

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
CASALMAGGIORE

25/05/2005 - 18/07/2005



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI CASALMAGGIORE

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 25 maggio 2005 e il 18 luglio 2005 nel Comune di Casalmaggiore. Tali misure sono state richieste dal Comune stesso con nota prot. n. 1241, ricevuta dal Dipartimento in data 26/01/2005, per conoscere la qualità dell'aria nel centro storico per la stesura di un nuovo "Piano del traffico".

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI CASALMAGGIORE

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. 21
<i>Allegato Dati Orari</i>	pag. 35

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 del 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. A causa di un guasto al sensore DV-VV del laboratorio mobile, per la valutazione di questi parametri si sono considerati i dati rilevati dalla cabina delle rete provinciale posizionata a Casalmaggiore in via Volta.

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 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. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 24/5/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60 02/04/02 – D.L.vo 183 21/05/04) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di attenzione e allarme (D.M. 16/05/96 - D.M. 02/04/02).

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 DM n. 60 del 02/04/02 ha introdotto, oltre ad una serie di valori limite per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, il PM10, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio, anche le date alle quali tali valori limite devono essere raggiunti. Prevede inoltre un percorso nel tempo che porta ad un graduale raggiungimento dei limiti, stabilendo un margine di tolleranza che si riduce negli anni. Nella tabella i margini di tolleranza validi per l'anno 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
	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 (+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 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



Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Casalmaggiore 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 Casalmaggiore 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 emmissive all'interno del Comune Casalmaggiore.

Le emissioni di **biossido di zolfo** derivano per il 67%, pari a 28,1 t/anno, dalla "combustione nell'industria". La "combustione non industriale" ed "altre sorgenti mobili e macchinari" apportano rispettivamente un contributo di 6,7 t/anno pari al 16% del totale e 4,4 t/anno pari al 10% del totale. Il restante 7% (3,2 t/anno) deriva dal "trasporto su strada".

Monossido di carbonio e ossidi di azoto. Per le emissioni di monossido di carbonio nel Comune di Casalmaggiore la stima complessiva è di 897 t/anno, di cui oltre la metà, 472,1 t/anno (53%) sono dovute al "trasporto su strada". Il secondo macrosettore in ordine di importanza è rappresentato dalla "combustione non industriale" con 359,1 t/anno, pari al 40% del totale. Il restante 7% è dovuto alla somma dei contributi della "combustione nell'industria": 49,2 t/anno che rappresentano circa il 5% e da "altre sorgenti mobili e macchinari": 13,7 t/anno pari a circa il 2% del totale.

Per gli ossidi d'azoto la stima complessiva delle emissioni ammonta a 282,6 t/anno e, come per il monossido di carbonio, una delle fonti emmissive più importanti è rappresentata dal "trasporto su strada" che contribuisce con 131,6 t/anno, corrispondenti a circa il 47% del totale. Un altro macrosettore molto importante da cui origina questo inquinante è la "combustione nell'industria" che genera 84,8 t/anno pari al 30% del totale. I macrosettori corrispondenti ad "altre sorgenti mobili e macchinari" e alla "combustione non industriale" apportano rispettivamente 38 t/anno (13%) e 27 t/anno (10%).

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM₁₀)**, le emissioni stimate complessivamente per il Comune di Casalmaggiore corrispondono a 35,7 t/anno ed il macrosettore che contribuisce in misura maggiore è ancora una volta rappresentato dal "trasporto su strada" con 10,9 t/anno, pari al 30% del totale. Un altro macrosettore molto importante fonte di questo inquinante è la "combustione non industriale" che apporta 9,4 t/anno pari al 26%. Seguono poi in ordine di importanza i macrosettori "altre sorgenti mobili e macchinari", "combustione nell'industria", e "processi produttivi" che generano, rispettivamente, 5,9 - 4,9 e 3,5 t/anno corrispondenti al 17%, 14% e 10% del totale.

Contributi marginali corrispondenti complessivamente al 3% delle emissioni totali sono forniti dai macrosettori "altre sorgenti e assorbimenti" e "agricoltura" con 0,7 e 0,3 t/anno.

Le emissioni stimate di Composti Organici Volatili, **COV**, ammontano complessivamente a circa 510,3 ton/anno; i contributi maggiori derivano dai macrosettori "uso di solventi" e "trasporto su strada" che apportano, rispettivamente, 263,0 e 98,2 t/anno, corrispondenti al 52% e 19%. Contributi significativi sono forniti anche dai macrosettori "altre sorgenti e assorbimenti" con 56,2 t/anno, pari al 11% del totale, e "combustione non industriale" e "processi produttivi" da cui provengono circa 30 t/anno cad. corrispondenti a poco meno del 6%. Dal macrosettore "estrazione e distribuzione combustibili" provengono, 22,5 t/anno pari a poco più del 4%, mentre "altre sorgenti mobili e macchinari", e "combustione nell'industria" generano 6,0 e 5,5 t/anno che rappresentano circa l'1% cad..

Le stime dei contributi delle varie fonti per gli inquinanti descritti sopra, all'interno del Comune di Casalmaggiore, 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.

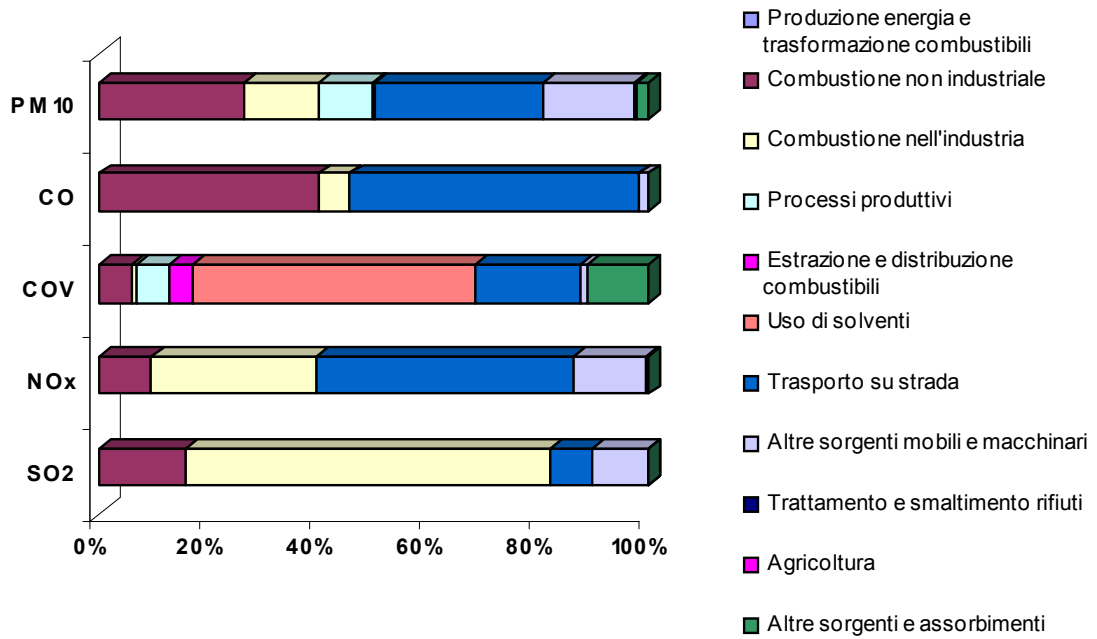
Comune di Casalmaggiore

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	6,7	27,0	30,0	359,1	9,4
Combustione nell'industria	28,1	84,8	5,5	49,2	4,9
Processi produttivi	0,1	0,2	28,8	1,8	3,5
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	22,5	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	263,0	0,0	0,1
Trasporto su strada	3,2	131,6	98,2	472,1	10,9
Altre sorgenti mobili e macchinari	4,4	38,0	6,0	13,7	5,9
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agricoltura	0,0	1,0	0,1	0,0	0,3
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	56,2	1,1	0,7
TOTALE	42,5	282,6	510,3	897,0	35,7

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 Casalmaggiore 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, 25 Maggio 2005 – 18 Luglio 2005 analizzando l'andamento dei parametri rilevati.

