



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI VERDERIO INFERIORE
seconda parte

11/10/2009 - 08/11/2009

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI **VERDERIO INFERIORE**
seconda parte

Gestione e Manutenzione Tecnica dello strumento gravimetrico

P.I. Luca Vergani

Relazione *redatta da*

Dott.ssa Laura Carroccio
Dott.ssa Anna De Martini

Approvata da

Responsabile U.O. Monitoraggi e Sistemi Ambientali
Dott. Maurizio Maierna

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla seconda parte della campagna 2009 per il monitoraggio del PM₁₀ nel Comune di Verderio Inferiore.

La prima parte era stata svolta nei mesi di gennaio e febbraio 2009, secondo i criteri previsti dal DM 60/2002.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI VERDERIO INFERIORE seconda parte

Introduzione

Strumento per la misura del PM₁₀	pag. 3
Definizione di PM₁₀	pag. 4
Normativa	pag. 4
Campagna di Misura	
Sito di Misura	pag. 5
Emissioni sul territorio	pag. 7
Situazione Meteorologica nel periodo di misura	pag. 10
Andamento del PM10 nel periodo di misura	pag. 13
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse	pag. 15
Conclusioni	pag. 17
Ringraziamenti	Pag. 17

Allegato Dati Giornalieri

Introduzione

Strumento per la misura del PM₁₀

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Lecco, è stato utilizzato uno strumento gravimetrico per la misura del PM₁₀ o particolato fine, che risponde ai criteri del DM 60 del 2/4/02.

Lo strumento sequenziale impiegato è il modello Skypost-PM prodotto dalla TCR Tecora, dotato di testata di prelievo EPA in configurazione PM₁₀ che richiede un flusso di campionamento di 1 m³/h. La testa di prelievo del campionatore corrisponde al modello SA246b.

Le caratteristiche principali sono:

- flusso nominale impostato a 1 m³ /h;
- controllo elettronico ed automatico del flusso nominalmente entro il 2%; il sistema, se non è in grado di mantenere il flusso entro tale limite, è programmato per la continuazione del campionamento sul filtro successivo;
- sensori di temperatura dell'aria in ambiente Ta, al contatore volumetrico (gas-meter) Tg e del filtro Tf;
- sensori di pressione atmosferica Pa e di pressione a valle del filtro Pf;
- caduta massima di pressione DP impostata nominalmente a 50 kPa; il sistema, se non è in grado di mantenere la caduta di pressione entro tale limite, è programmato per la continuazione del campionamento sul filtro successivo;
- sistema di caricamento pneumatico con capacità fino a 16 filtri; i filtri sono montati su cassette individuali in teflon a loro volta contenute in un caricatore cilindrico.

Il volume effettivo V_{eff} (a Ta e Pa) e il volume a condizioni standard V_{st} (a 25°C e 101.3 Pa), non sono misure dirette, ma sono calcolati normalizzando il volume V_g (a Tg e Pa) misurato dal contatore volumetrico per pressione e temperatura medie. La pressione al gas-meter viene assunta pari a Pa (a meno del 0.2%).

I flussi medi, effettivo e normalizzato, sono calcolati a partire dai rispettivi volumi.

Sulla stampante del sistema, al termine del campionamento di ciascun filtro, vengono riportati:

- inizio, fine e tempo effettivo di campionamento;
- eventuali allarmi di flusso, o altre anomalie;
- flussi medi e deviazione percentuale;
- volumi V_g, V_s e V_{eff};
- temperature Tg media, e Ta minima, media e massima;
- pressioni Pa media e DP massima.

Nella campagna di misura il sistema ha campionato su filtri in borosilicato.

La scelta del sito di campionamento viene effettuata seguendo i criteri descritti nell'Allegato VIII del D.M. 60 del 2 aprile 2002 concernente l'ubicazione dei punti di misura fissi.

Definizione di PM₁₀

Inquinanti	Principali sorgenti
Particolato Fine*/** PM10	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione se primario, prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche se secondario

* = Inquinante Primario = Inquinante generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche;

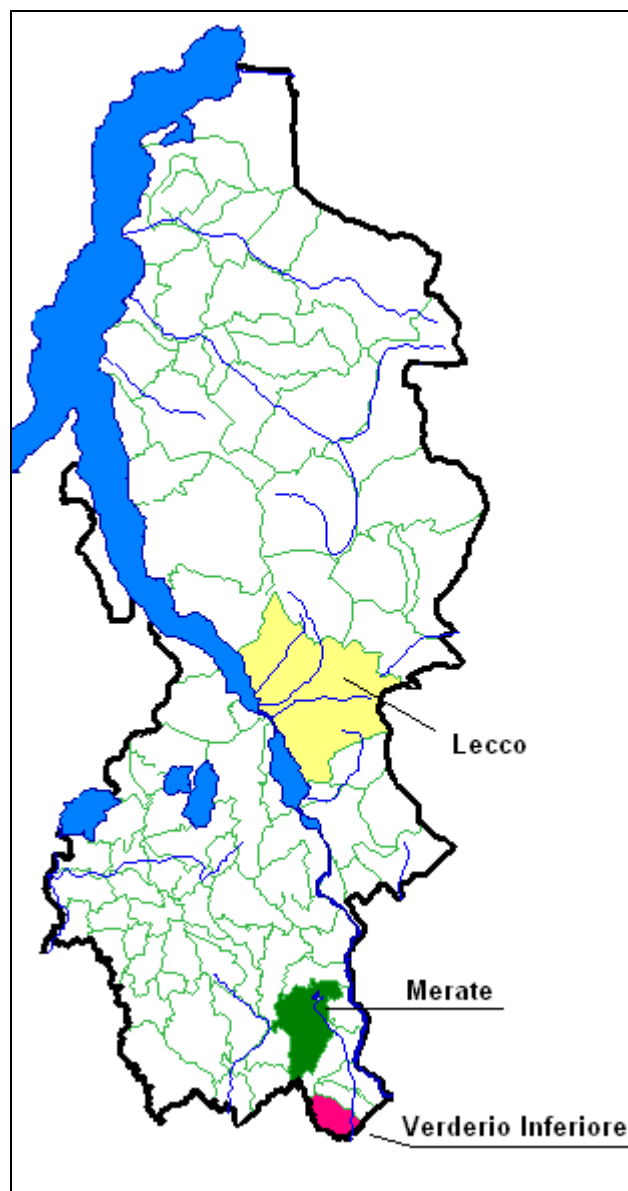
** = Inquinante Secondario = Inquinante prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche

Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, ed in particolare le polveri fini, 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 (D.M. 60 del 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche.

Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo (µg/m ³)	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) 50	24 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Campagna di Misura



Sito di misura: Comune di Verderio Inferiore

Posizionamento: Via dei Tre Re
Assi stradali : S.P. 55



● Postazione del mezzo mobile

Analogamente alla prima parte della campagna, il campionatore è stato posizionato in una area verde nelle immediate vicinanze della sede Municipale, lontana da fonti dirette. L'accesso all'area avviene attraverso una traversa cieca di via Sala. Il sito è idoneo per la valutazione della qualità dell'aria dell'area circostante.

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Verderio Inferiore è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2005.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

- Combustione per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Biossido di Zolfo (SO₂)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH₄)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO₂)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di Azoto (N₂O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10)

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/inemarhome.htm>.

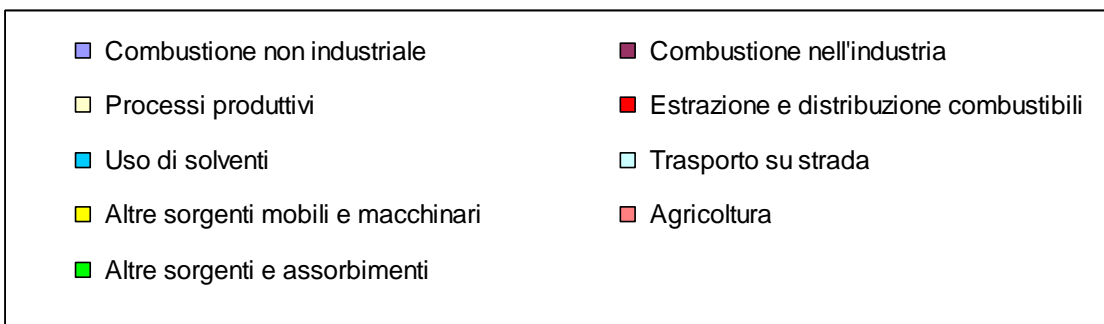
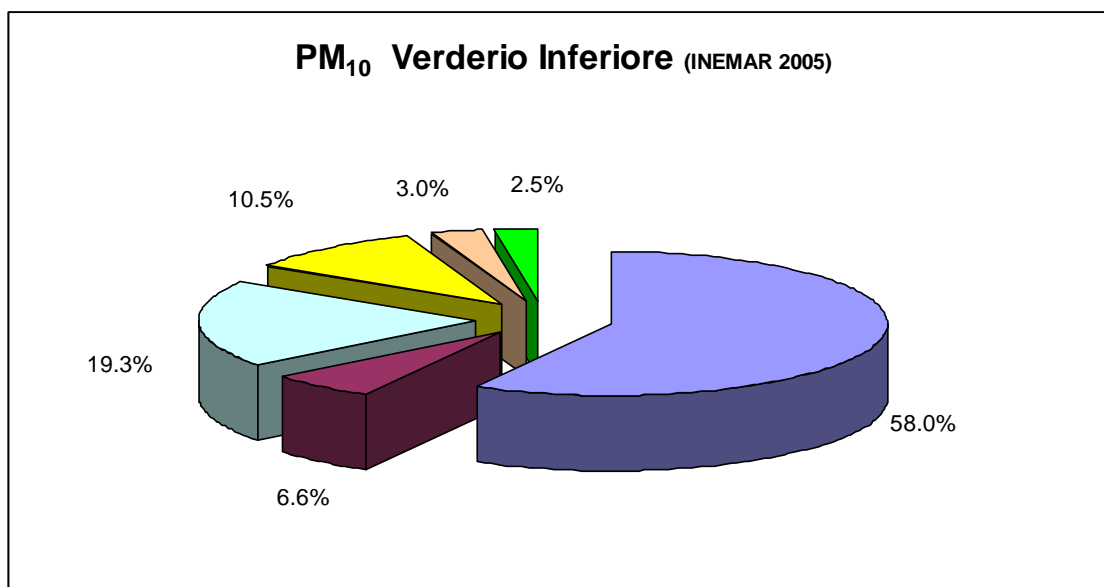
Dai dati Inemar, risulta che le principali fonti di emissione per il **particolato fine (PM₁₀)** (5.2 t/anno), sono la combustione non-industriale (58%) ed il trasporto su strada (19.3%). Contribuiscono in maniera meno incisiva anche le altre sorgenti mobili e macchinari, la combustione nell'industria, l'agricoltura ed altre sorgenti ed assorbimenti.

