



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

**Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>**  
**COMUNE DI OLGINATE**

16/05/2008 - 21/06/2008

---

**Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>**  
COMUNE DI **OLGINATE**

**Gestione e Manutenzione Tecnica dello strumento gravimetrico**

P.I. Luca Vergani

**Relazione** *redatta da*

Dott.ssa Laura Carroccio

*Approvata da*

Responsabile U.O. Territorio e Sistemi Ambientali

Dott.ssa Paola Bossi

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura di PM<sub>10</sub> condotta con strumento gravimetrico nel Comune di Olginate.

La campagna è stata svolta dal 16 maggio al 21 giugno 2008, secondo i criteri previsti dal DM 60/2002.

---

## Campagna di Misura di PM<sub>10</sub> COMUNE DI OLGINATE

Introduzione	
<b>Strumento per la misura del PM<sub>10</sub></b> .....	Pag. 3
<b>Definizione di PM<sub>10</sub></b> .....	Pag. 4
<b>Normativa</b> .....	Pag. 4
Campagna di Misura	
<b>Sito di Misura</b> .....	pag. 5
<b>Emissioni sul territorio</b> .....	pag. 6
<b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura</b> .....	pag. 9
<b>Andamento del PM10 nel periodo di misura</b> .....	pag. 11
<b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse</b> .....	pag. 12
<b>Conclusioni</b> .....	pag. 14
<b>Ringraziamenti</b> .....	Pag. 14
<b><i>Allegato Dati Orari</i></b>	

## Introduzione

### Strumento per la misura del PM<sub>10</sub>

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Lecco, è stato utilizzato uno strumento gravimetrico per la misura del PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> che richiede un flusso di campionamento di 1 m<sup>3</sup>/h. La testa di prelievo del campionatore corrisponde al modello SA246b.

Le caratteristiche principali sono:

- flusso nominale impostato a 1 m<sup>3</sup> /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<sub>eff</sub> (a Ta e Pa) e il volume a condizioni standard V<sub>st</sub> (a 25°C e 101.3 Pa), non sono misure dirette, ma sono calcolati normalizzando il volume V<sub>g</sub> (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<sub>g</sub>, V<sub>s</sub> e V<sub>eff</sub>;
- 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 PM<sub>10</sub>

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 <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) <b>50</b>	24 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana <b>40</b>	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02



## Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio provinciale 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 ( $\text{SO}_2$ )
- Ossidi di Azoto ( $\text{NO}_x$ )
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano ( $\text{CH}_4$ )
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio ( $\text{CO}_2$ )
- Ammoniaca ( $\text{NH}_3$ )
- Protossido di Azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10  $\mu\text{m}$  (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>.

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera delle polveri sottili nella provincia di Lecco.

Si riportano in tabella, i valori assoluti e percentuali, e in figura 1 (valori percentuali), le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente.

