

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
COMUNE DI ARLUNO

05/11/2003 - 18/12/2003



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Premessa

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura di Qualità dell'Aria condotta con Laboratorio Mobile dal 5 novembre 2003 al 18 dicembre 2003 all'interno del Comune di Arluno. In accordo con il Comune si è deciso di posizionare il Laboratorio in Via Casorezzo, nel parcheggio pubblico a fianco del campo sportivo.

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI ARLUNO

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

Introduzione

Laboratorio Mobile

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento Sub-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 2003.

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 (+60)	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 (+70)	1 h (da non superare più di 18 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+14)	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 (+4)	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 (+10)	24 h (da non superare più di 35 volte per anno civile)	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+3,2)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	50	24 h	D.G.R. 28/10/02

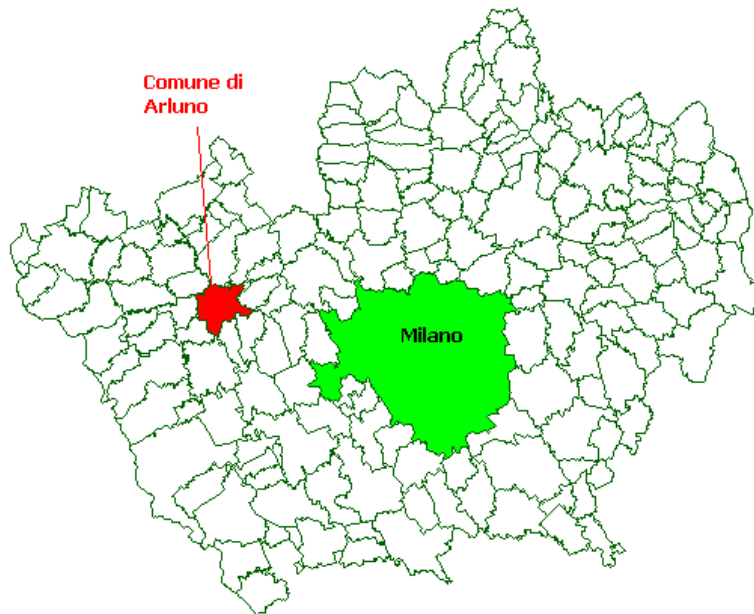
Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo (µg/m³)	Periodo Medio	Legislazione
Totali	Valore obiettivo 200	3 h consecutive*	DPCM 28/3/83
Benzene	Valore obiettivo 5 (+5)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo 0,001	Anno civile	DM. 25/11/94

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

Campagna di Misura

Sito di Misura



Periodo di Misura: dal 5 novembre 2003 al 18 dicembre 2003

Sito di misura: **Comune di Arluno**

Assi Stradali A4 Milano-Torino,
S.P. n° 147 Corbetta-Villapia,
S.P. n° 214 Casorezzo-Arluno-Rho,
S.P. n° 229 Arluno-Pogliano,
S.P. n° 240 Arluno-Sedriano,
S.P. n° 241 Ossonona-Arluno

In accordo con il Comune si è deciso di posizionare il Laboratorio Mobile in Via Casorezzo, nel parcheggio pubblico a fianco del campo sportivo.

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 Arluno.

Le emissioni di **biossido di zolfo** derivano generalmente dai processi legati alla combustione (industriale e non-industriale). All'interno del Comune di Arluno ne sono state calcolate 7.8 t/anno. Anche il trasporto su strada contribuisce tuttavia alle emissioni di SO₂ (9.1 t/anno)

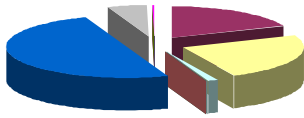
Ossidi di azoto e monossido di carbonio sono considerati inquinanti, la cui origine è da ricondursi generalmente quasi esclusivamente al trasporto su strada. Per le emissioni di monossido di carbonio è stata stimata una cifra pari a circa 1262.8 t/anno, dovuta per lo più al traffico autoveicolare. Le emissioni di ossidi azoto non risultano così elevate se confrontate con quelle di Monossido di Carbonio, esse sono da ricondursi inoltre non soltanto alle autovetture, ma anche ai mezzi pesanti, in termini assoluti le quantità emesse sul territorio di Arluno risultano pari a 352.3 t/anno.

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM10)** e i **composti organici volatili (COV)** le sorgenti all'interno del Comune di Arluno si ritrovano nel trasporto su strada: è stata stimata una cifra pari a 31.5 t/anno da ricondursi alle emissioni di PM10, e di 227.5 t/anno per quanto riguarda le emissioni di COV. Relativamente a quest'ultima categoria di inquinanti un ulteriore loro sorgente è da ricondursi alle attività che fanno uso di solventi, per le quali è stata stimata una cifra pari a 172.2 t/anno.

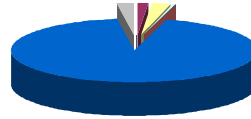
Si riportano in grafico (valori percentuali) e tabelle (valori assoluti) le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Arluno. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Milano.

Si fa presente inoltre che l'inventario utilizzato si basa su dati riferiti al 1997.

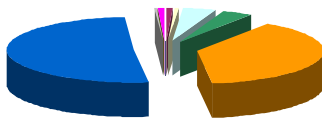
Biossido di Zolfo (SO2)



Ossidi di Azoto (NOX)



Composti Organici Volatili (COV)



Monossido di Carbonio (CO)



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 Arluno

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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Combustione non industriale	3.4	5.0	3.7	39.4	1.3
Combustione nell'industria	4.4	10.0	2.9	99.2	0.3
Processi produttivi	0.2	0.4	18.2	0.6	1.6
Estrazione e distribuzione combustibili	0.0	0.0	18.1	0.0	0.0
Uso di solventi	0.0	0.0	172.2	0.0	0.4
Trasporto su strada	9.1	352.3	227.5	1262.8	31.5
Altre sorgenti mobili e macchinari	1.0	8.2	1.2	2.6	1.0
Agricoltura	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Altre sorgenti e assorbimenti	0.0	0.2	3.9	5.5	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 ad Arluno è stata condotta tra i mesi di novembre e dicembre.

