



Progetto PARFIL: campagna di misura di PM₁₀
COMUNE DI LECCO

12/02/2005 – 31/12/2005



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Progetto PARFIL: Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI **LECCO**

Gestione e Manutenzione degli Strumenti

P.I. Luca Vergani

Relazione *redatta*

Dr.ssa Anna De Martini

Dirigente U.O. Territorio e Sistemi Ambientali
Dip. di Lecco
Dott. Paola Bossi

Direttore Dipartimento Lecco
Ing. Franco Olivieri

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con uno strumento gravimetrico dal 12 febbraio al 31 dicembre 2005 nel comune di Lecco nell'ambito del progetto PARFIL (PARTicolato Fine in Lombardia).

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI **LECCO**

Introduzione

Strumento per la misura di PM₁₀	pag. 4
Definizione di PM₁₀	pag. 4
Normativa	pag. 5

Campagna di Misura

Sito di Misura	pag. 6
Principali Sorgenti Emissive	pag. 8
Situazione Meteorologica nel periodo di misura	pag. 11
Andamento e confronto del PM₁₀ con dati rilevati da postazioni fisse	pag. 17
Conclusioni	pag. 21

Allegato Dati Orari

Introduzione

Strumento per la misura di PM₁₀

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Lecco, è stato utilizzato uno strumento gravimetrico per la misura di PM₁₀ o particolato fine.

Lo strumento impiegato è un gravimetrico prodotto dalla Zambelli, costituito da un campionatore sequenziale modello Explorer Plus, dal movimentatore automatico per filtri modello Controller, entrambi posizionati all'interno di una cabina termoventilata, dove alloggiavano anche la stampante ed il condizionatore, e la testa di prelievo.

Il sistema è dotato di:

- una testa di prelievo secondo la norma US-EPA, che richiede un flusso di campionamento costante di 1 m³/h.
- 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 T_a e P_a) e il volume a condizioni standard V_{st} (a 20 °C e 101.3 Pa), non sono misure dirette, ma sono calcolati normalizzando il volume V_c (a T_g e P_a) misurato dal contatore volumetrico per pressione e temperatura medie.

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

- inizio, fine e tempo effettivo di campionamento;
- volumi V_c , V_{st} e V_{eff} ;
- temperature T_g media, e T_a minima, media e massima;
- pressioni P_a media e P minima e massima.

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

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

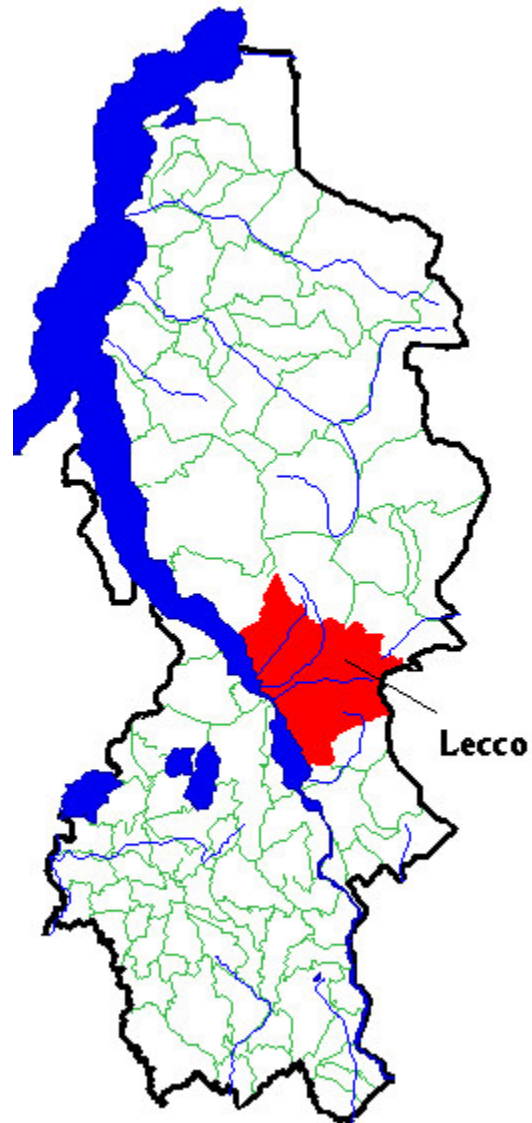
Normativa

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. Per gestire episodi d'inquinamento acuto viene invece utilizzata la soglia di attenzione (D.G.R. 28/10/02).

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. 60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.M. 60 del 2/4/02

Campagna di Misura

Sito di Misura



Periodo di Misura: 12 febbraio 2005 – 31 dicembre 2005

Sito di misura: Comune di Lecco

Assi Stradali: strade urbane: via Milazzo, via Pasubio, via Catalafimi;
Area Residenziale.

Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Lecco 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 (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 (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 $10 \mu\text{m}$ (PM_{10})

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 più importanti fonti emissive all'interno del Comune di Lecco.

Le emissioni di **biossido di zolfo** (30 t/anno) derivano principalmente dai processi legati al traffico (41%) e alla combustione non industriale (32%) dovuta per lo più agli impianti di riscaldamento civile.

Gli **ossidi di azoto** e il **monossido di carbonio** sono considerati inquinanti, la cui origine è da ricondursi quasi esclusivamente al trasporto su strada. Per le emissioni di monossido di carbonio è stata stimata una cifra pari a circa 2985 t/anno, dovuta per lo più al traffico autoveicolare (51%). Le emissioni di ossidi azoto (631 t/anno) sono invece da ricondursi non soltanto alle autovetture, ma anche ai mezzi pesanti. Il contributo del traffico è stimato essere del 47%.

Per quanto riguarda i **composti organici volatili (COV)** le principali sorgenti all'interno del Comune di Lecco sono il trasporto su strada e le attività che fanno uso di solventi: il contributo di quest'ultima sorgente risulta preponderante in particolare per le emissioni di COV (60%).

Il **particolato fine (PM₁₀)** è prodotto principalmente dal traffico su strada (44%), ma anche da tutte quelle attività incluse nel macrosettore “Altri sorgenti e assorbimenti” che includono gli incendi di foreste o altro, fuochi d’artificio e combustione di tabacco (sigari e sigarette) (34%).

Si riportano in grafici (valori percentuali) e tabelle (valori assoluti) le stime relative al particolato fine o PM₁₀ per i diversi tipi di sorgente all’interno del Comune di Lecco. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all’intera provincia di Lecco.

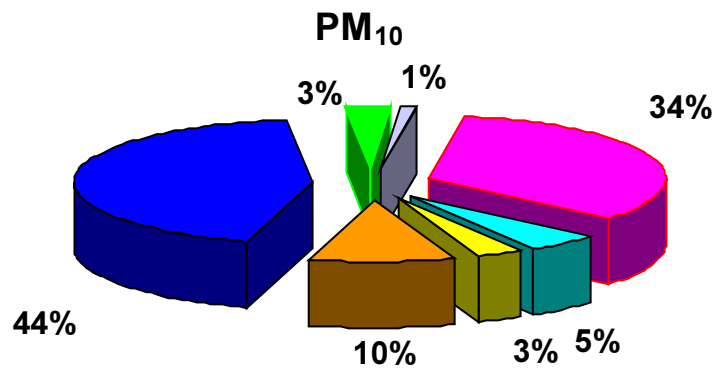
Si fa presente inoltre che l’inventario utilizzato si basa su dati riferiti al 2003.

