

La ricarica dei veicoli elettrici

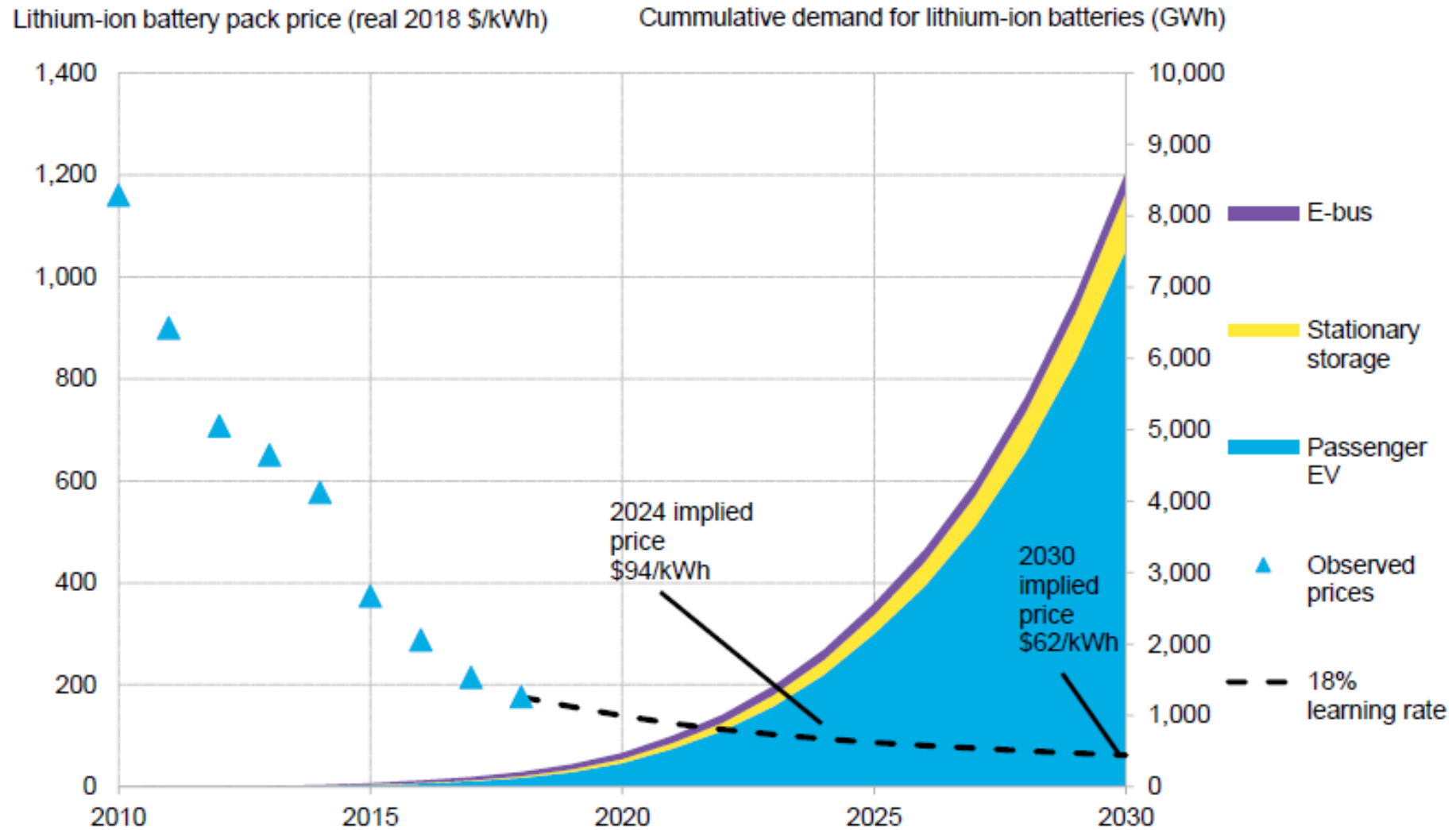
prof. Paolo Guglielmi ⁽¹⁾

Speaker: **Paolo Guglielmi** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Politecnico di Torino, Dipartimento Energia “G. Ferraris”, Torino, Italy,

paolo.guglielmi@polito.it

Prologo



Sommario

- **Le batterie... vanno ricaricate!**
- **Le tipologie di veicolo elettrico**
- **Modalità di ricarica e gli standard**
- **Le soluzioni tecnologiche attuali**
- **Le paline e le charging stations**

