



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

DIPARTIMENTO DI BERGAMO
UNITA' OPERATIVA ARIA E AGENTI FISICI
RESPONSABILE: Dott. GIACOMO GALLINARI

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
COMUNE DI TAVERNOLA

23/02/2006 - 12/03/2006

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI TAVERNOLA

Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

P.Ch. Rosario Efrem Gamba

P.I. Saverio Bergamelli

Relazione *redatta* Ing. Augusto Musitelli

Dirigente Referente dell'Unità Operativa Aria e Agenti Fisici :

Dott. Giacomo Gallinari

Premessa

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con un Laboratorio Mobile tra il 23 febbraio e il 12 marzo 2006 nel Comune di Tavernola. La campagna è stata a suo tempo richiesta dal Comune di Tavernola per valutare l'inquinamento atmosferico nel territorio comunale.

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI TAVERNOLA

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. 10
Andamento inquinanti nel periodo di misura	pag. 13
Discussione dei risultati di ulteriori analisi (indagine radiometrica sulle polveri totali sospese)	pag. 14
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse	pag. 14
Conclusioni	pag. 15
<i>Allegato tabelle e grafici inquinanti</i>	

Introduzione

Laboratorio Mobile

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

La strumentazione presente sul laboratorio permette il rilevamento di:

- Biossido di Zolfo (SO₂);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ozono (O₃)
- Ossidi di Azoto (NO_x, NO e NO₂);
- Particolato Fine (PM10);
- Polveri totali sospese (PTS);
- Benzene, Toluene e Xilene.

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 (CO) 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, O₃, NO_x, NO, NO₂, PM10, PTS, Benzene, Toluene e Xilene 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 2006.

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m ³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Standard di qualità	40	1 h	D.P.C.M. 28/3/83
	Standard di qualità	10	8 h	D.P.C.M. 28/3/83
	Valore limite protezione salute umana	10	8 h	D.M. 2/4/02
	Soglia di attenzione	10	8 h	D.G.R. 28/10/02

Biossido di Azoto	Valore Limite (µg/m ³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)	200	1 h	D.P.R. 24/5/88
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 (+40)	1 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	40 (+8)	Anno civile	D.M. 2/4/02
	Soglia di 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 (µg/m ³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione vegetazione	30	Anno civile	D.M. 2/4/02

Biossido di Zolfo	Valore Limite (µg/m ³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Standard di qualità (mediana rilevata durante l'anno ecologico – 1 aprile/31 marzo)	80	24 h	D.P.R. 24/5/88
	Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno ecologico – 1 aprile/31 marzo)	250	24 h	D.P.R. 24/5/88
	Standard di qualità (mediana rilevata durante il periodo invernale – 1 ottobre/31marzo)	130	24 h	D.P.R. 24/5/88
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 h	D.M. 2/4/02

	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione ecosistemi	20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D.M. 2/4/02
	Soglia di 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

Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Livello di protezione salute	120	8 h	D.Leg. 21/5/04
	Livello di protezione vegetazione(AOT40)	18000	media su 5 anni	D.Leg. 21/5/04
	Livello di protezione vegetazione(AOT40)	6000	da maggio a luglio	D.Leg. 21/5/04
	Soglia di informazione e attenzione	180	1 h	D.Leg. 21/5/04
	Soglia di allarme	240	1 h	D.Leg. 21/5/04

Particolato Totale Sospeso	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Standard di qualità (media annuale)	150	24h	D.P.C.M. 28/3/83
	Standard di qualità (95° percentile rilevato durante l'anno)	300	24h	D.P.C.M. 28/3/83

Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.M. 2/4/02
	Soglia di attenzione	50	24 h	D.G.R. 28/10/02

Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Periodo di mediazione	Legislazione	
	Totali	Valore obiettivo	200	3 h consecutive*	DPCM 28/3/83
	Benzene	Valore obiettivo	5 (+4)	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

Periodo di Misura: 23 Febbraio – 12 Marzo 2006

Sito di misura: Comune di Tavernola
Assi Stradali : Strada Statale 469
Strada Provinciale 78

Nel comune di Tavernola è presente una cemeniera di grosse dimensioni denominata Lafarge Adriasebina s.r.l.

Il Laboratorio mobile è stato posizionato presso il giardino di fronte al Municipio in Via Roma (vedi piantina) in zona densamente abitata e interessato direttamente dal traffico automobilistico della Strada Statale n. 469.

Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Tavernola 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 10/2,5 µm (PM₁₀/PM_{2,5})

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 Tavernola.

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

Si fa presente inoltre che l'inventario utilizzato si basa su dati riferiti al 2003.

Comune di Tavernola

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Combustione non industriale	1,2	6,2	15,4	189,6	4,8	4,5
Combustione nell'industria	39,0	1368,8	27,1	235,4	4,3	2,3
Processi produttivi	164,9	0,0	4,8	0,0	8,6	3,0
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	55,7	0,0	0,0	0,0
Trasporto su strada	1,1	26,6	16,6	85,6	2,9	2,4
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,2	2,4	0,5	1,2	0,4	0,2
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	17,0	0,2	0,1	0,1

Provincia di Bergamo

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. Combustibili	1109	623	17	181	41	25
Combustione non industriale	255	1940	2797	33840	857	797
Combustione nell'industria	2246	8311	597	3900	261	210
Processi produttivi	586	693	2383	1292	181	72
Estrazione e distrib.di combustibili fossili	0	0	1090	0	0	0
Uso di solventi	0	6	18008	3	35	15
Trasporto su strada	398	9718	6929	35850	1106	945
Altre sorgenti mobili e macchinari	135	1125	268	677	118	112
Trattamento e smaltimento rifiuti	4	154	4	11	1	1
Agricoltura	0	36	11	58	82	35
Altre sorgenti e assorbimenti	7	29	3531	923	95	92

Situazione meteorologica nel periodo di misura

La campagna di Qualità dell'Aria è stata condotta tra il 23 febbraio 2006 e il 12 marzo 2006.

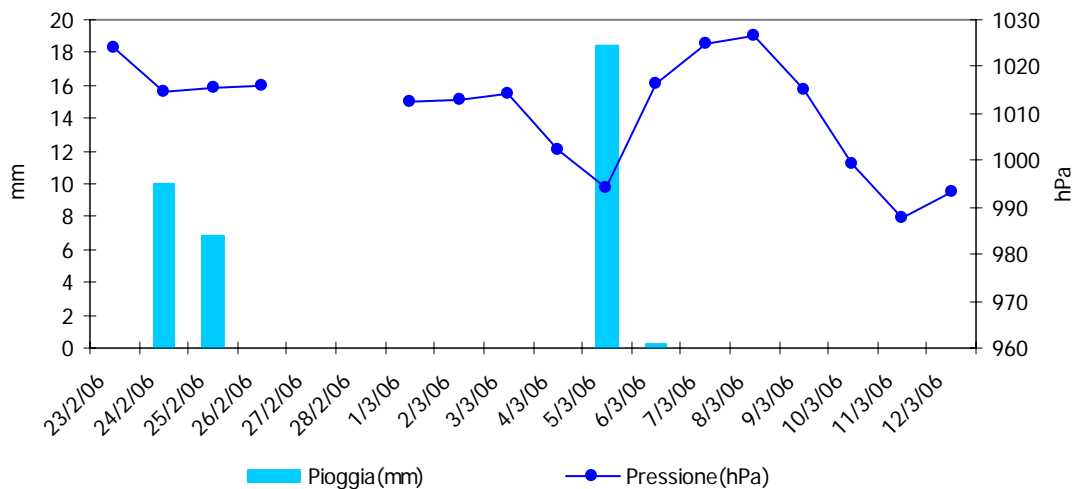
Il periodo di misura è stato caratterizzato da precipitazioni scarse (4 giorni di precipitazioni su 18 giorni di campionamento).

