

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

***Relazione per la prova finale
«Vehicle-to-grid: benefici e criticità
nel contesto elettrico italiano»***

Tutor universitario: Prof. Giuseppe Zollino

Laureando: Buffo Matteo

Padova, 21/09/2023

Gli approcci di Vehicle-Grid Integration (VGI)

V2G o *vehicle-to-grid*

bi-direzionalità dei flussi
di potenza tra rete
elettrica e veicoli

V1G o *smart charge*

ricarica flessibile e
modulabile per favorire
il bilanciamento

Perché il VGI può essere rilevante nel panorama della decarbonizzazione?

- **Ampia diffusione attesa della mobilità elettrica** nei prossimi decenni (soprattutto dopo il 2035)
- Necessità di **stabilizzare la frequenza di rete in presenza di un'ampia quota di rinnovabili intermittenti** e prive di inerzia intrinseca, tramite un'importante dotazione di sistemi di accumulo
- Esigenza di assorbire le **congestioni da sovrapproduzione rinnovabile** che rischiano di essere tagliate

In questo lavoro si vuole capire quale sarà l'effettivo contributo a medio e lungo termine (2030 e 2050) del *vehicle-to-grid* e della *smart charge* ad un **servizio di dispacciamento meno emissivo e costoso**, analizzandone:

- ❖ i benefici nel contesto elettrico italiano in mutazione e all'interno del mercato per la fornitura di servizi (MSD)
- ❖ le caratteristiche tecniche dei punti di ricarica innovativi e i relativi costi
- ❖ la penetrazione probabile e i migliori ambiti di applicazione degli approcci VGI, sulla base dei prelievi di potenza in ciascun contesto attesi al 2030
- ❖ le criticità tecnologiche e regolatorie, con le relative proposte di policy, e l'accettabilità sociale
- ❖ le sperimentazioni attuali e le stime di diffusione future

Il sistema elettrico si sta evolvendo verso una **configurazione multidirezionale**, a sempre minore prevedibilità e maggiore complessità di gestione.

Al **2030** (FF55)

- 75 GW di fotovoltaico e 27 GW di eolico (rispettivamente 28% e 18,5% del fabbisogno)
- 15 GW di accumuli

Al **2050** («scenario di riferimento»)

- 80% del fabbisogno coperto da rinnovabili
- 70 GW di accumuli (20 GW almeno di elettrochimici)



Come sarà gestita l'attività di dispacciamento?

Le risorse che attualmente partecipano ai servizi ancillari di rete sono prevalentemente gruppi termoelettrici a gas naturale a ciclo aperto.

IN UN FUTURO DECARBONIZZATO

Gruppi termoelettrici alimentati
a biogas

Risorse di flessibilità
(gestione della domanda)

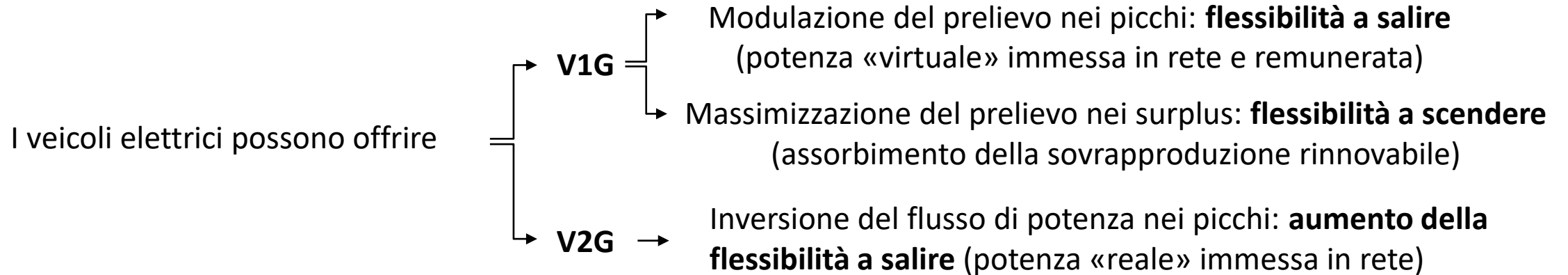
Pompaggi idroelettrici

Sistemi di accumulo
elettrochimici

Gli approcci VGI coniugano la fruizione per la rete della grande capacità di accumulo introdotta dall'ampia diffusione dei veicoli elettrici e la flessibilità derivante dalla gestione intelligente delle ricariche