L'ultima settimana di Maggio è stata caratterizzata dall'arrivo di un anticiclone di origine africana che ha provocato un sensibile innalzamento delle temperature, in particolare quelle massime, con punte fin oltre i 33°C nei giorni 28, 29, 30 e 31.

L'ondata di caldo degli ultimi giorni di maggio si è attenuata nella prima decade di Giugno, dapprima lievemente, poi in misura più consistente al punto che le differenze tra le temperature massime dei giorni più caldi di fine maggio e quelle dei giorni più freschi compresi l'8 ed il 14 Giugno sono state mediamente dell'ordine di 9 - 10°C. Dalla metà di Giugno le temperature hanno ripreso ad aumentare fino a raggiungere i massimi del giorno 28 in cui la temperatura media giornaliera ha sfiorato i 31 °C.

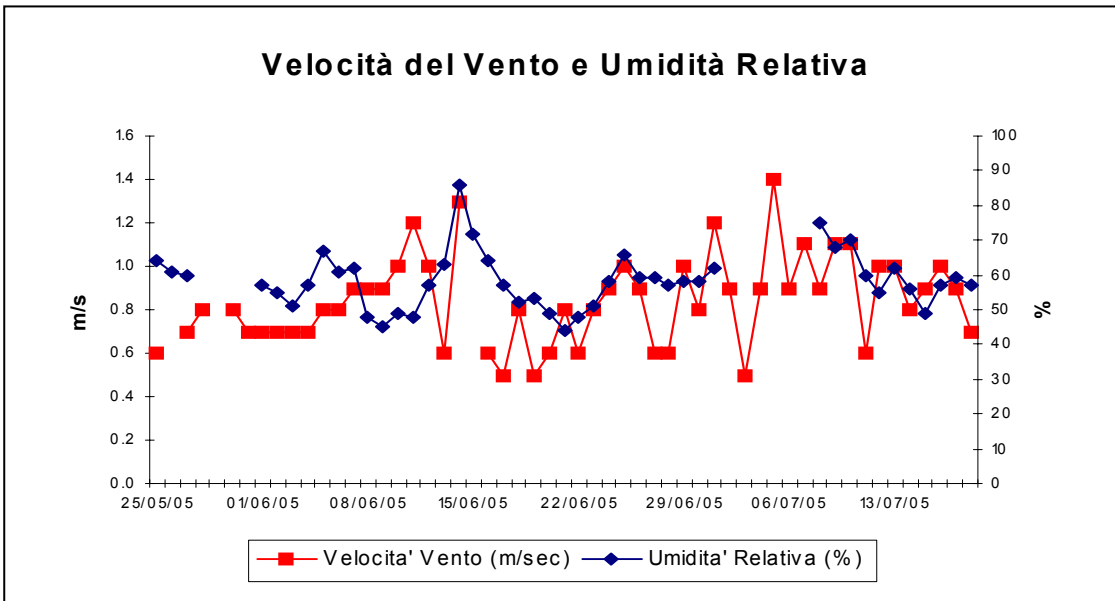
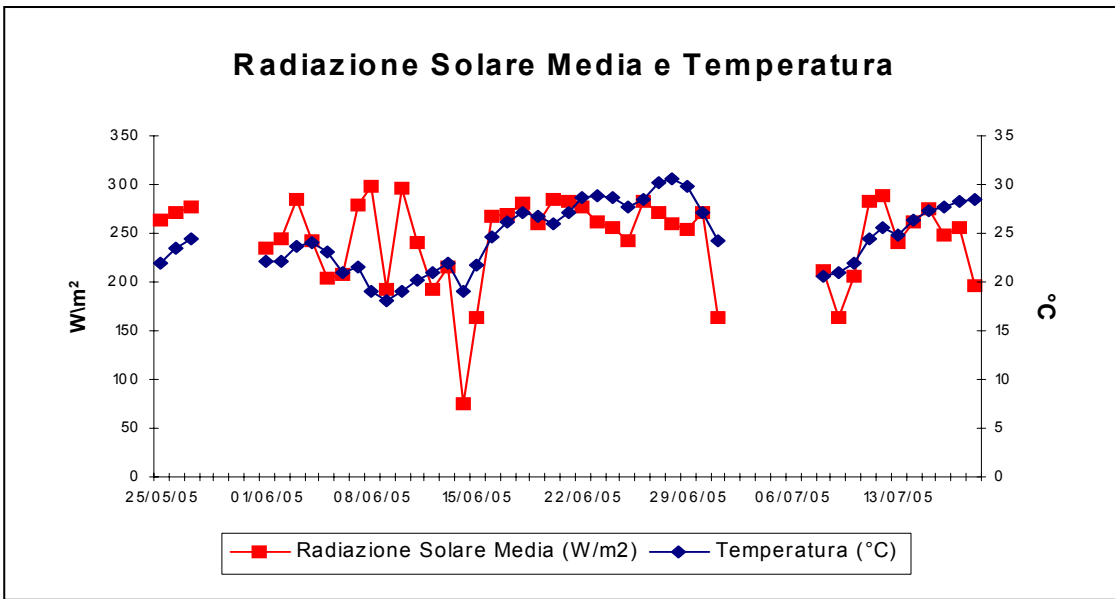
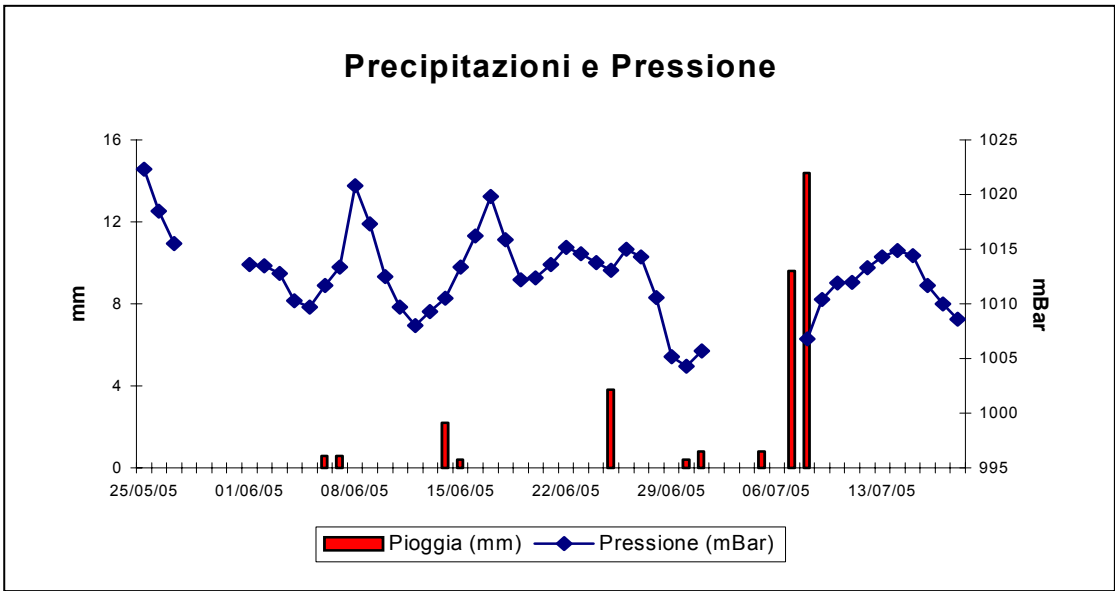
Nell'andamento della pressione atmosferica del mese di Giugno sono ben evidenti due picchi in corrispondenza della seconda metà della prima e della seconda decade, mentre un promontorio di alta pressione di origine africana ha interessato quasi interamente la terza decade provocando una vera "onda di calore". L'attività anemologica non è stata particolarmente vivace, la media mensile è risultata pari a 0,8 m/s e gli unici eventi di un certo rilievo, in cui la media oraria della velocità del vento ha toccato o superato i 2 m/s, si sono verificati nei giorni 7, 9, 10, 11, 14 e 29 a seguito di passaggi di correnti fredde in quota che hanno determinato, in taluni casi precipitazioni diffuse, in altri temperature diurne gradevoli e brevi episodi perturbati. La media mensile della radiazione solare, 297 W/m², è risultata maggiore della media storica di 257 W/m² segnalata dal Dipartimento di Milano, provocando una produzione di ozono particolarmente elevata e diversi superamenti sia del "valore bersaglio per la protezione della salute" di 120 µg/m³ come media di 8 ore, sia della "soglia di informazione" di 180 µg/m³ come media di 1 ora.

