

Evoluzione della normativa europea per le emissioni di particolato da veicoli

Giorgio Martini, Giovanni De Santi

**Institute for Environment and Sustainability
Transport and Air Quality Unit**



Milano, 01 Febbraio 2008

Research-Based Policy Support

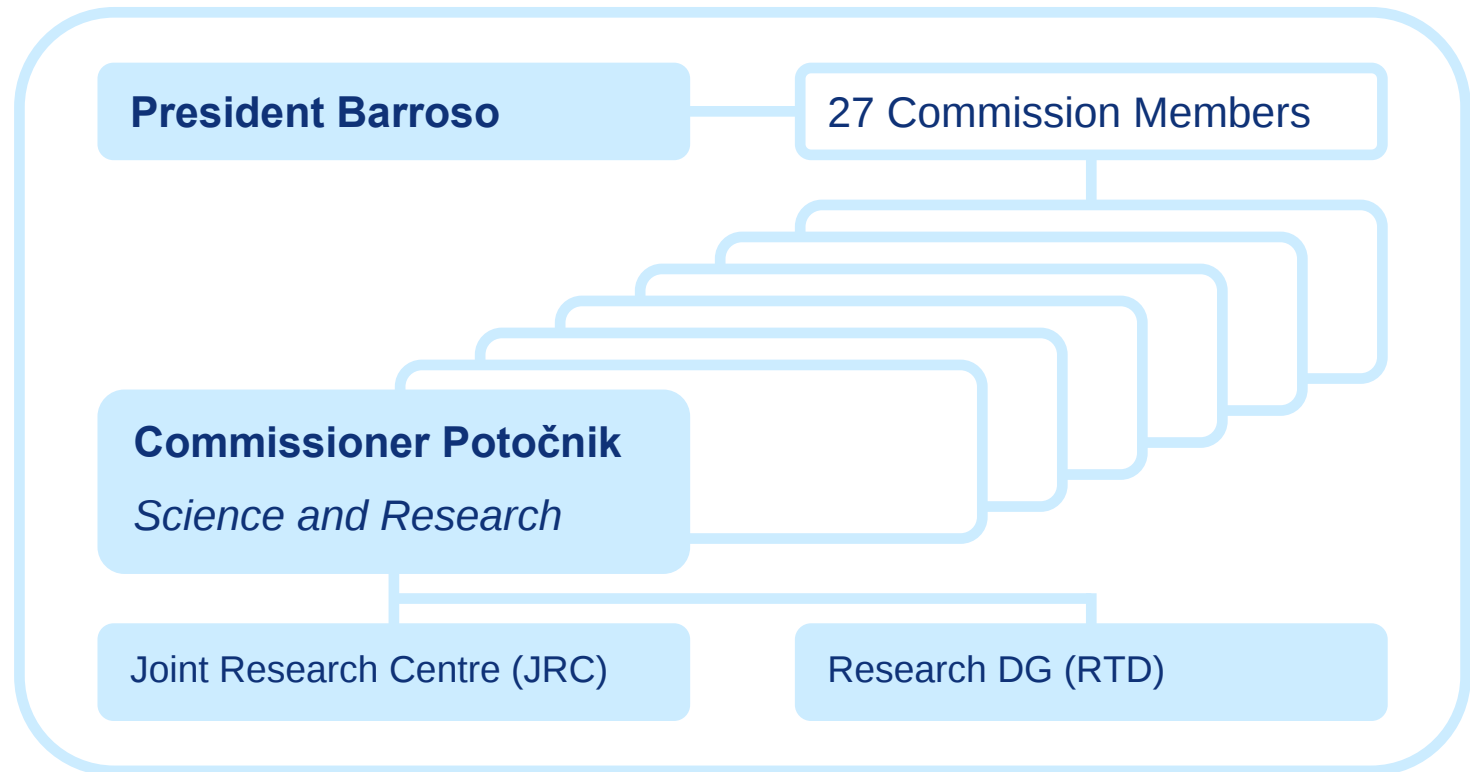
JRC - Robust Science for Policy Making

As a Directorate-General of the European Commission, the JRC provides customer-driven scientific and technical support to Community policy making

Supporting citizen's security, health and environmental protection, safety of food and chemicals, alternative energies, nuclear safety, econometrics, prospective technologies...



Where does the JRC fit in the European Commission?

