



POLITECNICO
MILANO 1863

Misurazione delle emissioni dei veicoli elettrici

Prof. Mario GROSSO

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

Milano, 19 Maggio 2017

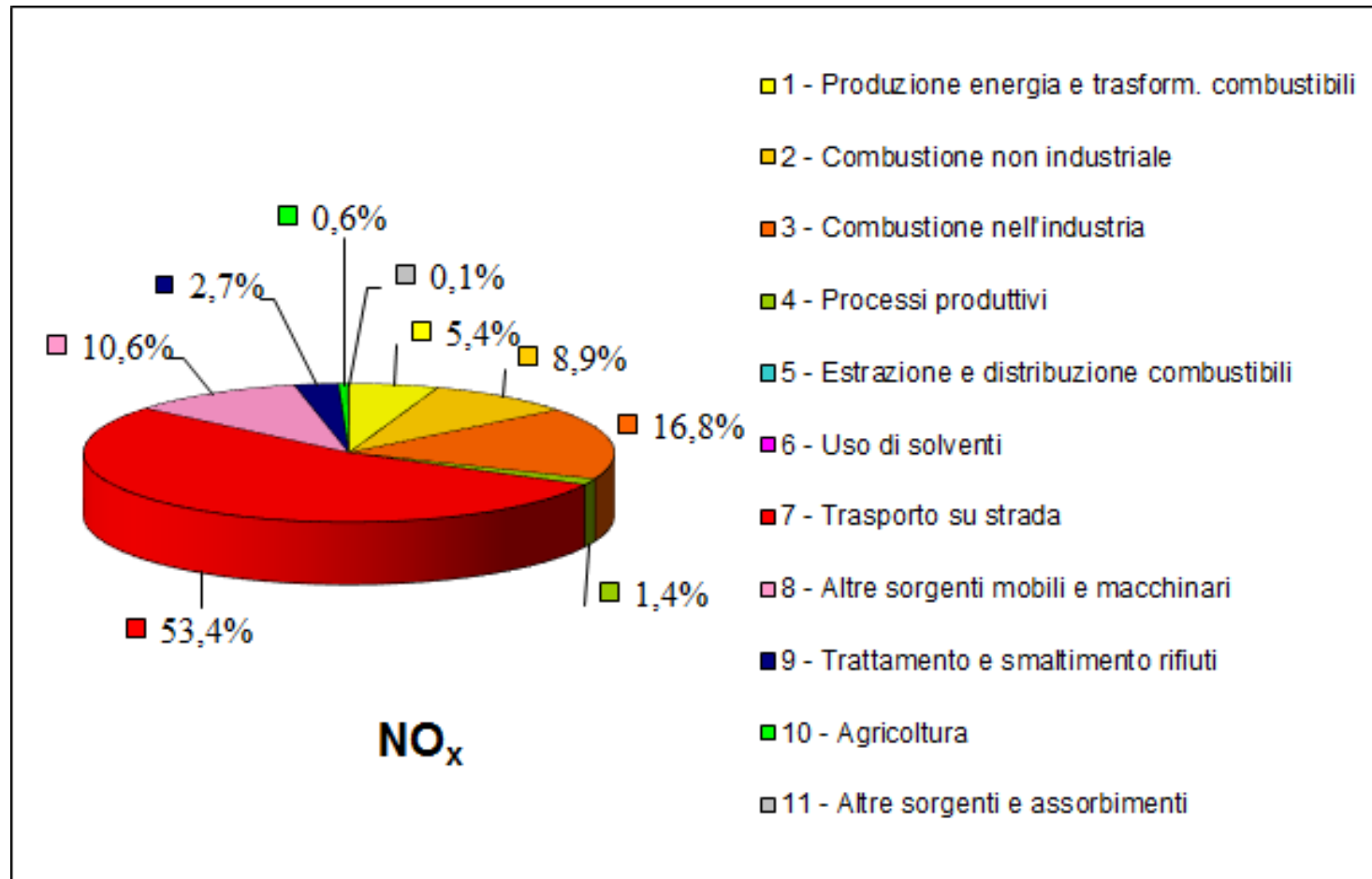
ASPETTI DA CONSIDERARE

- Riduzione degli impatti locali
 - ✓ Qualità dell'aria → emissioni allo scarico e **evaporative**
 - ✓ **Materiale particolato → consumo dei freni**
 - ✓ Impatto acustico
 - ✓ **Isola di calore urbana**
- Riduzione delle emissioni globali? (analisi del ciclo di vita)
 - ✓ **Energia elettrica utilizzata per la ricarica**
 - ✓ **Produzione e riciclo delle batterie**
 - ✓ **Dimensione della batteria**



RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Ripartizione delle emissioni di NO_x in Lombardia nel 2014