Si riportano in tabelle (valori assoluti e percentuali) le stime relative al PM10 emesso dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Verderio Inferiore.

Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera provincia di Lecco.

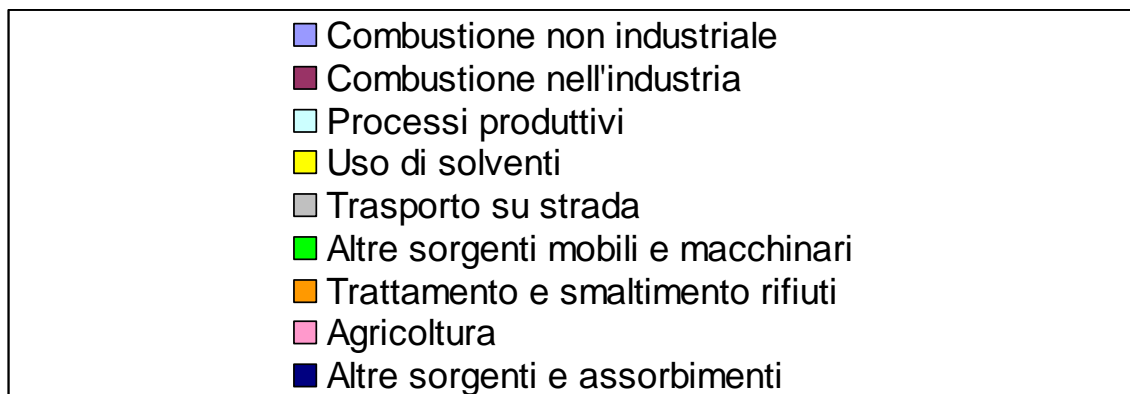
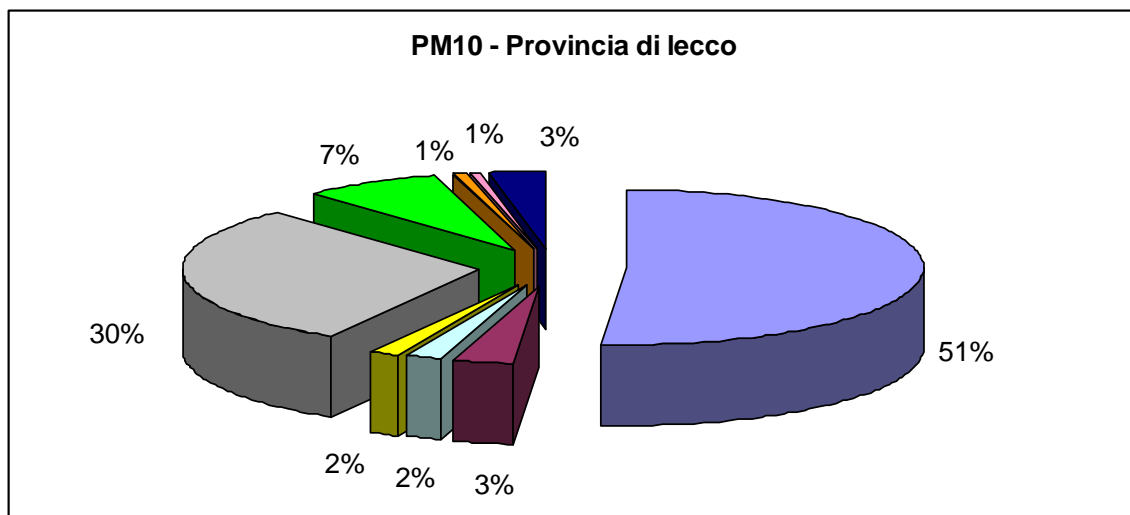
Comune di Verderio Inferiore

Fonti emissive - macrosettore	PM₁₀ t/anno	PM₁₀ %
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-
Combustione non industriale	3.0	58.0
Combustione nell'industria	0.3	6.6
Processi produttivi	-	-
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-
Uso di solventi	-	-
Trasporto su strada	1.0	19.3
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.5	10.5
Agricoltura	0.2	3.0
Altre sorgenti e assorbimenti	0.1	2.5
Totale	5.2	100



ARPA Lombardia - Regione Lombardia.
Emissioni in provincia di Lecco nel 2005
 (dat finali)







	PM₁₀	Distribuzione percentuale
	t/anno	%
Produzione energia e trasform. combustibili		
Combustione non industriale	428	51%
Combustione nell'industria	27	3%
Processi produttivi	15	2%
Estrazione e distribuzione combustibili		
Uso di solventi	14	2%
Trasporto su strada	247	30%
Altre sorgenti mobili e macchinari	62	7%
Trattamento e smaltimento rifiuti	8	1%
Agricoltura	5	1%
Altre sorgenti e assorbimenti	26	3%
Totale	831	100%



Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono, come è evidente, dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma le condizioni meteorologiche influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. E' pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatasi nel periodo di monitoraggio.

Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche caratteristiche di ogni settimana di campionamento.

