

## **XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"**

A thick, horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide.

# **Emissioni di IPA in fase gassosa e particellare da ciclomotori a due tempi**

***ROMA, 04/10/2007  
Salone Centrale ENEA***

***Pasquale Spezzano  
Paolo Picini  
Dario Cataldi***

## **XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"**

A thick, horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the title.

**Estensione di uno studio indagine congiunta  
Comune di Roma(Dipartimento X U. O. Prevenzione  
dell'inquinamento Atmosferico ed Acustico) ed ENEA:**

**"Determinazione sperimentale delle emissioni  
di particolato da veicoli motorizzati a due ruote"**

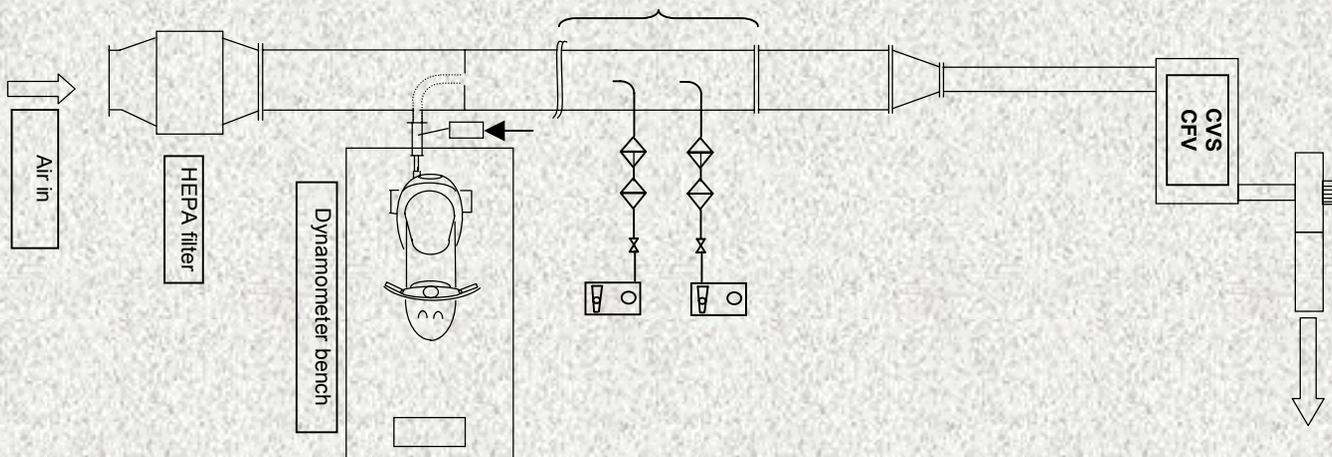
## XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

### Caratteristiche dei ciclomotori

<b>Codice</b>	<b>Omologazione</b>	<b>Anno imm.</b>	<b>Catalizzato</b>	<b>Alimentazione</b>	<b>Km percorsi</b>
<b>M1</b>	<b>PRE-EURO 1</b>	<b>1998</b>	<b>No</b>	<b>Carburatore</b>	<b>11900</b>
<b>M2</b>	<b>PRE-EURO 1</b>	<b>1995</b>	<b>No</b>	<b>Carburatore</b>	<b>13800</b>
<b>M3</b>	<b>PRE-EURO 1</b>	<b>1994</b>	<b>No</b>	<b>Carburatore</b>	<b>16800</b>
<b>M4</b>	<b>PRE-EURO 1</b>	<b>1995</b>	<b>No</b>	<b>Carburatore</b>	<b>19930</b>
<b>M5</b>	<b>EURO 1</b>	<b>2000</b>	<b>Si</b>	<b>Carburatore</b>	<b>22660</b>
<b>M6</b>	<b>EURO 1</b>	<b>2001</b>	<b>Si</b>	<b>Carburatore</b>	<b>6500</b>
<b>M7</b>	<b>EURO 1</b>	<b>1999</b>	<b>Si</b>	<b>Carburatore</b>	<b>8500</b>
<b>M8</b>	<b>EURO 1</b>	<b>1999</b>	<b>Si</b>	<b>Carburatore</b>	<b>11640</b>
<b>M9</b>	<b>EURO 2</b>	<b>2004</b>	<b>Si + SAI</b>	<b>Carburatore</b>	<b>1380</b>
<b>M10</b>	<b>EURO 2</b>	<b>2004</b>	<b>Si</b>	<b>Iniezione diretta</b>	<b>1500</b>

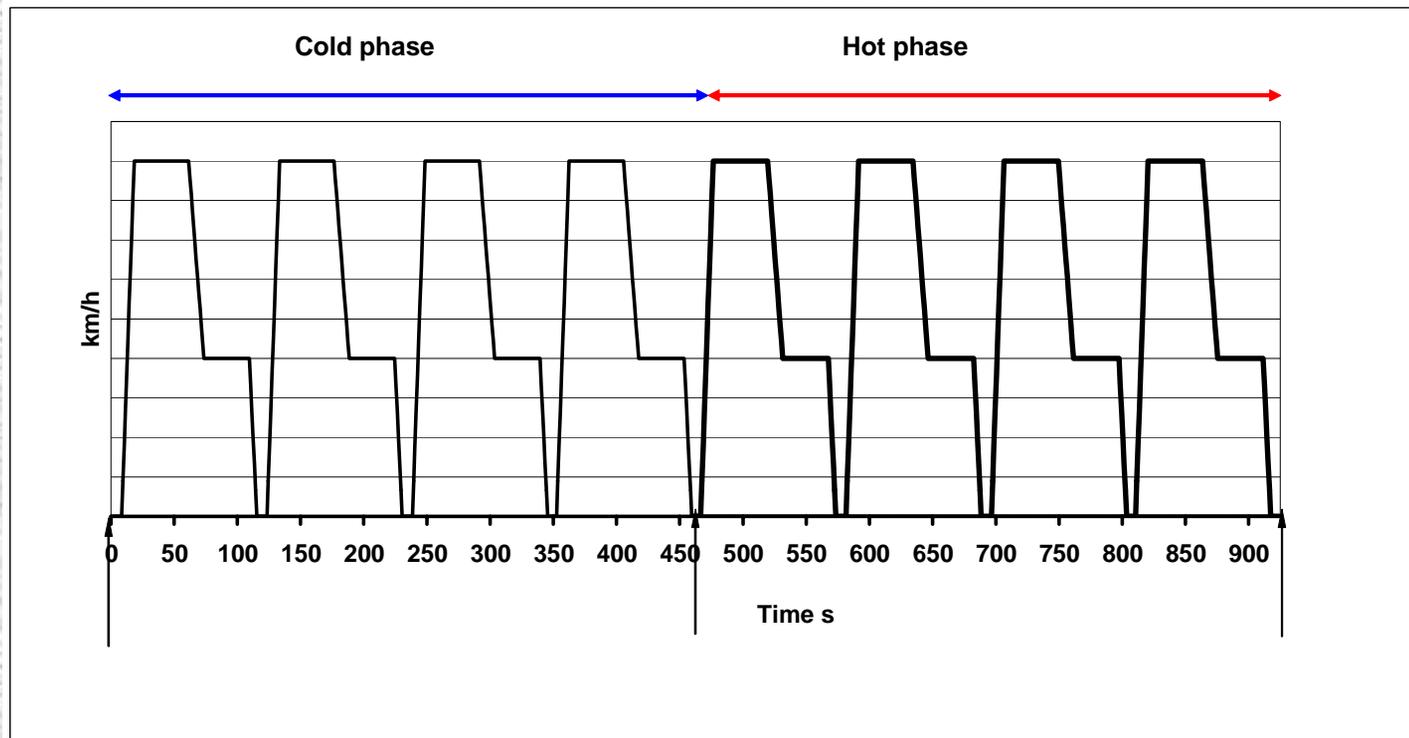
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Schema del dispositivo sperimentale



# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Ciclo di prova ECE 47



## XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

### Metodologia di campionamento

- Filtri in fibra di vetro rivestita di teflon (T60A20 Pallflex, 47 mm)
- Trappola in schiuma di poliuretano (PUF, polyurethane foam)
- Impattore a cascata PM 10 DEKATI:

$D_{ae} > 10 \mu\text{m}$

$10 \mu\text{m} > D_{ae} > 2,5 \mu\text{m}$

$2,5 \mu\text{m} > D_{ae} > 1 \mu\text{m}$

$D_{ae} < 1 \mu\text{m}$

# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"



## **XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"**

### **Metodologia di analisi degli IPA**

- **Estrazione accelerata con solvente (ASE);**
- **Clean-up con colonne di gel di silice;**
- **Analisi mediante gas-cromatografia/spettrometria di massa in modalità SIM (selected ion monitoring);**
- **QC/QA (bianchi, recuperi, NIST SRM 1649a Urban Dust).**

## **XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"**

---

### **IPA quantificati:**

**Naftalene**

**Acenaftilene**

**Acenaftene**

**Fluorene**

**Fenantrene**

**Antracene**

**Fluorantene**

**Pirene**

**Benzo(a)antracene**

**Crisene**

**Ciclopenta(cd)pirene**

**Benzo(b+k+j)fluorantene**

**Benzo(e)pirene**

**Benzo(a)pirene**

**Indeno(1,2,3-cd)pirene**

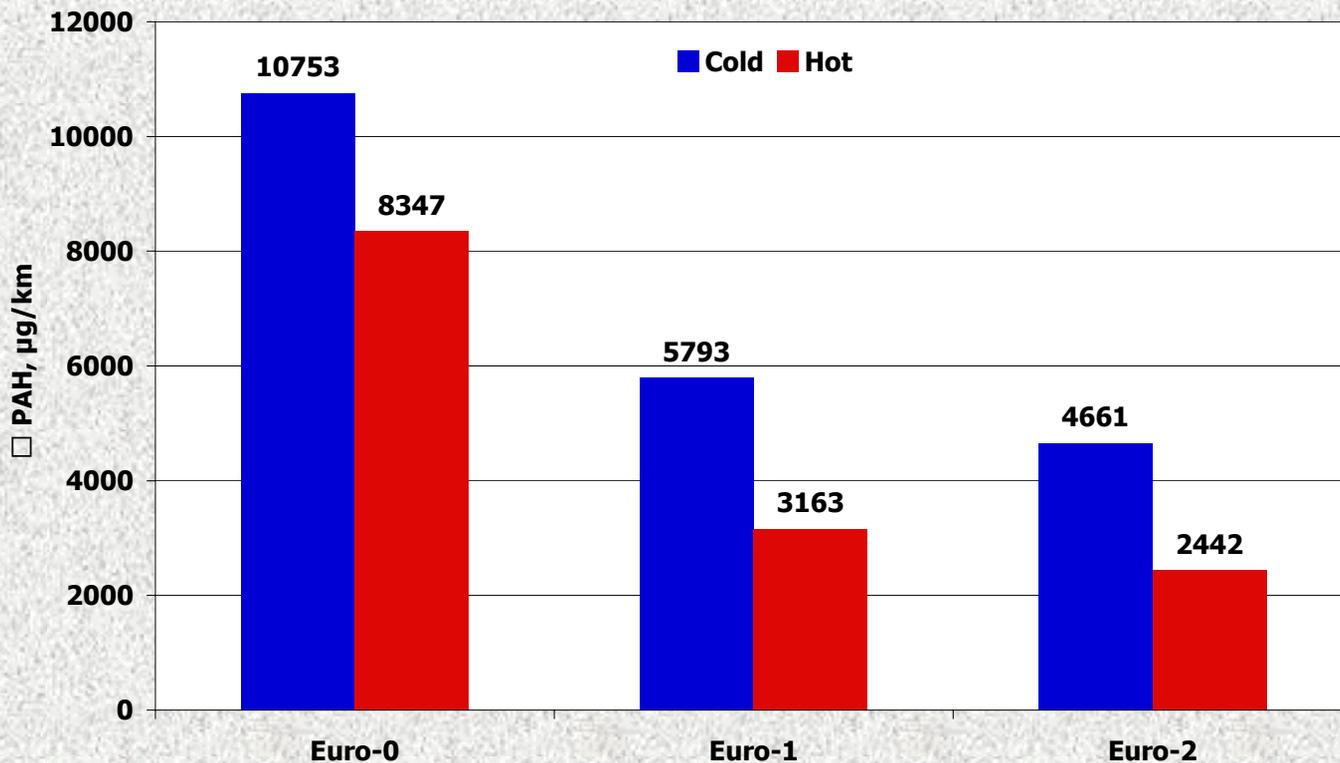
**Dibenzo(a,h)antracene**

**Benzo(g,h,i)perilene**

**Coronene**

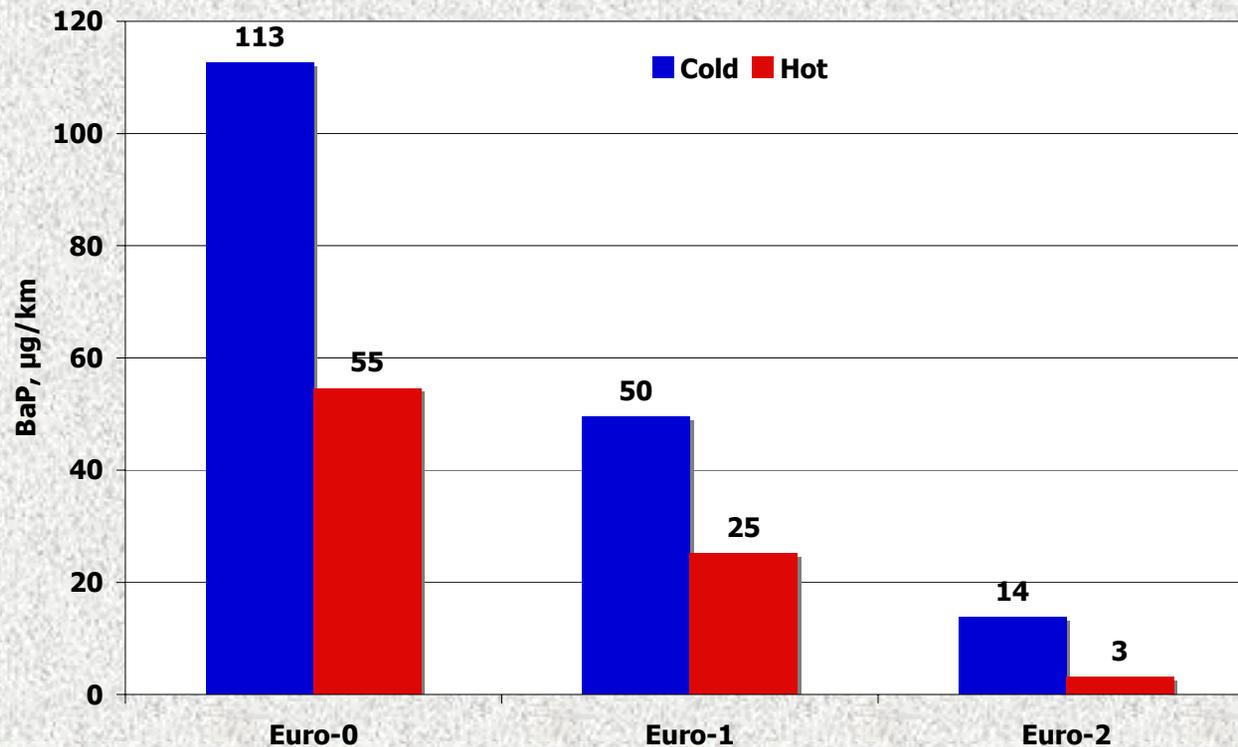
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Fattori di emissione: IPA totali



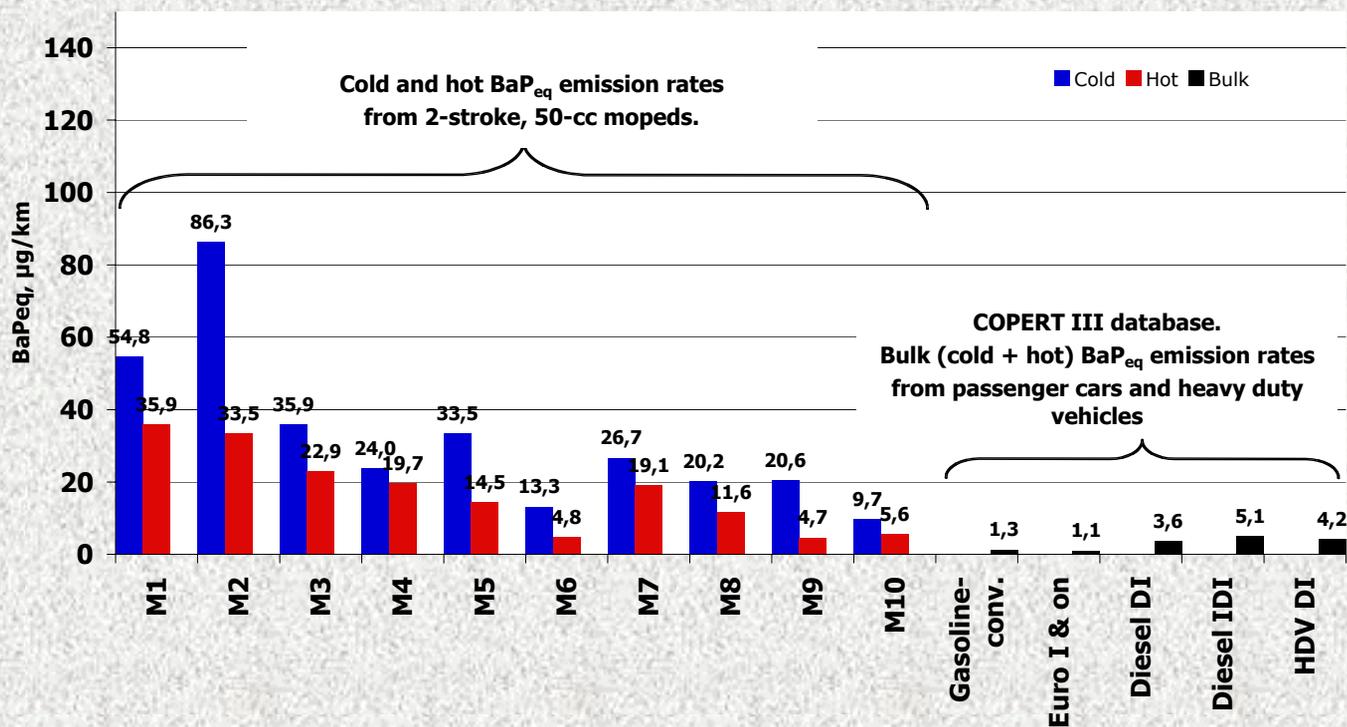
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Fattori di emissione: benzo(a)pirene