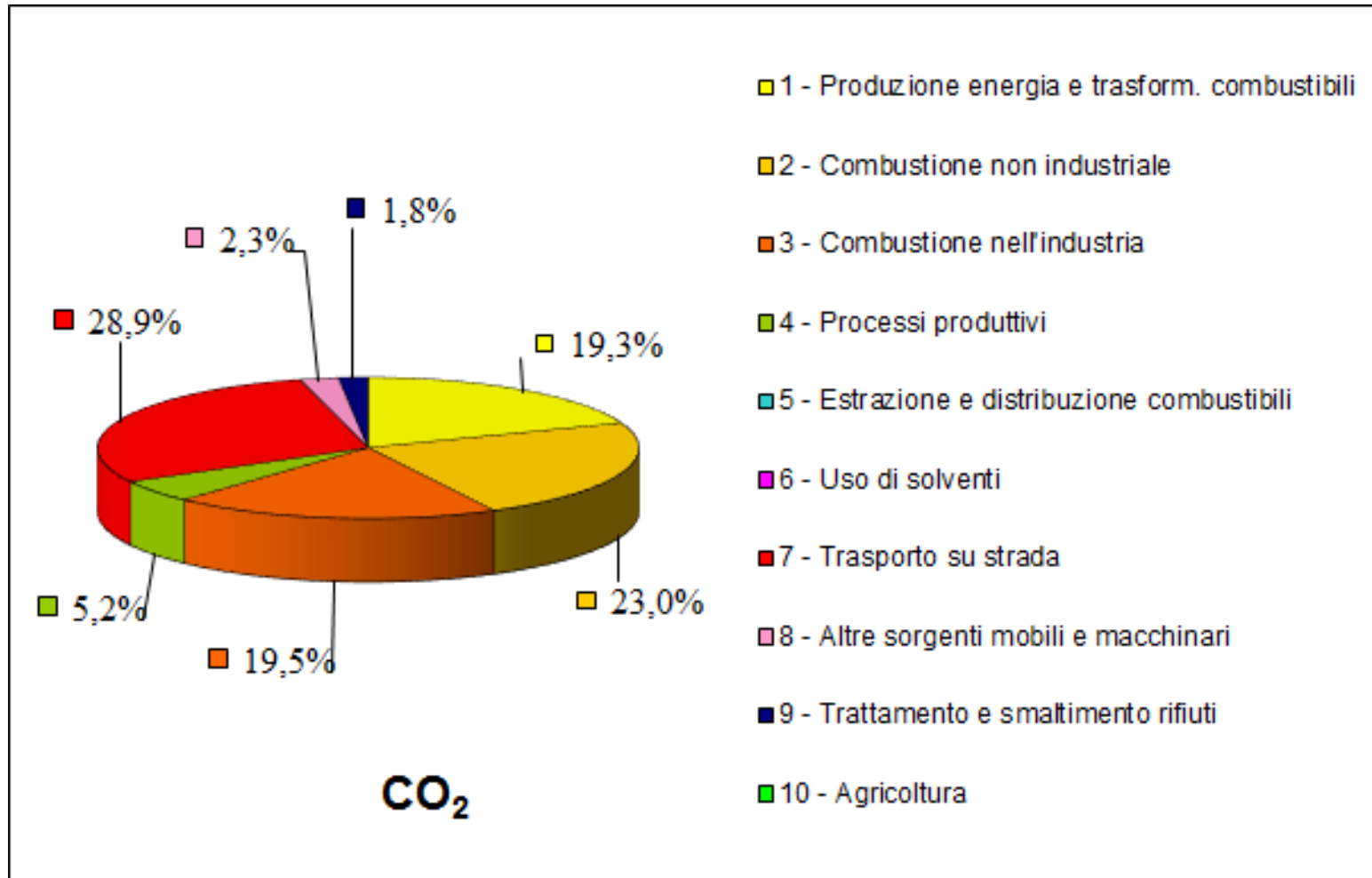


(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Ripartizione delle emissioni di CO₂ in Lombardia nel 2014

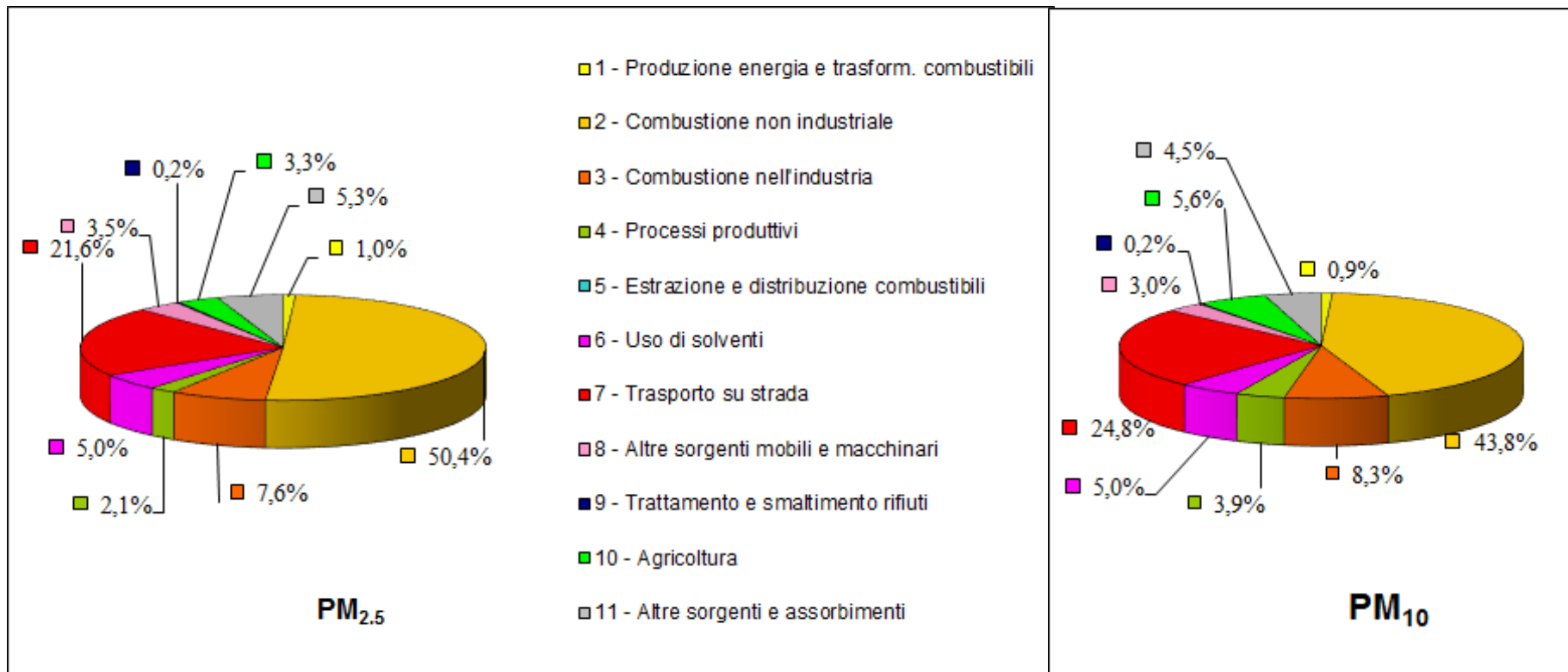


(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Ripartizione delle emissioni di particolato in Lombardia nel 2014



