



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI BELLANO
seconda parte

07/08/2010 - 16/09/2010

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI **BELLANO**
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

Premessa

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla seconda parte della campagna per il monitoraggio del PM₁₀ nel Comune di Bellano. La prima parte è stata svolta nell'autunno del 2009.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI BELLANO 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. 6
Situazione Meteorologica nel periodo di misura	pag. 9
Andamento del PM10 nel periodo di misura	pag. 11
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse	pag. 14
Conclusioni	pag. 16
Ringraziamenti	Pag. 16
<i>Allegato Dati Giornalieri</i>	Pag. 16

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 cui attenersi. In tabella si riportano i valori limite per il PM₁₀.

Particolato Fine PM10	Valore Limite (µg/m ³)	Periodo di mediazione	Legislazione
	(da non superare più di 35 volte per anno civile) 50	24 ore	D.Lgs. 155 del 13/09/2010
	40	Anno civile	D.Lgs. 155 del 13/09/2010

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Bellano è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2007.

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.

- 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)

In questa relazione vengono commentati soltanto i dati relativi al particolato.

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>.

Rispetto ai dati Inemar 2005, risulta che le emissioni totali di PM10 sono diminuite (da 9.62 a 6.74 t/anno), ed in particolare, la principale fonte emissiva è costituita dal trasporto su strada (57%) seguita dalla combustione non-industriale (28%). Nella stima precedente, invece le percentuali di influenza dei due macrosettori erano pressoché confrontabili.

Nella tabella seguente si riportano i valori assoluti e percentuali delle stime relative al PM10 e PM2.5 emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Bellano.

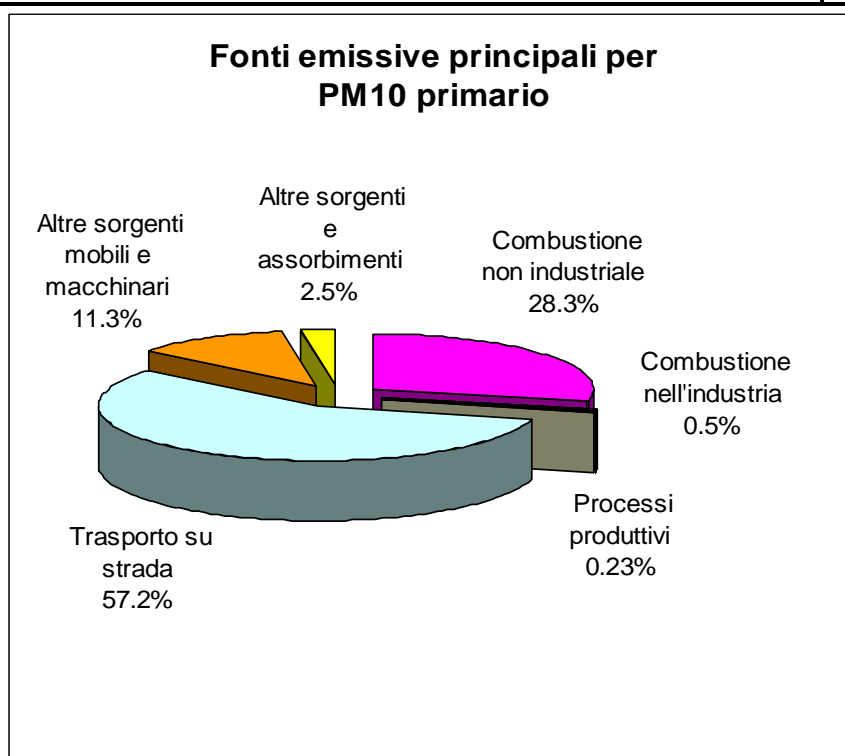
Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera provincia di Lecco.

