



Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
Comune di Cusano Milanino
Via Buffoli angolo Via Tuberose

15/02/2006 – 13/03/2006



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Cusano Milanino

Via Buffoli angolo via Tuberose

MONZA, 14/04/2006

Rif. 100/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 Cusano Milanino

Via Buffoli angolo via Tuberose

PREMESSA	3
INTRODUZIONE	4
NORMATIVA	5
SITO DI MISURA	7
PRINCIPALI SORGENTI EMISSIVE	10
FATTORI METEOROLOGICI	12
PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI	17
ANDAMENTO INQUINANTI NEL PERIODO DI MISURA	19
CONCLUSIONI	34
BIOSSIDO DI AZOTO	36
MONOSSIDO DI CARBONIO	37
OZONO	38
PM10	39
APPENDICE I	40

Premessa

Cusano Milanino è un centro abitato della provincia di Milano che conta circa **20172** abitanti distribuiti su una superficie di circa **3.1 Km²**, con una densità abitativa di **6507 ab/K m²**, e dista circa 10 Km dal capoluogo in direzione Nord Est.

Cusano Milanino confina a sud con Cormano e Bresso, a est con Cinisello Balsamo a nord con Padermo Dugnano e ad ovest con Cormano.

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta in periodo invernale con Laboratorio mobile tra il *15 febbraio* ed il *13 marzo 2006*, nel comune di Cusano Milanino lungo via Buffoli angolo via Tuberose.

Scopo della campagna di rilevamento è la caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio comunale di Cusano Milanino, 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 Buffoli, 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 (O_3);
- Particolato fine (PM10).

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

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

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

- il monossido di carbonio viene prelevato a 1.6 m dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di NO_x e O_3 è posta a tra 1.5 e 4 m di quota;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 m dal suolo.

Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

Per quanto riguarda i limiti a lungo termine, viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 24/5/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 16/5/96 – D.M. 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche; per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di attenzione e allarme (D.M. 16/5/69 – D.M. 2/4/02 - D.L. 21/5/04).

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

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

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

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

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

Monossido di Carbonio	Valore Limite (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

Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Soglia di attenzione	10	8 h	D.G.R. 28/10/02
	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

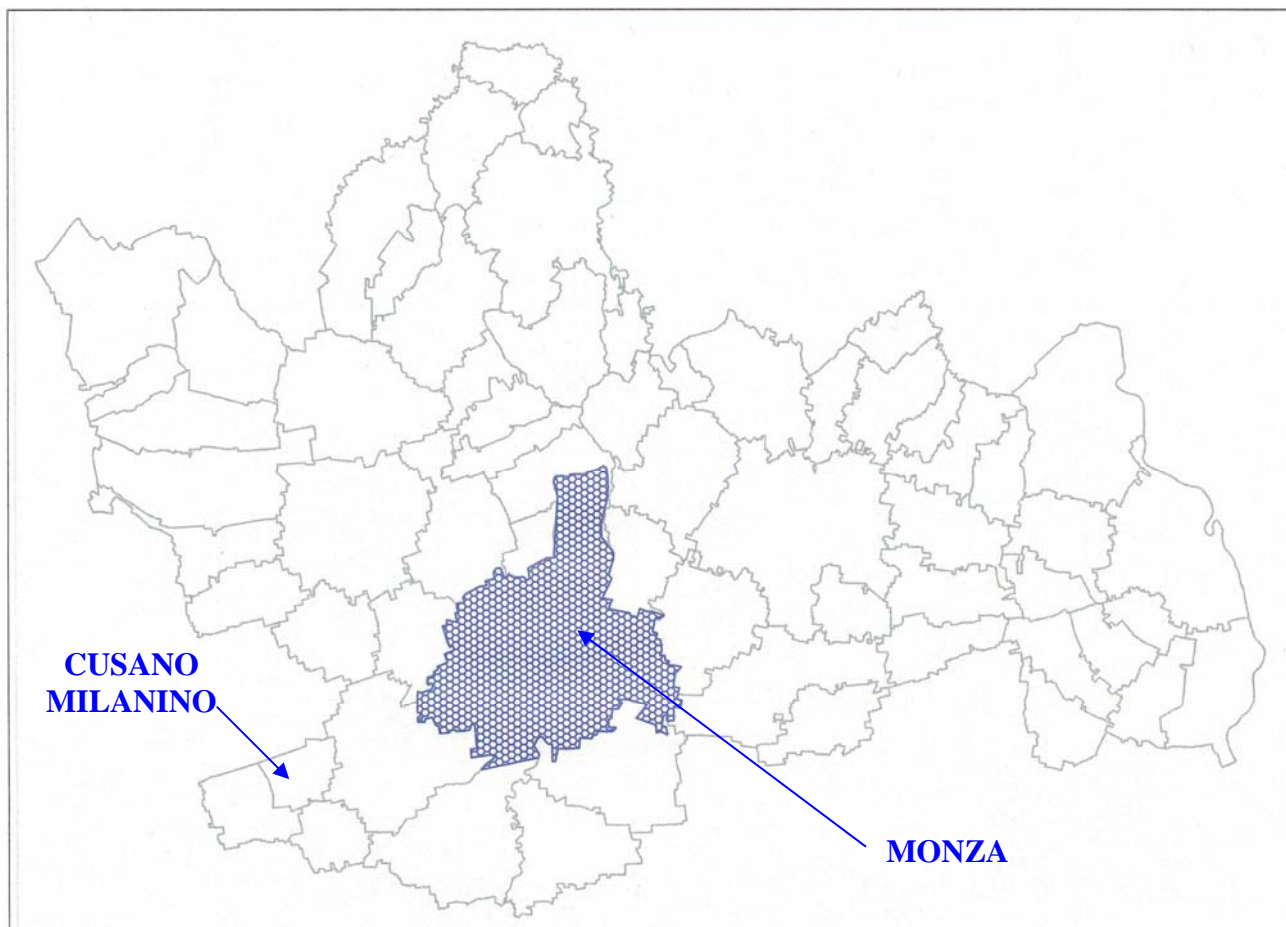
Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.M. 2/4/02

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)

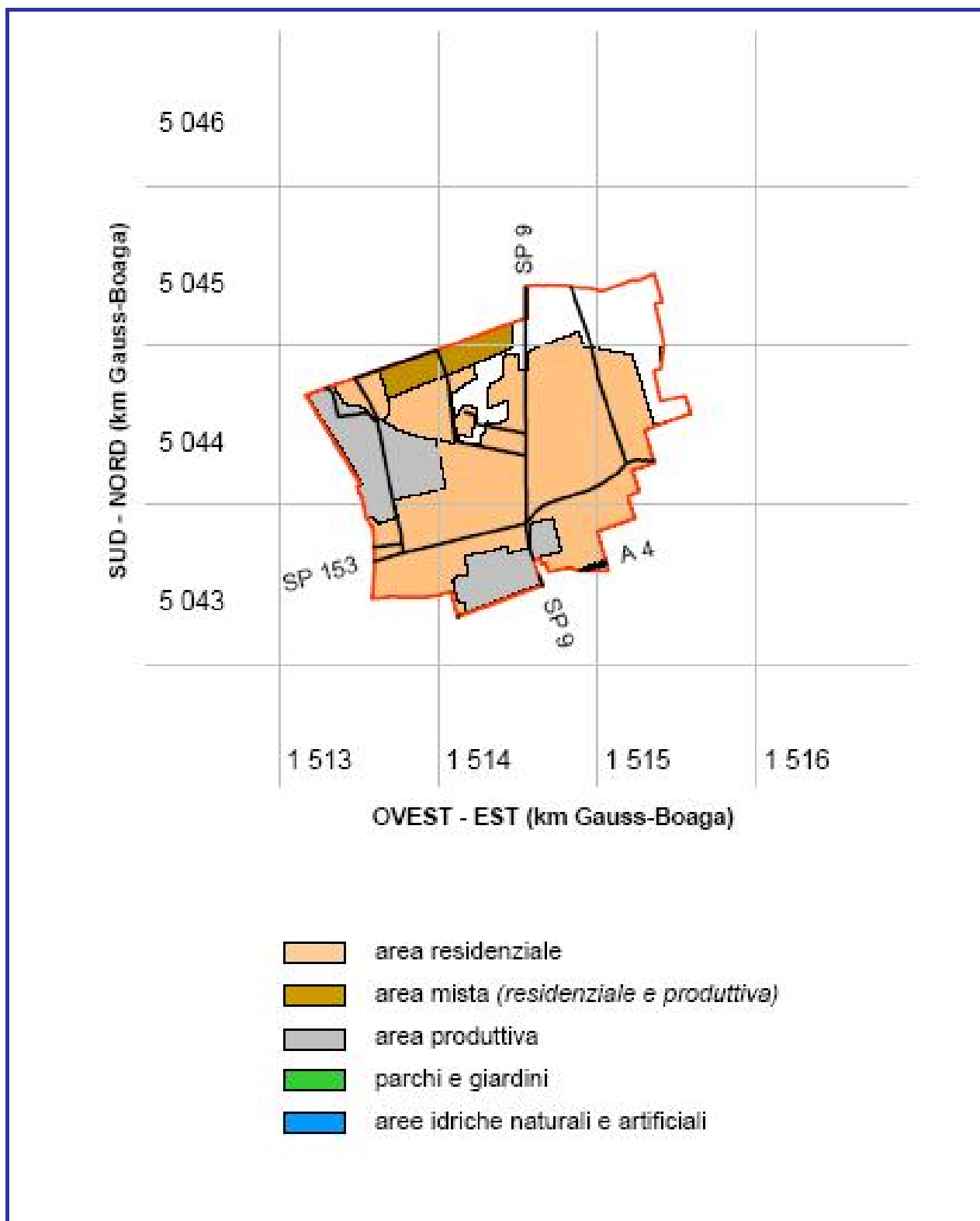
* Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono

Sito di Misura



Periodo di misura	15 febbraio –13 marzo 2006
Sito di misura:	Via Buffoli angolo via Tuberose
Assi stradali provinciali:	S.P. 9 Valassina S.P. 153 Rho – Cusano Milanino
Assi stradali comunali	Via Sormani V.le Cooperazione V.le Unione
Autostrade e tangenziali:	A4 Torino – Milano – Venezia

MAPPA DEL TERRITORIO CITTADINO



Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Cusano Milanino 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 Cusano Milanino.

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 75% del totale. La quantità di emissioni stimata è di circa 516 t/anno; la combustione nell'industria, anche se non in modo preponderante, contribuisce con il 17.7 % (121.74 t/anno) all'emissione in atmosfera per questo inquinante.

Per quanto riguarda le emissioni in ambiente urbano degli **ossidi di azoto** sono in gran parte dovute alla combustione industriale ed al trasporto su strada, anche se in misura più limitata rispetto a quelle di monossido di carbonio. Esse sono generate non soltanto dalle autovetture, ma anche dai mezzi pesanti. In termini assoluti le quantità emesse sul territorio di Cusano Milanino risultano rispettivamente pari a 107.4 t/anno (63.7 %) e a 58.3 t/anno (30.4 %) del totale.

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM10)**, il 71.2 % delle emissioni all'interno del comune di Cusano Milanino è da ricondurre al trasporto su strada: è stata stimata una cifra pari a 7.3 t/anno.

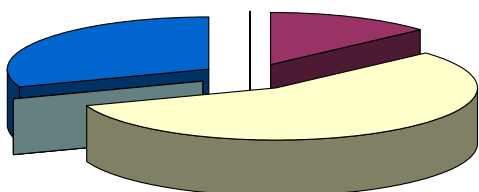
Le attività che fanno uso di solventi rappresentano la sorgente più significativa di **composti organici volatili (COV)**: la quantità stimata risulta pari a 209.2 t/anno che corrisponde al 31,7% del totale; anche la combustione nell'industria e il trasporto su strada rispettivamente con 300.9 t/anno (45.6%) e con 81.7 t/anno (12.4.8%) danno un contributo non trascurabile.

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

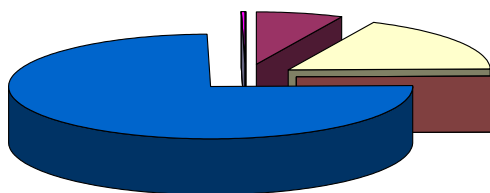
Data infatti l'alta densità abitativa e il passaggio di assi viari intercomunali trafficati, i carichi emissivi di PM10, NOx e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale.

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 Cusano Milanino. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Milano.

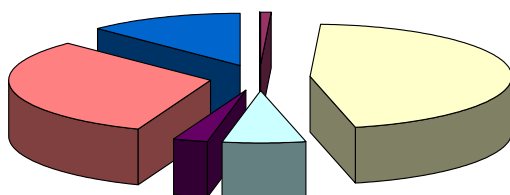
Ossidi di Azoto (NO_x)



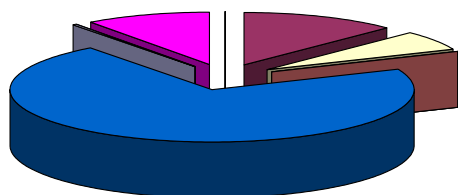
Monossido di Carbonio (CO)



Composti Organici Volatili (COV)



PM10



- Produzione energia e trasform. Combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Comune di Monza

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM ₁₀ t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Combustione non industriale	6.1	25.8	5.2	47.1	1.3
Combustione nell'industria	0.6	107.4	300.9	121.7	0.6
Processi produttivi	0.0	0.0	44.5	0.0	0.0
Estrazione e distribuzione combustibili	0.0	0.0	18.8	0.0	0.0
Uso di solventi	0.0	0.0	209.2	0.0	0.0
Trasporto su strada	2.4	58.3	81.7	516.2	7.3
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Agricoltura	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Altre sorgenti e assorbimenti	0.0	0.0	0.0	1.8	1.0

Provincia di Milano

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM ₁₀ t/anno
Combustioni per produzione energia e trasformazione dei combustibili	3363	5317	210	1776	-
Combustione non industriale	2221	6484	1716	17195	508
Combustione nell'industria	1633	7681	1240	5273	294
Processi produttivi	-	60	8228	257	44
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili / Geotermia	-	-	4463	-	-
Uso di solventi	0.3	0.1	65555	1	178
Trasporto su strada	1101	26272	18955	124900	3009
Altre sorgenti mobili e macchinari	200	1572	527	1209	140
Trattamento e smaltimento rifiuti	39	823	13	59	1
Agricoltura	-	210	168	3312	192
Altre sorgenti e assorbimenti	1	6	635	517	206

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).

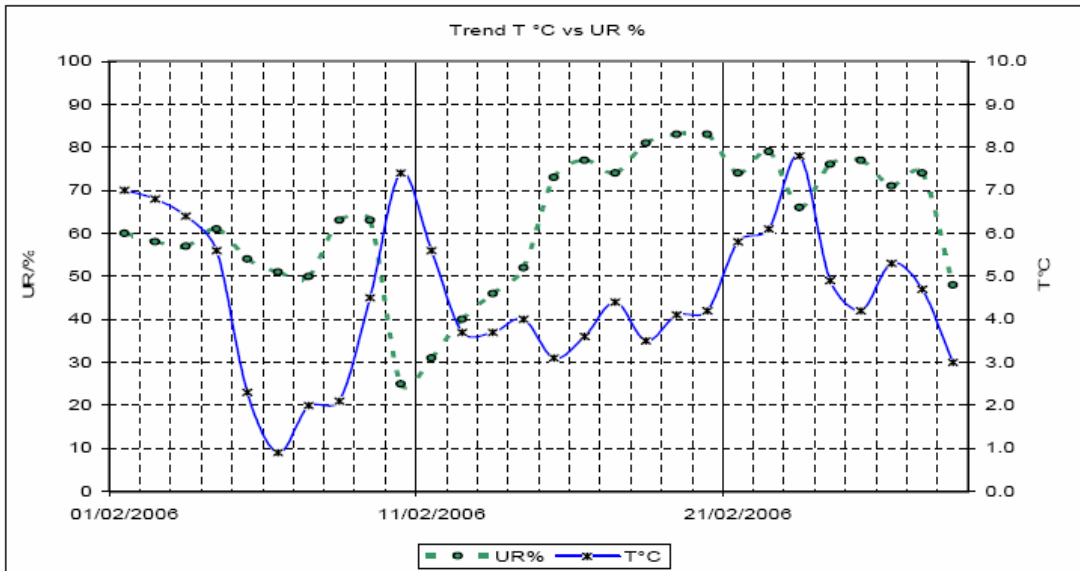
Tale altezza agisce come parete mobile di un contenitore: in corrispondenza di basse altezze del mixing layer, polveri ed altri inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la loro dispersione e ciò favorisce di conseguenza un aumento della loro concentrazione.

