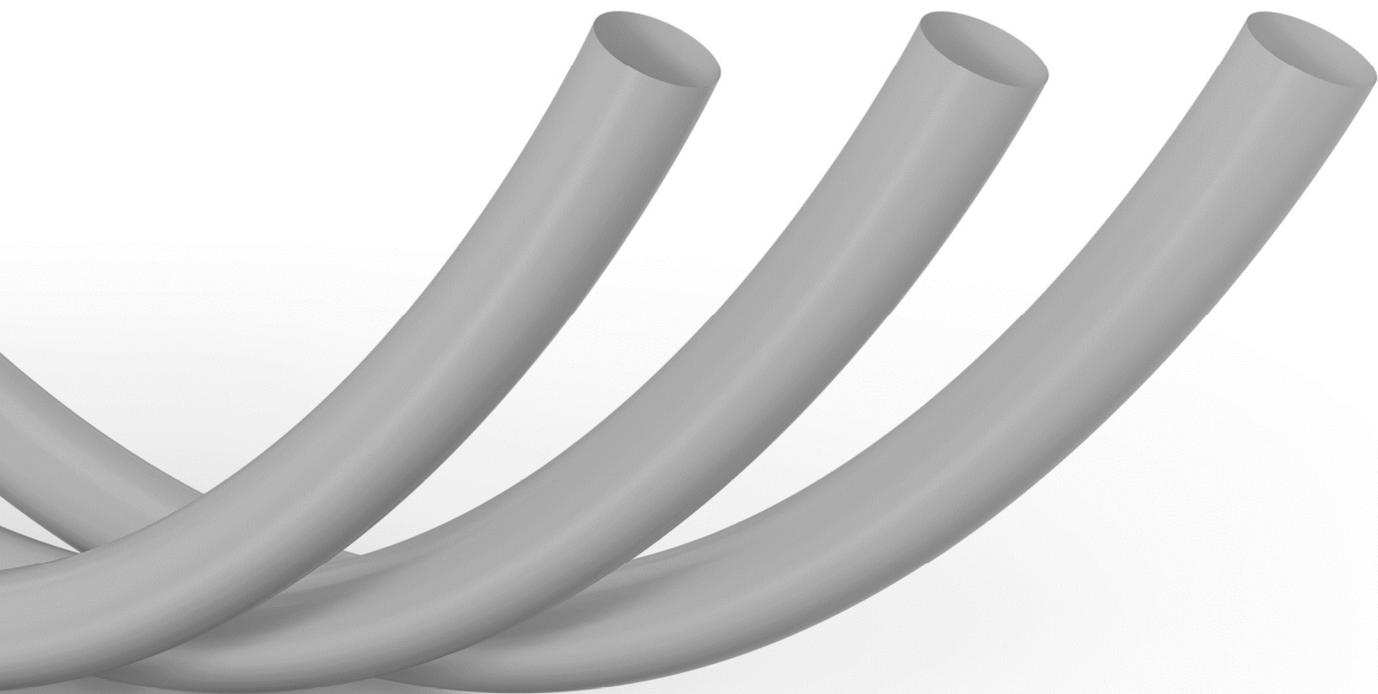


# **Fornitura di servizi di bilanciamento da parte di veicoli elettrici in ricarica: valutazione delle possibili implicazioni economiche su alcuni casi di studio**

Dicembre 2018



*Index*

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1	Ipotesi di lavoro comuni ai casi di studio .....	4
1.2	Valutazioni economiche.....	6
<b>2</b>	<b>CASO DI STUDIO A): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO</b> .....	<b>7</b>
2.1	Ipotesi di lavoro specifiche .....	7
2.2	Risultati della simulazione.....	7
<b>3</b>	<b>CASO DI STUDIO B): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ)</b> .....	<b>9</b>
3.1	Ipotesi di lavoro specifiche .....	9
3.2	Risultati della simulazione.....	9
<b>4</b>	<b>CASO DI STUDIO C): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO A SALIRE E A SCENDERE DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO</b> .....	<b>12</b>
4.1	Ipotesi di lavoro specifiche .....	12
4.2	Risultati della simulazione.....	12
<b>5</b>	<b>CASO DI STUDIO D): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO A SALIRE E A SCENDERE DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ)</b> .....	<b>15</b>
5.1	Ipotesi di lavoro specifiche .....	15
5.2	Risultati della simulazione.....	15
<b>6</b>	<b>CONFRONTO DEI CASI DI RICARICA DOMESTICA</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>CASO DI STUDIO E): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA, MEDIANTE UNA COLONNINA V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO</b> .....	<b>23</b>
7.1	Ipotesi di lavoro specifiche .....	23
7.2	Risultati della simulazione.....	23

**Ricerca sul Sistema Energetico – RSE S.p.A.**

Società con unico socio soggetta alla direzione ed al coordinamento di GSE S.p.A.

Sede Legale - 20134 Milano - Via R. Rubattino, 54

Tel. +39 023992.1 - Fax +39 023992.5370 - PEC rse@legalmail.it

Reg. Imprese di Milano, P.IVA e C.F. 05058230961

R.E.A. di Milano n. 1793295

Cap. Soc. € 1.100.000 i.v.

<b>8 CASO DI STUDIO F): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA, MEDIANTE UNA COLONNINA V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ).....</b>	<b>25</b>
8.1 Ipotesi di lavoro specifiche .....	25
8.2 Risultati della simulazione.....	25
<b>9 CASO DI STUDIO G): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA MEDIANTE UNA COLONNINA V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO .....</b>	<b>27</b>
9.1 Ipotesi di lavoro specifiche .....	27
9.2 Risultati della simulazione.....	27
<b>10 CASO DI STUDIO H): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO A SALIRE E A SCENDERE DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA, MEDIANTE UNA COLONNINA V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ) .....</b>	<b>29</b>
10.1 Ipotesi di lavoro specifiche .....	29
10.2 Risultati della simulazione.....	29
<b>11 CONFRONTO DEI QUATTRO CASI DI RICARICA AZIENDALE.....</b>	<b>31</b>
<b>12 CHI PAGA I COSTI DELLE AGEVOLAZIONI.....</b>	<b>36</b>
<b>13 CONCLUSIONI .....</b>	<b>49</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento definisce un insieme di casi di studio per la valutazione dei vantaggi economici conseguenti a possibili agevolazioni per lo svolgimento di servizi di bilanciamento da parte di veicoli elettrici durante la loro ricarica. Tali agevolazioni sono coerenti con la tipologia di misure previste dal decreto che il Ministro dello sviluppo economico dovrà emanare ai sensi dell'articolo 1, comma 1, della legge 27 dicembre 2017, n. 205 (legge di bilancio 2018); il decreto è attualmente in fase di preparazione. Nelle analisi si è fatto riferimento alle seguenti "dimensioni" che caratterizzano ogni caso di studio e che, in prima istanza, si possono considerare indipendenti:

- Il luogo dove avviene la ricarica. I casi di studio prendono in considerazione solo la ricarica di lunga durata, in periodo notturno. Il luogo dove avviene la ricarica differenzia il caso rispetto ai seguenti parametri: potenza massima di ricarica, banda di flessibilità, energia richiesta dalla ricarica. In particolare nel seguito sono stati considerati 2 casi:
  - Ricarica domestica: auto di proprietà ricaricata da wall box presso l'abitazione del proprietario. Si suppone che l'installazione della wall box non abbia richiesto un incremento di potenza disponibile presso l'abitazione (che era già di 6 kW) e che quindi la potenza massima per la ricarica sia pari a 2 kW. La ricarica media richiesta giornalmente è pari a 7,5 kWh (pari a 42 km di percorrenza al giorno).
  - Ricarica aziendale: auto appartenente ad una flotta aziendale, ricaricata al termine dell'orario lavorativo presso una colonnina installata presso l'azienda. Anche in questo caso si trascura l'incremento di potenza disponibile richiesta dal sito per ospitare la colonnina. Si assume che la potenza massima di ricarica sia di 12 kW. La ricarica media richiesta giornalmente è pari a 13 kWh (pari a 72 km di percorrenza al giorno).
- Ricarica V1G vs V2G: l'infrastruttura di ricarica V2G può consentire, se l'auto è abilitata, oltre al prelievo di energia dalla rete all'auto, anche il flusso inverso.
- Presenza di un programma di ricarica: l'auto può dichiararsi disponibile ad effettuare il prelievo in un ben definito intervallo temporale (dalle 18 alle 21), ad una potenza prefissata, al fine di accedere alla remunerazione in capacità prevista dalle regole delle UVAM.

Dalle tre dimensioni sopra elencate derivano i seguenti 8 casi, che saranno oggetto di studio.

	Domestico	Aziendale
V1G senza programma di ricarica	A	E
V1G con programma di ricarica	B	F
V2G senza programma di ricarica	C	G
V2G con programma di ricarica	D	H

### 1.1 Ipotesi di lavoro comuni ai casi di studio

1. L'algoritmo simula la fornitura di servizi V1G o V2G da parte di un veicolo elettrico, connesso ad una wall-box domestica o a una colonnina aziendale, durante un intervallo temporale prestabilito (periodo di ricarica) in fascia serale-notturna.
2. Vengono presi in considerazione esclusivamente i costi variabili dell'energia (incluso l'effetto delle accise e dell'iva), supponendo che la ricarica del veicolo non abbia richiesto incremento della potenza installata presso l'abitazione o della potenza installata della colonnina.
3. Si assume una banda di flessibilità in potenza, messa a disposizione dal veicolo per la ricarica, identica per ogni giorno.
4. Si assume che quotidianamente il veicolo debba ricaricare una certa quantità di energia, qui assunta costante, e che tutta la ricarica annua avvenga presso l'abitazione o l'azienda considerata.
5. Modalità di offerta su MB:
  - V1G senza prelievo programmato:

- si assume che, per ogni ora in cui il livello di carica della batteria lo consenta, il veicolo presenti un'offerta a scendere su MB (prelievo), di potenza massima pari alla banda di flessibilità;
  - non sono previste offerte a salire (riduzione del prelievo o immissione) in quanto si assume che il veicolo non presenti un programma di ricarica (rispetto al quale potrebbe presentare offerte di riduzione prelievo) e non abbia la possibilità di immettere in rete.
  - V1G con prelievo programmato:
    - si assume che il veicolo presenti un programma in prelievo, a potenza fissata, per le prime tre ore del periodo considerato, a fine di beneficiare della remunerazione in capacità;
    - si assume che in tali tre ore il veicolo possa anche presentare in MB offerte a salire (riduzione rispetto al prelievo previsto);
    - nelle ore successive, si assume che, per ogni ora in cui il livello di carica della batteria lo consenta, il veicolo presenti un'offerta a scendere su MB (incremento del prelievo), di potenza massima pari alla banda di flessibilità.
  - V2G senza prelievo programmato:
    - si assume che, per ogni ora in cui il livello di carica della batteria lo consenta, il veicolo presenti un'offerta a scendere su MB (prelievo), di potenza massima pari alla banda di flessibilità; parimente, presenta un'offerta a salire (immissione) di potenza massima pari alla banda di flessibilità.
  - V2G con prelievo programmato:
    - si assume che il veicolo presenti un programma in prelievo, a potenza fissata, per le prime tre ore del periodo considerato, a fine di beneficiare della remunerazione in capacità;
    - si assume che in tali tre ore il veicolo possa anche presentare in MB offerte a salire, per ottenere (in caso di accettazione) l'immissione in rete con potenza pari alla banda di flessibilità; in altre parole, la potenza associata alle offerte a salire è pari alla somma del prelievo programmato e della banda di flessibilità;
    - nelle ore successive, si assume che, per ogni ora in cui il livello di carica della batteria lo consenta, il veicolo presenti un'offerta a scendere su MB (prelievo), di potenza massima pari alla banda di flessibilità; parimente, presenta un'offerta a salire (immissione) di potenza massima pari alla banda di flessibilità.
6. Si assume che ogni volta che il prezzo di offerta a scendere su MB sia superiore al valore minimo delle offerte a scendere accettate in MB in quell'ora, l'offerta venga accettata da Terna. Un ragionamento analogo si applica per le offerte a salire.
  7. All'avvicinarsi della fine del periodo di ricarica, se il livello della batteria non ha raggiunto il valore desiderato, il veicolo viene ricaricato a prezzi del mercato MGP, senza quindi partecipare a MB.
  8. Il prezzo di offerta, a salire o a scendere a seconda dei casi, su MB è definito sulla base del valore delle offerte su MSD dei periodi precedenti. In particolare si è assunta la media, ora per ora, dei prezzi storici delle offerte, a salire e a scendere separatamente, accettate lungo il periodo 1/8/2016 – 31/7/2017.
  9. L'algoritmo prende in considerazione esclusivamente i costi dell'energia (materia prima), senza tenere conto degli oneri di sistema e dei costi di trasmissione e distribuzione associati all'energia prelevata.
  10. La simulazione è stata eseguita sul periodo 1/8/2016 – 31/7/2017, con riferimento ai giorni lavorativi.
  11. Nell'algoritmo non viene presa in considerazione la remunerazione in capacità; nei casi in cui è prevista essa è introdotta successivamente, nelle valutazioni economiche comparative fra i casi simulati.

A tutti i casi studiati si applicano inoltre le seguenti condizioni:

- vengono considerati costi (e ricavi) relativi esclusivamente alla parte variabile della tariffa (componente energia). Non sono stati considerati i costi fissi in quanto si assume che in ciascuna delle opzioni analizzate rimangano gli stessi;
- non è stata prevista la presenza di FER e quindi l'effetto dello scambio sul posto.

## **1.2 Valutazioni economiche**

Le valutazioni economiche sulla ricarica del veicolo elettrico vengono effettuate rispetto alle seguenti opzioni:

- senza partecipazione del veicolo al mercato del bilanciamento (opzione 1: benchmark);
- con partecipazione del veicolo al mercato del bilanciamento a salire e a scendere ma senza alcuna agevolazione (opzione 2);
- con partecipazione del veicolo al mercato del bilanciamento a salire e a scendere e con una forma di agevolazione che prevede l'esonero delle componenti variabili degli oneri di sistema elettrico e delle tariffe di rete per l'energia assorbita dall'infrastruttura di ricarica a seguito di un ordine di regolazione a scendere (opzione 3bis);
- con partecipazione del veicolo al mercato del bilanciamento e con una forma di agevolazione che prevede, in aggiunta a quella del caso 3bis, l'esenzione degli oneri per l'energia assorbita dall'infrastruttura di ricarica corrispondente all'energia rilasciata, per la percentuale di energia prelevata da rete che non ha già beneficiato dell'esenzione degli oneri (opzione 5).

## 2 CASO DI STUDIO A): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO

### 2.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V1G da parte di un veicolo elettrico connesso alla wall-box domestica dalle 19.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assume che la batteria del veicolo abbia una capacità di 40 kWh ed efficienza di round trip dell'85%.
3. Si assume che la percorrenza media quotidiana sia pari a 42 km.
4. Assumendo un consumo unitario medio pari a 180 W/km, l'energia da ricaricare giornalmente è pari a 7,5 kWh.
5. Assumendo che l'utilizzo annuo dell'auto sia pari a 252 giorni, la percorrenza annua è pari a circa 11.300 km per un consumo annuo pari a poco più di 2 MWh.
6. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 2 kW.
7. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	69,97
Oneri di rete	7,86
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	10,35
Totale oneri	99,73

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://www.arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi//elettricit-domestici.xls](https://www.arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi//elettricit-domestici.xls)). Le componenti relative ai costi di dispacciamento sono quelle che si applicano al mercato tutelato.

### 2.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se il veicolo ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (benchmark)	2,06	MWh	Q_mgp_bnc
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	0,45	MWh	Qin_bil_abso
Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	1,61	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (bilanciamento a scendere, ricarica residua)	2,05	MWh	Qin_tot
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	48,94	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a	31,83	€/MWh	p_en_bil_abso

scendere			
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	41,63	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	99,73	€/MWh	p_oneri

Si noti che nel caso di partecipazione a MSD, poco meno del 22% dell'energia è ricaricata con prelievi a seguito di bilanciamento a scendere.

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato. Rispetto alle opzioni riportate in premessa, essendo il caso relativo ad una infrastruttura V1G senza programma di prelievo, si considerano esclusivamente le seguenti opzioni:

- senza partecipazione a mercato del bilanciamento (opzione 1: benchmark);
- con partecipazione a mercato del bilanciamento a scendere, ma senza agevolazioni (opzione 2);
- con partecipazione a mercato del bilanciamento a scendere e con una forma di agevolazione che prevede l'esonero dagli oneri per l'energia assorbita a seguito di un ordine di regolazione a scendere (opzione 3bis).

Si osserva che, al fine di tenersi liberi a ricaricare quando più conviene, in questa simulazione non è stata considerata alcuna remunerazione in capacità, che obbliga, almeno per alcune ore, a definire una baseline alla quale il prelievo deve attenersi.

Opzione 1 – Prelievo senza partecipazione al bilanciamento (benchmark):

$$\text{Costo\_variabile\_1} = [Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * \text{accise}] * (1+IVA)$$

Opzione 2 – Partecipazione al bilanciamento a scendere senza agevolazioni:

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_2} = & [Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + \\ & + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + \\ & + Qin\_tot * \text{accise}] * (1+IVA) \end{aligned}$$

$$\text{ove } Qin\_tot = Qin\_mgp\_res + Qin\_bil\_abso.$$

Opzione 3 bis - Partecipazione al bilanciamento a scendere con agevolazioni per energia assorbita a seguito di ordine di regolazione a scendere

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_3\_bis} = & [Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri - p\_oneri') + \\ & + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + \\ & + Qin\_tot * \text{accise}] * (1+IVA) = \\ = & \text{Costo\_variabile\_2} - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' \end{aligned}$$

$$\text{ove } Qin\_tot = Qin\_mgp\_res + Qin\_bil\_abso.$$

Le elaborazioni sono svolte sotto le seguenti assunzioni:

- IVA al 10% solo sugli acquisti di energia, e accise pari a 22,7 €/MWh,
- Sconto degli oneri di sistema e gli oneri di rete (p\_oneri'), la loro somma è pari a 77,83 €/MWh.