Emissioni relative all'anno 2007

Comune di Bellano

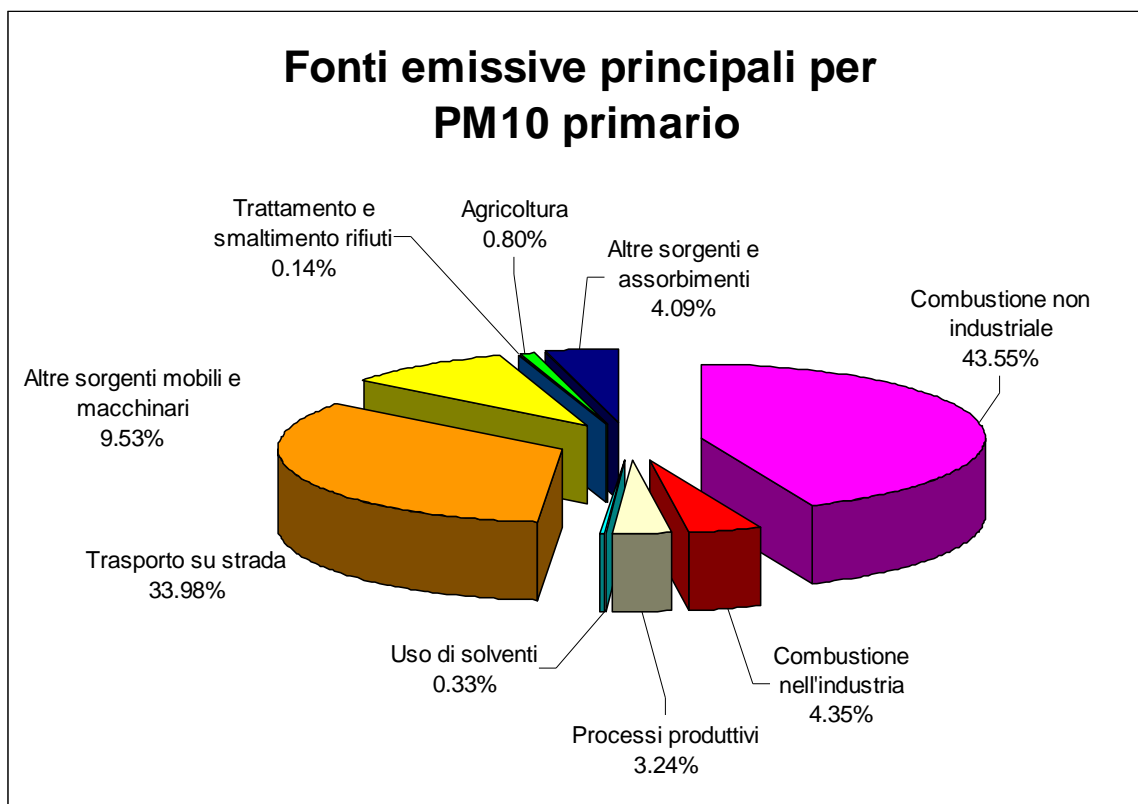
Fonti emissive - macrosettore	PM₁₀ t/anno	PM_{2.5} t/anno	PM₁₀ %	PM_{2.5} %
Produzione energia e trasform. combustibili		-		
Combustione non industriale	1.90	1.85	28.3	31.2
Combustione nell'industria	0.03	0.03	0.5	0.4
Processi produttivi	0.02	0.01	0.2	0.2
Trasporto su strada	3.85	3.13	57.2	53.0
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.76	0.73	11.3	12.4
Trattamento e smaltimento rifiuti	-	-	-	-
Altre sorgenti e assorbimenti	0.17	0.17	2.5	2.8
Totale	6.74	5.9	100	100

Fonti emissive	Nome combustibile	PM₁₀ t/anno	PM_{2.5} t/anno
Descrizione macrosettore		t/anno	t/anno
Combustione non industriale	legna e similari	1.82	1.76
	gas naturale (metano)	0.02	0.02
	gasolio	0.07	0.07
Combustione nell'industria	legna e similari	0.03	0.03
Processi produttivi	senza combustibile	0.02	0.01
Trasporto su strada	benzina senza piombo	0.12	0.12
	senza combustibile	1.63	0.90
	gasolio per autotrasporto (diesel)	2.11	2.11
Altre sorgenti mobili e macchinari	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.76	0.73
Altre sorgenti e assorbimenti	senza combustibile	0.17	0.17
totale		6.74	5.91



ARPA Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2007 - public review














Fonte emissiva - Macrosettore	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10
	t/anno	t/anno	%	%
Produzione energia e trasform. combustibili				
Combustione non industriale	266	275	49 %	44 %
Combustione nell'industria	14	27	3 %	4 %
Processi produttivi	6.1	20	1 %	3 %
Estrazione e distribuzione combustibili				
Uso di solventi	1.2	2.1	0 %	0 %
Trasporto su strada	171	215	31 %	34 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	59	60	11 %	10 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.8	0.9	0 %	0 %
Agricoltura	2.2	5.0	0 %	1 %
Altre sorgenti e assorbimenti	25	26	5 %	4 %
Totale	546	631	100 %	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.

