



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Dipartimento Provinciale di Pavia,
Via Bixio 13,
27100 Pavia
Tel. 0382 41221
Fax 0382 412291

U.O. Monitoraggi e Sistemi Ambientali

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Via Donegani a Pavia

1/12/2009 – 30/09/2010

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con il Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria dal 1 dicembre 2009 al 30 settembre 2010 in Via Donegani a Pavia. Il laboratorio mobile è stato posizionato all'interno dell'area di proprietà di ASM.

La strumentazione presente sul laboratorio permette il rilevamento di:

- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO, NO₂, NO_X);
- Ozono (O₃);
- PM₁₀ .

Inoltre è presente sul laboratorio strumenti meteo per misurare:

- precipitazioni (mm);
- pressione (hPa);
- radiazioni solare (W/m²);
- temperatura (°C);
- velocità vento (m/s);
- direzione del vento (°);
- umidità relativa (%).

Il punto rosso nell'immagine satellitare sottostante individua la posizione del laboratorio mobile.



Principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi, schematicamente, in due gruppi: gli inquinanti primari e quelli 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 di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con il laboratorio mobile.

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.

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 **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 così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a 10 µm. Nella Tabella sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

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. 60/02 – D.L.vo 183/04) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di attenzione e allarme (D.M. 60/02 - D.Lgs 183/04).

La tabella riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di allarme. Si fa notare che il DM n. 60/02 ha introdotto, oltre ad una serie di valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, PM10, piombo, benzene e monossido di carbonio, anche il termine temporale entro il quale tali valori limite devono essere raggiunti. 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 i margini di tolleranza validi per l'anno 2006 sono indicati tra parentesi.

Tabella: Limiti di legge

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 ora	D.P.R. 203/88
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 (+40)	1 ora	D.M. n.60 del 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+8)	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02
Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. n.60 del 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. n.60 del 2/4/02
Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana	10	8 ore	D.M. n.60 del 2/4/02

Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore bersaglio per la protezione della salute umana 120	8 ore	D.L.vo n. 183 21/5/04
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione 18000	AOT40 (mag-lug) su 5 anni	D.L.vo n. 183 21/5/04
	Soglia di informazione 180	1 ora	D.L.vo n. 183 21/5/04
	Soglia di allarme 240	1 ora	D.L.vo n.183 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 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Tabella 1: Valori limite dei principali inquinanti.

Andamento inquinanti nel periodo di misura

Sono stati effettuati rilievi mediante l'utilizzo di laboratorio mobile nel periodo: 1 dicembre 2009 – 30 settembre 2010.

Qui di seguito si riportano i valori medi rilevati nel periodo d'indagine e i massimi (orario o giornalieri) dei parametri misurati. In allegato i grafici degli andamenti dei vari parametri e la tabella con i valori orari rilevati mediante laboratorio mobile.

	<i>NO₂</i> <i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	<i>O₃</i> <i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	<i>CO</i> <i>(mg/m^3)</i>	<i>PM10</i> <i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	<i>PTS</i> <i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>medio</i>	22	42	0,6	20 (*)	45
<i>max orario</i>	123	165	4,2	-	-
<i>max 24h</i>	-	-		34 (*)	81

(*) i dati di PM10 sono stati rilevati con strumentazione manuale dal 21 aprile al 5 maggio 2010

Dati rilevati da postazioni fisse della provincia di Pavia

Dati di inquinamento atmosferico misurati presso le centraline della rete di monitoraggio di qualità dell'aria della città di Pavia dal 1 dicembre 2009 al 30 settembre 2010.

Pavia – Piazza Minerva

	<i>NO₂</i> <i>(µg/m³)</i>	<i>CO</i> <i>(mg/m³)</i>	<i>O₃</i> <i>(µg/m³)</i>	<i>PM10</i> <i>(µg/m³)</i>
<i>medio</i>	58	1.0	-	37
<i>max orario</i>	164	3.1	-	-
<i>max 24h</i>	-	-	-	99

Pavia – Via Folperti

	<i>NO₂</i> <i>(µg/m³)</i>	<i>CO</i> <i>(mg/m³)</i>	<i>O₃</i> <i>(µg/m³)</i>	<i>PM10</i> <i>(µg/m³)</i>
<i>medio</i>	52	1,0	40	-
<i>max orario</i>	162	3,0	173	-
<i>max 24h</i>	-	-	-	-

Conclusioni

Dal confronto dei dati rilevati (**NO₂**, **CO**, **O₃** e **PM10**) in Via Donegani a Pavia con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nelle centraline appartenenti alla rete fissa della città di Pavia si osserva quanto segue:

- Il biossido di azoto (**NO₂**) di Via Donegani ha un valor medio pari a 22 µg/m³ il massimo orario è pari a 123 µg/m³ inferiore a quello rilevato nella rete di monitoraggio di qualità dell'aria della città di Pavia. La sua concentrazione in funzione della direzione dei venti mostra che la sua provenienza è abbastanza distribuita nelle varie direzioni con prevalenza per i venti provenienti da sud e da ovest. Questa asimmetria è probabilmente da attribuirsi alla sua origine dal traffico urbano.
- L'ozono (**O₃**) ha un valor medio pari a 42 µg/m³ e il massimo orario è pari a 165 µg/m³ confrontabile con quello rilevato nella rete di monitoraggio di qualità dell'aria della città di Pavia. La sua concentrazione in funzione della direzione dei venti mostra che la sua provenienza è abbastanza distribuita nelle varie direzioni con prevalenza per i venti provenienti da nord e da est.
- Il monossido di carbonio (**CO**) ha un valor medio pari a 0.6 mg/m³ e un massimo orario di 4,2 mg/m³. La concentrazione di tale inquinante è mediamente inferiore a quella rilevate nelle centraline della città di Pavia. La sua concentrazione in funzione della direzione dei venti mostra che la sua provenienza è abbastanza distribuita nelle varie direzioni con prevalenza per i venti provenienti da ovest. Questa asimmetria è probabilmente da attribuirsi alla sua origine dal traffico urbano.
- Le polveri totali sospese (**PTS**) che contengono il PM10, hanno una concentrazione media pari a 45 µg/m³ ed un massimo giornaliero pari a 81 µg/m³ e sono stati messi a confronto con i valori di PM10 registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nella centralina di Pavia Minerva. L'andamento del PTS di Via Donegani mostra valori più ridotti rispetto al PM10 di Pavia Minerva nel periodo invernale, mentre i valori risultano più elevati nel periodo estivo. Data la conformazione dell'area circostante al punto dei rilievi, è presumibile che tali valori siano influenzati dalla presenza di polveri del terreno.
- I dati di PM10, rilevati dal 21 aprile al 5 maggio 2010, confrontati con i dati misurati presso la centralina di Piazza della Minerva, mostrano un andamento analogo con valori assoluti



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

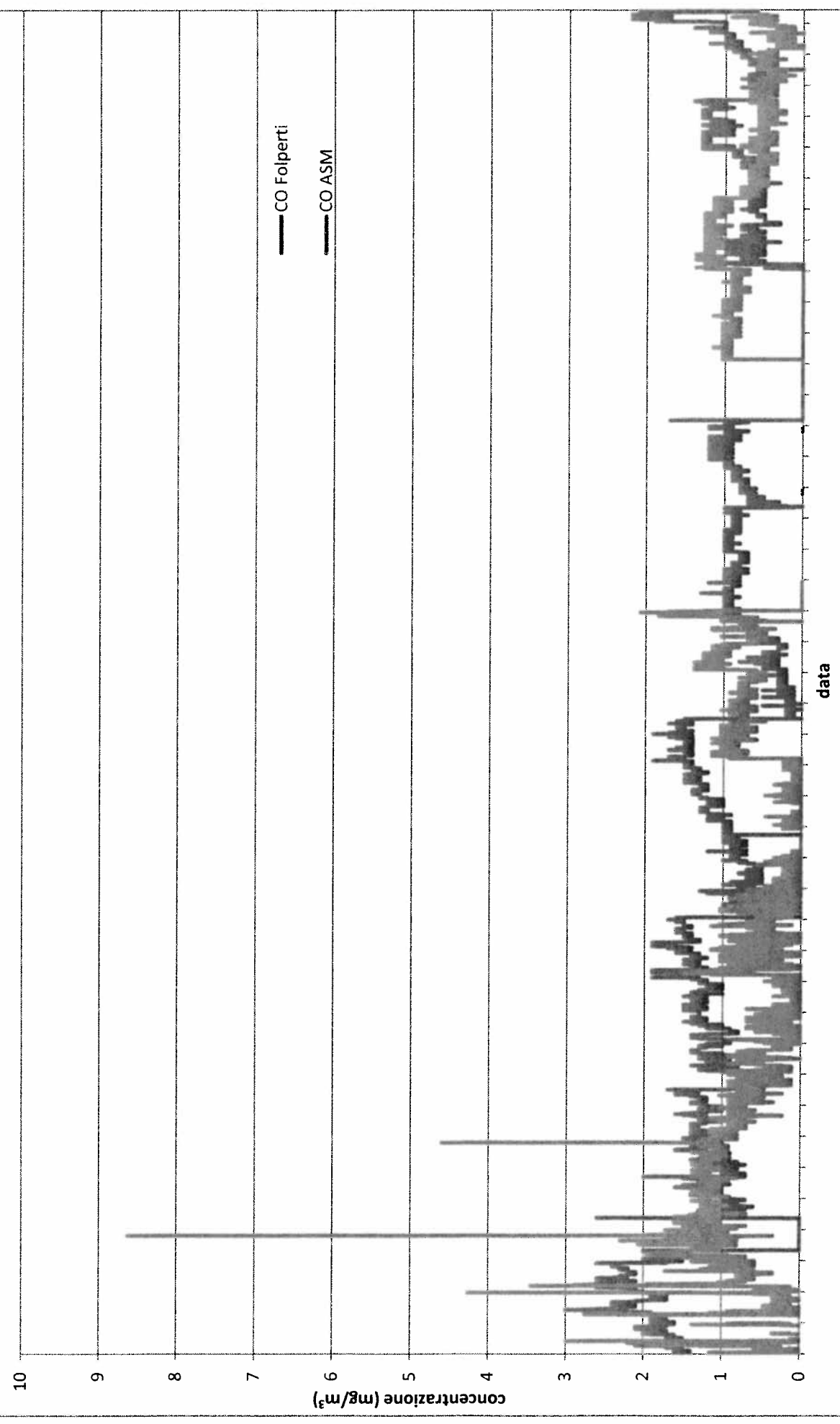
inferiori a quelli rilevati dalla centralina in città (valor medio ASM pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contro un valor medio per lo stesso periodo in Piazza Minerva pari a $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dall'analisi complessiva dei dati si osserva per la stazione mobile in Via Donegani un andamento degli inquinanti omogeneo a quello rilevato nel resto della città di Pavia pur con valori assoluti inferiori.

