



POLITECNICO
MILANO 1863



Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani
Sezione di Milano

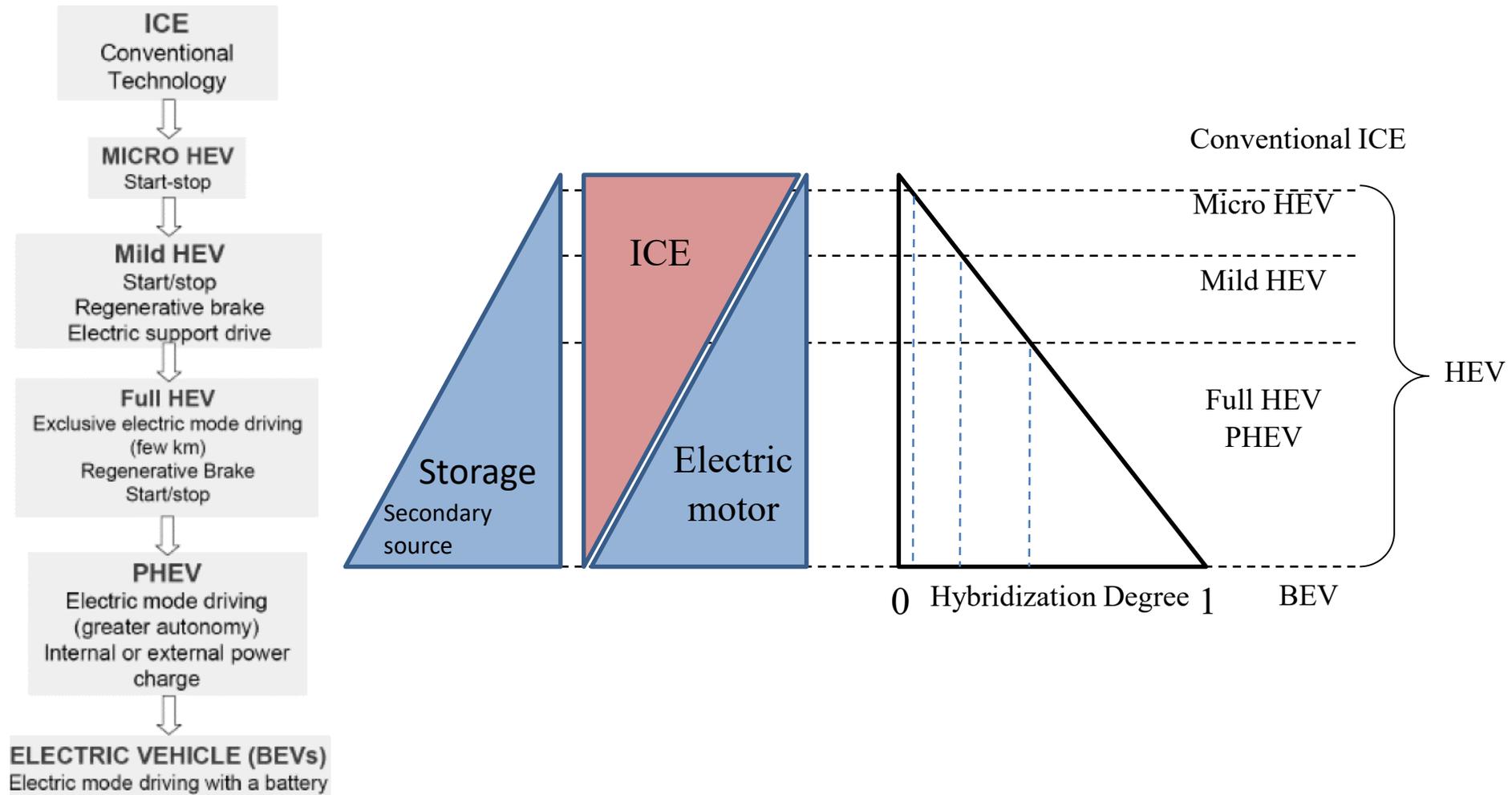
L'auto elettrica a supporto del TPL

Giovedì 18 marzo 2021