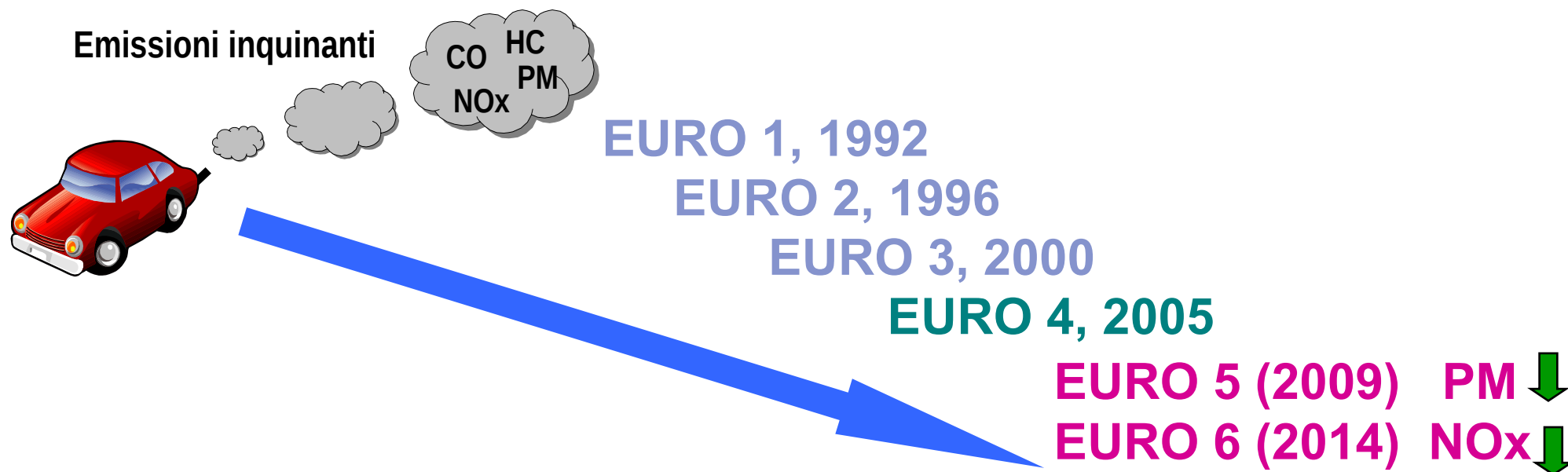


Evoluzione della normativa europea sulle emissioni da autoveicoli

Veicoli leggeri (Light Duty): Euro 5 & 6

Veicoli pesanti (Heavy Duty): Euro VI

Limiti di emissione per l'omologazione di veicoli Light Duty



I limiti di emissione sono stati ridotti di oltre il 90%

Il programma CAFE (Clean Air For Europe) ha dimostrato la necessità di ulteriori riduzioni



Limiti Euro 5 & 6: riduzione delle emissioni di particolato da veicoli



PM in



Diesel
Particle
Filter (DPF)



PM out

Uno dei principali obiettivi di Euro 5/6 consisteva nel forzare l'adozione della "Best Available Technology" per ridurre le emissioni di particolato



Nuovo limite per le emissioni di PM basato sul numero di particelle



**Sviluppo e validazione di una nuova tecnica di misura:
UNECE-GRPE Particle Measurement Programme PMP**

I DPF sono davvero la soluzione per ridurre le emissioni di particolato da veicoli?

