



## ***PM2006***

# ***INFLUENZA DEL LIVELLO TECNOLOGICO E DELLE CONDIZIONI DI GUIDA SULL'EMISSIONE DI PARTICOLATO FINE DI AUTOVEICOLI***

**F. Avella, D. Faedo**



## SOMMARIO DELLA PRESENTAZIONE

- **Introduzione**
- **Autoveicoli di prova**
- **Metodologia applicata per l'elaborazione dei dati sperimentali di emissione del PM<sub>10</sub>**
- **Livello di emissione del PM<sub>10</sub>**
- **Influenza del livello omologativo ed effetto delle fasi di moto dell'autoveicolo sulla distribuzione dimensionale del PM<sub>10</sub>**
- **Conclusioni**



## INTRODUZIONE

- La determinazione dei fattori di emissione degli autoveicoli è uno degli aspetti più importanti per la stima dell'impatto ambientale causato dai trasporti
- La carenza di dati sperimentali di emissione in funzione delle condizioni di moto di un autoveicolo, conseguenza della difficoltà di riprodurli in laboratorio, è maggiormente sentita per le specie inquinanti non regolamentate, come il particolato fine e ultrafine
- In questo contesto è stato iniziato uno studio per valutare, sulla base di dati raccolti in numerose sperimentazioni svolte alla SSC, l'influenza delle condizioni di moto dell'autoveicolo su strada e del livello tecnologico del propulsore sull'emissione del particolato di un gruppo selezionato di autoveicoli diesel leggeri e a benzina

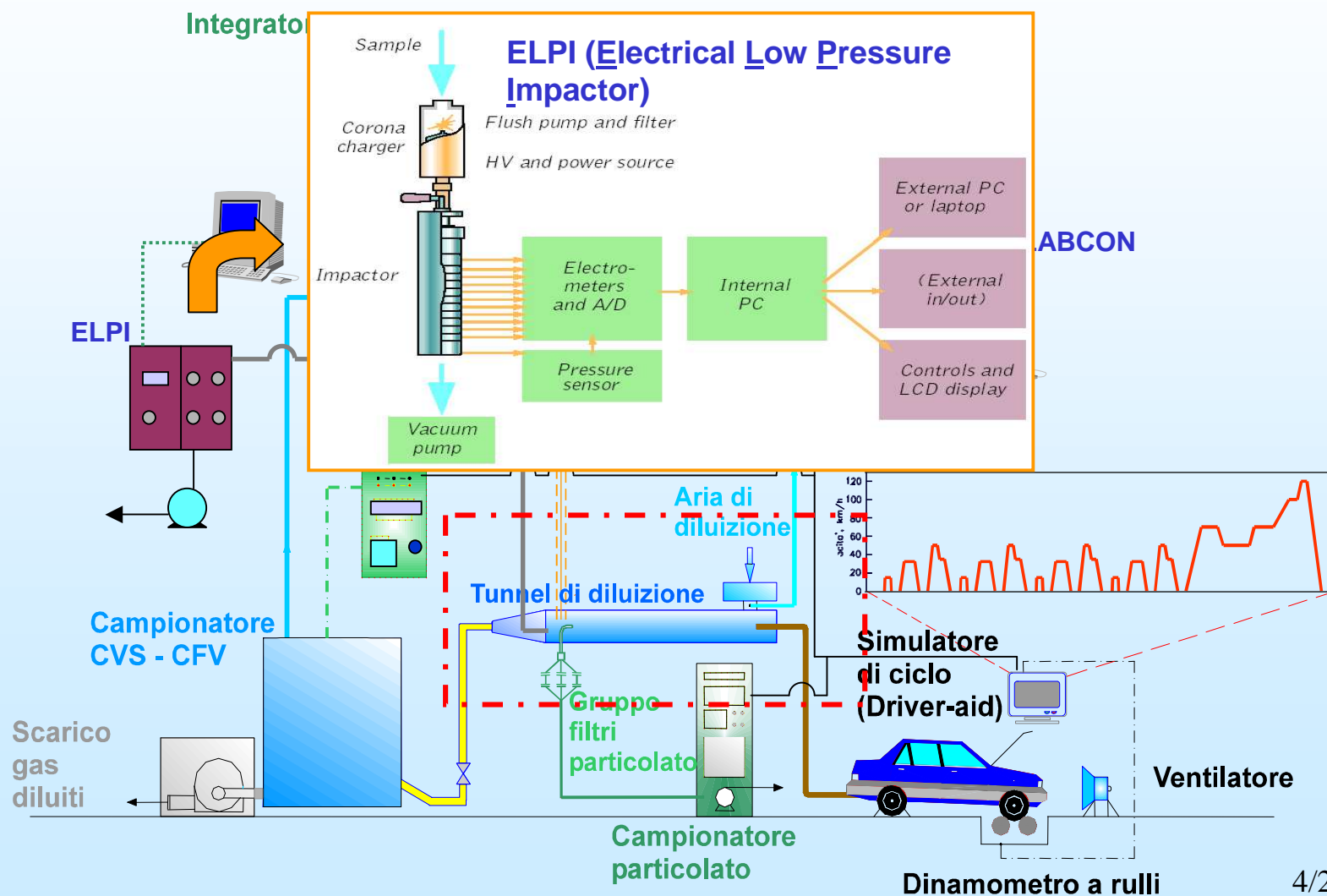


## AUTOVEICOLI CONSIDERATI

OMOLOGAZIONE	COD	Modello	Aliment.	Cilindrata (cc)	MOTORE	km	DPF
EURO 4	D1	Fiat Multipla 1.9 MJT	Diesel	1910	ID, TC, CR	1000	SI
	D3	Fiat Stilo 1.9 MJT M.W.	Diesel	1910	ID, TC, CR	9600	NO
	D4	Ford Focus 1.6 TDCi SW	Diesel	1560	ID, TC, CR	11100	NO
	D5	Fiat Croma 1.9 MJT 16V	Diesel	1910	ID, TC, CR	14300	SI
	D11	Fiat Punto 1.3 MJT	Diesel	1248	ID, TC, CR	1590	NO
EURO 3	D2	Mercedes classe A	Diesel	1689	ID, TC, CR	33900	NO
	D6	BMW 530d	Diesel	2926	ID, TC, IP	130000	NO
	D7	Mercedes C220 CDI SW	Diesel	2148	ID, TC, PR	48000	NO
	D8	Fiat Ducato 15 2.3 JTD	Diesel	2286	ID, TC, CR	91600	NO
	D9	Fiat Marea 1.9 JTD SW	Diesel	1910	ID, TC, CR	210900	NO
	D14	Peugeot 307 SW HDi	Diesel	1997	ID, TC, CR	100000	SI
EURO 2	D18	Peugeot 806 1.9 TD	Diesel	1905	IID, TC	122350	NO
	D19	WV Transporter 1.9 TD	Diesel	1896	ID, PR	78726	NO
	D20	Fiat Ducato 14	Diesel	2800	ID, PR	78000	NO
	D21	Nissan Vanette 2.3D	Diesel	2283	-	60000	NO
	D30	Opel ASTRA 1.7 TD	Diesel	1686	IID, TC, PR	105000	NO
EURO 1	D16	Seat Toledo 1.9 TD	Diesel	1896	IID, PR	192300	NO
	D17	Ford Escort 1.8D SW	Diesel	1753	IID, PR	129200	NO
	D22	Fiat Ducato 13	Diesel	2500	ID, TC, PR	140000	NO
EURO 3	B25	Citroen C3	Benzina	1124	IID, ASP	60000	-
EURO 2	B26	Fiat Marea Bipower	Benzina	1581	IID, ASP	97000	-