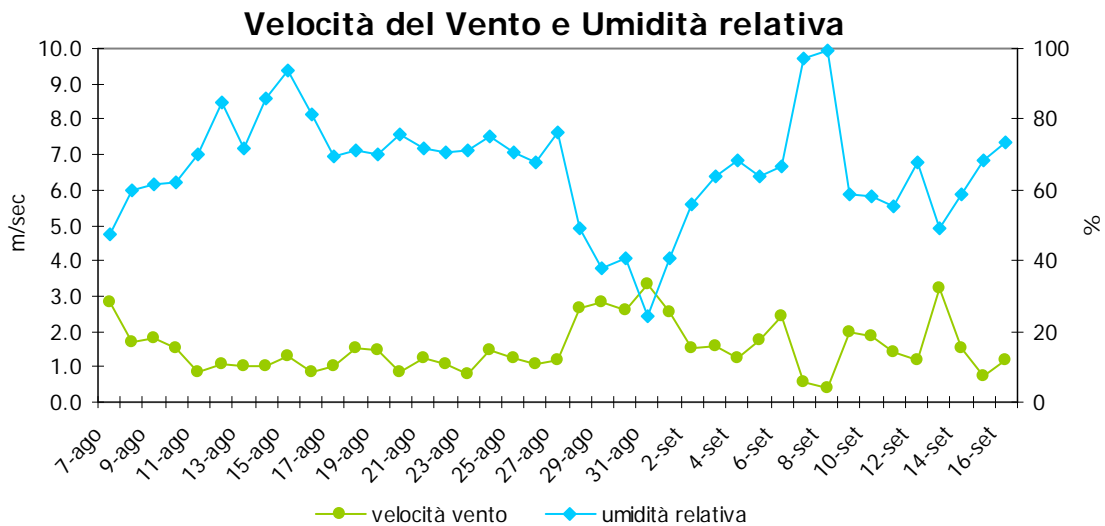
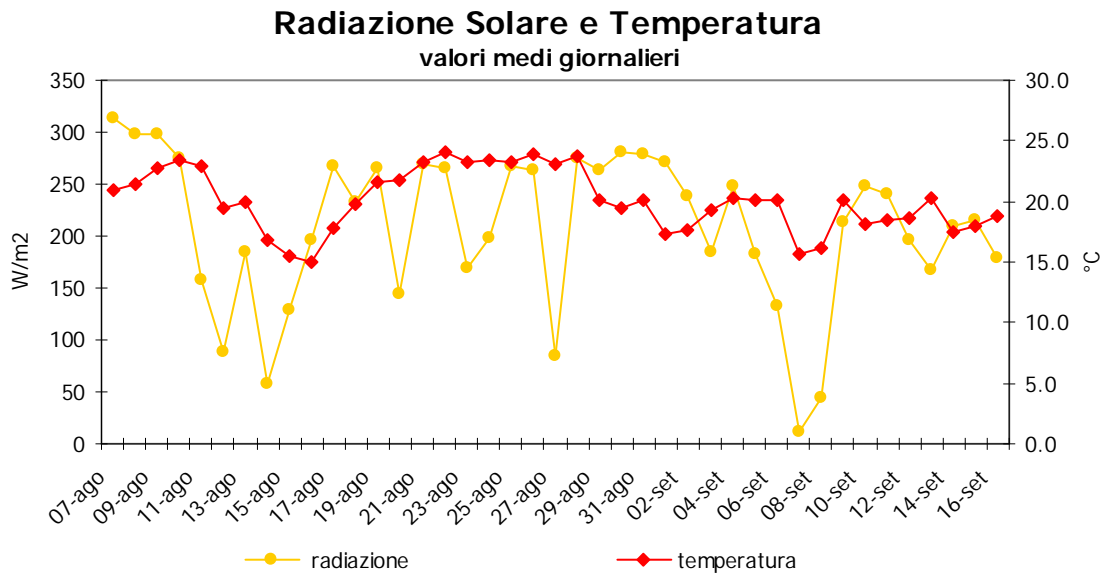
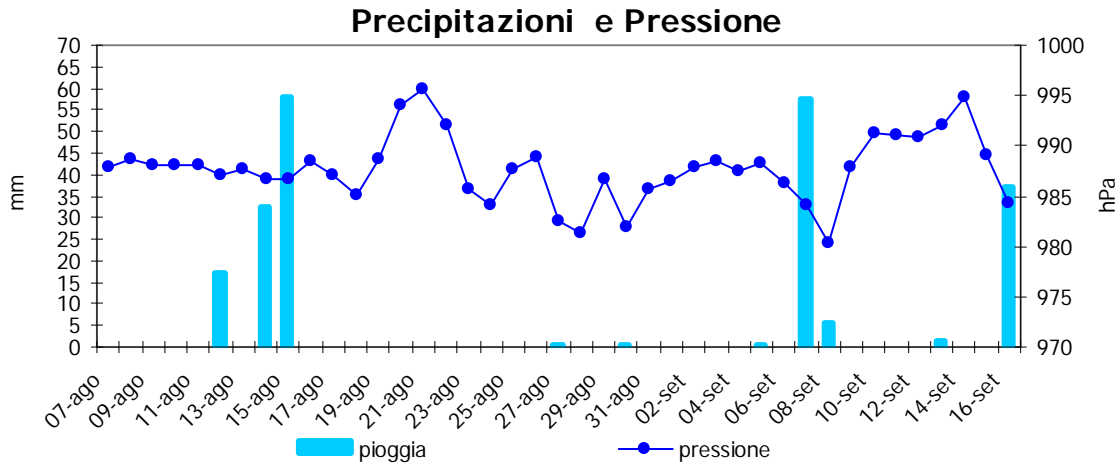
Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche durante lo svolgimento della campagna campionamento.

