



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI INTROBIO
prima parte

18/03/2010 - 16/04/2010

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI **INTROBIO**
prima 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 prima parte della campagna 2010 per il monitoraggio del PM₁₀ nel Comune di Introbio.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI INTROBIO prima 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. 13
Conclusioni	pag. 14
Ringraziamenti	Pag. 14
<i>Allegato Dati Giornalieri</i>	Pag. 15

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 Introbio (LC)

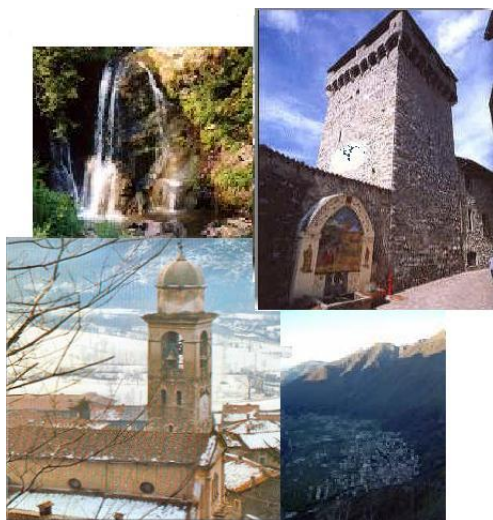
Superficie: 25,61 km²

Popolazione : 1.855 abitanti(01/01/2009 - ISTAT)

Densità : 72 abitanti/km²

Altitudine: 586 m s.l.m. (min 528, max 2.554)

Misura espressa in *metri sopra il livello del mare* del punto in cui è situata la Casa Comunale, con l'indicazione della quota minima e massima sul territorio comunale.



Introbio sorge in Valsassina, a circa 18 Km da Lecco. I torrenti che scorrono ai fianchi del paese, l'Acquaduro e la Pioverna, la Troggia che, non molto lontano, forma l'omonima cascata, rendono fresco il clima e favoriscono lo sviluppo industriale. Nel XIV secolo fu capoluogo politico ed amministrativo della Valsassina: Introbio oltre ad essere un'interessante località turistica vanta una notevole attività imprenditoriale.

La Valsassina è una valle racchiusa in un ampio solco che si estende ai piedi del gruppo delle Grigne, collegandosi al Lario con due sbocchi alle spalle di Lecco (a sud) e di Bellano (a nord). La percorre in tutta la sua lunghezza il torrente Pioverna che formandosi alle pendici delle Grigne scorre verso Nord per sfociare poi nel lago a Bellano. L'economia è legata alle attività agricole e pastorali, attraverso la produzione casearia, ed allo sfruttamento delle miniere di ferro, piombo e di argento.

La maggiore parte delle attività industriali, infatti, è basata sulla produzione di manufatti metallici come flange in acciaio (media Valle), articoli forgiati come martelli e tenaglie (media e alta Valle), minuterie metalliche (Introbio e Primaluna), e soprattutto forbici, coltelli e articoli da taglio (Premana).



● Postazione del mezzo mobile

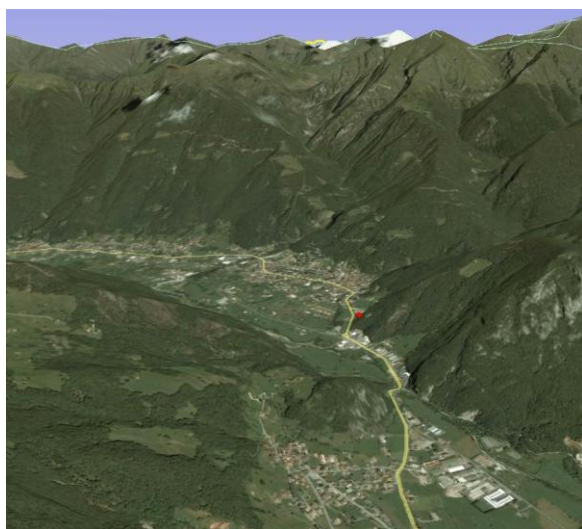
Posizionamento:

V. Vittorio Veneto (S.P.62)

Il campionatore è stato posizionato in una area verde antistante il Cimitero ed in prossimità delle scuole elementari comunali, lontano da fonti dirette.