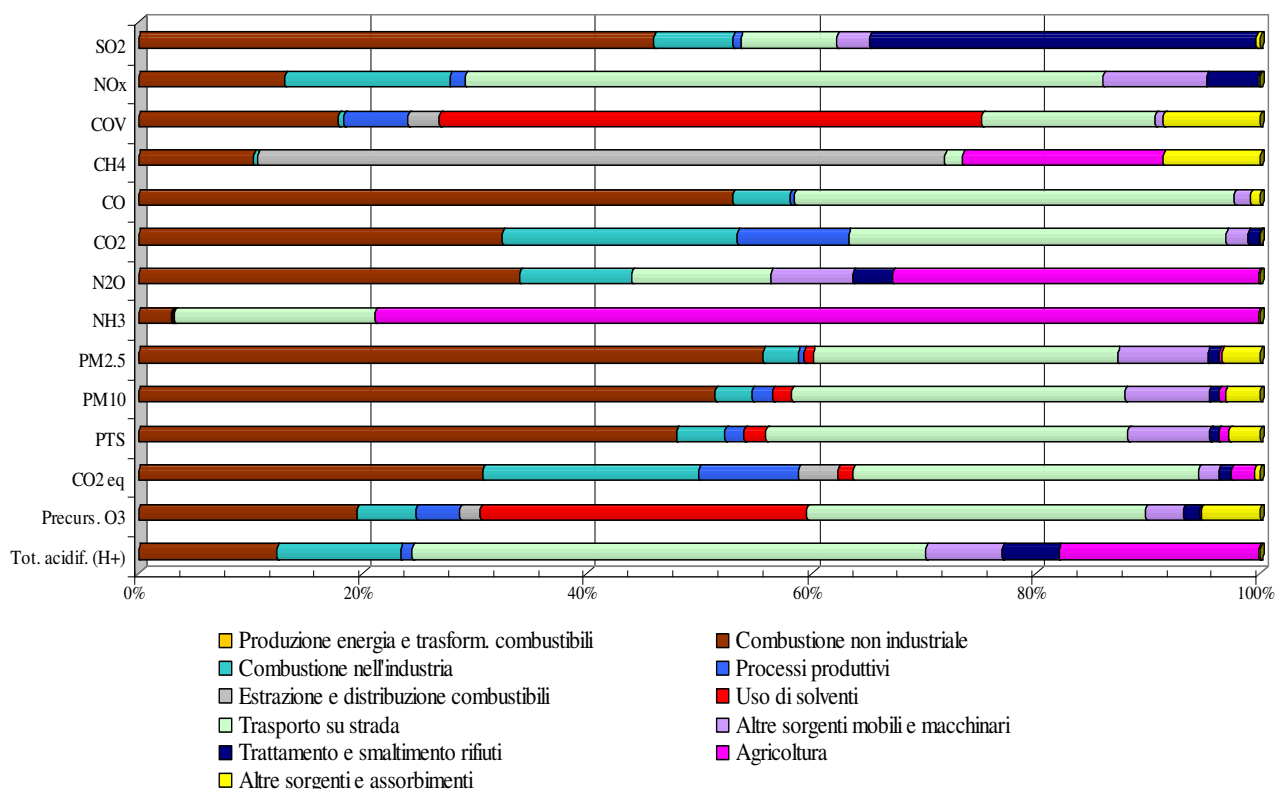
## ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2005

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili											
Combustione non industriale	112	700	2,270	619	9,110	644	72	18	414	428	446
Combustione nell'industria	17	783	66	20	872	417	21	1	23	27	40
Processi produttivi	2	72	732	1	63	197			4	15	16
Estrazione e distribuzione combustibili			348	3,692							
Uso di solventi		0	6,161				0	1	6	14	18
Trasporto su strada	21	3,038	1,963	96	6,731	669	26	110	202	247	300
Altre sorgenti mobili e macchinari	7	490	100	2	257	37	15	0	60	62	68
Trattamento e smaltimento rifiuti	84	250	4		4	22	8		8	8	8
Agricoltura		0	1	1,079	0		69	484	2	5	8
Altre sorgenti e assorbimenti	1	4	1,091	517	137		0	1	25	26	26
<b>Totale</b>	<b>243</b>	<b>5,338</b>	<b>12,738</b>	<b>6,026</b>	<b>17,175</b>	<b>1,986</b>	<b>211</b>	<b>615</b>	<b>743</b>	<b>831</b>	<b>929</b>

### Distribuzione percentuale delle emissioni in provincia di Lecco nel 2005 - public review

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS
Produzione energia e trasform. combustibili											
Combustione non industriale	46 %	13 %	18 %	10 %	53 %	32 %	34 %	3 %	56 %	51 %	48 %
Combustione nell'industria	7 %	15 %	1 %	0 %	5 %	21 %	10 %	0 %	3 %	3 %	4 %
Processi produttivi	1 %	1 %	6 %	0 %	0 %	10 %			1 %	2 %	2 %
Estrazione e distribuzione combustibili			3 %	61 %							
Uso di solventi		0 %	48 %				0 %	0 %	1 %	2 %	2 %
Trasporto su strada	9 %	57 %	15 %	2 %	39 %	34 %	12 %	18 %	27 %	30 %	32 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	3 %	9 %	1 %	0 %	1 %	2 %	7 %	0 %	8 %	7 %	7 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	34 %	5 %	0 %		0 %	1 %	4 %		1 %	1 %	1 %
Agricoltura		0 %	0 %	18 %	0 %		33 %	79 %	0 %	1 %	1 %
Altre sorgenti e assorbimenti	0 %	0 %	9 %	9 %	1 %		0 %	0 %	3 %	3 %	3 %
<b>Totale</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Figura 1 . Contributi percentuali delle fonti emissive nella Provincia di Lecco nell'anno 2005