Idf	Formula	€
Costo_variabile_1	$[Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * \text{accise}] * (1+IVA)$	388
Costo_variabile_2	$[Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + Qin\_tot * \text{accise}] * (1+IVA)$	366
Costo_variabile_3bis	$\text{Costo\_variabile\_2} - Qin\_bil\_abso * p\_oneri'$	331

### 3 CASO DI STUDIO B): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ)

#### 3.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V1G da parte di un veicolo elettrico connesso alla wall-box domestica dalle 18.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assumono le medesime percorrenze, consumi, capacità ed efficienza della batteria del veicolo del caso di studio A).
3. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 2 kW.
4. Si assume che il veicolo presenti un programma in prelievo pari a 2kW per le prime tre ore del periodo considerato, a fine di beneficiare della remunerazione in capacità.
5. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	69,97
Oneri di rete	7,86
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	10,35
Totale oneri	99,73

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://www.arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi/eletricita-domestici.xls](https://www.arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi/eletricita-domestici.xls)). Le componenti relative ai costi di dispacciamento sono quelle che si applicano al mercato tutelato.

#### 3.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se si ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (benchmark)	2,06	MWh	Q_mgp_bnc
Energia teorica da assorbire secondo il profilo di prelievo programmato	1,51	MWh	Qin_mgp_progr
Energia effettivamente assorbita su MGP secondo il profilo di prelievo programmato	0,44 (1,51-1,07)	MWh	Qin_mgp_progr_eff
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	0,36	MWh	Qin_bil_abso
Energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire (riduzione prelievo di prelievo programmato)	-1,07	MWh	Qout_bil_ero
Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	1,26	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (profilo di	2,05	MWh	Qin_tot

prelievo, bilanciamento a scendere, ricarica residua)			
Energia complessivamente rilasciata (bilanciamento a salire eventualmente sovrapposto a profilo di prelievo)	0	MWh	Qout_tot
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	50,18	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita in MGP per la ricarica secondo il profilo programmato	63,90	€/MWh	p_en_mgp_progr
Prezzo medio energia assorbita, per il servizio di bilanciamento a scendere	29,82	€/MWh	p_en_bil_abso
Prezzo medio energia venduta, per il servizio di bilanciamento a salire	109,88	€/MWh	p_en_bil_eroq
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	40,99	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	99,73	€/MWh	p_oneri

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato, facendo riferimento alle opzioni presentate in premessa. L'espressione dei costi variabili è adattata per tenere conto della presenza del profilo programmato e del fatto che il prelievo effettivo dalla rete può variare, rispetto a tale profilo, a causa dell'accettazione di offerte a salire (riduzione del prelievo).

Occorre osservare che, nel caso di accettazione dell'offerta a salire (riduzione del prelievo rispetto al profilo programmato) per determinare il profitto occorre sottrarre al prezzo dell'energia venduta per regolazione a salire il costo sostenuto su MGP per acquistare l'energia non consumata, valorizzata al PUN.

Le elaborazioni sono svolte sotto le seguenti assunzioni:

- IVA al 10% solo sugli acquisti di energia, e accise pari a 22,7 €/MWh,
- Sconto degli oneri di sistema e gli oneri di rete (p\_oneri'), la loro somma è pari a 77,83 €/MWh).

Opzione 1 – Prelievo senza partecipazione al bilanciamento (benchmark):

$$\text{Costo\_variabile\_1} = [Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * \text{accise}] * (1 + IVA)$$

Opzione 2 – Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere senza agevolazioni:

$$\text{Costo\_variabile\_2} = [Qin\_bil\_abso * p\_en\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res * p\_en\_mgp\_res + \\ + Qin\_mgp\_progr * p\_en\_mgp\_progr + Qin\_tot * p\_oneri + \\ + Qin\_tot * \text{accise}] * (1 + IVA) + Qout\_bil\_eroq * p\_en\_bil\_eroq$$

ove  $Qin\_tot = Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res + Qin\_mgp\_progr\_eff$  (a sua volta,  $Qin\_mgp\_progr\_eff = Qin\_mgp\_progr + Qout\_bil\_eroq$ ).

Opzione 3 bis - Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere con agevolazioni ad energia assorbita a seguito di ordine di regolazione a scendere:

$$\text{Costo\_variabile\_3\_bis} = [Qin\_bil\_abso * p\_en\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res * p\_en\_mgp\_res + \\ + Qin\_mgp\_progr * p\_en\_mgp\_progr + Qin\_tot * p\_oneri + \\ + Qin\_tot * \text{accise}] * (1 + IVA) + Qout\_bil\_eroq * p\_en\_bil\_eroq + \\ - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' \\ = \text{Costo\_variabile\_2} - Qin\_bil\_abso * p\_oneri'$$

ove  $Qin\_tot = Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res + Qin\_mgp\_progr\_eff$  (a sua volta,  $Qin\_mgp\_progr\_eff = Qin\_mgp\_progr + Qout\_bil\_eroq$ ).

Opzione 5 - Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere con agevolazioni anche all'energia assorbita dall'infrastruttura di ricarica corrispondente all'energia rilasciata dalla batteria, per la quota parte dell'energia complessivamente prelevata che non ha già beneficiato dell'esenzione degli oneri

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_5} &= (\text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_en\_bil\_abso} + \text{Qin\_mgp\_res} * \text{p\_en\_mgp\_res} + \\ &\quad + \text{Qin\_mgp\_progr} * \text{p\_en\_mgp\_progr} + \text{Qin\_tot} * \text{p\_oneri} + \\ &\quad + \text{Qin\_tot} * \text{accise}) * (1 + \text{IVA}) + \text{Qout\_bil\_erog} * \text{p\_en\_bil\_erog} + \\ &\quad - [\text{Qin\_bil\_abso} - (\text{Qout\_tot} / \text{eta}) * ((\text{Qin\_tot} - \text{Qin\_bil\_abso}) / \text{Qin\_tot})] * \text{p\_oneri}' = \\ &= \text{Costo\_variabile\_2} - [\text{Qin\_bil\_abso} + \\ &\quad - (\text{Qout\_tot} / \text{eta}) * ((\text{Qin\_tot} - \text{Qin\_bil\_abso}) / \text{Qin\_tot})] * \text{p\_oneri}' \end{aligned}$$

Nota: in questo caso il Costo\_variabile\_5 coincide con il Costo\_variabile\_3bis, poiché nel caso V1G non vi è rilascio da parte della infrastruttura di ricarica (Qout\_tot = 0).

idf	Formula	€
Costo_variabile_1	$[\text{Q\_mgp\_bnc} * (\text{p\_en\_mgp\_bnc} + \text{p\_oneri}) + \text{Q\_mgp\_bnc} * \text{accise}] * (1 + \text{IVA})$	391
Costo_variabile_2	$(\text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_en\_bil\_abso} + \text{Qin\_mgp\_res} * \text{p\_en\_mgp\_res} + \text{Qin\_mgp\_progr} * \text{p\_en\_mgp\_progr} + \text{Qin\_tot} * \text{p\_oneri} + \text{Qin\_tot} * \text{accise}) * (1 + \text{IVA}) + \text{Qout\_bil\_erog} * \text{p\_en\_bil\_erog}$	333
Costo_variabile_3bis	$\text{Costo\_variabile\_2} - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}'$	306
Costo_variabile_5	$\text{Costo\_variabile\_2} - [\text{Qin\_bil\_abso} - (\text{Qout\_tot} / \text{eta}) * ((\text{Qin\_tot} - \text{Qin\_bil\_abso}) / \text{Qin\_tot})] * \text{p\_oneri}'$	306
Costo per remunerazione a termine	$\text{Qbanda} * 30 \text{ €/kWh}$	60

Si osserva che, come già menzionato, anche in questa simulazione non è stata considerata alcuna remunerazione in capacità, che verrà invece conteggiata in sede di confronto fra i quattro casi di studio A, B, C, D.

#### 4 CASO DI STUDIO C): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO A SALIRE E A SCENDERE DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO

##### 4.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V1G da parte di un veicolo elettrico connesso alla wall-box domestica dalle 19.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assumono le medesime percorrenze, consumi, capacità ed efficienza della batteria del veicolo del caso di studio A).
3. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 2 kW.
4. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	69,97
Oneri di rete	7,86
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	10,35
Totale oneri	99,73

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://www.arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi/eletricita-domestici.xls](https://www.arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi/eletricita-domestici.xls)).

##### 4.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se si ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (benchmark)	2,06	MWh	Q_mgp_bnc
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	1,36	MWh	Qin_bil_abso
Energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire (iniezione in rete)	-2,68	MWh	Qout_bil_ero
Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	3,85	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (bilanciamento a scendere, ricarica residua)	5,21	MWh	Qin_tot
Energia complessivamente rilasciata (bilanciamento a salire)	-2,68	MWh	Qout_tot
Perdite di round trip della batteria	0,47	MWh	
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	48,94	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	28,39	€/MWh	p_en_bil_abso

Prezzo medio energia venduta (erogata) per il servizio di bilanciamento a salire	98,91	€/MWh	p_en_bil_erog
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	43,91	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	99,73	€/MWh	p_oneri

Si noti che, rispetto al benchmark, nel caso di partecipazione del veicolo a MB l'energia prelevata è più che raddoppiata (da 2,06 a 5,21 MWh) in quanto 2,68 MWh vengono reimmessi in rete a seguito dei comandi di bilanciamento a salire. Dei 5,21 MWh prelevati da rete 1,36 MWh sono a seguito di comandi di bilanciamento a scendere.

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato, facendo riferimento alle opzioni presentate in premessa.

Si osserva che, al fine di tenersi liberi a ricaricare quando più conviene, in questa simulazione non è stata considerata alcuna remunerazione in capacità, che obbligherebbe, almeno per alcune ore, a definire una baseline alla quale il prelievo deve attenersi.

Le elaborazioni sono svolte sotto le seguenti assunzioni:

- IVA al 10% solo sugli acquisti di energia, e accise pari a 22,7 €/MWh,
- Sconto degli oneri di sistema e gli oneri di rete (p\_oneri'), la loro somma è pari a 77,83 €/MWh).

Opzione 1 – Prelievo senza partecipazione al bilanciamento (benchmark):

$$\text{Costo\_variabile\_1} = [Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + \text{accise} * Q\_mgp\_bnc] * (1 + IVA)$$

Opzione 2 – Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere senza agevolazioni:

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_2} = & [Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + \\ & + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + Qin\_tot * \text{accise}] * (1 + IVA) + \\ & + Qout\_bil\_erog * p\_en\_bil\_erog \end{aligned}$$

ove  $Qin\_tot = Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res$ .

Opzione 3 bis - Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere con agevolazioni ad energia assorbita a seguito di ordine di regolazione a scendere:

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_3\_bis} = & [Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + \\ & + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + Qin\_tot * \text{accise}] * (1 + IVA) \\ & + Qout\_bil\_erog * p\_en\_bil\_erog - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' = \\ & = \text{Costo\_variabile\_2} - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' \end{aligned}$$

Opzione 5 - Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere con agevolazioni anche all'energia assorbita dall'infrastruttura di ricarica corrispondente all'energia rilasciata, per la quota parte dell'energia complessivamente prelevata che non ha già beneficiato dell'esenzione degli oneri

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_5} = & [Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + \\ & + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + Qin\_tot * \text{accise}] * (1 + IVA) + \\ & + Qout\_bil\_erog * p\_en\_bil\_erog - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' + \\ & + [(Qout\_tot / \eta) * (Qin\_tot - Qin\_bil\_abso) / Qin\_tot] * p\_oneri' = \\ & = \text{Costo\_variabile\_2} - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' + \\ & + [(Qout\_tot / \eta) * (Qin\_tot - Qin\_bil\_abso) / Qin\_tot] * p\_oneri' \end{aligned}$$

In questo caso  $(Qin\_tot - Qin\_bil\_abso) / Qin\_tot = Qin\_mgp\_res / (Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res)$ .

idf	Formula	€
Costo_variabibile_1	$[Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * accise] * (1 + IVA)$	388
Costo_variabibile_2	$[Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + Qin\_tot * accise] * (1 + IVA) + Qout\_bil\_erog * p\_en\_bil\_erog$	664
Costo_variabibile_3bis	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri'$	559
Costo_variabibile_5	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' + [(Qout\_tot / eta) * (Qin\_tot - Qin\_bil\_abso) / Qin\_tot] * p\_oneri'$	378

Nota: in questo caso non essendovi profilo programmato l'energia venduta su MB è tutta rilasciata dall'infrastruttura di ricarica, ossia  $Qout\_tot = Qout\_bil\_erog$ .

## 5 CASO DI STUDIO D): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO A SALIRE E A SCENDERE DI UN VEICOLO ELETTRICO CON RICARICA DOMESTICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO, MEDIANTE UNA WALL-BOX V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ)

### 5.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V2G da parte di un veicolo elettrico connesso alla wall-box domestica dalle 18.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assumono le medesime percorrenze, consumi, capacità ed efficienza della batteria del veicolo del caso di studio A).
3. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 2 kW.
4. Si assume che il veicolo presenti un programma in prelievo pari a 2kW per le prime tre ore del periodo considerato, a fine di beneficiare della remunerazione in capacità.
5. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	69,97
Oneri di rete	7,86
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	10,35
Totale oneri	99,73

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://www.arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi//elettricitadomestici.xls](https://www.arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi//elettricitadomestici.xls)).

### 5.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se si ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (benchmark)	2,06	MWh	Q_mgp_bnc
Energia teorica da assorbire secondo il profilo di prelievo programmato	1,51	MWh	Qin_mgp_progr
Energia effettivamente assorbita su MGP secondo il profilo di prelievo programmato	0,44 (1,51-1,07)	MWh	
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	1,44	MWh	Qin_bil_abso
Energia complessivamente venduta per il servizio di bilanciamento a salire (riduzione prelievo programmato e iniezione in rete)	-4,19	MWh	Qout_bil_ero
Energia venduta per bilanciamento a salire per riduzione profilo di prelievo programmato	-1,07	MWh	

Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	3,84	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (profilo di prelievo, bilanciamento a scendere, ricarica residua)	5,72	MWh	Qin_tot
Energia rilasciata (bilanciamento, limitatamente alla quota rilasciata dalla batteria)	-3,12	MWh	Qout_tot
Perdite di round trip della batteria	0,54	MWh	
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	50,18	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita in MGP per la ricarica secondo il profilo programmato	63,90	€/MWh	p_en_mgp_progr
Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	27,38	€/MWh	p_en_bil_abso
Prezzo medio energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire	103,45	€/MWh	p_en_bil_ero
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	43,87	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	99,73	€/MWh	p_oneri

Si noti che, rispetto al benchmark, nel caso di partecipazione del veicolo a MB l'energia prelevata è più che raddoppiata (da 2,06 a 5,72 MWh) in quanto 3,12 MWh vengono reimmessi in rete a seguito dei comandi di bilanciamento a salire (l'energia complessiva associata a questi ultimi è 4,19 MWh, ma (4,19 - 3,12) MWh = 1,07 MWh "compensano" parte del prelievo programmato). Dei 5,72 MWh prelevati da rete 1,44 MWh sono a seguito di comandi di bilanciamento a scendere.

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili; la remunerazione in capacità verrà invece conteggiata in sede di confronto fra i quattro casi di studio A, B, C, D) per il caso esaminato, facendo riferimento alle opzioni presentate in premessa. L'espressione dei costi variabili è adattata per tenere conto della presenza del profilo programmato e del fatto che, a causa dell'accettazione di offerte a salire, il prelievo effettivo dalla rete può variare rispetto a tale profilo, trasformandosi di fatto in immissione in rete.

Occorre osservare che, nel caso di accettazione dell'offerta a salire, per determinare il profitto occorre sottrarre al prezzo dell'energia venduta per regolazione a salire il costo sostenuto su MGP per acquistare l'energia non consumata, valorizzata al PUN.

Le elaborazioni sono svolte sotto le seguenti assunzioni:

- IVA al 10% solo sugli acquisti di energia, e accise pari a 22,7 €/MWh,
- Sconto degli oneri di sistema e gli oneri di rete (p\_oneri'), la loro somma è pari a 77,83 €/MWh).

Opzione 1 – Prelievo senza partecipazione al bilanciamento (benchmark):

$$\text{Costo\_variabile\_1} = [Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * \text{accise}] * (1 + IVA)$$

Opzione 2 – Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere senza agevolazioni:

$$\text{Costo\_variabile\_2} = Qin\_bil\_abso * p\_en\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res * p\_en\_mgp\_res + \\ + Qin\_mgp\_progr * p\_en\_mgp\_progr + Qin\_tot * p\_oneri + \\ + Qin\_tot * \text{accise} * (1 + IVA) + Qout\_bil\_ero * p\_en\_bil\_ero$$

ove  $Qin\_tot = Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res + Qin\_mgp\_progr\_eff$  (a sua volta,  $Qin\_mgp\_progr\_eff = Qin\_mgp\_progr + Qout\_bil\_ero$ ).