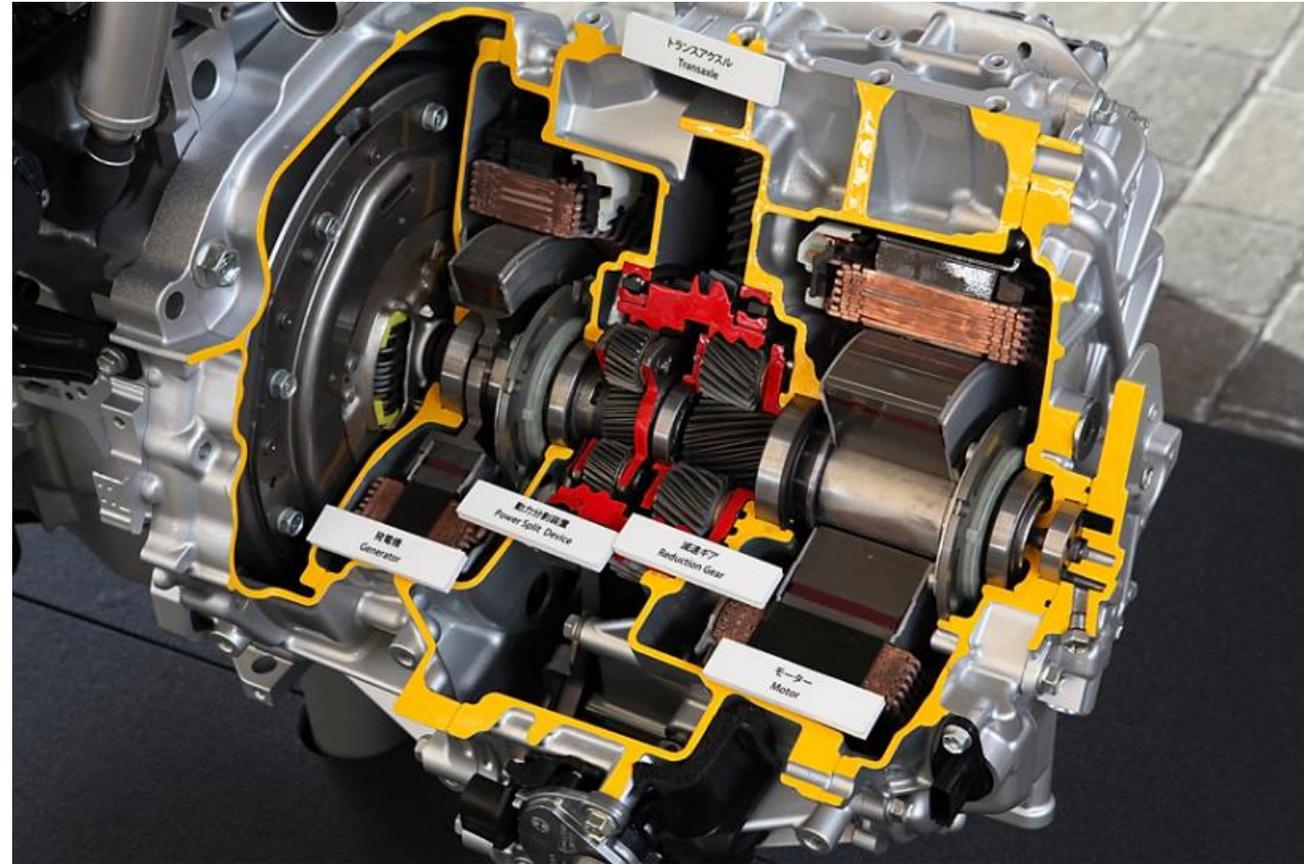
Introduzione all'auto elettrica e ai sistemi per la ricarica

Morris Brenna

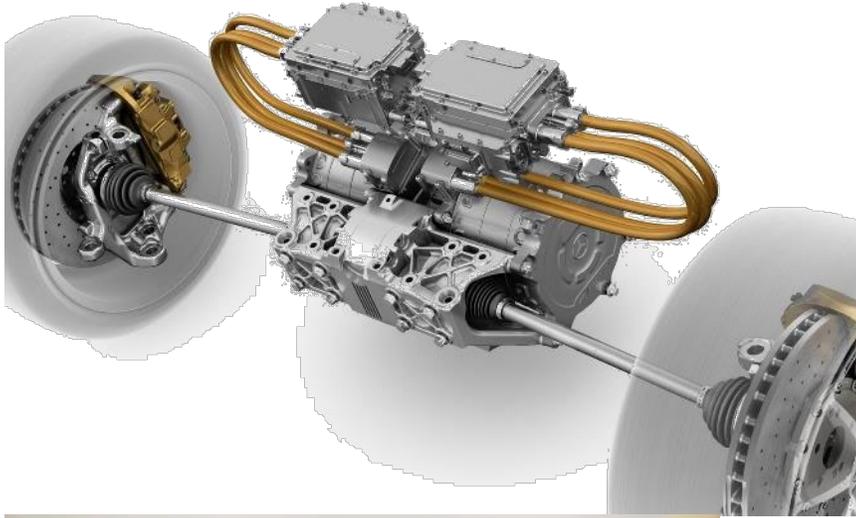
Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV)



