

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
COMUNE DI LEGNANO

22/04/2004 - 24/05/2004



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI LEGNANO

Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

P.I. Ambrogio Fregoni.....

P.I. Fabio Radrizzani.....

Relazione *redatta* Dr. Daniela Lunesu.....
 verificata Dr. Giancarlo Tebaldi.....

Responsabile U.O.Aria
Dip. Provinciale di Milano

Dr. Silvana Angius

Direttore
Dip. Provinciale di Milano

Dr. Giuseppe Sgorbati

Premessa

Dal 22 aprile al 24 maggio 2004 è stata realizzata all'interno del Comune di Legnano una campagna di misura di Qualità dell'Aria. In accordo con il Comune si è deciso di posizionare il Laboratorio Mobile lungo Viale Toselli all'altezza del civico N. 50, in prossimità di Via Santa Caterina. Si tratta di una strada ad alto traffico, transitata non solo da autovetture, ma anche da automezzi pesanti, in quanto prossima alla Strada Statale N. 33 del Sempione e all'uscita dell'autostrada A8.

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico COMUNE DI LEGNANO

Introduzione	
Laboratorio Mobile.....	pag. 3
Principali Inquinanti atmosferici.....	pag. 3
Normativa.....	pag. 4
Campagna di Misura	
Sito di Misura.....	pag. 6
Principali Sorgenti Emissive.....	pag. 7
Situazione Meteorologica nel periodo di misura.....	pag. 11
Andamento inquinanti nel periodo di misura.....	pag. 13
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse.....	pag. 22
Conclusioni.....	pag. 23
<i>Allegato Dati Orari</i>	pag. 28

Introduzione

Laboratorio Mobile

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento Provinciale Città di Milano, è stato utilizzato un Laboratorio Mobile.

La strumentazione presente sui laboratori permette il rilevamento di:

- Biossido di Zolfo (SO₂);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ozono (O₃);
- Particolato Fine (PM10).

La strumentazione che viene utilizzata in un laboratorio mobile deve rispondere a determinate caratteristiche previste dalla legislazione regionale (DPR 203/88 e nel DPCM del 28/3/83 e succ. agg.). Anche per le altezze dei prelievi sono fornite indicazioni nazionali e regionali:

- il Monossido di Carbonio viene prelevato a 1,6 metri dal suolo (altezza uomo) e a non più di 3 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di SO₂, NO_x, O₃ viene posta a 3 metri di quota;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 metri.

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento nelle Direttive Regionali (L.R. 13/07/84), nazionali (DPR 31/05/91) e in quelle dell'Istituto Superiore di Sanità (Documento ISTISAN n.89/10)

Principali inquinanti atmosferici regolati da normative vigente

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

* = Inquinante Primario = Inquinante generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche;

** = Inquinante Secondario = Inquinante prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche

Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 24/5/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 16/5/96 – D.M. 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di attenzione e allarme (D.G.R. 28/10/02).

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2004.

Biossido di Zolfo	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo Medio	Legislazione
Standard di qualità	80	mediana delle medie di 24 h rilevate nell'anno ecologico	D.P.R. 24/5/88
Standard di qualità	250	98° percentile delle medie di 24 h rilevate nell'anno ecologico	D.P.R. 24/5/88
Standard di qualità	130	mediana delle medie di 24 h in inverno (ott-mar)	D.P.R. 24/5/88
Valore limite protezione salute umana	350 (+30)	1 h (da non superare più di 24 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	125	24 h (da non superare più di 3 volte per anno civile)	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 attenzione	130	24 h	D.G.R. 28/10/02
Soglia di allarme	500	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02 e D.G.R. 28/10/02
Biossido di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo Medio	Legislazione
Standard di qualità	200	98° percentile delle medie di 24 h rilevate nell'anno ecologico	D.P.R. 24/5/88
Valore limite protezione salute umana	200 (+60)	1 h (da non superare più di 18 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+12)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione ecosistemi	20	Anno civile e inverno	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	200	1 h	D.G.R. 28/10/02
Soglia di allarme	400	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02 e D.G.R. 28/10/02
Ossidi di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo Medio	Legislazione
Valore limite protezione vegetazione	30	Anno civile	D.M. 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m³)	Periodo Medio	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 (+1.5)	8 h	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	10	8 h	D.G.R. 28/10/02

Ozono	Valore Limite (µg/m³)	Periodo Medio	Legislazione
Livello di protezione salute	110	8 h	D.M. 16/5/96
Livello di protezione vegetazione	200	1 h	D.M. 16/5/96
Livello di protezione vegetazione	65	24 h	D.M. 16/5/96
Soglia di attenzione	180	1 h	D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02
Soglia di allarme	360	1 h	D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02

Particolato Totale Sospeso	Valore Limite (µg/m³)	Periodo Medio	Legislazione
Standard di qualità	150	Media delle medie di 24 h rilevate in 1 anno	D.P.C.M. 28/3/83
Standard di qualità	300	95° percentile medie 24 h rilevate in 1 anno	D.P.C.M. 28/3/83

Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo (µg/m³)	Periodo Medio	Legislazione
Valore limite protezione salute umana	50 (+5)	24 h (da non superare più di 35 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+1.6)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	50	24 h	D.G.R. 28/10/02

Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo (µg/m³)	Periodo Medio	Legislazione
Totali	Valore obiettivo 200	3 h consecutive*	DPCM 28/3/83
Benzene	Valore obiettivo 5 (+5)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo 0,001	Anno civile	DM. 25/11/94

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

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

Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Milano è stato utilizzato l'inventario regionale, denominato INEMAR (Inventario Emissioni Aria). Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

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

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

- Biossido di Zolfo (SO₂)
- 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)

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

Le emissioni di **biossido di zolfo** derivano per la maggior parte dai processi legati alla combustione non industriale, ovvero impianti di riscaldamento, per un totale di 19.4 t/anno, quantità che rappresenta il 61% del totale delle emissioni di biossido di zolfo nel comune. Inoltre all'interno del territorio di Legnano una parte rilevante è dovuta al trasporto su strada con 9.0 t/anno, corrispondente al 28% del totale.