Situazione meteorologica nel periodo di misura

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

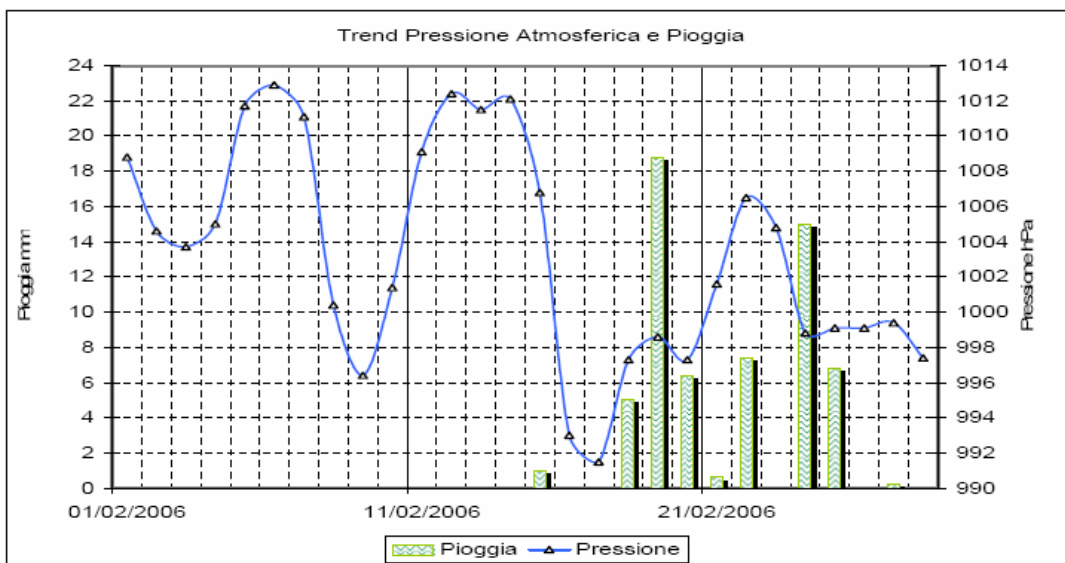
Nel mese di **Febbraio del 2006** la *media mensile della temperatura* è stata di 4.5 °C, e quindi inferiore di 1.1 °C ai 5.6 °C della media degli ultimi 50 anni, mentre *la precipitazione*, 61 mm caduti tutti nella seconda metà del mese, è stata di poco superiore alla media di 58 mm degli ultimi 50 anni.

Esaminando gli eventi in dettaglio, la seconda metà del mese è stata caratterizzata da condizioni di spiccata variabilità, con flussi di correnti umide e miti in quota e con nebbie che hanno dato luogo, nei giorni 15 e 16, a deboli pioviggini, mentre delle perturbazioni atlantiche, la prima delle quali il giorno 18, hanno portato locali temporali con raffiche di vento, con piogge più o meno abbondanti fin quasi alla fine del mese.

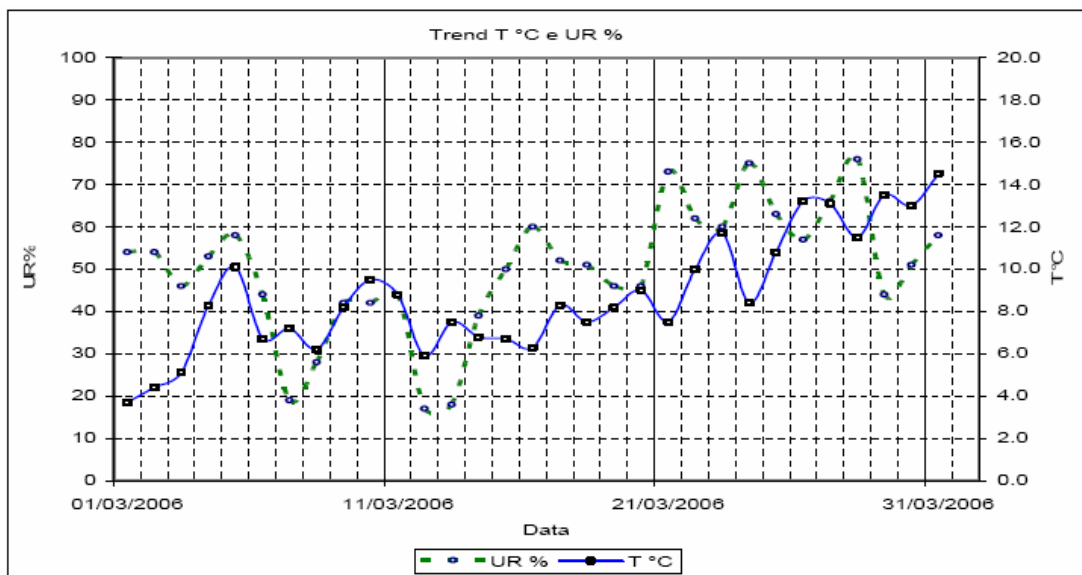


Nel complesso il mese è stato caratterizzato da 17 giornate con cielo da poco nuvoloso a sereno, mentre vi sono state nella seconda decade del mese 7 giornate con precipitazioni di almeno 1 mm.

La *radiazione solare*, a causa delle numerose giornate nuvolose o coperte che hanno caratterizzato la seconda metà del mese, ha fatto registrare un valore di 79 W/m², inferiore alla media ventennale di 85 W/m².



La prima decade del mese di **Marzo** è stata caratterizzata da una situazione meteorologica decisamente invernale, con temperature minime prossime allo zero in città ed intorno a - 2.0 °C in aperta campagna, e precipitazioni anche a carattere di rovescio.

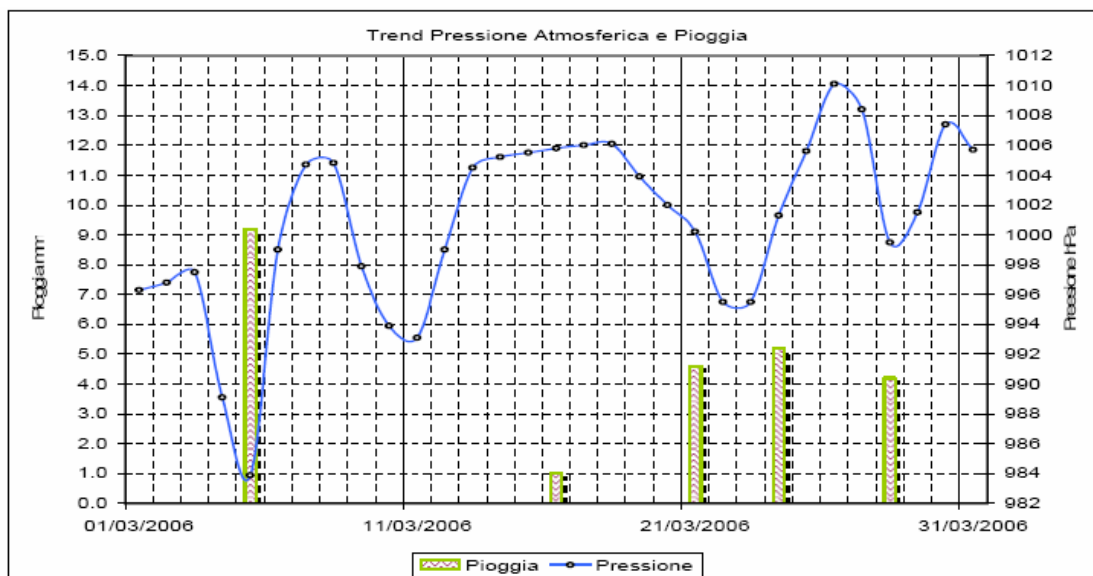


Nel complesso la media della temperatura, 8.8 °C, è stata di 1.0 °C inferiore al valore di 9.8 °C della media degli ultimi 40 anni, mentre la precipitazione, 24 mm, è stata molto scarsa rispetto ai 70 mm della media storica.

Nella prima decade le precipitazioni sono state provocate da un impulso di aria polare marittima umida che nella notte tra il 4 ed il 5 di Marzo ha portato a delle moderate precipitazioni.

I fenomeni di tempo perturbato e le fasi di bel tempo sono stati la conseguenza di un andamento barico molto oscillante, con alternanza di saccature e di promontori che hanno favorito alternativamente la dispersione o l'accumulo degli inquinanti aerodispersi.

Nel complesso il valore medio della pressione è risultato inferiore di quasi 4 hPa rispetto al valore medio dell'ultimo decennio.



Per quanto riguarda il vento, si sono avuti dei rinforzi durante gli afflussi di aria fredda da nord del giorno 5, 6 ed in particolare del giorno 7, dove è stata registrata una media giornaliera di 3.3 m/s ed una media oraria massima di 6.1 m/s, ma l'episodio più intenso si è avuto durante l'episodio di foehn del giorno 12 che ha fatto registrare una media giornaliera di 3.9 m/s ed una massima oraria di 7.5 m/s.

Per un maggiore approfondimento si riportano in appendice I le previsioni meteorologiche settimanali estratte dal servizio meteo di ARPA Lombardia.

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 e W-SW del territorio della provincia di Milano (fig. 2) ed è pertanto presumibile ipotizzare che vi siano delle correlazioni tra la qualità dell'aria nel sito di misura con quella rilevata dalle centraline fisse dei comuni di tali zone.

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

L'episodio anemologico più intenso si è avuto domenica 12 marzo che ha fatto registrare una media giornaliera di 5.4 m/s a causa di un fenomeno di foehn che ha interessato la regione; un altro evento di rilievo si è avuto martedì 7 marzo dove è stata registrata una media giornaliera di 3.0 m/s ed una massima oraria di 5.8 m/s.

Per quanto riguarda le precipitazioni i fenomeni di maggiore intensità sono stati registrati domenica 19 febbraio con quasi 20 mm di pioggia caduti durante la giornata, venerdì 24 febbraio e domenica 5 di marzo con quasi 15 mm di pioggia.

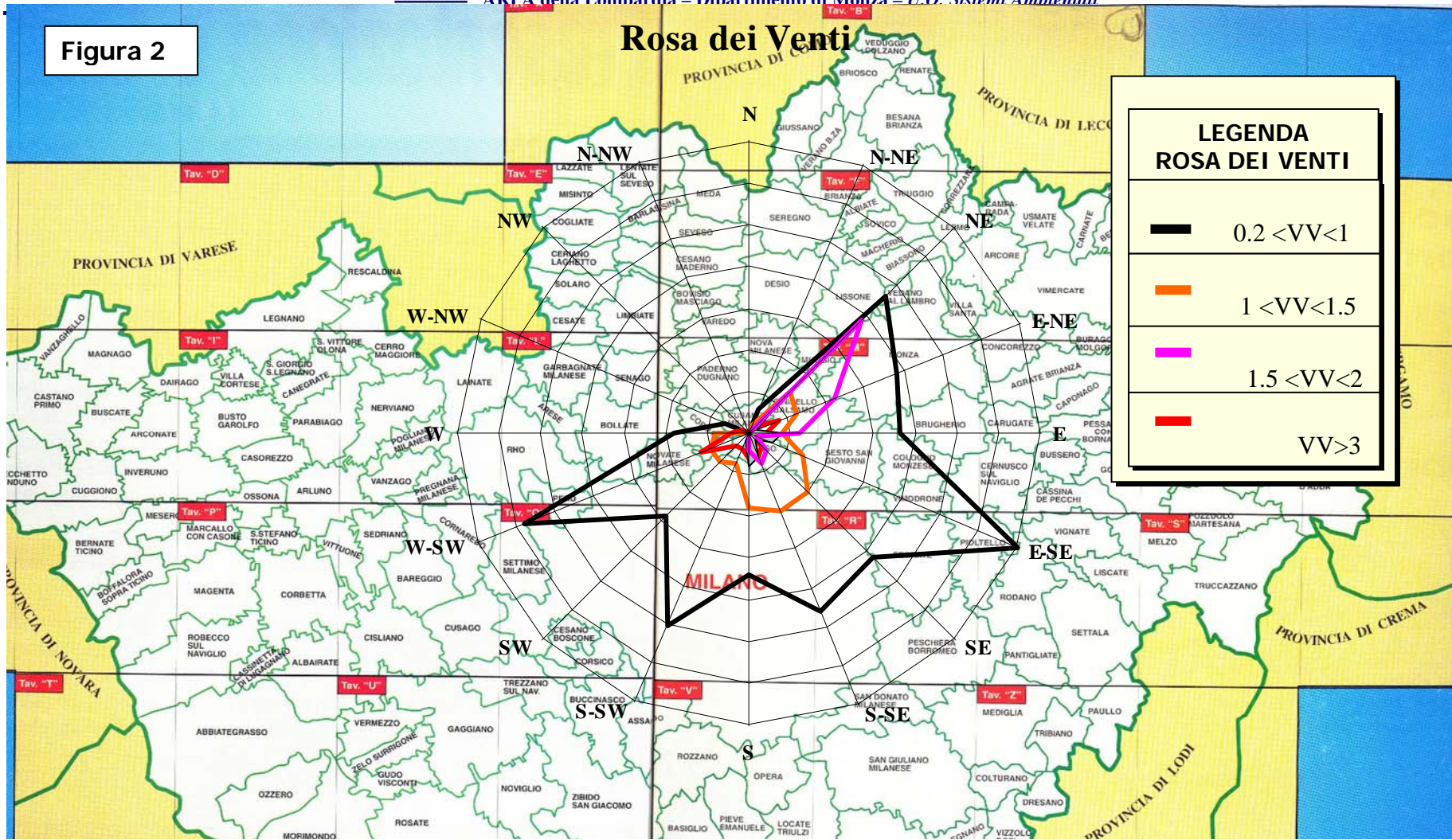
L'andamento barico ha fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 991 hPa, un valore massimo di circa 1000 hPa il giorno venerdì 24 febbraio ed un minimo di 978 hPa domenica 5 marzo.

La temperatura media del periodo è stata di 4.9 °C con un massimo di 9 °C domenica 5 marzo.

