

XII Incontro
EXPERT PANEL
EMISSIONI DA TRASPORTO STRADALE

Napoli, 9 novembre 2006

**Veicoli a due ruote: definizione dei
fattori di emissione e dei dati di base**

Massimo Capobianco, Chiara Carraro, Giorgio Zamboni

Internal Combustion Engines Group (ICEG)

Dipartimento di Macchine Sistemi Energetici e Trasporti (DIMSET)

Università di Genova





Parco EU15 nel 2002

	Quota del totale EU15 [%]			
	Popolazione	Autovetture	Motocicli	Ciclomotori
Francia	15.7	15.7	7.6	10.7
Germania	21.8	24.0	26.0	12.3
Italia	15.1	18.1	29.1	36.9
Spagna	10.7	10.1	10.9	15.4
G.B.	15.6	14.2	9.2	1.4
EU15 [migliaia]	379.480	185.839	13.927	13.018

Fonte: Eurostat, anno 2002

Totale dei 5 paesi:
82.8% dei motocicli
e 76.6% dei
ciclomotori

(numero di
ciclomotori
considerati per
l'Italia: 4.800.000)

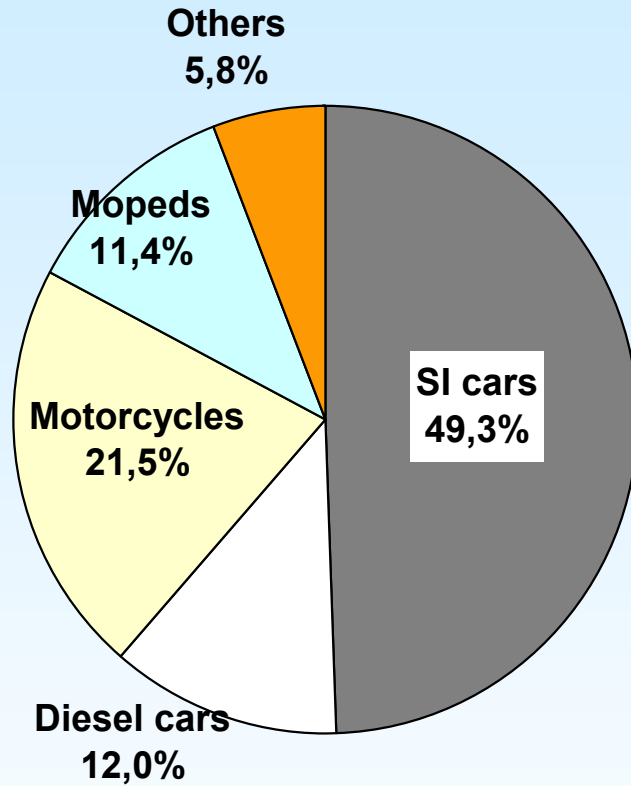
	Numero di veicoli ogni 1000 abitanti		
	Auto	Motocicli	Ciclomotori
Francia	489	18	23
Germania	541	44	19
Italia	588	71	84
Spagna	460	37	49
G.B.	446	22	3
EU15	490	37	34

Fonte: Eurostat, anno 2002

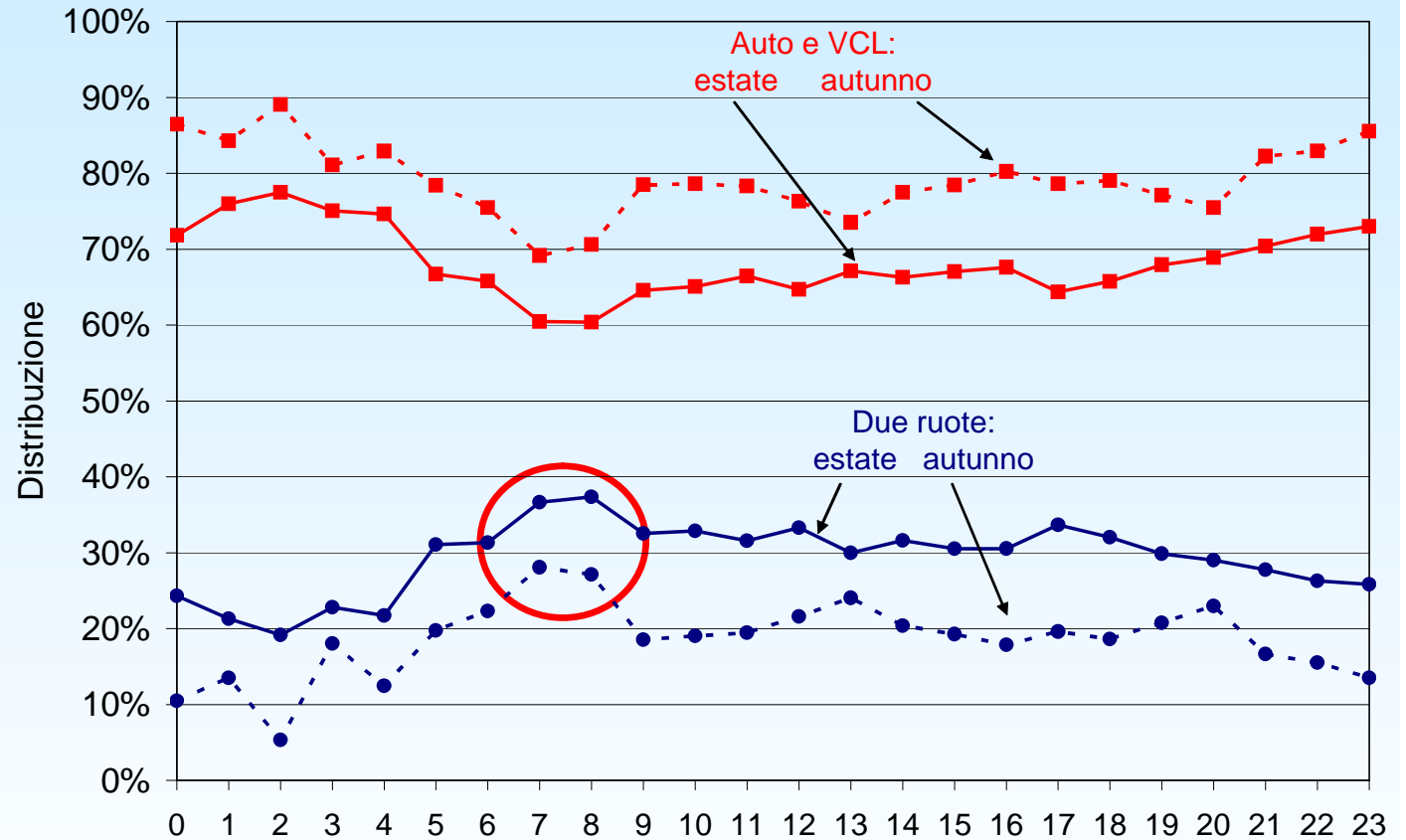
Il rapporto auto/due
ruote è circa 7 per
l'EU15 e poco meno
di 4 in Italia



Stima del parco la situazione a Genova, anno 2005

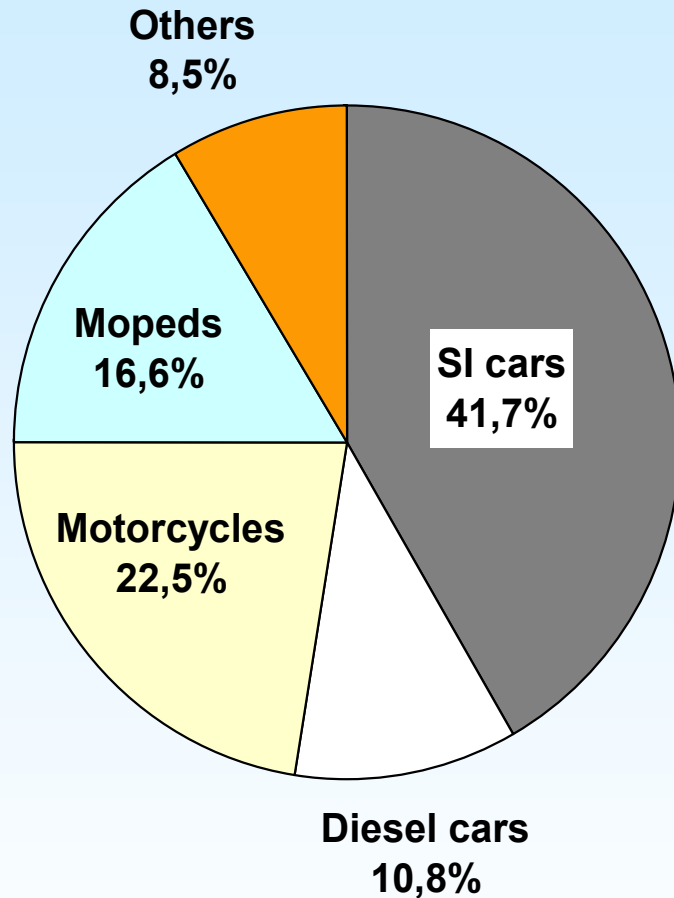


Parco stimato
(immatricolazioni,
elaborazione studio
O/D, ecc.)



