

LE FONTI DI EMISSIONE DI POLVERI SOTTILI

Abstract dell'intervento al XVII Convegno Tecnico

Ing. Luigi Di Matteo - AUTOMOBILE CLUB D'ITALIA

Il PM10, materiale particolato di diametro aerodinamico¹ inferiore ai 10 micron² rappresenta, insieme ai gas ad effetto serra, l'altra grande emergenza ambientale per la comunità internazionale, ma in special modo per l'Italia, che ha caratteristiche meteo-climatiche ed orografiche non favorevoli alla dispersione degli inquinanti e quindi alla qualità dell'aria.

A parità di emissioni, infatti, le concentrazioni in aria degli inquinanti aeriformi e del particolato dipendono dall'insieme delle condizioni fisiche del mezzo (l'atmosfera) in cui hanno luogo il trasporto, la dispersione e l'eventuale trasformazione chimica delle sostanze emesse.

Con Decreto Ministeriale n. 60/2002, di recepimento delle Direttive 99/30/CE e 2000/69/CE, sono stati stabiliti i limiti di concentrazione di diversi inquinanti dell'aria ed i rispettivi margini di tolleranza.

In riferimento al PM 10, sono state individuate due fasi temporali, entro le quali il valore deve essere raggiunto.

Dal 1 gennaio 2005, il valore limite nelle 24 ore, per la protezione della salute umana, è di 50 microgrammi per metro cubo d'aria, da non superare per più di 35 volte nel corso dell'anno (la media annua è di 40 microgrammi).

Dal 1 gennaio 2010, il valore limite nella giornata sarà comunque di 50 microgrammi per metro cubo, ma tale valore non potrà essere superato per più di 7 volte durante l'anno (la media annua dovrà essere, invece, di 20 microgrammi per metro cubo).

Il PM10 è costituito da un insieme di sostanze presenti in atmosfera allo stato solido o liquido.

Contrariamente agli inquinanti gassosi - specie chimiche di precisa individuazione o gruppi di sostanze chimiche dal comportamento simile - il PM10 comprende una serie di sostanze differenti dal punto di vista del comportamento chimico-fisico.

Dal punto di vista chimico, una prima classificazione della composizione del PM10 è riportata di seguito:

- polvere minerale;
- sale marino;
- carbonio elementare;
- materiale organico;
- metalli (Fe, Zn, Pb, Al, Ca e metalli pesanti);
- nitrati;
- solfati,
- ammonio

Polvere e sale marino costituiscono la frazione grossolana; solfati, nitrati ed ammonio, la frazione fine.

Con questa composizione, in particolare di metalli pesanti, il PM 10 presenta una tossicità intrinseca. Tale tossicità viene amplificata dalla capacità del particolato di assorbire sostanze gassose come gli IPA, idrocarburi policiclici aromatici, potenti agenti cancerogeni.

Dal punto di vista fisico, in particolare su base dimensionale, il limite di 10 micron è sufficiente per distinguere polveri grossolane da polveri sottili. All'interno del PM10 si distinguono un PM 2,5 (particelle con diametro inferiore ai 2,5 micron) e un PM1 (inferiori ad 1 micron). Tra PM10 e PM2,5 esiste una forte sovrapposizione dimensionale: il 60 % del PM10 è costituito dalla frazione inferiore a 2,5 micron.

Le dimensioni ridotte, poi, permettono alle particelle di rimanere sospese in aria per lunghi periodi - da qualche ora per la frazione più grossolana, a qualche settimana per quella fine - e possono essere trasportate per distanze lunghe fino a centinaia di chilometri.

Ciò conferisce all'inquinamento da PM10 le caratteristiche di fenomeno transfrontaliero, potendo le polveri sottili essere facilmente diffuse in Paesi diversi da quelli di produzione.

¹ A causa della irregolarità geometrica delle particelle reali, la loro dimensione viene generalmente indicata come "diametro aerodinamico" equivalente, che corrisponde al diametro di una particella sferica, di densità unitaria, che ha lo stesso comportamento aerodinamico della particella in esame.