Il mese di novembre ha presentato una situazione climatologica tipicamente autunnale per la frequenza delle precipitazioni, ma anomala per la temperatura, con brevi periodi di freddo e lunghi periodi miti. Inizialmente per effetto dell'Alta Pressione si sono avute giornate serene e calde di giorno; successivamente nella terza decade del mese una saccatura di bassa pressione ha provocato un forte flusso meridionale di correnti atlantiche sub-tropicali sull'Italia Settentrionale, determinando frequenti ed abbondanti rovesci di pioggia accompagnati da correnti di scirocco in quota.

Dalla postazione di Arconate (centralina appartenente alla rete fissa di Milano e Provincia, localizzata nelle vicinanze e dotata di sensori meteo) durante il mese di novembre il vento si è fatto sentire in modo vivace con una burrasca di bora nella notte tra i giorni 6 e 7, e in particolare il giorno 27, quando a seguito di una sciroccata sono state toccate punte orarie di 5,6 m/sec. La temperatura media nel periodo si è mantenuta sui 6 °C e l'umidità relativa a causa della nebbia e delle numerose giornate di pioggia (124 mm di pioggia raccolta dalla postazione più vicina) è risultata particolarmente elevata, ovvero 95.1 %.

Il gelo ha caratterizzato la prima decade del mese di dicembre, a seguito in particolare dell'irruzione di aria artica da est, che ha portato inoltre anche deboli nevicite.

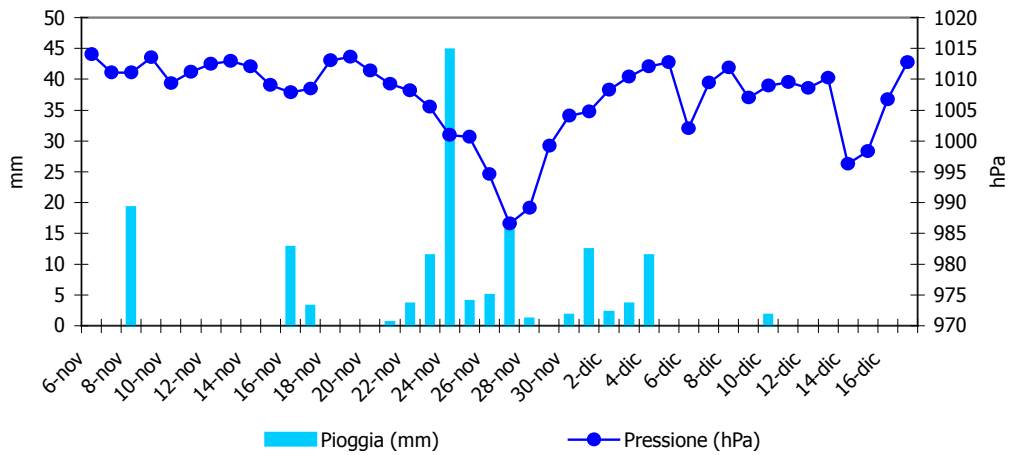
La temperatura dalla postazione di Arconate (centralina appartenente alla rete fissa di Milano e Provincia, localizzata nelle vicinanze e dotata di sensori meteo) si è attestata su una media oraria di 4.0 °C. Il vento non è mancato; il valore medio orario si è attestato su 1,7 m/sec: in particolare ci sono state due giornate in cui la velocità ha raggiunto medie orarie elevate: il giorno 7 durante l'irruzione di aria artica da est sono stati toccati i 5.5 m/sec e il giorno 15 a seguito degli episodi di Föhn la velocità media oraria più elevata è stata pari a 9.3 m/sec.

Le precipitazioni durante questo periodo sono risultate piuttosto scarse, i millimetri di pioggia caduta pari a 31.4 mm. Per quanto riguarda l'umidità relativa, a causa delle frequenti irruzioni di aria continentale e degli episodi di Föhn si è mantenuta su valori più bassi (84.4%), rispetto al precedente periodo di novembre.

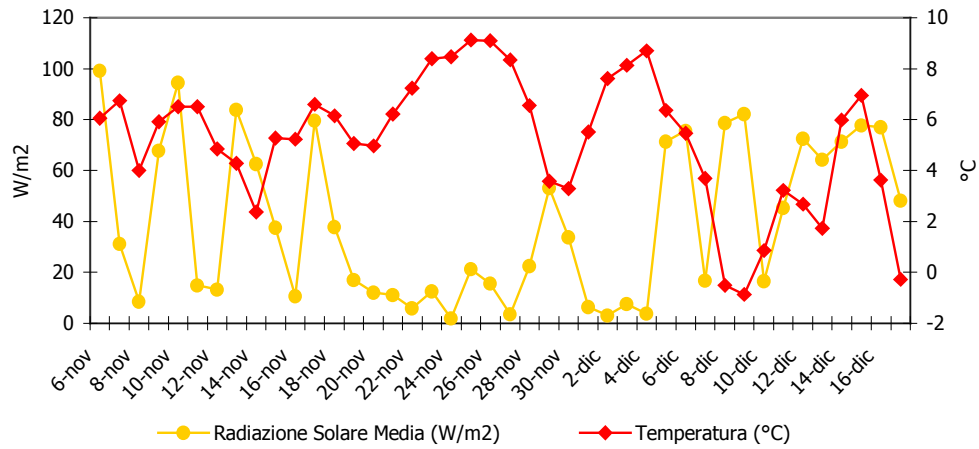
Si riportano in grafico gli andamenti relativi ai principali parametri meteo rilevati nel periodo di misura dalla centralina di Arconate:

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

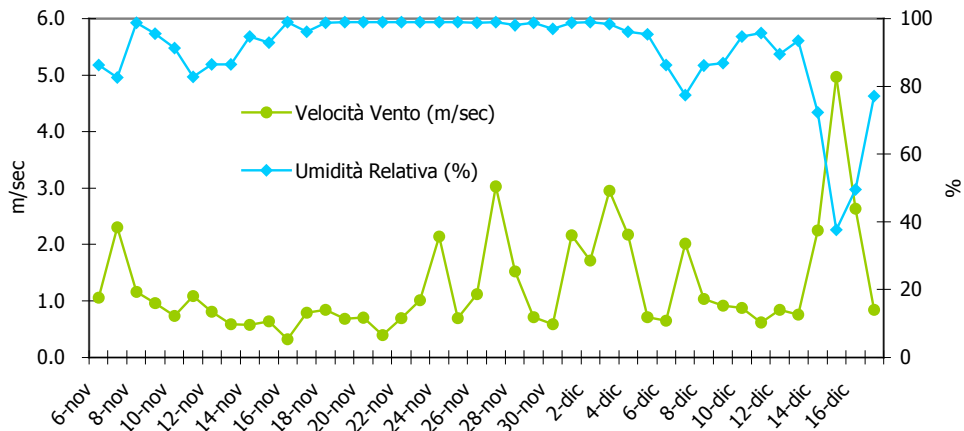
Precipitazioni e Pressione



Radiazione Solare Media e Temperatura



Velocità del Vento e Umidità relativa



Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 5 novembre 2003 al 18 dicembre 2003 è stata realizzata all'interno del Comune di Arluno una campagna di misura di Qualità dell'Aria. In accordo con il Comune si è deciso di posizionare il Laboratorio Mobile in Via Casorezzo, nel parcheggio pubblico a fianco del campo sportivo.

Gli andamenti nel tempo dei diversi inquinanti, oltre a variare in funzione della presenza o meno di sorgenti emissive dipendono anche dalle condizioni meteorologiche che generalmente s'instaurano durante il periodo di misura. A tale proposito le condizioni di tempo perturbato durante la campagna di misura, specie l'ultima decina di giorni di novembre, hanno permesso di mantenere una buona capacità dispersiva dell'atmosfera. A dicembre più frequenti sono state le fasi di tempo stabile, le quali hanno invece favorito un maggiore accumulo 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 ad Arluno si sono mantenute su valori molto bassi: il valore medio e la concentrazione massima giornaliera sono risultate rispettivamente pari a 10 µg/m³ e 31 µg/m³, quest'ultima in particolare ben lontana dalla soglia normativa, che fissa il limite delle 24 ore sui 130 µg/m³.

Analizzando l'andamento giornaliero è possibile osservare concentrazioni più elevate nelle ore centrali della giornata. Nei giorni feriali in particolare i livelli risultano leggermente più elevati rispetto a quanto osservato nei giorni festivi.

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 ad Arluno si sono mantenuti sempre al di sotto dei principali limiti normativi. Il valore medio, il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente 1.5 mg/m³, 5.2 mg/m³ e 3.3 mg/m³.

L'andamento giornaliero presenta una leggera modulazione, più marcata nei giorni feriali, con concentrazioni che salgono al mattino e nel pomeriggio. In particolare durante il fine settimana l'aumento delle concentrazioni si osserva solo nel pomeriggio.

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 a scoppio 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 media di NO₂ si è attestata su 51 µg/m³; il limite orario relativo ai 200 µg/m³, non è mai stato oltrepassato, in quanto il valore massimo raggiunto è stato di 139 µg/m³.

L'evoluzione giornaliera di questo inquinante presenta livelli leggermente più alti durante i giorni feriali rispetto ai giorni festivi.

I valori di Monossido di Azoto che si registrano in atmosfera risultano generalmente legati alle emissioni da traffico, in particolare quello pesante. Dalla postazione di Arluno, si osservano due picchi di concentrazione la mattina presto e il pomeriggio. I giorni festivi i livelli di fondo si abbassano e i picchi di concentrazione si attenuano.

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 dall'estate, in quanto radiazione solare e temperatura risultano più elevate durante la stagione calda. La campagna di misura è iniziata a novembre e terminata a dicembre. Pertanto, i valori si sono mantenuti su livelli bassi, senza mai oltrepassare le principali soglie normative. Il valore medio del periodo, il valore massimo orario e il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente 7 µg/m³, 72 µg/m³, 44 µg/m³.

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 attorno alle decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle fini e come tali presentano caratteristiche tali da penetrare nelle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono pertanto prese in considerazione particelle con diametro inferiore a 10 µm.

Durante la campagna di misura i livelli di PM₁₀ rilevati dalla postazione mobile di Arluno, hanno spesso oltrepassato la soglia dei 50 µg/m³, il valore massimo 121 µg/m³ è stato

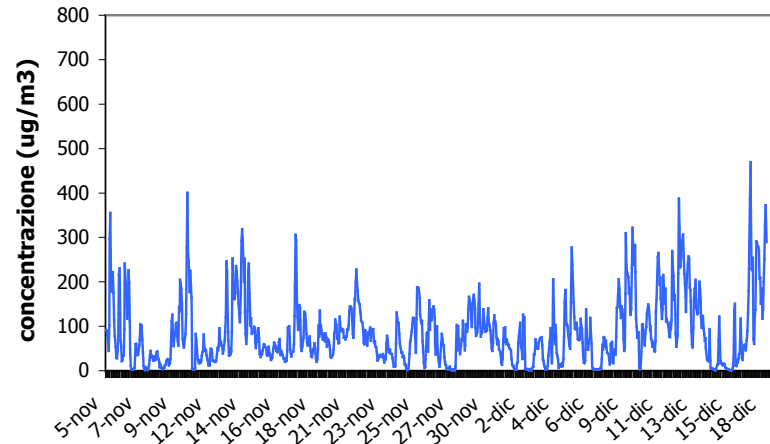
registrato nella giornata del 15 novembre, giornata non particolarmente favorevole al rimescolamento atmosferico.

