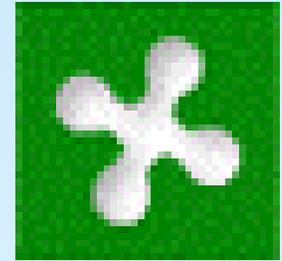




Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia



XIII Expert panel emissioni da trasporto su strada

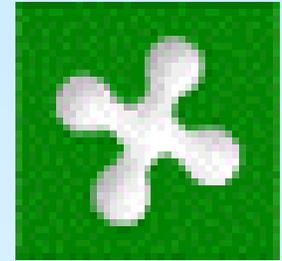
Roma, 4 ottobre 2007

Stima delle percorrenze autoveicolari

Stefano Caserini, Cinzia Pastorello, Simonetta Tugnoli



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia



XII Expert panel emissioni da trasporto su strada - Napoli

Stima delle percorrenze dei veicoli: confronto fra set di dati disponibili e influenza sulle stime di emissione

Ing. Stefano Caserini Cinzia Pastorello, Simonetta Tugnoli



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

TFEIP Expert Panel on Transport, Milan, March 23, 2007

Relationship between car mileage and length of service: influence on atmospheric emission assessment

Ing. Stefano Caserini¹, Cinzia Pastorello², Simonetta Tugnoli³

1- ARPA Lombardia, Settore Aria e Agenti Fisici , Viale F. Restelli, 3/1 – 20124 Milano
s.caserini@arpalombardia.it

2 - ENEA, PROT INN section – Via Martiri di Monte Sole 4 – 40129, Bologna - Italy

3- ARPA Emilia Romagna - Ingegneria Ambientale, Vicolo Carega, 3, 40121 Bologna

Obiettivi del lavoro

- Stima delle *percorrenze medie degli autoveicoli*
- Influenza sulle percorrenze delle seguenti variabili:
 - tipo di alimentazione (benzina o diesel);
 - anzianità dei veicoli
- **Le percorrenze dei veicoli sono importanti perché:**
 - permettono di stimare le emissioni da traffico diffuso
 - permettono di stimare il numero dei veicoli effettivamente circolanti su una strada, noti i dati di flussi di traffico aggregati in macrocategorie e di parco immatricolato

Dati acquisiti – Provincia di Milano

- Schede campagna “Bollino Blu” per l’anno 2005 presso la Provincia di Milano, Direzione Centrale Ambiente:
- Solo veicoli > 4 anni di età (immatricolati ≤ 2000)
- Obbligo Bollino Blu per veicoli < 4 anni solo se > 80000 km
- Schede di 3000 veicoli dal 1969 al 2003.
- Milano + 10 Comuni dell’hinterland:
 - benzina: 2300 veicoli;
 - diesel: 700 veicoli.
- Per ciascun veicolo:
 - immatricolazione (anno);
 - alimentazione (benzina o diesel);
 - marmitta catalitica (con o senza);
 - percorrenze totali (km);
 - data controllo (giorno, mese, anno).
- 2400 veicoli dal 1986 al 1989

Scheda tipo Provincia di Milano

(Tabella Autofficiale/Centro Revisione)

UFFICIO AUTORIZZATA FIAT
FRANCO PIZZAGALLI
Via Mecenate, 171E - 20132 MONZA (MI)
Tel. - Fax 0372322220
Aut. n. 102 - Via T. Grossi, 9 - MILANO
FAX 02 7740113

PROVINCIA DI MILANO
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE
Settore Aria Rumore Affari Generali
Ufficio Aut. Rev.
C.so P.le Vittoria 27 - 20127 Milano
tel. 02/7740113-1144-11546/77401111

e-mail: kollibodi@provincia.milano.it

Fax 02/7740113

da indicare sempre su ogni foglio:

CODICE autorizzazione Bollino blu n. 0500 / B. 01E V

TARGA	ALIMENT.		MARM. CATAL.	ANNO DEN. IATR.	KM	DATA CONTROLLO	MESSA A PUNTO	NUMERO SERIE BOLLINO BLU	
	BENZ.	DIESEL							
BY 302 AG		X	NO	2004	83470	03.03.04	NO	0534751	B
MI-660482	X		NO	1988	37604	17.03.04	SI	0534752	B
MI-947460	X		SI	1993	26000	24.03.04	NO	0534753	B
BA 188 TS	X		SI	1999	36173	24.03.04	SI	0534754	B
MI-3R5244	X		NO	1990	41137	25.03.04	NO	0534755	B
MI-LT7962	X		NO	1991	20000	25.03.04	NO	0534756	B
MI-81A798	X		SI	1994	107389	25.03.04	NO	0534757	B
AN 051 SL	X		SI	1997	69948	25.03.04	SI	0534758	B
AF 946 GF	X		SI	1996	33951	26.03.04	NO	0534759	B
AF 667 GC	X		SI	1996	35825	30.03.04	NO	0534760	B
A2 676 DG	X		SI	1998	46000	30.03.04	NO	0534761	B
AY 812 LC		X	NO	1998	100000	31.03.04	NO	0534762	B
MI-89A234	X		SI	1996	166331	31.03.04	SI	0534763	B
AE 243 GW	X		SI	1995	175628	31.03.04	NO	0534764	B
BC 307 HM	X		SI	1999	116872	01.04.04	SI	0534765	B
MI-446238	X		SI	1993	45635	02.04.04	NO	0534766	B
AV 428 RS	X		SI	1997	31226	05.04.04	NO	0534767	B
BC 666 CJ	X		SI	1999	26375	06.04.04	NO	0534768	B
AF 692 GV	X		SI	1996	77279	07.04.04	NO	0534769	B
MI-45A666	X		SI	1994	61697	08.04.04	NO	0534770	B
AE 467 FX	X		SI	1995	255939	08.04.04	NO	0534771	B
MI-8H4190	X		NO	1989	190476	10.04.04	NO	0534772	B
MI-159075	X		NO	1990	85666	30.04.04	NO	0534773	B
MI-7T9938	X		NO	1991	60730	31.04.04	NO	0534774	B
MI-025634	X		SI	1993	108529	27.04.04	SI	0534775	B
MI-5E4375	X		NO	1987	108096	27.04.04	SI	0534776	B
MI-5T6602	X		NO	1991	103933	28.04.04	NO	0534777	B
AR 769 EK		X	NO	1997	113921	28.04.04	NO	0534778	B

Dati acquisiti – Provincia di Ferrara

- Schede campagna “Bollino Blu” per l’anno 2005 presso la Provincia di Ferrara
- Solo veicoli > 4 anni di età (immatricolati ≤ 2000)
- Schede di 124.000 veicoli dal 1969 al 2003.
- set consistente di dati nel periodo 1963-1999 (82.000 dati)

			Numero dati		Ripartizione percentuale dei dati		
Carburante	Tipo		prov. Ferrara	prov. Milano	% num. dati FE	% num. dati MI	% veicoli immatricolati in Lombardia
Benzina	Euro 0	< 1993	23.156	420	28%	18%	29%
Benzina	Euro I	1993-1996	19.312	727	24%	31%	25%
Benzina	Euro II	1996-2000	21.805	781	27%	33%	30%
Benzina - Totale			64.273	1.928	78%	82%	84%
Diesel	Euro 0	< 1993	4.978	72	6,1%	3,1%	2,1%
Diesel	Euro I	1993-1996	3.928	103	4,8%	4,4%	2,3%
Diesel	Euro II	1996-2000	8.815	246	11%	10%	12%
Diesel - Totale			17.721	421	22%	18%	16%
Totale			81.994	2.349	100%	100%	100%

Definizioni metodologiche /1

Percorrenza Media Annuale

PMA, percorrenza media annua dei veicoli: è il numero medio di km che i veicoli percorrono in un anno.

Questa percorrenza può essere ricavata tramite rilevamento dei dati misurati dal contachilometri nello stesso giorno di due anni successivi.