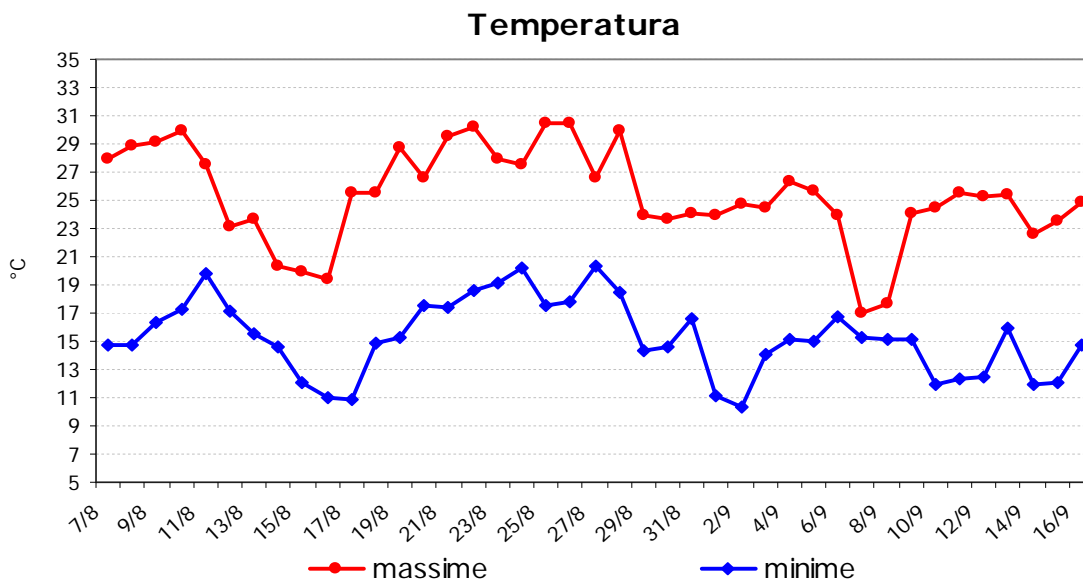
Settimana o periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulata [mm]		Temperatura [°C]	Venti Condizioni prevalenti
7-11 agosto	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media = 22 °C Max= 30 °C Min= 15 °C	 Deboli  moderati il7
13-15 agosto	 Perturbato	Da deboli a forti g. 15	107.8	Media = 18 °C Max=24 °C Min=12 °C	 deboli
16 agosto 4 settembre	 Generalmente stabile	Generalmente assenti	1.2	Media = 21°C Max=30°C Min=10°C	 deboli  moderati dal 28 all'1
5 -8 settebre	 Perturbato	Forti g. 7	63.2	Media = 18°C Max=26 °C Min= 15 °C	 deboli
9-16 settembre	 Generalmente stabile	Moderate g. 16	38.4	Media = 19 °C Max= 26 °C Min= 12 °C	 deboli  moderati il13

Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso le stazioni di Colico e Lecco Sora (radiazione) 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)
- temperature massime, minime e medie giornaliere

