

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
PIEVE S. GIACOMO (LOCALITÀ SILVELLA)

20/07/2005 - 20/09/2005



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico COMUNE DI PIEVE S.GIACOMO (LOC. SILVELLA)

Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

T.P. Arnaldo Bessi

T.P. Claudio Fanfoni

T.P. Emma Micheli

Relazione *redatta* Dr. Luigi Gatti.....

Dirigente Aria
Dip. di Cremona

Dr. Luigi Gatti

Dirigente U.O. Sistemi Ambientali
Dip. di Cremona

Dr. Giorgio Bolzoni

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misure condotta con il Laboratorio Mobile tra il 20 luglio 2005 e il 20 settembre 2005 nel Comune di Pieve S. Giacomo in località Silvella. La suddetta località si trova in aperta campagna, lontano da vie di comunicazione particolarmente trafficate e da insediamenti produttivi di una certa rilevanza.

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico COMUNE DI PIEVE S. GIACOMO (LOC.SILVELLA)

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. 9
Situazione Meteorologica nel periodo di misura.....	pag. 14
Andamento Inquinanti nel periodo di misura.....	pag. 16
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse.....	pag. 20
Conclusioni.....	pag. 22
<i>Allegato Dati Orari</i>	pag. 36

Introduzione

Laboratorio Mobile

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

La strumentazione presente sul laboratorio 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 (DPCM 28/3/83, DPR 203/88, DM 60/02). Anche per le altezze dei prelievi sono fornite indicazioni nazionali e regionali:

- la sonda per il prelievo di SO₂, NO_x, O₃ e CO viene posta a 3,5 metri di quota;
- i sensori meteorologici DV e VV sono posizionati all'altezza di circa 10 metri, mentre i sensori R.SOL. TEMP. UR. PRES e PIOGGIA sono posti all'altezza di circa 3,5 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), nonché il DM 60/02.

Principali inquinanti atmosferici regolati da normative vigenti

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 a causa della combinazione 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 (D.P.C.M. 28/3/83, D.P.R. 24/05/88 N. 203, D.M. 25/11/94, D.M. 02/04/02 N. 60, D.Lgs 21/05/04 N. 183).

La tabella seguente riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di attenzione e di allarme. Si fa notare che il D.Lgs 21/05/04 N. 183 per quanto riguarda l'ozono e il DM n. 60 del 02/04/02 per quanto riguarda il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, il PM₁₀, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio hanno introdotto, per ogni inquinante, una serie di valori limite e le date alle quali tali valori limite devono essere raggiunti. Il DM n. 60 del 02/04/02 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 che segue i margini di tolleranza validi per l'anno 2005 sono indicati tra parentesi.

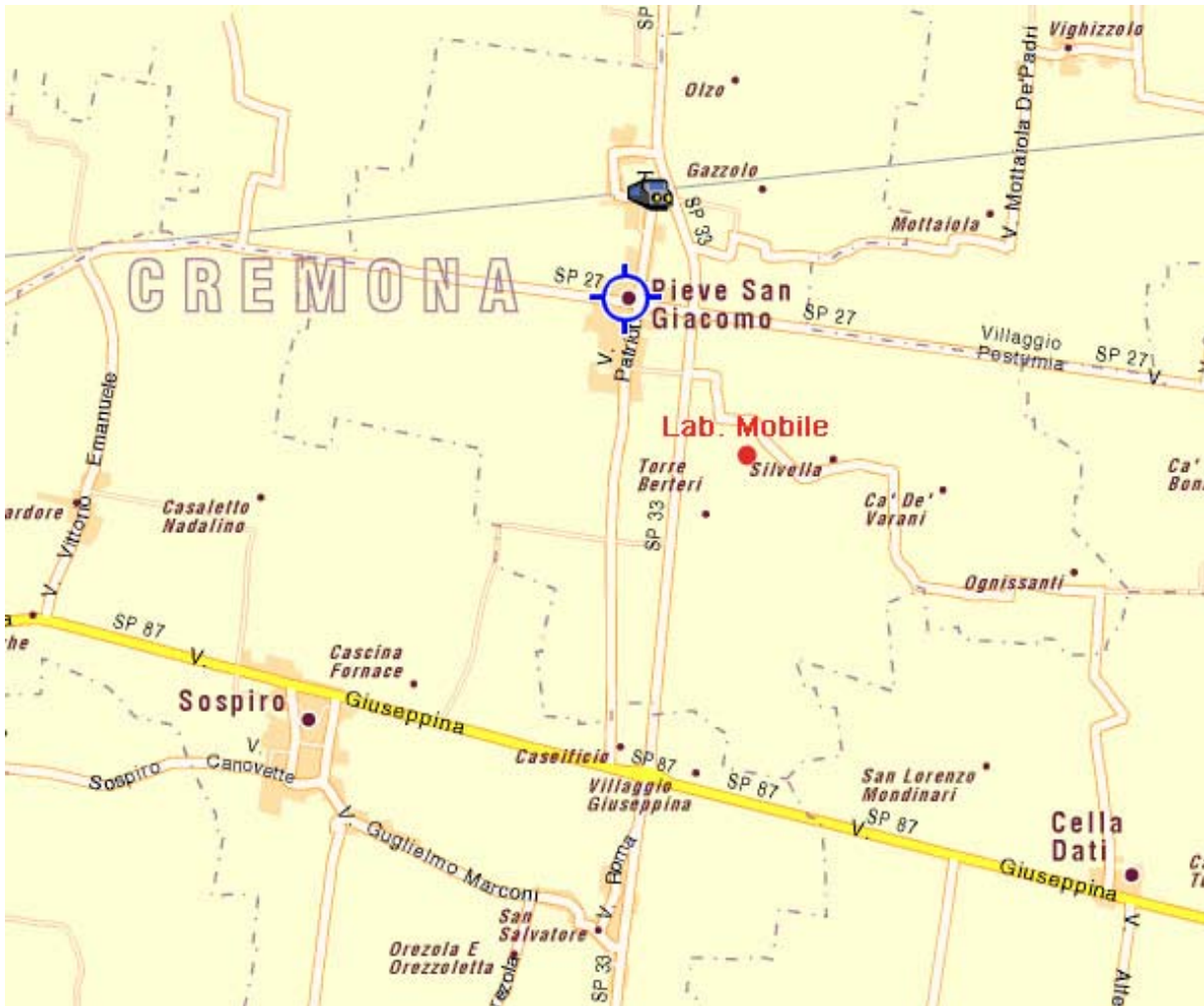
Biossido di Zolfo	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile) 350	1 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile) 125	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione ecosistemi 20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D.M. 2/4/02
	Soglia di allarme 500	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02
Biossido di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile) 200 (+50)	1 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40 (+10)	Anno civile	D.M. 2/4/02
	Soglia di allarme 400	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 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. 2/4/02
Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana 10	8 h	D.M. 2/4/02
Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della salute umana 120	8 h	D.L.gs.21/5/04
	Soglia di informazione 180	1 h	D.L.gs.21/5/04
	Soglia di allarme 240	1 h	D.L.gs.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 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile	D.M. 2/4/02
Idrocarburi non Metanici	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Totali	Valore obiettivo 200	3 ore consecutive	D.P.C.M. 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



Periodo di misura: 20/07/2005 – 20/09/2005

Sito di misura: Pieve S.Giacomo (Loc. Silvella)

Pieve S. Giacomo dista circa 12 chilometri da Cremona in direzione est. La località di Silvella, situata circa a 1 km ad est del centro abitato di Pieve S. Giacomo, si trova in aperta campagna, lontano da vie di comunicazione particolarmente trafficate e da insediamenti produttivi di una certa rilevanza; una località assolutamente non influenzata da sorgenti emissive limitrofe, perciò ideale per misure di fondo.



Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Pieve S. Giacomo 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 (COordination 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
- Trattamento e smaltimento rifiuti
- 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)

La metodologia utilizzata per la costruzione dell'inventario è ben illustrata nel sito internet <http://www.arpalombardia.it/inemar/inemarhome.htm>. In pratica l'inventario è una raccolta, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, di informazioni e dati tecnologici, economici e territoriali, che permette di individuare le fonti di inquinamento, la loro localizzazione con disaggregazione provinciale e comunale, la quantità e la tipologia di inquinanti emessi. Il metodo ideale per la realizzazione di un inventario delle emissioni prevederebbe la quantificazione diretta, tramite misura, di tutte le emissioni dei diversi tipi di sorgente per l'area e il periodo di interesse. Tale approccio, definito "analitico", è utilizzabile solo per alcune tipologie di inquinanti (es. biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, etc.) e di sorgenti, in genere grandi impianti industriali (es. centrali termoelettriche, inceneritori, cementifici etc.) le cui emissioni sono generalmente molto rilevanti e per questo controllate mediante sistemi di monitoraggio in continuo. I dati generati da questi sistemi, dopo opportuna elaborazione, forniscono l'emissione complessiva della sorgente. Invece per la maggior parte delle tipologie di sorgenti l'emissione viene stimata sulla base di un indicatore, che caratterizza l'attività della sorgente, e di un fattore di emissione, specifico del tipo di sorgente, di processo industriale e della tecnologia di depurazione adottata. Questo metodo si fonda sull'esistenza di una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione che può essere ricondotta alla seguente equazione: $E_i = A \cdot FE_i$

Dove:

E_i = emissione dell'inquinante i (g/anno)

A = indicatore dell'attività

FE_i = fattore di emissione dell'inquinante i (g/ton di prodotto)

La bontà di questa stima dipende dalla precisione dei fattori di emissione, che è tanto maggiore quanto più si scende nel dettaglio dei singoli processi produttivi, utilizzando specifici fattori di emissione caratteristici della tipologia impiantistica.

