

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
COMUNE DI TALEGGIO

10/08/2004 - 05/09/2004



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI TALEGGIO

Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

P.Ch. Rosario Efrem Gamba

Relazione *redatta* Ing. Augusto Musitelli

Premessa

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con un Laboratorio Mobile tra il 10 agosto 2004 e il 5 settembre 2004 nel Comune di Taleggio. La campagna è stata a suo tempo richiesta dallo stesso Comune, in quanto interessato a procedere con la rilevazione della qualità dell'aria del territorio comunale. La campagna è stata inoltre effettuata per valutare l'andamento dell'ozono in zona montana.

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI TALEGGIO

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. 12

Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse..... pag. 13

Conclusioni..... pag. 13

Allegato tabelle e grafici inquinanti

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 (BTX)

Per problemi logistici la misura degli inquinanti è stata limitata all'ozono (O₃) e agli ossidi di azoto (NO_x e NO₂).

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, O₃, NO_x, NO, NO₂, PM10, PTS e BTX 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.

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 (+2)	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 (+60)	1 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	40 (+12)	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 (+30)	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	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 informazione e attenzione	180	1 h	D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02
	Soglia di allerta e allarme	360	1 h	D.M. 16/5/96 e D.G.R. 28/10/02

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 (+5)	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	40 (+2)	Anno civile	D.M. 2/4/02
	Soglia di attenzione	50	24 h	D.G.R. 28/10/02

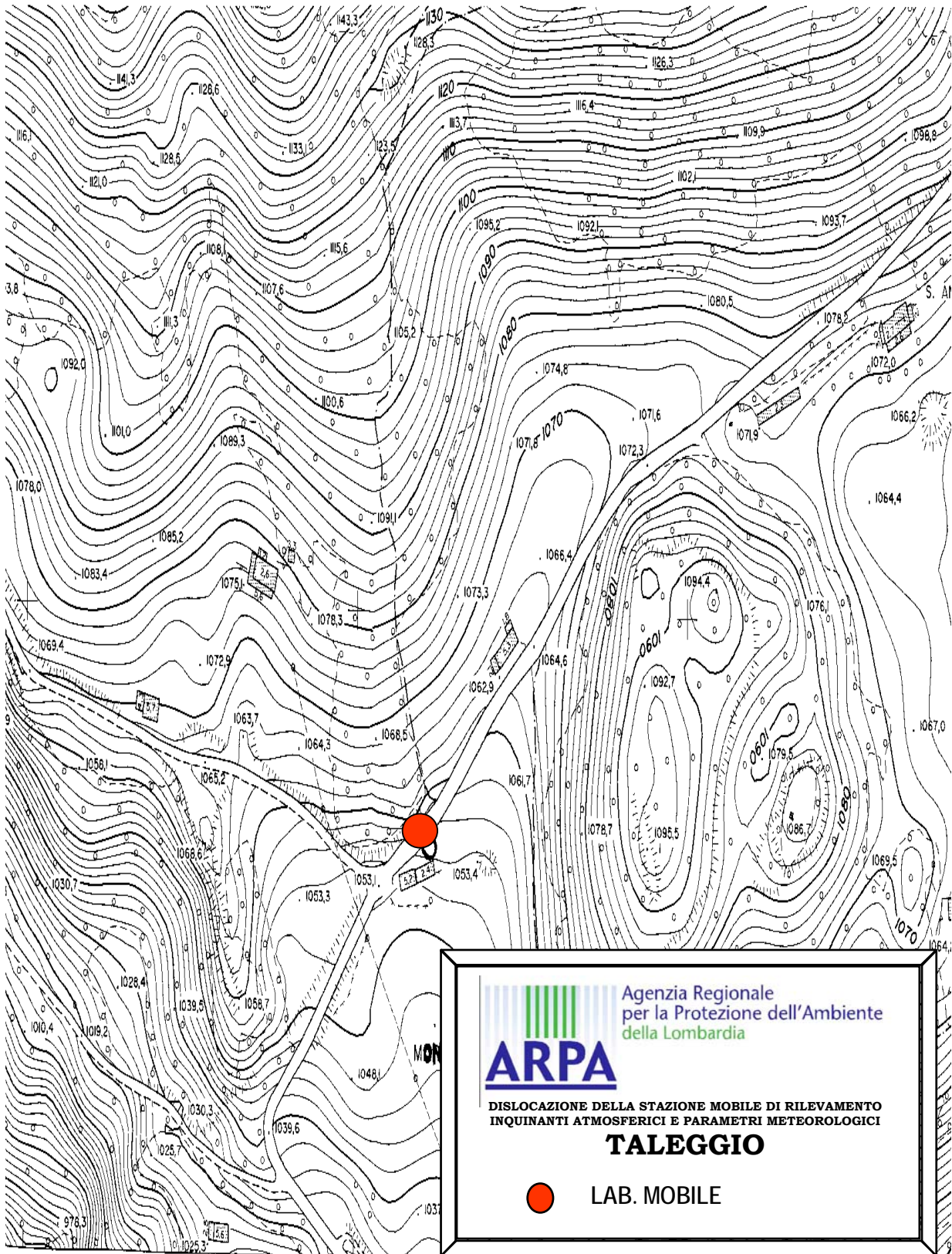
Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione	
Totali	Valore obiettivo	200	3 h consecutive*	DPCM 28/3/83
Benzene	Valore obiettivo	5 (+5)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	0,001	Anno civile	DM. 25/11/94