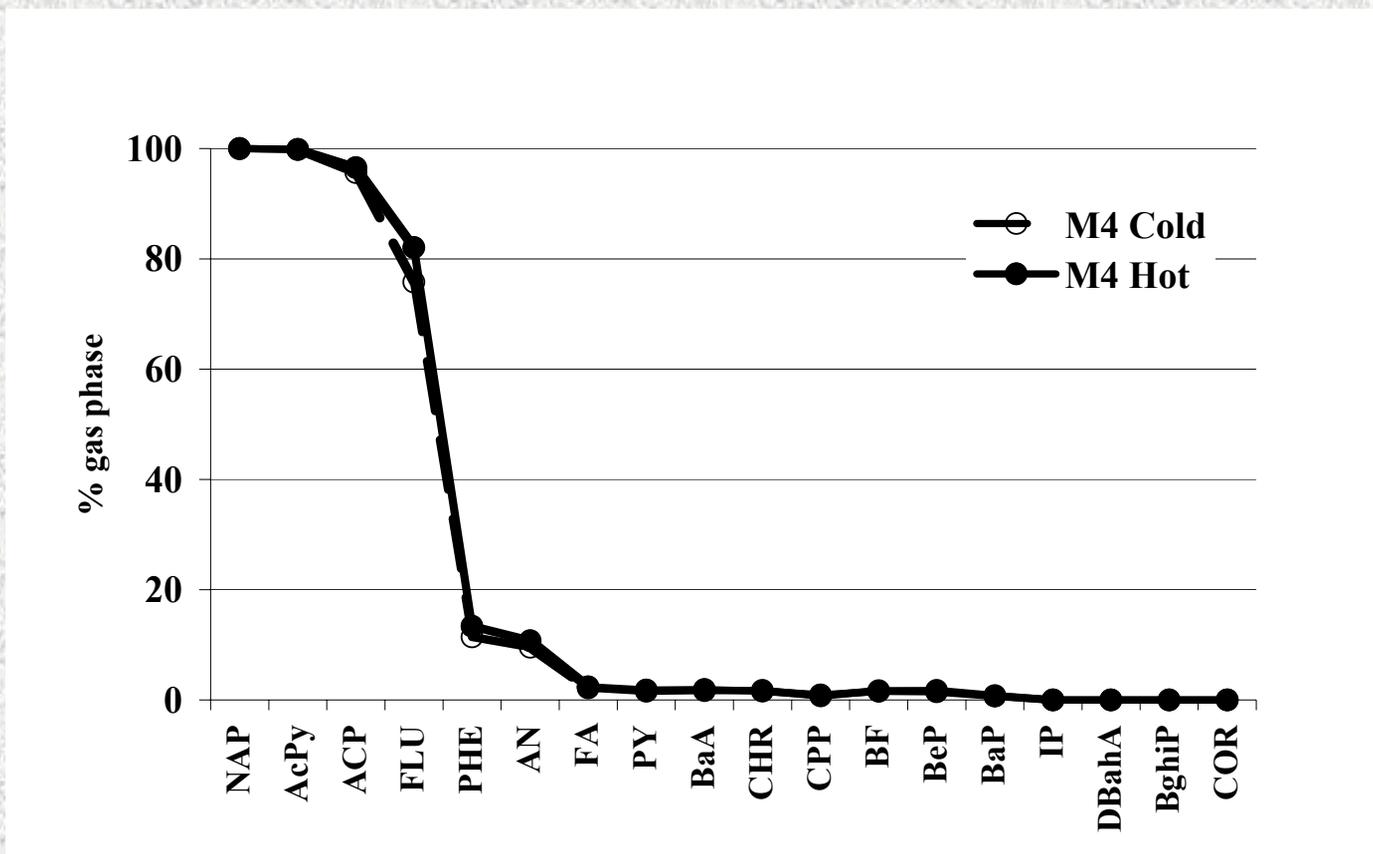
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Fattori di emissione: Benzo(a)pirene equivalente



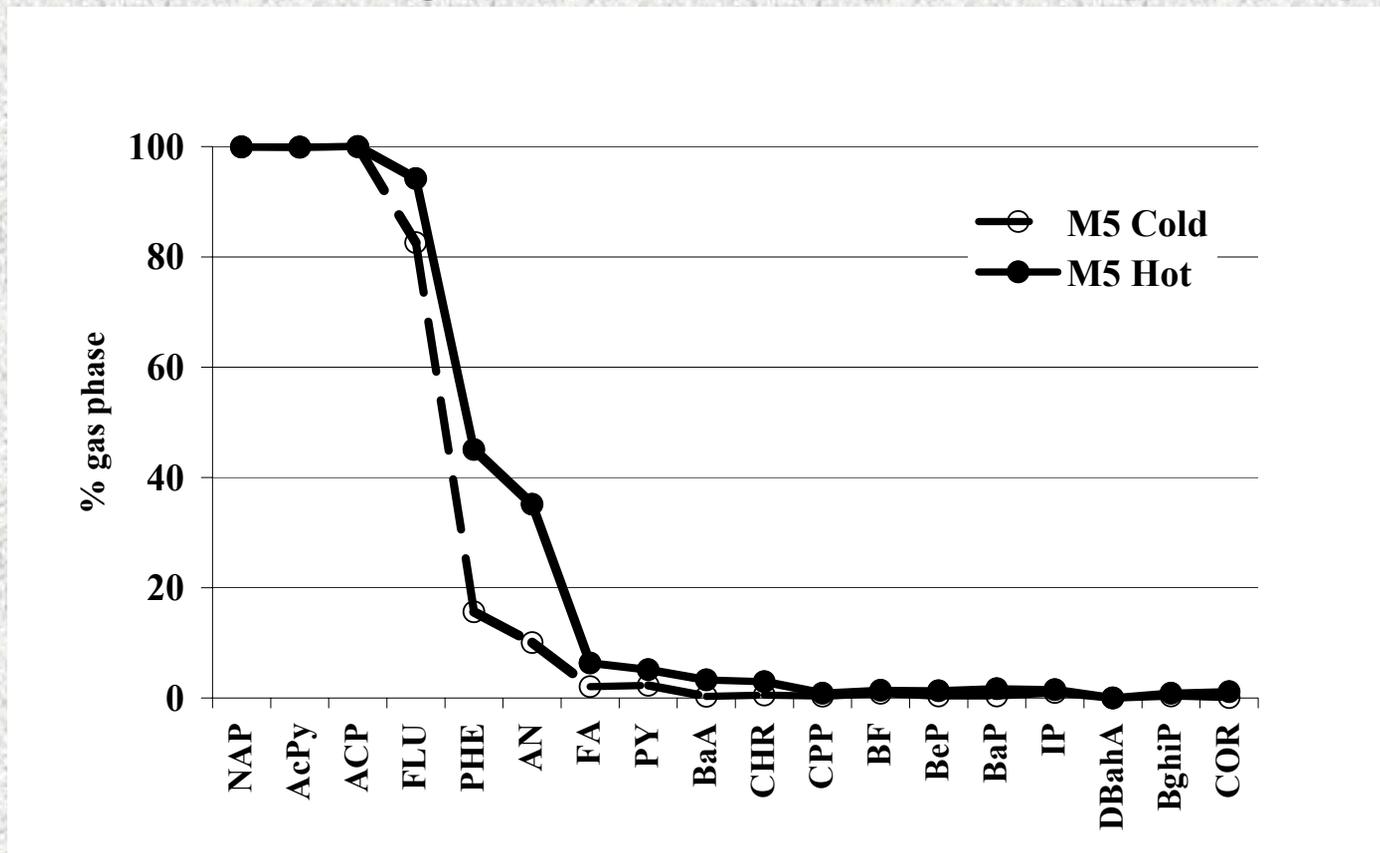
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Percentuale degli IPA in fase vapore: M4 (Pre-EURO 1)



