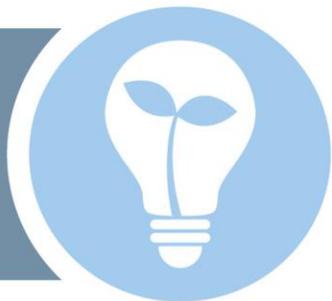


**ENERGY  
TRACKS**



# **Integrazione tra veicoli e mercati elettrici: impatti e benefici al 2030**

*Giuliano Rancilio*

*Filippo Bovera*

Milano, 7 Novembre 2023



**POLITECNICO  
MILANO 1863**

**DIPARTIMENTO DI ENERGIA**



**LEAP**

FOUNDED IN 2005 BY  
POLITECNICO DI MILANO

## Integrazione tra veicoli e reti elettriche: sfide e opportunità al 2030



Disponibile online in italiano e inglese:



- Scenario Italiano al 2030 di diffusione veicoli elettrici (EV).
- Impatti sul sistema elettrico a livello globale e locale.
- Benefici tecnici ed economici dell'integrazione tra veicolo e rete (VGI): smart charging, coordinamento con fonti rinnovabili (FER) e accumuli.

### Il gruppo di lavoro



**MOTUS**

Supervisione

Alessia Cortazzi  
Luca Migliorini

**CESI**

Shaping a Better Energy Future

Diana Moneta  
Giacomo Viganò



Filippo Bovera  
Giuliano Rancilio



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ENERGIA



# I veicoli elettrici nel 2030

## SCENARIO BASE

Coerente con le politiche PNIEC

[Mln]	AMBITO URBANO	AMBITO RURALE	TOTALE
BEV	0.85	3.15	4
PHEV	0.43	1.57	2

## SCENARIO ACCELERATO

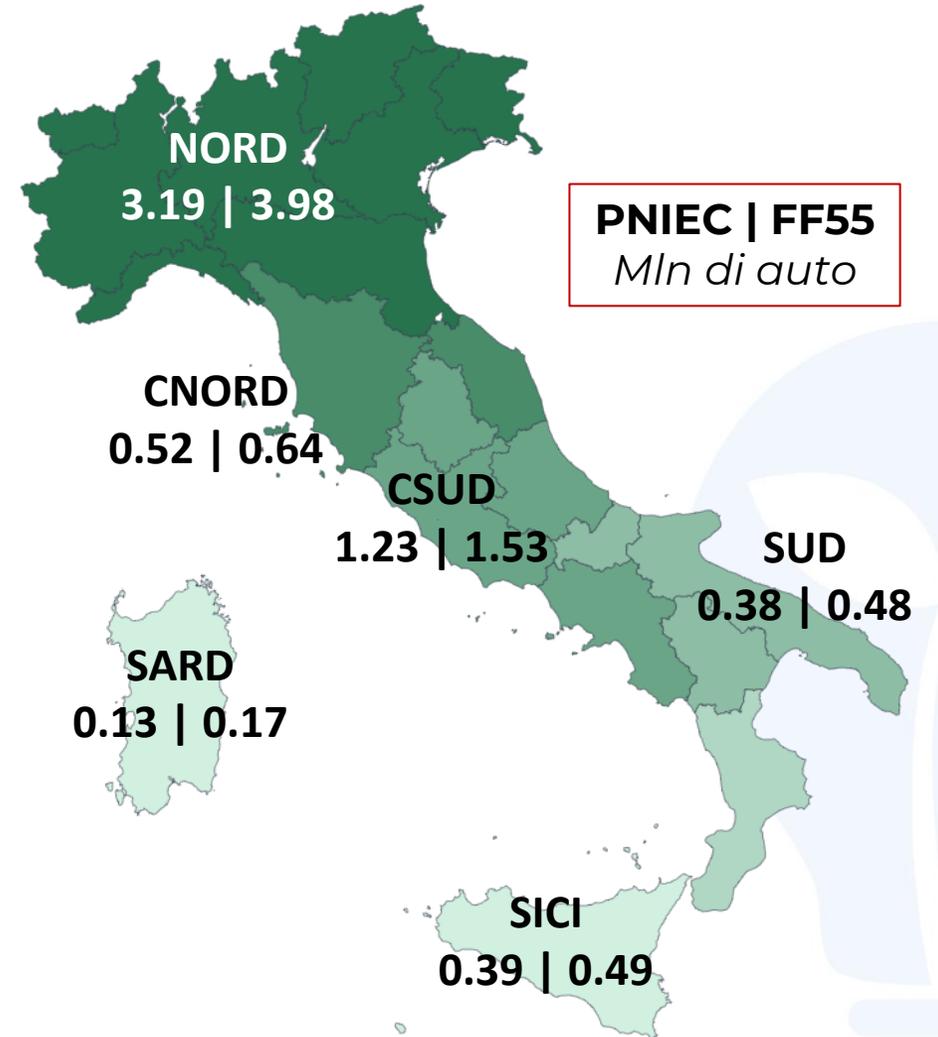
Coerente con le politiche Fit For 55

[Mln]	AMBITO URBANO	AMBITO RURALE	TOTALE
BEV	1.34	4.96	6.3
PHEV	0.25	0.95	1.2

[Mln]	SCENARIO BASE	SCENARIO ACCELERATO
-------	---------------	---------------------

LCV 	0.53	0.75
---	------	------

HCV 	0.03	0.05
---	------	------



# La ricarica nel 2030



	DENOMINAZIONE CASO D'USO	DURATA MEDIA DELLA SOSTA	RANGE DI POTENZA IdR	
	RICARICA IN AMBITO RESIDENZIALE	Lunga (> 10 ore)	3 – 6 kW	AUTOVETTURE
	RICARICA AL LAVORO	Dipendenti: 8 ore Flotta: > 10 ore	7 – 22 kW	
	RICARICA PUBBLICA URBANA	Media (3 ore)	22 – 50 kW	
	RICARICA PUBBLICA AD ALTO SCORRIMENTO	Breve (<< 1 ora)	50 – 300 kW	
	RICARICA B2C – COMMERCIO E GDO	Breve (1 ora)	22 – 50 kW	ALTRO
	RICARICA B2C – SITI DI INTERSCAMBIO	Lunga (6 ore)	7 – 22 kW	
	RICARICA LCV + HCV NELLA LOGISTICA	LCV: 4 ore HCV: 6 ore	22 – 150 kW	
	RICARICA TPL	Lunga (6 ore)	22 – 150 kW	

Image by freepik

**ENERGY  
TRACKS**





## RICARICA IN AMBITO RESIDENZIALE

- Serale/notturna
- Basse potenze
- Lunghe soste
- %V2G: quasi nulla

Peso sul totale

≈ 48%

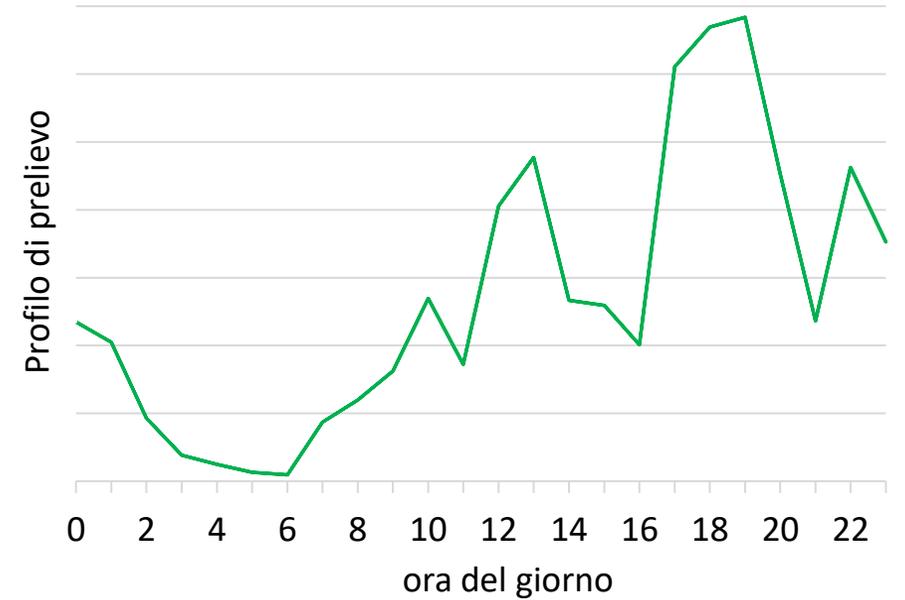
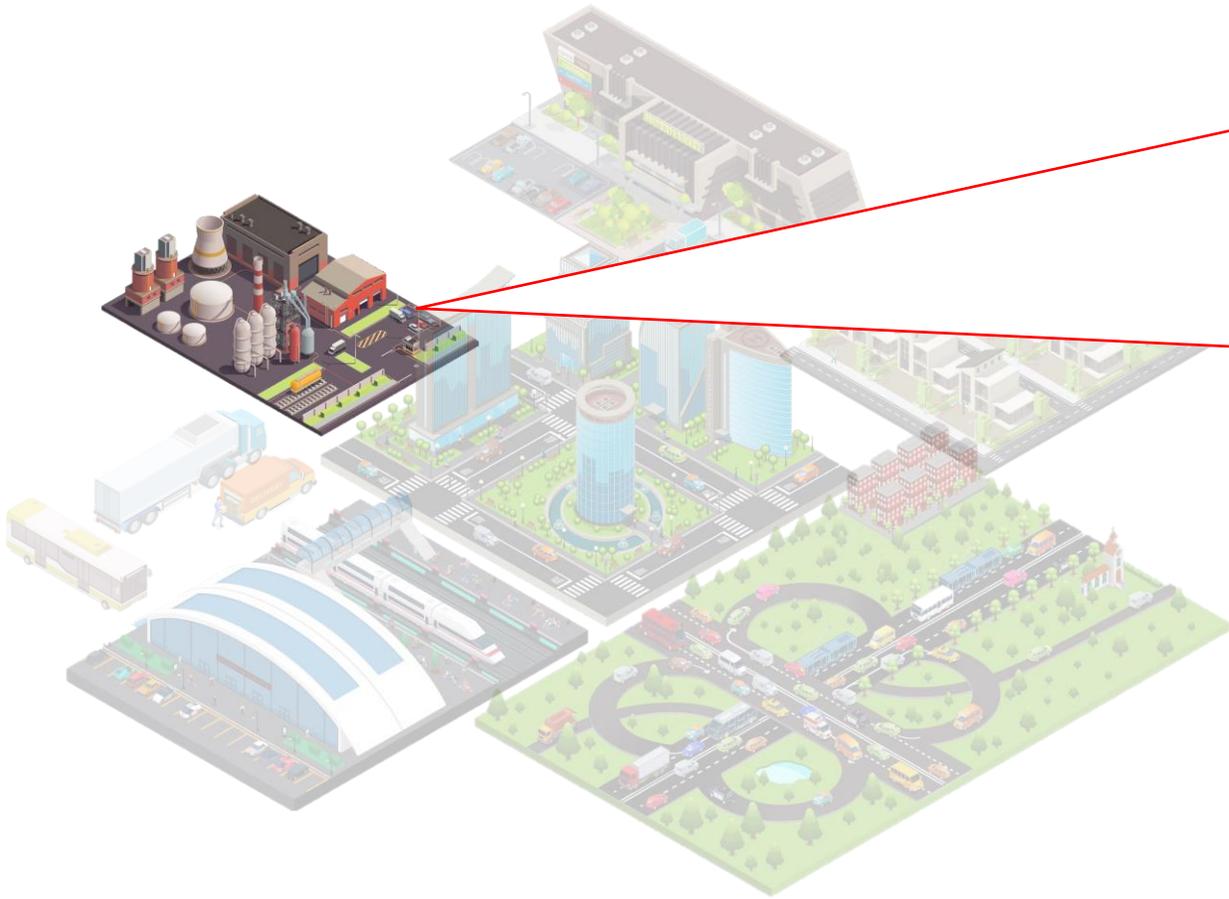