Ipotesi di diffusione della mobilità elettrica in Italia

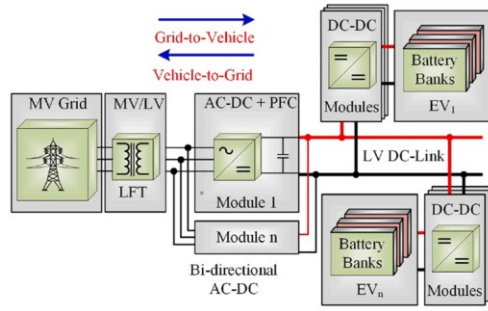
- ❑ **2030** (FF55): 6,3 mln di BEV e 1,2 mln di PHEV, 750 mila LCV, 50 mila HCV e 7 mila unità del trasporto pubblico locale
- ❑ **2050** («scenario di riferimento»): 11 mln EV, alta diffusione di LCV, ancora incerta per HCV, tra 15 e 20 mila e-bus



Gli aggregati di EV sono da poco entrati a far parte dei progetti pilota **UVAM**

Vincolo da operatore di rete **almeno 200 kW modulabili**

Vincoli da utenti partecipanti **minimo SOC, orario di ritiro, massima energia erogabile in V2G**



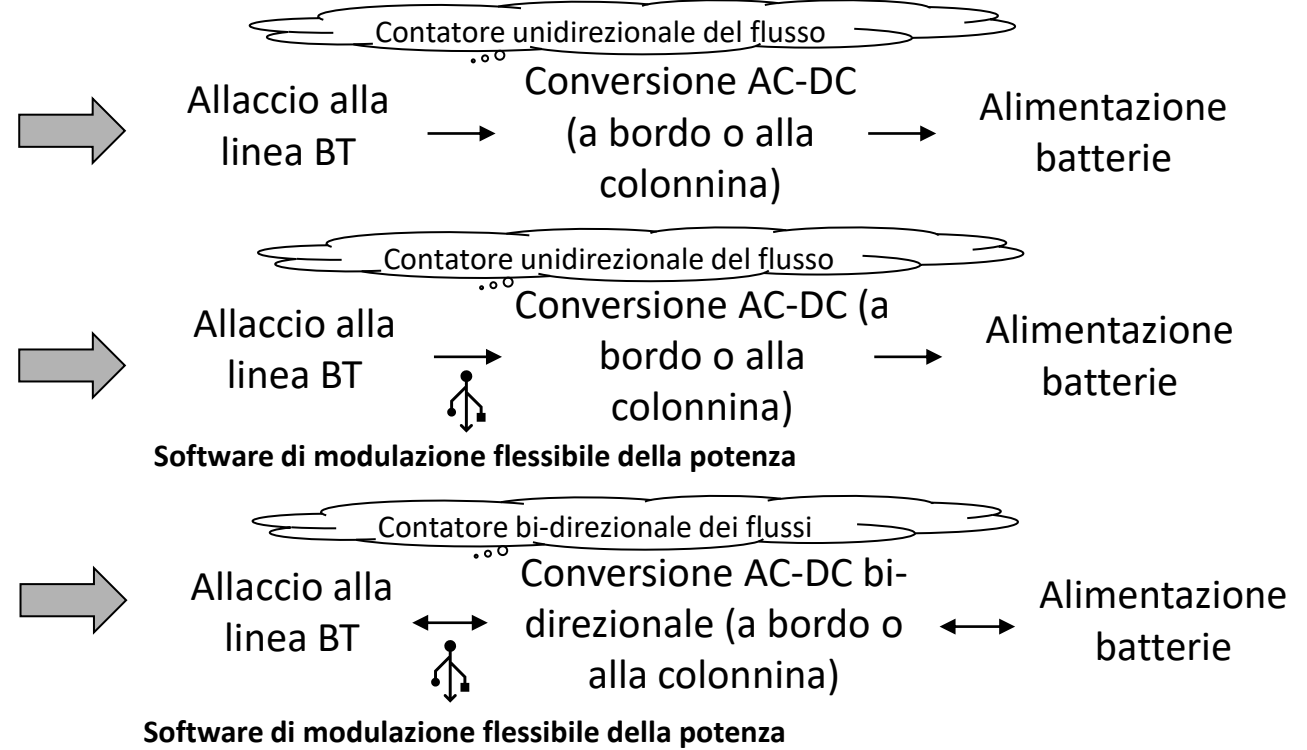
Punto di ricarica **senza funzionalità intelligenti**
costo medio ~ 1000 euro

