

La valutazione della qualità dell'aria in ambiente esterno: · misure, inventari delle emissioni, modelli

Orietta Cazzuli, M. Crippa, L.Russo, C.Sala

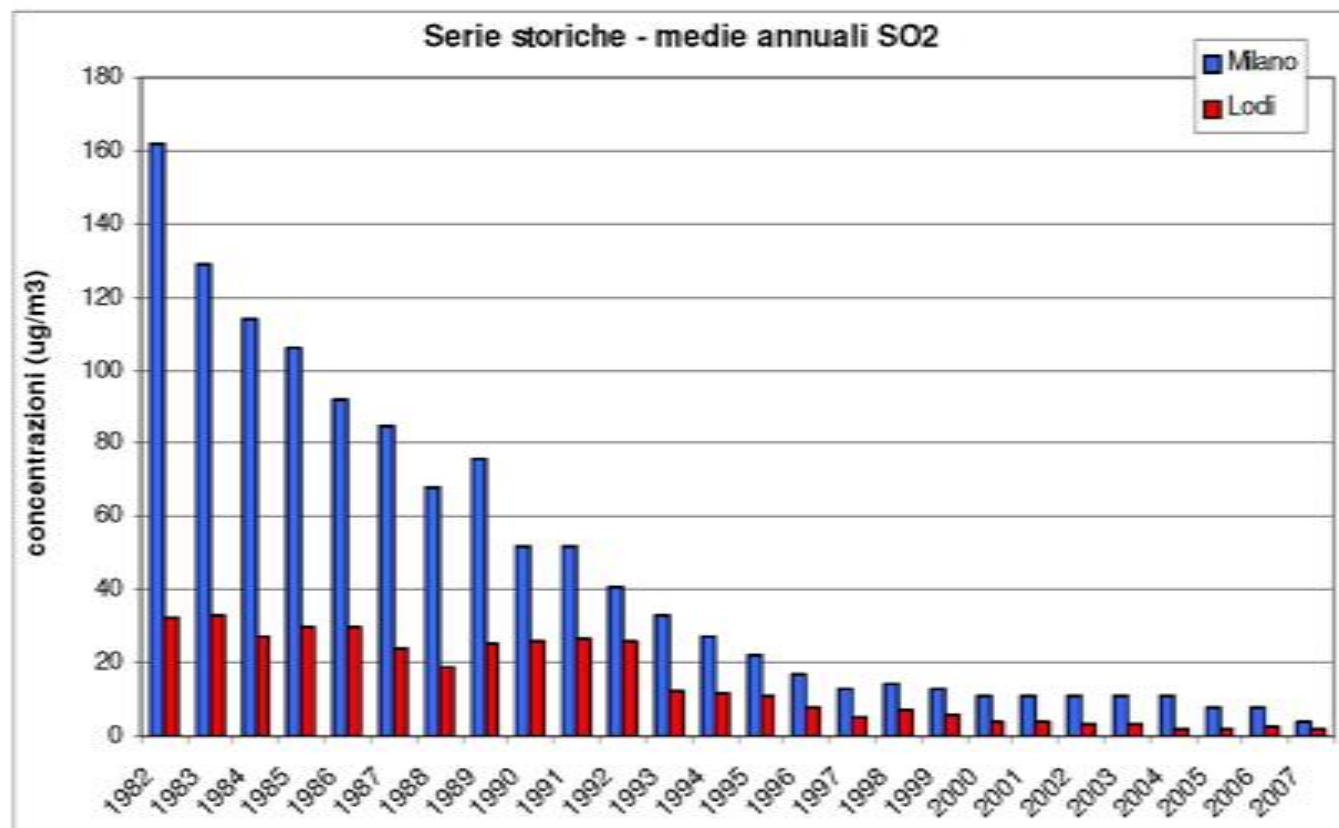
Sala polifunzionale della Provincia di Lodi – Via Fanfulla - Lodi

15 ottobre 2008

Gli obiettivi della ricerca

- Il **trend degli inquinanti** convenzionali (circa 20 anni di dati dalla rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria)
- La **stima delle emissioni** di inquinanti in regione e provincia (Inemar)
- L'**origine** e la **composizione** del **PM10** e **PM2,5**
- Le concentrazioni di microinquinanti (**IPA e metalli pesanti**) nel particolato fine

Serie storiche

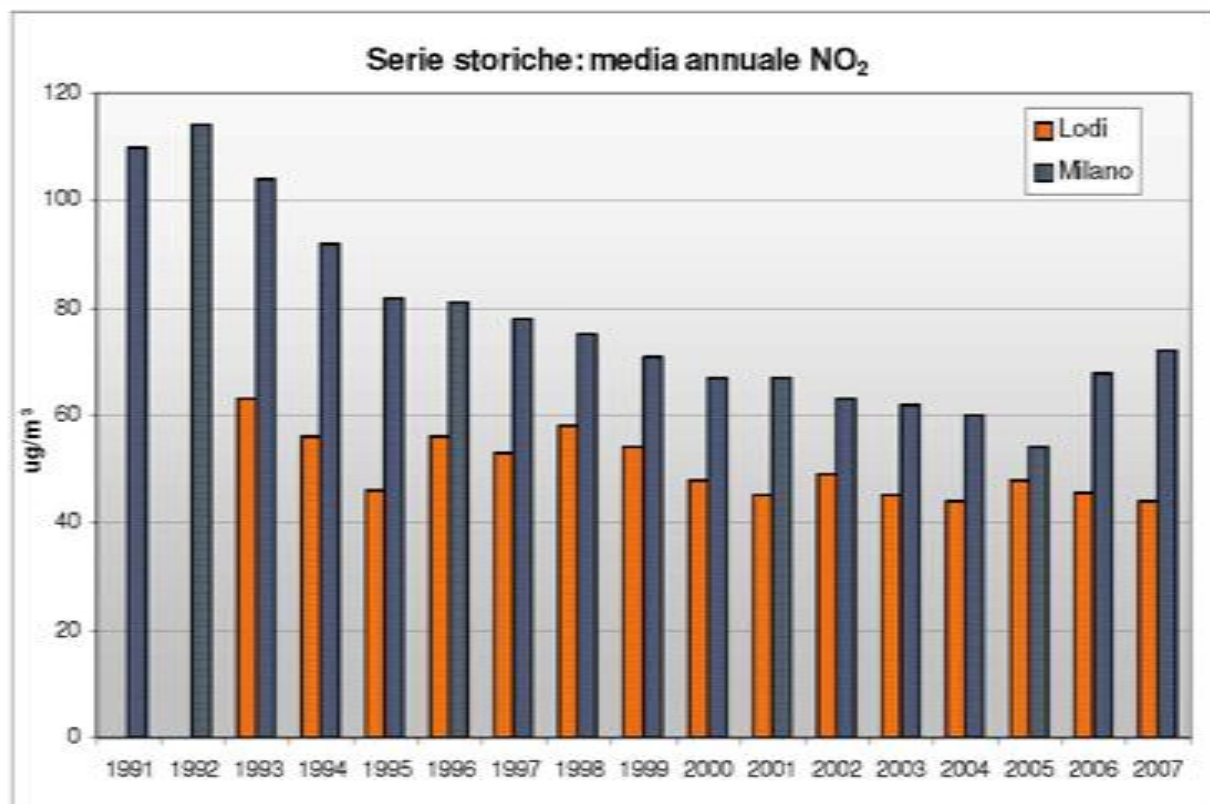


La riduzione delle concentrazioni di SO₂ è legata:

alla trasformazione delle CTE da ciclo a vapore (F.E. 10.000 mg/kWh) a ciclo combinato (F.E. 0);

trasformazione impianti termici civili da O.C. a gasolio o G.N. (F.E. 1720 mg/kWh – 340 – 0 - rispettivamente)