All'area si accede dalla Via Vittorio Veneto la quale, dalla strada Provinciale, che percorre la Valsassina, conduce al centro di Introbio.

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 Introbio 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 (SO_2)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH_4)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO_2)
- Ammoniaca (NH_3)
- Protossido di Azoto (N_2O)
- 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>.

Dai dati Inemar 2007, risulta che le principali fonti di emissione per il **particolato fine (PM₁₀)** (1.62 t/anno), sono la combustione non-industriale (41%) ed il trasporto su strada (42%). Gli altri macrosettori influiscono in maniera meno incisiva.

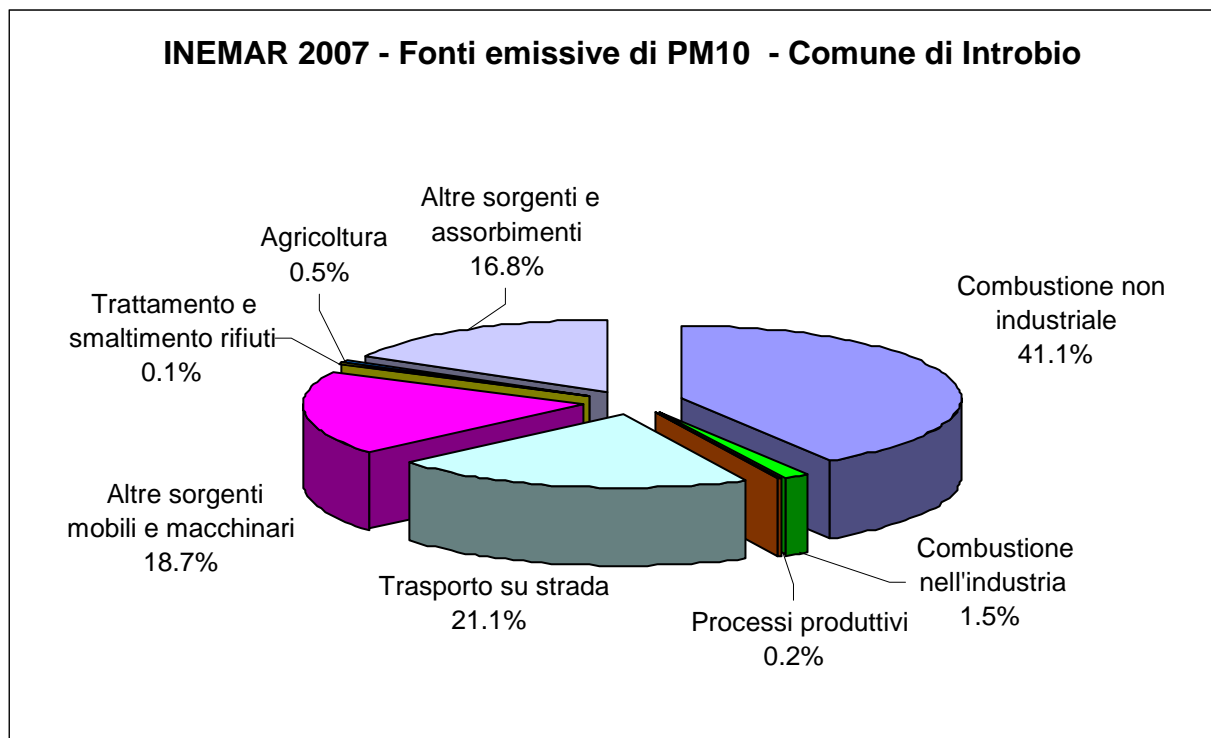
Per un maggior dettaglio, si riporta per Introbio, una tabella in cui sono riportate le quantità di inquinante emesse per macrosettore in relazione al tipo di combustibile utilizzato.

In particolare si evidenzia come il fattore principale di emissione sia dovuto al riscaldamento domestico (combustione non industriale) legato all'uso della legna e similari.