Image by freepik

ENERGY  
TRACKS

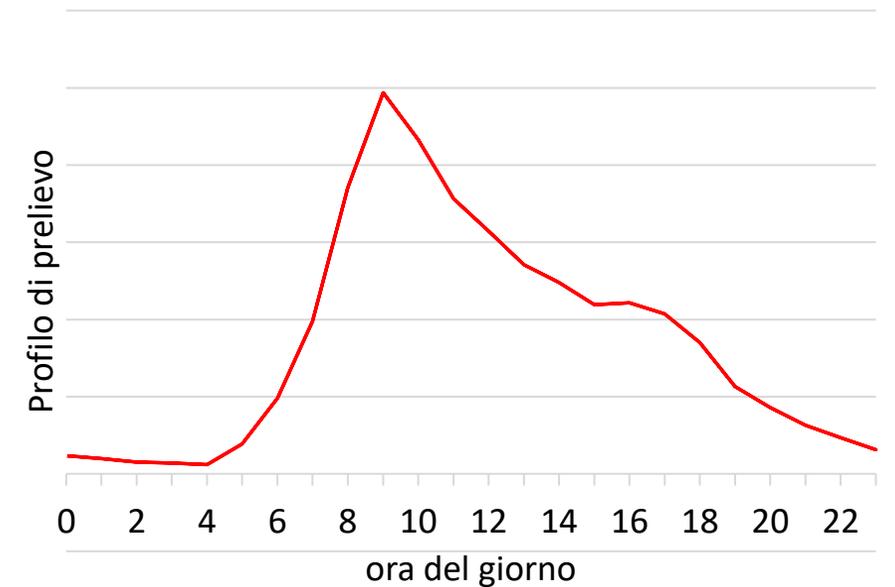




## RICARICA AL LAVORO

- Diurna
- Basse/medie potenze
- Lunghe soste
- %V2G: media (30%)

Peso sul totale  
**≈ 20%**





## RICARICA ALLE DESTINAZIONI (B2C)

- Diurna
- Medie potenze
- Brevi soste (GDO)
- Lunghe soste (park)
- % V2G: limitata (20%)

Peso sul totale

≈ 17%

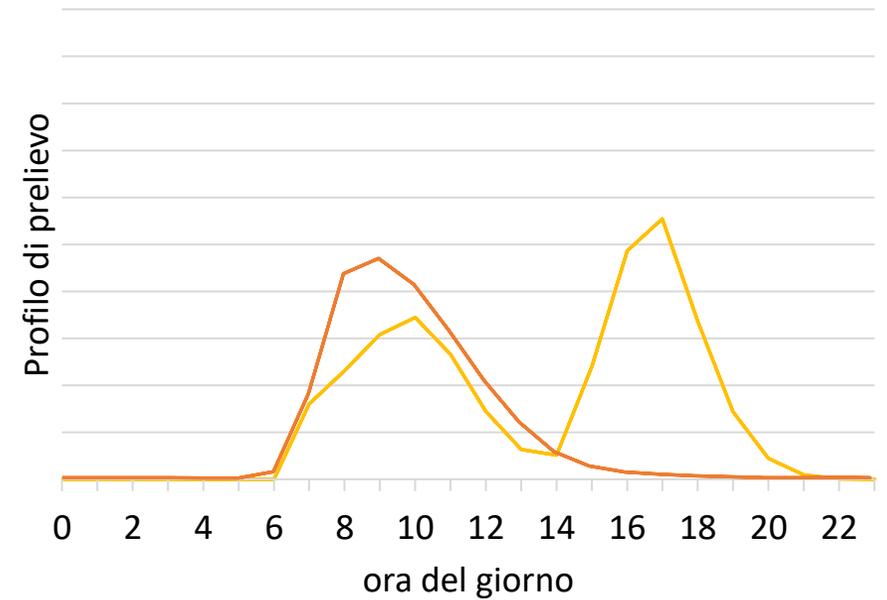


Image by freepik





## RICARICA PUBBLICA

- Distribuita
- Medie/alte potenze
- Brevi soste (arterie)
- Medie soste (urbana)
- %V2G: limitata

Peso sul totale

≈ 15%

Profilo di prelievo

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22

ora del giorno

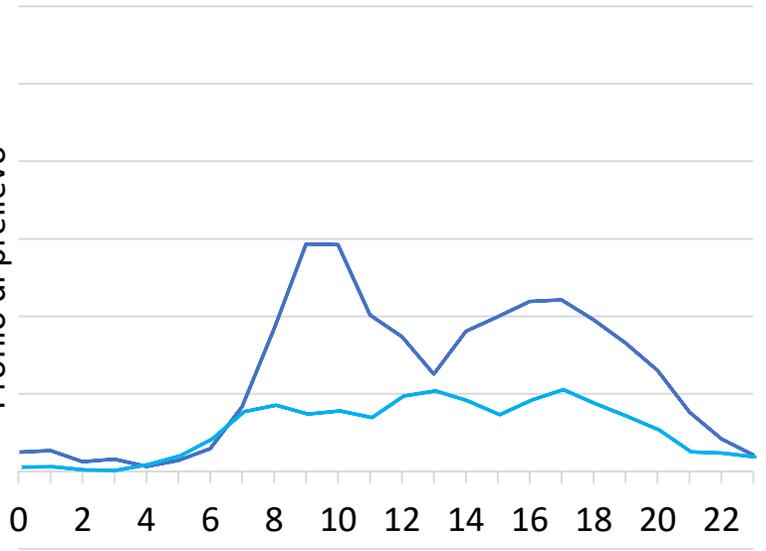
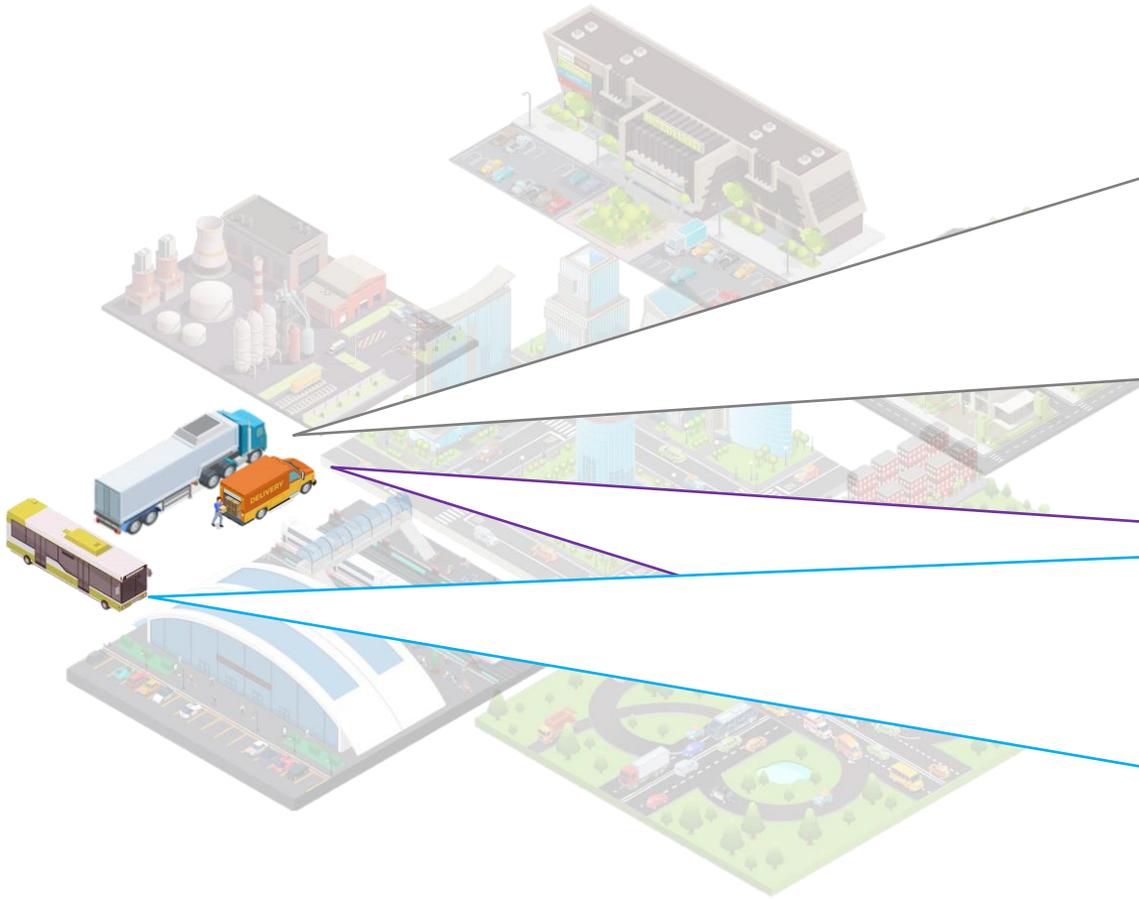