(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2014 per tipo di veicolo - public review

Tipo di veicolo	Consumo specifico	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS
	g/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	g/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km
Automobili	55	1,0	433	36	9,2	442	167	5,9	13	28	40	53
Veicoli leggeri < 3.5 t	79	1,5	864	59	4,3	434	237	7,9	2,8	60	77	94
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus	203	4,0	5.572	256	43	1.408	612	22	5,4	169	218	276
Ciclomotori (< 50 cm ³)	21	0,4	142	3.651	78	6.535	68	1,0	1,0	69	75	81
Motocicli (> 50 cm ³)	33	0,6	156	1.116	97	6.302	102	2,0	2,0	25	31	37
Veicoli a benzina - Emissioni evaporative				136								

(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2014 per tipo di combustibile - public review

Combustibile	Consumo specifico	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS
	g/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	g/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km
benzina	55	1,1	146	450	34	1.863	169	2,8	30	21	35	50
diesel	69	1,4	1.052	39	3,7	221	207	9,0	1,6	50	63	79
GPL	56	0,0	77	43	4,0	645	167	3,6	10	17	31	46
metano	71	0,0	146	51	100	641	197	2,0	20	17	31	46

Biometano

(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2014 per autoveicoli in aree urbane - public review

Combustibile	Consumo specifico	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS
	g/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	g/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km
benzina	71	1,4	163	117	47	1.469	219	4,9	31	16	30	43
diesel	61	1,2	706	21	1,6	133	182	12	1,3	46	60	73
GPL	64	0,0	113	82	5,6	924	193	6,2	9,1	16	30	43
metano	77	0,0	107	100	140	1.023	211	4	16	16	30	43

+ benzene, metalli pesanti, IPA, diossine/furani

Solo non da scarico

(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)





Electric **MO**bility Development in Italy: a multidisciplinary evaluation

TEAM:

Awaz Alfadil

Claudio Giuseppe Carnabuci

Gregorio Cioppa

Federico Consonni

Emanuela Di Carlo

Qianqian Li

<http://www.asp-poli.it/courses-and-projects/successful-projects/>



MINORE CONSUMO DEI FRENI

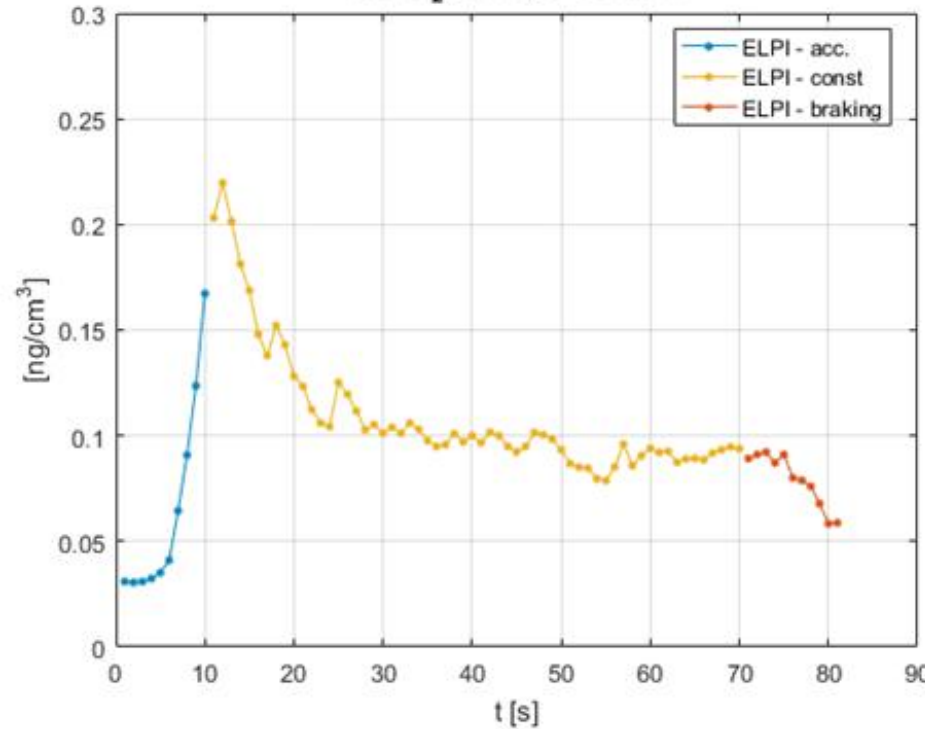
- Ottenibile grazie alla frenata rigenerativa

Test presso la Stazione Sperimentale dei Combustibili di San Donato: Nissan Leaf e BMW i3 (RSE) vs. Peugeot 308 Diesel