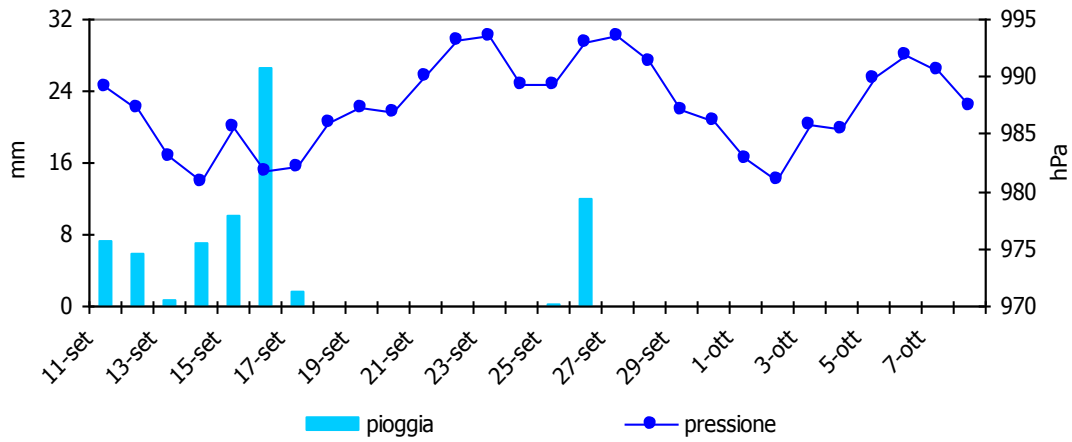
Settimana o periodo	Situazione e generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura [°C]		Venti Condizioni prevalenti
11 - 13 settembre	 Instabilità atmosferica	Deboli ed irregolari	13.6	↔	Media = 19.7 °C Max= 28.6 °C Min= 14.4 °C	☁ deboli
14- 16 settembre	 Perturbato	Localmente abbondanti. Moderate solo g.16= 26.6 mm	43.8	↓	Media =15 °C Max= 19.5 °C Min= 12.2 °C	☁ deboli
17- 20 settembre	 Instabilità atmosferica	Deboli	1.6	↑	Media =18.6 °C Max= 25.7 °C Min= 13.6 °C	☁ deboli
21- 27 settembre	 Stabilità atmosferica	Deboli	12.2	↔ sopra la media stagionale	Media =19.4 °C Max= 26.7 °C Min=14.8 °C	☁ deboli
28 - 4 ottobre	 Stabilità atmosferica	Scarse O Assenti	0.0	↔ Max sopra la media stagionale	Media =17.8 °C Max= 25.8 °C Min= 10.3 °C	☁ deboli
5 - 8 ottobre	 Instabilità atmosferica	Scarse O Assenti	0.0	↔	Media =17.4 °C Max= 24.1 °C Min= 11.8 °C	☁ deboli

Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso le stazioni di Nibionno e Valmadrera (pressione, radiazione, vv e dv) nel periodo di misura delle polveri fini:

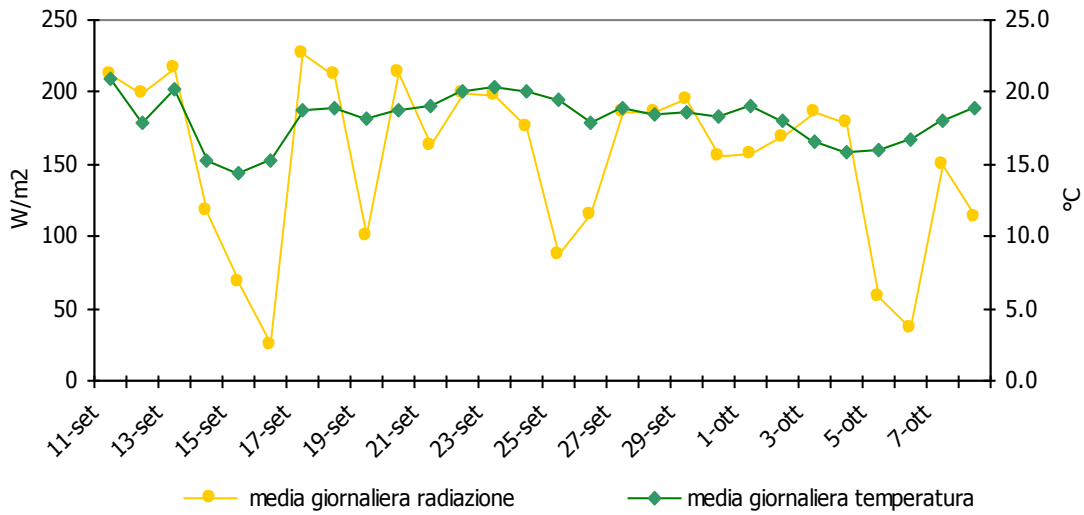
- precipitazioni (cumulata giornaliera) e pressione (media giornaliera)
- radiazione solare (media giornaliera) e temperatura (media giornaliera)
- velocità del vento (media giornaliera) e umidità relativa (media giornaliera)
- temperatura (massime e minime giornaliere)