Image by freepik

ENERGY  
TRACKS



# La ricarica nel 2030



## VEICOLI COMMERCIALI E TPL

- Distribuita
  - Medie/alte potenze
  - Lunghe soste
  - %V2G: elevata (50%)
- Light-duty
  - Heavy duty
  - TPL

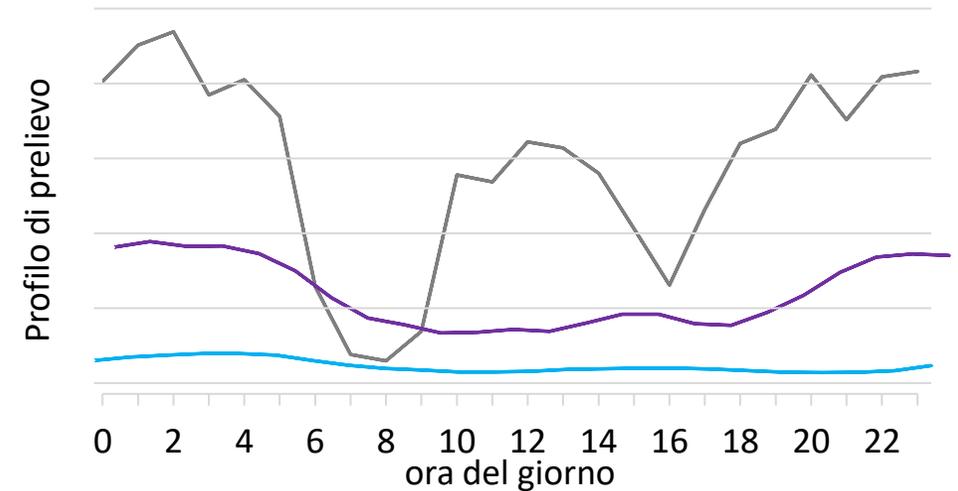


Image by freepik

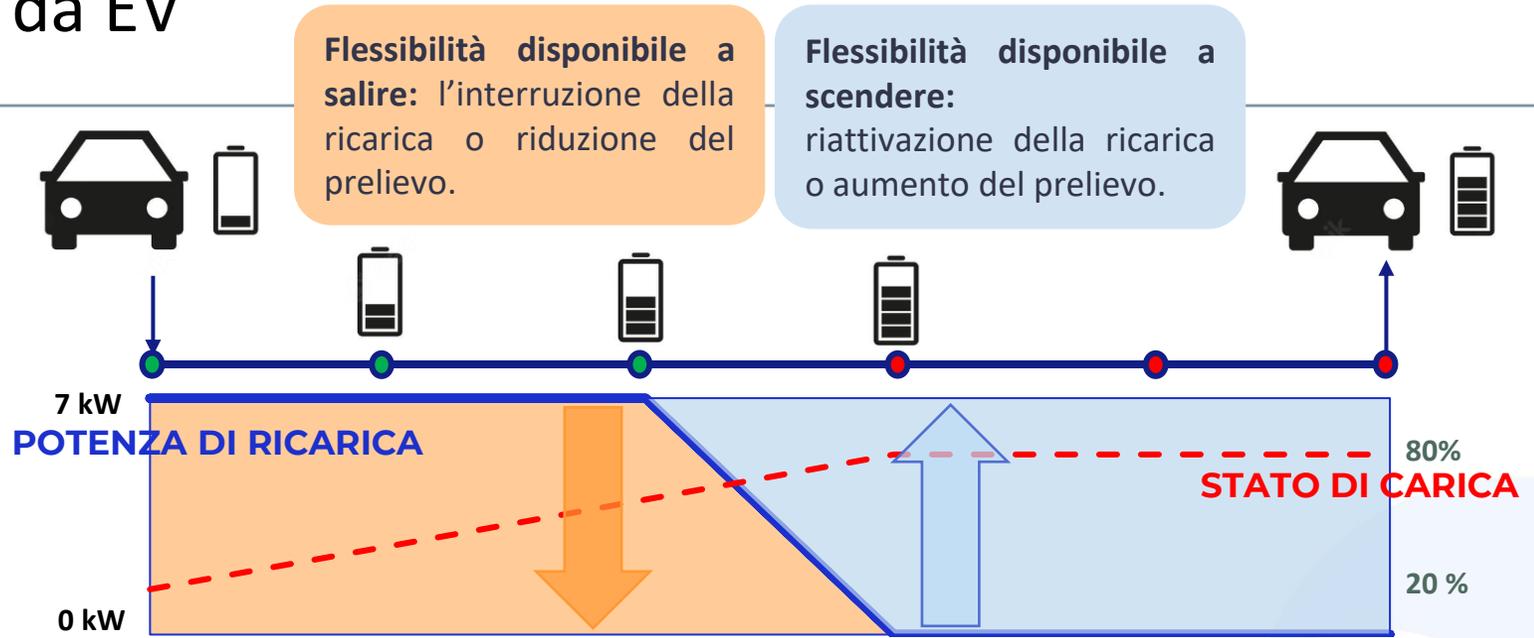
ENERGY  
TRACKS



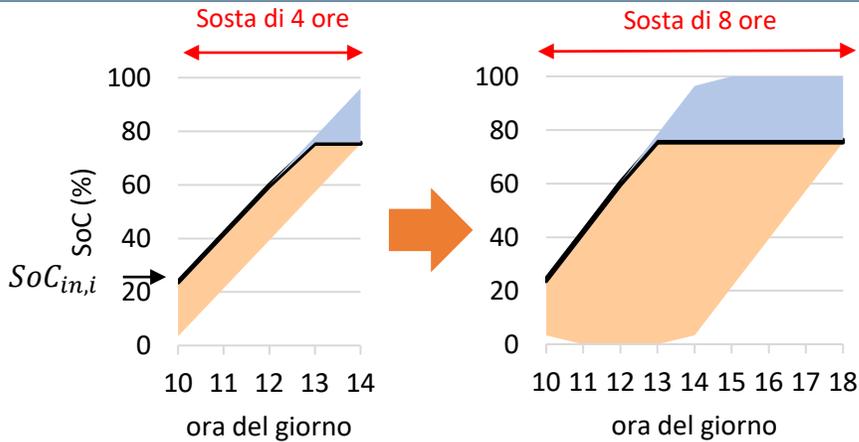
# Nota metodologica: flessibilità da EV

## Ipotesi

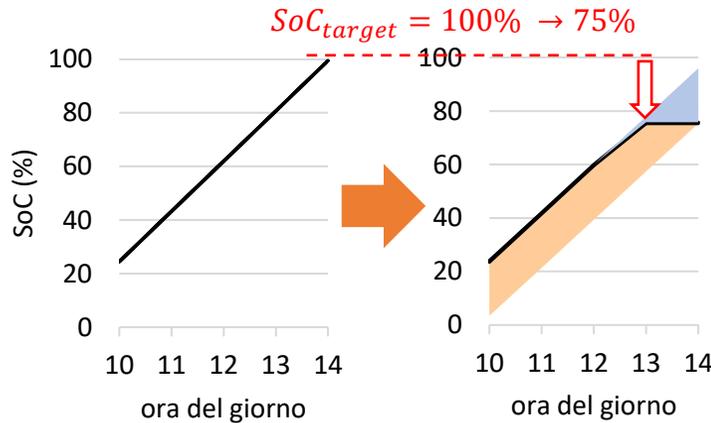
- Approccio *no-harm*: non arrecare disservizio all'utente EV.
- È nota la durata della sosta: possibile stimarla con precisione **oppure** viene comunicata dall'utente.
- Lo stato di carica (SoC) obiettivo è spesso inferiore al 100%.
- V1G sempre, V2G ove coerente.



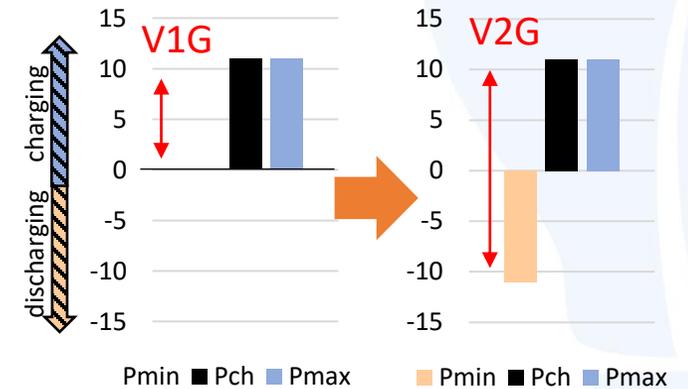
## FLESSIBILITÀ AUMENTA SE... ..sosta + lunga