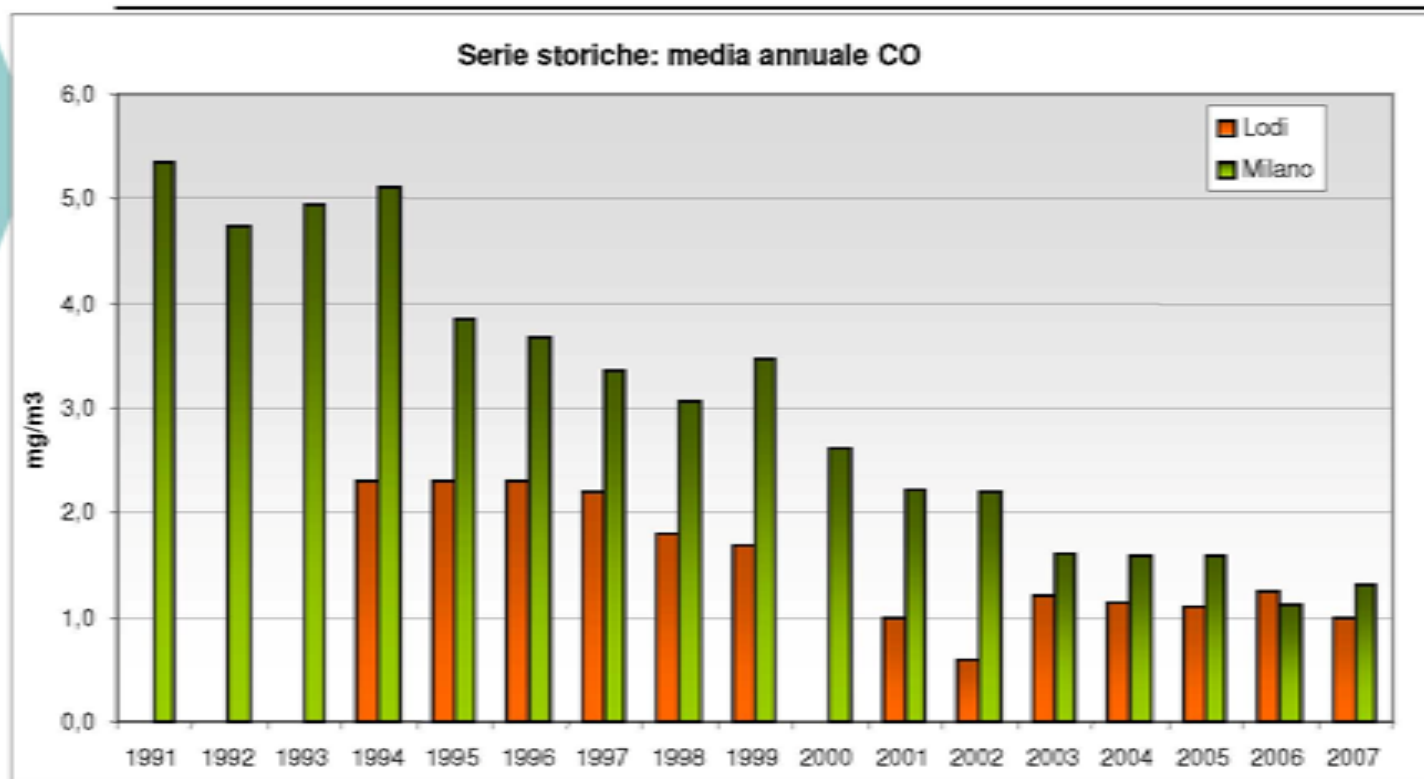
Serie storiche



La riduzione delle concentrazioni è connessa:

- all'introduzione di veicoli meno inquinanti Pre EURO F.E. 2.100 mg/km - EURO 3 F.E. 80 mg/km ; Diesel Pre EURO F.E. 824 mg/km ; EURO 3 F.E. 520 mg/km
- Alla trasformazione impianti termici civili da Olio, gasolio, gas naturale (F.E. (mg/kWh) 860 - 200 - 90)
- alla Trasformazione C.T.E. ciclo vapore F.E. 1.400 mg/kWh a 260/160 per ciclo combinato

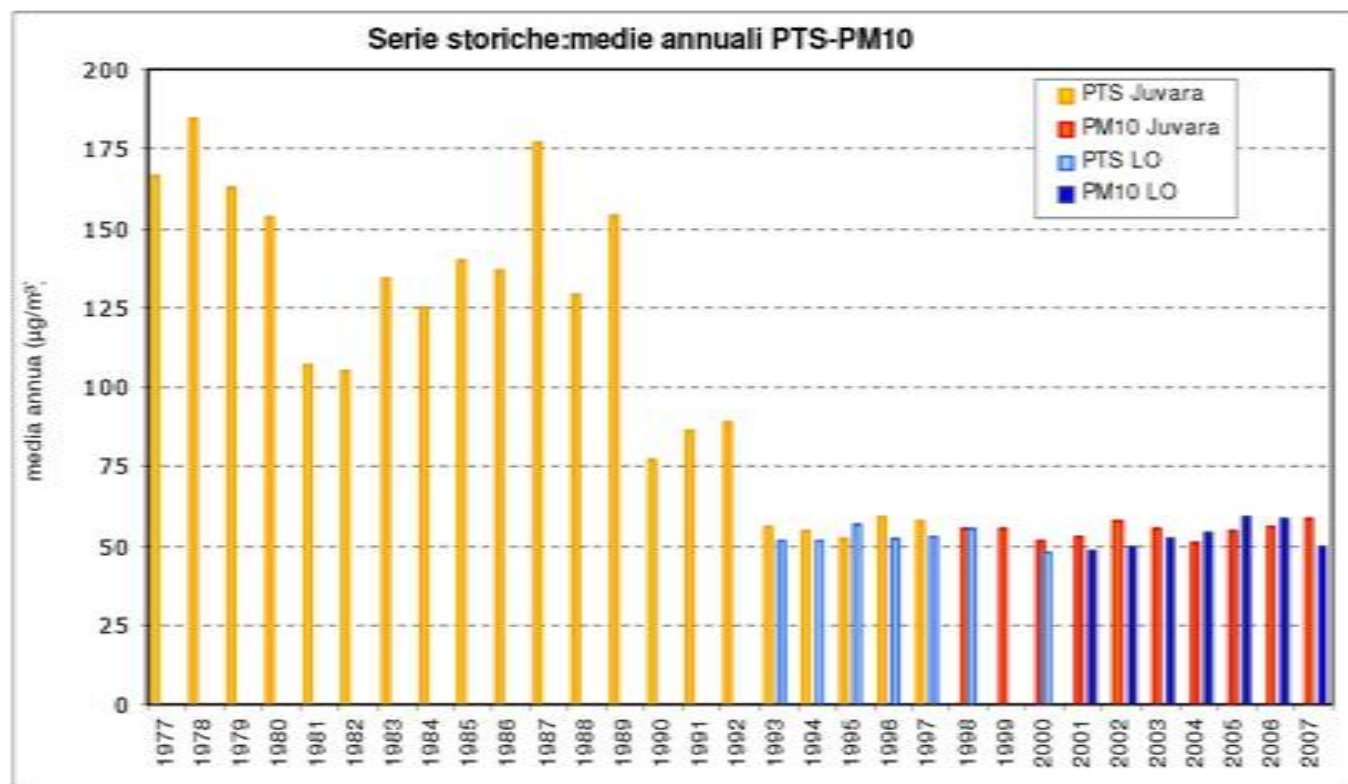
Serie storiche



Dal 1990 la riduzione delle concentrazioni è connessa all'introduzione di veicoli catalizzati

Veicolo Pre EURO F.E= 9 g/km; EURO 3 F.E. =1,5 g/km; Diesel F.E. < 0,6 g/km.