# SISTEMA DI CAMPIONAMENTO DEL PM<sub>10</sub>





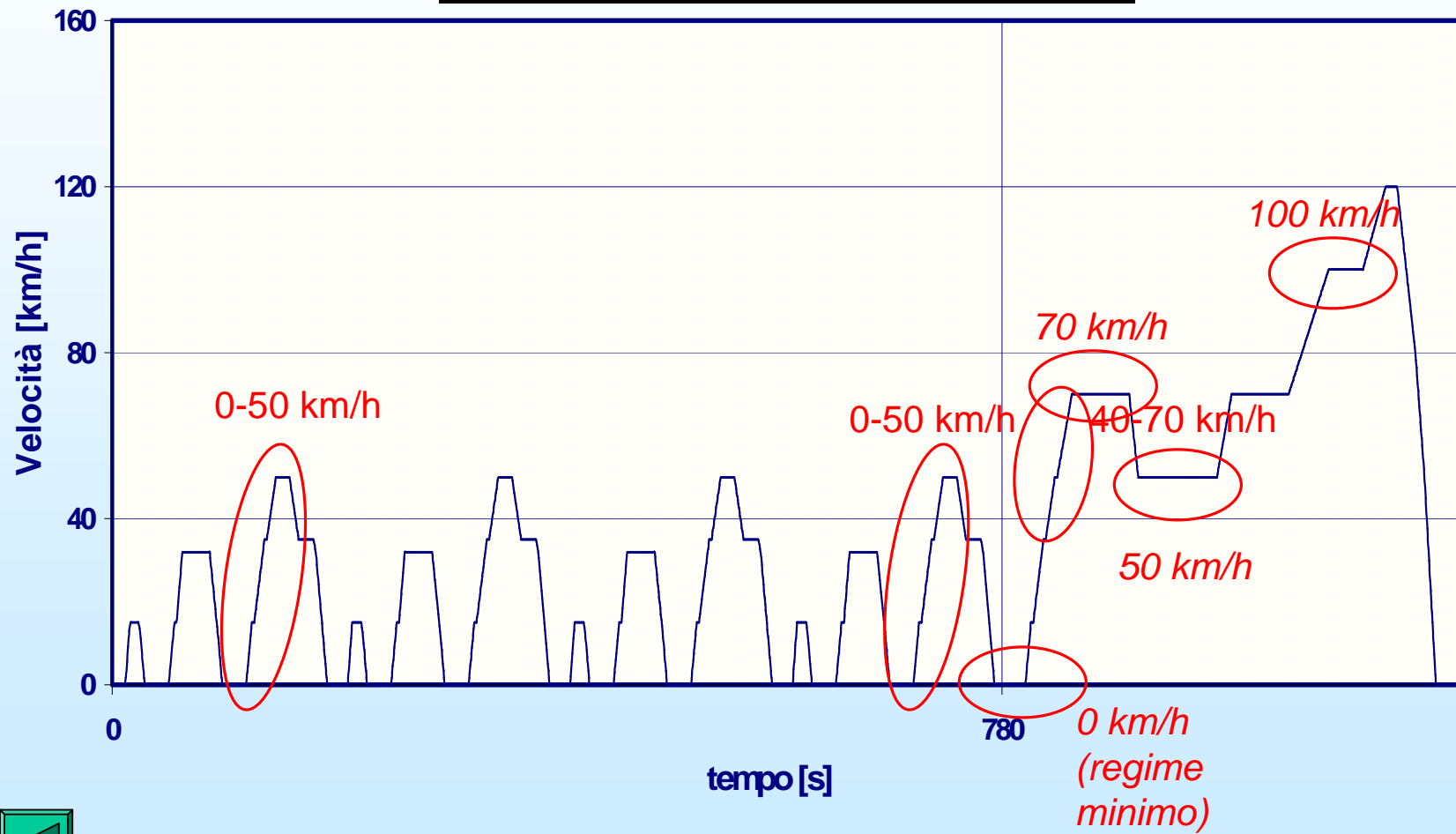
## METODOLOGIA APPLICATA – 1

- Raccolta dei dati di distribuzione dimensionale del particolato emesso dagli autoveicoli selezionati (autovetture diesel e a benzina, furgoni), rilevata con l'ELPI nel ciclo di prova standard europeo, NEDC (*database*)
- Selezione di diverse fasi di guida all'interno del ciclo NEDC e individuazione nel *database* del blocco di dati di distribuzione relativo a ciascuna fase
- Calcolo delle medie dei valori di distribuzione dimensionale del particolato degli autoveicoli appartenenti a ciascuna categoria omologativa per ogni fase del ciclo di guida





**CICLO DI GUIDA STANDARD EUROPEO NEDC**





## METODOLOGIA APPLICATA – 2

- Raggruppamento dei dati delle distribuzioni medie in quattro range di classificazione dimensionale:

particelle ultrafini	10 – 100 nm
particelle fini	100 - 400 nm
particelle medie	400 -1000 nm
particelle grosse	1000 – 10000 nm



- Espressione dei risultati :

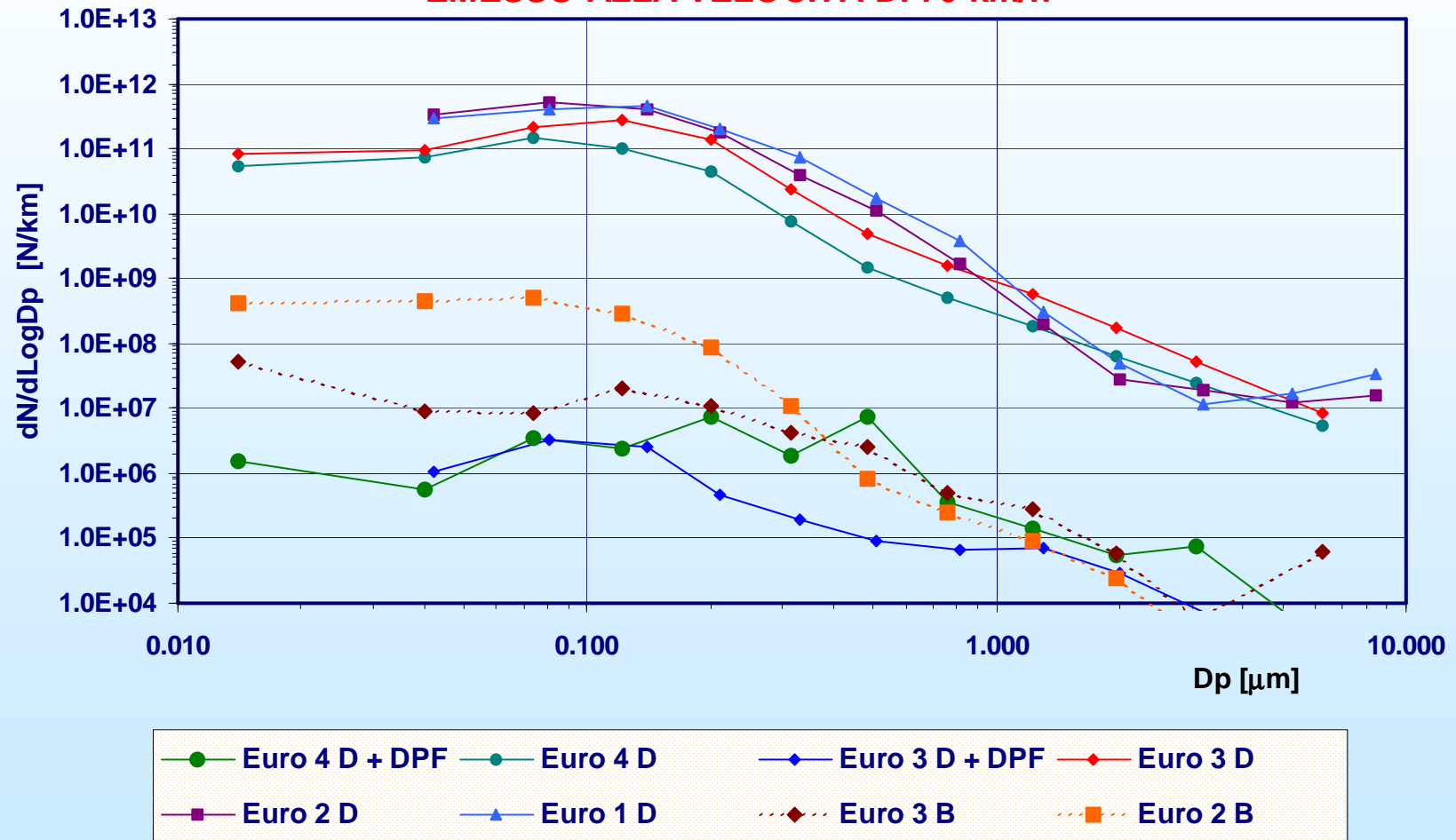
**N/s:** per le sottofasi individuate (per omogeneità dei risultati)

**N/km:** per i cicli standard: UDC, EUDC e NEDC





### DISTRIBUZIONE DIMENSIONALE DEL PM<sub>10</sub> EMESSO ALLA VELOCITÀ DI 70 km/h





## LIMITAZIONI METODOLOGICHE

L'approccio sperimentale adottato per la misura delle distribuzioni dimensionali del particolato non tiene conto che durante il campionamento nel punto di prelievo:

- il rapporto di diluizione
- la temperatura di campionamento

cambiano in dipendenza delle fasi del ciclo di guida.

E' ben noto che questi parametri influenzano la formazione di particelle in modo nucleazione.

Ciò nonostante è stato ritenuto utile effettuare l'elaborazione dei dati sperimentali per confrontare il livello di emissione del particolato in funzione del comportamento su strada di differenti categorie di autoveicoli.