## ...SoC obiettivo + basso



## ...considero V2G



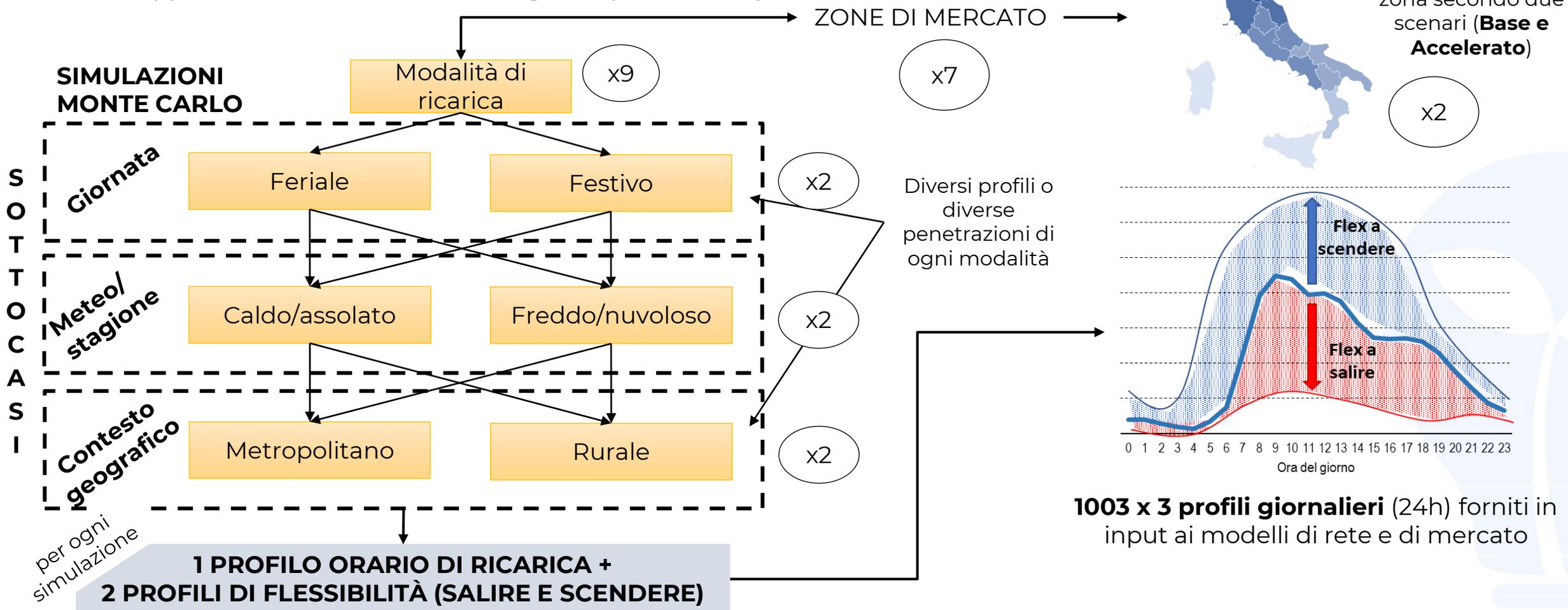
— Programma MGP → profilo di prelievo

■ Flessibilità a salire → ridurre il prelievo

■ Flessibilità a scendere → aumentare il prelievo

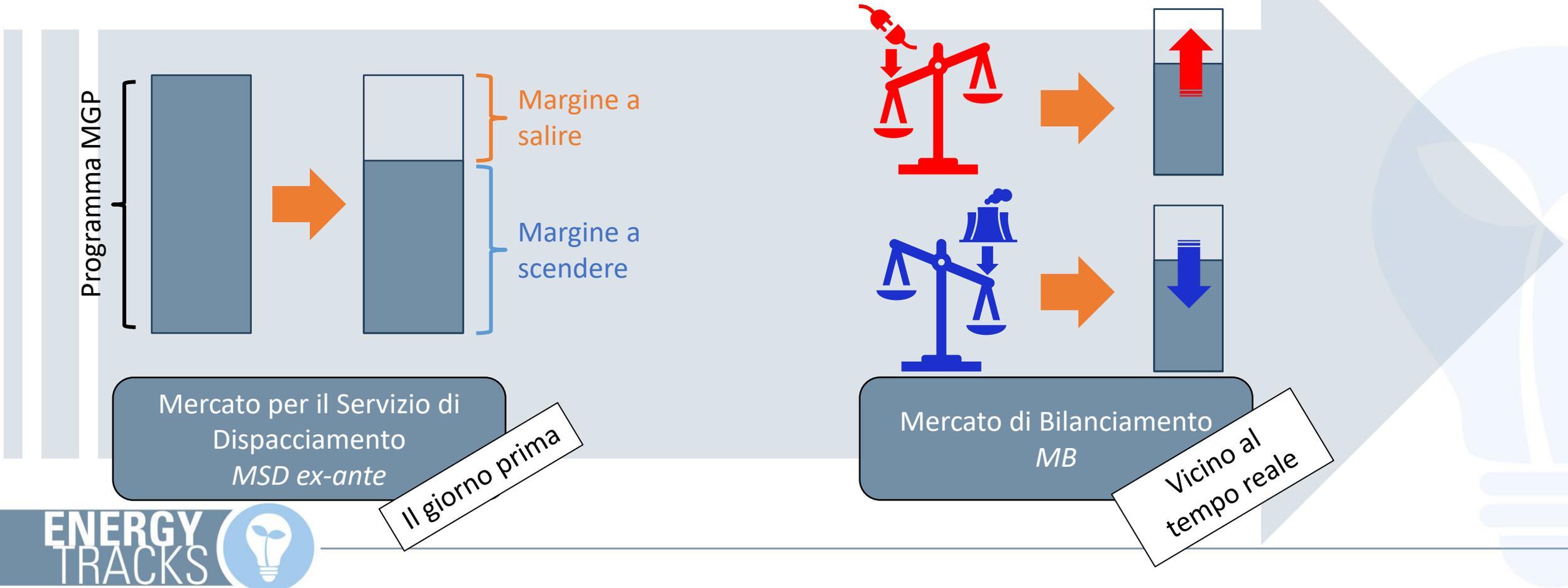
# Nota metodologica: consideriamo il Sistema Italia

- Si simula la ricarica dei singoli veicoli.
- Tramite approccio Monte Carlo, si ottengono i profili zona per zona.



# Partecipazione al dispacciamento: quali mercati e servizi

- La flessibilità si offre tramite la fornitura di servizi ancillari.
- *Ex-ante* vengono contrattualizzati servizi come la risoluzione delle congestioni e la creazione del fabbisogno di riserva.
- In tempo reale, serve mantenere il *bilanciamento* tra generazione e consumo.
- Lo studio fa uso degli strumenti di CESI Promedgrid e Modis, che ottimizzano lo unit commitment su MGP, MSD e MB.



# Gli impatti degli EV sul sistema elettrico del 2030

SCENARIO ACCELERATO  
Coerente con Fit for 55

DOMANDA DI ENERGIA:

**15,5 TWh**

su 366 TWh sistema Italia  
(4,2%)

PICCO DI PRELIEVO:

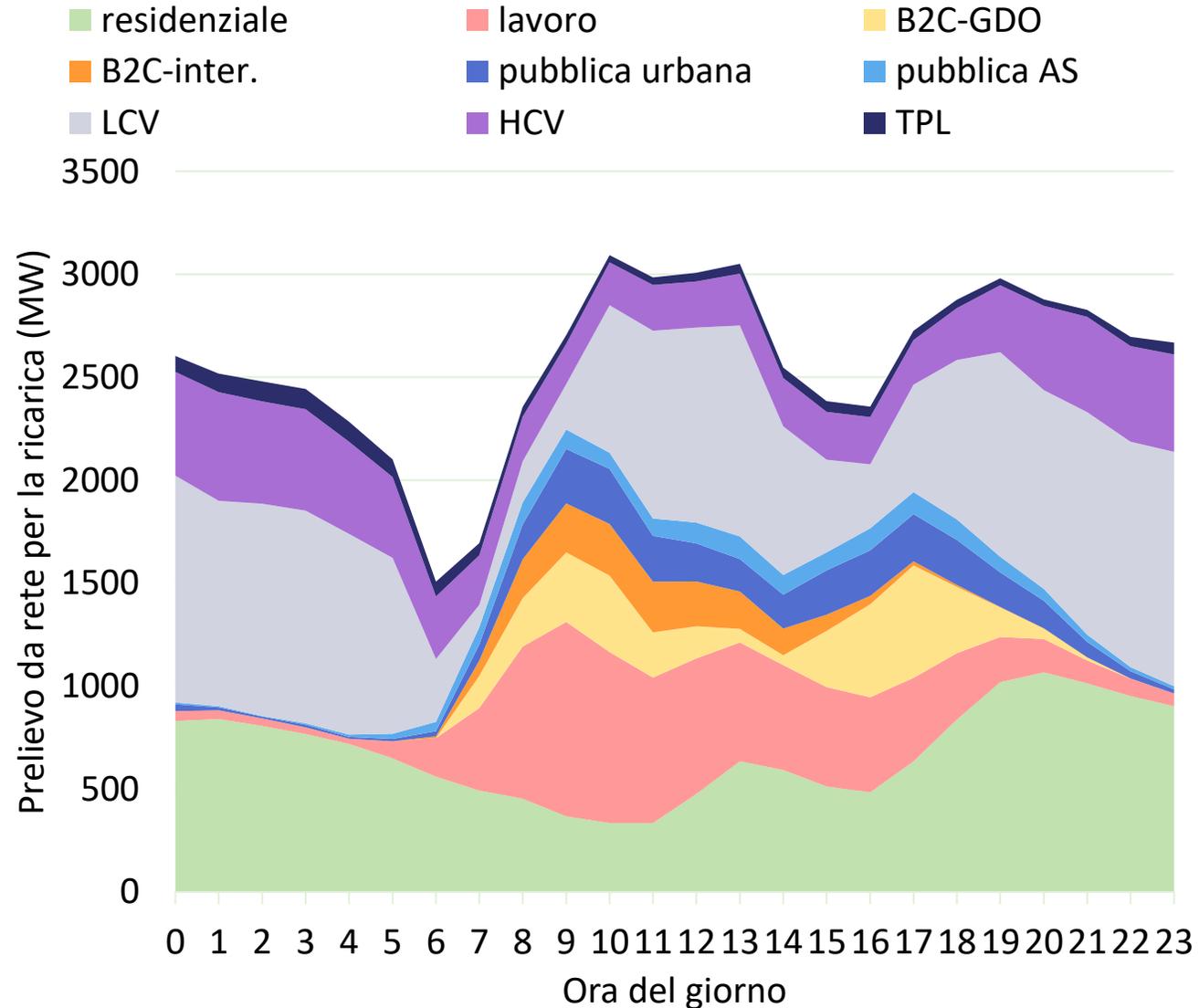
**3,1 GW**

su ca. 60 GW sistema Italia  
(5,2%)

- Si riconoscono modalità di ricarica
  - prettamente diurne (lavoro, ricarica pubblica, ricarica alle destinazioni) e
  - altre notturne (domestica, veicoli commerciali).