Nella Provincia di Lecco, le emissioni di **PM<sub>10</sub>** derivano principalmente dai processi legati alla combustione non industriale (51%), dovuto agli impianti di riscaldamento, e dal trasporto su strada (247 t/anno) che contribuisce per il 30% del totale. Un contributo inferiore lo si ritrova legato anche alle altre sorgenti mobili e macchinari (7%), alla combustione nell'industria e altre sorgenti ed assorbimenti che influiscono entrambi per il 3%. Considerando anche contributi inferiori di altre sorgenti si stimano in totale 428 t/anno.

## **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 verificatesi nel periodo di monitoraggio.

Dall'inizio della campagna al 25 maggio, il tempo è stato caratterizzato da tempo prevalentemente perturbato. La presenza di un minimo depressionario sul Mediterraneo centrale ha determinato giornate instabili accompagnate da precipitazioni sparse, a carattere anche temporalesco, alternate a temporanee schiarite.

La settimana dal 26 maggio all' 1 giugno, si è aperta con l'afflusso di correnti umide e calde sudoccidentali, associate ad una nuova area depressionaria posizionata sulla Penisola Iberica che ha portato ad un graduale indebolimento dell'area di alta pressione e a precipitazioni diffuse a volte a carattere temporalesco. Nel fine settimana, allontanamento della depressione in quota e formazione di un debole promontorio anticiclonico. Le temperature sono risultate mediamente al di sopra della norma stagionale.

Dal 2 all'8 giugno, si è registrato un insistente flusso di correnti umide orientali sulla Lombardia. La configurazione circolatoria ha determinato un abbondante copertura nuvolosa e precipitazioni frequenti raramente di intensità elevata. Anche le temperature hanno risentito di questa situazione mantenendosi su valori al di sotto della norma del periodo.

La settimana tra il 9 ed il 15, è stata caratterizzata da diffuse e frequenti precipitazioni temporalesche su tutta la Lombardia, dovute all'instabilità associata ad un'ampia circolazione depressionaria presente sull'Europa, e transitata sulla regione tra giovedì e sabato mattina con progressivo ingresso di aria più fresca.

La settimana dal 16 al 21 si è aperta con il transito di una perturbazione di origine nordatlantica che ha portato sulla regione precipitazioni diffuse a carattere continuo lunedì, rovesci e temporali martedì. Da mercoledì 18 la graduale espansione di un'area di alta pressione ha determinato un generale miglioramento ed un aumento marcato delle temperature.

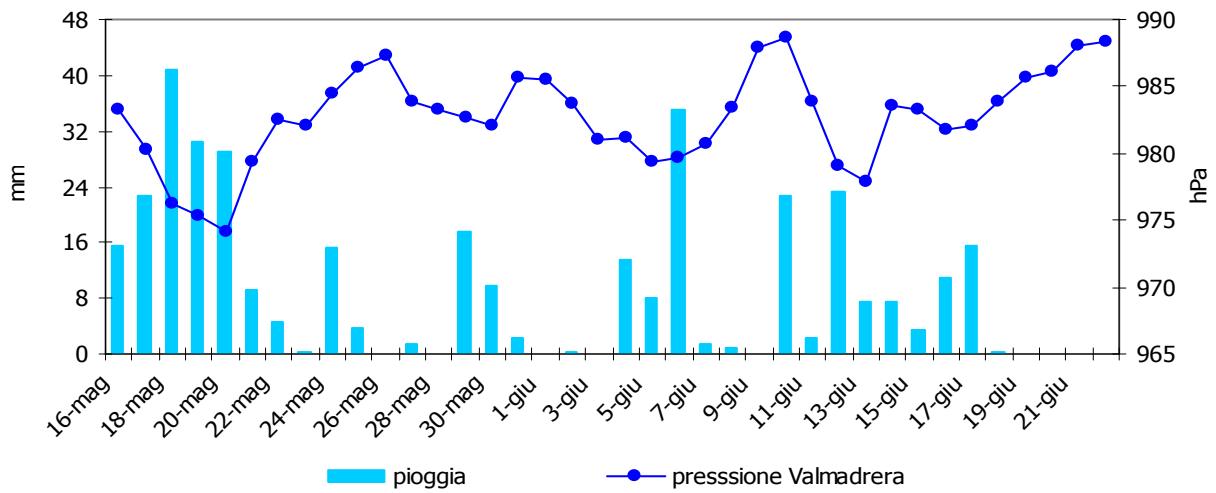
Durante tutta la campagna i venti sono risultati prevalentemente deboli, con temporanei rinforzi che nell'area di interesse, non hanno superato i 3 o 4 m/s di intensità media oraria.

Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso le stazioni di Lecco e Valmadrera (solo vento e pressione) nel periodo di misura delle polveri fini:

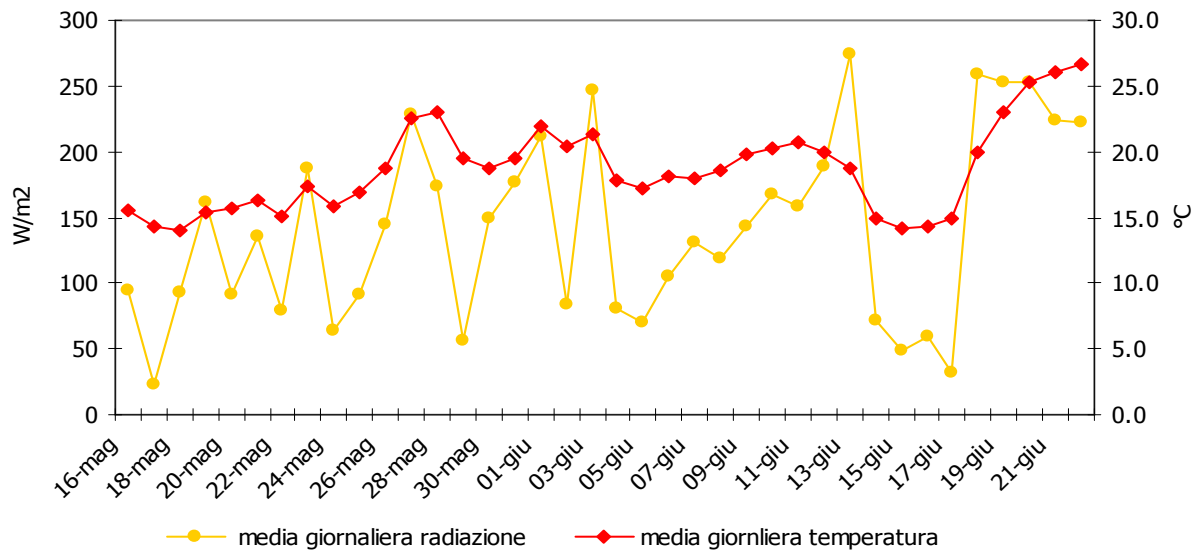
- precipitazioni (cumulata giornaliera) e pressione (media giornaliera)
- radiazione solare (media giornaliera) e temperatura (media giornaliera)
- velocità del vento (media giornaliera) e umidità relativa (media giornaliera)