Andamenti dei principali parametri meteorologici

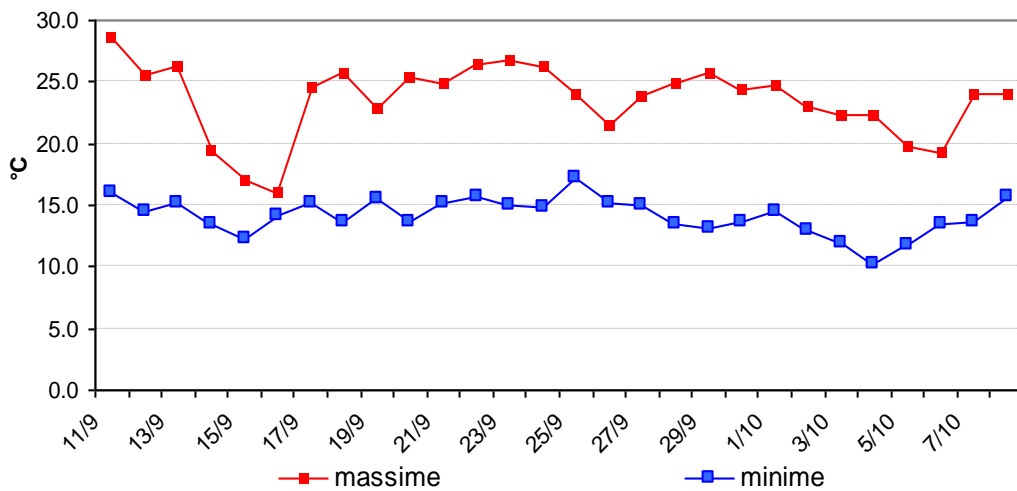
Precipitazioni e Pressione

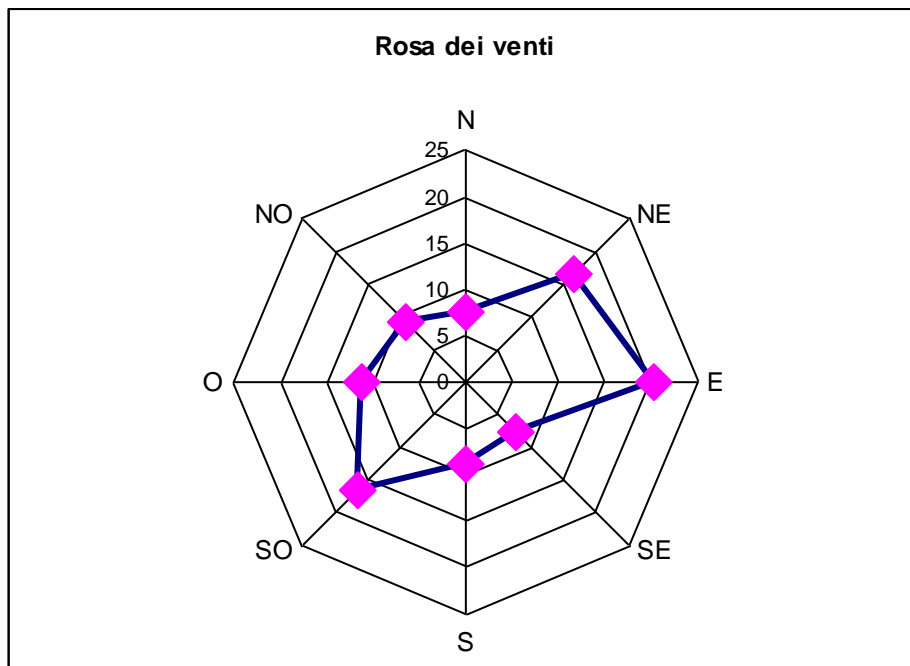
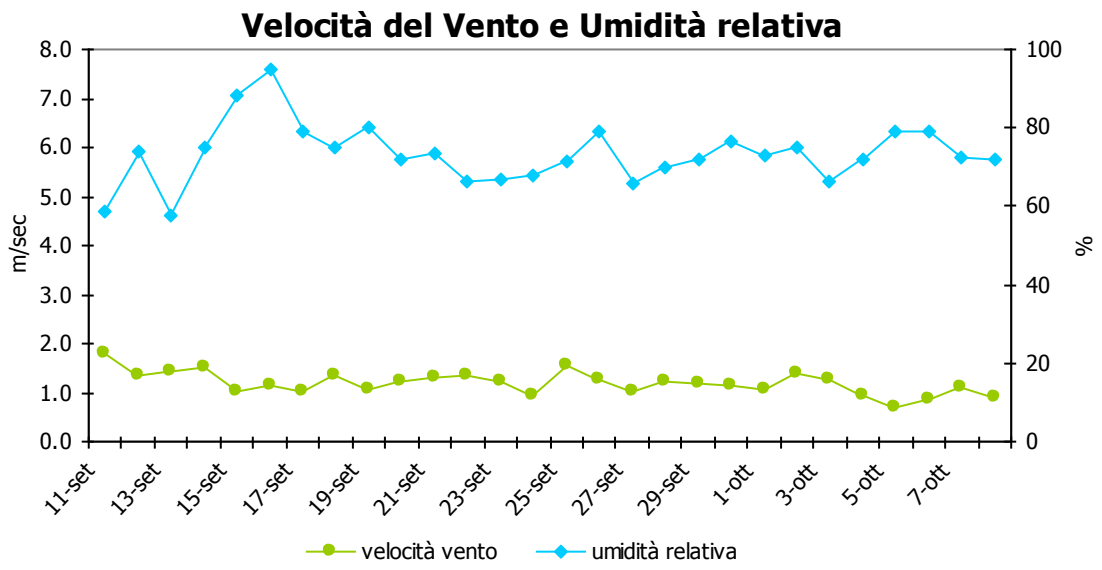


Radiazione Solare Media e Temperatura



Temperature massime e minime





Andamento del PM₁₀ nel periodo di misura

La seconda parte della campagna di monitoraggio delle polveri sottili, nel Comune di Verderio Inferiore, è stata svolta dall'11 settembre all'8 ottobre 2009.