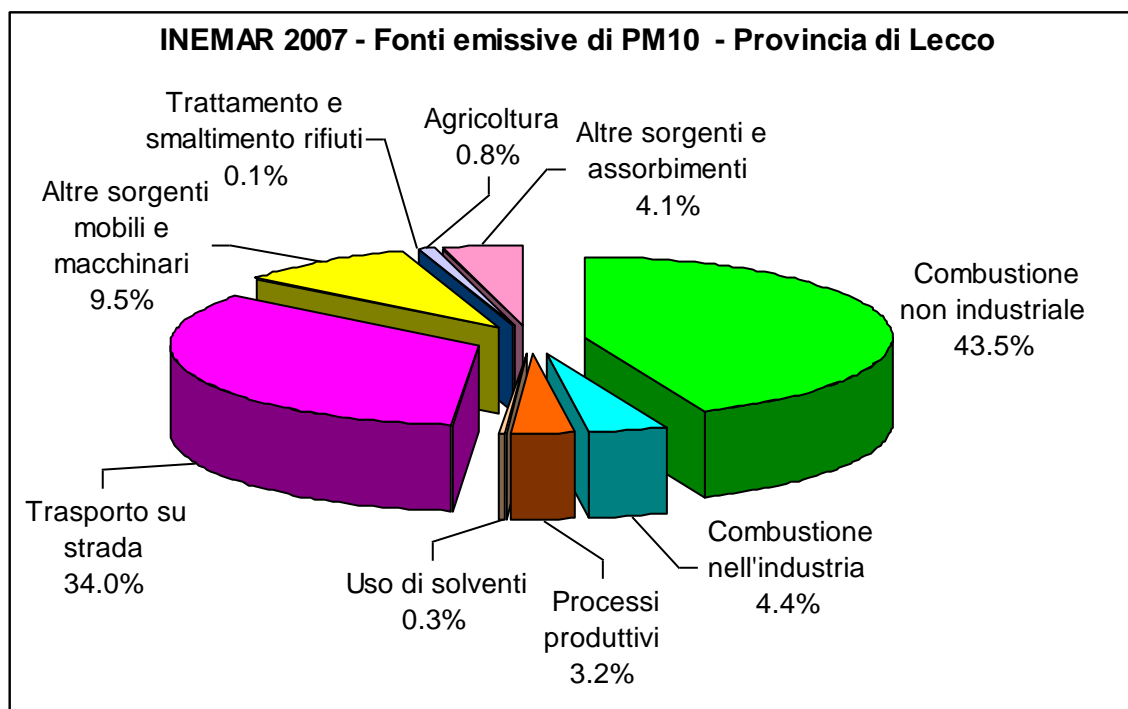
All'interno del macrosettore trasporto su strada, contribuisce in maniera determinante all'inquinamento da particolato, l'uso di mezzi diesel.

Per un confronto, si riportano i valori assoluti e percentuali delle stime relative al PM10 emessi dai diversi tipi di sorgente nell'intera provincia di Lecco.

Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM10 t/anno	totale t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	gasolio	0.078	1.62	41.1%
	legna e similari	1.524		
	olio combustibile	0.002		
	gas naturale (metano)	0.014		
	gas petrolio liquido (GPL)	0.003		
Combustione nell'industria	gasolio	-	0.06	1.5%
	legna e similari	0.058		
	gas naturale (metano)	0.002		
Processi produttivi	senza combustibile	0.008	0.01	0.2%
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	
Uso di solventi	-	-	-	
Trasporto su strada	senza combustibile (usura strade)	0.378	0.83	21.1%
	benzina senza piombo	0.051		
	gas naturale (metano)	-		
	gas petrolio liquido (GPL)	-		
	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.405		
Altre sorgenti mobili e macchinari	benzina senza piombo	-	0.74	18.7%
	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.738		
Trattamento e smaltimento rifiuti	residui agricoli	0.001	0.00	0.1%
	senza combustibile	0.001		
	rifiuti solidi urbani	0.001		
Agricoltura	senza comb.	0.021	0.02	0.5%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza comb.	0.661	0.66	16.8%
Totale		3.945	3.945	100%















Fonti emissive - macrosettore	PM10 t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	275	43.5%
Combustione nell'industria	27	4.4%
Processi produttivi	20	3.2%
Estrazione e distribuzione combustibili		
Uso di solventi	2.1	0.3%
Trasporto su strada	215	34.0%
Altre sorgenti mobili e macchinari	60	9.5%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.9	0.1%
Agricoltura	5.0	0.8%
Altre sorgenti e assorbimenti	26	4.1%
Totale	631.3	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.