² Equivale ad un milionesimo di metro o, equivalentemente, al millesimo di millimetro.

Riguardo alle fonti di PM10 possiamo distinguere sorgenti naturali da sorgenti antropiche.

Il PM10 è infatti un **costituente naturale** dell'atmosfera come il suolo risollevato e trasportato dal vento, le emissioni vulcaniche o le emissioni da incendi boschivi.

Tali fonti, costituiscono un sottofondo, una base naturale che esiste anche in assenza del disturbo recato dalle attività umane.

In condizioni naturali, e in assenza di eventi quali incendi ed eruzioni vulcaniche, la concentrazione di PM10 nell'aria può ritenersi variabile tra i 5-10 microgrammi/m³.

La fonte antropica, cioè derivante dalle attività umane, può essere suddivisa, in funzione del tipo di sorgente, in puntuale o lineare.

Tra le sorgenti puntuali si annoverano gli impianti industriali e gli impianti di riscaldamento; la sorgente lineare è costituita essenzialmente dal traffico veicolare.

Le emissioni del traffico non sono soltanto quelle dovute ai fumi di combustione (exhaust) ma possono essere anche di tipo non exhaust:

- evaporative;
- dovute all'abrasione dei freni e degli pneumatici;
- connesse al risollevamento delle polveri già depositate al suolo (risollevamento prodotto dal passaggio dei veicoli, quindi indipendente dal tipo di motorizzazione).

Una ulteriore suddivisione delle fonti di PM10 è quella relativa alle fonti primarie (fonti dirette di polveri) e alle fonti secondarie (fonti indirette).

Il PM10 da fonti secondarie si forma in atmosfera a partire, ad esempio, dall'anidride solforosa, dai NOx (ossidi di azoto) e dai COV (composti organici volatili).

Questi gas reagiscono fra loro e con altre sostanze presenti nell'aria per formare solfati, nitrati e sali di ammonio.

Il contributo secondario alla concentrazione urbana di PM10 è maggiore in estate che in inverno, in quanto le reazioni tra i gas sopracitati sono di origine fotochimica, cioè attivate dalle radiazioni solari.

Si stima che in alcuni contesti urbani più del 50% del particolato è di origine secondaria.

Su scala urbana, fonti primarie e secondarie, si sovrappongono ad un inquinamento di fondo, già esistente. Sulla base di un recente studio (Cirillo, APAT 2003), è possibile ricavare una media nazionale dei valori misurati da diverse centraline poste in zone di traffico urbano (UT), di fondo³ urbano (UF) e di fondo rurale (RF) e confrontare le medie italiane con i valori medi europei.⁴

Il risultato è riportato nel grafico 1:

	UT (microgrammi/mc)	UF (microgrammi/mc)	RF (microgrammi/mc)
Media nazionale	46	37	26
Media europea	49	33	17

Grafico 1 Medie centraline monitoraggio PM 10 (fonte: APAT)

In Italia le zone rurali sono mediamente più inquinate delle corrispondenti aree europee, per un fenomeno che non ha nulla a che vedere con il traffico veicolare, bensì con fenomeni naturali di stabilità atmosferica.

Le concentrazioni misurate dalle centraline di fondo, per le medie europee, sono il doppio di quelle rurali. Senza contributo del traffico siamo già a 33 microgrammi/mc, mentre a 37 come media italiana.

Le centraline, poste nel traffico urbano, rilevano l'aumento di concentrazione dai 37 microgrammi/mc di una centralina urbana di fondo ai 46 microgrammi/mc di una centralina posta nel traffico. Uno studio

³ Stazioni localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissioni urbane (parchi, isole pedonali, etc.).