Misure di traffico classificato: distribuzione
nel giorno feriale tipo su strada periferica

Stima delle percorrenze la situazione a Genova, anno 2005

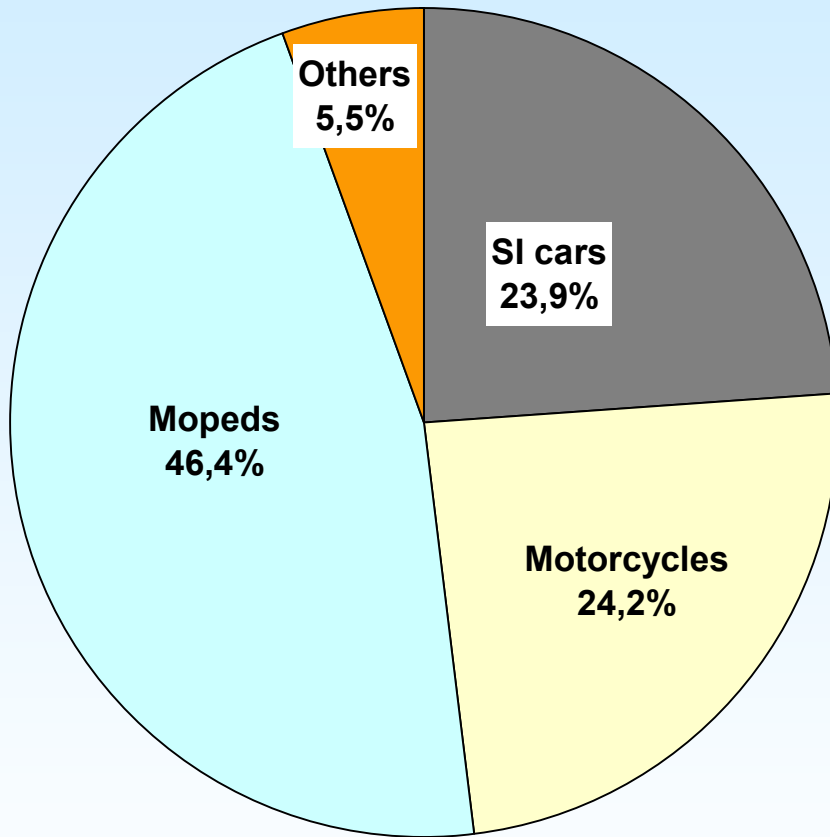


La percorrenza urbana varia tra i 4.000 ed i 4.500 km/anno per i motocicli ed è di poco inferiore ai 6.000 km per i ciclomotori

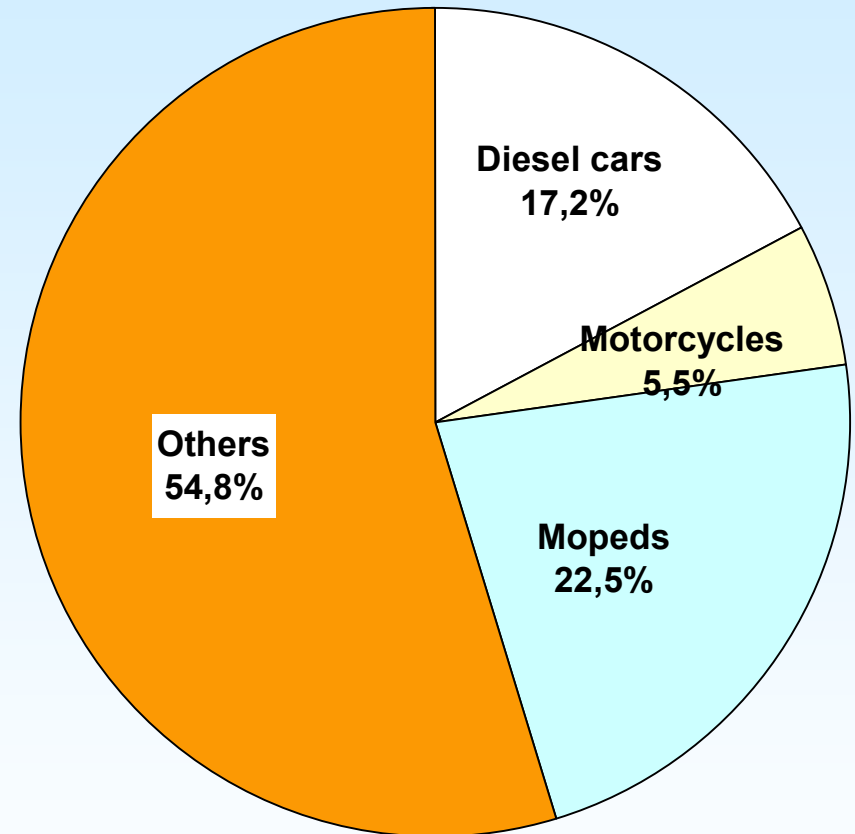
Il dato relativo ai ciclomotori sembra sovrastimato, anche tenendo conto di altre fonti

Percorrenza stimata elaborando i dati dello studio O/D (Provincia – Comune di Genova)

Contributo alle emissioni la situazione a Genova, anno 2005



Emissioni totali di HC
(calcolo con PROGRESS)



Emissioni totali di PM
(calcolo con PROGRESS)



Attività ICEG sui fattori di emissione di veicoli a due ruote

- Definizione delle principali caratteristiche cinematiche in ambito urbano, attraverso l'acquisizione della velocità istantanea su percorsi tipici (attività in collaborazione con l'Area Ambiente della Provincia di Genova)
- Aggiornamento dei fattori di emissione a caldo per gli inquinanti normalizzati (CO, HC, NO_x), PM e CO₂
 - motocicli (pre Euro e Euro I, equipaggiati con motori a 2 e a 4 tempi, Euro II ed Euro III)
 - ciclomotori (pre Euro, Euro I ed Euro II)
- Sviluppo di una procedura di calcolo per valutare le emissioni a freddo