Questo tipo di approccio viene utilizzato per la stima delle emissioni su aree molto vaste (es. regione), quando è necessario conoscere le emissioni generate da aree di minori dimensioni (es. provincia, comune) la stima viene ricavata dalle emissioni calcolate per l'area maggiore. L'operazione di disaggregazione viene effettuata sulla base di alcuni indicatori, chiamati "variabili proxy" o anche "variabili surrogate", ritenuti in grado di rappresentare la distribuzione quantitativa delle diverse emissioni nel territorio. Esempi di variabili proxy per ottenere stime di emissioni locali sono il numero di abitanti del comune e quello della regione, oppure il rapporto tra la produzione locale e quella regionale per una specifica attività. Ne consegue che la valutazione a livello comunale del contributo emissivo delle varie sorgenti sarà tanto più rappresentativa della situazione reale quanto più la variabile proxy utilizzata è in grado di esprimere il peso relativo delle sorgenti locali. Pertanto i dati ottenibili da INEMAR per il dettaglio comunale rappresentano un'interessante base di conoscenza per affrontare il problema delle emissioni locali, ma potrebbero contenere alcune imprecisioni, che una lettura attenta di chi conosce la realtà locale può fare emergere.

Per questi motivi, la lettura delle tabelle e dei grafici seguenti deve tener conto di quanto finora argomentato, ricordando che le elaborazioni che definiscono i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico nel comune di **Pieve S. Giacomo** sono tratte dall'aggiornamento 2001 di INEMAR.

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 Pieve S. Giacomo.

Le emissioni stimate di **biossido di zolfo** per il Comune di Pieve S. Giacomo ammontano a 2,5 t/anno; il 55% di queste, pari a 1,4 t/anno, derivano dal macrosettore "altre sorgenti mobili e macchinari", un'altra quota molto importante, pari al 32%, corrispondente a 0,8 t/anno è fornita dal macrosettore "combustione non industriale". Il "trasporto su strada" e la "combustione nell'industria" sono i macrosettori che producono il restante 13% delle emissioni di questo gas apportando 0,2 t/anno il primo e 0,1 t/anno il secondo, corrispondenti, rispettivamente, al 9 e al 4% del totale.

Monossido di carbonio e ossidi di azoto. Per le emissioni di monossido di carbonio nel Comune di Pieve S. Giacomo la stima complessiva è di 71,1 t/anno, di cui quasi la metà, 34,2 t/anno (48%), sono dovute alla "combustione non industriale". Il secondo macrosettore in ordine di importanza è rappresentato dal "trasporto su strada" con 28,2 t/anno, pari al 40% del totale. Il restante 12% è dovuto alla somma dei contributi di quasi pari entità dei macrosettori "combustione nell'industria" (4,6 t/anno), e "altre sorgenti mobili e macchinari" (4,0 t/anno).

Per gli ossidi d'azoto la stima delle emissioni complessive ammonta a 24,5 t/anno e la prima fonte emissiva è rappresentata da "altre sorgenti mobili e macchinari" che contribuisce con 11 t/anno corrispondenti al 45% del totale. Un altro macrosettore molto importante da cui origina questo inquinante è il "trasporto su strada" che produce 8,7 t/anno pari al 36% del totale; contributi molto più modesti provengono dal macrosettore "combustione nell'industria", che apporta 2,6 t/anno, pari a circa il 10% del totale, e dai macrosettori "combustione non industriale" ed "agricoltura" che apportano rispettivamente 1,3 t/anno (5%) e 0,9 t/anno (4%).

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM₁₀)**, le emissioni stimate complessivamente per il Comune di Pieve S. Giacomo corrispondono a 4,4 t/anno ed il macrosettore che contribuisce in misura maggiore è rappresentato, anche in questo caso, da "altre sorgenti mobili e macchinari" con 1,7 t/anno, pari al 39% del totale. Altri apporti molto importanti provengono dai macrosettori "combustione non industriale" con 0,9 t/anno, corrispondenti al 21% del totale, "trasporto su strada" ed "agricoltura" entrambi con 0,8 t/anno, equivalenti circa al 18% del totale cad.. Contributi minori di

ugual misura derivano dai macrosettori "combustione nell'industria" ed "altre sorgenti e assorbimenti" con 0,1 t/anno cad. corrispondenti, complessivamente al 4% del totale.

Le emissioni stimate di Composti Organici Volatili, **COV**, ammontano complessivamente a circa 34,9 ton/anno; il contributo maggiore deriva dal macrosettore "uso di solventi" con 17,3 t/anno, pari al 50% del totale, seguito dal "trasporto su strada" con 6,9 t/anno corrispondenti al 20% del totale. Contributi inferiori al 10% cad. sono forniti dai macrosettori "processi produttivi", "combustione non industriale ed "altre sorgenti e assorbimenti" che apportano, rispettivamente, 2,9 t/anno (8%), 2,8 t/anno (8%) e 2,5 t/anno (7%). Contributi ancora minori provengono dai macrosettori "altre sorgenti mobili e macchinari": 1,8 t/anno (5%), e "combustione nell'industria": 0,4 t/anno (1%). Assolutamente marginali i quantitativi provenienti dai macrosettori "agricoltura": 0,2 t/anno e "estrazione e distribuzione combustibili": 0,1 t/anno

Le stime dei contributi delle varie fonti per gli inquinanti descritti sopra, all'interno del Comune di Pieve S. Giacomo, sono riepilogate in termini assoluti nelle tabella seguente, mentre nel grafico a barre sono rappresentati i contributi percentuali. In una successiva tabella, per confronto, si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di CREMONA.

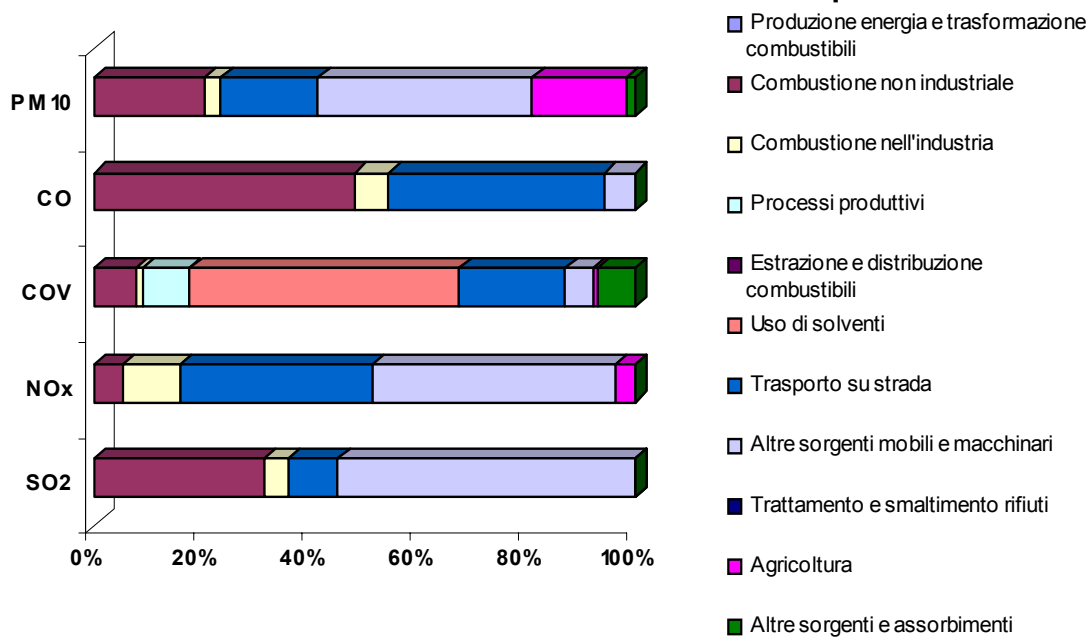
Comune di Pieve S. Giacomo

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM ₁₀ t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Combustione non industriale	0,8	1,3	2,8	34,2	0,9
Combustione nell'industria	0,1	2,6	0,4	4,6	0,1
Processi produttivi	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	17,3	0,0	0,0
Trasporto su strada	0,2	8,7	6,9	28,2	0,8
Altre sorgenti mobili e macchinari	1,4	11,0	1,8	4,0	1,7
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agricoltura	0,0	0,9	0,2	0,0	0,8
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	2,5	0,1	0,1
TOTALE	2,5	24,5	34,9	71,1	4,4

Provincia di Cremona

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM ₁₀ t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	2.763	797	21	49	96
Combustione non industriale	134	578	514	6.076	158
Combustione nell'industria	152	1.780	113	801	68
Processi produttivi	65	106	3.028	1.016	128
Estrazione e distribuzione di combustibili	0	0	493	0	0
Uso di solventi	0	27	4.340	0	18
Trasporto su strada	95	3.824	2.398	13.164	302
Altre sorgenti mobili e macchinari	131	1.062	172	389	168
Trattamento e smaltimento rifiuti	3	52	1	3	1
Agricoltura	0	101	31	32	108
Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	770	27	17
	3.342	8.327	11.881	21.556	1065

Comune di Pieve San Giacomo Contributi Percentuali di ogni Macrosettore alle Emissioni Annuali dei vari inquinanti



Situazione meteorologica nel periodo di misura

Qui di seguito viene descritta la situazione meteorologica del periodo di misura, 20 Luglio 2005 – 20 Settembre 2005 analizzando l'andamento dei parametri rilevati.