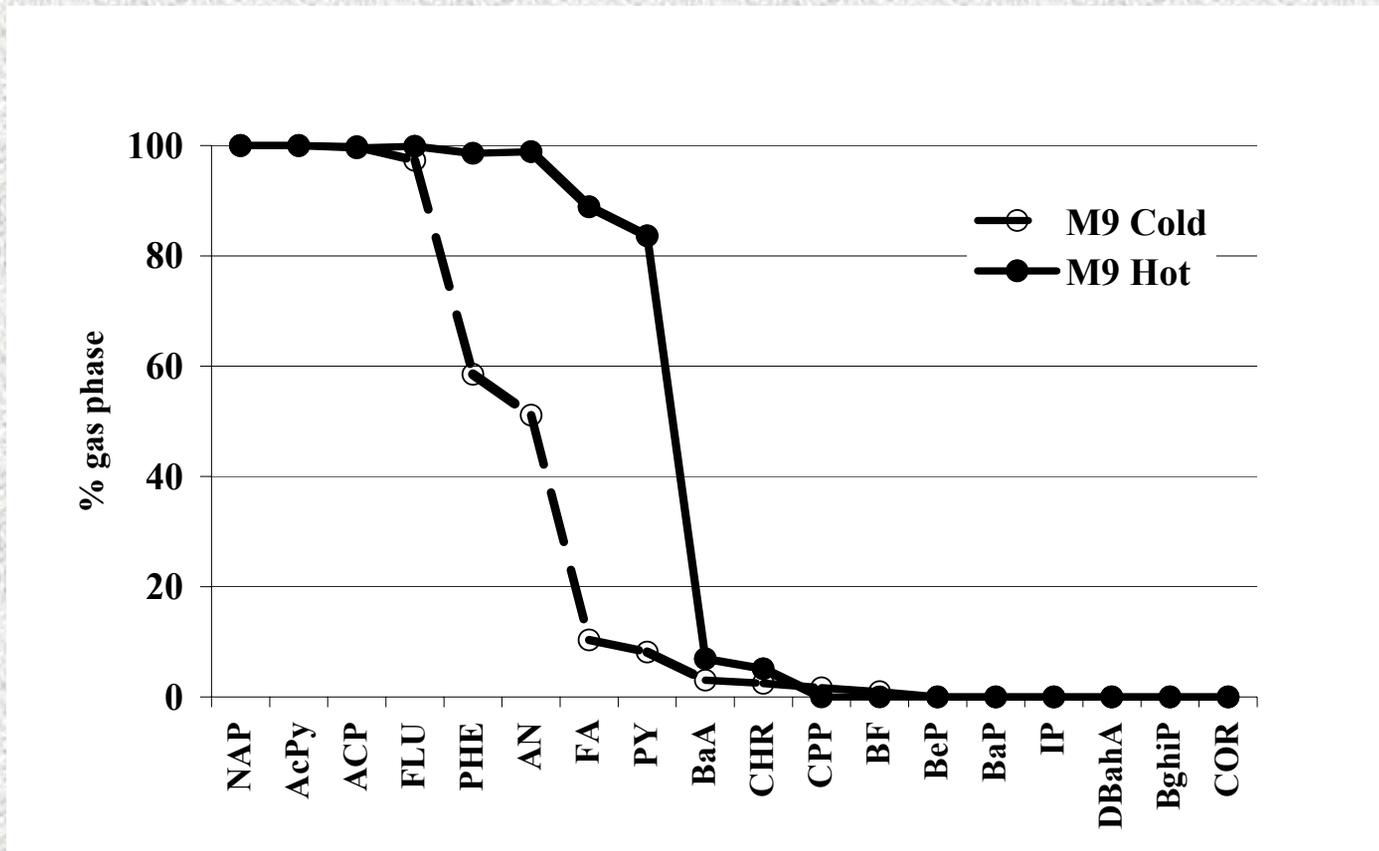
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Percentuale degli IPA in fase vapore: M5 (EURO 1)