Opzione 3 bis - Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere con agevolazioni ad energia assorbita a seguito di ordine di regolazione a scendere:

$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_3\_bis} &= (\text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_en\_bil\_abso} + \text{Qin\_mgp\_res} * \text{p\_en\_mgp\_res} + \\ &\quad + \text{Qin\_mgp\_prog} * \text{p\_en\_mgp\_prog} + \text{Qin\_tot} * \text{p\_oneri} + \\ &\quad + \text{Qin\_tot} * \text{accise}) * (1 + \text{IVA}) + \text{Qout\_bil\_erog} * \text{p\_en\_bil\_erog} + \\ &\quad - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}' = \\ &= \text{Costo\_variabile\_2} - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}' \end{aligned}$$

Opzione 5 - Partecipazione al bilanciamento a salire e a scendere con agevolazioni anche all'energia assorbita dall'infrastruttura di ricarica corrispondente all'energia rilasciata, per la quota parte dell'energia complessivamente prelevata che non ha già beneficiato dell'esenzione degli oneri

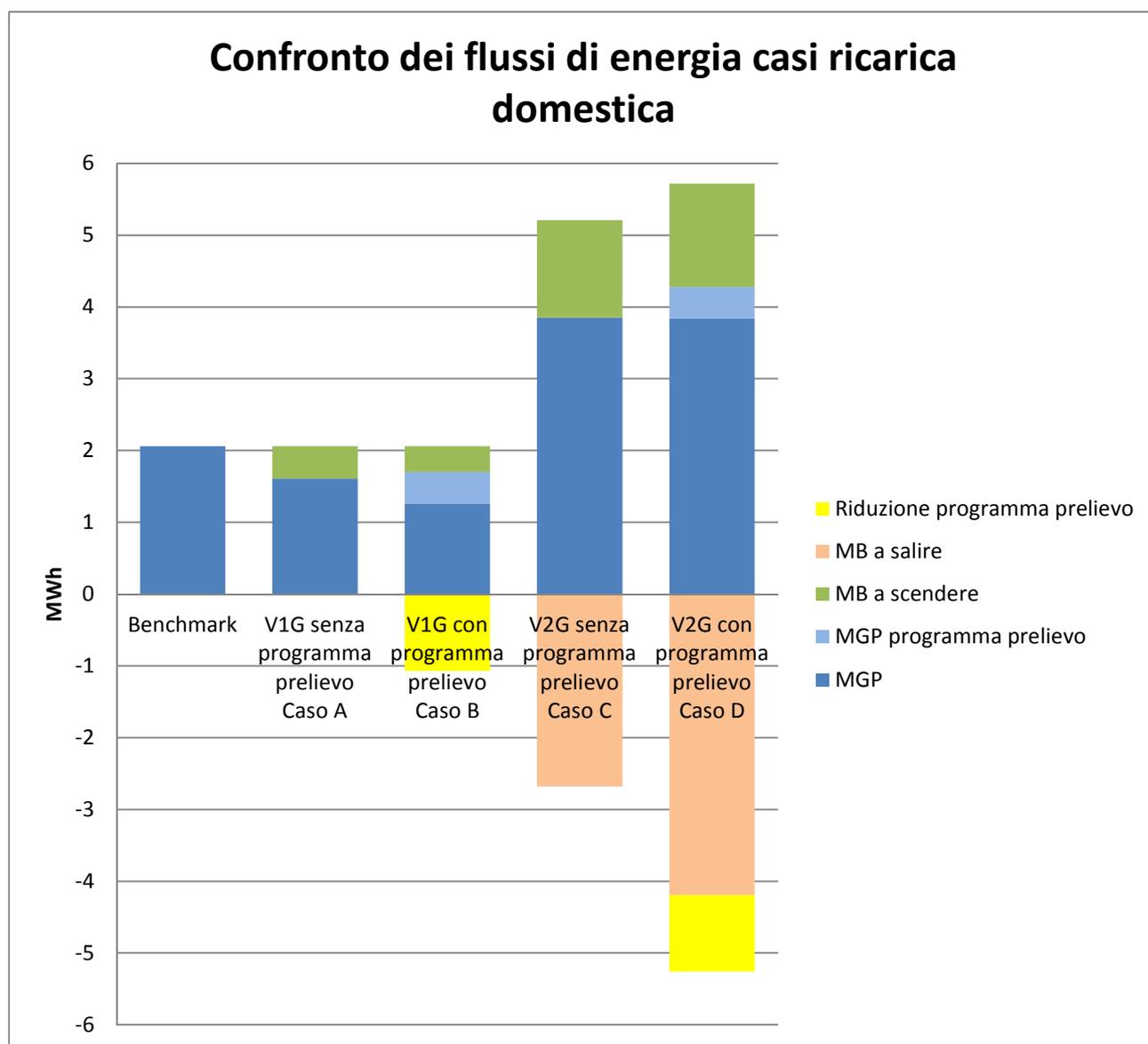
$$\begin{aligned} \text{Costo\_variabile\_5} &= \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_en\_bil\_abso} + \text{Qin\_mgp\_res} * \text{p\_en\_mgp\_res} + \\ &\quad + \text{Qout\_bil\_erog} * \text{p\_en\_bil\_erog} + \text{Qin\_mgp\_prog} * \text{p\_en\_mgp\_prog} + \\ &\quad + \text{Qin\_tot} * \text{p\_oneri} - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}' + \\ &\quad + [(\text{Qout\_tot}/\text{eta}) * ((\text{Qin\_tot} - \text{Qin\_bil\_abso})/\text{Qin\_tot})] * \text{p\_oneri}' = \\ &= \text{Costo\_variabile\_2} - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}' + \\ &\quad + [(\text{Qout\_tot}/\text{eta}) * ((\text{Qin\_tot} - \text{Qin\_bil\_abso})/\text{Qin\_tot})] * \text{p\_oneri}' \end{aligned}$$

idf	Formula	€
Costo_variabile_1	$[\text{Q\_mgp\_bnc} * (\text{p\_en\_mgp\_bnc} + \text{p\_oneri}) + \text{Q\_mgp\_bnc} * \text{accise}] * (1 + \text{IVA})$	391
Costo_variabile_2	$[\text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_en\_bil\_abso} + \text{Qin\_mgp\_res} * \text{p\_en\_mgp\_res} + \text{Qin\_mgp\_prog} * \text{p\_en\_mgp\_prog} + \text{Qin\_tot} * \text{p\_oneri} + \text{Qin\_tot} * \text{accise}] * (1 + \text{IVA}) + \text{Qout\_bil\_erog} * \text{p\_en\_bil\_erog}$	671
Costo_variabile_3bis	$\text{Costo\_variabile\_2} - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}'$	559
Costo_variabile_5	$\text{Costo\_variabile\_2} - \text{Qin\_bil\_abso} * \text{p\_oneri}' + [(\text{Qout\_tot}/\text{eta}) * ((\text{Qin\_tot} - \text{Qin\_bil\_abso})/\text{Qin\_tot})] * \text{p\_oneri}'$	346
Costo per remunerazione a termine	$\text{Qbanda (kW)} * 30 \text{ €/kWh}$	60

## 6 CONFRONTO DEI CASI DI RICARICA DOMESTICA

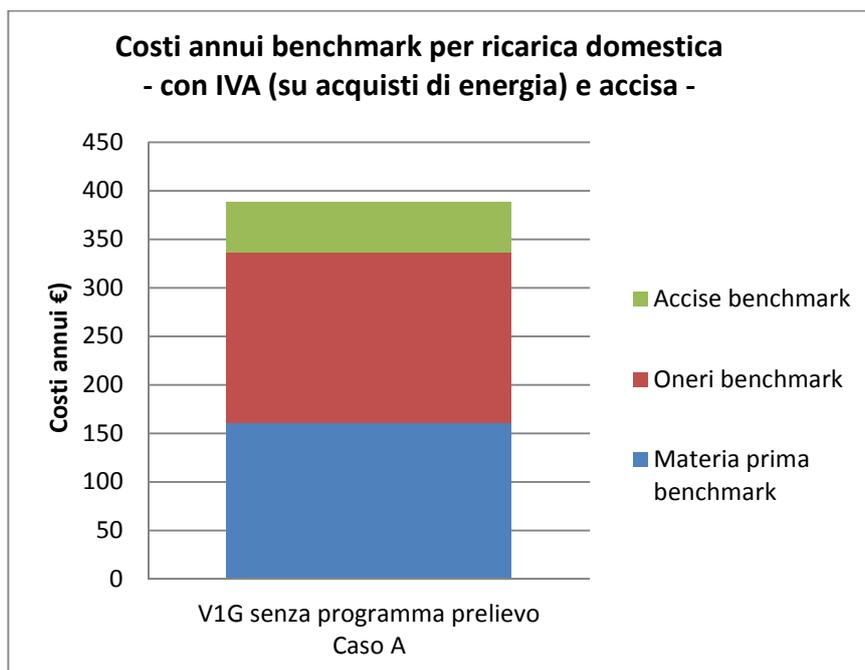
Nel grafico che segue si confrontano i prelievi/immissioni di energia verso/dal veicolo elettrico nei quattro casi finora considerati.

Si osserva che nei casi A e B, trattandosi di sistemi di ricarica V1G, la quantità di energia prelevata è sempre la stessa (uguale peraltro a quella del caso benchmark). La riduzione del programma di prelievo presente nel caso B è riportata con valore negativo in quanto è conseguente ad un ordine di bilanciamento a salire, ma non corrisponde ad un flusso reale da veicolo a rete, bensì ad una riduzione del programma di prelievo.

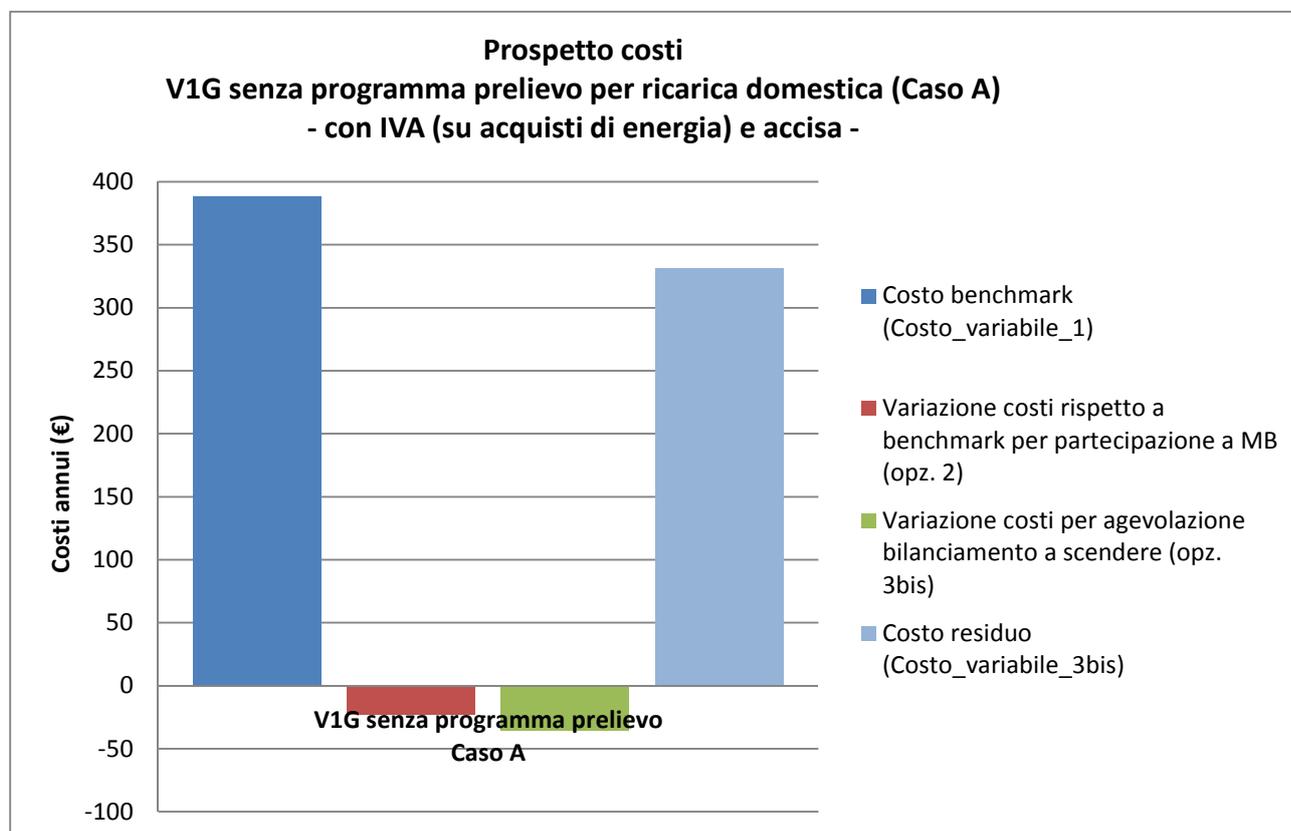


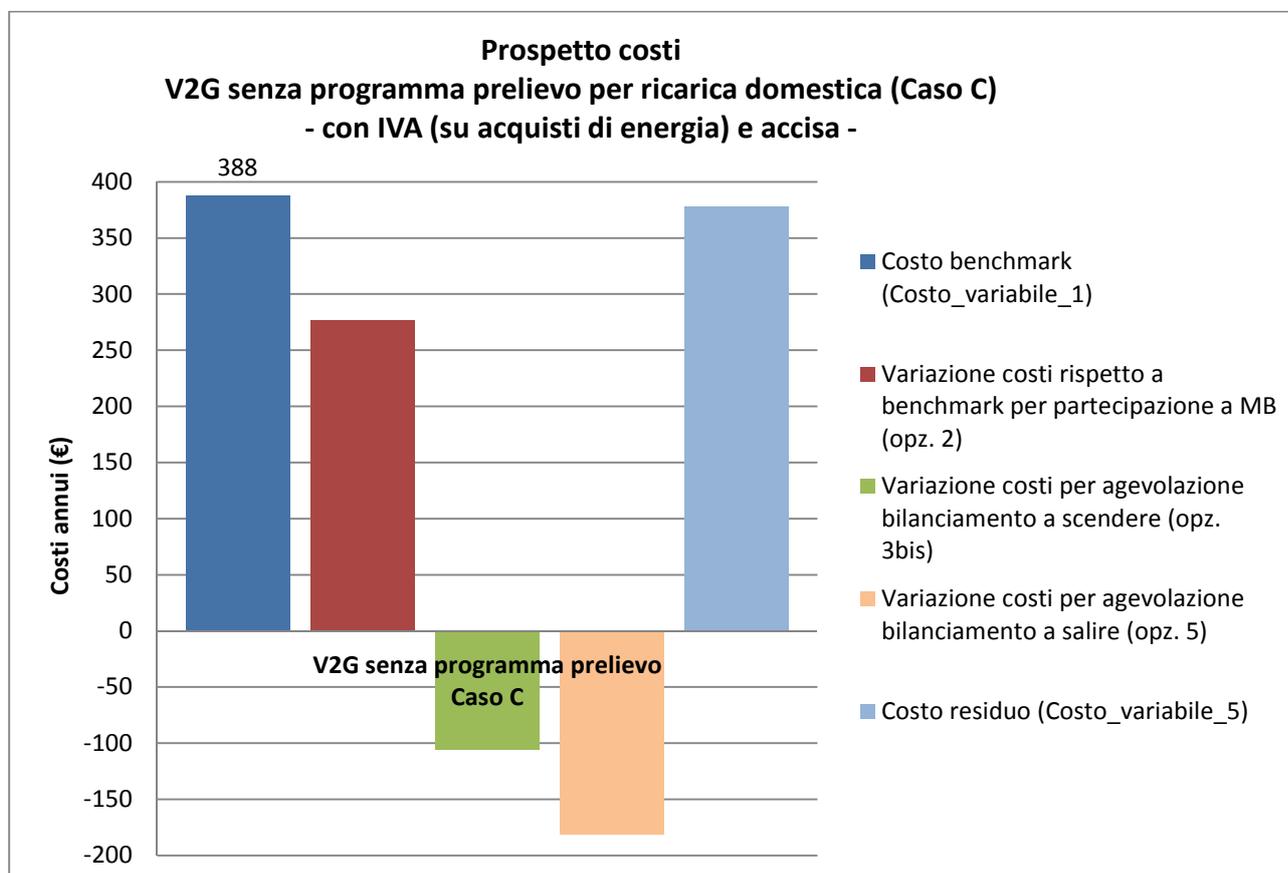
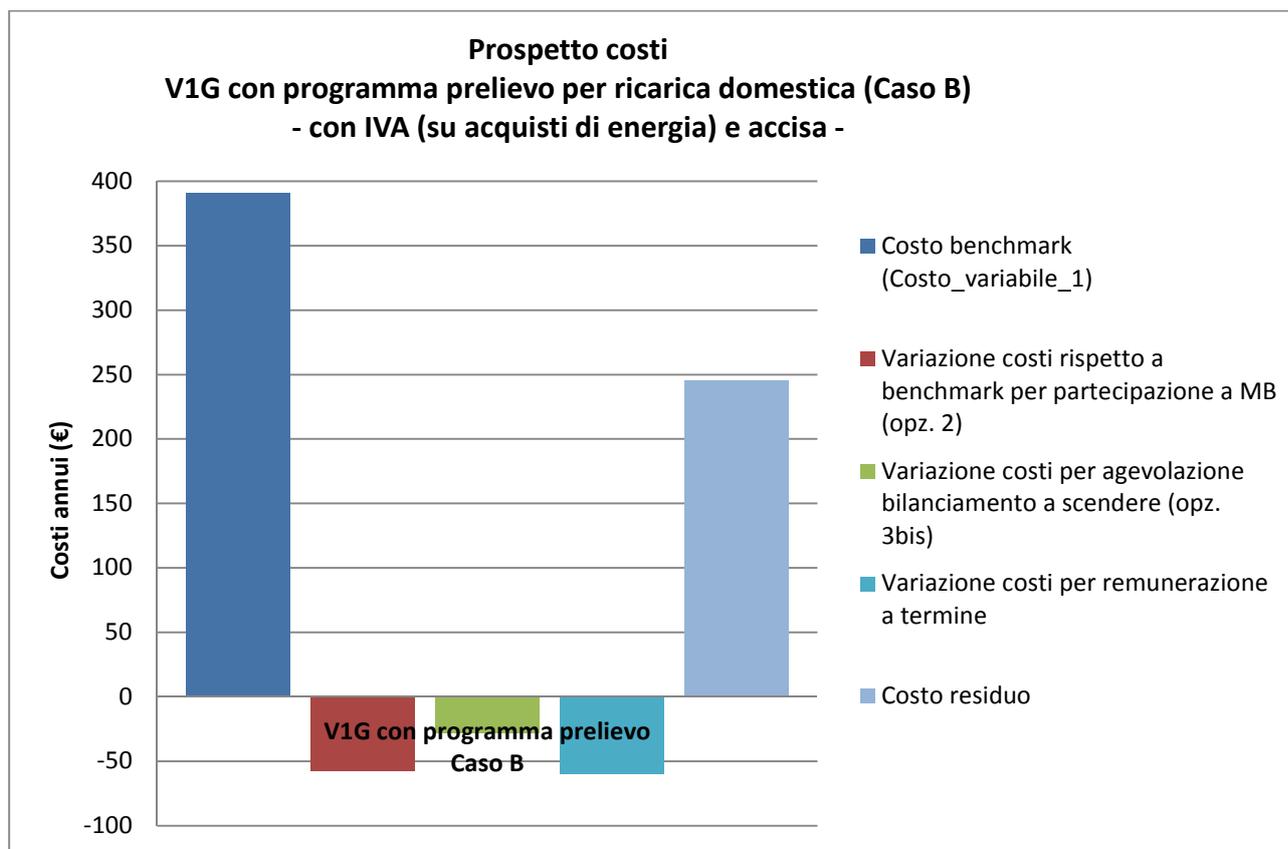
Nel grafico che segue si confrontano i costi annui della ricarica domestica e i ricavi derivanti dalla partecipazione a MB.