Ossidi di azoto e **monossido di carbonio** sono considerati inquinanti, la cui origine è da ricondursi quasi esclusivamente al trasporto su strada. Per le emissioni di monossido di carbonio è stata stimata una cifra pari a circa 1881.4 t/anno, dovuta per lo più al traffico autoveicolare e corrispondente al 78% del totale delle emissioni di tale inquinante all'interno del comune. Il 30% delle emissioni è invece dovuto al macrosettore agricoltura, il 15% alla combustione nell'industria e l'8% alla combustione non industriale.

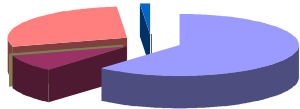
Le emissioni di ossidi azoto sono invece da ricondursi non soltanto alle autovetture, ma anche ai mezzi pesanti. In termini assoluti le quantità emesse risultano pari a 326.8 t/anno (67% del totale). Percentuali non trascurabili sono da dovute alla combustione non industriale (19%) e alla combustione nell'industria (14%).

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM10)** la sorgente principale all'interno del Comune di Legnano risiede nel trasporto su strada, il quale contribuisce con 25.4 t/anno, corrispondente al 77% del totale. La combustione non industriale interviene nella percentuale del 17%.

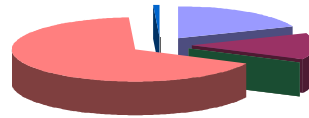
L'emissione di **composti organici volatili (COV)** è dovuta principalmente all'uso di solventi, per una cifra stimata pari a 733.4 t/anno (67% del totale). Una sorgente significativa all'interno del Comune di Legnano è rappresentata dal trasporto su strada, il quale contribuisce con 338.2 t/anno (27%), mentre il 15% è dovuto ad altre sorgenti ed emissioni.

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

Biossido di Zolfo (SO2)



Ossidi di Azoto (NOX)



Composti Organici Volatili (COV)



Monossido di Carbonio (CO)



PM10



- 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
Legnano**

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Combustione non industriale	19,4	92,0	19,9	183,9	5,7
Combustione nell'industria	2,8	66,2	4,8	351,4	0,8
Processi produttivi	0,0	0,0	109,6	0,0	0,3
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	31,3	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	733,4	0,0	0,0
Trasporto su strada	9,0	326,8	338,2	1881,4	25,4
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,5	3,9	0,6	1,3	0,6
Agricoltura	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0

Provincia di Milano

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	5276	3977	155	1163	96
Combustione non industriale	3537	6549	1474	10595	680
Combustione nell'industria	4476	7617	811	8018	296
Processi produttivi	30	107	8730	3395	101
Estrazione e distrib.di combustibili fossili			4413		
Uso di solventi	1	35	73579	4	190
Trasporto su strada	1665	49211	69535	324388	5815
Altre sorgenti mobili e macchinari	187	2122	305	1110	149
Trattamento e smaltimento rifiuti	225	323	128	73	26
Agricoltura		72	103	1953	
Altre sorgenti e assorbimenti	16	68	798	1967	

Situazione meteorologica nel periodo di misura

La campagna di misura a Legnano è stata condotta tra i mesi di aprile e maggio.

L'ultima decade del mese di Aprile è stata caratterizzata da tempo stabile e soleggiato, con una risalita della temperatura a livelli quasi estivi e una notevole radiazione solare, il cui valore medio è stato di 212.7 W/m².

Inoltre si è registrata un'attività anemologica piuttosto elevata, con media di 1.5 m/s e con picchi giornalieri di 2.7 e 2 m/s rispettivamente nelle giornate del 24 e del 30 Aprile.

Gli ultimi due giorni del mese hanno fatto registrare precipitazioni piovose anche intense, con un massimo di 59,6 mm nella giornata del 30 e un totale di 77.2 mm.

I primi giorni di Maggio sono stati caratterizzati da temperature particolarmente basse e da precipitazioni piovose significative, con 68 mm di pioggia raccolti nei primi 8 giorni del mese. In tali giorni si sono dunque registrati valori bassi di radiazione solare e pressione, mentre l'umidità relativa si è mantenuta su valori elevati.

La situazione è andata poi migliorando nel corso del mese, stabilizzandosi su valori elevati di temperatura, radiazione solare e pressione.

Modeste precipitazioni si sono infine verificate durante gli ultimi giorni di campagna.

Complessivamente, la temperatura media registrata nella postazione di Arconate è stata di 13.3 °C, la radiazione solare media è stata di 217.5 W/m², le precipitazioni totali sono state di 71.4 mm.

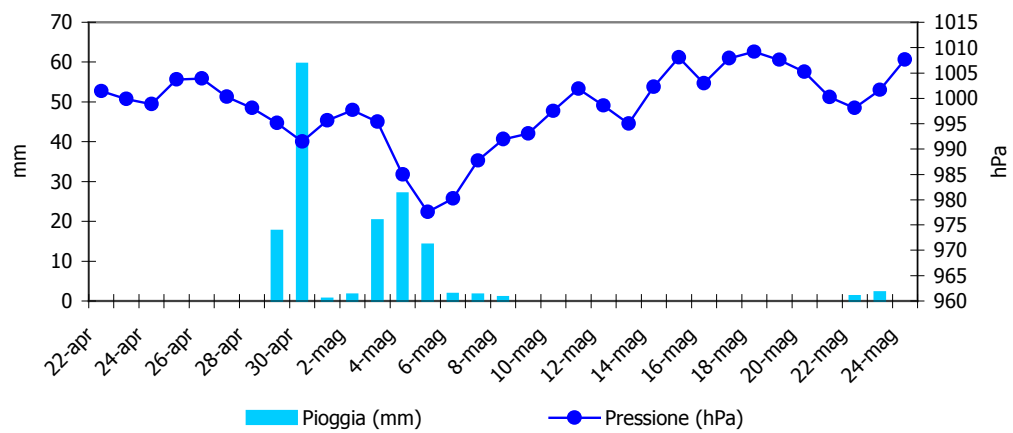
Il valore medio di umidità relativa dei primi 24 giorni di maggio è stata 77.8%, quindi piuttosto elevato.

L'attività anemologica è stata moderatamente vivace, con una media di 1.5 m/s e un massimo giornaliero di 2.9 m/s il 5 maggio.