Comune di Lecco

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Combustione non industriale	10	52	26	288	7
Combustione nell'industria	3	223	6	657	2
Processi produttivi	2	35	98	67	4
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	46	0	0
Uso di solventi	0	0	849	0	2
Trasporto su strada	12	300	241	1522	34
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.2	7	1	2	1
Trattamento e smaltimento rifiuti	0	0	0	0	0
Agricoltura	0	0	0	0	0.05
Altre sorgenti e assorbimenti	4	15	137	450	26

Provincia di Lecco

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Combustione non industriale	107	622	700	8372	213
Combustione nell'industria	18	856	80	1485	24
Processi produttivi	2	74	738	67	15
Estrazione e distribuzione combustibili			361		
Uso di solventi		6	5401	0	12
Trasporto su strada	123	2901	1674	10631	324
Altre sorgenti mobili e macchinari	8	126	17	40	15
Trattamento e smaltimento rifiuti	42	157	2	2	10
Agricoltura		1	1	0	4
Altre sorgenti e assorbimenti	4	17	1126	520	42



- Combustione non industriale
- Processi produttivi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti e assorbimenti

- Combustione nell'industria
- Uso di solventi
- Altre sorgenti mobili e macchinari

Situazione meteorologica nel periodo di misura

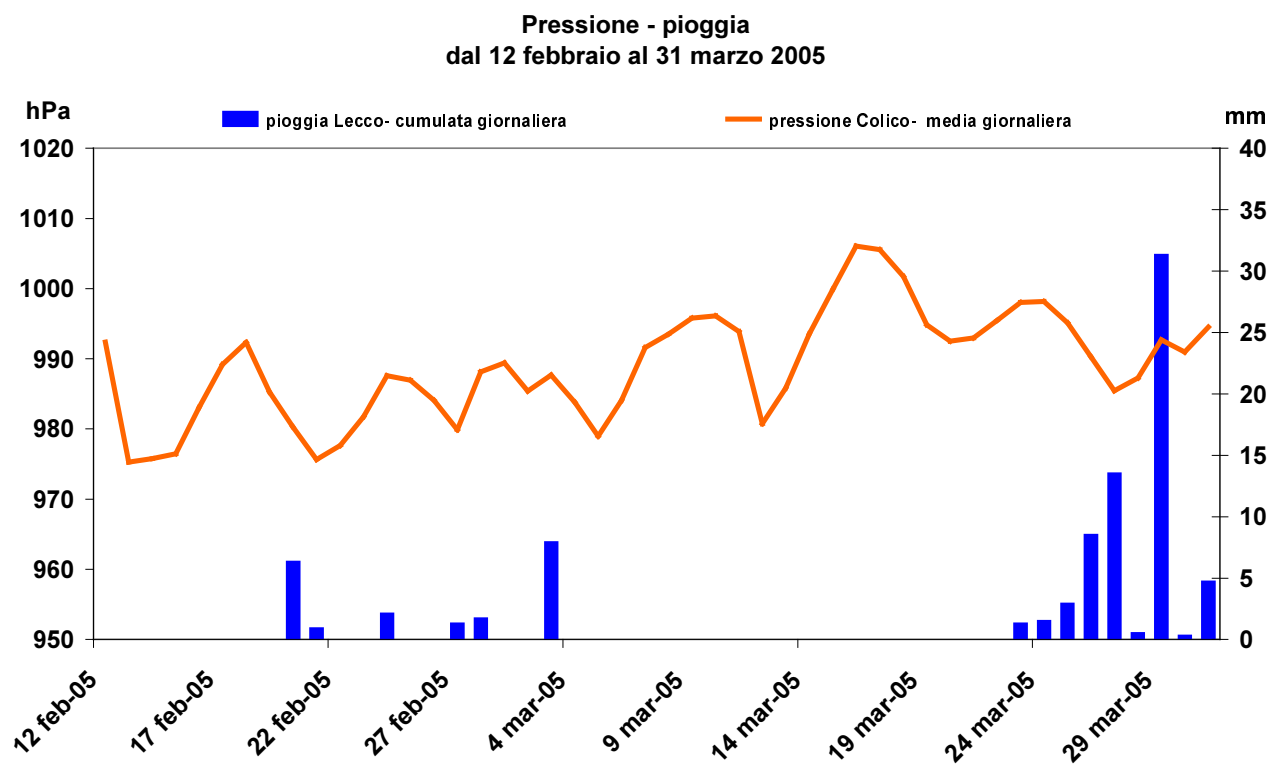
L'anno 2005 è stato caratterizzato da scarse precipitazioni nel primo periodo dell'anno (da gennaio a metà marzo) e da una primavera con tempo variabile. Vi sono stati fenomeni piovosi anche nei mesi estivi, in particolare in agosto e settembre. Proprio in questo mese si è registrato il massimo di piovosità (162 mm). Nel mesi di novembre e di dicembre sono state scarse le piogge, favorendo così una bassa dispersione degli inquinanti.

Per quanto riguarda le temperature, le massime giornaliere più elevate sono state raggiunte nei mesi di giugno, luglio e agosto, con un picco assoluto nel mese di giugno pari a 36.6 °C, registrato il giorno 28. I mesi più freddi sono stati gennaio, febbraio e marzo: la temperatura più bassa, pari a -5.3 °C, è stata registrata il 2 marzo.