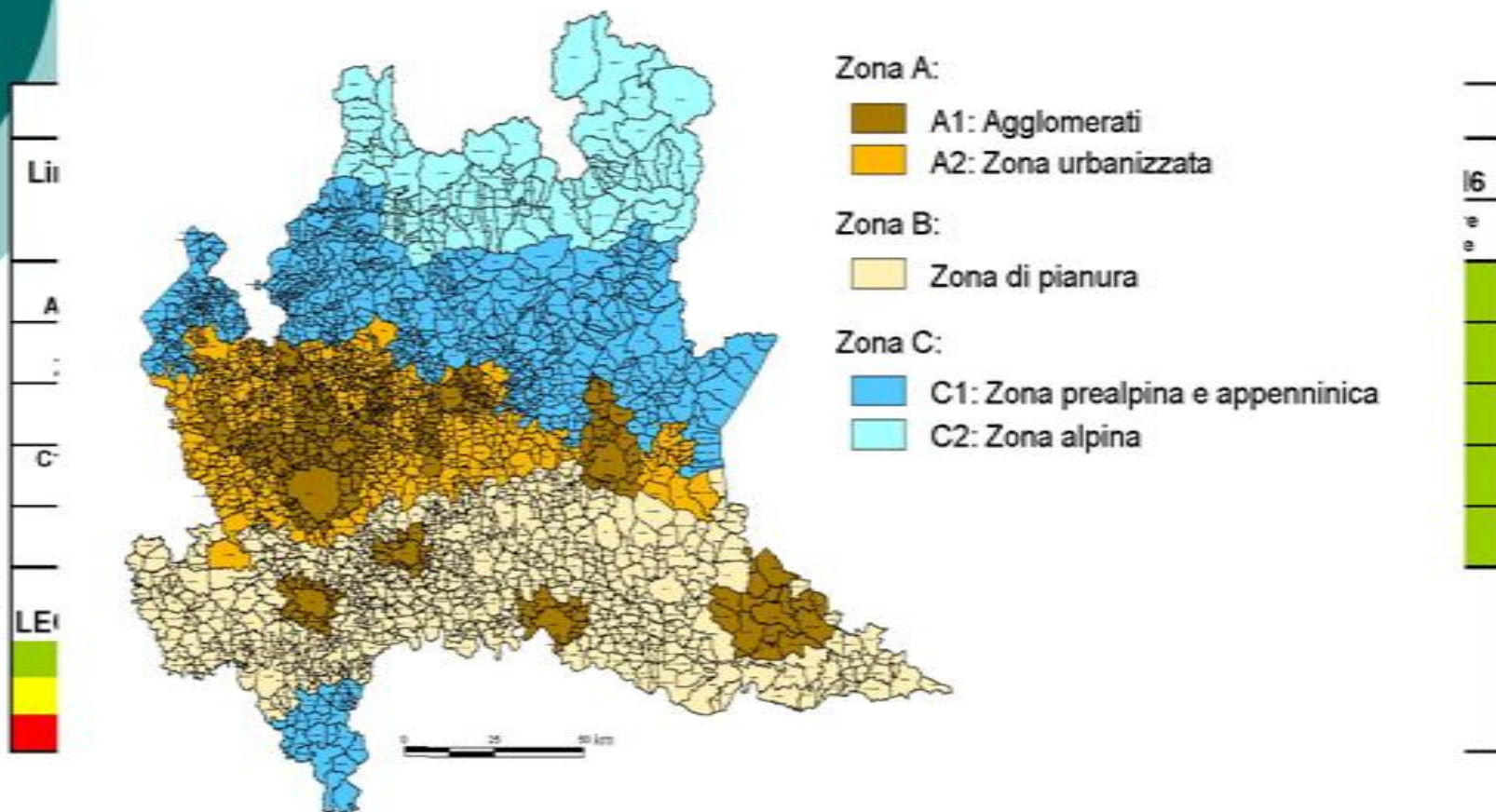
Serie storiche



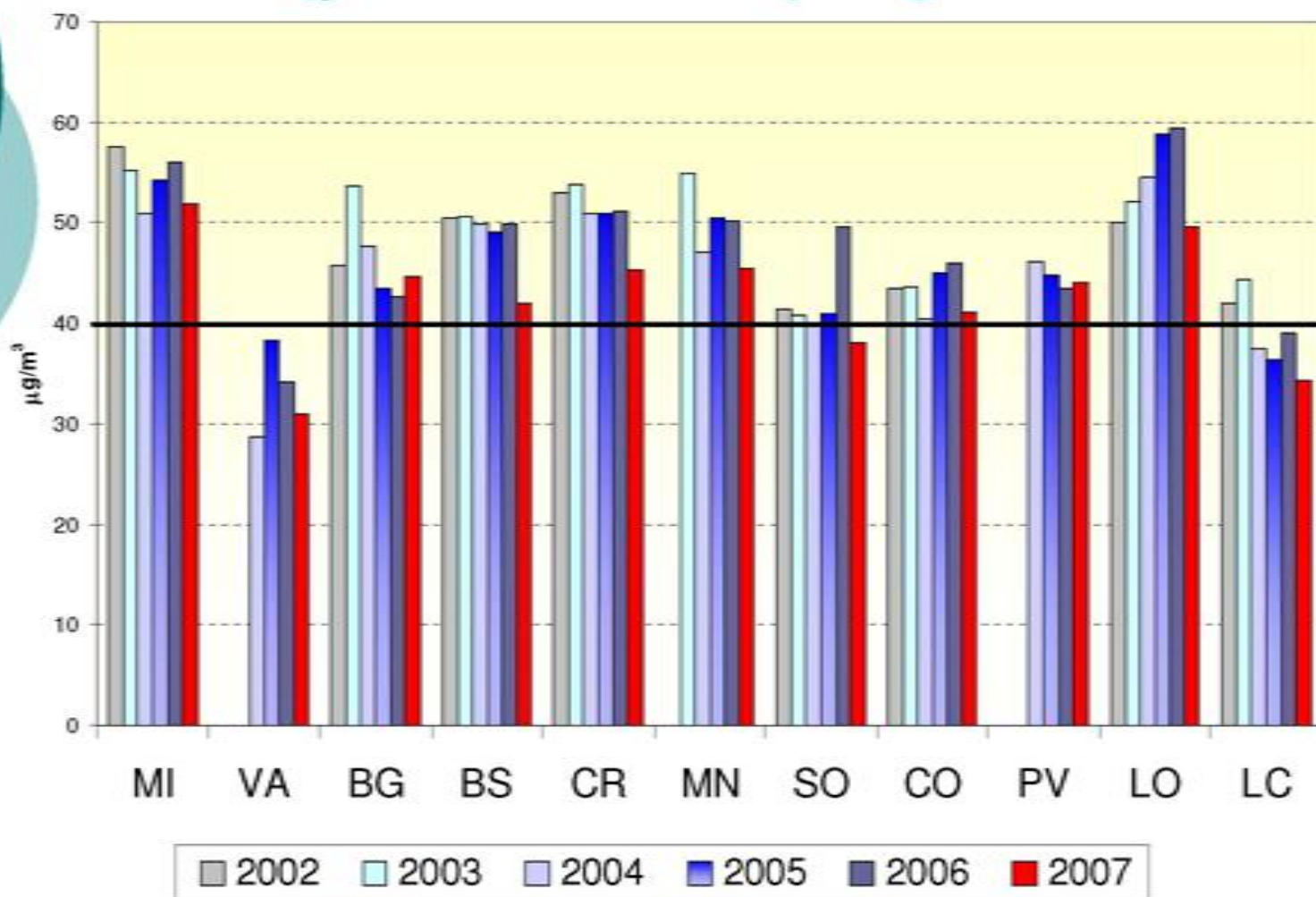
Il decremento delle concentrazioni di polveri totali (di cui i PM10 sono circa l'80–85 %) è attribuibile all'adozione miglior tecnologia (D.P.R. 203/88), al trasferimento delle industrie, alla riduzione delle emissioni di inquinanti primari (ossidi di zolfo e ossidi di azoto)