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

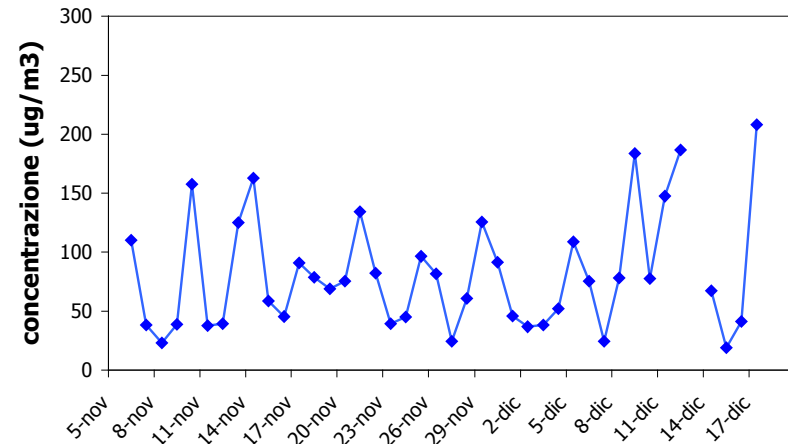
- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora h e le 7 ore precedenti l'ora h .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle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

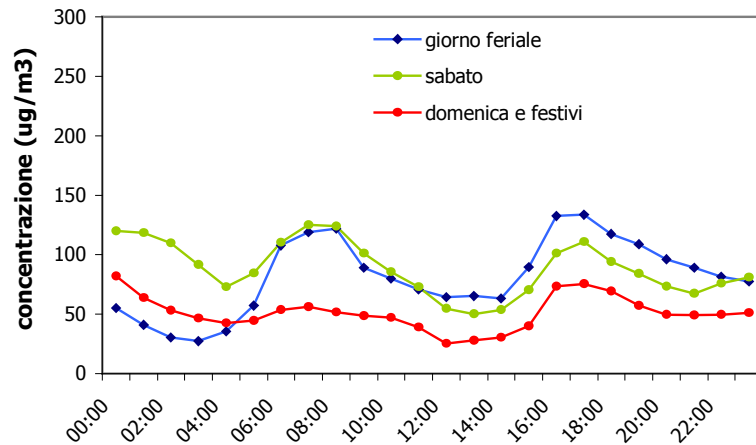
**Ossido di Azoto
Concentrazioni Orarie**



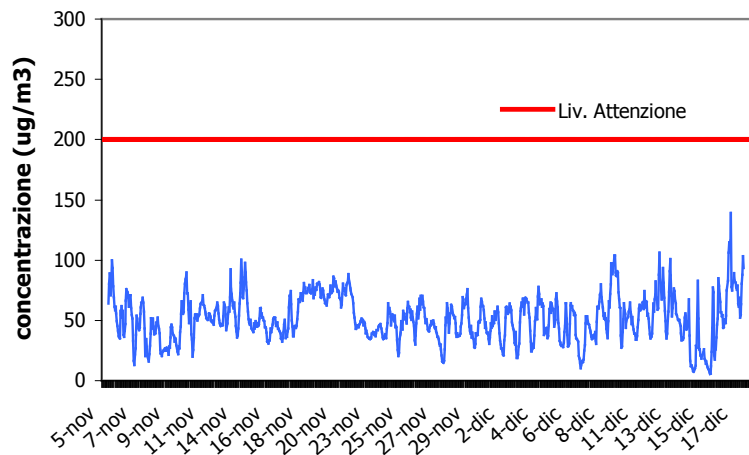
**Ossido di Azoto
Medie Giornaliere**



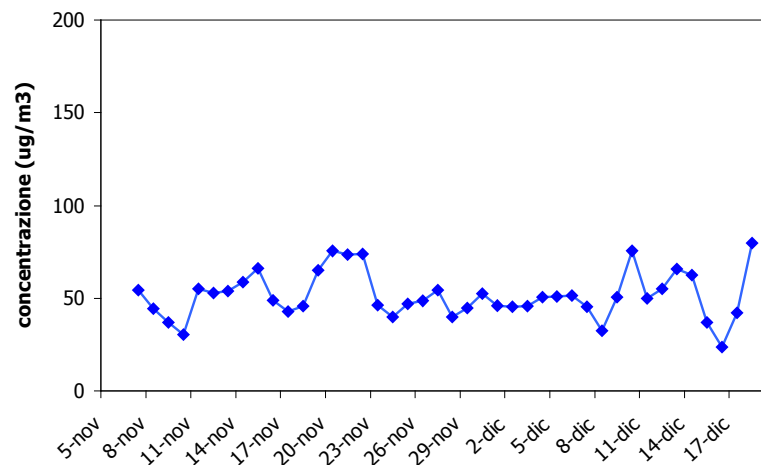
**Ossido di Azoto
Giorno Tipo**



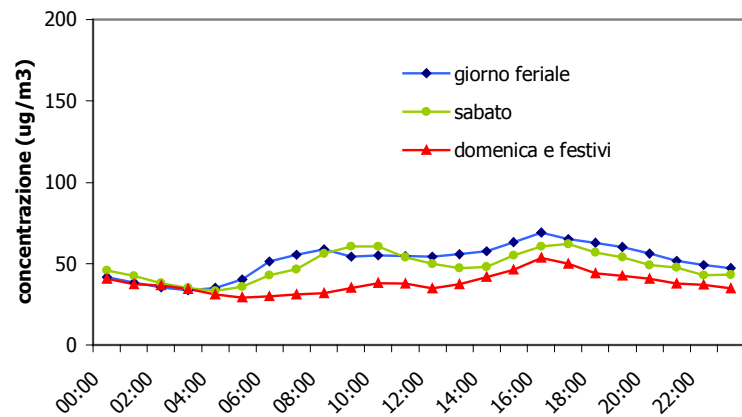
**Biossido di Azoto
Concentrazioni Orarie**