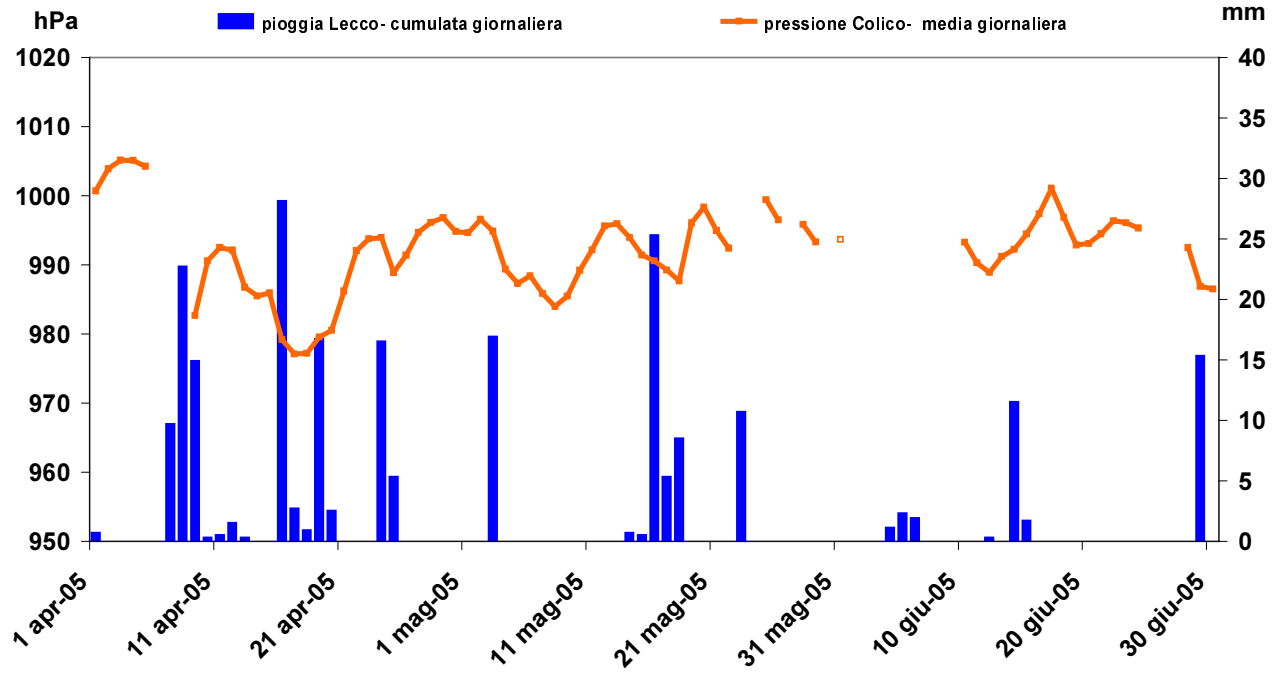
L'andamento della velocità media del vento risulta essere più elevata nei mesi primaverili ed estivi. Nel mese di giugno è stata misurata la massima velocità oraria assoluta di tutto l'anno: 8.5 m/s il 29 giugno. Le direzioni prevalenti dei venti sono da nord-ovest per il 30% e da sud per il 19% nel 2005.

Si riportano in grafico gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati al periodo di misura presso le stazioni di Lecco (temperatura, radiazione solare, velocità del vento e pioggia) e di Colico (pressione):

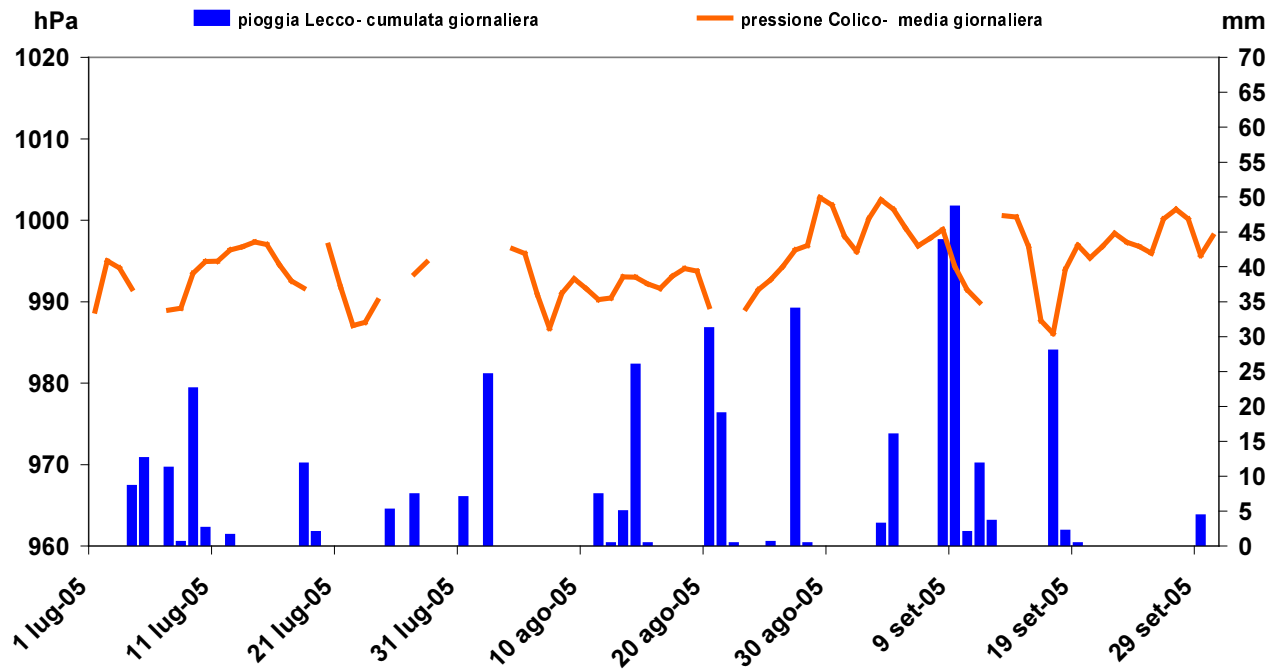
- precipitazioni (cumulata giornaliera) e pressione (media giornaliera)
- radiazione solare (massima giornaliera) e temperatura (massima giornaliera)
- temperatura (media giornaliera) e temperatura (massima giornaliera)
- velocità del vento (media giornaliera) e velocità del vento (massima giornaliera)
- rose dei venti