... zoom sulla Lombardia

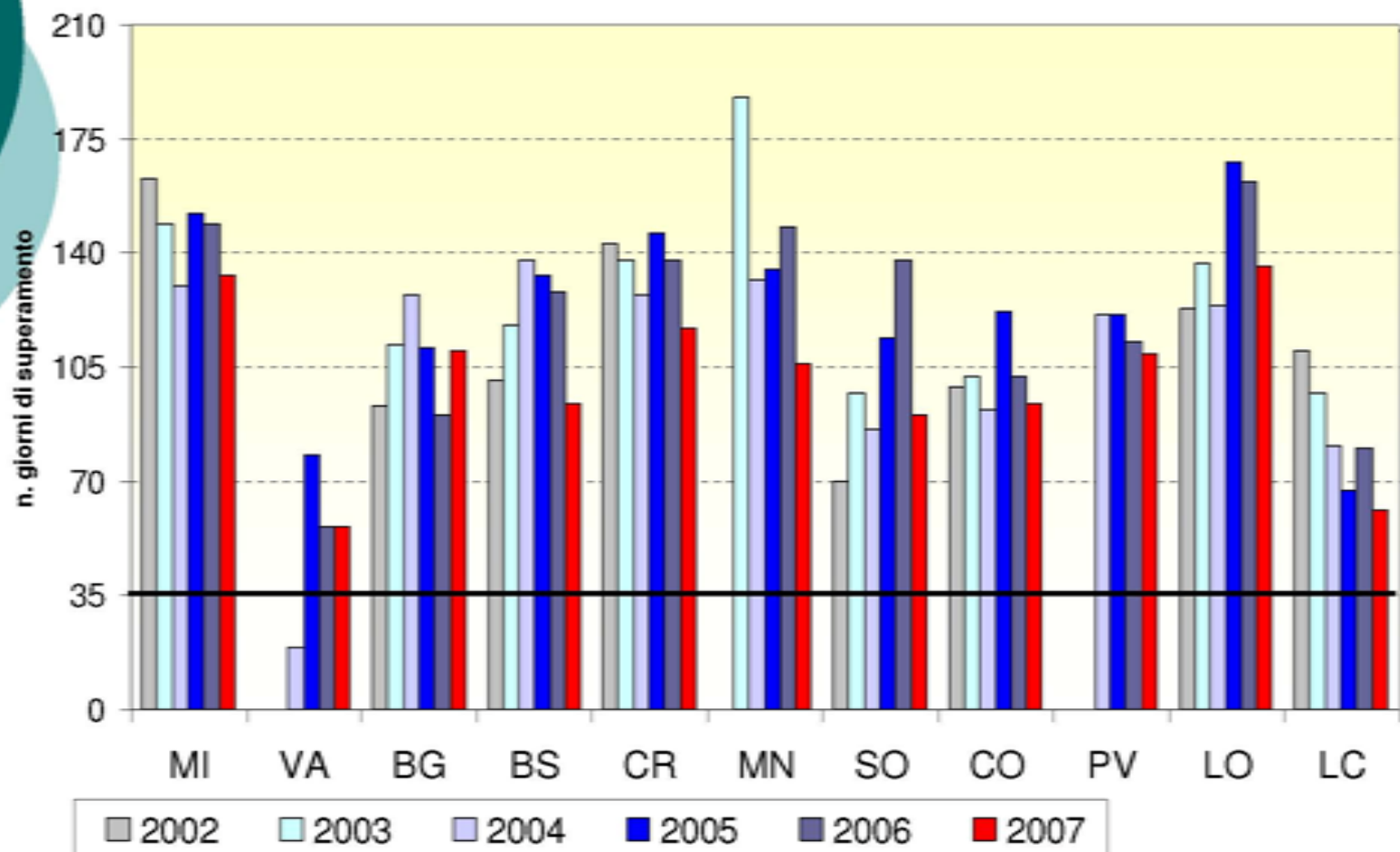
Qualità dell'aria 2007: un quadro riassuntivo



PM₁₀ Medie annuali nei capoluoghi lombardi



Superamenti del limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nei capoluoghi lombardi



Medie PM10 nei capoluoghi lombardi
1 gennaio - 13 ottobre 2008

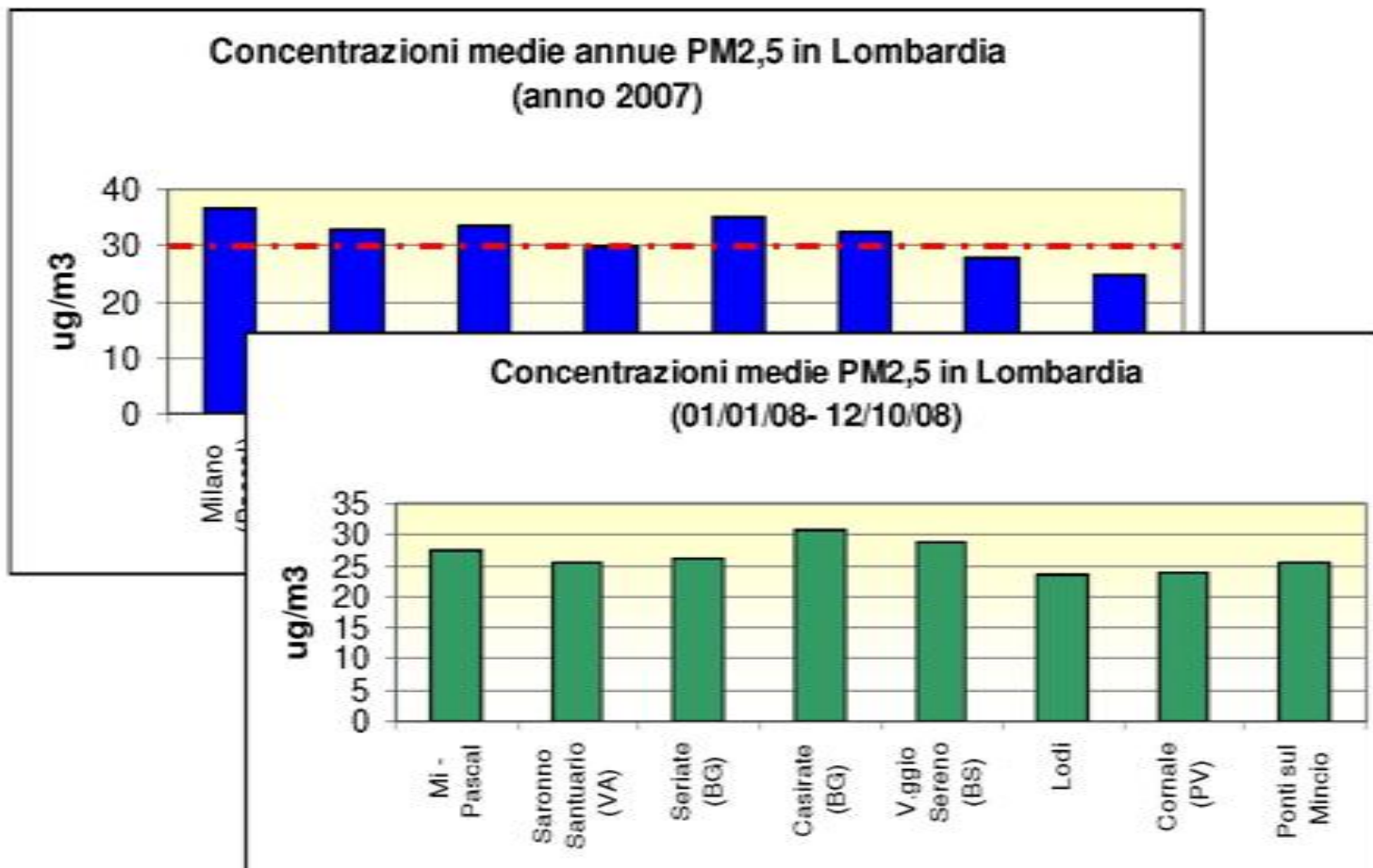


... situazione ad oggi

Superamenti del limite giornaliero nei capoluoghi lombardi
1 gennaio - 13 ottobre

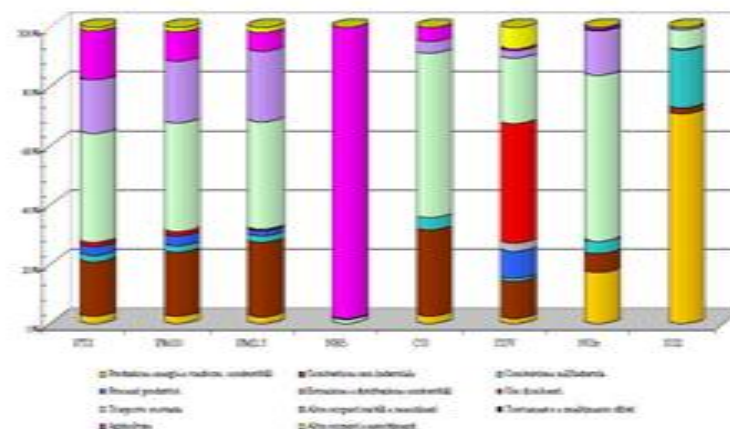


I livelli di PM_{2,5}



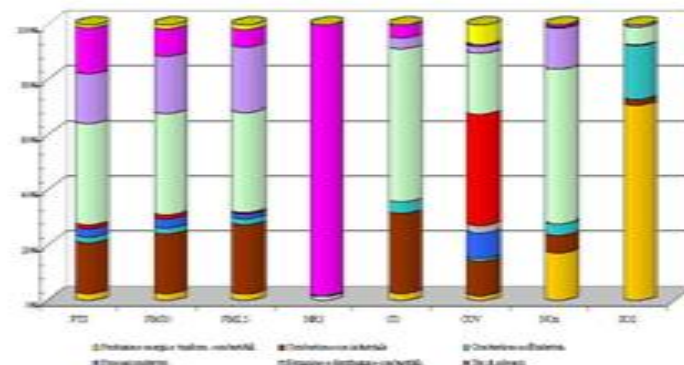
Regione Lombardia Inventario regionale INEMAR 2005