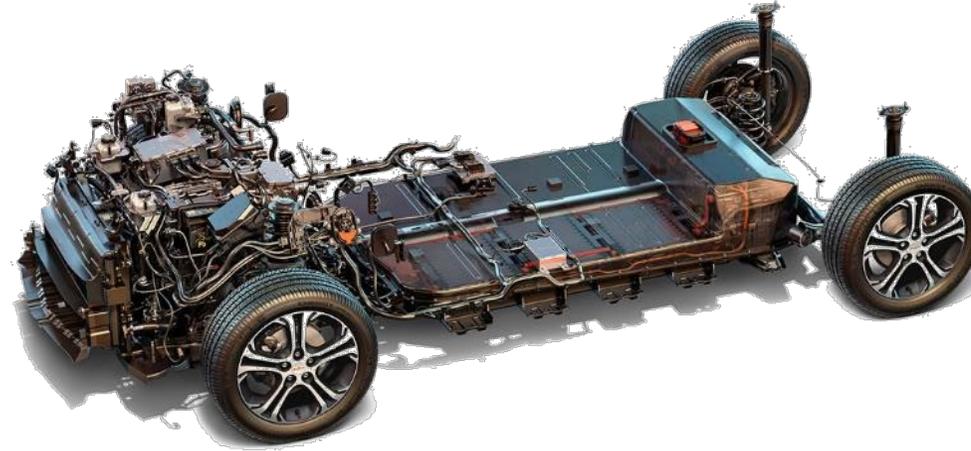
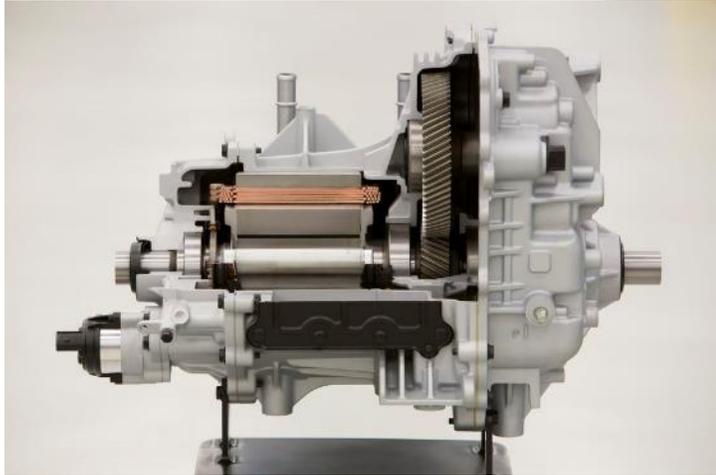
Powertrain di un veicolo ibrido



Powertrain di veicoli elettrici

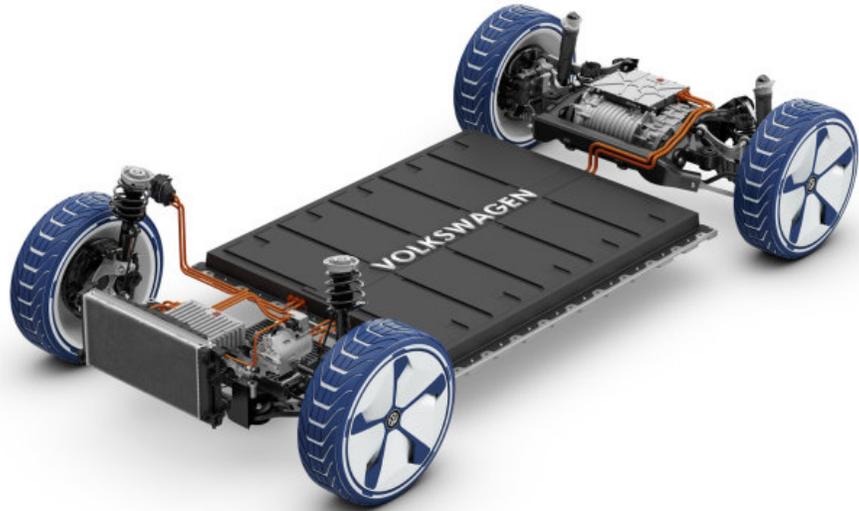


Tesla Model S



Chevrolet Bolt

Powertrain di veicoli elettrici



Volkswagen MEB

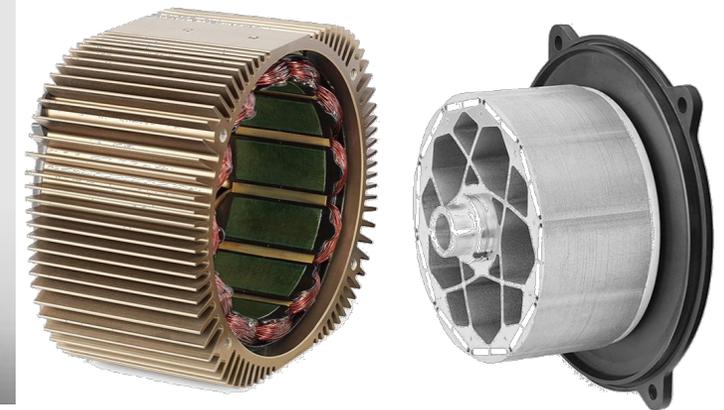
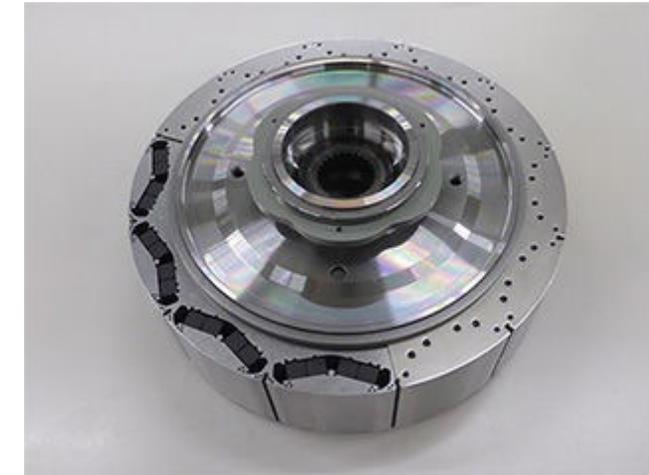