Andamenti dei principali parametri meteorologici





Andamento del PM₁₀ nel periodo di misura

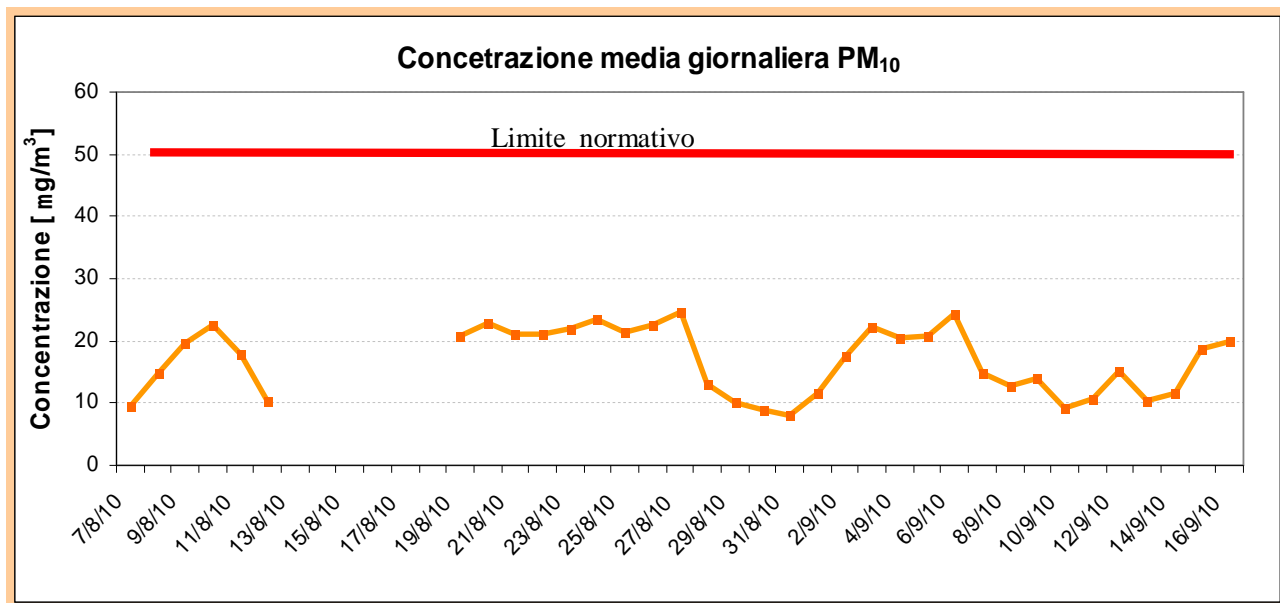
La seconda parte della campagna di monitoraggio delle polveri sottili, nel Comune di Bellano, è stata svolta dal 7 agosto al 16 settembre.

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).

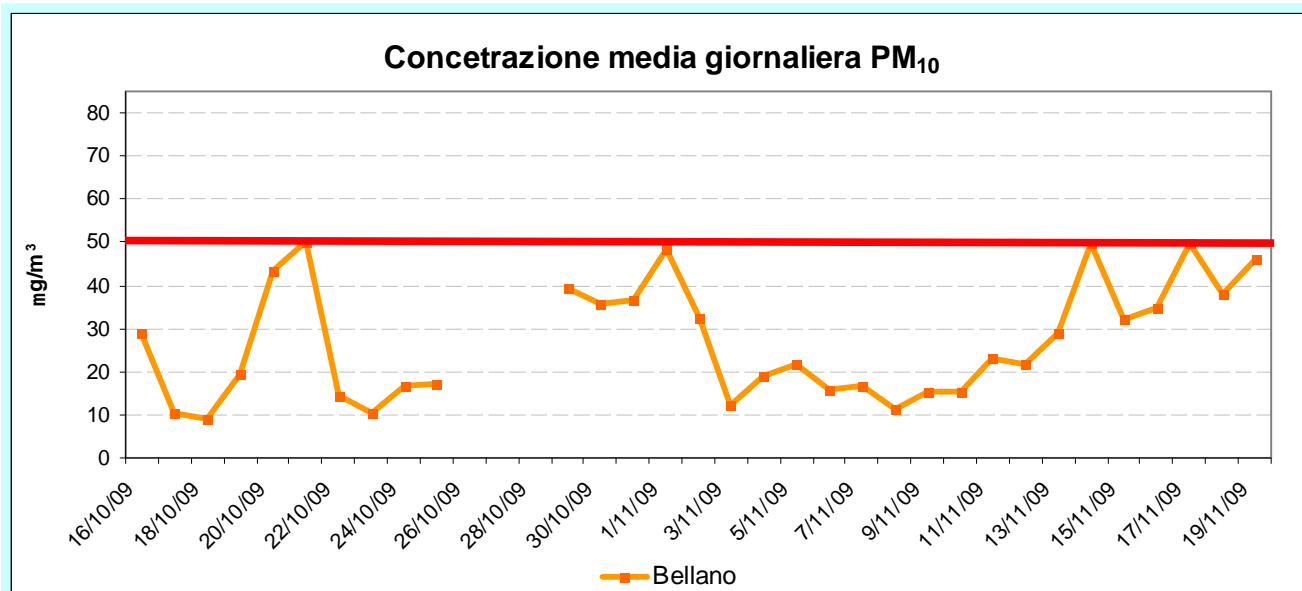
L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere 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}).