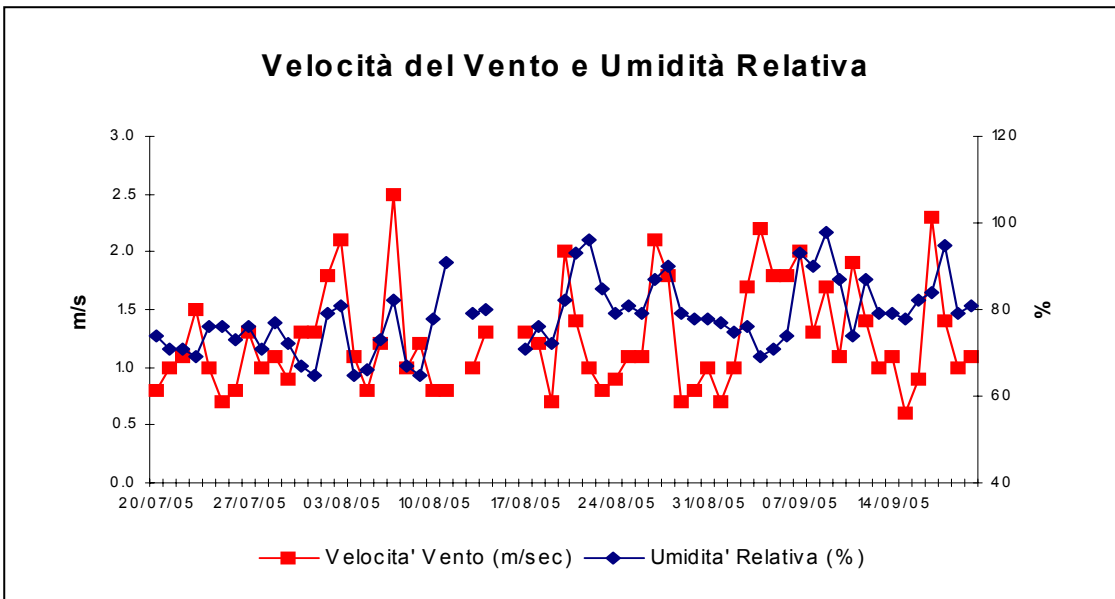
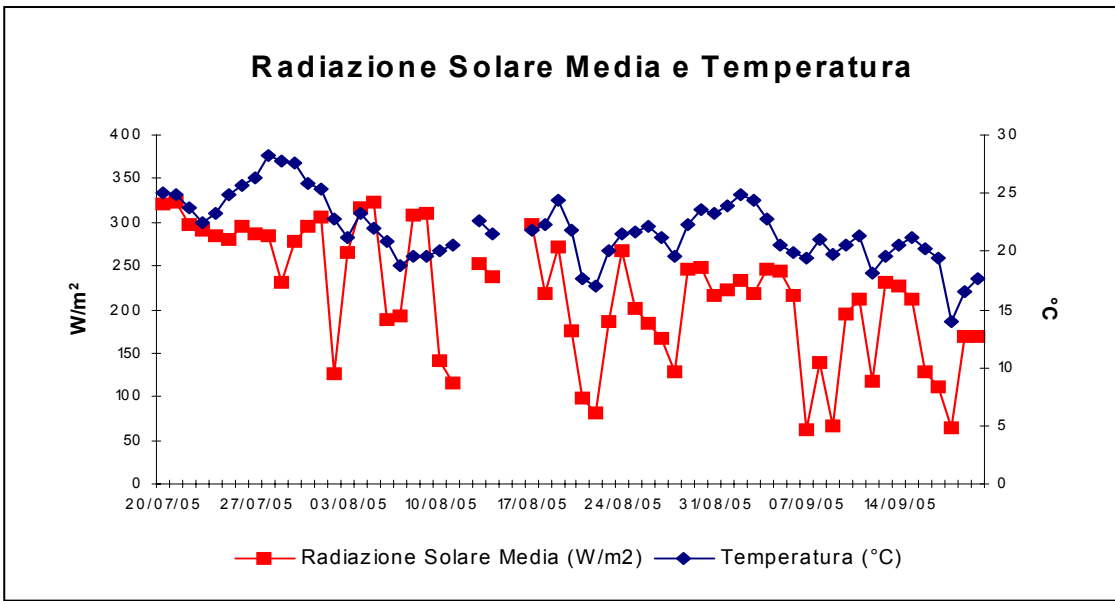
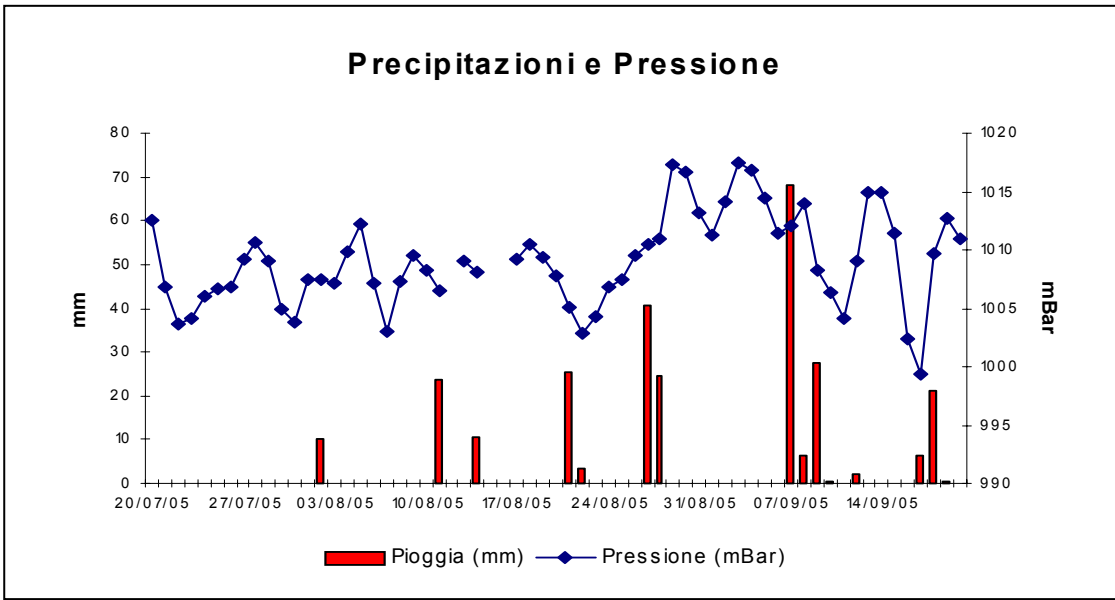
L'ultima decade di Luglio 2005 è stata caratterizzata dalla presenza sul Nord Italia di un promontorio di alta pressione di origine africana che ha determinato temperature elevate e totale assenza di precipitazioni. La stabilità atmosferica, le alte temperature e la forte insolazione di questo inizio di campagna hanno favorito un temporaneo accumulo di inquinanti, tra cui l'ozono ed il PM₁₀.

Il mese di Agosto, invece, si è distinto per l'estrema variabilità delle condizioni meteorologiche, sia per quanto riguarda la temperatura, sia per quanto riguarda le precipitazioni che sono state frequenti per tutto il mese. Particolarmente significativo l'episodio di sabato 27 e domenica 28 in cui sono caduti complessivamente più di 65 mm di pioggia, quasi la metà di tutte le precipitazioni del mese. A causa delle numerose giornate con cielo molto nuvoloso o coperto che hanno contraddistinto questo mese, la media mensile della radiazione solare, 217 W/m², è stata inferiore alla media storica di 229 W/m² segnalata dal Dipartimento di Milano. Dal punto di vista sinottico, in questo mese l'alta pressione non è mai stata presente in forma stabile sulla nostra regione, ci sono state fugaci apparizioni quasi sempre interrotte dal transito di saccature di origine atlantica che, oltre a favorire una moderata ventilazione, hanno provocato temporanei abbassamenti della temperatura. Fatta eccezione per alcuni moderati rinforzi del vento in occasione degli eventi temporaleschi che si sono succeduti nel corso del mese, l'attività anemologica non è stata particolarmente vivace; la media mensile è risultata pari a 1,2 m/s, medie giornaliere uguali o superiori a 2,0 m/s sono state registrate solo in 4 giorni e la massima media oraria di 4,8 m/s è stata registrata il giorno 27 in concomitanza con l'episodio temporalesco citato sopra. Complesivamente le condizioni meteo del mese di Agosto sono state favorevoli alla dispersione degli inquinanti, in particolare a causa delle piogge frequenti non si sono avuti superamenti del "valore limite per la protezione della salute" di 50 µg/m³ per il PM₁₀ e, a causa della frequente copertura del cielo, della "soglia di informazione" di 180 µg/m³ per l'ozono.

Il mese di Settembre è iniziato all'insegna del bel tempo e del caldo con temperature medie orarie che nei primi tre giorni hanno superato in più occasioni e senza fatica i 30 °C, toccando in alcuni casi anche i 33 °C, successivamente sono subentrate condizioni di tempo tipicamente autunnali con temperature decisamente inferiori (spesso la massima oraria non è arrivata nemmeno a 25 °C), piogge e temporali di forte intensità, come nel caso del giorno 7 in cui in tre ore sono caduti 68 mm di pioggia. Dal punto di vista sinottico, l'alta pressione è stata quasi sempre presente sulla nostra regione, come espansione dell'anticiclone delle Azzorre, interrotta un paio di volte dal transito di saccature di origine nord atlantica in entrambi i casi nella seconda metà delle prime due decadi del mese. La media della velocità del vento in queste ultime tre settimane di misure è risultata pari a 1,4 m/s, quindi un po' più sostenuta del mese precedente, fatto questo che unitamente alle piogge e temporali del periodo ha sicuramente contribuito a ridurre le concentrazioni di PM₁₀ e limitare i superamenti del "valore limite per la protezione della salute" di 50 µg/m³ a soli due casi tutti nella prima settimana del mese; analogamente a causa della scarsità di giornate con cielo perfettamente sereno la "soglia di informazione" di 180 µg/m³ per l'ozono è stata superata solo il giorno 2/9 nelle stazioni di Crema XI Febbraio e Corte dè Cortesi

Relativamente ai principali parametri meteo rilevati nel periodo di misura dalla strumentazione installata a bordo del laboratorio mobile, qui di seguito si riportano in grafico gli andamenti dei seguenti parametri:

- Precipitazione (mm) e Pressione (mBar)
- Radiazione Solare media (W/m²) e Temperatura (°C)
- Velocità Vento (m/s) e Umidità Relativa (%)



Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 20 luglio 2005 al 20 settembre 2005 è stata realizzata nel Comune di Pieve S. Giacomo, in località Silvella, con l'ausilio del laboratorio mobile, una campagna di monitoraggio della Qualità dell'Aria. Il Laboratorio mobile è stato posizionato all'interno della recinzione della stazione meteorologica.

Gli andamenti nel tempo delle concentrazioni dei diversi inquinanti in un certo periodo sono funzione, oltre che della presenza o meno di sorgenti emissive, anche delle condizioni meteorologiche che s'instaurano durante il periodo stesso.