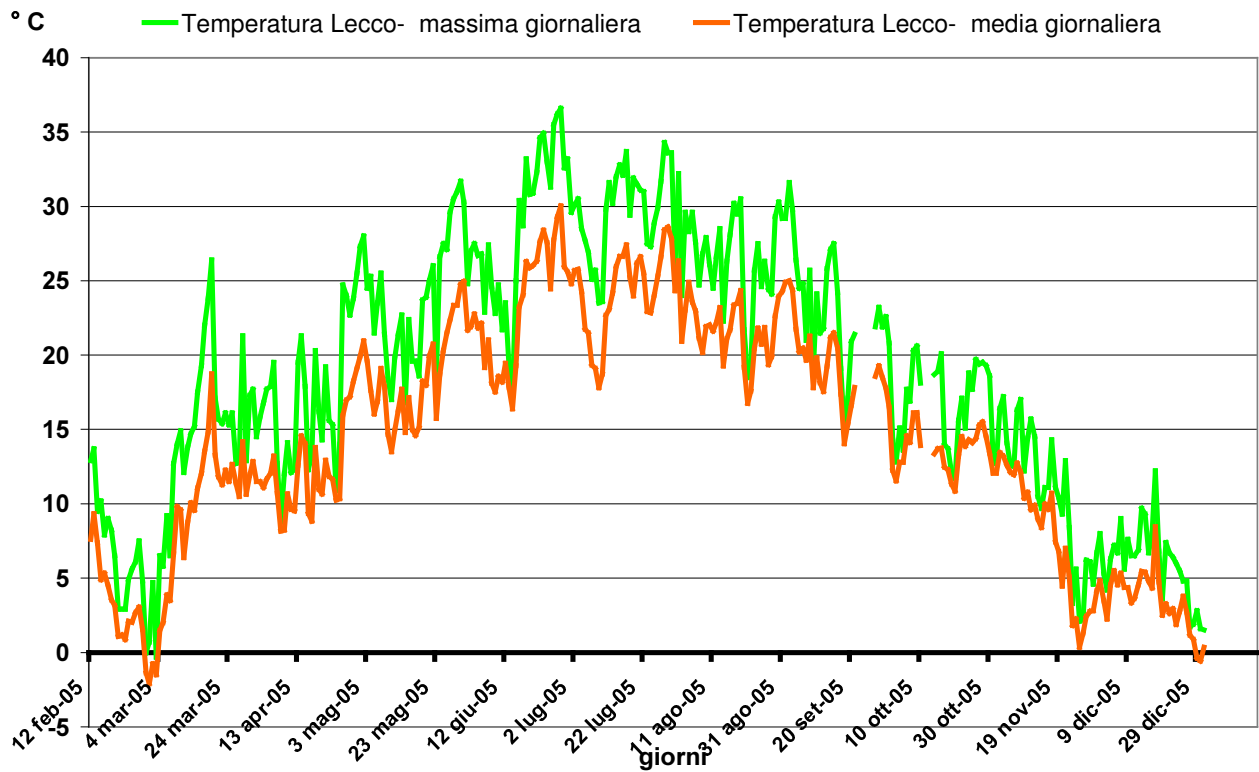
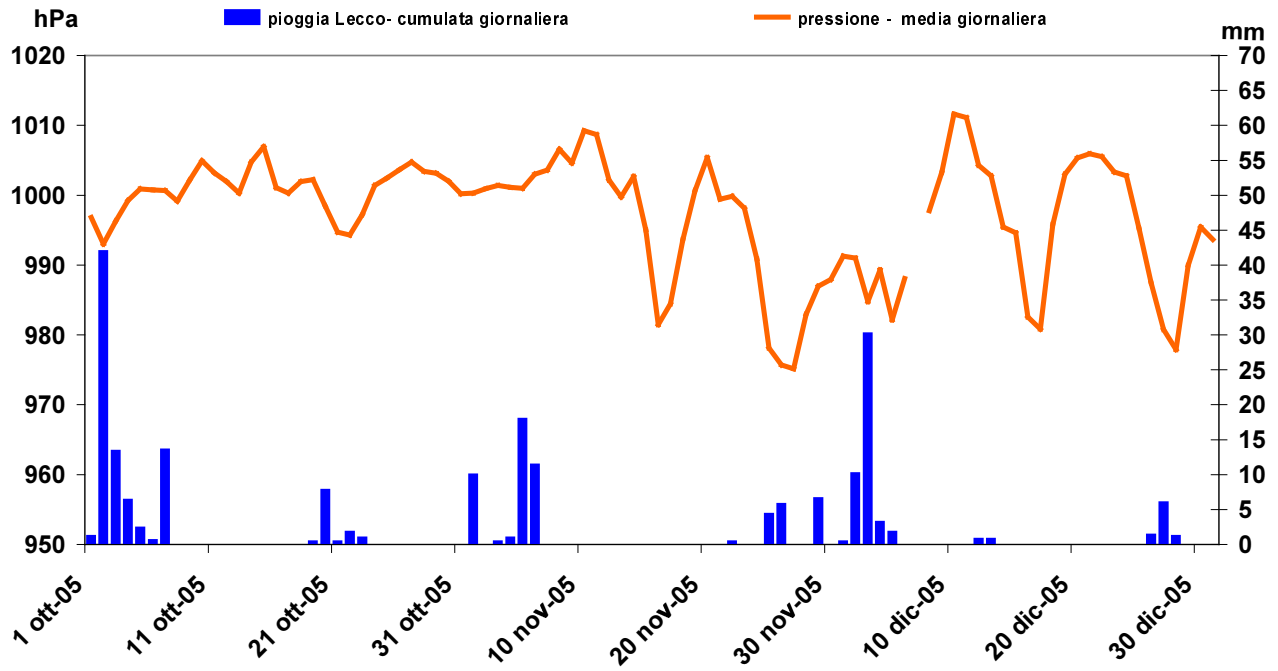
Pressione - pioggia
dal 1 aprile al 30 giugno 2005