La campagna di misure si è protratta anche nel mese di Luglio per quasi tre settimane caratterizzate da una certa variabilità meteorologica, specie nella prima decade, sul finire della quale si sono concentrate le precipitazioni più significative del periodo e le temperature sono state inferiori alla media. Nella seconda decade, complice l'alta pressione che si è instaurata sulla regione dal 9 al 17, le temperature medie giornaliere sono gradatamente risalite fino al nuovo massimo relativo di quest'ultimo scorcio di campagna, pari a 28 °C, che è stato raggiunto il giorno 17 Luglio. L'attività anemologica di questo periodo non ha differito sostanzialmente da quella del mese precedente, la media è risultata pari a 0,9 m/s e, come in giugno, la velocità media oraria ha superato i 2 m/s solo in rari casi e sempre per poche ore. La media della radiazione solare di questo periodo di fine campagna, 290 W/m², è risultata di poco inferiore a quella del mese di giugno ma sempre superiore alla media storica di 264 W/m² provocando anche in questo caso superamenti di entrambi i limiti sopracitati per l'ozono.

Sintetizzando, a causa del rimescolamento in verticale dell'atmosfera, tipico dei mesi caldi, provocato dall'intenso riscaldamento del suolo nelle giornate soleggiate ed alla turbolenza del vento nei giorni perturbati, la dispersione degli inquinanti avrebbe dovuto essere favorita, tuttavia a causa del perdurare in più tempi di condizioni meteo stabili, caratterizzate da pressione atmosferica elevata, scarsa ventilazione ed intensa radiazione solare, si sono verificati diversi episodi di superamento dei limiti di legge previsti per il PM₁₀ e per l'ozono.

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 25 maggio 2005 al 18 luglio 2005 è stata realizzata nel Comune di Casalmaggiore, con l'ausilio del laboratorio mobile, una campagna di monitoraggio della Qualità dell'Aria. Il Laboratorio mobile è stato posizionato in Piazza Giuseppe Garibaldi di fronte al Palazzo Comunale.

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 Casalmaggiore è stata effettuata tra la fine della primavera e l'inizio dell'estate, in un periodo in cui le condizioni climatiche sono solitamente favorevoli alla dispersione della maggior parte degli inquinanti, ma nello stesso tempo aumenta l'attività fotochimica dell'atmosfera e quindi la formazione di ozono. Nel caso specifico si sono verificati pochi casi di superamento del "Valore Limite per la Protezione della salute" per il PM₁₀, tutti concentrati nel mese di maggio e con valori di poco superiori ai 50 µg/m³, però sin dalle prime giornate soleggiate del periodo di misura si sono create le condizioni adatte per provocare dapprima incrementi di concentrazione di ozono fino a superare il "Valore bersaglio per la protezione della salute" di 120 µg/m³ come media di 8 ore, e poi della "soglia di informazione" di 180 µg/m³ come media oraria.

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) 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 dalla postazione di Casalmaggiore 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 4 µg/m³ e la media del periodo è risultata 2 µg/m³. Valori analoghi sono stati registrati in tutte le stazioni di misura della rete fissa provinciale. I valori massimi giornalieri si sono registrati a Cremona Libertà e a Pizzighettone, rispettivamente 15 µg/m³ e 9 µg/m³.

Gli andamenti dei giorni tipo presentano una modulazione praticamente identica per tutte e tre le tipologie di giornata con un leggero aumento delle concentrazioni nelle ore centrali, dalle ore 08:00 alle ore 13:00.

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 provengono dai veicoli pesanti alimentati a gasolio, specie

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 Casalmaggiore non hanno fatto registrare superamenti del limite normativo, la media del periodo è stata di 21 µg/m³ mentre il valore massimo orario si è attestato sui 78 µg/m³. La stazione della rete in cui sono stati rilevati i valori maggiori è stata Cremona Libertà: 35 µg/m³ la media del periodo e 105 µg/m³ la massima media oraria. Nel resto della provincia le medie del periodo si sono attestate su valori intorno a 20-24 µg/m³, simili a quelli trovati a Casalmaggiore.

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. Il giorno tipo feriale presenta un aumento delle concentrazioni nelle prime ore della giornata, dalle ore 05:00 fino ai valori massimi delle ore 07:00 e 08:00 (ora solare), poi si osserva una graduale diminuzione fino al minimo relativo delle ore 14:00; nel pomeriggio le concentrazioni restano sostanzialmente invariate salvo un lieve incremento in corrispondenza delle ore 18:00, in serata poi inizia il lento avvicinamento ai minimi notturni che rappresentano anche i minimi assoluti di giornata. Nel giorno tipo di sabato è ancora presente il picco mattutino, di pari livello rispetto a quello del giorno feriale ma più stretto e anticipato di un'ora, da cui si arriva velocemente al minimo delle ore 10:00 e successivamente ad un nuovo massimo, assolutamente anomalo per la collocazione oraria, in corrispondenza delle ore 14:00. Nell'ora successiva le concentrazioni decadono fino ai minimi pomeridiani e restano praticamente costanti fino alle prime ore serali, poi diminuiscono ulteriormente ma lentamente fino ai minimi notturni. Nel giorno tipo festivo le concentrazioni risultano sostanzialmente costanti e inferiori a quelle dei giorni feriali e di sabato in tutte le ore del giorno.

Per il biossido d'azoto nel giorno tipo feriale si identificano due massimi, il primo in corrispondenza delle ore 07:00 e l'altro, molto più allargato, in corrispondenza delle ore 21:00 – 22:00. Tra i due massimi notiamo un minimo relativo centrato tra le ore 13:00 e le 14:00. Nella giornata tipo di sabato sono evidenti le stesse anomalie già viste per NO: un picco mattutino anticipato di un'ora rispetto a quello del giorno feriale ed un altro in corrispondenza delle ore 13:00 – 14:00, cioè nella fascia oraria in cui nel giorno feriale troviamo un minimo.

Le atipicità dei picchi rilevati nel giorno tipo di sabato, sia per NO che per NO₂, molto probabilmente sono legate alle fasi iniziali e finali del mercato che si svolge ogni sabato mattina sulla piazza Garibaldi (arrivo al mattino presto dei commercianti per la preparazione dei banchi di vendita e partenza degli stessi a fine mattinata dopo lo sgombero della piazza). Un'altra particolarità che vale la pena sottolineare nell'andamento del giorno tipo di sabato in confronto con quello feriale sono le concentrazioni maggiori nelle prime ore del giorno, tra le ore 01:00 e le 03:00, dovute probabilmente al maggior traffico notturno tipico dei fine settimana legato alle attività di svago. Nel giorno tipo festivo le concentrazioni sono visibilmente minori di quelle di sabato e del giorno feriale, scompare il picco mattutino mentre è ben evidente l'incremento arrotondato in corrispondenza delle ore serali.