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: 10 agosto 2004 – 5 settembre 2004

Sito di misura: Comune di Taleggio
Assi Stradali: S.P. 25

Il Laboratorio mobile è stato posizionato in località remota (Località Monteruccio) ad un'altezza sul livello del mare di 1053 metri e non influenzata da sorgenti sia fisse che mobili.

Principali sorgenti emissive

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

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 Taleggio. 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 2001.

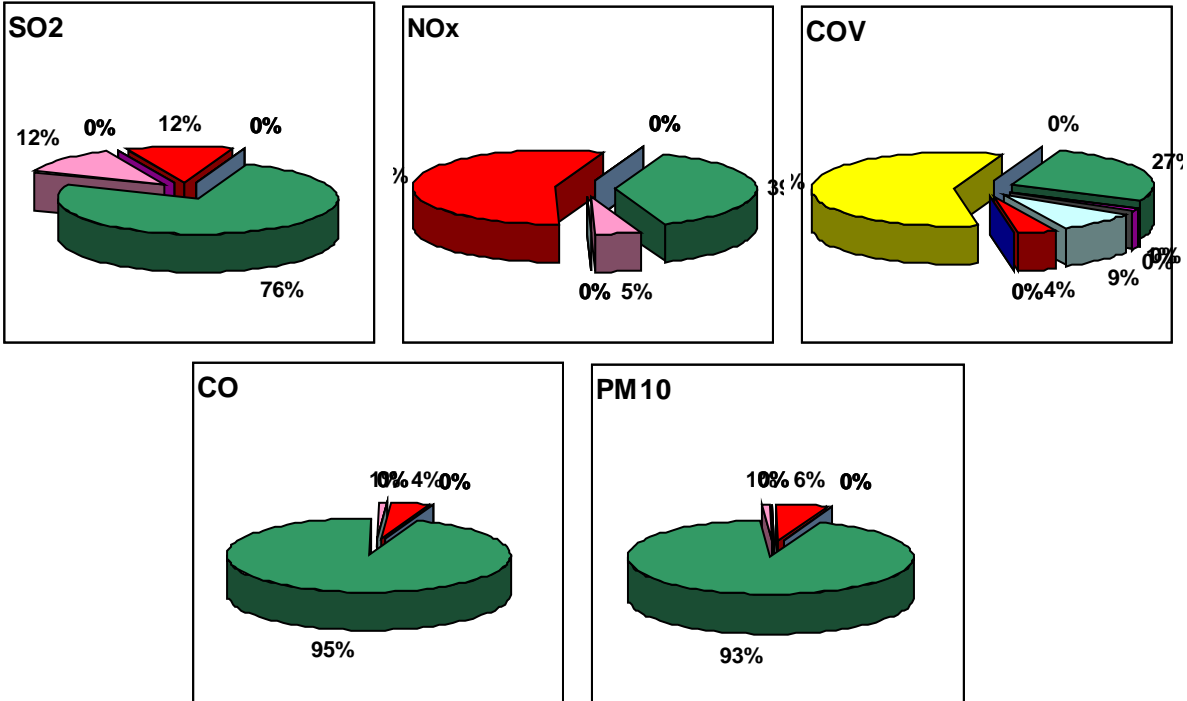
Comune di Taleggio

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	0,7	3,2	20,7	257,9	6,6
Combustione nell'industria	0,1	0,4	0,2	1,9	0,1
Processi produttivi	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0
Trasporto su strada	0,1	4,6	3,4	12,1	0,4
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agricoltura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	45,6	0,0	0,0

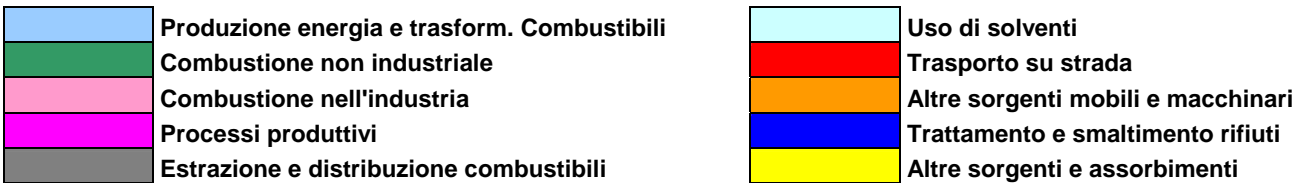
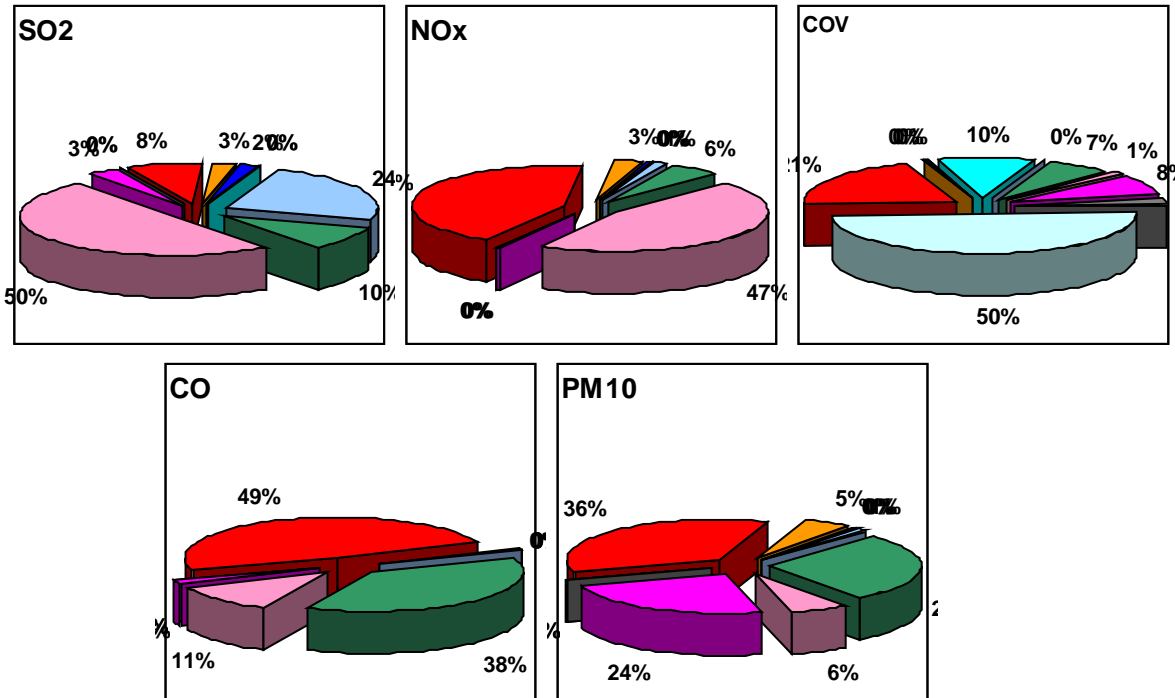
Provincia di Bergamo