Rivian "Skateboard"



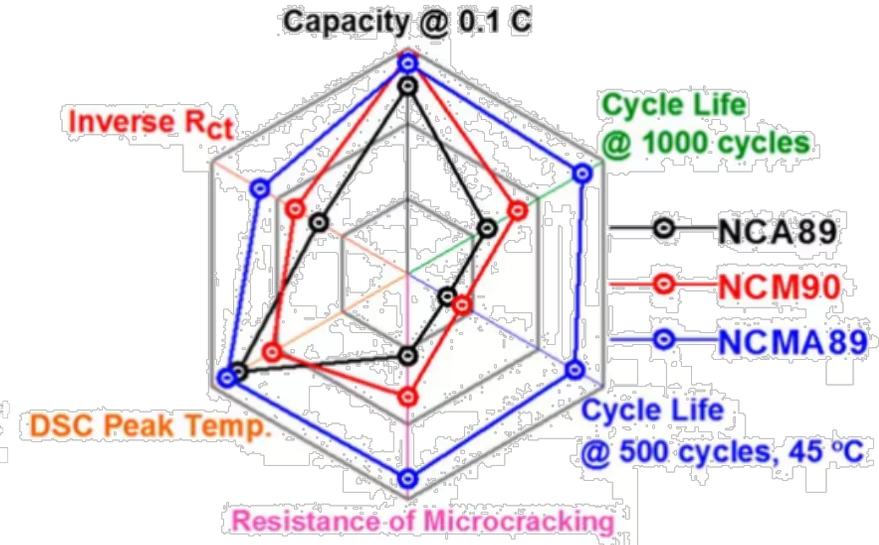
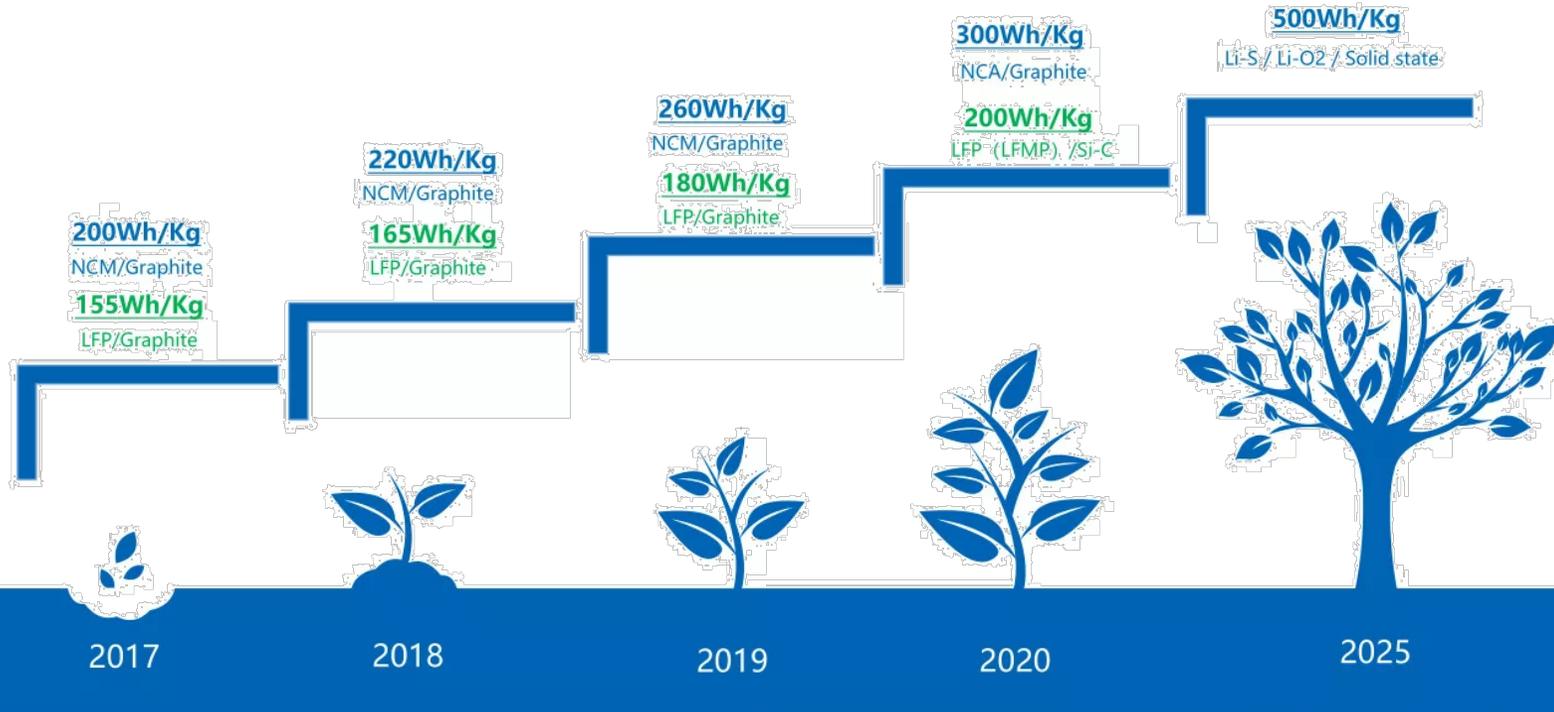
Configurazione tipica di un powertrain elettrico