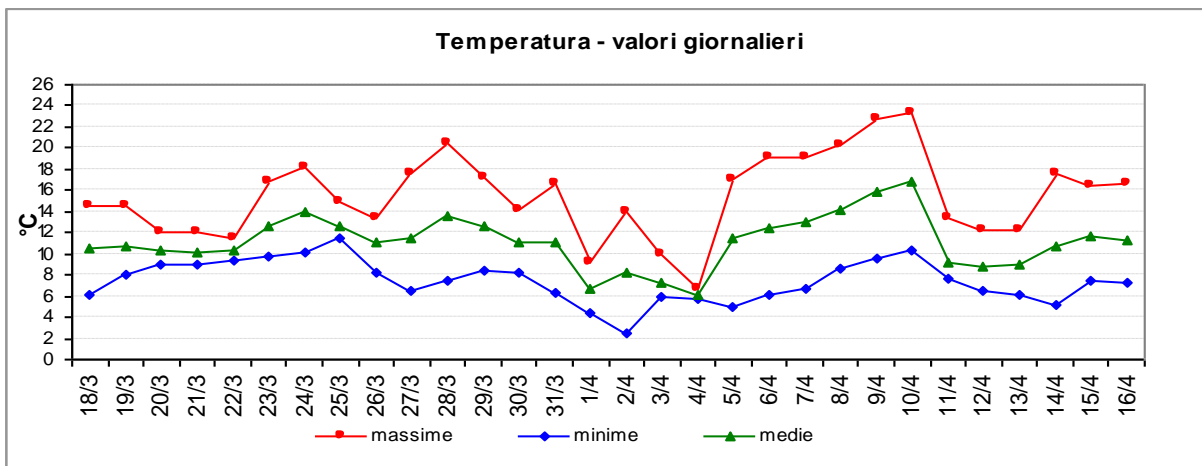
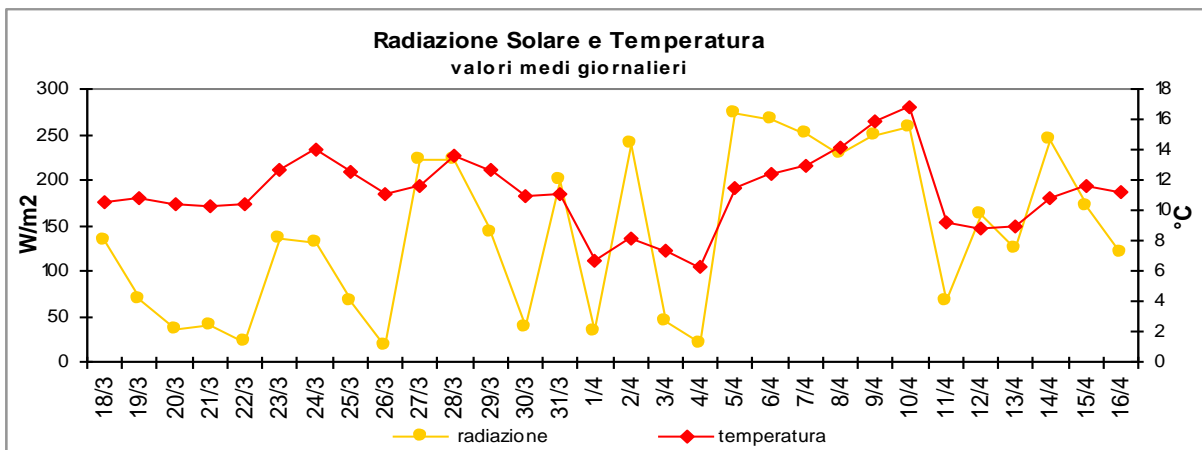
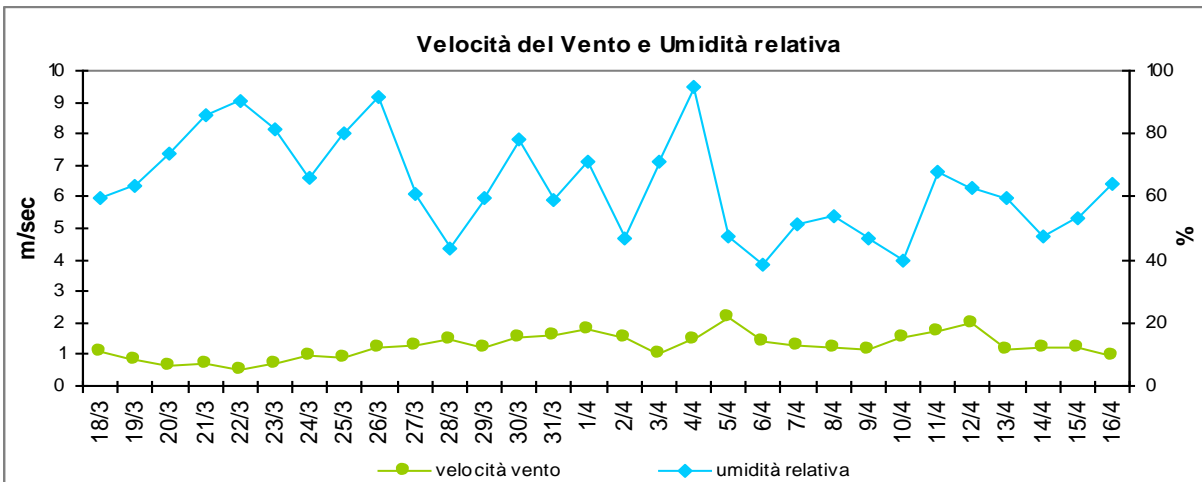