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	960	373	6	24	20
Combustione non industriale	375	1668	2296	27703	740
Combustione nell'industria	1983	13246	458	8423	172
Processi produttivi	127	142	2750	1187	632
Estrazione e distrib.di combustibili fossili	0	0	889	0	0
Uso di solventi	0	0	16506	0	4
Trasporto su strada	313	12584	7010	35856	947
Altre sorgenti mobili e macchinari	104	883	126	281	132
Trattamento e smaltimento rifiuti	72	141	3	13	7
Agricoltura		32	18	55	4
Altre sorgenti e assorbimenti	2	7	3474	206	9

COMUNE DI TALEGGIO - STIME EMISSIONI 2001



PROVINCIA DI BERGAMO-STIMA EMISSIONI 2001



Situazione meteorologica nel periodo di misura

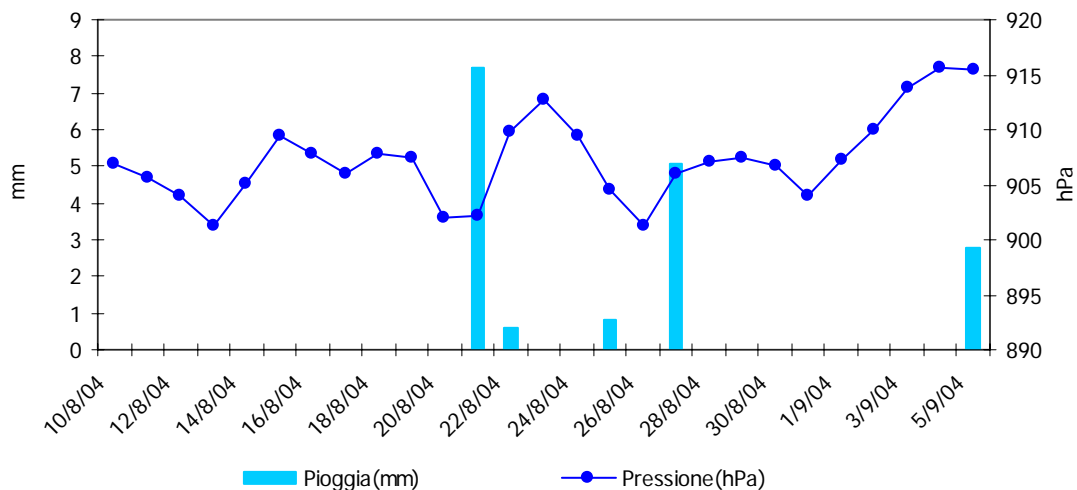
La campagna di Qualità dell'Aria è stata condotta tra il 10 agosto 2004 e il 5 settembre 2004.

Il periodo di misura è stato caratterizzato da precipitazioni scarse (5 giorni di precipitazioni su 27 giorni di campionamento).

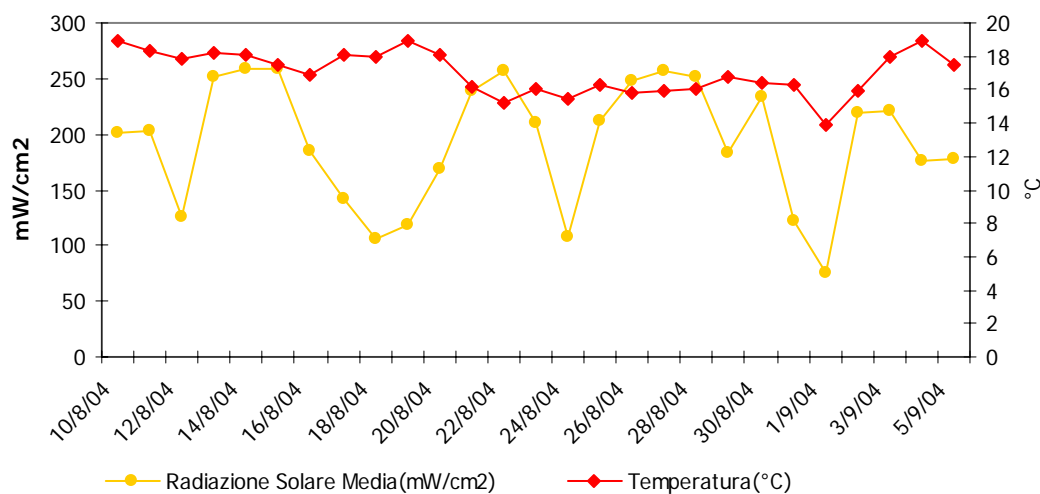
In accordo con il passaggio dei fronti nuvolosi e la persistenza di alte pressioni la pressione atmosferica ha avuto un andamento alterno con valore orario massimo di 917 mBAR e un valore orario minimo di 897 mBAR.