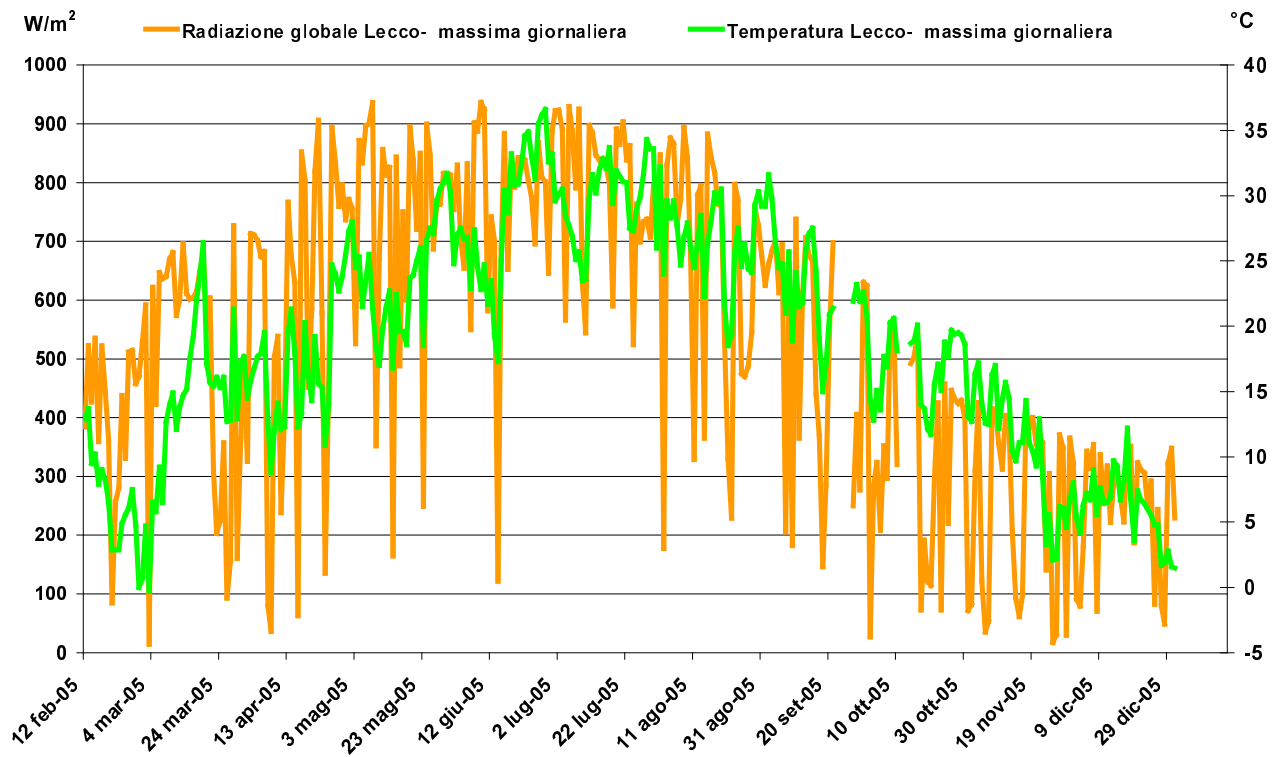
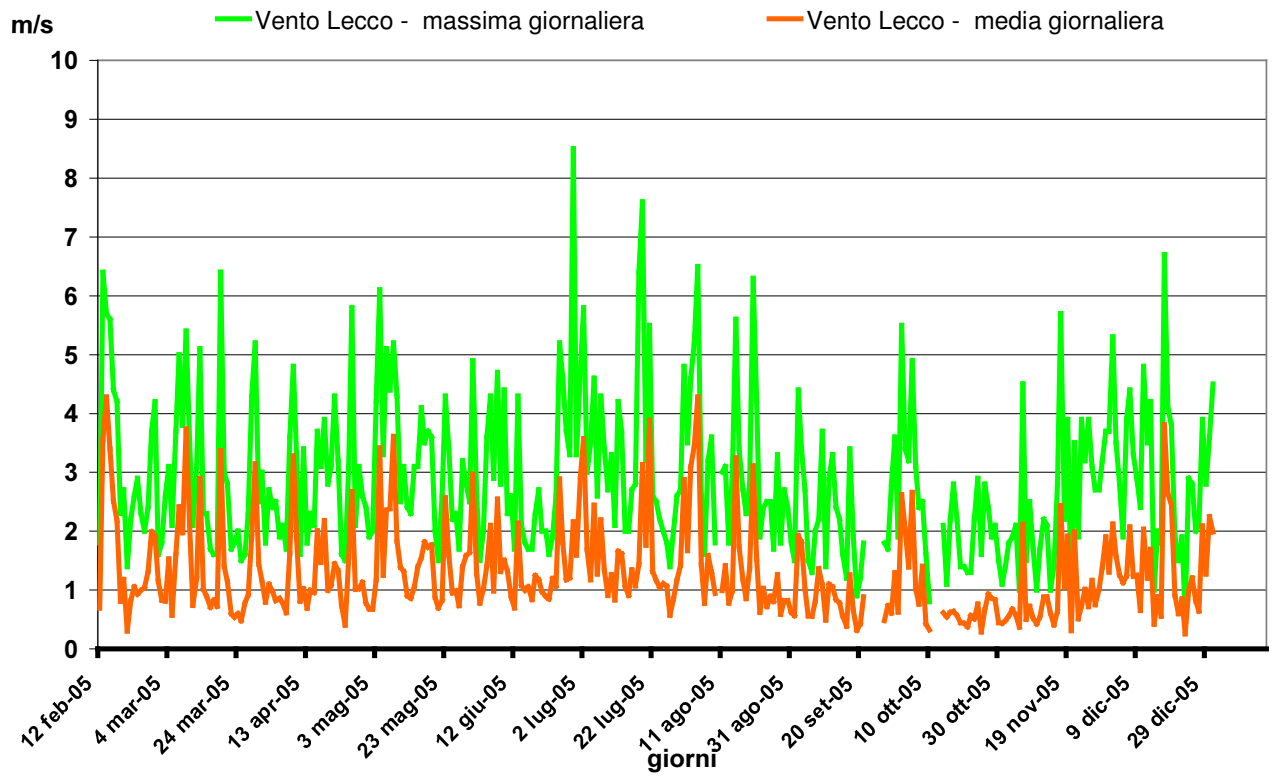