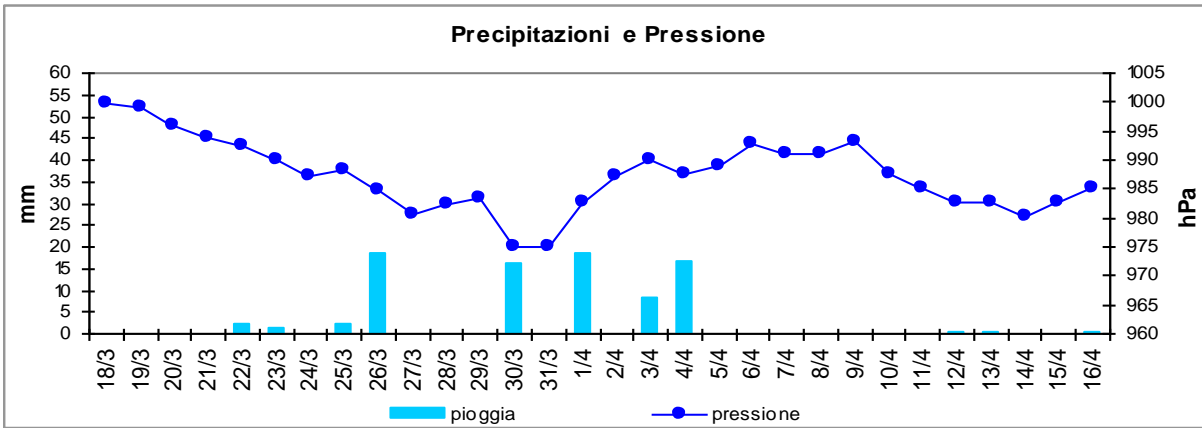
Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche durante lo svolgimento della campagna campionamento.