*Risulta chiaro come  
differenti aree di rete  
siano sollecitate con  
diversa intensità e in  
diversi momenti  
→ Analisi rete di  
distribuzione nel report.*



\*Risultati per il giorno medio feriale, stagione fredda

# La flessibilità da EV al 2030

- Per ogni modalità di ricarica, stimati per il Sistema Italia:
  - Il profilo di prelievo e
  - il potenziale di flessibilità per fornire servizi di dispacciamento.

## Highlights



Dove sosta è più lunga, Maggiore flessibilità

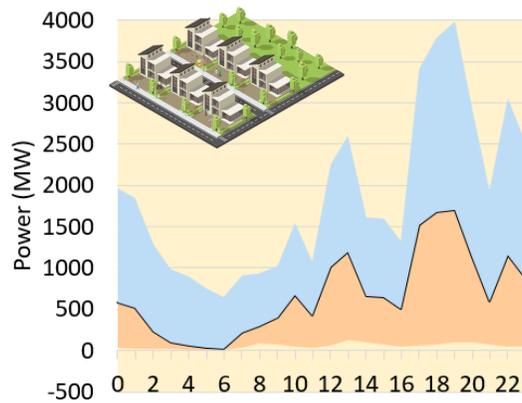


In prevalenza, flessibilità ottenuta senza V2G

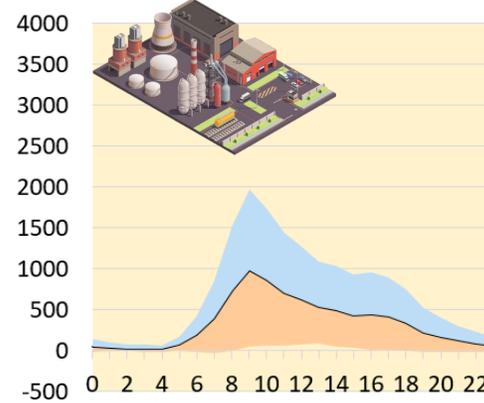


Ruolo importante dei veicoli commerciali

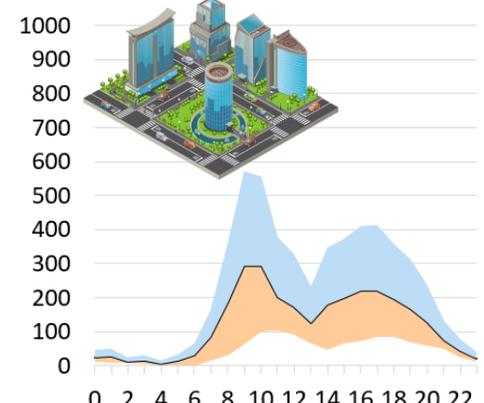
*Questo è il potenziale di flessibilità che può essere raggiunto tramite VGI.  
→ Che benefici sul mercato?*



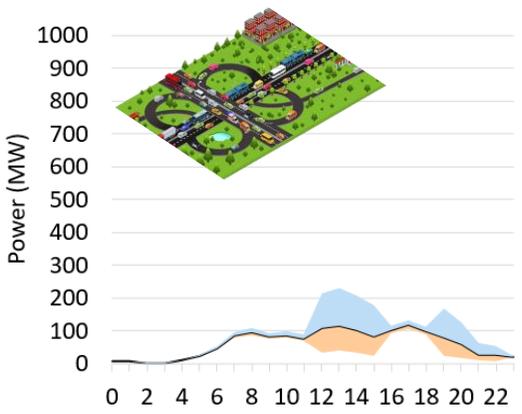
a)



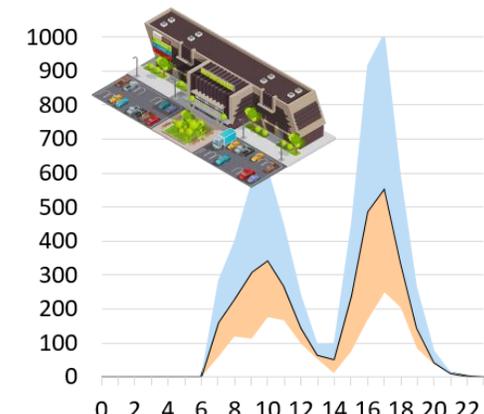
b)



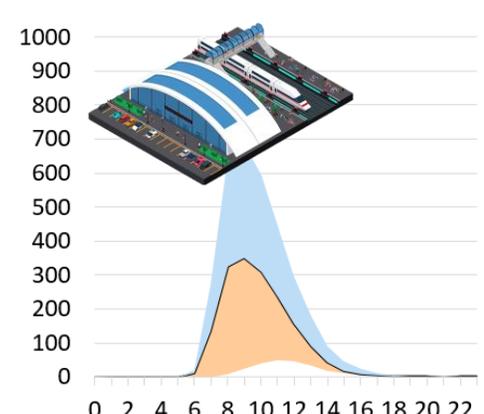
c)



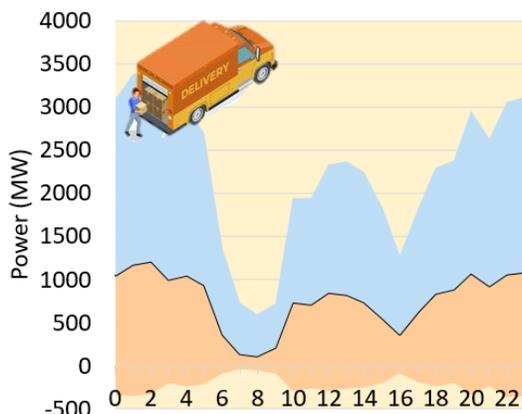
d)



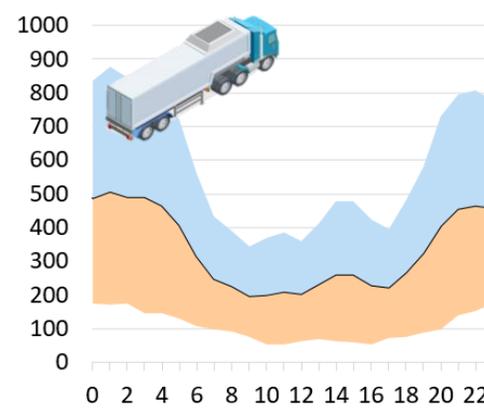
e)



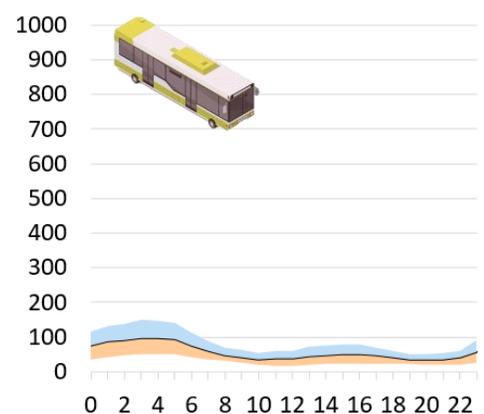
f)



g)



h)