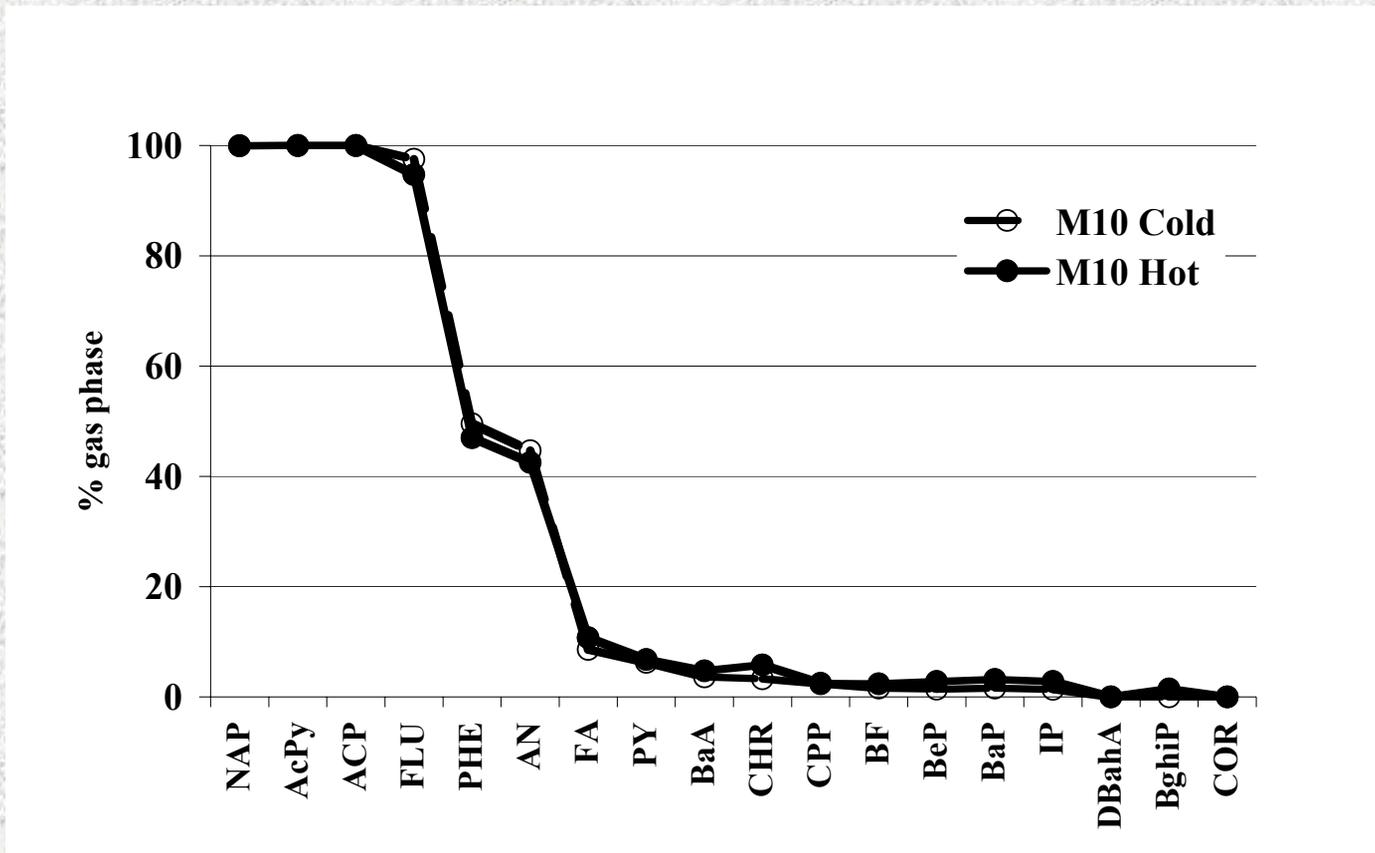
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Percentuale degli IPA in fase vapore: M9 (EURO 2)



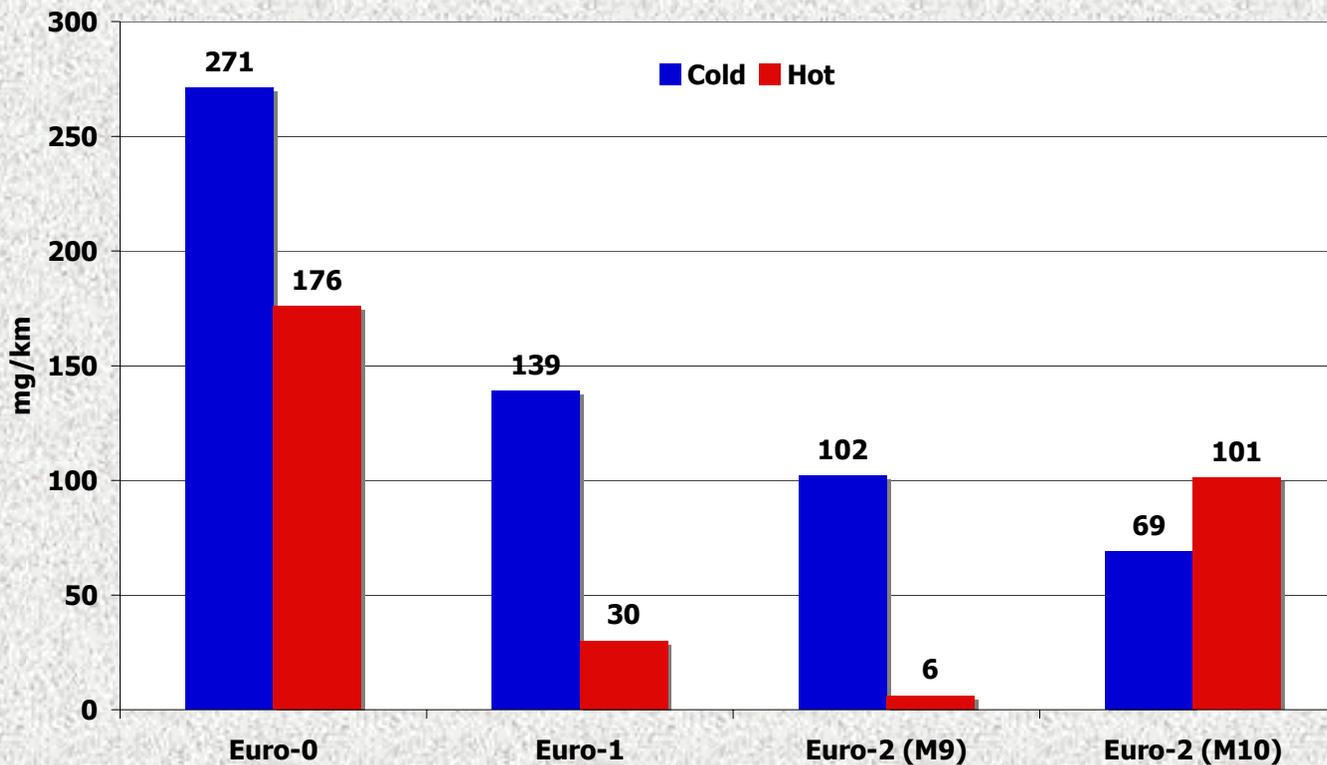
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Percentuale degli IPA in fase vapore: M10 (EURO 2)



# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Fattori di emissione: particolato



## **XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"**

### **Percentuale di pirene in fase gassosa:**

- **Emissioni auto: 50 % (Westerholm et al, 1988)**
- **Emissioni autocarri: 45 % (Schauer et al. 1999)**
- **Emissioni auto catalizzate: 98 % (Schauer et al., 2002)**
- **Emissioni auto non catalizzate: 42 % (Schauer et al., 2002)**
- **Emissioni veicoli militari (diesel e benzina): 34-93 %  
(Zielinska et al., 2004)**
  
- **Tunnel: 99 % Los Angeles (Fraser et al., 1998)  
20 % Gothenburg, Svezia (Wingfors et al., 2001)**
  