	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
1-Produzione energia e trasform. combustibili	12.817	13.974	886	2,2	451	528
2-Combustione non industriale	3.616	18.630	33.474	264	6.325	6.586
3-Combustione nell'industria	7.749	38.988	6.271	78	1.352	1.758
4-Processi produttivi	3.798	3.383	28.412	1.932	1.484	1.854
5-Estrazione e distribuzione combustibili			9.685			
6-Use di solventi	0,9	68	179.182	8	409	489
7-Trasporto su strada	3.068	88.786	58.418	2.572	6.891	8.291
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	547	24.921	5.679	3,1	3.142	3.364
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	303	2.511	136	166	74	78
10-Agricoltura		1.749	1.479	95.483	2.163	3.541
11-Altre sorgenti e assorbimenti	31	135	27.184	31	796	813
Totale	31.931	193.144	350.806	100.539	23.087	27.301



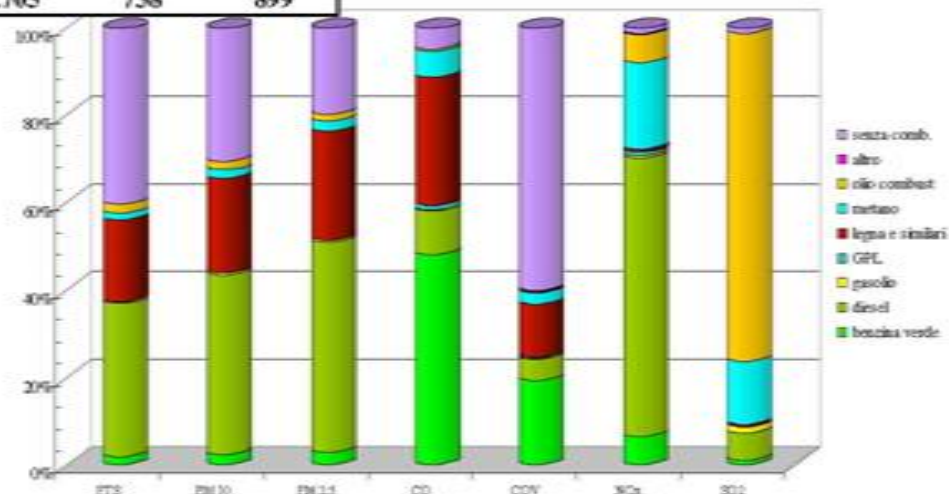
Provincia Lodi Inventario regionale INEMAR 2005

	SO ₂	NOx	COV	NH ₃	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	1.366	1.204	119		18	22
Combustione non industriale	39	439	858	6,8	159	166
Combustione nell'industria	379	279	66	0,3	16	20
Processi produttivi	2,3	6,3	632	0,1	25	26
Estrazione e distribuzione combustibili			191			
Uso di solventi	0	5,0	2.761	0,0	11,0	13
Trasporto su strada	12,6	3.910	1.516	100	270	331
Altre sorgenti mobili e macchinari	15	1.041	176	0,2	153	162
Trattamento e smaltimento rifiuti	1,8	24	1,9	17	0,2	0,5
Agricoltura		64	43	7.580	73	148
Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	492	0	11	11
Totale	1.929	6.973	6.855	7.705	738	899



dettaglio per combustibile (INEMAR 2005)

Combustibile	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM10	PTS
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
benzina verde	23	457	1.329	98	18	18
diesel	118	4.449	342	2	303	315
gasolio	30	36	2		4	4
GPL	0	57	21		0	0
legna e similari	9	50	839	7	160	168
metano	277	1.379	170		14	14
olio combust	1.448	438	24		14	19
altro	2	24	6	0	0	0
senza comb.	21	83	4.123	7.598	224	361
Totale	1.929	6.973	6.855	7.705	738	899



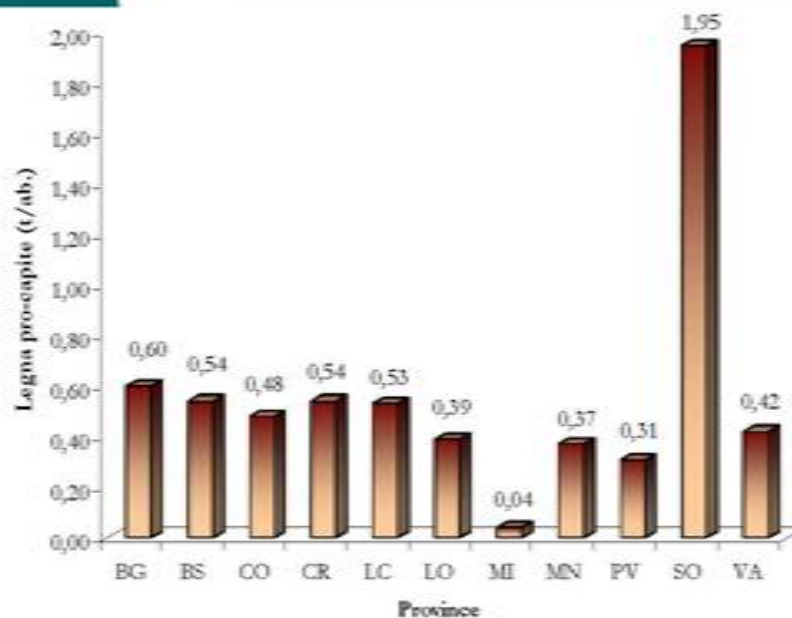
Provincia di Lodi: dettaglio per tipologia di strada e di veicoli (INEMAR 2005)

t PM10 primario	combustione	usura	tot	%
Autostrade	75	35	110	41%
Strade extraurbane	47	46	93	34%
Strade urbane	46	22	67	25%

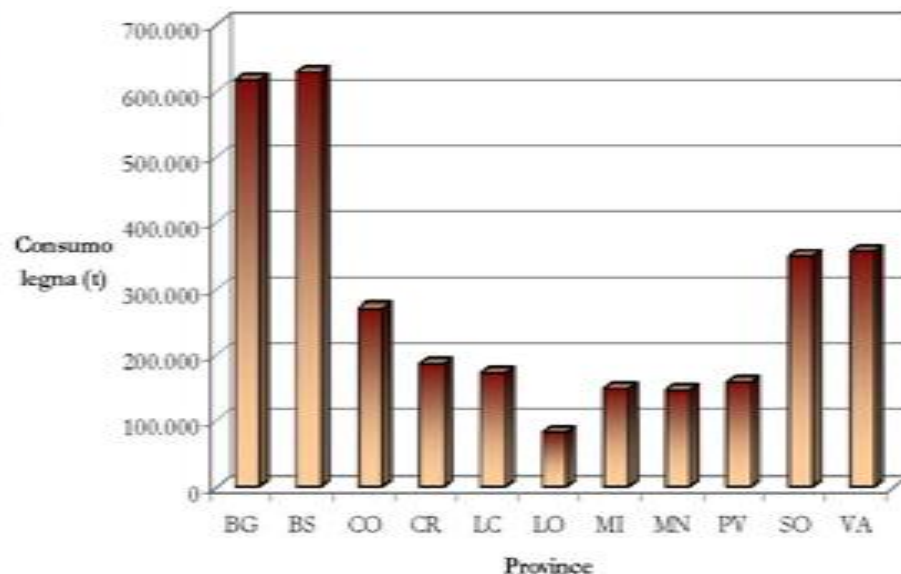
t PM10 primario	Autostrade	
	t	% del tot da traffico
Automobili	40,1	15%
Motocicli (> 50 cm3)	1,7	1%
Veicoli leggeri < 3.5 t	16,1	6%
Veicoli pesanti > 3.5 t	52,0	19%
Strade extraurbane		
Automobili	40,3	15%
Motocicli (> 50 cm3)	2,5	1%
Veicoli leggeri < 3.5 t	12,9	5%
Veicoli pesanti > 3.5 t	39,0	14%
Strade urbane		
Automobili	18,0	7%
Ciclomotori (< 50 cm3)	10,4	4%
Motocicli (> 50 cm3)	3,0	1%
Veicoli leggeri < 3.5 t	19,6	7%
Veicoli pesanti > 3.5 t	16,5	6%