## ANDAMENTI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI

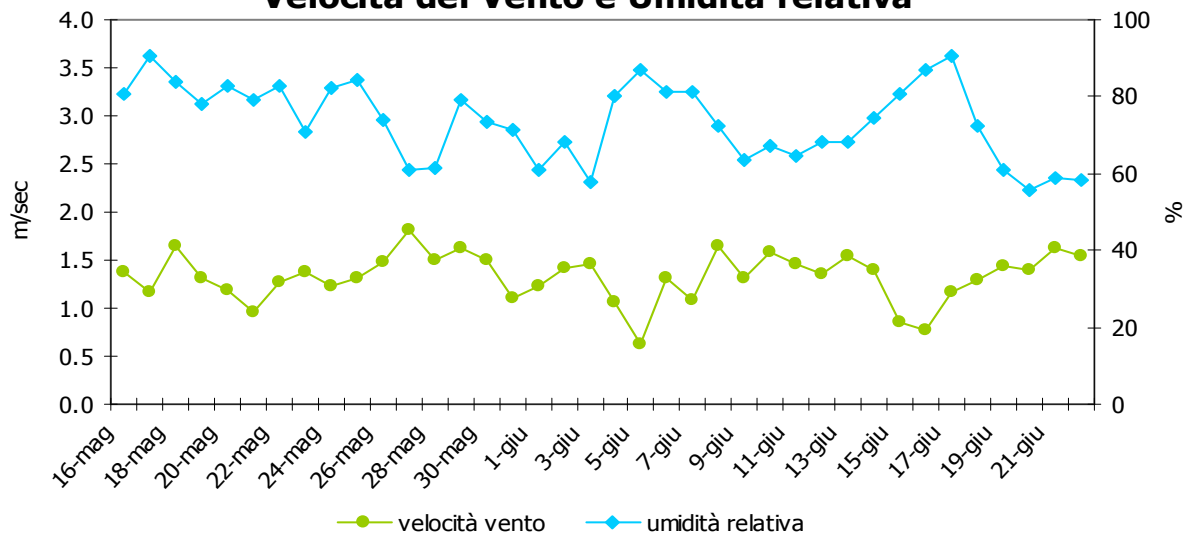
### Precipitazioni e Pressione



### Radiazione Solare Media e Temperatura



### Velocità del Vento e Umidità relativa



## Andamento del PM10 nel periodo di misura

Dal 16 maggio al 21 giugno 2008 è stata realizzata nel Comune Olginate una campagna di monitoraggio di Qualità dell'Aria, in particolare del PM<sub>10</sub>. Il campionatore sequenziale è stato posizionato in una area un'area sufficientemente aperta, in prossimità della SP 21 e nelle vicinanze della SP 72. Il sito è idoneo per la valutazione della qualità dell'aria dell'area circostante.

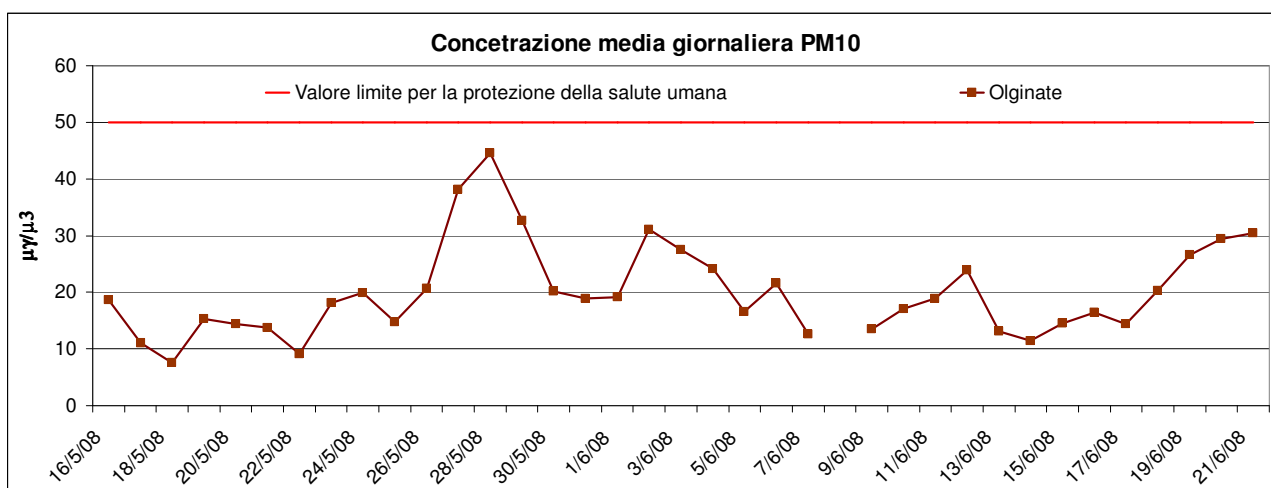
L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere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

Il **Particolato Fine (PM<sub>10</sub>)** 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 risolleamento 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).

Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM<sub>10</sub>, mentre per il PM<sub>2.5</sub> la comunità europea in collaborazione con gli enti nazionali sta effettuando le necessarie valutazioni.

