

  
**POLITECNICO**  
MILANO 1863

---

 **CITTÀ STUDI**  
CAMPUS SOSTENIBILE



**Le principali opportunità offerte  
dalle auto elettriche**

***Prof. Mario GROSSO***  
*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale*

18 settembre 2023

**DAI RIFIUTI ALLA MOBILITÀ, PERCHÉ?**



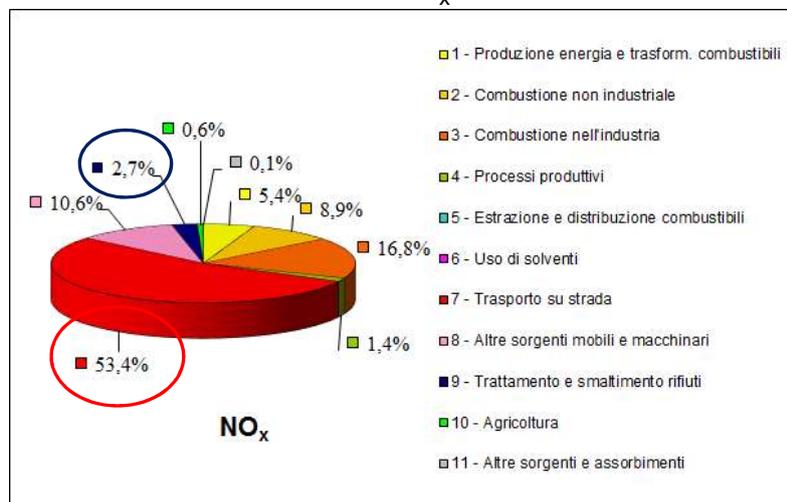
➔



 **POLITECNICO MILANO 1863** M. Grosso

## DAI RIFIUTI ALLA MOBILITÀ, PERCHÉ?

Ripartizione delle emissioni di NO<sub>x</sub> in Lombardia nel 2014



(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

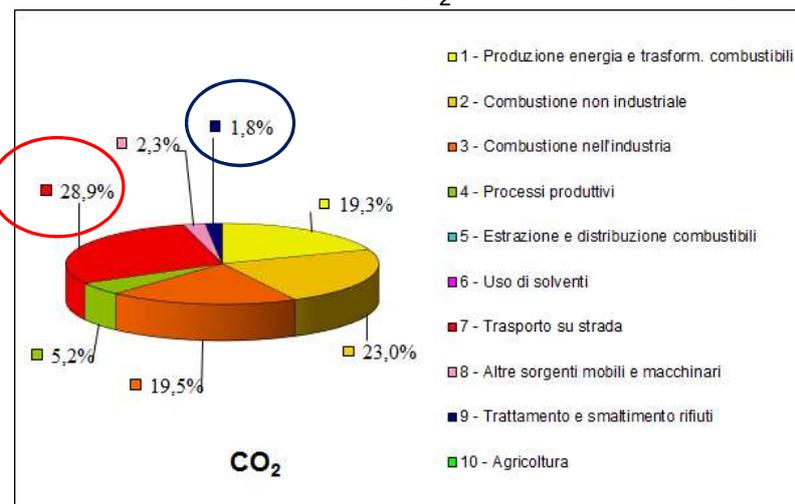


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## DAI RIFIUTI ALLA MOBILITÀ, PERCHÉ?

Ripartizione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in Lombardia nel 2014