Combustione di legna in ambito residenziale

Stima di consumi di legna in Lombardia



Totale : 3.1 Mt/anno (1.9 - 4.2)



Uso della legna: risultati dai questionari raccolti nel progetto

famiglie che usano la legna	5,30%
di queste la usano:	
tutti i giorni	35,30%
solo fine settimana	52,90%
consumo medio di legna per famiglia	33,8 q/a

C'è riscontro con il dato dell'indagine CATI condotta da APAT

	CONSUMI DI BIOMASSE LEGNOSE	%	CONSUMO MEDIO PER ABITAZIONE
	(t)		Media (t)
ITALIA	19.119.481	100%	4,3
Piemonte / Liguria / Valle d'Aosta	2.268.662	12%	4,7
Lombardia	2.034.035	11%	3,4
Triveneto	3.112.048	16%	4,7
Emilia Romagna	932.336	5%	3,4
Toscana / Marche / Umbria / Sardegna	3.461.665	18%	4,6
Lazio	1.707.416	9%	4,2
Abruzzo / Molise / Campania / Puglia	3.350.698	18%	4,3
Calabria / Basilicata / Sicilia	2.252.622	12%	4,6

Il contributo della legna

Sistema di combustione

Stufa tradizionale

Camino aperto

Camino chiuso

Stufa innovativa

BAT (stufa automatica
a pellets o cippato)

Combustione gas naturale

Combustione gasolio

Combustione olio

Fattore di emissione

500 g/GJ (300 - 900)

700 g/GJ

300 g/GJ

150 g/GJ (50 - 250)

50 g/GJ (30 - 100)

0.2 g/GJ (0.03 - 1)

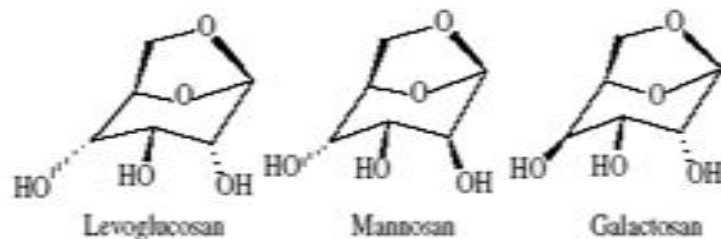
5 g/GJ (0.5 - 50)

40 g/GJ (3 - 60)

Combustibile	PM10
	t/anno
benzina verde	652
carbone	17
diesel	6.766
gas di raffineria	125
gasolio	692
GPL	1,9
kerosene	21
legna e similari	6.303
metano	243
olio combust	362
altro	87
senza comb.	7.807
Totale	23.077

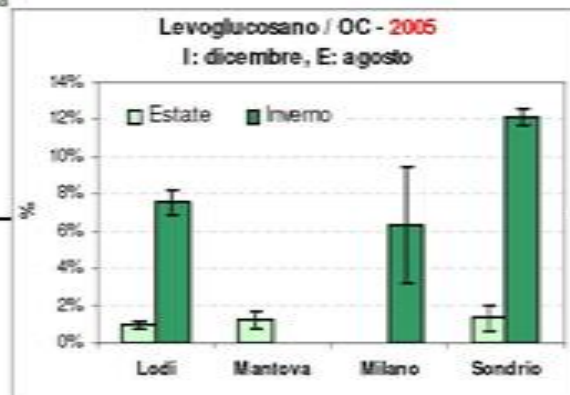
Come valutare il contributo della combustione della biomassa alle concentrazioni ambientali di PM10?

- **marker biogenico** univoco per la combustione della biomassa, ed in particolare della legna, in quanto:
- è **emesso esclusivamente durante i processi di pirolisi della cellulosa** a $T > 300\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- è **rilevato in alte concentrazioni** nel particolato fine che proviene dalla combustione di materiali organici come vegetazione e legna;
- è **stabile** in atmosfera.

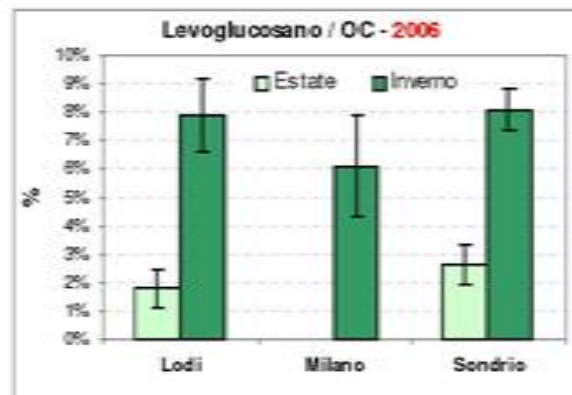


Levoglucosano

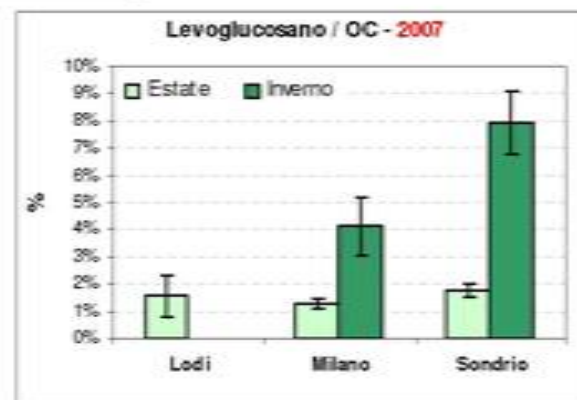
1,6-Anhydro-β-D-glucopyranose



Durante il periodo invernale il levogluccosano rappresenta dal 3% al 12% del carbonio organico, raggiungendo percentuali più elevate nel sito di Sondrio, maggiormente influenzato dalla combustione della legna ad uso domestico.



Nel PM10 il contributo del levogluccosano è compreso tra lo 0.5% e il 4% nella stagione invernale, evidenziando le percentuali maggiori sempre per il sito di Sondrio