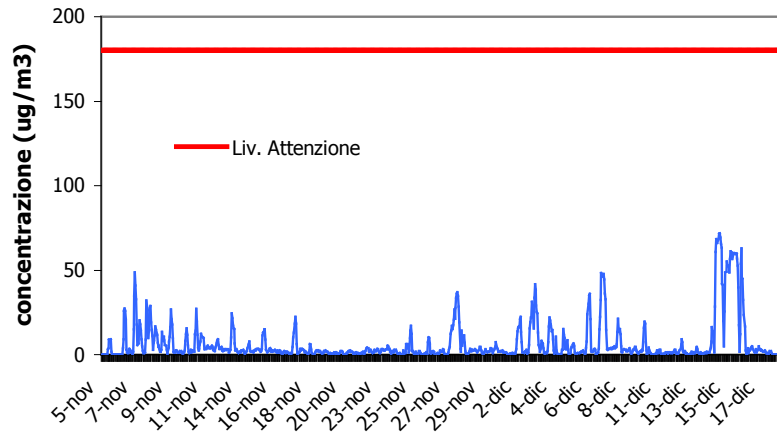
**Biossido di Azoto
Medie Giornaliere**



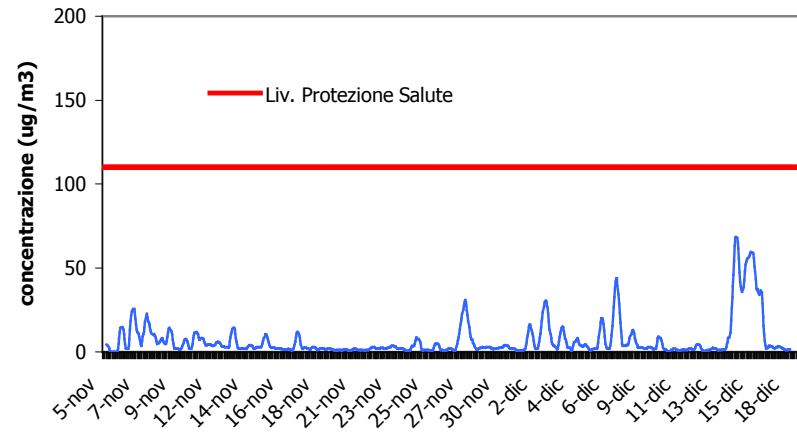
**Biossido di Azoto
Giorno Tipo**



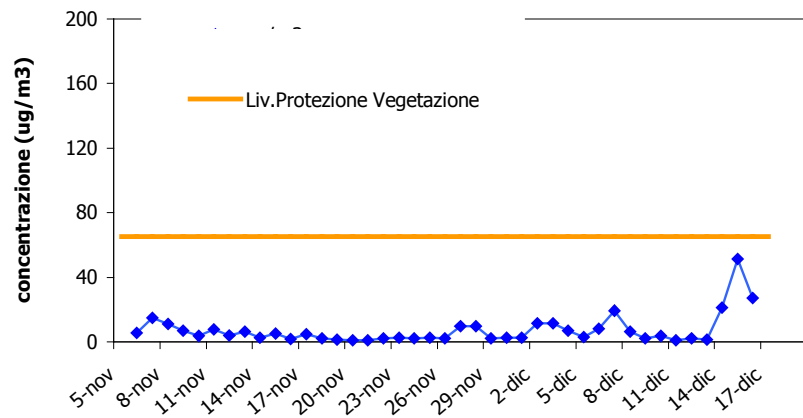
Ozono Concentrazioni Orarie



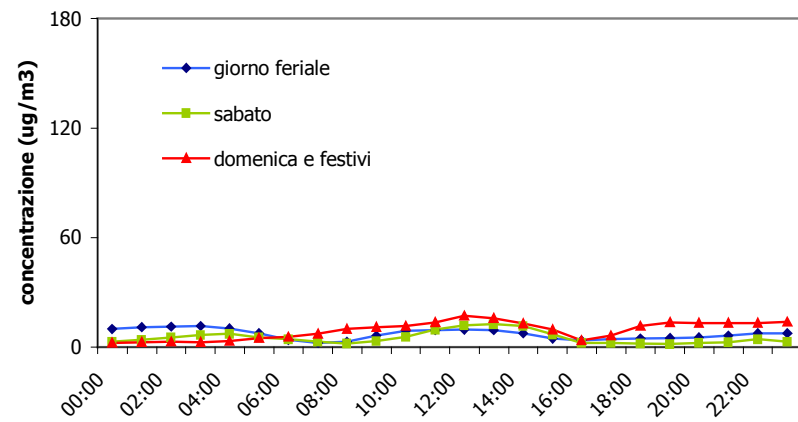
Ozono Concentrazioni Medie di 8h