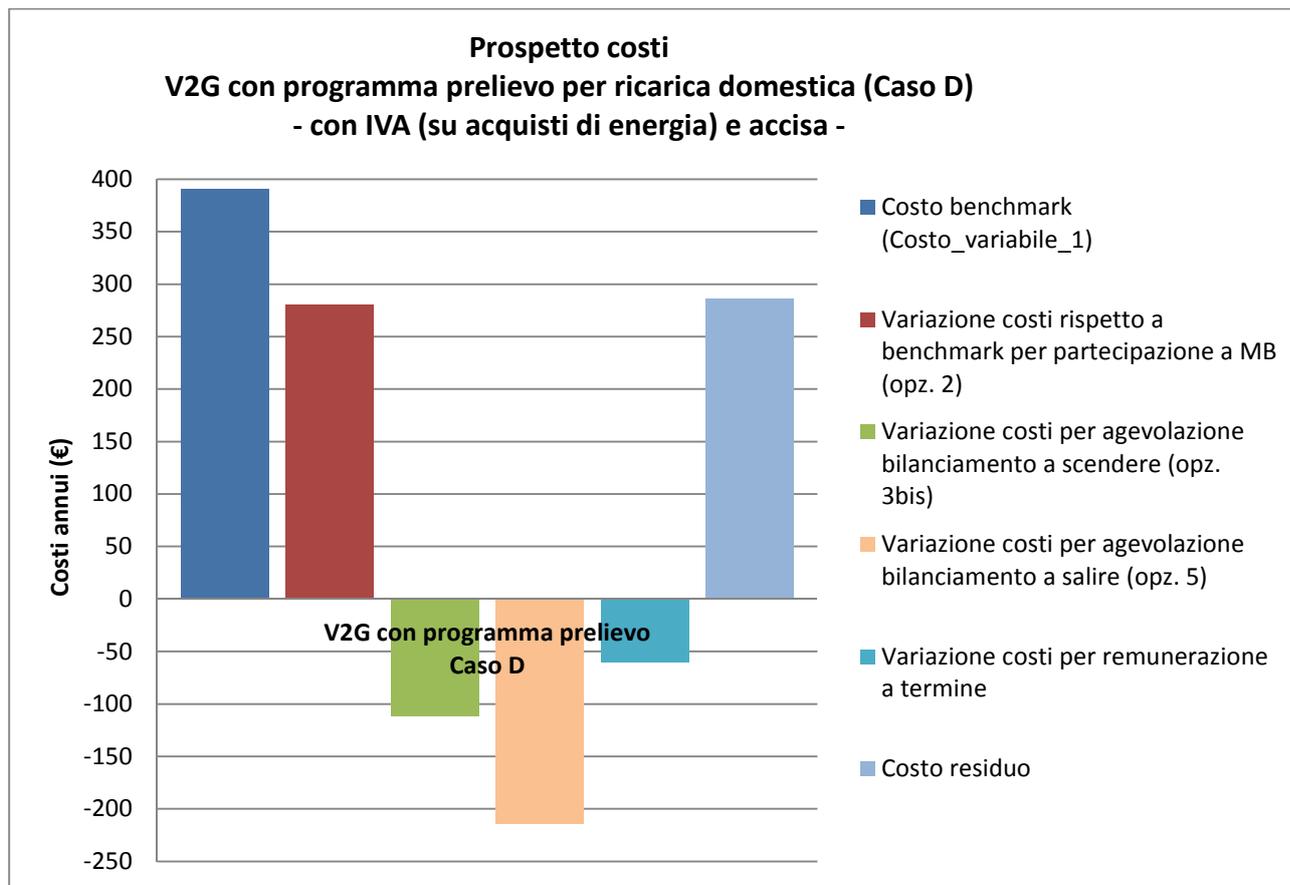
Il valore benchmark è costo variabile della ricarica senza partecipazione a MB; le voci che lo determinano sono riportate in dettaglio nella figura seguente.



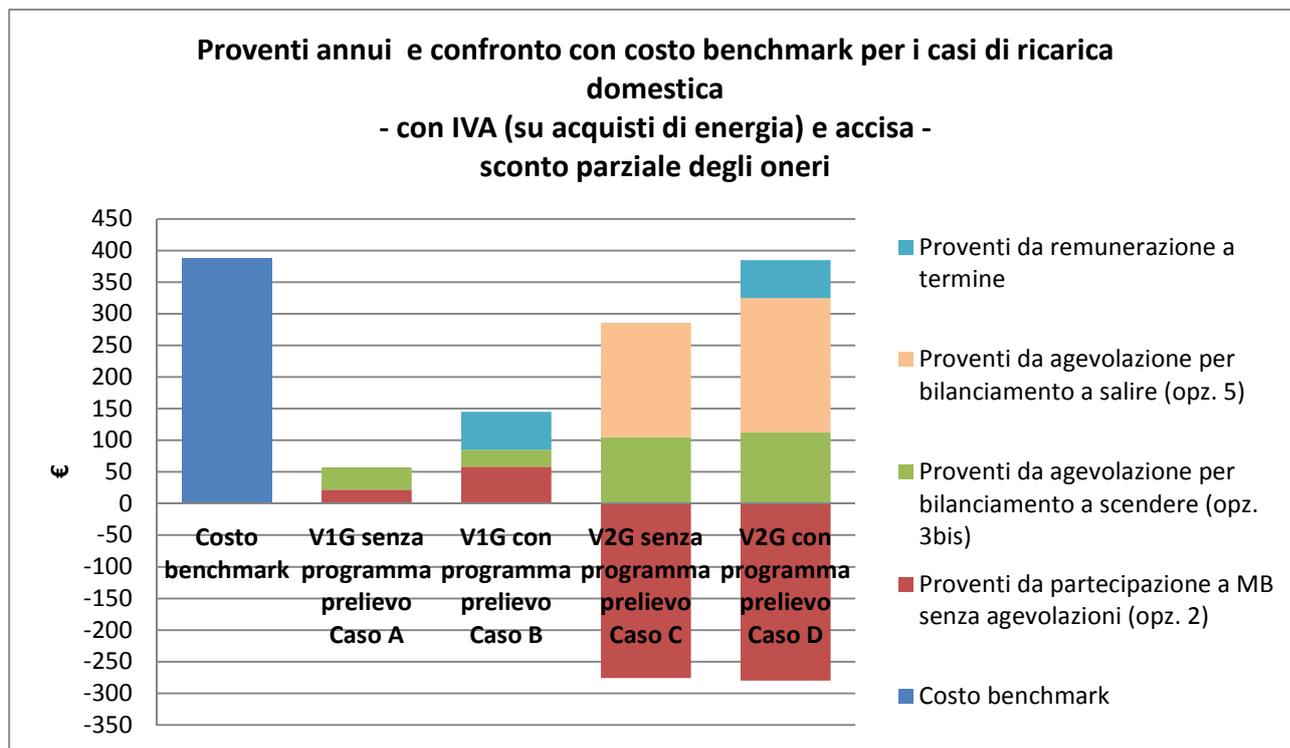
Per ciascuno dei quattro casi considerati (caso A, caso B, caso C e caso D) si riportano le variazioni di costo (valori negativi: ricavi; valori positivi: ulteriori costi) rispetto alla situazione benchmark. Si noti che, nei casi V2G, la partecipazione a MB senza agevolazioni (cioè senza l'esonero dal pagamento degli oneri per l'energia movimentata a salire e a scendere in MB) comporterebbe maggiori costi anche rispetto al caso benchmark, tanto da rendere non conveniente la reimmissione in rete di energia precedentemente prelevata dal veicolo elettrico.



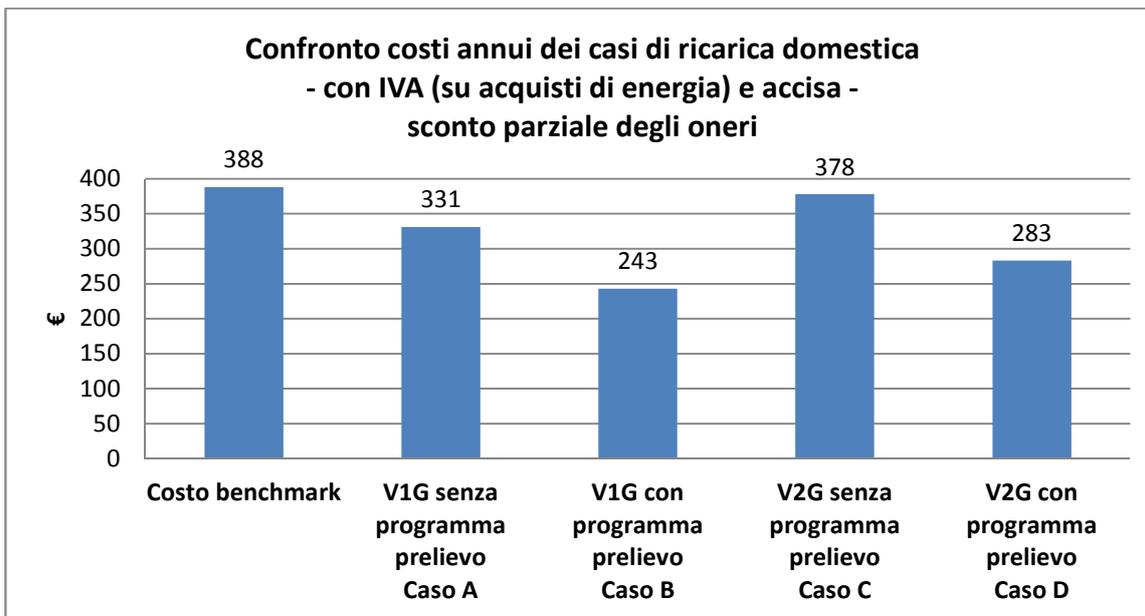




I risultati di cui sopra sono sintetizzati nel grafico seguente.



Nel grafico che segue, infine, si confrontano e si paragonano con il benchmark i costi annui (con le agevolazioni) dei quattro casi di ricarica domestica considerati. Sia nel caso V1G che nel caso V2G, l'introduzione di un programma di prelievo determina un beneficio; tuttavia, i casi V2G, sia senza sia con programma di prelievo, risultano di minor beneficio rispetto ai casi V1G, con e senza programma di prelievo rispettivamente. In altre parole, il caso più favorevole è il V1G con programma di prelievo, che permette una riduzione dei costi di ricarica del 37% rispetto ai costi benchmark.



## 7 CASO DI STUDIO E): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA, MEDIANTE UNA COLONNINA V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO

### 7.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V1G da parte di un veicolo elettrico connesso alla colonnina aziendale dalle 19.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 12 kW.
3. Si assume che la batteria del veicolo abbia una capacità di 40 kWh ed efficienza di round trip dell'85%.
4. Si assume una percorrenza media quotidiana pari 72 km;
5. Assumendo un consumo unitario medio pari a 180 W/km, l'energia da ricaricare giornalmente è pari a 13 kWh.
6. Assumendo che l'utilizzo annuo dell'auto sia pari a 252 giorni, la percorrenza annua è pari a circa 20.150 km per un consumo annuo pari circa di 3,6 MWh.
7. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	50,85
Oneri di rete	8,46
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	4,02
Totale oneri	74,88

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi/eletricita-non-domestici.xls](https://arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi/eletricita-non-domestici.xls)).

### 7.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se il veicolo ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (benchmark)	3,59	MWh	Q_mgp_bnc
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	3,61	MWh	Qin_bil_abso
Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	0,00	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (bilanciamento a scendere, ricarica residua)	3,61	MWh	Qin_tot
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	48,97	€/MWh	p_en_mgp_bnc

Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	33,08	€/MWh	p_en_bil_abso
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	34,19	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	74,88	€/MWh	p_oneri

Si noti che nel caso di partecipazione a MSD, la quasi totalità dell'energia è ricaricata con prelievi a seguito di bilanciamento a scendere.

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato, facendo riferimento alle prime tre opzioni presentate in premessa e assumendo che lo sconto sia solo su una parte degli oneri, IVA al 22% solo sugli acquisti di energia e accise pari a 12,5 €/MWh.

Idf	Formula	€
Costo_variabile_1	$[Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * accise] * (1+IVA)$	597
Costo_variabile_2	$[Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + Qin\_tot * accise] * (1+IVA)$	530
Costo_variabile_3bis	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri$	317

## 8 CASO DI STUDIO F): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA, MEDIANTE UNA COLONNINA V1G (ABILITATA SOLO A PRELIEVO), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ)

### 8.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V1G da parte di un veicolo elettrico connesso alla colonnina aziendale dalle 18.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 12 kW.
3. Si assumono le medesime percorrenze, consumi, capacità ed efficienza della batteria del veicolo del caso di studio E).
4. Si assume che il veicolo presenti un programma in prelievo pari a 4 kW per le prime tre ore del periodo considerato, a fine di beneficiare della remunerazione in capacità.
5. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	50,85
Oneri di rete	8,46
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	4,02
Totale oneri	74,88

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi//elettricit a-non-domestici.xls](https://arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi//elettricit a-non-domestici.xls)).

### 8.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se il veicolo ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (caso benchmark)	3,59	MWh	Q_mgp_bnc
Energia teorica da assorbire secondo il profilo di prelievo programmato	3,02	MWh	Qin_mgp_progr
Energia effettivamente assorbita su MGP secondo il profilo di prelievo programmato	0,87 (3,02-2,15)	MWh	Qin_mgp_progr_eff
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	2,73	MWh	Qin_bil_abso
Energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire (riduzione prelievo di prelievo programmato)	-2,15	MWh	Qout_bil_ero
Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	0,00	MWh	Qin_mgp_res

Energia complessivamente assorbita da rete (profilo di prelievo, bilanciamento a scendere, ricarica residua)	3,61	MWh	Qin_tot
Energia complessivamente rilasciata (bilanciamento a salire eventualmente sovrapposto a profilo di prelievo)	0	MWh	Qout_tot
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	50,22	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita in MGP per la ricarica da profilo	63,90	€/MWh	p_en_mgp_progr
Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	31,86	€/MWh	p_en_bil_abso
Prezzo medio energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire	109,88	€/MWh	p_en_bil_ero
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	36,74	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	74,88	€/MWh	p_oneri

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato, facendo riferimento alle opzioni presentate in premessa. L'espressione dei costi variabili è adattata per tenere conto della presenza del profilo programmato e del fatto che il prelievo effettivo dalla rete può variare, rispetto a tale profilo, in particolare a causa dell'accettazione di offerte a salire (riduzione del prelievo).

Assumendo dunque che lo sconto sia solo su una parte degli oneri, si ottengono i seguenti risultati, considerando IVA al 22% solo sugli acquisti di energia e accise pari a 12,5 €/MW.