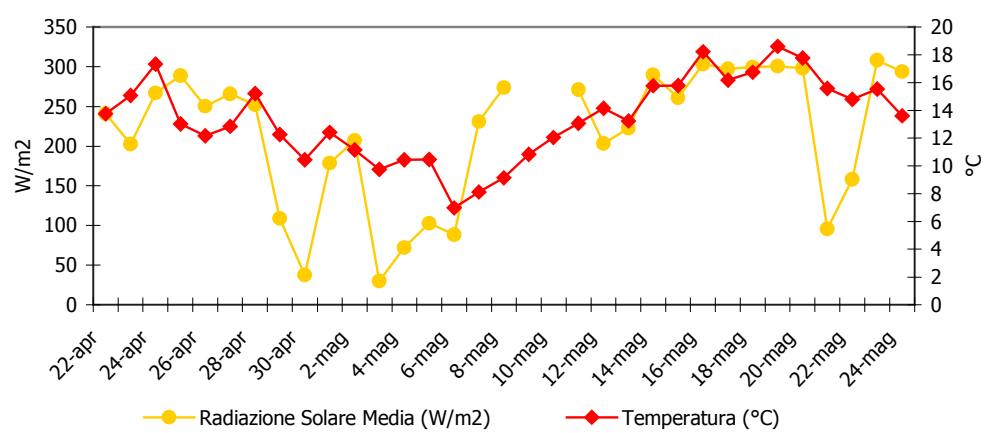
Si riportano in grafico gli andamenti relativi ai principali parametri meteo rilevati nel periodo di misura dalla centralina di Parco Nord:

- Precipitazione (mm) e Pressione (hPa)
- Radiazione solare media (W/m²) e Temperatura (°C)
- Velocità Vento (m/sec) e Umidità Relativa (%)

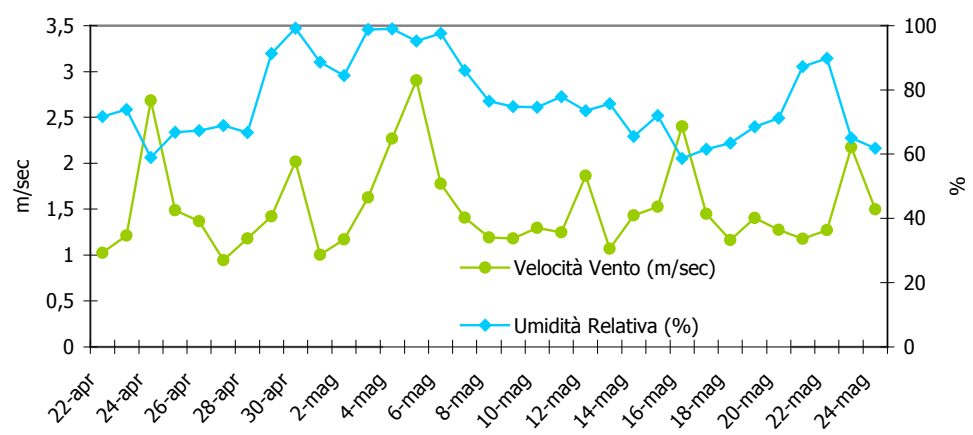
Precipitazioni e Pressione



Radiazione Solare Media e Temperatura



Velocità del Vento e Umidità relativa



Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 22 aprile al 24 maggio 2004 è stata realizzata all'interno del Comune di Legnano una campagna di misura di Qualità dell'Aria. In accordo con il Comune si è deciso di posizionare il Laboratorio Mobile lungo Viale Toselli all'altezza del civico N. 50, in prossimità di Via Santa Caterina. Si tratta di una strada ad alto traffico, transitata non solo da autovetture, ma anche da automezzi pesanti, in quanto prossima alla Strada Statale N. 33 del Sempione e all'uscita dell'autostrada A8.

Gli andamenti nel tempo dei diversi inquinanti, oltre a variare in funzione della presenza e dell'entità delle emissioni, dipendono anche dalle condizioni meteorologiche che si instaurano durante il periodo di misura. A tale proposito il periodo della campagna di misura è stato caratterizzato da episodi di precipitazioni e da presenza di vento che hanno favorito in parte la dispersione degli inquinanti.

La strumentazione presente sul laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi, quali biossido di Zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO ed NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO); a cadenza giornaliera di Particolato Fine (PM₁₀).

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO₂)** è da ricondursi al contenuto di zolfo nei combustibili fossili. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha permesso di migliorare i processi di combustione, rendendo disponibile combustibile a basso tenore di zolfo. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare in questi ultimi anni grazie al passaggio al gas naturale le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

Le concentrazioni di Biossido di Zolfo a Legnano si sono mantenute generalmente su valori molto bassi: il valore medio e la concentrazione massima giornaliera osservati sul periodo sono risultati rispettivamente pari a 8.0 µg/m³ e 22.1 µg/m³. La soglia normativa che fissa il limite della media su 24 ore a 130 µg/m³ non è dunque mai stata superata.

Tenendo presente che i valori si mantengono comunque molto bassi, analizzando l'andamento giornaliero è possibile osservare concentrazioni più elevate durante le ore centrali della giornata, mentre durante la notte i livelli calano. L'andamento giornaliero feriale e festivo mostra una generale diminuzione dei livelli di fondo.

Il **monossido di carbonio (CO)**, ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine al suolo e in area urbana è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare (in particolare quando le autovetture sono in fase di decelerazione) e come tale le sue concentrazioni dipendono dai flussi di traffico in prossimità della zona in cui avviene il prelievo. I livelli di concentrazione massima durante il giorno si raggiungono generalmente in concomitanza alle punte di traffico lavorativo di inizio e fine giornata, particolarmente accentuati nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono poi a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

I livelli di CO misurati a Legnano si sono mantenuti sempre al di sotto dei principali limiti normativi. Il valore medio sul periodo della campagna, il massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente 0.9 mg/m³, 3.1 mg/m³ e 1.9 mg/m³.