- **Aria ambiente: 45-98 %**
  
- **Mopeds: generalmente < 10 % (M9 84 %)**

# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Partizione gas/particolato

$$K_p = (C_p/TSP)/C_g$$

**Meccanismi di partizione: adsorbimento - assorbimento**

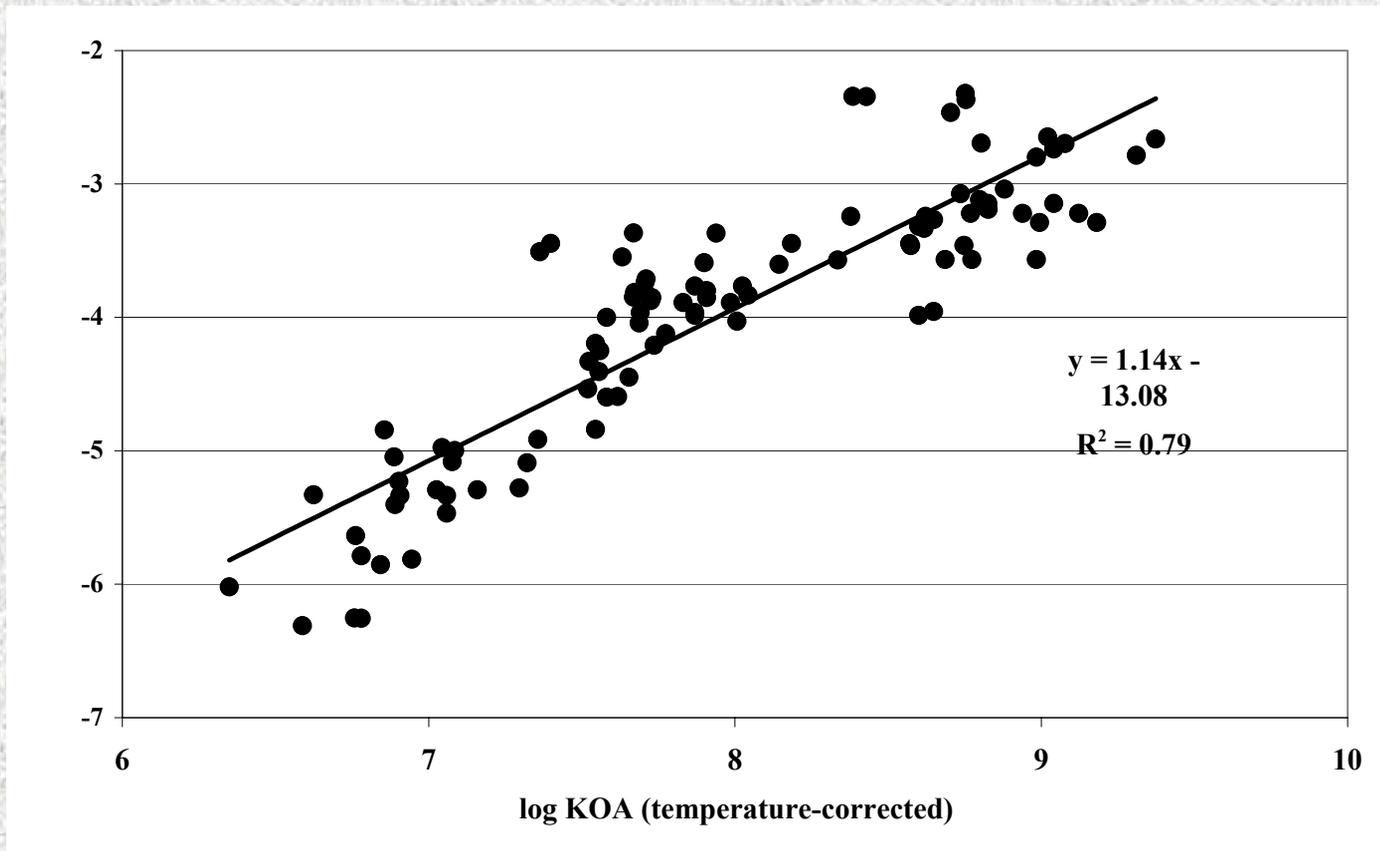
**SOF = 67 - 95 %**

$$\log K_p = m \log K_{OA} + b \quad (\text{Finizio et al., 1997; Pankow, 1998})$$

$$\log K_p = \log K_{OA} + \log f_{om} - 11.91 \quad (\text{Harner and Bidleman 1998})$$

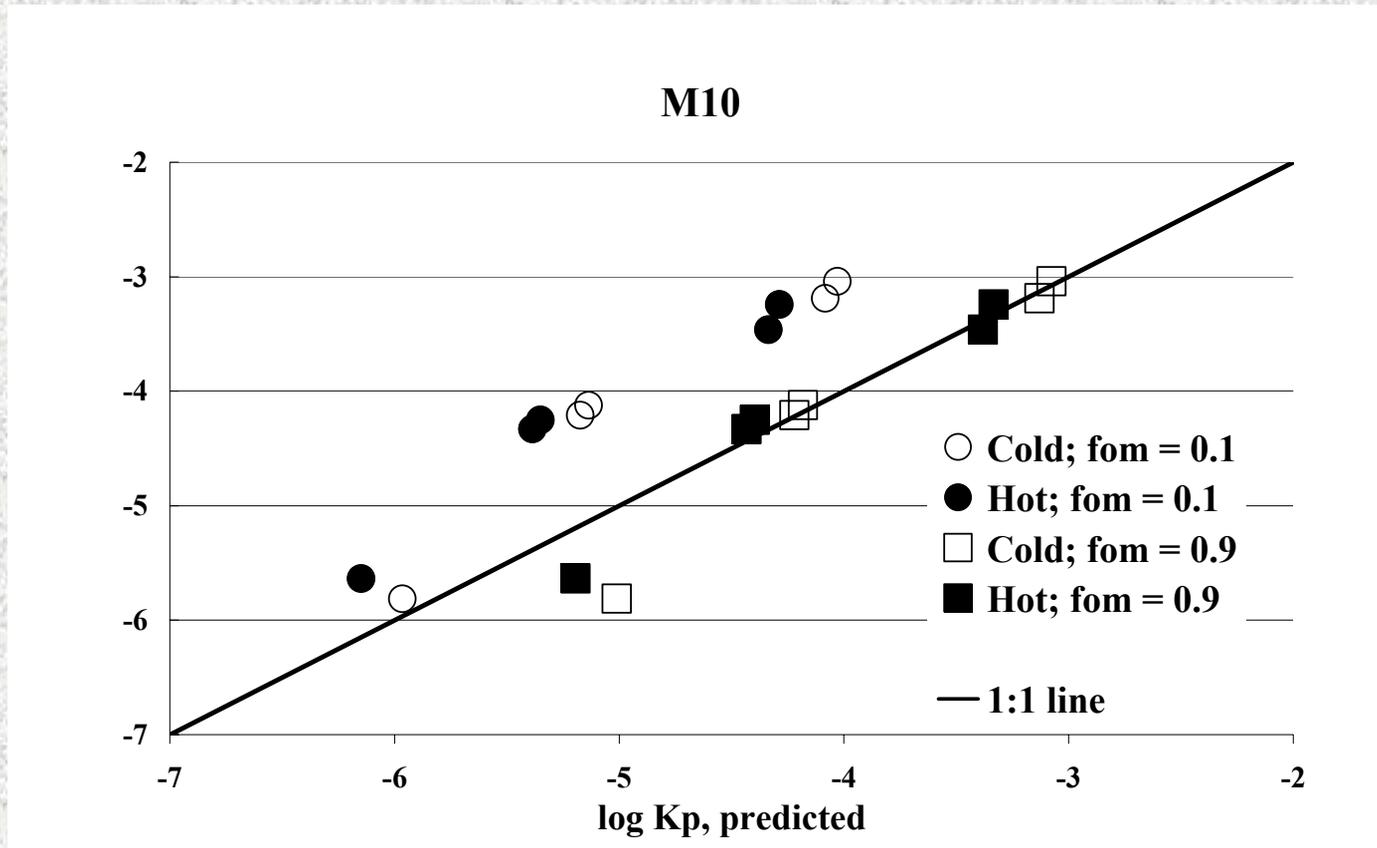
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Relazione log $K_p$ -log $K_{OA}$