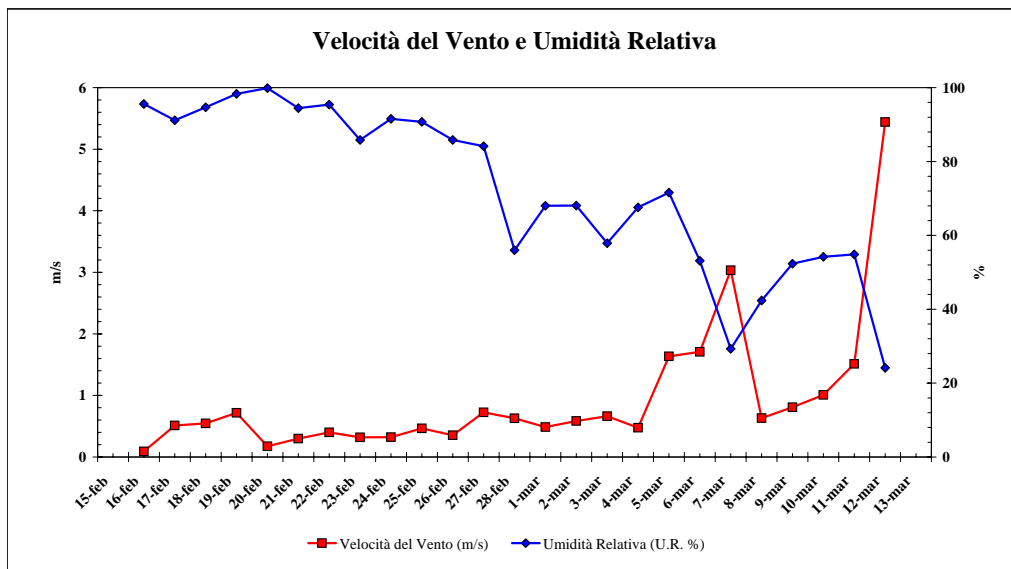
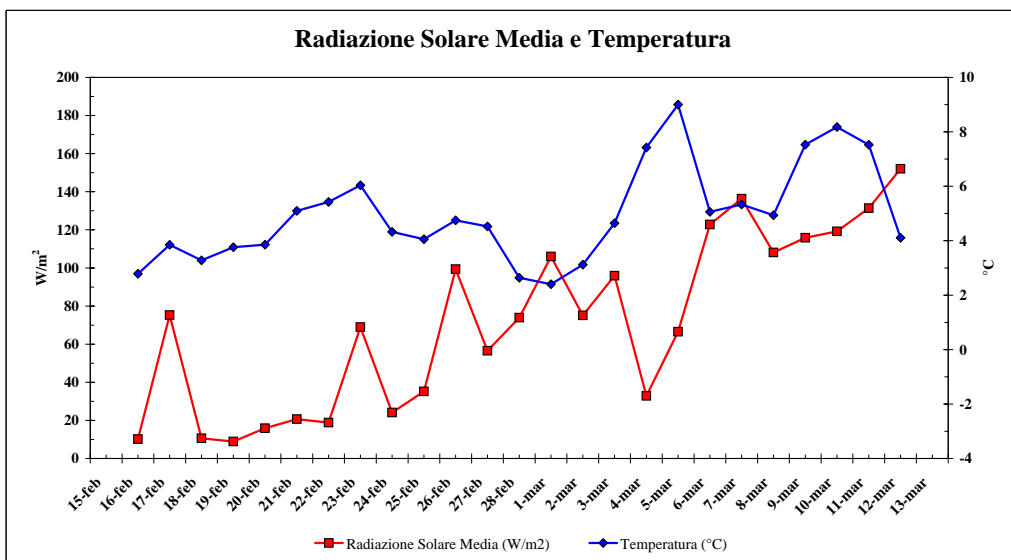
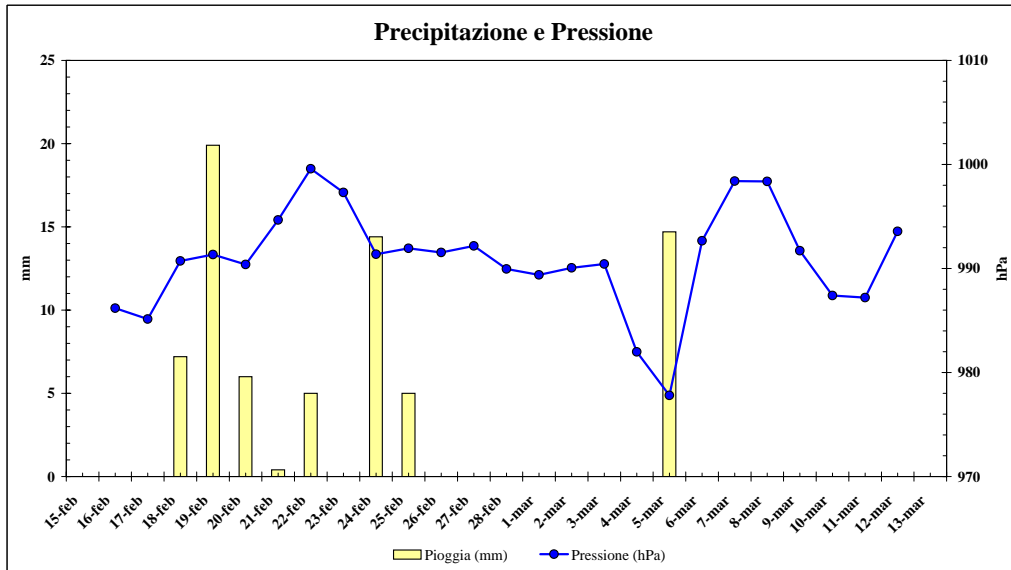
Si riportano di seguito i grafici dei principali parametri meteoroclimatici registrati dal laboratorio mobile nel corso della campagna di Cusano Milanino:

- Precipitazioni totali giornaliere (mm) e Pressione atmosferica media (hPa)
- Radiazione solare media (W/m^2) e Temperatura (°C)
- Velocità del vento (m/s) e Umidità relativa (%)
- Direzione del vento

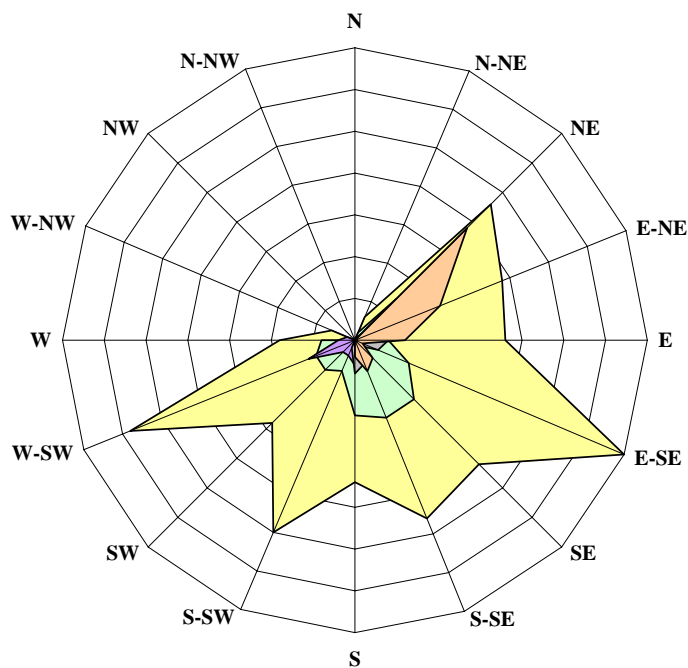
Figura 2



Parametri Meteo rilevati dal Laboratorio Mobile nel Comune di Cusano Milanino - Via Buffoli
15.02.2006 -13.03.2006



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	3	1	0	0	0
NE	23	7	1	5	19
E-NE	19	6	4	1	11
E	18	4	2	4	6
E-SE	35	7	0	3	1
SE	21	10	2	1	3
S-SE	23	10	3	3	4
S	17	9	3	4	2
S-SW	25	4	2	1	0
SW	14	5	2	0	0
W-SW	29	5	6	0	0
W	9	4	2	0	0
W-NW	3	0	1	0	0
NW	0	0	0	0	0
N-NW	0	0	0	0	0

VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi 622
 Percentuale di casi di calma 35%

Sito di misura: Cusano Milanino - Via Buffoli
 Periodo di misura: Dal 15.02.2006 al 13.03.2006

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.

Si descrivono qui di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con laboratorio mobile.

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. Per il biossido di azoto sono invece previsti limiti, riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

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.

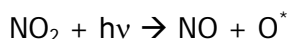
L'**ozono (O₃)** è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di alte temperature 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 sottovento rispetto ai centri urbani principali.

La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grande quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata

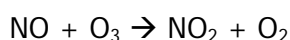
di seguito con $h\nu$), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:



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:



Una volta generato l'ozono reagisce con l'NO e rigenera NO_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 fotochimica. 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 ozono, 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 $10 \mu\text{m}$, in grado quindi di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe). Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia.

Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali del PM10.

Nella seguente tabella sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le maggiori sorgenti di emissione.

<i>Inquinanti</i>	<i>Principali sorgenti</i>
Biossido di zolfo* SO_2	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di azoto** NO_2	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di carbonio* CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** O_3	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Polveri totali sospese* PTS	Particelle solide o liquide aerodisperse di origine sia naturale (erosione dal suolo, ecc.) che antropica (soprattutto processi di combustione)
Particolato fine */** PM10	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai $10 \mu\text{m}$, provenienti principalmente da processi di combustione
Idrocarburi non metanici* NMHC (IPA, Benzene)	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio), evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali

* = Inquinante primario

** = Inquinante secondario

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 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 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**. Ad essi si è pertanto qui di seguito fatto riferimento per descrivere gli inquinanti monitorati.

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

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i risultati dell'analisi degli andamenti temporali degli inquinanti ricavati da un mese di osservazioni presso la postazione di via Buffoli.

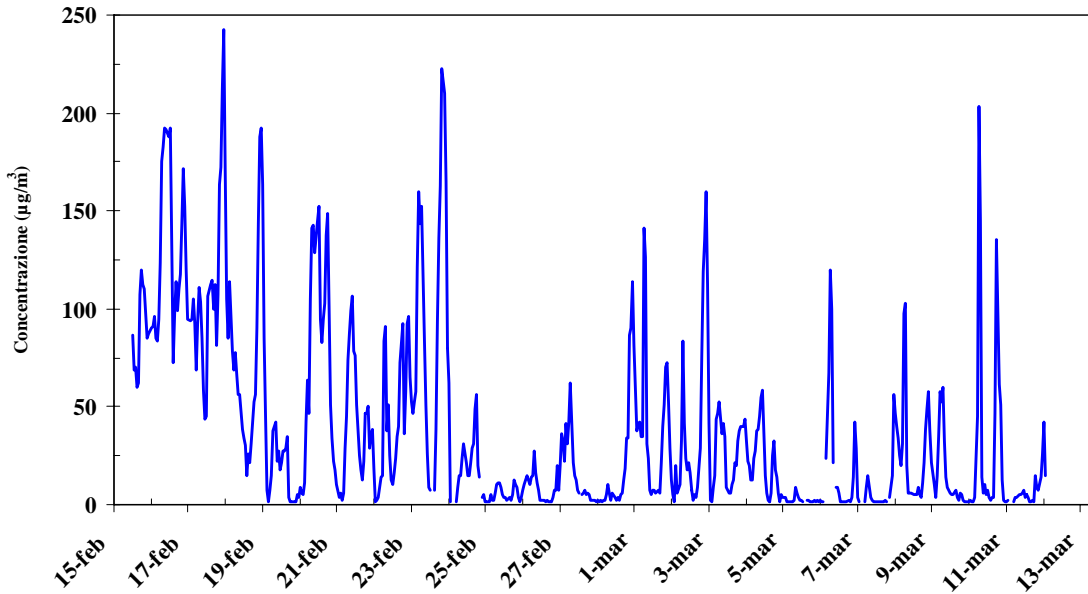
L'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

NO

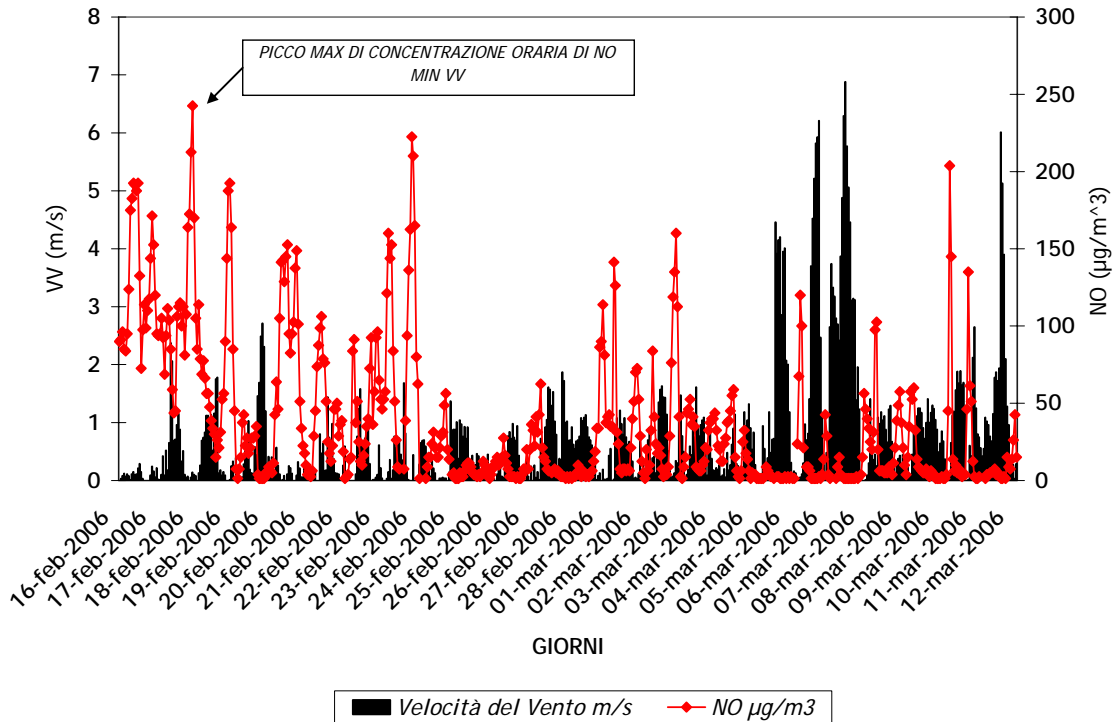
Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 39 µg/m³ ed un valore massimo di

concentrazione oraria pari a $243 \mu\text{g}/\text{m}^3$ venerdì 17 febbraio alle 24.00 del mattino. Tale condizione è stata favorita dalla situazione meteorologica, prevalentemente stabile quel giorno, che ha fatto registrare uno scarso dinamismo anemologico ($VV = 0.5 \text{ m/s}$) ed un innalzamento della pressione atmosferica che ha favorito fenomeni di stagnazione.

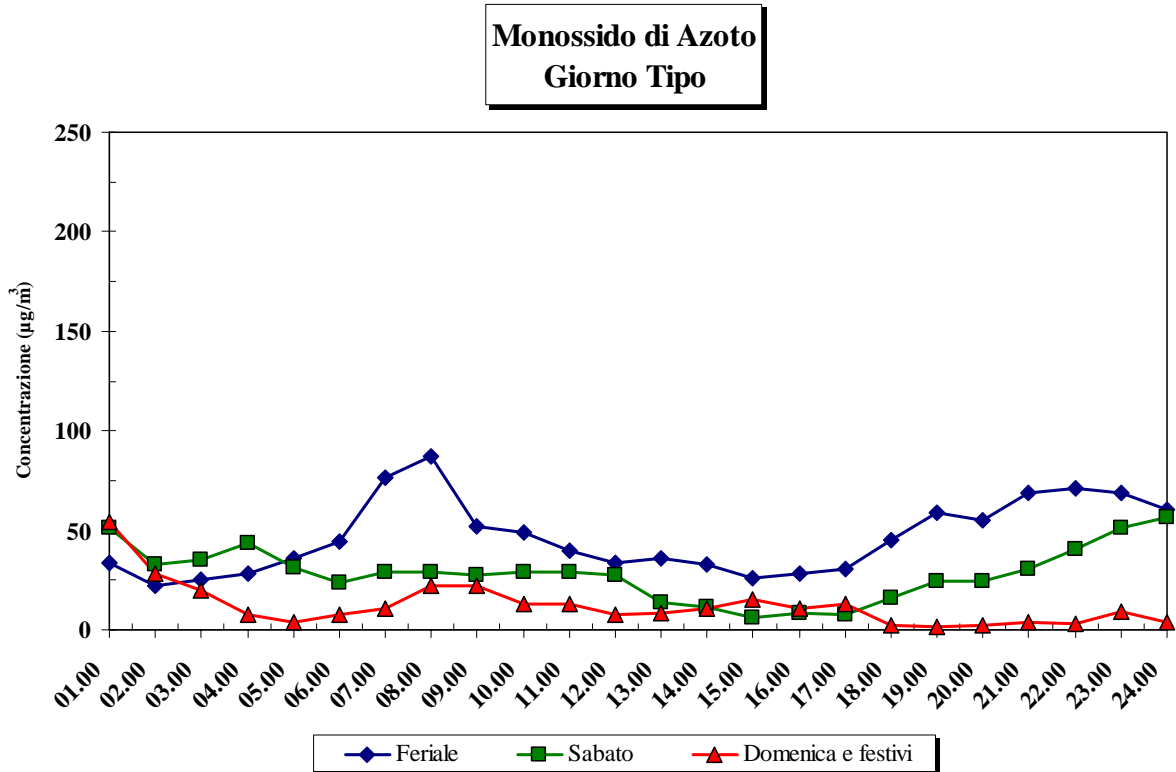
**Monossido di Azoto
Concentrazioni Orarie**



VV ORARIA - CONCENTRAZIONE ORARIA NO



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 nei giorni feriali un aumento delle concentrazioni nelle ore di punta tra le ore 6.00 e le ore 09.00 del mattino e tra le ore 18.00 e le 22.00 mentre si osserva un calo nelle ore centrali della giornata.