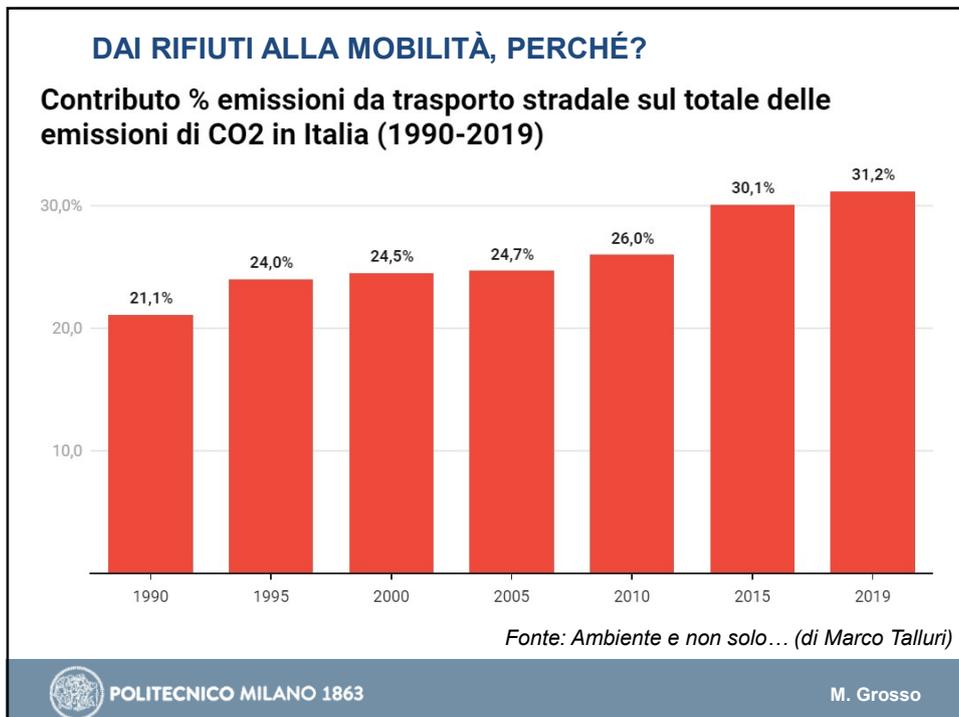
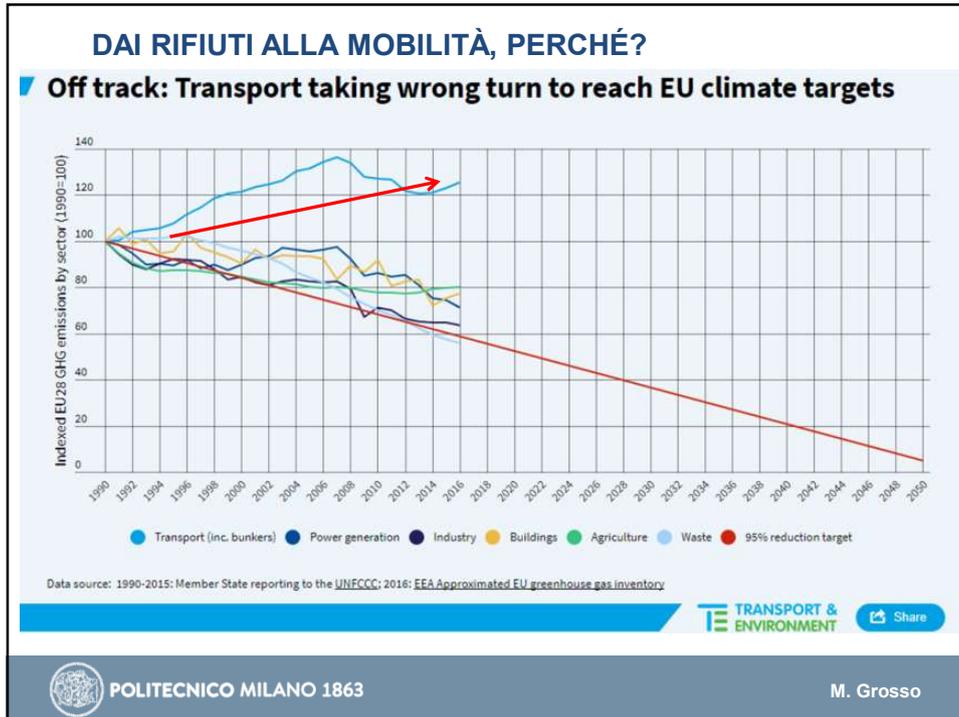


(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso



## UN PO' DI AUTOBIOGRAFIA...

### Pensieri in bicicletta

Mobilità sostenibile, intermodalità, racconti di viaggio





POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## UN PO' DI AUTOBIOGRAFIA...