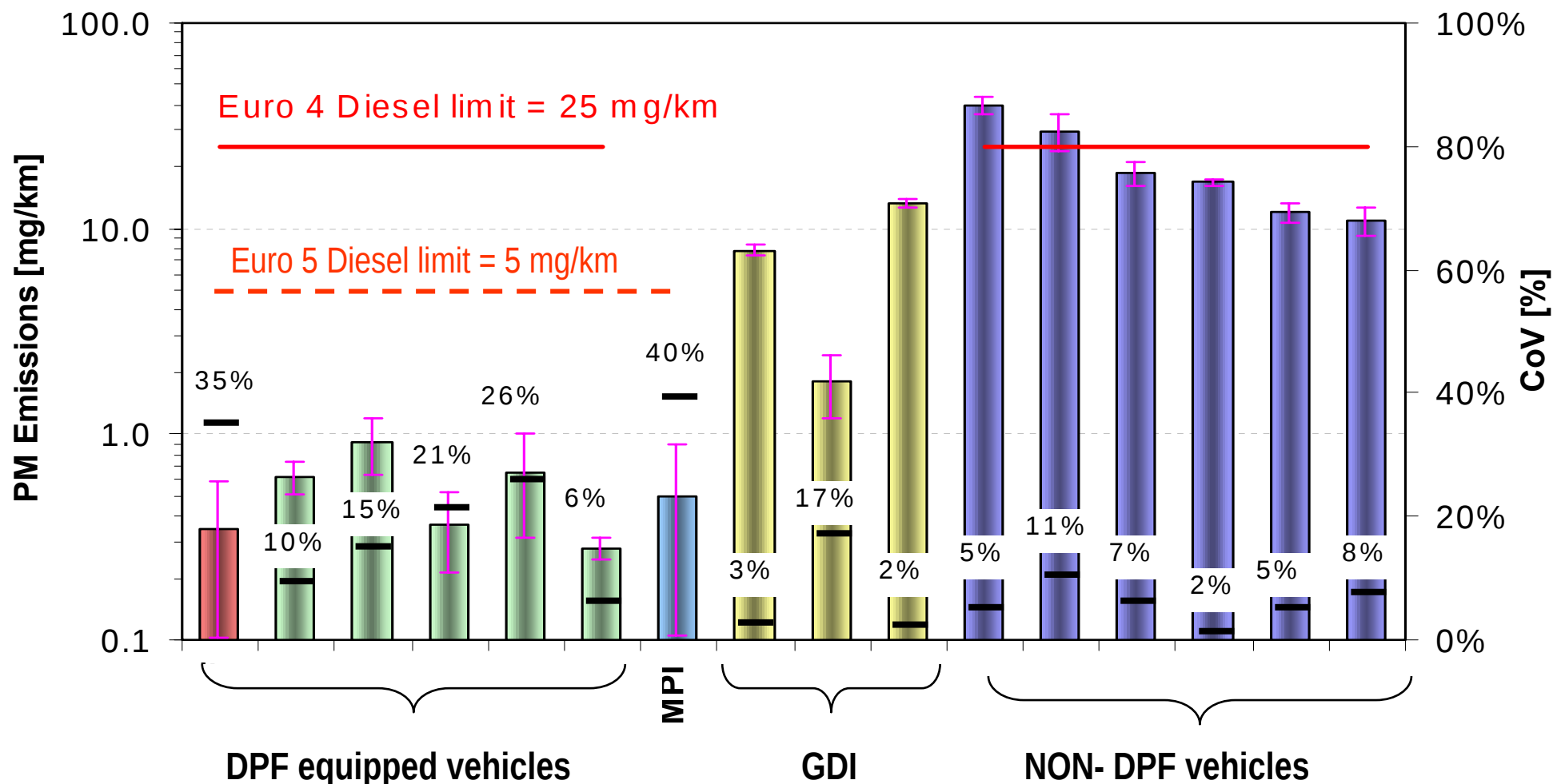


Estremità' dello scarico di un veicolo diesel Euro 4 dotato di DPF cha ha gia' percorso oltre 50000 km

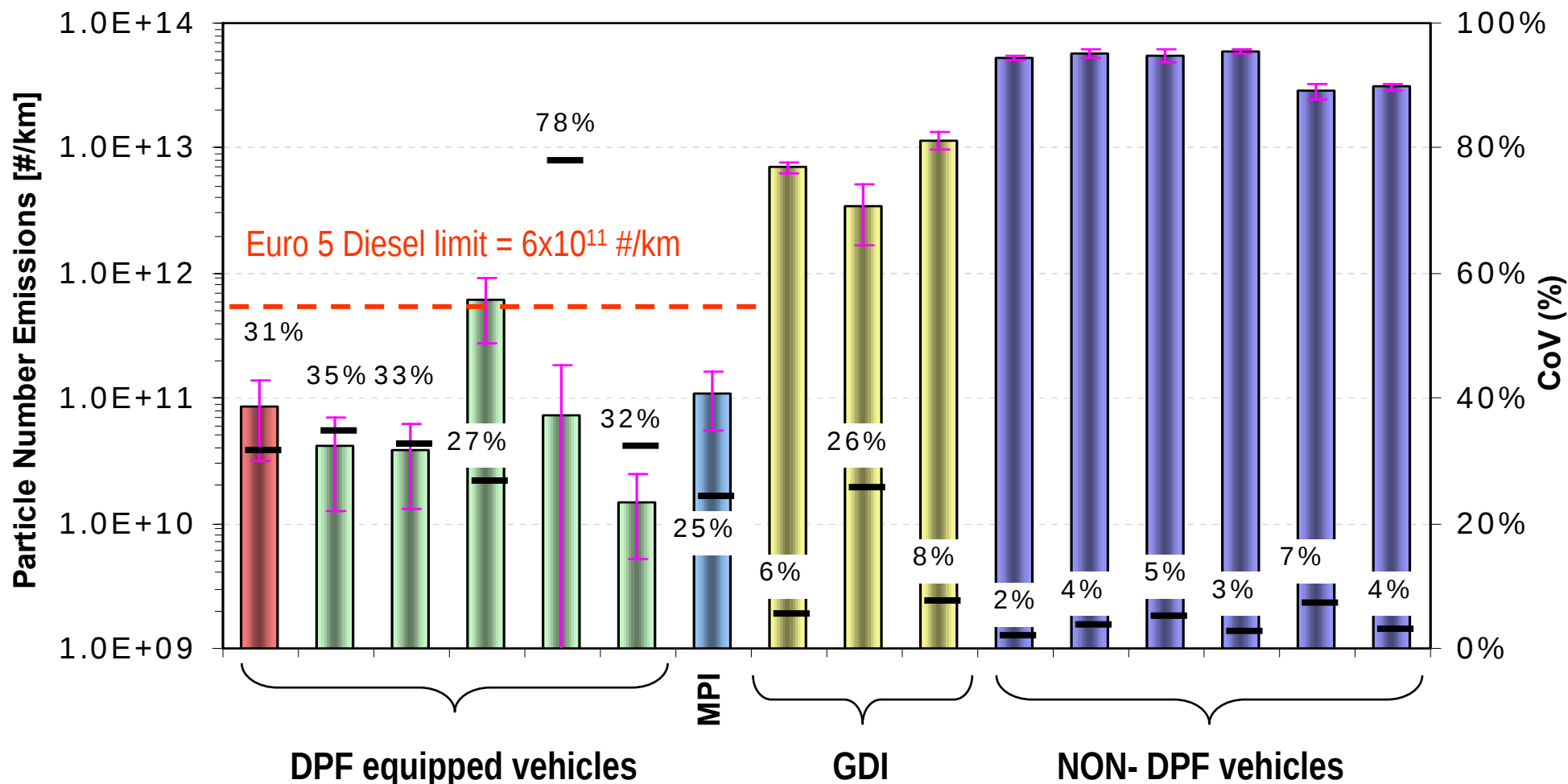


I dati sperimentali confermano la efficacia dei filtri antiparticolato

Limite sulla massa di particolato: proposta della Commissione



Limite sul numero di particelle: proposta della Commissione



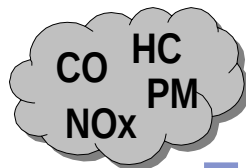
Limiti Euro 5 & 6 - Emissioni di particolato