Configurazione tipica del Sistema motore – trasmissione - inverter



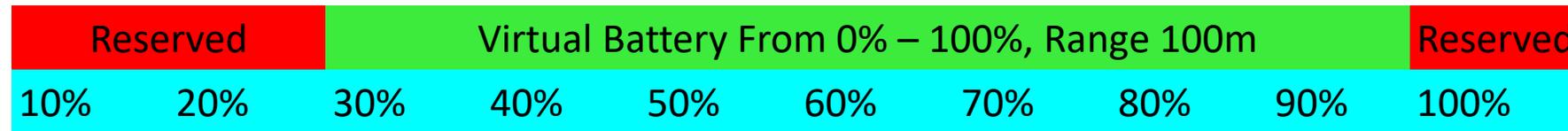
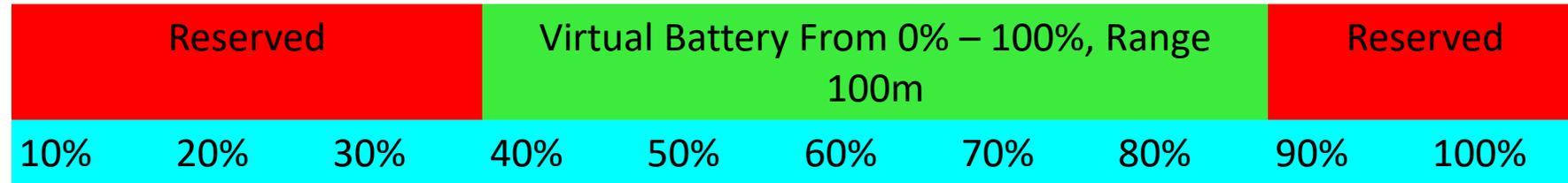
Evoluzione della densità energetica delle batterie