Idf	Formula	€
Costo_variabile_1	$[Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + Q\_mgp\_bnc * accise] * (1 + IVA)$	603
Costo_variabile_2	$(Qin\_bil\_abso * p\_en\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res * p\_en\_mgp\_res + Qin\_mgp\_progr * p\_en\_mgp\_progr + Qin\_tot * p\_oneri + Qin\_tot * accise) * (1 + IVA) + Qout\_bil\_ero * p\_en\_bil\_ero$	491
Costo_variabile_3bis	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri$	329
Costo_variabile_5	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri + (Qout\_tot / \eta) * ((Qin\_tot - Qin\_bil\_abso) / Qin\_tot) * p\_oneri$	329
Costo per remunerazione a termine	$Qbanda (kW) * 30 \text{ €/kWh}$	120

## 9 CASO DI STUDIO G): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA MEDIANTE UNA COLONNINA V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), SENZA PRELIEVO PROGRAMMATO

### 9.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V2G da parte di un veicolo elettrico connesso alla colonnina aziendale dalle 19.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assumono le medesime percorrenze, consumi, capacità ed efficienza della batteria del veicolo del caso di studio E).
3. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 12 kW.
4. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	50,85
Oneri di rete	8,46
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	4,02
Totale oneri	74,88

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi//elettricita-non-domestici.xls](https://arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi//elettricita-non-domestici.xls)).

### 9.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se il veicolo ricaricasse senza partecipare al bilanciamento con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica (caso benchmark)	3,59	MWh	Q_mgp_bnc
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	16,99	MWh	Qin_bil_abso
Energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire (sola iniezione in rete)	-15,87	MWh	Qout_bil_ero
Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	5,28	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (bilanciamento a scendere, ricarica residua)	22,27	MWh	Qin_tot
Energia complessivamente rilasciata (bilanciamento a salire)	-15,87	MWh	Qout_tot
Perdite di round trip della batteria	2,81	MWh	
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	48,97	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a	27,93	€/MWh	p_en_bil_abso

scendere			
Prezzo medio energia venduta (erogata) per il servizio di bilanciamento a salire	106,80	€/MWh	p_en_bil_ero
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	40,71	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	74,88	€/MWh	p_oneri

Si noti che, rispetto al caso benchmark, nel caso di partecipazione del veicolo a MB l'energia prelevata è più di sei volte (da 3,59 a 22,27 MWh) in quanto 15,87 MWh vengono reimmessi in rete a seguito dei comandi di bilanciamento a salire. Dei 22,27 MWh prelevati da rete 16,99 MWh sono a seguito di comandi di bilanciamento a scendere.

La grande differenza rispetto al caso domestico è dovuta alla maggiore potenza di regolazione (12 kW vs. 2 kW) per la ricarica aziendale.

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato, facendo riferimento alle opzioni presentate in premessa e assumendo che lo sconto sia solo su una parte degli oneri, IVA al 22% solo sugli acquisti di energia e accise pari a 12,5 €/MWh.

Si osserva che, al fine di tenersi liberi a ricaricare quando più conviene, in questa simulazione non è stata considerata alcuna remunerazione in capacità, che obbligherebbe, almeno per alcune ore, a definire una baseline alla quale il prelievo deve attenersi.

idf	formula	€
Costo_variabile_1	$[Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + accise * Q\_mgp\_bnc] * (1 + IVA)$	597
Costo_variabile_2	$[Qin\_bil\_abso * (p\_en\_bil\_abso + p\_oneri) + Qin\_mgp\_res * (p\_en\_mgp\_res + p\_oneri) + (Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res) * accise] * (1 + IVA) + Qout\_bil\_erog * p\_en\_bil\_erog$	1521
Costo_variabile_3bis	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri'$	513
Costo_variabile_5	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' + (Qout\_tot / eta) * (Qin\_mgp\_res / (Qin\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res)) * p\_oneri'$	250

## 10 CASO DI STUDIO H): PARTECIPAZIONE AL MERCATO DI BILANCIAMENTO A SALIRE E A SCENDERE DI UN VEICOLO ELETTRICO DI UNA FLOTTA AZIENDALE CHE SI RICARICA NEL PERIODO SERALE-NOTTURNO PRESSO L'AZIENDA, MEDIANTE UNA COLONNINA V2G (ABILITATA A PRELIEVO E IMMISSIONE), CON PRELIEVO PROGRAMMATO IN 3 ORE DEL PERIODO DI RICARICA (PER BENEFICIARE DELLA REMUNERAZIONE IN CAPACITÀ)

### 10.1 Ipotesi di lavoro specifiche

1. Fornitura di servizi V2G da parte di un veicolo elettrico connesso alla colonnina aziendale dalle 18.00 alle 6.00 (periodo di ricarica).
2. Si assumono le medesime percorrenze, consumi, capacità ed efficienza della batteria del veicolo del caso di studio E).
3. Si assume che la banda di flessibilità messa a disposizione dal veicolo sia di 12 kW.
4. Si assume che il veicolo presenti un programma in prelievo pari a 4 kW per le prime tre ore del periodo considerato, a fine di beneficiare della remunerazione in capacità.
5. Per le componenti variabili degli oneri di sistema elettrico, delle tariffe di rete e del dispacciamento, si considerano le voci e i valori riportati nella tabella seguente.

Componente	€/MWh
Oneri di sistema	50,85
Oneri di rete	8,46
Dispacciamento (PD)	11,55
Altro dispacciamento (DISPbt, PPE)	4,02
Totale oneri	74,88

I suddetti valori sono quelli del 2° trimestre 2018 ([https://arera.it/allegati/dati\\_documenti/prezzi/eletricita-non-domestici.xls](https://arera.it/allegati/dati_documenti/prezzi/eletricita-non-domestici.xls)).

### 10.2 Risultati della simulazione

	Valori annui periodo 1/8/2016 – 31/7/2017		
	MWh	U.M.	idf
Energia assorbita se si ricaricasse con prelievo costante lungo tutto il periodo di ricarica, senza partecipare al bilanciamento (benchmark)	3,59	MWh	Q_mgp_bnc
Energia teorica da assorbire secondo il profilo di prelievo programmato	3,02	MWh	Qin_mgp_progr
Energia effettivamente assorbita su MGP secondo il profilo di prelievo programmato	0,87 (3,02-2,15)	MWh	
Energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	17,79	MWh	Qin_bil_abso
Energia complessivamente venduta per il servizio di bilanciamento a salire (riduzione prelievo di prelievo programmato fino a zero, immissione in rete)	-19,46	MWh	Qout_bil_erog
Energia venduta per bilanciamento a salire per riduzione profilo di prelievo programmato	-2,15	MWh	

Energia assorbita per la ricarica residua su MGP	5,29	MWh	Qin_mgp_res
Energia complessivamente assorbita da rete (profilo di prelievo, bilanciamento a scendere, ricarica residua)	23,96	MWh	Qin_tot
Energia rilasciata (bilanciamento a salire)	-17,31	MWh	Qout_tot
Perdite di round trip della batteria	3,06	MWh	
Prezzo medio energia assorbita in MGP nel caso benchmark	50,22	€/MWh	p_en_mgp_bnc
Prezzo medio energia assorbita in MGP per la ricarica secondo il profilo programmato	63,90	€/MWh	p_en_mgp_progr
Prezzo medio energia assorbita per il servizio di bilanciamento a scendere	28,23	€/MWh	p_en_bil_abso
Prezzo medio energia venduta per il servizio di bilanciamento a salire	107,32	€/MWh	p_en_bil_ero
Prezzo medio energia assorbita per la ricarica residua su MGP	40,76	€/MWh	p_en_mgp_res
Prezzo medio oneri di rete, di sistema e di dispacciamento	74,88	€/MWh	p_oneri

Si noti che, rispetto al benchmark, nel caso di partecipazione del veicolo a MB l'energia prelevata è più di 6,5 volte tanto (da 3,59 a 23,96 MWh) in quanto 17,31 MWh vengono reimmessi in rete a seguito dei comandi di bilanciamento a salire (l'energia complessiva associata a questi ultimi è 19,46 MWh, ma  $(19,46 - 17,31)$  MWh = 2,15 MWh "compensano" parte del prelievo programmato). Dei 23,96 MWh prelevati da rete 17,79 MWh sono a seguito di comandi di bilanciamento a scendere.

Di seguito si esaminano i costi di ricarica (solo costi variabili) per il caso esaminato, facendo riferimento alle opzioni presentate in premessa e assumendo che lo sconto sia solo su una parte degli oneri, IVA al 22% solo sugli acquisti di energia e accise pari a 12,5 €/MWh. L'espressione dei costi variabili è adattata per tenere conto della presenza del profilo programmato e del fatto che, a causa dell'accettazione di offerte a salire, il prelievo effettivo dalla rete può variare rispetto a tale profilo, trasformandosi di fatto in immissione in rete.

Occorre osservare che, nel caso di accettazione dell'offerta a salire, per determinare il profitto occorre sottrarre al prezzo dell'energia venduta per regolazione a salire il costo sostenuto su MGP per acquistare l'energia non consumata, valorizzata al PUN.

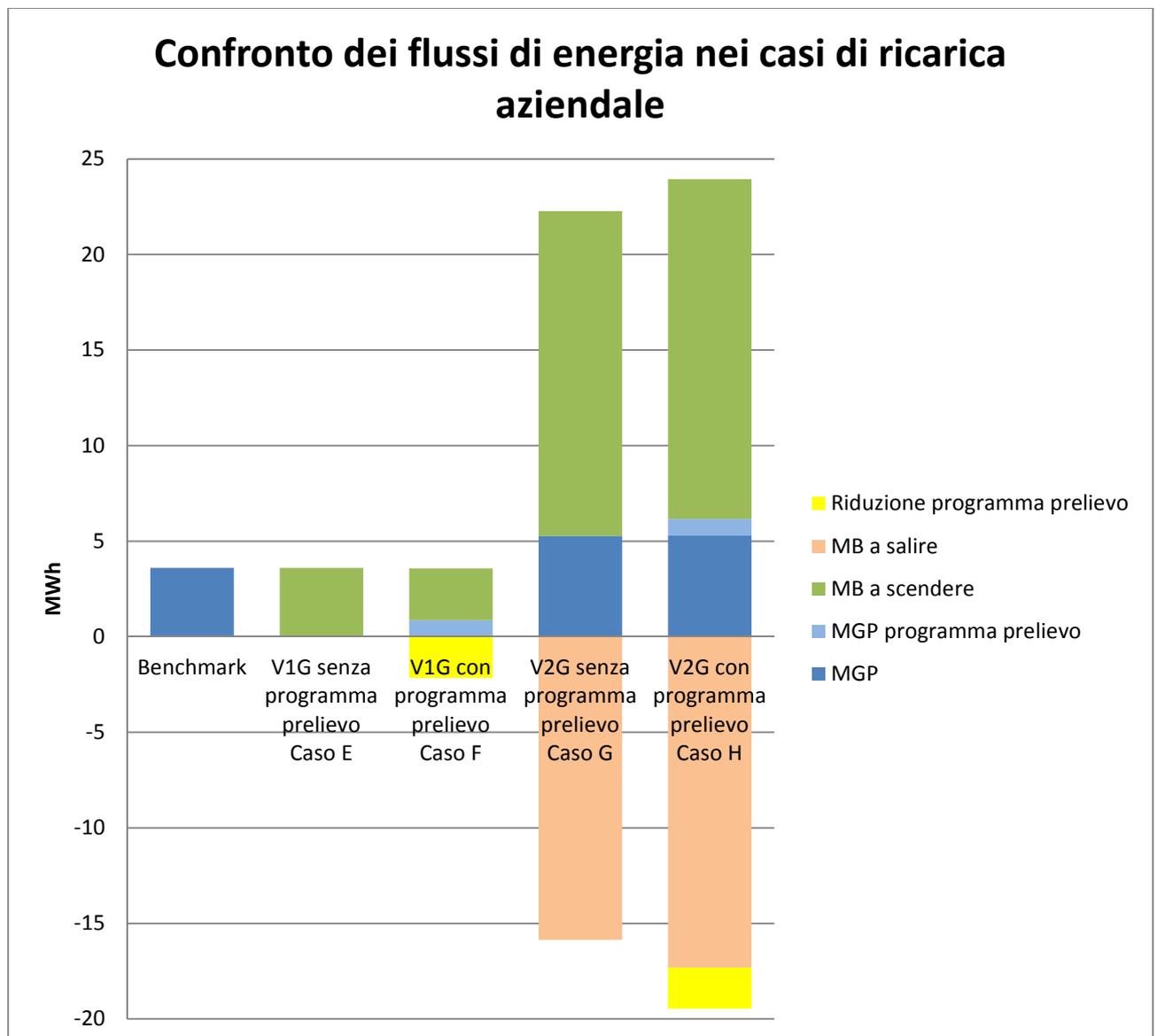
idf	Formula	€
Costo_variabile_1	$[Q\_mgp\_bnc * (p\_en\_mgp\_bnc + p\_oneri) + accise * Q\_mgp\_bnc] * (1 + IVA)$	603
Costo_variabile_2	$[Qin\_bil\_abso * p\_en\_bil\_abso + Qin\_mgp\_res * p\_en\_mgp\_res + Qin\_mgp\_progr * p\_en\_mgp\_progr + Qin\_tot * p\_oneri + Qin\_tot * accise] * (1 + IVA) + Qout\_bil\_ero * p\_en\_bil\_ero$	1577
Costo_variabile_3bis	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri'$	522
Costo_variabile_5	$Costo\_variabile\_2 - Qin\_bil\_abso * p\_oneri' + (Qout\_tot / eta) * ((Qin\_tot - Qin\_bil\_abso) / Qin\_tot) * p\_oneri'$	211
Costo per remunerazione a termine	$Qbanda (kW) * 30 \text{ €/kWh}$	60

## 11 CONFRONTO DEI QUATTRO CASI DI RICARICA AZIENDALE

Nel grafico che segue si confrontano i prelievi/immissioni di energia verso/dal veicolo elettrico nei quattro casi di ricarica aziendale precedentemente considerati (casi E, F, G, H).

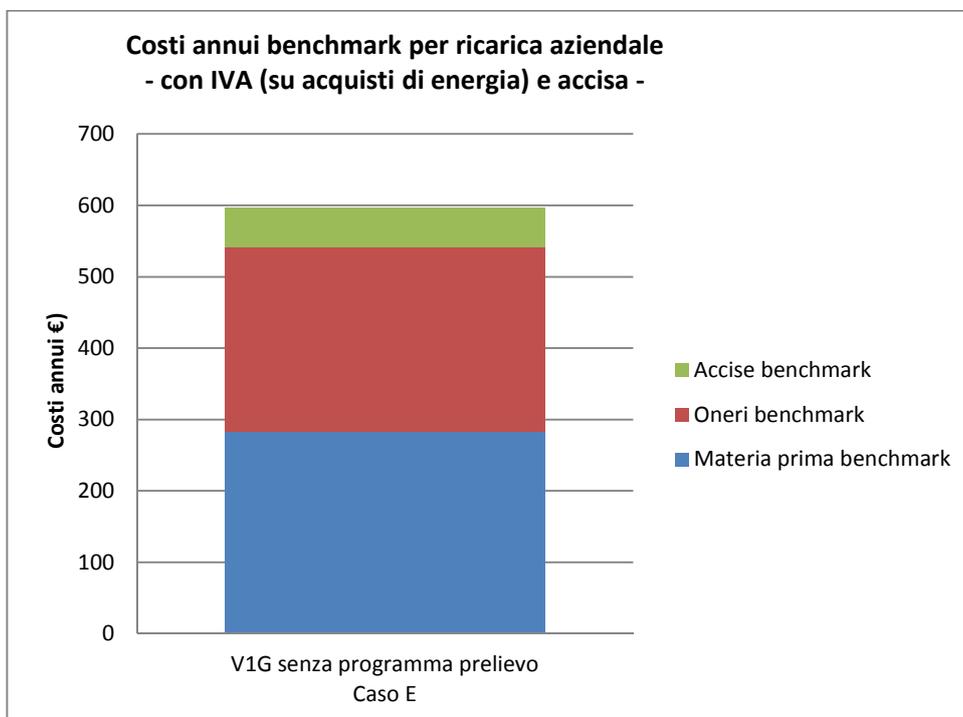
Si osserva che nei casi E ed F, trattandosi di sistemi di ricarica V1G, la quantità di energia prelevata è sempre la stessa (uguale peraltro a quella del caso benchmark). La riduzione del programma di prelievo presente nel caso F è riportata nel grafico con valore negativo in quanto avviene a seguito di un ordine di bilanciamento a salire, ma non corrisponde ad un flusso reale da veicolo a rete, bensì ad una riduzione del programma di prelievo.

Con l'infrastruttura di ricarica V2G, l'energia movimentata aumenta di circa 7 volte rispetto al caso di non partecipazione a MB, per effetto dell'alto valore della banda di flessibilità rispetto alla ricarica domestica (12 kW vs. 2 kW).