	Mass of PM (mg/km)		No. of particles (#/km)	
	Petrol	Diesel	Petrol	Diesel
EURO 4		25	-	-
EURO 5	5.0/4.5	5.0/4.5	-	6.0×10^{11}
EURO 6	5.0/4.5	5.0/4.5	?	6.0×10^{11}

- I limiti per veicoli benzina si applicano solo a veicoli con motore iniezione diretta
- Il limite di 4.5 g/km ed il limite sul numero di particelle entreranno in vigore a partire dal 01/09/2011
- Il limite basato sul numero di particelle per i veicoli benzina deve essere introdotto entro il 2014

Limiti di emissione per l'omologazione di motori Heavy Duty

Emissioni inquinanti



EURO I, 1992

EURO II, 1995

EURO III, 2000

EURO IV 2005

EURO V 2008

EURO VI (2014?)



Nuovi limiti di emissione EURO VI per motori HD

La Commissione Europea ha presentato il 21/12/2007 la nuova proposta di Direttiva per i futuri limiti di emissione EURO VI per motori HD

	CO (mg/kWh)	THC (mg/kWh)	NMHC (mg/kWh)	CH ₄ (mg/kWh)	NO _x (3) (mg/kWh)	NH ₃ (ppm)	PM mass (mg/kWh)	PM (1) number (#/kWh)
ESC (CI)	1500	130			400	10	10	
ETC (CI)	4000	160			400	10	10	
ETC (PI)	4000		160	500	400	10	10	
WHSC (2)								
WHTC (2)								

(1) A number standard is to be defined at a later stage

(2) The limit values relating to WHSC and WHTC will be introduced, at a later stage, once correlation factors with respect to the current cycles (ESC and ETC) have been established

Nuovi limiti di emissione EURO VI per motori HD

Article 12

Redefinition of Specifications

1. After the completion of the UN/ECE Particulate Measurement Programme, conducted under the auspices of the World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations, the Commission shall, without lowering the level of environment protection within the Community:
 - (a) introduce particle number based limit values, and if appropriate to specify the value of the admissible level of NO₂ component in the NO_x limit value; therein, in accordance with Article 39(2) of Directive 2007/46/EC;
 - (b) adopt a measurement procedure for particle number

PMP Heavy Duty Validation Exercise & Round Robin

Entrambi coordinati dal JRC

PMP HD Validation Exercise

- “Golden” Engine-1
- “Golden” Systems
- “Golden” Engineer
- Fuel e lubrificante identici
- Misure da tunnel diluizione totale e da sistemi a diluizione parziale
- JRC, UTAC, AVL MTC, EMPA, Ricardo (UK DfT)

PMP HD Round Robin exercise

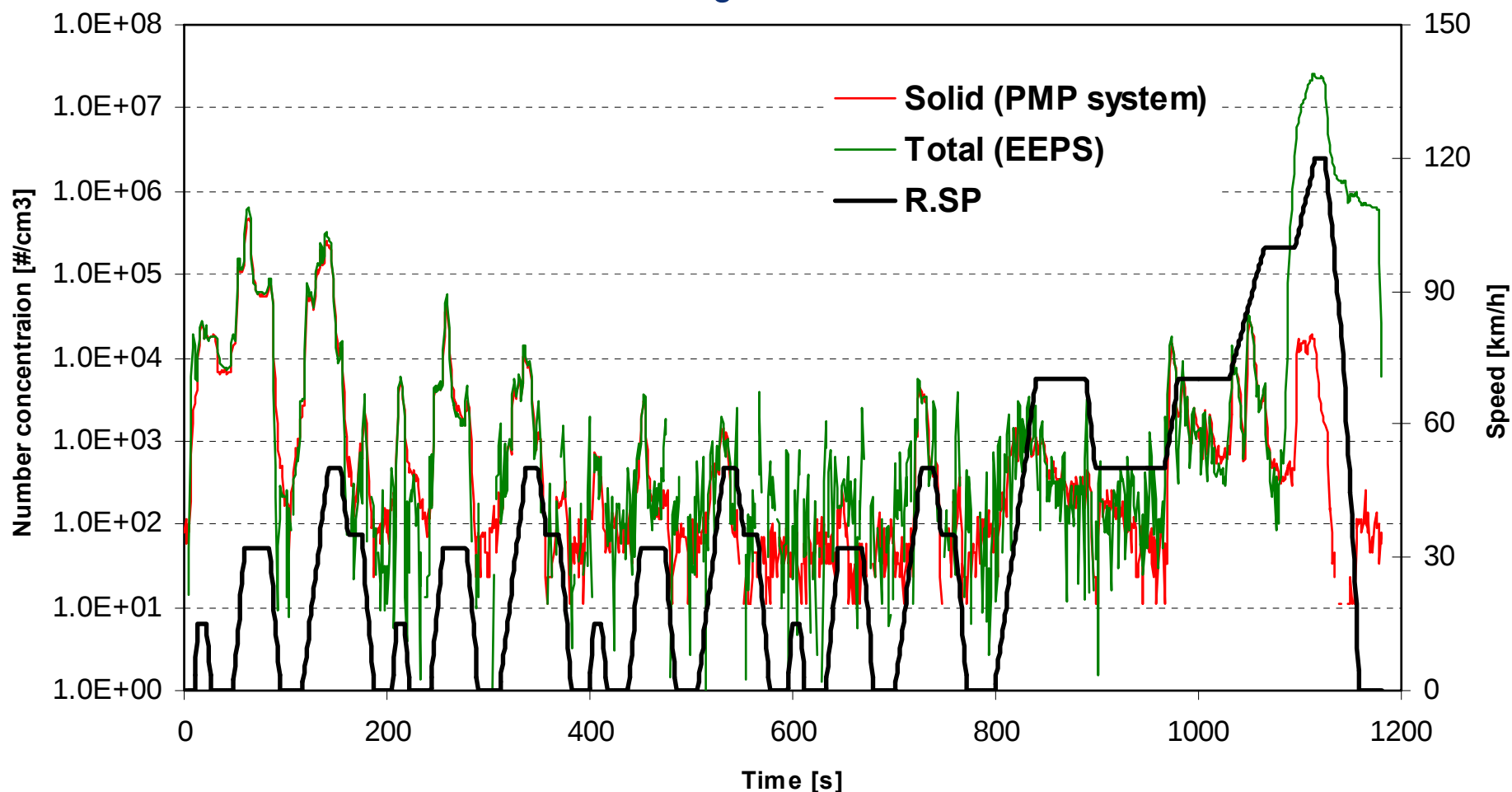
- Golden Engine-2
- Instrument chosen by each lab
- No Golden Engineer
- Standard ref. fuel/ stesso lubrific.
- Misure da tunnel diluizione totale e da sistemi a diluizione parziale
- 11 laboratori: EU, Japan, Korea, Canada