Roadmap-Cell planning



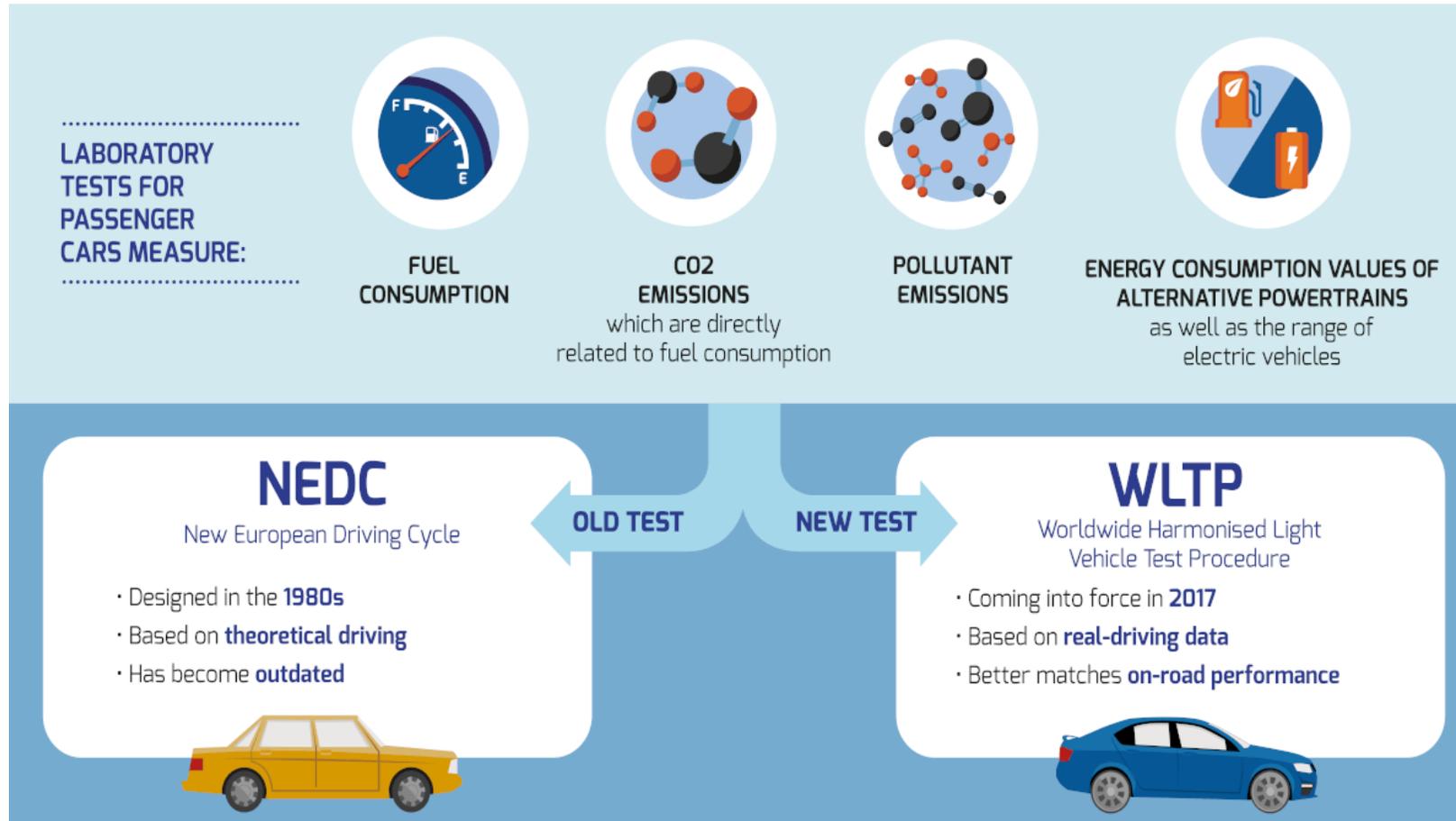
Efficient Trustful Creative

Invecchiamento delle batterie



Charging Parameters	Cycles before capacity reduced to 85%
100% – 25%	2010
100% – 40%	2800
100% – 50%	2800
85% – 25%	4500
75% – 25%	7100
75% – 45%	10000
75% – 65%	12000

Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (WLTP)



Electric car efficiencies

Electric car	Range	Efficiency
Lightyear One	451 miles 725 km	13,4 kWh/100 miles 8,3 kWh/100km
Hyundai IONIQ Electric (38,3 kWh)	193 miles 311 km	22,2 kWh/100 miles 13,8 kWh/100 km
Tesla Model 3 Standard Range Plus	254 miles 409 km	23 kWh/100 miles 14,3 kWh/100 km
Kia e-Niro (64 kWh)	283 miles 455 km	24 kWh/100 miles 14,9 kWh/100 km
BMW i3 (120 Ah battery and 19" wheels)	191 miles 308 km	24,6 kWh/100 miles 15,3 kWh/100 km
Hyundai Kona Electric (64 kWh)	279 miles 449 km	24,8 kWh/100 miles 15,4 kWh/100 km
Kia e-Soul (39,2 kWh)	171 miles 276 km	25,1 kWh/100 miles 15,6 kWh/100 km
Kia e-Soul (64 kWh)	281 miles 452 km	25,3 kWh/100 miles 15,7 kWh/100 km
Volkswagen e-Golf	144 miles 231 km	25,4 kWh/100 miles 15,8 kWh/100 km
Tesla Model 3 Long Range AWD	348 miles 560 km	25,7 kWh/100 miles 16 kWh/100 km
BMW i3 (120 Ah battery and 20" wheels)	177 miles 285 km	26,2 kWh/100 miles 16,3 kWh/100 km
Tesla Model 3 Performance AWD	329 miles 530 km	26,7 kWh/100 miles 16,6 kWh/100 km

Electric car	Range	Efficiency
PEUGEOT e-208	211 miles 340 km	27,2 kWh/100 miles 16,9 kWh/100 km
Opel Corsa-e	205 miles 330 km	27,4 kWh/100 miles 17 kWh/100 km
Renault Zoe R110 (52 kWh battery and 15" wheels)	245 miles 395 km	27,7 kWh/100 miles 17,2 kWh/100 km
Renault Zoe R135 (52 kWh battery and 16" wheels)	240 miles 386 km	28,5 kWh/100 miles 17,7 kWh/100 km
Nissan Leaf e+ (62 kWh battery)	239 miles 385 km	29,8 kWh/100 miles 18,5 kWh/100 km
MG ZS EV	163 miles 263 km	29,9 kWh/100 miles 18,6 kWh/100 km
Nissan Leaf (40 kWh battery and 16" wheels)	177 miles 285 km	31,2 kWh/100 miles 19,4 kWh/100 km
Nissan Leaf (40 kWh battery and 17" wheels)	168 miles 270 km	33,2 kWh/100 miles 20,6 kWh/100 km
Jaguar I-PACE (18" wheels)	292 miles 470 km	35,4 kWh/100 miles 22 kWh/100 km
Audi e-tron (19" wheels)	255 miles 411 km	36,9 kWh/100 miles 22,9 kWh/100 km
Audi e-tron (20" wheels)	221 miles 355 km	42,5 kWh/100 miles 26,4 kWh/100 km