Pressione - pioggia
dal 1 luglio al 30 settembre 2004

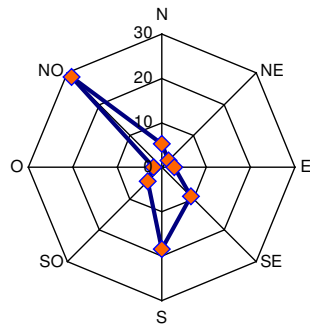


Pressione - pioggia
dal 1 ottobre al 31 dicembre 2005

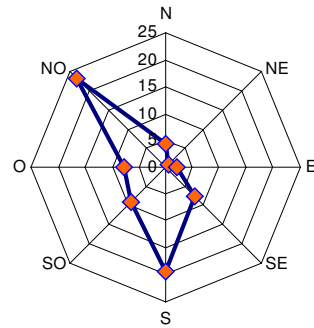




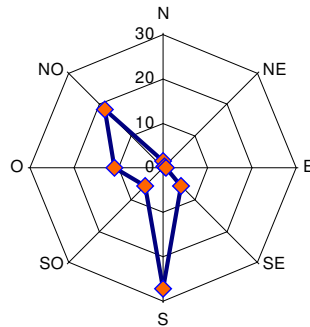
febbraio 2005



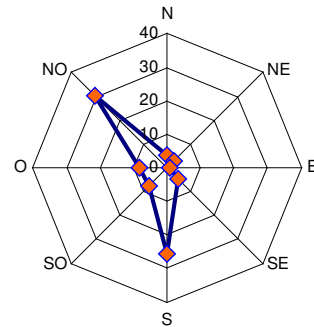
marzo 2005



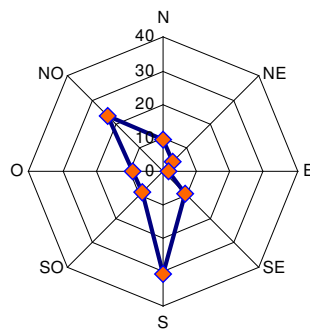
aprile 2005



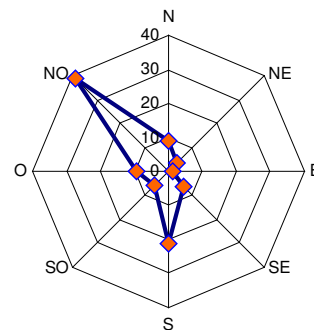
maggio 2005

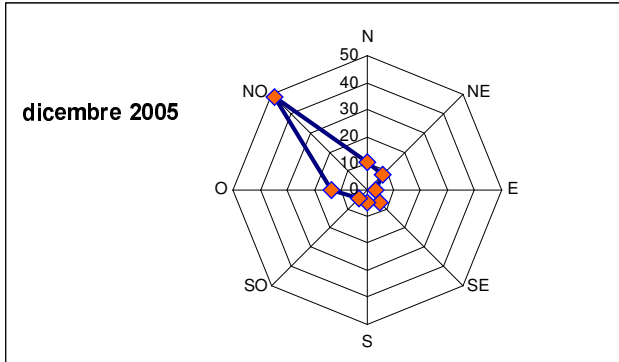
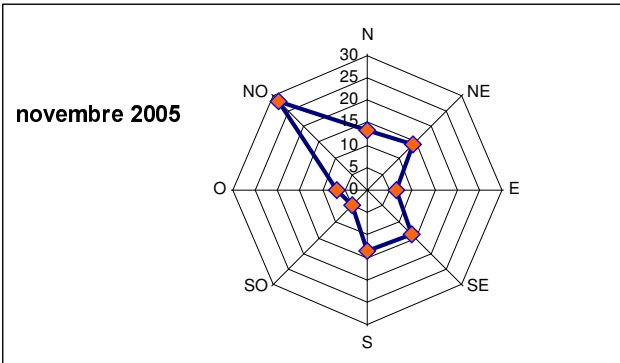
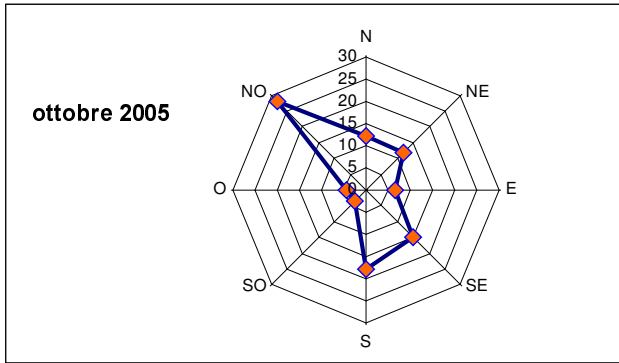
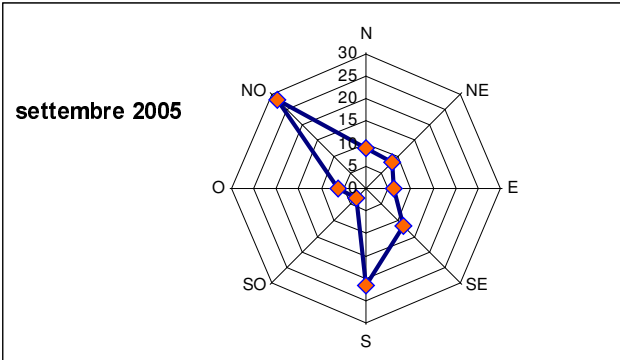
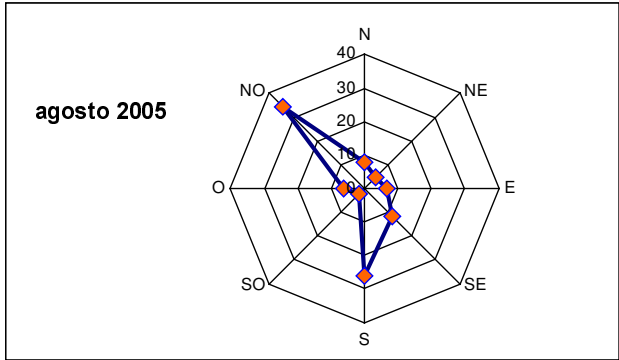


giugno 2005



luglio 2005





Andamento e confronto del PM₁₀ con dati rilevati da postazioni fisse

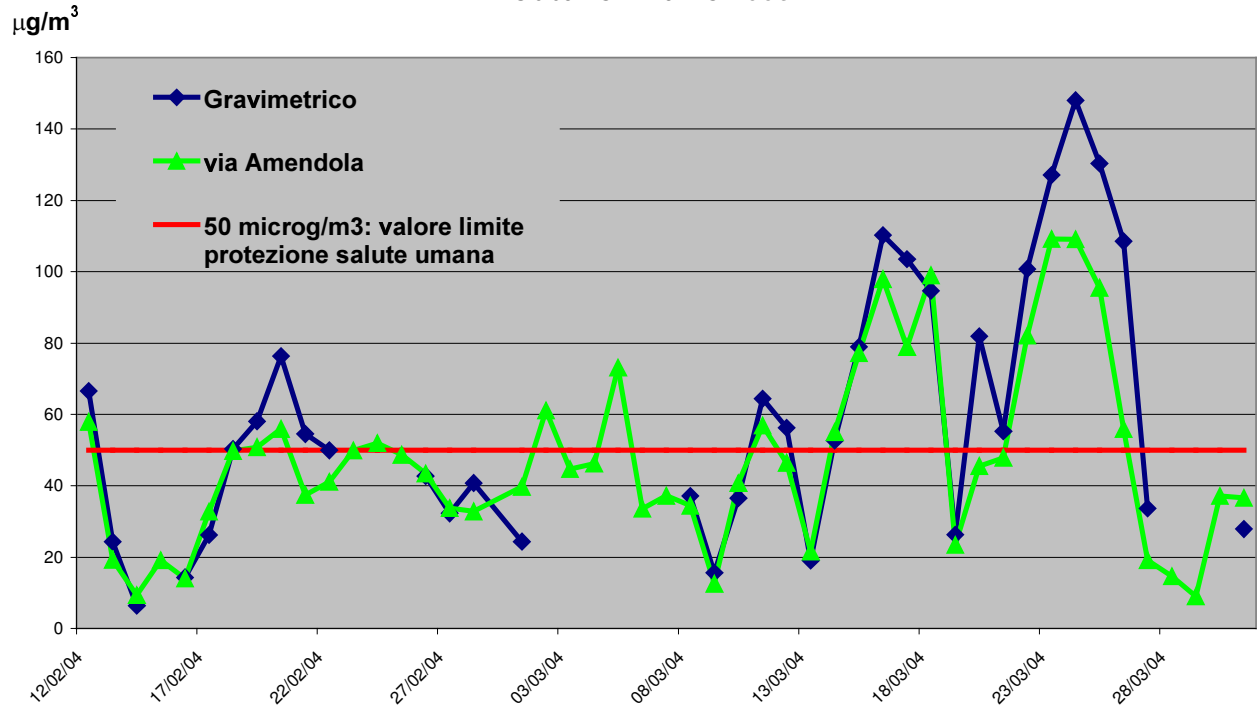
Dal 12 febbraio al 31 dicembre 2005 è stata realizzata nel comune di Lecco una campagna di monitoraggio di Qualità dell'Aria nell'ambito del progetto regionale PARFIL (PARTicolato Fine in Lombardia), che si propone di migliorare le conoscenze del particolato fine in termini di fonti emissive, di distribuzione delle concentrazioni e composizione chimica. Nella provincia di Lecco il sito di misura coinvolto è quello di via Catalafimi a Lecco.

Il **Particolato Fine (PM₁₀)** è considerato uno dei “nuovi inquinanti”, la sua misura è stata introdotta a partire dal 2000. 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 a processi di combustione per la produzione di energia. 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: si possono misurare particelle con diametro aerodinamico dell'ordine di alcune frazioni di micron fino a particelle grandi con diametro attorno alle decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle fini e come tali presentano caratteristiche tali da penetrare nelle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a 10 µm.