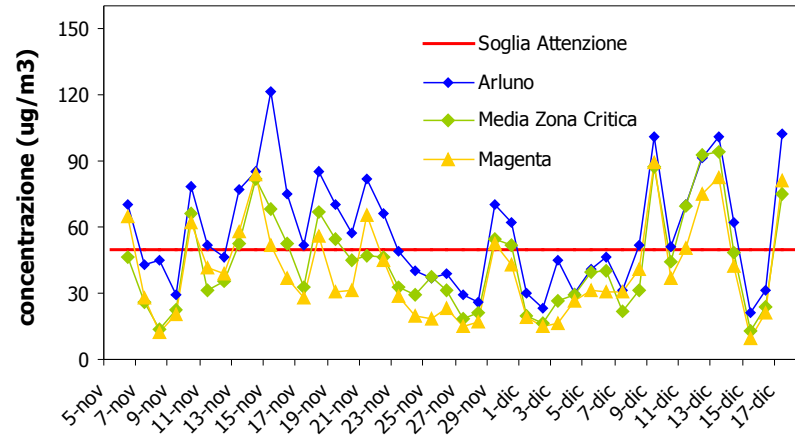
Ozono Medie Giornaliere



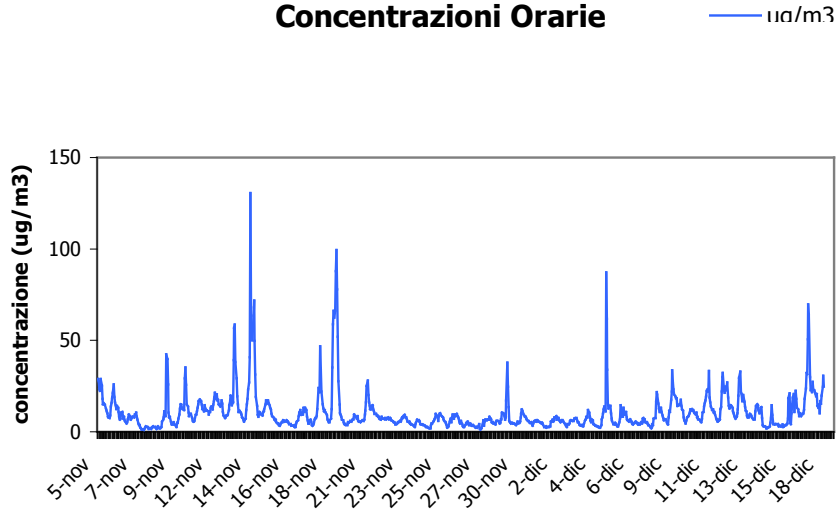
Ozono Giorno Tipo



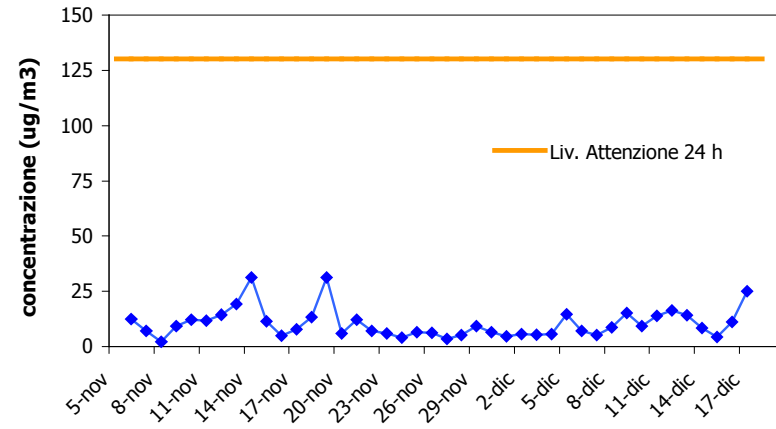
Particolato Fine (PM10) Medie Giornaliere



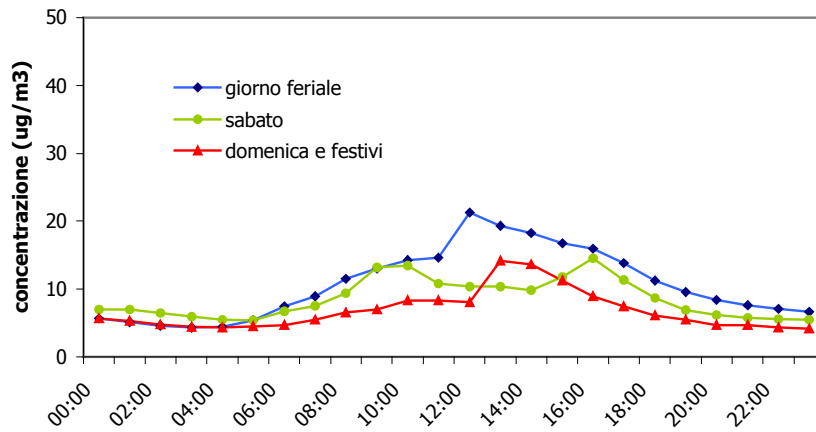
**Biossido di zolfo
Concentrazioni Orarie**