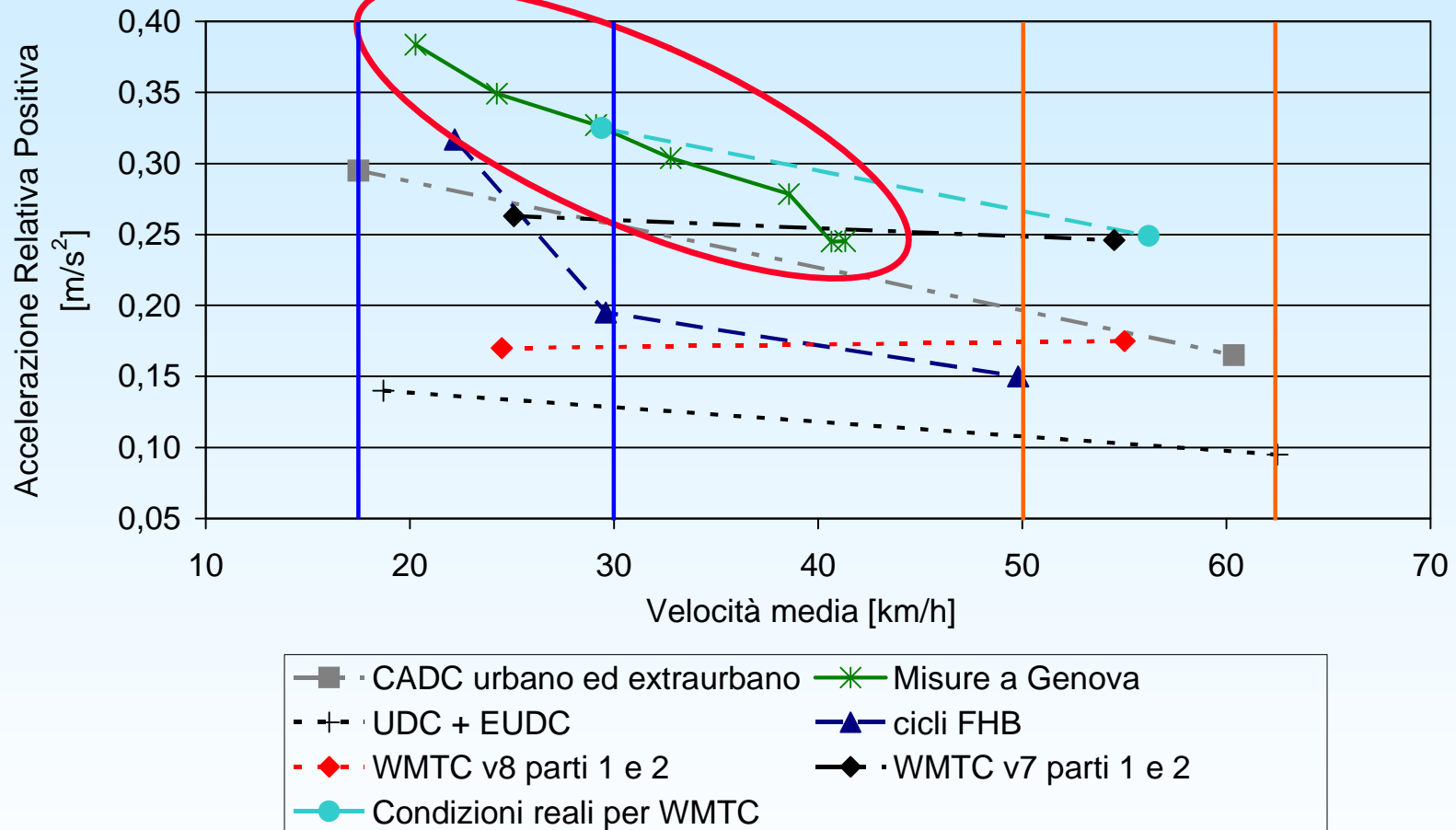


Attività sperimentale su percorsi tipici urbani

- Acquisizione della velocità istantanea di veicoli equipaggiati con uno strumento VBOX, che effettua misure di posizione e velocità basate su GPS
- Selezione di 4 differenti percorsi, relativi ad una zona centrale ed al collegamento del levante, del ponente e dell'entroterra cittadino al centro
- Acquisizioni effettuate in 4 differenti fasce orarie, con particolare riferimento alle ore di punta mattutina e serale; la prima fase ha riguardato il periodo giugno ÷ novembre 2005
- Due veicoli strumentati: un auto ed uno scooter con motore di cilindrata pari a 150 cm³
- Elaborazione dei dati finalizzata alla valutazione di parametri cinematici quali: velocità, accelerazioni positive e negative medie, tempo di sosta al minimo, coeff. di accelerazione positiva, distribuzione di frequenza della velocità istantanea, ecc.
- Attualmente sono in corso misure su auto (da metà settembre 2006)

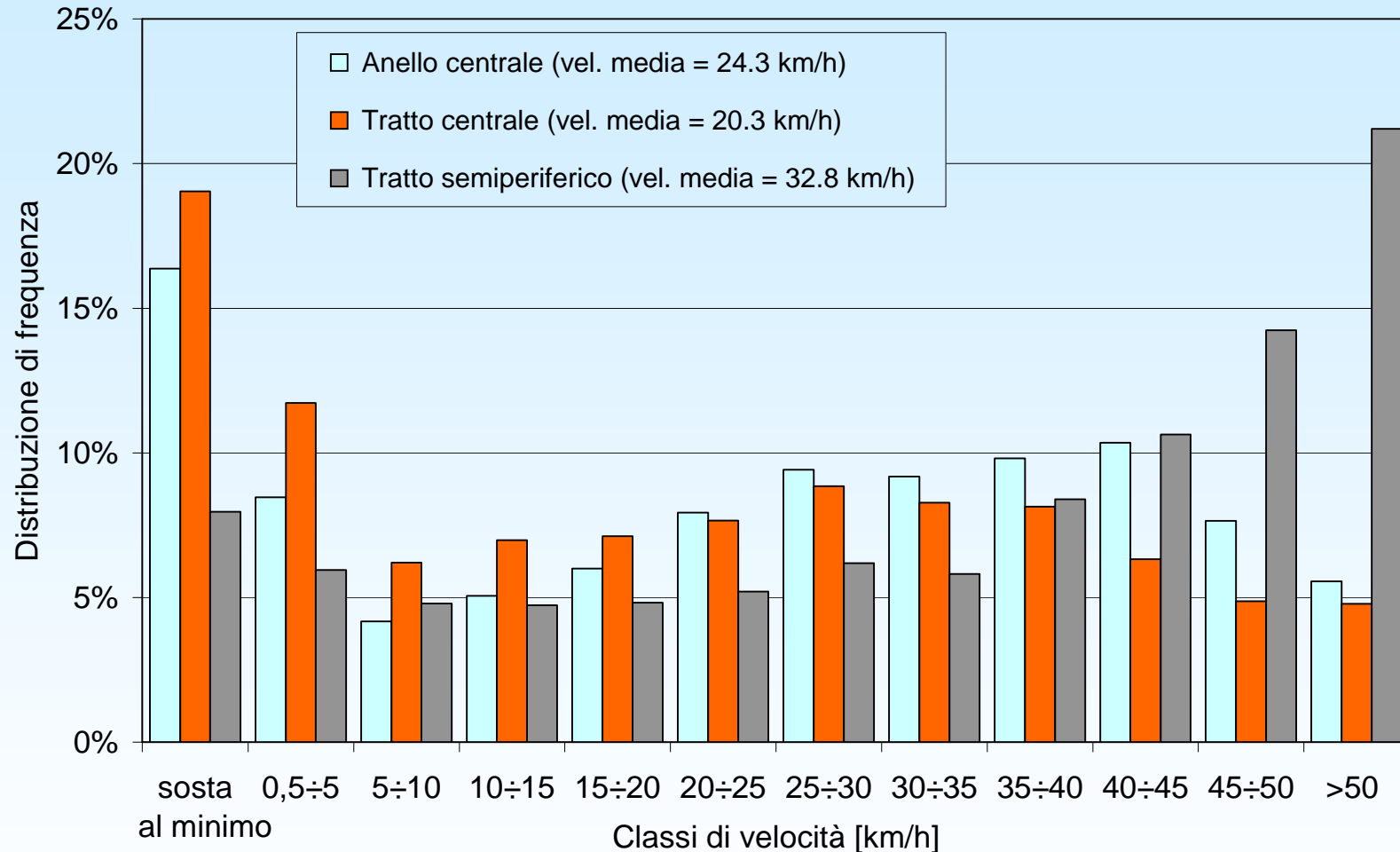


Attività sperimentale su percorsi tipici urbani



Confronto dei valori di RPA e velocità media (motociclo)

Attività sperimentale su percorsi tipici urbani



Distribuzione di frequenza delle classi di velocità istantanea di un motociclo su diversi percorsi a Genova