⁴ Fonte: Pataud (2002)

eseguito dall'Istituto Superiore di Sanità, inerente a rilevazioni effettuate a Roma, evidenzia differenze ancora meno marcate tra il fondo urbano e le zone ad elevato traffico:

Periodo	Parametri	Sito 1 (strada)	Sito 2 (parco urbano)	Sito 3 (fondo)
Periodo estivo	PM ₁₀	39 (18-75)	35 (16-61)	16 (9-24)
	PM _{2,5}	19 (7-31)	17 (6-26)	9 (6-13)
	PM _{2,5} /PM ₁₀ (%)	49 (33-67)	49 (30-69)	59 (42-62)
	n.	61	30	9
Periodo invernale	PM ₁₀	53 (10-133)	44 (6-112)	22 (9-29)
	PM _{2,5}	39 (5-101)	34 (3-100)	17 (6-23)
	PM _{2,5} /PM ₁₀ (%)	70 (43-82)	71 (33-89)	76 (65-84)
	n.	59	29	4
Anno intero	PM ₁₀	46 (10-133)	39 (6-112)	18 (9-29)
	PM _{2,5}	28 (5-101)	25 (3-100)	11 (6-23)
	PM _{2,5} /PM ₁₀ (%)	59 (33-82)	61 (30-89)	63 (42-84)
	n.	120	59	13

Concentrazioni espresse in µg/m³, tra parentesi sono riportati i valori minimo e massimo; sito 1 e 2: prelievi di 24 ore; sito 3: prelievi di sette giorni.

Grafico 2. Valori medi di concentrazione di PM_{2,5} e PM₁₀ nei diversi periodi stagionali e rapporti tra le diverse frazioni (anno di riferimento 2001). Fonte: Istituto Superiore di Sanità.

Dallo studio si rileva che, le concentrazioni misurate in un sito tipico del fondo urbano (parco urbano), sono di poco inferiori (10-17%) a quelle contemporaneamente riscontrate nel sito direttamente influenzato dal traffico, suggerendo che i livelli di concentrazione tendono a distribuirsi su vaste aree del territorio urbano.

Altre misure - effettuate sempre contemporaneamente in un luogo di tipo rurale, in un parco montano ad oltre 100 Km da Roma, privo di emissioni antropiche - hanno evidenziato livelli di concentrazione di PM₁₀ mediamente pari al 30% di quelli riscontrati nel fondo urbano.

Nel sito influenzato dal traffico il contributo del PM₁₀ è risultato maggiore nel periodo invernale rispetto a quello estivo. Tale andamento è associabile anche al riscaldamento domestico, oltre che alle condizioni di stabilità atmosferica e di inversione termica, tipiche della stagione fredda.

Riguardo alle fonti di inquinamento in area urbana, uno studio tedesco (Lenschow, 2001), sulla base della composizione del particolato, ha individuato il peso delle fonti emissive.

Al traffico viene attribuita una quota pari al 53% dell'inquinamento urbano da PM₁₀, ben lungi da quell'80-90% che da tante parti gli si attribuisce.

Nell'ambito di questa quota, il 35% è emesso allo scarico, mentre il 18 % è dovuto al risollevarimento prodotto dal transito dei veicoli.

Gli studi italiani (Marcazzan, 2003), in una stazione di fondo urbano (UF) a Milano, rilevano questi contributi:

➤ Traffico	26%
➤ Industria	7%
➤ Polvere suolo	14%
➤ Reazioni secondarie	53%
Totale	100%

E' pur vero che si tratta di una stazione di fondo, ma il contributo del traffico è notevolmente ridimensionato.

Inoltre non tutti i veicoli sono fonti di PM₁₀: i veicoli a benzina emettono quantità trascurabili di questo inquinante, mentre i maggiori responsabili delle emissioni sono i diesel, sia leggeri che pesanti, ed i ciclomotori con motore a due tempi. Infatti per le autovetture alimentate a benzina, come si può notare dal grafico 13, non esistono limiti riguardanti le emissioni di PM₁₀, perché il quantitativo emesso è tanto inferiore alle emissioni dei diesel, da considerarsi trascurabile.