### Basta una presa!

Posted on August 21, 2018 by Mario

Immaginate di soggiornare presso un appartamento di vacanza al mare e che il vostro ospite vi dia la possibilità di fare il pieno di benzina o gasolio all'auto mentre è parcheggiata. Impossibile, a meno che sia un dipendente di una raffineria che si porta a casa tutte le sere una tanica di carburante trafugato...



Con un'auto elettrica invece la situazione è molto differente. Innanzitutto prima di partire per una nuova destinazione è opportuno verificare la disponibilità di punti di ricarica. Sono numerosi i siti e le app che consentono di farlo, ma naturalmente quando si tratta di postazioni di ricarica pubblica si affronta sempre

### Al capolinea

Posted on July 19, 2018 by Mario

Stupisce constatare la leggerezza e disinvoltura di chi ancora oggi, nel 2018, si accinge ad acquistare un nuovo veicolo alimentato a combustibili fossili. Non fosse altro che per lo spauracchio di probabili limitazioni sempre più stringenti al loro utilizzo negli anni a venire (non solo all'estero, ma anche a Milano, come dichiarato dal Sindaco Sala).

La tecnologia fossile è ormai giunta al capolinea, come i vari scandali sulle emissioni hanno ampiamente dimostrato, e come argenterò nel dettaglio nel mio prossimo libro di imminente pubblicazione.



### Un'auto elettrica è meglio di un'auto a benzina?

Posted on March 9, 2023 by Mario



### Bye bye oil

Posted on November 5, 2016 by Mario



Più di tre anni di esperienza e oltre 50000 km percorsi totalmente in elettrico sono il presupposto per affrontare il grande salto e affrancarsi dal fossile. La differenza tra un mezzo elettrico e uno convenzionale è abissale, e si fa sempre più fatica ad accettare l'impatto e l'inefficienza di questi ultimi. In questi tre anni abbiamo assistito anche al "Dieselgate", che è



POLITECNICO MILANO 1863

**UN PO' DI SCIENZA...**





**POLITECNICO**  
MILANO 1863





**e-MOD**

**Electric MObility  
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/>



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

**UN PO' DI SCIENZA...**

**CLIMALTERANTI.IT**

HOME	CHI SIAMO	SOSTENITORI	I NOSTRI LIBRI	NETIQUETTE	CONTATTI	PREMIO
LINK	DIDATTICA	REALCLIMATE - ITA	RECENSIONI	TUTTI I POST	FAQ	

Notizie e approfondimenti sul clima che cambia Posts RSS Comments RSS

**Il ruolo della mobilità elettrica nella riduzione delle emissioni di gas climalteranti**



Più di vent'anni fa a Torino era possibile [prendere a noleggio gratuitamente una FIAT Panda Elettra per muoversi per la città](#). Ricordo un breve giro su questa curiosa automobile a due soli posti, visto che tutta la parte posteriore era occupata da pesanti batterie al piombo, e dove tutto il resto della meccanica era invariato rispetto alla versione tradizionale. Era infatti dotata di cambio e frizione, elementi totalmente inutili con un motore come quello elettrico, che dispone di una coppia costante a tutti i regimi di utilizzo, e fino dall'inizio del movimento.

Poi più niente, sia per il problema non ancora del tutto risolto dell'accumulo dell'energia, sia per uno scarso interesse ad investire da parte delle case automobilistiche (generalmente piuttosto tradizionaliste e più inclini ad ottimizzare tecnologie esistenti che ad avventurarsi verso qualcosa di completamente innovativo), sia per una probabile azione di lobby avversa da parte delle compagnie petrolifere (si veda il film "Chi ha ucciso l'auto elettrica?").

**TerrAria s.r.l.**  
Strumenti informatici e progetti per l'ambiente e il territorio.

Cerca

**COMMENTI RECENTI**

[claudia ponti su Le ondate di calore sono causate dal cambiamento climatico?](#)

[Fabio Vomiero su Le ondate di calore sono causate dal cambiamento climatico?](#)

[Rassegna stampa settembre 2019 | CDCA su Le ondate di calore sono causate dal cambiamento climatico?](#)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## MOBILITÀ CICLABILE ED ELETTRICA

Due interpreti diversi e attori fondamentali della mobilità sostenibile!