Settimana o periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura [°C]	Venti Condizioni prevalenti
3-11 marzo	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media = 10 °C Max= 15 °C Min= 6 °C	 Deboli
22-26 marzo	 Debolmente perturbato	Molto Deboli o Deboli	24.4	Media =12 °C Max=18 °C Min=8 °C	 deboli
27 – 29 marzo	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media = 13°C Max=20°C Min=6°C	 deboli
30 marzo 4 aprile	 Perturbato	Frequenti	60.2	Media = 8°C Max=17 °C Min= 2 °C	 deboli
5-10 aprile	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media = 14°C Max= 23 °C Min= 5 °C	 deboli anche a carattere di Fohn
11-16 aprile	 Debolmente perturbato	Molto Deboli	1.6	Media = 10 °C Max= 17 °C Min= 5 °C	 deboli

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

Andamenti dei principali parametri meteorologici



Andamento del PM₁₀ nel periodo di misura

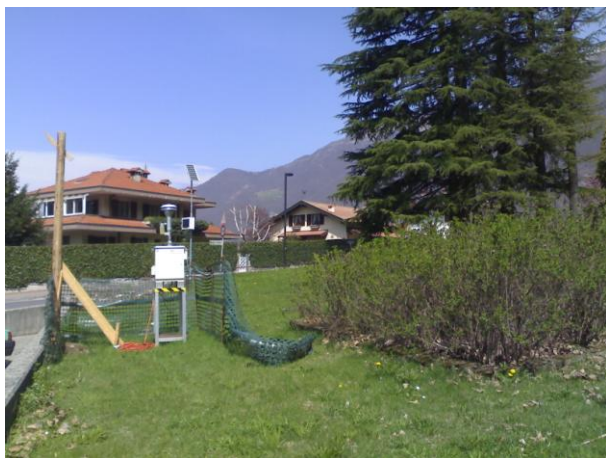
Il **Particolato Fine (PM₁₀)** è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera 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 nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM₁₀. Per quanto concerne il PM_{2.5}, la comunità europea con la Direttiva 2008/50/CE, ha stabilito il valore-obiettivo e il valore limite sulla media annuale (pari quest'ultimo a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1/01/2015). Nonostante tale direttiva non sia ancora stata recepita a livello nazionale, il DM 60/02 prevede che venga comunque effettuata la misura di questo parametro.

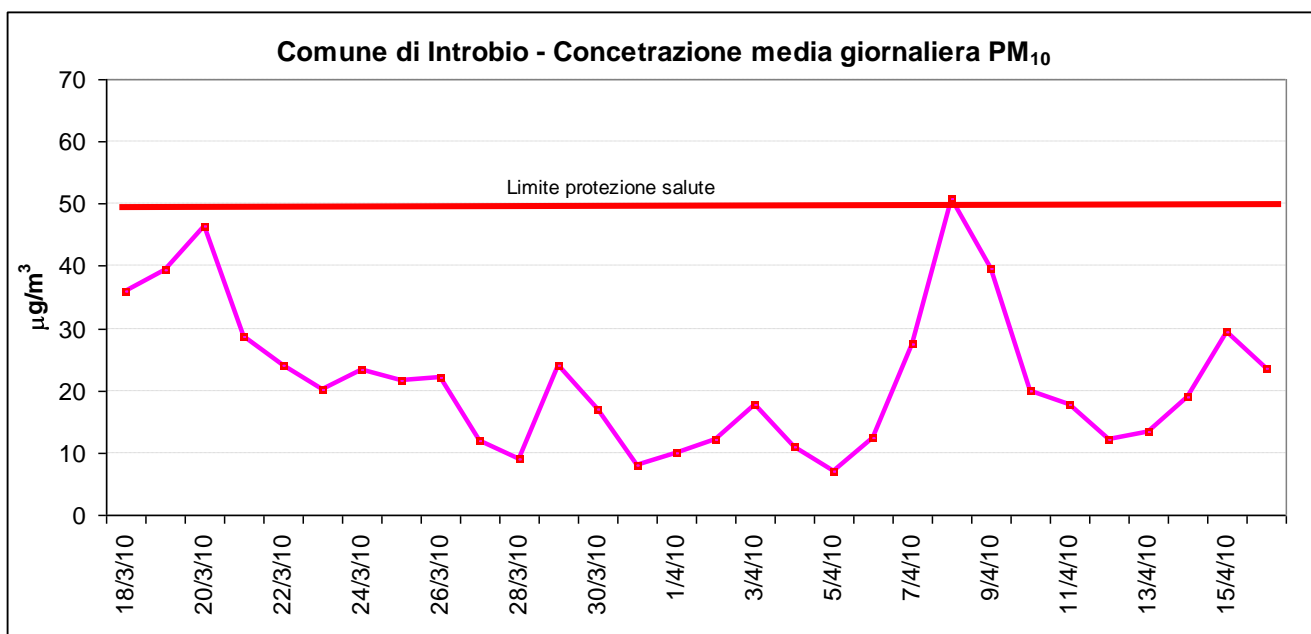
La campagna di monitoraggio delle polveri sottili, nel Comune di Introbio, è stata svolta dal 18 marzo al 16 aprile 2010.