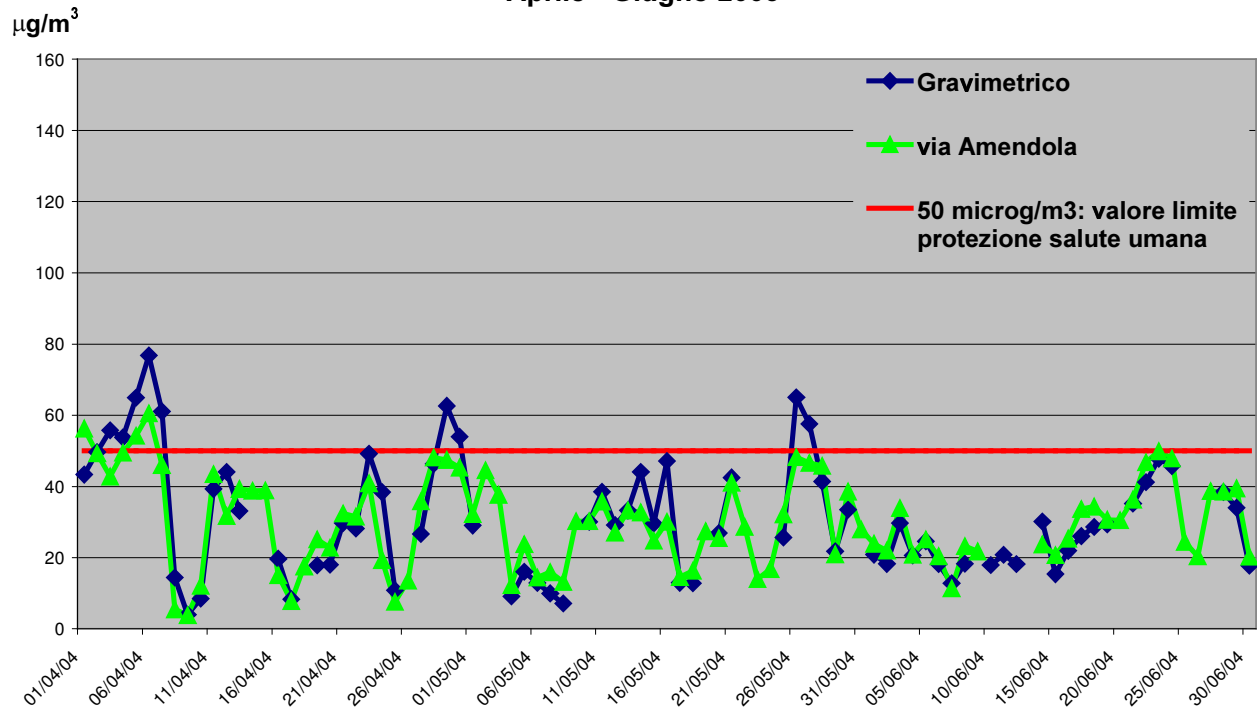
Dal mese di febbraio ai primi di aprile le concentrazioni giornaliere di PM₁₀ sono state molto elevate, superando quasi quotidianamente i 50 µg/m³, valore limite della protezione della salute umana giornaliero. Questi superamenti sono dipesi dalla situazione meteorologica, caratterizzata da un limitato rimescolamento atmosferico, che non ha permesso la dispersione delle polveri. Successivamente l'arrivo delle piogge e l'aumento del rimescolamento dell'atmosfera, hanno favorito una diminuzione delle concentrazioni, che si sono attestate al di sotto del limite di protezione della salute umana. Nel periodo estivo le concentrazioni di polveri fini sono state essenzialmente basse. In alcuni giorni sono stati registrati dei superamenti, dovuti all'aumento in atmosfera di particolato fine di origine secondaria. Infatti le condizioni meteorologiche tipiche dell'estate, in particolare con radiazione solare intensa, favoriscono l'innescarsi di reazioni chimiche che portano alla produzione di particolato. Dal mese di ottobre in poi, mutando le condizioni meteo, in assenza di pioggia, le concentrazioni di PM₁₀ sono aumentate, superando più volte i 50 µg/m³.

Il dato di PM₁₀ rilevato dal gravimetrico è stato messo a confronto con quello registrato nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nella centralina di via Amendola appartenente alla rete fissa della qualità dell'aria della provincia di Lecco, mostrando un buon accordo tra le misure.