La velocità del vento è stata influenzata dalla presenza a breve distanza (circa 4 metri) del Lago d'Iseo con frequenti episodi di velocità del vento sostenute (oltre i 2 m/sec.).

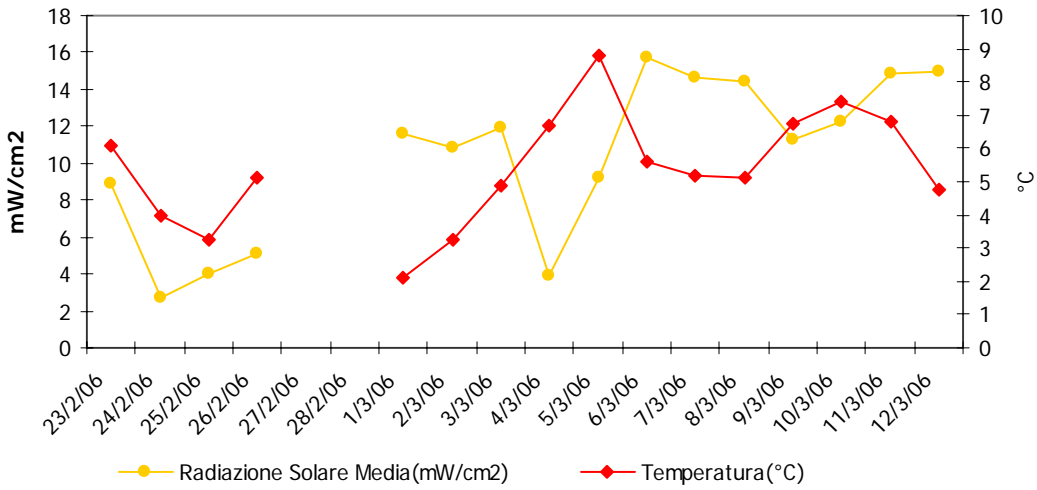
In accordo con il passaggio dei fronti nuvolosi e la persistenza di alte pressioni la pressione atmosferica ha avuto un andamento alterno con valore orario massimo di 1030 mBAR e un valore orario minimo di 985 mBAR.

L'andamento della temperatura mette in evidenza la forte escursione termica tra il giorno e la notte (temperatura minima di -0.9°C registrata il 01.03.2006 e temperatura massima di 12.0°C registrata il 10.03.2006).

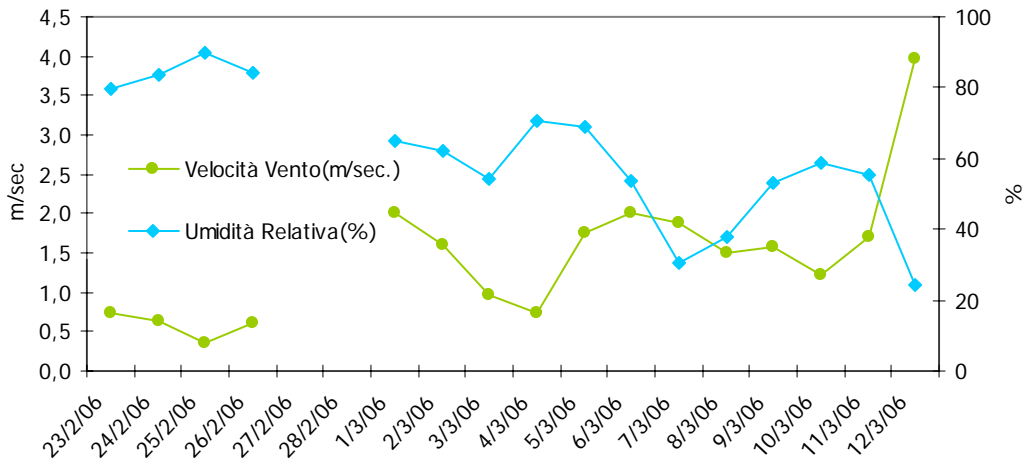
Precipitazioni e Pressione



Radiazione Solare Media e Temperatura



Velocità del Vento e Umidità relativa



Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 23 febbraio 2006 al 12 marzo 2006 è stata realizzata nel Comune di Tavernola una campagna di monitoraggio di Qualità dell'Aria. Il Laboratorio mobile è stato posizionato presso il giardino di fronte al Municipio in Via Roma (vedi piantina) in zona densamente abitata e interessato direttamente dal traffico automobilistico della Strada Statale n. 469.

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.

Il livello di questo inquinante, registrato durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, è di 8 µg/m³ per la media aritmetica e di 9 µg/m³ per la media massima giornaliera.

Il **monossido di carbonio (CO)**, ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. E' 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.

Il livello di questo inquinante, registrato durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, è di 3.8 mg/m³ per la media massima oraria e di 3.5 mg/m³ per la media massima su 8 ore.

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.

Il livello di questo inquinante, registrato durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, è di 39 µg/m³ per la media aritmetica oraria e di 163 µg/m³ per la media massima oraria.

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 livello di questo inquinante, registrato durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, è di 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media massima oraria e di 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media massima su 8 ore.

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 .

Note sul sistema di misura in vigore dal 1/11/2004 per Particolato Fine (PM10):

Il sistema di misura classico (SMC) e sistema di misura 2005 (SM2005)

- In Regione Lombardia il PM10 è rilevato in modo automatico, 24 ore su 24, dalla rete di qualità dell'aria a partire dal 1995 (3 stazioni), con successive implementazioni nel 1998 (6 stazioni) e nel 1999 (17), ancora prima dell'emanazione della Direttiva 99/30 relativa a tale inquinante. Attualmente sono in funzione 37 analizzatori automatici.
- Gli analizzatori automatici installati erano prevalentemente costituiti dagli analizzatori TEOM, già certificati all'Ente di Protezione Ambientale americano (US-EPA) ed utilizzati, insieme a dati rilevati da analizzatori più vecchi, per gli studi epidemiologici che hanno portato l'OMS a definire i limiti attualmente vigenti.
- Il DM 2/4/02 n. 60 in conformità alla Direttiva 99/30/CE ha individuato come metodo di riferimento per il campionamento del PM10 quello gravimetrico. Metodi diversi devono essere dotati di certificazione di equivalenza. Attualmente, il TEOM con l'utilizzo di un apposito fattore di equivalenza risulta certificato dal Ministero dell'Ambiente Tedesco, sulla base delle prove effettuate dall'Ente di prova tedesco TÜV.
- ARPA con i finanziamenti della Regione ha adeguato la propria rete di rilevamento del PM10, introducendo nuovi analizzatori e individuando un idoneo fattore di equivalenza per il resto della strumentazione, mantenendo per altro attivo in parallelo il Sistema di Misura Classico (SMC) al fine di permettere un confronto con gli anni precedenti.
- L'introduzione della nuova strumentazione e del fattore di equivalenza comporta sul Sistema di Misura 2005 (SM2005), introdotto a partire dal 1.11.2004, un apparente incremento delle concentrazioni. Il valore numerico letto infatti a parità di qualità dell'aria risulta mediamente più alto perché viene inglobata nella misura anche la parte semivolatile. Ciò è particolarmente accentuato durante i mesi invernali in quanto durante i mesi caldi la parte semivolatile è allo stato di gas anche nell'aria esterna.
- La parte semivolatile è costituita in prevalenza da nitrato di ammonio, sale inorganico, e, in percentuale minore, da sostanze organiche basso – bollenti.