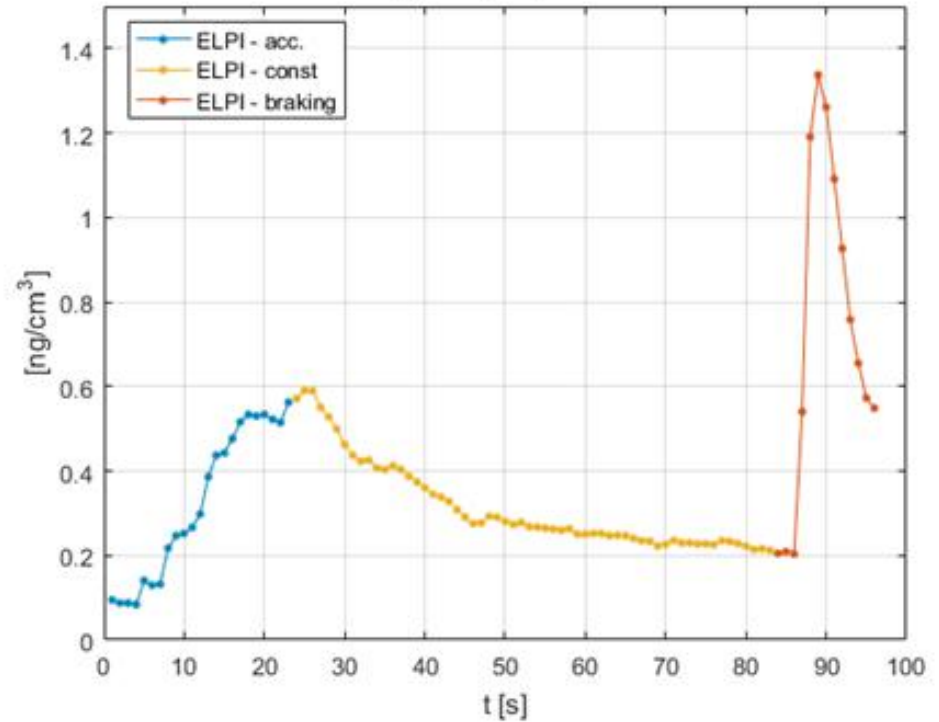
MINORE CONSUMO DEI FRENI

Test 8₂, BMW, 0-100km/h



EV

Test 6₁, Peugeot, 0-100km/h

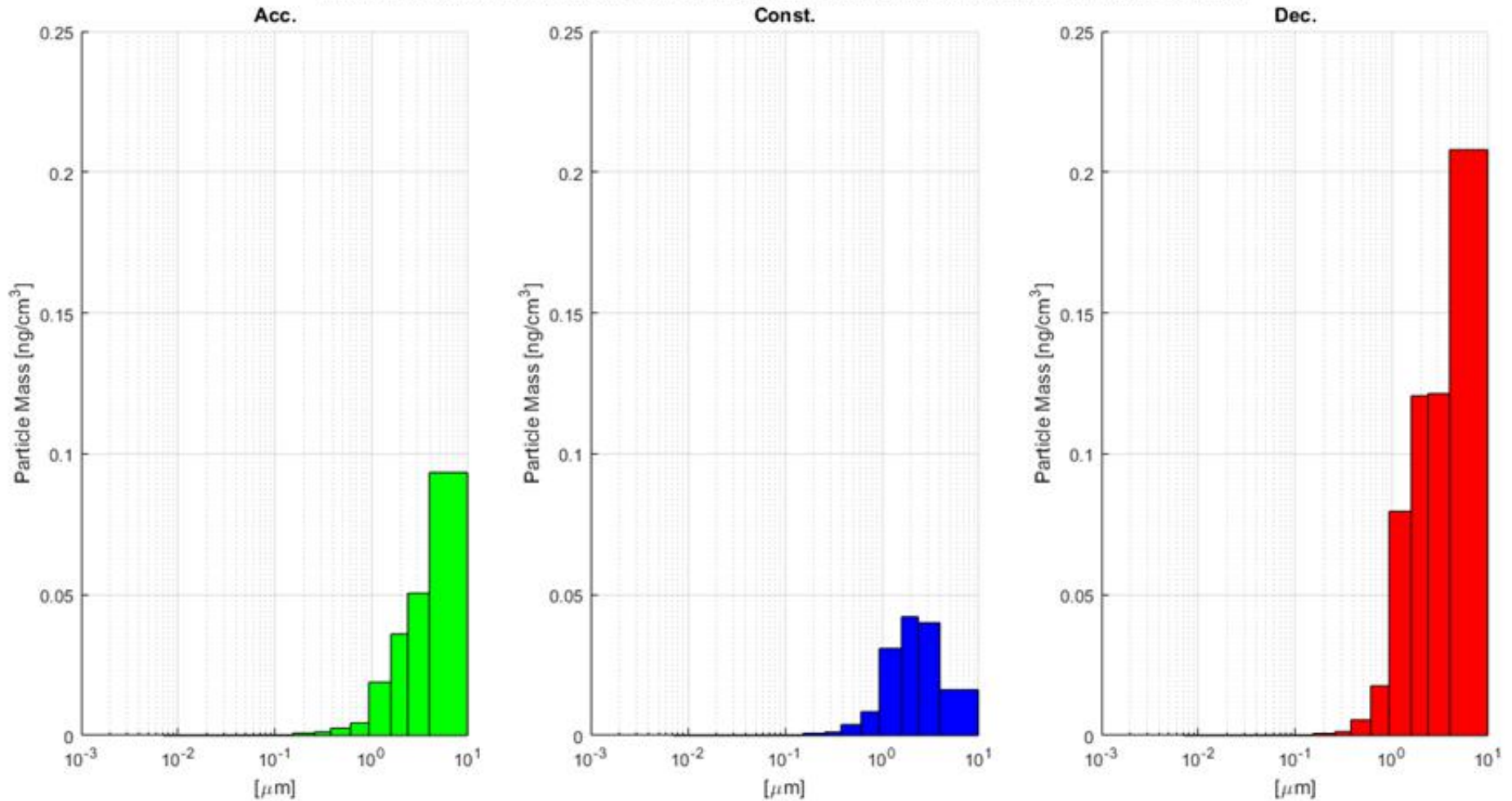


ICEV



MINORE CONSUMO DEI FRENI

Difference of Mass Distribution between Peugeot 308 and BMW i3 with pedal, 0-100km/h test, ELPI



Differenza tra ICEV e EV



MINORE CONSUMO DEI FRENI

Quanto pesano le emissioni dai freni rispetto alle altre non-exhaust?