Nei giorni feriali l'andamento giornaliero presenta concentrazioni più elevate durante le prime ore del mattino, in concomitanza al traffico lavorativo di inizio giornata; i livelli poi si mantengono su valori più bassi durante il resto della giornata. Nel corso del fine settimana, a seguito di una diminuzione del traffico, scompare il picco di concentrazione del mattino.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO₂)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito dei processi di combustione che si generano negli impianti di riscaldamento e nei motori degli autoveicoli. Le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando le autovetture sono a regime di marcia sostenuta e/o si trovano in fase di accelerazione. Al momento dell'emissione il rapporto in volume tra NO₂ e NO è a favore di quest'ultimo.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, tuttavia viene misurato in quanto oltre a trasformarsi in tempi brevi in NO₂, le sue emissioni contribuiscono ai processi fotochimici per la produzione di O₃ troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori a cui attenersi.

Durante la campagna di misura la concentrazione oraria media di NO₂ si è attestata su 44.6 µg/m³; il limite orario relativo ai 200 µg/m³ non è mai stato oltrepassato, dal momento che il valore più elevato ha raggiunto i 115.9 µg/m³.

Durante i giorni feriali i livelli risultano leggermente più elevati soprattutto al mattino. Una crescita dei valori si osserva invece nelle ore pomeridiane e serali dei giorni festivi.

I valori di Monossido di Azoto che si registrano in atmosfera sono generalmente legati alle emissioni da traffico, in particolare quello pesante. Dalla postazione di Legnano si osserva un picco di concentrazione intorno alle ore 7 del mattino, in coincidenza con quello osservato per il Monossido di Carbonio. Tale comportamento è riscontrabile sia nei giorni feriali che al sabato. I giorni festivi sono caratterizzati invece da un netto calo delle concentrazioni con scomparsa del picco di concentrazione mattutino, ma con la comparsa di un picco meno pronunciato intorno alle ore 19, come già osservato per NO₂.

A differenza dei suoi precursori, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse in prossimità delle sorgenti, la formazione di **Ozono (O₃)** è più complessa. Inquinante secondario, viene prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono NO_x e composti organici volatili. Nelle atmosfere dei centri urbani, durante le ore in cui il traffico è più intenso, si ha un graduale accumulo di NO con successiva formazione di NO₂. Si arriva quindi alla formazione di ozono, che raggiunge valori massimi durante le ore centrali della giornata. Nel corso del pomeriggio la diminuzione della radiazione solare e la nuova emissione di reattivi riducono progressivamente i livelli di ozono, riportandolo a valori minimi.

Il periodo critico per l'Ozono è rappresentato dalla stagione estiva, in quanto radiazione solare e temperatura risultano più elevate durante la stagione calda. Il valore medio sul periodo, il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente 47 µg/m³, 133 µg/m³, 123 µg/m³. Pertanto i valori si sono mantenuti su livelli relativamente bassi: la soglia di attenzione su un'ora non è mai stata oltrepassata, mentre il livello di protezione della salute sulle concentrazioni medie di 8 ore è stato superato solo il 20 maggio.

Il **Particolato Fine (PM₁₀)** è considerato uno dei "nuovi inquinanti", la sua misura è stata introdotta a partire da febbraio 1998. Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi nuovamente al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia. Durante la permanenza in atmosfera le particelle subiscono diverse trasformazioni, che alterano le loro caratteristiche chimiche e morfologiche. Il Particolato Totale Sospeso è costituito da particelle con dimensioni differenti: si possono misurare particelle con diametro aerodinamico dell'ordine di alcune frazioni di micron fino a particelle grandi con diametro aerodinamico attorno alle decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle fini e come tali presentano caratteristiche tali da penetrare nelle vie respiratorie. Per la

valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm .

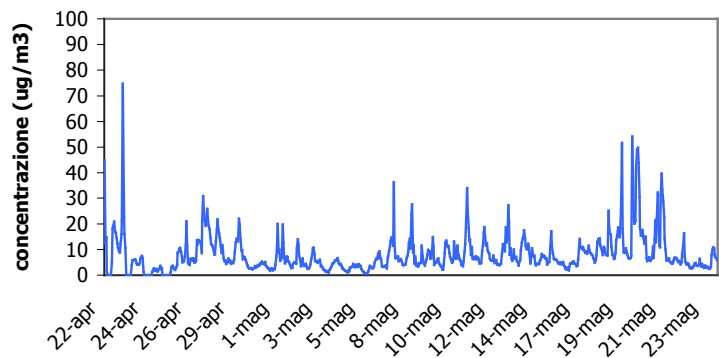
Durante la campagna di misura condotta nel territorio di Legnano, le concentrazioni di Particolato Fine hanno superato la soglia di attenzione solo in pochi giorni. La concentrazione massima raggiunta durante il periodo di misura è stata pari a 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

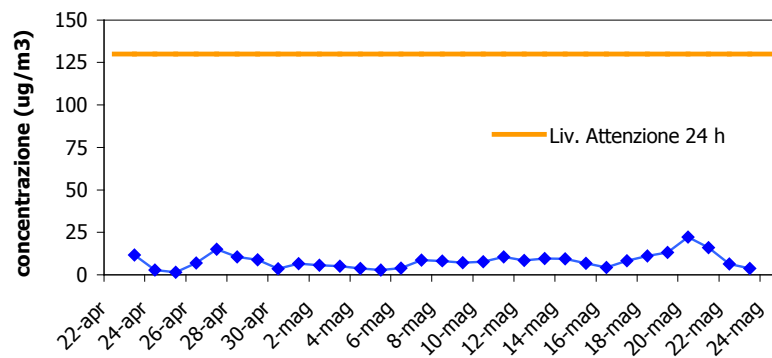
- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora h e le 7 ore precedenti l'ora h .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

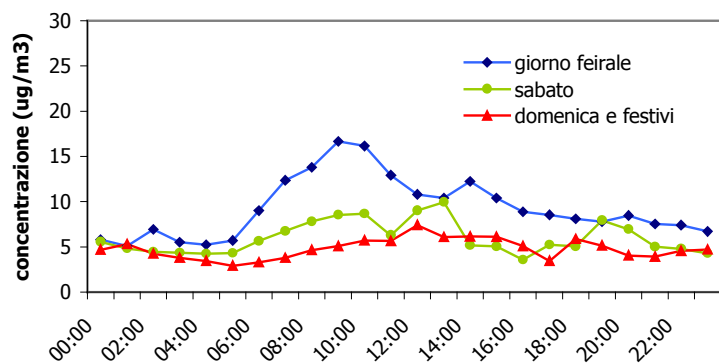
**Biossido di Zolfo
Concentrazioni Orarie**