• La rete automatica è affiancata da una rete di campionatori gravimetrici, che permettono, tra l'altro, di valutare la composizione del particolato. In questo ambito si è evidenziato che mediamente il 15 % del particolato è di origine naturale, dovuto al sollevamento di polvere dal terreno. Questa parte ha scarsa reattività e una limitata rilevanza tossicologica

Il livello di questo inquinante, registrato durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, è di **46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sistema di misura SM2005) per la media aritmetica e di 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sistema di misura SM2005) per la media massima giornaliera.**

Durante la campagna del Laboratorio Mobile nel Comune di Tavernola sono state misurate anche le **Polveri Totali Sospese (P.T.S.)** con valore di $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media aritmetica.

Il **Benzene, Toluene e Xilene** provengono come per il CO prevalentemente in ambito urbano dal traffico veicolare. L'andamento giornaliero rispecchia in modo identico quello del CO.

I livelli di questi inquinanti, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Tavernola, sono di $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il Benzene, di $8.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il Toluene e di $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per lo Xilene per la media aritmetica.

Durante la campagna del Laboratorio Mobile nel Comune di Tavernola si è colta l'occasione per effettuare **un'indagine sulla radioattività** presente. L'indagine, con un carattere di primo "screening", è stata svolta attraverso l'esecuzione di due analisi di spettrometria gamma ad alta risoluzione eseguite con un rilevatore al germanio su un insieme di due serie di filtri delle polveri aerodisperse, rappresentativi dei mesi di marzo 2006. I risultati dell'analisi radiometrica non evidenzia nessun fenomeno di radiocontaminazione in atto.

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.

Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

I dati rilevati (SO_2 , NO_2 , O_3 , CO, PM_{10} e P.T.S.) nel Comune di Tavernola (dove è stato installato il laboratorio mobile) sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente in alcune centraline di Comuni limitrofi appartenenti alla rete fissa del Dipartimento di Bergamo.

Nelle seguenti Tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a SO_2 , NO_2 , O_3 , CO, PM_{10} e P.T.S. relativi al periodo della campagna di misura:

- media delle concentrazioni medie orarie e rispettive deviazioni standard;
- media delle concentrazioni medie sulle 8 ore 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

Conclusioni

Durante i giorni della campagna di misura nel Comune di Tavernola tra i parametri misurati (**SO₂, NO₂, O₃, CO e PM₁₀**) sono stati registrati **6 superamenti del livello di attenzione per quanto riguarda il PM₁₀** fissati dalle Delibere Regionali n. VII/10863 del 28/10/2002, n. VII/13856 del 29/7/2003 e n. VII/18622 del 5/8/2004.

Tabelle

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
Tavernola (Lab. Mob.)	PUB	URBANA	TRAFFICO-IND.	191	23.02.2006-12.03.2006
Treviglio	PUB	URBANA	TRAFFICO	125	Centralina Fissa
Lallio	PRIV	URBANA	TRAFFICO	207	Centralina Fissa
Filago Marne	PRIV	URBANA	INDUSTR.	190	Centralina Fissa
Meucci(BG)	PUB	URBANA	TRAFFICO	249	Centralina Fissa
Garibaldi(BG)	PUB	URBANA	TRAFFICO	249	Centralina Fissa
Osio Sotto	PRIV	SUBURBANA	FONDO	182	Centralina Fissa
Tavernola (centr.)	PUB	SUBURBANA	INDUSTR.	191	Centralina Fissa
Costa Volpino	PUB	URBANA	TRAFFICO	192	Centralina Fissa
Nembro	PUB	URBANA	TRAFFICO	309	Centralina Fissa
Goisis(BG)	PUB	SUBURBANA	FONDO	290	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

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zona 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

Tabelle Inquinanti

Biossido di Azoto

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Dev St.	Max Media 1 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	
Tavernola (Lab. Mob.)	87.0	39	18	163	0	
<i>Tavernola (centr.)</i>	99.3	66	21	132	0	
<i>Garibaldi(BG)</i>	99.5	57	22	112	0	
<i>Costa Volpino</i>	93.5	18	10	39	0	

Biossido di Zolfo

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Dev St.	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	
Tavernola (Lab. Mob.)	83.8	8	0.6	9	0	
<i>Tavernola (centr.)</i>	99.3	8	1.3	10	0	
<i>Garibaldi(BG)</i>	99.5	17	5.6	26	0	
<i>Treviglio</i>	98.4	10	2.6	13	0	

Pm-10 (Metodo SM2005)

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Dev St.	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	
Tavernola (Lab. Mob.)	87.7	46	22.0	94	6	1/2/3/4/9/10.03.2006
<i>Meucci(BG)</i>	98.8	36	19.2	72	5	1/2/4/9/10.03.2006

Lallio	98.6	36	20.4	75	6	1/2/3/4/9/10.03.2006
Osio Sotto	88.9	44	25.6	100	6	1/2/3/4/9/10.03.2006

Benzene

	% Rend.	Media (µg/m³)	Dev St.	Max Media 24 h (µg/m³)		
Tavernola (Lab. Mob.)	79.4	2.4	0.7	3.6		

Toluene

	% Rend.	Media (µg/m³)	Dev St.	Max Media 24 h (µg/m³)		
Tavernola (Lab. Mob.)	79.4	8.7	3.1	15.9		

Xilene

	% Rend.	Media (µg/m³)	Dev St.	Max Media 24 h (µg/m³)		
Tavernola (Lab. Mob.)	79.4	1.8	1.1	4.4		

P.T.S.

	% Rend.	Media (µg/m³)	Dev St.	Max Media 24 h (µg/m³)		
Tavernola (Lab. Mob.)	72.2	75	49.0	169		
Filago Marne	77.6	51	15.9	79		

Monossido di Carbonio

	% Rend.	Media (mg/m ³)	Dev St.	Max Media1 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione		Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione	
Tavernola (Lab. Mob.)	60.2	2.8	0.6	3.8	0		3.5	0	
<i>Costa Volpino</i>	78.3	1.3	0.8	1.9	0		2.7	0	
<i>Nembro</i>	44.6	1.4	2.8	0.3	0		1.2	0	
<i>Garibaldi(BG)</i>	88.0	1.5	0.7	3.2	0		2.6	0	

Ozono

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Dev St.	Max Media1 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Attenzione		Max Media 8 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione per la Salute	
Tavernola (Lab. Mob.)	88.0	13	11.3	61	0	-	42	0	-
<i>Osio Sotto</i>	90.1	41	27.6	108	0	-	104	0	-
<i>Goisis(BG)</i>	90.8	33	18.5	89	0	-	79	0	-

INDAGINE RADIOMETRICA

Matrice: Filtri polveri - PTS -

Periodo di campionamento: Dal 22/02/2006 al 28/02/2006

codice 1132BG11

Durata misura (Live time): 60000 s

Dimensione campione: 208,5 m³

RISULTATO DELLA SPETTROMETRIA GAMMA

Eseguita con rivelatore HP- Ge ad alta risoluzione

Attività specifica al: 25/02/2006 - 08:00

Unità di misura: mBq/m³

Artificiali a vita lunga		Serie naturali		Naturali
Cs-137	< 0,10	Pa-234m	< 12,00	K-40 < 5,03
Cs-134	< 0,08	Ra-226	< 3,65	Be-7 1,81 +/- 0,62
		Pb-214	< 0,31	
		Bi-214	< 0,34	
		Ac-228	< 0,56	
		Pb-212	< 0,23	
		Bi-212	< 1,39	
		U-235	< 0,10	

Non sono state riscontrate concentrazioni anomale di altri radionuclidi artificiali o naturali.