Alcuni risultati di prove eseguite al JRC di Ispra:

- Effetto della rigenerazione del filtro**
- Particelle solide vs particelle volatili**
- Motore HD**

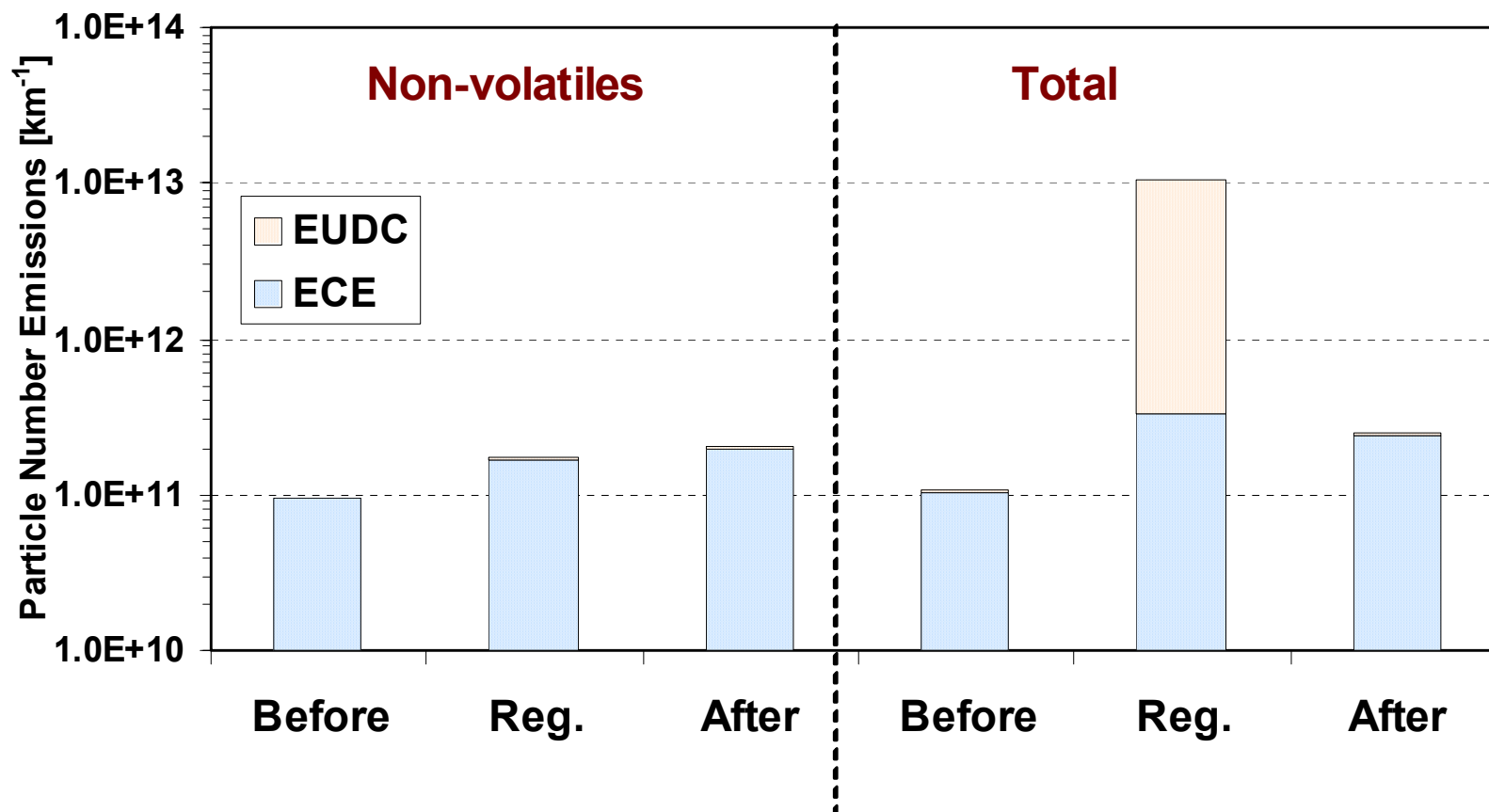
Effetto della rigenerazione del filtro