Secondo "*Non-exhaust traffic related emissions. Brake and tyre wear PM – Literature review*" (JRC, 2014):

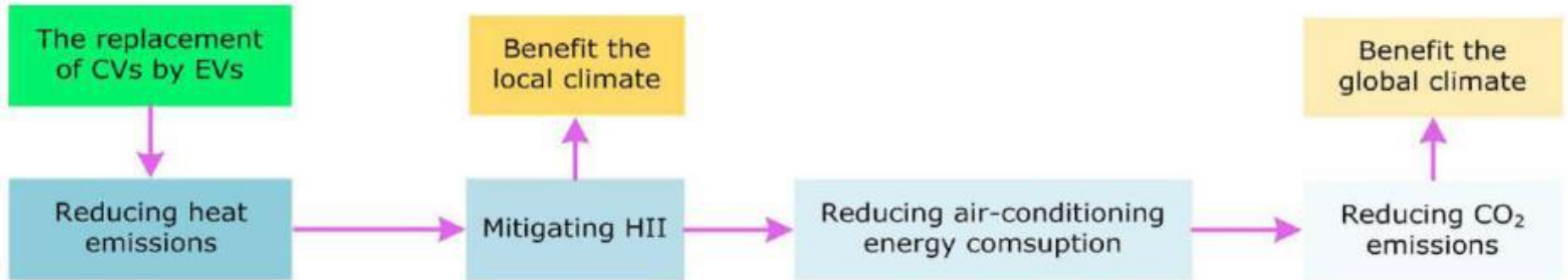
- ✓ **16-55% (consumo freni)**, 5-30% (consumo pneumatici) e 28-59% (risospensione)
- ✓ Risulta emessa come **PM₁₀** il **50% della polvere da consumo dei freni** e solo lo 0,1-10% di quella da consumo delle gomme

	PM _{2.5}	PM _{2.5-10}
Brake Wear	Transition metals (Cu, Fe), Sb (III), Sb (V), Sn, Ba, Zr, Al, S, OC>>EC	FeO, Fe ₂ O ₃ , Cu oxides, Sb (III), Sb (V), Sn, Ba, Zr, Al
Tyre Wear	Zn, organic Zn, Cu, S, Si, Organic carbon, EC	Zn, organic Zn, Cu, Si, Mn



IMPATTO SULL'ISOLA DI CALORE URBANA

- Grazie al minore rilascio di calore del motore elettrico rispetto a quello a CE (-80%)



Caso studio:
Pechino



Li et al., "Hidden Benefits of Electric Vehicles for Addressing Climate Change" (Nature, 2015)



IMPATTO SULL'ISOLA DI CALORE URBANA

➤ Test presso la SSC su cicli di guida standard

Vehicle	Driving cycle	ΔT [°C]
Nissan Leaf	ARTEMIS urban	0.2
	WLTC-low	0.3
	WLTC-low	0.2
BMW i3	WLTC-low	0.3
	ARTEMIS urban	0.3
Peugeot 308	WLTC-low	1
	ARTEMIS urban	1.1