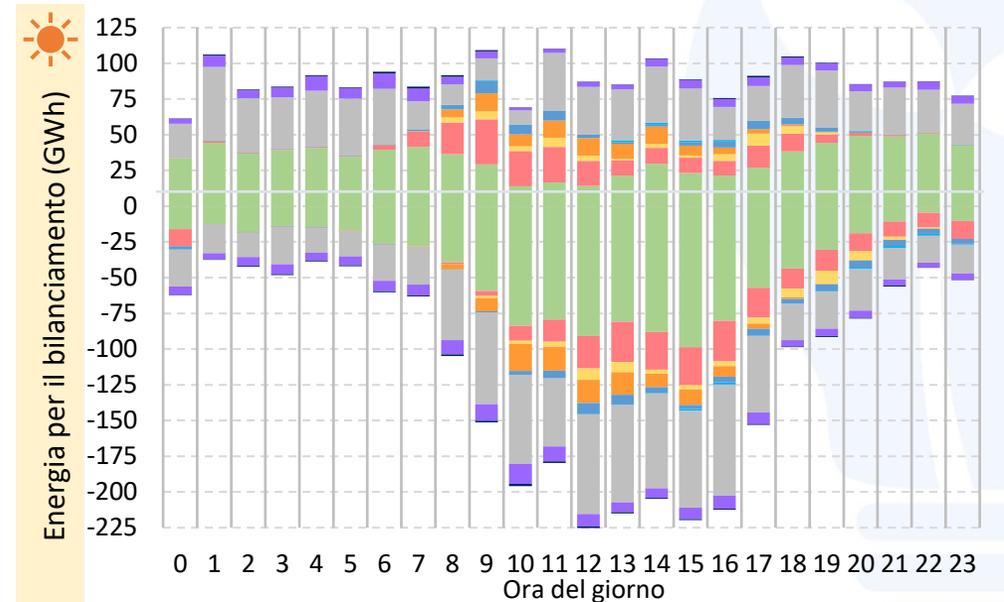
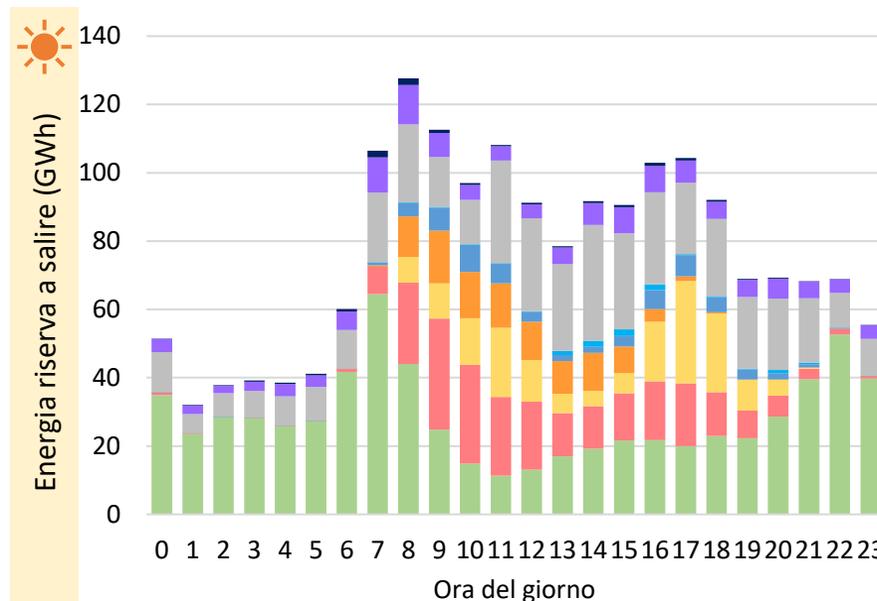
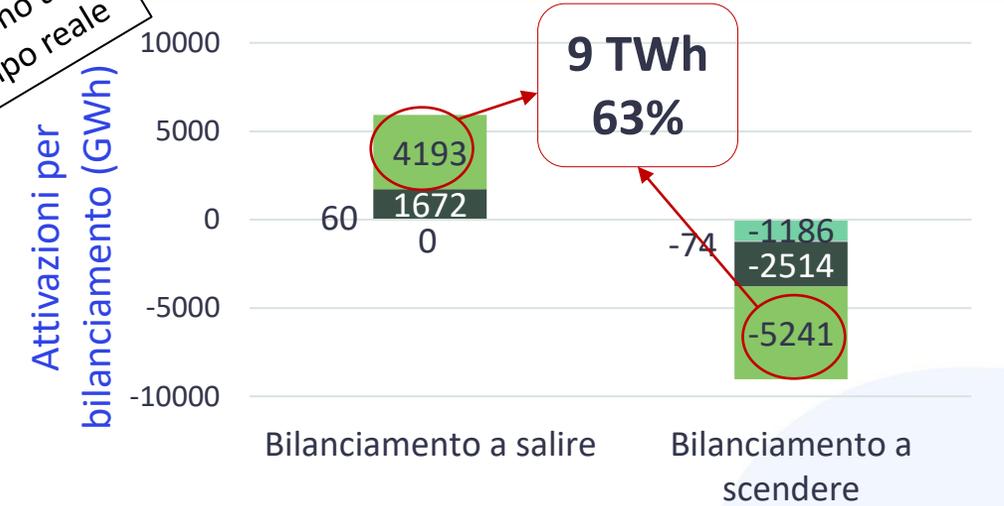
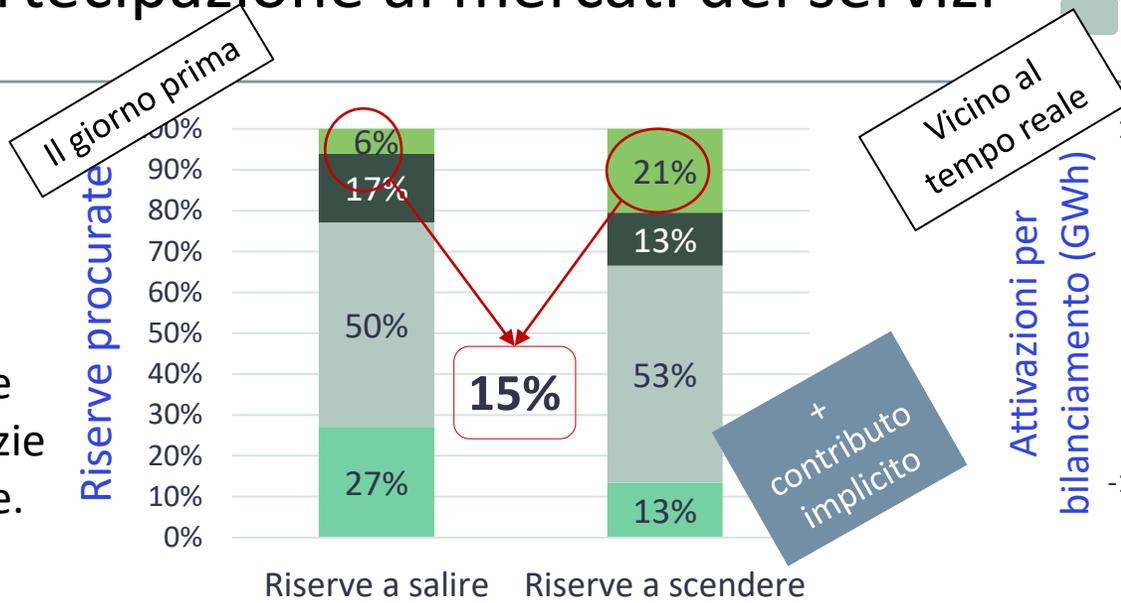
i)

- Programma MGP → profilo di prelievo
- Flessibilità a salire → ridurre il prelievo
- Flessibilità a scendere → aumentare il prelievo

# Benefici della partecipazione ai mercati dei servizi

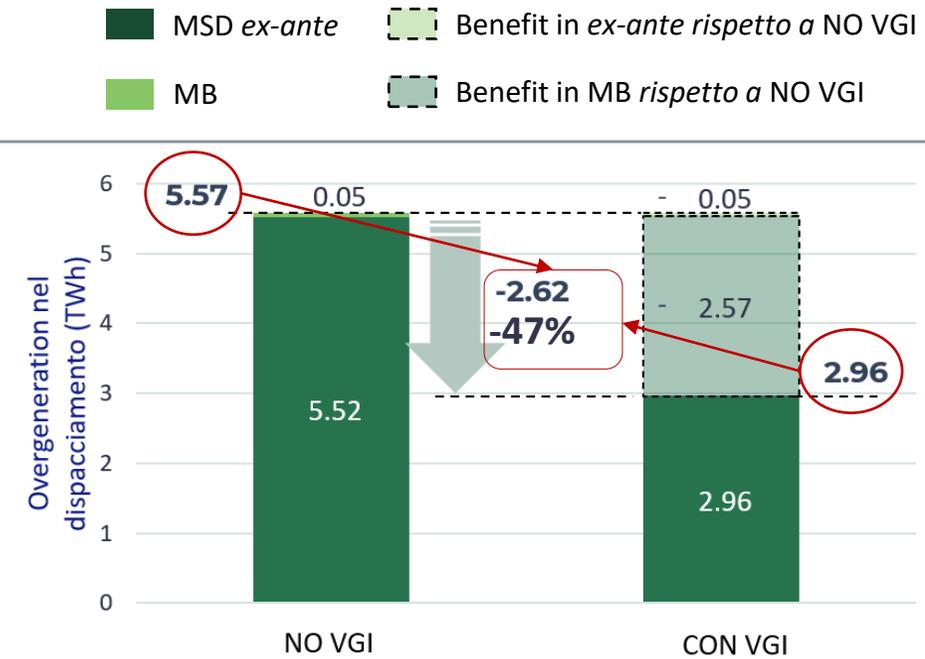
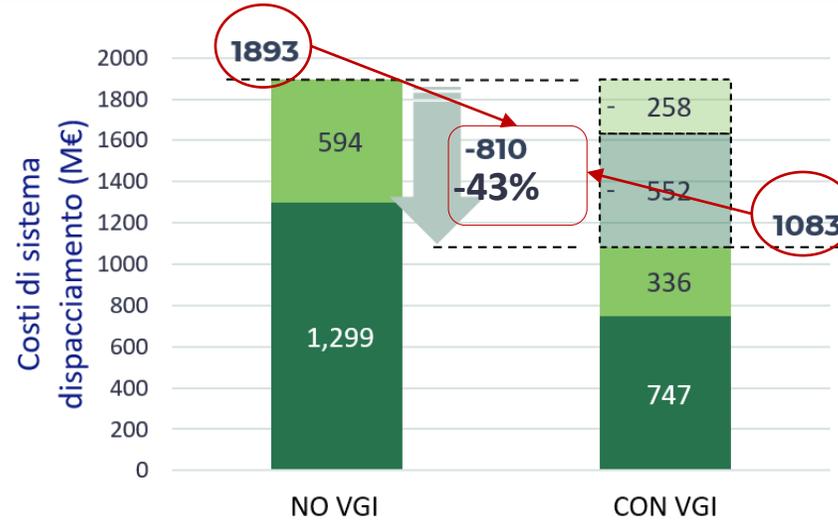


- Gli EV spiazzano il termoelettrico nelle riserve.
- In aggiunta, **contributo implicito**: riduzione delle riserve da procurare grazie alla semplice abilitazione.
- Data la partecipazione massiva, poca energia richiesta al singolo veicolo: 2,5 kWh al giorno e 0,8 kW.
- Grande contributo ricariche diurne su riserva a salire.
- Bilanciamento soprattutto diurno a scendere.



# Benefici della partecipazione ai mercati dei servizi

- Grazie all'abilitazione degli EV, il costo netto di sistema per il dispacciamento si riduce di circa il 40%.
- L'overgeneration legata al dispacciamento si dimezza (rinnovabili che devono essere tagliate conseguentemente all'allocazione di riserva).

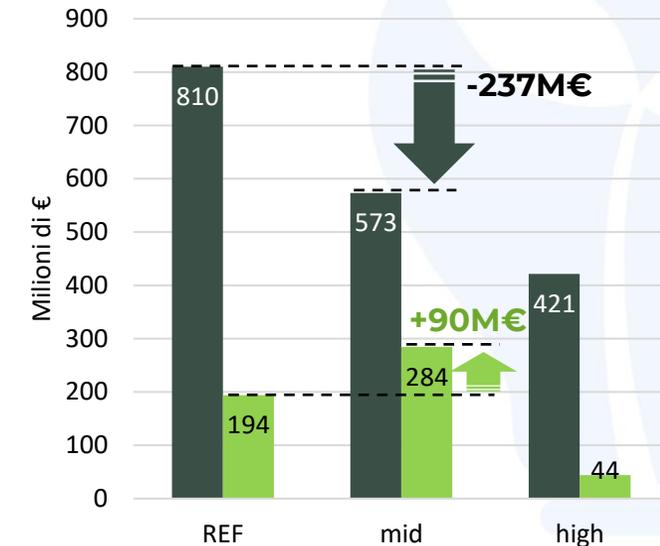


Risultati convincenti, ma...