Punto di ricarica dotato di **smart charge**
costo medio ~ 1300 euro

Punto di ricarica dotato di **vehicle-to-grid**
costo medio ~ 8000 euro

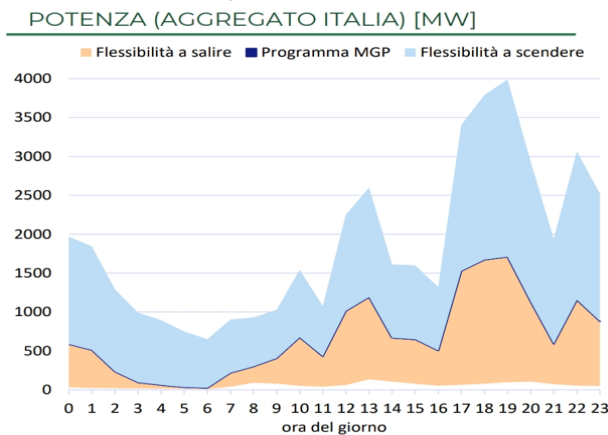
Tecnologie di ricarica degli EV

	AC	DC	
	Slow charge (domestica) 3-6 kW	Quick charge 7-22 kW	Fast charge 30-350 kW
			Ultra-fast charge > 350 kW



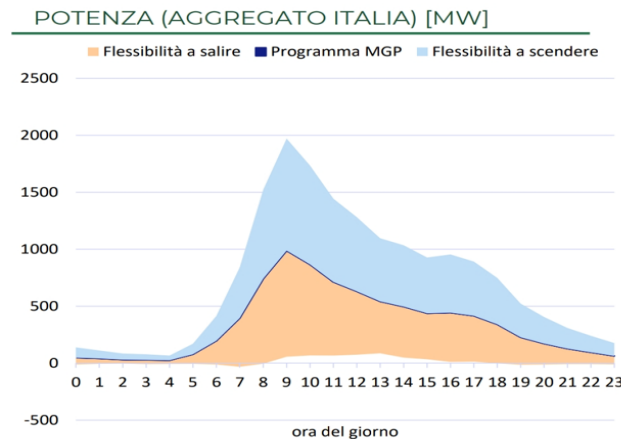
www.dii.unipd.it

Analisi dei profili di ricarica ipotizzati per gli autoveicoli al 2030 per le diverse modalità (1/2)



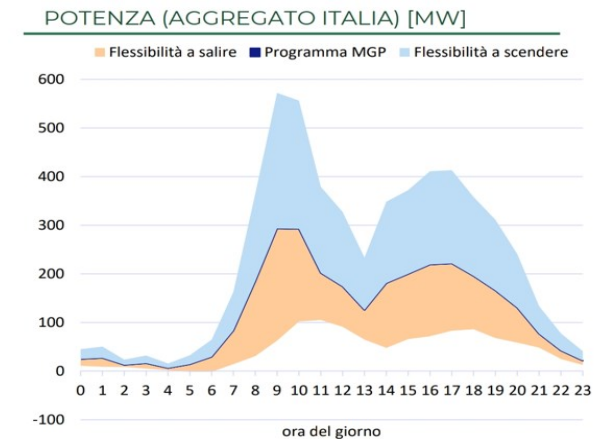
Ambito residenziale (3-6 kW AC)