PILE E ACCUMULATORI

- **Soluzioni innovative**
- **Nuove linee nella ricerca**
- **Conclusioni**

Alessandro Z., 2^a Ist.Tecnico AFM, anno scolastico 2015/16

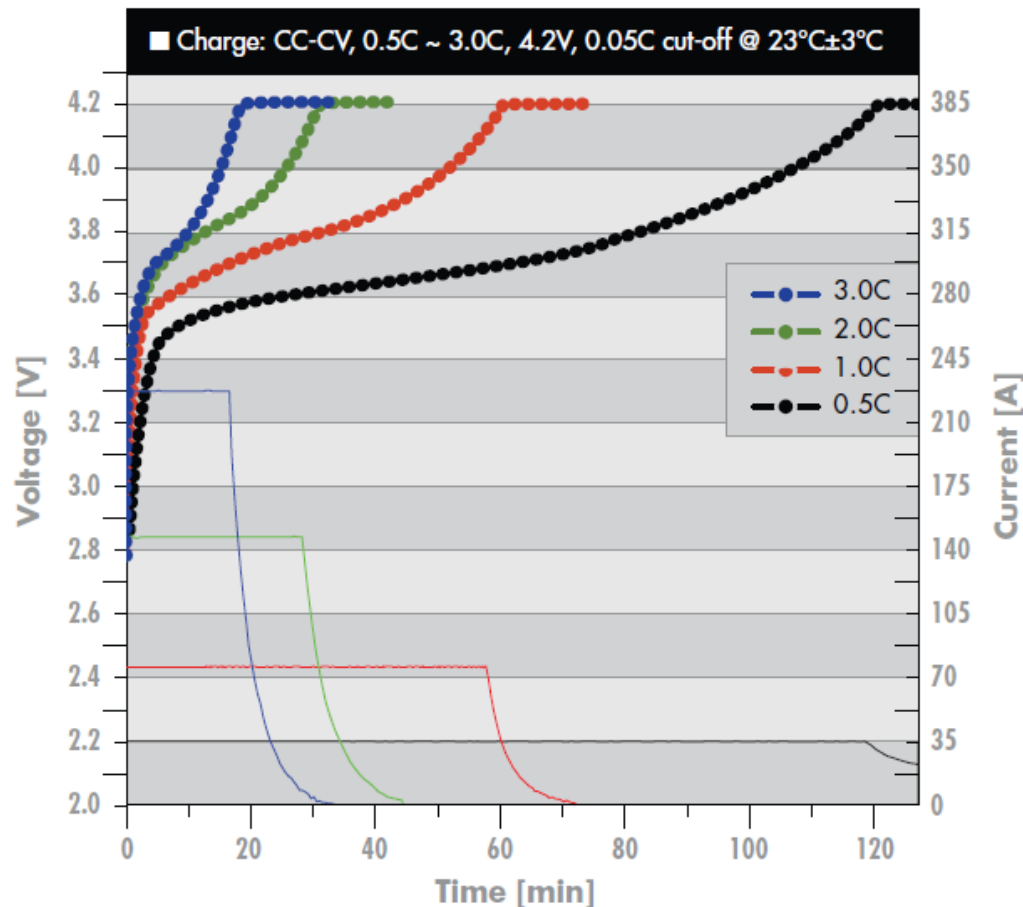
Le batterie... vanno ricaricate

- Batterie si accumulatori non pile si possono/devono ricaricare
- Più sono grandi più ci vuole tempo o potenza per caricarle
- $\text{Energia (kWh)} = \text{Potenza (kW)} \times \text{Tempo (h)}$
- 50kWh possono essere ottenuti con
 - 500kW per 0,1h (detti 6minuti)
 - 50kW per 1h (detti 60minuti)
 - 5kW per 10h (...)

Pur non essendo così semplice il calcolo aiuta a dare un'idea lato batteria e lato sorgente.

Le batterie... vanno ricaricate in corrente

- Limitazioni sono sulla singola cella
- Il BMS e il controllo della carica



Electrical Characteristics (at 25°C)

Capacity (Nominal @ C/2)	75.0Ah	
Voltage (Nominal)	3.7V	
Lower Limit Voltage	2.7V	
Upper Limit Voltage	4.2V	
Charge Current (Max. Continuous)	225A (3C)	
Discharge Current (Max. Continuous)	450A (6C)	
Pulse Current (Max., 10 sec.Duration)	750A (10C)	
# Cycles @ 1C/1C (75A), to 80% of Capacity	<u>100% DOD or 2.7-4.2V</u> 1,400	<u>80% DOD or 3.3-4.1V</u> up to 5,000
Internal Impedance (1kHz AC)	0.40 ± 0.10 mΩ	
Weight	1.78 Kg	
Peak Power Density (10 Sec., 50% SOC)		
Gravimetric	1560 W/Kg	
Volumetric*	3125 W/L	
Energy Density		
Gravimetric	156 Wh/Kg	
Volumetric*	312 Wh/L	

Operational Specifications

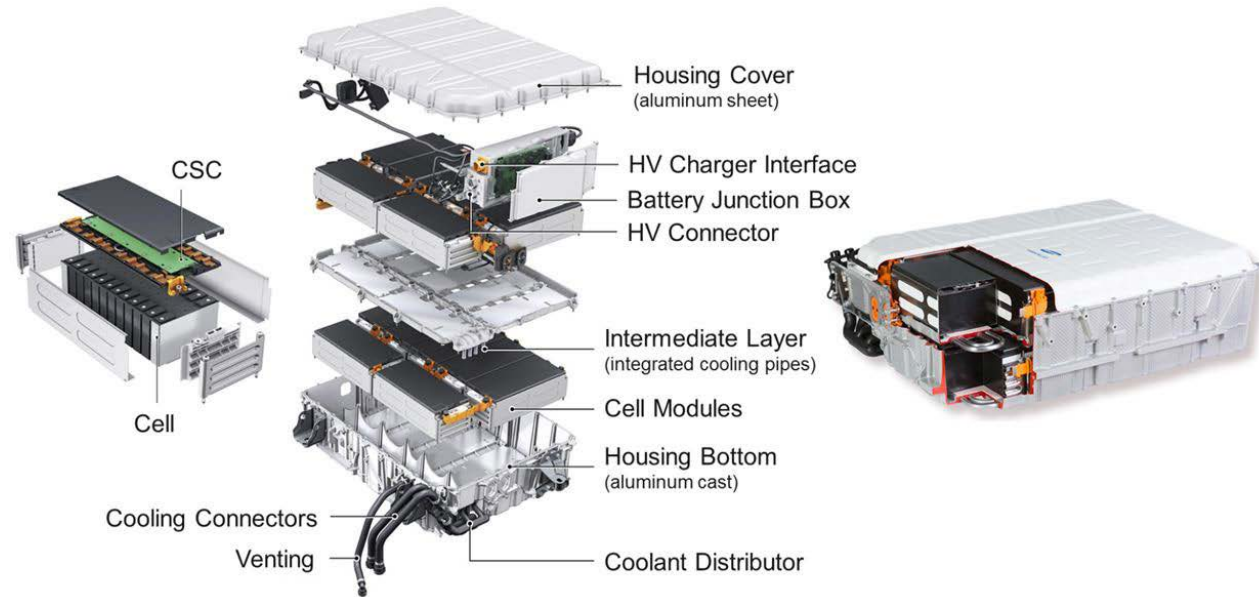
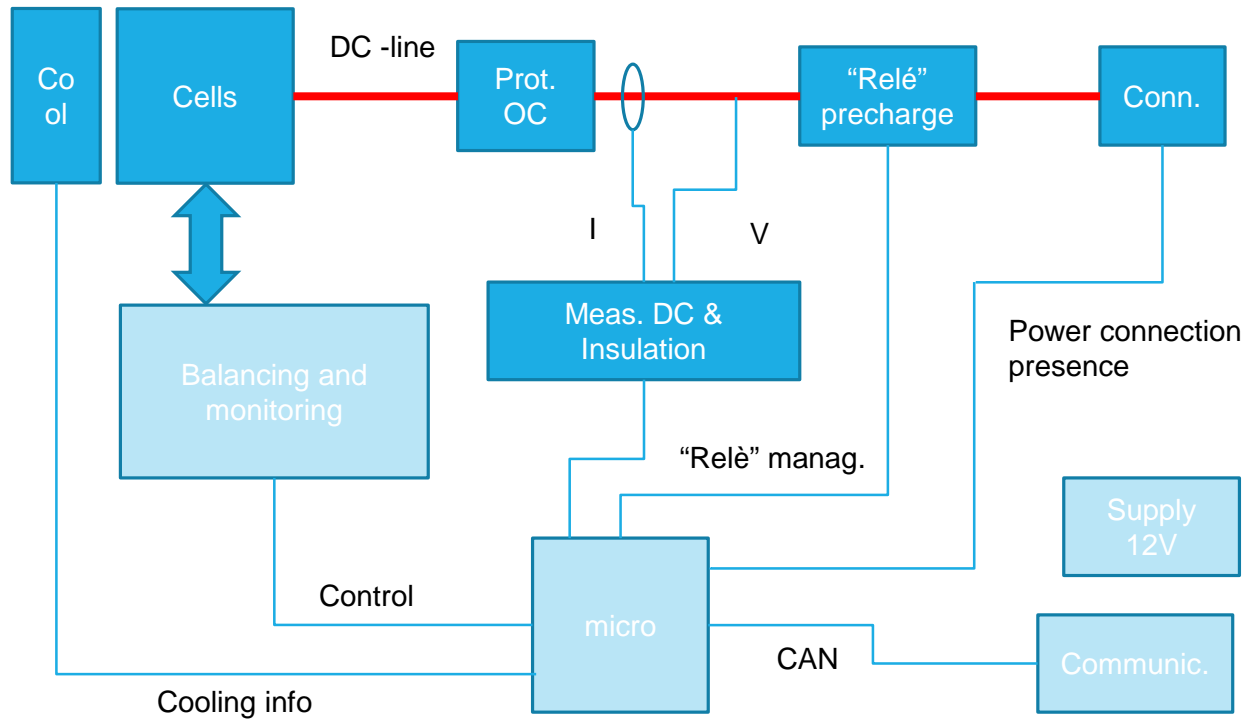
Charge Temperature Range	0°C ~ 45°C
Discharge Temperature Range	-30°C ~ 60°C

*Volume calculated using core cell dimensions, excluding tabs and seals

Le batterie... vanno ricaricate

- Le connessioni interne ed alcuni esempi di batterie
- La gestione termica in ricarica stazionaria

Battery system structure

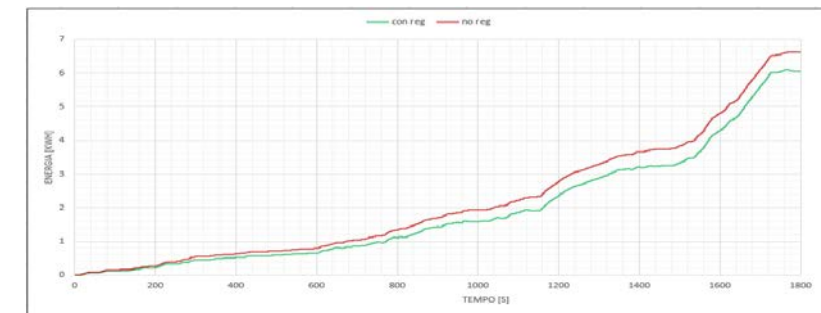
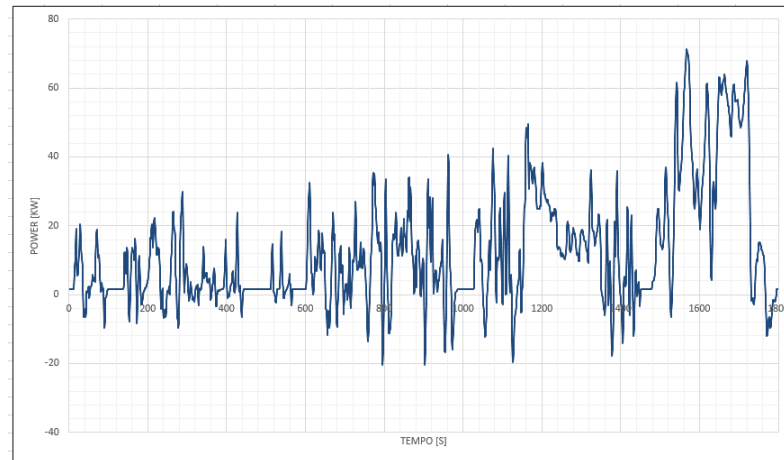
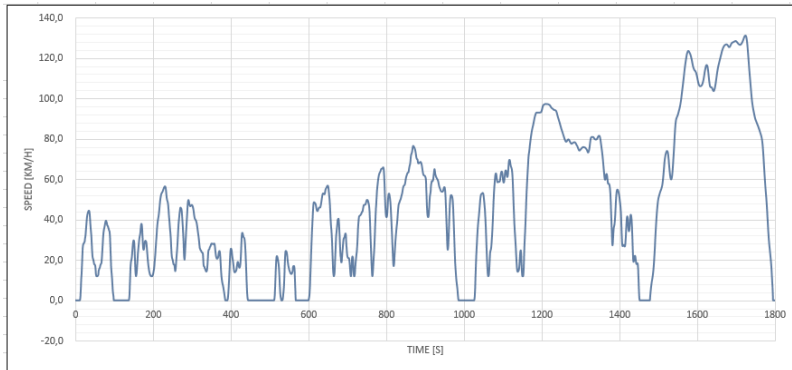


Le tipologie di veicolo elettrico

- **Diverse tipologie di veicoli e di utilizzatori >> diverse tecniche di ricarica**
- **Scooter / Monopattini / Biciclette / Droni**
 - **Alta diffusione nonostante il notevole incremento di costo**
- **Auto privata urbana**
- **Auto privata luxury**
- **Van per consegne lastmile**
- **Veicoli grandi Autobus e Camion**
- **Aerei - Navi**

Le tipologie di veicolo elettrico

- **Necessità e bizzarrie del veicolo personale**
- **User needs and habits**
- **Cicli di omologazione / design**
- **Opportunità inesplorate nel veicolo personale**



Le tipologie di veicolo elettrico



- **Esigenze diverse**
- **Percorsi prestabiliti ricariche prestabilite**
- **Ricarica fast alla fermata, capolinea o in deposito**

Modalità di ricarica e gli standard

- Le batterie sono sorgenti DC per cui si ricaricano in DC
- I veicoli si «ricaricano» in DC / AC / Wireless ... o non si ricaricano...
- Tutto quello che riguarda la ricarica è standardizzato da norme e regolamenti relativamente recenti e ancora in evoluzione

AC o DC



Wireless



Battery swapping



Modalità di ricarica e gli standard: conduttiva

	System A CHAdeMO (Japan)	System B CATARC (PRC)	COMBO1 (US)	System C COMBO2
Connector				
Vehicle Inlet				
Communication Protocol	CAN		PLC	

Mode 2



Mode 4

- Actually 4 modes following IEC 61851-1
 - Mode 1 - Home
 - Mode 2 - M3 to M1
 - Mode 3 - Energy marketing
 - Mode 4 - DC charge

Mode 3 Type 2
VDE-AR-E 2623-2-2
Mennekes
Germany

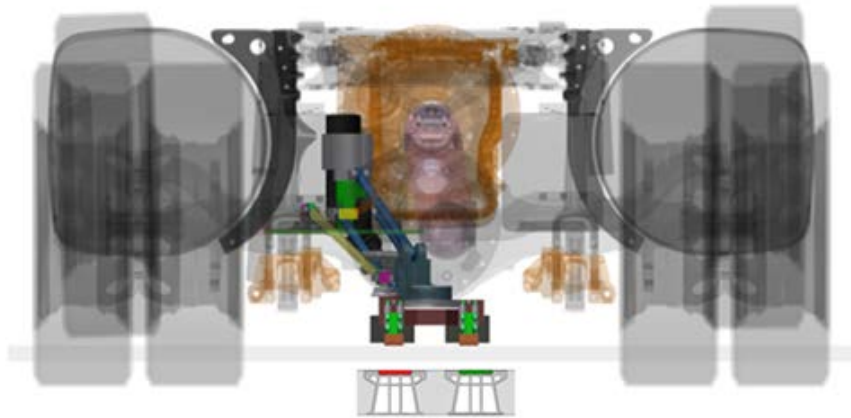
Acea standard **vehicle side EU since 2017**



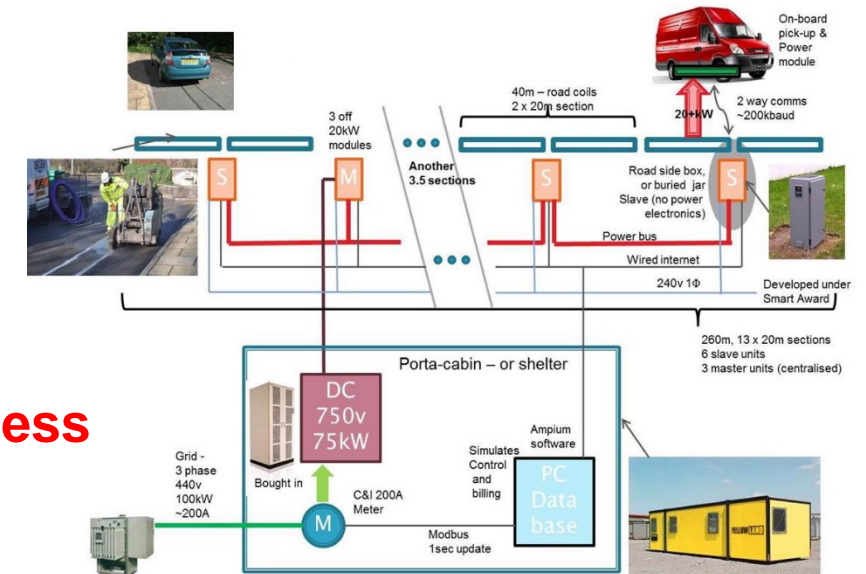
Modalità di ricarica e gli standard: le e-road

- Le e-road sono più vicine ad una ferrovia che a una strada: le infrastrutture

Conduttivo



Cross section of Volvo tractor equipped with turning pickup



Wireless

Modalità di ricarica: gli standard conduttiva

Safety

IEC 61851-XX

- > Electric vehicle conductive charge system
- > Part 1: General requirements
- > Part 21: Electric vehicle requirements for conductive connection to an AC/DC supply
- > Part 22: AC electric vehicle charging station
- > Part 23: DC electric vehicle charging station

Plug

IEC 62196-X

- > Plugs, socket-outlets, vehicle couplers and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles
- > Part 1: General requirements
- > Part 2: Dimensional interchangeability requirements

Communication

ISO 15118

- > Road vehicles – Communication protocol between electric vehicles and grid

ISO 15118-1

- > Part 1: Definitions and use-cases

ISO 15118-2

- > Part 2: Sequence diagrams and communication layers

ISO 15118-3

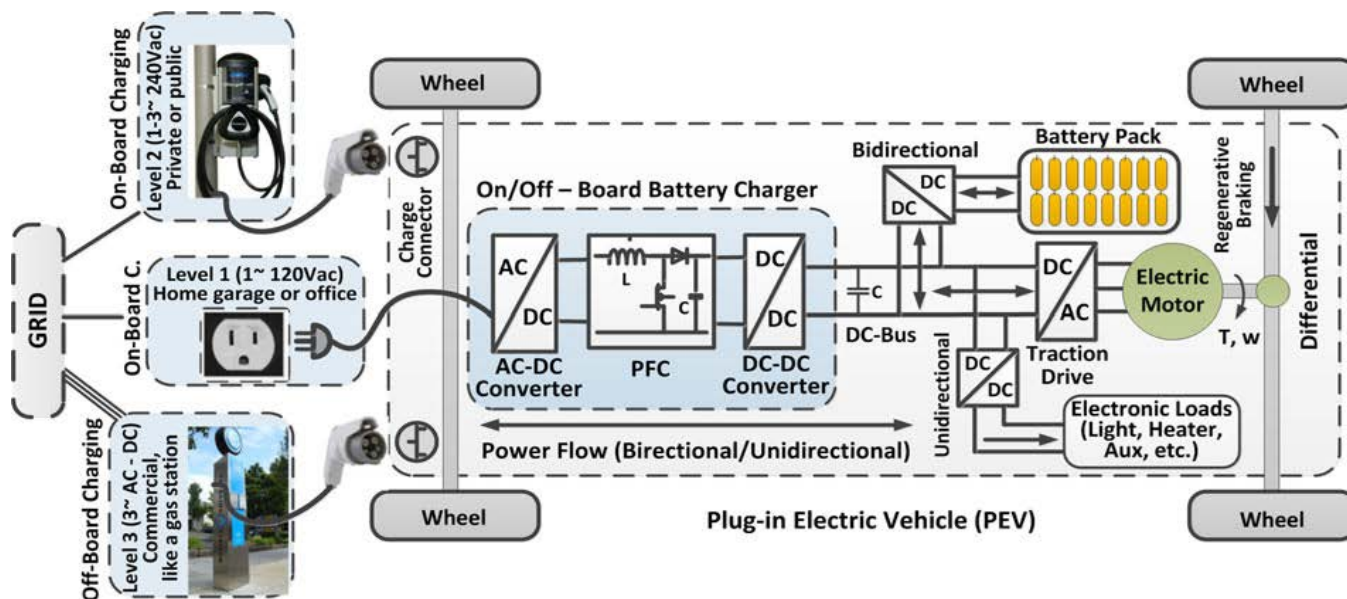
- > Part 3: PLC Technology and Timings

Part 4: Network and application protocol conformance tests **(2018)**

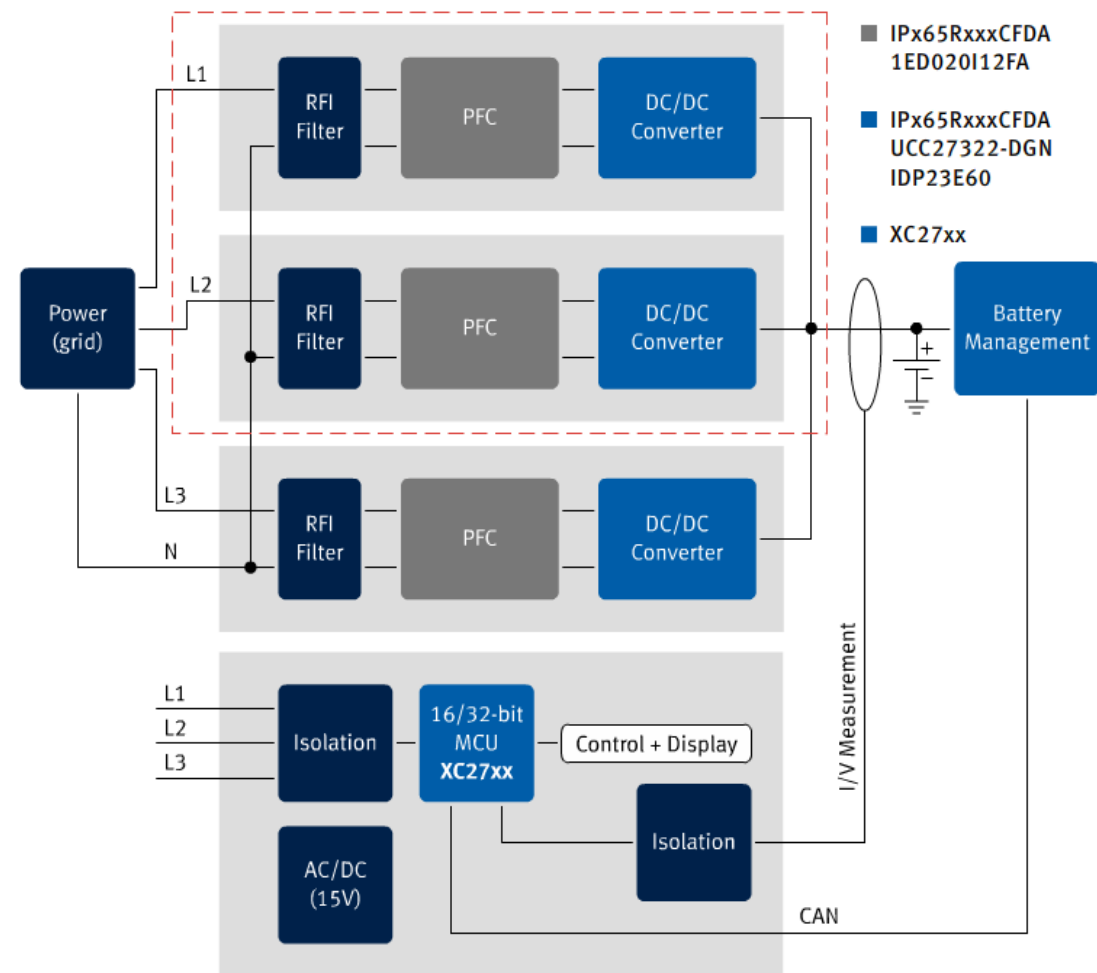
Le soluzioni tecnologiche attuali

- **La power electronics della ricarica**
- **La richiesta di isolamento**
- **I livelli di tensione e di corrente**

- AC conductive stationary or DC electronics
 - All must have **PFC** function to the grid
 - Level 1: Small powers 1-4kW
 - Home garage or office
 - » Single phase AC
 - Slow charge
 - **on board**
 - Level 2: Medium powers 4-22kW
 - Industrial / commercial
 - » Single phase and three phase
 - Fast charge class A-D vehicles & Slow charge large vehicles
 - **on board**
 - Level 3: High powers 22-250kW
 - Industrial and commercial
 - » Three phase
 - Industrial vehicles large track
 - **off board**



- **Strutture on board e offboard adottate per la ricarica**



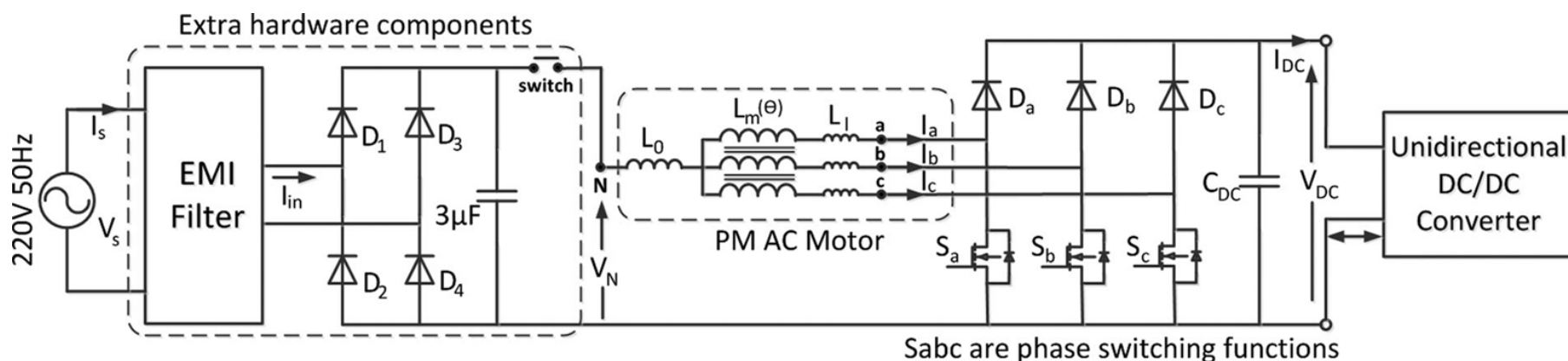
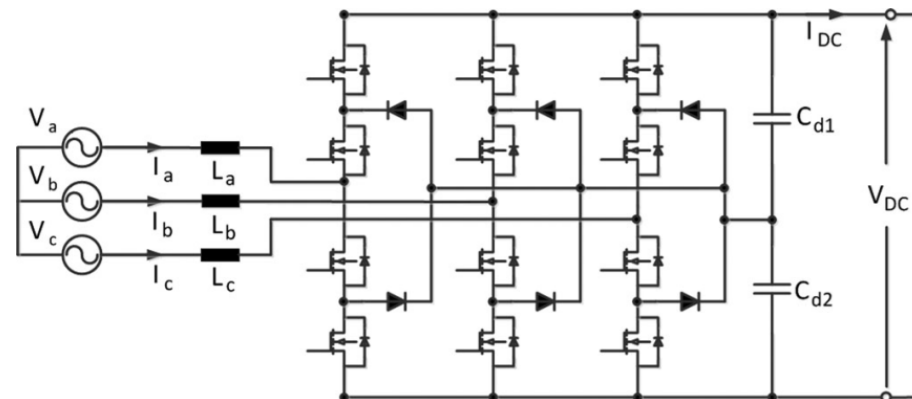
Le soluzioni tecnologiche attuali: **V2G**

- **Restituire energia alla rete si può fare?**
- **La rete deve essere in grado di ricevere potenza**
- **DC intrinseca ma limitabile dal FW del BMS**
- **AC on-board dipende dall'HW ma solitamente NO**
- **HF dipende dall'HW on board e solitamente NO**

- **Ha senso?**

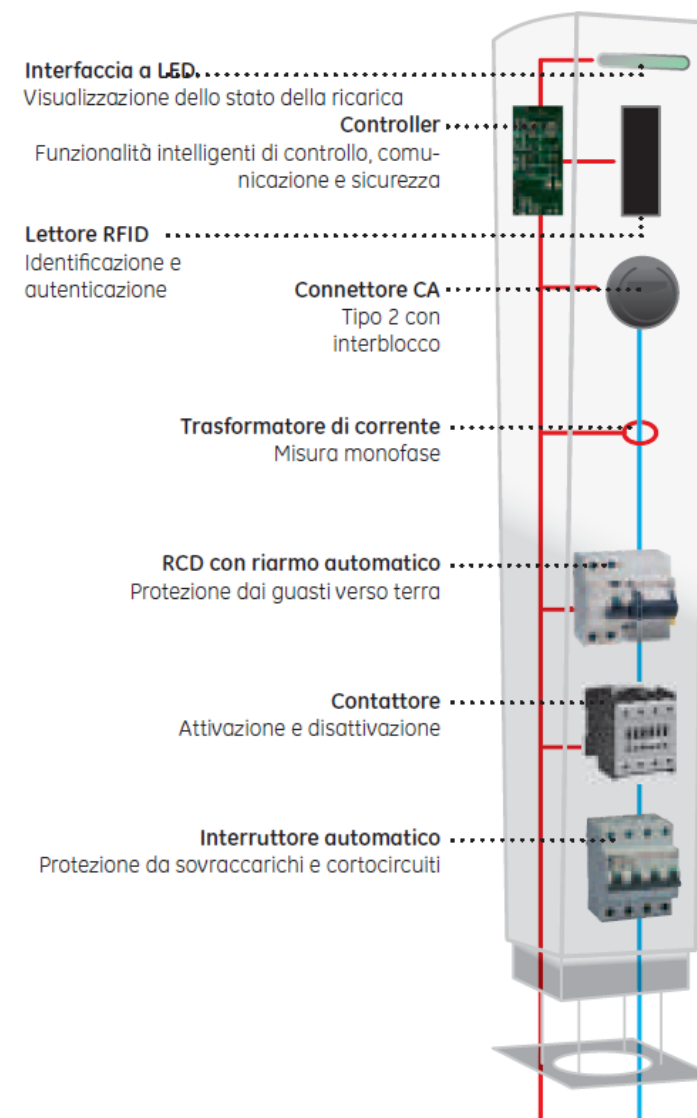
Le soluzioni tecnologiche attuali

- Soluzioni dirette non isolate
- La soluzione BYD di GTT
 - Usare l'inverter di trazione come charger
- Le soluzioni che integrano elettronica di trazione in configurazione stazionaria



Le paline e le charging stations: AC

- Che cosa sono quindi le paline in AC?
- Paline in AC sono «interruttori molto intelligenti»
- Necessità di comunicare con il veicolo e di comunicare verso il gestore della palina e verso il gestore della rete di distribuzione



Le paline e le charging stations: DC

- Le charging station in DC sono solitamente usate per la ricarica fast o ultrafast
- Includono Strutture di conversione DC/DC
- Solitamente alte potenze

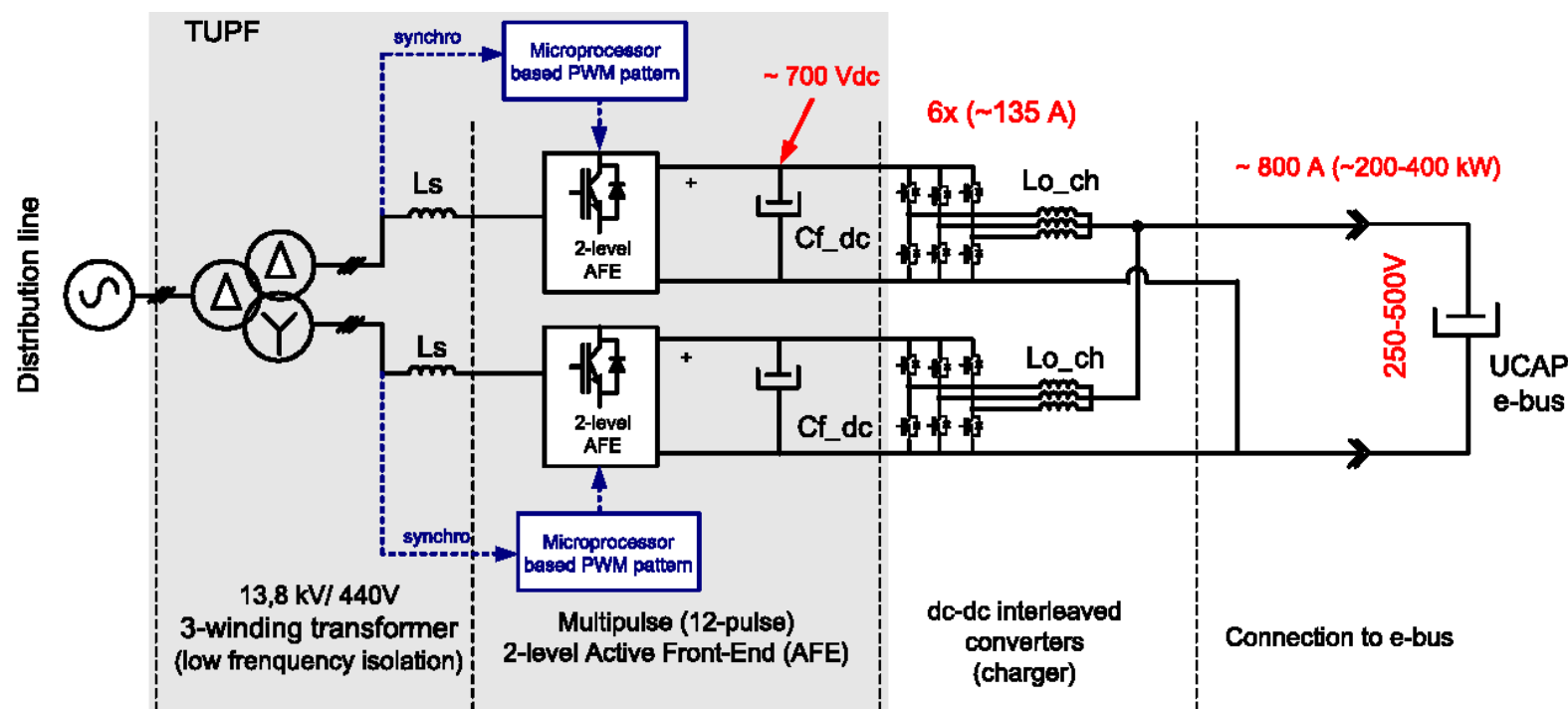


ABB Terra HP high power EV charger can operate at powers of **up to 350 kW**



It can recharge the largest EV batteries in **less than 15 minutes**



Future-proof architecture serves current and future BEVs though scalability and interoperability.

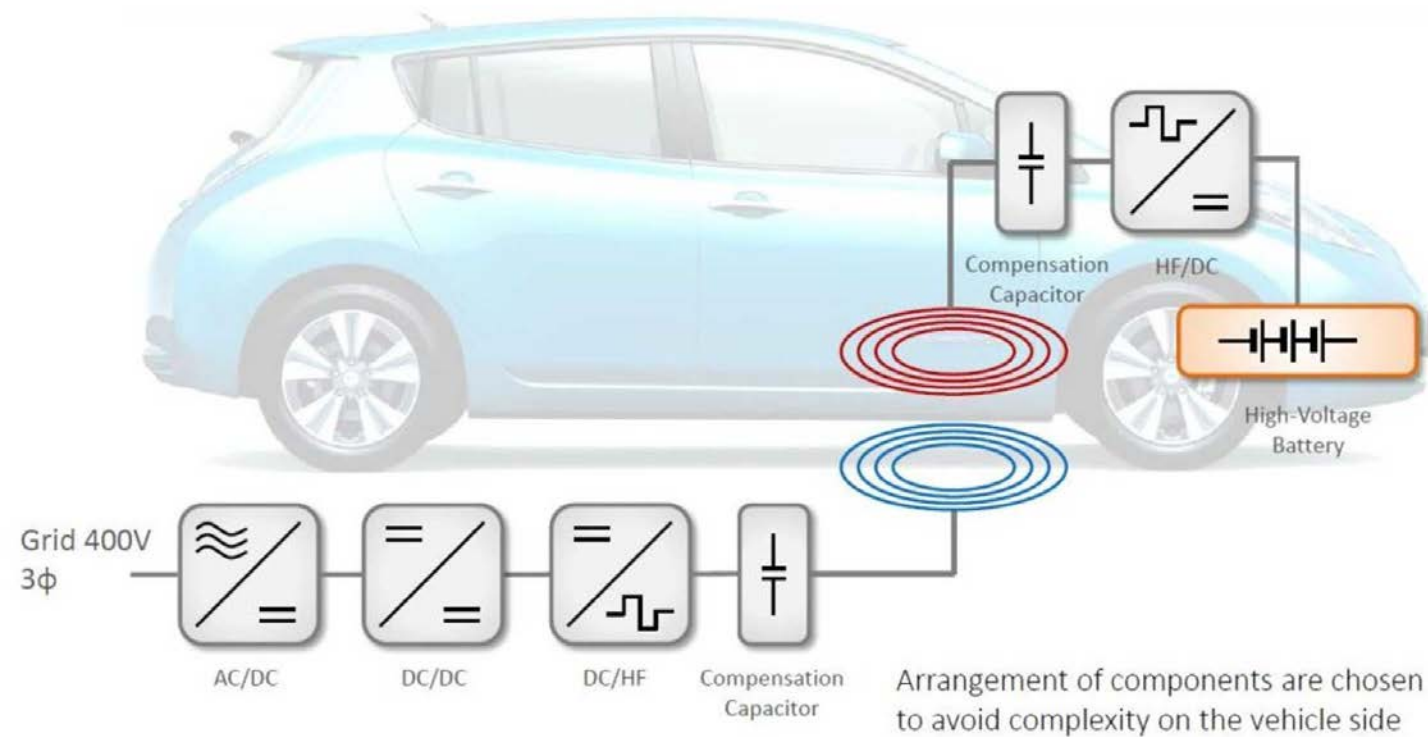
Le paline e le charging stations: **casa**

- E a casa?
- Wall box e mode 2... per il momento un grosso phon



Le paline e le charging stations: **Wireless**

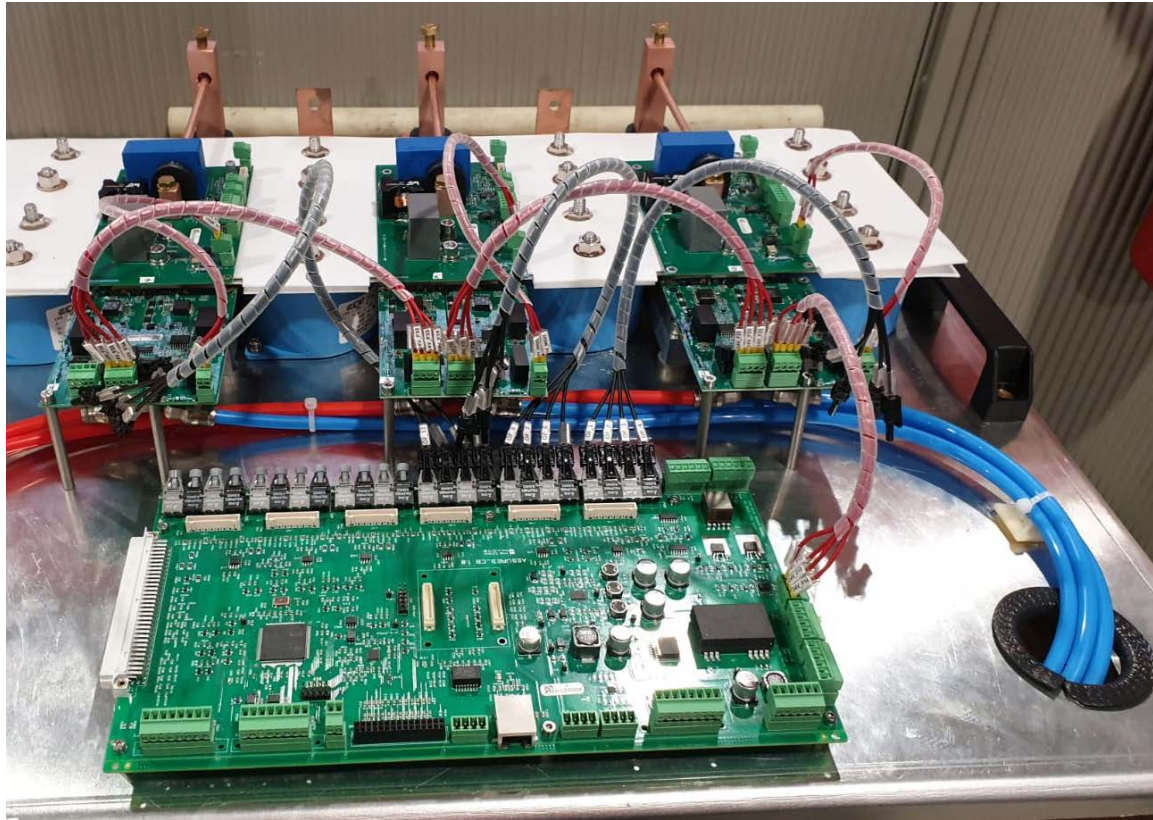
- In HF di fatto si trova poco in commercio anche se lo standard è sostanzialmente mondiale.



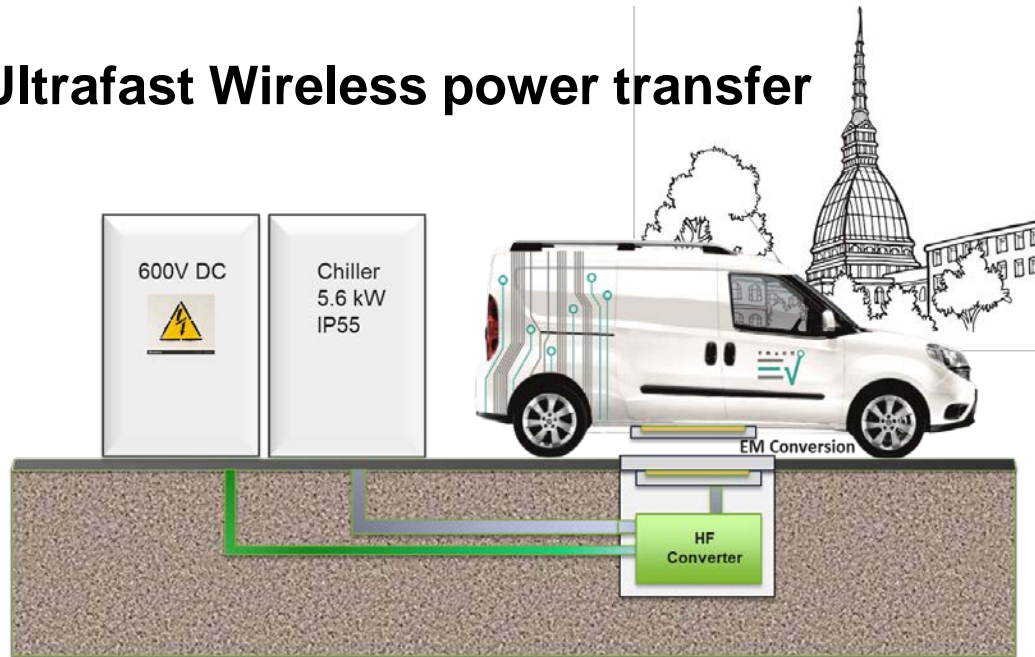
- **Ricarica DC a bassa potenza potenziale riduzione significativa del costo di costo ingombre e presenza di un carica batterie integrato**



- La ricarica Wireless ad alta potenza

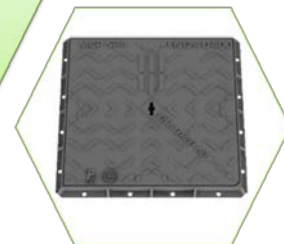


Ultrafast Wireless power transfer



100x100cm
wells for deploy
of the High
Frequency
Power Boards

100x100cm
manholes

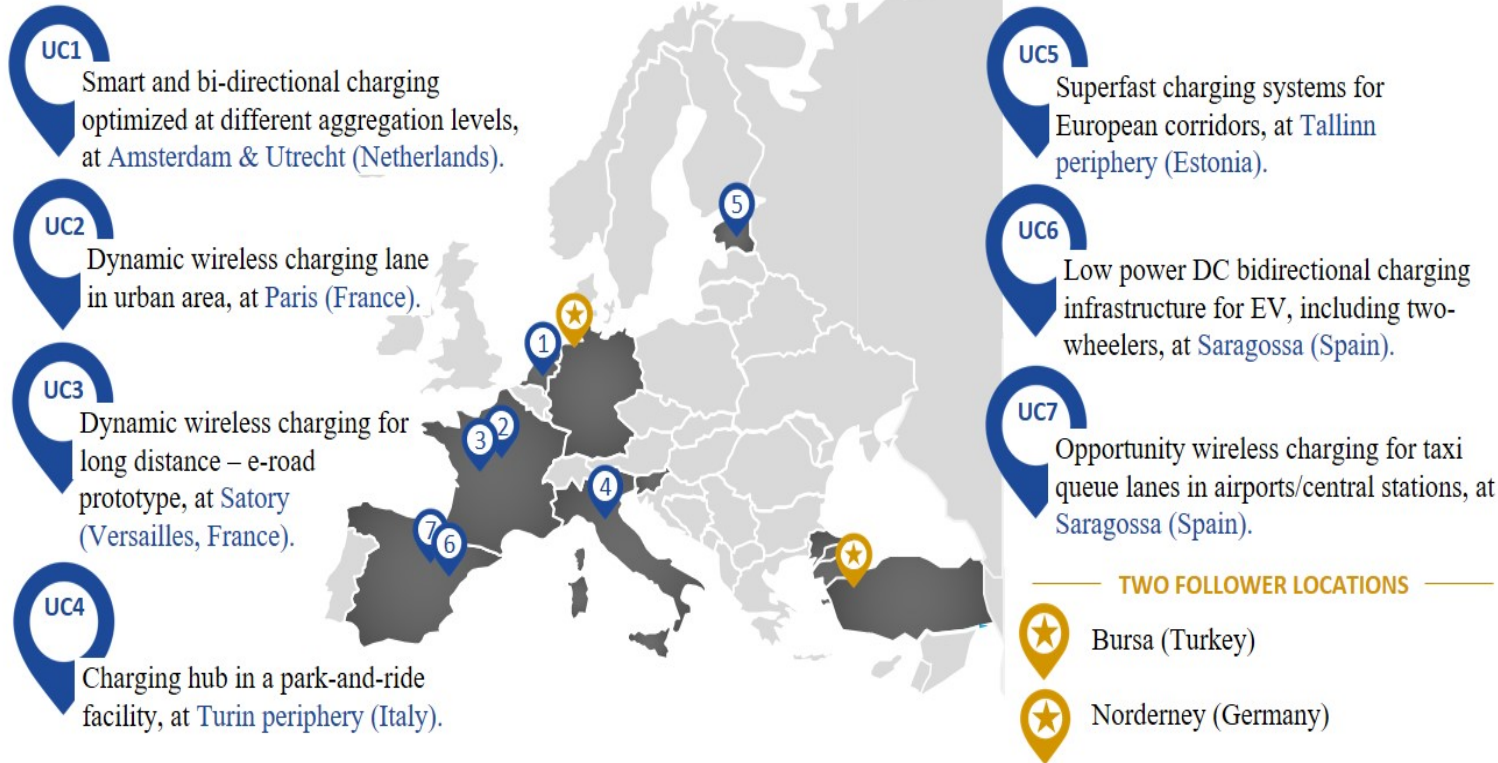


Busses occasional Ultrafast charging



Nuove linee nella ricerca

SEVEN USES CASES



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the grant agreement No 875683



POLITECNICO DI TORINO



Power Electronics Innovation Center - PEIC@polito.it

WP2. User perception about charging infrastructure



- **Caratteristiche dei viaggi e modelli di utilizzo auto**
- **Sistema di supporto alle decisioni DSS per lo sviluppo dei sistemi di ricarica**
- **Business model**

WP6. INCIT-EV platform for charging infrastructure planning and services provider development

WP9. Use cases and solutions replication: Business cases and exploitation strategies



Nuove linee nella ricerca: **INCIT-EV**

- Il progetto INCIT-EV a Torino



Tramway DC power distribution

Long term slow (3kW) DC charging

High power ultrafast (150kW)

High power (100kW) WPT

20kW Stationary WPT



Conclusioni

- **Auto elettrica: pronti al via?... sono già partiti!... siamo pronti?**
- **Le soluzioni di ricarica conduttiva statica attuale sono in consolidamento**
- **Il problema della distribuzione di energia elettrica: verso la soluzione di reti DC dedicate?**
- **Le nuove prospettive della ricarica wireless sono molto interessanti**
- **La ricarica dinamica è agli inizi**
- **Tutto dipenderà sostanzialmente dalla capacità di penetrazione che il veicolo elettrico avrà nei prossimi anni e alle modalità di tassazione dell'energia elettrica...**