- ...analisi di sensitività sui prezzi: se l'operatore EV è libero, offrirà a prezzi + alti, riducendo benefici.
- ...richiesta abilitazione massiva per raggiungere questi numeri.

→ Quali strumenti di policy per favorire l'abilitazione?

Scenario di offerta	A salire (€/MWh)	A scendere (€/MWh)
REF	115	55
mid	155	30
high	270	15

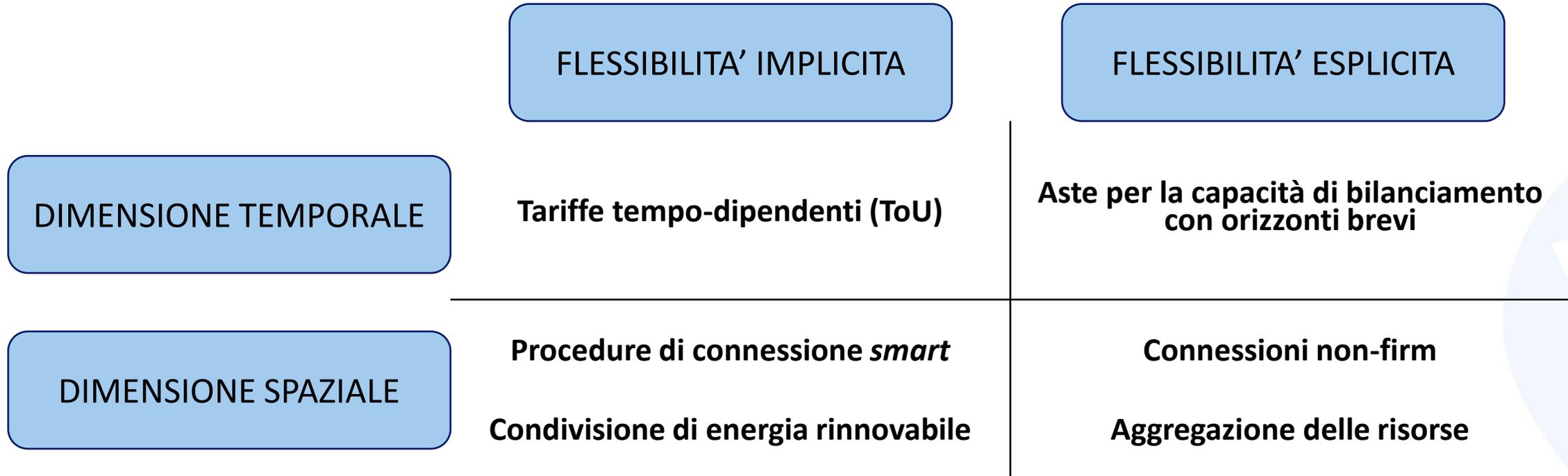


All models are wrong,  
but some are useful.

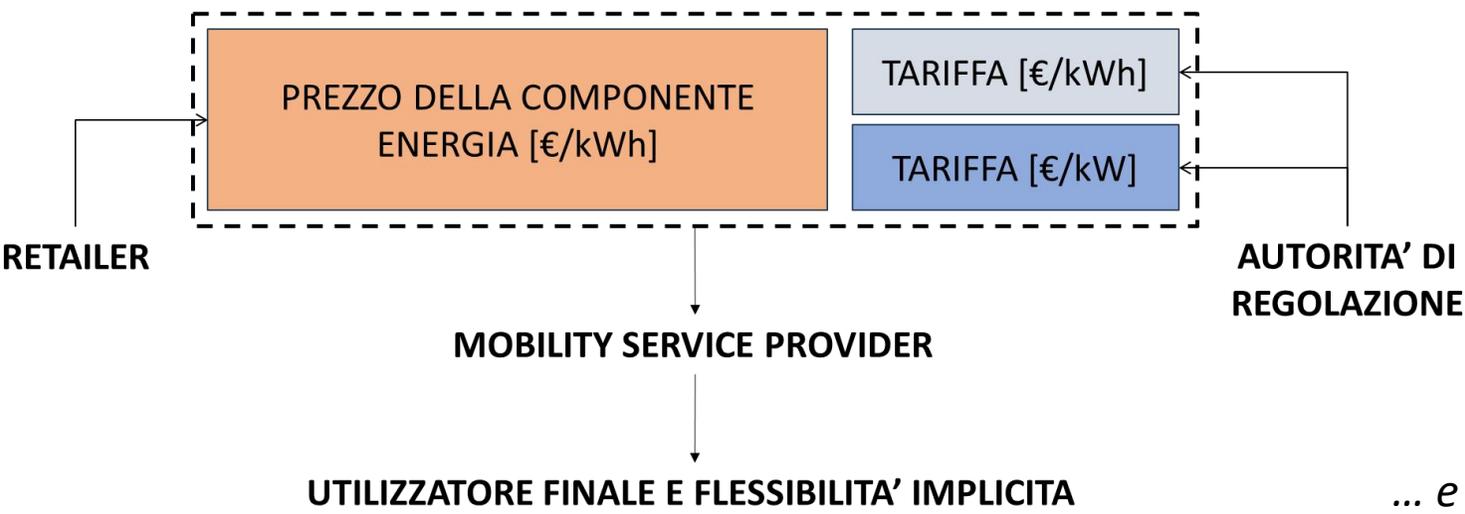
George Box, British statistician (1919 – 2013)



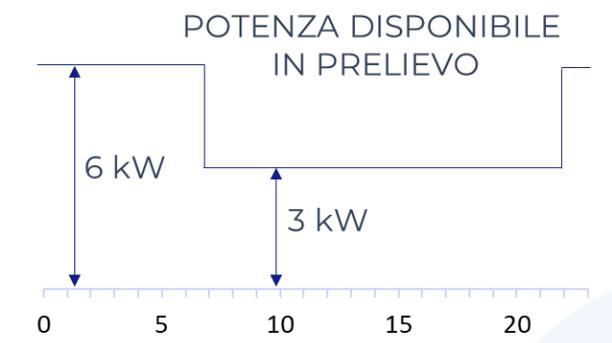
# Un quadro analitico per promuovere il VGI



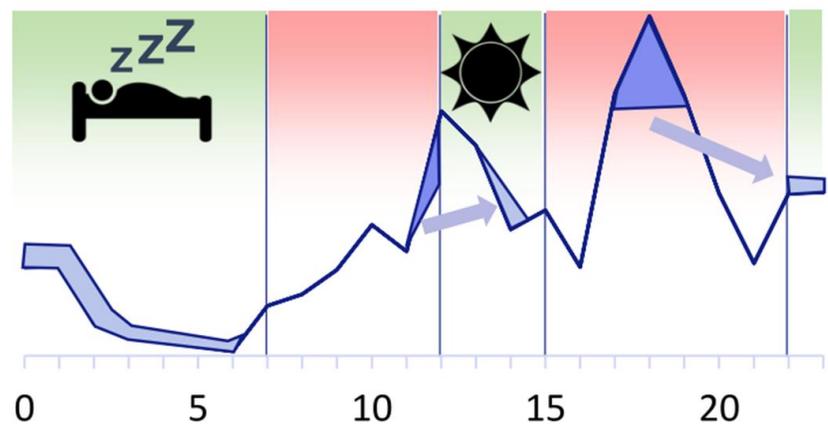
# Il vero valore della ricarica



Agire sulla potenza disponibile (a pari costo)...



... e trasferire il valore reale della ricarica all'utente finale.



IPOTESI: tariffa<sub>1</sub> = 0.5 €/kW ; tariffa<sub>2</sub> = 3 €/kW ; P<sub>max,1</sub> = 100 kW ; P<sub>max,2</sub> = 50 kW

OGGI: spesa =  $2.5 \frac{\text{€}}{\text{kW} \cdot \text{mese}} * 100 \text{ kW} = 250 \frac{\text{€}}{\text{mese}}$

DOMANI: tariffa =  $\frac{0.5 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 100 \text{ kW} + 3 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 50 \text{ kW}}{100 \text{ kW} + 50 \text{ kW}} = 1.33 \frac{\text{€}}{\text{kW} \cdot \text{mese}}$

spesa =  $1.3 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * \text{MAX}(100 \text{ kW}; 50 \text{ kW}) = 130 \frac{\text{€}}{\text{mese}}$

**t<sub>1</sub>/t<sub>2</sub> = 1/6**

**-50%**

# Il mio regno per un punto di ricarica

*Mobilità e rete elettrica sono servizi integrati con la società verso la quale si rendono disponibili*

**IPOTESI:** quota distanza = 200 € ; quota potenza = 75 €/kW ; quota PdR = 250 €/PdR  
potenza connessa = 110 kW ; punti di ricarica sottesi = 5 oppure 12 PdR

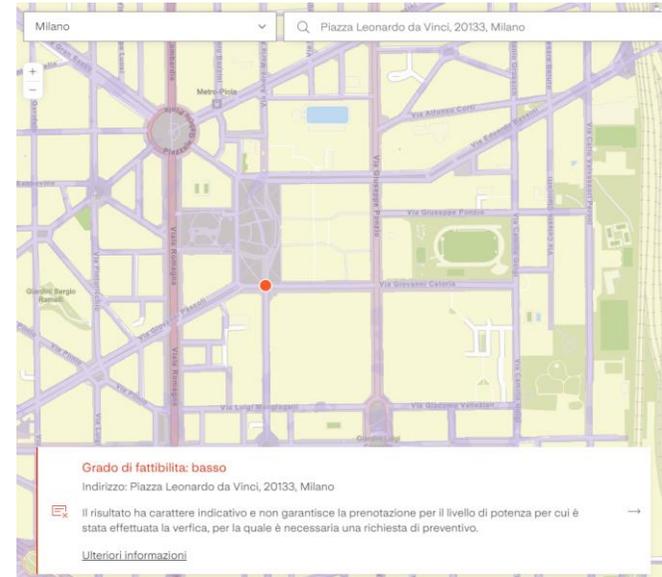
**OGGI:** spesa =  $200 \text{ €} + 75 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 110 \text{ kW} = 8450 \text{ €}$

**DOMANI:** spesa =  $200 \text{ €} + 75 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 110 \text{ kW} - 250 \frac{\text{€}}{\text{PdR}} * 5 \text{ PdR} = 7200 \text{ €}$   
spesa =  $200 \text{ €} + 75 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 110 \text{ kW} - 250 \frac{\text{€}}{\text{PdR}} * 12 \text{ PdR} = 5450 \text{ €}$

**COMPONENTE  
REGRESSIVA**

Misuriamo il valore di una connessione anche in funzione delle esternalità che essa induce (approccio tipico dell'analisi costi-benefici)

*Accettiamo che la ricarica non sia un servizio garantito quando la rete elettrica è sotto stress*



Connessioni *non-firm* garantirebbero:

- più serenità per il DSO nel connettere nuovi punti,
- procedure di connessione più rapide,
- risorse flessibili e meno costose (per tutti).