Come regola generale occorre tenere presente che durante la stagione più calda le concentrazioni degli inquinanti, quali SO₂, NO_x e CO tendono a mantenersi su livelli di fondo più bassi se confrontate con i rispettivi del periodo invernale, periodo quest'ultimo in cui il funzionamento degli impianti di riscaldamento e l'accensione a freddo dei motori determina una maggiore emissione degli inquinanti. La presente campagna di rilevamento a Pieve S. Giacomo è stata effettuata in piena stagione **estiva**, in un periodo in cui le condizioni climatiche sono sicuramente favorevoli alla dispersione della maggior parte degli inquinanti, ma nello stesso tempo risulta favorita anche l'attività fotochimica dell'atmosfera e quindi la formazione di ozono. Infatti, oltre ad alcuni superamenti del "Valore Limite per la Protezione della salute" per il PM₁₀, per la precisione 5 casi su 62 giorni di misure, sono state registrati numerosi superamenti del "Valore bersaglio per la protezione della salute" per l'ozono di 120 µg/m³ come media di 8 ore ed alcuni della "Soglia di informazione" di 180 µg/m³ come media di 1 ora.

La strumentazione presente sul laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria dei seguenti inquinanti gassosi: biossido di zolfo (SO₂), ossidi d'azoto (NO e NO₂), ozono (O₃), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), e particolato fine (PM₁₀).

Le concentrazioni misurate sono state confrontate con le concentrazioni corrispondenti rilevate dalle stazioni appartenenti alla rete fissa della provincia di Cremona.

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO₂)** deriva generalmente dalla combustione dello zolfo contenuto nei combustibili fossili. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha permesso di migliorare la qualità dei combustibili diminuendo notevolmente il tenore di zolfo in essi contenuto, inoltre la progressiva diffusione del metano, combustibile a contenuto di zolfo praticamente nullo, sia per gli impieghi domestici, che per gli usi nell'industria, ha contribuito ad abbassare notevolmente le concentrazioni di SO₂ presente nelle atmosfere urbane. In questi ultimi anni, grazie soprattutto all'impiego quasi capillare del gas metano, le concentrazioni di biossido di zolfo sono costantemente inferiori ai limiti legislativi previsti.

I livelli di questo inquinante registrati durante il periodo di misura nella postazione di Silvella Pieve S.Giacomo sono rimasti ben al di sotto del Valore Limite di Protezione della salute (125 µg/m³ come media di 24 ore), infatti la massima concentrazione media giornaliera non ha superato i 3 µg/m³ e la media del periodo è risultata 1 µg/m³. Valori sostanzialmente analoghi sono stati rilevati in tutte le stazioni della rete provinciale, anche se in alcuni casi (Cremona Libertà e Crema XI Febbraio) le massime concentrazioni giornaliere (8 e 12 µg/m³) possono sembrare molto diverse da quelle di Silvella.

L'andamento del giorno tipo presenta una modulazione simile per tutte e tre le tipologie di giornata ma con sfasature di alcune ore tra i diversi giorni nel raggiungimento della "massima" concentrazione giornaliera.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO₂)** vengono prodotti nelle reazioni di combustione, sia quelle che si verificano negli impianti di riscaldamento o negli impianti industriali, sia quelle che avvengono nei motori a scoppio e diesel degli autoveicoli, in massima parte per la combinazione dell'azoto e dell'ossigeno presenti nell'eccesso di aria comburente. Per quanto riguarda il traffico autoveicolare, le emissioni maggiori di questi inquinanti si hanno quando i motori lavorano ad elevato numero di giri, cioè in fase di accelerazione e/o di marcia sostenuta. Al momento dell'emissione il rapporto in volume tra NO₂ e NO è nettamente 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 il periodo di misura le concentrazioni di NO₂ rilevate a Silvello non hanno fatto registrare superamenti del limite normativo, la media del periodo è stata di 14 µg/m³ mentre il valore massimo orario si è attestato sui 58 µg/m³, che rappresenta il minimo provinciale, contro un limite massimo orario per il 2005 di 250 µg/m³. La stazione della rete in cui sono stati rilevati i valori maggiori è stata Cremona Libertà: 34 µg/m³ la media del periodo e 148 µg/m³ la massima media oraria. Nel resto della provincia le medie del periodo delle stazioni inserite in un contesto urbano sono rimaste comprese tra i 22 µg/m³ di Cremona Cadorna e i 17 di Piacenza, mentre nella stazione di Corte d'Este, la più remota della provincia e territorialmente più simile a Silvello, la media del periodo è risultata esattamente uguale proprio a quest'ultima. Le massime concentrazioni orarie invece sono risultate comprese tra i 123 µg/m³ di Casalmaggiore e i 64 µg/m³ di Corte d'Este.

L'evoluzione giornaliera degli ossidi d'azoto, in particolare dell'ossido d'azoto (NO), rispecchia l'andamento dei flussi di traffico che si verificano normalmente sulla viabilità ordinaria. Nel caso specifico del giorno tipo feriale, a causa della lontananza della postazione di misura da strade trafficate, si osserva un modestissimo aumento delle concentrazioni nelle prime ore della giornata, dalle ore 06:00 alle ore 10:00 con un massimo alle ore 07:00-08:00 (ora solare), poi le concentrazioni ritornano agli stessi livelli, prossimi a zero, delle ore notturne e restano sostanzialmente invariate per il resto della giornata. I giorni tipo di sabato e festivi presentano tracciati coincidenti con quello del giorno feriale ad esclusione della sopracitata fascia oraria 06:00 – 10:00 in cui le variazioni di concentrazione sono ancora minori di quelle viste per il giorno feriale.

Per il biossido d'azoto il giorno tipo feriale si presenta con concentrazioni di scarsa importanza che si snodano nell'arco del giorno con un tipico andamento bimodale con i massimi, non particolarmente pronunciati, in corrispondenza delle ore 08:00 e nella fascia oraria 21:00 – 22:00 ed il minimo in corrispondenza delle ore pomeridiane più calde. Nei giorni tipo di sabato e festivi le concentrazioni si presentano con valori inferiori a quelle del giorno feriale e sostanzialmente costanti lungo tutto l'arco del giorno.

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 i motori funzionano a basso numero di giri), pertanto le sue concentrazioni dipendono dai flussi di traffico in prossimità del punto in cui si effettua il prelievo, l'evidenza del fenomeno viene accentuata se la rilevazione avviene in prossimità di strade e/o incroci particolarmente congestionati. I livelli di concentrazione più elevati si raggiungono durante il giorno in corrispondenza delle ore di punta del traffico che, nei giorni feriali, solitamente si presentano ad inizio e fine giornata. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono poi a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

Data la lontananza del sito di misura da strade e/o incroci e parcheggi, le concentrazioni attese non potevano essere in nessun modo paragonabili a quelle delle stazioni della rete fissa situate in un contesto urbano e, conformemente alle previsioni, i risultati ottenuti sono stati generalmente pari a zero o di poco superiori a zero.

Ovviamente anche i grafici dei giorni tipo presentano andamenti per tutte e tre le tipologie di giornata assolutamente piatti, appoggiati sull'asse delle ascisse e indistinguibili l'uno dall'altro.

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 essendo un inquinante esclusivamente secondario prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono gli ossidi d'azoto ed i 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; la decomposizione successiva di NO₂, operata dalla radiazione solare, produce un atomo di ossigeno particolarmente

reattivo che combinandosi con l'ossigeno dell'aria genera ozono. Per effetto del meccanismo di formazione appena descritto, i valori massimi giornalieri si raggiungono nelle prime ore del pomeriggio, successivamente, la progressiva diminuzione della radiazione solare e la contemporanea nuova emissione di NO favoriscono il processo di decomposizione dell'ozono che raggiunge i valori minimi durante le ore notturne e del primo mattino.

In virtù del meccanismo di formazione descritto sopra le stagioni più critiche per l'Ozono sono la primavera e l'estate, pertanto nel periodo della presente campagna di misure erano attesi superamenti della "soglia di informazione" di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e soprattutto del "valore bersaglio per la protezione della salute" di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media di 8 ore. I valori rilevati a Silvella hanno evidenziato una media di $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un massimo orario di $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un massimo della media di 8 ore di $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Silvella si sono verificati 21 superamenti del "valore bersaglio per la protezione della salute" e 1 superamento della "soglia di Informazione". Il sito con il minor numero di superamenti del limite, conformemente alle previsioni teoriche, è risultato Cremona Piazza Libertà, cioè il sito maggiormente esposto al traffico, mentre quello con il maggior numero di superamenti è stato Crema XI Febbraio. Esaminando la tabella che riassume le statistiche dei dati misurati in tutte le stazioni risulta particolarmente evidente l'elevata coincidenza dei giorni in cui si sono verificate, in tutto il territorio della rete, le violazioni dei limiti per questo inquinante. Per quanto riguarda gli andamenti dei giorni tipo si può notare che le concentrazioni più elevate vengono raggiunte nelle ore centrali della giornata quando maggiore è l'intensità della radiazione solare. Le concentrazioni dei giorni feriali e di sabato sono sostanzialmente uguali in tutte le ore del giorno tranne le ore serali in cui le concentrazioni del giorno feriale sono visibilmente minori. Abbastanza inconsueto, e nello stesso tempo inspiegabile con le informazioni a disposizione, invece l'andamento del giorno festivo; in questa tipologia di giornata non si intravede la modulazione giornaliera a "campana" tipica di questo inquinante con massimi più o meno accentuati in funzione della stagione in cui si effettuano le misure. La sostanziale equivalenza delle concentrazioni di ozono nei giorni feriali e di sabato è spiegata dalla lontananza del sito da strade trafficate e, di conseguenza, come visto sopra per gli ossidi d'azoto, dalla sostanziale omogeneità delle giornate tipo di questi gas, ingredienti fondamentali per l'innesco delle reazioni di formazione dell'ozono.

Il **Particolato Fine (PM₁₀)** è uno degli inquinanti seguito con maggiore attenzione per le implicazioni sanitarie ad esso legate.

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, in generale, ai processi di combustione e ai processi produttivi. 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: il diametro delle particelle può variare da alcune frazioni di micron ad alcune decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle più fini perché riescono a penetrare nelle parti più profonde delle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a $10 \mu\text{m}$. Le misure di PM₁₀ sono state effettuate con un analizzatore automatico tipo Teom in grado di fornire misure in tempo reale.