Ciclo con rigenerazione del filtro

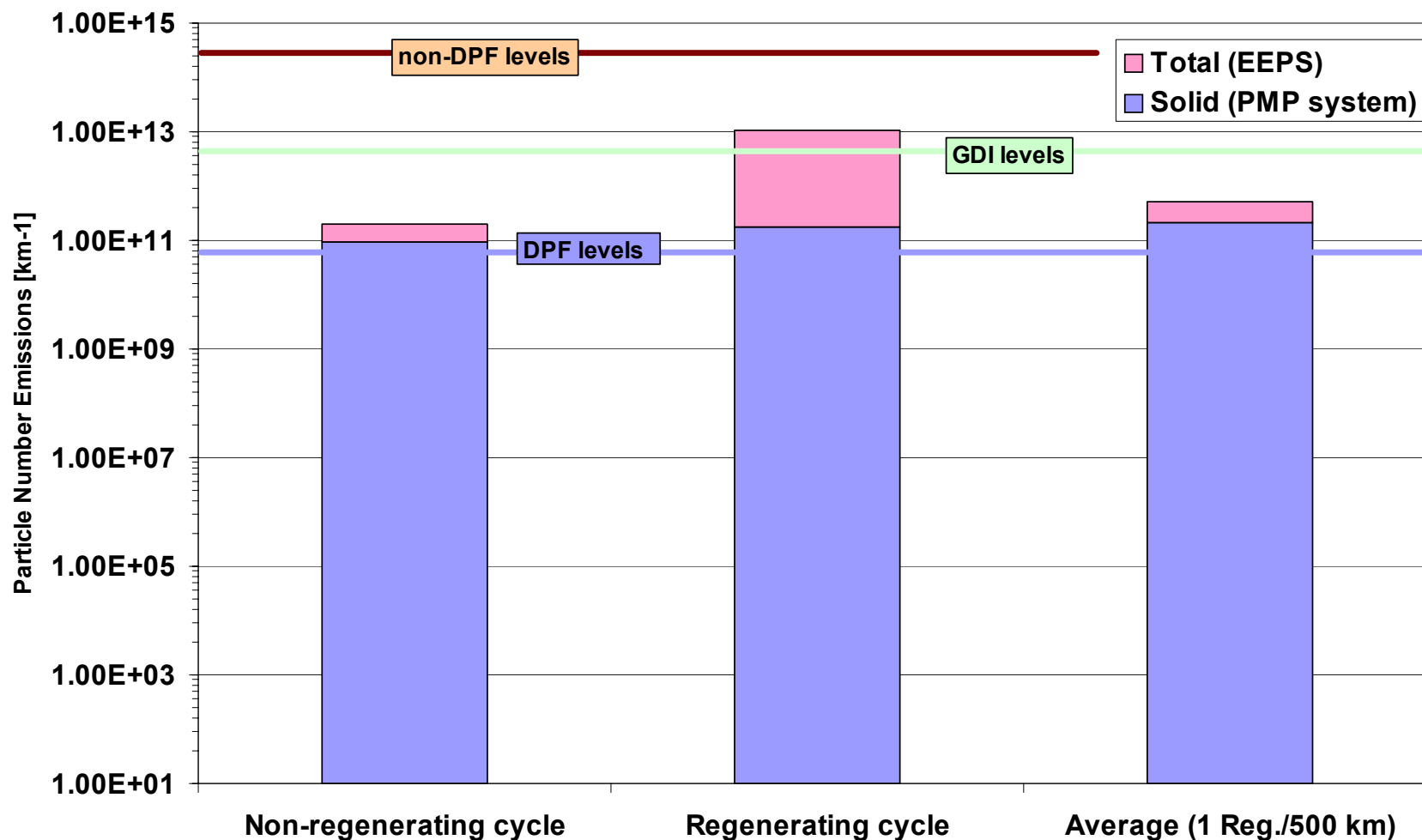


Effetto della rigenerazione del filtro

Ciclo con rigenerazione del filtro



Effetto della rigenerazione del filtro



SAE Paper 2006-01-0916

Prof. Kittelson

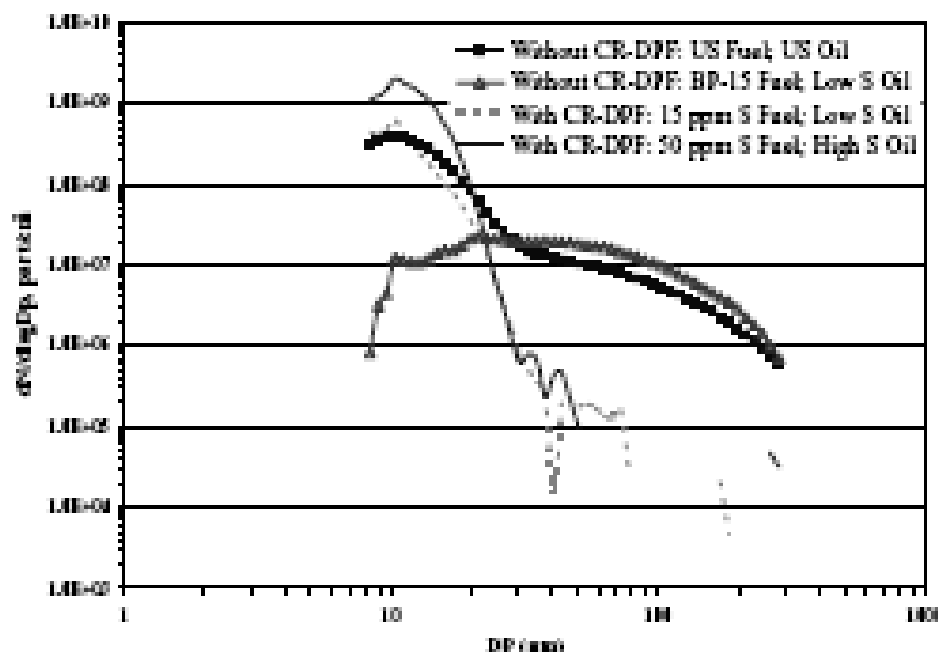