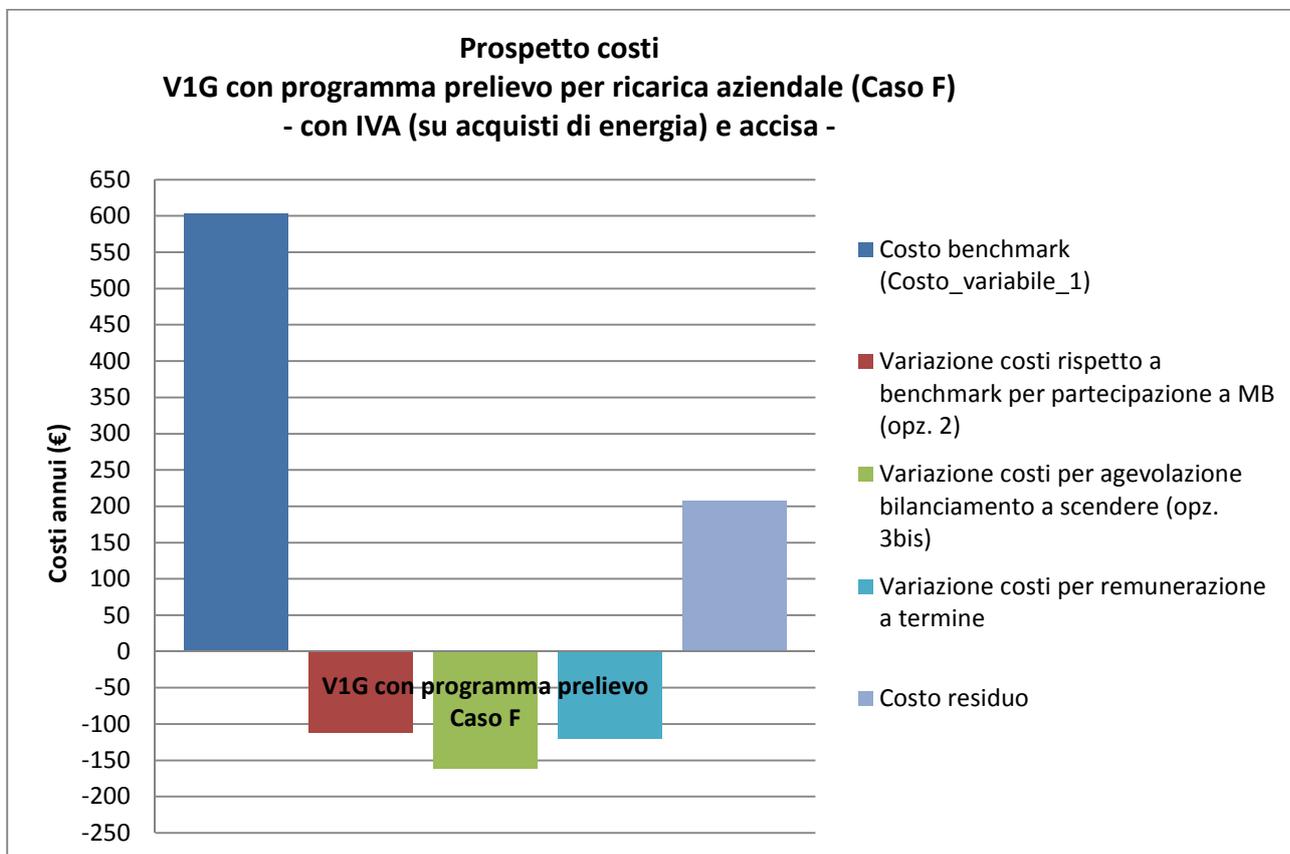
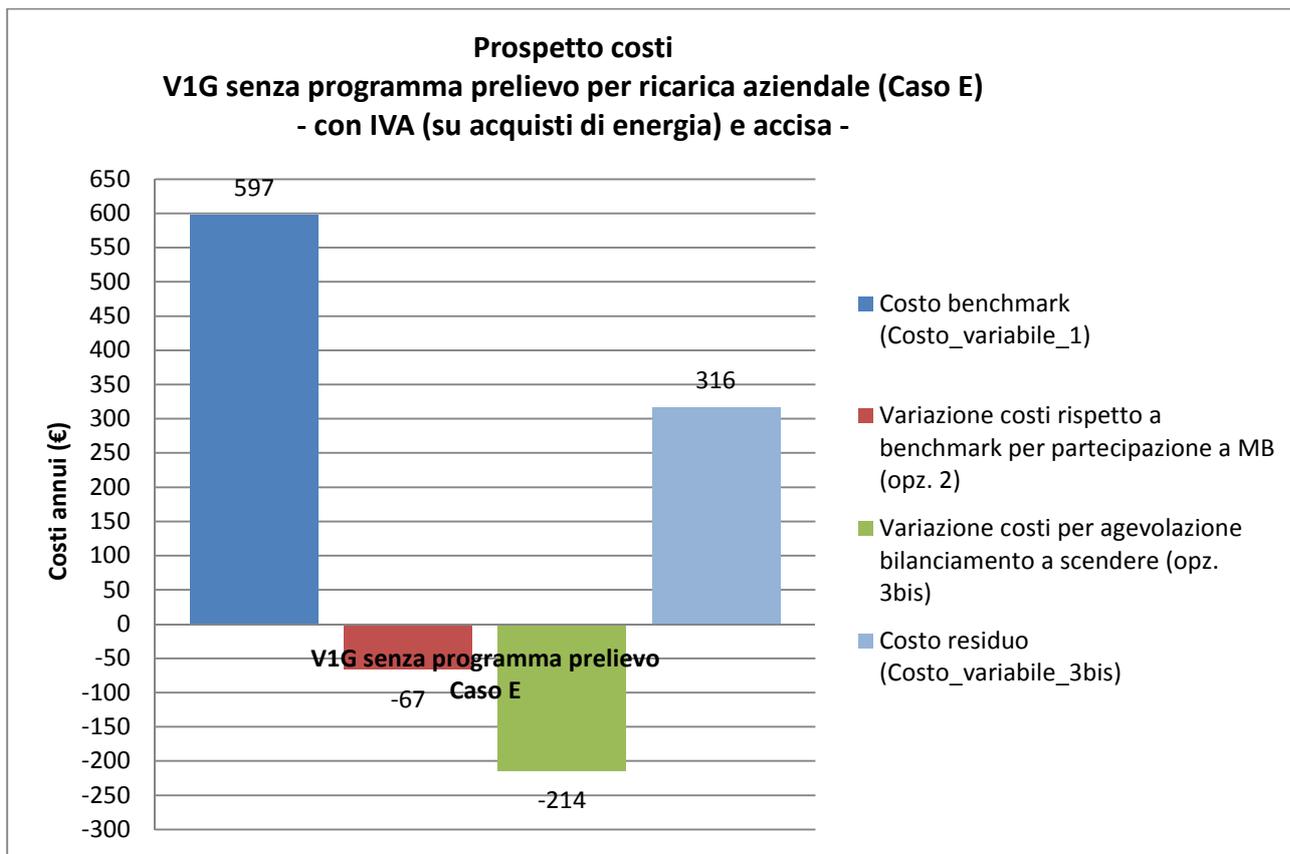
Nel grafico che segue si confrontano i costi annui della ricarica aziendale nei quattro casi considerati e i ricavi derivanti dalla partecipazione a MB.

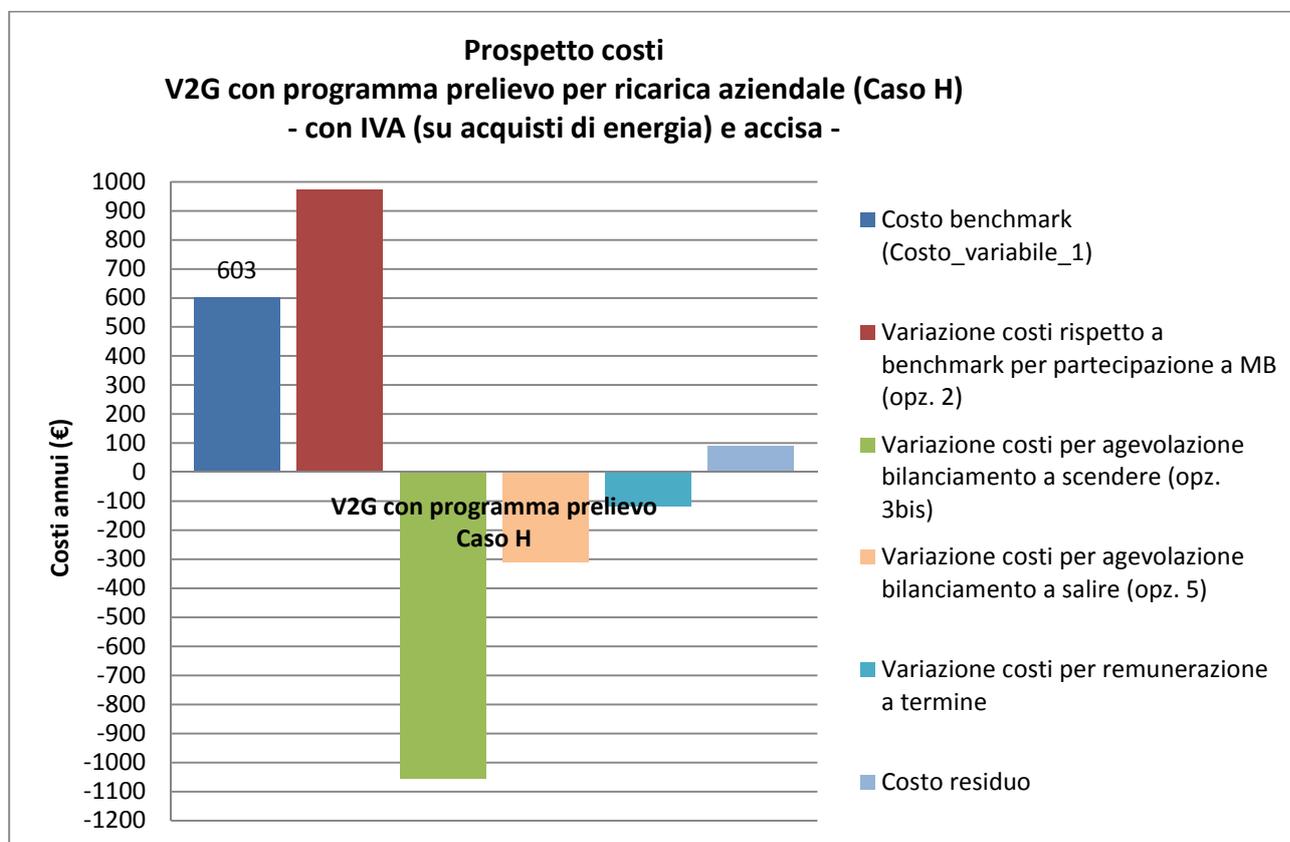
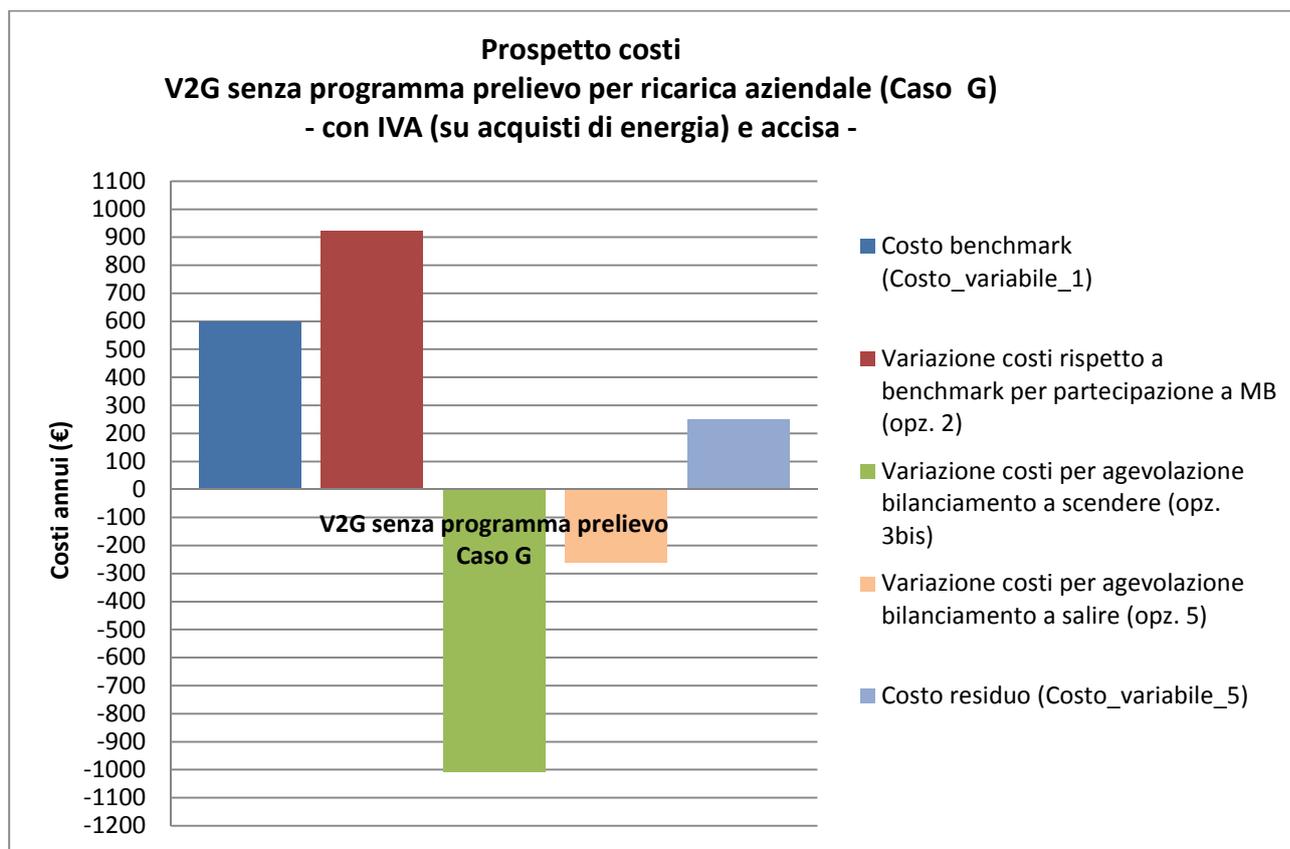
Il valore benchmark è il costo variabile della ricarica senza partecipazione a MB; le voci che lo determinano sono riportate in dettaglio nella figura seguente.



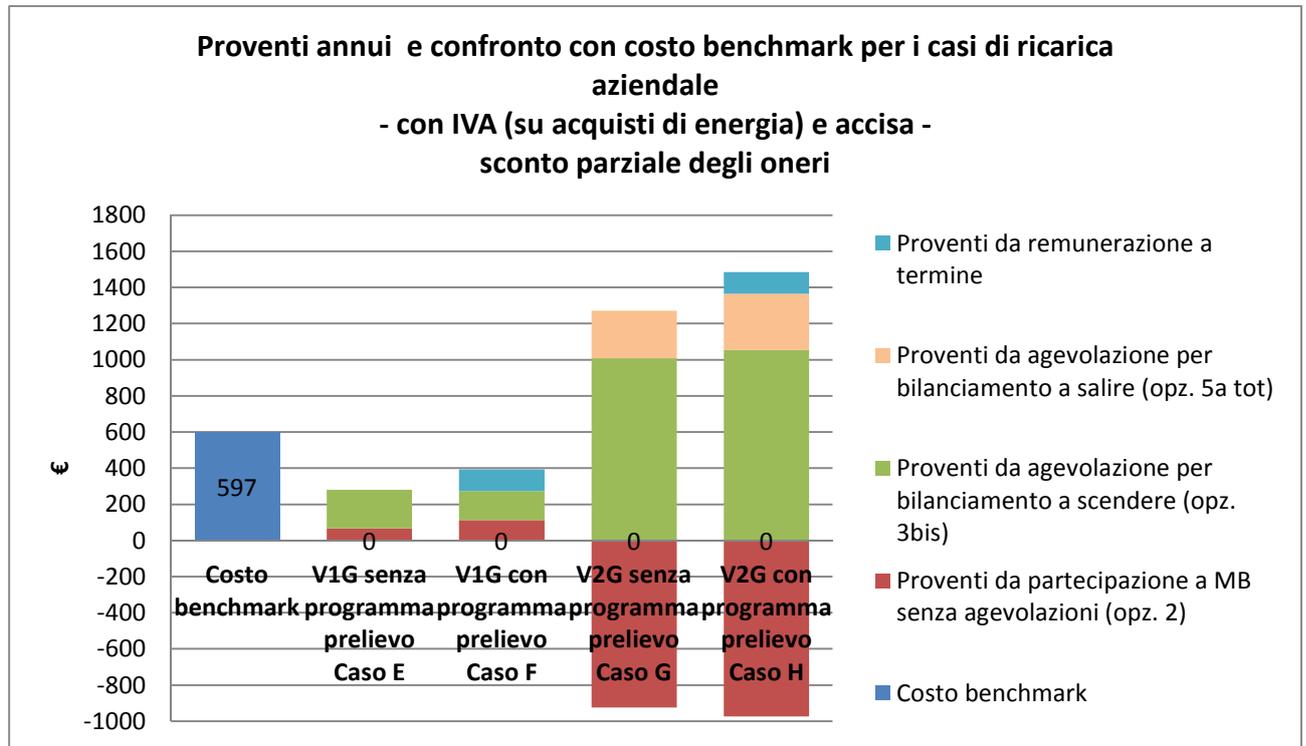
Per ciascuno dei tre quattro considerati (caso E, caso F, caso G e caso H) si riportano le variazioni di costo (valori negativi: ricavi; valori positivi: nuovi costi) rispetto alla situazione benchmark. Si noti che nei casi V2G (caso G e caso H), la partecipazione a MB senza agevolazioni (cioè senza l’esonero dal pagamento degli oneri per l’energia movimentata a salire e a scendere in MB) comporterebbe maggiori costi anche rispetto al caso benchmark, tanto da rendere non conveniente la reimmissione in rete di energia precedentemente prelevata dal veicolo elettrico.