CAMPI MAGNETICI INTERNI AL VEICOLO



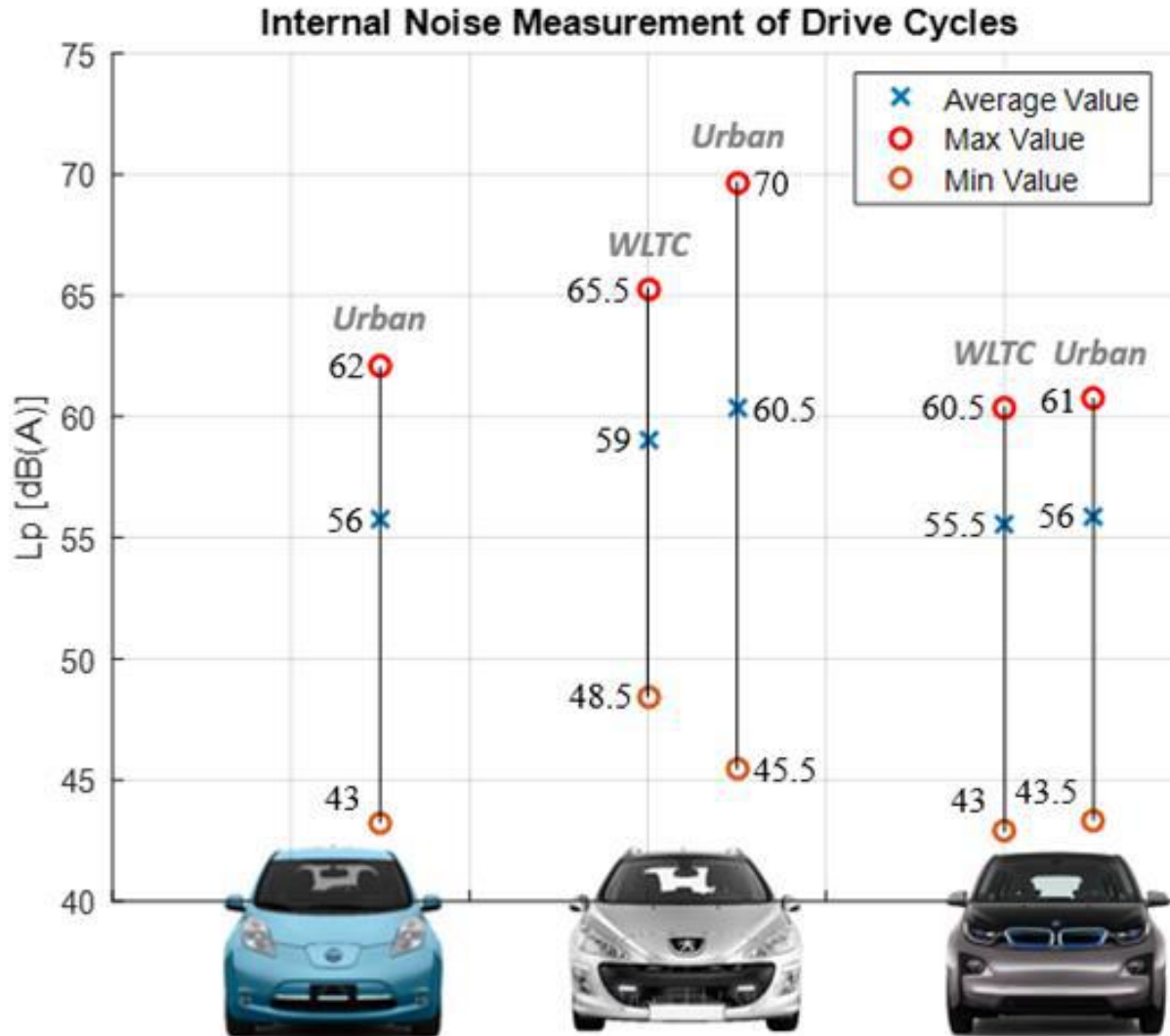
Valori in μT



- EMF_{max} : $0.18 \mu T @ 50 Hz$ (BMW i3)
- *Standard*:
 $143 \mu T @ 35 Hz$, $6.25 \mu T @ 500 Hz$