31/12/2003 = 152.000 km

31/12/2004 = 137.000 km

PMA = 15.000 km

Definizioni metodologiche /2

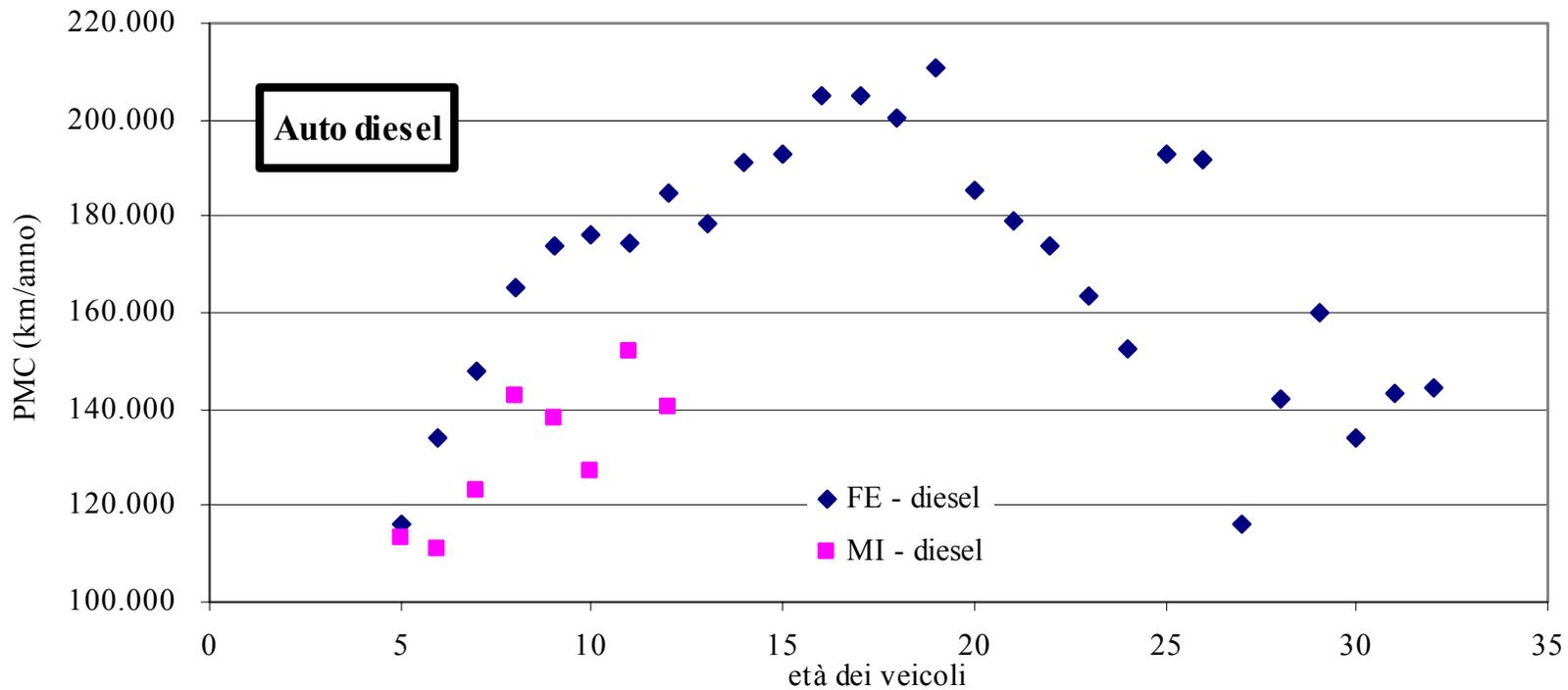
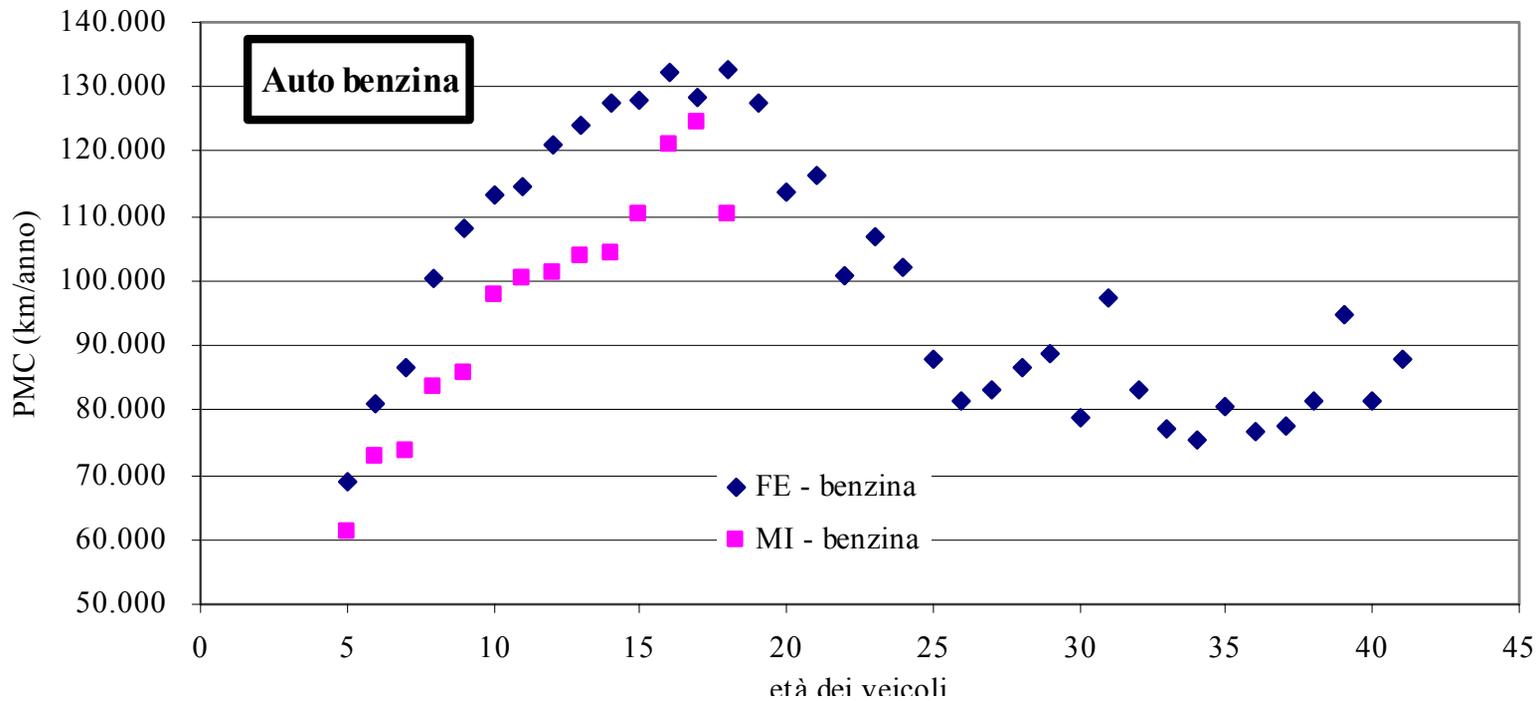
Percorrenza Cumulata Media