INDAGINE RADIOMETRICA

Matrice: Filtri polveri - PTS -

Periodo di campionamento: Dal 02/03/2006 al 09/03/2006

codice 1179BG11

Durata misura (Live time): 60000 s

Dimensione campione: 208,1 m³

RISULTATO DELLA SPETTROMETRIA GAMMA

Eseguita con rivelatore HP- Ge ad alta risoluzione

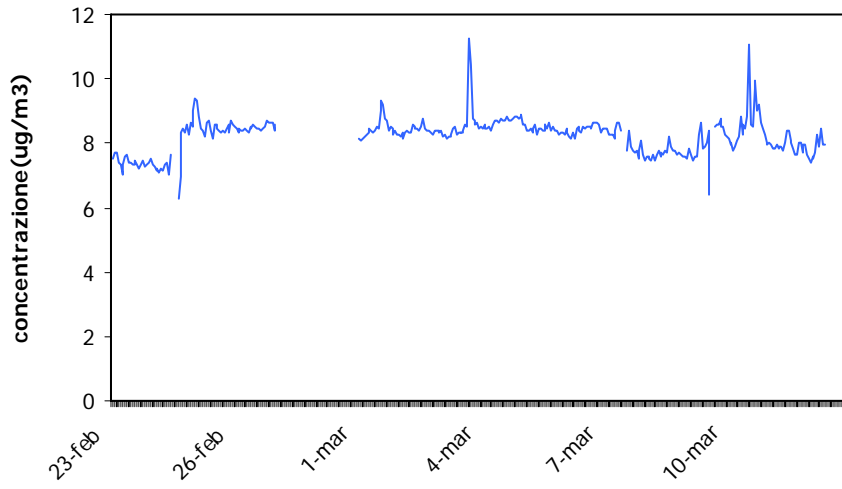
Attività specifica al: 06/03/2006 - 08:00

Unità di misura: mBq/m³

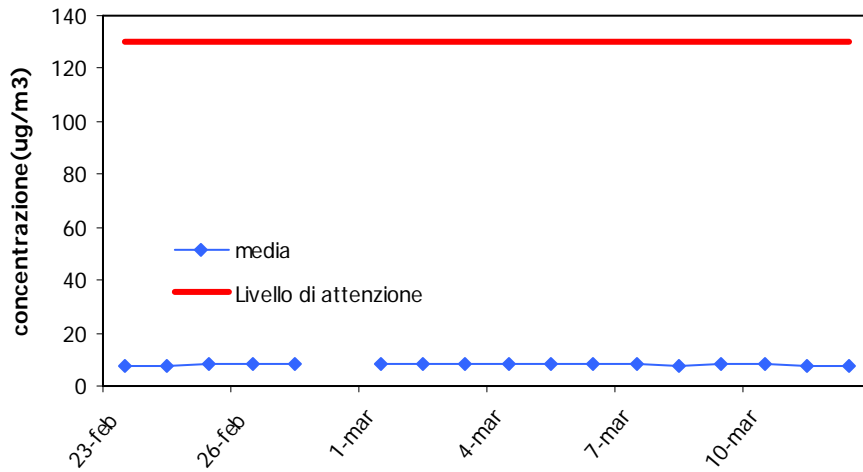
Artificiali a vita lunga		Serie naturali		Naturali
Cs-137	< 0,09	Pa-234m	< 12,93	K-40 < 4,54
Cs-134	< 0,08	Ra-226	< 1,57	Be-7 9,72 +/- 1,48
		Pb-214	0,37 +/- 0,12	
		Bi-214	< 0,33	
		Ac-228	1,00 +/- 0,44	
		Pb-212	< 0,22	
		Bi-212	< 1,25	
		U-235	< 0,08	

Non sono state riscontrate concentrazioni anomale di altri radionuclidi artificiali o naturali.