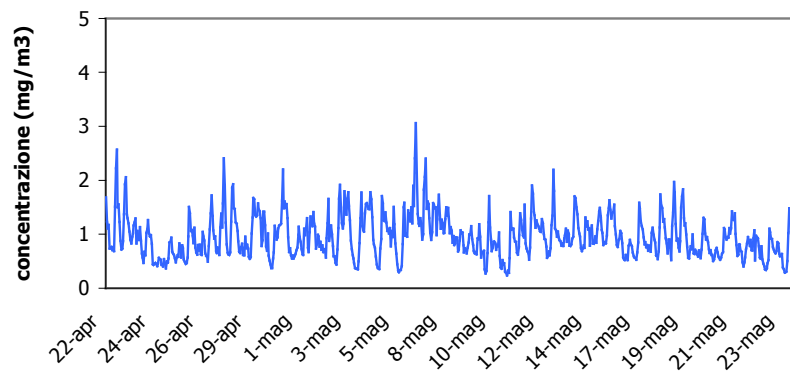
**Biossido di Zolfo
Medie Giornaliere**



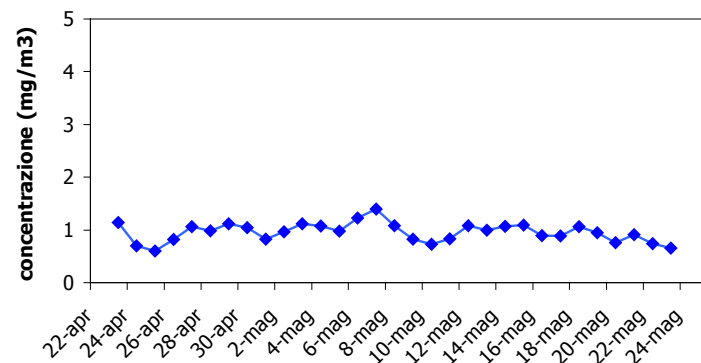
**Biossido di Zolfo
GiornoTipo**



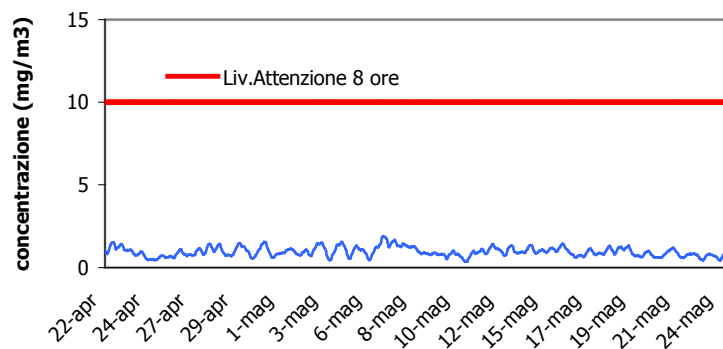
**Monossido di Carbonio
Concentrazioni Orarie**



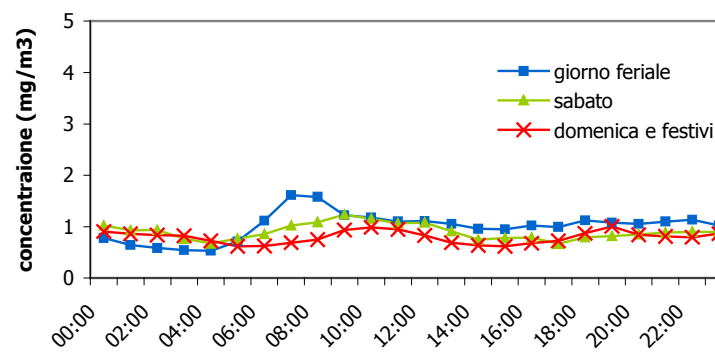
**Monossido di Carbonio
Medie Giornaliere**



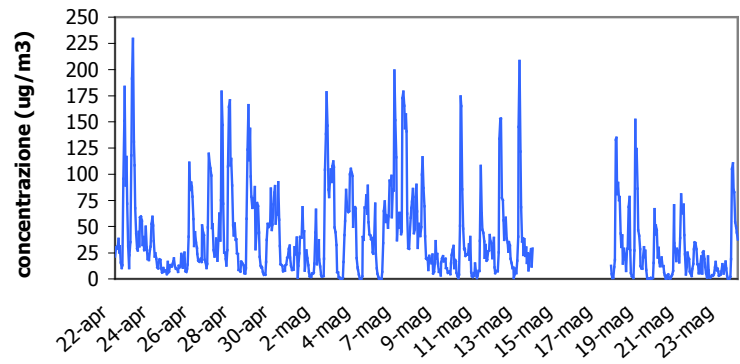
**Monossido di Carbonio
Concentrazioni Medie di 8h**



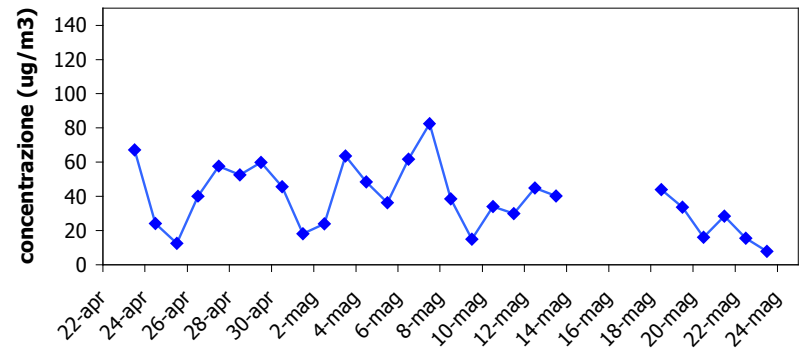
**Monossido di Carbonio
Giorno Tipo**



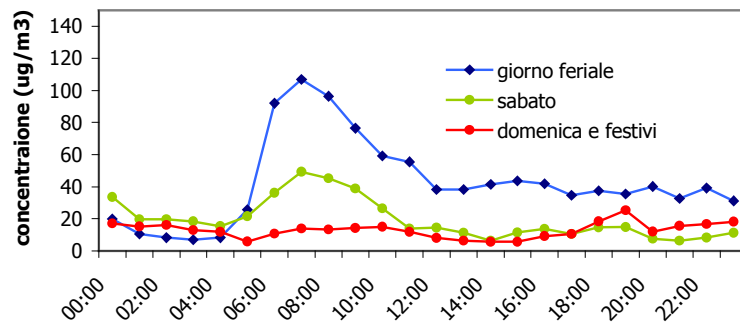
**Ossido di Azoto
Concentrazioni Orarie**