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 e 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.

Durante il periodo di misura non è mai stato superato il "valore limite di protezione della salute" di 10 mg/m^3 come media di 8 ore sia nella postazione del Comune di Casalmaggiore, sia in tutte le altre stazioni della rete fissa provinciale. Il valore più elevato, $0,8 \text{ mg/m}^3$, cioè meno di un decimo del limite, è stato misurato a Cremona Libertà; nelle altre stazioni sono stati trovati valori compresi tra $0,5 \text{ mg/m}^3$ a Casalmaggiore Via Volta e Piadena, e $0,7 \text{ mg/m}^3$ di Cremona Cadorna. A Casalmaggiore piazza Garibaldi, come a Crema Indipendenza e Crema XI Febbraio, il valore massimo della media di 8 ore è risultato $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Gli andamenti dei tre giorni tipo sono praticamente piatti e coincidenti con concentrazioni molto prossime allo zero.

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 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 $180 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e soprattutto del "valore bersaglio per la protezione della salute" di $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ come media di 8 ore. I valori rilevati a Casalmaggiore Piazza Garibaldi hanno evidenziato una media di $81 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, un massimo orario di $198 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ e un massimo della media di 8 ore di $181 \text{ } \mu\text{g/m}^3$; il "valore bersaglio per la protezione della salute" e la "soglia di Informazione" sono stati superati, rispettivamente, per 24 e 5 giorni. In tutte le altre stazioni della rete provinciale sono stati osservati numeri maggiori di giorni di superamento per entrambi i limiti; in particolare per il "valore bersaglio per la protezione della salute" si va dai 28 giorni di Cremona Libertà ai 40 di Crema XI Febbraio passando per i 34 di Cremona Cadorna e i 37 di Casalmaggiore Via Volta e Corte dè Cortesi; per la "soglia di informazione" il numero maggiore di superamenti, 10, è stato osservato a Cremona Cadorna mentre il minimo, 6, è stato rilevato a Corte dè Cortesi; nella vicina stazione di Casalmaggiore Via Volta i superamenti sono stati 8. Per quanto riguarda le concentrazioni massime orarie, i valori più elevati sono stati misurati a Crema XI Febbraio, $238 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, e Cremona Cadorna, $237 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, nelle altre stazioni sono stati misurati valori inferiori a questi ma superiori a quelli rilevati dal laboratorio mobile. Nel valutare il minor numero di giorni di superamento dei limiti rilevati dal laboratorio mobile rispetto agli altri siti di misura occorre tenere presente che il funzionamento del laboratorio mobile è stato interrotto per più giorni per cause diverse in più di un'occasione, determinando rendimenti strumentali per tutti gli analizzatori installati notevolmente inferiori a quelli delle cabine della rete provinciale.

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'irraggiamento solare. Solitamente le concentrazioni dei giorni di sabato e festivi sono sensibilmente più elevate di quelle dei giorni feriali a causa del minor traffico tipico dei fine settimana, nel caso in esame invece le differenze tra i vari giorni non sono molto vistose; questo fatto potrebbe essere spiegato facilmente se da una rilevazione del traffico che gravita su Piazza Garibaldi risultasse che anche le differenze nei flussi autoveicolari tra le diverse tipologie di giornata non sono particolarmente marcate.

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 μm . Le misure di PM_{10} sono state effettuate con un analizzatore automatico tipo Teom in grado di fornire misure in tempo reale.

A Casalmaggiore la media del periodo e la massima concentrazione giornaliera sono state, rispettivamente, 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ed il "valore limite per la protezione della salute" di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media di 24h è stato superato per 5 giorni. I Valori peggiori in assoluto a livello provinciale sono stati rilevati nella stazione di Soresina, 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la media del periodo, 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la massima concentrazione giornaliera e 17 il numero di giorni del superamento del "valore limite per la protezione della salute". Nelle altre stazioni: Cremona Libertà, Crema Indipendenza e Pizzighettone, si sono ottenuti valori molto simili a quelli di Casalmaggiore per le medie di periodo, risultate rispettivamente pari a 36, 33 e 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e per il numero di giorni di superamento del "valore limite per la protezione della salute", risultati pari a 7, 6 e 7. Differenze più marcate rispetto alla postazione di Casalmaggiore P.zza Garibaldi appaiono unicamente dalle massime concentrazioni di 24 h, 68, 58 e 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche in questo caso, come per l'ozono, i dati ottenuti devono essere considerati con cautela perché le misure valide sono state solo il 75% delle misure ottenibili, cioè il minimo legale, per cui non si può escludere che nei giorni di mancato funzionamento dello strumento si sarebbe potuto ottenere qualche dato in grado di peggiorare la statistica finale.

L'evoluzione giornaliera feriale mostra un incremento delle concentrazioni nelle prime ore del mattino fino al massimo in corrispondenza delle ore 07:00 - 08:00, successivamente le concentrazioni diminuiscono fino a raggiungere, alle ore 13:00, il minimo assoluto di giornata; nelle ore seguenti le concentrazioni riprendono lentamente a salire fino al massimo relativo posizionato tra le ore 20:00 e le 21:00 e poi ridiscendono nuovamente fino al minimo notturno in corrispondenza delle ore 04:00 - 05:00. Il giorno tipo di sabato si presenta con andamento caratterizzato da rapide variazioni delle concentrazioni di diversa ampiezza che danno origine ad una successione di massimi e minimi. I massimi più significativi sono posizionati alle ore 02:00, alle ore 11:00, alle ore 17:00 (massimo assoluto di giornata) e alle ore 20:00. I minimi più profondi invece sono centrati alle ore 04:00, alle ore 13:00 e alle ore 21:00 (minimo assoluto di giornata). L'andamento del giorno tipo festivo è del tipo "testa -spalle rovesciato" con il minimo assoluto in corrispondenza delle prime ore pomeridiane e con concentrazioni di pari livello nelle prime e nelle ultime ore del giorno; la "regolarità" del modello è interrotta da un massimo ben evidente in corrispondenza delle ore 09:00.

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}) nel Comune di Casalmaggiore 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, Comune di Casalmaggiore incluso.

Per il monossido di carbonio, la situazione è analoga al biossido di zolfo per quanto riguarda le medie del periodo, mentre sui valori massimi degli intervalli di mediazione brevi si notano differenziazioni 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, situazioni che non sono state individuate nel sito di misura di Piazza Garibaldi a Casalmaggiore, ed i dati ottenuti lo confermano.

La distribuzione sul territorio dei valori di biossido d'azoto evidenzia la situazione più critica a Cremona Piazza Libertà, la stazione della rete provinciale maggiormente esposta al traffico veicolare, sia per quanto riguarda la media del periodo che per il massimo valore orario. La posizione di Casalmaggiore Piazza Garibaldi è allineata con quanto riscontrato nelle altre stazioni di misura della rete provinciale.

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. Nel caso specifico la postazione del laboratorio mobile sembrerebbe la migliore a livello provinciale però, come sottolineato nel capitolo precedente, non bisogna scordare che il laboratorio è rimasto inattivo in più riprese per più giorni anche in periodi in cui nelle altre stazioni venivano registrati superamenti dei limiti, per cui si ritiene che per questo inquinante la situazione di Casalmaggiore sia meglio rappresentata dai dati rilevati dalla stazione di Casalmaggiore Via Volta.