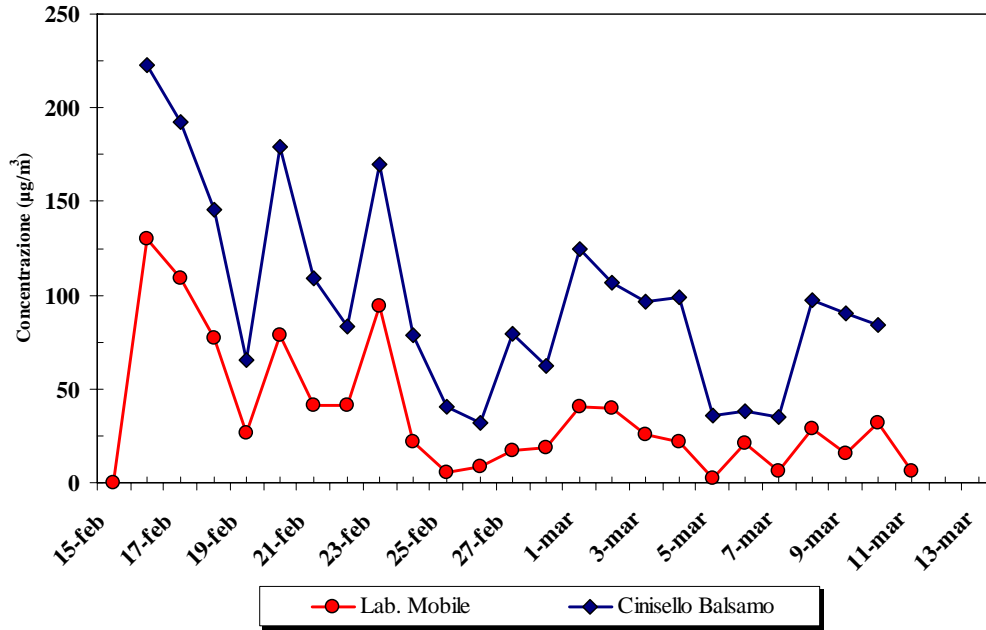
I grafici dei giorni pre-festivi e festivi pur mantenendo picchi di concentrazione nelle ore di maggior traffico veicolare presentano valori mediamente più bassi, in linea con la diminuzione del traffico durante il week-end.

Le concentrazioni misurate nel sito oggetto di indagine presentano un andamento temporale analogo rispetto alle concentrazioni delle stazioni fissate nelle zone E-SE e W-SW del territorio della provincia di Milano; in particolare presentano un'ottima correlazione¹ ($R=0.8$) con la vicina stazione urbana da traffico di Cinisello Balsamo, pur mantenendosi mediamente più bassi essendo la postazione di misura un sito di fondo urbano.

¹ 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):

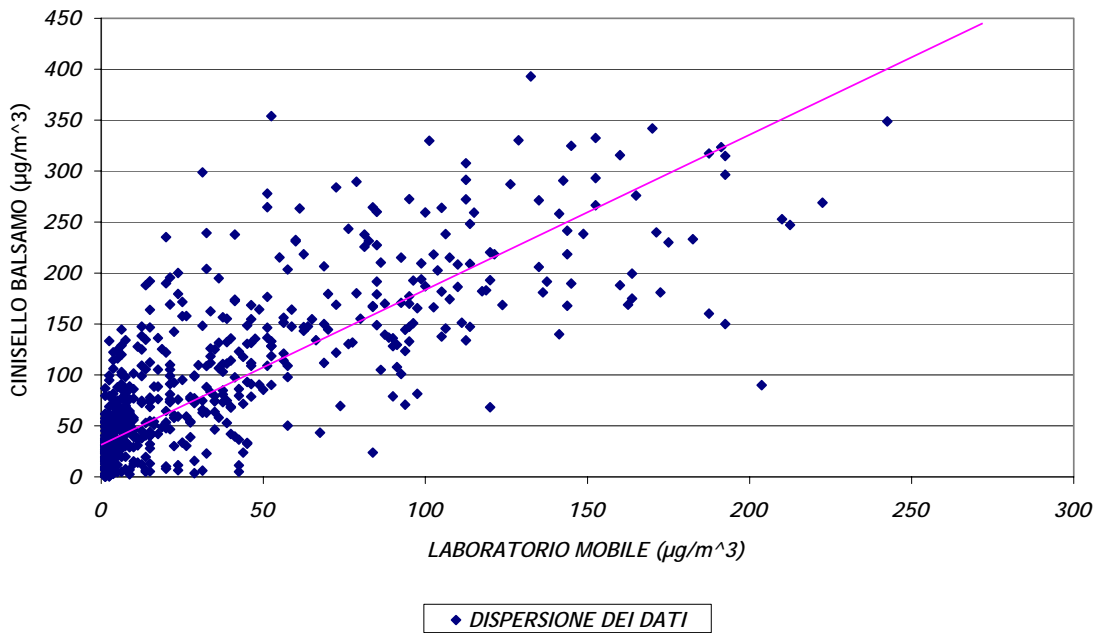
$$R = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \times \text{var}(y)}}$$

**Monossido di Azoto
Medie Giornaliere**



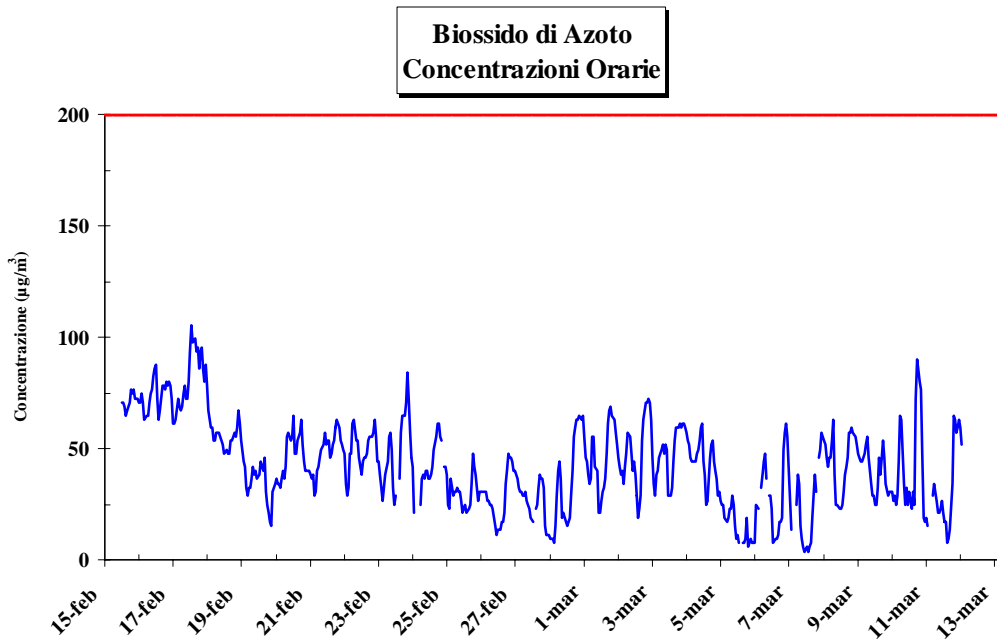
E' possibile osservare dal grafico della dispersione dei dati, come i valori delle concentrazioni risultino ben allineati.

DISPERSIONE DEI DATI PER LA MISURA DI NO

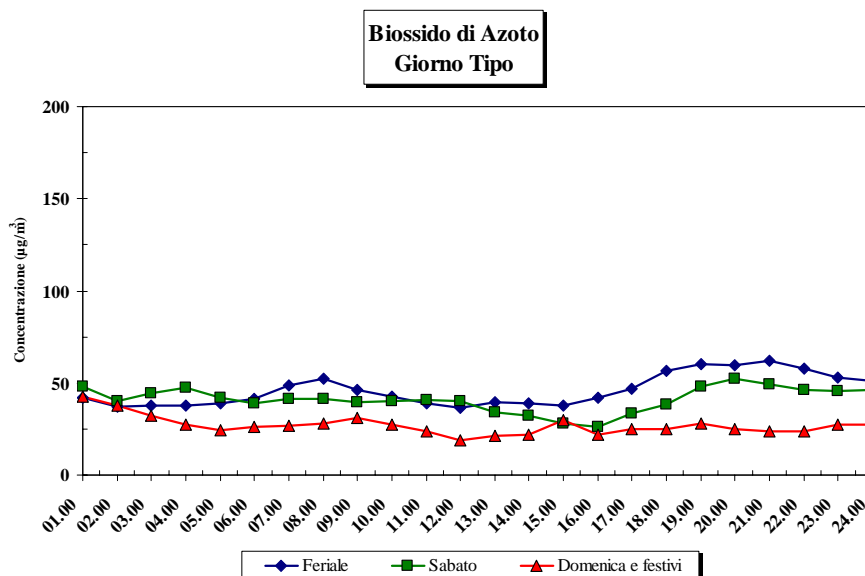


La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo del biossido di azoto si è attestata su **43 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 105 µg/m³, è stato registrato venerdì 17 febbraio alle 14.00.



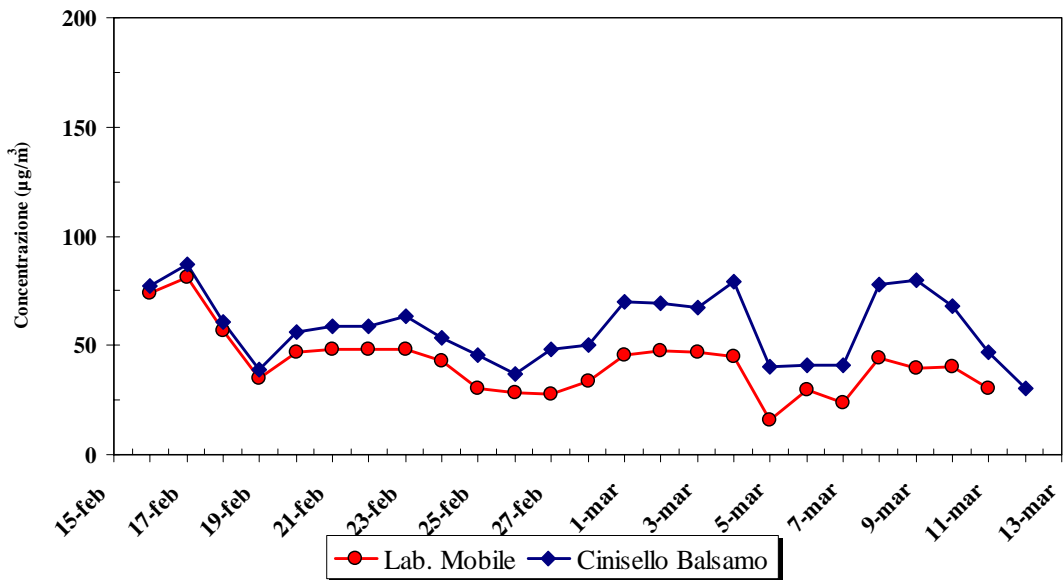
Il grafico del giorno tipo presenta andamenti analoghi a quello dell'NO, per il giorno tipo feriale infatti sono osservabili due picchi relativi alle ore di maggior traffico che risultano attenuati nel grafico dei i giorni pre-festivi e festivi.



Dato che l'NO₂ è fortemente correlato al traffico veicolare, l'andamento del giorno tipo (feriale, sabato e festivi) sembrerebbe confermare lo sblocco atmosferico che ha favorito fenomeni di dispersione per questo inquinante durante tutto il periodo di misura, infatti nelle ore centrali della giornata è osservabile una diminuzione delle concentrazioni in accordo con i flussi di traffico.

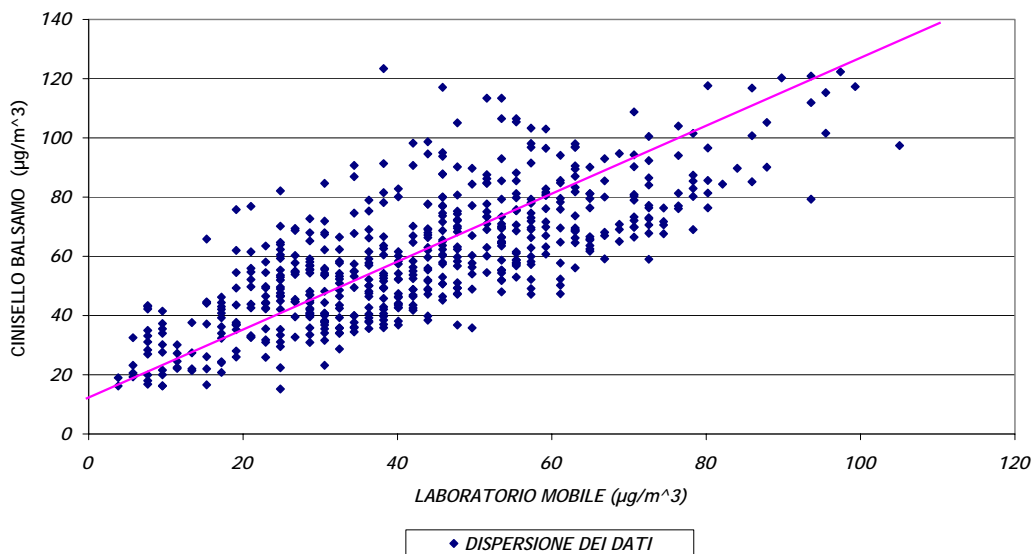
Anche per questo inquinante le concentrazioni misurate in viale Lombardia a Monza presentano un'ottima correlazione con le concentrazioni misurate nella stazione di Cinisello Balsamo (R=0.74), con valori mediamente inferiori.

**Biossido di Azoto
Medie Giornaliere**



Anche per il biossido di azoto si osserva un buon allineamento dei dati.

DISPERSIONE DEI DATI PER LA MISURA DELL'NO₂



Al fine di poter fornire ulteriori informazioni relativamente agli ossidi di azoto si è voluto mostrare quanto elaborato dal servizio sperimentale qualità dell'aria da satellite.

In particolare si è voluto mostrare l'andamento delle concentrazioni nel mese di febbraio dell'NO₂ troposferico in Lombardia.

L'immagine qui di seguito riportata permette di osservare come si distribuisce l'NO₂ troposferico lungo la regione, in particolare mostra come sia presente un'alta concentrazione di NO₂ laddove sono più intense le attività antropiche. La mappa permette inoltre di vedere i fenomeni di trasporto di tale inquinante soprattutto lungo la fascia centrale della regione².