La misura di **PM<sub>10</sub>** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri: l'evoluzione giornaliera dell'inquinante è 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 **PM<sub>10</sub>** sono sempre state inferiori al limite giornaliero. Ciò è stato anche favorito dalla situazione meteorologica contraddistinta prevalentemente da condizioni di instabilità che hanno contribuito alla dispersione delle polveri.



## Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

Il dato di PM<sub>10</sub> rilevato dal gravimetrico è stato messo a confronto con quello registrato nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nelle centraline di Lecco, Valmadrera e Merate appartenenti alla rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria della rete provinciale dell'Arpa.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
<b>Olginate</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	206	16 maggio -22 giugno 2008
<b>Lecco Sora</b>	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
<b>Lecco Amendola</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	Stazione Fissa
<b>Merate</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	292	Stazione Fissa
<b>Valmadrera</b>	PRIV	SUBURBANA	MEDIA URBANA	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 PM<sub>10</sub>, 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**

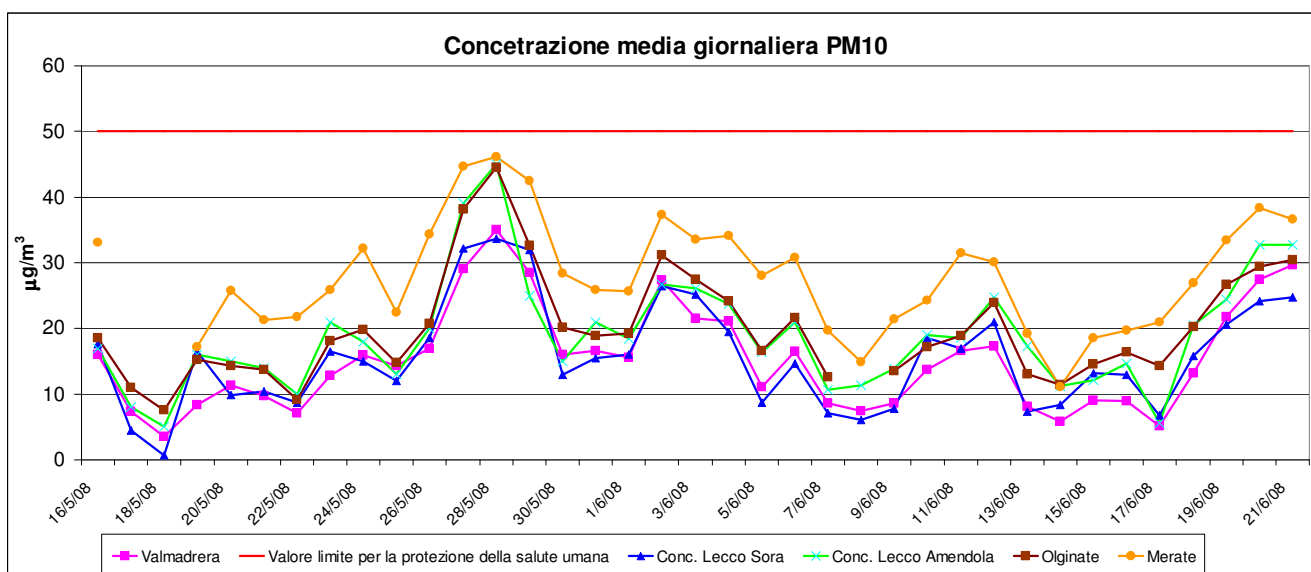
**Periodo: 16/5/2008 - 21/06/2008**

**giorni di campionamento: 37**

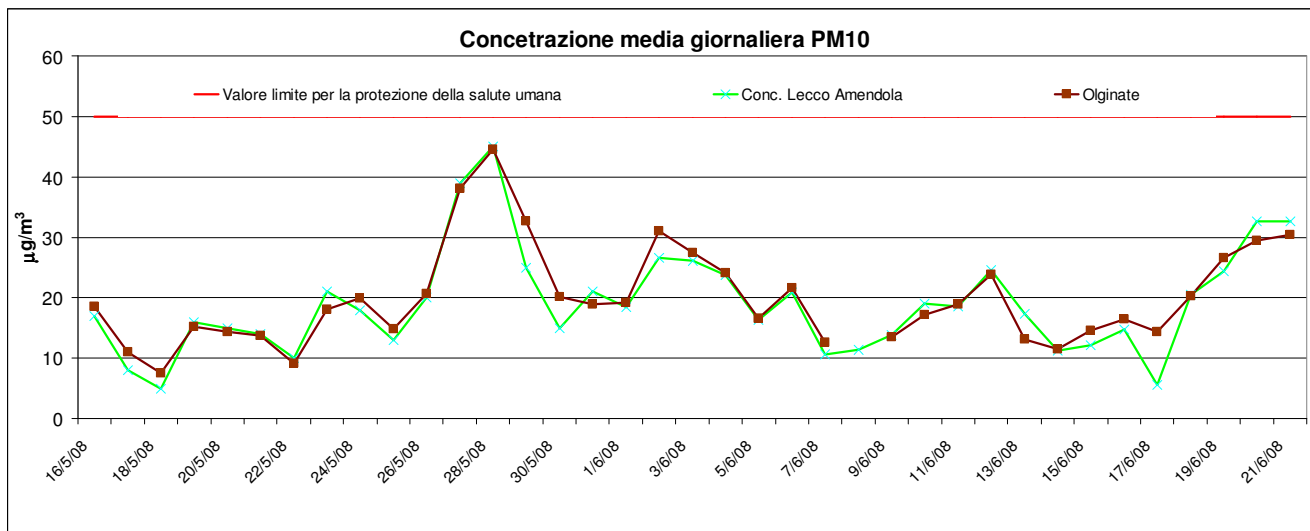
	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 24 h (µg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Liv. Protezione salute umana
<b>Olginate</b>	97	20	45	0
<b>Lecco Sora</b>	100	16	34	0
<b>Lecco Amendola</b>	100	19	45	0
<b>Merate</b>	95	28	46	0
<b>Valmadrera</b>	100	15	35	0

Durante la campagna ad Olginate, il **PM<sub>10</sub>** non ha mai superato il limite normativo.