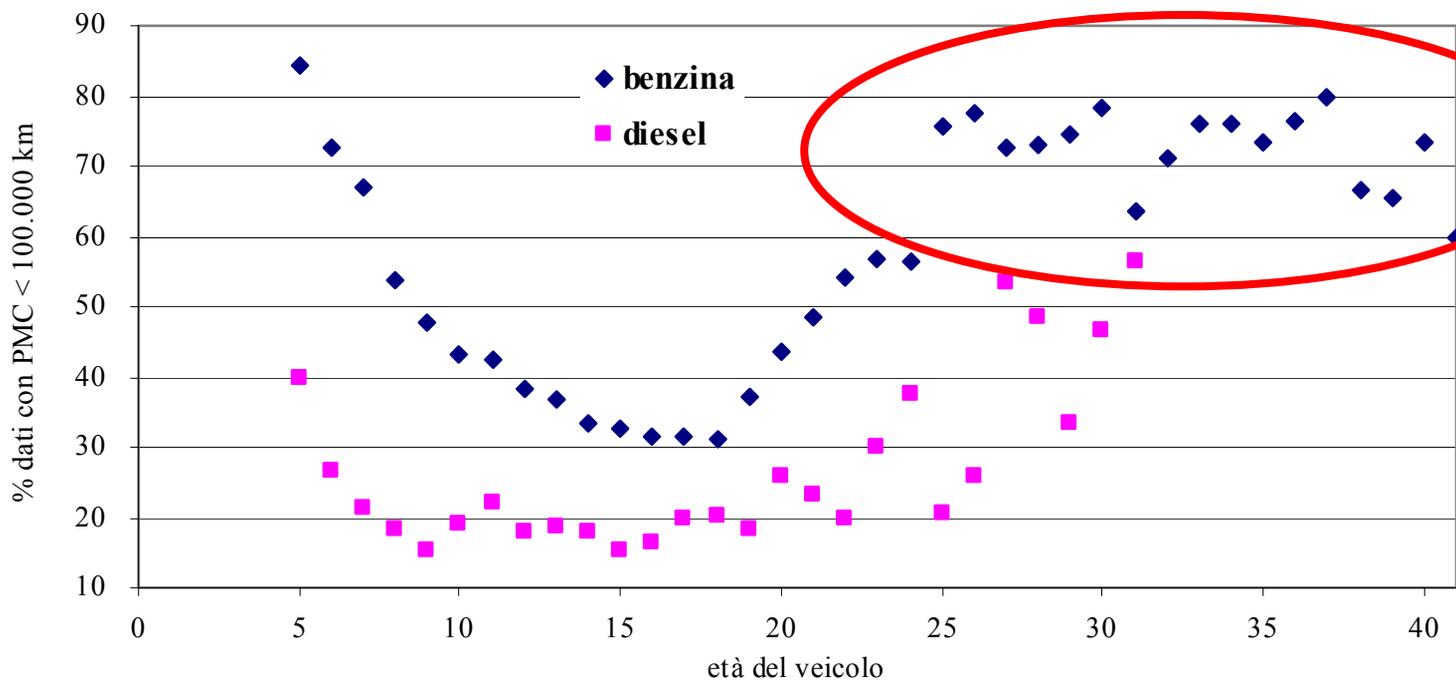
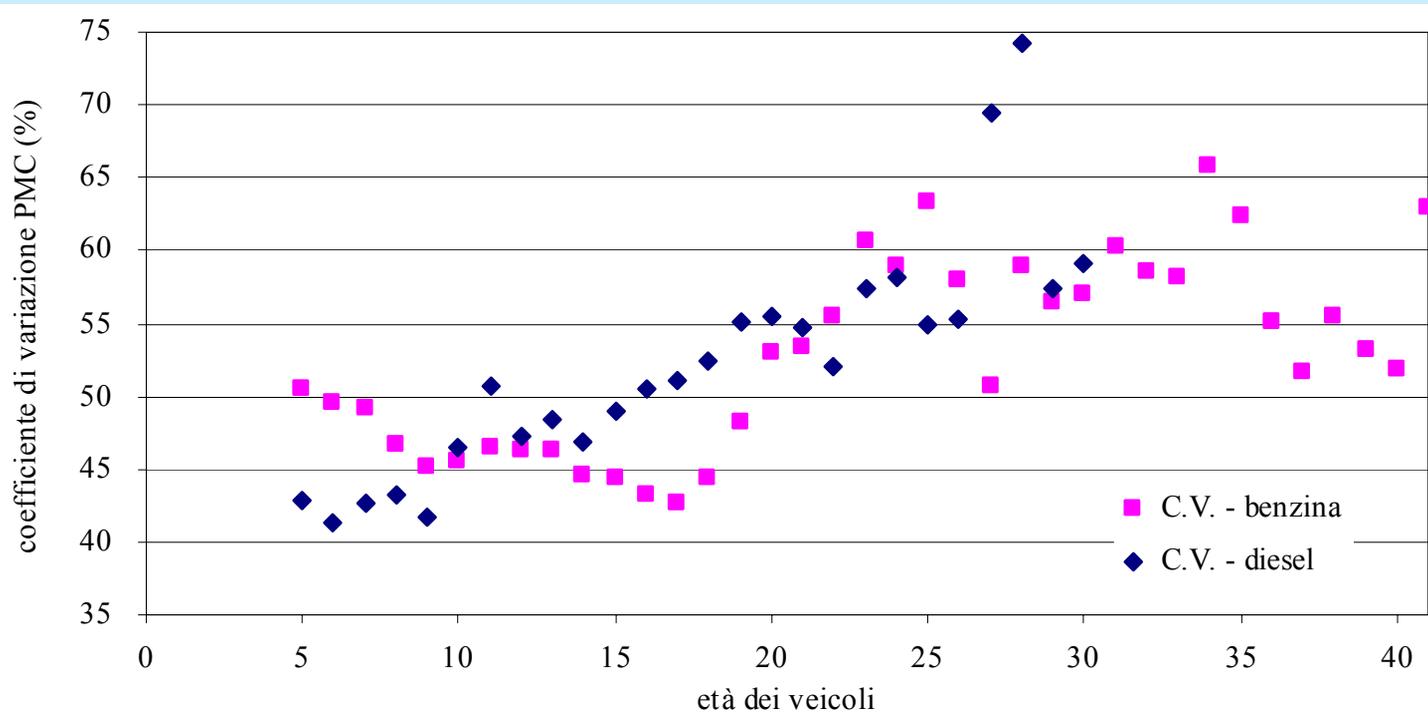
PCM_k = percorrenza cumulata media dei veicoli di anzianità k , numero medio di km che i veicoli hanno percorso dopo k anni dalla loro prima interrogazione

Questo è il dato ricavato dai dati raccolti durante le revisioni dei veicoli, tramite rilevamento dei dati misurati dal contachilometri.

La rilevazione è incerta per i veicoli molto anziani, in cui la presenza di un contachilometri con 5 cifre può portare a importanti sottostime dell'effettivo chilometraggio del veicolo.







Definizioni metodologiche /3

Percorrenza Media Annua dei veicoli di anzianità K

$$PMA_k = PCM_k / K$$

PMA_k , percorrenza media annua dei veicoli di anzianità k : è il numero medio di km che i veicoli di una certa età k percorrono all'anno nell'ipotesi di uguale percorrenza annua durante la loro vita.

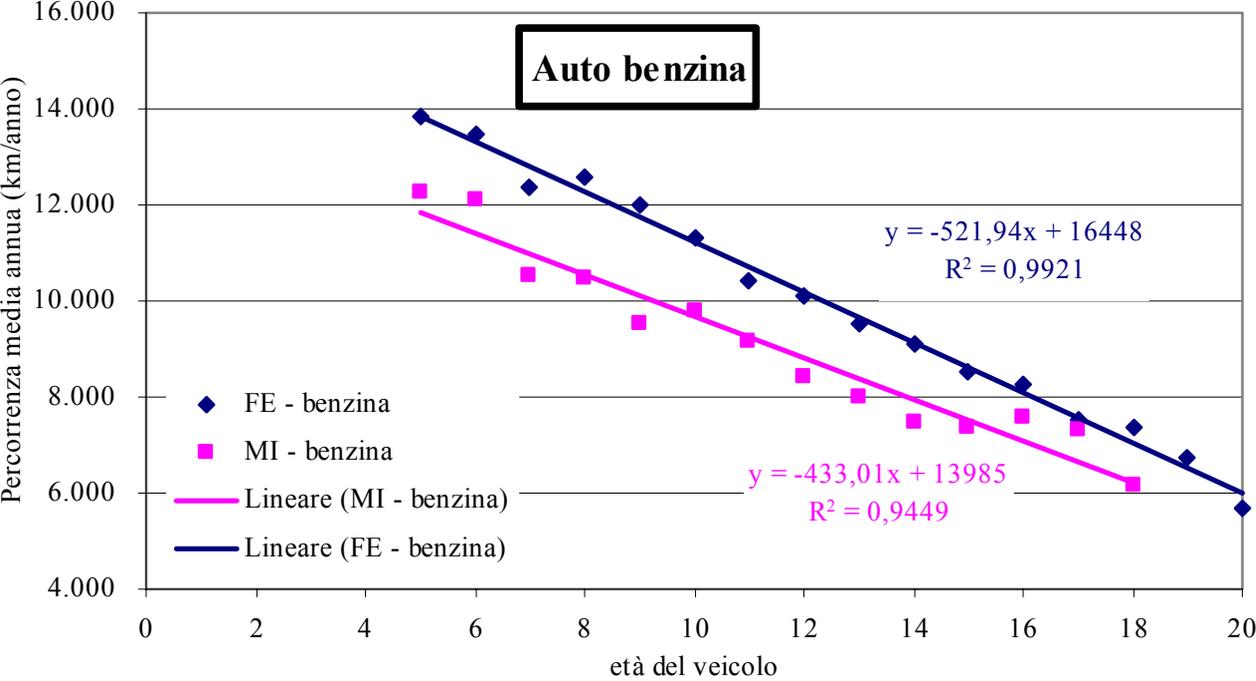
PCM_k = percorrenza cumulata media dei veicoli di anzianità k