RUMORE INTERNO AL VEICOLO

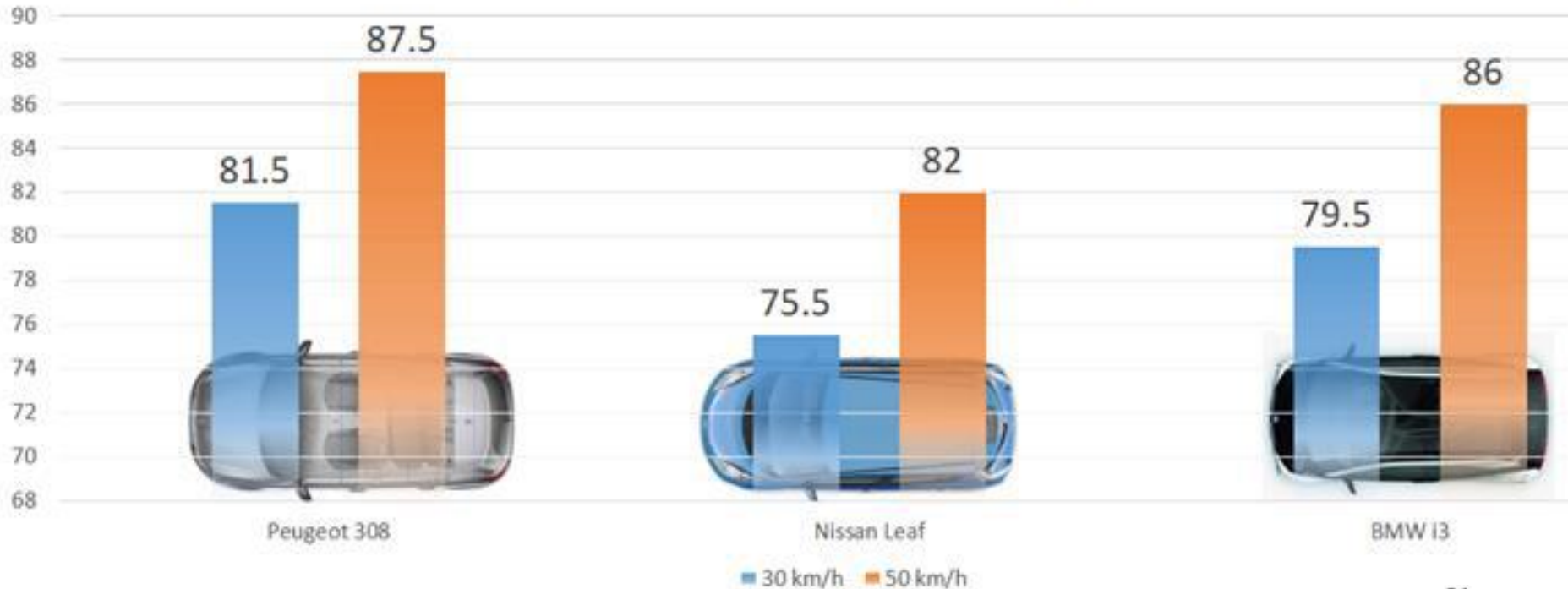


Riduzione media del 50% del rumore interno

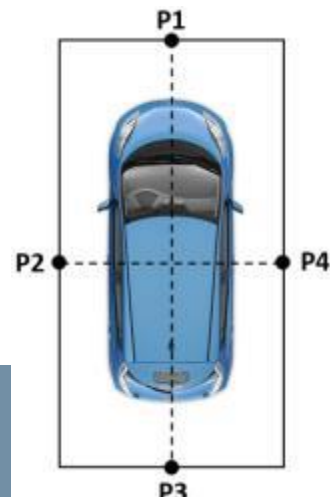


RUMORE ESTERNO AL VEICOLO

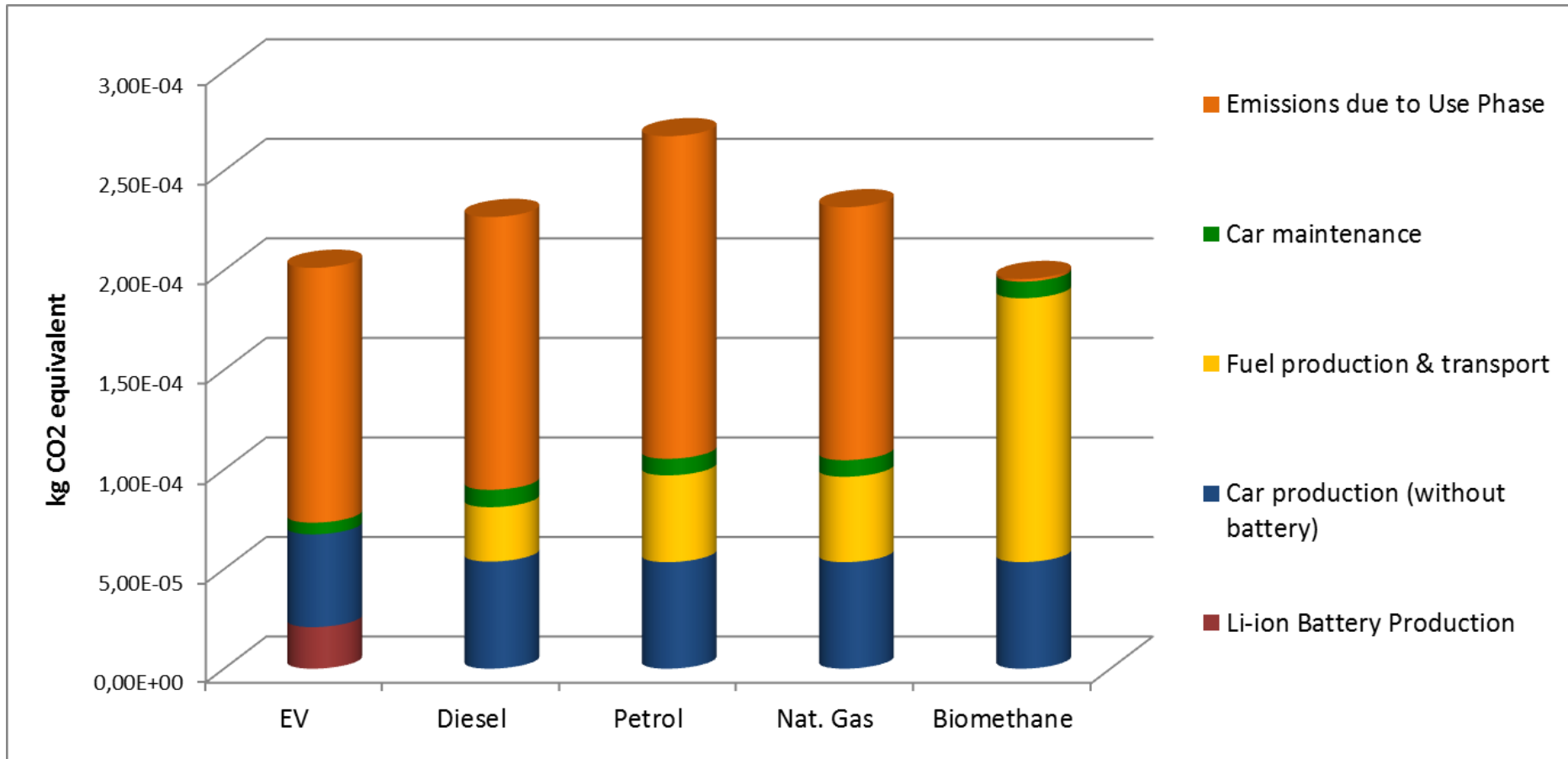
SOUND PRESSURE LEVEL ALL POINTS



Riduzioni tra il 20 e il 75%
del rumore esterno
(valori medi rilevati su 4 punti)