Con l’introduzione delle agevolazioni (opz. 3bis e 5a), invece, i casi V2G (caso G e caso H, e in particolare il secondo) diventano estremamente convenienti, grazie alla grande quantità di energia acquistata e rivenduta su MB.



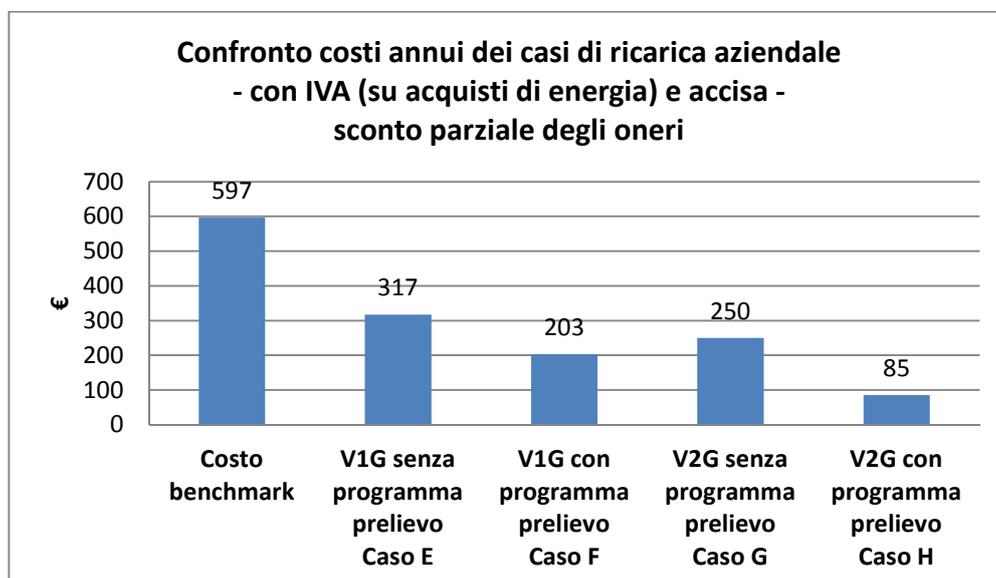


I risultati di cui sopra sono sintetizzati nel grafico seguente.



Nel grafico che segue, infine, si confrontano e si paragonano con il benchmark i costi annui (con le agevolazioni) dei quattro casi di ricarica aziendale considerati.

Si osserva che già nel caso E ed F, anche con la ricarica V1G, grazie alle agevolazioni per bilanciamento a scendere e ai proventi da remunerazione a termine, i costi del caso benchmark sono molto ridotti. Nei casi V2G si hanno ulteriori benefici rispetto ai casi V1G: più precisamente, il caso G (V2G senza programma di prelievo) è migliorativo rispetto al caso E (V1G senza programma di prelievo) ed il caso H (V2G con programma di prelievo) è migliorativo rispetto al caso F (V1G con programma di prelievo). Tuttavia, non si riesce in alcun caso ad arrivare alla compensazione dei costi di ricarica.



## **12 CHI PAGA I COSTI DELLE AGEVOLAZIONI**

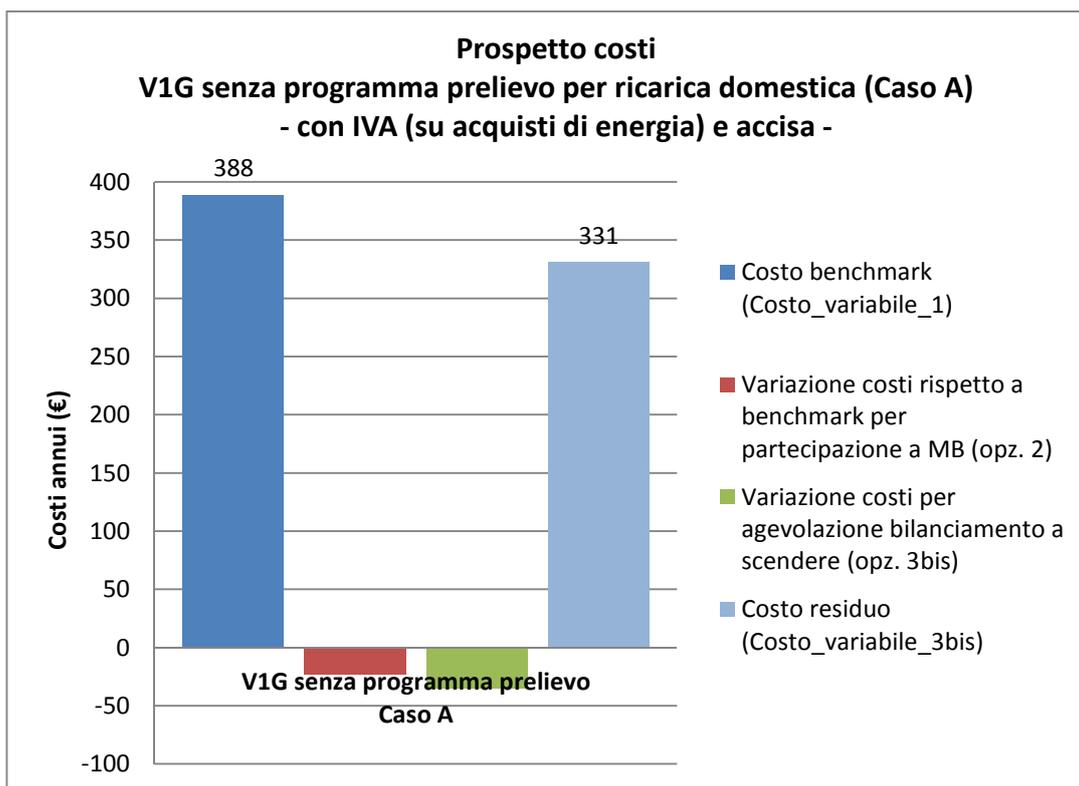
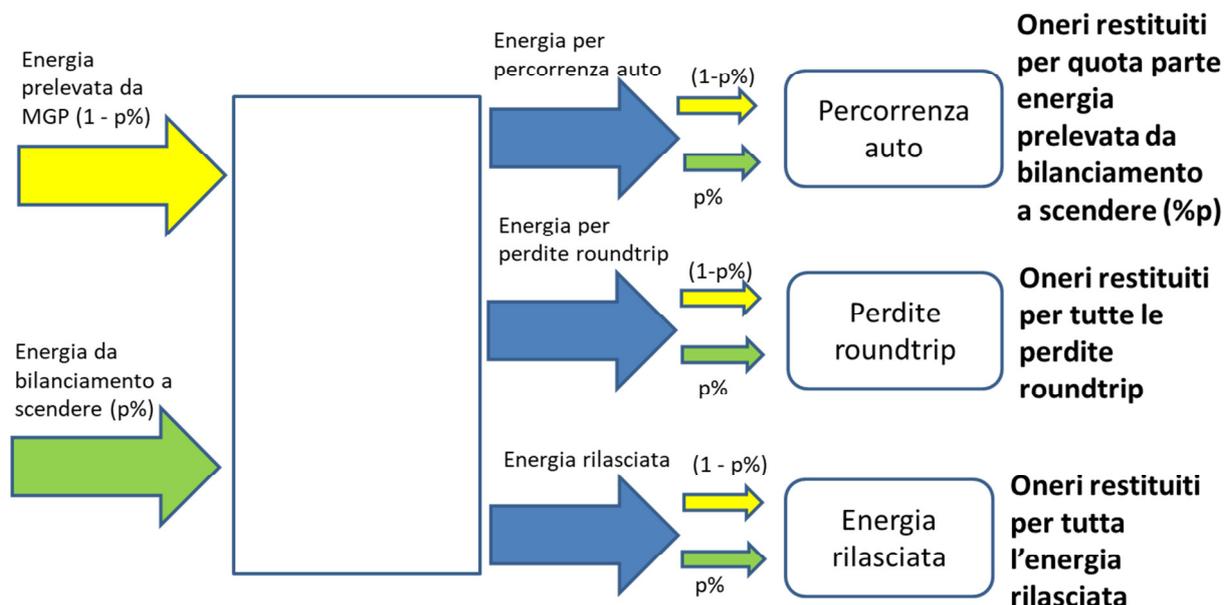
L'obiettivo di questa sezione è quantificare, per ciascuno degli 8 casi che sono stati precedentemente esaminati, la riduzione di costo derivante dalla partecipazione dell'infrastruttura di ricarica a MB. In particolare la riduzione di costo è scomposta secondo i soggetti su cui ricade il costo dell'agevolazione.

Di seguito sono richiamate le opzioni di partecipazione a MB e l'agevolazione derivante dall'applicazione di ciascuna opzione. La riduzione di costo è calcolata tra la situazione benchmark (opzione 1) e quella derivante dall'applicazione in sequenza di tutte le altre opzioni

- Opzione 1: è il caso benchmark. L'infrastruttura di ricarica non partecipa a MB e preleva secondo un profilo prefissato.
- Opzione 2: ci si limita ad abilitare la partecipazione a MSD. Questa opzione è remunerativa per l'infrastruttura di ricarica solo nel caso di infrastruttura V1G. I minori costi sostenuti dall'infrastruttura di ricarica sono completamente a carico del mercato del bilanciamento, al quale l'infrastruttura di ricarica partecipa in competizione con le unità di produzione.
- Opzione 3b: restituzione degli oneri di rete e di sistema per i prelievi a seguito di ordini di bilanciamento a scendere.
  - In caso di infrastruttura V1G, rimane a carico della totalità dei consumatori
    - la quota corrispondente allo sconto degli oneri per i prelievi a seguito di ordini di bilanciamento a scendere.
  - In caso di infrastruttura V2G, rimangono a carico della totalità dei consumatori:
    - gli oneri di rete e di sistema su una quota parte dell'energia assorbita della batteria per garantire la percorrenza dell'auto,
    - gli oneri di rete e di sistema su una quota parte delle perdite round trip della batteria,
    - gli oneri di rete e di sistema su una quota parte dell'energia rilasciata dalla batteria.La quota parte sopra riferita è pari all'energia assorbita a seguito di ordini di bilanciamento a scendere rispetto al totale dell'energia assorbita dalla batteria.
- Opzione 5: restituzione degli oneri di rete e di sistema per l'energia assorbita dall'infrastruttura di ricarica, corrispondente all'energia rilasciata a seguito di ordini di bilanciamento a salire. Questo caso si applica esclusivamente alle infrastrutture V2G.
  - Rimangono a carico della totalità dei consumatori:
    - gli oneri di rete e di sistema su una quota parte delle perdite round trip della batteria.
    - gli oneri di rete e di sistema su una quota parte dell'energia rilasciata dalla batteriaLa quota parte riferita nei casi precedenti è pari all'energia assorbita non a seguito di ordini di bilanciamento a scendere rispetto al totale dell'energia assorbita dalla batteria.Si osserva gli oneri sull'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica sono pagati dal consumatore che preleverà da rete per consumo l'energia in questione.
- Costo per remunerazione a termine. Si applica solo ai casi con prelievo programmato in 3 ore nel periodo pomeridiano. I costi sono a carico del dispacciamento (uplift).

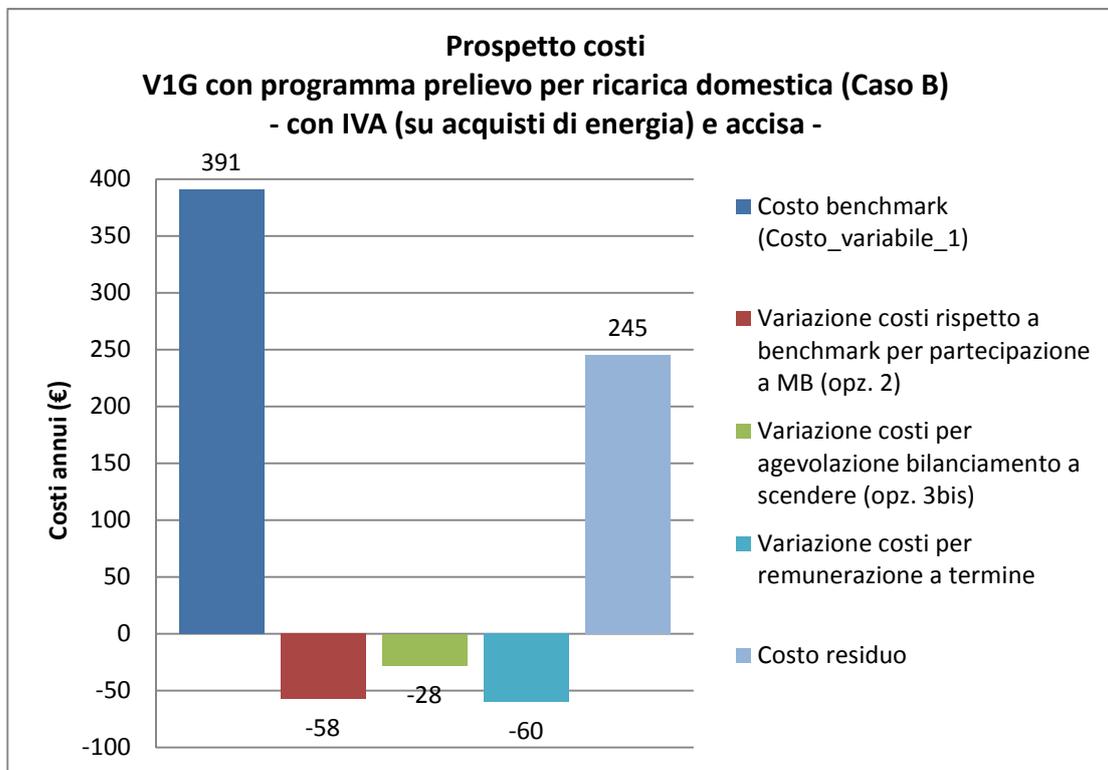
Rappresentando graficamente i flussi di energia, lo sconto degli oneri riguarda le seguenti quantità:

1. La quota parte di energia utilizzata per la percorrenza auto corrispondente alla percentuale di energia assorbita per regolazione a scendere rispetto al valore complessivo dell'energia assorbita.
2. Tutta l'energia concernente le perdite round trip.
3. Tutta l'energia rilasciata a seguito di ordini di bilanciamento a salire.



Di seguito è presentata un'analisi della variazione dei costi conseguenti alla partecipazione dell'infrastruttura di ricarica al mercato del bilanciamento e all'applicazione delle agevolazioni ipotizzate. In particolare l'analisi si concentra sui soggetti ricettori o pagatori dei costi in questione.

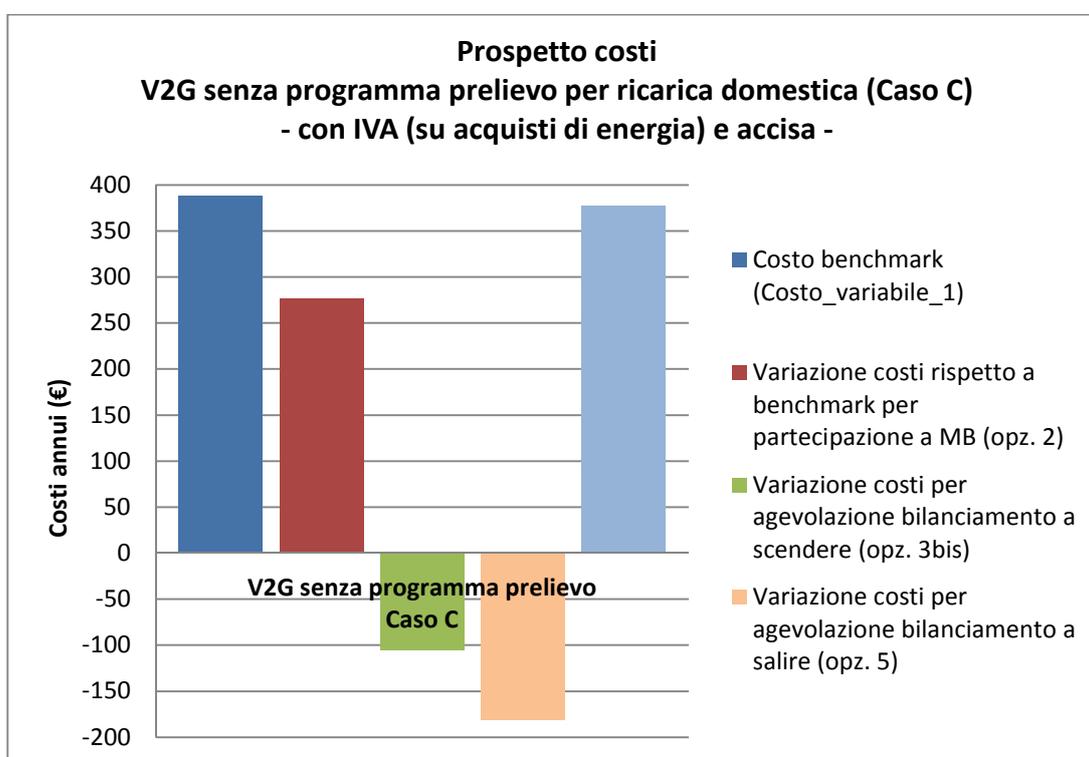
	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Descrizione	Chi paga
Riduzione costo per partecipazione a MB (opz. 2)	- 22 €	Riduzione del costo dell'energia acquistata dall'IdR in virtù della sua partecipazione a MB a scendere	Coloro che sbilanciano
Riduzione costo per agevolazione bilanciamento a scendere (opz. 3bis)	- 35 €	Restituzione degli oneri di rete e di sistema per l'energia acquistata in MB a seguito di ordine di regolazione a scendere	Socializzata tra i consumatori
Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	- 57 €		



Di seguito è presentata un'analisi della variazione dei costi conseguenti alla partecipazione dell'infrastruttura di ricarica al mercato del bilanciamento e all'applicazione delle agevolazioni ipotizzate. In particolare l'analisi si concentra sui soggetti ricettori o pagatori dei costi in questione.