K = età del veicolo

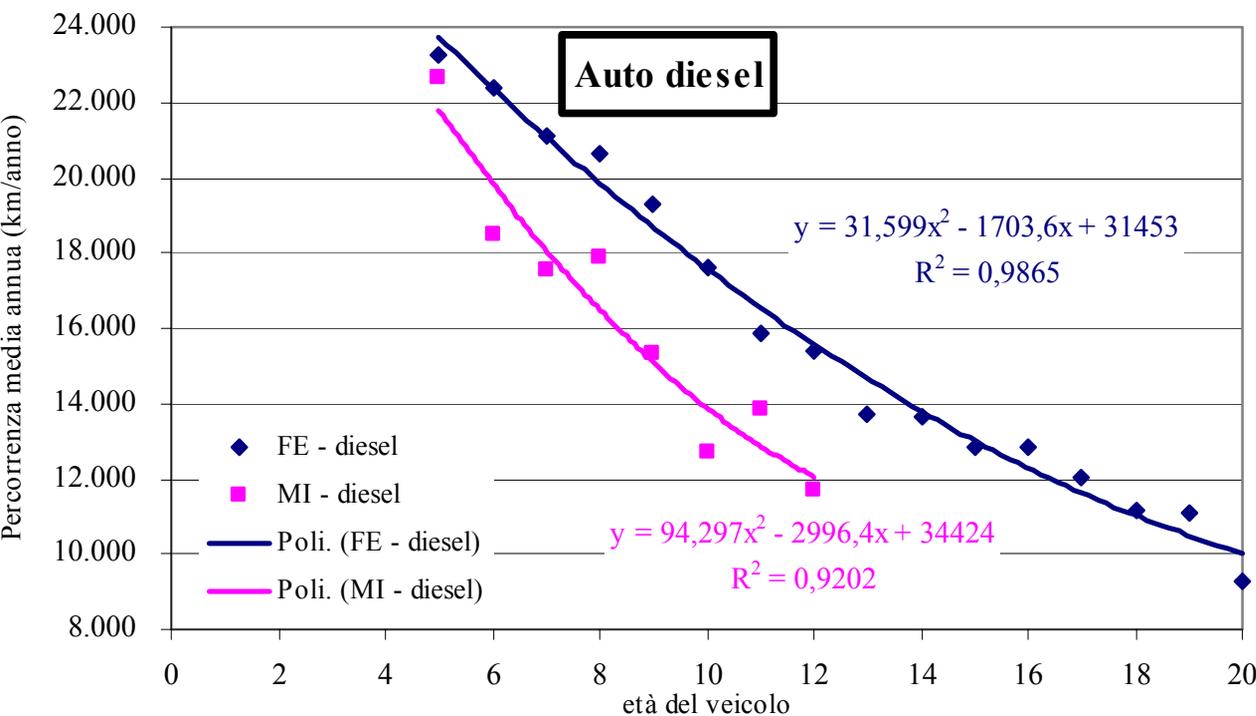
PCM nel 1999 = 150.000 km

Età: = 15 anni

$$PMA_{15} = 10.000 \text{ km}$$



I veicoli fanno tutti gli anni la stessa percorrenza: ipotesi poco realistica e smentita dai dati stessi di percorrenze medie annue, che mostrano una diminuzione con l'età dei veicoli



Definizioni metodologiche /4

Percorrenza effettiva media annua dei veicoli di anzianità k e anzianità massima j

$$\mathbf{PEMA}_{j,k}$$

è il numero medio di km che i veicoli che raggiungono l'anzianità massima j percorrono dopo k anni dalla loro prima immatricolazione.

È questo il dato necessario ad esempio nella stima delle emissioni da traffico, in cui è necessario assegnare ad ogni tipologia di veicolo (Euro 0, Euro I, Euro II, ecc., ..) la relativa percorrenza.

Per stimare questa percorrenza è necessario monitorare l'andamento delle percorrenze di set di veicoli durante la loro vita, registrando l'andamento progressivo delle percorrenze.

Definizioni metodologiche /5

La percorrenza effettiva annua veicolare non può essere calcolata a partire dai dati di percorrenza cumulata media, tramite differenza fra i valori di due anni successivi.

Contrariamente a quanto potrebbe sembrare, la percorrenza cumulata media dei veicoli non è sempre crescente al crescere dell'età dei veicoli.

In altre parole, veicoli di età elevata possono mediamente avere percorrenze cumulate inferiori a veicoli più giovani (questo succede oltre un certo livello di percorrenza, come in seguito discusso, si veda il cap. 3.1), e per questo motivo partire dai dati delle percorrenze cumulate per stimare le percorrenze medie annue può portare a valori irrealistici (ad esempio negativi).

Tanto più la percorrenza dei veicoli dipende dalla loro anzianità di immatricolazione, tanto più il valore di $PEMA_{j,k}$ si discosta dal valore medio PMA_k . Inoltre l'andamento della crescita delle percorrenze cumulate è diverso per veicoli con diversa anzianità massima.

PCM_{j,k} Percorrenza cumulata media dei veicoli di anzianità k e anzianità massima j

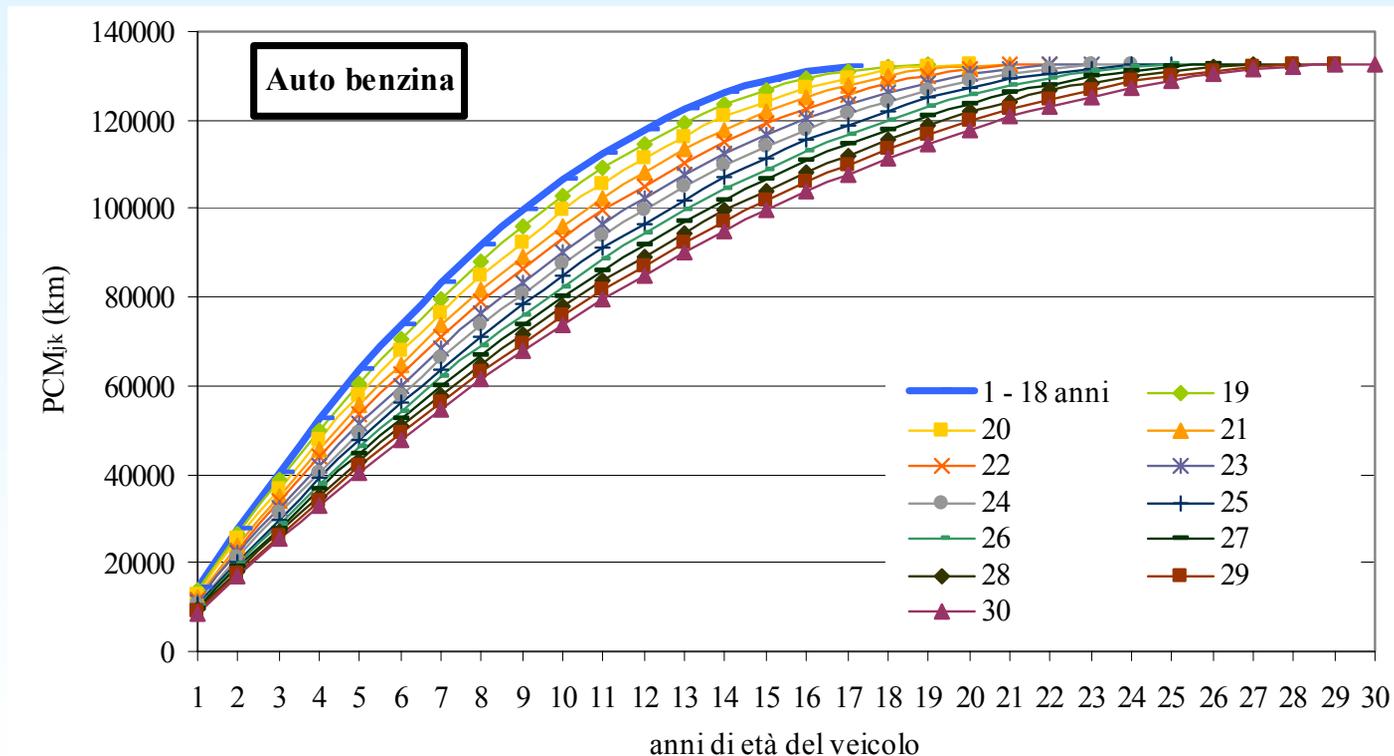
$$PCM_{j,k} = a_j \cdot k^2 + b_j \cdot k$$

