



Consiglio Nazionale delle Ricerche

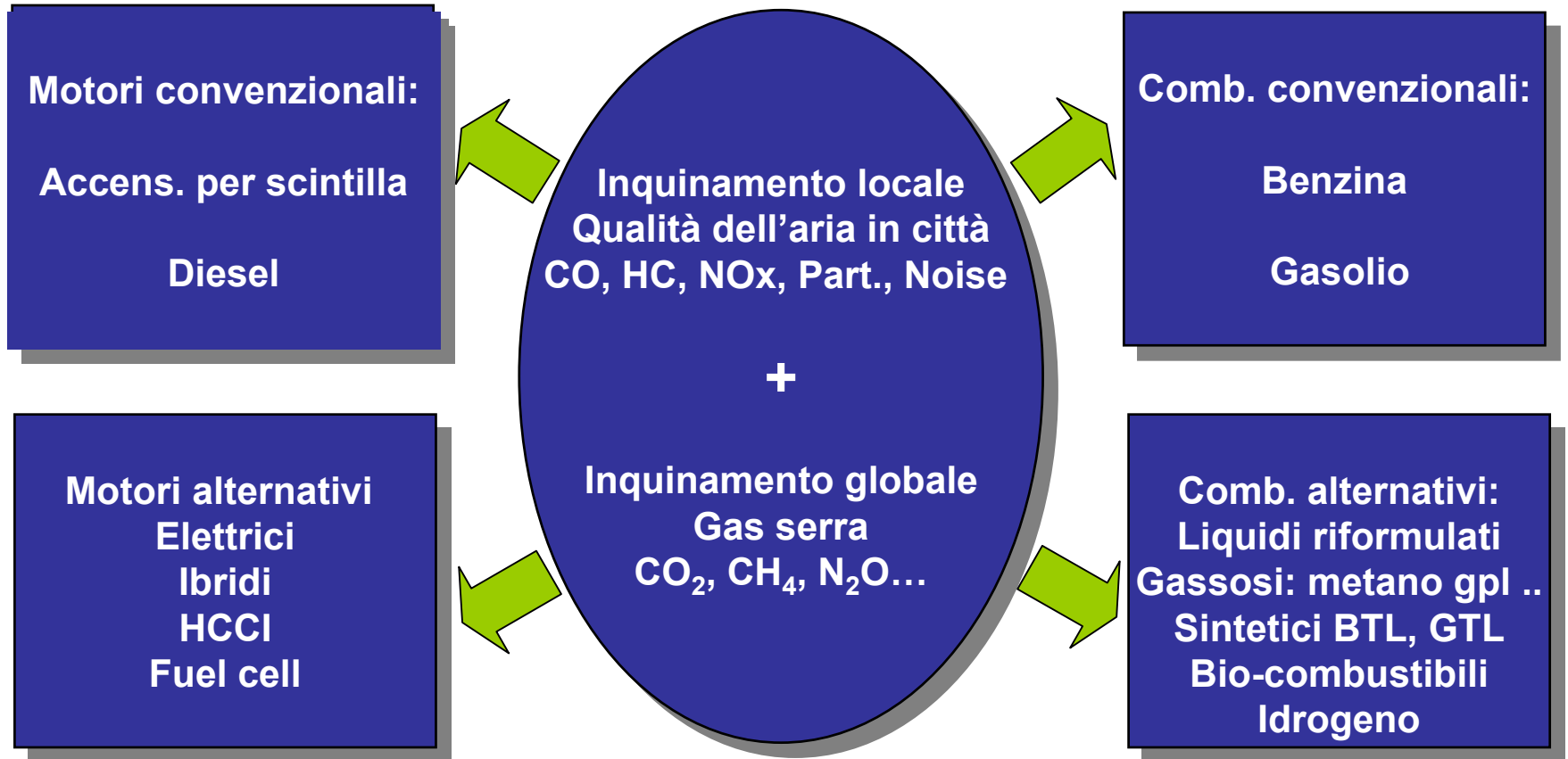


Il Ruolo dei Combustibili nella Problematica Ambientale

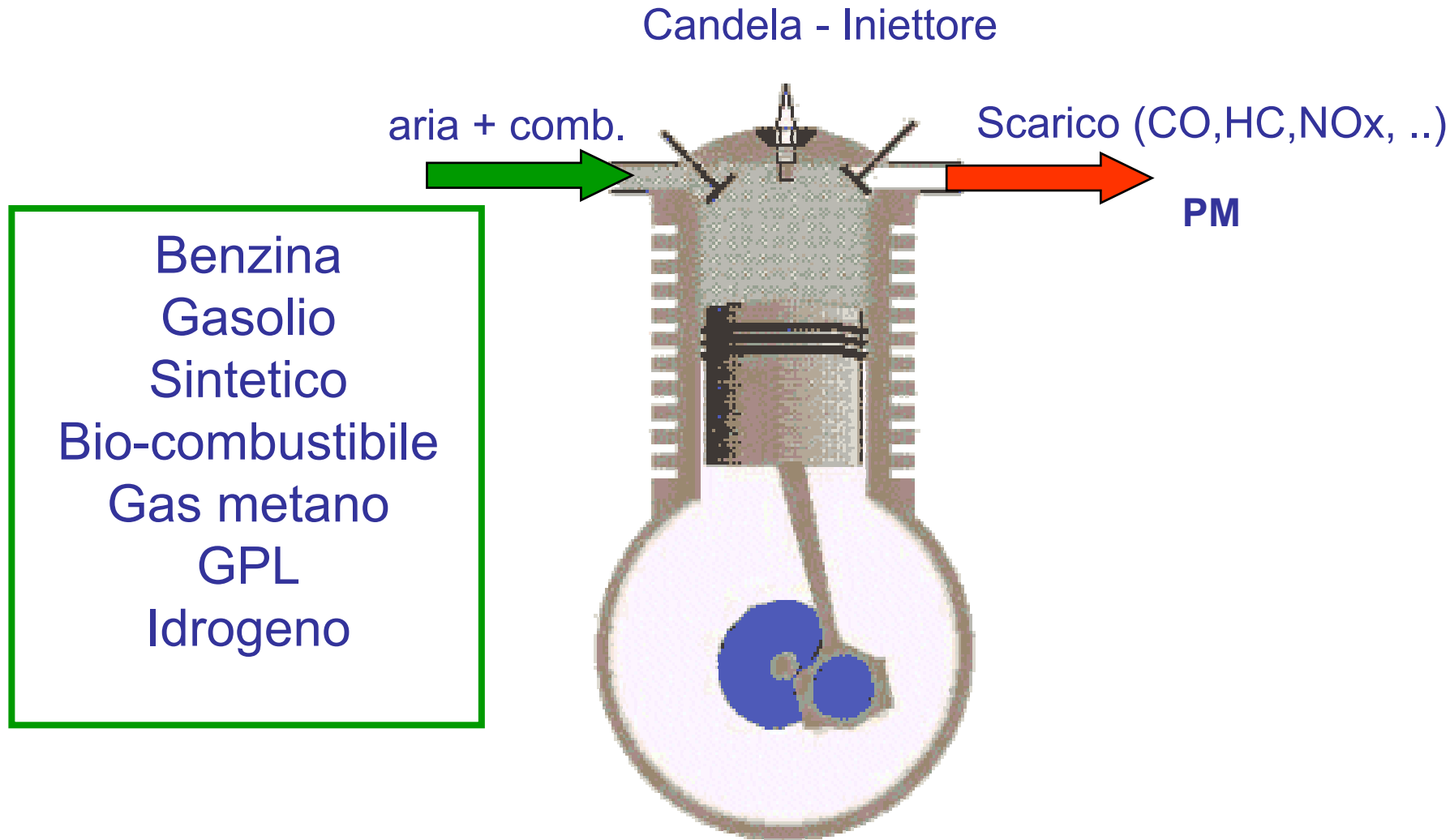
Felice E. Corcione
Istituto Motori – CNR - Naples - Italy

XVII CONVEGNO TECNICO ACI
Roma, 16-17 Febbraio 2006

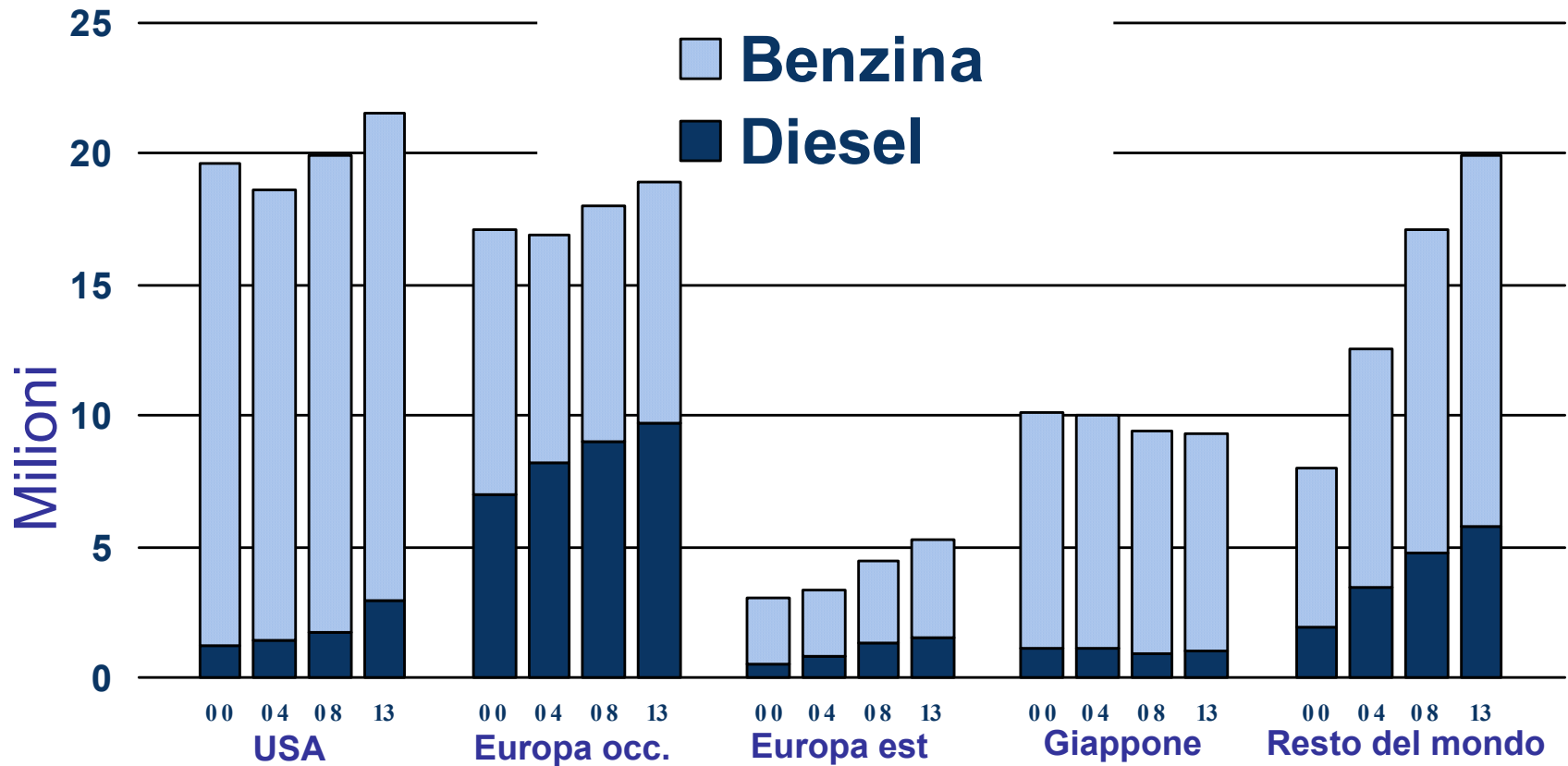
Problema Ambientale



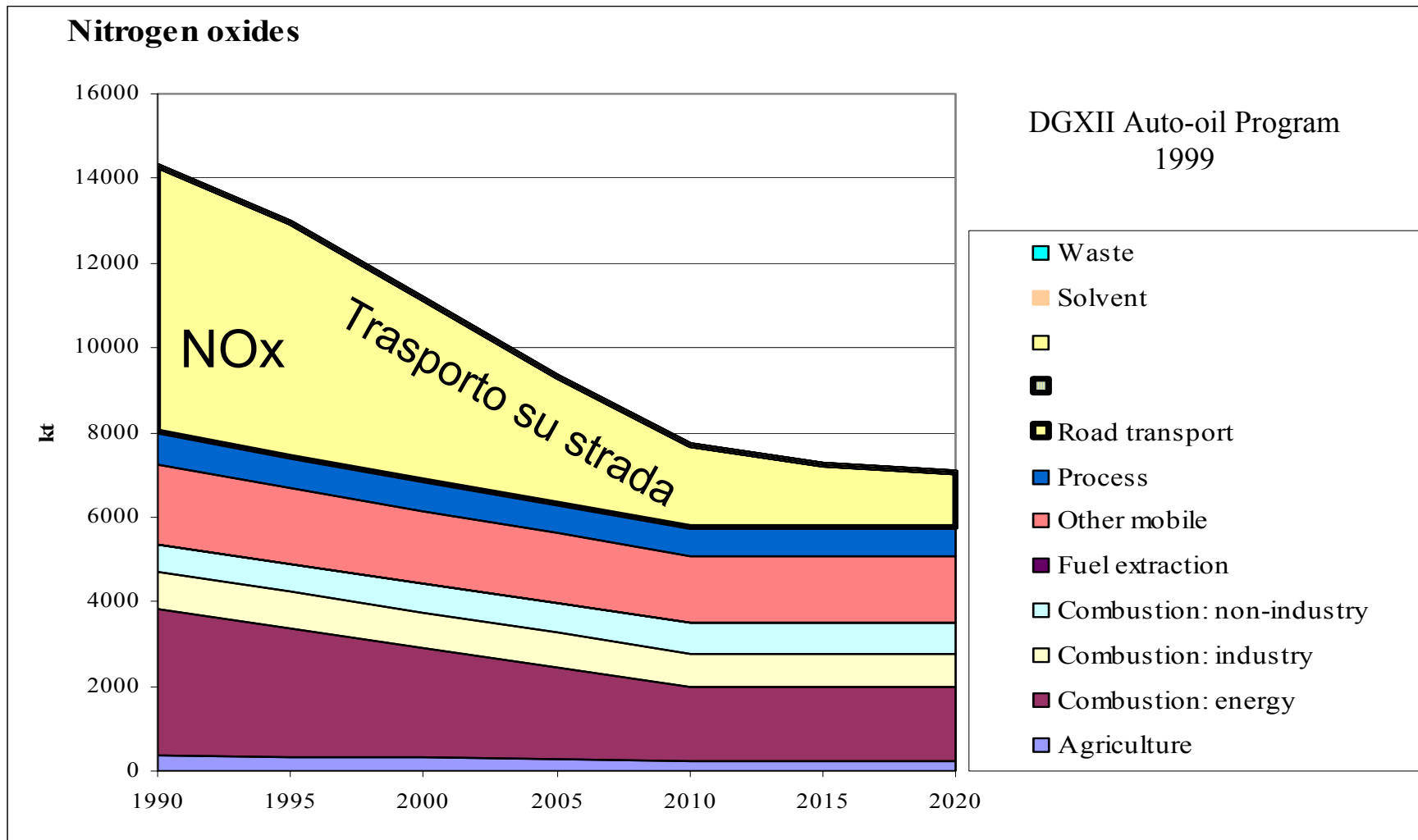
Il Motore a Combustione Interna



Mercato Mondiale dell'Autoveicolo

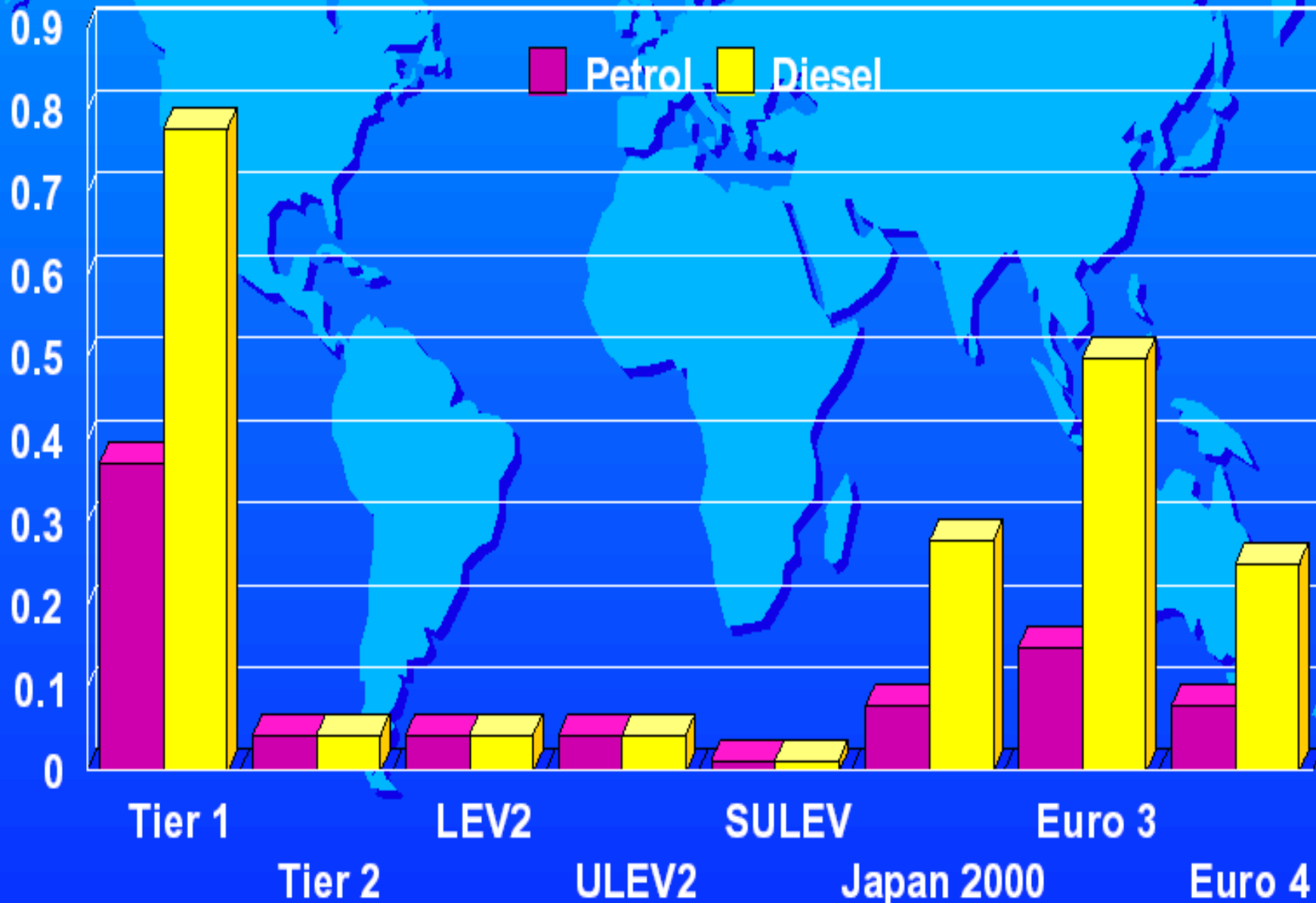


Scenario Emissioni di NOx in Europe



Grams/km

GLOBAL TRENDS IN NO_x CONTROL



Problema Ambientale

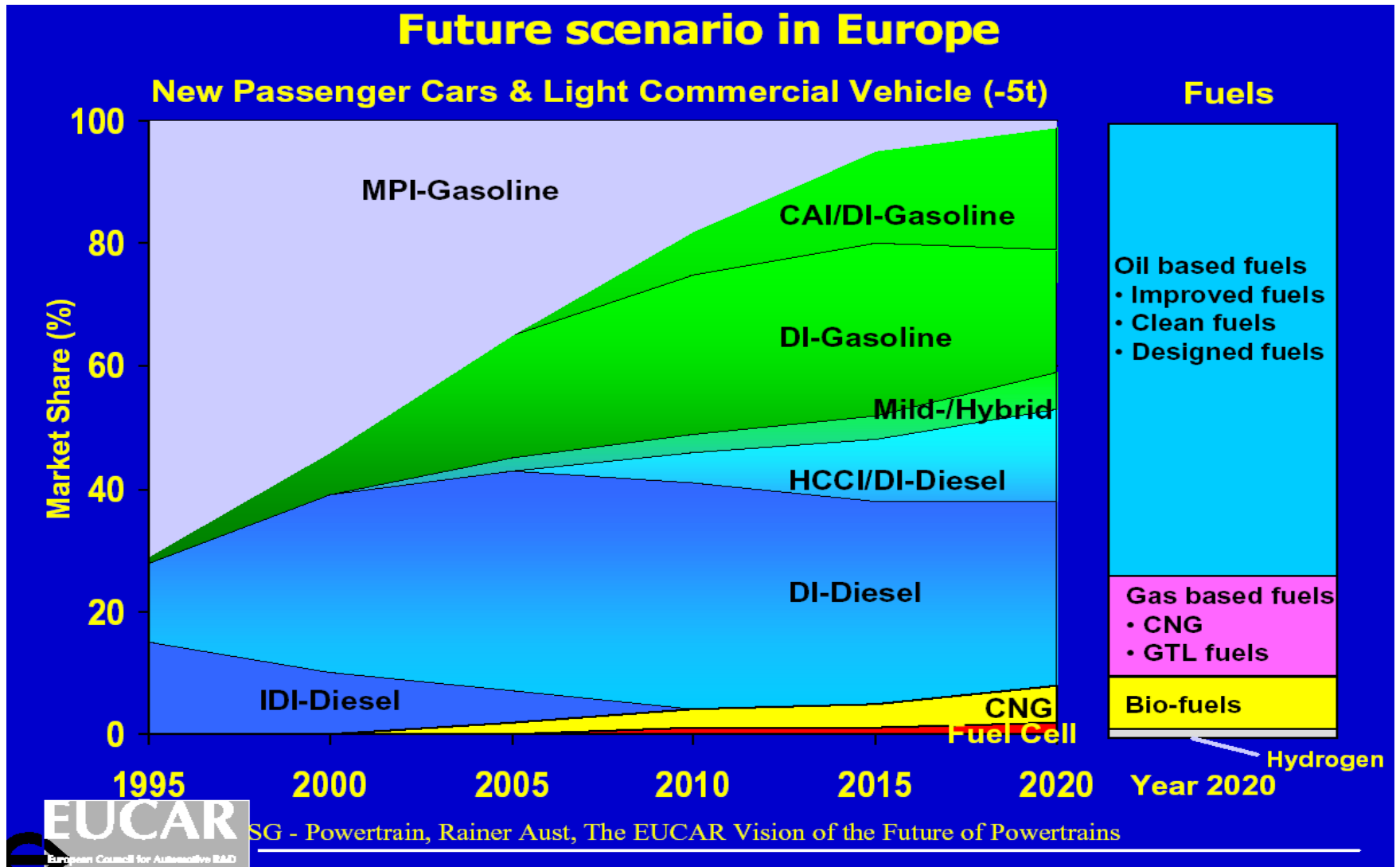
- Il principale problema: PM and NO_x
- I motori Diesel H.D. contribuiscono significativamente ad aggravare questo problema
- Per minimizzarlo sono richiesti significativi miglioramenti tecnologici e nuovi combustibili



Impatto della Normativa Europea sulle Emissioni dei MCI

<i>Normativa Europea</i>	<i>Anno</i>	<i>CO</i>	<i>HC</i>	<i>HC+NOx</i>	<i>NOx</i>	<i>PM</i>
<i>EU 1</i>	<i>1992</i>	<i>2,72</i>	<i>-</i>	<i>0,97</i>	<i>-</i>	<i>0,14</i>
<i>EU 2 IDI</i>	<i>1996</i>	<i>1,00</i>	<i>-</i>	<i>0,70</i>	<i>-</i>	<i>0,08</i>
<i>EU 2 DI</i>	<i>1996</i>	<i>1,00</i>	<i>-</i>	<i>0,90</i>	<i>-</i>	<i>0,10</i>
<i>EU 3</i>	<i>2000</i>	<i>0,64</i>	<i>-</i>	<i>0,56</i>	<i>0,50</i>	<i>0,05</i>
<i>EU 4</i>	<i>2005</i>	<i>0,50</i>	<i>-</i>	<i>0,30</i>	<i>0,25</i>	<i>0,025</i>
<i>EU 5</i>	<i>2010</i>	<i>0,25</i>	<i>0,05</i>	<i>(0,13)</i>	<i>0,08</i>	<i>0.0025</i>
<i>Percentuale di riduzione</i>		<i>91%</i>		<i>Equiv.87%</i>		<i>98%</i>

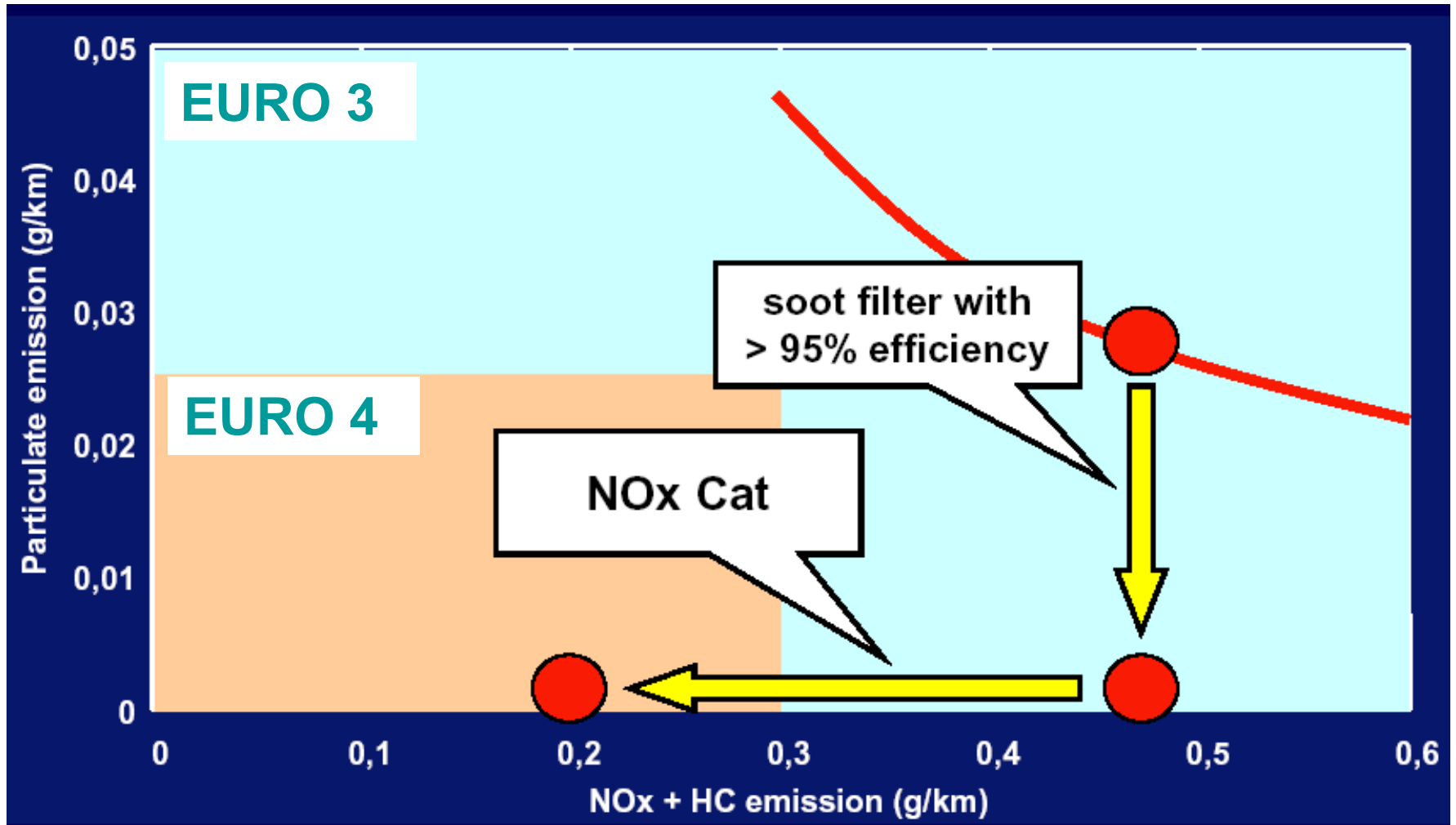
Mercato Europeo del Veicolo



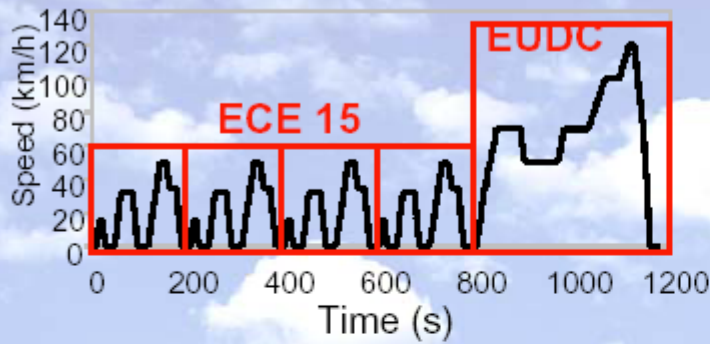
**COSA FARE PER ABBATTERE
LE POLVERI SOTTILI E I NO_x ?**

PER I MOTORI DIESEL

FILTRAZIONE CATALIZZATA DELLO SCARICO



PER I MOTORI A BENZINA



- MOTORI I.D.
- Catalizzatori più efficienti

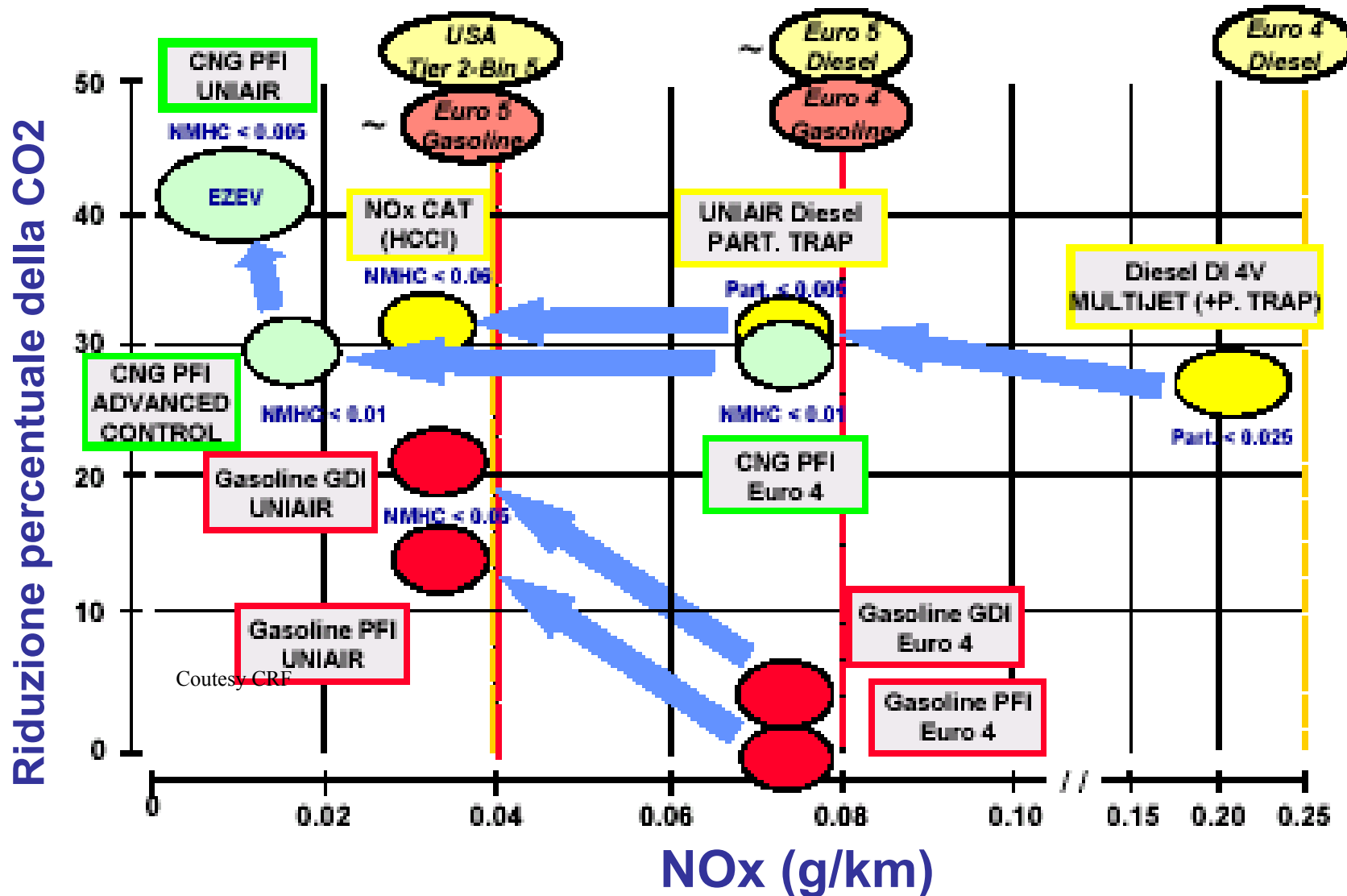
PROGRESSO TECNOLOGICO

- **Tecnologia Motoristica**
 - **Sistemi di sovralimentazione e down-sizing**
 - **Common Rail ad altissima pressione di iniezione**
 - **Nuove Geometrie di Camere di Combustione**
 - **Nuove Strategie di Controllo Elettronico**
 - **EGR**
 - **Sistemi di Trattamento dello Scarico**

COMBUSTIBILI

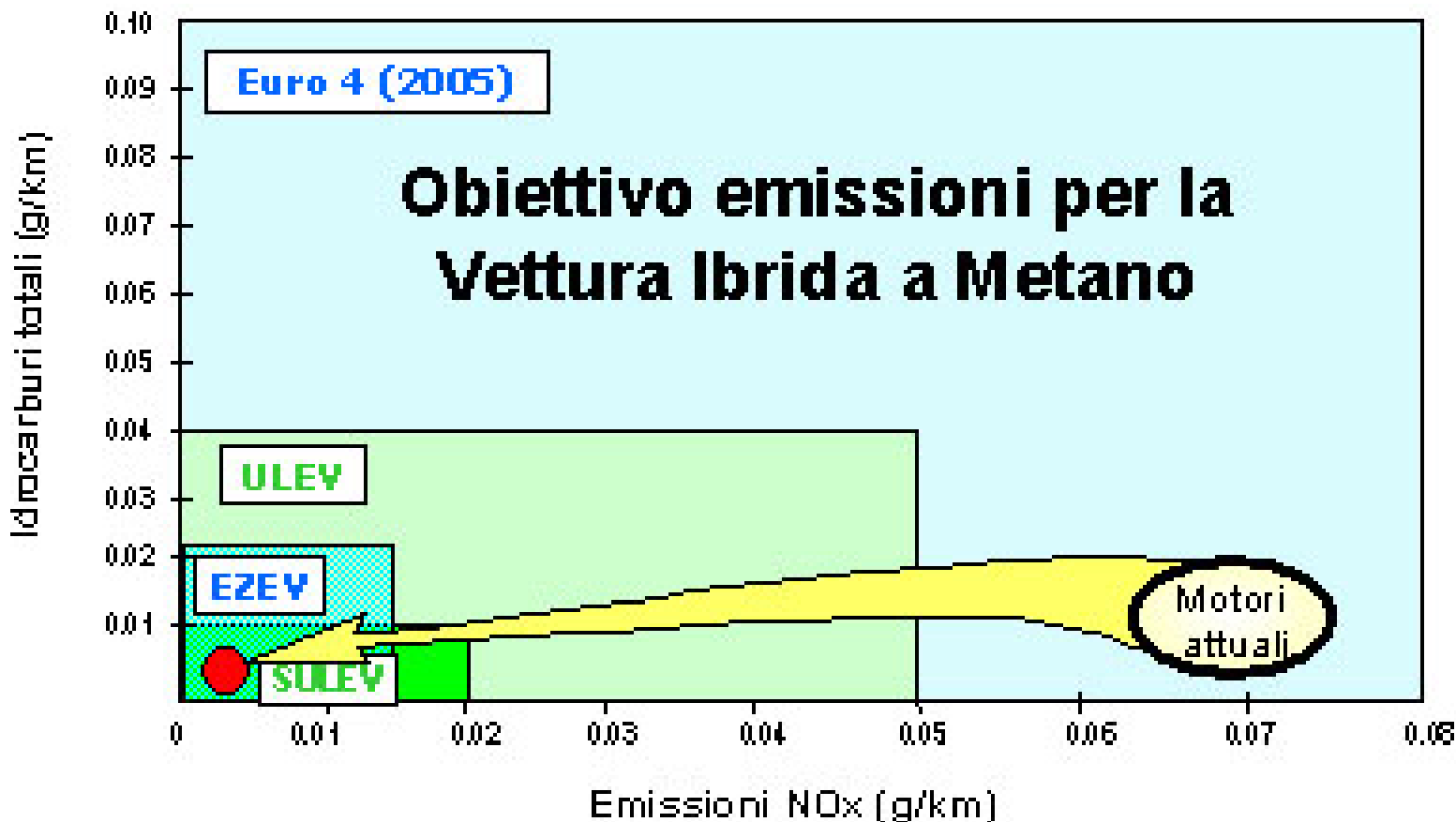
- **Liquidi riformulati nella composizione**
- **Gassosi: metano, gpl, idrogeno?**
- **Bio-combustibili (esteri di colza, soia, palma, ecc.)**
- **Sintetici: GTL, BTL (by Fischer &Tropsch), DME**

EVOLUZIONE GNC



SCENARIO DEL VEICOLO FUTURO

Potenzialità dell'Ibrido metano-elettrico



Bio-diesel

Il Rape Methyl Ester (RME) è l'olio vegetale più ampiamente usato in Europa

Il Soybean Methyl Ester (SME) è quello più usato in USA

Entrambi sono noti come Fatty Acid Methyl Esters (FAME)

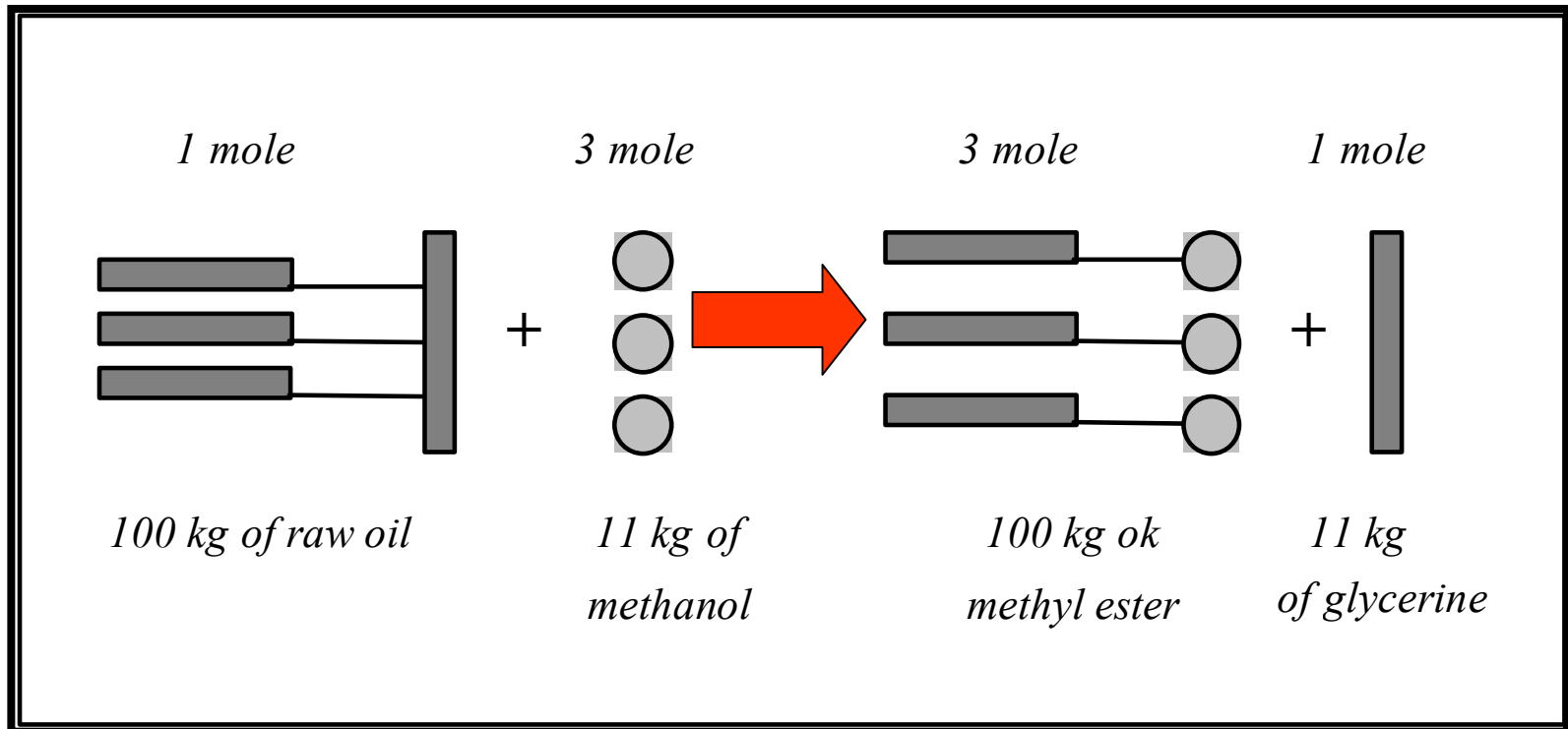
Che Cosa è il Bio-diesel?

Il Biodiesel è il risultato del processo di transesterificazione che “nobilita” un olio vegetale rendendolo utilizzabile nei motori moderni senza creare problemi di incompatibilità:

un alcool (p.e., metanolo o etanolo) in presenza di un catalizzatore come l'idrossido di sodio o di potassio rompe chimicamente la molecola dell'olio in un metil- o etil-estere dell'olio stesso (da usare nel motore) producendo glicerina come sottoprodotto

Che Cosa è il Bio-diesel?

Chimicamente, la trans-esterificazione è il processo che neutralizza gli acidi grassi producendo un combustibile vegetale “nobilitato”.



Confronto tra le Proprietà del bio-diesel e il Gasolio

PROPERTY (UNITS/CONDITIONS)	RME	SME	DIESEL FUEL
Relative molar mass	~ 300	~ 310	~ 200
Carbon content (mass %)	77 – 81	~ 78	86
Hydrogen content (mass %)	~ 12	11 – 12	14
→ Oxygen content (mass %)	9 – 11	10 – 11	-
Carbon-to-hydrogen ratio	6.4	6.4	6.1
→ Relative density (@15°C/ 1 bar)	0.88	0.87	0.82-0.845
Kinematic viscosity @ 40°C (cSt)	4.5	4.3	2-4.5
Boiling temperature (°C/ 1 bar)	330 – 350	330-345	160-370
Cetane number	51 – 58	46 – 67	> 51
Stoichiometric air/fuel ratio (mass)	12.3	12.6	14.5
Lower heating/calorific value (MJ/kg)	37 – 38	32	42
→ Flash point temperature (°C)	91 – 179	110 – 174	> 55
→ Vapour pressure @ 38°C (kPa)	< 1	< 1	
→ Sulphur concentration (ppm, mass)	< 10	< 10	< 350
Water content (ppm, mass)	< 200	-	< 200

BTL - GTL Fischer Tropsch

Il processo Fischer-Tropsch, inventato dai ricercatori tedeschi F. Fischer and H. Tropsch nel 1923, è un metodo per produrre combustibili sintetici liquidi da biomasse, carbone ecc.

DME

E' un estere dimetilico di un combustibile fossile. E' un combustibile sintetico adatto ai motori Diesel come il GPL è adatto ai motori ad accensione comandata.

DME

Physical properties and combustion characteristics of DME

Property	DME	LPG	Methane	Diesel
Formula	CH ₃ OCH ₃	C ₃ H ₈	CH ₄	
Boiling point (°C)	-25.1	-42.0	-161.5	180–370
Liquid density (g/cm ³ @20°C)	0.67	0.49	0.42	0.84
Liquid viscosity (kg/ms @25°C)	0.12–0.15	0.2	–	2–4
Specific gravity of gas (vs. air)	1.59	1.52	0.55	–
Vapor pressure (MPa @25°C)	0.61	0.93	–	–
Explosion limit (%)	3.4–17	2.1–9.4	5–15	0.6–6.5
Cetane number	55–60	5	0	40–55
Net calorific value (MJ/Nm ³)	59.3	91.0	35.9	–
Net calorific value (MJ/kg)	28.8	46.3	49.0	42.7



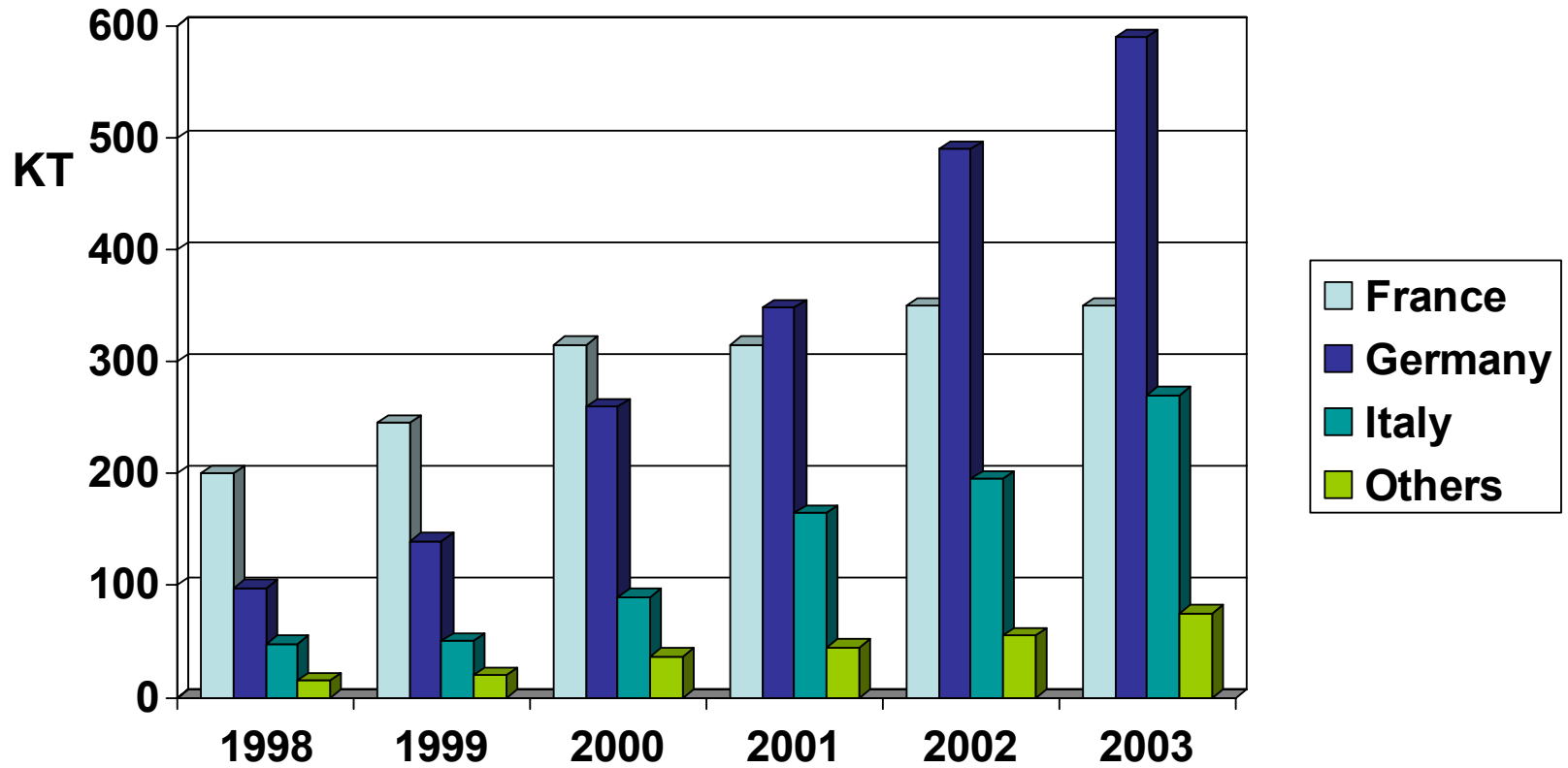
La Politica Europea

L'obiettivo dell'Unione Europea è la riduzione dei gas serra (CO₂).

La diffusione dei biocombustibili è in **rapida crescita** in tutto il mondo (+ 25,7% nell'Unione Europea).

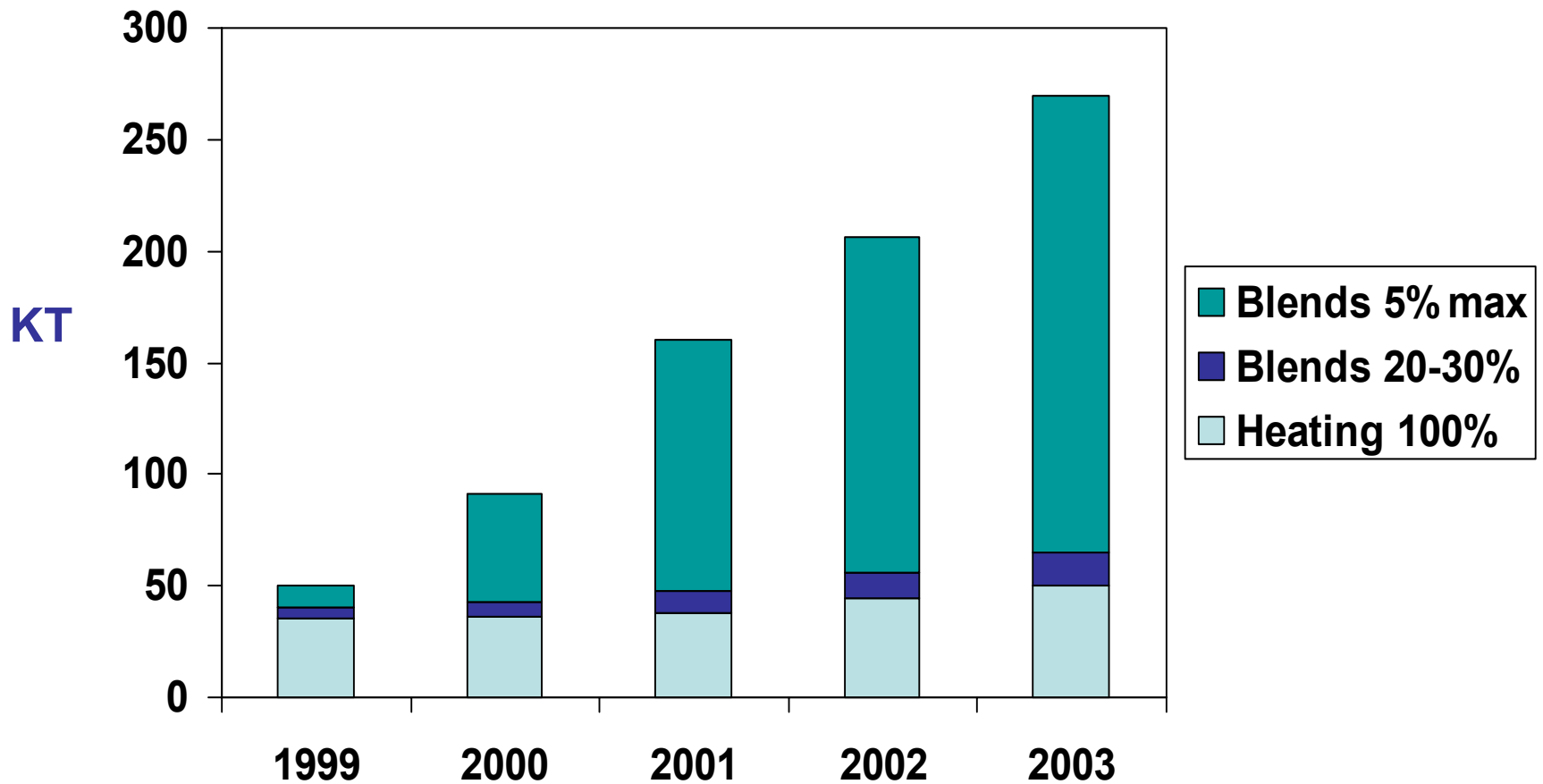
La Commissione Europea si è impegnata a sostituire entro il 2010, il 5.75% e, entro il 2020, il 20% dei consumi per il trasporto con combustibili di origine vegetale.

MERCATO EUROPEO DEL BIO-DIESEL



Source: Assobiodiesel

MERCATO ITALIANO BIO-DIESEL



Source: Assobiodiesel

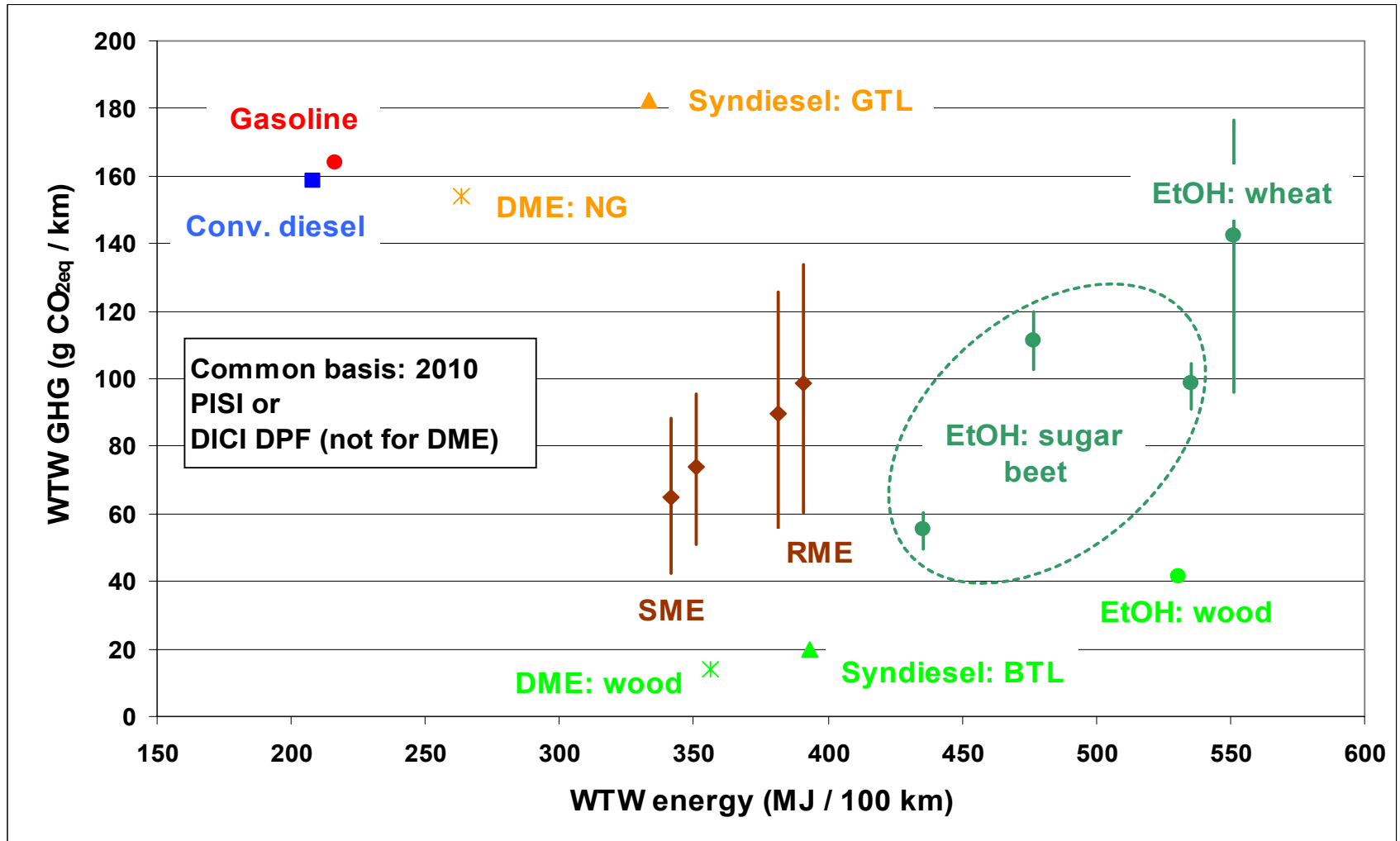
Sicurezza

Il Bio-diesel ha una più bassa infiammabilità rispetto al gasolio, quindi è più sicuro nella gestione



ANALISI ENERGETICA ED AMBIENTALE

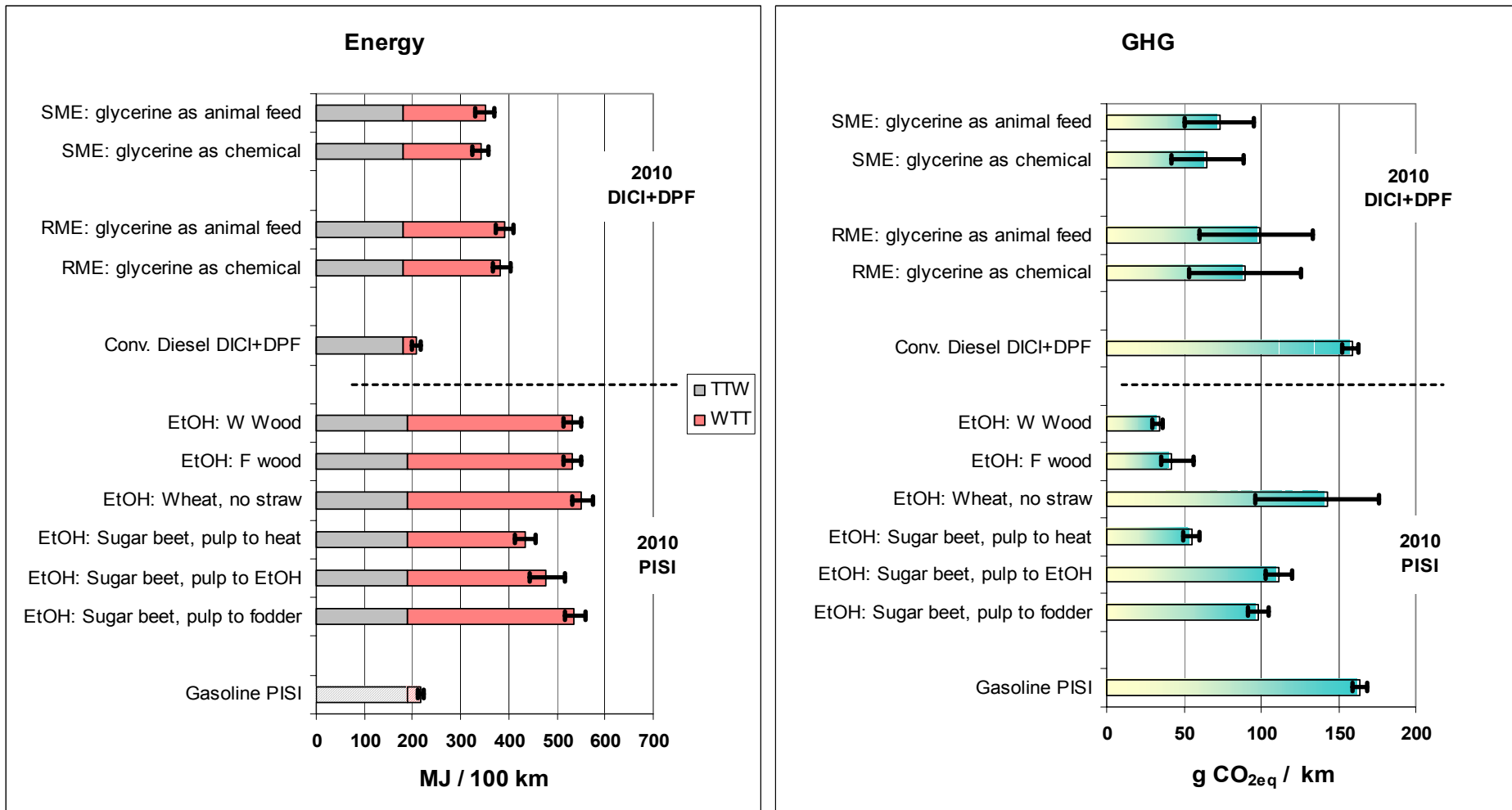
“From Well to Wheels” CO₂ vs Energy



Source: Well-to-Wheels Analysis by JRC, Eucar, Concawe

BTL= Biomass to Liquid Fuel; GTL= Gas to Liquid Fuel; DME=Dimethyl Ether

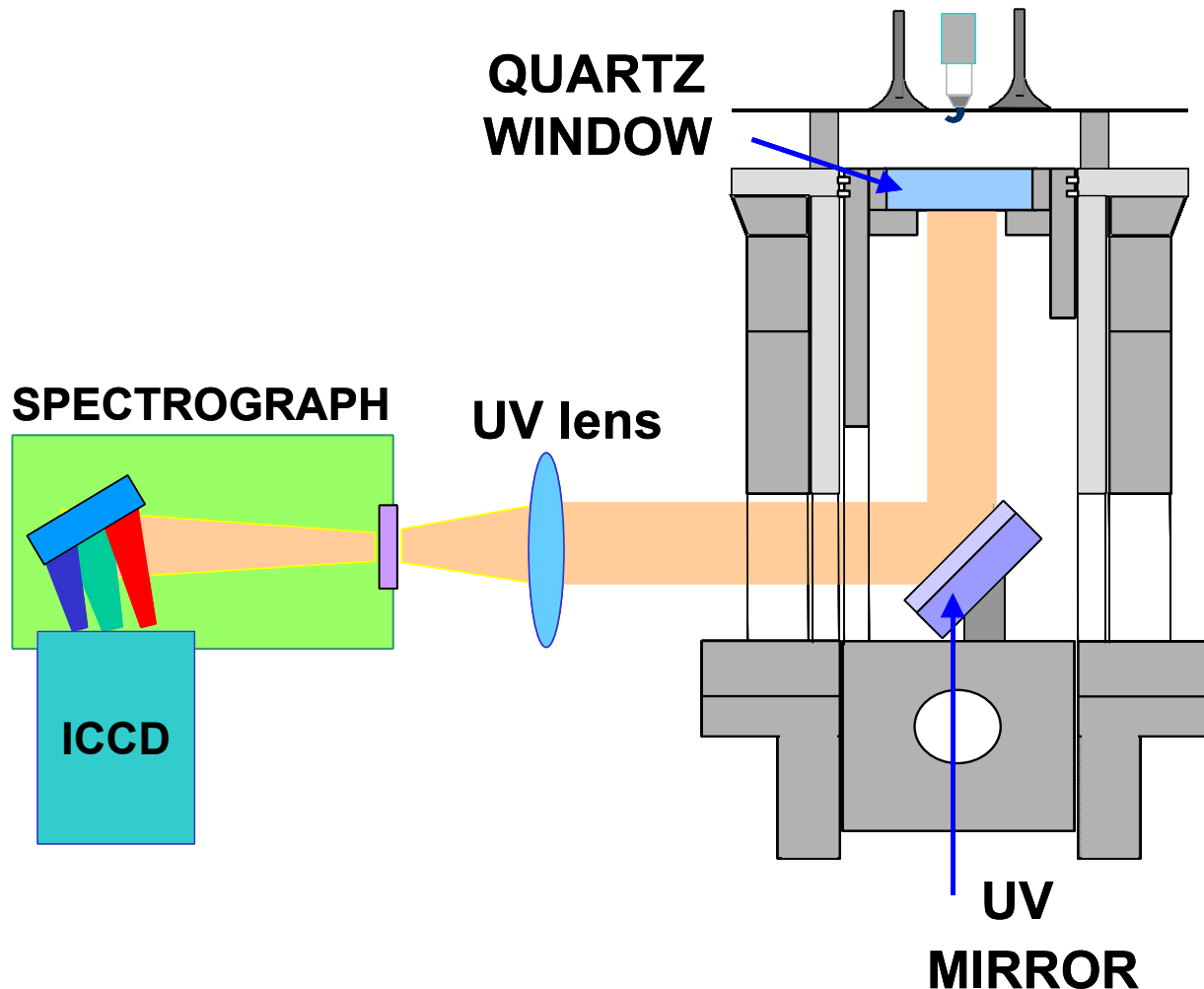
ANALISI ENERGETICA ED AMBIENTALE



Source: Well-to-Wheels Analysis by JRC, Eucar, Concawe

Indagini di Combustione

Motori Monocilindrici con Accesso Ottico



COMBUSTIONE DIESEL



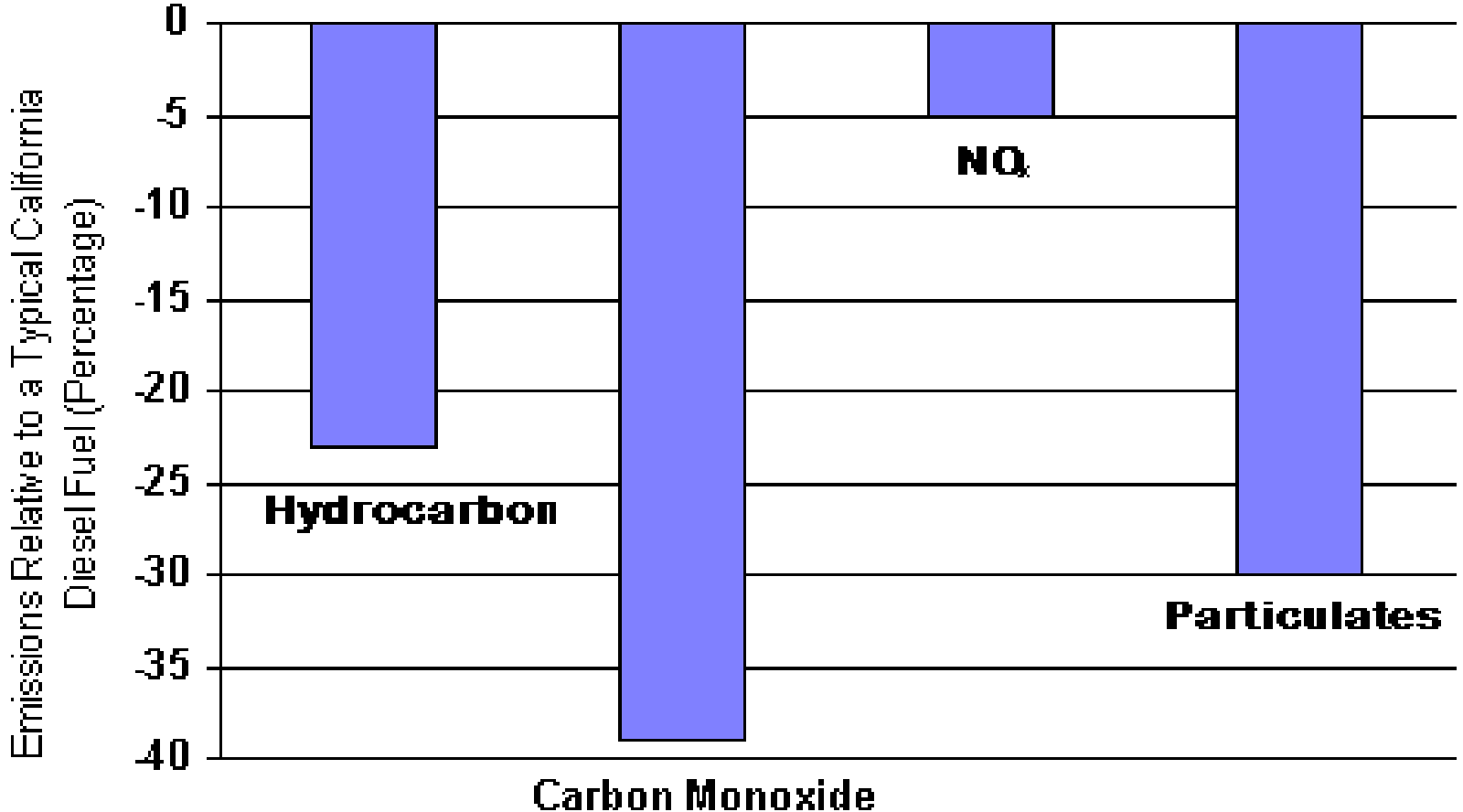
Emissioni allo Scarico

BIO-DIESEL

Emissioni g/kWh	Gasolio	100% RME
CO	2.5	1.9
HC	0.6	0.5
NOx	17.9	19.6
Particolato	0.8	0.5

BTL - GTL Fischer Tropsch

Fischer-Tropsch Diesel Exhaust Emissions Relative to Typical California Diesel Exhaust Emissions



DME

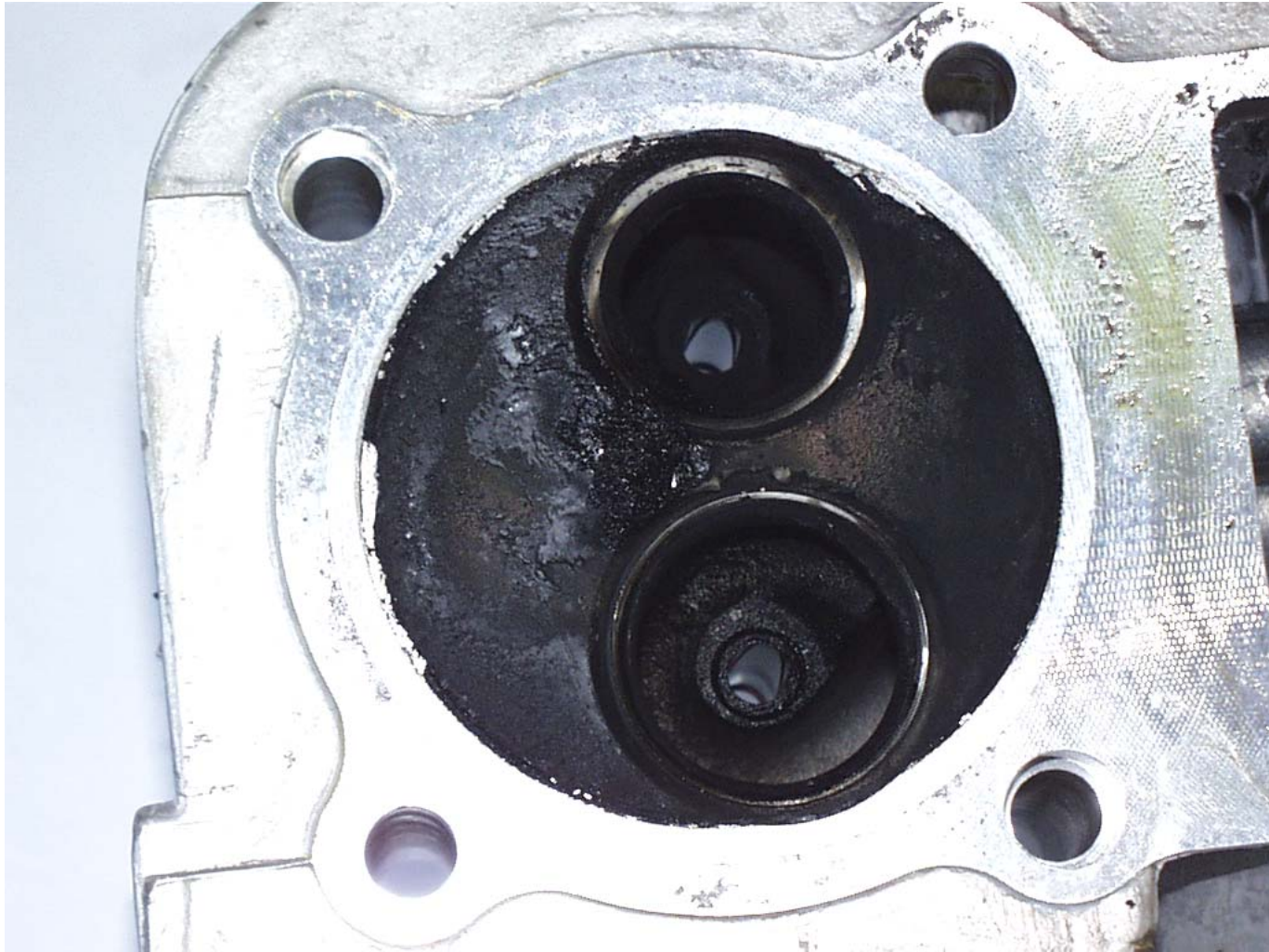
Fuel	CO (g/bhp-hr)	CO₂ (g/bhp-hr)	NO_x (g/bhp-hr)	THC (g/bhp-hr)	PM (g/bhp-hr)
DME	0.253	544.7	3.33	0.427	0.02
Diesel	0.445	588.5	3.54	0.180	0.08

Table 2: Regulated Emissions Results for 5.9-Litre Cummins (with Oxidation Catalyst) Engine Fuelled with DME and Diesel Fuel

With regard to regulated emission results, engine operation on DME reduced CO emissions from 0.445 to 0.253 g/bhp-hr (43 percent reduction). CO₂ emissions were reduced from 588.5 to 544.7 g/bhp-hr (7.4 percent reduction). NO_x emissions were reduced from 3.54 to 3.33 g/bhp-hr (5.9 percent reduction). Further reductions in NO_x (DME) could be attained by optimizing the timing for low NO_x emissions as was done by the engine manufacturer for diesel fuel operation. Total hydrocarbon (THC) emissions increased from 0.18 to 0.427 g/bhp-hr. (237 percent increase) for DME operation. THC emissions for DME operation were primarily unburned DME. DME is regarded as having very low toxicity and as being environmentally benign. Further investigation into exhaust catalysts may be beneficial in reducing unburned DME and methane emissions. PM emissions were reduced from 0.08 to 0.02 g/bhp-hr (75 percent reduction).

EFFETTI SUL MOTORE DEL BIO-DIESEL

Depositi carboniosi



Depositi carboniosi



CONCLUSIONI

L'RME ha emissioni di HC, CO e particolato (PM) più basse

L'RME produce un particolato con una maggiore frazione di composti volatili e minore "dry soot". Questo è favorevole a un post trattamento ossidante con catalizzatore

Il maggiore contenuto di ossigeno, nella molecola del biocombustibile, è causa di maggiori emissioni di NOx

Grazie per l'Attenzione