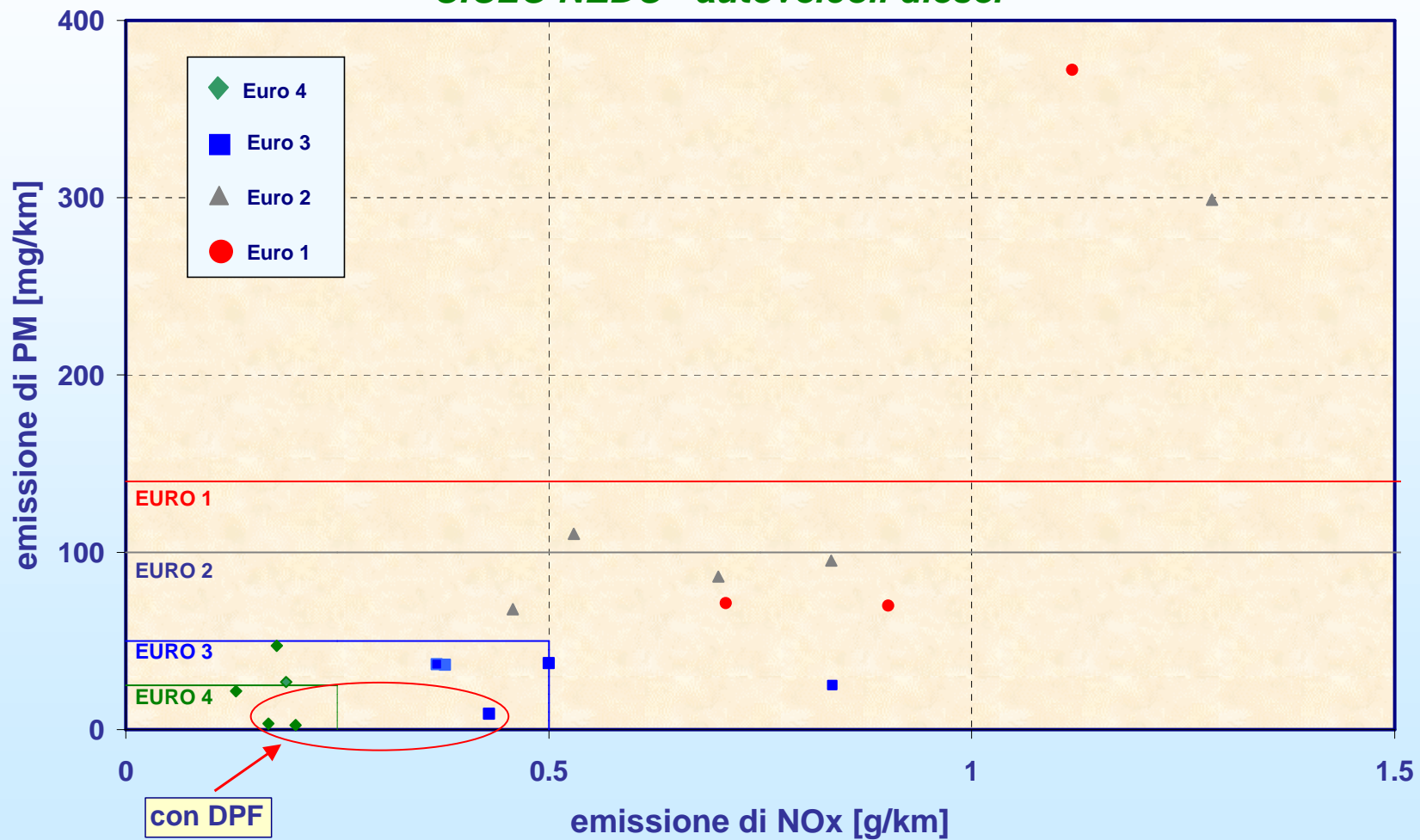
## DILUIZIONE DEI GAS DI SCARICO: CONFRONTO

	Real world	Tunnel (CVS)
Diluizione	RD >100	5 < RD < 50
Velocità di diluizione	< 1s	?
Condizioni meteo	T e UM variabili	T e UM controllate