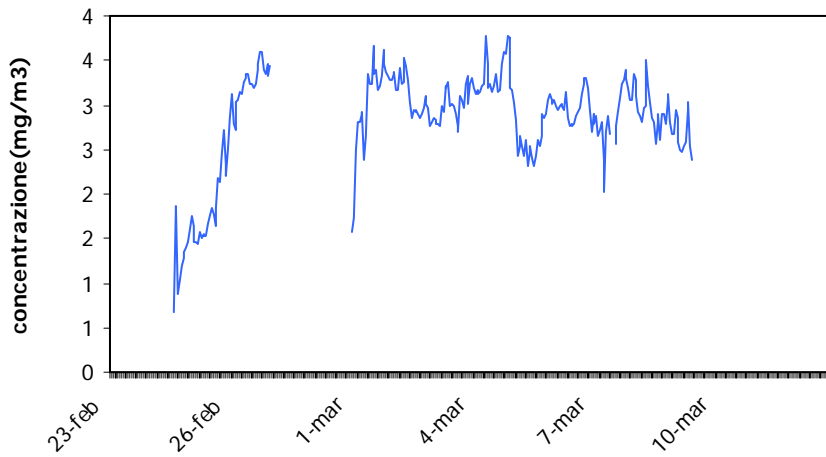
S02 Concentrazioni Orarie

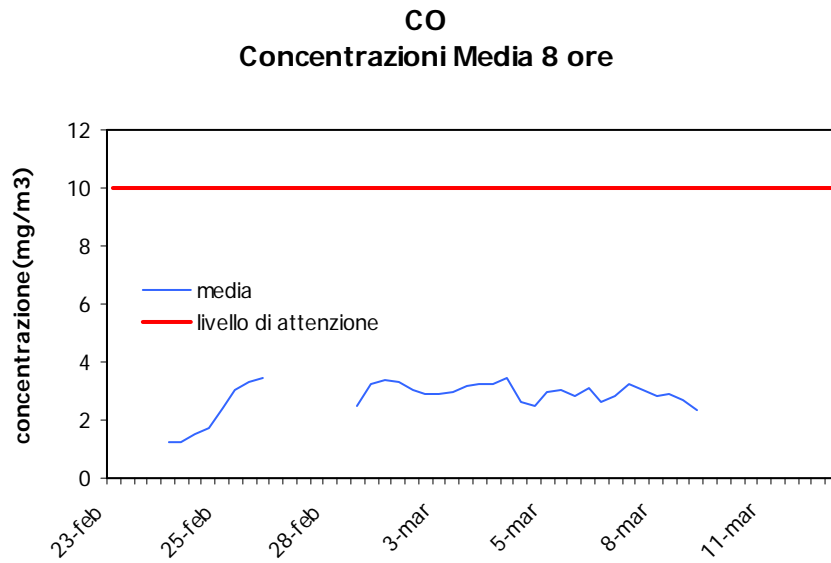
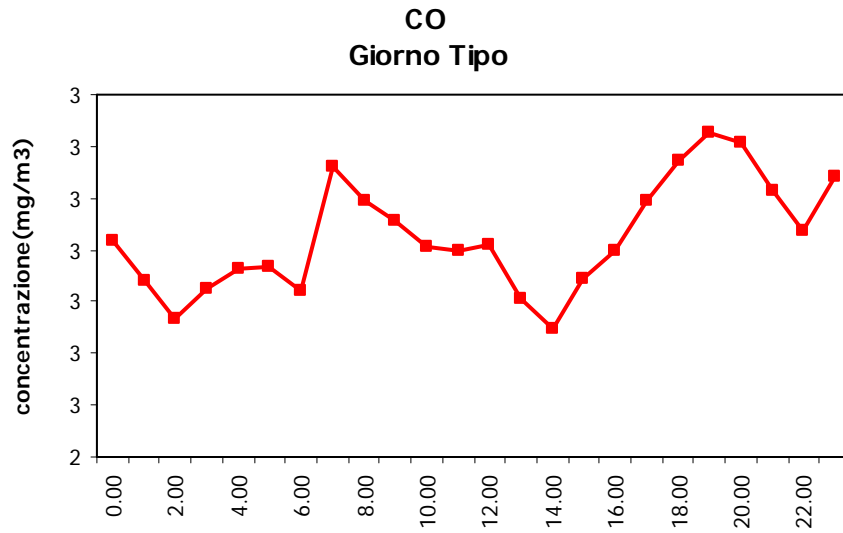
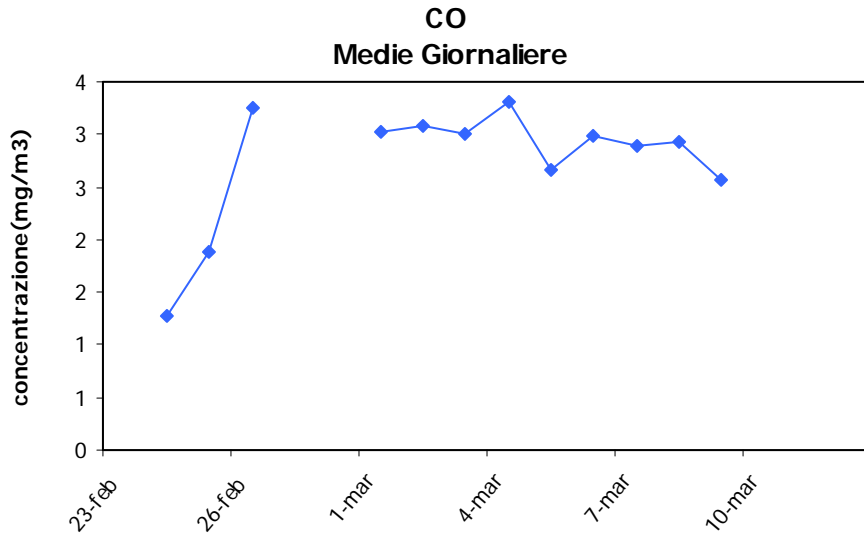