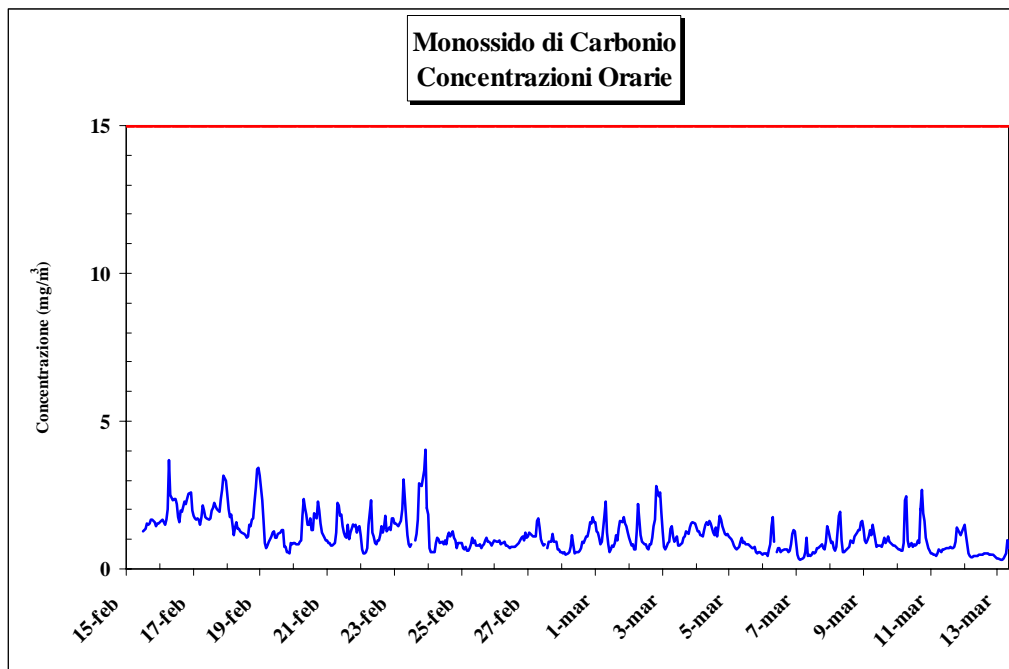
Si fa presente che le concentrazioni delle medie mensili estratte dalle immagini vengono espresse in 10¹³ molecole di NO₂/cm² presenti in troposfera (che si innalza fino a circa 10 km alle nostre latitudini) mentre i valori delle stazioni di monitoraggio a terra misurano concentrazioni in µg/m³.

Le aree di colore rosso infine nella mappa non sono indicative di superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente in quanto le misure atte a ricavare le concentrazioni di NO₂ sono effettuate in condizioni e con modalità diverse, attraverso stazioni a terra e da satellite in via ancora sperimentale.

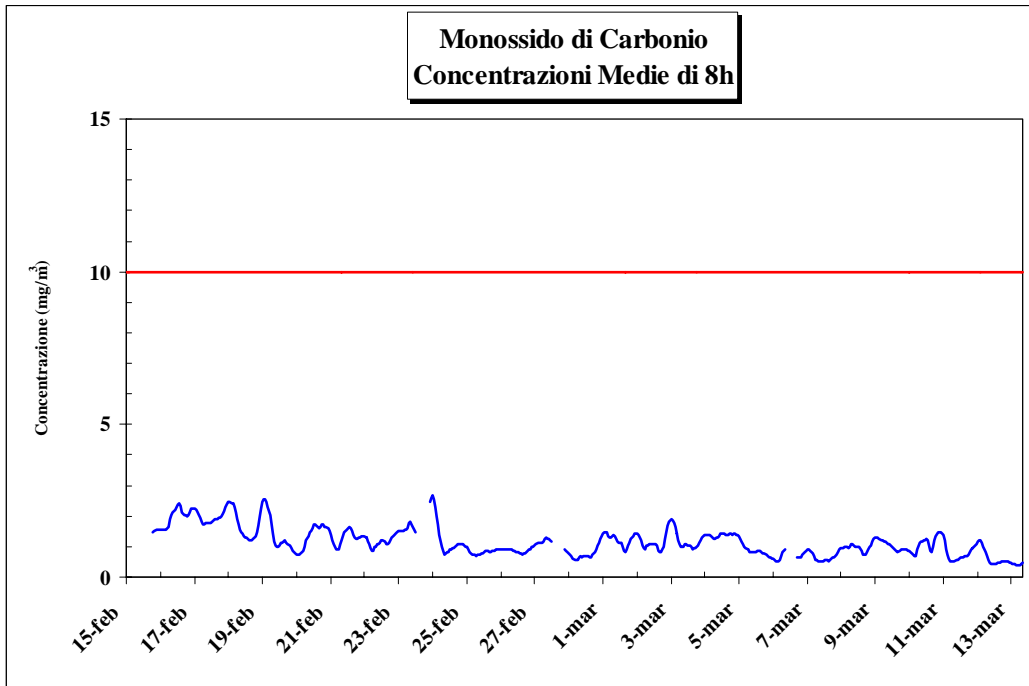
CO

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.

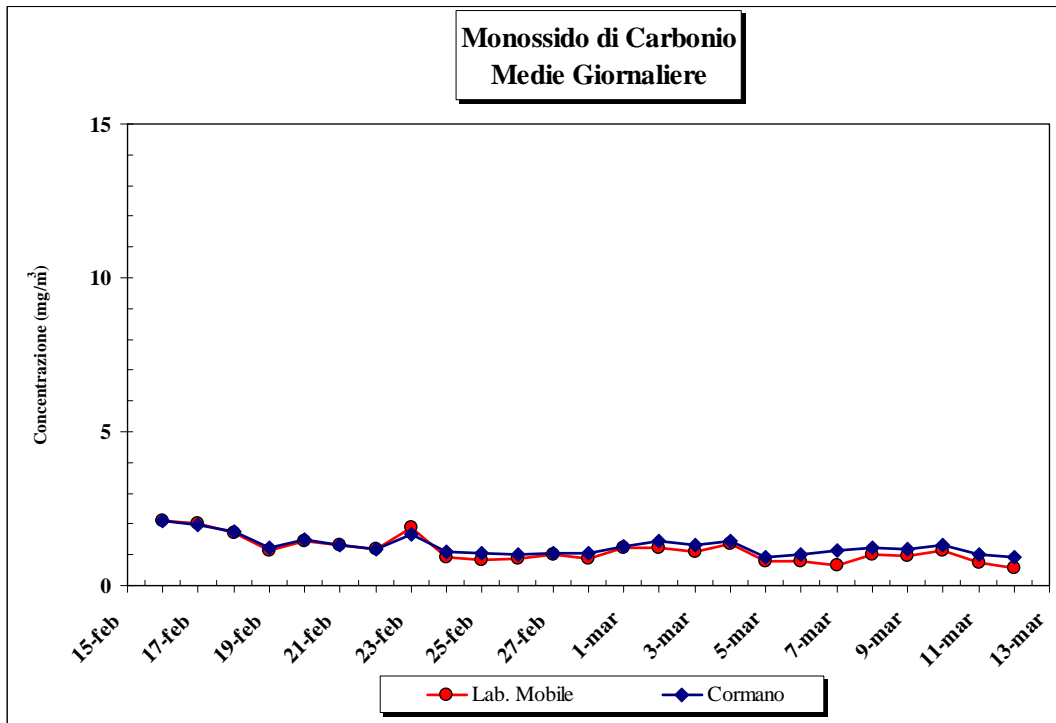
Il valore medio sul periodo è stato di 1.1 mg/m³, il valore massimo orario è stato di 4.0 mg/m³ giovedì 23 febbraio alle ore 23.00, mentre il valore massimo mediato sulle 8 ore è stato pari a 2.7 mg/m³ venerdì 24 febbraio alle ore 01.00 del mattino.



² Il servizio è a carattere sperimentale e le immagini sono fornite dal progetto TEMIS finanziato dall'ESA (l'Ente Spaziale Europeo) e precursore del progetto PROMOTE anch'esso finanziato dall'ESA e in cui ARPA Lombardia è coinvolta come core user. Le misure sono state effettuate tramite il sensore UV-VIS SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption spectrometer for Atmospheric CHartography) a bordo del satellite ESA Envisat in orbita polare attorno alla terra

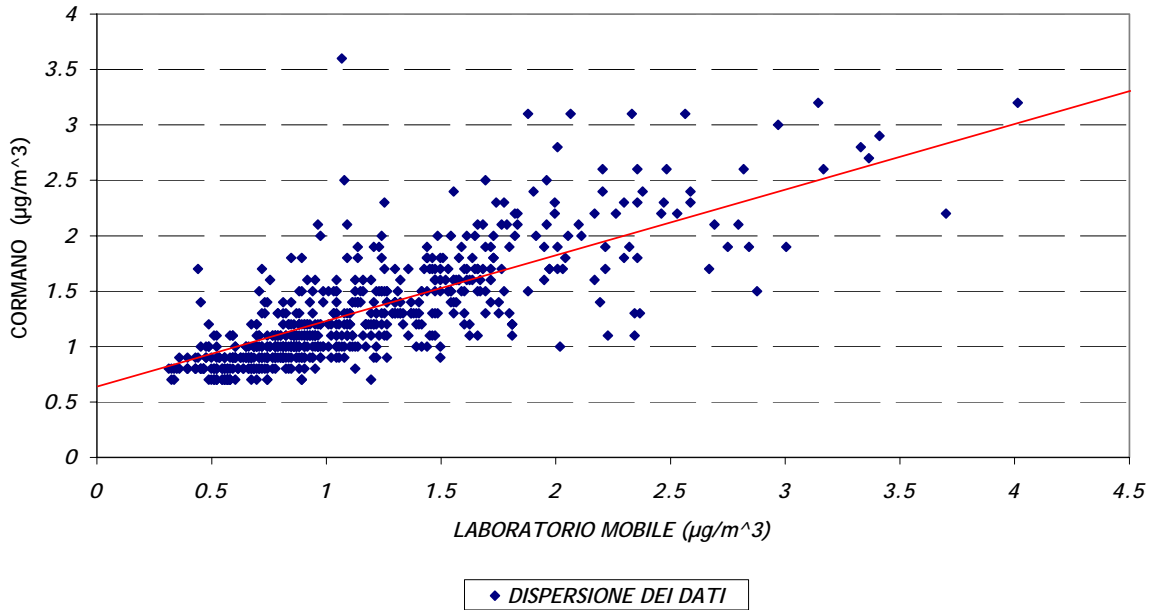


Per questo inquinante le concentrazioni misurate in via Buffoli a Cusano Milanino presentano un'ottima correlazione con le concentrazioni misurate nella stazione di fondo urbano di Cormano ($R=0.8$), con valori molto simili essendo la postazione di misura un sito di fondo urbano.

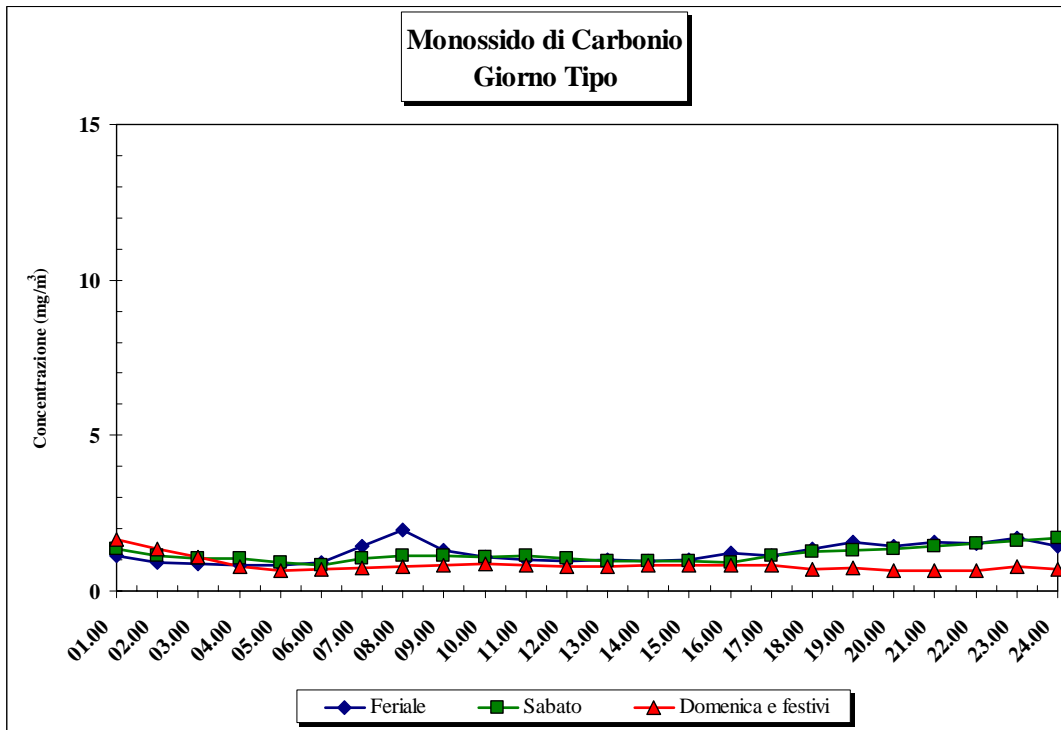


Le concentrazioni rilevate nella postazione fissa di Cormano e quelle rilevate con Laboratorio Mobile risultano ben allineate.

DISPERSIONE DEI DATI PER LA MISURA DEL CO



Nel grafico del giorno tipo si osserva 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.

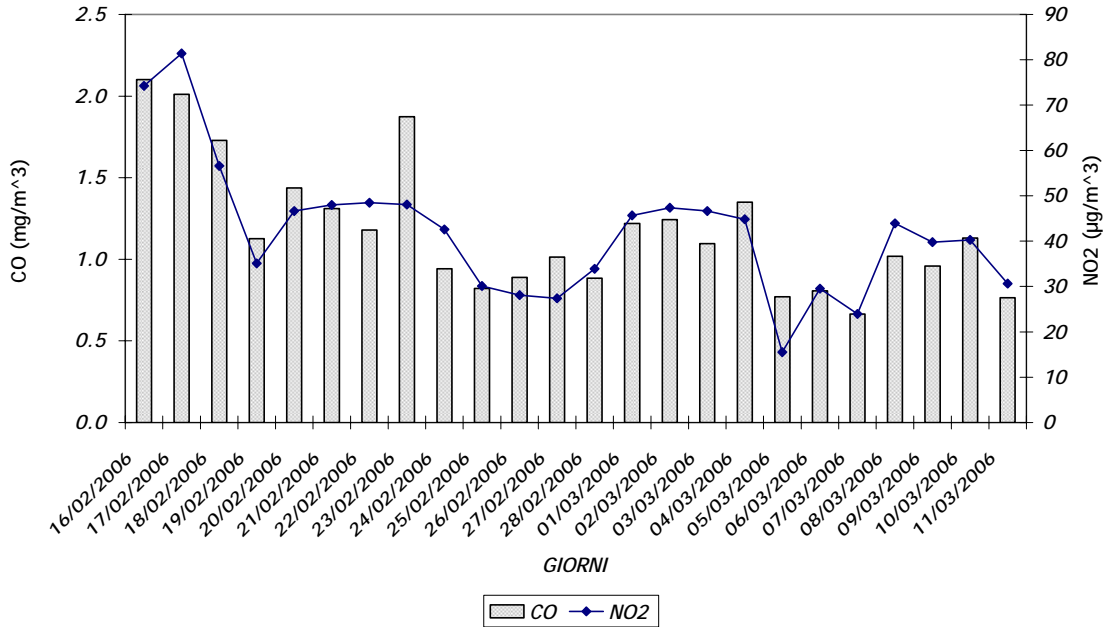


I grafici dei giorni pre-festivi e festivi mostrano invece valori di concentrazione più bassi e le differenze tra le concentrazioni medie orarie rilevate nell'arco della giornata sono minime, in linea

con la diminuzione del traffico durante il week-end.

A conferma di questo è interessante osservare come CO ed NO₂ siano ben correlati (R=0.9) confermando la caratteristica per questi inquinanti di traccianti dei flussi di traffico.