*Maricq et al., SAE Technical Paper No.1999-01-1461 (1999)*

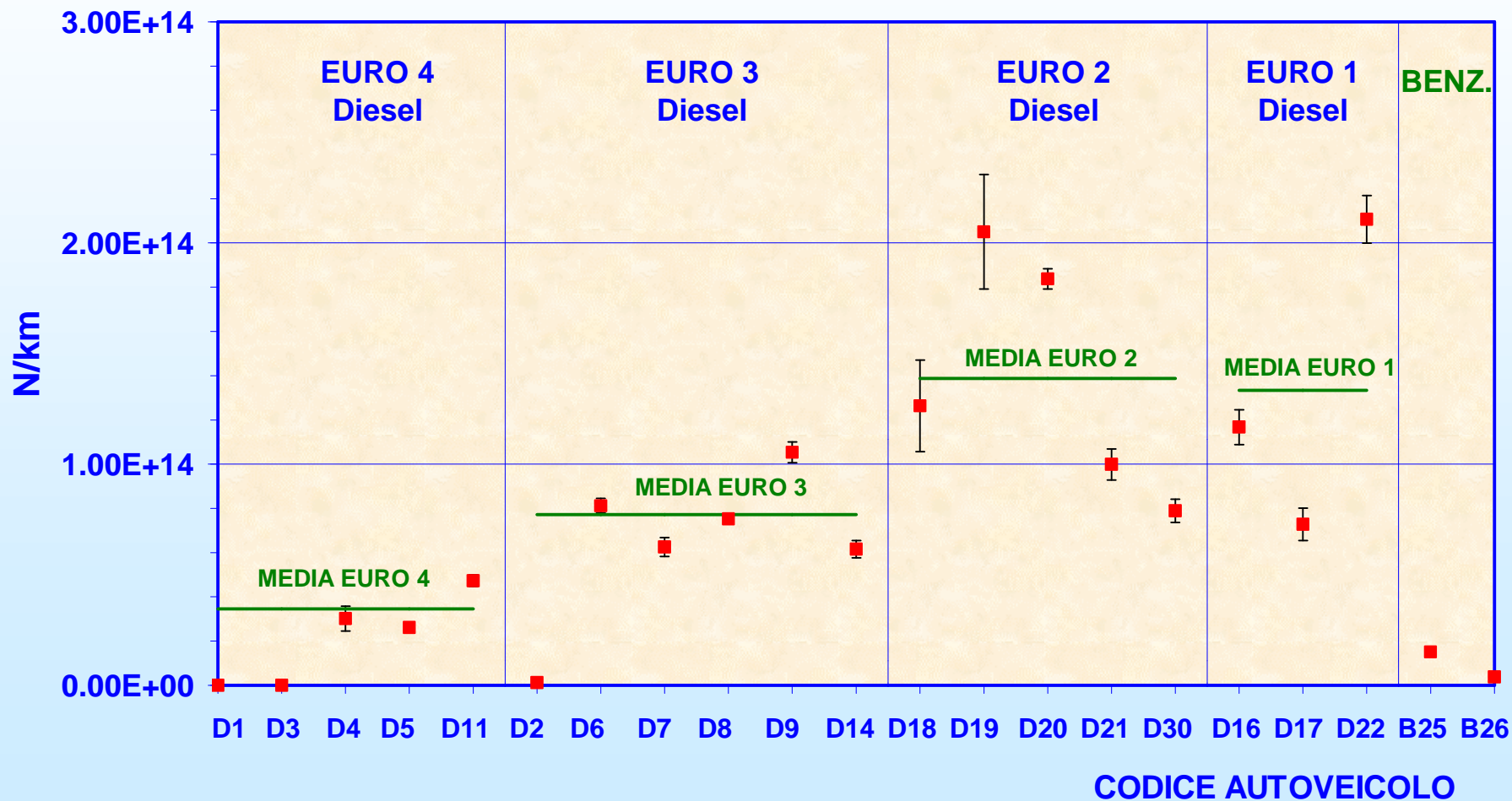


## LIVELLO DI EMISSIONE DI PARTICOLATO E DI NO<sub>x</sub> CICLO NEDC - autoveicoli diesel





## LIVELLO DI EMISSIONE DEL PM<sub>10</sub> Ciclo NEDC

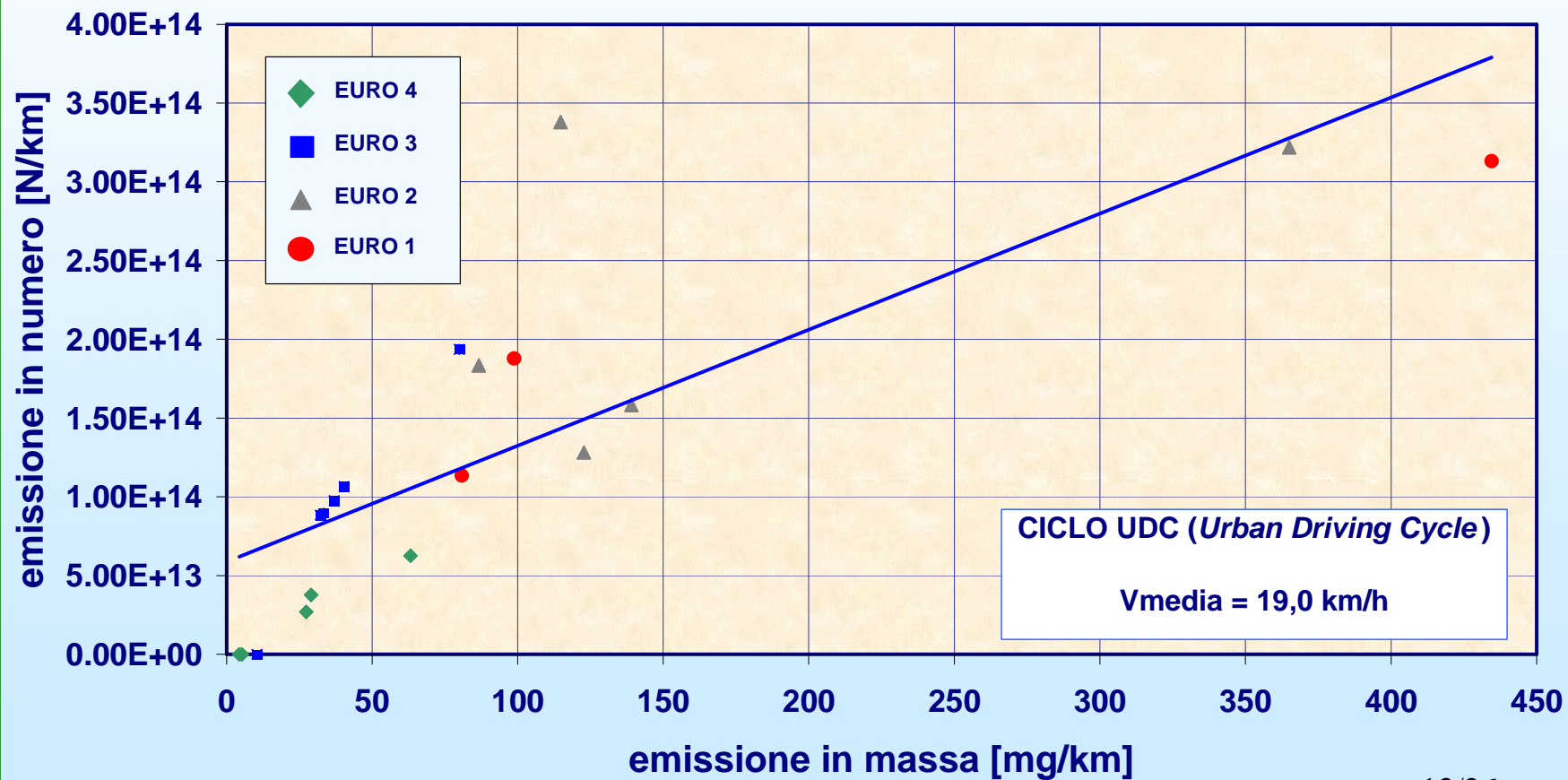