Per il PM_{10} , l'inquinante che solitamente desta le maggiori preoccupazioni, pur tenendo presente le riserve già espresse nel capitolo precedente in relazione alla percentuale di dati validi effettivamente ottenuti, se si esclude da ogni confronto la stazione di Soresina le cui misure nel periodo sono state disturbate dalla presenza di cantieri edili nelle vicinanze e dal pesante deterioramento del manto stradale della via che fiancheggia la cabina, la situazione di Casalmaggiore Piazza Garibaldi risulta allineata a quanto rilevato nelle altre stazioni della rete provinciale. Ciò è avvalorato sia dalla similitudine dei dati statistici riportati nella tabella specifica, sia dal grafico che rappresenta l'andamento delle medie giornaliere di tutti gli analizzatori nel periodo della presente campagna di misure. Da qui si vede che le concentrazioni nelle varie stazioni variano in modo quasi perfettamente sincronizzato sovrapponendosi l'una sull'altra. In conseguenza di ciò si ritiene che non sia azzardato ipotizzare che, in assenza di fermi strumentali, la situazione di Casalmaggiore avrebbe potuto essere rappresentata statisticamente da numeri ancora più simili a quelli ottenuti nelle stazioni di Cremona Libertà o Pizzighettone che nel periodo in esame sono risultate quelle con la maggior completezza di dati.

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, per PM_{10} , di $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e relative date di accadimento

Conclusioni

Durante il periodo della campagna di misura di Casalmaggiore, 25/05/05 – 18/07/05, 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 di uso domestico, industriale e per autotrazione e l'assenza di traffico particolarmente 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 sorprendono i numerosi superamenti del "valore bersaglio per la protezione della salute" e della "soglia di informazione" registrati sia a Casalmaggiore, 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.

Table

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
Casalmaggiore	PUB	URBANA	TRAFFICO	27	25/05/05 – 18/07/05
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. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Valore limite di protezione della salute ($125 \mu/\text{m}^3$ media di 24 h)
Casalmaggiore	85	2	1	4	0
Cremona Libertà	98	3	5	15	0
Crema XI Febbraio	86	3	2	5	0
Corte de Cortesi	97	1	1	2	0
Pizzighettone	96	3	2	9	0

Table

Nitrogen Dioxide

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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)
Casalmaggiore	87	21	12	78	0
Cremona Libertà	98	35	16	105	0
Cremona Cadorna	96	24	12	85	0
Crema XI Febbraio	94	21	12	84	0
Crema Indipendenza	99	20	12	73	0
Casalmaggiore	100	22	13	97	0
Piadena	99	22	16	87	0
Corte de Cortesi	99	22	14	84	0
Soresina	96	22	15	86	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)
Casalmaggiore	87	0,2	0,1	0,8	0,6	0
Cremona Libertà	99	0,4	0,2	1,2	0,8	0
Cremona Cadorna	100	0,4	0,1	1,5	0,7	0
Crema XI Febbraio	100	0,3	0,1	0,8	0,6	0
Crema Indipendenza	97	0,1	0,1	1,5	0,6	0
Casalmaggiore	96	0,3	0,1	0,8	0,5	0
Piadena	99	0,2	0,1	0,6	0,5	0

Tabelle

Ozono

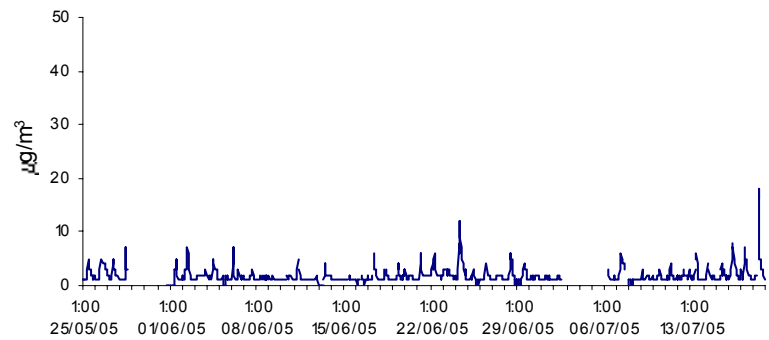
	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 1 h)	Max Media 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Valore bersaglio per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 8 h)
Casalmaggiore	85	81	41	198	5 dal 22.06.05 al 24.06.05 28.06.05 15.07.05	181	24 dal 25.05.05 al 28.05.05 dal 02.06.05 al 04.06.05 dal 17.06.05 al 18.06.05 dal 20.06.05 al 29.06.05 12.07.05 dal 14.07.05 al 17.07.05
Cremona Libertà	91	85	41	221	7 28.05.05 18.06.05 dal 22.06.05 al 24.06.05 dal 27.06.05 al 28.06.05	191	28 dal 25.05.05 al 31.05.05 dal 02.06.05 al 03.06.05 dal 16.06.05 al 25.06.05 dal 27.06.05 al 28.06.05 dal 03.07.05 al 04.07.05 dal 14.07.05 al 18.07.05
Cremona Cadorna	97	89	45	237	10 dal 28.05.05 al 29.05.05 18.06.05 dal 22.06.05 al 24.06.05 dal 27.06.05 al 29.06.05 15.07.05	208	34 dal 25.05.05 al 31.05.05 dal 02.06.05 al 04.06.05 12.06.05 dal 16.06.05 al 30.06.05 dal 03.07.05 al 04.07.05 dal 13.07.05 al 18.07.05
Crema XI Febbraio	96	93	47	238	9 28.05.05 18.06.05 dal 22.06.05 al 24.06.05 dal 27.06.05 al 29.06.05 15.07.05	212	40 dal 25.05.05 al 31.05.05 dal 02.06.05 al 04.06.05 dal 10.06.05 al 13.06.05 dal 16.06.05 al 01.07.05 dal 03.07.05 al 04.07.05 dal 11.07.05 al 18.07.05
Casalmaggiore	96	89	45	210	8 dal 27.05.05 al 28.05.05 dal 22.06.05 al 24.06.05 dal 28.06.05 al 29.06.05 15.07.05	192	37 dal 25.05.05 al 31.05.05 dal 02.06.05 al 04.06.05 dal 12.06.05 al 13.06.05 dal 16.06.05 al 30.06.05 dal 03.07.05 al 04.07.05 dal 11.07.05 al 18.07.05
Corte de Cortesi	95	81	48	205	6 dal 27.05.05 al 28.05.05 22.06.05 24.06.05 28.06.05 15.07.05	187	37 dal 25.05.05 al 31.05.05 dal 02.06.05 al 04.06.05 dal 10.06.05 al 13.06.05 dal 17.06.05 al 24.06.05 dal 26.06.05 al 30.06.05 dal 03.07.05 al 04.07.05 dal 11.07.05 al 18.07.05

Tabelle

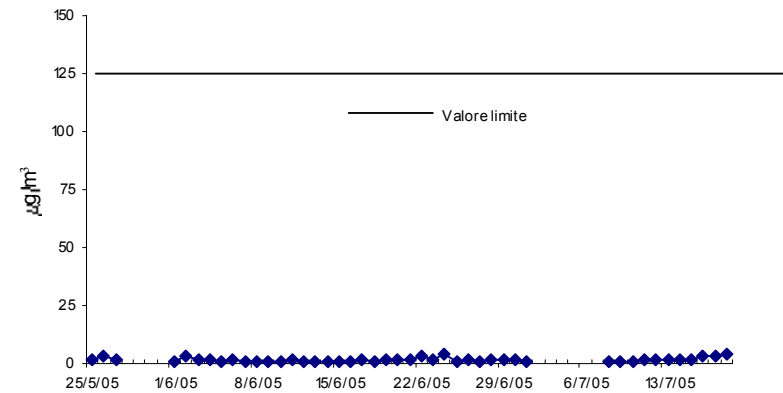
PM₁₀

	% Rend .	Media (µg/m ³)	Dev St. (µg/m ³)	Max Media24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Valore limite per la protezione della salute (50µg/m ³ media di 24 h)
Casalmaggiore	75	35	20	56	5 22.06.05 24.06.05 dal 27.06.05 al 29.06.05
Cremona Libertà	99	36	22	68	7 dal 27.05.05 al 28.05.05 dal 30.05.05 al 31.05.05 24.06.05 29.06.05 18.07.05
Crema Indipendenza	74	33	19	58	6 22.06.05 24.06.05 dal 27.06.05 al 29.06.05 18.07.05
Soresina	99	44	30	91	17 dal 25.05.05 al 28.05.05 13.06.05 dal 17.06.05 al 18.06.05 dal 20.06.05 al 24.06.05 dal 27.06.05 al 29.06.05 15.07.05 18.07.05
Pizzighettone	97	34	25	78	7 28.05.05 22.06.05 24.06.05 dal 27.06.05 al 28.06.05 15.07.05 18.07.05