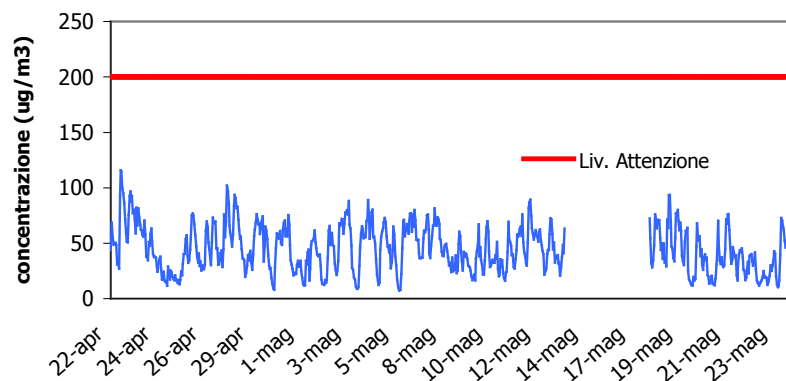
**Ossido di Azoto
Medie Giornaliere**



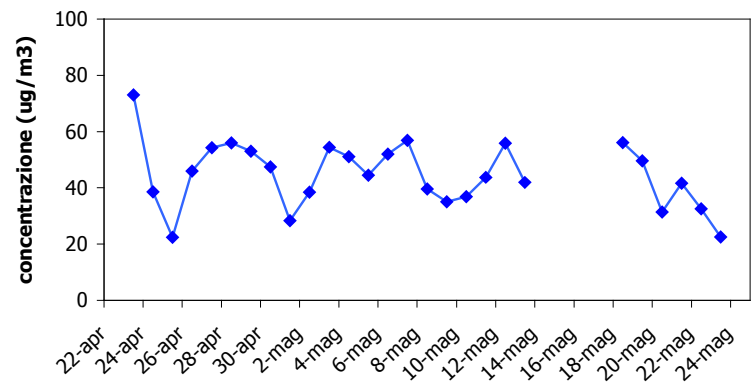
**Ossido di Azoto
Giorno Tipo**



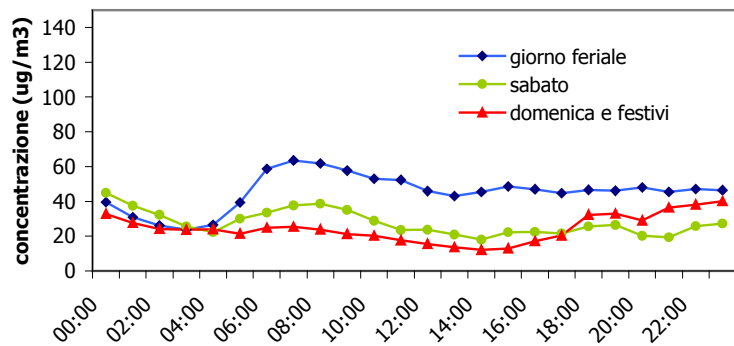
**Biossido di Azoto
Concentrazioni Orarie**