## CONFRONTO LIVELLO DI EMISSIONE DEL PARTICOLATO

### MISURE GRAVIMETRICHE VS MISURE IN NUMERO

#### CICLO UDC - autoveicoli diesel

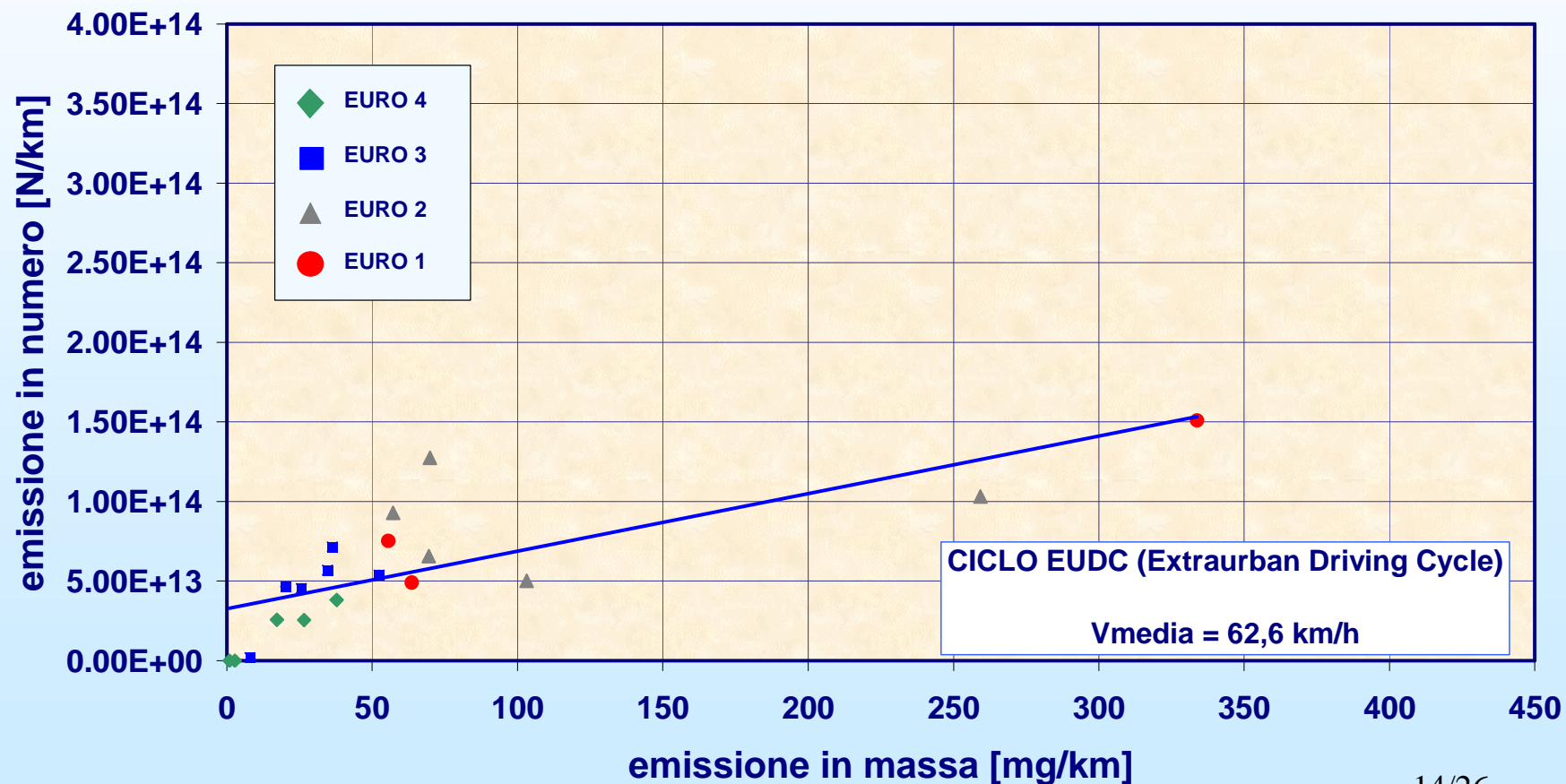




## CONFRONTO LIVELLO DI EMISSIONE DEL PARTICOLATO

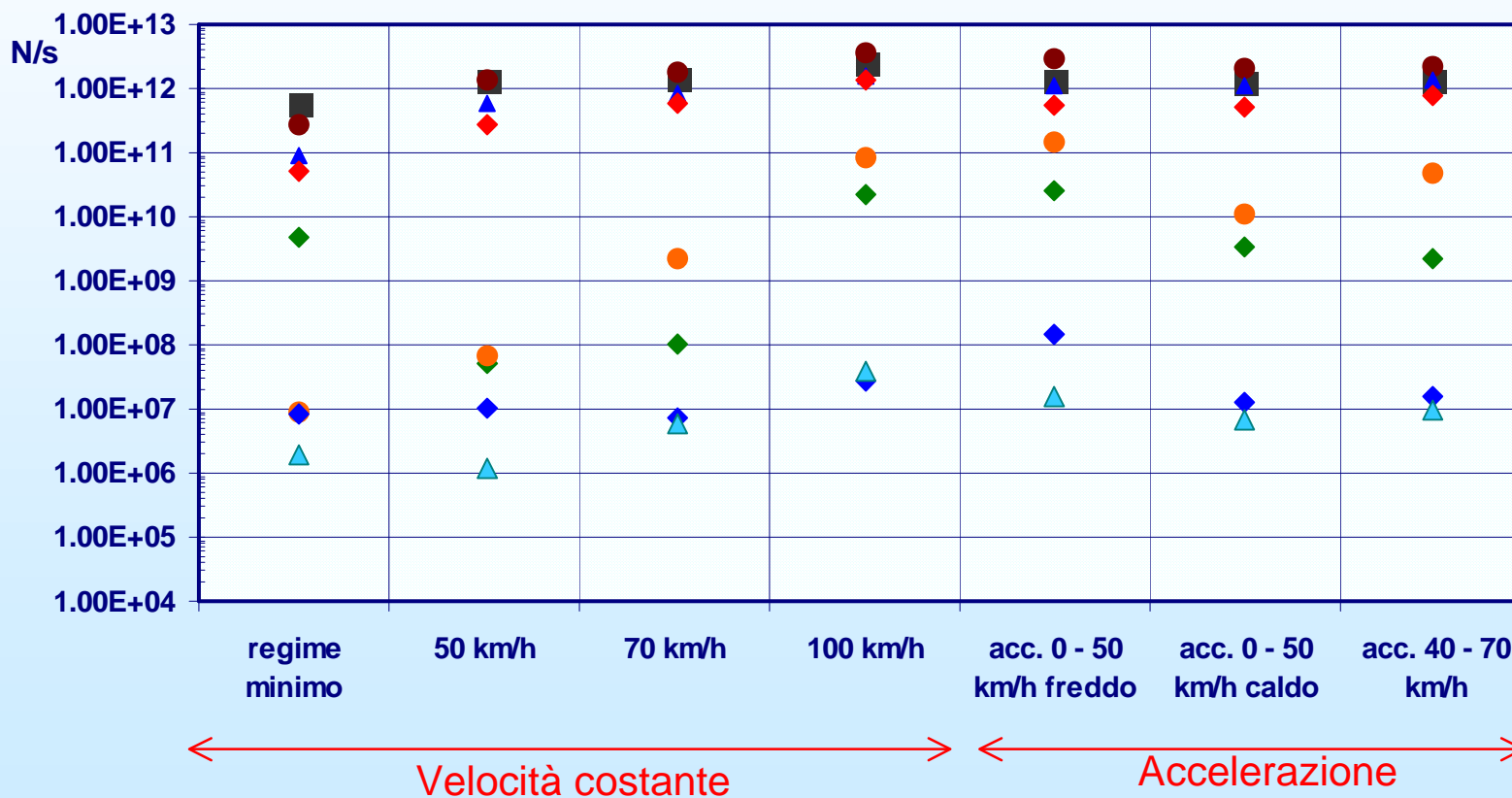
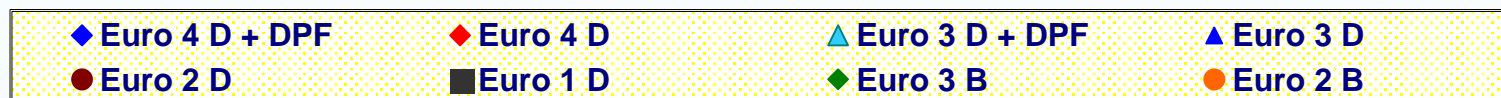
### MISURE GRAVIMETRICHE VS MISURE IN NUMERO