L'andamento della temperatura mette in evidenza la forte escursione termica tra il giorno e la notte (temperatura minima di 9.0° registrata il 22.8.2004 e temperatura massima di 25.0° registrata il 4.9.2004).

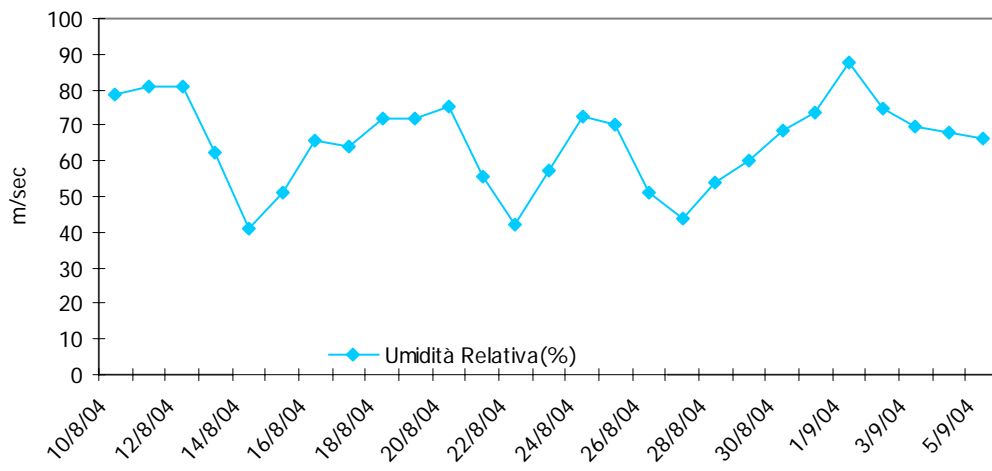
Precipitazioni e Pressione



Radiazione Solare Media e Temperatura



Umidità relativa



Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 10 agosto 2004 al 5 settembre 2004 è stata realizzata nel Comune di Taleggio una campagna di monitoraggio di Qualità dell'Aria

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.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Taleggio, sono di 17 µg/m³ per la media aritmetica oraria e di 53 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.

I livelli di questo inquinante, registrati durante il periodo di misura nella postazione del Comune di Taleggio, sono di 85 µg/m³ per la media massima oraria e di 53 µg/m³ per la media massima su 8 ore.

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 (O₃ e NO₂) nel Comune di Taleggio (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 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 O₃ e NO₂, 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 Cene tra i parametri misurati (**O₃** e **NO₂**) non sono stati registrati superamenti del livello di attenzione fissati dalla Delibera Regionale n. VII/10863 del 28/10/2002.

Tabelle

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
Taleggio (Lab. Mobile)	PUB	RURALE	FONDO	1053	10.8.2004-5.9.2004
<i>Casnigo</i>	PUB	URBANA	TRAFFICO	514	Centralina Fissa
<i>Goisis(BG)</i>	PUB	SUBURBANA	FONDO	290	Centralina Fissa
<i>Osio Sotto</i>	PRIV	SUBURBANA	FONDO	182	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 Inquinanti