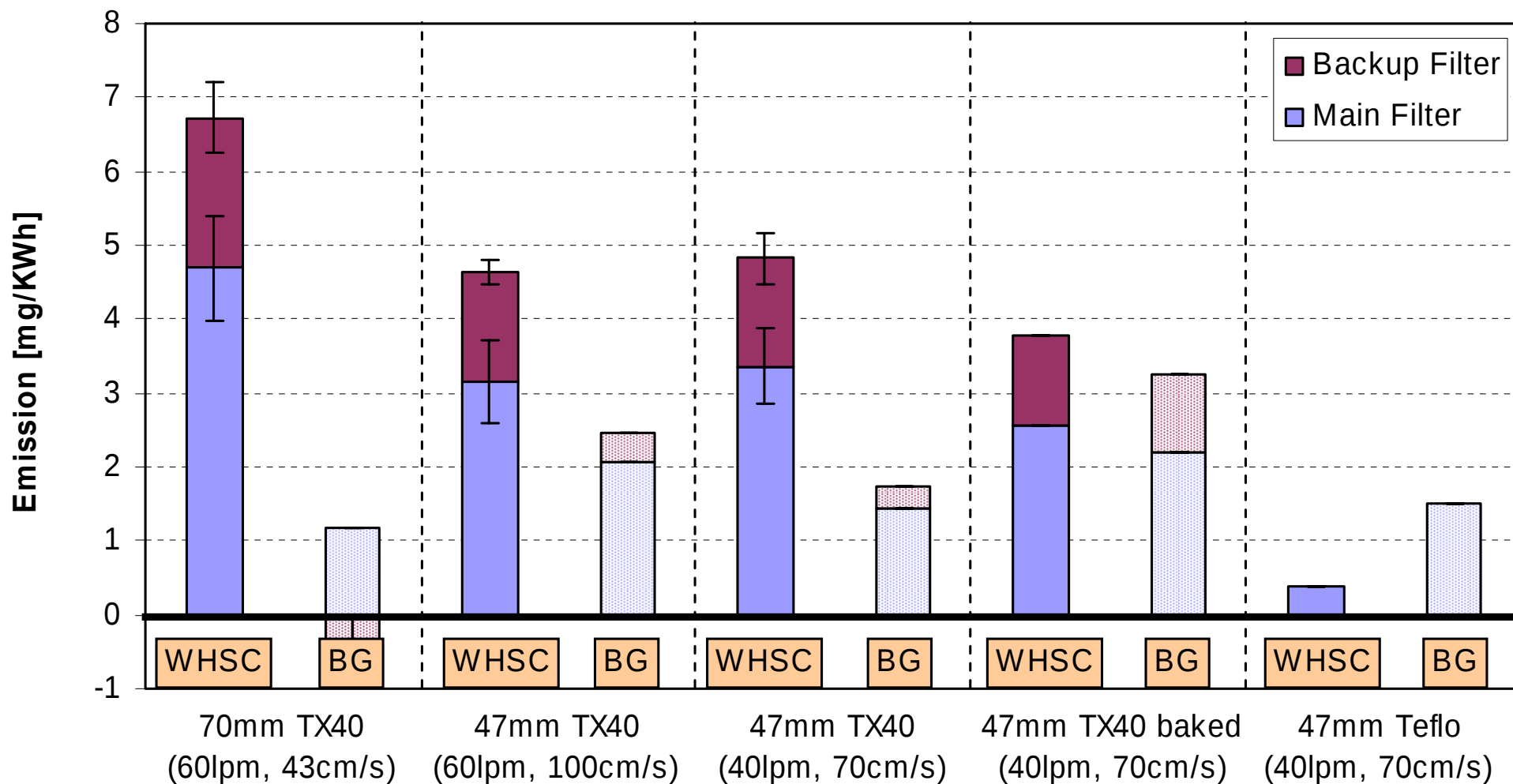


Figure 5. Average On-Road Number Size PM Emissions Distribution Measured With and Without the CR-DPF System, Using Fuel and Lubricating Oil with Different Sulfur Levels as Indicated in the Insert.