Sosta in genere > 10 ore
V2G difficilmente realizzabile
(alti costi), V1G addolcirebbe la
rampa serale



Ambito lavorativo (7-22 kW AC; 30-50 kW DC)

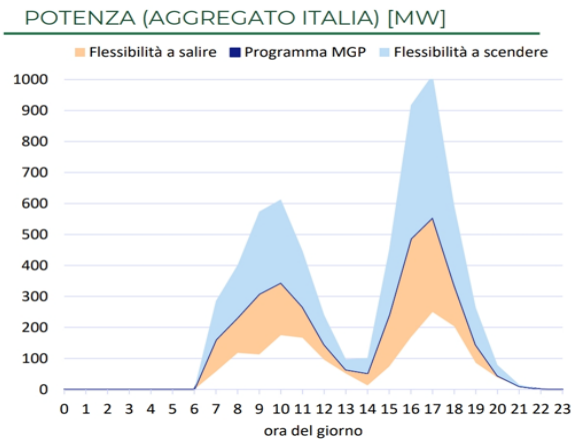
Auto dei lavoratori in sosta per ~ 8 ore
Flotta commerciale per > 10 ore (notte)
Grande efficacia degli approcci VGI:
ricariche sincronizzate alla produzione
fotovoltaica e prezzi vantaggiosi per i
dipendenti



Ambito pubblico urbano (7-22 kW AC; 30-50 kW DC)

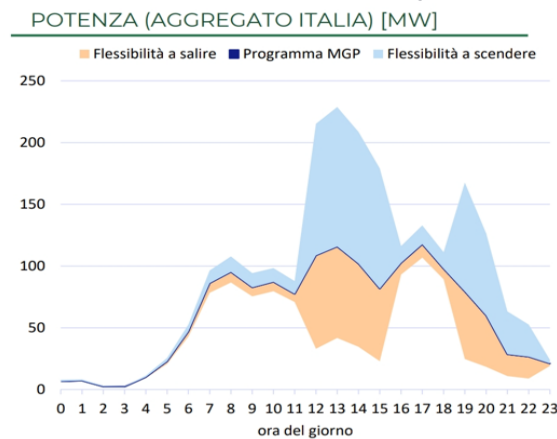
Sosta in genere ~ 2-3 ore
V2G poco adatto (sosta
limitata), V1G potrebbe
contribuire alla livellazione dei
picchi di ricarica

Analisi dei profili di ricarica ipotizzati per gli autoveicoli al 2030 per le diverse modalità (2/2)



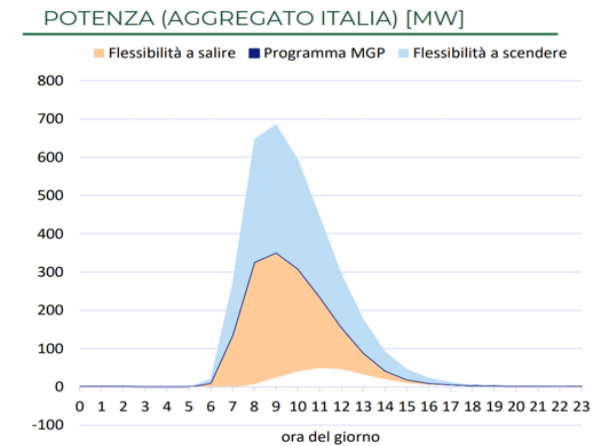
Ambito pubblico commerciale (7-22 kW AC; 30-50 kW DC)

Sosta in genere ~ 1-2 ore
V2G poco adatto (come precedente), V1G efficace solo per i picchi di metà pomeriggio e metà mattina



Ambito pubblico ad alto scorrimento (30-300 kW DC)