Anche per i veicoli alimentati a gas, naturale (metano) o di petrolio liquefatto (GPL), la quota emissiva, in termini di PM₁₀, è trascurabile

STANDARD EMISSIVI NORME EURO- VEICOLI PASSEGGERI (gr/Km)

BENZINA	In vigore dal:	CO	HC	NOX
EURO I	1 luglio 1992	4,05	0,66	0,49
EURO II	1 gennaio 1996	3,28	0,34	0,25
EURO III	1 gennaio 2000	2,30	0,20	0,15
EURO IV	1 gennaio 2005	1,00	0,10	0,08

DIESEL	In vigore dal:	CO	HC	NOX	PM
EURO I	1 luglio 1992	2,88	0,20	0,78	0,14
EURO II	1 gennaio 1996	1,06	0,19	0,73	0,10
EURO III	1 gennaio 2000	0,64	0,06	0,50	0,05
EURO IV	1 gennaio 2005	0,50	0,05	0,25	0,025

Grafico 3 Standard emissivi veicoli passeggeri.

Peraltro, si registra nel settore automobilistico un miglioramento degli standard emissivi, nel corso degli anni, come si evince dai grafici successivi.

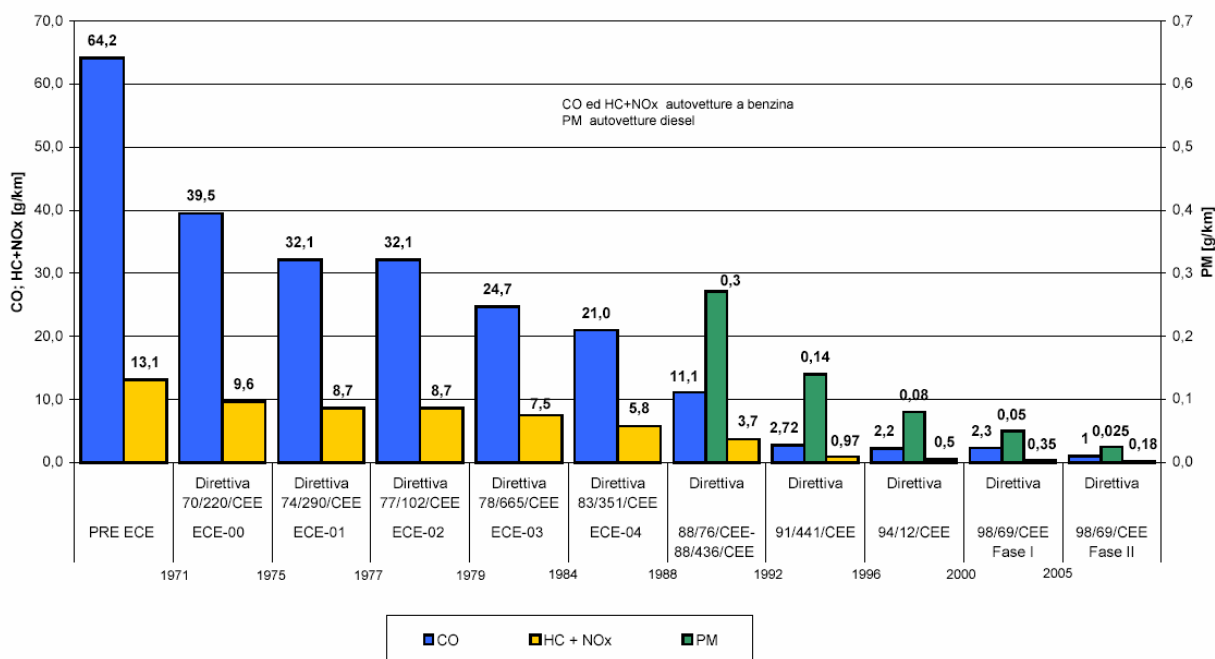


Grafico 4 Normativa e livelli di emissione. Fonte: APAT -Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Si nota come per i diesel, le emissioni di PM siano passate da 0,14 g/km dell'EURO I, agli 0,025 g/km dell'EURO 4: quasi 6 volte inferiori.