Il campionatore sequenziale è stato posizionato in una area verde in prossimità del parcheggio del cimitero ubicato all'inizio del centro abitato.

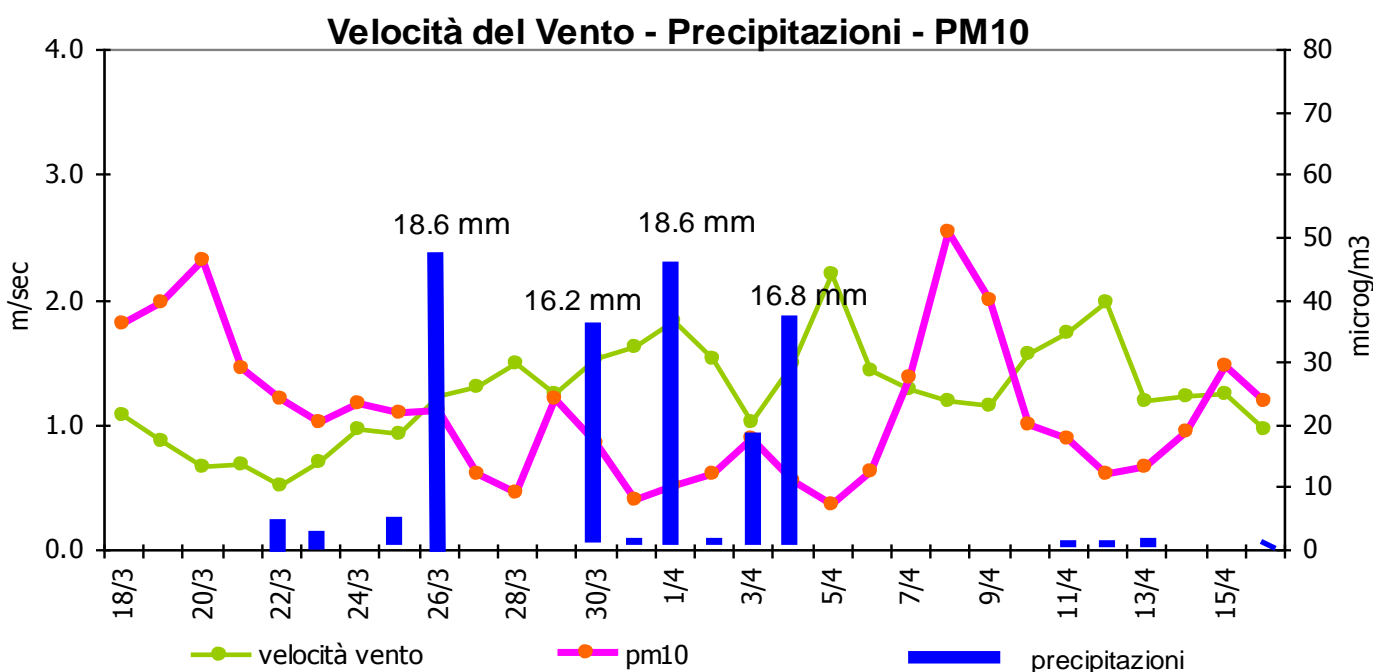


La misura di **PM₁₀** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23:55 dello stesso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

Durante il periodo di misura, solo 1 giorno su 30, le concentrazioni giornaliere di **PM₁₀** hanno superato il limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Il grafico seguente mostra come le piogge e, soprattutto, gli 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 Lecco Sora e di Moggio, 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
Introbio (LC)	PUB	RURALE	FONDO	586	18 marzo – 16 aprile 2009
Lecco Sora	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
Moggio	PUB	RURALE	FONDO	1197	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 gionaliero;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione

Inquinante: PM₁₀

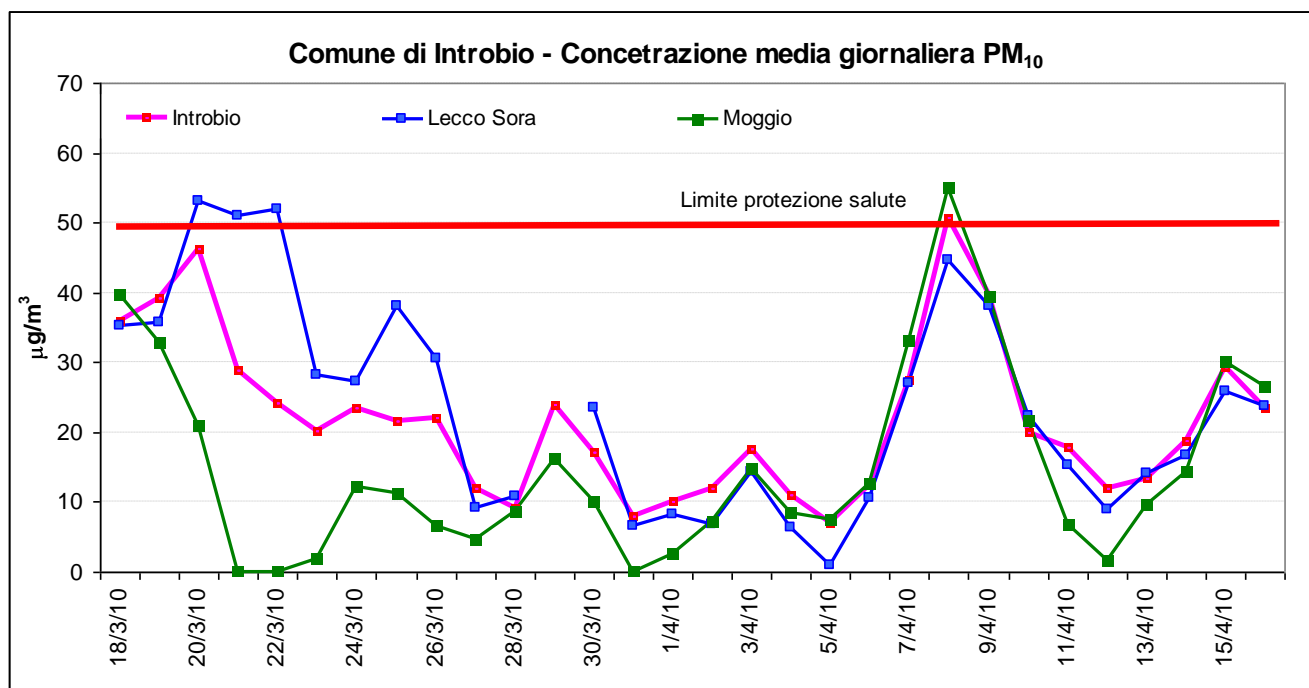
Periodo: 18/03/2010 – 16/04/2010

giorni di campionamento: 30

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione salute umana
Introbio (LC)	100	22	51	1/30
Lecco Sora	97	24	53	3/30
Moggio	100	15	55	1/30

Le medie giornaliere di PM₁₀ sono state messe a confronto con i valori rilevati nelle Stazioni fisse di Lecco Sora e Moggio aventi analoga tipologia.

Si nota che, durante i primi giorni della campagna, le concentrazioni di Introbio sono state nettamente inferiori a quelle di Lecco Sora, ma nei giorni successivi sono state sempre lievemente superiori. Inoltre le concentrazioni sono state quasi sempre maggiori di quelle registrate a Moggio, stazione a quota superiore. In ogni caso gli andamenti nelle tre postazioni sono confrontabili ed infatti le concentrazioni più elevate sono state registrate durante gli stessi giorni.



Conclusioni

Dalla campagna di monitoraggio di PM₁₀ eseguita ad Introbio, 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.

Allegato Dati Orari

INQUINANTE : PM₁₀

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	Conc. PM10 Introbio [µg/m ³]
17/03/2010	---
18/03/2010	36
19/03/2010	39
20/03/2010	46
21/03/2010	29
22/03/2010	24
23/03/2010	20
24/03/2010	23
25/03/2010	22
26/03/2010	22
27/03/2010	12
28/03/2010	9
29/03/2010	24
30/03/2010	17
31/03/2010	8
01/04/2010	10
02/04/2010	12
03/04/2010	18
04/04/2010	11
05/04/2010	7
06/04/2010	13
07/04/2010	27
08/04/2010	51
09/04/2010	40
10/04/2010	20
11/04/2010	18
12/04/2010	12
13/04/2010	13
14/04/2010	19
15/04/2010	29
16/04/2010	24