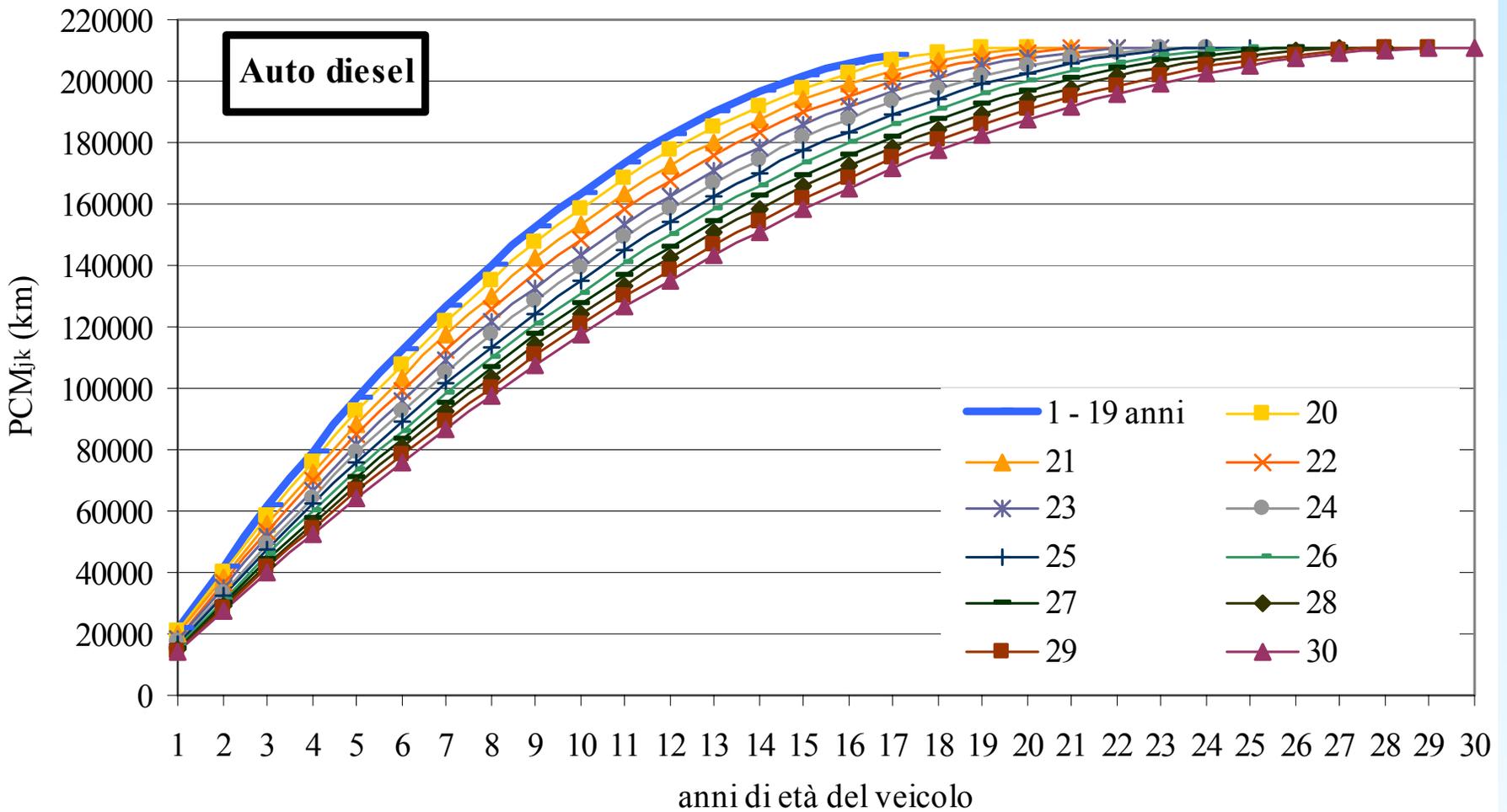
dove:

j = anni di anzianità massima raggiunti del veicolo;

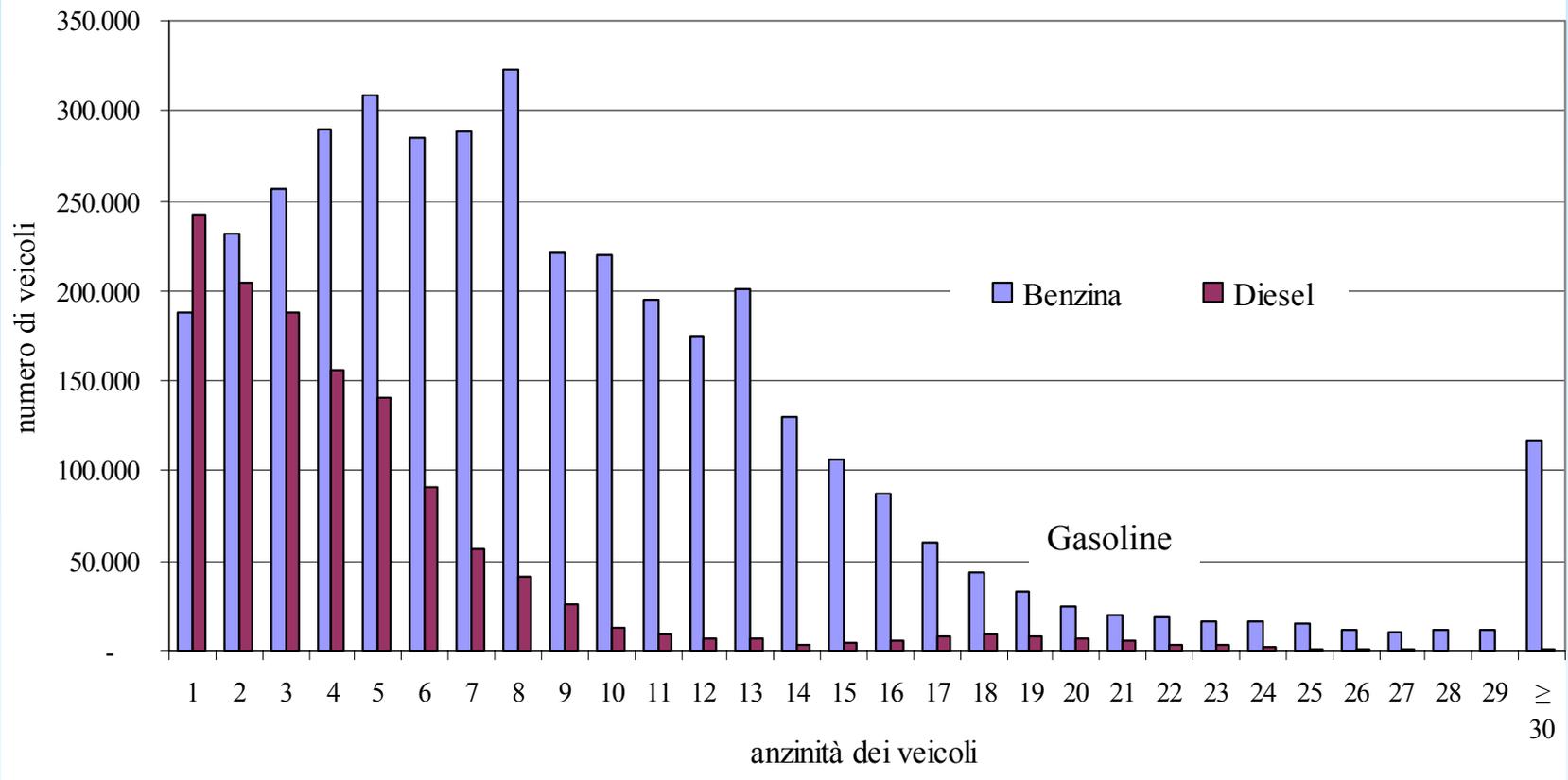
k = anni di anzianità del veicolo (con $k \leq j$);