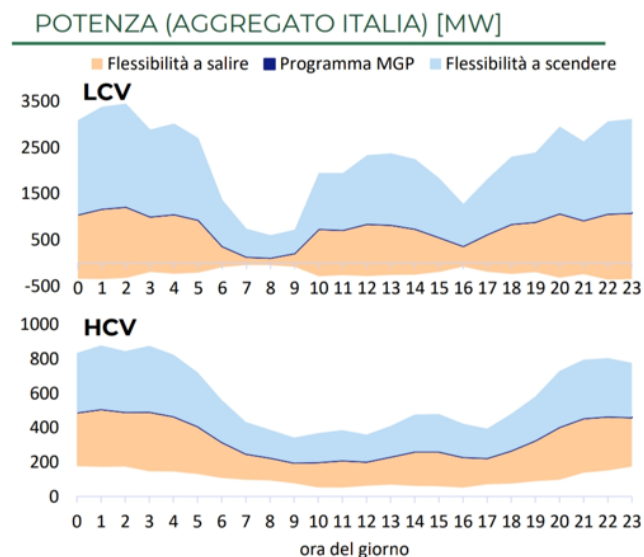
Sosta molto rapida (<< 1 ora),
tranne che in orario pasto (~ 1 ora)
Scarsa efficacia degli approcci VGI



Ambito pubblico urbano presso stazioni del trasporto locale (7-22 kW AC; 30-50 kW DC)

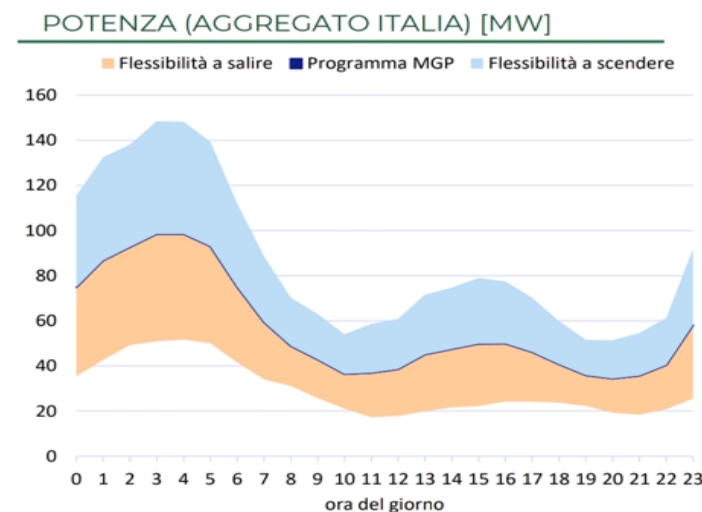
Sosta dei pendolari in genere ~ 6-8 ore
Buon potenziale per gli approcci VGI nella partecipazione ai servizi di rete al mattino

Analisi dei profili di ricarica ipotizzati per gli automezzi al 2030



Ricarica mezzi commerciali leggeri (LCV) e pesanti (HCV) (22 kW AC; 30-200 kW DC)

Sosta media nei poli logistici ~ 4 ore per LCV, ~ 6 ore per HCV
V1G potenzialmente efficace (ampio range di modulazione della ricarica, riduce impatto su rete); V2G potrebbe essere performante (per la maggiore capienza delle batterie), ma dev'essere testato



Ricarica mezzi del trasporto pubblico locale (22 kW AC; 30-200 kW DC)

Sosta media al capolinea ~ 6 ore (di notte)
V1G e V2G ancor più performanti per la fornitura di flessibilità e potenza, grazie alla schedulazione delle ricariche (percorsi fissi)