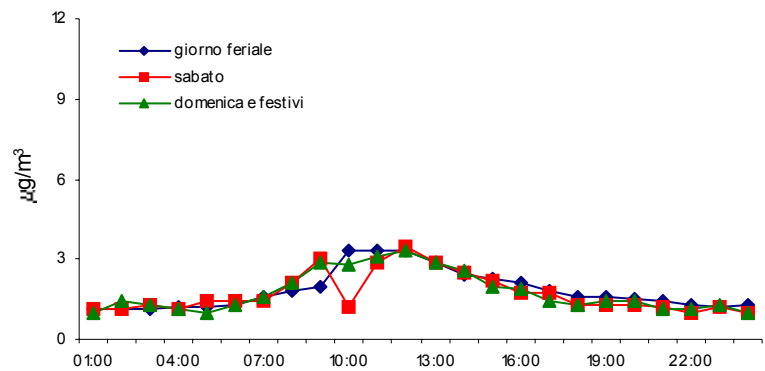
Biossido di Zolfo - Concentrazioni Orarie



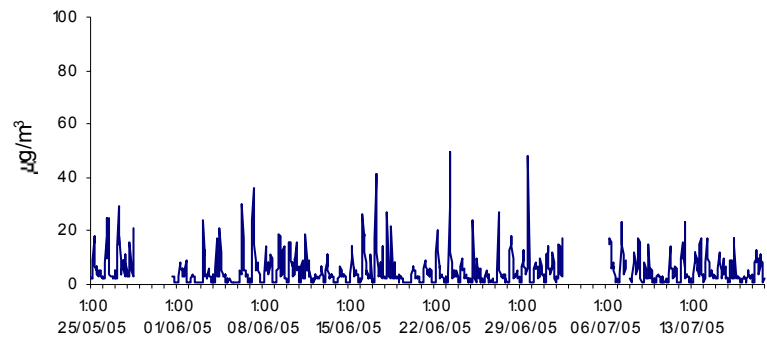
Biossido di Zolfo - Medie Giornaliere



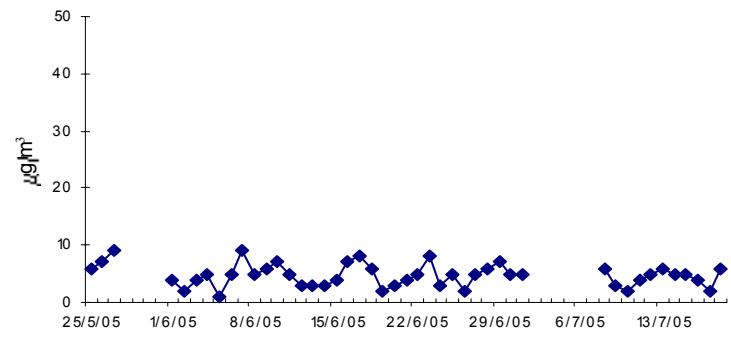
Biossido di Zolfo - Giorno Tipo



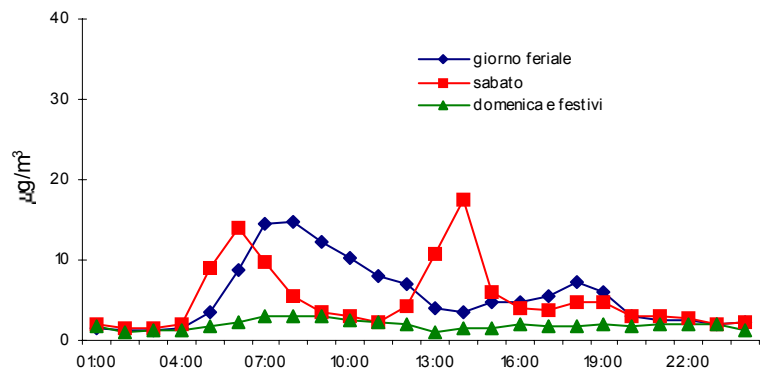
Ossido di Azoto - Concentrazioni Orarie



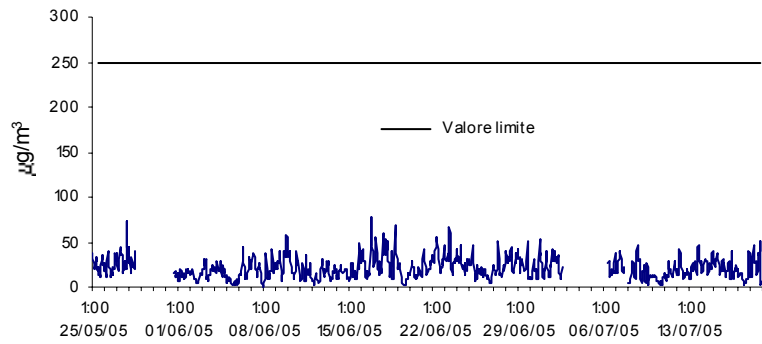
Ossido di Azoto - Medie Giornaliere



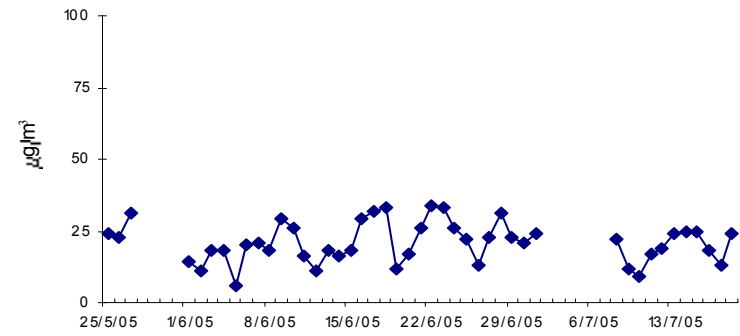
Ossido di Azoto - Giorno Tipo



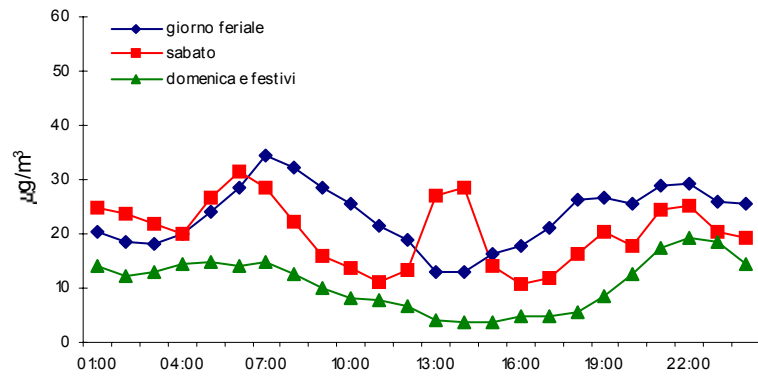
Biossido di Azoto - Concentrazioni Orarie