A Silvella la media del periodo e la massima concentrazione giornaliera sono state, rispettivamente, $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore limite è stato superato per 5 giorni su 63 di misura. Valori molto simili a quelli di Silvella sono stati ottenuti nella stazione di Crema Indipendenza dove la media del periodo e la massima concentrazione giornaliera sono state, rispettivamente, $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il "valor limite per la protezione della salute" di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media di 24 ore è stato superato per 5 giorni. I dati peggiori sono stati rilevati a Soresina, dove la media del periodo è stata pari a $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la massima concentrazione di 24 ore è stata pari a $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il "valor limite per la protezione della salute" di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media di 24 ore è stato superato per 20 giorni. Nelle stazioni di Cremona Piazza Libertà e di

Pizzighettone i valori ottenuti sono stati molto simili tra loro e molto più vicini a quelli di Silvela che non a quelli di Soresina.

Il grafico del giorno tipo feriale evidenzia la presenza di un innalzamento delle concentrazioni tra le ore 06:00 e le ore 08:00 del mattino seguito da una diminuzione, rapida nelle due ore successive, poi più lenta fino al minimo diurno delle ore 12:00. Nelle ore che seguono le concentrazioni restano sostanzialmente costanti fino alle 17:00, ora da cui parte un nuovo rapido aumento fino al massimo assoluto posizionato in corrispondenza delle 19:00. Nelle ore serali si assiste dapprima ad una nuova veloce diminuzione delle concentrazioni fino alle 21:00 a cui segue un ulteriore abbassamento, molto meno ripido, fino al minimo assoluto delle ore 23:00. L'andamento del giorno tipo di sabato è molto simile a quello del giorno feriale, ed anche i valori delle concentrazioni in molte ore sono sovrapposti, le differenze più marcate si evidenziano nelle ore serali in cui le concentrazioni sono, in genere, minori. Nel giorno tipo festivo il picco mattutino è anticipato di un'ora e le concentrazioni orarie sono sempre inferiori rispetto a quanto visto per il giorno feriale.

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_x , CO , O_3 , PM_{10}) nella postazione di Silvella di Pieve San Giacomo sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nelle stazioni appartenenti alla rete fissa della Provincia di CREMONA.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo (SO_2), in conseguenza dell'azzeramento quasi totale del consumo di combustibili ad elevato contenuto di zolfo, le concentrazioni rilevate sul territorio sono prossime allo zero e praticamente uguali su tutto il territorio provinciale, compreso il Comune di Pieve San Giacomo.

Per il monossido di carbonio, la situazione è analoga al biossido di zolfo, seppur per motivi diversi, per quanto riguarda le medie del periodo, mentre sui valori massimi degli intervalli di mediazione brevi si notano differenziazioni tra un sito e l'altro, ed i valori più elevati sono registrati nelle stazioni prossime ad aree di parcheggio, oppure maggiormente interessate da traffico autoveicolare molto congestionato o vicino ad incroci o semafori; nella stazione di Silvella, situata in aperta campagna, lontano da strade ed incroci di ogni genere, le concentrazioni misurate sono risultate maggiori di zero solo in rari momenti, probabilmente in occasione dell'uso nelle vicinanze di macchine operatrici agricole.

Relativamente al biossido d'azoto la stazione di Silvella, insieme a Corte dè Cortesi, appare come la più "pulita" della provincia tra quelle in cui è installata la strumentazione per il monitoraggio di questo gas; la situazione più critica è rappresentata dalla cabina di Cremona Libertà, sia per la media del periodo che per il massimo delle medie orarie, però anche in questo sito negli ultimi cinque anni non è mai stato rilevato nessuna violazione del "Valore limite orario per la protezione della salute" di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che, dal 2010, non dovrebbe essere superato più di 18 volte in un anno.

Per l'ozono la situazione si inverte perché i valori minimi vengono solitamente rilevati nelle stazioni maggiormente interessate dal traffico, mentre i massimi sono registrati nelle stazioni più remote in accordo con il chimismo che spiega la formazione di questo inquinante. Conformemente a quanto atteso, nelle stazioni maggiormente esposte al traffico veicolare, Cremona Piazza Libertà e Cremona Piazza Cadorna, non si è avuto nessun superamento della soglia di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media di 1 ora, mentre nelle altre stazioni sono stati registrati da 1 a 2 superamenti nel periodo in questione. Anche per quanto riguarda il "valore bersaglio per la protezione della salute", nella stazione di Cremona Libertà, quella più esposta al traffico della rete provinciale, è stato rilevato il numero minore di superamenti, il numero maggiore è stato osservato nella stazione di Crema XI Febbraio, mentre il sito di Silvella è praticamente uguale a quello di Corte dè Cortesi.

Per il PM_{10} , l'inquinante che ultimamente suscita le maggiori preoccupazioni, se si esclude la stazione di Soresina, le cui misure nel periodo sono state alterate dal sollevamento di polveri generate dai cantieri edili presenti nelle vicinanze e dal transito dei veicoli sulla via Arderico il cui manto stradale nel periodo della presente campagna era pesantemente deteriorato, nelle altre cabine della rete provinciale sono stati rilevati valori sostanzialmente omogenei, tutti molto migliori di quelli misurati a Soresina, e fra questi la situazione rilevata a Silvella è tra le due migliori in assoluto della provincia di Cremona. Tutto ciò è ben rappresentato sia dal grafico che raffigura gli andamenti delle medie giornaliere delle stazioni della rete, in cui si vede che le concentrazioni di Soresina, specie per quanto riguarda i valori più elevati, sono spesso abbondantemente maggiori dei corrispondenti delle altre cabine che invece nella maggior parte dei casi risultano raggruppate in intervalli così stretti da essere spesso indistinguibili l'una dall'altra, sia soprattutto dalla similitudine dei parametri statistici riepilogati nella tabella corrispondente .

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

- percentuali di rendimento degli analizzatori
- 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 della media di 24 ore
- valore massimo riferito alla media delle 8 ore;

- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione e relative date di accadimento

Conclusioni

Durante il periodo della campagna di misura eseguita in località Silvella del Comune di Pieve San Giacomo tra il , 20/07/05 e il 20/09 /05, sono stati rispettati tutti i limiti di legge per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto e il monossido di carbonio, al contrario sono state osservate violazioni dei limiti per il PM₁₀ e per l'Ozono.

Le spiegazioni per questi risultati in parte sono già state fornite nei capitoli precedenti: la scomparsa quasi totale dello zolfo dai combustibili per uso domestico, industriale e per autotrazione e l'assenza di vie di comunicazione con traffico congestionato giustificano il rispetto dei limiti per i primi tre inquinanti considerati. Per l'ozono e il PM₁₀ la situazione è molto diversa perchè diversi e più complessi sono i meccanismi di formazione di questi inquinanti; ad esempio, l'ozono può originarsi da precursori generati anche a molti chilometri di distanza, e le concentrazioni che si raggiungono sono notevolmente influenzate dalla stagione, nel senso che nei mesi autunnali, ed a maggior ragione in quelli invernali, i limiti per l'ozono sono rispettati ovunque. Al contrario, durante i mesi caldi, da maggio fino a settembre, ma talvolta anche a partire da aprile e perfino da fine marzo, si registrano frequenti superamenti dei limiti di legge. Ciò è dovuto alla notevole importanza che riveste l'intensità della radiazione solare, oltre naturalmente agli inquinanti precursori, sul meccanismo di formazione dell'ozono. Per queste ragioni, considerata la stagione in cui è stata eseguita la presente campagna di misure, non sorprende i numerosi superamenti del "*valore bersaglio per la protezione della salute*" e della "*soglia di informazione*" registrati sia a Silvella, che in tutte le altre stazioni della rete provinciale. Purtroppo, a causa del particolare meccanismo di formazione dell'ozono, non è pensabile di intraprendere azioni a valenza comunale per contrastarne la formazione e l'aumento delle concentrazioni; eventuali strategie preventive per ridurre l'inquinamento da ozono dovrebbero interessare in modo continuativo molti aspetti della vita dell'uomo ed essere applicate almeno a livello di bacino aereo perchè possano produrre effetti sostanziali e duraturi. L'assunzione di misure sporadiche e/o a livello esclusivamente locale, tipo la limitazione del traffico in certi giorni o in certe ore in genere producono l'effetto contrario.

Mentre le concentrazioni di ozono aumentano con il progredire della bella stagione, per il PM₁₀ si verifica l'opposto. Questo succede per diversi motivi: perchè vengono spenti gli impianti di riscaldamento, generalmente una delle più importanti fonti emissive di PM₁₀, perchè con l'aumento della temperatura dell'aria diminuisce la frazione di inquinanti che, emessi allo stato di vapore, condensano al suolo, perchè aumenta l'altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera e quindi la diluizione degli inquinanti emessi, etc.. In conseguenza di ciò le concentrazioni estive di PM₁₀ sono sempre minori di quelle invernali ed il superamento del "valor limite per la protezione della salute" si verifica più raramente che in inverno anche in periodi caratterizzati da condizioni meteo stabili, vale a dire in giornate con ventilazione scarsa o nulla, assenza di precipitazioni e con valori elevati di pressione atmosferica. Però sia in estate che in inverno, quando si registra un superamento del limite di PM₁₀ in un sito, a meno che non sia giustificato da qualche fenomeno emissivo anomalo a livello locale, generalmente non è un fatto isolato, il più delle volte si tratta di un evento comune a vaste porzioni di territorio, spesso diffuso in tutta la regione, che si manifesta nelle varie località in forme più o meno acute in funzione dell'importanza delle sorgenti emissive presenti nelle vicinanze. In questi casi, specie in territori omogenei sia dal punto di vista orografico che occupazionale come quello della provincia di Cremona, dalle concentrazioni di PM₁₀ rilevate nelle varie cabine della rete si possono stimare le concentrazioni atmosferiche anche di siti non coperti da stazioni di misura. Inoltre, come già sottolineato per l'ozono, quando le concentrazioni di un inquinante sono così uniformemente diffuse come spesso si verifica nella pianura padana, è ovvio che sarebbe assolutamente velleitario pensare di trovare rimedi al problema con provvedimenti unicamente di carattere locale, magari attuati in modo estemporaneo, le soluzioni per problemi di questa portata possono venire solo da provvedimenti di tipo strutturale e stabili nel tempo che saranno tanto più efficaci quanto più estesa sarà l'area in cui verranno attuati ed i cittadini ed il mondo produttivo saranno incentivati ad applicarli.