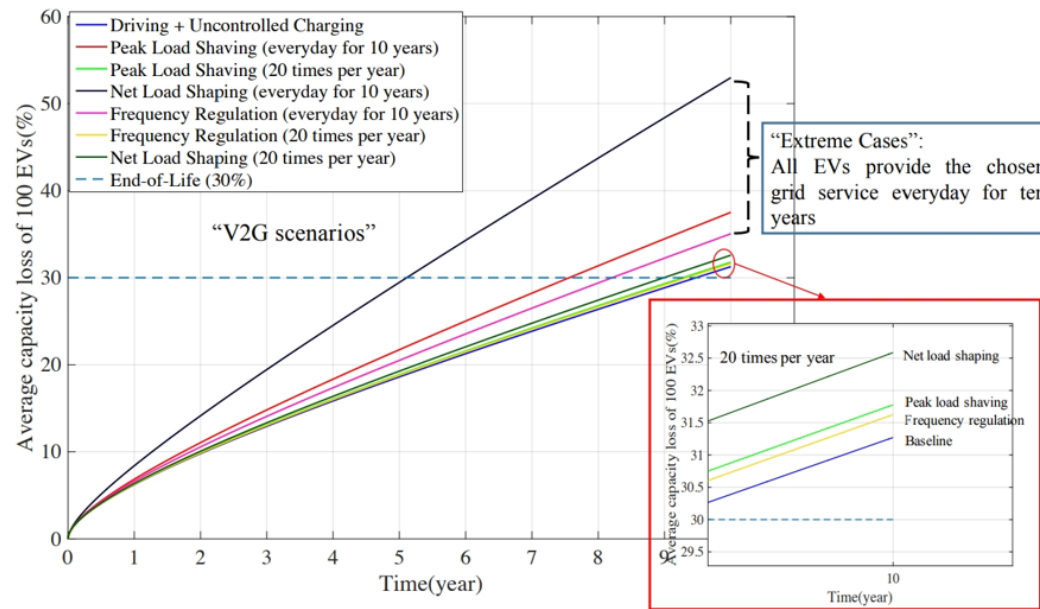
Barriere tecnologiche

- Costo dei componenti necessari troppo elevato
- Ristretto numero di modelli elettrici dotati di inverter bi-direzionali
- Limitata corrente massima di carica (16 A) e, di conseguenza, range poco ampio di modulazione della *smart charge*
- Assenza di standard tecnici internazionali condivisi tra infrastrutture di ricarica e gestore della rete riguardo le pratiche VGI
- Complessità di gestione di un sistema elettrico bi-direzionale e decentralizzato
- Possibile degrado accelerato delle batterie a seguito dell'attività di *vehicle-to-grid* (non ancora dimostrato)

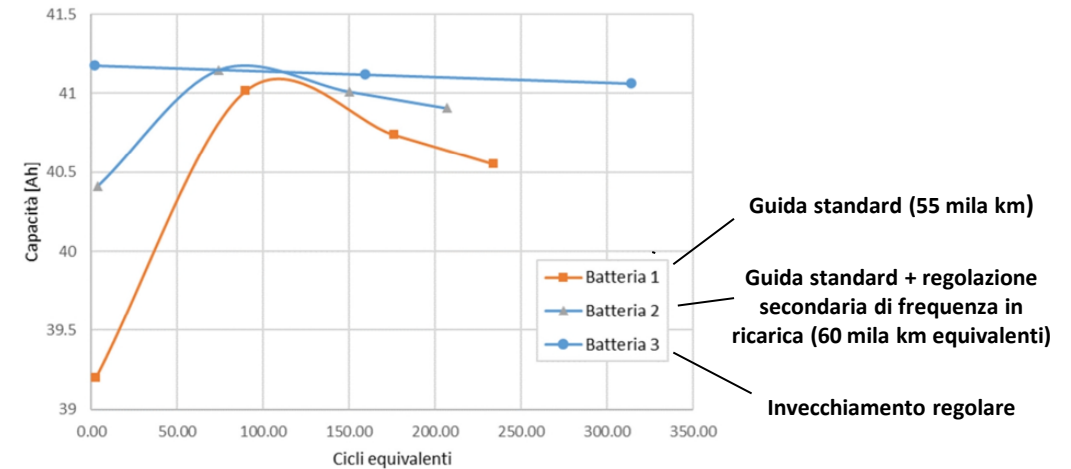
Possibili policy

- ⇒ Supporto economico alle installazioni, a fronte dell'obbligo di supporto al dispacciamento
- ⇒ Incentivi per le case automobilistiche ad aggiornare i modelli

Tuttavia, riguardo l'ultimo punto esistono studi che confrontano il degrado causato rispettivamente dall'attività di guida e da quella di *vehicle-to-grid* e mostrano che i **servizi di regolazione di frequenza e di attenuazione dei picchi non impattano significativamente sull'invecchiamento delle batterie rispetto alla guida.**