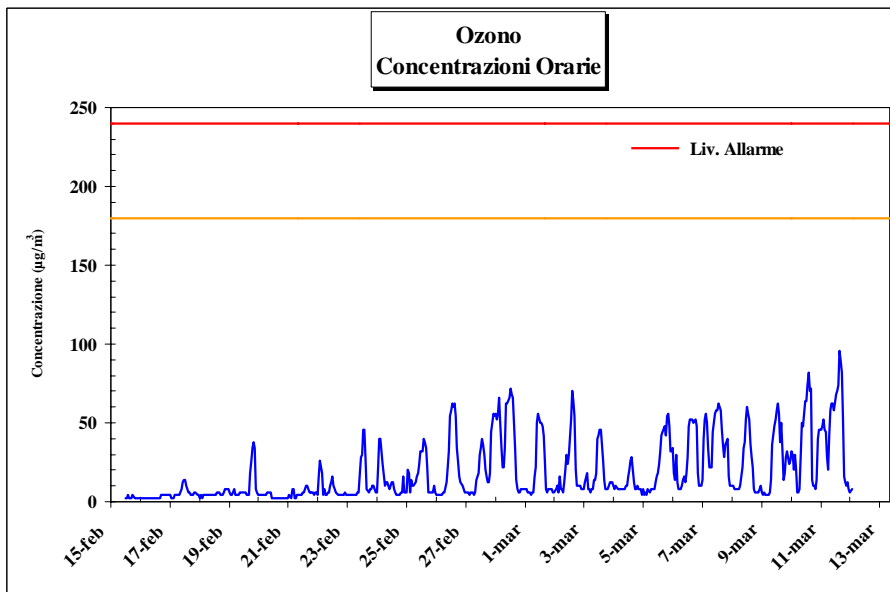
CORRELAZIONE CO - NO₂



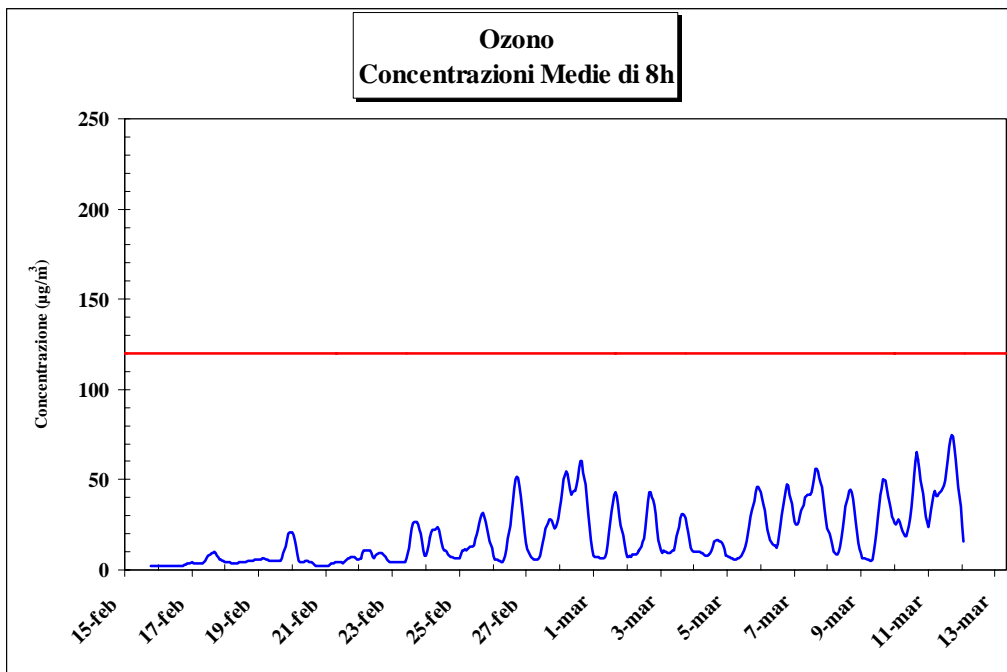
03

Il periodo in cui è stata condotta la campagna di misura è relativo alla stagione invernale. I valori di radiazione solare nel periodo di misura non hanno favorito la formazione di **ozono**.

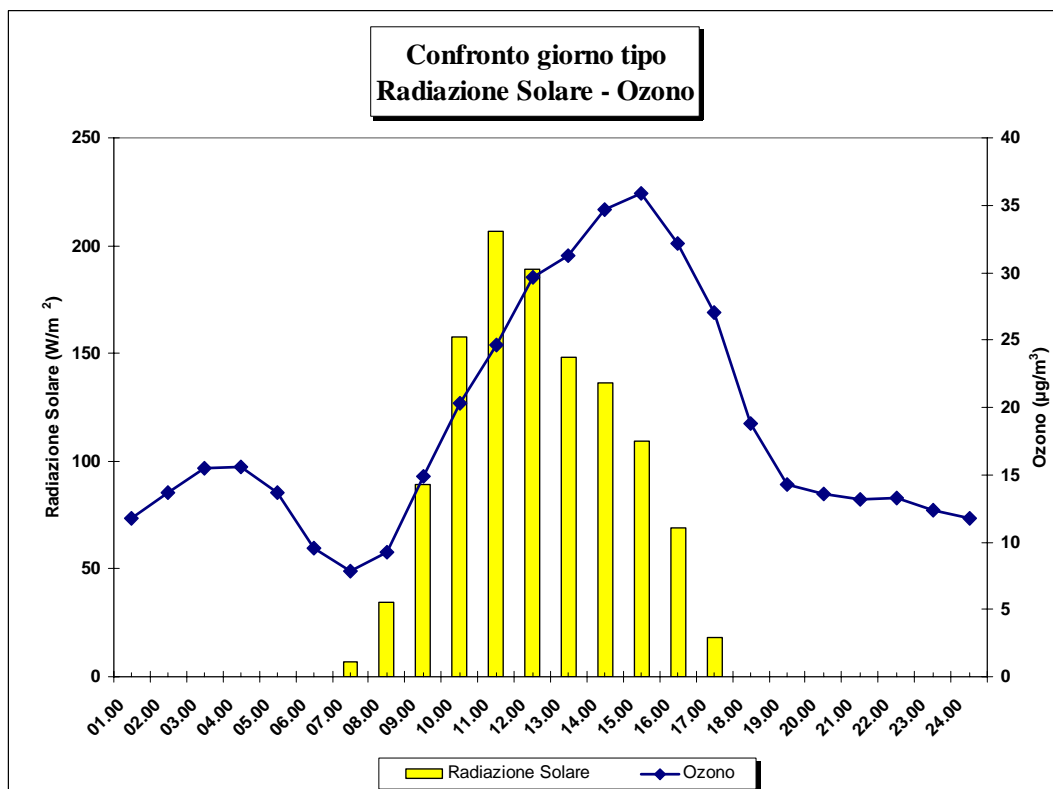
Durante il periodo di misura, non sono stati infatti osservati superamenti della soglia di attenzione, fissata per questo inquinante a 180 µg/m³.



Il valore medio del periodo, il valore massimo orario ed il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente pari a **19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , **96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (sabato 11 marzo alle ore 16.00) e **75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

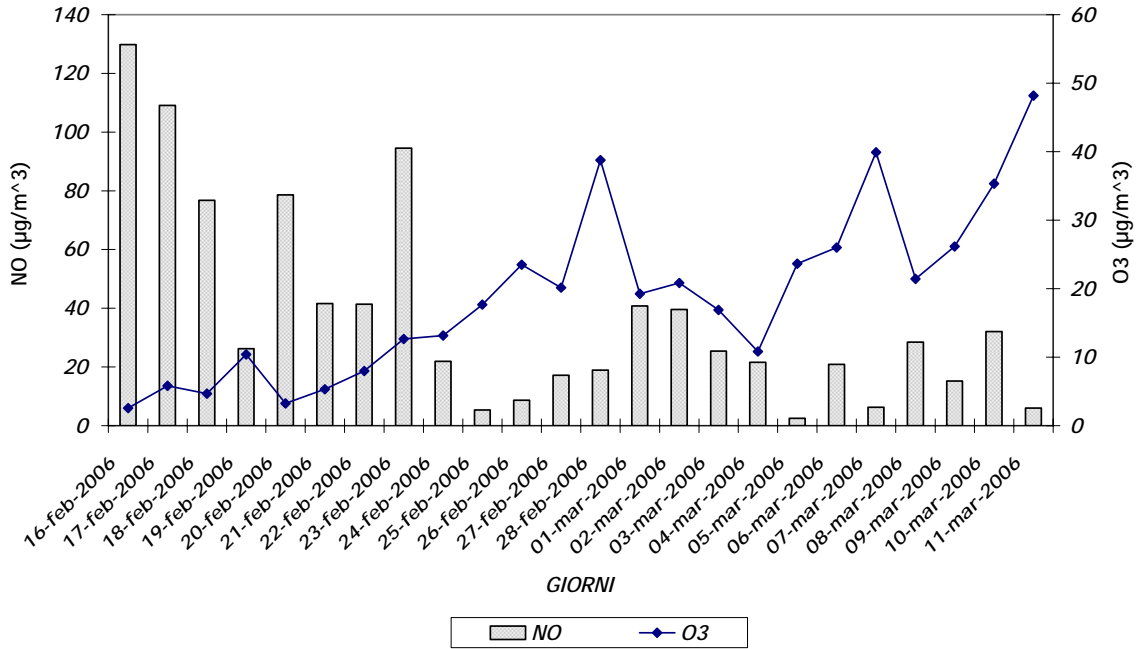


L'andamento di questo inquinante risulta differente da quello degli inquinanti primari, infatti l'ozono non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero dell'ozono è di tipo a campana con un massimo poco dopo il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

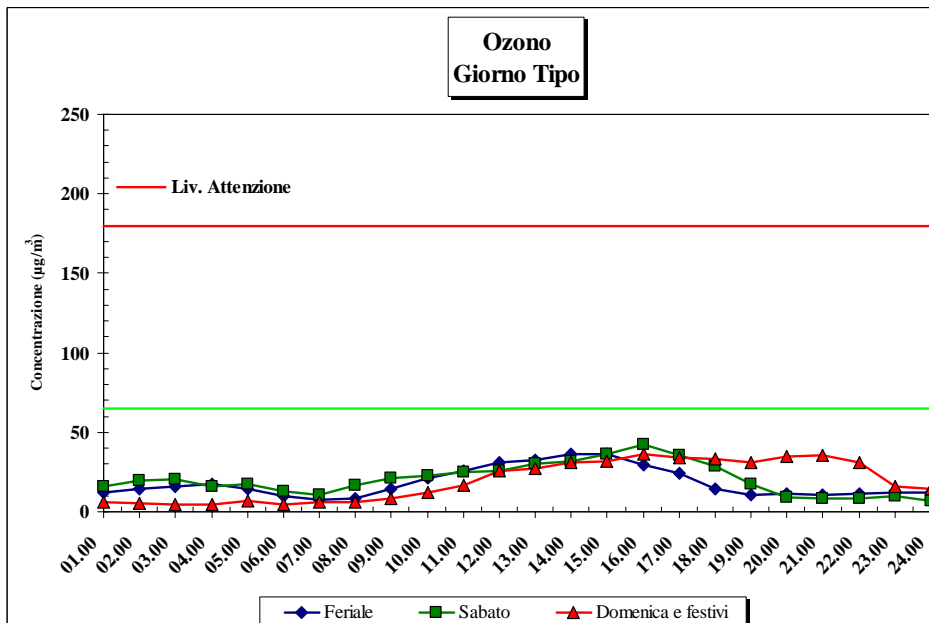


Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO. questo perché l' NO tende a reagire con l'O₃ portando alla formazione di NO₂.

CONFRONTO MEDIE GIORNALIERE O₃ - NO

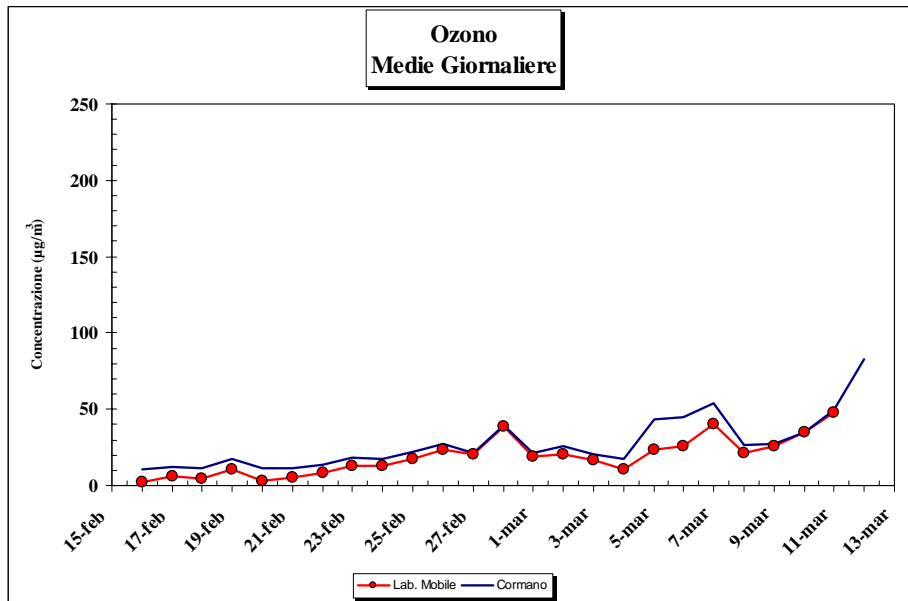


E' possibile osservare infatti nel grafico del giorno tipo come i valori diurni più elevati si sono verificati nei giorni pre-festivi e festivi, quando sono risultati minori le emissioni di NO (grazie alla riduzione del traffico).



Per quanto riguarda poi le postazioni fisse di misura, le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalla vicina stazione urbana da fondo di Cormano (R=0.9); si nota inoltre come i valori più alti sono stati misurati il giorno 28 febbraio il 7 e

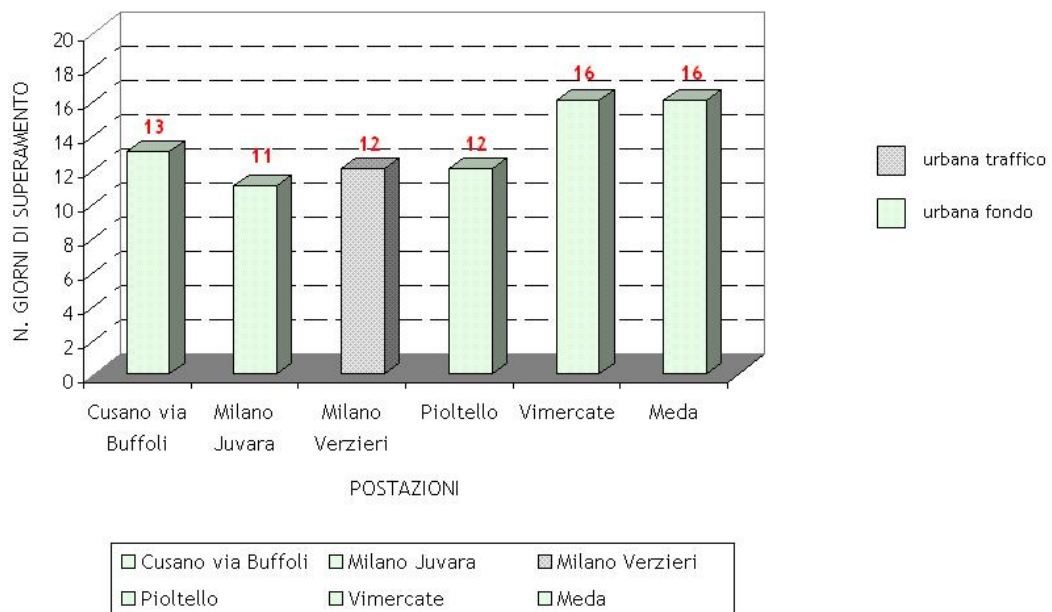
l'11 marzo in cui sia la radiazione solare che la velocità del vento hanno fatto riscontrare i valori più elevati del periodo di misura.