Sinergie intermodali...

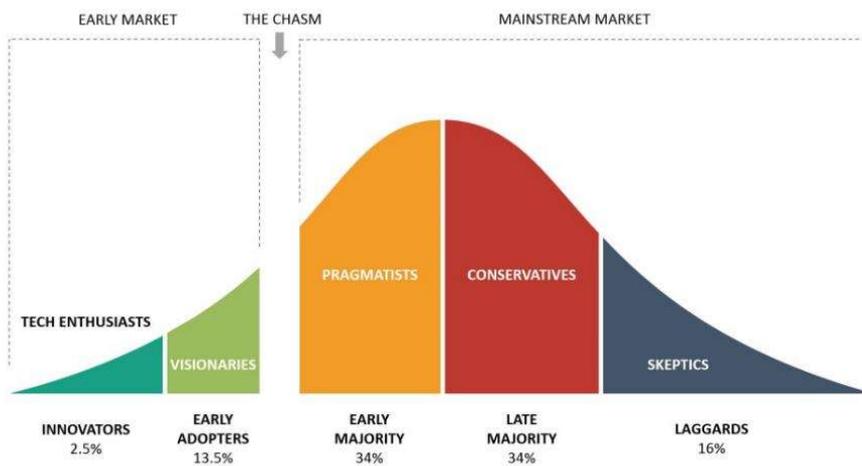


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## MOBILITÀ ELETTRICA

A che punto siamo?



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## LA MOBILITA' ELETTRICA

- Riduzione degli impatti locali
  - ✓ Qualità dell'aria → emissioni allo scarico ed **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

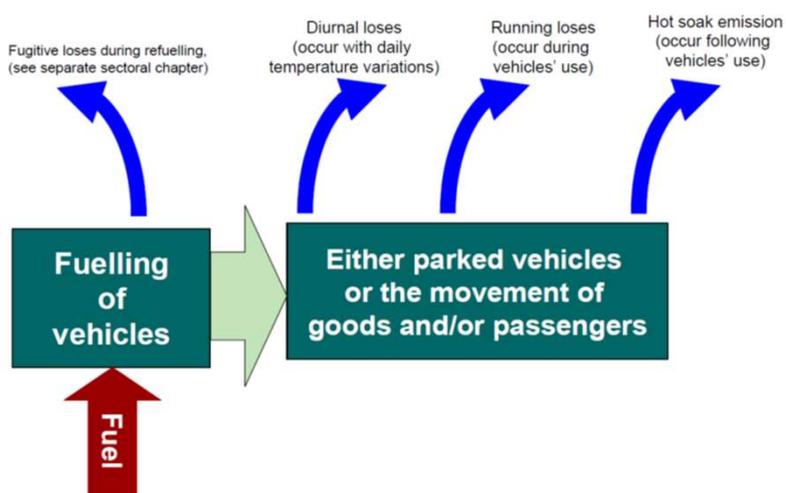


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## LA MOBILITA' ELETTRICA

Emissioni evaporative dai veicoli a benzina (*Fonte: EEA*)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## 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 <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	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 <sup>3</sup> )	21	0,4	142	3.651	78	6.535	68	1,0	1,0	69	75	81
Motocicli (> 50 cm <sup>3</sup> )	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)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

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

Combustibile	Consumo specifico	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	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	<del>197</del>	2,0	20	17	31	46

↑  
Biometano

(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Non più miglioramenti incrementali (Euro 1,2,3,...6,7)  
ma una rivoluzione a 360 gradi, in termini di:

- ✓ **Efficienza** di utilizzo dell'energia
- ✓ Possibilità di alimentazione con **energia rinnovabile**
- ✓ Possibilità di supporto/**integrazione con la rete elettrica**
- ✓ Possibilità di **ricarica wireless**, anche in movimento
- ✓ Sfruttamento dei **tempi morti** di inutilizzo del veicolo
- ✓ **Miglioramento** delle prestazioni ambientali complessive **nel tempo**