a, b = coefficienti ($a < 0$)





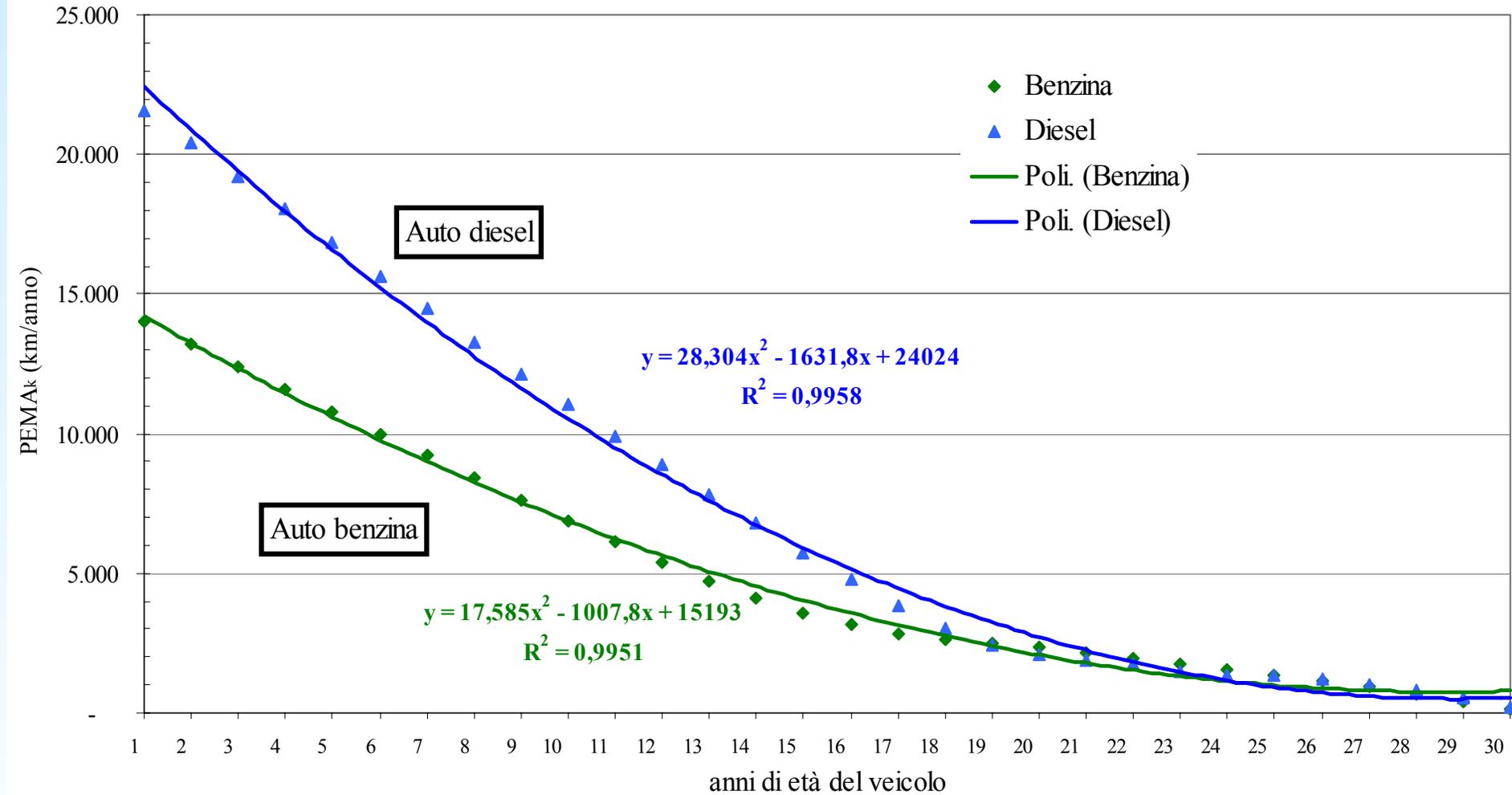
$$PEMA_{j,k} = (a_j \cdot k^2 + b_j \cdot k) - (a_j \cdot (k-1)^2 + b_j \cdot (k-1))$$



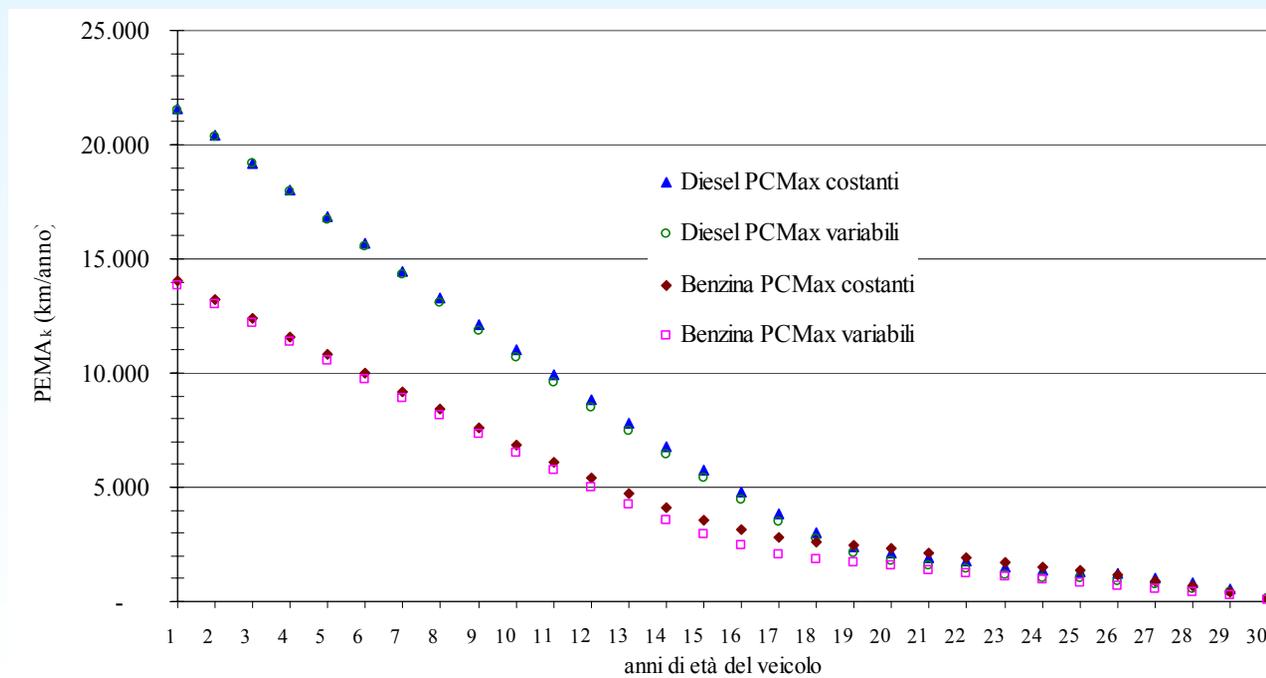
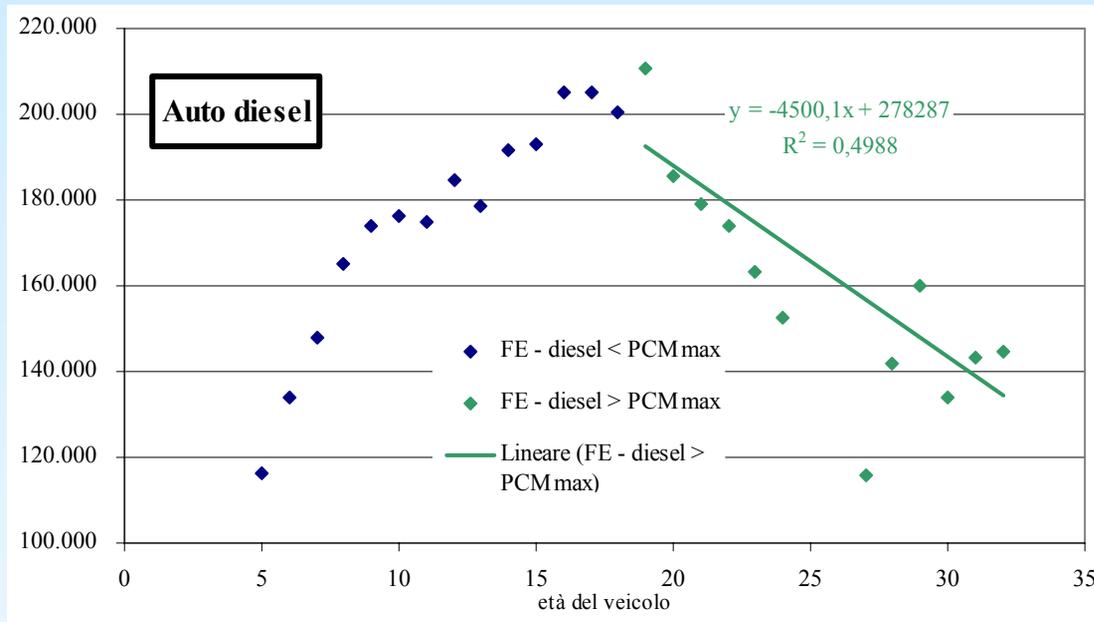
$$PEMA_k = \frac{\sum_{j>k} PEMA_{j,k} * f_j}{\sum_{j>k} f_j}$$