Tabella

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
Pieve S.Giacomo (Silvella)	PUB	RURALE	FONDO	36	20/07/05 – 20/09/05
Cremona Libertà	PUB	URBANA	TRAFFICO	47	Centralina Fissa
Cremona Cadorna	PUB	URBANA	TRAFFICO	40	Centralina Fissa
Crema XI Febbraio	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	76	Centralina Fissa
Crema Indipendenza	PUB	URBANA	TRAFFICO	78	Centralina Fissa
Casalmaggiore	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	25	Centralina Fissa
Piadena	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	30	Centralina Fissa
Corte de Cortesi	PUB	RURALE	FONDO	60	Centralina Fissa
Soresina	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	66	Centralina Fissa
Pizzighettone	PUB	URBANA	TRAFFICO	45	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

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 Valore limite di protezione della salute ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 24 h)
Pieve S.Giacomo (Silvella)	96	1	1	3	0
Cremona Libertà	98	2	3	8	0
Crema XI Febbraio	93	2	3	12	0
Corte de Cortesi	95	1	1	2	0
Pizzighettone	88	3	2	5	0

Table

Nitrogen Dioxide

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Valore limite di protezione della salute ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 1 h)
Pieve S. Giacomo (Silvella)	98	14	8	58	0
Cremona Libertà	98	34	18	148	0
Cremona Cadorna	92	22	13	112	0
Crema XI Febbraio	86	19	11	73	0
Crema Indipendenza	97	18	11	84	0
Casalmaggiore	99	21	14	123	0
Piadena	90	17	12	89	0
Corte de Cortesi	97	14	8	64	0
Soresina	92	17	10	68	0

Tabelle

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 Valore limite di protezione della salute (10 mg/m ³ media di 8 h)
Pieve S.Giacomo (Silvella)	98	0,0	0,0	0,3	0,1	0
Cremona Libertà	100	0,4	0,2	2,0	1,2	0
Cremona Cadorna	100	0,4	0,2	1,4	0,9	0
Crema XI Febbraio	100	0,4	0,1	1,1	0,8	0
Crema Indipendenza	97	0,1	0,1	0,9	0,6	0
Casalmaggiore	100	0,4	0,1	1,4	0,7	0
Piadena	94	0,2	0,1	0,8	0,4	0

Tabelle

Ozono

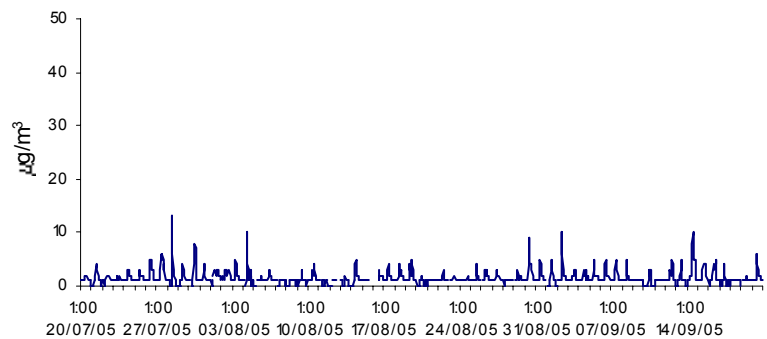
	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St.	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 1 h)	Max Media 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Valore bersaglio per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 8 h)
Pieve S. Giacomo (Silvella)	93	62	45	185	1 28.07.05	170	21 dal 20.07.05 al 02.08.05 04.08.05 19.08.05 30.08.05 dal 01.09.05 al 03.09.05 15.09.05
Cremona Libertà	96	64	38	180	0	168	15 20.07.05 dal 22.07.05 al 30.07.05 01.08.05 19.08.05 30.08.05 dal 02.09.05 al 03.09.05
Cremona Cadorna	97	67	40	174	0	161	21 dal 20.07.05 al 01.08.05 04.08.05 17.08.05 19.08.05 30.08.05 dal 01.09.05 al 03.09.05 15.09.05
Crema XI Febbraio	96	68	42	191	2 28.07.05 02.09.05	180	27 dal 20.07.05 al 01.08.05 dal 03.08.05 al 04.08.05 13.08.05 dal 17.08.05 al 19.08.05 dal 24.08.05 al 25.08.05 dal 30.08.05 al 03.09.05 15.09.05
Casalmaggiore	96	70	41	199	1 28.07.05	185	25 dal 20.07.05 al 01.08.05 04.08.05 06.08.05 17.08.05 19.08.05 24.08.05 dal 30.08.05 al 04.09.05 15.09.05
Corte de Cortesi	92	66	43	182	2 28.07.05 02.09.05	171	21 dal 20.07.05 al 29.07.05 dal 31.07.05 al 01.08.05 17.08.05 19.08.05 dal 30.08.05 al 03.09.05 dal 14.09.05 al 15.09.05

Tabelle

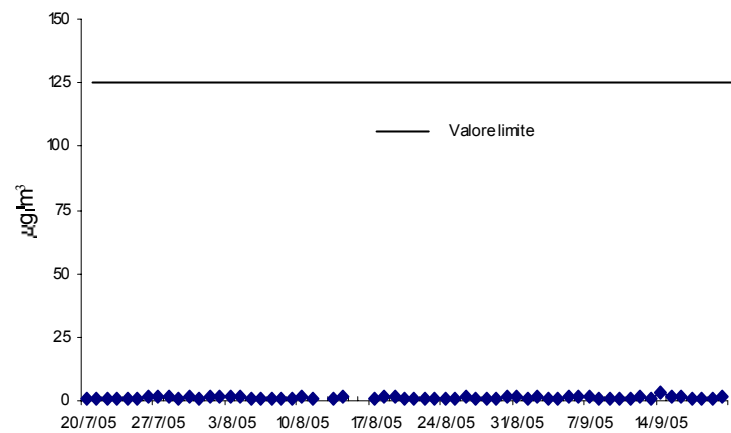
PM₁₀

	% Rend .	Media SM2005 (µg/m ³)	Dev St. SM2005 (µg/m ³)	Max Media24 h SM2005 (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Valore limite per la protezione della salute (50µg/m ³ media di 24 h)
Pieve S.Giacomo (Silvella)	97	32	24	65	5 dal 28.07.05 al 30.07.05 02.09.05 06.09.05
Cremona Libertà	100	35	22	71	7 dal 27.07.05 al 30.07.05 02.09.05 dal 15.09.05 al 16.09.05
Crema Indipendenza	97	31	20	63	5 dal 28.07.05 al 30.07.05 dal 01.09.05 al 02.09.05
Soresina	97	42	29	84	20 20.07.05 dal 25.07.05 al 29.07.05 01.08.05 06.08.05 10.08.05 dal 18.08.05 al 19.08.05 dal 31.08.05 al 03.09.05 dal 05.09.05 al 07.09.05 dal 15.09.05 al 16.09.05
Pizzighettone	100	34	27	72	7 dal 26.07.05 al 29.07.05 dal 01.09.05 al 02.09.05 15.09.05

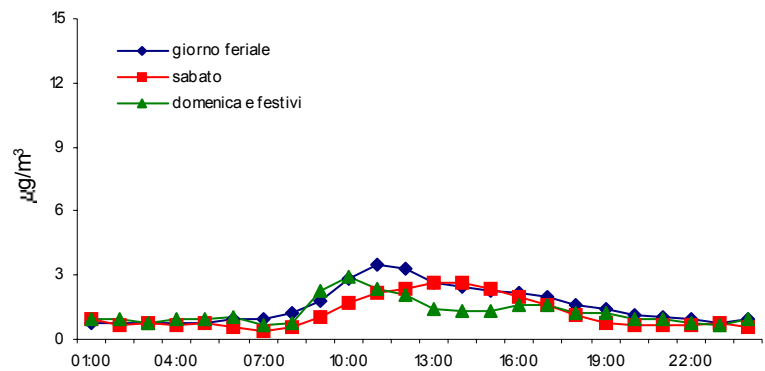
Biossido di Zolfo - Concentrazioni Orarie