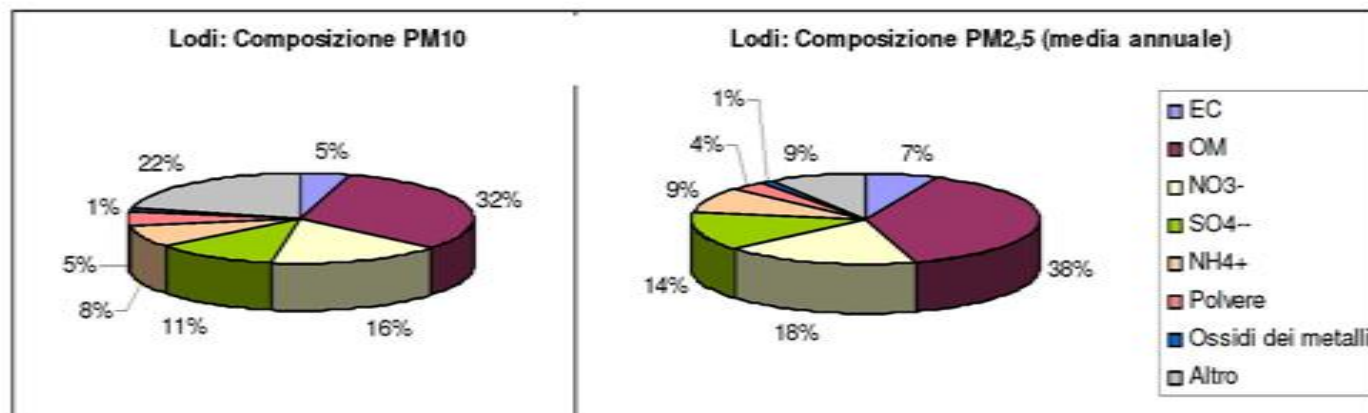


Contributo del biomass burning alle concentrazioni medie stagionali di PM₁₀

	<i>INVERNO</i>	<i>ESTATE</i>
Milano	13%	0,4%
Sondrio	26%	6%
Lodi	18%	4%

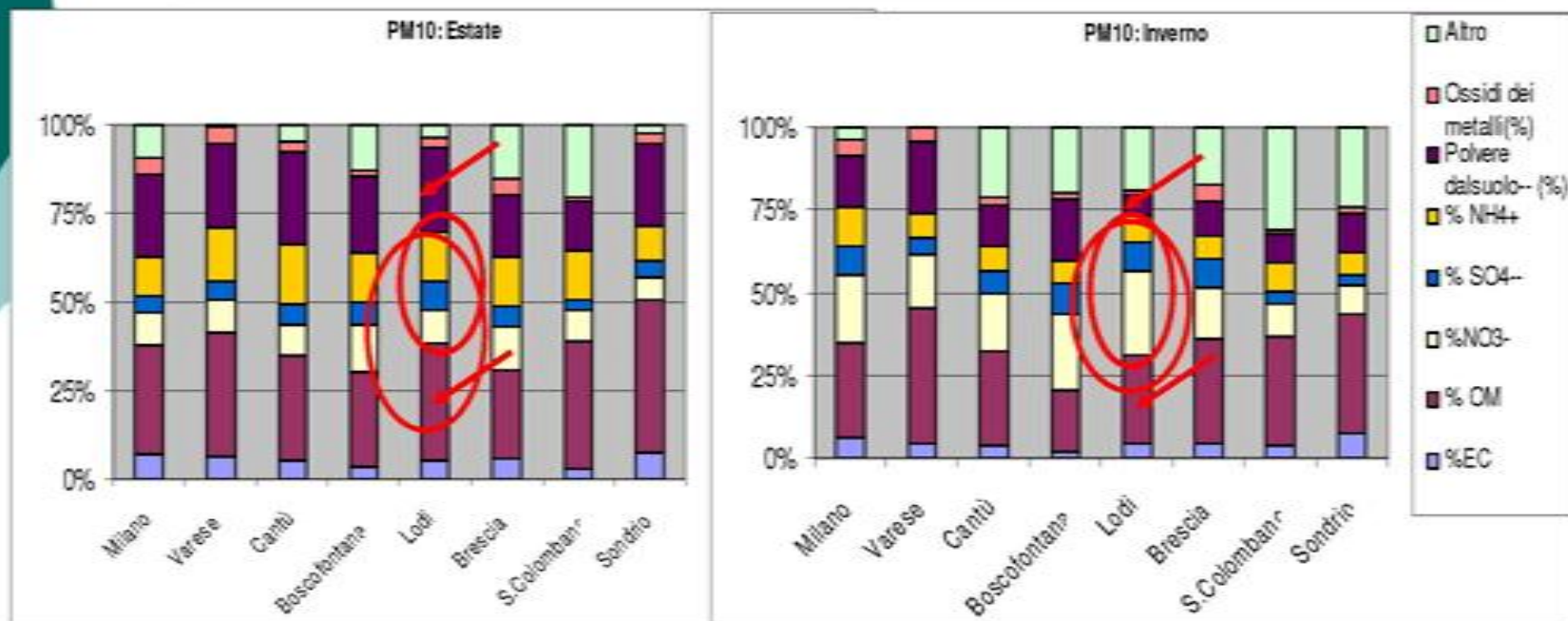
Fonte: Università di Milano Dipartimento di Chimica (progetto Parfil)

La composizione del PM10 e del PM2,5 a Lodi



- **EC:** Connessa a emissioni primarie - possono essere importanti sorgenti locali (combustibili fossili e non fossili, sostanzialmente biomassa)
- **OM:** componente (sia di origine primaria che secondaria) associata oltre che al traffico e alla combustione anche ad emissioni biogeniche
- **Secondario inorganico (nitrato e solfato d'ammonio):** composti secondari, NH3 emesso principalmente da attività agricole e zootecnico ha un ruolo importante come precursore
- **Polvere terrigena:** contributo legato alla risospensione sia naturale che antropica della polvere del suolo
- **Ossidi di metalli:** Contributo legato ad attività produttive, di tipo primario, maggiore in aree industrializzate

Composizione media stagionale del PM₁₀ in Lombardia



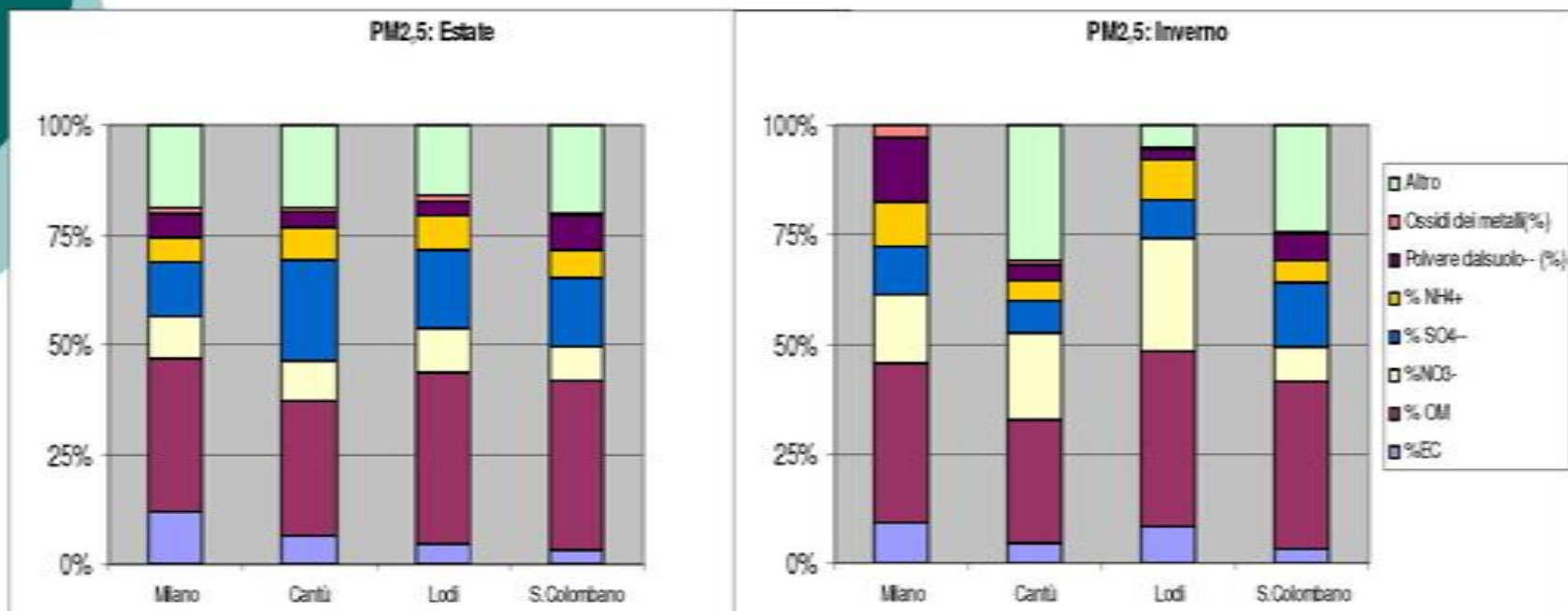
Dal 5 al 25% è terrigeno

Circa il 30% è materia organica

Circa il 30% è di origine secondaria inorganica (solfati, nitrati e ammonio)

Si stima che complessivamente almeno il 50% della massa totale di PM sia di origine secondaria (organico + inorganico)