PEMA_k, = percorrenza effettiva media annua dei veicoli di anzianità k;
PEMA_{j,k} = percorrenza media annua dei veicoli di anzianità massima j, nell'anno k;
f_j = consistenza del parco veicolare per le diverse anzianità massime j.

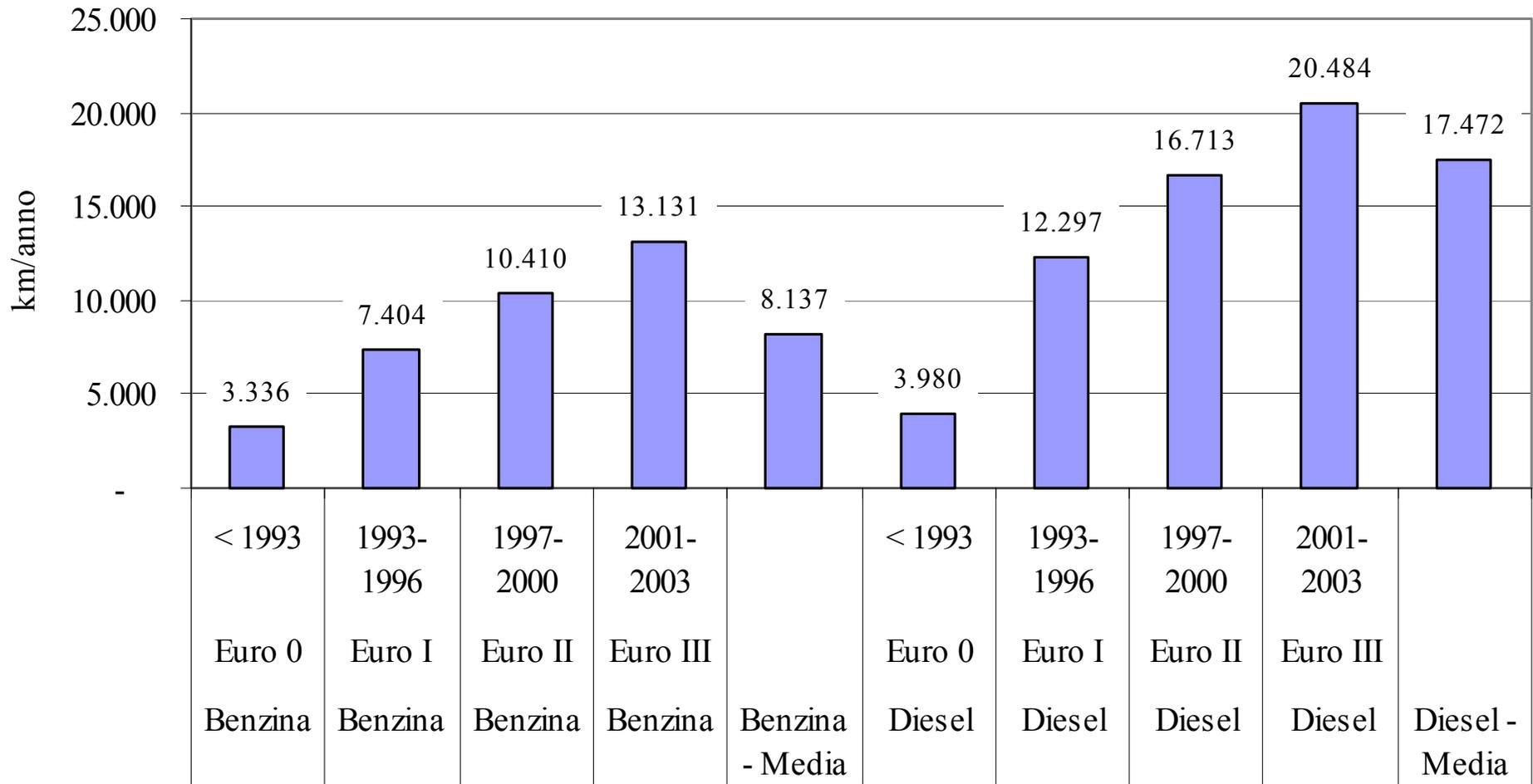
Percorrenza effettiva media annua $PEMA_k$