S02 Medie Giornaliere

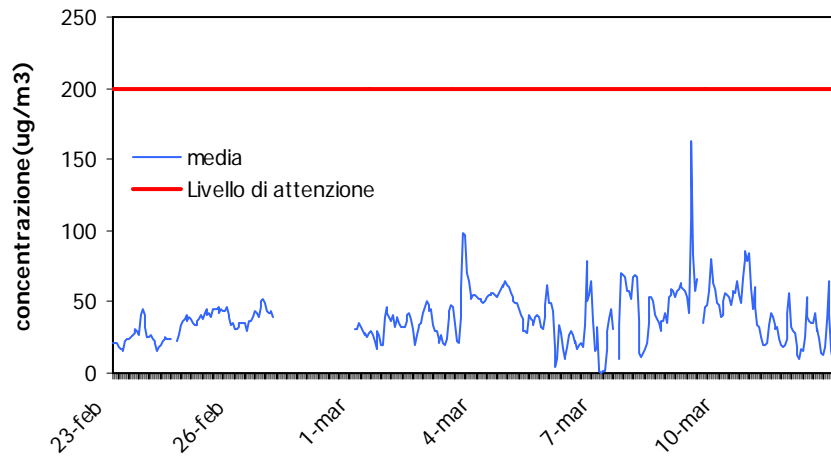


CO Concentrazioni Orarie

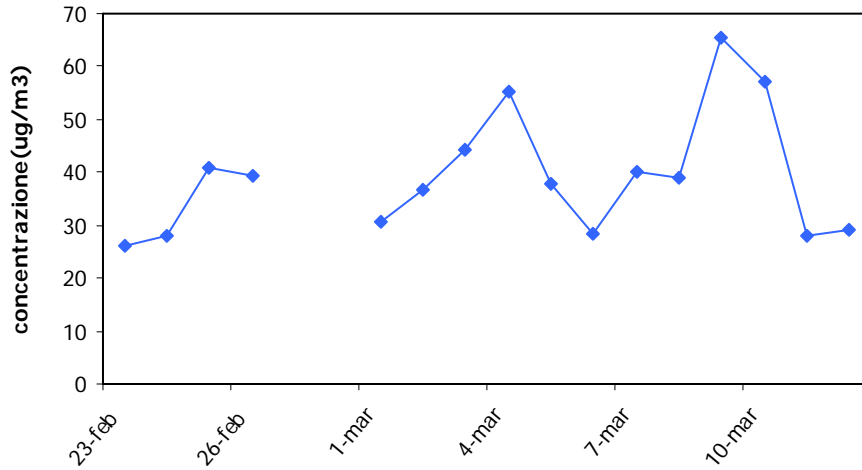




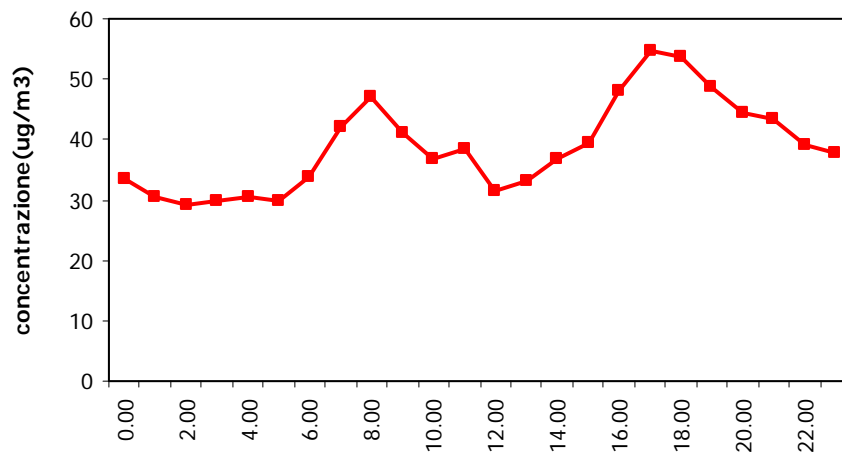
NO2 Concentrazioni Orarie



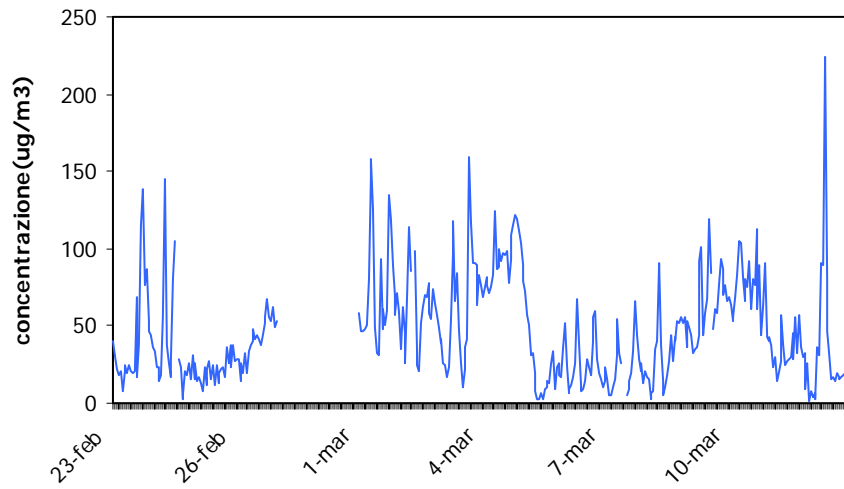
NO2 Medie Giornaliere



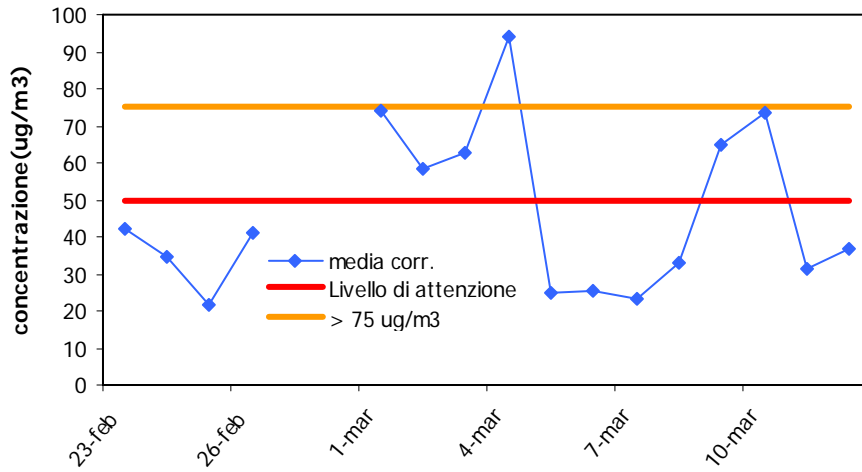
NO2 Giorno Tipo



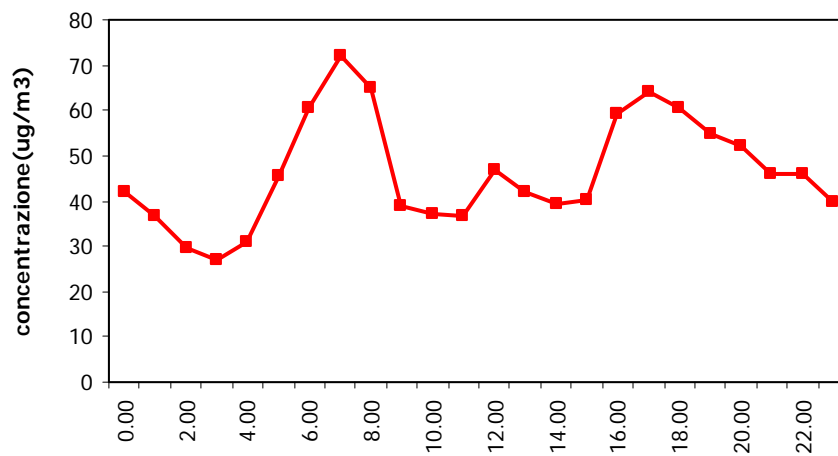
**PM-10
Concentrazioni Orarie**



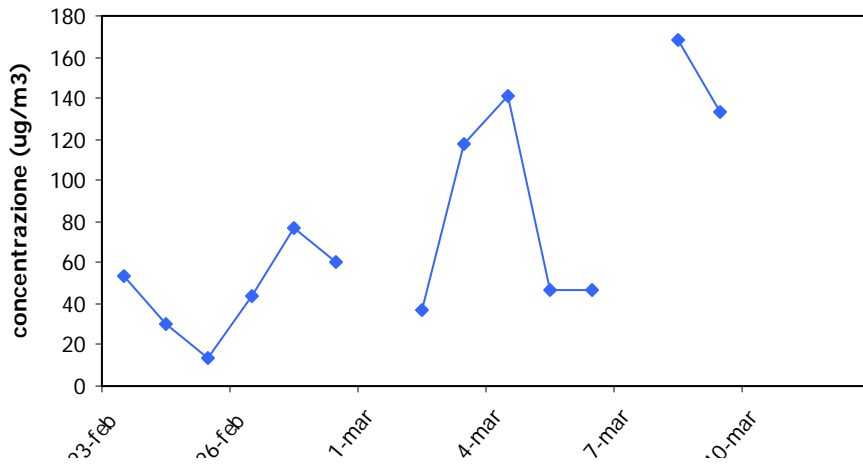
**PM-10
Medie Giornaliere**



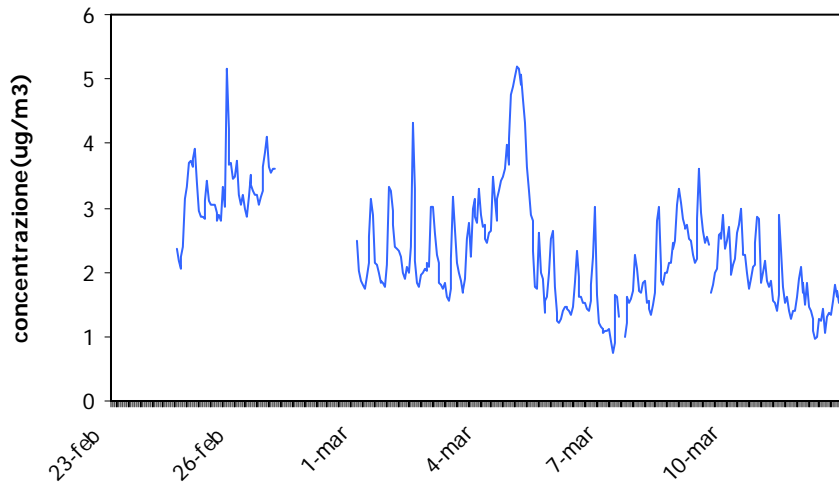
**PM-10
Giorno Tipo**



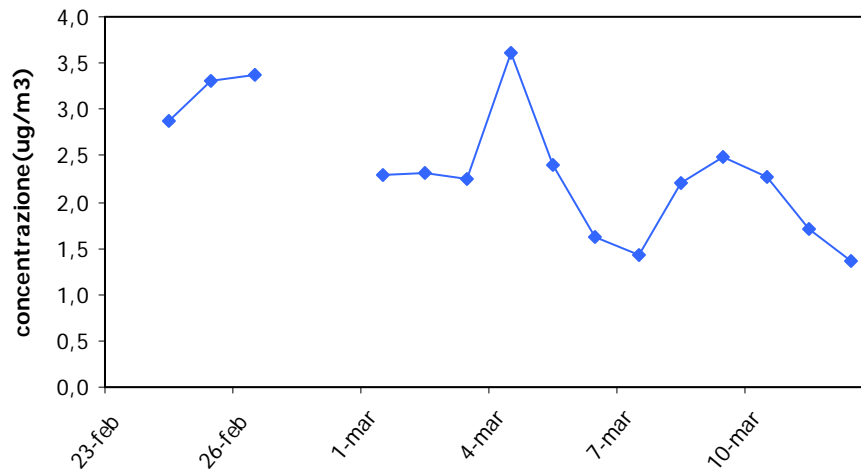
**Polveri Totali Sospese
Medie Giornaliere**