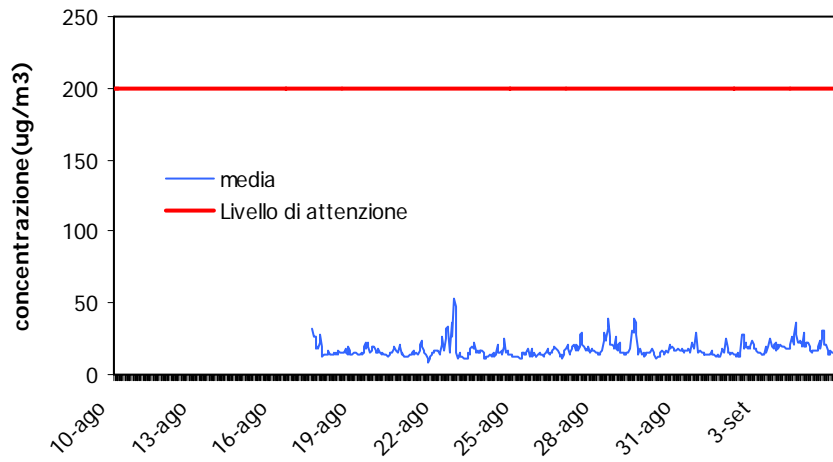
Biossido di Azoto

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv.Attenzione	
Taleggio (Lab. Mob.)	72.7	17	5	53	0	
<i>Goisis (BG)</i>	92.9	16	8	48	0	
<i>Casnigo</i>	77.0	17	7	48	0	
<i>Osio Sotto</i>	68.0	17	13	67	0	

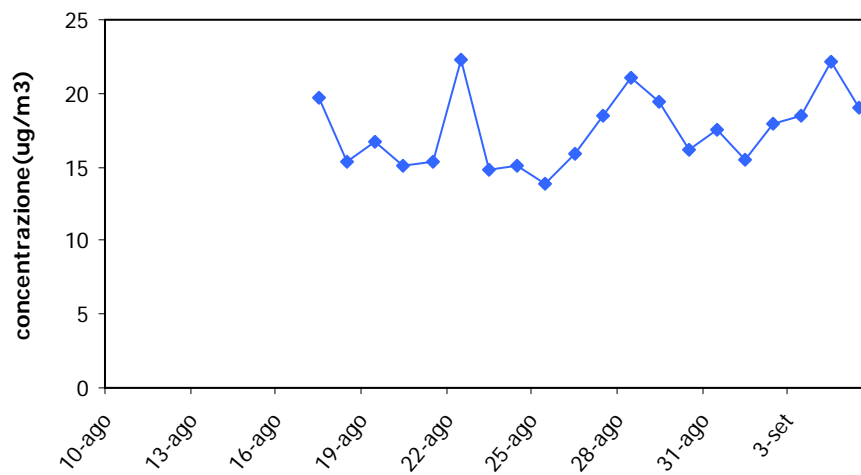
Ozono

	% 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	
Taleggio (Lab. Mob.)	97.8	25	15.4	85	0		53	0	
<i>Goisis(BG)</i>	92.7	59	22.5	165	0		111	1	04.09.2004