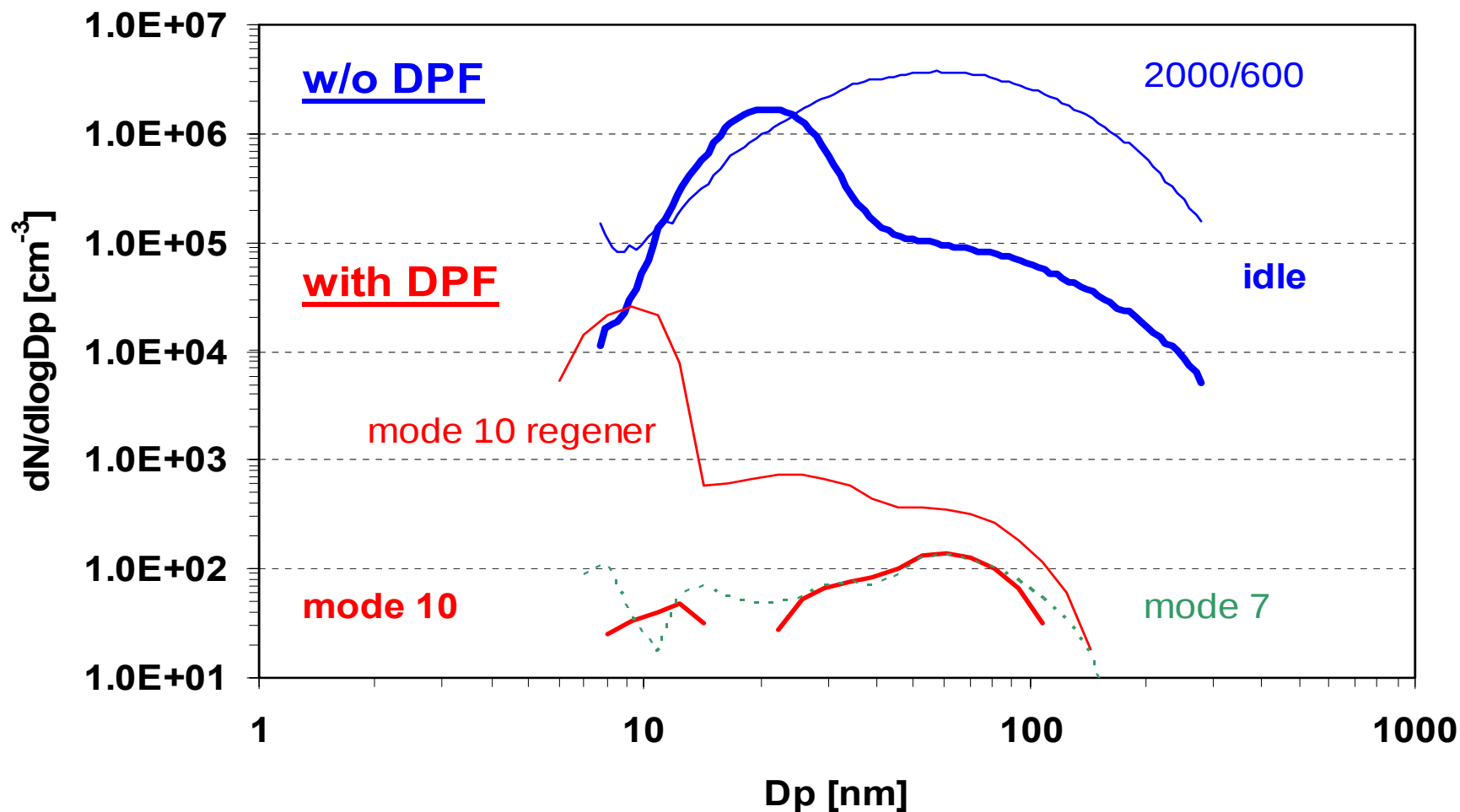
CONCLUSIONI

4. Il numero di particelle del nucleation mode e' aumentato a seguito dell'uso del CR-DPF
5. Si e' trovato che il nucleation mode dipende dal livello di zolfo nel fuel e nel lubrificante
6. La combinazione di CR-DPF, fuel basso zolfo e un lubrificante speciale formulato appositamente ha ridotto il numero di particelle del nucleation mode al livello del background
7. Con questa combinazione un veicolo con emissioni di particelle prossime allo zero e' una realta'

Motore HD: emissioni di PM vs background



Motore HD: effetto del filtro e della sua rigenerazione



- La nuova normativa EURO 5/6 rendera' obbligatorio l'uso dei filtri per il particolato (DPF) su tutti i veicoli diesel
- La tecnologia DPF, gia' ampiamente in uso su autovetture, si sta rivelando molto affidabile oltreche' estremamente efficace nel ridurre le emissioni di particolato
- Un limite basato sul numero di particelle sara' probabilmente inserito anche nella futura normativa EURO VI per motori HD
- Durante la rigenerazione si riscontra:
 - aumento contenuto e limitato nel tempo delle particelle solide
 - notevole aumento, molto limitato nel tempo ed in determinate condizioni, delle particelle volatili.
- L'aumento del numero di particelle riscontrato in alcune condizioni di funzionamento in presenza di DPF e' dovuto alla comparsa di un "nucleation mode" costituito da particelle volatili

Grazie per l'attenzione!!

Effetto della rigenerazione del filtro

La figura a lato mostra che l'aumento delle particelle totali durante la rigenerazione è essenzialmente dovuta a particelle volatili appartenenti al “nucleation mode”