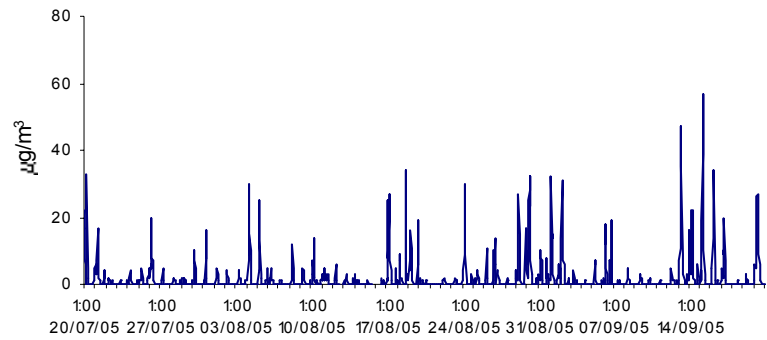
Biossido di Zolfo - Medie Giornaliere



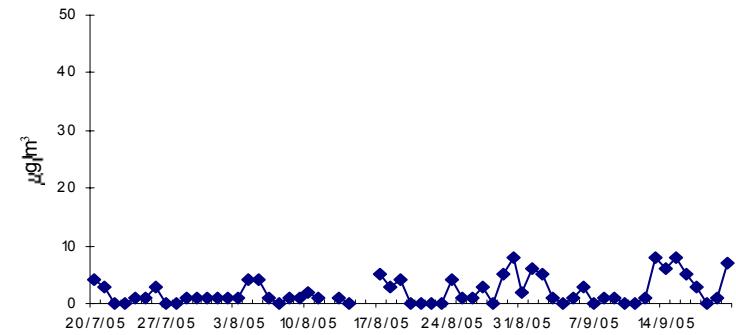
Biossido di Zolfo - Giorno Tipo



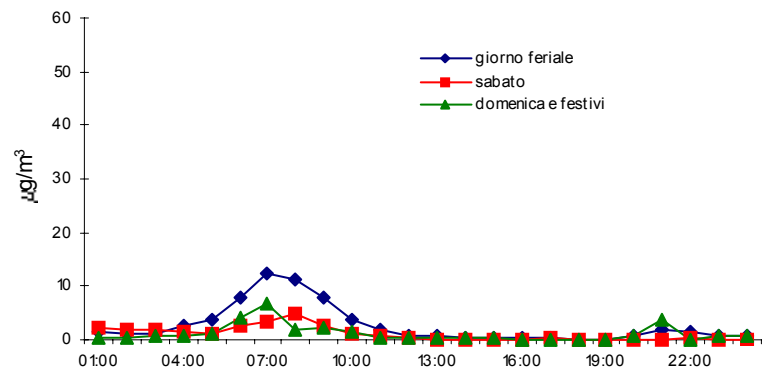
Ossido di Azoto - Concentrazioni Orarie



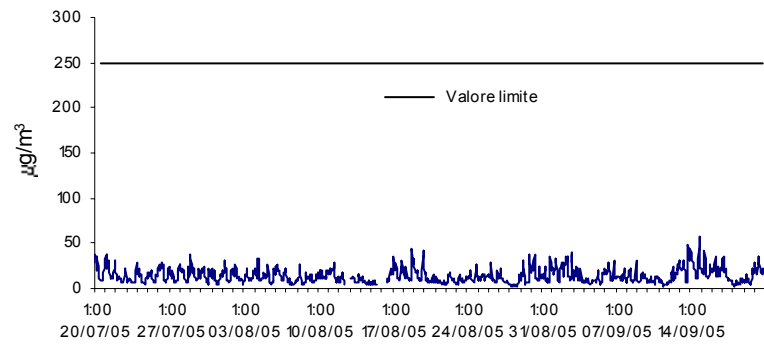
Ossido di Azoto - Medie Giornaliere



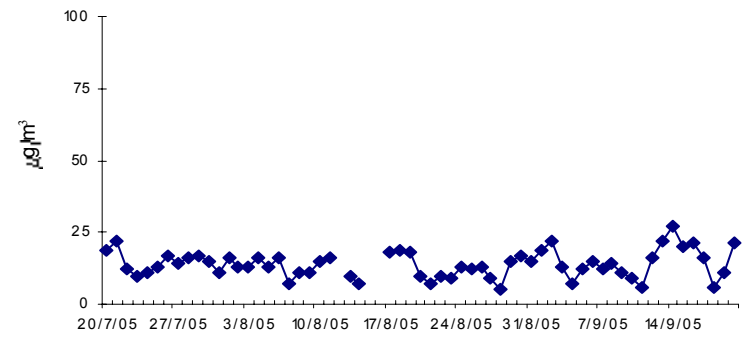
Ossido di Azoto - Giorno Tipo



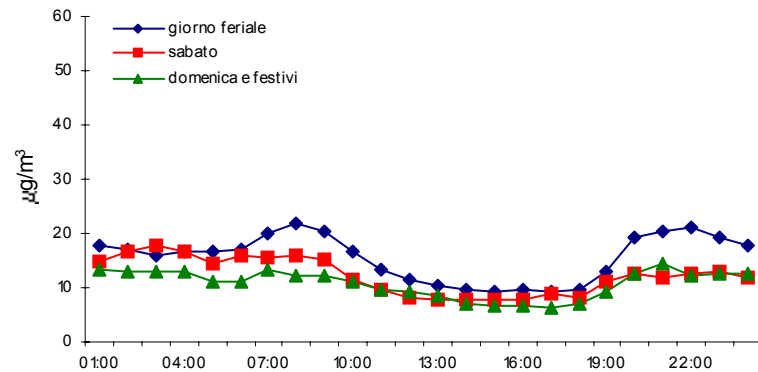
Biossido di Azoto - Concentrazioni Orarie



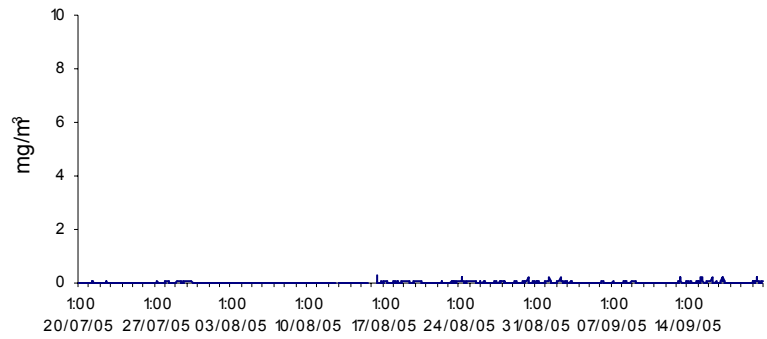
Biossido di Azoto - Medie Giornaliere



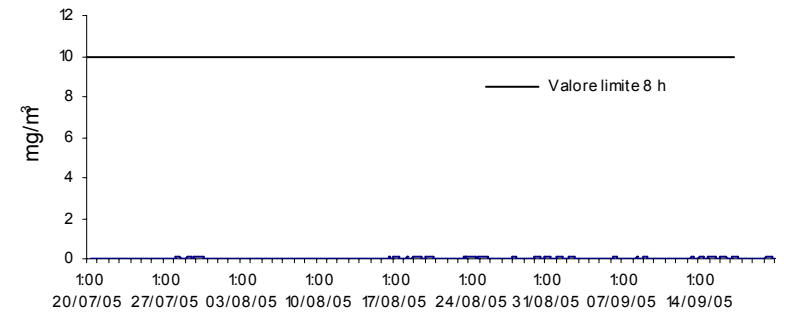
Biossido di Azoto - Giorno Tipo



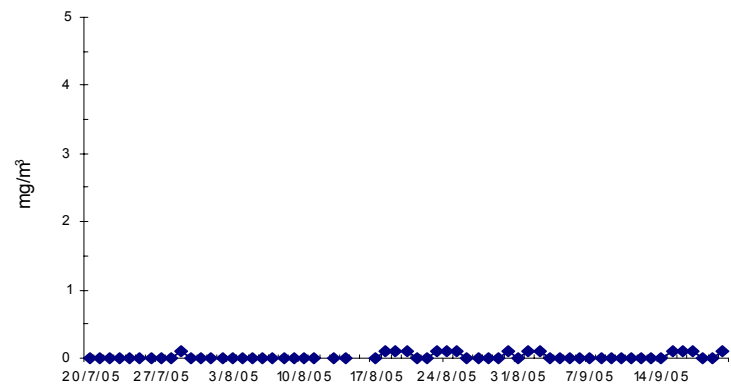
Monossido di Carbonio - Concentrazioni Orarie



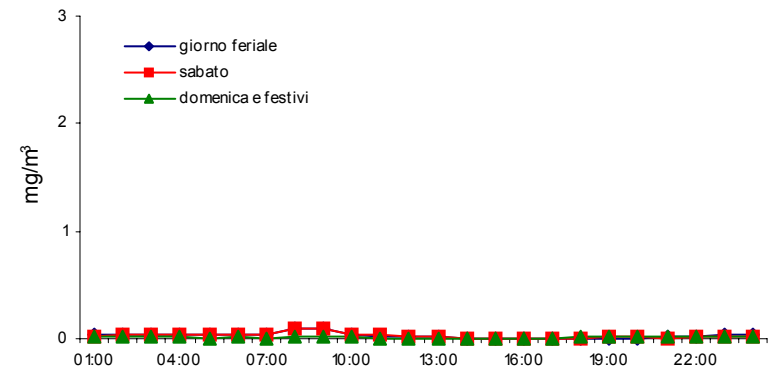
Monossido di Carbonio - Concentrazioni Medie di 8h



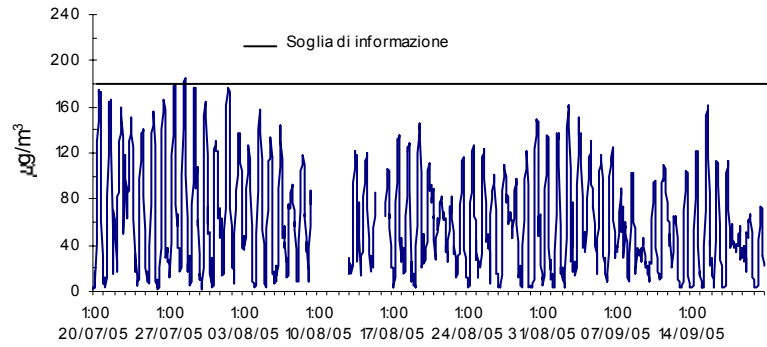
Monossido di Carbonio - Medie Giornaliere