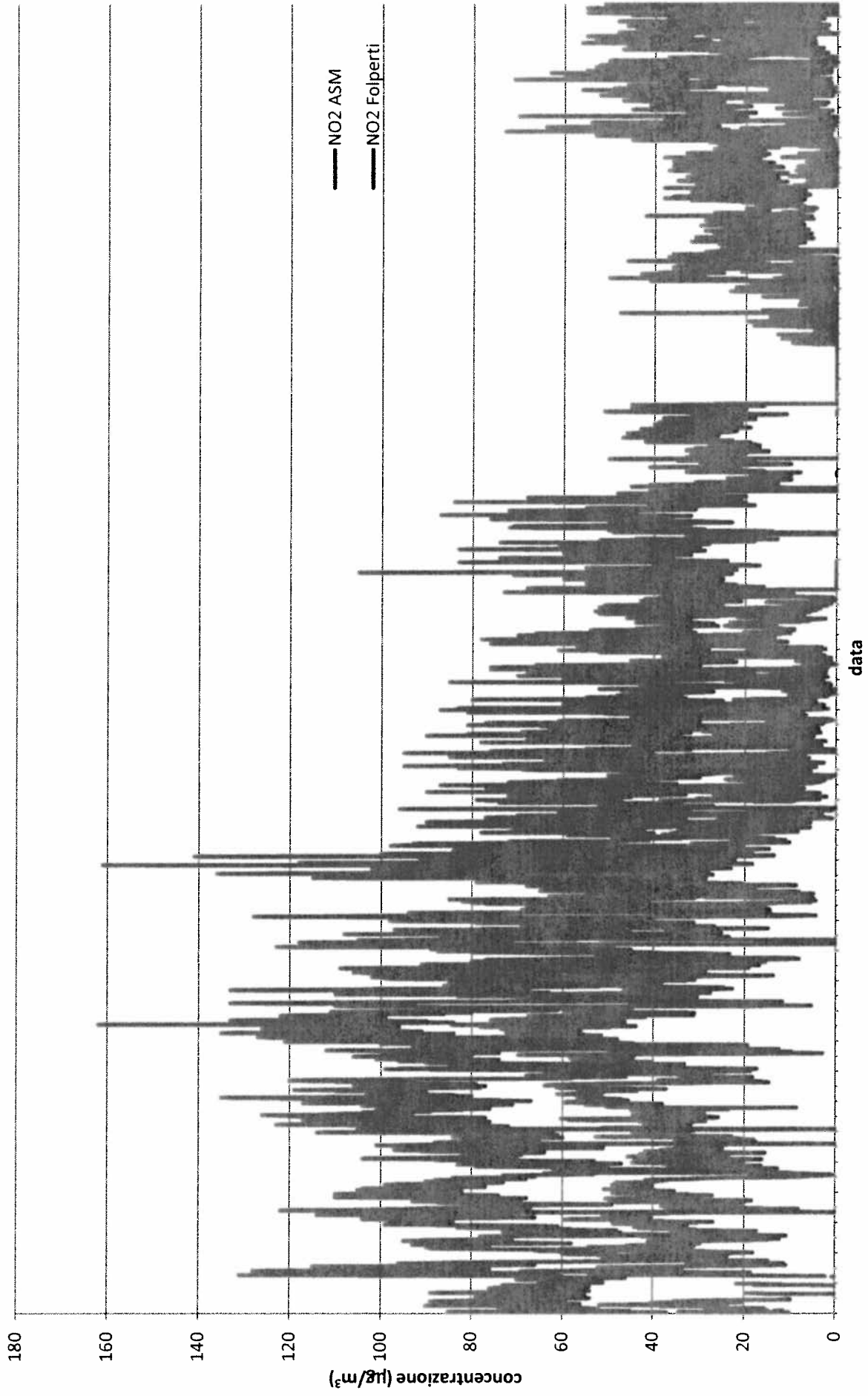
Il Dirigente Fisico
(Dott.ssa Cristina Bosio)

Pavia, 30 novembre 2010

CO dal 1 dicembre 2009 al 30 settembre 2010



NO2 dal 1 dicembre 2009 al 30 settembre 2010



O3 dal 1 dicembre 2009 al 30 settembre 2010