### CICLO EUDC - autoveicoli diesel



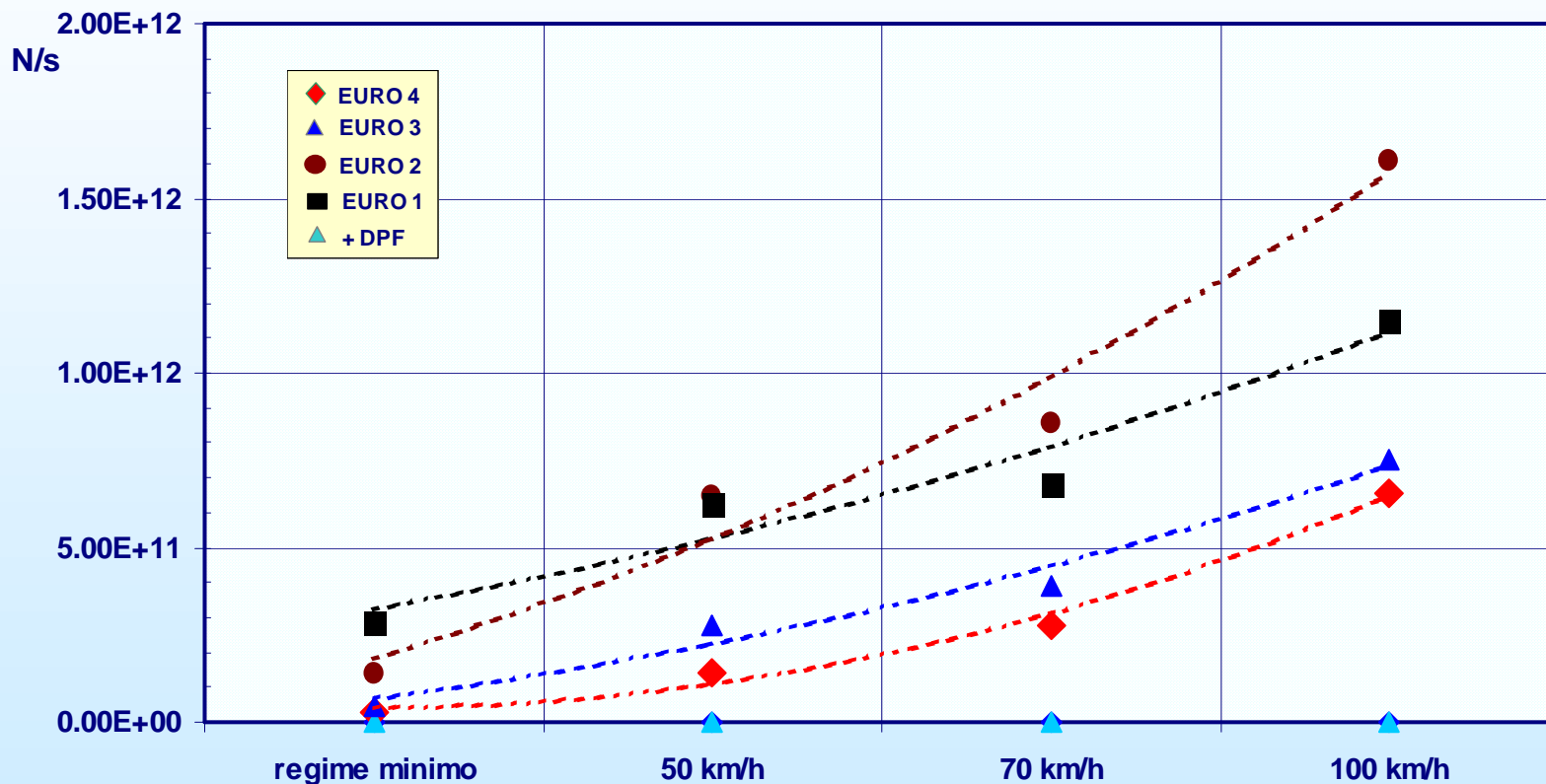


### EMISSIONE DI PARTICELLE ULTRAFINI (10 - 100 nm)



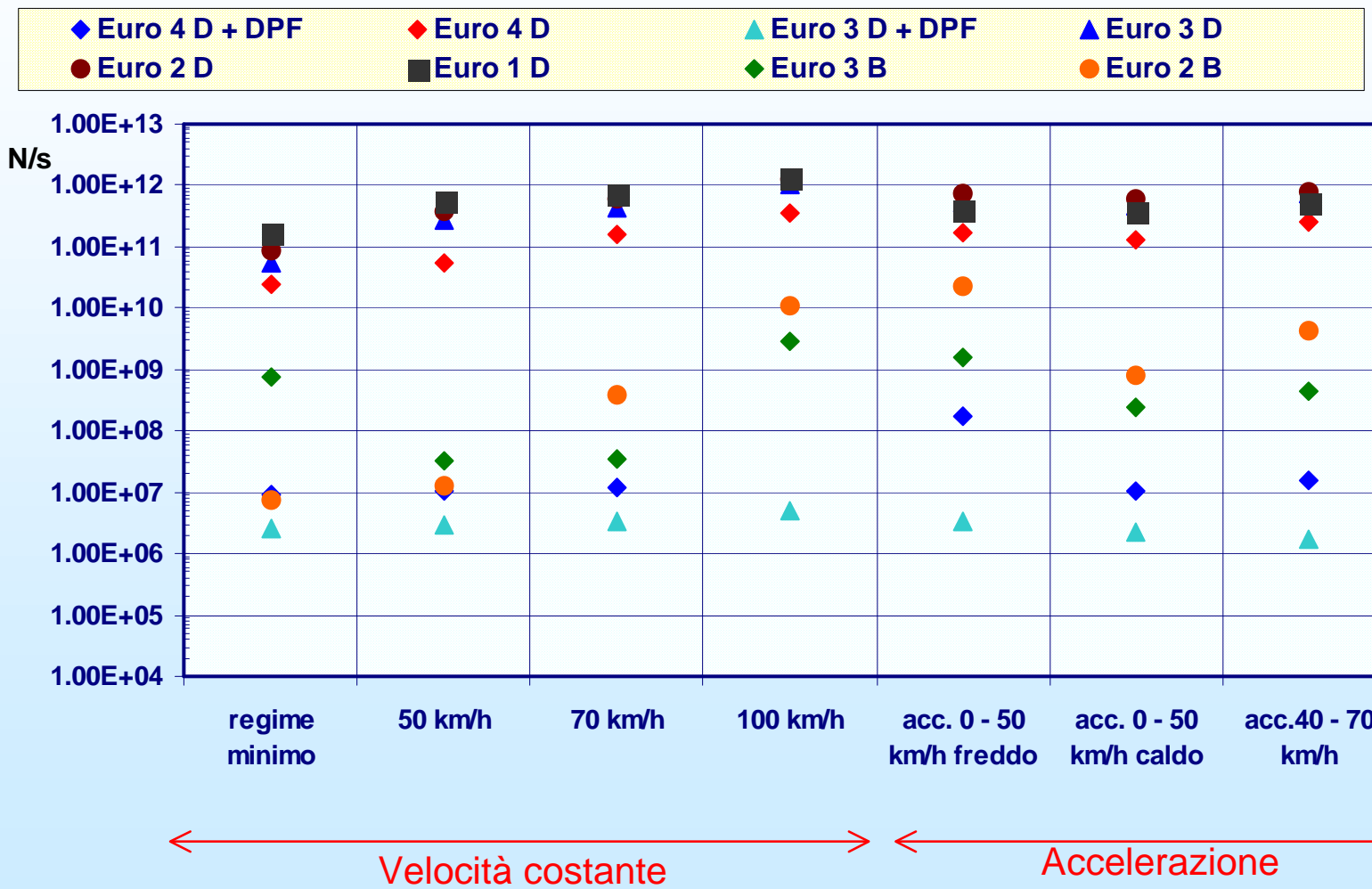


**EMISSIONE DI PARTICELLE ULTRAFINI (10 - 100 nm)**  
**EFFETTO DELLA VELOCITA' MEDIA DI PERCORRENZA**  
*autoveicoli diesel*