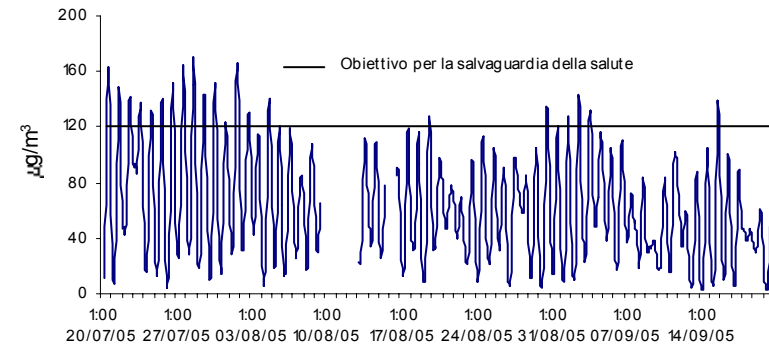
Monossido di Carbonio - Giorno Tipo



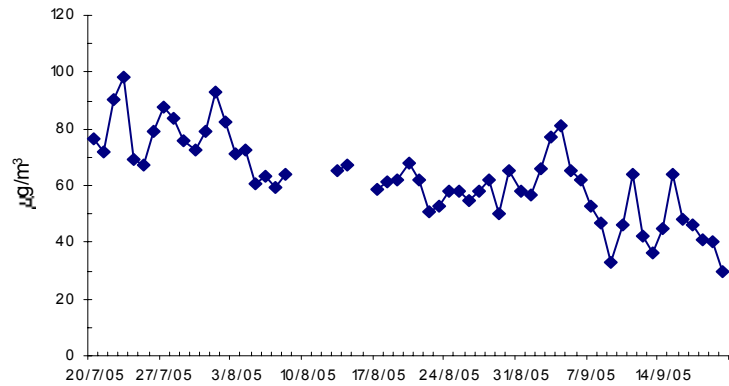
Ozono - Concentrazioni Orarie



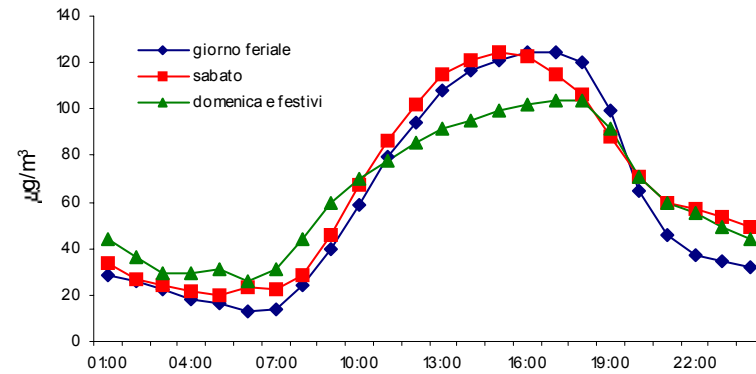
Ozono - Concentrazioni Medie di 8h

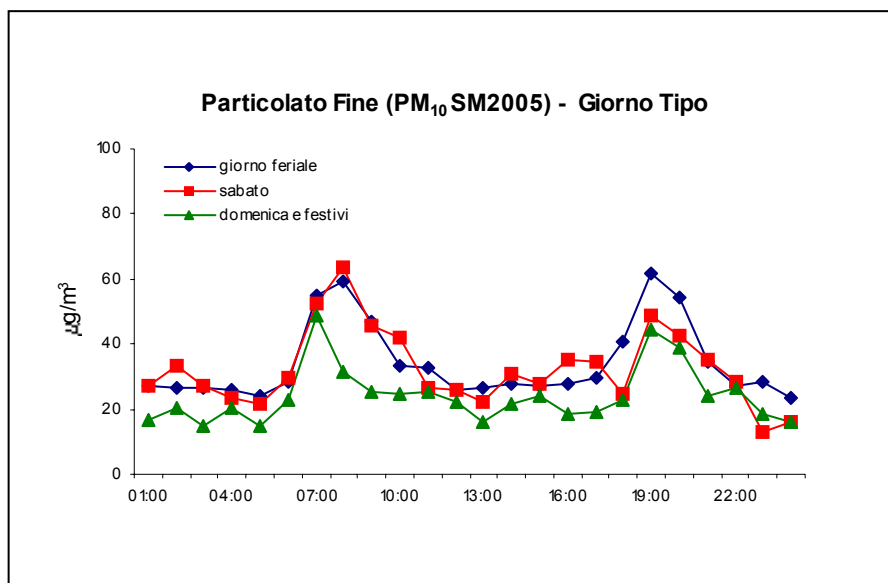
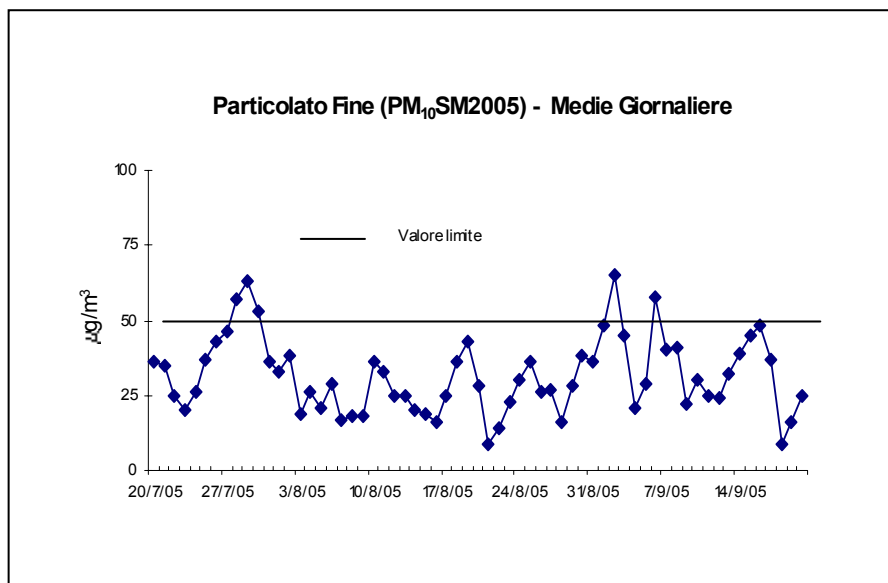


Ozono - Medie Giornaliere



Ozono - Giorno Tipo

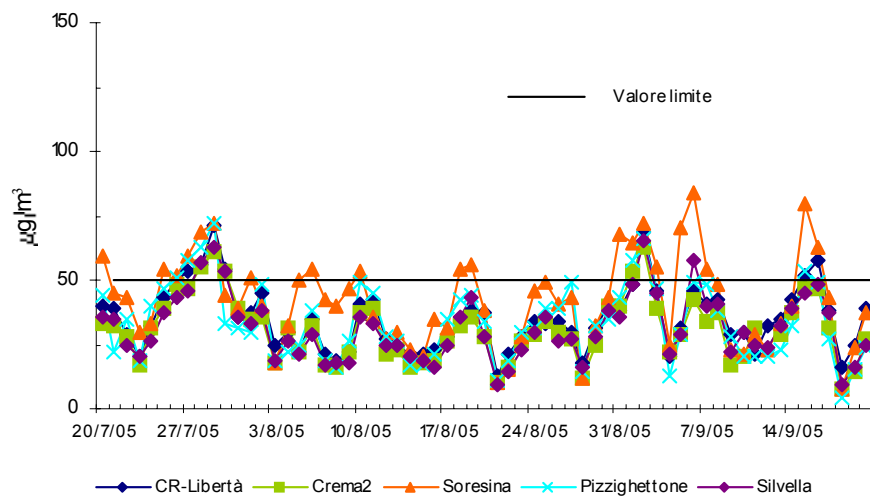




PM ₁₀ – Medie G. Pieve S. Giacomo(Silvella)	
DATA	µg/m ³
20/07/2005	36
21/07/2005	35
22/07/2005	25
23/07/2005	20
24/07/2005	26
25/07/2005	37
26/07/2005	43
27/07/2005	46
28/07/2005	57
29/07/2005	63
30/07/2005	53
31/07/2005	36
01/08/2005	33
02/08/2005	38
03/08/2005	19
04/08/2005	26
05/08/2005	21
06/08/2005	29
07/08/2005	17
08/08/2005	18
09/08/2005	18
10/08/2005	36
11/08/2005	33
12/08/2005	25
13/08/2005	25
14/08/2005	20
15/08/2005	19
16/08/2005	16
17/08/2005	25
18/08/2005	36
19/08/2005	43

PM ₁₀ – Medie G. Pieve S. Giacomo(Silvella)	
DATA	µg/m ³
20/08/2005	28
21/08/2005	9
22/08/2005	14
23/08/2005	23
24/08/2005	30
25/08/2005	36
26/08/2005	26
27/08/2005	24
28/08/2005	16
29/08/2005	28
30/08/2005	38
31/08/2005	36
01/09/2005	48
02/09/2005	65
03/09/2005	45
04/09/2005	21
05/09/2005	29
06/09/2005	58
07/09/2005	40
08/09/2005	41
09/09/2005	22
10/09/2005	30
11/09/2005	25
12/09/2005	24
13/09/2005	32
14/09/2005	39
15/09/2005	45
16/09/2005	48
17/09/2005	37
18/09/2005	9
19/09/2005	16
20/09/2005	25

**Concentrazioni di PM₁₀ SM2005 nella Provincia di
Cremona
Periodo: 20/07/05 - 20/09/05**



Allegato Dati Orari

DATA	ORA	[NO ₂] (µg/m ³)	[NO] (µg/m ³)	[O ₃] (µg/m ³)	[CO] (mg/m ³)	[O ₃] (µg/m ³) med. mob. 8 ore	[CO] (mg/m ³) med. mob. 8 ore
20/07/05	1:00	28	22		0.0		
20/07/05	2:00	37	8		0.0		
20/07/05	3:00	34	6		0.0		
20/07/05	4:00	36	1		0.0		
20/07/05	5:00	25	0		0.0		
20/07/05	6:00	19	17		0.0		
20/07/05	7:00	32	33		0.0		
20/07/05	8:00	25	5		0.0		0.0
20/07/05	9:00	20	3		0.0		0.0
20/07/05	10:00	16	2		0.0		0.0
20/07/05	11:00	11	0		0.0		0.0
20/07/05	12:00	9	0		0.0		0.0
20/07/05	13:00	9	0		0.0		0.0
20/07/05	14:00	9	0		0.0		0.0
20/07/05	15:00	9	0		0.0		0.0
20/07/05	16:00	8	0		0.0		0.0
20/07/05	17:00	8	0		0.0		0.0
20/07/05	18:00	9	0		0.0		0.0
20/07/05	19:00	10	0		0.0		0.0
20/07/05	20:00	16	0		0.0		0.0
20/07/05	21:00	18	1		0.0		0.0
20/07/05	22:00	23	2		0.0		0.0
20/07/05	23:00	23	2		0.0		0.0
20/07/05	24:00	28	4		0.0		0.0
21/07/05	1:00	32	5		0.0		0.0
21/07/05	2:00	37	6		0.0		0.0
21/07/05	3:00	22	3		0.0		0.0
21/07/05	4:00	33	6		0.0		0.0
21/07/05	5:00	38	7		0.0		0.0
21/07/05	6:00	31	17		0.0		0.0
21/07/05	7:00	31	17		0.0		0.0
21/07/05	8:00	30	7		0.1		0.0
21/07/05	9:00	27	5		0.1		0.0
21/07/05	10:00	18	2		0.0		0.0
21/07/05	11:00	13	1		0.0		0.0
21/07/05	12:00	13	0		0.0		0.0
21/07/05	13:00	11	0		0.0		0.0
21/07/05	14:00	13	0		0.0		0.0
21/07/05	15:00	11	0		0.0		0.0
21/07/05	16:00	14	0		0.0		0.0
21/07/05	17:00	11	0		0.0		0.0
21/07/05	18:00	12	0		0.0		0.0
21/07/05	19:00	16	0		0.0		0.0
21/07/05	20:00	17	2		0.0		0.0
21/07/05	21:00	22	4		0.0		0.0
21/07/05	22:00	24	2		0.0		0.0
21/07/05	23:00	31	0		0.0		0.0
21/07/05	24:00	18	0		0.0		0.0

(segue)