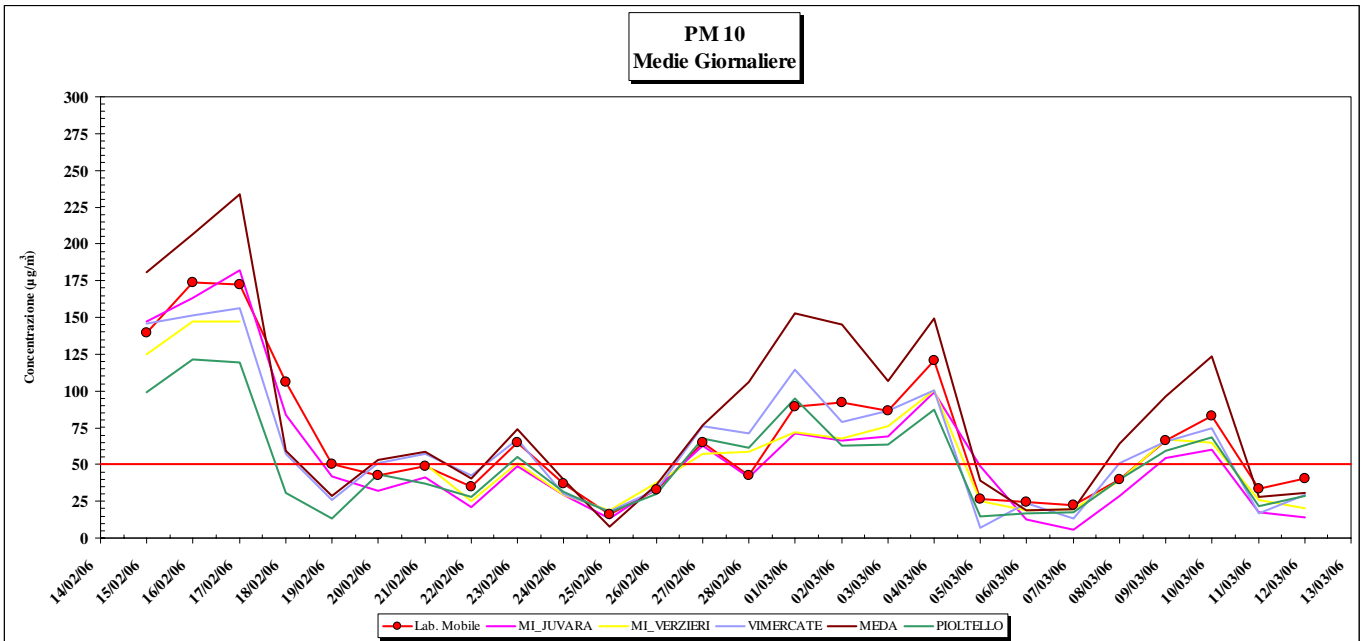
PM10

Le concentrazioni di **PM10** misurate a Cusano Milanino lungo via Buffoli presentano andamenti analoghi a quelli delle centraline della rete di rilevamento provinciale prese a riferimento. Durante tutto il periodo di misura sono stati osservati **13 superamenti (su 26 giorni di campagna) del livello di attenzione**, fissato per questo inquinante a 50 µg/m³, in linea con quanto osservato nelle centraline fisse prese a riferimento.

PM10 - dal 14/02/2006 al 13/03/2006
Nr. giorni superamento livello attenzione

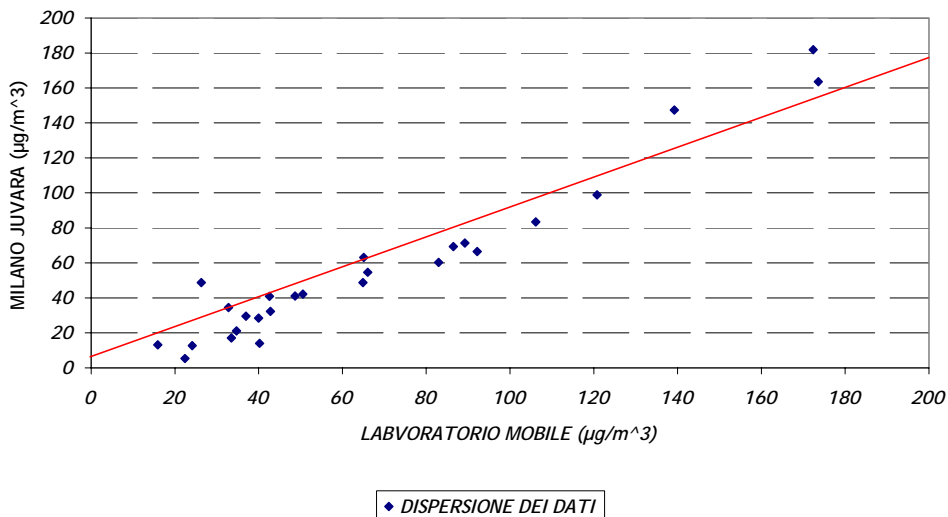


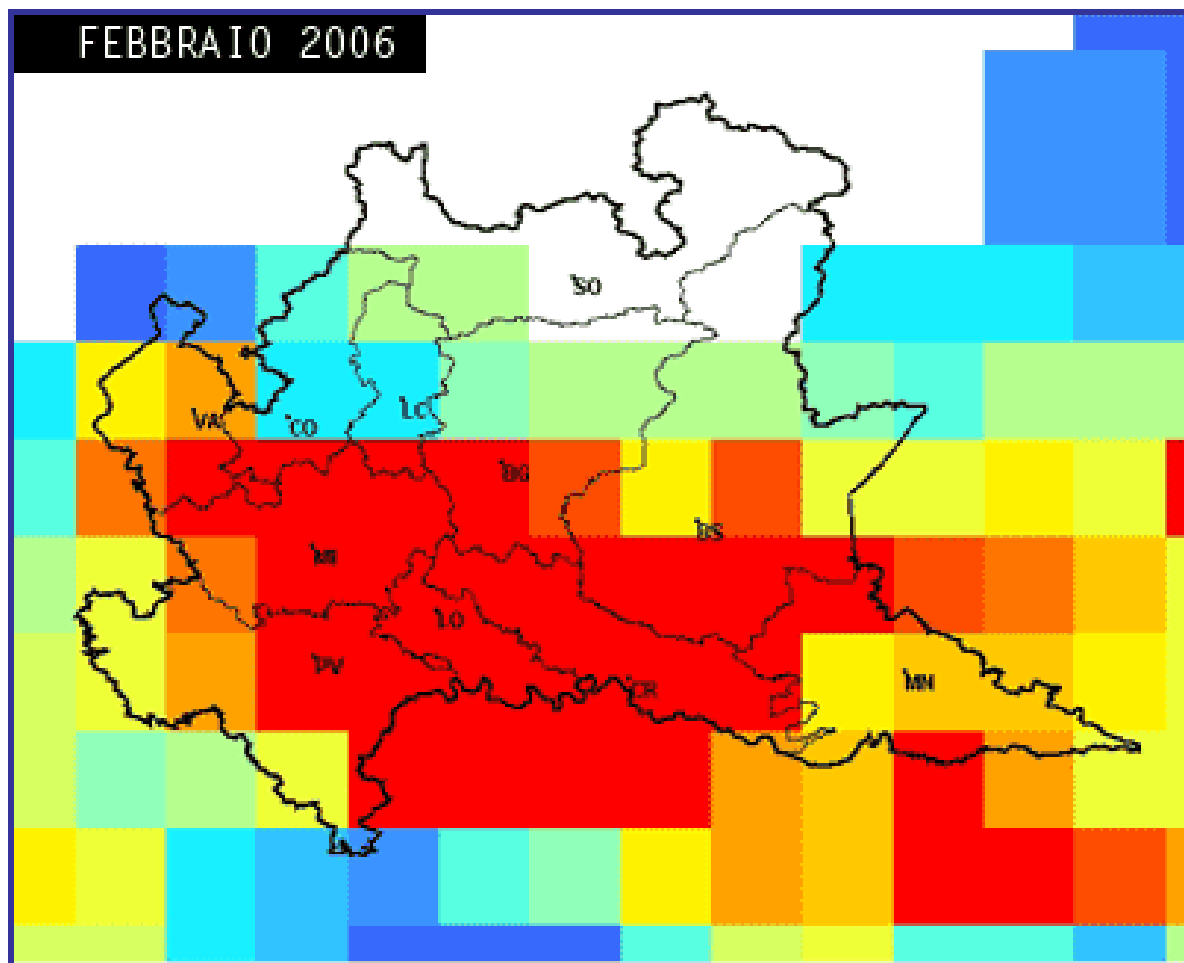
Il grafico delle medie giornaliere delle concentrazioni di PM10 mostra come, durante il periodo in esame, vi siano molti picchi di concentrazione comuni a diverse località del Bacino Padano a conferma del carattere ubiquitario di questo tipo di inquinante.



La correlazione migliore è quella con la stazione urbana di fondo di Milano Juvara ($R=0.97$), in cui i valori delle concentrazioni risultano ben allineati.

DISPERSIONE DEI DATI PER LA MISURA DEL PM10





Legenda

10¹³ molecole di NO₂/cm²

	n.d.
	0 - 200
	200 - 400
	400 - 600
	600 - 800
	800 - 1000
	1000 - 1200
	1200 - 1400
	1400 - 1600
	1600 - 1800
	1800 - 2000
	2000 - 2200
	2200 - 2400
	2400 - 2600
	2600 - 2800
	2800 - 3000
	> 3000

Andamento dell'NO₂ in Lombardia nel mese di febbraio

Conclusioni

Il monitoraggio eseguito lungo via Buffoli nel comune di Cusano Milanino, nonostante il breve periodo di misura, rappresentativo però di una situazione invernale, 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 Cormano. Un'ulteriore conferma si ha se si considerano le correlazioni con la centralina urbana da traffico di Cinisello Balsamo dove per il sito di Cusano Milanino i valori delle concentrazioni risultano inferiori.

Anche per quanto riguarda il PM10 il sito è classificabile come zona di fondo urbano infatti le concentrazioni di questo inquinante ben si correlano ($R=0.97$) con quelle rilevate dalla postazione fissa di Milano Juvara (Centralina Urbana di fondo).

Tale sito di fondo urbano ha permesso quindi di valutare nel complesso la qualità dell'aria del Comune di Cusano Milanino, 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** (13 superamenti su 26 giorni di misura).

Se comunque si osservano le concentrazioni, fatta eccezione per 5 casi in cui si sono rilevati valori superiori ai $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, i dati mostrano che i superamenti si discostano di poco dal limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

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

Ulteriori considerazioni sulla qualità dell'aria verranno quindi svolte una volta ultimate le analisi di laboratorio sui 15 campioni di IPA raccolti durante la campagna di misura, in quanto tali inquinanti sono considerati dalla letteratura come traccianti delle molteplici fonti antropiche (industria, riscaldamento ecc.) e consentiranno pertanto di evidenziare in maniera corretta, soprattutto durante la campagna invernale, l'impatto attribuibile alle varie sorgenti.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Dec. 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Cusano Milanino Via Buffoli	PUB	URBANA	FONDO	157	15.02 – 13.03 2006
<i>Milano Juvara</i>	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
<i>Cinisello Balsamo</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	154	Centralina fissa
<i>Cormano</i>	PUB	URBANA	FONDO	149	Centralina fissa
<i>Milano Verzieri</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina fissa
<i>Pioltello</i>	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina fissa
<i>Vimercate</i>	PUB	URBANA	FONDO	206	Centralina fissa
<i>Meda</i>	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
Cusano Milanino Via Buffoli	92.3	43	20	105	0
<i>Milano Juvara</i>	99.4	67	22	145	0
<i>Cinisello Balsamo</i>	99.5	58	23	123	0
<i>Cormano</i>	86.8	56	30	150	0
<i>Milano Verzieri</i>	100	70	22	147	0

Monossido di carbonio

	% Rend.	Media (mg/m ³)	Dev St	Max Media 1 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento livello attenzione	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Cusano Milanino Via Buffoli	99.4	1.2	0.6	4.0	0	2.7	0
<i>Cinisello Balsamo</i>	89.2	1.8	0.5	4.5	0	3.1	0
<i>Cormano</i>	100	1.3	0.5	3.6	0	2.5	0
<i>Milano Verzieri</i>	100	1.6	0.4	4.9	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
Cusano Milanino Via Buffoli	95.0	19	19	96	0	75	0
<i>Milano Juvara</i>	99.4	13	15	84	0	78	0
<i>Cormano</i>	100	28	23	110	0	106	0
<i>Milano Verzieri</i>	100	22	16	79	0	74	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
Cusano Milanino Via Buffoli	100	69	45	174	13 15 – 19.02.2006 23.02.2006 27.02.2006 01 – 04.03.2006 09 – 10.03.2006
Milano Juvara	100	59	46	182	11 15 – 18.02.2006 27.02.2006 01 – 04.03.2006 09 – 10.03.2006
Milano Verzieri	88.0	60	39	148	12 15 – 17.02.2006 23.02.2006 27.02 – 04.03.2006 09 – 10.03.2006
Pioltello	100	52	32	121	12 15 – 17.02.2006 23.02.2006 27.02 – 04.03.2006 09 – 10.03.2006
Vimercate	100	65	43	157	16 15 – 18.02.2006 20.02 – 21.02.2006 23.02.2006 27.02 – 04.03.2006 08 – 10.03.2006
Meda	100	86	62	234	16 15 – 18.02.2006 20.02 – 21.02.2006 23.02.2006 27.02 – 04.03.2006 08 – 10.03.2006

Settimana dal 13.02 al 19.02 2006
IL QUADRO GENERALE

Settimana all'insegna della **variabilità**, suddividibile in **3 fasi**:

1) lunedì e martedì correnti settentrionali secche in quota: cielo sereno salvo annuvolamenti martedì su Appennino e bassa pianura centro-occidentale per infiltrazioni di aria umida dal Golfo Ligure. 2) da mercoledì a venerdì correnti atlantiche intense in quota, umide e miti, con nuvolosità persistente fino a giovedì, variabile venerdì; precipitazioni sparse molto deboli, nevose a quote collinari. 3) sabato e domenica transito di due perturbazioni atlantiche: debole ma con discreta componente convettiva sabato, moderata con forti nevicate su Alpi e Prealpi domenica. Relativo rialzo termico grazie anche a venti di scirocco

Le precipitazioni

Tra martedì e venerdì precipitazioni molto deboli, isolate e di breve durata su Alpi Prealpi e fascia pedemontana (1-4 mm/24h); limite della neve inizialmente a circa 500-700 metri, in salita da giovedì fino a 1000-1200 metri. Mercoledì mattina un cuscinetto di aria fredda, ancora resistente all'afflusso di aria più calda atlantica, per breve tempo ha permesso isolata neve o neve mista a pioggia sulla fascia pedemontana occidentale. Sabato, dalla mattinata al tardo pomeriggio, il rapido transito di un debole ma attivo fronte freddo atlantico ha dato rovesci diffusi, nevosi oltre 600 metri e localmente a quote più basse (breve nevicata a Sondrio). Registrata anche modesta attività elettrica. Domenica un ciclone atlantico, già in fase di occlusione, ha prodotto nevicate da moderate a forti su Alpi e Prealpi, piogge moderate su pianura occidentale e Oltrepò, piogge deboli altrove: fronte caldo dal mattino, fronte freddo in serata. Limite della neve prevalentemente a 1100 metri, per periodi brevi tra 500 e 1000 metri. Registrata debole attività elettrica dal tardo pomeriggio-sera. In pianura temperature minime tra -2 e 3 °C, massime tra 6 e 11 °C. Venti moderati in pianura, moderati o forti in montagna. Accumuli di neve da 15-30 cm (quote medio-basse in genere e Prealpi Bresciane) a 40-70 cm (restanti rilievi, in particolare ValChiavenna, ValMalenco e Orobie). Massimi di pioggia sul Varesotto (40-60 mm).