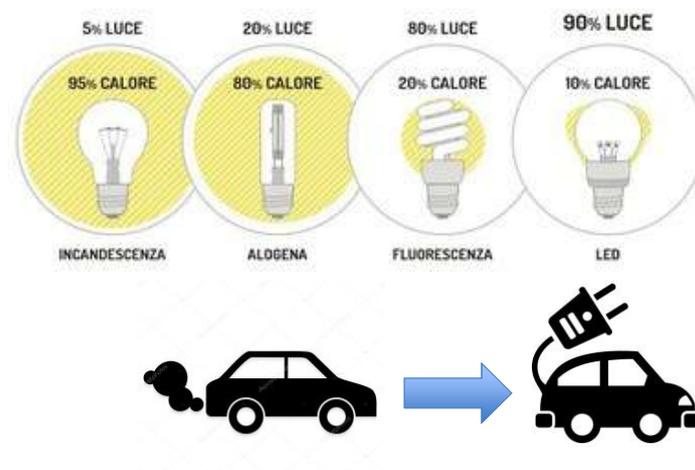


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

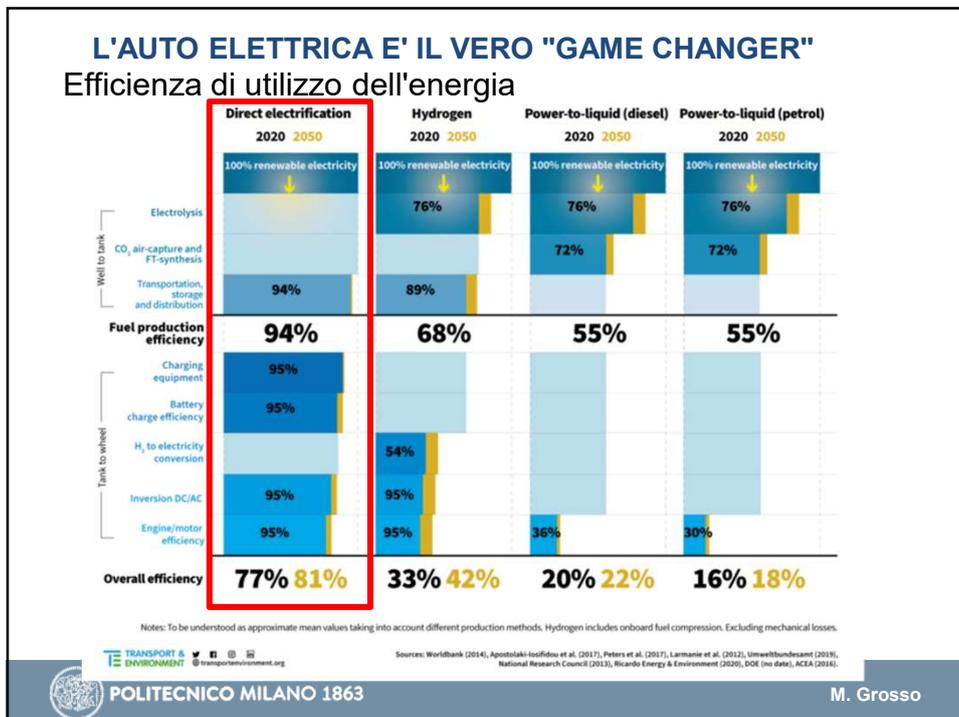
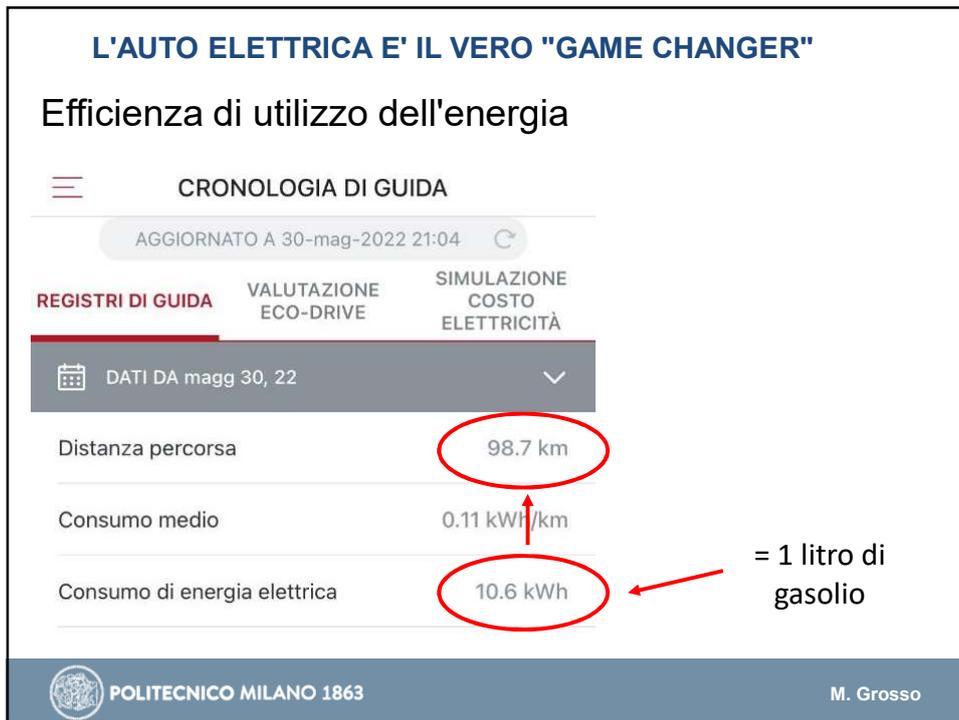
## L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Efficienza di utilizzo dell'energia