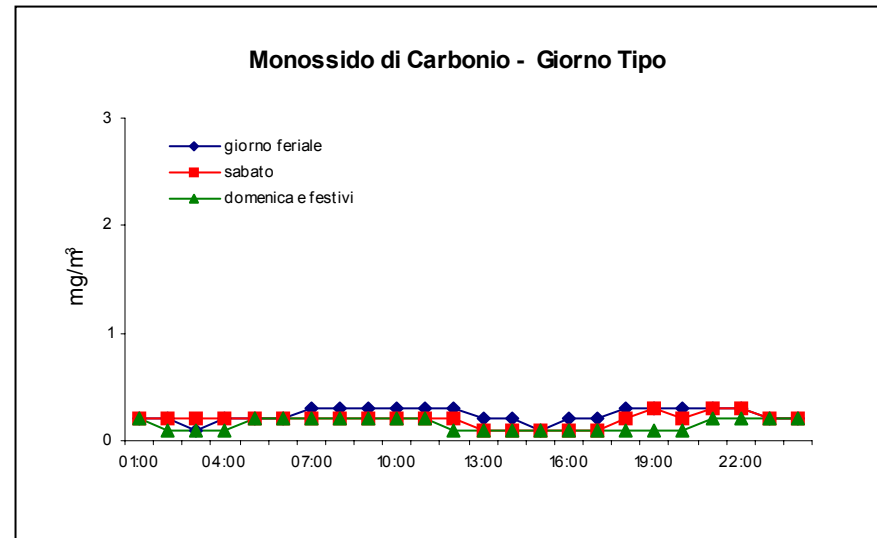
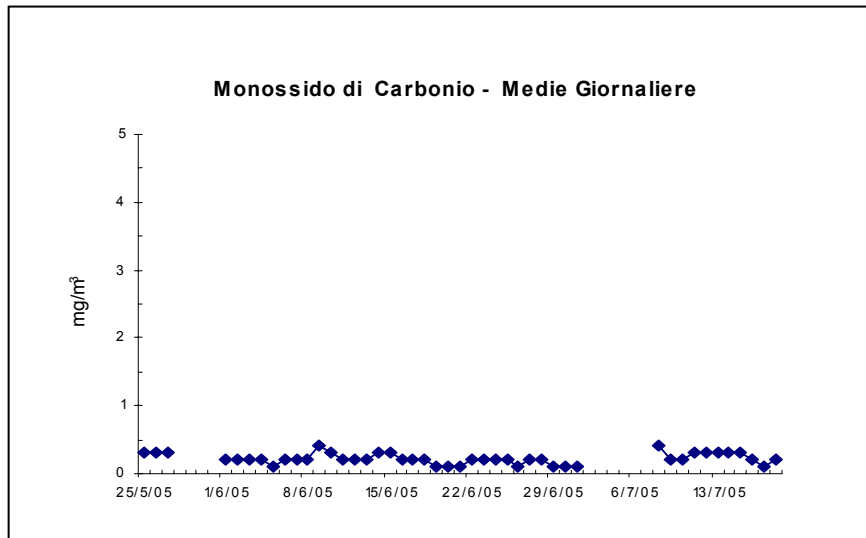
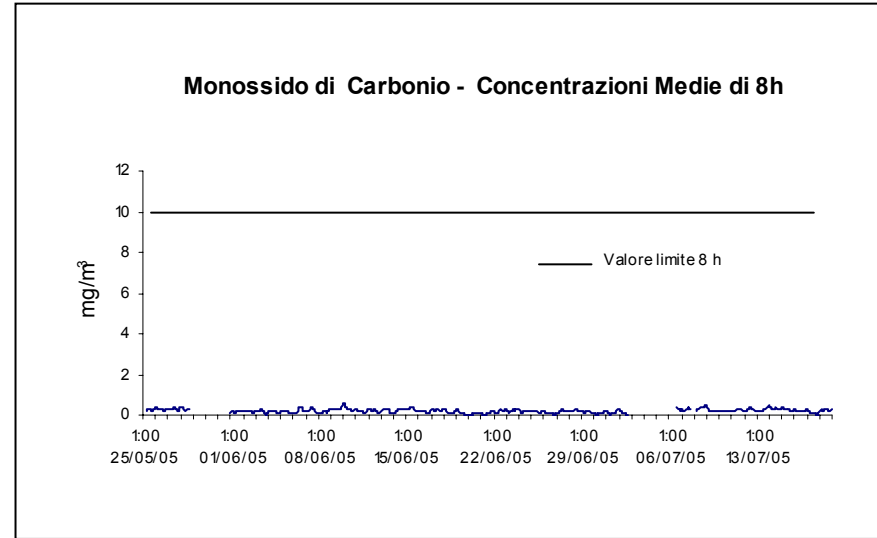
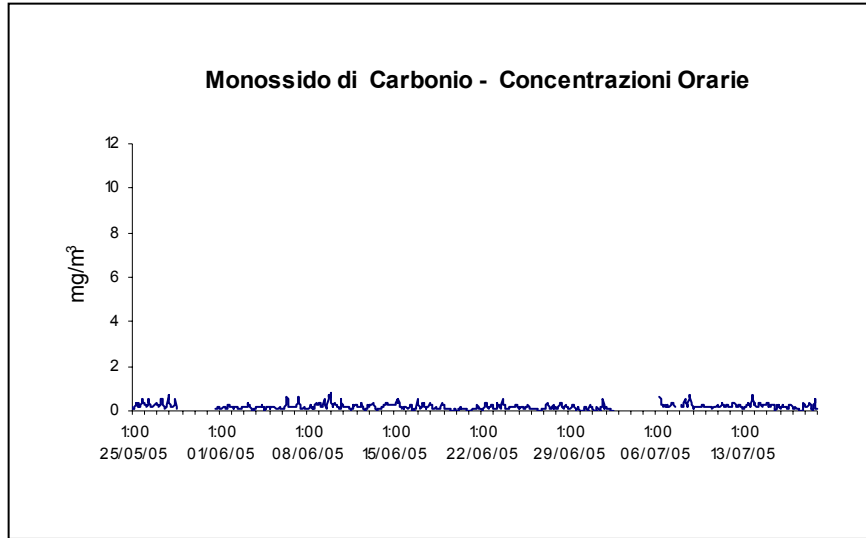