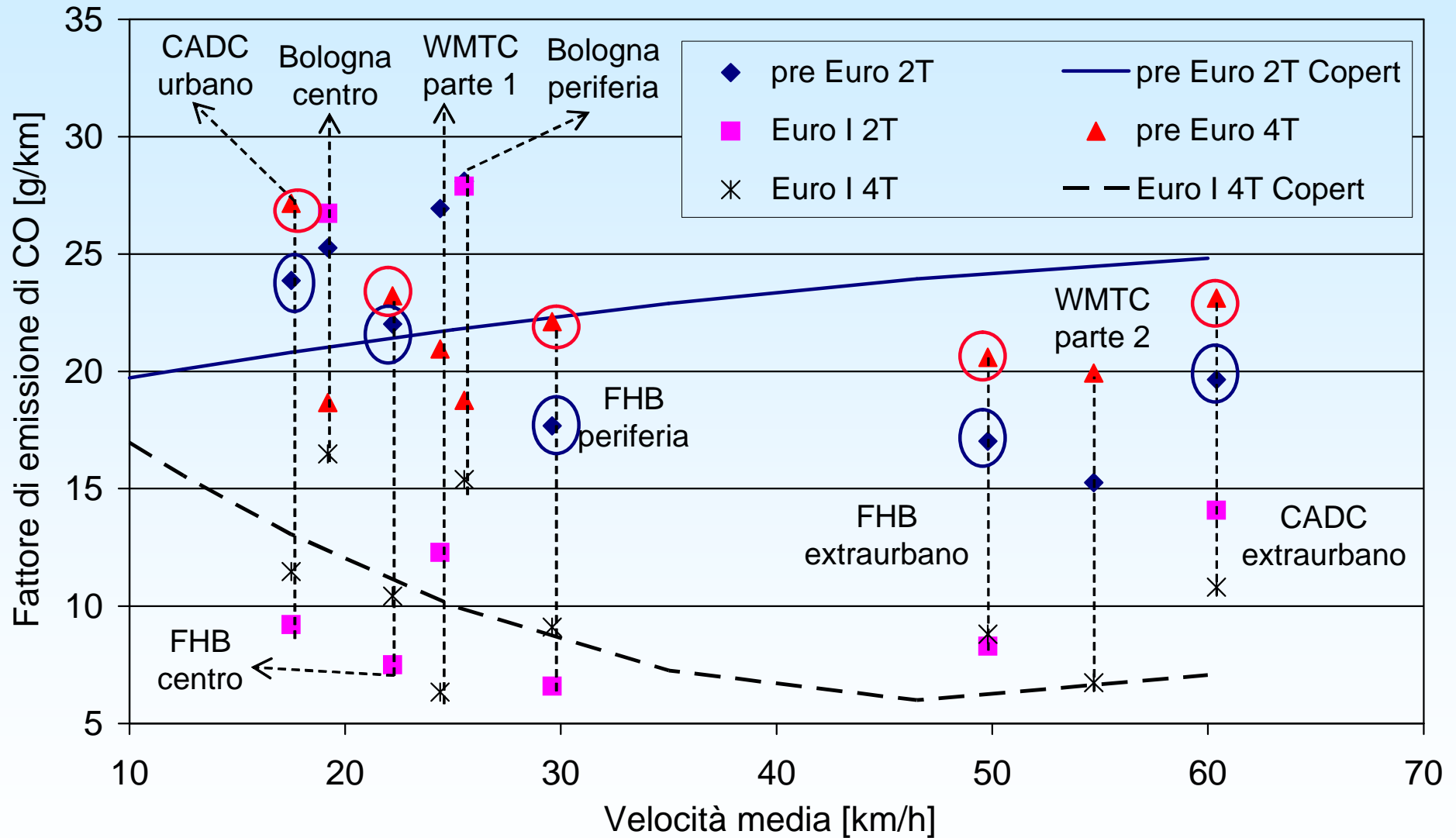


Definizione dei fattori di emissione a caldo per i motocicli

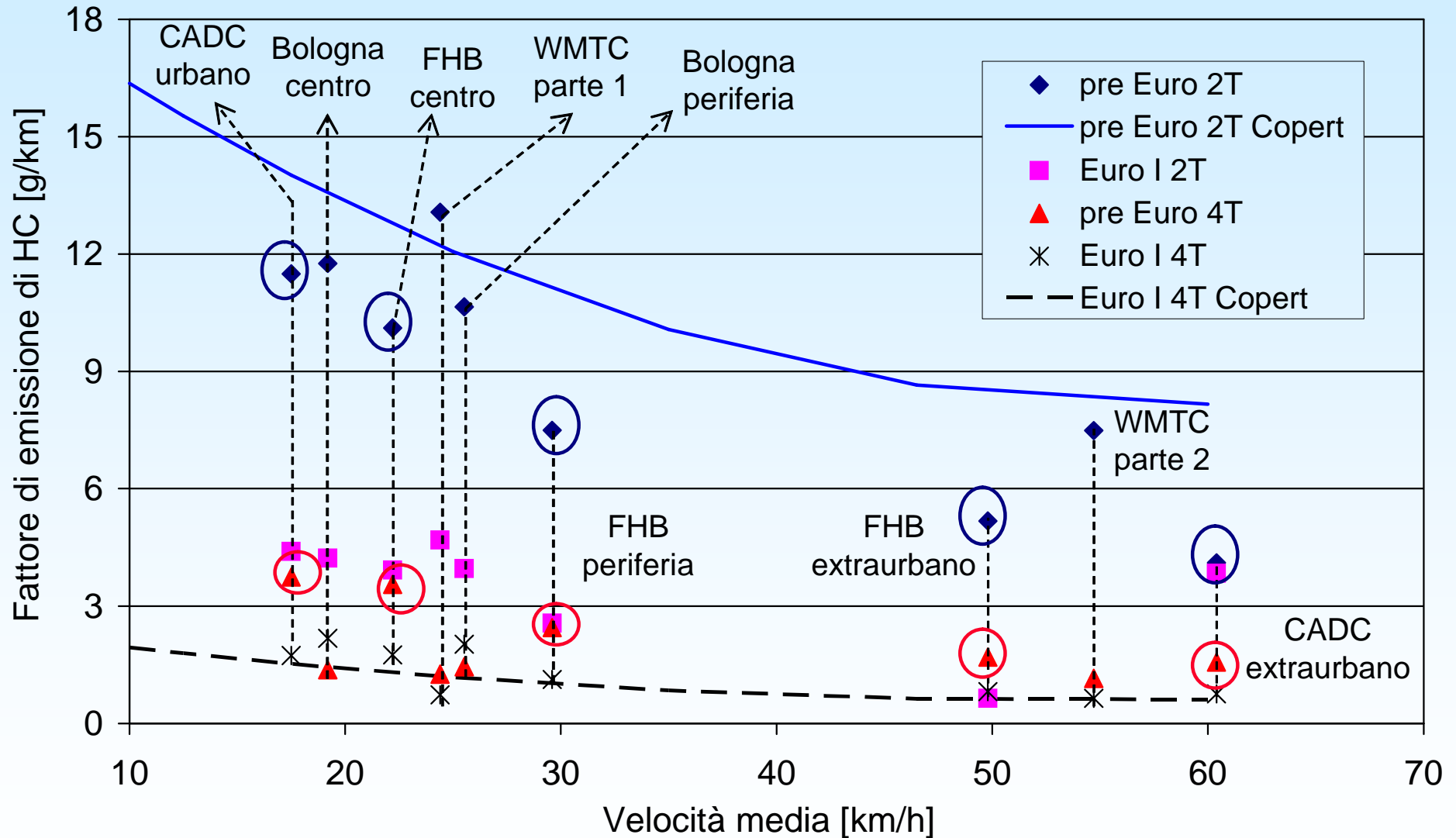
- Ampliamento del database sui fattori di emissione seguendo due regole generali:
 - dati relativi a veicoli europei, per considerare motori e calibrazioni omogenee
 - test eseguiti su cicli di guida reali (Common Artemis Driving Cycles, cicli WMTC, cicli FHB cycles, Bologna centrale e periferico)
- I dati disponibili sono riferiti principalmente agli inquinanti normalizzati da veicoli equipaggiati con motore a 4 tempi
- Alcuni dati sono relativi alle emissioni di PM, misurate generalmente sul ciclo standard
- E' difficile valutare i fattori di emissione di CO₂, specialmente per i veicoli con motore 2 tempi
- I dati relativi alle classi Euro II e III sono insufficienti