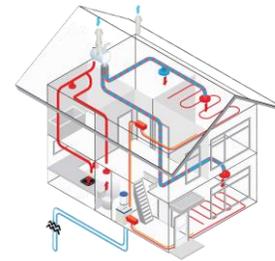


# Un dispacciamento al passo con i tempi

*Riformare il dispacciamento ed integrare i mercati è fondamentale per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione*

- **Prodotti diversi per servizi diversi:** più concorrenza, maggiore flessibilità e costi minori per il sistema.
- **Responsabilizzare gli operatori di mercato:** gestione a portafoglio, giusti requisiti per qualifica e osservabilità.
- **Sbloccare la flessibilità di tutte le risorse:** meno vincoli di durata e soglia minima, prodotti asimmetrici.

*Evitare lock-in tecnologico sfruttando le sinergie tra elettrificazione dei consumi e bilanciamento del sistema*

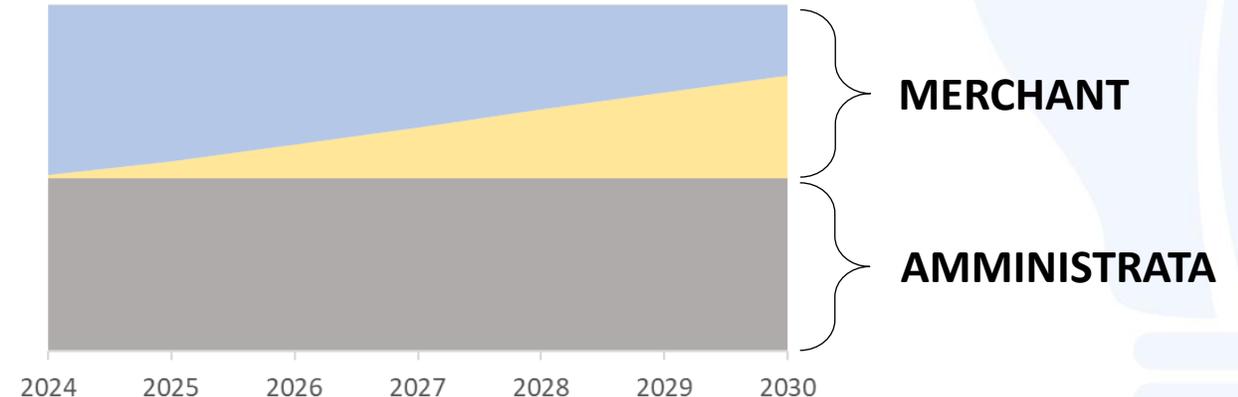


25 Mln

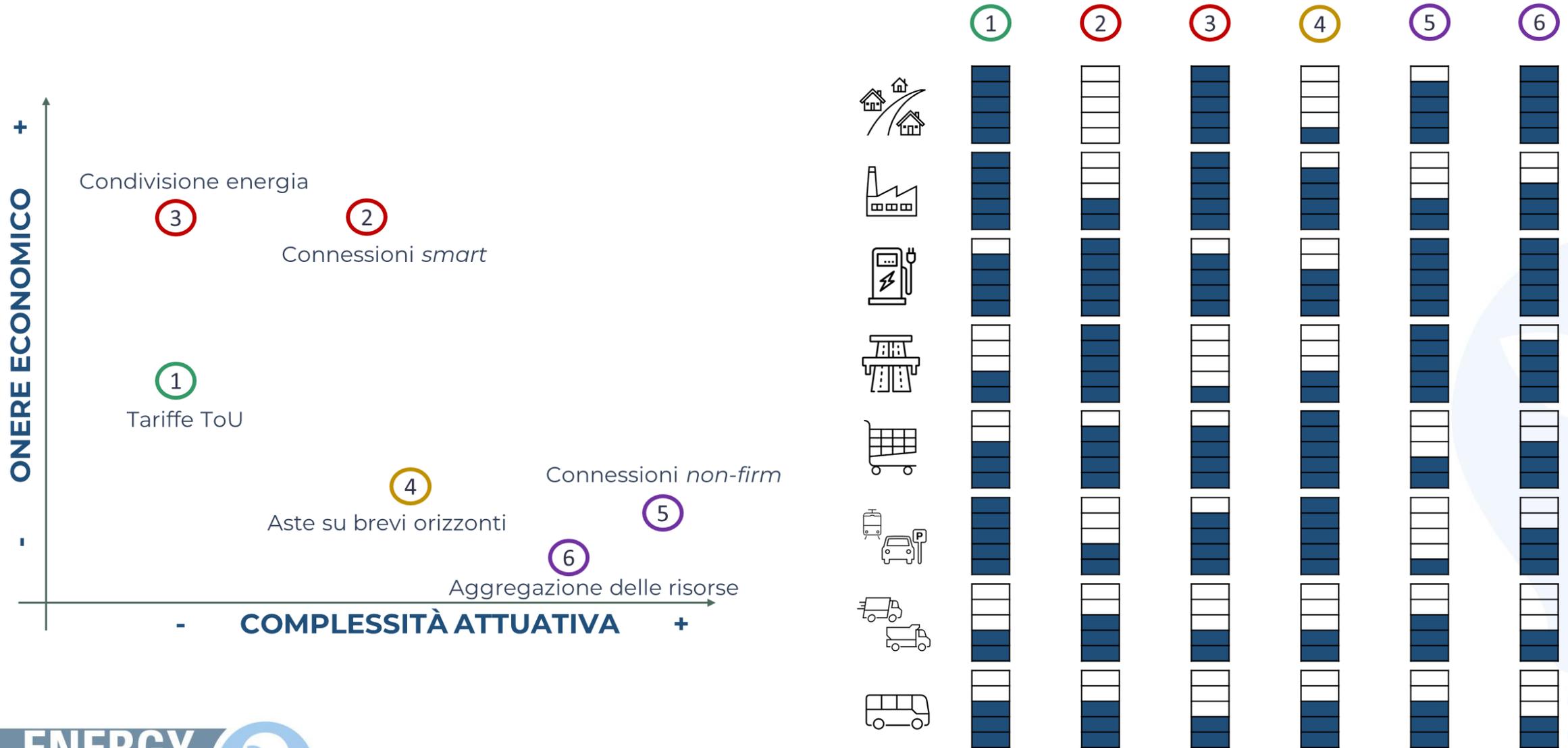


6 Mln

**CONTRIBUTO DELLA DOMANDA ELETTRIFICATA AL  
BILANCIAMENTO DEL SISTEMA ELETTRICO**



# La mappa per orientarsi tra le proposte di *policy*



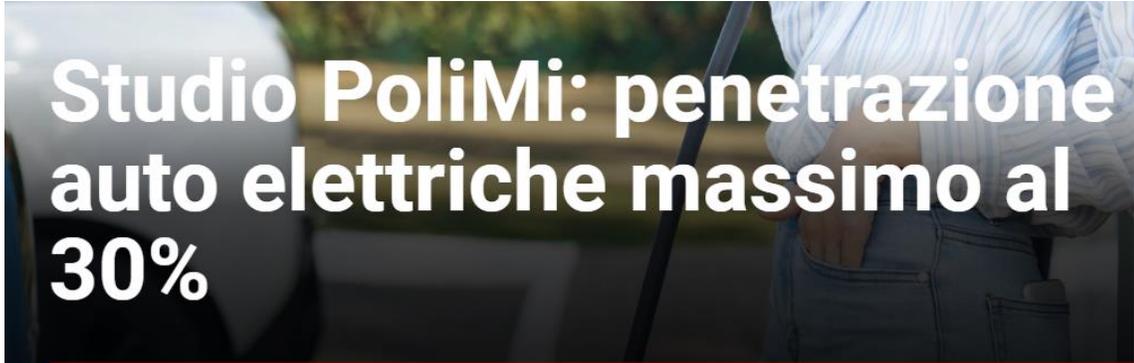
[Home](#) > [Archivio news](#) > [Mobilità sostenibile](#)

## Polimi: “Si può sostituire già oggi il 30% dei motori endotermici con EV”

3 Luglio 2023



Secondo il Politecnico di Milano circa un terzo dei veicoli a benzina e diesel potrebbe essere rimpiazzato da veicoli elettrici senza modificare le abitudini di guida degli italiani



## Studio PoliMi: penetrazione auto elettriche massimo al 30%

#INDAGINE

Auto elettriche e ibride: tutte le notizie

Secondo uno studio del PoliMi, la penetrazione delle auto elettriche nel parco circolante italiano non può superare il 30%. Ma ci sono difformità geografiche



## Integrazione tra veicoli e reti elettriche: sfide e opportunità al 2030



MOTUS CESI POLITECNICO RSE



*"That's all Folks!"*

ENERGY  
TRACKS



Rancilio, Bovera, Delfanti  
**Tariff-based regulatory sandboxes for EV smart charging: impacts on the tariff and the power system in a national framework.**



Moncecchi, Rancilio, Dimovski, Bovera  
**Smart Charging Algorithm for Flexibility Provision with Electric Vehicle Fleets**



Coming soon in collaboration with  
Danish Utility Regulator (DUR):

**The role of implicit and explicit economic signals for flexibility provision by EV aggregates: technical evidences and policy recommendations.**