D. Wang, J. Coignard, T. Zeng, C. Zhang, S. Saxena, “Quantifying electric vehicle battery degradation from driving vs. vehicle-to-grid services”, *Journal of Power Sources*, 2016



Carlo Sandroni *et al*, “Fornitura di servizi alla rete tramite veicoli elettrici in ricarica: soluzioni tecniche, gestione e remunerabilità nel caso applicativo di flotte aziendali”, *RSE*, dicembre 2021

Barriere regolatorie

- Mancata detassazione degli oneri di rete per l'energia accumulata e re-immessa in rete tramite il V2G
- Limitato accesso ai dati sulla batteria e sulle ricariche per aggregatori, gestori dei punti di ricarica e operatore di rete
- Assenza di una tariffa dinamica di ricarica

Possibili policy

- ⇒ Riforma del meccanismo di applicazione degli oneri che non distingua più tra produttori e consumatori ma tra abilitati e non abilitati a MSD
- ⇒ Obbligo di rendere ad accesso libero i dati per una migliore gestione dei flussi
- ⇒ Tariffe che riflettano esigenze di appiattimento dei picchi e accumulo dei surplus da rinnovabili

Accettabilità sociale

- Diffidenza degli utenti a concedere le batterie dei propri veicoli
- Mancanza di sufficiente consapevolezza sugli approcci VGI da parte degli stakeholder della mobilità elettrica e difficoltà a trasmetterne al grande pubblico benefici e funzionalità

Progetti pilota avviati

- ❖ Nissan, Enel X e RSE dal 2019 testano il V2G su due veicoli per analizzarne la gestione dei flussi e il degrado della batteria
- ❖ Stellantis e Free2move eSolutions hanno avviato il progetto V2G *DrossOne* a Mirafiori (Torino), in collaborazione con Terna
 - Capacità nominale di 25 MW di servizi di rete (più grande aggregato al mondo), con 280 colonnine fast bi-direzionali
 - Produzione in loco da pannelli fotovoltaici e integrazione con sistemi di accumulo stazionari a seconda vita
 - Simulazione delle reali abitudini di frequentazione dei punti di ricarica e delle tipiche limitazione degli utenti
- ❖ L'Italia partecipa al progetto europeo *Flow* con un dimostratore V2G da realizzare a Roma nei prossimi anni
- ❖ A Padova Atlante realizzerà presso i capolinea della rete tramviaria 80 punti di ricarica con generazione fotovoltaica locale e V2G

Stime di impatto futuro

2030

- V2G**: probabilmente ancora limitato a sperimentazioni
- V1G**: potenzialmente applicabile a punti di ricarica nel contesto lavorativo (stime di una riduzione del 40% dei costi del dispacciamento e di 1,5 TWh di produzione termoelettrica evitata)

2050

- V2G**: forti speranze di penetrazione, effettiva diffusione legata alla convenienza economica
- V1G**: ampia diffusione attesa nel contesto aziendale (benefici anche per i dipendenti) e, in misura minore, condominiale

Il *vehicle-to-grid* potrà davvero avere un ruolo da protagonista nel futuro sistema decarbonizzato del dispacciamento in Italia?

Possibilmente, ma **solo se l'approccio diventerà economicamente appetibile**, quindi:

- ❖ lo sviluppo tecnologico permetterà una **riduzione dei costi dei componenti**
- ❖ le sperimentazioni perseguiranno **l'ottimizzazione e la standardizzazione nella gestione dei flussi bi-direzionali**

Nel frattempo, conviene favorire gli investimenti sulle infrastrutture dotate di *smart charge* in realtà aziendali!

- Il **margin**e di guadagno dal dispacciamento è in grado di ripagare dall'investimento (anche oggi, in assenza di incentivi all'installazione e di una tariffa dinamica dell'energia)
- La possibilità per i dipendenti di ricariche a prezzi contenuti **favorebbe la naturale transizione alla mobilità elettrica e limiterebbe le nuove installazioni di ricarica domestica**
- Il supporto al bilanciamento non sarebbe indifferente, a fronte di costi contenuti per l'operatore di rete, **agevolando l'inserimento delle fonti rinnovabili intermittenti nel sistema elettrico**