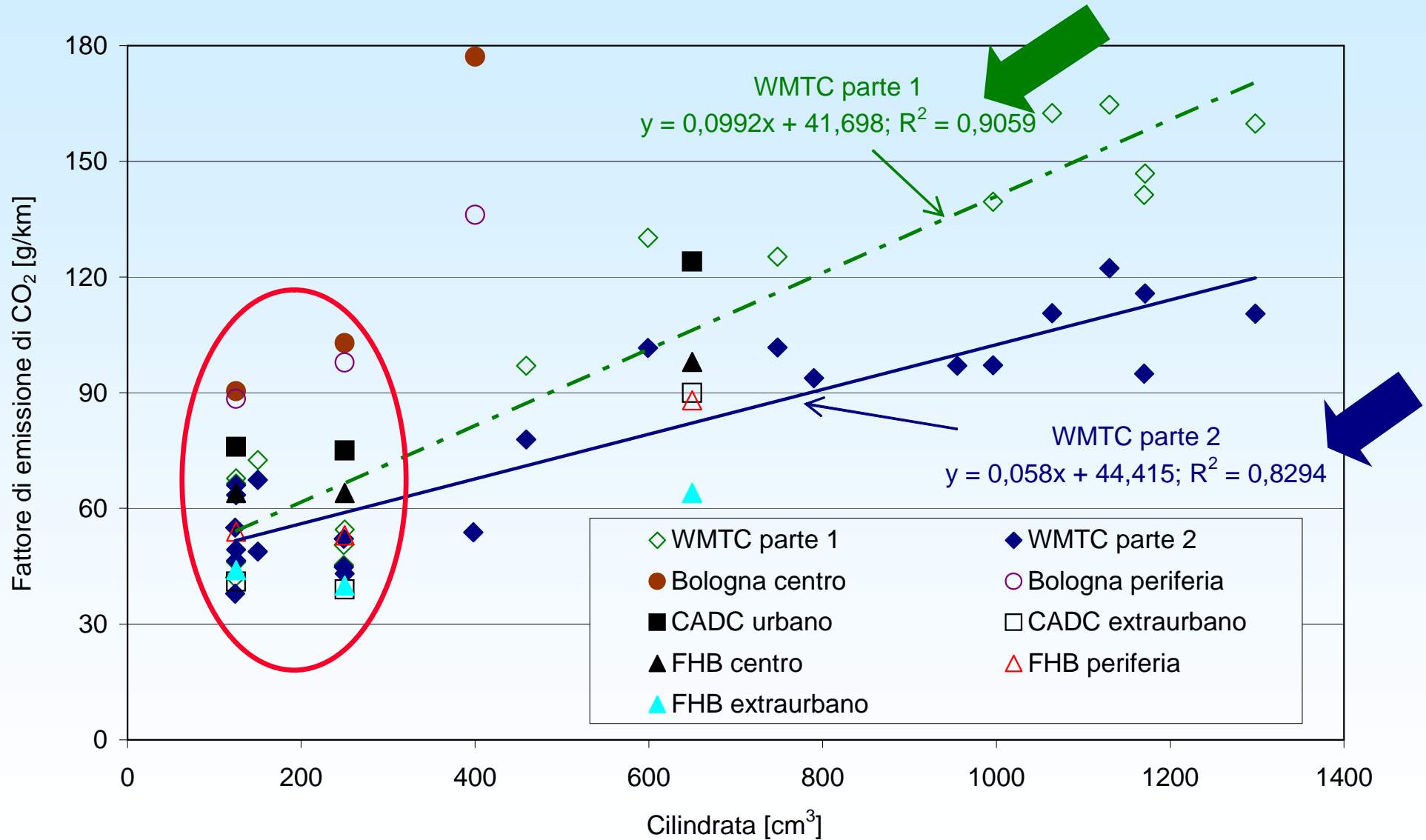
Fattori di emissione a caldo - CO



Fattori di emissione a caldo - HC



Influenza della cilindrata sul fattore di emissione di CO₂ (moto Euro I 4T)





Fattori di emissione a caldo per i motocicli

- I fattori di emissione sono stati valutati come media dei valori raccolti con riferimento a due delle classi di velocità media considerate in Progress (10 ÷ 40 e > 40 km/h)
- I veicoli equipaggiati con motore 2 tempi emettono più HC e meno NO_x rispetto ai corrispondenti 4 tempi, mentre i fattori di CO più elevati per i veicoli con motore 4T sono probabilmente correlati al numero di valori disponibili
- Le emissioni di PM sono significative per la classe pre Euro 2T (190 mg/km)
- L'incremento delle emissioni di CO₂ per le classi Euro I deve essere verificato sulla base del numero di dati e/o della distribuzione della cilindrata del motore per il campione di veicoli considerato
- I fattori di emissione per la classe Euro II sono stati definiti applicando coefficienti di riduzione, ottenuti confrontando i limiti normalizzati, ai valori per i veicoli Euro I 4T





Fattori di emissione per ciclomotori

- Per gli inquinanti gassosi (CO₂ compresa), i dati a caldo su cicli di guida reali disponibili sono relativi allo studio Regione Emilia Romagna / Labeco (che riporta anche informazioni sul PM)
- I dati di altri studi (Istituto Motori, SSC, ANCMA - ARPAT, Campagna "Vado pulito" 2000, Campagna "2 ruote ... a posto !!!!" 2003, ecc.) sono stati misurati sui cicli di omologazione o in condizioni di marcia a velocità costante
- Per il particolato, numerosi studi sono stati effettuati utilizzando i cicli di omologazione ECE 40 ed ECE 47; in alcuni casi, le misure sono riferite anche a condizioni di partenza a freddo
- Non sono disponibili dati a freddo per gli inquinanti gassosi
- Salvo rare eccezioni, non esistono dati riferiti alla classe Euro II (in vigore dal 17.06.02)



Fattori di emissione a caldo

Motocicli

Classe di veicoli	CO		HC		NO _x		PM	CO ₂		
	[g/km]									
	Classe di velocità media [km/h]		Classe di velocità media [km/h]		Classe di velocità media [km/h]		Per tutte le classi di velocità	Classe di velocità media [km/h]		
	10 ÷ 40	> 40	10 ÷ 40	> 40	10 ÷ 40	> 40		10 ÷ 40	> 40	
pre Euro 2T	22.0	18.2	10.1	4.8	0.03	0.04	0.190	48.2	55.0	
Euro I 2T	9.3	11.2	3.8	2.2	0.04	0.07	0.018	61.9	-	
pre Euro 4T	23.9	21.7	3.1	1.6	0.15	0.18	0.014	65.0	56.6	
Euro I 4T	10.0	9.2	1.5	0.8	0.22	0.26	0.004	92.9	71.6	
Euro II ¹	7.1	3.9	0.7	0.3	0.22	0.26	-	-	-	
Euro III ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

¹: i fattori di emissione per la classe Euro II sono stati ricavati dai valori della classe Euro I 4T confrontandoli con i limiti legislativi sulle emissioni inquinanti (fasi Euro I 4T e II);

²: per la classe Euro III il confronto dei limiti previsti dalla normativa con quelli della classe Euro I 4T per ricavare i relativi fattori di emissione non è immediato, vista la modifica alla procedura di prova che prevede il campionamento dei gas di scarico anche per le prime due ripetizioni del ciclo ECE40 subito dopo l'avviamento del motore e, nel caso di veicoli con cilindrata > 150 cm³, l'inserimento del ciclo extraurbano.

Ciclomotori

Classe di veicoli	CO	HC	NO _x	PM	CO ₂
	[g/km]				
pre Euro 2T	21.0	13.0	0.04	0.212	50.4
Euro I 2T	6.6	4.0	0.04	0.033	92.6
Euro I 4T	-	2.3	0.20	0.014	59.6
Euro II ¹	1.1	1.6	0.01	0.005/0.092 ²	-

¹: i fattori di emissione di CO, HC e NO_x per la classe Euro II sono stati ricavati per confronto con i limiti legislativi sulle emissioni inquinanti (fasi Euro I e II);

²: il primo valore è riferito al motore 2T, catalizzato, con iniezione d'aria secondaria; il secondo al motore 2T, catalizzato, con iniezione diretta.



Considerazioni generali

- Ulteriori indagini ed analisi sono necessarie su differenti aspetti, quali:
 - la caratterizzazione delle emissioni delle classi più recenti
 - la valutazione delle emissioni di anidride carbonica dei motocicli, tenendo conto dell'influenza della cilindrata del motore e del numero di veicoli in ciascuna classe (< 250, 250 ÷ 750, > 750 cm³)
 - la definizione dei fattori di emissione dei ciclomotori, per i quali i dati misurati su cicli real world sono limitati, specialmente per gli inquinanti gassosi
 - la stima degli effetti del transitorio a freddo in termini di quantità emesse, durata e distanza percorsa ed influenza della temperatura ambiente
 - la valutazione dell'influenza della percorrenza sul deterioramento delle emissioni, in particolare per i veicoli catalizzati