ANALISI DI SENSITIVITÀ

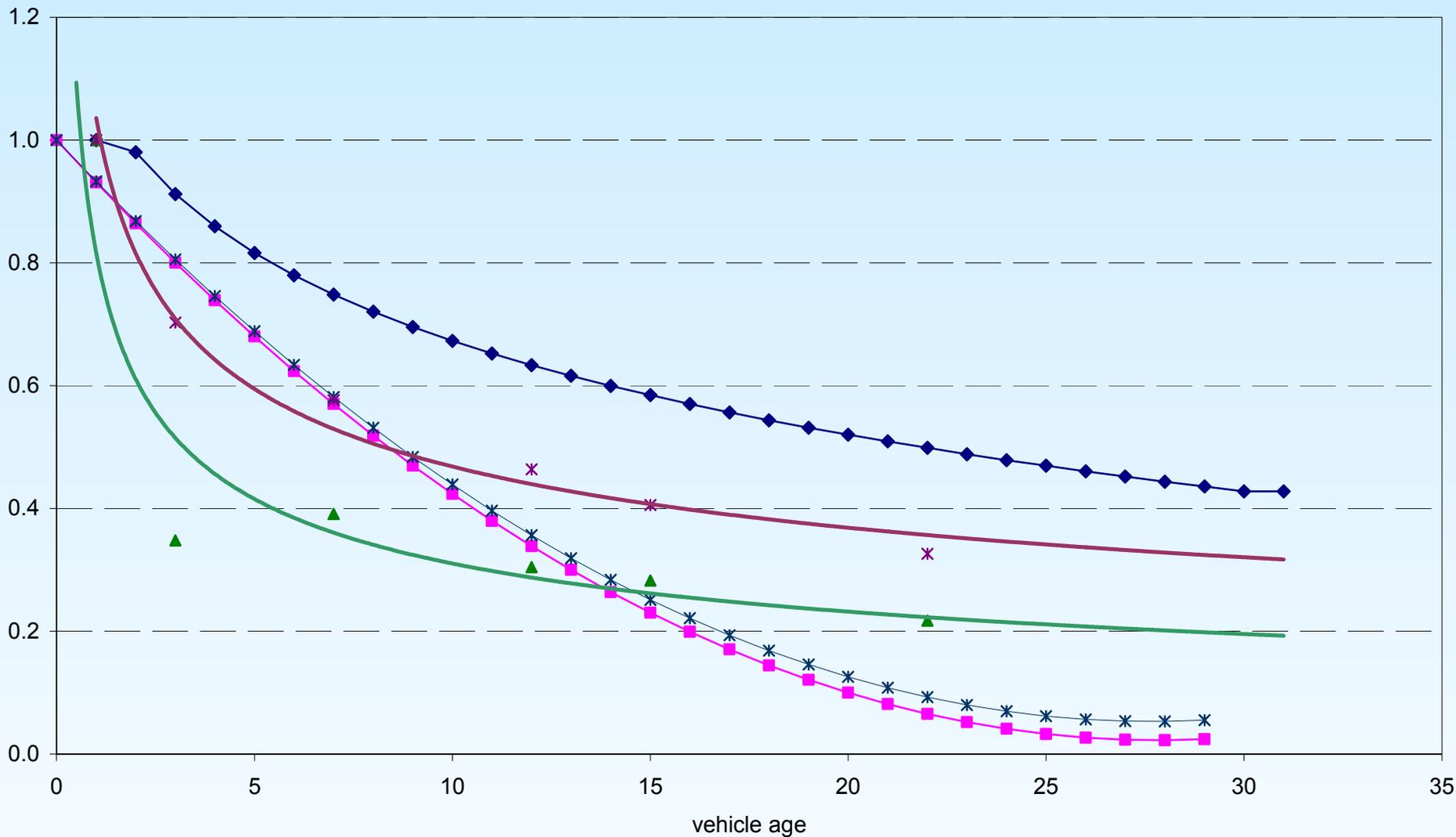


Percorrenza effettiva media annua (PEMA) - km/anno

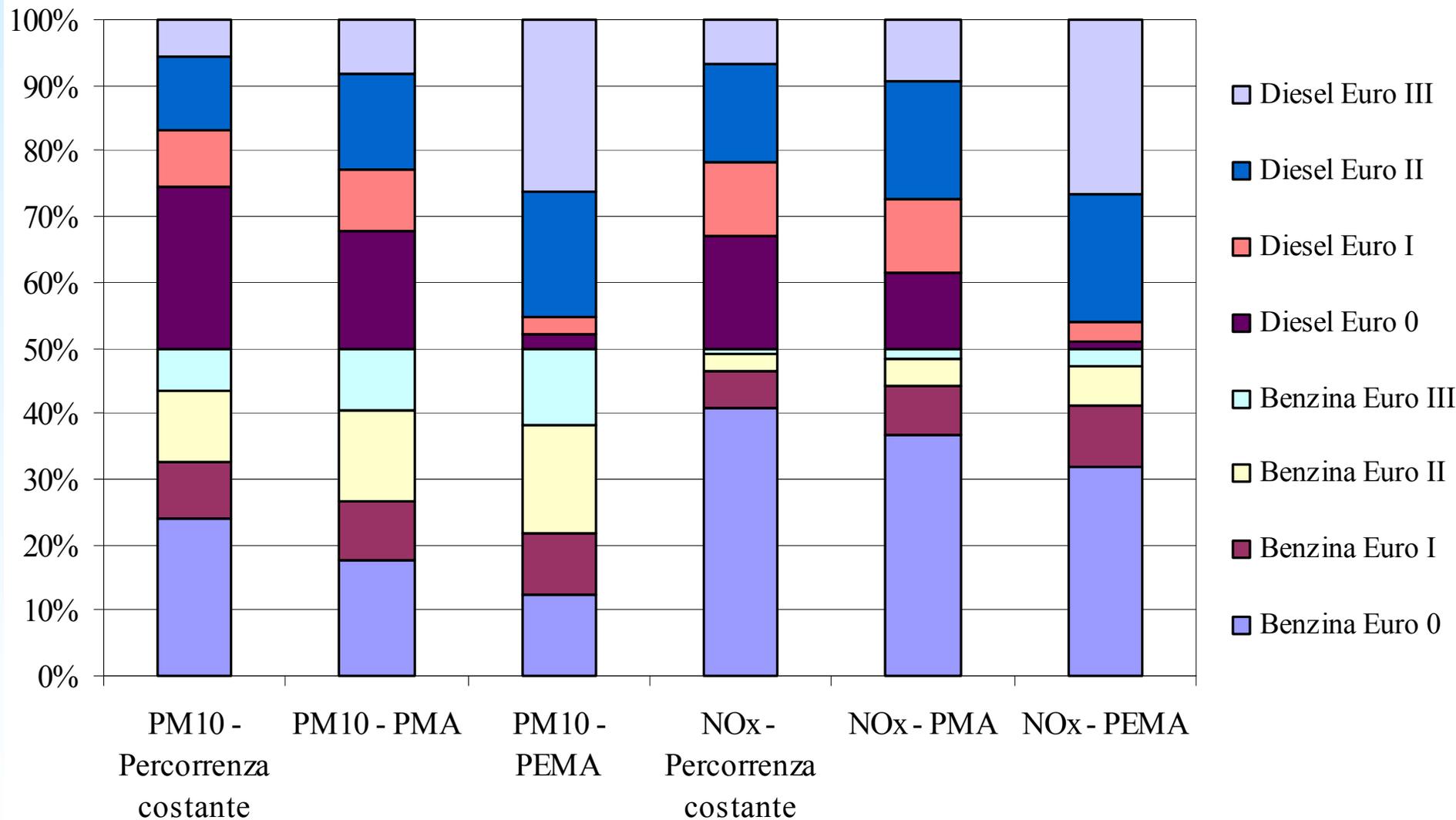


Comparison with other data

			Percorrenza media APAT				Presente Lavoro
			ambito urbano	ambito extraurbano	ambito autostrada	Totale	
Carburante	Tipo						
Benzina	Euro 0	<1993	1.433	2.275	612	4.320	3.336
Benzina	Euro I	1993-1996	2.317	4.700	2.650	9.667	7.404
Benzina	Euro II	1996-2000	2.400	5.392	3.708	11.500	10.410
Benzina	Euro III	2001-2005	2.750	6.175	4.242	13.167	13.131
Diesel	Euro 0	<1993	1.963	8.263	5.525	15.750	3.980
Diesel	Euro I	1993-1996	2.175	9.175	6.150	17.500	12.297
Diesel	Euro II	1996-2000	2.338	9.838	6.575	18.750	16.713
Diesel	Euro III	2001-2005	2.525	10.625	7.100	20.250	20.484



Ripartizione delle emissioni fra le tipologie veicolari per diverse metodologie di stima delle percorrenze



Conclusioni

L'analisi condotta stima percorrenze sensibilmente inferiori per i veicoli di più anziani

- maggiore contributo percentuale dei veicoli di nuova generazione (Euro III) alle emissioni di PM e NO_x
- diminuzione del peso emissivo dei veicoli pre-Euro.

La relazione fra la percorrenza e l'età dei veicoli permette di aggiornare nel tempo la stima delle percorrenze delle classi Euro

Necessità di aggiornare le stime e di estendere la metodologia ai veicoli leggeri, pesanti e ai ciclomotori