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso



### L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Efficienza di utilizzo dell'energia

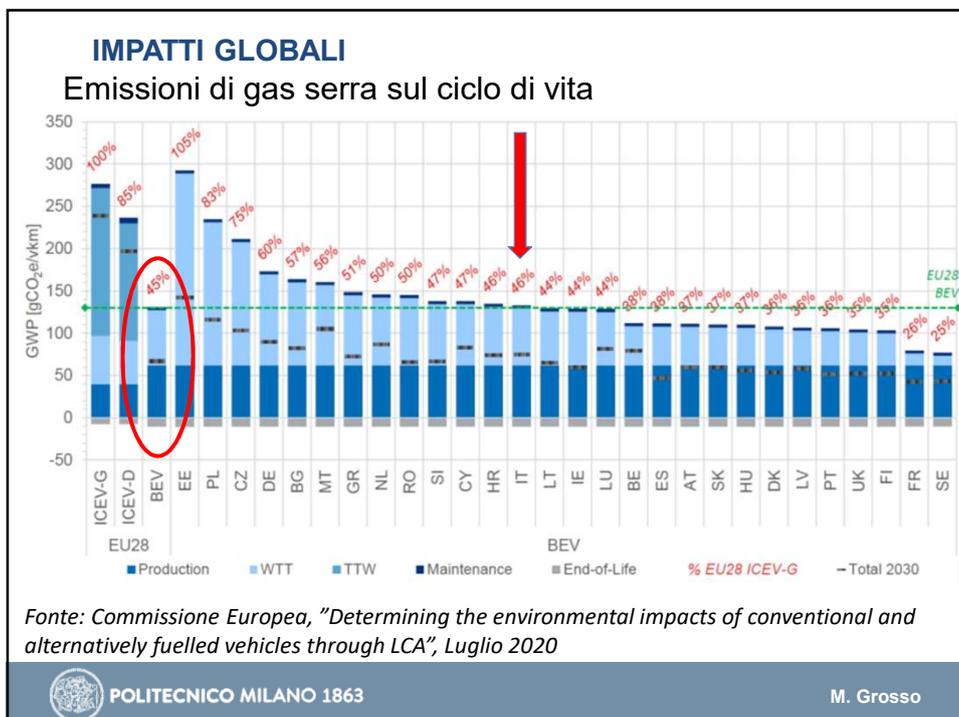
→ la rigenerazione in frenata e in discesa