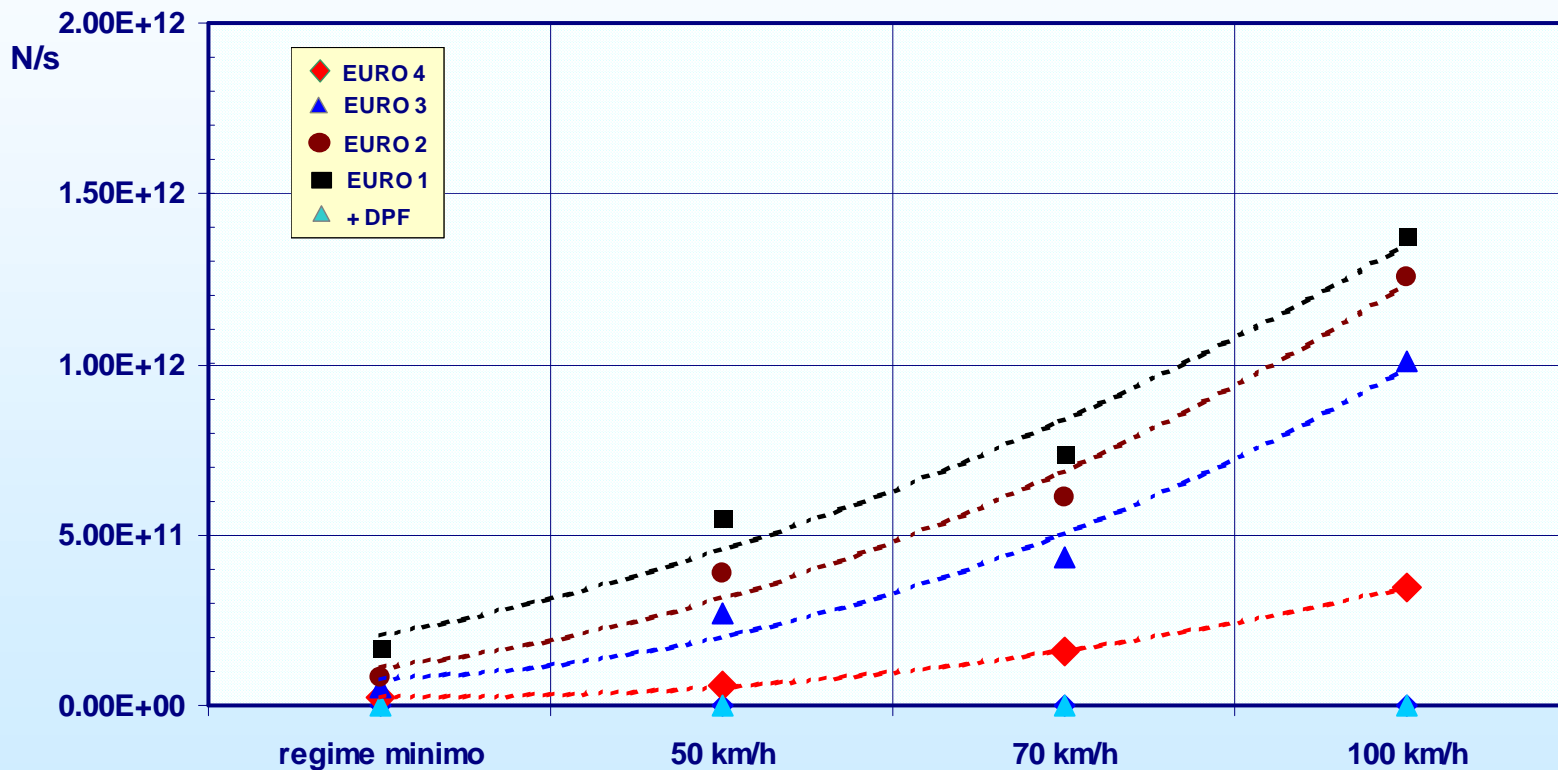


### EMISSIONE DI PARTICELLE FINI (100 - 400 nm)



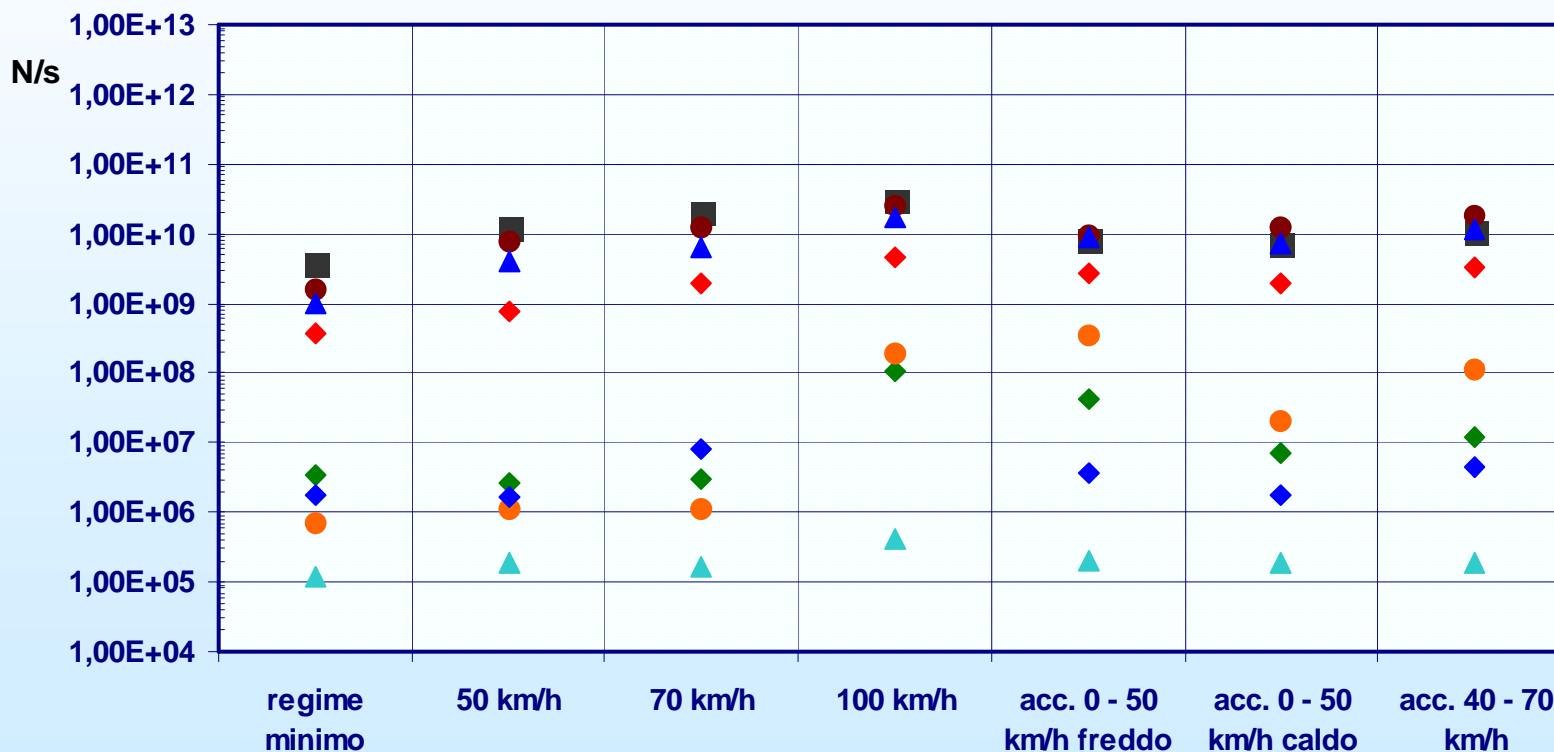


### EMISSIONE DI PARTICELLE FINI (100 - 400 nm) EFFETTO DELLA VELOCITA' MEDIA DI PERCORRENZA autoveicoli diesel





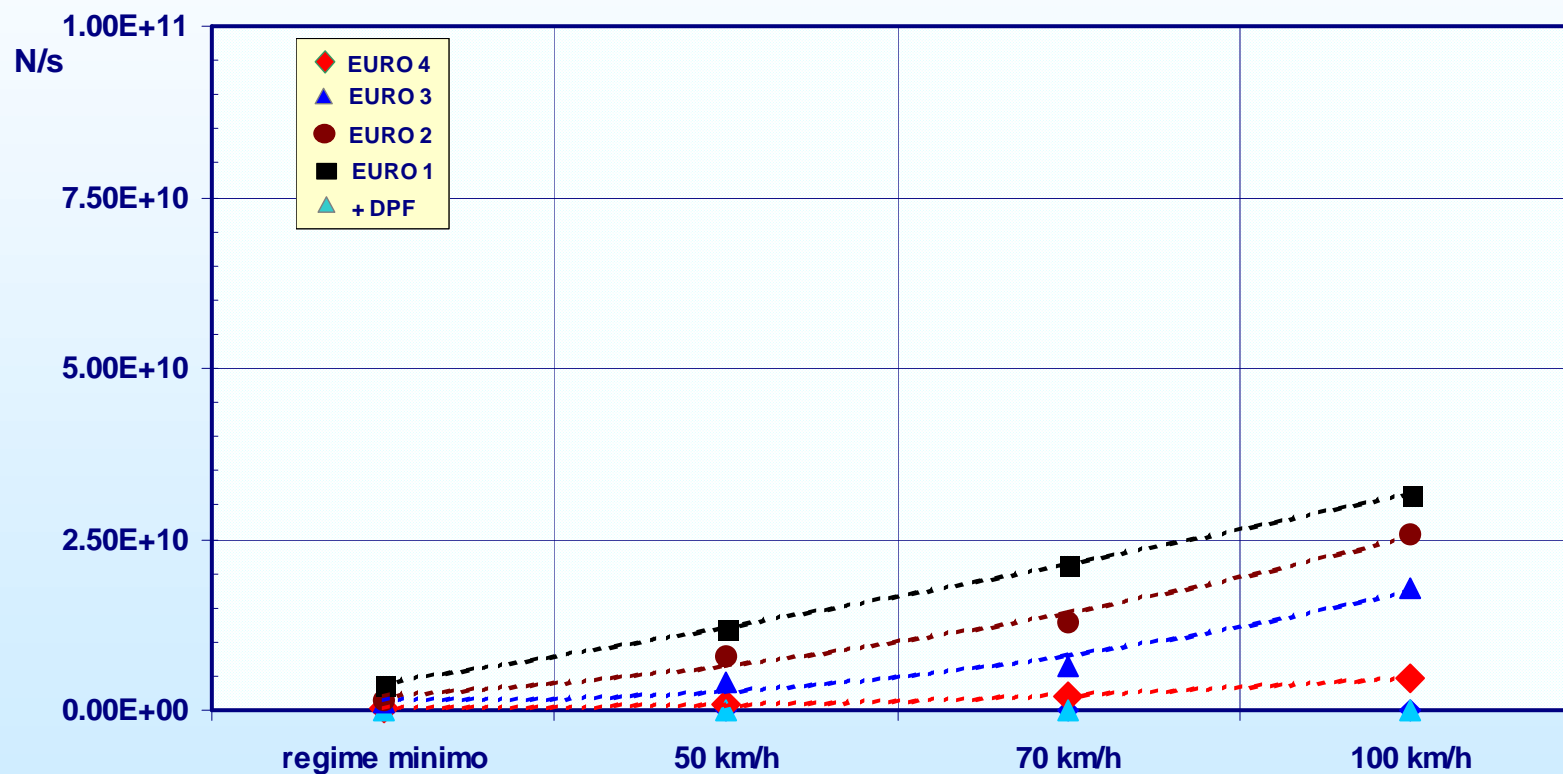
### EMISSIONE DI PARTICELLE MEDIE (400 - 1000 nm)