Le temperature

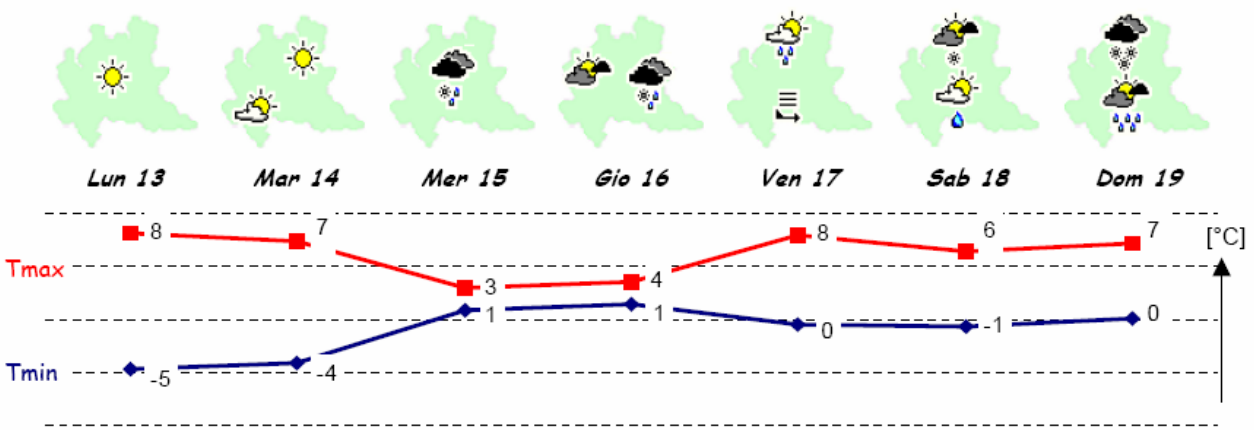
Le minime in media sono grossomodo nella norma in pianura, leggermente sotto relativamente ad alta pianura occidentale e valli alpine. Le massime risultano da 2 a 4°C sotto la media della seconda decade di febbraio. Inizialmente minime rigide (-5/-3) per la presenza di aria fredda e schiarite notturne; mercoledì e giovedì aria più mite in arrivo dall'Atlantico ma con ridotta escursione termica per la persistente nuvolosità. Sabato e domenica, nonostante le condizioni perturbate, un'ulteriore avvezione calda ha mantenuto invariate le temperature.

Il vento e gli altri fenomeni

Fino a giovedì ventilazione prevalentemente debole in pianura, debole con rinforzi nei fondovalle, da moderati a forti in alta quota. Venerdì qualche rinforzo generale da ovest; sabato venti moderati orientali in pianura, moderati occidentali con rinforzi in quota e durante i rovesci. Domenica venti ovunque da moderati a forti, di scirocco nel pomeriggio. Nebbia venerdì e sabato, sia al mattino che in serata, e domenica mattina, durante le schiarite tra un passaggio nuvoloso e l'altro (dissolta all'arrivo delle precipitazioni). Foschie diffuse durante e prima dei passaggi perturbati tra mercoledì e venerdì.

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



Settimana dal 20.02 al 26.02 2006
IL QUADRO GENERALE

L'intera settimana è stata caratterizzata da una vasta circolazione depressionaria sull'Europa occidentale ed il Mediterraneo centroccidentale. Al suo interno si sono sviluppati diversi sistemi perturbati che hanno interessato la Lombardia con nuvolosità marcata e persistente, precipitazioni da deboli a moderate per cinque giorni su sette - dal 20 al 22 e dal 24 al 25 - e qualche isolato rovescio anche il 23, qualche rinforzo del vento anche in pianura, temperature in pianura mai sotto lo zero fino a sabato 25. Nella giornata di domenica 26 si è aperta la fase di transizione verso un nuovo regime circolatorio con una iniziale influenza da parte di correnti fredde in arrivo da nord.

Le precipitazioni

La persistenza di condizioni di tempo moderatamente perturbato ha portato a discreti valori settimanali di precipitazione, tra i 20 ed i 70 millimetri su buona parte della regione in cinque (o localmente sei) giorni. Fa eccezione l'area alpina valtellinese, risultata spesso più protetta rispetto al persistente flusso di correnti umide a bassa quota e perciò con precipitazioni più contenute, in genere inferiori ai 20 mm. Le giornate più piovose sono risultate lunedì 20 e venerdì 24. Non è stata rilevata attività temporalesca se non marginalmente sulla fascia più meridionale della regione il 20 ed il 21.

A livello di singole stazioni di misura spiccano i massimi settimanali registrati a Bargnano-BS con 78.6 mm ed a Luino-VA con 72.6 mm.

Il limite della neve si è mantenuto ancora piuttosto basso, oscillando tra i 600 ed i 1000 metri e arrivando temporaneamente anche a quote inferiori nelle giornate di venerdì 24 e sabato 25 sui rilievi appenninici prima e su quelli prealpini in seguito. Anche per questo resta difficoltosa la una corretta stima delle precipitazioni a quote superiori ai 600/800 metri a causa del mancato scioglimento completo della neve accumulata nei pluviometri.

Le temperature

Rispetto alla norma della terza decade di febbraio, che vorrebbe temperature minime attorno ad 1 °C e massime attorno a 11 °C, i valori medi settimanali in pianura sono risultati leggermente superiori nei minimi e moderatamente inferiori nei massimi. A questo hanno contribuito in modo determinante le frequenti precipitazioni e la persistente copertura nuvolosa la quale, peraltro, ha fortemente limitato l'escursione termica giornaliera.

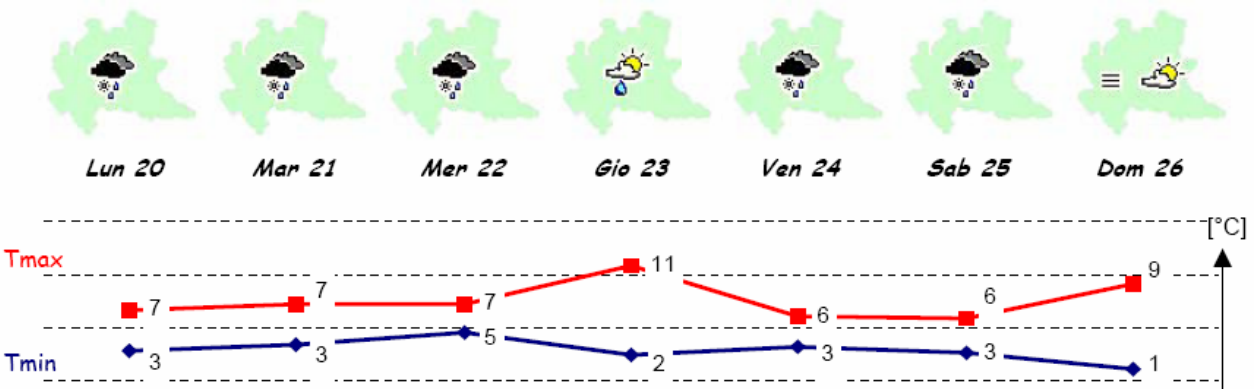
In questo quadro fanno eccezione le giornate di giovedì 23 e domenica 26 quando le schiarite, pur temporanee, hanno subito mostrato il loro effetto rispetto al raffreddamento notturno ed al riscaldamento diurno: in pianura massime fino a 11 o 12 gradi giovedì e minime localmente fino a 2 gradi sottozero domenica, unica giornata della settimana in cui si sono verificate delle gelate.

Il vento e gli altri fenomeni

La ventilazione settimanale si può ritenere complessivamente debole, ma non sono mancati temporanei rinforzi, soprattutto lunedì 20 sia in quota che in pianura (10.5 m/s al Passo Foscagno-SO, 5 m/s a Stezzano-BG) e venerdì 24 specie sulla bassa pianura e sui rilievi appenninici (9.3 m/s a Varzi-PV). Infine, da segnalare la nebbia formatasi sulla pianura occidentale nella notte e primo mattino di domenica 26 in seguito alle schiarite.

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



Settimana dal 27.02 al 05.03 2006
IL QUADRO GENERALE

Ciò che ha caratterizzato il tempo della settimana è stato un **regime di correnti occidentali in quota**. Questo si è instaurato gradualmente lunedì 27/2 con la discesa di aria più fredda da nord e si è via via rinforzato in seguito alla formazione ed al mantenimento di una **depressione sul nord Europa**. Così fino a sabato 4/3 si è avuta nuvolosità variabile, con ampie schiarite soprattutto sulla pianura, deboli precipitazioni sparse principalmente sui rilievi, temperatura ancora piuttosto bassa rispetto alla norma. Il periodo si è concluso domenica 5/3 col **transito di una perturbazione** di origine atlantica: precipitazioni diffuse, con nevicate localmente intense e abbondanti su Alpi e Prealpi, e forte vento a seguire.

Le precipitazioni

La gran parte delle precipitazioni registrate nella settimana sono da attribuire **all'unica perturbazione** intensa e ben strutturata di domenica 5/3. Il passaggio è stato molto rapido: precipitazioni a partire dai settori alpini occidentali e prealpini fin dalle prime ore, in rapida estensione al resto della regione, nevose oltre i 1200 metri circa; spostamento verso est ed esaurimento dei fenomeni nel corso della prima parte della giornata. In serata occasionali rovesci sulla fascia prealpina e sulla parte centrale della pianura. In totale quantitativi tra i **30 e i 40 mm** sulla fascia alpina e prealpina lecchese, bresciana e bergamasca, tra i **15 e i 25 mm** su Valtellina e Valchiavenna, al massimo **15 mm** sulla pianura. Per quanto riguarda la neve fresca sui settori alpini e prealpini attorno a 2000 m, compreso un piccolo contributo di sabato 4, si sono rilevati **60-80 cm** sulla fascia orientale, Adamello e Valmalenco, **40-50 cm** sui restanti settori. Per il resto, deboli e locali precipitazioni si sono rilevate nelle giornate del 27/2, 1, 2 e 3/3, in particolare sui rilievi prealpini. Non si è verificata attività temporalesca. Resta difficoltosa la corretta stima delle precipitazioni a quote superiori agli 800 metri a causa dello scioglimento ritardato o del mancato scioglimento completo della neve accumulata nei pluviometri.

Le temperature

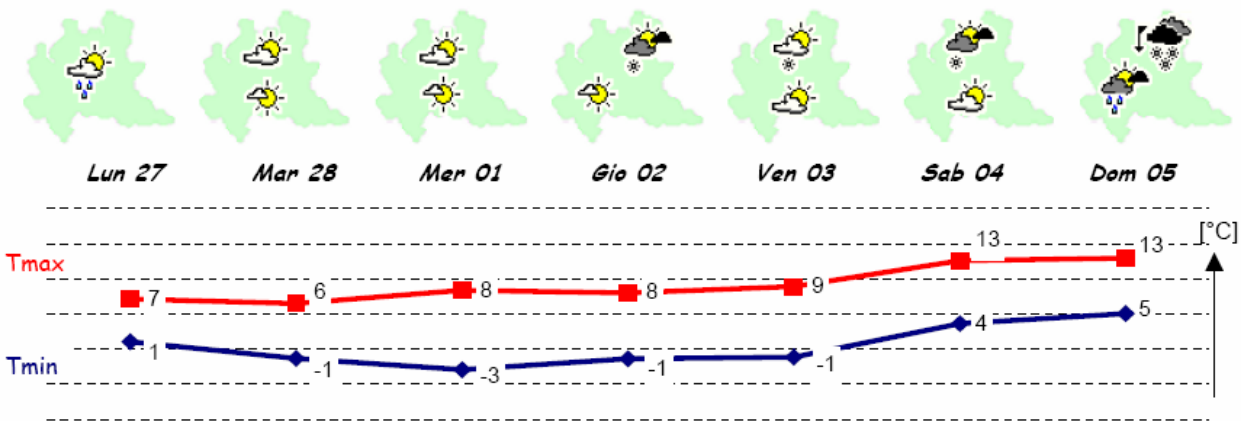
Complessivamente, rispetto ai valori medi tipici della prima decade di marzo, le medie della settimana sono risultate **di qualche grado inferiori**. Ma si possono distinguere due fasi. La prima, dal 27 al 3, col mantenimento su valori relativamente bassi, ancora **qualche gelata** in pianura e valori diurni mai oltre i 10 °C anche in presenza di buon soleggiamento. La seconda fase, dal 4 al 5, con temperature in aumento e allineate alla norma del periodo, grazie soprattutto al trasporto di aria più calda da ovest-sudovest e ad un contributo favonico da parte dell'Appennino (sabato 4). La nottata più fredda è risultata quella tra il 28/2 e l'1/3, con minime quasi ovunque di qualche grado sottozero, mentre il giorno più caldo può considerarsi domenica 5, con minime molto al di sopra dello zero e **massime fino a 14 o 15 °C**.

Il vento e gli altri fenomeni

Settimana con **buona ventilazione**, soprattutto in quota, in attenuazione tra l'1 ed il 4 in pianura. Rinforzi, notevoli e diffusi, soprattutto il 5, temporaneamente a carattere di **foehn** sui settori occidentali, con picchi di **15.3 m/s a Carisole-BG** (alla quota di circa 2000 m), **17.4 m/s a Varcana-CO** (circa 1000 m), **9.9 ad Arcoste-MI** (pianura).

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)



Settimana dal 06.03 al 12.03 2006
IL QUADRO GENERALE

Caratteristica saliente della settimana è stata la circolazione intensa con correnti prevalentemente dai quadranti settentrionali e afflusso di aria fredda da nord: le temperature registrate sono state infatti inferiori alle medie del periodo, e i venti moderati o forti fino in pianura.

Lunedì 6 e martedì 7 flusso settentrionale con venti forti; tra mercoledì 8 e giovedì 9 afflusso di aria più mite ed umida da nordovest; venerdì 10 debole instabilità sui settori orientali con calo delle temperature in quota; sabato 11 e domenica 12 nuovamente intenso flusso da nord con venti forti in montagna e forti o molto forti in pianura, anche a carattere di foehn, e nuovo calo delle temperature.

Le precipitazioni

Non si sono avute nella settimana episodi di precipitazioni diffuse sulla regione. I due eventi principali sono stati associati al passaggio di un fronte caldo tra mercoledì 8 e giovedì 9 e al transito di una debole perturbazione tra venerdì 10 e sabato 11. Lunedì 6 qualche isolata nevicata ha interessato Prealpi e pianura orientali. Mercoledì 8 sono state osservate deboli nevicate sui rilievi Alpini, localmente anche moderate (11.8mm/24ore Caiolo-SO, 17.5 mm/24ore Valbondione-BG). Tra venerdì e sabato il transito di una debole perturbazione con ingresso di aria più fredda in quota ha determinato ancora nevicate isolate sui rilievi e qualche debole rovescio temporalesco su pianura e Prealpi orientali (6.6 mm/24ore Castiglione-MN). Domenica 12 l'ingresso di aria fredda e instabile da nord est ha portato qualche rovescio di neve sul Mantovano nelle ore centrali (5.8 mm/24ore Sermide-MN).

Le temperature

Fatta eccezione per giovedì e venerdì le temperature della settimana sono state inferiori alla media per la 1° decade di marzo. Nella prima parte della settimana, caratterizzata dall'ingresso di una massa d'aria fredda da nord lunedì 6, le minime sono state attorno o inferiori a 0 °C (martedì 7 -2.3 °C a Castello-PV, -3.7 °C a Capralba-MN), le massime attorno a 10-11°C. Da giovedì a sabato il buon soleggiamento e l'ingresso di aria più mite in quota hanno riportato le temperature su valori più consoni al periodo, con minime intorno a 3°C e massime intorno a 14°C. Il giorno più caldo è stato venerdì 10 (S.Angelo-LO 16.8 °C). Domenica l'ingresso di correnti fredde settentrionali ha nuovamente abbassato le temperature, portando le minime attorno a 0 °C e le massime attorno a 8°C. Domenica è stato il giorno più freddo della settimana, particolarmente sui rilievi (temperatura minima Livigno-SO -20.5°C).

Il vento e gli altri fenomeni

Caratteristica principale della settimana è stato il vivace regime anemologico. Lunedì 6 e martedì 7 i venti sia in pianura che in montagna sono stati generalmente da moderati a forti, settentrionali, con picchi di vento orario tra 25 e 30 km/ora sulla pianura occidentale (lievemente inferiori sulla pianura orientale). Tra mercoledì 8 e venerdì 10 vi è stata un'attenuazione dei venti, in rotazione da est in pianura, con valori massimi di media oraria tra 7 e 15 km/ora. Da sabato il vento è nuovamente aumentato, e domenica intense correnti settentrionali hanno portato venti forti a tutte le quote con diffusi rinforzi di foehn in pianura e nelle valli. Sulla pianura occidentale venti forti o molto forti (Castello-PV 58km/ora, raffiche di 94 km/ora. Casatenovo-LC 61km/ora, raffiche di 101km/ora).

Tempo prevalente sulla regione e andamento delle temperature in pianura.

(Vedi legenda)