Inoltre, come si rileva dal grafico riportato, le concentrazioni di polveri sottili nei diversi siti sono confrontabili sia in termini di andamento temporale, sia in termini di valore di concentrazione. La tabella mostra, infatti, come le medie e il valore massimo delle concentrazioni nel periodo di monitoraggio nei diversi siti, siano tra loro molto simili. Solo la centralina di Merate si differenzia in modo più evidente dalle altre.



In particolare, analizzando il grafico si può notare come le concentrazioni di PM<sub>10</sub> di Olginate siano molto simili a quelle di Lecco Amendola, posta sull'altra riva del Lago, ed ugualmente esposta.



## Conclusioni

Durante i giorni della campagna di misura ad Olginate, non si sono verificati superamenti del livello di protezione della salute umana relativi al PM<sub>10</sub>, analogamente alle altre centraline della rete aventi stesse caratteristiche tipologiche. L'andamento delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate è risultato confrontabile con quello rilevato nelle altre stazioni fisse prese a confronto, in particolare Lecco Amendola. Infatti le concentrazioni di PM<sub>10</sub> dipendono non solo dalle emissioni locali, ma anche dai fattori meteorologici, che ricoprono un ruolo fondamentale.

## Ringraziamenti

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

## Allegato Dati Orari

INQUINANTE : PM<sub>10</sub>

UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>

### VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	Conc. Olginate [µg/m <sup>3</sup> ]
16/05/2008	19
17/05/2008	11
18/05/2008	8
19/05/2008	15
20/05/2008	14
21/05/2008	14
22/05/2008	9
23/05/2008	18
24/05/2008	20
25/05/2008	15
26/05/2008	21
27/05/2008	38
28/05/2008	45
29/05/2008	33
30/05/2008	20
31/05/2008	19
01/06/2008	19
02/06/2008	31
03/06/2008	28
04/06/2008	24
05/06/2008	17
06/06/2008	22
07/06/2008	13
08/06/2008	N.D.
09/06/2008	13
10/06/2008	17
11/06/2008	19
12/06/2008	24
13/06/2008	13
14/06/2008	11
15/06/2008	15
16/06/2008	16
17/06/2008	14
18/06/2008	20
19/06/2008	27
20/06/2008	29
21/06/2008	30