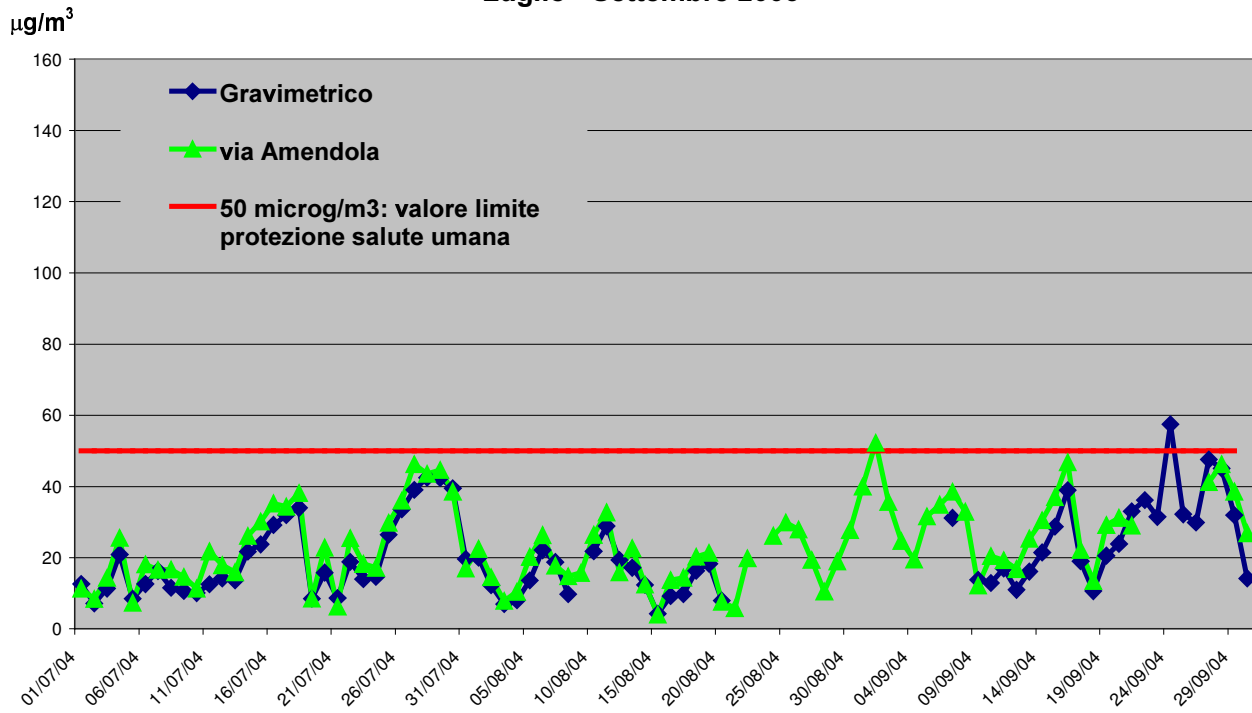
Febbraio - Marzo 2005



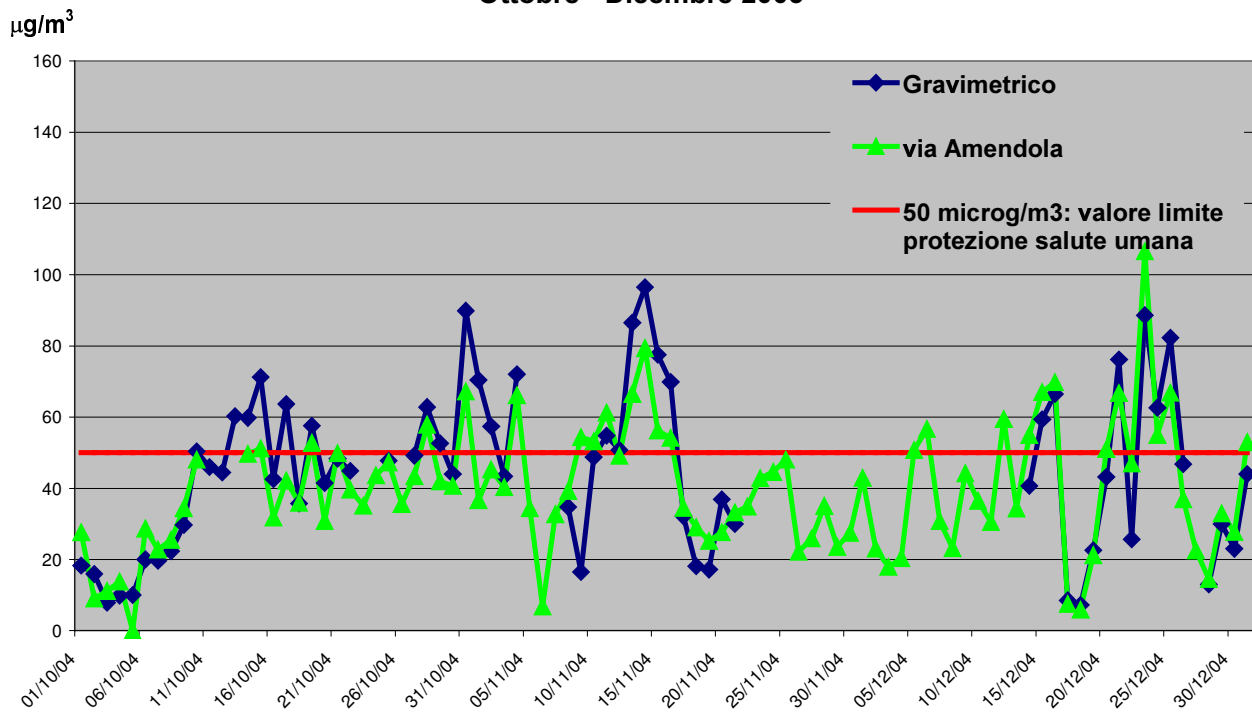
Aprile - Giugno 2005



Luglio - Settembre 2005



Ottobre - Dicembre 2005



Nelle seguenti tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche dei siti di campionamento (tabella 1) e altri dati statistici riferiti al PM₁₀ relativi al periodo della campagna di misura (tabella 2):

- % rendimento
- media delle concentrazioni sul periodo di misura;
- valore massimo giornaliero;
- numero giorni in cui sono stati superati il valore limite di protezione della salute umana (50 µg/m³).

Tabella 1

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
Gravimetrico via Catalafimi	PUB	URBANA	SUBURBANA	214	12 febbraio -31 dicembre 05
via Amendola	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	Stazione 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

Tabella 2

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento valore limite protezione della salute umana (50 µg/m ³)
Gravimetrico via Catalafimi	85	36	148	51
via Amendola	96	36	117	67

Conclusioni

La campagna di misura di polveri sottili nell'ambito del progetto Parfil ha evidenziato l'esistenza di periodi critici per l'inquinamento da PM_{10} , a causa di particolari situazioni meteorologiche. Infatti in condizioni di stabilità atmosferica, in presenza di inversioni termiche e quindi di limitato rimescolamento dell'atmosfera, situazioni tipiche dell'autunno ed in particolare dell'inverno, numerosi sono stati i superamenti del valore limite della protezione della salute umana. Le concentrazioni di PM_{10} rilevati con lo strumento gravimetrico sono state confrontate con quelle rilevate nella postazione fissa di Lecco, facente parte della rete di monitoraggio della qualità dell'aria dell'Arpa. I dati risultano essere confrontabili.

Si osserva inoltre che il periodo di misura è quasi coincidente con l'anno civile 2005, pertanto con una buona approssimazione, si può affermare che in entrambe le postazioni di misura, la media sull'intero periodo non supera il valore limite della protezione della salute umana annuale pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (DM 60/02). D'altra parte in entrambi i siti si è superato il numero massimo di giorni consentiti per il superamento del valore limite della protezione della salute umana giornaliero pari a 35 giorni secondo il DM 60/02.

PM10

Unità di misura: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto
1		24	43	29	21	13	20
2			50		18	7	12
3			56		30	11	7
4			54	9	21	21	8
5			65	16	25	8	14
6			77	13	18	13	22
7			61	10	13	16	19
8		37	14	7	18	12	10
9		16	4			11	
10		37	8	30	18	10	22
11		64	39	39	21	13	29
12	67	56	44	29	18	14	19
13	24	19	33	33		14	17
14	6	53		44	30	22	12
15		79		30	15	24	4
16	14	110	20	47	22	29	9
17	26	104	8	13	26	32	10
18	50	95		13	29	34	16
19	58	26	18		29	8	18
20	76	82	18	27		16	8
21	55	55	30	42	35	9	
22	50	101	28		41	19	
23		127	49		48	14	
24		148	38		46	15	
25		130	11	26		26	
26	43	108		65		34	
27	32	34	27	58		39	
28	41		46	41	38	42	
29			63	22	34	42	
30			54	33	18	39	
31		28				20	

PM10Unità di misura: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	settembre	ottobre	novembre	dicembre
1		18	70	M A N U T E N Z I O N E
2		16	57	
3		8	43	
4		10	72	
5		10		
6		20		
7	31	20		
8		22	35	
9	14	30	17	
10	13	50	49	
11	17	46	55	
12	11	44	51	
13	16	60	86	
14	21	60	96	
15	29	71	78	59
16	39	43	70	66
17	19	64	32	9
18	11	36	18	7
19	21	58	17	23
20	24	41	37	43
21	33	48	30	76
22	36	45	M A N U T E N Z I O N E	26
23	31			89
24	57			63
25	32	48		82
26	30			47
27	48	49		
28	45	63		13
29	32	53		30
30	14	44		23
31		90		44