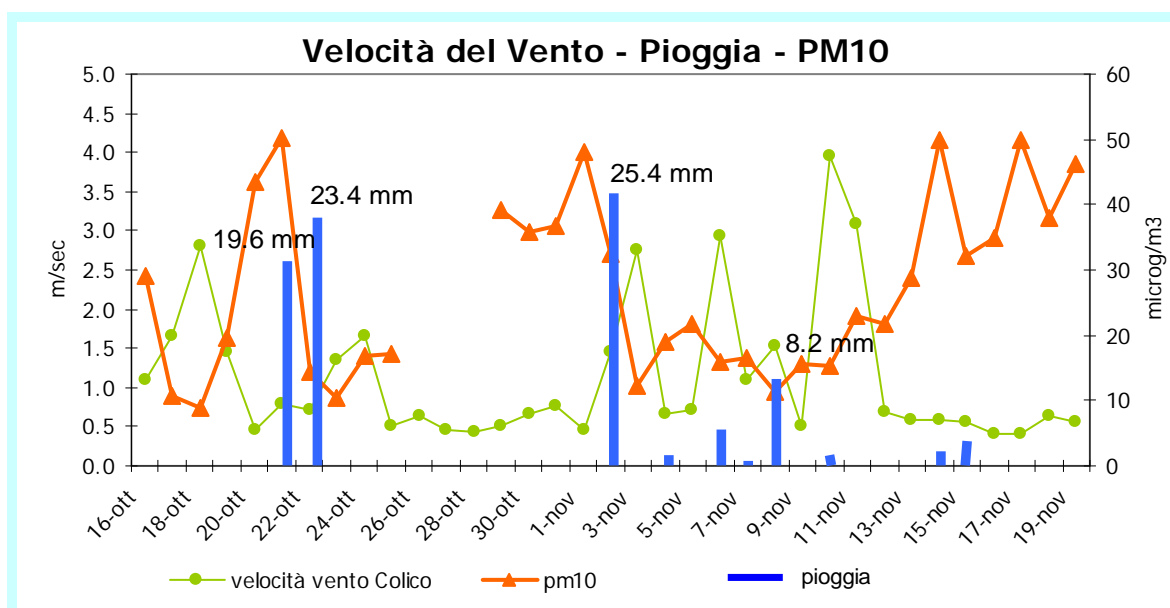
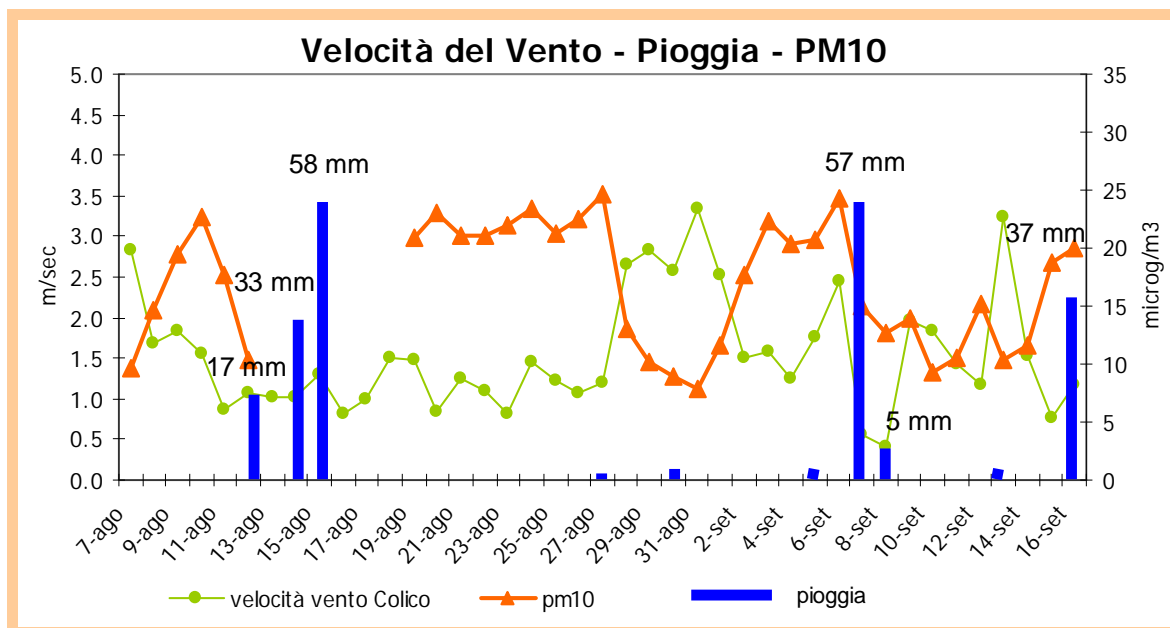
Analogamente alla prima fase, la misura di **PM₁₀** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23:55 dello stesso giorno. Lo strumento è stato posizionato nell'area di pertinenza delle scuole comunali, lontano da fonti dirette.