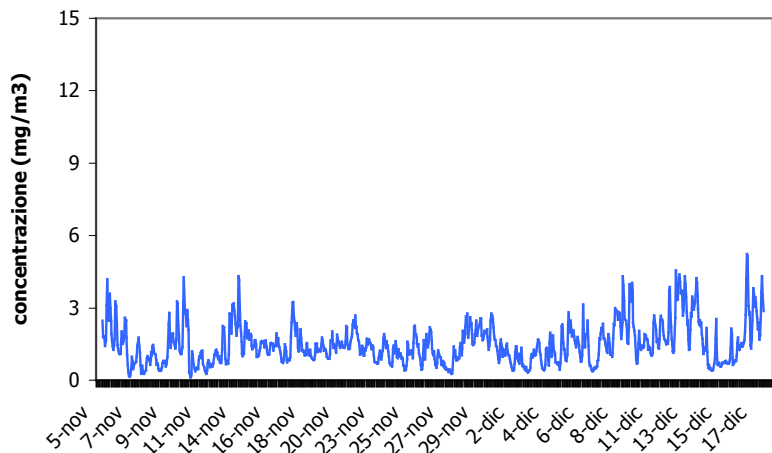
**Biossido di Zolfo
Medie Giornaliere**



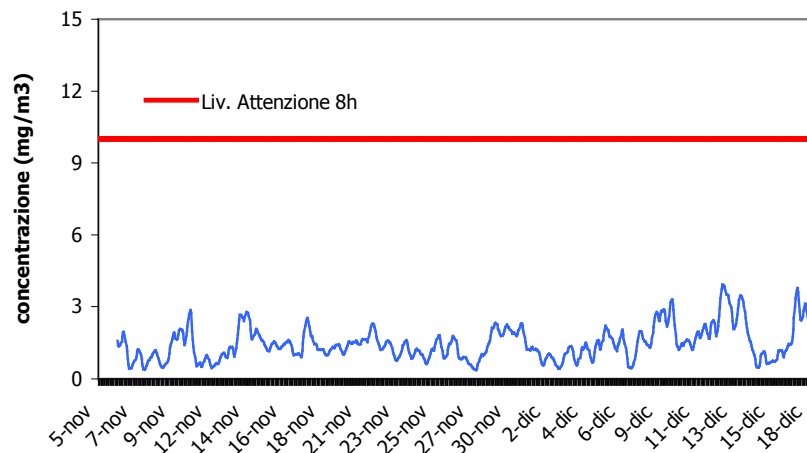
**Biossido di Zolfo
GiornoTipo**



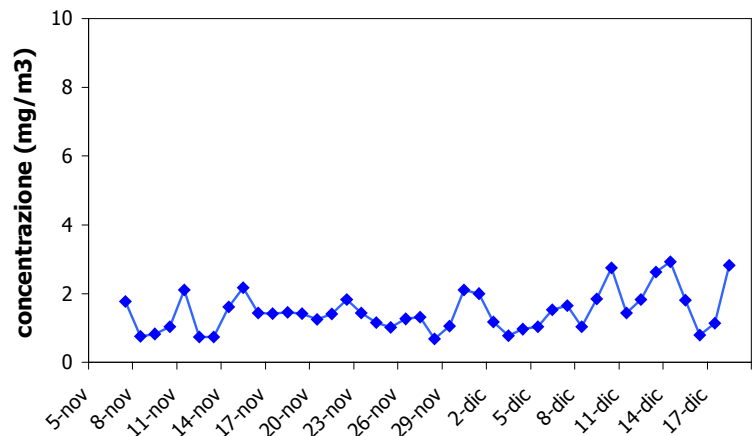
**Monossido di Carbonio
Concentrazioni Orarie**



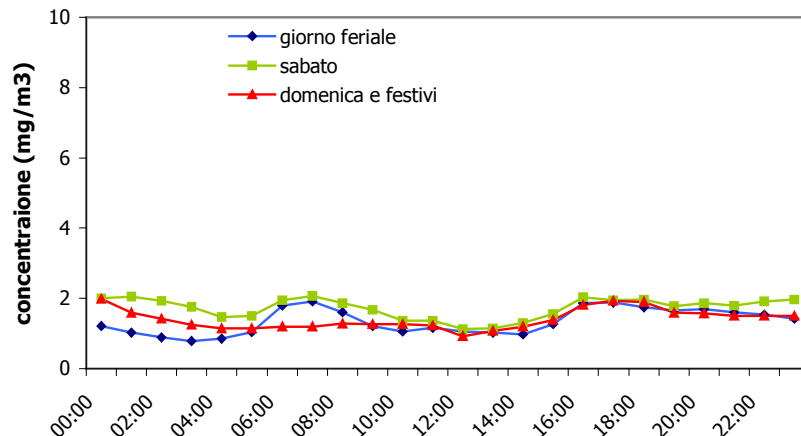
**Monossido di Carbonio
Concentrazioni Medie di 8h**



**Monossido di Carbonio
Medie Giornaliere**



**Monossido di Carbonio
Giorno Tipo**



Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

I livelli dei diversi inquinanti monitorati ad Arluno 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 (Rho, Pero, Arese, Lainate, Settimo M., Garbagnate M., Arconate).

I valori di **Biossido di Zolfo** misurati ad Arluno (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima giornaliera) sono risultati simili a quelli rilevati nella postazione di Magenta, dove la media oraria e la massima giornaliera si sono attestate rispettivamente su 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Milano-Viale Juvara le concentrazioni si sono mantenute su valori leggermente più alti: 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima giornaliera.

Durante il periodo di misura i livelli di **Biossido di Azoto** rilevati dalla strumentazione sul Laboratorio Mobile ad Arluno (media oraria 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, massima media oraria 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sono risultati tra i più bassi e simili a quelli registrati dalla postazione di Garbagnate M. (49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 167 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria).

Dalle altre centraline di misura prese in considerazione per il confronto, gli andamenti di questo inquinante sono risultati simili, ma i livelli più alti. Si riportano di seguito rispettivamente i valori medi orari e i valori massimi orari osservati dalle altre postazioni: 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Rho; 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 211 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Pero; 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 178 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Arese; 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Lainate; 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 156 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Settimo M.; 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 206 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Milano-V.le Marche; 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Milano-V.le Juvara.

Dalla postazione di Arconate i valori si sono mantenuti su livelli tra i più bassi (38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima oraria).

Per quanto riguarda le concentrazioni di **Monossido di Azoto** si osserva che i livelli raggiunti nel periodo dalle diverse postazioni risultano tra loro confrontabili nei termini appena descritti per Biossido di Azoto.

Come per gli Ossidi di Azoto anche per il **Monossido di Carbonio** i livelli osservati ad Arluno nella postazione scelta per la campagna di monitoraggio sono risultati tra i più bassi (1.5 mg/m^3 media oraria, 5.2 mg/m^3 massima media oraria, 3.3 mg/m^3 valore massimo mediato sulle 8 ore) insieme a quelli di Pero (1.7 mg/m^3 media oraria, 5.8 mg/m^3 massima media oraria, 3.5 mg/m^3 valore massimo mediato sulle 8 ore); Lainate (2.0 mg/m^3 media oraria, 5.5 mg/m^3 massima media oraria, 3.9 mg/m^3 valore massimo mediato sulle 8 ore); Garbagnate M. (2.0 mg/m^3 media oraria, 7.5 mg/m^3 massima media oraria, 4.4 mg/m^3 valore massimo mediato sulle 8 ore).

Dalle altre postazioni di misura prese in considerazione per il confronto i livelli sono risultati più elevati; la media oraria, la massima media oraria, il valore massimo mediato sulle 8 ore si sono attestate rispettivamente su: 1.9 mg/m^3 , 8.8 mg/m^3 , 4.7 mg/m^3 ad Arese; 2.2 mg/m^3 , 9.9 mg/m^3 , 5.3 mg/m^3 a Settimo M.; 1.9 mg/m^3 , 7.1 mg/m^3 , 4.3 mg/m^3 a Magenta; 2.1 mg/m^3 , 7.6 mg/m^3 , 5.2 mg/m^3 a Rho; 2.1 mg/m^3 , 6.5 mg/m^3 , 4.0 mg/m^3 a Milano-V.le Marche.