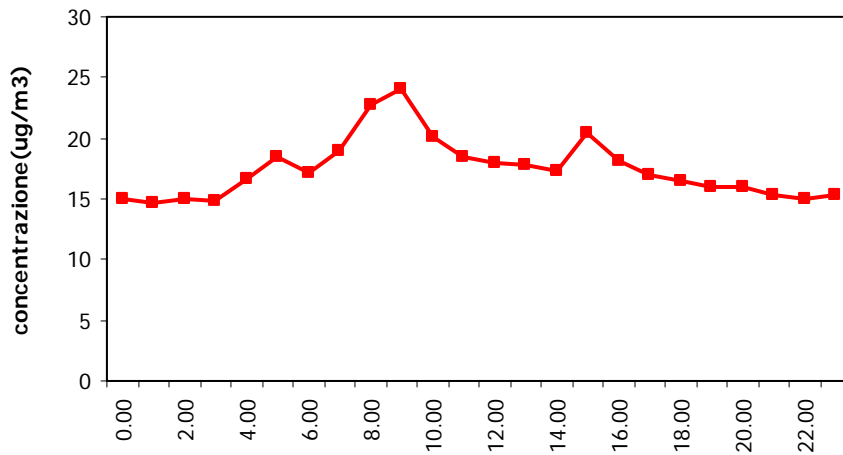
NO2 Concentrazioni Orarie



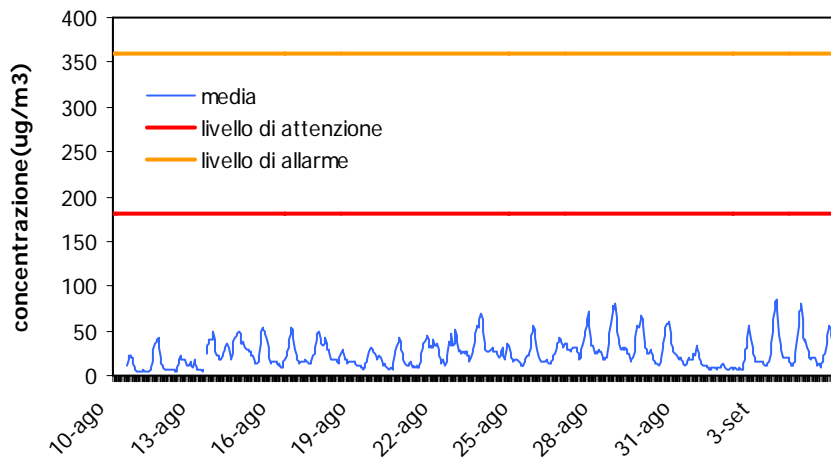
NO2 Medie Giornaliere



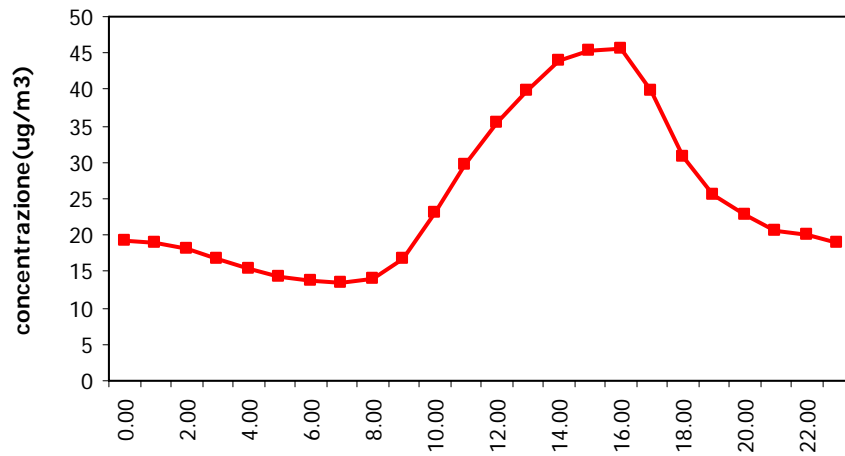
NO2 Giorno Tipo



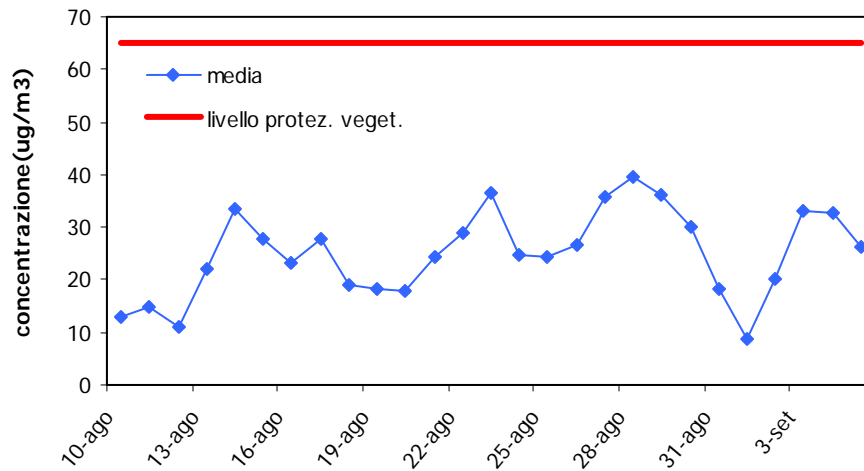
Ozono Concentrazioni Orarie



Ozono Giorno Tipo



Ozono Medie Giornaliere



Ozono Concentrazioni Media 8 ore