← Velocità costante → Accelerazione →

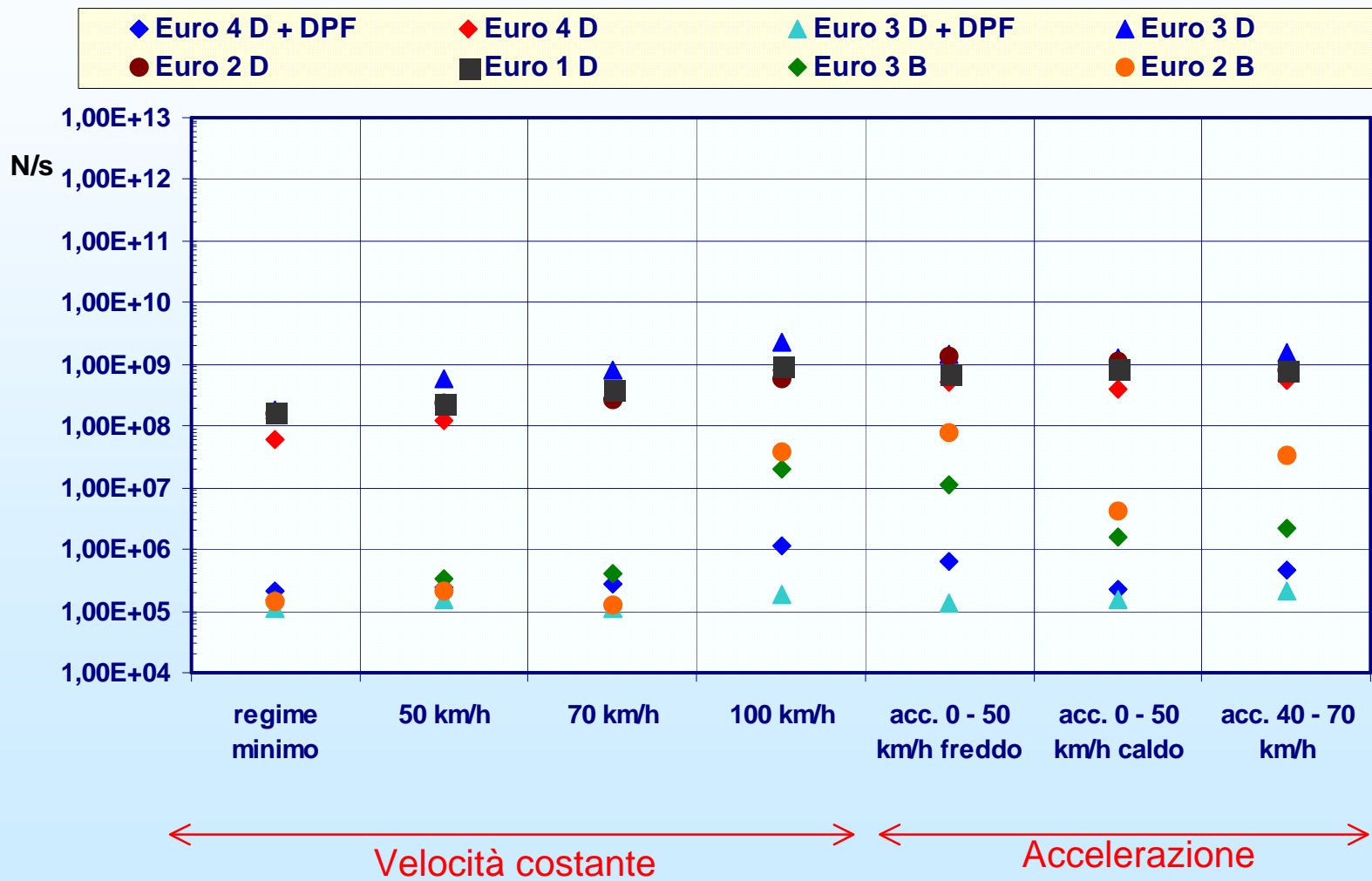


### EMISSIONE DI PARTICELLE MEDIE (400 - 1000 nm) EFFETTO DELLA VELOCITA' MEDIA DI PERCORRENZA autoveicoli diesel



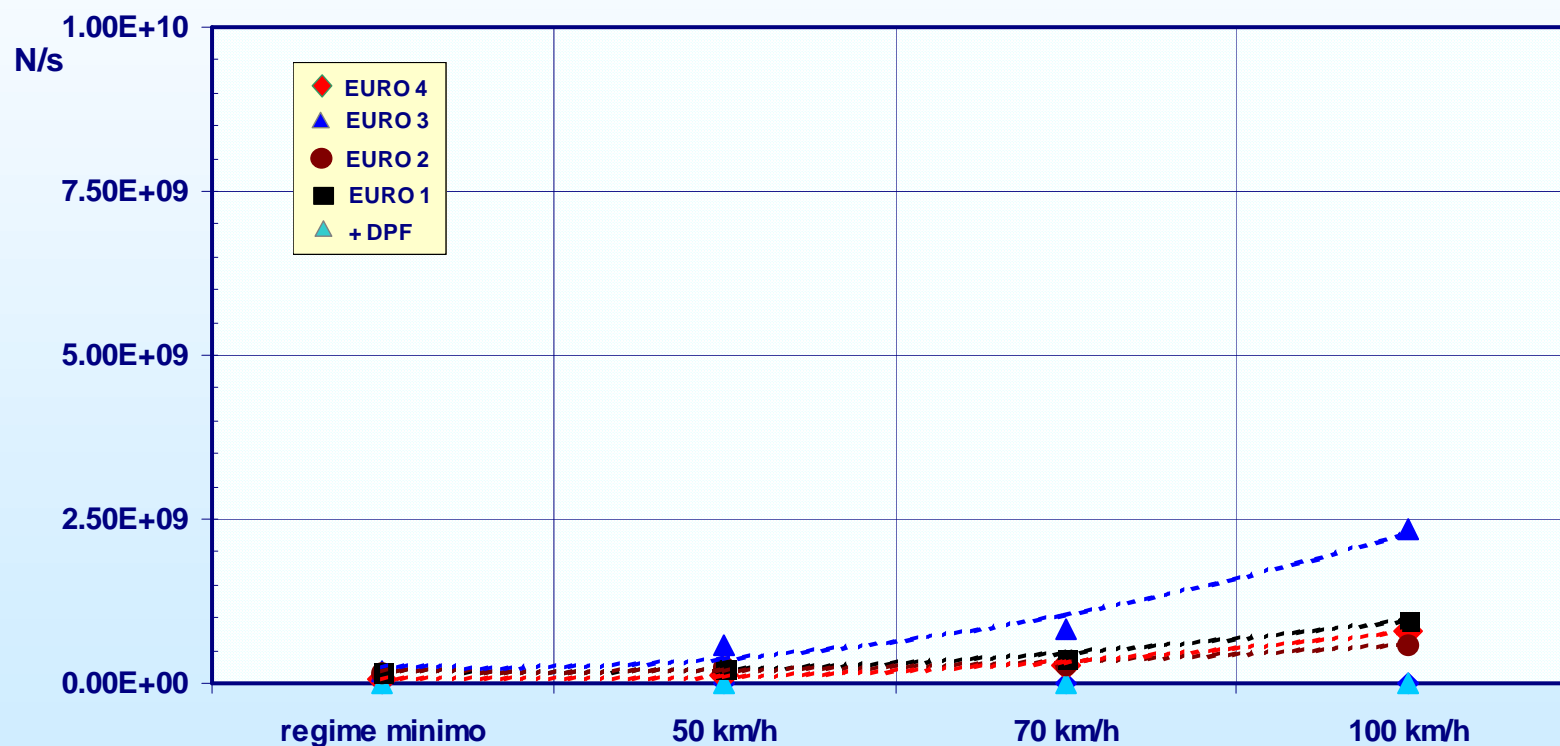


### EMISSIONE DI PARTICELLE GROSSE (1 - 10 $\mu\text{m}$ )





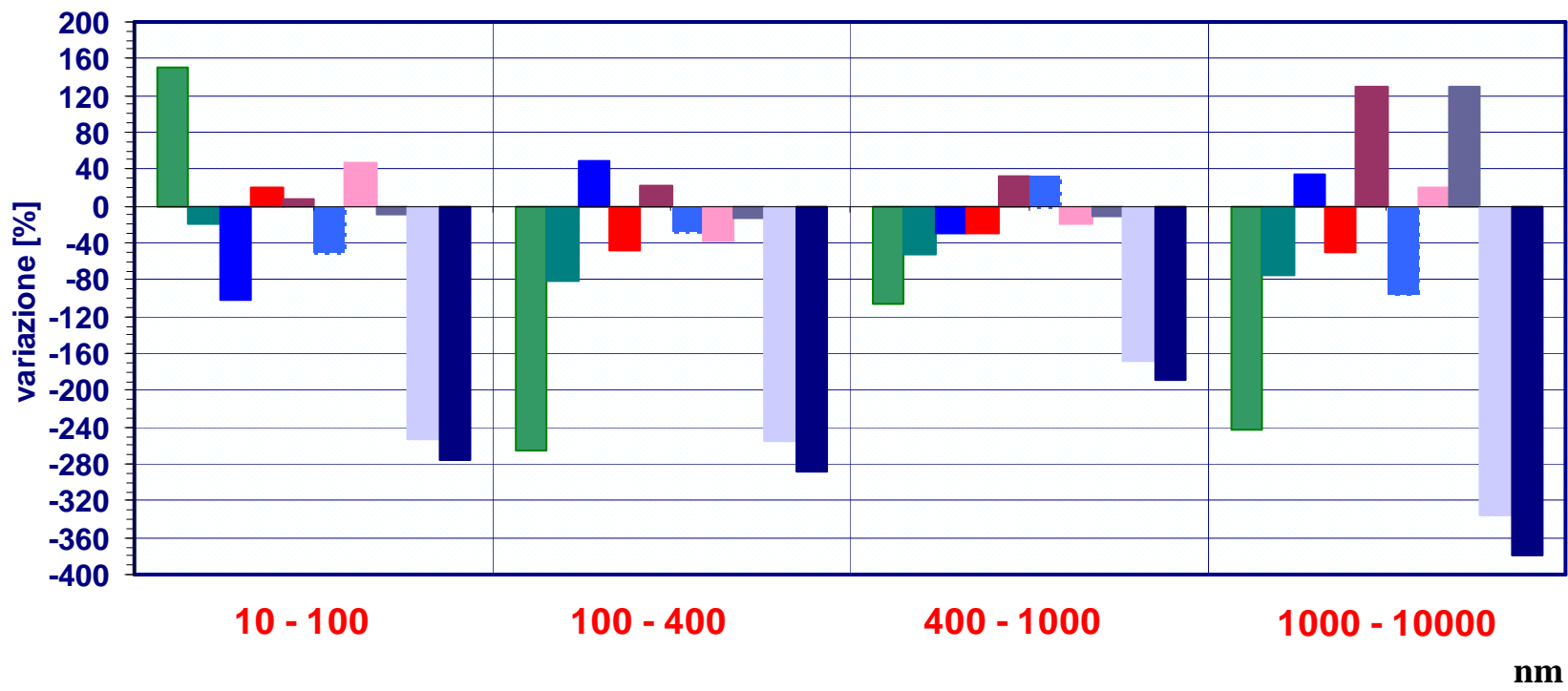
## EMISSIONE DI PARTICELLE GROSSE (1 - 10 $\mu\text{m}$ ) EFFETTO DELLA VELOCITA' MEDIA DI PERCORRENZA autoveicoli diesel





PM2006 - Firenze, 10 - 13 settembre 2006

**VARIAZIONE PERCENTUALE DI EMISSIONE DELLE CLASSI DIMENSIONALI DEL PM<sub>10</sub> EMESSE IN ACCELERAZIONE 0 → 50 km/h**  
transitorio termico → regime termico



■ Euro 4 D + DPF	■ Euro 4 D	■ Euro 3 D + DPF	■ Euro 3 D	■ Euro 3 D
■ Euro 2 D	■ Euro 1 D	■ Euro 1 D	■ Euro 3 B	■ Euro 2 B



## CONCLUSIONI – 1/3

### EFFETTO DEL LIVELLO TECNOLOGICO DEL PROPULSORE

- il livello di emissione del particolato nelle classi dimensionali esplorate degli autoveicoli diesel Euro 4 risulta inferiore a quello degli autoveicoli diesel delle classi omologative inferiori: le differenze sono più sensibili per gli intervalli dimensionali intermedi
- il livello di emissione del particolato delle autovetture diesel dotate di DPF è di 3 – 4 ordini di grandezza inferiore a quello delle autovetture convenzionali in tutto lo spettro granulometrico considerato
- il livello di emissione del particolato delle autovetture a benzina è paragonabile a quello delle autovetture diesel dotate di DPF a velocità inferiori a 100 km/h ed è più sensibile alle variazioni di condizioni di guida



## CONCLUSIONI – 2/3

### EFFETTO DELLE CONDIZIONI DI GUIDA DELL'AUTOVEICOLO

#### incremento della velocità di percorrenza:

- passando da 0 a 100 km/h il livello di emissione del particolato nelle classi dimensionali esplorate cresce di circa 1 ordine di grandezza per tutte le categorie di autoveicoli diesel (con e senza DPF)
- l'effetto è notevolmente maggiore per le autovetture a benzina: 2/3 ordini grandezza



## CONCLUSIONI – 3/3

### EFFETTO DELLE CONDIZIONI DI GUIDA DELL'AUTOVEICOLO

#### effetto dell'accelerazione:

- per le autovetture diesel senza DPF il livello di emissione del particolato in accelerazione è paragonabile a quello rilevato in condizioni di velocità costante inferiore a 100 km/h per le particelle fini e ultrafini
- viceversa, il livello di emissione del particolato di autovetture a benzina è di 1 – 2 ordini di grandezza maggiore, in modo più sensibile nelle condizioni di transitorio termico del propulsore



*PM2006 - Firenze, 10 - 13 settembre 2006*

---

***PM2006***

*Firenze, 10 - 13 settembre 2006*

***GRAZIE PER L'ATTENZIONE !***