**FOSSIL FUEL DRIVERS SEE HIGH REVS AND WORN BRAKES**

**I SEE FREE CHARGING**

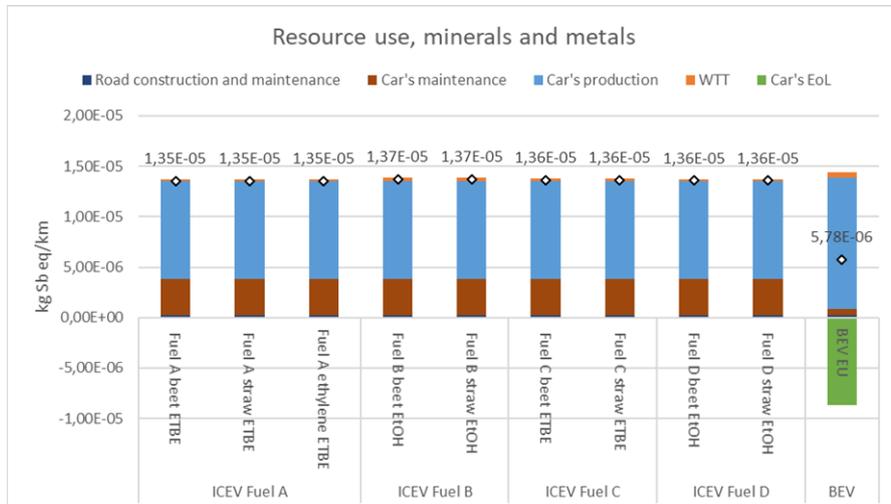
M. Grosso

POLITECNICO MILANO 1863



### IMPATTI GLOBALI

#### Utilizzo di risorse sul ciclo di vita



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

### COME SI PRODUCE L'ENERGIA CHE ALIMENTA I VEICOLI ELETTRICI?

#### In Italia:

✓ **Caso base:** mix nazionale → 45% rinnovabile

Composizione del mix medio nazionale utilizzato per la produzione dell'energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano nei due anni precedenti

	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2020
Fonti rinnovabili	36,42%	40,83%	45,04%
Carbone	13,69%	12,47%	6,34%
Gas Naturale	42,63%	39,06%	42,28%
Prodotti petroliferi	0,76%	0,54%	0,48%
Nucleare	3,62%	4,11%	3,22%
Altre fonti	2,88%	2,99%	2,64%

Fonte: bolletta di fornitura energia elettrica



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## COME SI PRODUCE L'ENERGIA CHE ALIMENTA I VEICOLI ELETTRICI?

### In Italia:

- ✓ **Caso base:** mix nazionale → 45% rinnovabile
- ✓ **Caso migliore:** fotovoltaico/eolico/idroelettrico
- ✓ **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...)

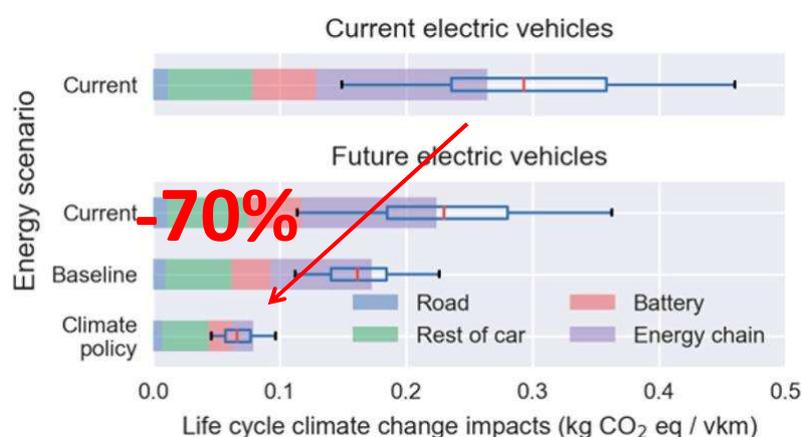


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Le prestazioni migliorano nel tempo



Cox et al., *Environmental Science & Technology*, 2018



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## LA GESTIONE DELLE BATTERIE USATE

Riutilizzo e riciclo



Fonte: Batteries on wheels: the role of battery electric cars in the EU power system and beyond (Enel et al.)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Ricarica wireless?



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## E IL RISCHIO DI INCENDIO/ESPLOSIONE?

