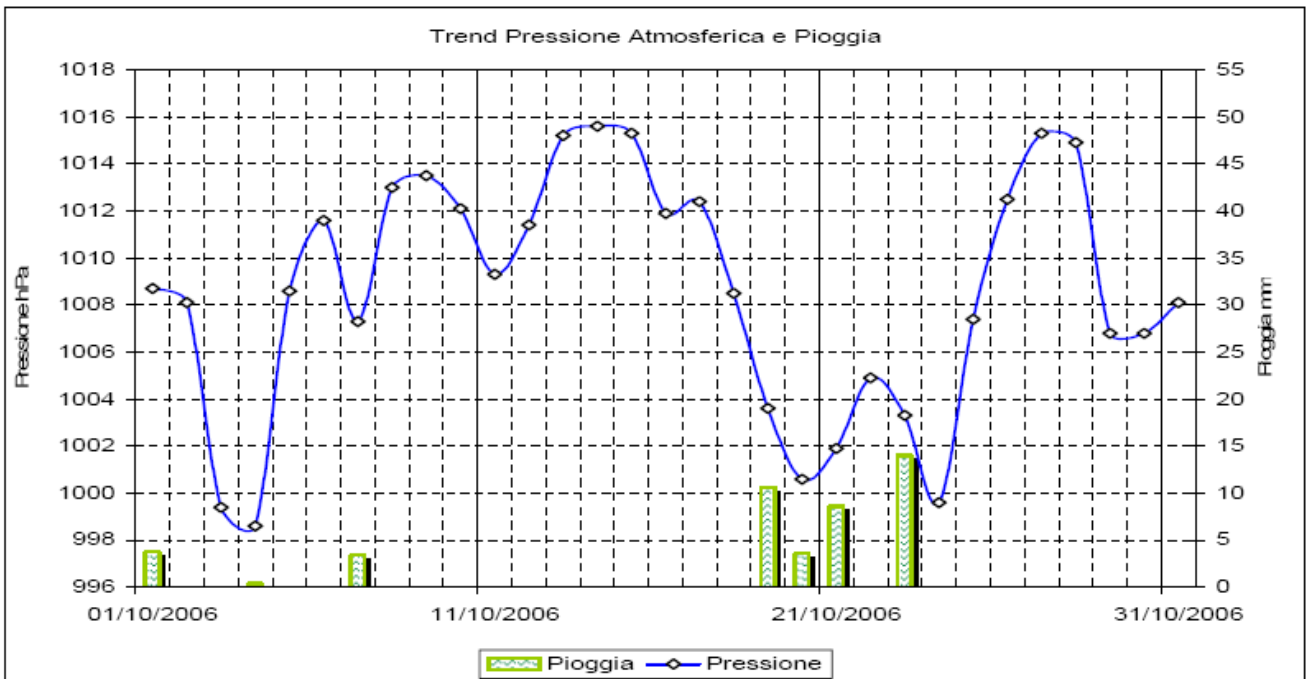
Il mese d'**Ottobre del 2006**, dopo una prima metà decisamente calda ed umida, che ha evitato un'anticipata accensione degli impianti di riscaldamento, ha fatto registrare un breve periodo di tempo più freddo, a cui è seguita una terza decade con temperature quasi estive, con

massime anche superiori ai 23°C, facendo registrare valori di temperatura superiori di 2.1 °C ai valori tipici del mese, solitamente intorno a 14.2 °C.



L'umidità relativa, a causa dei lunghi periodi senza pioggia e delle temperature al di sopra della media, con il valore di 67%, è stata inferiore alla media dell'80% degli ultimi 20 anni, e grazie alle numerose giornate soleggiate

La radiazione solare, con 100 W/m², è stata superiore alla media di 91 W/m².



Dal punto di vista pluviometrico, all'inizio si sono avute delle giornate caratterizzate da rovesci di pioggia di breve durata, il giorno 4 con sporadici fenomeni temporaleschi, mentre tra il 19 ed il 23 si è avuta una situazione di bassa pressione, con piogge moderate, che hanno

totalizzato oltre 36 mm di pioggia caduti, quasi l'80% dell'intera precipitazione mensile, che con 44 mm è risultata di molto inferiore al valore di 112 mm della media storica degli ultimi 50 anni.

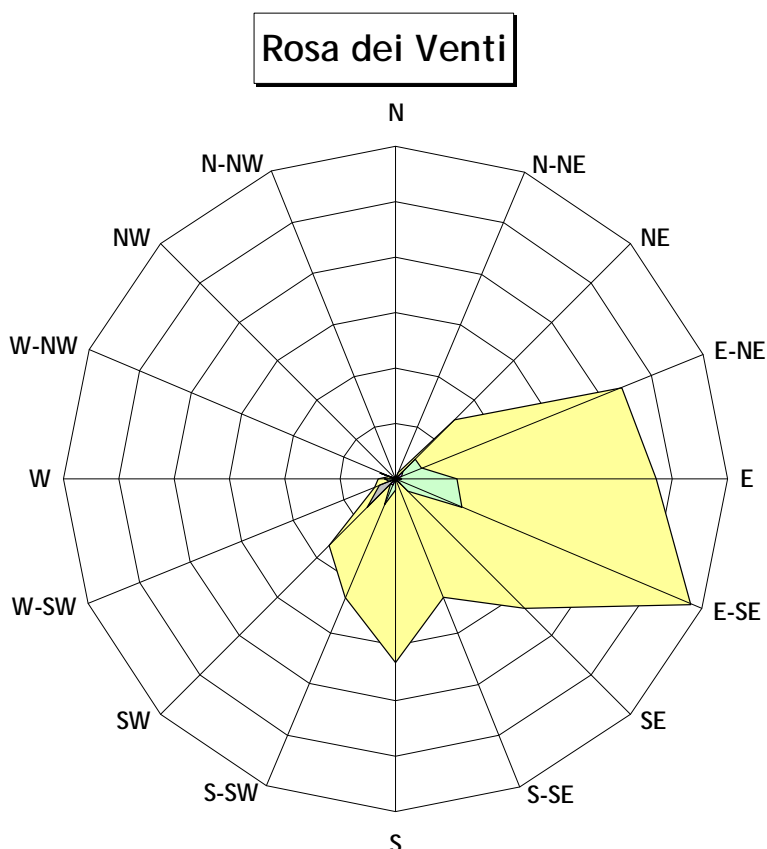
Dal punto di vista barico il mese è stato caratterizzato da brevi periodi d'instabilità atmosferica, causati da saccature mediterranee collegate a depressioni con centro sulle Isole Britanniche che, occasionalmente hanno interessato anche l'Italia Settentrionale, mentre la maggior parte del mese è stata dominata da lunghi periodi di stabilità, a causa dell'espansione dell'anticiclone delle Azzorre sull'Europa Centrale e Meridionale, che ha prodotto la formazione dei primi banchi di nebbia.

In questo scarso dinamismo il vento è mancato quasi del tutto, e per questo motivo il valore medio di 0.7 m/s è stato inferiore alla media di 1.1 m/s degli ultimi 20 anni.

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

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

L'andamento anemologico registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile, mostra come la direzione del vento abbia interessato principalmente le zone E-SE (0.2 ÷ 1) ed in minor misura le zone S-SW (0.2 ÷ 1) del territorio della provincia di Milano (fig. 2).



	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	1	0	0	0	0
NE	15	5	2	0	0
E-NE	44	5	1	0	0
E	47	11	0	1	0
E-SE	58	13	0	0	0
SE	33	3	1	0	0
S-SE	23	0	0	0	0
S	33	2	0	0	0
S-SW	23	5	1	0	0
SW	17	1	1	7	0
W-SW	4	1	0	3	1
W	3	2	0	0	0
W-NW	1	0	0	3	3
NW	0	0	0	0	0
N-NW	0	0	0	0	0

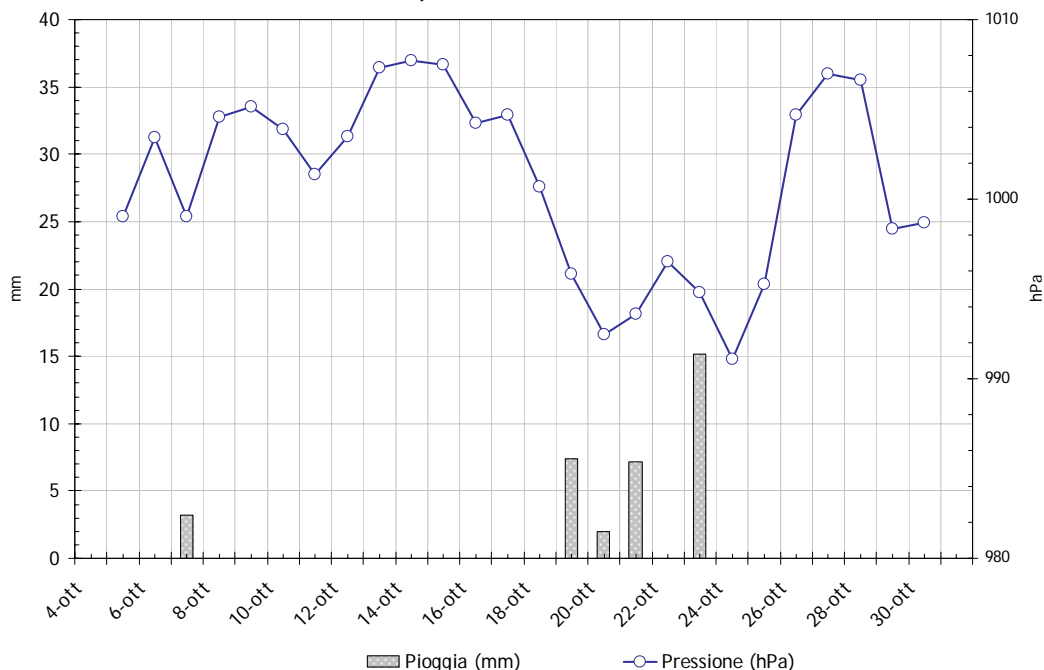
VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi 620
 Percentuale di casi di calma 40%

Durante tutta la campagna di misura è stato registrato uno scarso dinamismo anemologico che ha comunque interessato tutta la regione.

L'episodio anemologico più intenso si è avuto domenica 29 ottobre che ha fatto registrare una media giornaliera di 1.4 m/s ed una massima oraria di 3.8 m/s (W-SW) un altro evento di rilievo si è avuto domenica 15 e lunedì 30 ottobre dove è stata registrata una media giornaliera di 1.0 m/s ed una massima oraria di 2.1 m/s (SW) e 2.5 m/s (W-NW) rispettivamente.

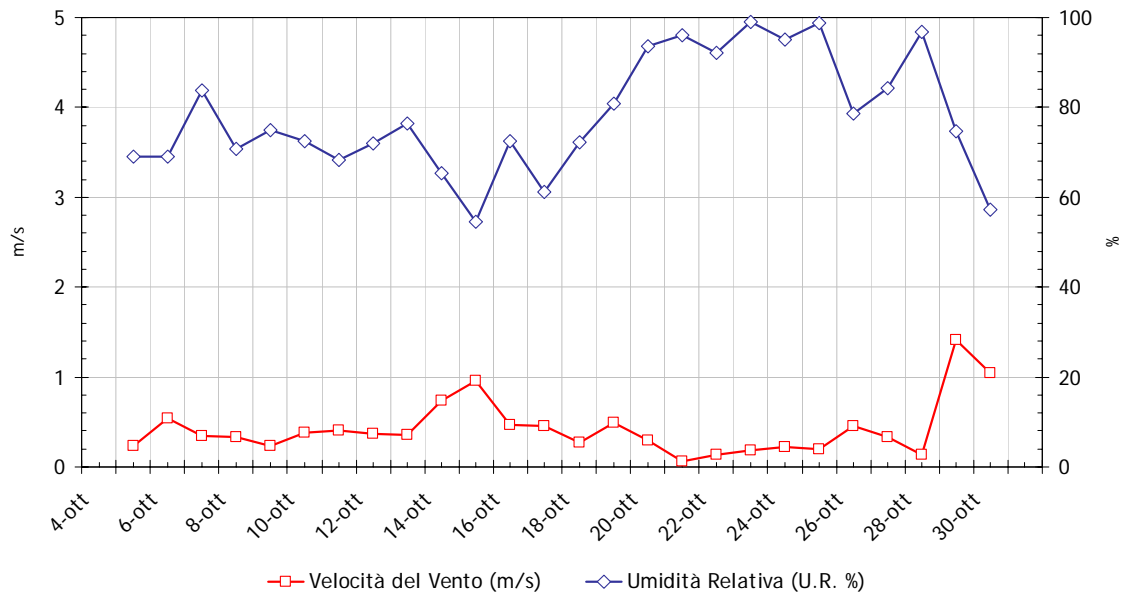
Precipitazione e Pressione



Per quanto riguarda le precipitazioni sono stati registrati 5 fenomeni piovosi, quello di maggiore intensità è stato registrato lunedì 23 con circa 15 mm di pioggia caduti durante la giornata, a causa di un fenomeno di bassa pressione.

L'andamento barico ha fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 1001 hPa per fenomeni di alta pressione nella prima e nella terza parte del mese con un valore massimo di circa 1008 hPa sabato 14 ottobre ed un minimo di 991 hPa martedì 24 ottobre in occasione dell'evento piovoso di maggiore intensità del 23.