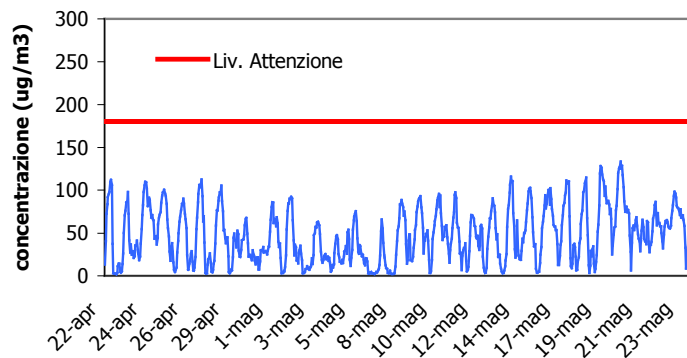
**Biossido di Azoto
Medie Giornaliere**



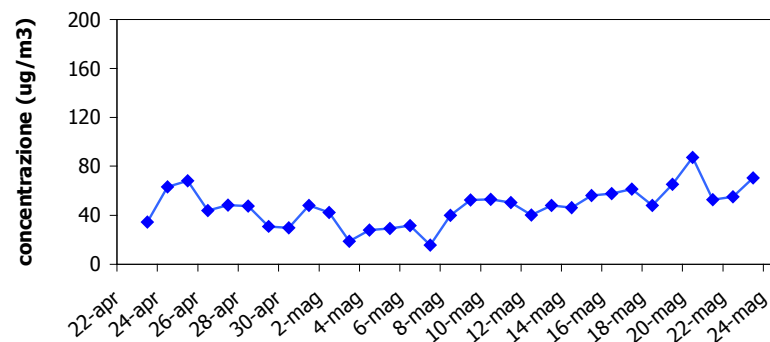
**Biossido di Azoto
Giorno Tipo**



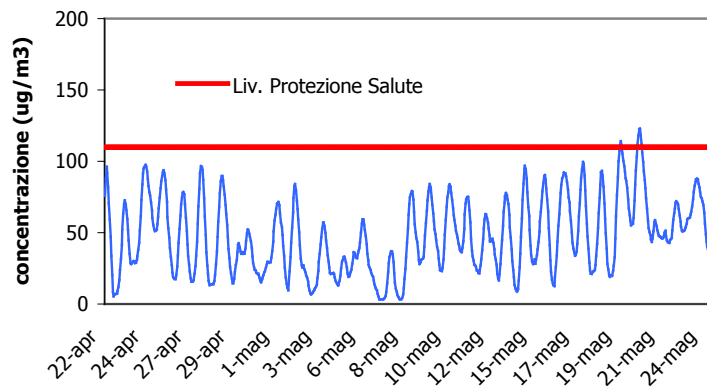
Ozono
Concentrazioni Orarie



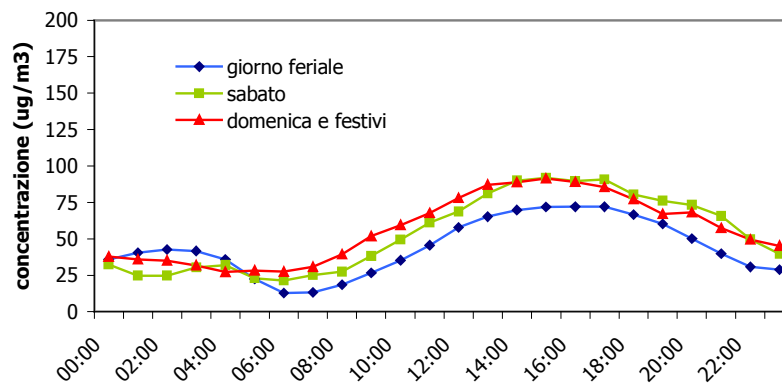
Ozono
Medie Giornaliere



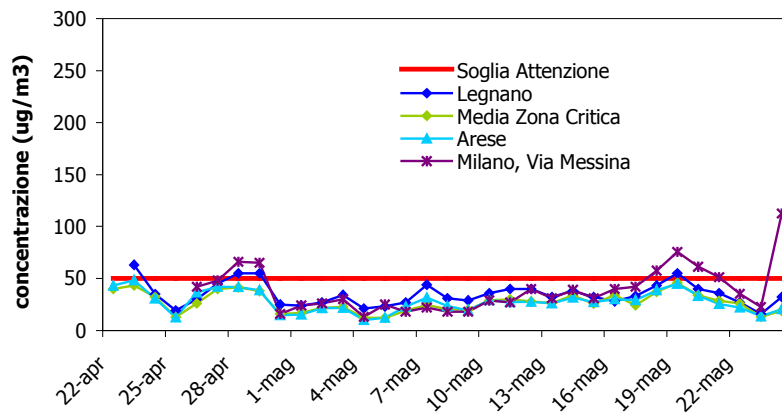
Ozono
Concentrazioni Medie di 8h



Ozono
Giorno Tipo



Particolato Fine (PM10) Medie Giornaliere



Medie Giornaliere Legnano

giorno	PM10 (µg/m ³)
23-apr	63
24-apr	35
25-apr	19
26-apr	30
27-apr	45
28-apr	55
29-apr	55
30-apr	25
1-mag	24
2-mag	27
3-mag	34
4-mag	21
5-mag	23
6-mag	27
7-mag	44
8-mag	31
9-mag	29
10-mag	36
11-mag	40
12-mag	40
13-mag	32
14-mag	38
15-mag	32
16-mag	28
17-mag	33
18-mag	43
19-mag	55
20-mag	40
21-mag	36
22-mag	27
23-mag	16
24-mag	32

Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

I livelli dei diversi inquinanti monitorati a Legnano sono stati confrontati con quelli registrati da altre postazioni localizzate sia all'interno della città di Milano (Viale Juvara, Viale Marche), che in comuni limitrofi (Arese, Legnano, Rho, Cuggiono, Arconate).

I valori di **Biossido di Zolfo** misurati a Legnano (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima giornaliera) si sono rivelati leggermente superiori a quelli misurati nelle centraline fisse. In particolare la postazione fissa di Legnano presenta valori inferiori (rispettivamente 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre a Milano in via Juvara la media sul periodo e la massima giornaliera sono risultate rispettivamente 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dati in accordo con quelli misurati a Cuggiono che sono caratterizzati da una media sul periodo di 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e una massima di 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si tenga presente che la normativa prevede una soglia di 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore; risulta quindi evidente come i valori misurati nelle varie centraline siano tutti confrontabili fra loro.

A Legnano le concentrazioni di **Biossido di Azoto** (media sul periodo 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, massima media oraria 116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) si sono mantenute su livelli tra i più bassi e simili a quelli registrati ad Arese, (46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 133 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria), Rho (47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria) e nella centralina fissa di Legnano (53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria). Nelle altre postazioni di misura il valore medio e il massimo orario sul periodo della campagna di misura sono risultati più elevati: 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Cuggiono; 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 172 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Milano, via Juvara; 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 162 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Milano, viale Marche.

Per quanto riguarda le concentrazioni di **Monossido di Azoto** si osserva che i livelli raggiunti nel periodo di misura dalla postazione di Legnano (39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 229 massima oraria) risultano confrontabili a quelli rilevati nei pressi delle postazioni di Rho (36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria), Milano Viale Marche (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 279 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria) e in parte Legnano (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media, 176 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria).

Per quanto riguarda il **Monossido di Carbonio** (1.0 mg/m^3 media sul periodo, 3.1 mg/m^3 massima media oraria, 1.9 mg/m^3 valore massimo mediato sulle 8 ore), i livelli osservati nella postazione scelta per la campagna di monitoraggio sono risultati confrontabili a quelli riscontrati nella postazione di Arese (1.0 mg/m^3 media sul periodo, 2.7 mg/m^3 massima media oraria, 1.6 mg/m^3 valore massimo mediato sulle 8 ore).

Nelle altre postazioni di misura la media sul periodo, la massima media oraria, il valore massimo mediato sulle 8 ore registrati sono stati rispettivamente: 1.3 mg/m^3 , 3.2 mg/m^3 , 2.3 mg/m^3 a Legnano; 1.2 mg/m^3 , 3.9 mg/m^3 , 2.2 mg/m^3 a Milano V.le Marche. I valori per queste postazioni sono dunque tutti confrontabili fra loro.

I valori di **Ozono** misurati a Legnano (47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 133 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore) sono risultati nella media e confrontabili con quelli rilevati dalle altre postazioni prese in considerazione, quali Milano via Juvara (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 134 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore); Arese (45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 148 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 131 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore), Legnano (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore).