Riduzioni ingenti per il CO, nei veicoli a benzina: da 64 g/km del 1971 a 1 g/km dell'EURO 4: 64 volte meno.

Ciò dimostra che l'evoluzione tecnologica, nel settore automobilistico, procede nella giusta direzione, con particolare riferimento alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

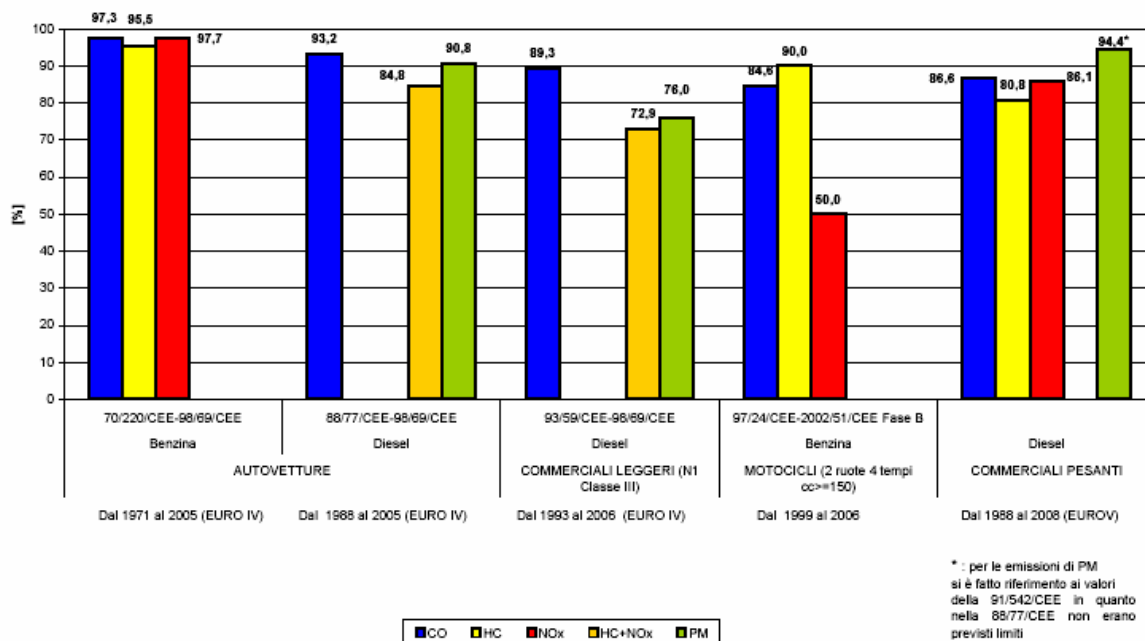


Grafico 5. Riduzioni percentuali ai limiti alle emissioni per alcune tipologie di veicoli. Fonte: APAT- Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Dal grafico 5 emerge come il settore della produzione dei veicoli abbia drasticamente ridotto le emissioni: fino al 94% in meno di emissioni di PM dal 1988 ad oggi.

Gli obiettivi diventano ancora più ambiziosi se si considera la proposta della Commissione Europea del luglio 2005 che prevede standard emissivi Euro V, in vigore dal 2008, per il PM, pari a 0,005 g/Km contro gli 0,025 dell'Euro IV.

Si è detto della stagionalità delle concentrazioni di polveri, ed in questo gioca un ruolo importante la quota di emissioni derivante dai riscaldamenti domestici.

In alcune città esistono ancora riscaldamenti con caldaie alimentate a carbone, come nell'Ottocento.

L'utilizzo del carbone negli impianti di riscaldamento è stato consentito, ai sensi del D.P.C.M. dell'8 marzo 2002, fino al 1° settembre 2005.

Nel Comune di Roma antecedentemente al divieto dell'utilizzo del carbone per alimentare gli impianti di riscaldamento risultavano esistere 830 caldaie a carbone, di cui al mese di novembre 2005 non convertite 427.