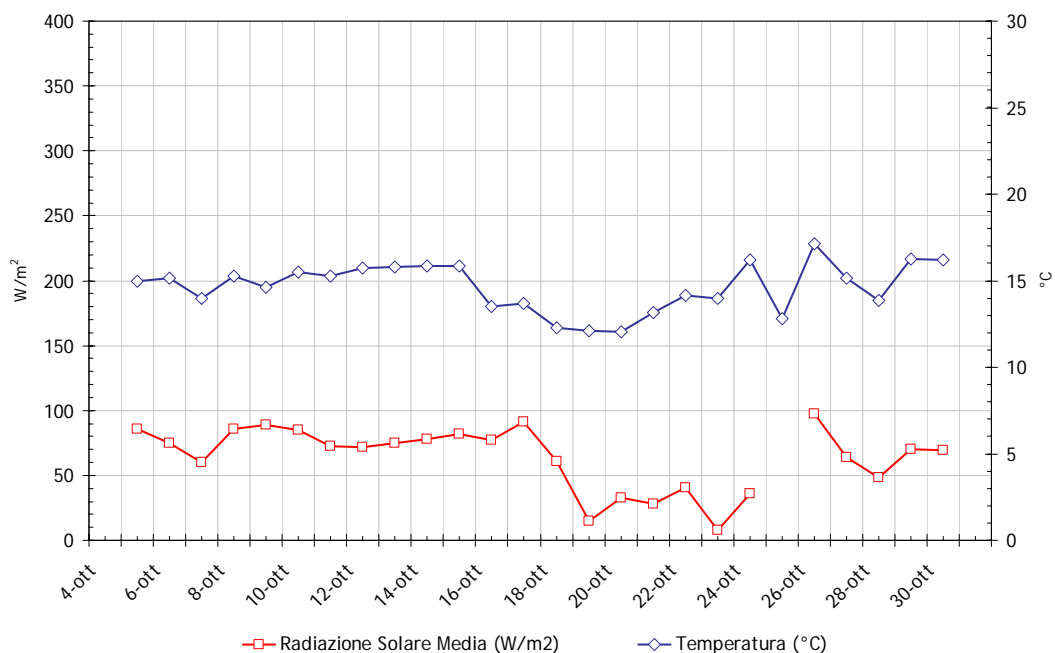
Velocità del Vento e Umidità Relativa

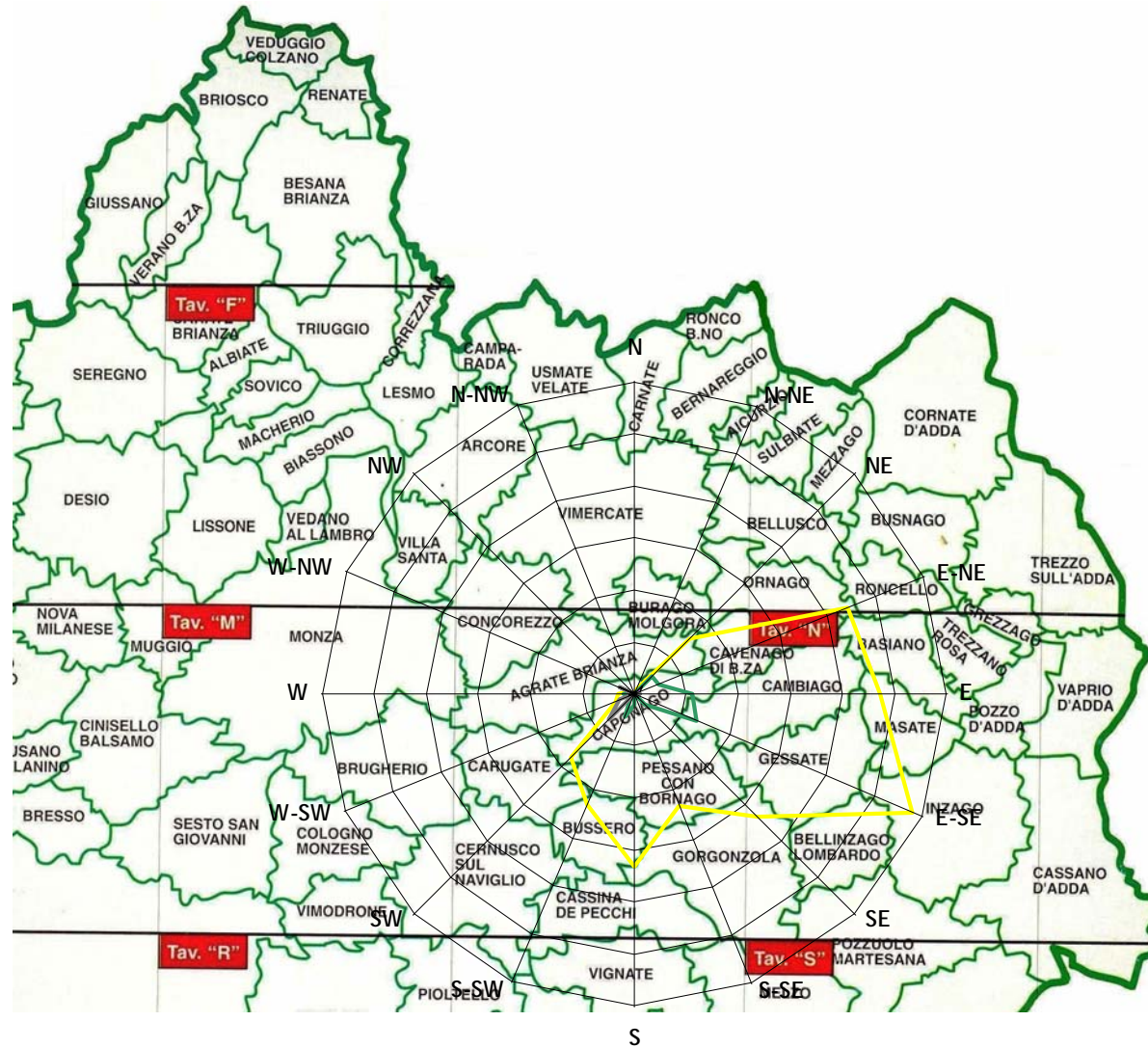


La temperatura media del periodo è stata di circa 15 °C con un massimo di 17 °C giovedì 26 ottobre ed un minimo di 12 °C venerdì 20 ottobre.

La radiazione solare, ha fatto registrare un valore medio di 64.0 W/m² ed un massimo di 97 W/m² il giorno 26 ottobre.

Radiazione Solare Media e Temperatura





Principali inquinanti atmosferici

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

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: $O^* + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$

Una volta generato l'ozono reagisce con l'NO e rigenera NO_2 : $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$

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 NO_2 senza consumare O_3 , di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo di O_3 .

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

Andamento degli 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, NO_2), ozono (O_3) e polveri sottili (PM10).

La strumentazione presente sul Laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi (NO, NO_2 , CO, O_3), per quanto riguarda il PM10 invece la misura ha permesso di avere un valore medio giornaliero.

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

Come descritto nel capitolo Normativa (vedi Tab. pagg 8 - 9), il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per NO_2 , CO e PM10 i valori limite per la protezione della salute umana e i margini di tolleranza che si riducono progressivamente negli anni. Per gli inquinanti monitorati tale margine di tolleranza è attualmente nullo ad eccezione di quello relativo al biossido di azoto.

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

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

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.

Il monitoraggio è consistito nell'esecuzione di due campagne di misura: una relativa al periodo primaverile 24.04.2006 – 18.05.2006 e la seconda relativa al periodo invernale 04.10.2006 – 31.10.2006.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i risultati dell'analisi degli andamenti temporali degli inquinanti ricavati da un mese di osservazioni presso la postazione di via Don Natale Villa¹ e confrontati con i dati raccolti durante il periodo primaverile.

Tali studi hanno consentito di caratterizzare il sito di misura anche se in maniera limitata ai periodi considerati.

L'analisi degli andamenti degli inquinanti nelle due campagne di misura evidenzia concentrazioni medie dei principali inquinanti più elevate nel periodo invernale fatta eccezione per l'ozono i cui valori più elevati sono stati registrati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate.

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

La situazione meteorologica nelle due campagne di misura ha giocato infatti un ruolo fondamentale per la dispersione degli inquinanti.

Mentre il mese di ottobre 2006 è stato caratterizzato da una situazione meteorologica prevalentemente stabile a causa del progressivo attenuarsi del rimescolamento verticale dell'atmosfera che ha fatto registrare uno scarso dinamismo anemologico favorendo l'accumulo degli inquinanti in particolare per quanto riguarda il PM10, il mese di maggio 2006 è stato invece caratterizzato da condizioni di bassa pressione accompagnate da una situazione anemologica vivace con fenomeni di foehn e con la presenza di precipitazioni che hanno permesso uno sblocco atmosferico, favorendo fenomeni di dispersione degli inquinanti.

A conferma di quanto detto è possibile osservare nella sottostante tabella gli intervalli di variabilità dei rapporti min/max calcolati nel sito di via Natale Villa per le diverse scale temporali e per i diversi inquinanti dove si evidenziano concentrazioni medie più elevate nella campagna invernale, fatta eccezione per l'ozono:

Tabella: intervalli di variabilità temporale degli andamenti medi degli inquinanti. I valori sono stati ottenuti dall'analisi dei dati raccolti durante le campagne estiva ed invernale lungo via Natale Villa

INQUINANTE	MIN/MAX GIORNALIERO	
	Inverno	Primavera
NO	1.0 ÷ 528	1.0 ÷ 233
NO ₂	6.0 ÷ 168	2.0 ÷ 109
CO	0.1 ÷ 2.4	0.2 ÷ 1.2
O ₃	6.0 ÷ 104	2.0 ÷ 148
PM10	31 ÷ 138	15 ÷ 56

NO

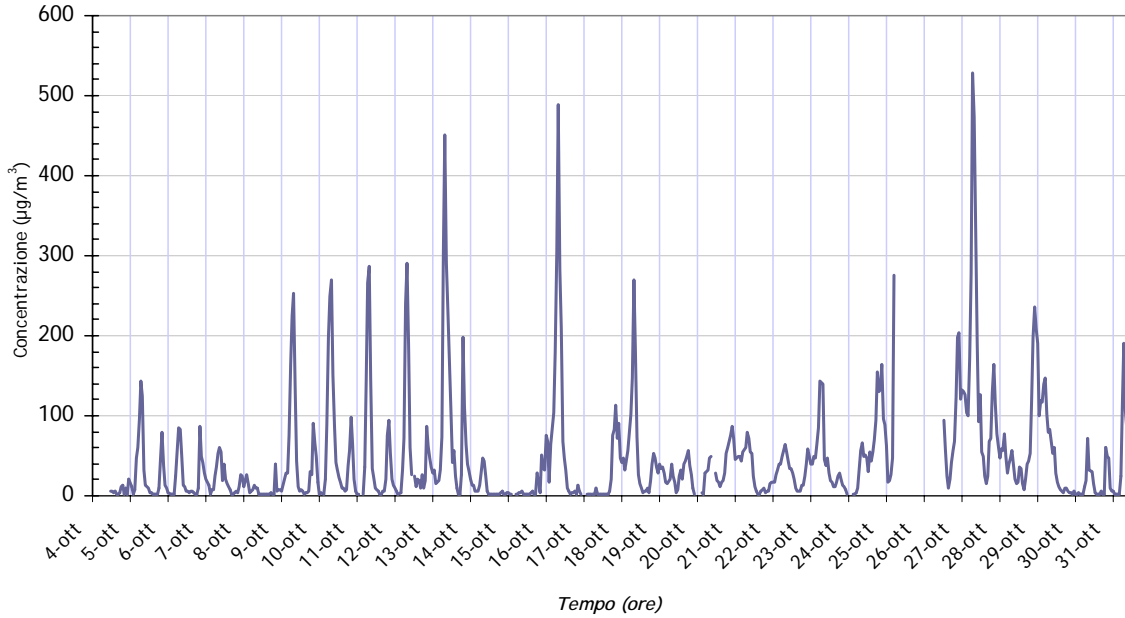
Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 46 µg/m³ circa il 74% in più rispetto alle concentrazioni registrate durante la precedente campagna primaverile dove era stato registrato un valore medio di 12 µg/m³.

Il massimo di concentrazione oraria, registrato venerdì 27 ottobre alle 8.00 del mattino, è risultato pari a 528 µg/m³. Tale condizione è stata favorita dalla situazione meteorologica, prevalentemente stabile quel giorno, che ha fatto registrare uno scarso dinamismo anemologico

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

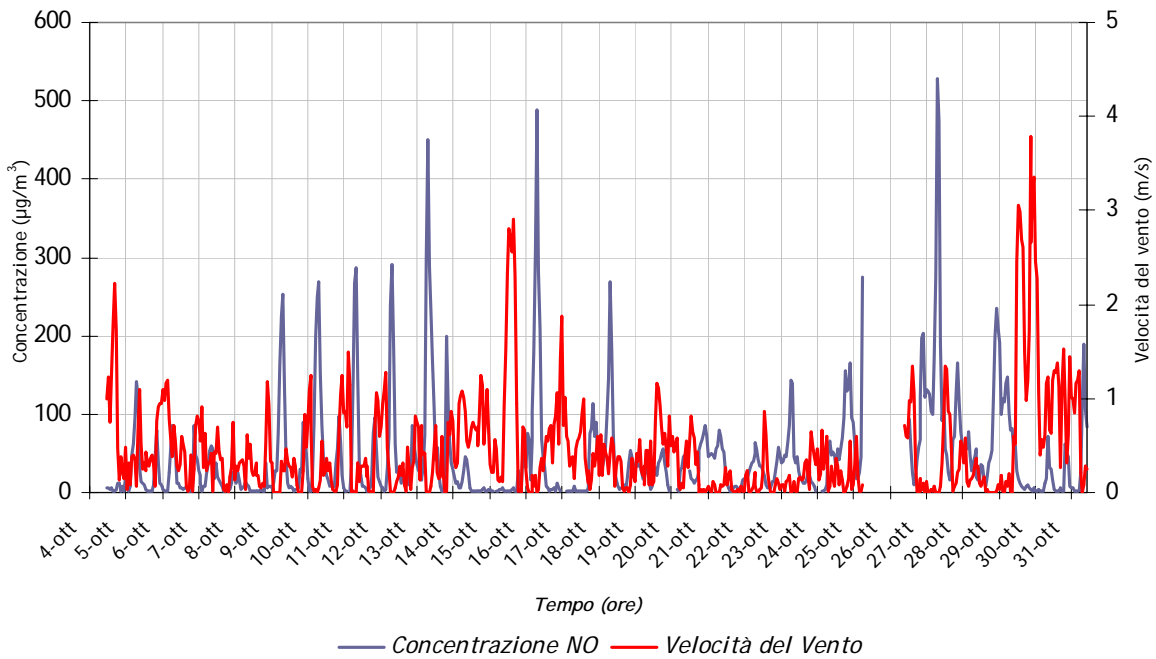
(VV = 0.1 m/s) a causa del perdurare di una situazione di alta pressione, favorendo fenomeni di stagnazione.

NO - Concentrazioni orarie



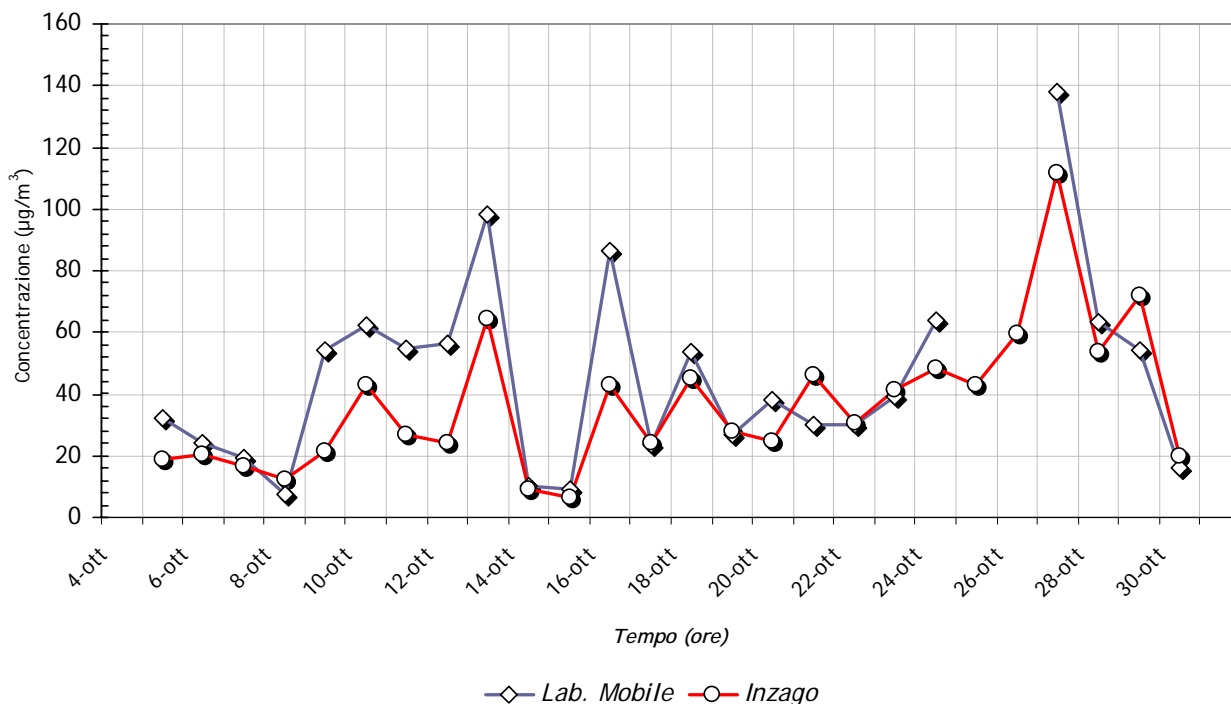
Dal confronto tra monossido di azoto e velocità del vento è possibile osservare come valori minimi di concentrazione di NO si trovino in corrispondenza di picchi di vento.

Media Oraria - Confronto NO e Velocità del Vento



I valori di NO rilevati con laboratorio mobile mostrino una buona correlazione² con quelli misurati dalla centralina suburbana industriale di Inzago (R=0.8), situata lungo la direttrice E-SE di Caponago. Analizzando i dati anemometrici risulta che i fenomeni di vento si sono manifestati con maggiore frequenza lungo tale direttrice durante tutta la campagna, favorendo fenomeni di trasporto per quanto riguarda questo inquinante.

NO - Medie giornaliere



Nella precedente campagna invece le concentrazioni misurate presentavano un andamento temporale analogo alle concentrazioni rilevate dalle stazioni fisse della zona Ovest del territorio della provincia di Milano; in particolare l'andamento dell'NO presentava una buona correlazione con la vicina stazione di fondo urbano di Agrate Brianza (R=0.7), pur mantenendo valori di concentrazione mediamente più bassi.

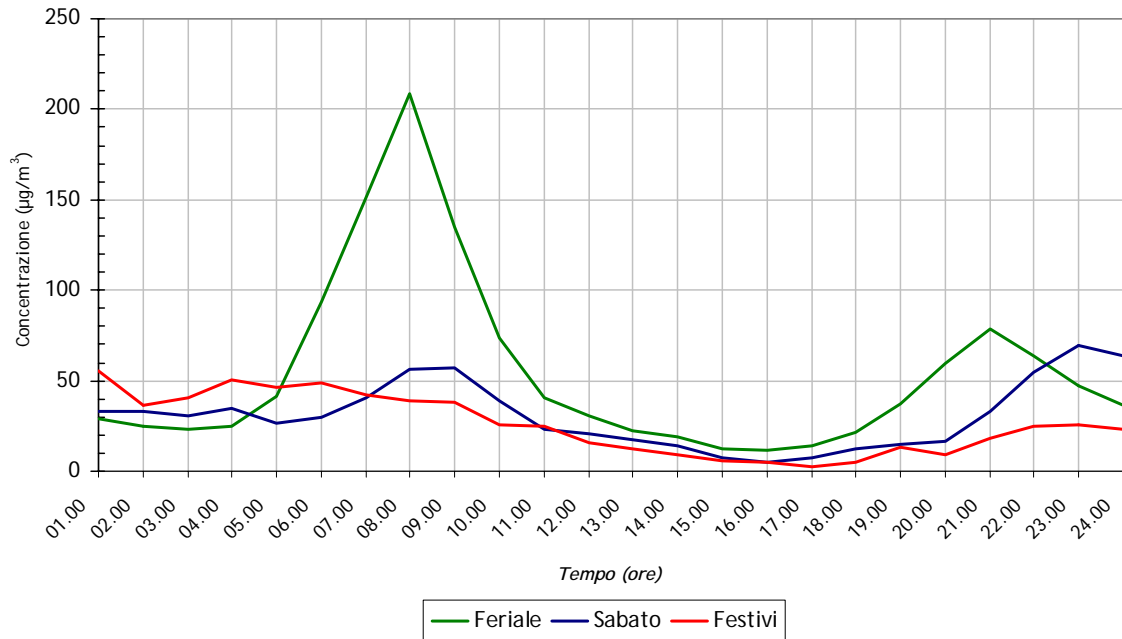
Poiché l'NO è riconosciuto essere un tracciante del traffico veicolare è stato possibile caratterizzare il sito di misura desumendo le fasce orarie di maggior traffico dal grafico del giorno tipo. E' possibile infatti osservare come i picchi di concentrazione siano caratteristici di flussi di traffico transitanti su arterie di collegamento, presentandosi in corrispondenza delle ore di punta mattutina e serale. In particolare nei giorni feriali si ha un aumento delle concentrazioni nelle ore di punta tra le ore 6.00 e le ore 10.00 del mattino e tra le 18.00 e le 22.00.

Il grafico del giorno pre-festivo presenta un picco nello stesso intervallo temporale del giorno tipo feriale ma con valori mediamente più bassi, in linea con la diminuzione del traffico durante il week-end; nella fascia serale invece i picchi di concentrazione risultano dello stesso ordine di grandezza anche se il picco prefestivo risulta posticipato di circa un'ora.

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):

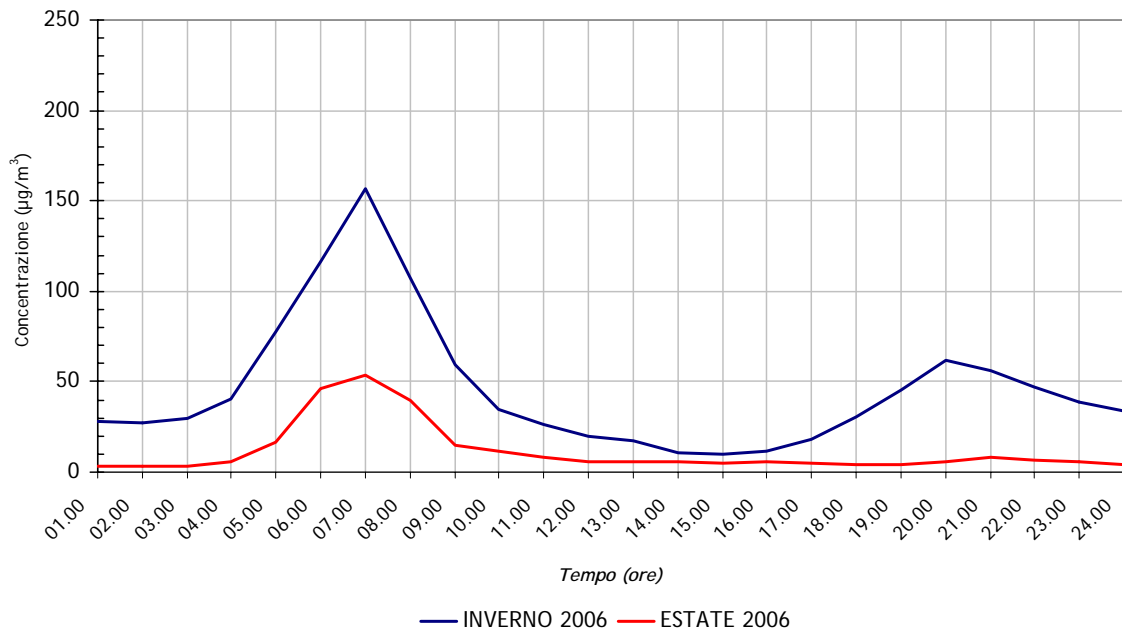
$$R = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \times \text{var}(y)}}$$

NO - Giorno Tipo



Analizzando gli andamenti medi giornalieri differenziati per stagione, si evidenzia un importante aspetto dovuto alle differenti proprietà dispersive dell'atmosfera nelle differenti condizioni meteorologiche. Nei mesi invernali infatti, quando il sole tramonta presto, il picco serale di inquinamento risulta sensibilmente alto. L'opposto succede nei mesi estivi quando le giornate sono più lunghe e lo strato limite dell'atmosfera conserva le proprietà dispersive proprie dei vortici convettivi fino alle ore serali. Il grafico di confronto del giorno tipo delle due campagne di misura primaverile/invernale esemplifica questo punto.

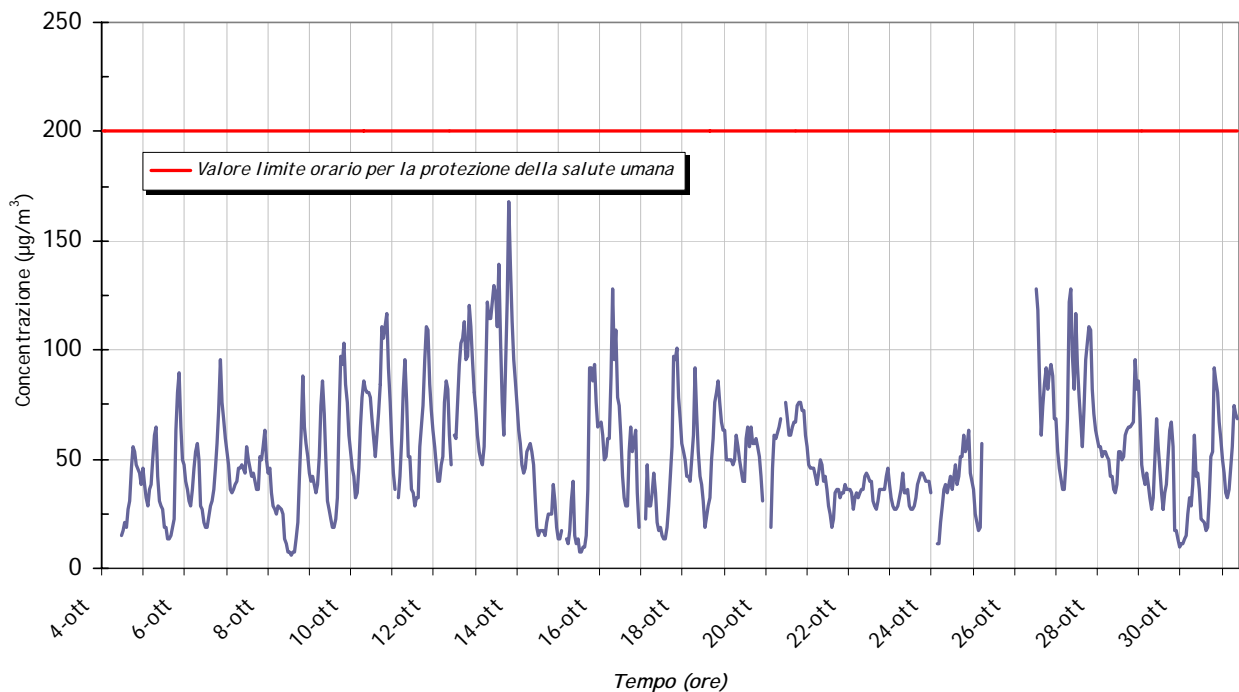
NO - Confronto Giorno Tipo Estate - Inverno 2006



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).

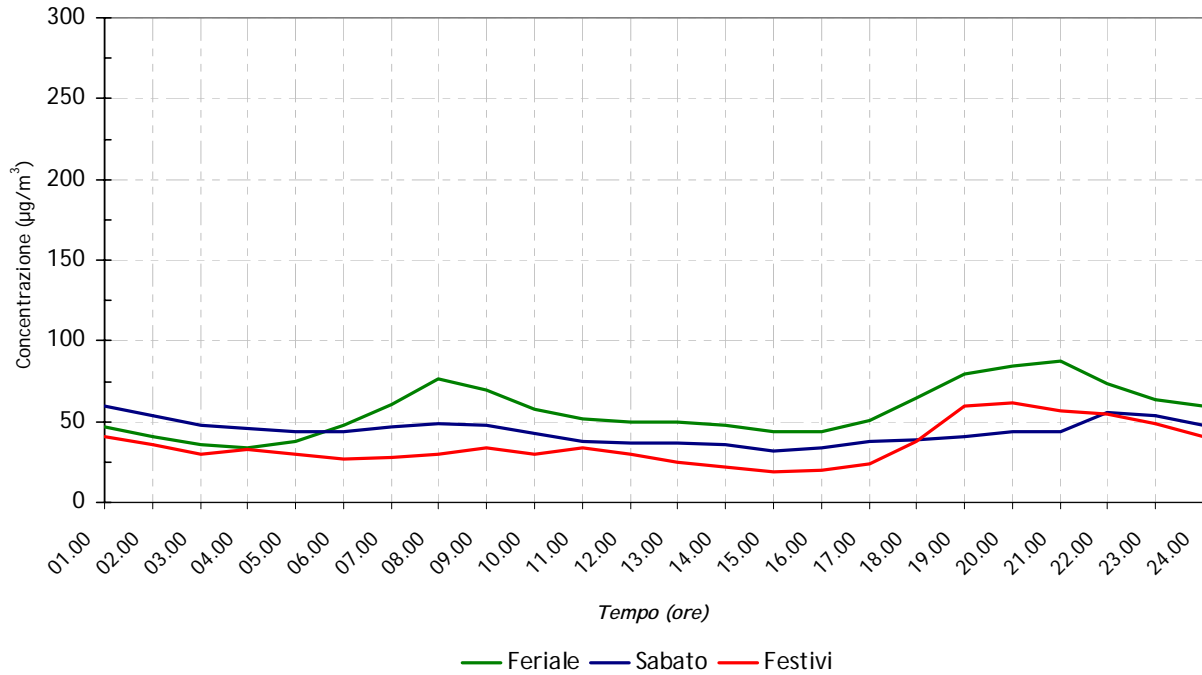
Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo del biossido di azoto si è attestata su **51 µg/m³**, circa il 34% in più rispetto alle concentrazioni registrate durante la precedente campagna primaverile dove era stato registrato un valore medio di 34 µg/m³; durante il periodo di misura **non sono stati rilevati superamenti orari del limite di attenzione**, fissato per questo inquinante a 200 µg/m³. Il **valore massimo di concentrazione oraria, pari a 163 µg/m³**, è stato registrato il giorno 13 ottobre alle ore 20.00.

Concentrazioni orarie - NO₂



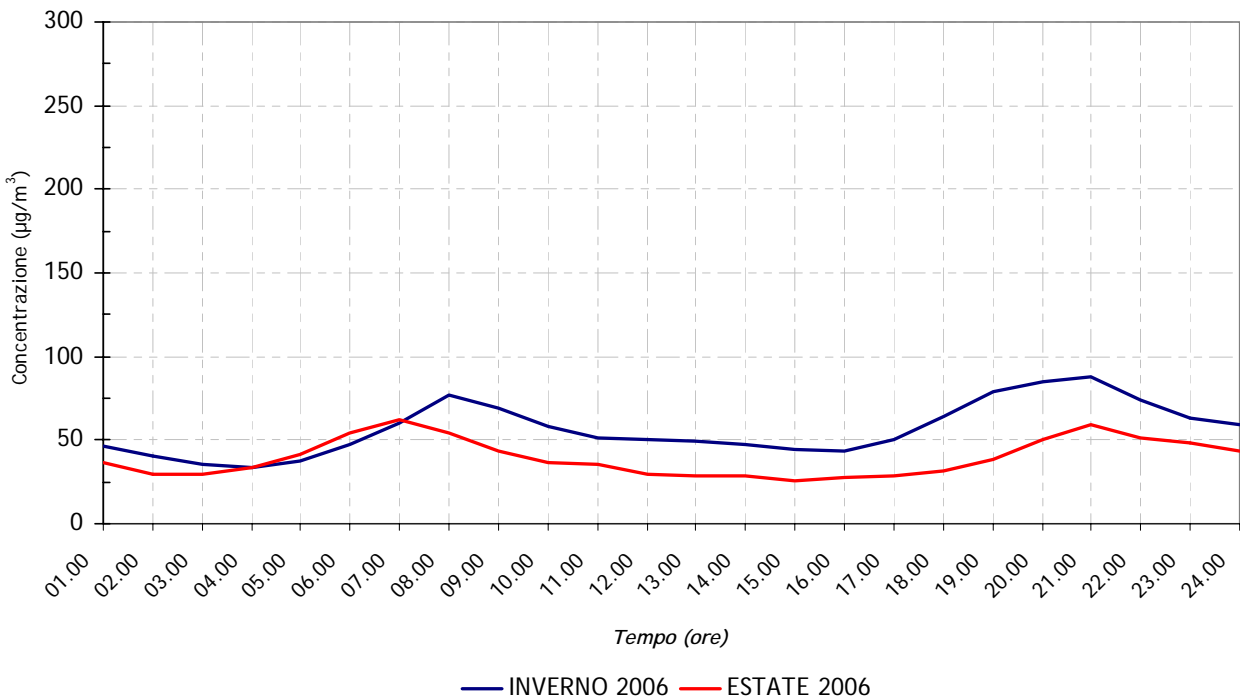
Il grafico del giorno tipo presenta andamenti analoghi a quello dell'NO, per il giorno tipo feriale infatti sono osservabili due picchi relativi alle ore di maggior traffico che risultano attenuati nel grafico dei giorni pre-festivi e festivi.

Giorno Tipo - NO₂

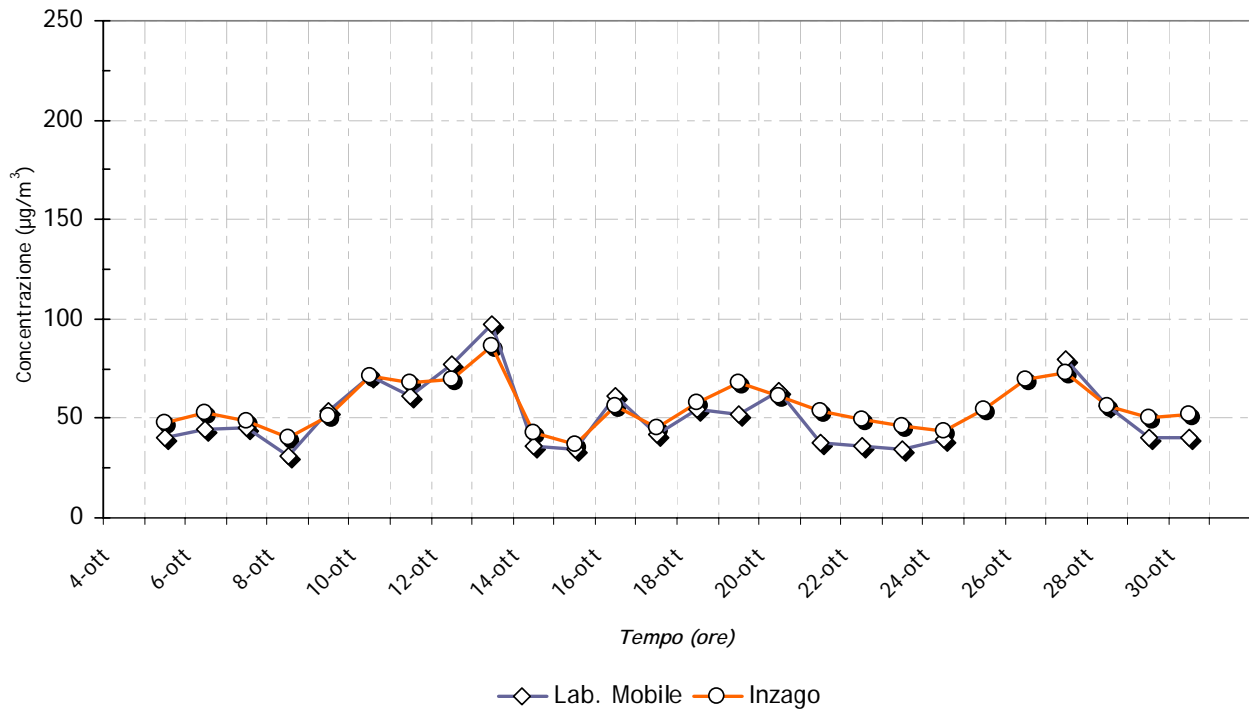


Analizzando gli andamenti medi giornalieri differenziati per stagione, si evidenziano anche in questo caso concentrazioni medie più elevate nella campagna invernale.

Giorno Tipo Feriale - NO₂ Confronto Estate Inverno 2006

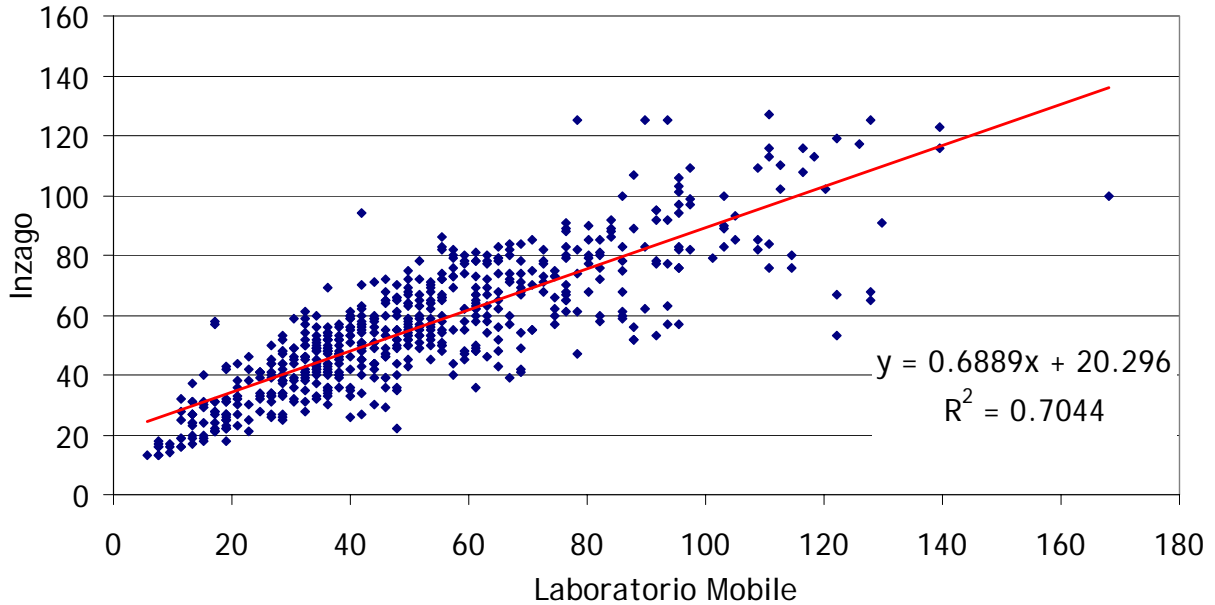


Dal calcolo dei coefficienti di Pearson si conferma la correlazione con la di Inzago (R=0.8), come è possibile osservare dal grafico delle concentrazioni medie giornaliere.

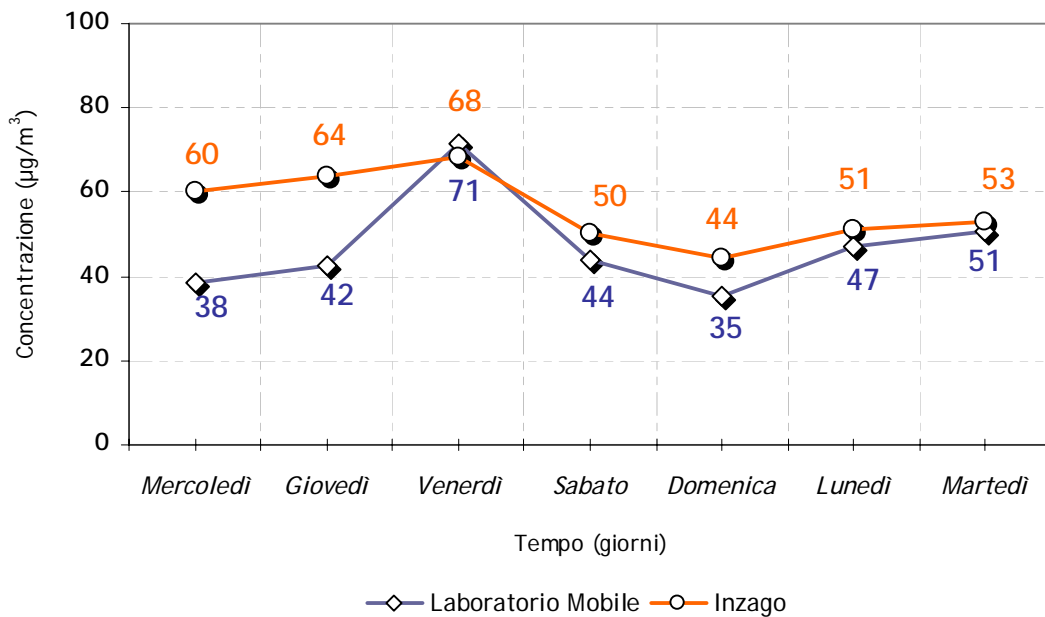
Medie giornaliere - NO₂


	LAB MOBILE	MILANO Juvara	MONZA	AGRATE	VIMERCATE	VILLASANTA	INZAGO	MILANO Verzieri
LAB MOBILE	1.0							
MILANO Juvara	0.7	1.0						
MONZA	0.8	0.8	1.0					
AGRATE				1.0				
BRIANZA	0.7	0.7	0.7					
VIMERCATE	0.8	0.6	0.9	0.7	1.0			
VILLASANTA	0.6	0.6	0.9	0.6	0.9	1.0		
INZAGO	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	1.0	
MILANO Verzieri	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	1.0

Osservando il grafico della dispersione dei dati i valori risultano ben allineati.

Dispersione dei dati per la misura di NO₂


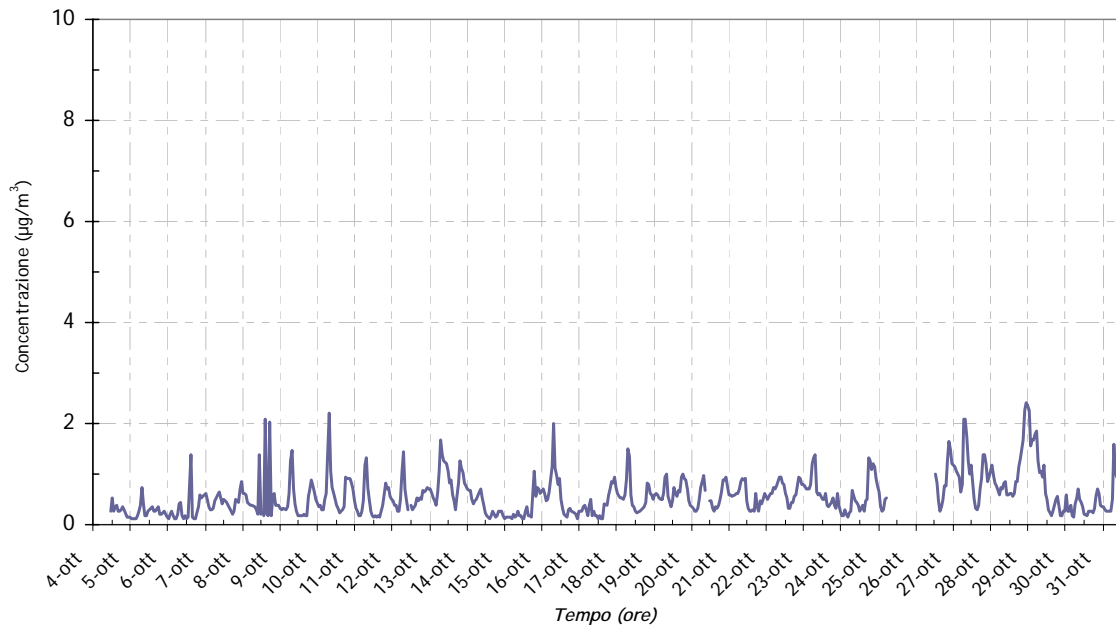
In appoggio a quanto sopra detto è possibile osservare l'analogia degli andamenti settimanali dell'NO₂ misurati con laboratorio mobile con quelli della centralina di Inzago. Essendo infatti la scala settimanale l'unica scala temporale dove l'effetto della meteorologia (altro principale determinante delle concentrazioni) non ha alcuna influenza, con tale ulteriore rappresentazione è possibile evidenziare la stretta dipendenza tra traffico veicolare ed inquinamento atmosferico.

 Frequenza settimanale - NO₂


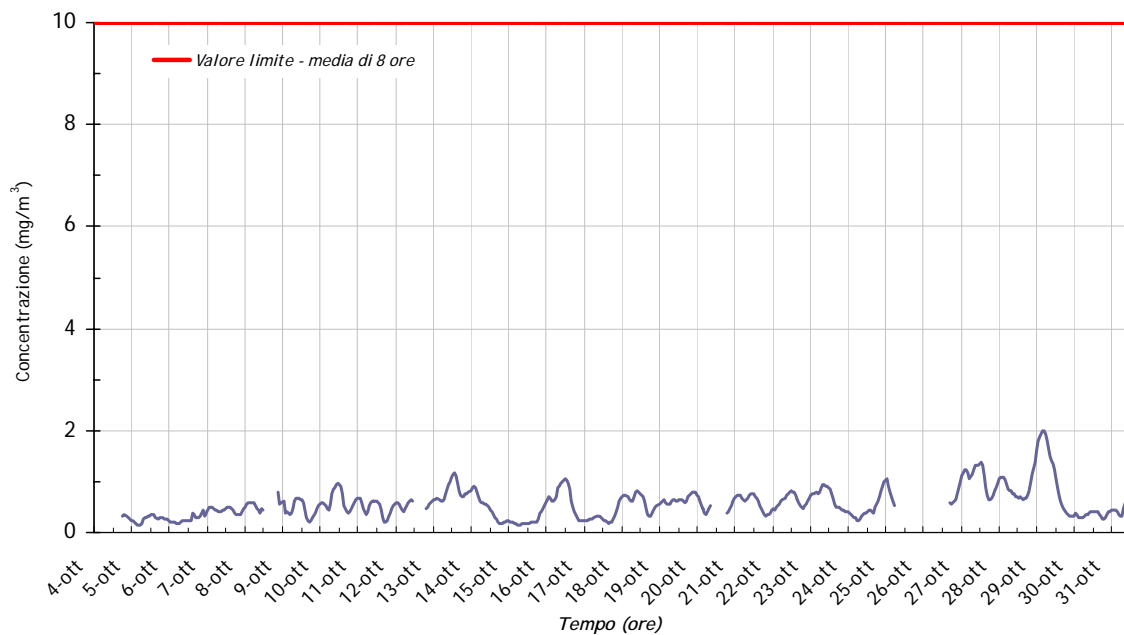
CO

Per quanto concerne le concentrazioni di **monossido di carbonio** misurate nel sito di interesse, i valori sono risultati abbondantemente inferiori ai limiti di legge sia per quanto riguarda la media oraria che per quella di 8 ore. Il valore medio sul periodo è stato di 0.6 mg/m^3 , il valore massimo orario è stato di 2.4 mg/m^3 sabato 28 di ottobre tra le 23.00 e le 24.00, mentre il valore massimo mediato sulle 8 ore è stato pari a 21.0 mg/m^3 domenica 29 di ottobre tra le 04.00 e le 05.00 del mattino.

Monossido di Carbonio - Concentrazioni orarie



Monossido di Carbonio - Concentrazioni medie di 8 ore

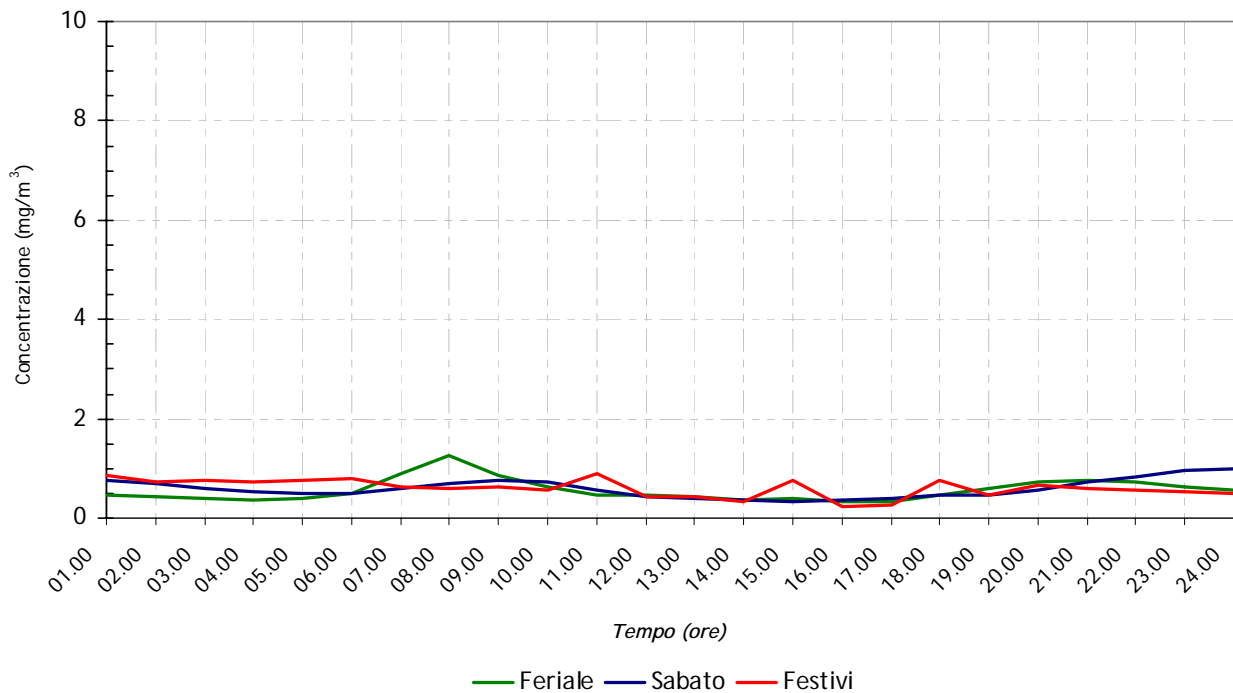


Dall'analisi dei dati è possibile dunque osservare come le concentrazioni di questo inquinante appaiano decisamente basse e comunque di molto inferiori a quelle solitamente riscontrate in aree

cittadine; ciò è giustificato dal fatto che via Natale Villa non è una strada di intenso passaggio e pertanto non è interessata da elevati volumi di traffico. Difficilmente poi possono crearsi situazioni di traffico congestionato che possano favorire la formazione di questo inquinante.

Nel grafico del giorno tipo si può osservare come le concentrazioni di questo inquinante siano sostanzialmente costanti durante l'intera giornata con un aumento delle concentrazioni nei giorni feriali tra le ore 7.00 e le ore 10.00 del mattino, un calo nelle ore centrali della giornata ed un accrescimento nelle ore serali. Questo trend rispecchia il flusso di traffico presente sugli assi viari intercomunali.

Monossido di Carbonio - Giorno Tipo

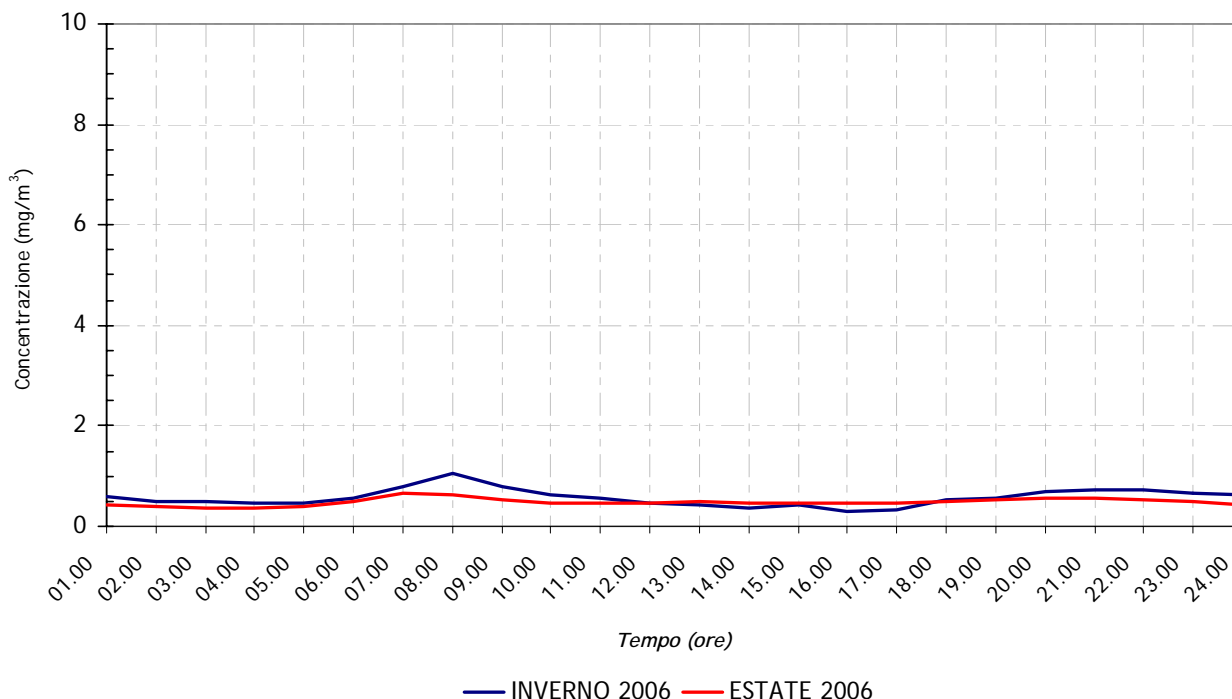


Anche il giorno feriale presenta andamenti analoghi al giorno tipo festivo con picchi posticipati e molto più attenuati.

Il giorno tipo festivo presenta invece tre picchi evidenti alle 11.00 alle 15.00 ed alle 18.00.

Il confronto del giorno tipo relativo alla campagna invernale con quello della campagna primaverile conferma le maggiori capacità dispersive del periodo primaverile.

CO - Giorno Tipo Confronto Estate Inverno 2006

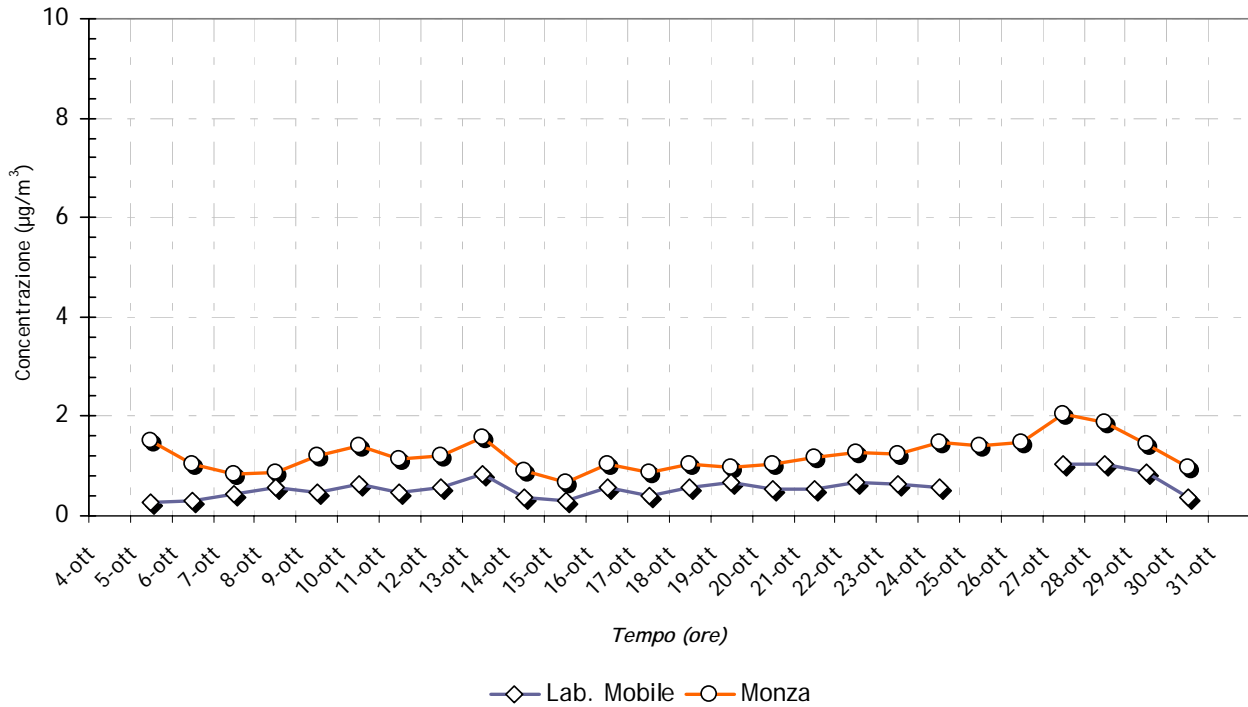


Non è stato possibile verificare per questo inquinante un'eventuale correlazione con la centralina di Inzago in quanto in tale stazione non è presente un analizzatore di CO.

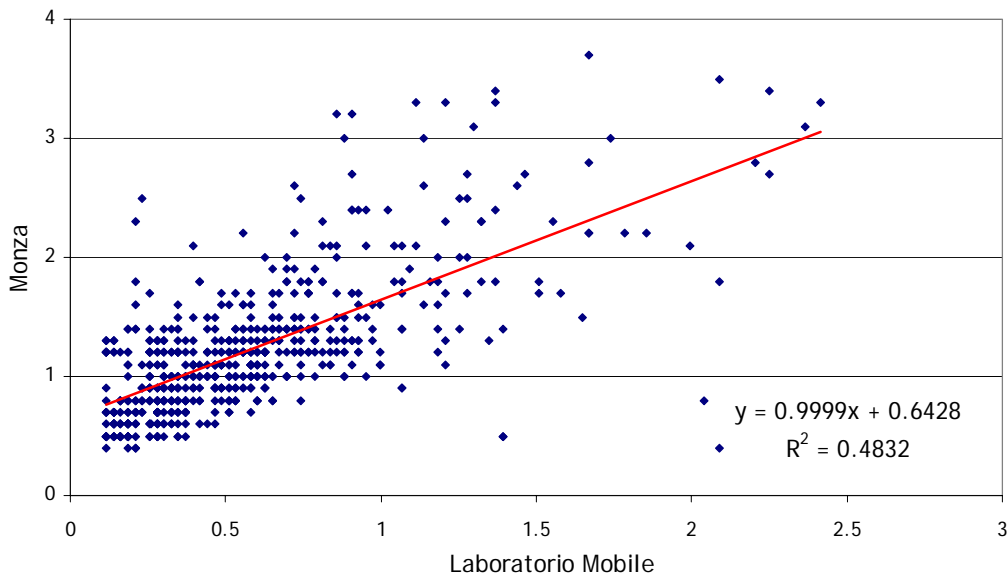
Per questo inquinante le concentrazioni misurate nel comune di Caponago presentano una buona correlazione con le concentrazioni misurate nella stazione di fondo urbano di Monza ($R=0.7$), con valori molto simili essendo la postazione di misura un sito di fondo urbano.

	LAB MOBILE	MONZA	VIMERCATE	VILLASANTA	MILANO Verzieri
LAB MOBILE	1.0				
MONZA	0.7	1.0			
VIMERCATE	0.6	0.7	1.0		
VILLASANTA	0.7	0.8	0.8	1.0	
MILANO Verzieri	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0

Monossido di Carbonio - Medie giornaliere

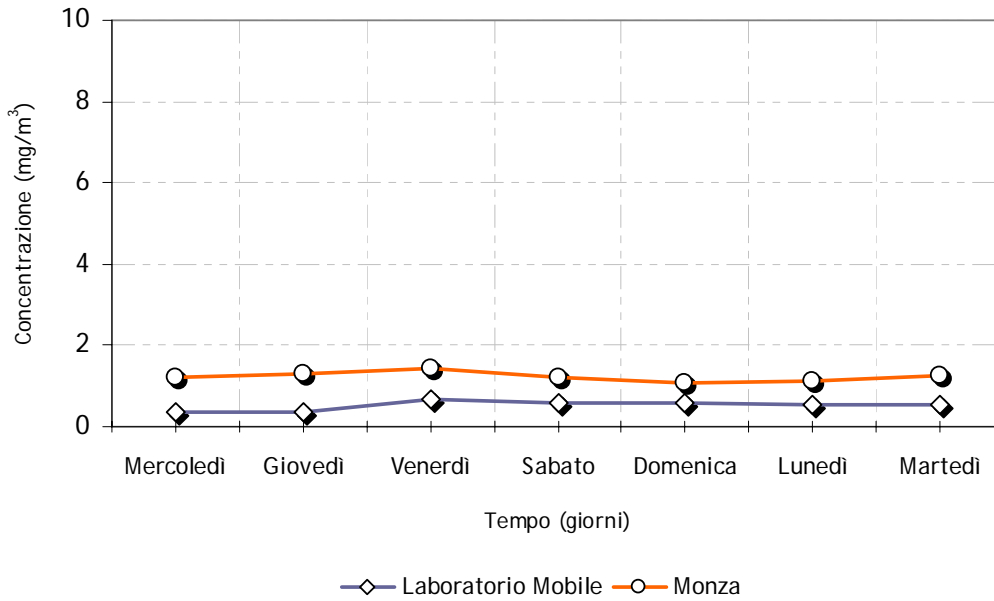


Dispersione dei dati per la misura di CO



Anche l'andamento settimanale del CO misurato con laboratorio mobile mostra una buona analogia con quello della postazione fissa di Monza. Tale analogia sembrerebbe quindi confermare la caratteristica di sito di fondo urbano per quanto riguarda la postazione di via Natale Villa.

Frequenza settimanale - CO

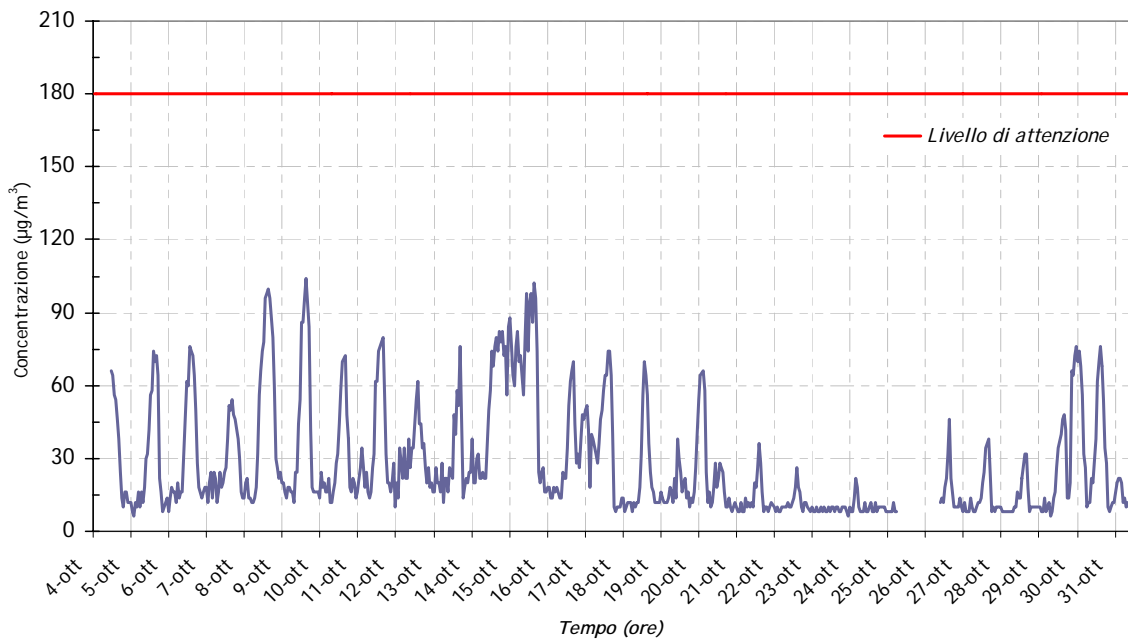


03

Il periodo in cui è stata condotta la campagna è quello invernale, nel quale i valori di radiazione solare non favoriscono la formazione di **ozono**.

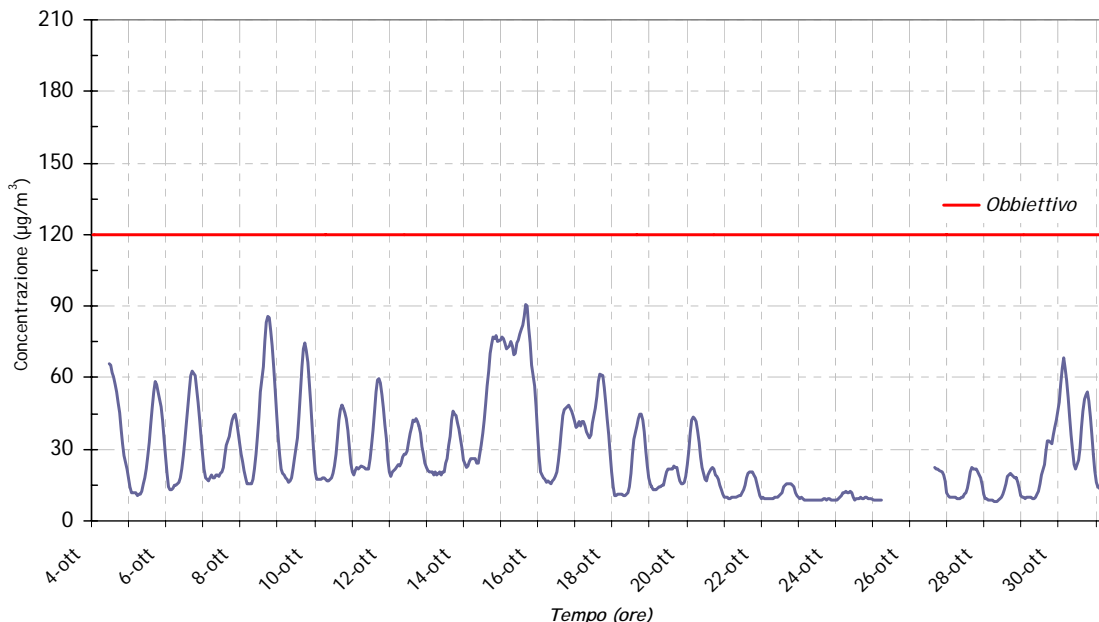
Durante il periodo di misura, non sono stati infatti osservati superamenti della soglia di attenzione, fissata per questo inquinante a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concentrazioni orarie - O₃



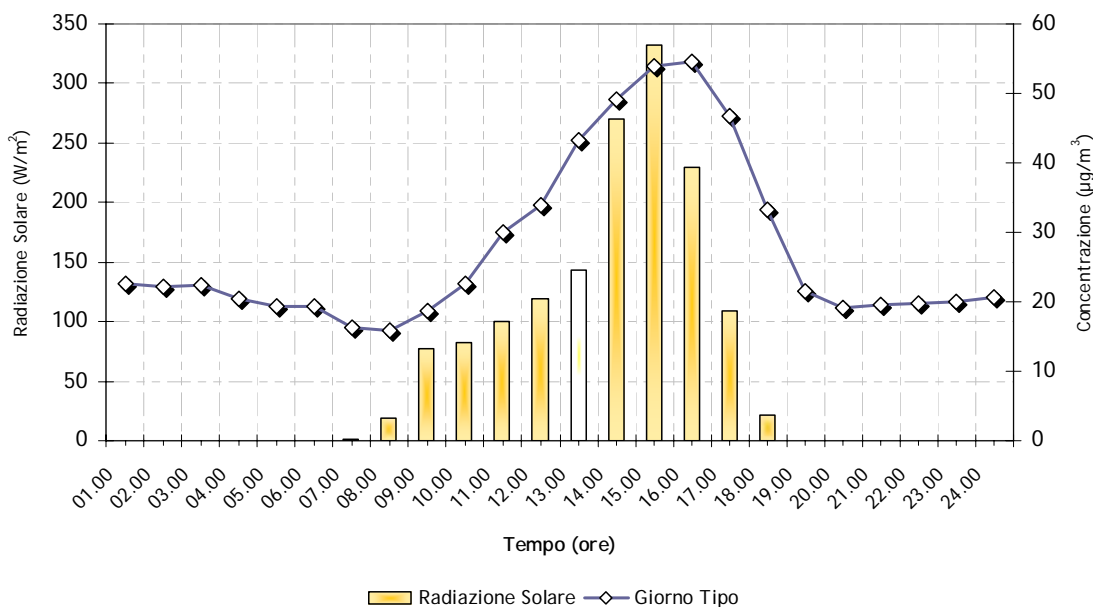
Il valore medio del periodo, il valore massimo orario ed il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente pari a **28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (57% in meno rispetto ai valori registrati durante la campagna primaverile), **104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** e **91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Concentrazioni orarie - O_3



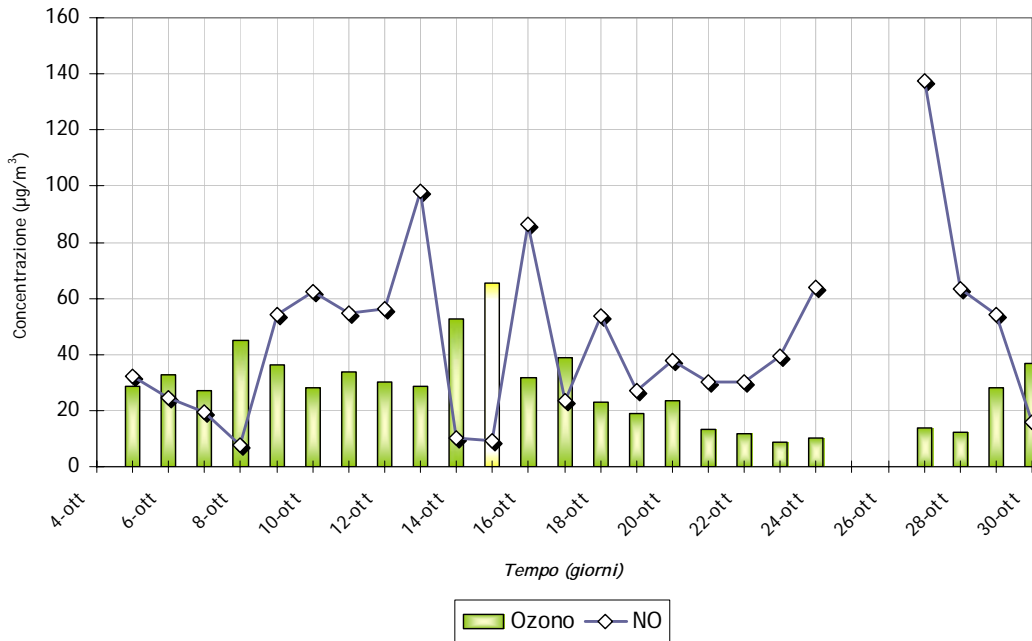
L'andamento di questo inquinante risulta differente da quello degli inquinanti primari, infatti l'ozono non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero dell'ozono è di tipo a campana con un massimo poco dopo il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

Giorno tipo - Confronto Radiazione Solare O_3



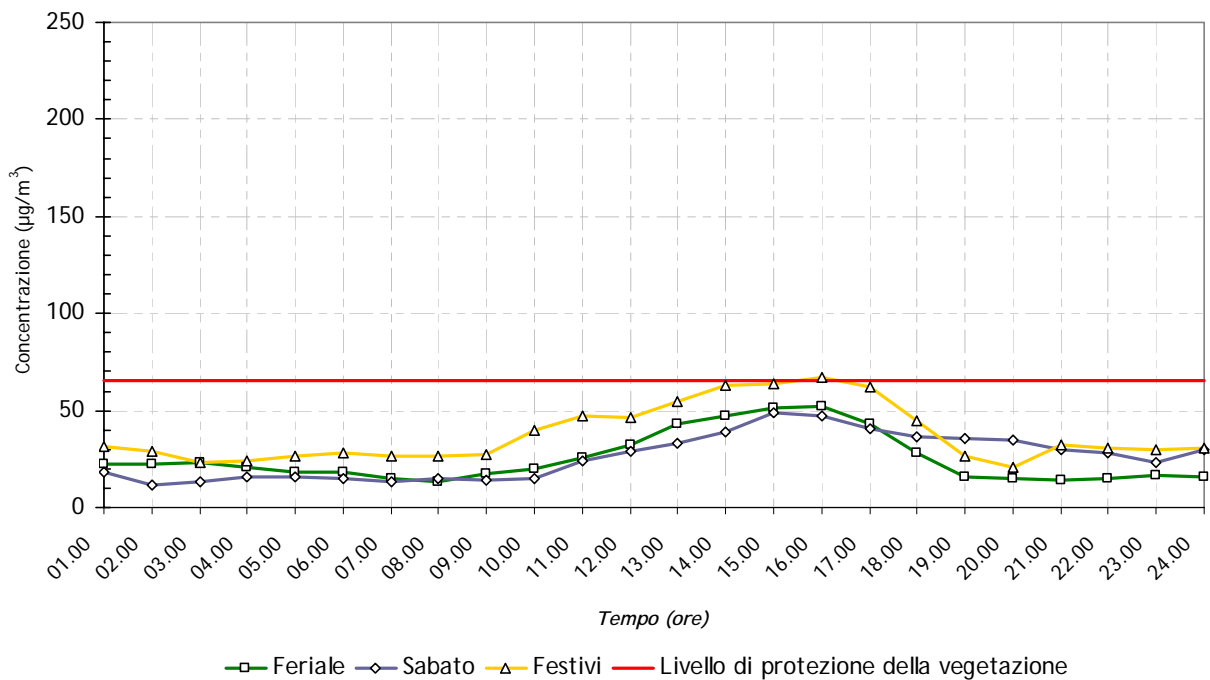
Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO. questo perché l' NO tende a reagire con l'O₃ portando alla formazione di NO₂.

Medie giornaliere - Confronto O₃ e NO



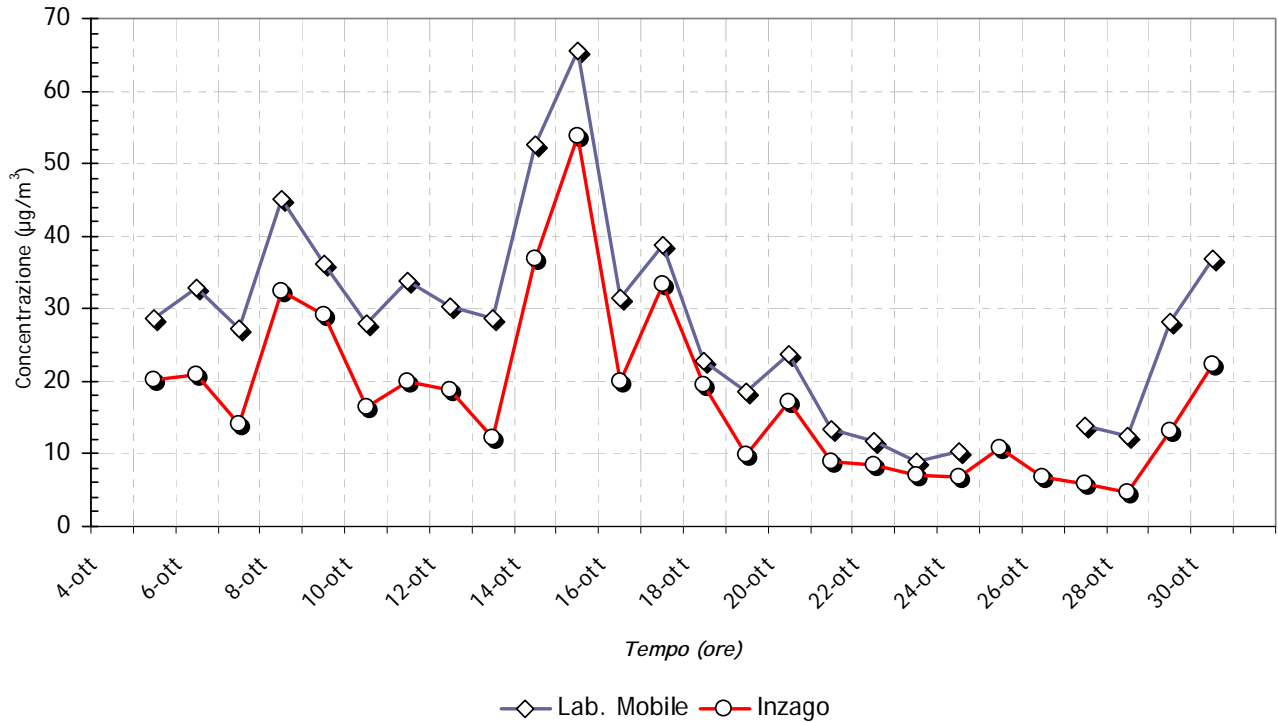
E' possibile osservare infatti nel grafico del giorno tipo come i valori diurni più elevati si sono verificati nei giorni pre-festivi e festivi, quando sono risultati minori le emissioni di NO (grazie alla riduzione del traffico).

Giorno Tipo - O₃



Per quanto riguarda poi le postazioni fisse di misura, le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalla stazione di inzagò ($R=0.9$); si nota inoltre come i valori più alti sono stati misurati domenica 15 ottobre in cui sia la radiazione solare ha fatto riscontrare il valore più elevato del periodo di misura e la velocità del vento ha avuto valori non trascurabili (V Vento = 1.0 m/s).

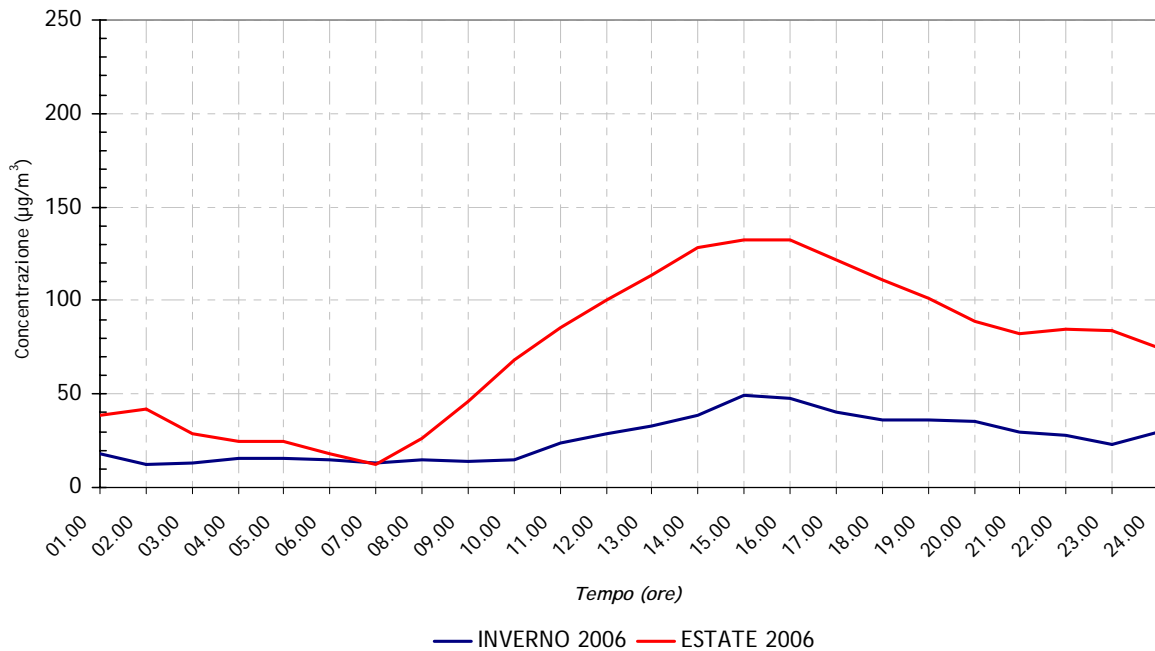
Medie giornaliere - O_3



Qualitativamente differente è risultato, come è logico aspettarsi, l'andamento giornaliero dei valori medi di concentrazione dell'ozono nel periodo primaverile; la variabilità intragiornaliera dell'ozono è risultata molto marcata nella campagna estiva e molto meno rilevabile in quella invernale.

Tale caratteristica, come già detto deriva dalla sua natura di inquinante secondario fotochimico che lo porta ad accumularsi nei periodi di massima insolazione e a raggiungere concentrazioni pressoché trascurabili nei mesi invernali.

Confronto giorno tipo sabato estate inverno - O_3



PM10

Nonostante il breve periodo di misura (ma rappresentativo di una situazione estiva e di una invernale), si evidenzia una situazione critica per questo tipo di inquinante, che ha fatto registrare in entrambe le campagne **significativi superamenti del livello di attenzione**, fissato per questo inquinante a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il PM10 ha presentato concentrazioni che si differenziano tra i diversi periodi stagionali facendo registrare nella stagione calda un massimo valore giornaliero di $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 08/05/2006 e, nella stagione fredda $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il 13/10/2006.

I valori di deposizioni hanno evidenziato dunque una ricaduta di polveri in entrambe le campagne evidenziando maggiori criticità nel periodo invernale.

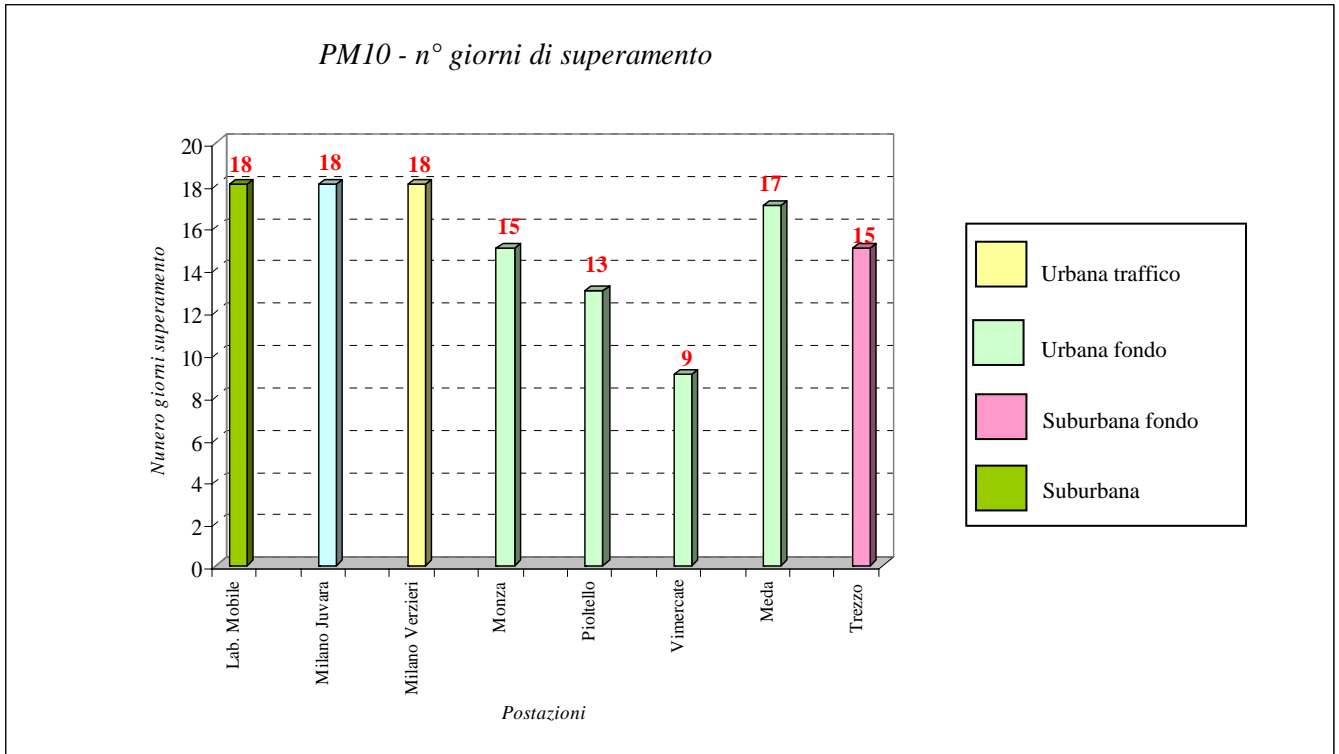
Tali criticità sono legate principalmente alla situazione meteorologica dei periodi di misura e in periodo invernale sono incrementate dall'aumento delle fonti emissive come il riscaldamento.

Concentrazioni e comportamento ubiquitario del PM10

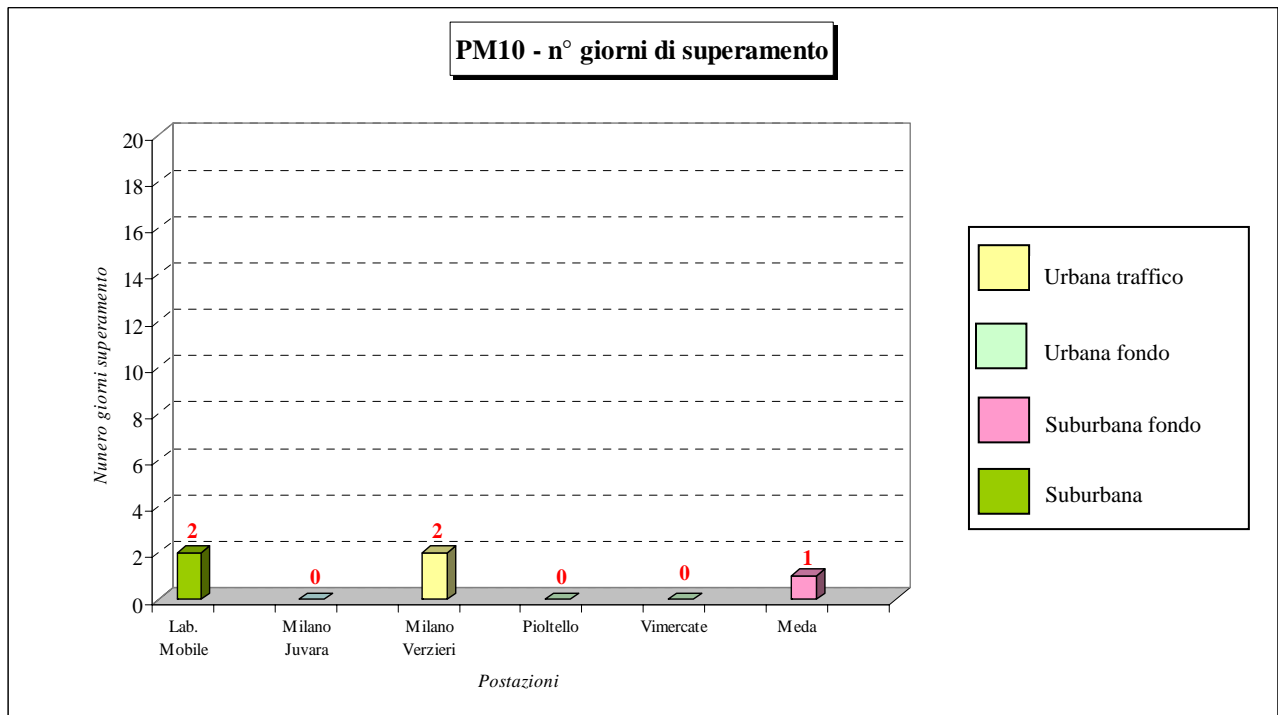
La particolare situazione sinottica del periodo invernale di misura che ha visto un prevalere di sistemi anticlonici e assenza di precipitazioni significative, è risultata idonea al verificarsi di valori medi di polverosità alquanto elevati. Episodi acuti di concentrazioni di polveri si sono registrati su quasi tutta la Pianura Padana con valori che hanno raggiunto e superato i $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il mese di Ottobre 2006 ha fatto registrare su tutta la provincia di Milano valori molto elevati di concentrazione di polveri fini.

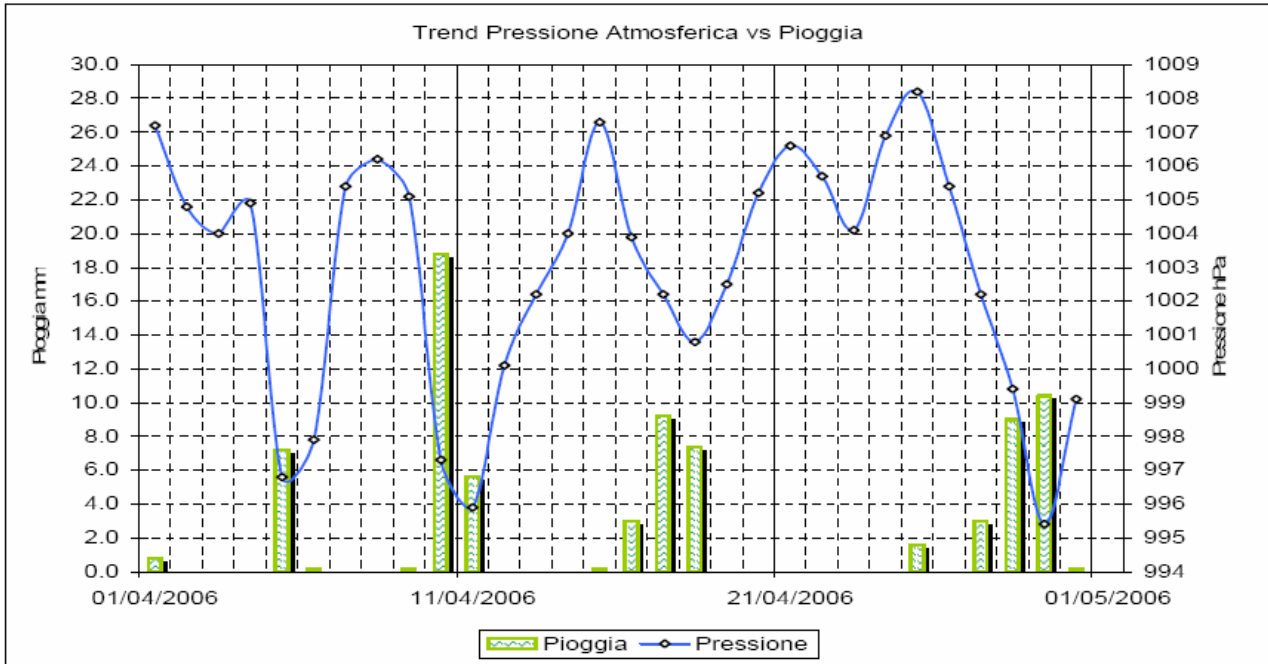
Si conferma, così, il carattere ubiquitario di tale inquinante che risulta essere da questo punto di vista molto simile all'ozono troposferico.



Nonostante il mese di **Aprile/Maggio 2006** sia stato caratterizzato da condizioni leggermente migliori per la dispersione degli inquinanti con condizioni meteorologiche improntate alla variabilità e attività anemologica relativamente vivace che ha fatto registrare frequenti episodi di foehn, anche durante la campagna estiva sono stati registrati dei superamenti dei livelli di attenzione in tutta la provincia di Milano. Il numero maggiore di superamenti è comunque stato registrato nel sito di via Natale Villa con ben **18 superamenti**.



A livello meteorologico i superamenti registrati in periodo estivo dal laboratorio mobile e dalle centraline fisse anche se in misura minore, coincidono con fenomeni di alta pressione che hanno interessato la nostra regione dal 14 al 26 aprile e che hanno favorito l'accumulo di tale inquinante.



Conclusioni

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

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

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

Lo studio ha evidenziato delle **criticità ambientali per quanto riguarda le sole concentrazioni di PM10 per cui si sono verificati frequenti episodi di superamento dei limiti** (18 superamenti su 30 giorni di misura).

Tali criticità hanno in ogni caso riguardato tutto il bacino padano che a causa dell'orografia del suo territorio (chiuso nelle tre direzioni Nord, Ovest, Sud dai rilievi alpini ed appenninici) risente maggiormente di fenomeni di stagnazione anche in condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione. In particolare la zona di Milano, caratterizzata da un clima continentale, subisce questo blocco atmosferico soprattutto in inverno.

La mancanza di dati sui flussi di traffico lungo viale Lombardia aggiunta alla mancanza di dati relativi ad inquinanti (IPA, notro-IPA, BTeX, aldeidi) considerati dalla letteratura come traccianti delle molteplici sorgenti antropiche (industria, riscaldamento ecc.), non hanno consentito di evidenziare in maniera corretta, soprattutto durante la campagna invernale, l'impatto attribuibile al solo traffico veicolare sulle concentrazioni.

La situazione meteorologica ha comunque influenzato la qualità dell'aria nel Comune di Caponago favorendo soprattutto in periodo invernale fenomeni di stagnazione.

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

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Dec. 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Caponago Via Don N. Villa	PUB	URBANA	FONDO	158	05 – 31.10 2006
Milano Juvara	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
Monza	PUB	URBANA	FONDO	160	Centralina Fissa
Agrate Brianza	PUB	URBANA	FONDO	162	Centralina Fissa
Vimercate	PUB	URBANA	FONDO	206	Centralina fissa
Villasanta	PUB	URBANA	TRAFFICO	182	Centralina fissa
Inzago	PRIV	SUBURBANA	INDUSTRIALE	138	Centralina fissa
Milano Verzieri	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina fissa
Pioltello	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina fissa
Meda	PUB	URBANA	FONDO	243	Centralina fissa

rete: PUB = pubblica, PRIV = privata

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

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

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

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

Biossido di azoto

	% Trend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Caponago Via Don N. Villa	93.4	51	27	168	0
<i>Milano Juvara</i>	99.4	80	35	265	3 10 – 11.10 2006 13.10.2006
<i>Monza</i>	100	54	26	141	0
<i>Agrate Brianza</i>	100	48	25	140	0
<i>Vimercate</i>	100	54	23	127	0
<i>Villasanta</i>	100	52	23	139	0
<i>Inzago</i>	100	56	22	127	0
<i>Milano Verzieri</i>	96.4	54	18	119	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
Caponago Via Don N. Villa	94.7	0.6	0.4	2.4	0	2.0	0
Monza	100	1.2	0.6	3.7	0	3.1	0
Vimercate	100	1.5	0.6	4.6	0	2.7	0
Villasanta	100	0.8	0.4	3.3	0	1.8	0
Milano Verzieri	96.4	1.6	0.6	4.4	0	3.1	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
Caponago Via Don N. Villa	95.8	28	23	104	0	91	0
<i>Milano Juvara</i>	98.5	13	10	101	0	58	0
<i>Monza</i>	100	12	17	86	0	76	0
<i>Agrate Brianza</i>	100	13	18	87	0	74	0
<i>Vimercate</i>	100	20	15	77	0	67	0
<i>Inzago</i>	100	18	22	104	0	90	0
<i>Milano Verzieri</i>	96.4	19	14	80	0	72	0

PM10

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Caponago Via Don N. Villa	100	67	25	138	18 07.10.2006 10 – 14.10.2006 16.10.2006 18 – 19.10.2006 22 – 30.10.2006
Milano Juvara	84.6	70	25	140	18 07 - 14.10.2006 16.10.2006 18 – 19.10.2006 24 – 30.10.2006
Milano Verzieri	100	62	129	21	18 07.10.2006 09 – 14.10.2006 16.10.2006 18 – 19.10.2006 22 – 29.10.2006
Monza	100	62	119	21	15 07.10.2006 09 – 14.10.2006 16.10.2006 18 – 19.10.2006 22.10.2006 24.10.2006 26 - 28.10.2006
Pioltello	100	50	96	17	13 10 – 14.10.2006 16.10.2006 18 – 19.10.2006 24 - 28.10.2006
Vimercate	100	41	72	14	9 12 – 13.10.2006 16.10.2006 18 – 19.10.2006 24.10.2006 26 - 28.10.2006
Meda	100	59	87	16	17 09 – 16.10.2006 18 – 19.10.2006 21.10.2006 24 – 30.10.2006