Ricarica domestica in corrente alternata AC

Ricarica di Modo 1 con spina Schuko

- Si può connettere ovunque, basta una presa Schuko
- Nessun controllo di sicurezza
- Nessun controllo della potenza
- Impianti domestici non adeguati per sopportare le potenze di ricarica per lungo tempo
- Ricarica molto lenta



Ricarica di Modo 2 con spina Schuko

- Si può connettere ovunque, basta una presa Schuko
- Presenza di controlli di sicurezza
- Possibilità di controllo della potenza
- Impianti domestici non adeguati per sopportare le potenze di ricarica per lungo tempo
- Ricarica molto lenta



Ricarica di Modo 3 con wallbox

- Presenza di controlli di sicurezza
- Possibilità di controllo della potenza
- Sistemi adeguati per sopportare le potenze di ricarica per lungo tempo
- È necessaria l'installazione di un wallbox
- Ricarica molto lenta



Ricarica pubblica in corrente alternata AC



Molto diffusa in quanto di installazione economica

Presenza di controlli di sicurezza

Possibilità di controllo della potenza

Connettore di tipo 2 scelto come connettore universale europeo

Presenza di connettori di tipo 3a

Impatto sulla rete elettrica moderato

Cavo a bordo o cavo fisso all'infrastruttura?

Tempi di ricarica dell'ordine di qualche ora

Permette una potenza di ricarica fino a 22 kW trifase (43 kW di fatto abbandonata)

Caricabatterie di bordo con potenze di 3,5 e 7 kW monofase; meno diffuso 11 kW trifase (in espansione); più raro e costoso il 22 kW trifase (di solito offerto come optional)

Ricarica pubblica in corrente continua DC

Consente potenze elevate fino a 150 kW

Potenze maggiori fino a 350 – 400 kW sono raggiungibili solo con connettori raffreddati a liquido

Impatto sulla rete elevato

Infrastrutture di ricarica costose

Necessità di maggior spazio per la loro installazione

Non esiste un unico standard di ricarica

Le infrastrutture di Tesla sono proprietarie e possono ricaricare solo i veicoli di Tesla



CCS Combo 2

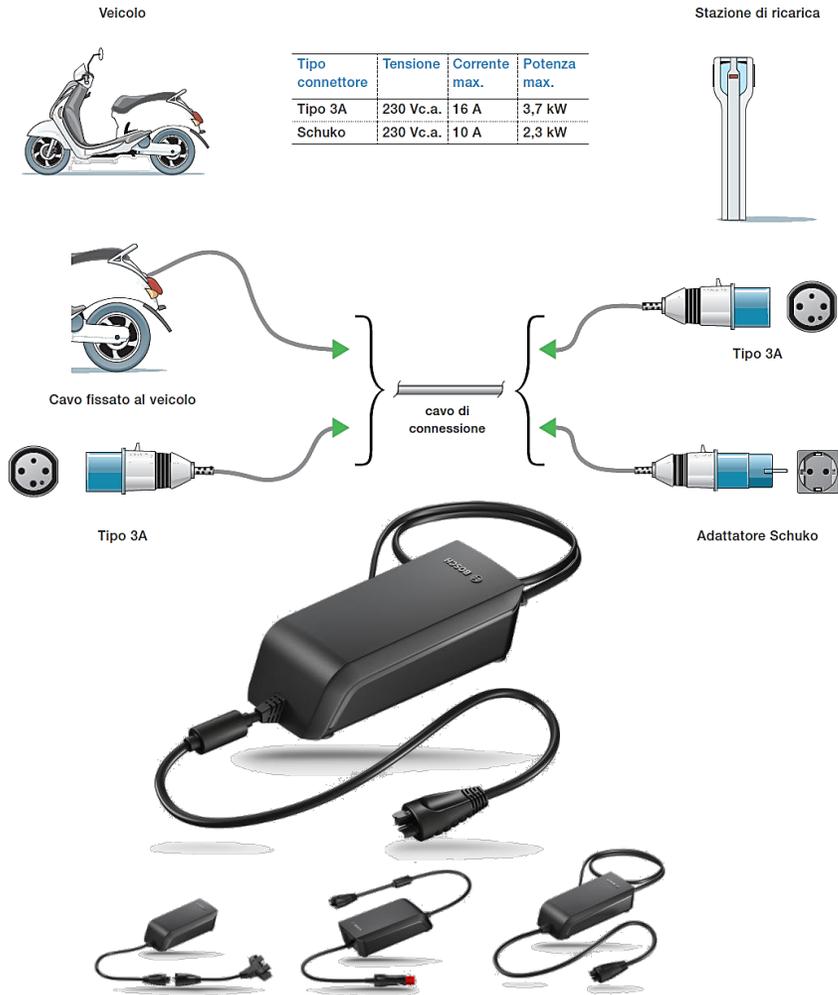
- È stato scelto come standard europeo
- Presa (inlet) universale per ricarica AC (tipo 2) e DC (Combo 2)
- In fase di test per il V2G