- ✓ Non vi è alcuna evidenza statistica di una maggiore propensione all'incendio delle auto elettriche rispetto a quelle termiche (più di 150 casi al giorno!)
- ✓ E' tuttavia diverso il meccanismo che porta alla combustione della batteria al litio e l'evolversi della combustione stessa.
- ✓ Servono dunque accorgimenti e istruzioni specifiche su come estinguere questo genere di incendi



di prof. OSCAR BRIGITTO  
UFFICIO 02.0315000.05-11-2018

*Ministero dell'Interno*

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE  
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA

*"...allo stato attuale non risulta che i veicoli elettrici presentino un livello di rischio di incendio o di esplosione maggiore rispetto ai veicoli tradizionali. Inoltre le stazioni di ricarica delle batterie risultano presentare rischi di natura prettamente elettrica"*



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

## E IL RISCHIO DI INCENDIO/ESPLOSIONE?

### CAR FIRES BY VEHICLE TYPE



Rank and Fuel Type	Fires (per 100k Sales)	Total Fires
1 Hybrid	3,474.5	16,051
2 Gas	1,529.9	199,533
3 Electric	25.1	52



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

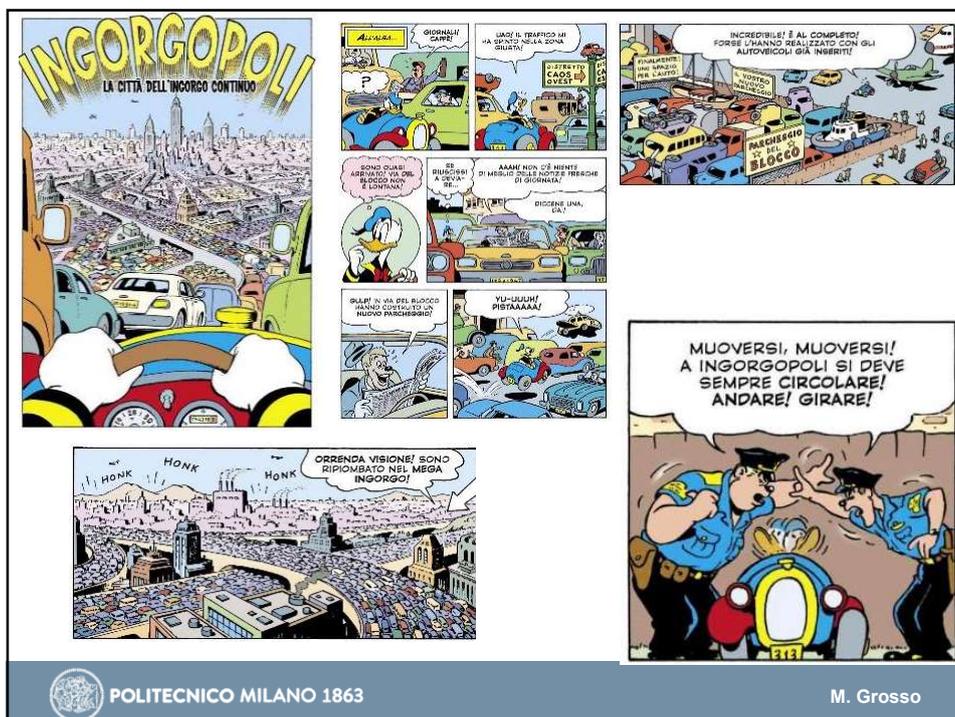
### MESSAGGI CONCLUSIVI

- ✓ L'auto elettrica può contribuire a risolvere molti problemi ambientali, ma non tutti
- ✓ Il suo sviluppo deve essere indissolubilmente legato alla transizione verso le energie rinnovabili
- ✓ Per sua natura dovrebbe essere associata ad un utilizzo più intelligente e razionale dell'auto (*cambiamento comportamentale*)
- ✓ E' necessario un forte ridimensionamento dell'uso dell'auto privata, soprattutto in città. E lo si può fare già oggi!



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

Grazie per  
l'attenzione!



POLITECNICO MILANO 1863

ZANICHELLI

M. Grosso