Per quanto riguarda l'**Ozono** ad Arluno (7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore) sono state misurate concentrazioni tra le più basse confrontabili a quelle osservate nelle postazioni di misura di Arese (6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore) e di Milano-V.le Juvara (7 mg/m^3 media oraria, 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore).

Dalle postazioni di Arconate e Magenta le concentrazioni di Ozono, seppur presentando andamenti simili, si sono mantenute su livelli più alti: 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore ad Arconate; 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria, 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ massima media oraria, 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore massimo mediato sulle 8 ore a Magenta.

L'andamento di **Particolato Fine (PM10)** rilevato durante il periodo di misura dalla postazione mobile è risultato confrontabile a quello rilevato da altre postazioni appartenenti alla Zona Critica di Milano e/o Comuni limitrofi. Si fa presente che la strumentazione presente sul Laboratorio Mobile utilizza un campionatore sequenziale per la misura del PM10 associato a successiva pesata gravimetrica, mentre la Rete Rilevamento utilizza analizzatori automatici a bilancia inerziale. Quest'ultimi a differenza degli altri forniscono la concentrazione di PM10 ogni 2 ore, la media giornaliera si ottiene come media delle concentrazioni bi-orarie. E' noto che le diverse caratteristiche dei due sistemi di campionamento, sono tali per cui il rapporto medio nell'arco di un anno tra le concentrazioni ottenute con metodo gravimetrico e le rispettive ottenute con l'utilizzo di analizzatori automatici risulti pari a 1,3 (il rapporto varia da circa 1,0 nei mesi caldi a oltre 1,5 nei mesi freddi); pertanto durante la campagna i valori leggermente più alti riscontrati ad Arluno, sono da ricondursi in parte al sistema di misura, tenuto conto che la campagna è stata condotta in un periodo invernale.

Nelle seguenti Tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a NO₂, SO₂, O₃, CO relativi al periodo della campagna di misura:

- 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 Arluno sono inoltre messi a confronto con quelli rilevati da alcune centraline appartenenti alla rete fissa di Milano e Provincia.

Conclusioni

Dal 5 novembre 2003 al 18 dicembre 2003 è stata realizzata all'interno del Comune di Arluno una campagna di misura di Qualità dell'Aria. In accordo con il Comune si è deciso di posizionare il Laboratorio Mobile in Via Casorezzo, nel parcheggio pubblico a fianco del campo sportivo.

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 ad Arluno sono state confrontate con i livelli rilevati da alcune postazioni di misura appartenenti alla rete fissa di Milano e Provincia:

- per quanto riguarda **SO₂** i valori registrati sono risultati simili a quelli osservati a Magenta;
- per quanto riguarda il **CO** e gli **NO_x**, i valori sono risultati tra i più bassi e confrontabili in parte a quelli rilevati dalla postazione di Garbagnate;
- per quanto riguarda l'**O₃** i valori si sono mantenuti su livelli confrontabili a quelli rilevati dalle postazioni di Arese e di Milano-V.le Juvara.

Durante la campagna di misura ad Arluno soltanto per il Particolato Fine si segnalano superamenti della soglia dei 50 µg/m³; nei medesimi periodi anche in altre postazioni appartenenti alle Zone Critiche si sono riscontrati tali superamenti.

Non si segnalano pertanto particolari fenomeni critici d'inquinamento durante la campagna di misura condotta.

Tabella

	Rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Arluno	PUB	URBANA	TRAFFICO	150	dal 5.11 al 18.12. 2003
Arese	PUB	URBANA	FONDO	160	Centralina fissa
Rho	PUB	URBANA	TRAFFICO	158	Centralina fissa
Settimo M.	PUB	URBANA	FONDO	134	Centralina fissa
Lainate	PUB	URBANA	FONDO	176	Centralina fissa
Garbagnate M.	PUB	URBANA	FONDO	179	Centralina fissa
Magenta	PUB	URBANA	FONDO	141	Centralina fissa
Pero	PUB	URBANA	TRAFFICO	144	Centralina fissa
Arconate	PUB	SUBURBANA	FONDO	178	Centralina fissa
Milano Viale Marche	PUB	URBANA	TRAFFICO	127	Centralina fissa
Milano Viale Juvara	PUB	URBANA	FONDO	117	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 6 novembre al 17 dicembre 2003

Biossido di Azoto

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione
Arluno	100	51	19	139	0
Rho	98.4	59	20	180	0
Pero	93.0	65	27	211	1 9.12.2003
Arese	96.4	53	23	178	0
Lainate	99.9	63	22	170	0
Settimo M..	97.2	56	20	156	0
Garbagnate M.	99.9	49	20	167	0
Arconate	99.5	38	16	125	0
Milano Viale Marche	99.9	90	22	206	1 9.12.2003
Milano Viale Juvara	99.9	64	20	165	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
Arluno	100	10	11	31	0
Magenta	95.8	6	8	30	0
Milano Viale Juvara	95.8	18	13	30	0

Tabella

dal 6 novembre al 17 dicembre 2003

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
Arluno	100	1.5	0.8	5.2	3.3	0
Rho	98.4	2.1	1.1	7.6	5.2	0
Pero	98.3	1.7	0.8	5.8	3.5	0
Arese	99.9	1.9	1.1	8.8	4.7	0
Lainate	99.9	2.0	0.8	5.5	3.9	0
Settimo M.	99.6	2.2	1.4	9.9	5.3	0
Garbagnate M.	99.9	2.0	1.0	7.5	4.4	0
Magenta	100	1.9	0.8	7.1	4.3	0
Arconate	99.6	1.1	0.4	2.9	2.2	0
Milano Viale Marche	99.9	2.1	0.8	6.5	4.0	0

dal 6 novembre al 17 dicembre 2003

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
Arluno	100	7	13	72	0	44	0
Arese	99.9	6	9	61	0	37	0
Magenta	100	12	12	68	0	50	0
Arconate	99.5	21	16	81	0	57	0
Milano Viale Juvara	99.9	7	8	59	0	32	0

Allegato Dati Orari