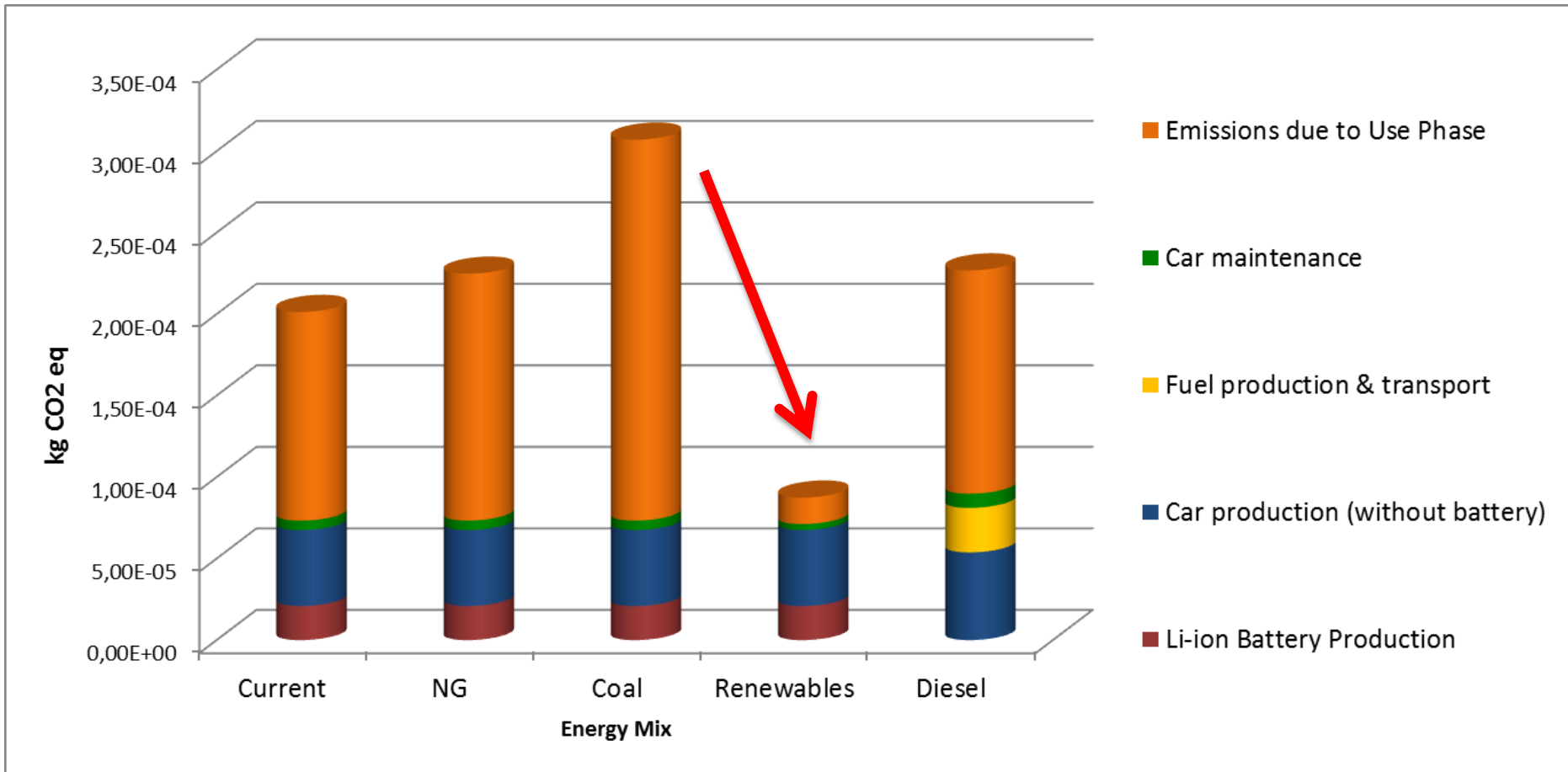
IMPATTO GLOBALE



Confronto tra diverse tipologie di veicoli



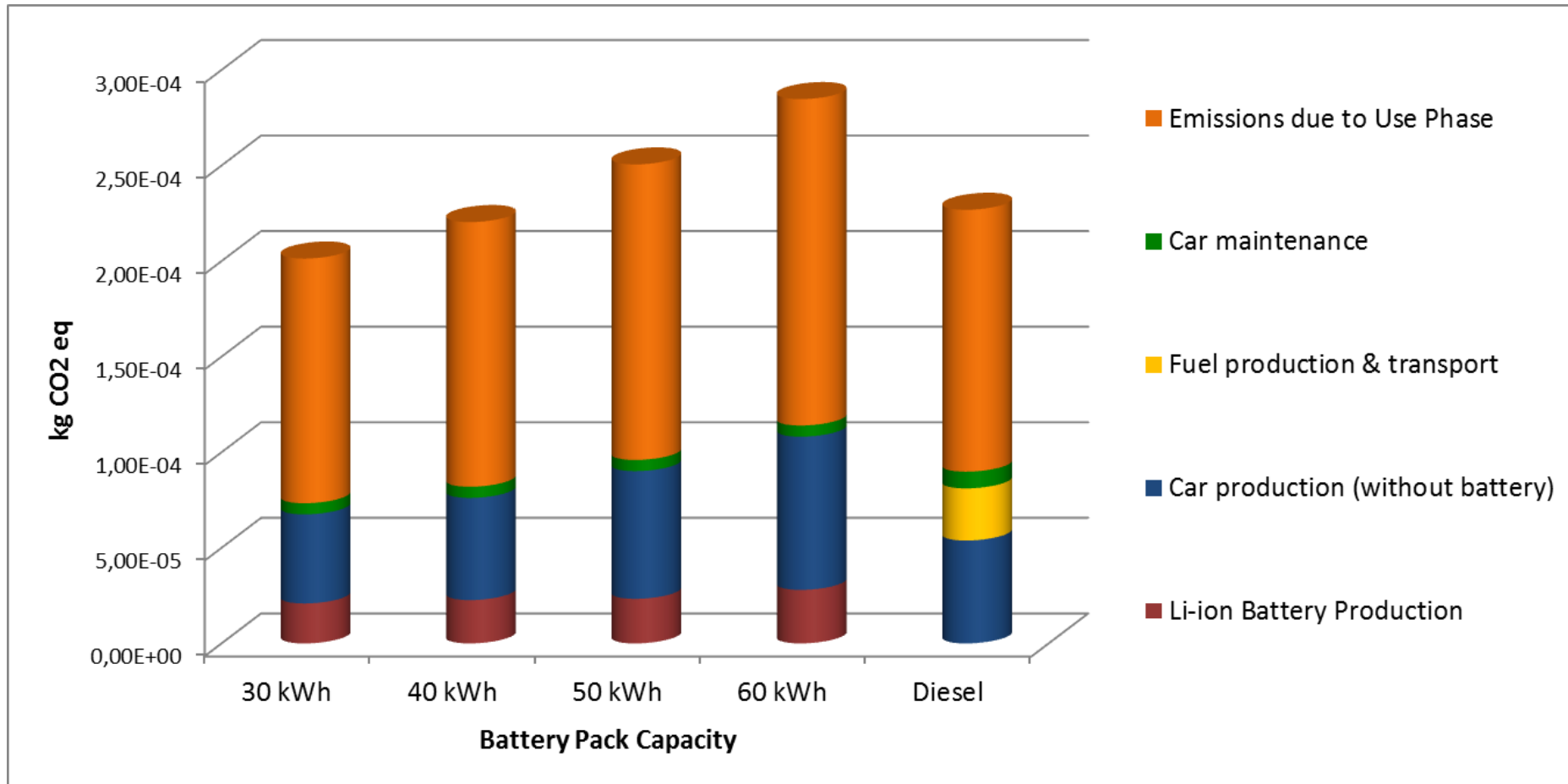
IMPATTO GLOBALE



Effetto del mix energetico utilizzato



IMPATTO GLOBALE



Effetto della dimensione della batteria
(tecnologia attuale)



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come si produce l'energia che alimenta gli EV?

In Italia:

- ✓ Caso base: mix nazionale → 40% rinnovabile
- ✓ Caso migliore: fotovoltaico (+ accumulo?)
- ✓ Caso peggiore: la componente fossile è quasi esclusivamente gas naturale ad alto rendimento (...il meno "sporco")
- ✓ Emissioni da pochi camini monitorati rigorosamente e in continuo vs. emissioni da milioni di tubi di scarico ad altezza strada e monitorati "come sappiamo" (revisione ogni 4/2 anni???... dieselgate...)



GRAZIE!

mario.grosso@polimi.it