Chademo

- Stazioni di ricarica molto diffuse e uguali in tutto il mondo
- Richiede una doppia presa sul veicolo (AC e DC)
- È di fatto usato solo in automobili di produttori giapponesi

Ricarica di cicli e motocicli elettrici



La bassa potenza non ha impatto di fatto sulla rete elettrica

In genere può bastare una presa Schuko per la ricarica
Per le i motocicli più potenti si usa lo stesso standard di ricarica automobilistico (Combo 2)

Per gli scooter sono ancora diffusi i connettori di tipo 3a

Per le biciclette elettriche non esiste ancora un connettore standard, né un valore normalizzato di tensione → necessità di trasportare il caricabatterie in dotazione

Ricarica induttiva (Wireless Power Transfer)

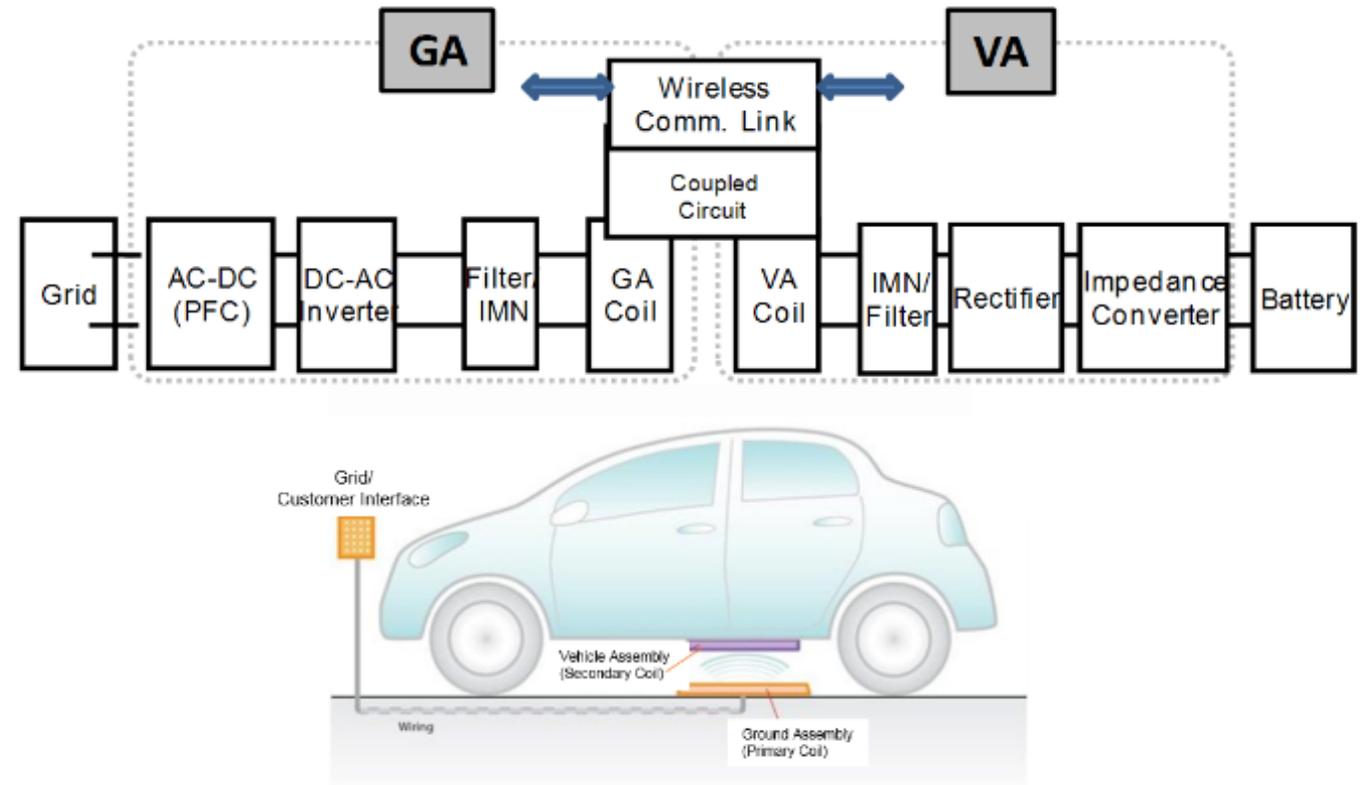
Vantaggi:

- Sistema protetto da agenti atmosferici e atti vandalici
- Più sicuro in quanto non serve una connessione fisica
- Più pratico in quanto l'accoppiamento avviene automaticamente
- Può essere impiegato per diverse tipologie di veicoli

Svantaggi

- Non ancora diffuso
- Non ancora pienamente standardizzato

SAE J2954 Wireless Power Transfer Schematic between the Ground and Vehicle Assemblies



Ricarica induttiva (Wireless Power Transfer)



Sistema completamente interrato



Sistema appoggiato al suolo