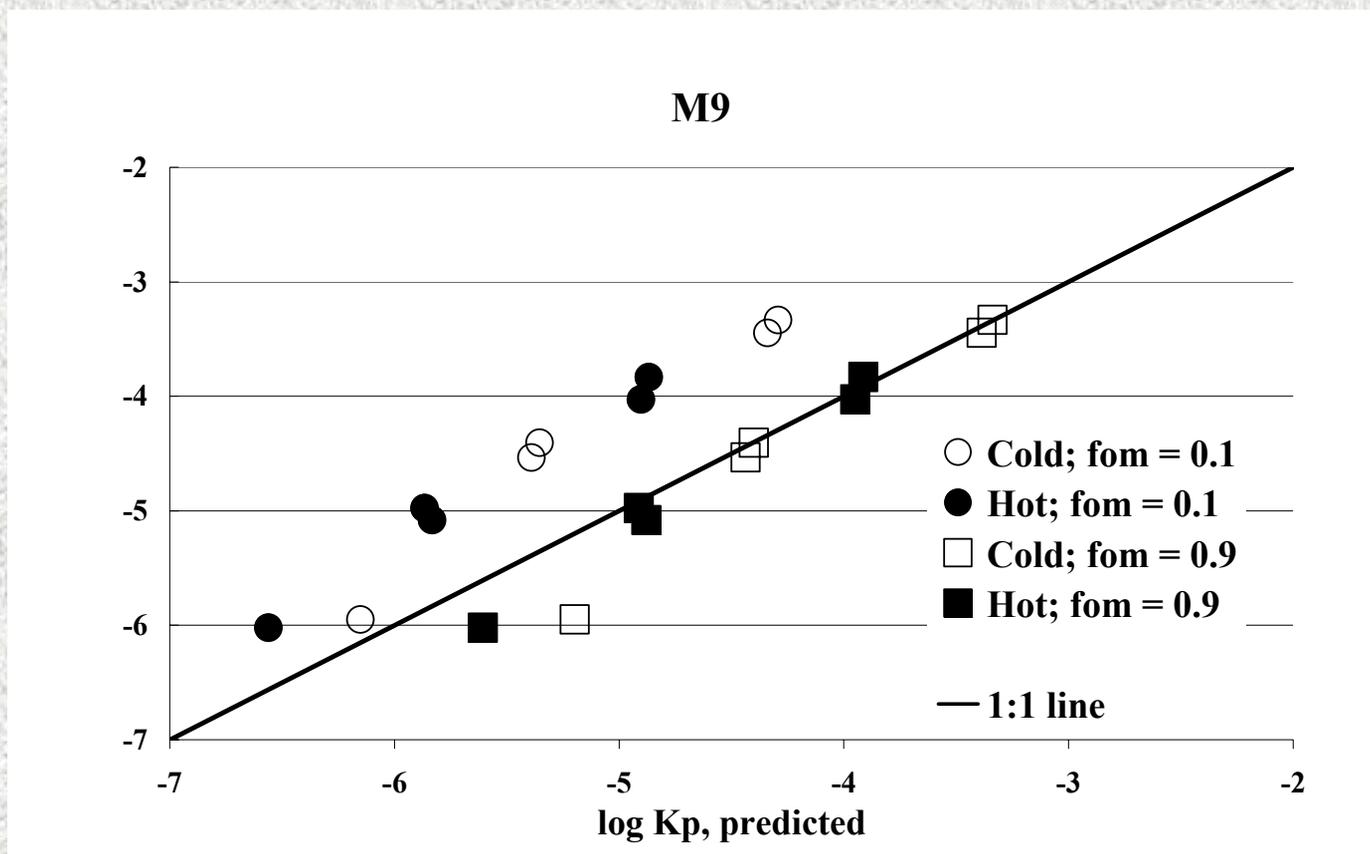
# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Relazione log $K_p$ misurato log $K_p$ calcolato



# XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

## Relazione log $K_p$ misurato log $K_p$ calcolato



## XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"

### Alcune considerazioni finali

#### Particolato urbano

- IPA adsorbiti su particelle carboniose (diesel soot)
- tempi di ritenzione lunghi
- velocità di "uptake" del BaP relativamente basse

#### "Particolato" emesso da mopeds

- 98+ % del "particolato"  
 $D_{ae} < 1 \mu\text{m}$
- 99+ % degli IPA associato a particelle con  $D_{ae} < 1 \mu\text{m}$
- Elevata percentuale di SOF
- Elevata capacità di assorbimento degli IPA
- Elevata solubilità

**Il "particolato" emesso dai ciclomotori può essere causa di speciali problemi di salute?**

## **XIII Expert Panel "Emissioni da trasporto su strada"**

A thick, horizontal yellow brushstroke that spans across the width of the slide, positioned below the title.

**Grazie per  
l'attenzione**