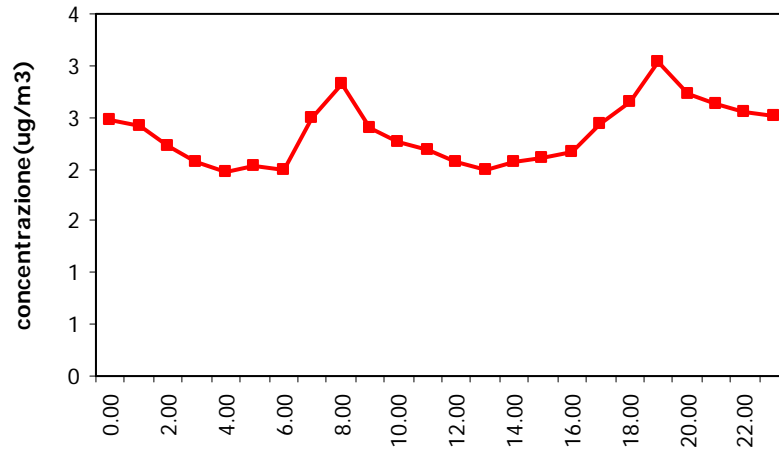
**Benzene
Concentrazioni Orarie**



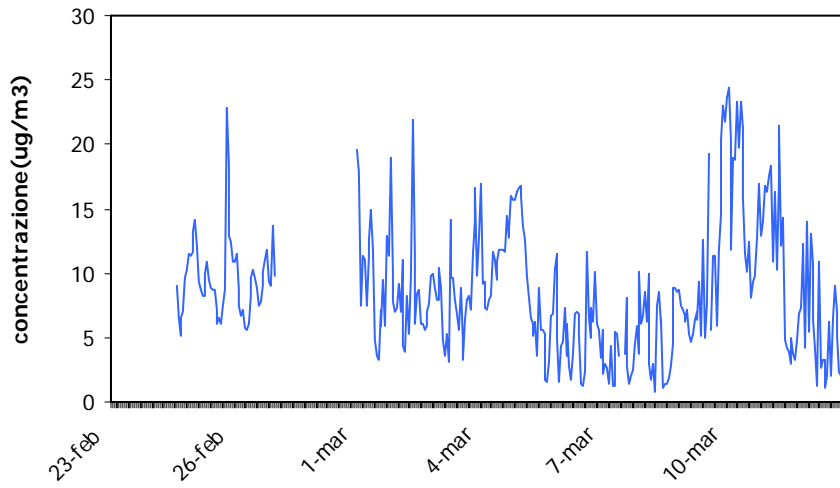
**Benzene
Medie Giornaliere**



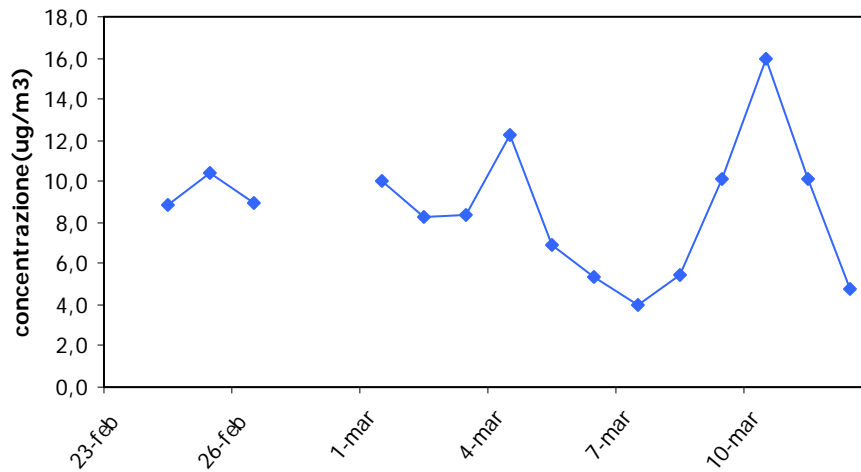
Benzene Giorno Tipo



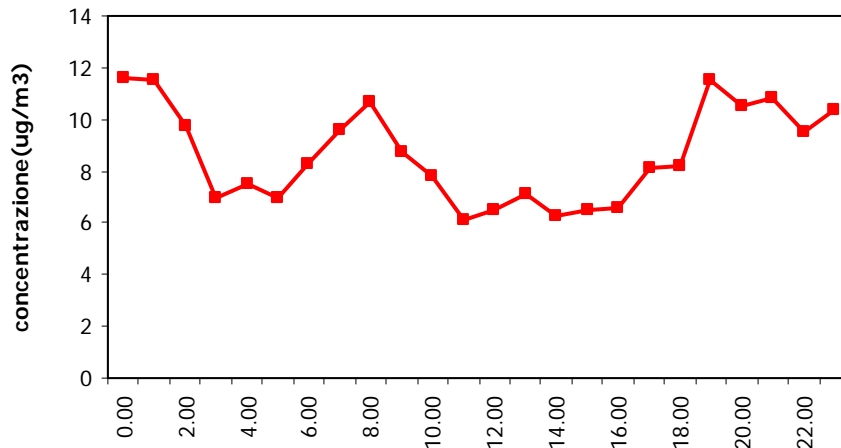
Toluene Concentrazioni Orarie



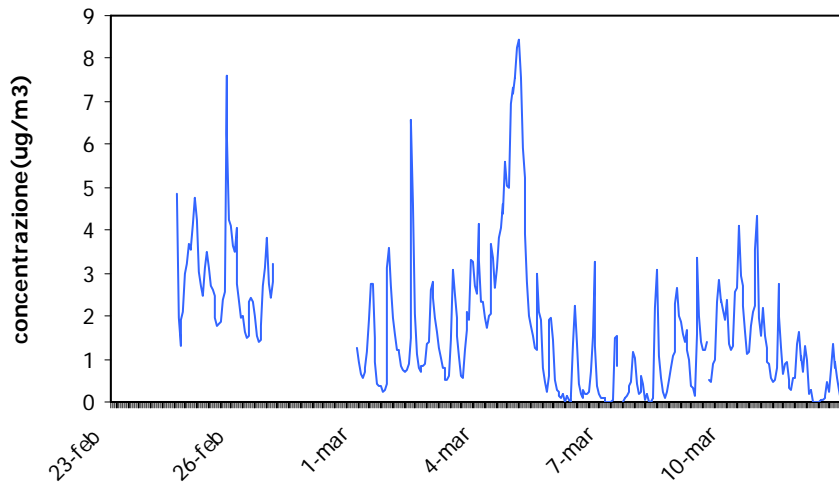
Toluene Medie Giornaliere



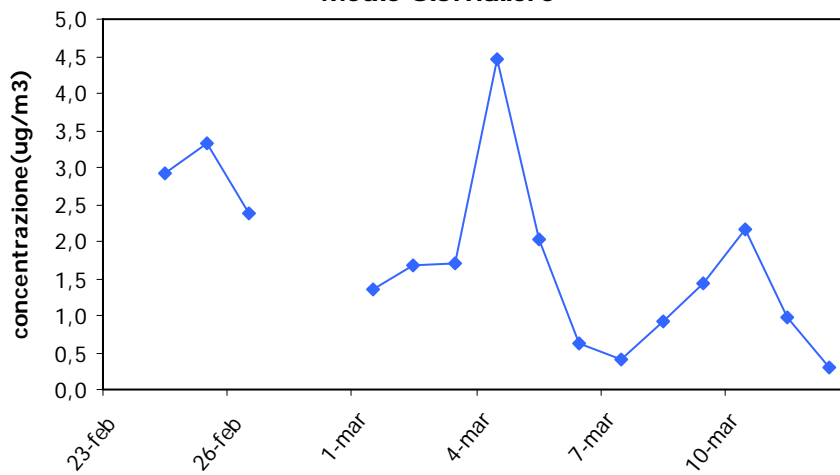