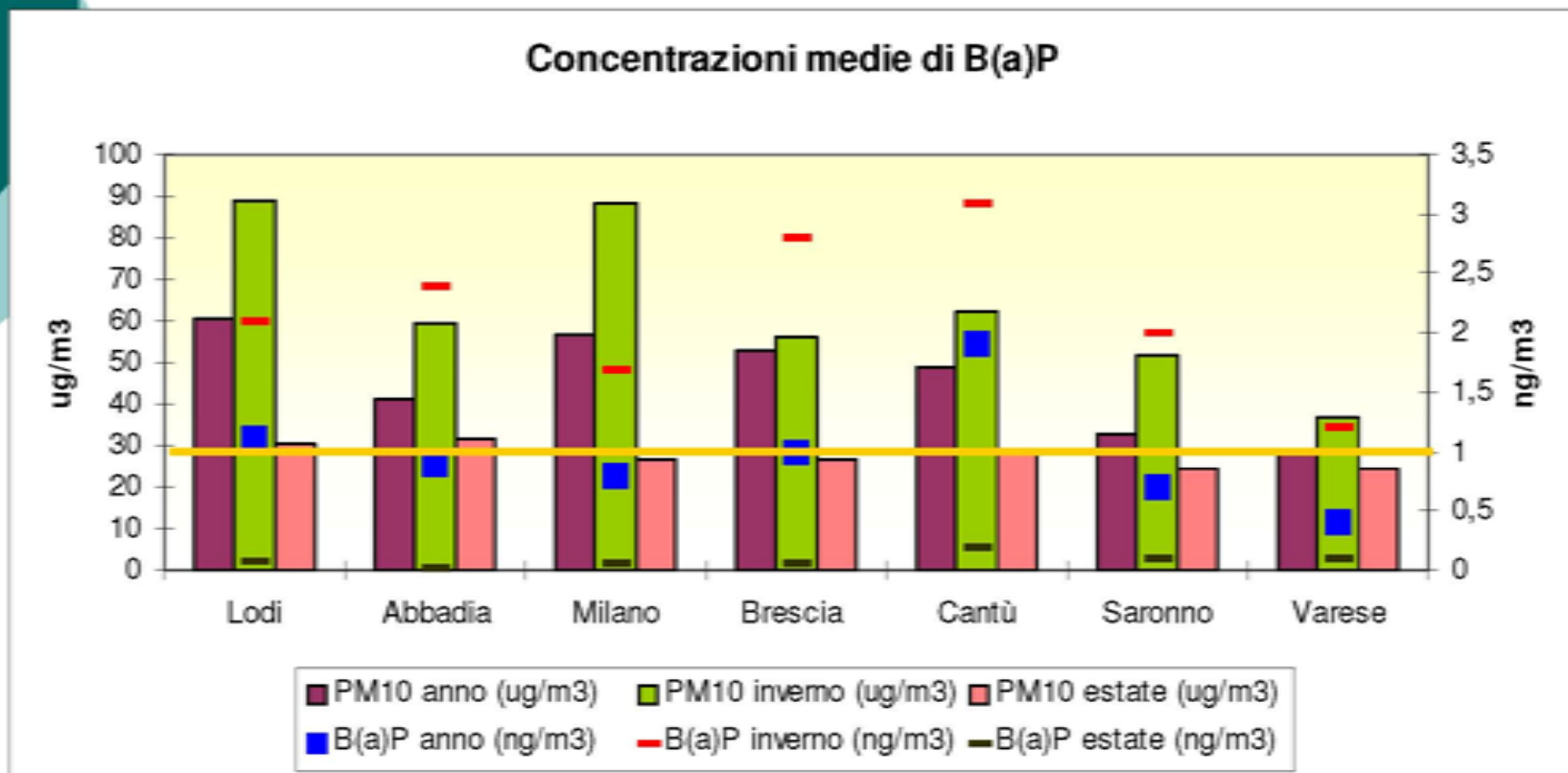
Concentrazione media stagionale del $PM_{2,5}$ in Lombardia



Minor contributo di terrigeno rispetto al PM_{10}

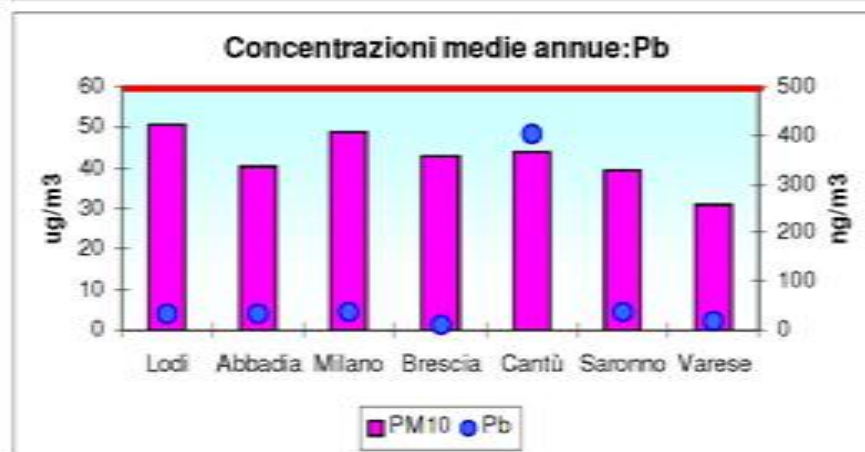
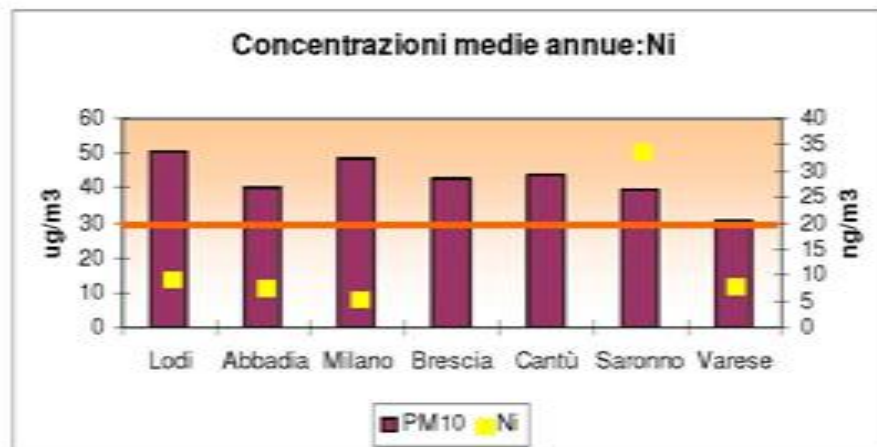
Maggior contributo della componente secondaria rispetto al PM_{10}

Concentrazioni medie annuali e stagionali di IPA



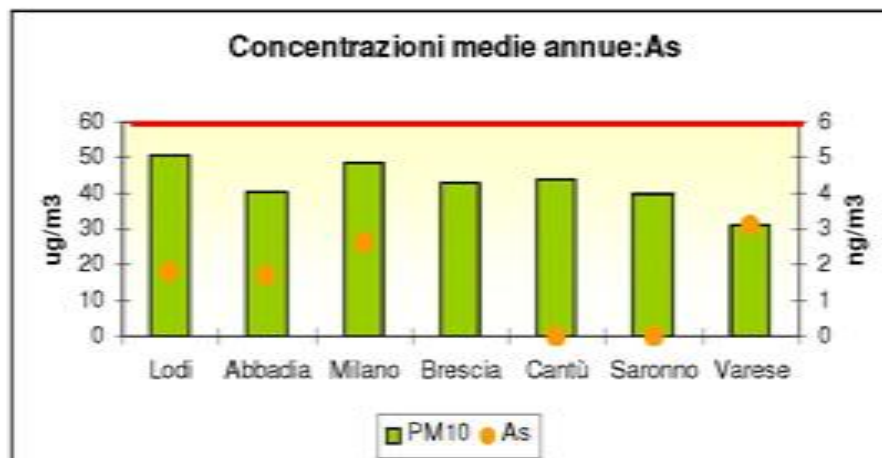
Medie di 3 anni (2004 – 2007) di misure indicative (progetti Parfil e Lodi Salute e Ambiente)

Concentrazioni medie annuali metalli pesanti (Ni, Pb)



Medie di 3 anni (2004 – 2007) di misure indicative (progetti Parfil e Lodi Salute e Ambiente)

Concentrazioni medie annuali metalli pesanti (As, Cd)



Medie di 3 anni (2004 – 2007) di misure indicative (progetti Parfil e Lodi Salute e Ambiente)

Risultati utili al policy maker

- La situazione dell'inquinamento da PM10 nel **Iodigiano** è analoga a quella del **bacino aerologico padano**
- Conferma dell'**importanza** del **fattore meteorologico** sulla modulazione dei livelli di PM
- Importanza della componente secondaria del PM, quindi necessità di **azioni su scala di bacino** finalizzate anche alla **limitazione dei precursori** (NO_x, COV, NH₃)
- Importanza delle emissioni da **traffico** (in particolare **diesel**)
- Importanza delle emissioni da combustione da **legna** nel riscaldamento civile



Grazie per l'attenzione



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia