

Il ruolo della mobilità elettrica nelle reti del futuro

Stefano Bracco, Federico Delfino, Giorgio Piazza
DITEN, Università degli Studi di Genova

L'articolo tratta la diffusione della mobilità elettrica nel contesto europeo e nazionale e le principali modalità di ricarica. Particolare attenzione è rivolta alla ricarica intelligente e all'impiego delle tecnologie V2X che affidano ai veicoli elettrici un ruolo attivo all'interno del sistema elettrico

Diffusione dei veicoli elettrici

Secondo il recente studio pubblicato dall'*International Energy Agency* - IEA [1], il parco circolante di automobili *Battery Electric Vehicle*, anche dette *full-electric* - BEV, e *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* - PHEV, ibride con la possibilità di essere ricaricate da un punto di ricarica, ammontava a circa 16,5 milioni di unità a fine 2021 nel mondo, pari al triplo del valore registrato nel 2018. L'*European Alternative Fuels Observatory* (EAFO) indica circa 5,1 milioni di automobili elettriche (52% BEV e 48% PHEV) nel 2022 in Europa, rappresentanti l'1,5% della flotta circolante, con un tasso del 19,5% di immatricolazioni di auto elettriche [2]. All'interno dell'Unione Europea, Svezia e Paesi Bassi rappresentano esempi virtuosi, rispettivamente con il 48% e il 28% delle immatricolazioni costituite da veicoli BEV e PHEV. Ancora più eccezionale il caso della Norvegia che registra una percentuale superiore all'85% [1]. I dati riportati in [2] indicano per l'Italia un 8% di immatricolazioni BEV e PHEV nel 2021 e un numero di veicoli

circolanti pari a circa 333 mila (51% BEV e 49% PHEV), valori in linea con quelli forniti dall'associazione nazionale MOTUS-E [3] che parla di 160 mila veicoli BEV circolanti a fine ottobre 2022. La IEA indica circa 450 modelli di veicoli elettrici in commercio, caratterizzati da un'autonomia media di 350 km per i BEV e 60 km per i PHEV; esistono sul mercato veicoli BEV altamente performanti, con autonomia superiore a 600 km e batterie a venti capacità sopra i 100 kWh.

Infrastrutture e modalità di ricarica

Tralasciando la ricarica induttiva (*wireless*) e la mera sostituzione delle batterie scariche (*battery swapping*), applicazioni non particolarmente diffuse, si ha la "ricarica conduttiva" che fa riferimento alla ricarica del veicolo via cavo in corrente alternata (AC) o in corrente continua (DC). Secondo la Norma internazionale CEI EN 61851-1 [4], si possono avere quattro diversi modi di ricarica conduttiva: modo 1 (ricarica domestica in AC monofase, potenza massima 3,7 kW, utilizzo di presa industriale CEE o Schuko) adatto per ricaricare mezzi leggeri (bici e scooter); modo 2 (ricarica domestica o in spazi privati in AC monofase, potenza massima 7,4 kW, cavo dotato di *control box* per monitoraggio e regolazione della ricarica); modo 3 (ricarica sia in spazi privati che pubblici in AC monofase o trifase, potenza massima 43 kW, infrastruttura di ricarica dotata di *control box*); modo 4 (ricarica in DC con potenze massime che possono superare i 300 kW). Se si focalizza l'attenzione sulla ricarica in ambito pubblico, essa può avvenire in AC (modo 3) o in DC (modo 4). Nel primo caso, il veicolo viene connesso tramite un cavo ad una *wall box* o a una colonnina di ricarica connessa alla rete di distribuzione in bassa tensione (BT); il cavo è in dotazione del veicolo (fino a potenze massime di 22 kW) o è già parte della stazione di ricarica (per potenze superiori a 22 kW). La massima potenza di carica è sempre inferiore o uguale al minimo tra la potenza di targa del punto di ricarica e la potenza nominale

del caricabatteria (convertitore AC/DC) interno al veicolo. Lato infrastruttura di ricarica si può trovare la presa tipo 2 (standard europeo Mennekes per ricarica automobili) e/o la presa tipo 3a (per connettere mezzi leggeri), mentre sul veicolo si ha la presa tipo 2 o la presa tipo 1. Nel caso invece di ricarica DC, l'infrastruttura di ricarica è sicuramente più complessa e costosa dal momento che contiene al suo interno i dispositivi di elettronica di potenza AC/DC; il cavo, che trasferisce energia al veicolo in corrente continua, è sempre connesso alla stazione. I connettori impiegati in DC sono il CHAdeMO (standard asiatico) e il CCS Combo 2 (standard europeo). Ci sono sperimentazioni in atto per ricaricare veicoli in DC con potenze superiori a 500 kW (900 kW con connettore ChaoJi), anche se oggi i valori massimi raggiunti per ricaricare automobili presenti sul mercato si attestano sui 300-350 kW e la tendenza è quella di avere veicoli con batterie sempre più capienti (oltre i 100 kWh) e ad elevata tensione (ad oggi fino a 900 V).

Secondo quanto riportato in un recente studio effettuato da ARERA [5], i punti di ricarica possono essere suddivisi nei seguenti quattro segmenti di mercato sulla base del valore di potenza massima: ricarica lenta (*slow*) fino a 7,4 kW, ricarica accelerata (*quick*) da 7,4 fino a 22 kW, ricarica veloce (*fast*) da 22 fino a 50 kW, ricarica ultra-veloce (*ultra-fast*) oltre i 50 kW. MOTUS-E indica, a settembre 2022, circa 33 mila punti di ricarica pubblici o ad accesso pubblico installati in Italia, di cui il 91% in AC (15% *slow* e 85% *quick* o *fast*) [3]. Dal punto di vista della collocazione geografica, tali punti di ricarica sono installati per il 57% al Nord, 23% al Centro e 20% al Sud; Lombardia e Piemonte sono le regioni con il maggior numero di infrastrutture. Si è registrato, nell'ultimo trimestre, una forte crescita dell'installazione di punti di ricarica in DC che hanno rappresentato il 45% delle nuove installazioni. La scelta di quali punti di ricarica installare (in termini di potenza e tipologia) e dei siti ottimali dipende da molti fattori, *in primis*: domanda di trasporto degli utenti "elettrici", tipologia di sosta, densità abitativa, assenza di vincoli paesaggistici, facilità di allaccio alla rete elettrica, ecc. Sicuramente costituiscono siti idonei all'installazione i luoghi di interesse (musei, parchi archeologici, centri storici, ecc.), le grandi direttrici di traffico, i centri commerciali, le stazioni, gli aeroporti, gli ospedali, i centri sportivi, i campus universitari, ecc. Nelle zone residenziali è preferibile scegliere punti di ricarica *slow* o *quick*, considerando che la ricarica avviene prevalentemente di notte per tempi sufficientemente lunghi, al contrario in autostrada è necessario dotare le aree di servizio di stazioni *ultra-fast* visti i ridotti tempi di

sosta degli utenti, mentre in prossimità di centri commerciali e luoghi di interesse si trovano spesso sistemi di ricarica *quick* o *fast*. Un caso particolare è costituito da aeroporti e stazioni ferroviarie, nelle cui aree di sosta si possono prevedere diverse tipologie di punti di ricarica: *ultra-fast* per taxi e veicoli adibiti a *car sharing*, *slow* e *quick* per veicoli che stazionano per lunghi periodi.

Sostegno alla mobilità elettrica

L'Unione Europea ha accelerato lo sviluppo della mobilità elettrica, vista come uno dei principali mezzi per raggiungere la decarbonizzazione, attraverso l'emanazione di importanti direttive e atti legislativi, basti ricordare la Direttiva 2014/94/UE sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi (DAFI), il *Green Deal* [6] e le misure alla base del *Fit for 55*, il *Next Generation EU* [7] *plan* e il *Sustainable and Smart Mobility Strategy and Action Plan* [8] che prevede entro il 2030 almeno 30 milioni di veicoli a emissioni zero in circolazione sulle strade europee. Un impulso alla mobilità elettrica è da imputare anche al Regolamento UE/2019/631, che definisce i livelli di prestazione in termini di emissioni di CO₂ delle nuove autovetture e favorisce l'immissione nel mercato di veicoli sempre più *green*. A livello italiano, è significativo ricordare il D.Lgs. n. 257 del 16 dicembre 2016 (che recepisce la direttiva DAFI), il Piano nazionale infrastrutturale per la ricarica dei veicoli alimentati ad energia elettrica (PNIRE), i Decreti Legge n. 76 del 16 luglio 2020, n. 77 del 31 maggio 2021 e n. 144 del 23 settembre 2022 (di semplificazione delle norme per la realizzazione di punti di ricarica di veicoli elettrici e per la fornitura di energia elettrica) e il D.Lgs. n. 187 del 8 novembre 2021 relativo agli obblighi per le amministrazioni che rinnovano il parco veicolare. Dal punto di vista delle forme di incentivazione alla mobilità elettrica, si ricordano gli incentivi all'acquisto sia di veicoli a bassa emissione (DPCM 6 aprile 2022) che di infrastrutture di ricarica (decreto Milleproroghe 21 dicembre 2022), nonché importanti provvedimenti quali, ad esempio, i cinque anni di esenzione dal pagamento della tassa automobilistica (bollo) per i veicoli BEV e un importo ridotto negli anni successivi, oppure benefici locali quali la possibilità di accedere alle zone a traffico limitato e di parcheggiare gratuitamente sulle strisce blu in alcune città. Nonostante i molteplici vantaggi connessi alla mobilità elettrica, *in primis* la riduzione del rumore e delle emissioni all'interno delle città, esistono tuttora alcuni ostacoli che ne rallentano la diffusione, come evidenziato nello *Smart Mobility Report 2022* del Politecnico di Milano [12]: il costo di acquisto del mezzo elettrico e dell'infra-

struttura di ricarica domestica, la minore autonomia rispetto ai veicoli tradizionali, la scarsa diffusione delle infrastrutture di ricarica in alcune zone e la necessità di un maggior numero di infrastrutture di ricarica in ambito autostradale. Sicuramente in questi ultimi anni si è assistito a un grande sviluppo dell'infrastruttura di ricarica sul territorio nazionale ed europeo, basti citare la rete di *charger ultra-fast Ionity* installati in 24 nazioni [12] e il progetto CEUC (*Central European Ultra Charging*) nell'Est Europa [13], anche se la rete di ricarica, sia *quick* che *fast*, è stata principalmente sviluppata nei grandi centri urbani e in prossimità delle grandi direttrici di traffico. Un altro fattore che sicuramente incide sulla diffusione della mobilità elettrica è anche il costo del servizio di ricarica che dipende fortemente dall'andamento dei prezzi dell'elettricità, che hanno subito un deciso incremento nello scorso semestre. Si è passati infatti, in Italia, da pagare mediamente 0,25 €/kWh per una ricarica domestica e 0,50 €/kWh per una ricarica pubblica nel 2021 a 0,50 €/kWh e 0,80 €/kWh a settembre 2022.

I veicoli elettrici nelle reti elettriche

I veicoli elettrici e le relative infrastrutture di ricarica si trovano ad essere parte del sistema elettrico nazionale, oggi sempre più caratterizzato dalla presenza di impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile, anche di piccola-media taglia (la cosiddetta "generazione distribuita rinnovabile"). Come riportato da Terna, la produzione elettrica nazionale è stata coperta nel 2021 per il 59% dalle centrali termoelettriche non rinnovabili e per il 41% da impianti a fonte rinnovabile, con un incremento del 11,5% e dello 0,4% rispettivamente di eolico e fotovoltaico rispetto al 2020. In termini di potenza installata, si hanno 62,7 GW di termoelettrico, 23,1 GW di idroelettrico, 11,3 GW di eolico e 22,6 GW di fotovoltaico. I consumi annui nazionali, pari a 300,9 TWh, hanno registrato un aumento dello 6% rispetto al 2020 con un picco di domanda di 55 GW [14].

All'interno dello scenario sopra descritto i veicoli elettrici rappresentano carichi elettrici e, come tali, incidono sulla curva della domanda e la loro ricarica impatta sulla gestione delle reti di distribuzione in bassa e media tensione alle quali tipicamente sono connesse le stazioni di ricarica. Come indicato in [11], se si assume di avere 6 milioni di autovetture elettriche al 2030 (di cui 4 milioni BEV), l'incremento dei consumi nazionali dovuto alla mobilità elettrica è stimabile nel 3% (pari a circa 10 TWh/anno). Un impatto maggiore sul sistema elettrico si ha se si ragiona in termini di potenza

assorbita. Supponendo di avere, in un dato istante, 1 milione di veicoli BEV in carica (25% del totale) a 3 kW, si avrebbe un incremento della curva della domanda di 3 GW (pari a circa il 10% dell'assorbimento tipico notturno). Se si applica un calcolo simile ad una porzione ristretta di territorio, come una città o un quartiere, si può giungere a evidenziare criticità legate a sovraccarichi e congestioni, come evidenziato in un recente studio sviluppato dall'RSE [15]. Sarà quindi sempre più necessario, al crescere del numero di veicoli elettrici e punti di ricarica, applicare strategie di ricarica intelligente (*smart charging*) e implementare le tecnologie V2X (*vehicle-to-everything*), onde evitare problematiche sulle reti elettriche e rendere i veicoli elettrici soggetti attivi all'interno dei mercati dell'energia. È significativo anche considerare l'importanza di integrare le infrastrutture di ricarica con sistemi di produzione di energia a fonte rinnovabile, *in primis* con il fotovoltaico. Numerose sono le installazioni di moduli fotovoltaici sulle coperture di parcheggi pubblici o privati dotati di postazioni di ricarica, e vale la pena nominare anche i lampioni pubblici intelligenti, dotati di prese per la ricarica dei veicoli in sosta a beneficio dell'ottimizzazione dell'occupazione del suolo pubblico.

Prima di parlare di ricarica intelligente e tecnologie V2X, è opportuno nominare i molteplici soggetti coinvolti nell'ambito della mobilità elettrica, come illustrato dal GSE in [16]: il detentore del veicolo (utente finale che effettua la ricarica), il venditore di energia che fornisce l'energia elettrica all'intestatario del POD, il distributore che gestisce la rete di distribuzione e il POD a cui è connessa la stazione di ricarica, il proprietario (*Charging Station Owner* - CSO) e il gestore (*Charging Point Operator* - CPO, che installa e cura la manutenzione) dell'infrastruttura di ricarica, e il fornitore di servizi di mobilità (*Mobility Service Provider* - MSP, che offre il servizio di ricarica all'utente finale gestendo i relativi pagamenti). A tali figure si aggiunge la figura dell'aggregatore (*Balance Service Provider* - BSP) che fa da interfaccia tra più infrastrutture di ricarica e i mercati dell'energia nel caso in cui le stesse erogino servizi di flessibilità in rete attraverso l'implementazione di logiche di ricarica intelligente e V2X. È importante evidenziare che in funzione della tipologia di installazione (ricarica privata o ad accesso pubblico) le figure sopra elencate possono essere non tutte presenti e alcune, in certi casi specifici, coincidere [16].

Smart Charging

Con il termine *smart charging* (ricarica intelligente) si intende la possibilità di implementare strategie di ricarica del singolo veicolo elettrico che

consentano di modulare la potenza di ricarica o dilazionare la ricarica nel tempo in funzione di segnali esterni, quali indicazioni di prezzo o informazioni tecniche derivanti dalla gestione della rete elettrica, pur garantendo le necessità dell'utente finale utilizzatore del veicolo. Si riportano in figura 1 e in figura 2 alcuni esempi di *smart charging*. Tali strategie possono sia apportare benefici economici all'utente finale che garantire una migliore gestione della rete elettrica di distribuzione, evitando nuovi investimenti in componenti della rete (necessari in presenza di un crescente numero di infrastrutture di ricarica gestite in maniera non *smart*), nonché sovraccarichi o interruzioni del servizio di fornitura energetica conseguenti a eccessivi picchi di prelievo. *Smart charging* significa quindi ricaricare un veicolo, o più in generale una flotta di veicoli, in momenti di bassa domanda (per esempio durante la notte), in fasce orarie caratterizzate da prezzi dell'elettricità contenuti, oppure in periodi caratterizzati da un'elevata produzione locale di energia da fonte rinnovabile. Si è soliti distinguere le strategie di

smart charging in due macro gruppi: *user-managed charging* e *supplier-managed charging*. Nel primo caso è l'utente finale che decide quando effettuare la ricarica sulla base delle proprie necessità e in fasce orarie con prezzi favorevoli, mentre nel secondo caso la strategia di ricarica intelligente implementata è decisa da un soggetto terzo, quale il gestore della rete o un aggregatore, in funzione di particolari condizioni di funzionamento della rete (curva di carico della zona in cui è installata l'infrastruttura di ricarica, disponibilità di un eccesso di produzione di energia da impianti a fonte rinnovabile, ecc.).

È importante sottolineare come, al crescere del numero di veicoli elettrici, maggiore sarà il contributo della ricarica intelligente alla compensazione della variabilità delle fonti rinnovabili. Concentrando le ricariche in momenti di surplus di produzione, si potrà evitare il *curtailment* degli impianti rinnovabili; ciò sarà possibile sfruttando sia i veicoli di privati cittadini, che mediamente rimangono parcheggiati per il 95% della giornata, che flotte

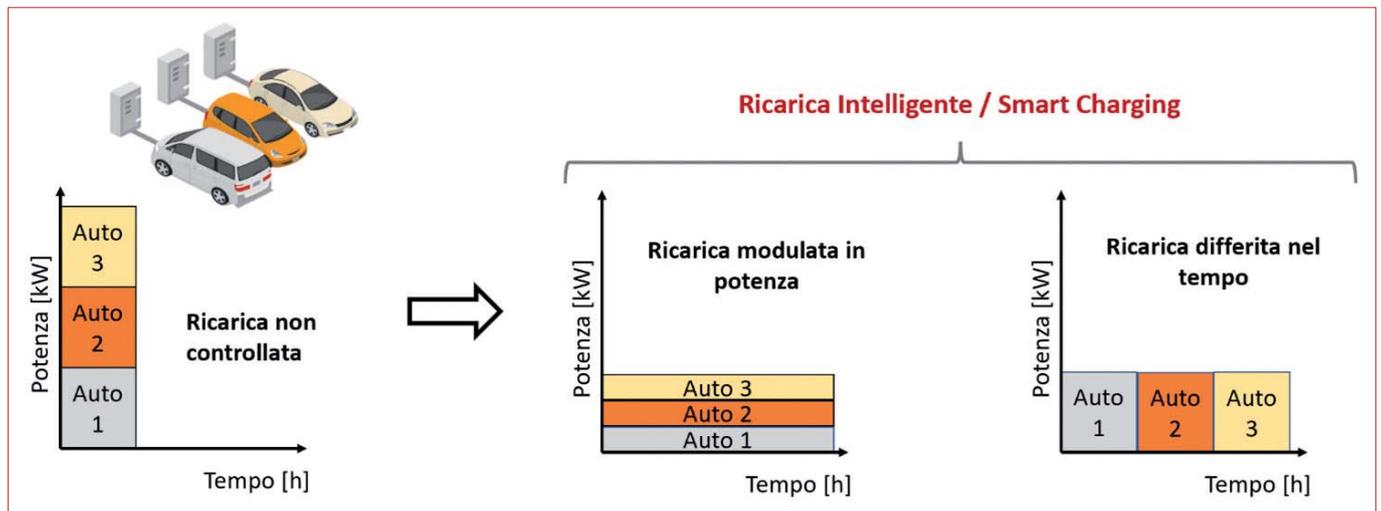


Figura 1
Esempi di smart charging di flotte di veicoli

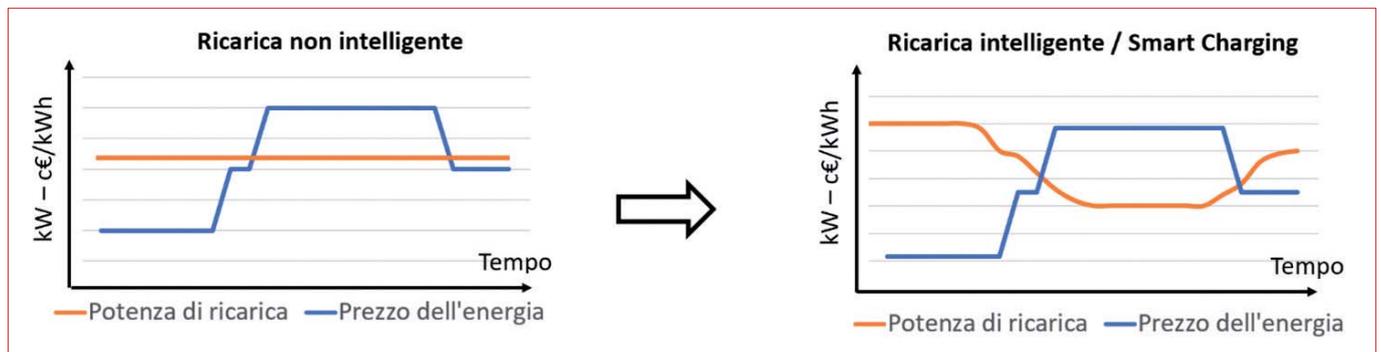


Figura 2
Esempio di smart charging in funzione del prezzo dell'energia elettrica

aziendali (poste, polizia municipale, raccolta rifiuti, ecc.), queste ultime più facilmente prevedibili in termini di orari di stazionamento. Nell'ottica di sviluppare la ricarica intelligente sul territorio nazionale, ARERA con la Deliberazione 541/2020/R/eel del 15 dicembre 2020 [17] ha avviato una sperimentazione finalizzata a facilitare la ricarica nelle fasce orarie notturne e festive (fascia F3) in luoghi non accessibili al pubblico, per utenti in bassa tensione con potenza impegnata tra 2 kW e 4,5 kW. Dal 1° luglio 2021 al 31 dicembre 2023 essi avranno infatti la possibilità di ricaricare il proprio veicolo avendo la disponibilità di una potenza di circa 6 kW, di notte, di domenica e negli altri giorni festivi, senza dover richiedere un aumento di potenza al proprio fornitore di energia elettrica, e quindi senza dover sostenere costi fissi aggiuntivi dovuti all'incremento della potenza impegnata. Inoltre, molti fornitori di sistemi di ricarica in ambito domestico suggeriscono oggi soluzioni integrate che vedono l'installazione di *wall box*, moduli fotovoltaici sulla copertura degli edifici e batterie di accumulo al fine di gestire in maniera ottimale i diversi flussi energetici (di produzione e consumo) durante la giornata: può essere conveniente infatti accumulare l'energia prodotta in surplus dal fotovoltaico e utilizzarla in un secondo momento per soddisfare i fabbisogni dell'abitazione o per ricaricare il veicolo.

Tecnologie V2X

Secondo quanto riportato da ARERA in [5], con il termine "V-to-G" si indica l'interazione tra veicoli elettrici e sistema elettrico, che consente ai veicoli di erogare, tramite le infrastrutture di ricarica a cui sono connessi, servizi di riserva, bilanciamento, regolazione di frequenza e di tensione. Nel caso in cui il flusso di energia sia monodirezionale, dalla rete alla batteria del veicolo, si parla nello specifico di V1G che indica lo *smart charging*: il flusso di energia può essere variato di intensità, interrotto o anticipato/ritardato, ma non cambiare direzione. Viceversa, si introduce la sigla V2G (*Vehicle-to-Grid*) per indicare il caso particolare di V-to-G in cui il flusso di energia è bidirezionale, prevedendo quindi anche la possibilità di iniezione di potenza dalla batteria del veicolo verso la rete. Nella pratica si parla anche di V2H (*Vehicle-to-Home*), V2B (*Vehicle-to-Building*), V2V (*Vehicle-to-Vehicle*), V2L (*Vehicle-to-Load*), che possono essere raggruppati con la sigla V2X (*Vehicle-to-Everything*). Nei casi di V2H e V2B si pone l'accento sullo scambio bidirezionale di energia tra il veicolo e l'edificio (singola unità abitativa o edificio generico) all'interno o in prossimità del quale è installato il dispositivo di ricarica del mezzo considerato. In alcuni casi particolari, già oggi presenti

sul mercato, è possibile anche avere uno scambio di energia tra veicoli (V2V) oppure, nel caso V2L, si possono alimentare dispositivi (come elettrodomestici) con energia prelevata dalla batteria del veicolo attraverso la presa usualmente utilizzata per le ricariche.

Attraverso l'impiego della tecnologia V2G i veicoli si trovano ad operare come e veri proprio sistemi di accumulo in grado di assorbire energia dalla rete, in fase di carica, e cedere energia in fase di scarica. Flotte di veicoli elettrici connessi in rete possono essere caricate (*Grid-to-Vehicle - G2V*) in corrispondenza di momenti di bassa domanda, bassi prezzi o quando si prevede un surplus di produzione di energia in impianti rinnovabili non programmabili (fotovoltaico, eolico, idroelettrico ad acqua fluente, ecc.). I veicoli verranno poi scaricati (V2G) per erogare energia in rete al fine di sopperire ad un incremento della domanda o a una diminuzione non programmata della produzione rinnovabile. Come illustrato in figura 3, la tecnologia V2G può essere quindi impiegata per implementare logiche di "rasatura dei picchi" (*peak shaving*) e di "livellamento del carico" (*load leveling*) al fine di avere la curva della domanda di una determinata area geografica la più costante possibile.

La figura 4 mostra due esempi di applicazione delle tecnologie V2X in ambito domestico, con riferimento a una abitazione dotata di un impianto fotovoltaico e di una *wall box* per la ricarica del veicolo elettrico di proprietà. Il grafico di sinistra è relativo al caso di puro *smart charging* (V1H), mentre il grafico di destra considera la possibilità sia di caricare che scaricare il veicolo (V2H). Il veicolo verrà caricato prevalentemente sfruttando la fonte rinnovabile, se esso sarà presente presso l'abitazione nelle ore centrali della giornata, e fornirà energia all'abitazione (caso V2H) in giornate particolarmente nuvolose o durante la notte.

Dal punto di vista normativo, con il D.M. 30 gennaio 2020 del MiSE [18] si consente alle infrastrutture di ricarica dotate di tecnologia V2G di partecipare al Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD) in forma aggregata tramite le Unità Virtuali Abilitate Miste (UVAM), al fine di erogare servizi di riserva terziaria e bilanciamento, articolati nelle modalità "a salire" e "a scendere", nonché di risoluzione delle congestioni e ulteriori servizi tra i quali la regolazione primaria e secondaria di frequenza e la regolazione di tensione, ove tecnicamente fattibile. Per favorire la suddetta partecipazione, si è ridotta la capacità minima modulabile da 1 MW a 0,2 MW obbligatoriamente

per le sole UVAM costituite esclusivamente da infrastrutture di ricarica. Come illustrato in [16], il detentore del veicolo deve poter definire dei limiti all'utilizzo del sistema di accumulo del proprio veicolo a fini di partecipazione all'MSD (massima energia erogabile, esprimibile in termini di chilometri equivalenti, stato di carica desiderato entro un certo orario, livello minimo di carica al di sotto del quale non erogare servizi verso la rete) e deve poter accedere a benefici economici, anche per compensare l'eventuale riduzione della vita utile della batteria conseguente a ripetuti cicli di carica e scarica, anche se al momento non esiste ancora una letteratura consolidata per asserire che tale modalità di funzionamento penalizzi eccessivamente le prestazioni delle batterie.

Nel corso dell'ultimo decennio nel mondo numerose sperimentazioni sono state condotte al fine di sviluppare e testare le tecnologie V2X. In larga parte, le applicazioni V2G hanno riguardato infrastrutture di ricarica in DC equipaggiate con connettori CHAdeMO. Il sito web [19] riporta l'elenco di 107 progetti V2G sviluppati dal 2009 ad oggi, la maggior parte dei quali nel Regno Unito (22), negli Stati Uniti (19) e nei Paesi Bassi (14). Si desidera ricordare qui alcuni dei progetti più significativi.

- *Parker* (Danimarca), dal 2016 al 2018: applicazione V2G (50 stazioni di ricarica in DC da 10 kW) alla flotta di veicoli Mitsubishi, PSA e Nissan di proprietà dell'utility Frederiksberg Forsyning.

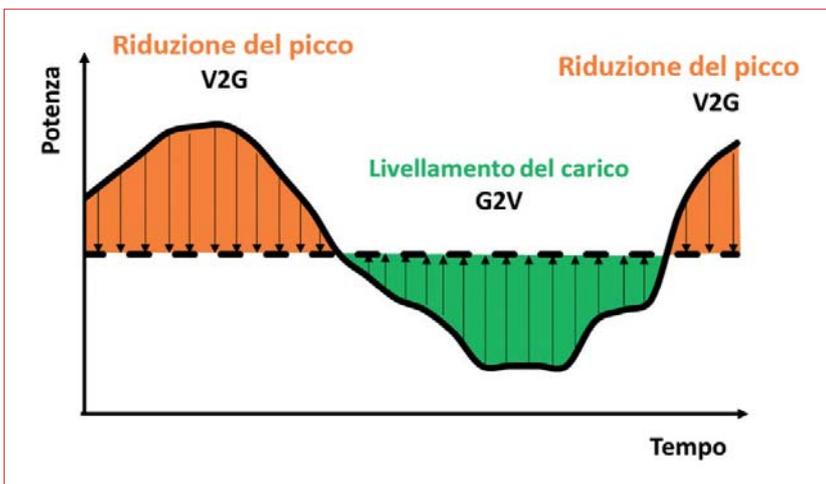


Figura 3

Utilizzo della tecnologia V2G per servizi di peak shaving e load leveling

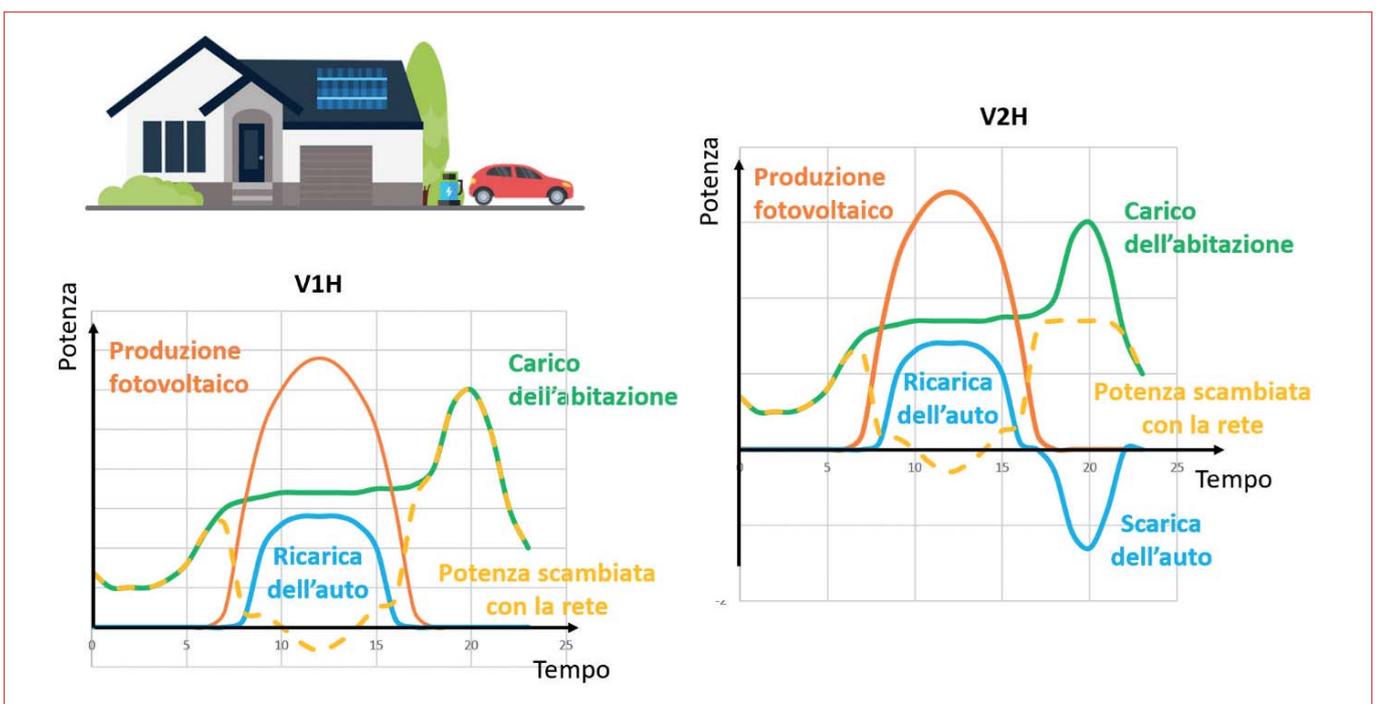


Figura 4

Utilizzo della tecnologia V2H in ambito residenziale

- *Electric Nation Vehicle to Grid* (Regno Unito), dal 2020 al 2022: 100 utenti (del settore domestico e commerciale) proprietari di una Nissan Leaf hanno sperimentato la tecnologia V2G ricevendo una remunerazione.
- *Elia V2G* (Belgio), dal 2018 al 2019: applicazioni V1G (AC) e V2G (DC) per fornire al TSO servizi di regolazione della frequenza. 40 stazioni di ricarica, diversi modelli di veicoli.
- *SCALE* (Paesi Bassi), in corso: progetto Horizon per lo sviluppo di applicazioni smart charging e V2G. 13 casi pilota in Norvegia, Paesi Bassi, Francia, Germania, Ungheria e Svezia.
- *Dendo Drive House* (Giappone): prototipo di casa intelligente (proposto da Mitsubishi nel 2019) equipaggiata con un impianto fotovoltaico a tetto, un sistema di accumulo stazionario a batterie, una *wall box* V2H e un veicolo PHEV (Mitsubishi Outlander) in grado di scambiare energia con l'abitazione e fornire servizi di flessibilità (*peak shaving, load leveling, backup* in caso di disconnessione dalla rete).
- *BloRin - Blockchain* per la gestione decentrata delle *Rinnovabili* (Italia): progetto in corso per la realizzazione di una piattaforma tecnologica basata sulla *blockchain* per la diffusione delle energie rinnovabili e la gestione di scambi energetici, tra cui la gestione di infrastrutture di ricarica V2G, in isole minori quali Favignana e Lampedusa.
- *DrossOne V2G* (Italia): progetto in corso di realizzazione a Mirafiori (Torino) e sviluppato da Free2move eSolutions e Stellantis. Realizzazione di un parcheggio per nuove auto (destinate

ad essere inviate alle concessionarie) dotato di 280 punti di ricarica bidirezionali fast (50 kW) integrati con un impianto fotovoltaico da 12 mila moduli e con un sistema di accumulo stazionario costituito da batterie *second life*. Servizi forniti a DSO e TSO con previsione di 25 MW di riserva ultra-fast entro il 2025.

- *E-mobility lab di Terna* (Italia): nuovo polo tecnologico a Torino dove sperimentare le potenzialità di auto e colonnine elettriche come risorse di flessibilità per il sistema elettrico.

Conclusioni

La mobilità elettrica riveste un ruolo centrale all'interno dell'attuale transizione energetica verso un sistema elettrico sempre più *green*. I veicoli elettrici diventano, per il tramite delle infrastrutture di ricarica ad essi associati, soggetti attivi all'interno dei mercati dell'energia e fondamentale è il contributo che essi possono fornire nell'incrementare la flessibilità del sistema elettrico nazionale, caratterizzato da una presenza sempre maggiore di sistemi di generazione distribuita di energia rinnovabile in distretti urbani sostenibili. L'applicazione di strategie di *smart charging* dei veicoli elettrici e l'implementazione delle tecnologie V2X, accompagnate da una maggiore standardizzazione e digitalizzazione delle architetture operative, possono contribuire al miglioramento della gestione delle reti elettriche e portare vantaggi economici ed ambientali anche agli utenti dei servizi di mobilità elettrica.

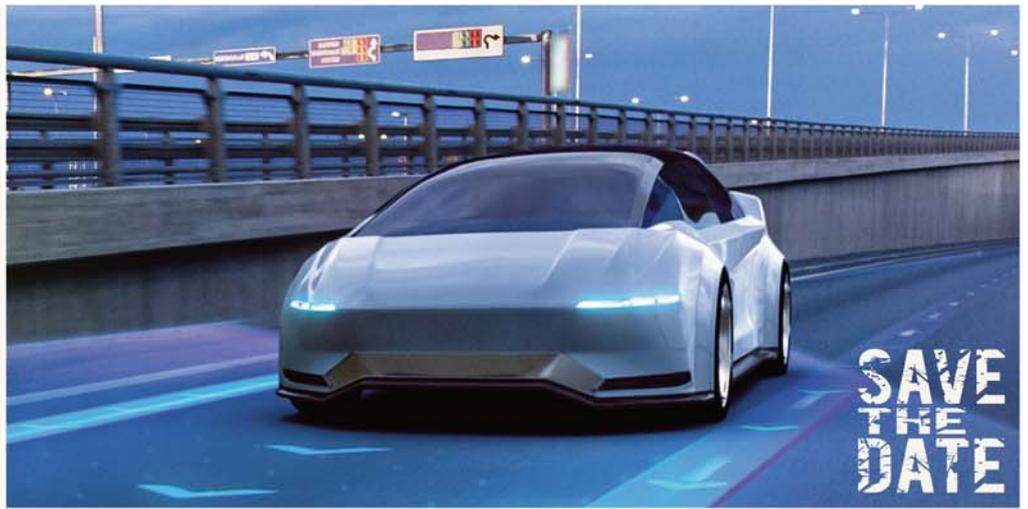
BIBLIOGRAFIA

- [1] IEA: *Global EV Outlook 2022 - Securing supplies for an electric future*, Francia, maggio 2022.
- [2] EAFO: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/>
- [3] MOTUS-E: www.motus-e.org/
- [4] IEC 61851-1:2017: *Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements*.
- [5] ARERA: *Rapporto finale della ricognizione su Mercato e caratteristiche dei dispositivi di ricarica per veicoli elettrici*, aprile 2021.
- [6] European Green Deal: www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/
- [7] Next Generation EU: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_en
- [8] EU Sustainable and Smart Mobility Strategy and Action Plan: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en
- [9] Regolamento (EU) 2019/631: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0631>
- [10] ARERA: *Mobilità elettrica*, www.arera.it/it/eletricita/veicoli_ele.htm#norme
- [11] Energy & Strategy Group: *Smart Mobility Report 2022*, Politecnico di Milano, 2022.
- [12] Ionity: <https://ionity.eu/>
- [13] CEUC: www.electrive.com/2018/04/26/ceuc-new-fast-charge-corridor-for-europe/
- [14] Terna: www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche
- [15] RSE: *Impatto delle infrastrutture di ricarica sulla rete elettrica di distribuzione*, luglio 2022.
- [16] GSE: *Informativa ai detentori dei veicoli in merito all'utilizzo dei sistemi di accumulo in ambito V2G*, novembre 2020.
- [17] ARERA: *Deliberazione 541/2020/R/eel*, 15 dicembre 2020.
- [18] *Ministero Sviluppo Economico - MiSE: Decreto 30 gennaio 2020*.
- [19] V2G Hub: www.v2g-hub.com/

AUTO MOTIVE

Modena, Italy
July 17-19, 2023

University of Modena
and Reggio Emilia



SAVE
THE
DATE

Organized by



in cooperation with
HPEGROUP



International Conference on Electrical and Electronic Technologies for Automotive

AEIT AUTOMOTIVE 2023 Conference will be held on July 17-19, 2023 in Modena to host regular papers in several areas of the multiform automotive field. The 7th AEIT International Conference on Electrical and Electronic Technologies for Automotive (**AEIT AUTOMOTIVE 2023**) aims to be a solid reference of the technical community to present and discuss the most recent results of scientific and technological research for the automotive industry, with particular emphasis to applications and new trends.

The Conference covers all aspects of the segment focusing on 6 tracks:

- **Track 1: Energy storage, fuel cells, and batteries**
- **Track 2: Advanced driver assistance systems and autonomous driving, safety and connectivity**
- **Track 3: Smart mobility and energy grid**
- **Track 4: Power Electronics, active and passive components, sensors and transducers**
- **Track 5: AI for automotive: Hardware and software architectures**
- **Track 6: Electric Motors and Drives for green transportation**

AEIT AUTOMOTIVE 2023 will bring together the Electrical and Electronic

Automotive specialists with the Information and Communication Technology ones. The Executive and the Technical Program Committee include experts from the Academic world, Associations, Key Industrial Stakeholders and Regulatory Authorities.

AEIT AUTOMOTIVE 2023 will be structured in Scientific Sessions, including both lectures and poster sessions, Key-note Speeches, Round tables and Panel discussions, covering current electric automotive scenario with its national and international perspectives, development trends and the regulatory framework. A Technical Exhibition with Industry attendance will be held.

AEIT AUTOMOTIVE 2023 is aimed at an academic and industrial audience, professionals active in automotive, including designers, manufacturers and users of technology, as well as analysts and investors interested in this sector in great development and of high social impact.

Authors are invited to submit preliminary papers containing a complete description of the proposed technical contribution along with results, suitably framed in the related state of the art. Conference content will be submitted for inclusion into IEEE Xplore as well as other Abstracting and Indexing (A&I) databases.

Info for the submission will soon be at disposal on the conference website.

EXECUTIVE COMMITTEE

Enrico Sangiorgi • *General Chair, Italy*
Giovanni Franceschini • *Technical Program Co-Chair, Italy*
Enrico Macii • *Technical Program Co-Chair, Italy*
Giovanni Cancellieri • *Co-Chair, Italy*
Antonio Imbruglia • *Co-Chair, Italy*
Stefano Massucco • *Co-Chair, Italy*
Giuseppe Parise • *Co-Chair, Italy*
Gaia Petrelli • *Publication Chair, Italy*
Gianni Pasolini • *Local Committee Chair, Italy*
Adamo Nicola Panzanella • *Logistics Chair, Italy*
Stefano Pirani • *Web Services Chair, Italy*
Gianfranco Veglio • *Finance Chair, Italy*

TECHNICAL PROGRAM COMMITTEE

Program Co-Chairs: Giovanni Franceschini, • *University of Modena and Reggio Emilia, Italy*
Enrico Macii • *Politecnico di Torino, Italy*
• **Track 1: Energy storage, fuel cells, and batteries** • *Track Chair:* Massimo Ceraolo, *University of Pisa, Italy*
Track 2 • Advanced driver assistance systems and autonomous driving, safety and connectivity • *Track Chair:* Marko Bertogna, *University of Modena and Reggio Emilia, Italy*
Track 3 • Smart mobility and energy grid • *Track Chair:* Carlo Alberto Nucci, *University of Bologna, Italy*
Track 4 • Power Electronics, active and passive components, sensors and transducers • *Track Chair:* Matteo Meneghini, *University of Padua, Italy*
Track 5 • AI for automotive: Hardware and software architectures • *Track Chair:* Angelo Garofalo, *University of Bologna, Italy*
Track 6 • Electric Motors and Drives for green transportation • *Track Chair:* Davide Barater, *University of Modena and Reggio Emilia, Italy*

SECRETARIAT

AEIT - Ufficio Centrale
Via Mauro Macchi, 32 • 20124 Milano
• email: automotive@aeit.it • web site: <https://convegni.aeit.it/automotive>