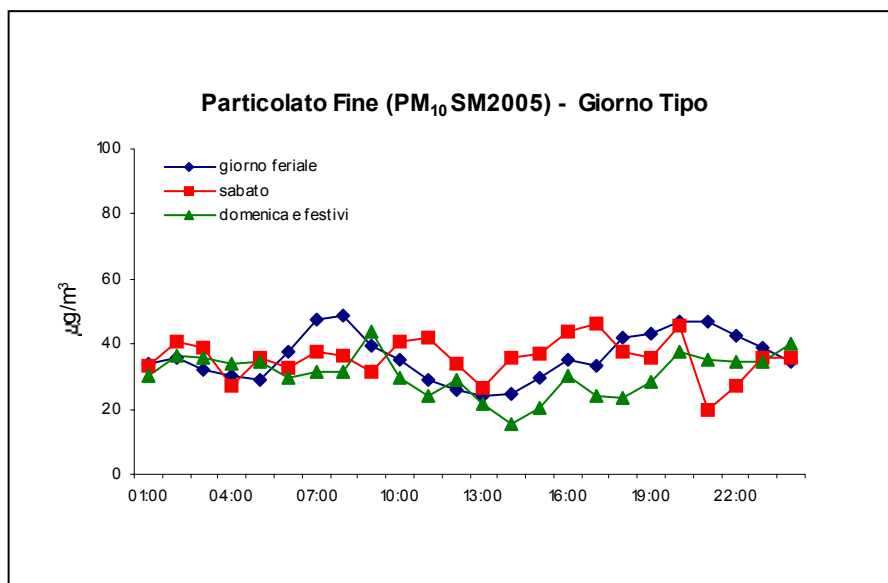
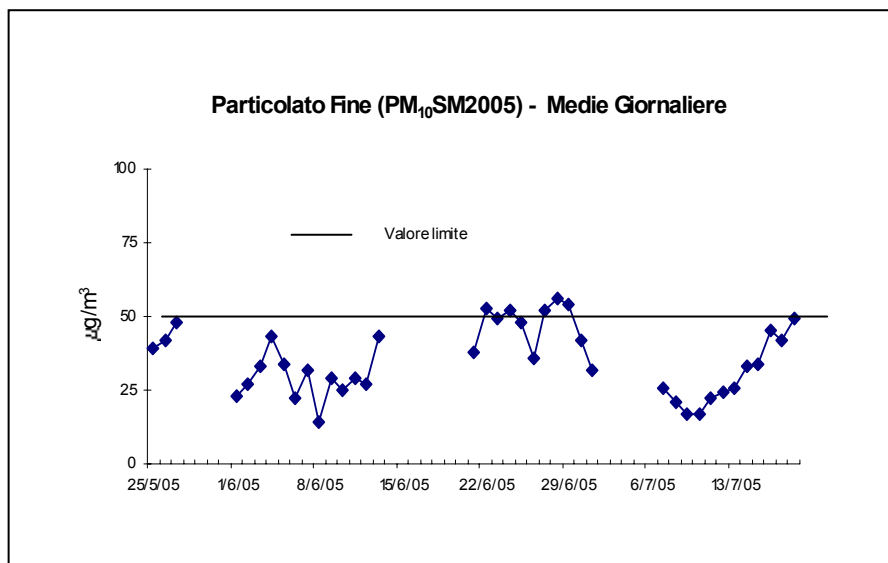
Biossido di Azoto - Medie Giornaliere



Biossido di Azoto - Giorno Tipo

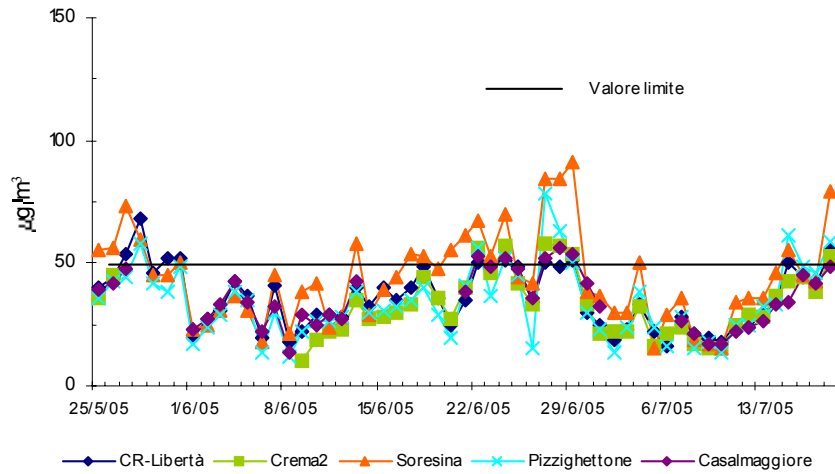






PM ₁₀ – Medie G. Casalmaggiore		PM ₁₀ – Medie G. Casalmaggiore	
DATA	µg/m ³	DATA	µg/m ³
25/05/2005	39	24/06/2005	52
26/05/2005	42	25/06/2005	48
27/05/2005	48	26/06/2005	36
28/05/2005	-	27/06/2005	52
29/05/2005	-	28/06/2005	56
30/05/2005	-	29/06/2005	54
31/05/2005	-	30/06/2005	42
01/06/2005	23	01/07/2005	32
02/06/2005	27	02/07/2005	-
03/06/2005	33	03/07/2005	-
04/06/2005	43	04/07/2005	-
05/06/2005	34	05/07/2005	-
06/06/2005	22	06/07/2005	-
07/06/2005	32	07/07/2005	26
08/06/2005	14	08/07/2005	21
09/06/2005	29	09/07/2005	17
10/06/2005	25	10/07/2005	17
11/06/2005	29	11/07/2005	22
12/06/2005	27	12/07/2005	24
13/06/2005	43	13/07/2005	26
14/06/2005	-	14/07/2005	33
15/06/2005	-	15/07/2005	34
16/06/2005	-	16/07/2005	45
17/06/2005	-	17/07/2005	42
18/06/2005	-	18/07/2005	49
19/06/2005	-		
20/06/2005	-		
21/06/2005	38		
22/06/2005	53		
23/06/2005	49		

**Concentrazioni di PM₁₀ SM2005 nella Provincia di
Cremona
Periodo: 25/05/05 - 18/07/05**



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
25/05/05	1:00	37	3	28	0.2		
25/05/05	2:00	32	2	27	0.1		
25/05/05	3:00	26	2	27	0.1		
25/05/05	4:00	24	3	24	0.1		
25/05/05	5:00	21	8	32	0.2		
25/05/05	6:00	20	9	39	0.2		
25/05/05	7:00	32	17	26	0.3		
25/05/05	8:00	28	16	32	0.4	29	0.2
25/05/05	9:00	34	18	42	0.4	31	0.2
25/05/05	10:00	21	7	75	0.3	37	0.3
25/05/05	11:00	18	5	94	0.2	46	0.3
25/05/05	12:00	22	7	101	0.4	55	0.3
25/05/05	13:00	13	4	125	0.2	67	0.3
25/05/05	14:00	14	4	140	0.2	79	0.3
25/05/05	15:00	13	3	151	0.2	95	0.3
25/05/05	16:00	11	3	156	0.2	111	0.3
25/05/05	17:00	16	3	152	0.2	124	0.2
25/05/05	18:00	25	5	148	0.3	133	0.2
25/05/05	19:00	32	5	134	0.4	138	0.3
25/05/05	20:00	36	4	119	0.5	141	0.3
25/05/05	21:00	28	3	114	0.4	139	0.3
25/05/05	22:00	24	3	104	0.4	135	0.3
25/05/05	23:00	24	2	91	0.4	127	0.4
25/05/05	24:00	27	3	75	0.3	117	0.4
26/05/05	1:00	18	3	72	0.3	107	0.4
26/05/05	2:00	23	2	50	0.3	95	0.4
26/05/05	3:00	14	2	57	0.2	85	0.4
26/05/05	4:00	12	2	45	0.2	76	0.3
26/05/05	5:00	21	8	42	0.2	67	0.3
26/05/05	6:00	28	8	32	0.3	58	0.3
26/05/05	7:00	40	18	28	0.5	50	0.3
26/05/05	8:00	41	20	32	0.5	45	0.3
26/05/05	9:00	29	25	59	0.4	43	0.3
26/05/05	10:00	22	10	83	0.3	47	0.3
26/05/05	11:00	19	25	106	0.3	53	0.3
26/05/05	12:00	13	9	127	0.2	64	0.3
26/05/05	13:00	11	4	144	0.2	76	0.3
26/05/05	14:00	13	4	153	0.2	92	0.3
26/05/05	15:00	13	3	163	0.2	108	0.3
26/05/05	16:00	15	3	164	0.2	125	0.3
26/05/05	17:00	14	3	167	0.2	138	0.2
26/05/05	18:00	22	3	163	0.3	148	0.2
26/05/05	19:00	21	3	156	0.3	155	0.2
26/05/05	20:00	26	2	139	0.3	156	0.2
26/05/05	21:00	30	2	111	0.3	152	0.3
26/05/05	22:00	37	3	91	0.4	144	0.3
26/05/05	23:00	30	2	92	0.3	135	0.3
26/05/05	24:00	38	5	53	0.3	122	0.3

(segue)