Definizione dei dati di base

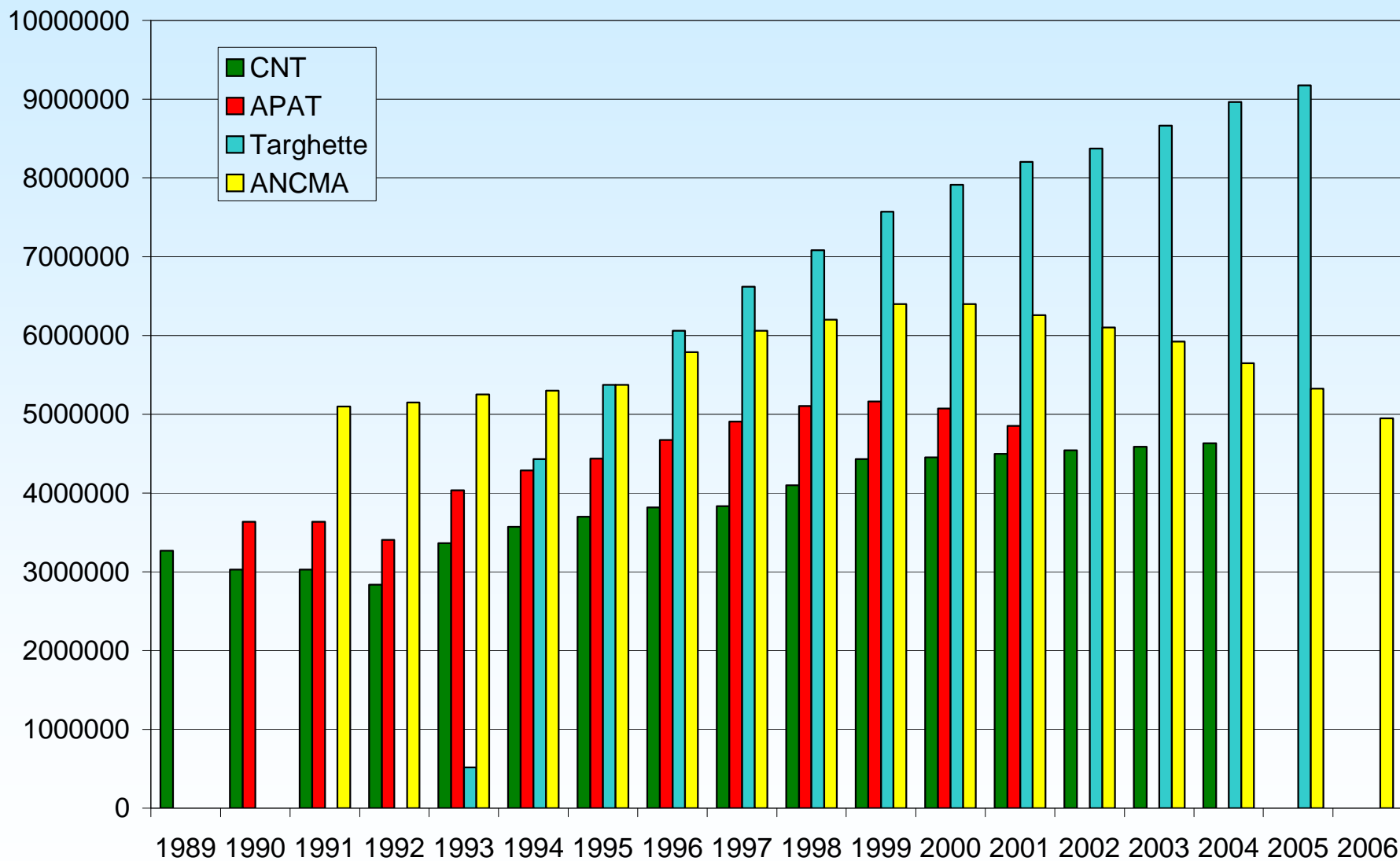
SOTTOGRUPPO "METODOLOGIE PER LA STIMA DELLE EMISSIONI ATMOSFERICHE DA TRAFFICO"

TEMA: immatricolato e circolante ciclomotori

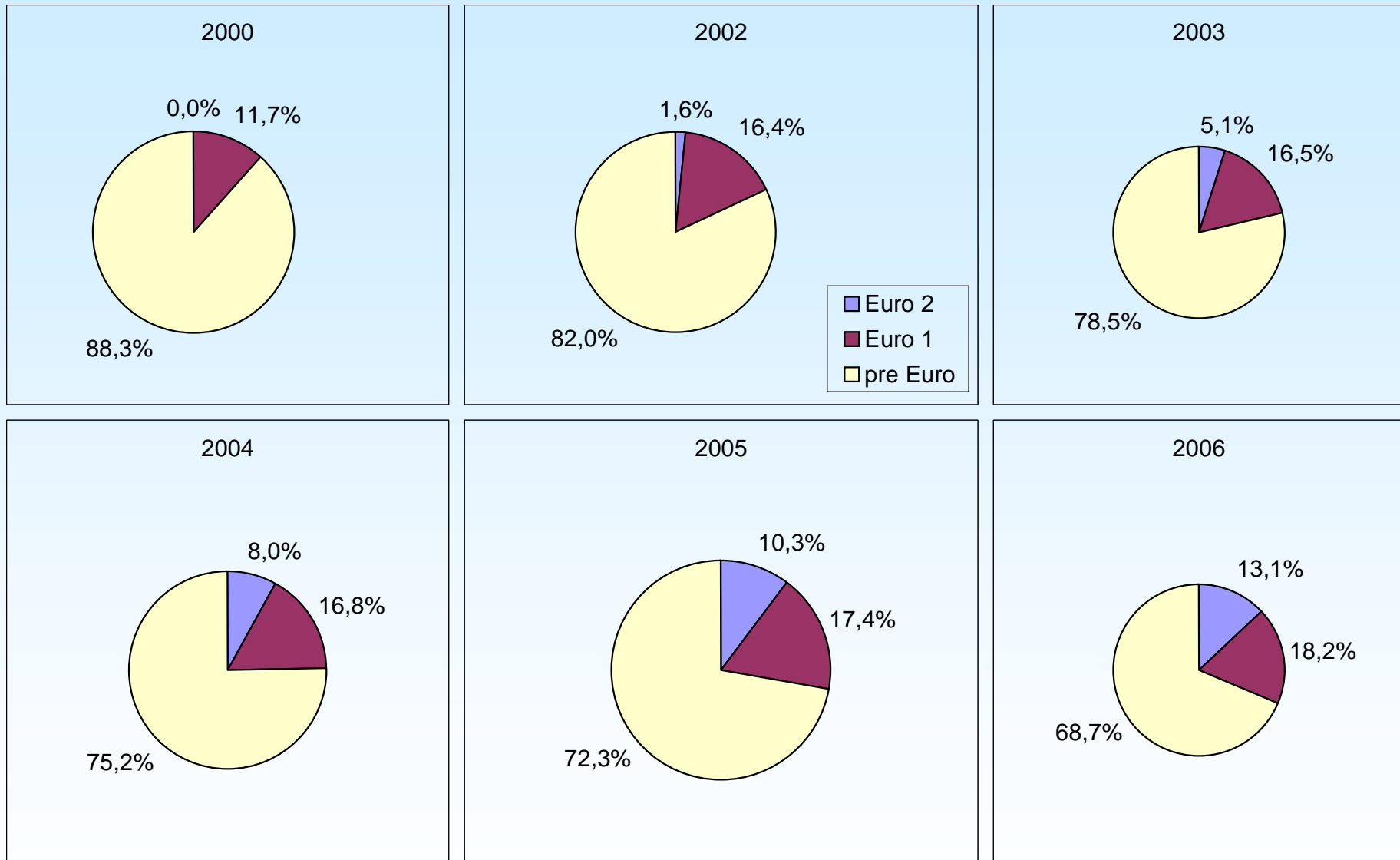
- Parco circolante
 - ➔ Numero veicoli
 - ➔ Suddivisione in classi normative
 - ➔ Incidenza della tipologia di motore (2T/4T) e delle diverse tecnologie
- Percorrenze totali/urbane ed incidenza dell'età del veicolo



Stime del numero di ciclomotori a livello nazionale

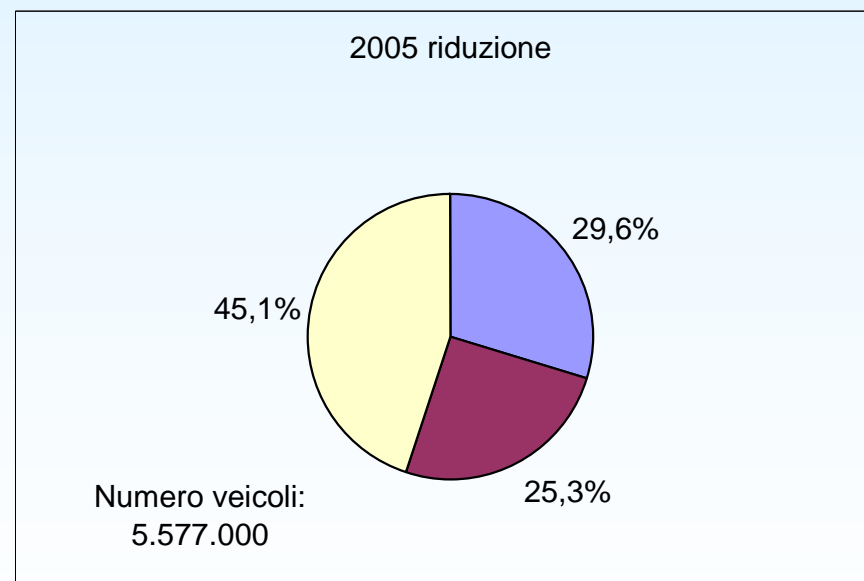
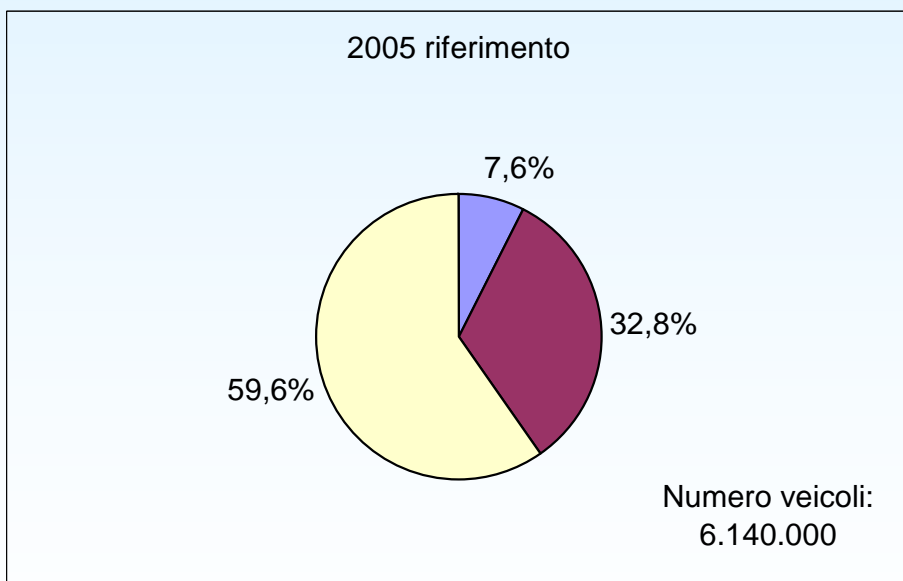
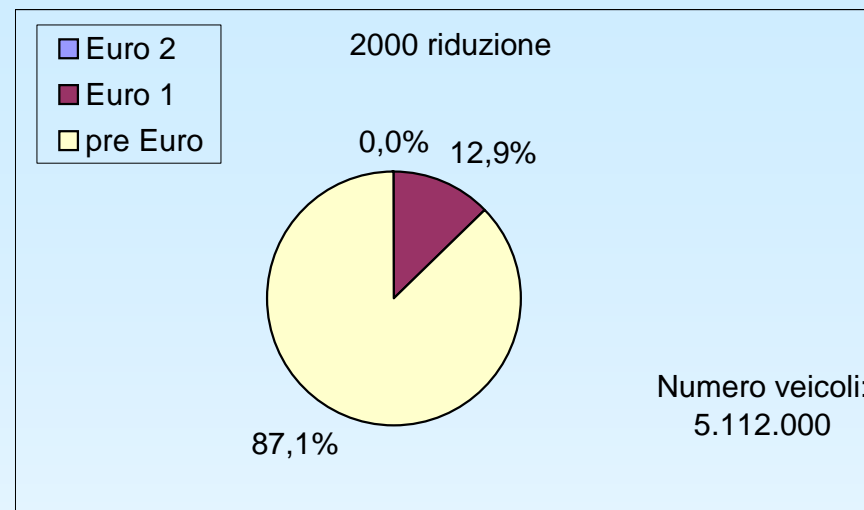
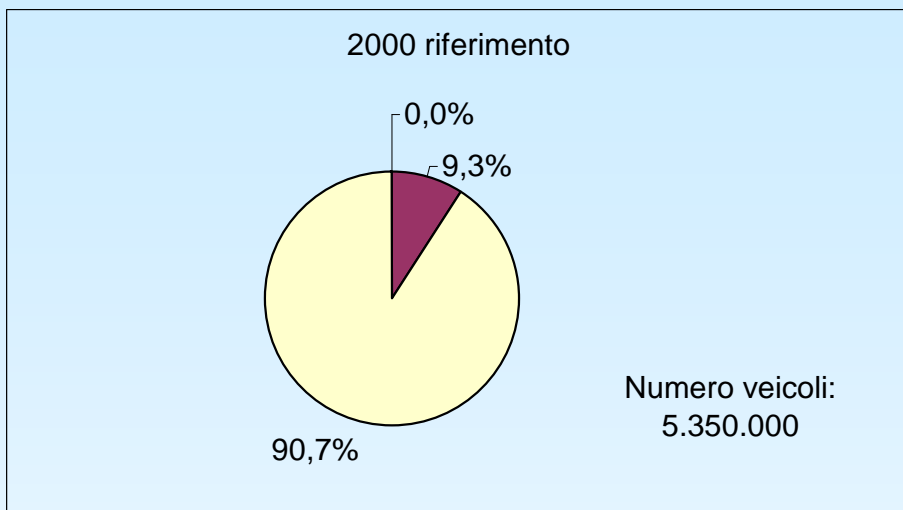


Distribuzione tra le classi normative



Stima ANCMA, anno 2006

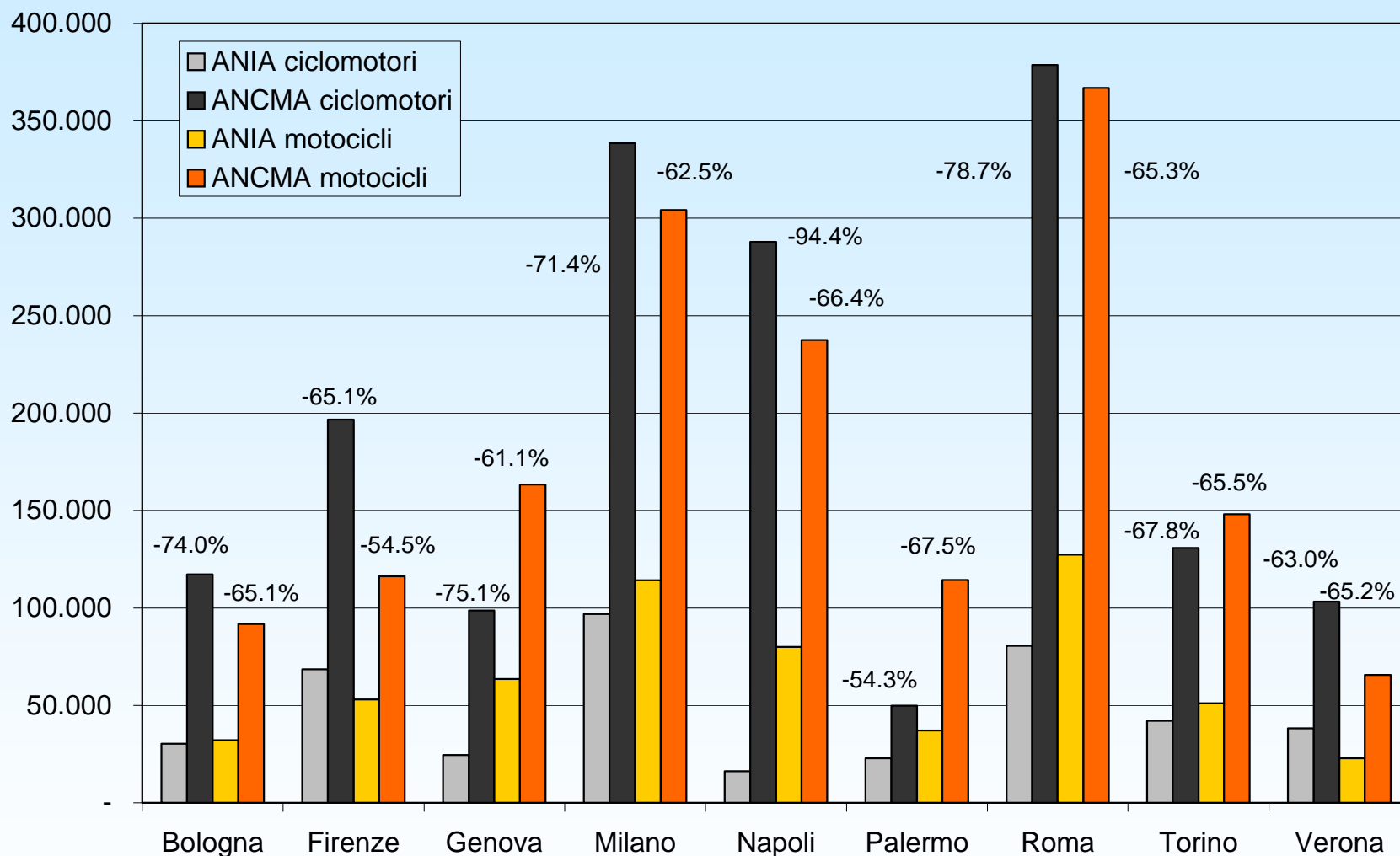
Distribuzione tra le classi normative



Stima APAT, due scenari (Riccardo De Lauretis, anno 2000)



Confronto stime ANCMA/dati ANIA a livello provinciale – anno 2004



Totali sulle 9 province – ANCMA: 1.701.309 ciclomotori, 1.608.218 motocicli; ANIA: 420.208 ciclomotori (-75.3%), 580.962 motocicli (-63.9%)

NB: il database ANIA, in via di aggiornamento, copre il 65% del mercato, in termini di premi





Percorrenze ciclomotori (1/2)

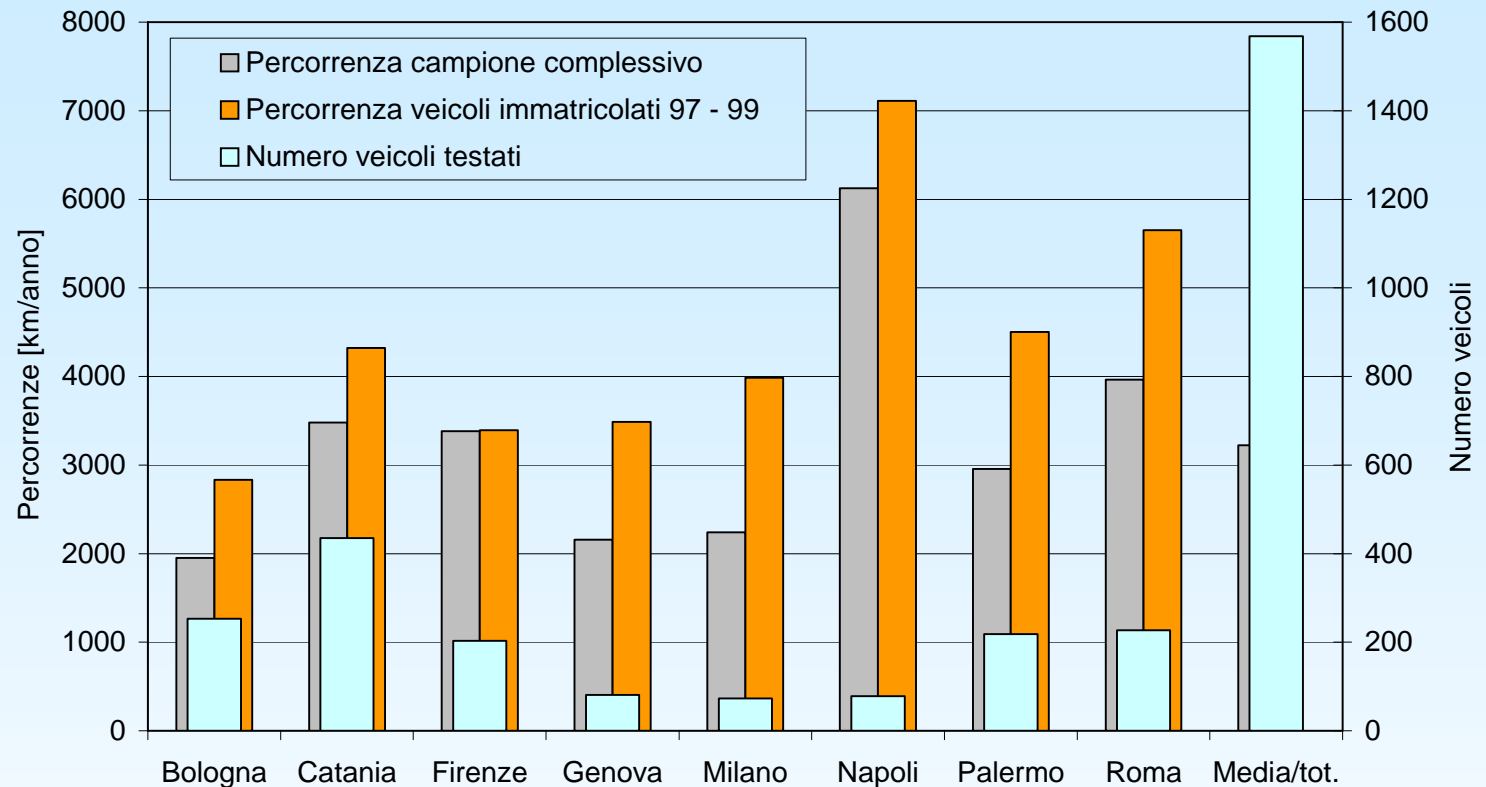
- “Verso una mobilità pulita. Emissioni inquinanti da veicoli a motore...”, ACI, Associazione Città Italiane Mobilità Sostenibile e Sviluppo Trasporti, ARPAT, ENEA, 2002 (Grechi D., Santino D., Monni F., Picini P.): **le percorrenze urbane coincidono con quelle totali; 3.100 km/anno per pre Euro, 3.700 km/anno per Euro I**
- Progetto Meet (report finale del 1999): **6.000 km/anno per tutte le classi, dei quali il 70% urbani (4.200 km/anno)**
- Elaborazione studio O/D a Genova, anno 2001, circa un migliaio di veicoli: **5.900 km/anno per tutte le classi, tutti in ambito urbano**
- Indagine DOXA per conto di ANCMA (anno 2000): **3.500 km/anno, la maggior parte urbani (90 – 95% ?)**
- Studio APAT (De Lauretis, 2000): **5.000 km/anno** fino al 2000, riduzione graduale con proiezione di **4.000 km/anno per il 2010**
- APAT, Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000: **4.500 km/anno** nel 2000 (fonte Piaggio), sia per pre Euro che per Euro I, **70% urbani** (3150 km/anno), **30% extraurbani** (1350 km/anno)



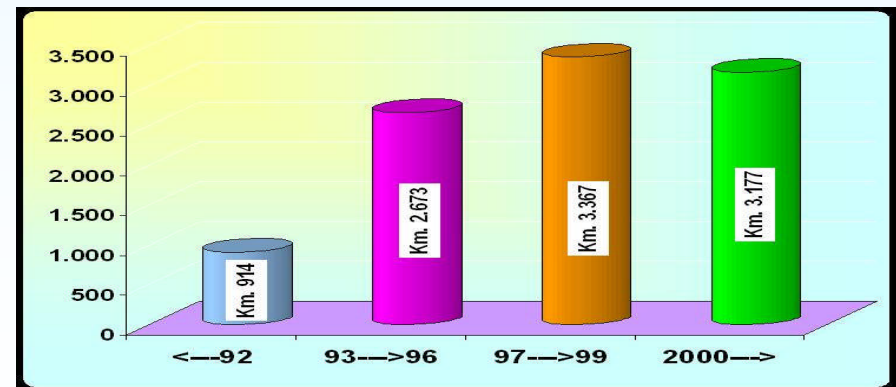


Percorrenze ciclomotori (2/2)

- Campagna "Vado pulito", 2000
Dati riportati nel primo riferimento dia 23.
Altra elaborazione (con percorrenze superiori) nella presentazione di L. Martino del IV EP (12/6/01)



- Campagna "2 ruote ... A posto!", 2003, Comune di Genova, Provincia di Genova, ARPAL, ACI Toscana: dati relativi a 123 ciclomotori



Grazie per l'attenzione!

**Ulteriori informazioni sulle attività di ricerca
dell'Internal Combustion Engines Group
e tutti i contatti sono reperibili sul sito web:**

www.iceg.unige.it