Toluene Giorno Tipo



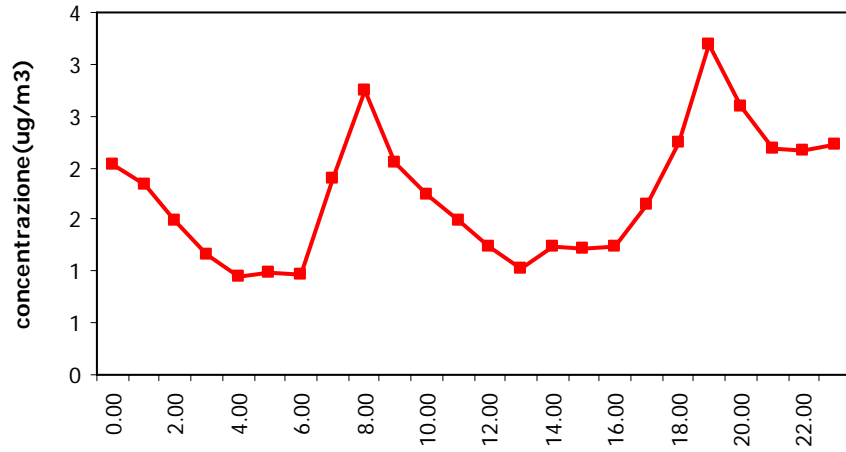
Xilene Concentrazioni Orarie



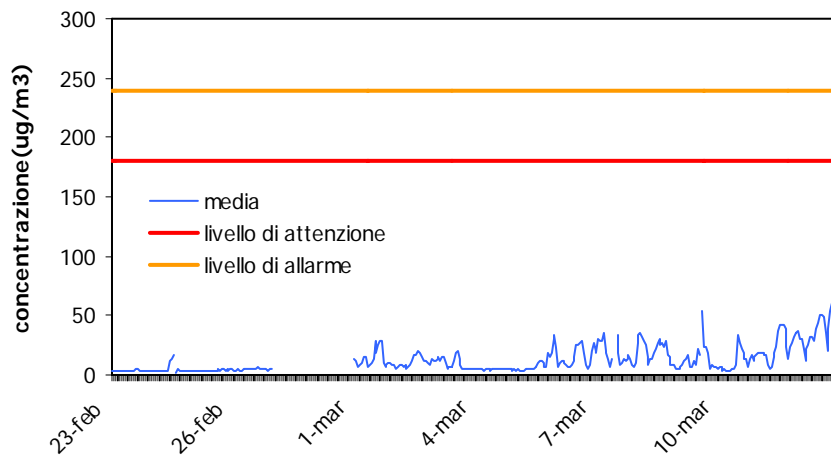
Xilene Medie Giornaliere



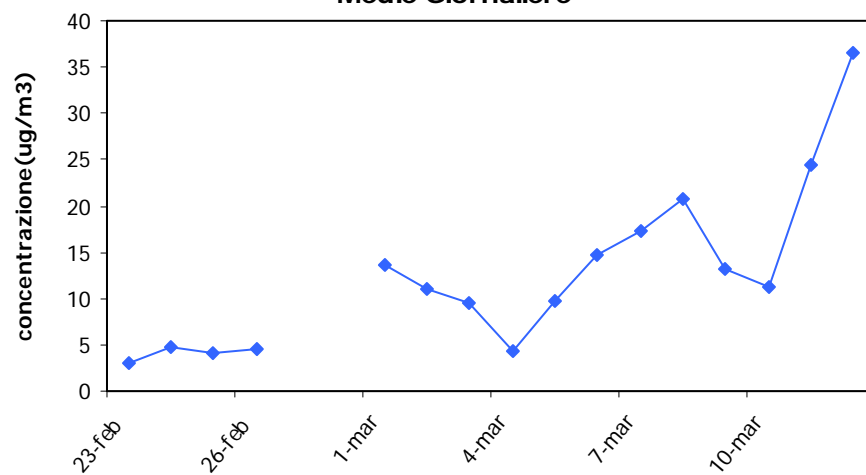
Xilene Giorno Tipo



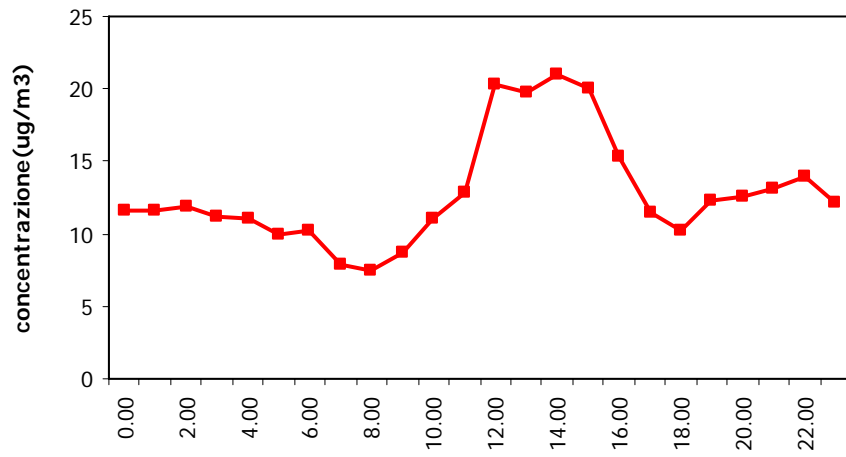
Ozono Concentrazioni Orarie



Ozono Medie Giornaliere



Ozono Giorno Tipo



Ozono Concentrazioni Media 8 ore