Il campionatore sequenziale è stato posizionato in una area verde al termine di una traversa cieca di via Sala, lontano da fonti dirette. Il sito è idoneo per la valutazione della qualità dell'aria dell'area circostante.

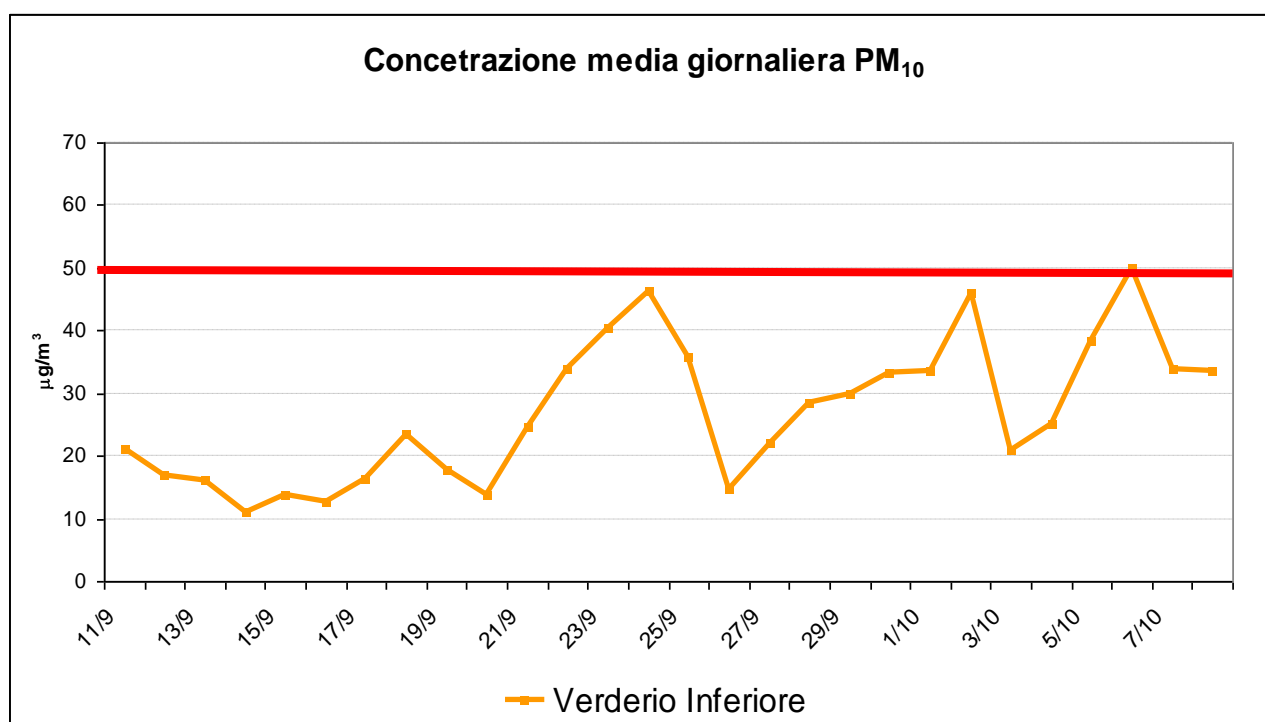
Il **Particolato Fine (PM₁₀)** è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Le principali sorgenti naturali sono erosione e risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

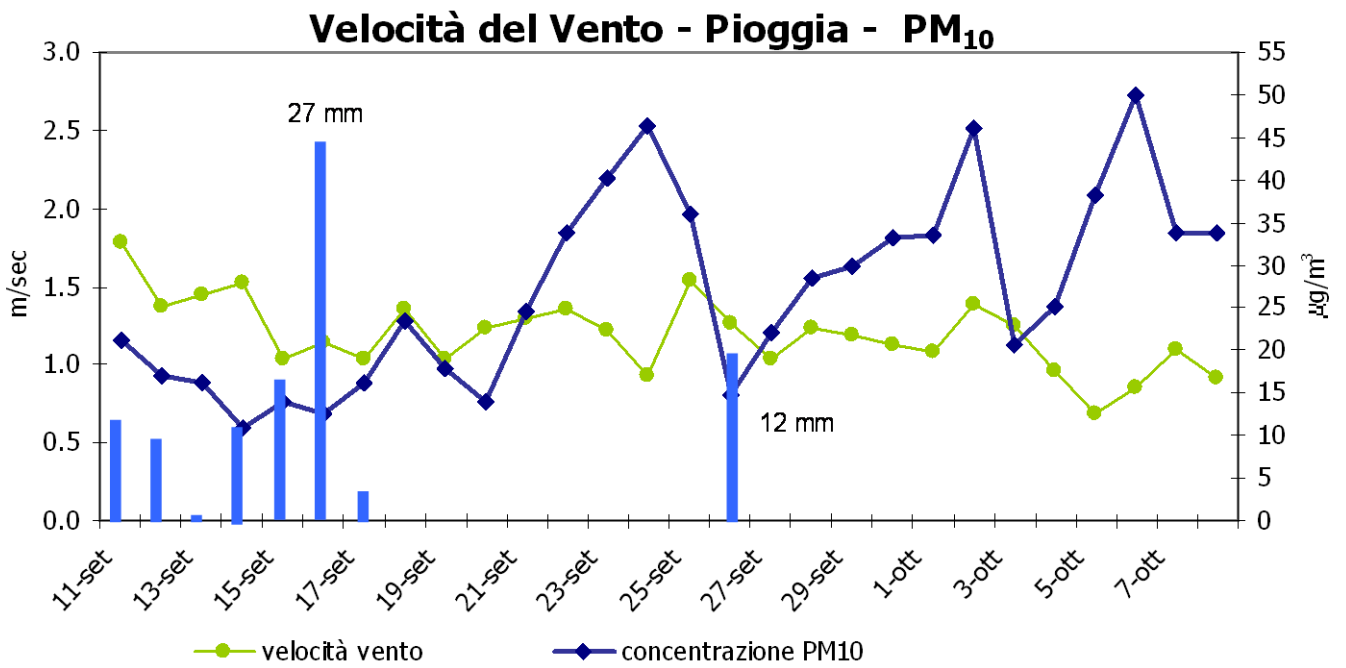
L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5}).

Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM₁₀, mentre per il PM_{2.5} la comunità europea in collaborazione con gli enti nazionali sta effettuando le necessarie valutazioni.

La misura di **PM₁₀** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23:55 dello stesso giorno.

Durante il periodo di misura, le concentrazioni giornaliere di **PM₁₀** non hanno mai superato il limite giornaliero di 50 µg/mc.





Dal grafico precedente, si evidenzia come le fasi di instabilità atmosferica, accompagnate da piogge e ed aumenti della velocità del vento, abbiano contribuito alla dispersione dell'inquinante.

Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

Il dato di PM₁₀ rilevato dal gravimetrico è stato messo a confronto con quello registrato nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nelle vicine centraline di Merate e di Calusco d'Adda, appartenenti alla rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria della rete dell'Arpa.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Verderio Inferiore (LC)	PUB	SUBURBANA	FONDO	249	11 settembre – 8 ottobre 2009
Merate (LC)	PUB	URBANA	TRAFFICO	292	Stazione Fissa
Calusco (BG)	PRIV	SUBURBANA	IND/FONDO	273	Stazione Fissa

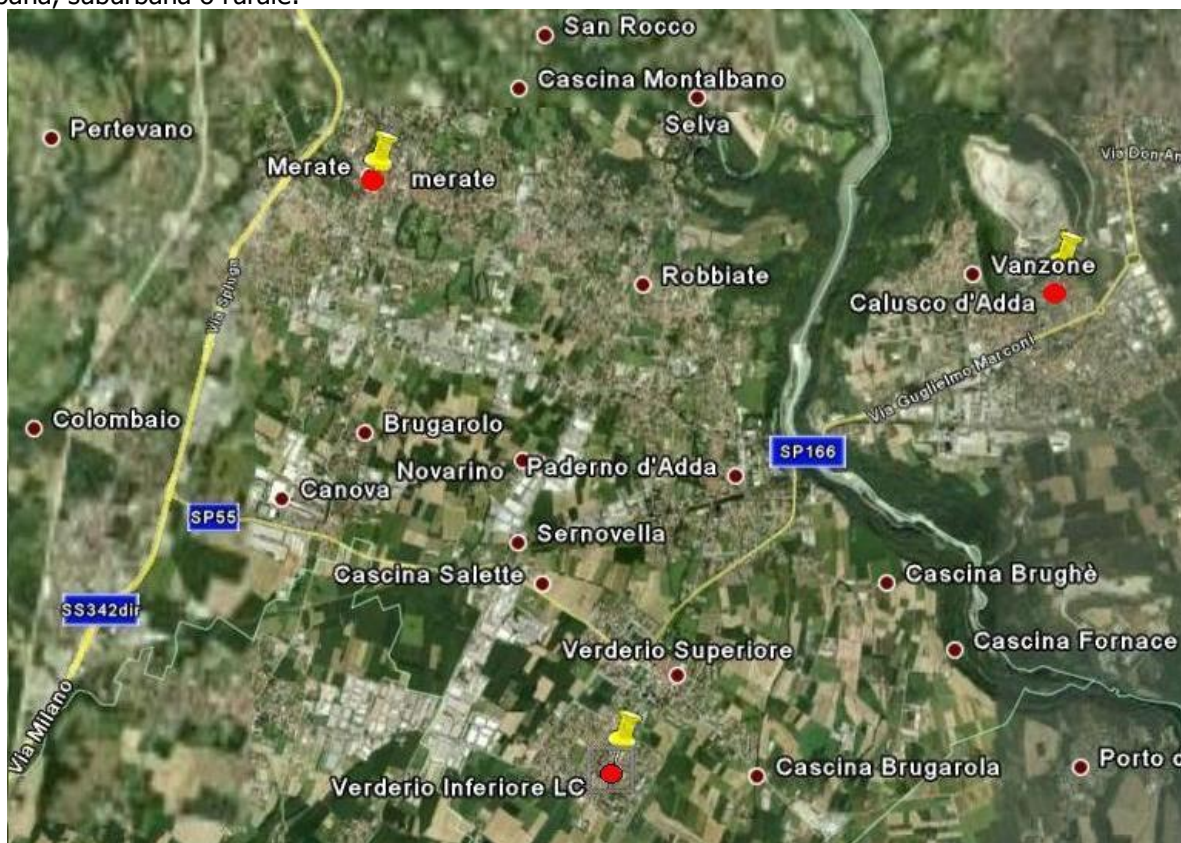
rete: PUB = pubblica

Tipo zona Decisione 2001/752/CE:

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti
- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

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



Nella seguente tabella si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti al PM₁₀, relativi al periodo della campagna di misura:

- % rendimento
- media delle concentrazioni medie orarie;
- valore massimo giornaliero;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione

Inquinante: PM₁₀

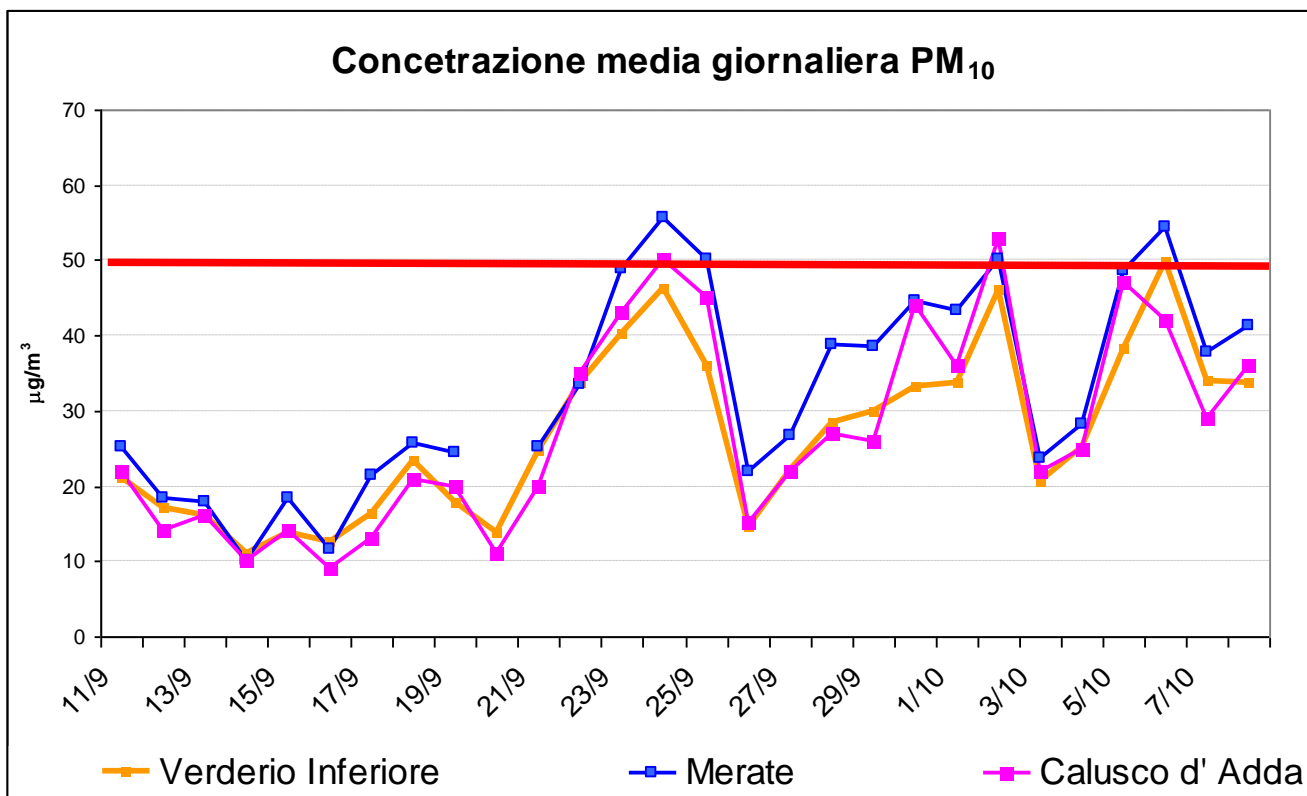
Periodo: 11/09/2009 - 08/10/2009

giorni di campionamento: 28

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione salute umana
Verderio Inferiore (LC)	100	27	50	0/28
Merate (LC)	96	33	56	2/28
Calusco (BG)	100	27	53	1/28

Le medie giornaliere di PM₁₀ sono state messe a confronto con i valori rilevati nelle vicine centraline di Merate e Calusco.

Dal grafico sottostante, si nota che, nonostante le concentrazioni maggiori siano state registrate a Merate in quanto centralina da traffico, gli andamenti delle stazioni prese a confronto sono confrontabili. L'incremento delle concentrazioni in particolari giorni, è stato registrato contemporaneamente in tutte le stazioni a confronto.



Conclusioni

Da entrambe le campagne di monitoraggio di PM₁₀ eseguite a Verderio Inferiore nel 2009, risulta evidente che la qualità dell'aria in questo Comune è confrontabile a quella dei vicini comuni inseriti in un simile contesto territoriale.

Infatti, l'andamento delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate è risultato analogo a quello rilevato nelle altre stazioni fisse prese a confronto, ma con valori leggermente inferiori.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Amministrazione Comunale per la collaborazione apportata durante la campagna di monitoraggio.

INQUINANTE : PM₁₀
UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	Conc. Verderio Inferiore [µg/m³]
11/09/2009	21
12/09/2009	17
13/09/2009	16
14/09/2009	11
15/09/2009	14
16/09/2009	13
17/09/2009	16
18/09/2009	23
19/09/2009	18
20/09/2009	14
21/09/2009	25
22/09/2009	34
23/09/2009	40
24/09/2009	46
25/09/2009	36
26/09/2009	15
27/09/2009	22
28/09/2009	29
29/09/2009	30
30/09/2009	33
01/10/2009	34
02/10/2009	46
03/10/2009	21
04/10/2009	25
05/10/2009	38
06/10/2009	50
07/10/2009	34
08/10/2009	34