Durante il periodo di misura, le concentrazioni medie giornaliere di **PM₁₀** non hanno mai superato il limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Analoghi risultati erano stati ottenuti nella scorsa campagna autunnale.





In entrambi i periodi di campionamento, le fasi di instabilità atmosferica, accompagnate da piogge e ed aumenti della velocità del vento, hanno favorito la dispersione delle polveri.

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 Lecco Sora e di Valmadrera, appartenenti alla rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria della rete Arpa ed aventi analoga tipologia.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Bellano (LC)	PUB	SUBURBANA	FONDO	249	8 agosto – 16 settembre 2010
Lecco Sora	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
Valmadrera	PRIV	SUBURBANA	MEDIAURBANA	237	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.

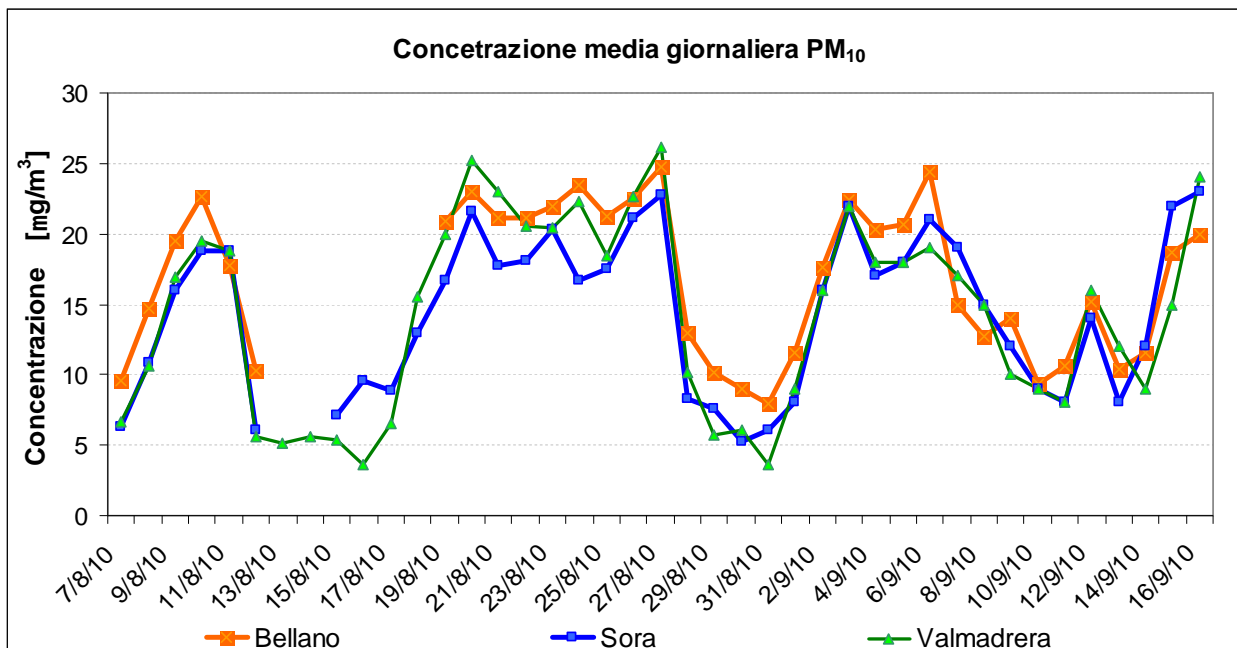
Nella seguente tabella si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti al PM₁₀, relativi al periodo della campagna di misura:

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

Periodo: 7 agosto 2010 - 16 settembre 2010

giorni di campionamento: 41

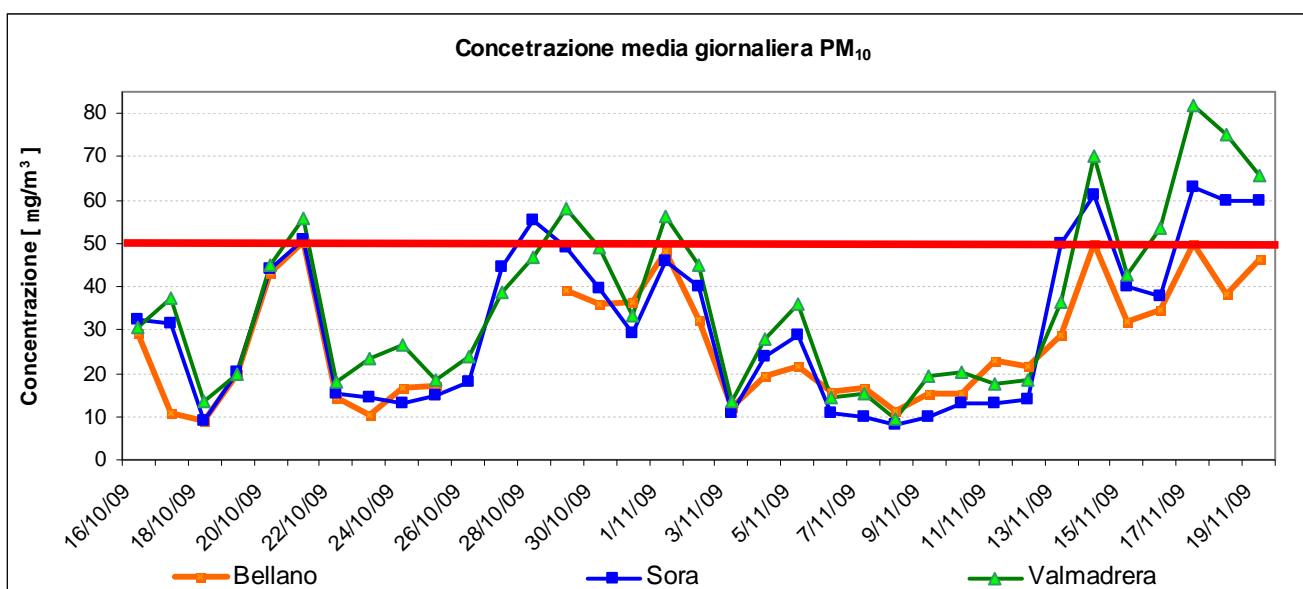
	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento 50 microg/m ³
Bellano (LC)	85	17	25	0
Lecco Sora	95	14	23	0
Valmadrera	100	14	26	0



Dalla tabella e dal grafico si evidenzia come i valori e gli andamenti di PM₁₀ nelle tre diverse postazioni, siano tra loro confrontabili.

Analizzando anche i risultati della precedente campagna si nota come nel periodo estivo la diversa meteorologia, ed in particolare l'aumento delle temperature, favorisca il rimescolamento dell'aria diffondendo l'inquinante più omogeneamente sul territorio.

Oltre allo scarso rimescolamento, nel periodo autunnale le concentrazioni sono maggiori a causa dell'aumento delle emissioni.



Conclusioni

Dalla campagna di monitoraggio di PM₁₀ eseguita a Bellano, risulta evidente che la qualità dell'aria in questo Comune è confrontabile a quella dei vicini comuni inseriti in un simile contesto territoriale.

Ringraziamenti

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

Allegato Dati Orari

INQUINANTE : PM₁₀

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	Conc. Media giornaliera Bellano [µg/m³]
07/08/2010	10
08/08/2010	15
09/08/2010	20
10/08/2010	23
11/08/2010	18
12/08/2010	10
13/08/2010	n.d.
14/08/2010	n.d.
15/08/2010	n.d.
16/08/2010	n.d.
17/08/2010	n.d.
18/08/2010	n.d.
19/08/2010	21
20/08/2010	23
21/08/2010	21
22/08/2010	21
23/08/2010	22
24/08/2010	23
25/08/2010	21
26/08/2010	23
27/08/2010	25
28/08/2010	13
29/08/2010	10
30/08/2010	9
31/08/2010	8
01/09/2010	12
02/09/2010	18
03/09/2010	22
04/09/2010	20
05/09/2010	21
06/09/2010	24
07/09/2010	15
08/09/2010	13
09/09/2010	14
10/09/2010	9
11/09/2010	11
12/09/2010	15
13/09/2010	10
14/09/2010	12
15/09/2010	19
16/09/2010	20