Nei giorni del 19 e 20 maggio si sono misurate concentrazioni di Ozono superiori al livello di protezione della salute (110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su un periodo medio di 8 ore). Tale comportamento rispecchia l'andamento delle centraline con cui si è effettuato il confronto, nelle quali si riscontra ugualmente il superamento del livello in questione.

I valori misurati caratterizzano dunque il sito come urbano; a tal proposito si noti che le concentrazioni rilevate ad Arconate, sito di tipo suburbano, sono state nel periodo di interesse notevolmente maggiori: 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media sul periodo, 186 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 172

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore, con due giorni di superamento della soglia di attenzione e 19 giorni di superamento del livello di protezione della salute.

I valori di **Particolato Fine (PM10)** misurati risultano generalmente superiori a quelli registrati ad Arese e a quelli ottenuti come media delle postazioni della zona critica di Milano. Essi sono d'altra parte sempre inferiori ai dati misurati nella centralina di Milano, via Messina.

Il superamento della soglia di attenzione in alcuni giorni (23, 28, 29 aprile e 19 maggio) rispecchia l'andamento generale delle concentrazioni di PM10 nelle centraline fisse, in particolare in tali giorni si riscontra il superamento della soglia di attenzione nella centralina di Milano, via Messina.

Nelle tabelle di pagina 22 - 25 sono riportate le caratteristiche di alcune stazioni di misura della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria e un riassunto dei livelli di concentrazione di NO_2 , SO_2 , O_3 , CO osservati a Legnano, a confronto con quelli delle stazioni fisse della rete:

- media delle concentrazioni medie orarie e rispettive deviazioni standard;
- valore massimo orario;
- valore massimo riferito alla media delle 8 ore;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione.

I dati riportati, relativi alla postazione di Legnano, sono inoltre messi a confronto con quelli rilevati da alcune centraline appartenenti alla rete fissa di Milano e Provincia.

Conclusioni

Dal 22 aprile al 24 maggio 2004 è stata realizzata all'interno del Comune di Legnano una campagna di misura di Qualità dell'Aria.

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

Le concentrazioni degli inquinanti monitorati a Legnano sono state confrontate con i livelli rilevati da alcune postazioni di misura appartenenti alla rete fissa di Milano e Provincia:

- i valori risultano particolarmente in linea con quelli misurati nelle centraline di Arese e di Legnano, soprattutto per quel che riguarda i dati di **CO, NO2 e O3**;
- per quanto riguarda **NO** i valori sono risultati confrontabili a quelli registrati dalle postazioni di Rho, Milano Viale Marche e in parte Legnano;
- i valori di **SO2** sono risultati leggermente più alti di quelli misurati nelle centraline in considerazione. Il maggiore accordo si osserva con Milano via Juvara e Cuggiono. Si deve comunque notare il fatto che tali valori sono molto bassi, se paragonati al livello di attenzione che consiste in una concentrazione media giornaliera di $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Durante il periodo di misura gli inquinanti monitorati, ad eccezione dell' O_3 e del PM10, non hanno fatto registrare violazioni dei principali limiti normativi.

Per quanto riguarda l'Ozono, la soglia di attenzione su un'ora non è mai stata oltrepassata, mentre il livello di protezione della salute sulle concentrazioni medie di 8 ore è stato superato il 19 e il 20 maggio. Il superamento di tale livello è stato tuttavia osservato anche nelle centraline considerate per il confronto.

Il PM10 ha superato la soglia di attenzione nei giorni 23, 28, 29 aprile e 19 maggio, come osservato anche nella centralina di Milano via Messina. In tali giorni si è inoltre riscontrato un aumento delle concentrazioni di PM10 nell'area critica milanese e nella postazione di Arese.

Non si segnalano pertanto particolari fenomeni critici d'inquinamento.

Tabella

	Rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Legnano (mezzo mobile)	PUB	URBANA	FONDO	208	22.4.2004 – 24.5.2004
Arese	PUB	URBANA	FONDO	160	Centralina Fissa
Legnano	PUB	URBANA	FONDO	208	Centralina Fissa
Rho	PUB	URBANA	TRAFFICO	158	Centralina Fissa
Cuggiono	PRIV	URBANA	INDUSTRIALE	156	Centralina Fissa
Arconate	PUB	SUBURBANA	FONDO	178	Centralina Fissa
Milano V.le Juvara	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
Milano V.le Marche	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa

rete: PUB = pubblica, PRIV = privata

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

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

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

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

Tabelle

dal 22 aprile al 24 maggio 2004

Biossido di Azoto

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Legnano (mezzo mobile)	88	45	21	116	0
Arese	100	46	23	133	0
Legnano	100	53	25	139	0
Rho	100	47	25	152	0
Cuggiono	98.7	57	17	130	0
Milano V.le Juvara	100	60	30	172	0
Milano V.le Marche	99.9	70	25	162	0

Biossido di Zolfo

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Legnano (mezzo mobile)	93.9	8	4	22	0
Cuggiono	87.9	4	2	11	0
Legnano	100	3	1.4	7	0
Milano V.le Juvara	100	5	2	10	0

Tabella

dal 22 aprile al 24 maggio 2004

Monossido di Carbonio

	% Rend.	Media (mg/m ³)	Dev St.	Max Media 1 h (mg/m ³)	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Legnano (mezzo mobile)	100	1.0	0.4	3.1	1.9	0
<i>Arese</i>	100	1.0	0.3	2.7	1.6	0
<i>Legnano</i>	100	1.3	0.3	3.2	2.3	0
<i>Rho</i>	100	1.6	0.3	3.3	2.2	0
<i>Arconate</i>	100	0.6	0.09	1.0	0.8	0
<i>Milano V.le Marche</i>	100	1.2	0.4	3.9	2.2	0

dal 22 aprile al 24 maggio 2004

Ozono

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	Max Media 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione per la Salute
Legnano (mezzo mobile)	100	47	16	133	0	123	2 19/20.05.2004
Arese	100	45	34	148	0	131	3 16/19/20.05.2004
Legnano	72.2	50	34	150	0	132	2 27.04/20.05.2004
Arconate	100	77	39	186	2 19/20.05.2004	172	19 28.04/2.05/13-24.05.2004
Milano V.le Juvara	100	50	30	134	0	122	1 19.05.2004

Allegato Dati Orari