	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Descrizione	Chi paga
Riduzione costo per partecipazione a MB (opz. 2)	-58 €	Riduzione del costo dell'energia acquistata dall'IdR	Coloro che sbilanciano
Riduzione costo per agevolazione energia	-26 €	Restituzione degli oneri di rete e di sistema per	Socializzata tra i consumatori

acquistata per bilanciamento a scendere (opz. 3bis)		l'energia acquistata in MB a seguito di ordine di regolazione a scendere	
Riduzione costo per remunerazione a termine	-60 €	Remunerazione per disponibilità banda di remunerazione a salire	Dispacciamento (uplift) in sostituzione a remunerazione a UP
Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	-144 €		



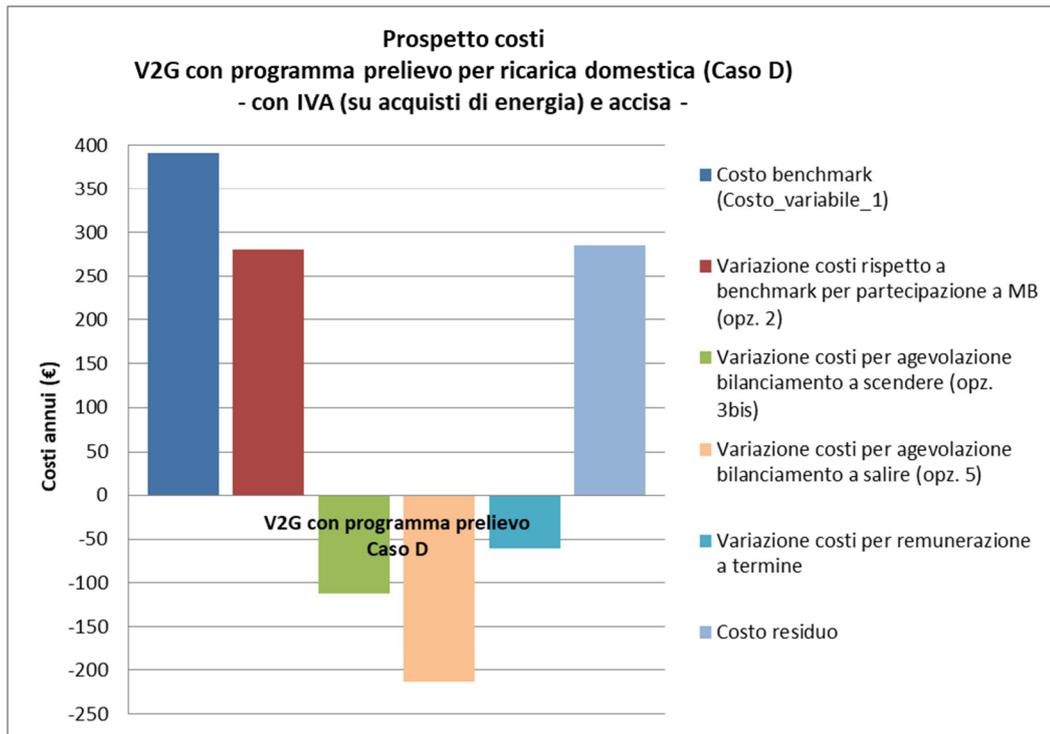
Di seguito è presentata un'analisi delle variazioni dei costi conseguenti alla partecipazione dell'infrastruttura di ricarica al mercato del bilanciamento e all'applicazione delle agevolazioni ipotizzate. In particolare l'analisi si concentra sui soggetti ricettori o pagatori dei suddetti costi. Per questa ragione, diversamente da quanto visto per i casi A) e B), la tabella riportata di seguito presenta un'articolazione che evidenzia i soggetti che pagano/ricevono i proventi.

La somma algebrica delle voci in tabella ovviamente corrisponde alla differenza tra il costo della situazione benchmark (opzione 1) e il costo residuo (opzione 2 + opzione 3bis, + opzione 5) del caso C rispetto al caso benchmark. Le voci con segno negativo sono da intendersi come riduzioni di costi per il gestore/proprietario della IdR, quelle con segno positivo come incremento di costo.

Analisi Caso C				
n°	Tipologia di costo	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Chi sostiene i costi	Formula
1	Minori costi sostenuti dal proprietario/gestore dell'IdR per energia acquistata/venduta per partecipazione a MB.	-147,5 €	Utenti che sbilanciano	$(Q_{in\_bil\_abso} * p_{en\_bil\_abso} + Q_{in\_mgp\_res} * p_{en\_mgp\_res}) * (1+IVA) + Q_{out\_bil\_erog} * p_{en\_bil\_erog} - Q_{mgp\_bnc} * p_{en\_mgp\_bnc} * (1+IVA)$
2	Maggiori costi per oneri e accisa sull'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	424,2 €	Proprietario/gestore dell'IdR	$(Q_{in\_bil\_abso} * p_{oneri} + Q_{in\_mgp\_res} * p_{oneri} + Q_{in\_tot} * accise) * (1+IVA) - (Q_{mgp\_bnc} * p_{oneri} + Q_{mgp\_bnc} * accise) * (1+IVA)$
3	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per parte dell'energia consumata per percorrenza auto e di parte degli oneri per tutta l'energia persa per ciclo round trip della batteria.	-78,4 €	Costi socializzati tra i consumatori	$-[(Perdite\ di\ round\ trip\ della\ batteria) * p_{oneri}' + (Q_{mgp\_bnc} * ((Q_{in\_bil\_abso}) / (Q_{in\_bil\_abso} + Q_{in\_mgp\_res})) * p_{oneri}')] ]$
4	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per tutta l'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	-208,6 €	Restituzione al proprietario/gestore dell'IdR di parte degli oneri precedentemente pagati	$Q_{out\_tot} * p_{oneri}'$
	Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	-10,3 €		

Occorre sottolineare che, a fronte di un incremento di costi da socializzare pari a 78,4 € (cfr. punto 3), il gestore dell'infrastruttura di ricarica subisce un incremento di costi per oneri di rete e di sistema, accise e IVA pari a 424,2 € a causa dell'incremento della energia assorbita e successivamente rilasciata. Di questo ammontare una parte, pari a circa 110 €, è per il pagamento di accise e all'IVA, il resto (circa 314 €) corrisponde al contributo per oneri di rete e di sistema. Una parte di questi maggiori oneri pagati - pari 208,6 € - è restituita al gestore/proprietario della IdR in virtù delle agevolazioni introdotte (cfr. punto 4). I rimanenti 106 € di oneri pagati dal gestore della IdR coprono abbondantemente i 78,4€ di costi socializzati tra i consumatori.

Pertanto in questo caso non si registra alcun incremento di costo per i consumatori per far fronte alle agevolazioni introdotte.



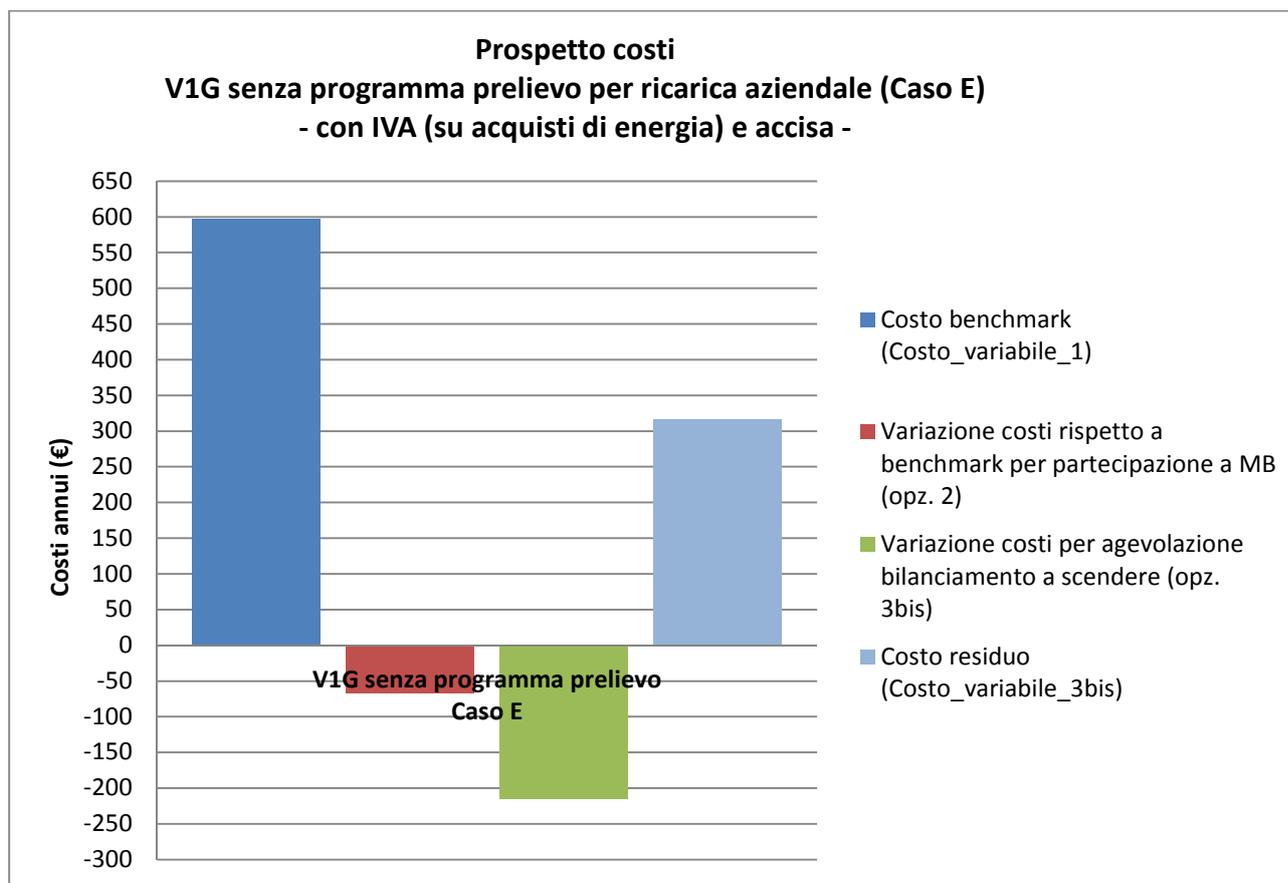
Anche per il caso D è svolta la medesima analisi condotta per il caso C, evidenziando nella tabella che segue i soggetti che pagano/ricevono i proventi che nel complesso costituiscono la differenza tra il costo benchmark e il costo residuo che rimane dopo l'applicazione delle opzioni 2, 3bis, e remunerazione a termine.

Occorre sottolineare che, a fronte di un incremento di costi da socializzare pari a 82,4 € (cfr. punto 3), il gestore dell'infrastruttura di ricarica subisce un incremento di costi per oneri di rete e di sistema, accise e IVA pari a 493 € (cfr. punto 2), a causa dell'incremento della energia assorbita e successivamente rilasciata. Di questo ammontare una parte, pari a circa 128 €, è per il pagamento di accise e all'IVA, il resto (circa 365 €) corrisponde al contributo per oneri di rete e di sistema. Una parte di questi maggiori oneri pagati - pari 242,8 € - è restituita al gestore/proprietario della IdR in virtù delle agevolazioni introdotte (cfr. punto 4). I rimanenti 122 € di oneri pagati dal gestore della IdR coprono abbondantemente gli 82,4€ di costi socializzati tra i consumatori.

Pertanto anche in questo caso non si registra alcun incremento di costo per i consumatori per far fronte alle agevolazioni introdotte.

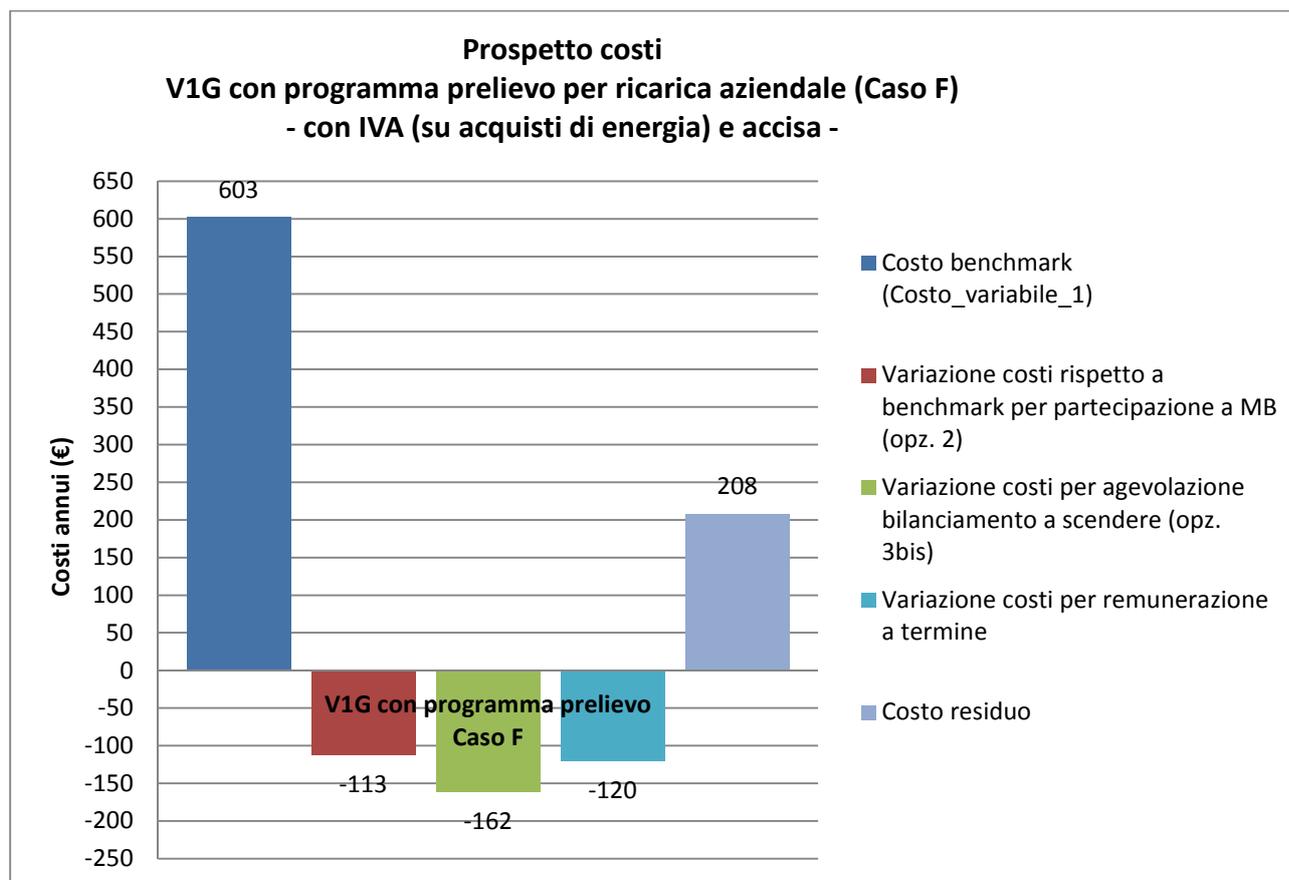
Analisi caso D				
n°	Tipologia di costo	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Chi sostiene i costi	Formula
1	Minori costi sostenuti dal proprietario/gestore dell'IdR per energia acquistata/venduta per partecipazione a MB.	-212€	Utenti che sbilanciano	$(Q_{in\_bil\_abso} * p_{en\_bil\_abso} + Q_{in\_mgp\_res} * p_{en\_mgp\_res} + Q_{in\_mgp\_prog} * p_{en\_mgp\_res}) * (1+IVA) + Q_{out\_bil\_erog} * p_{en\_bil\_erog}$

				$-Q_{mgp\_bnc} * p_{en\_mgp\_bnc} * (1+IVA)$
2	Maggiori costi per oneri e accisa sull'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	493€	Proprietario/gestore dell'IdR	$(Q_{in\_tot} * p_{oneri} + Q_{in\_tot} * accise) * (1+IVA) - (Q_{mgp\_bnc} * p_{oneri} + Q_{mgp\_bnc} * accise) * (1+IVA)$
3	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per parte dell'energia consumata per percorrenza auto e di parte degli oneri per tutta l'energia persa per ciclo round trip della batteria.	-82,4€	Costi socializzati tra i consumatori	$-[(Perdite\ di\ round\ trip\ della\ batteria) * p_{oneri}' + (Q_{mgp\_bnc} * (Q_{in\_bil\_abso} / Q_{in\_tot}) * p_{oneri}')] ]$
4	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per tutta l'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	-242,8€	Restituzione al proprietario/gestore dell'IdR di parte degli oneri precedentemente pagati	$-Q_{out\_tot} * p_{oneri}'$
5	Minori costi per remunerazione a termine	-60€	Dispacciamento (uplift) in sostituzione di remunerazione a UP	$Q_{banda} * \text{€/kWh}$
	Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	-104,5€		



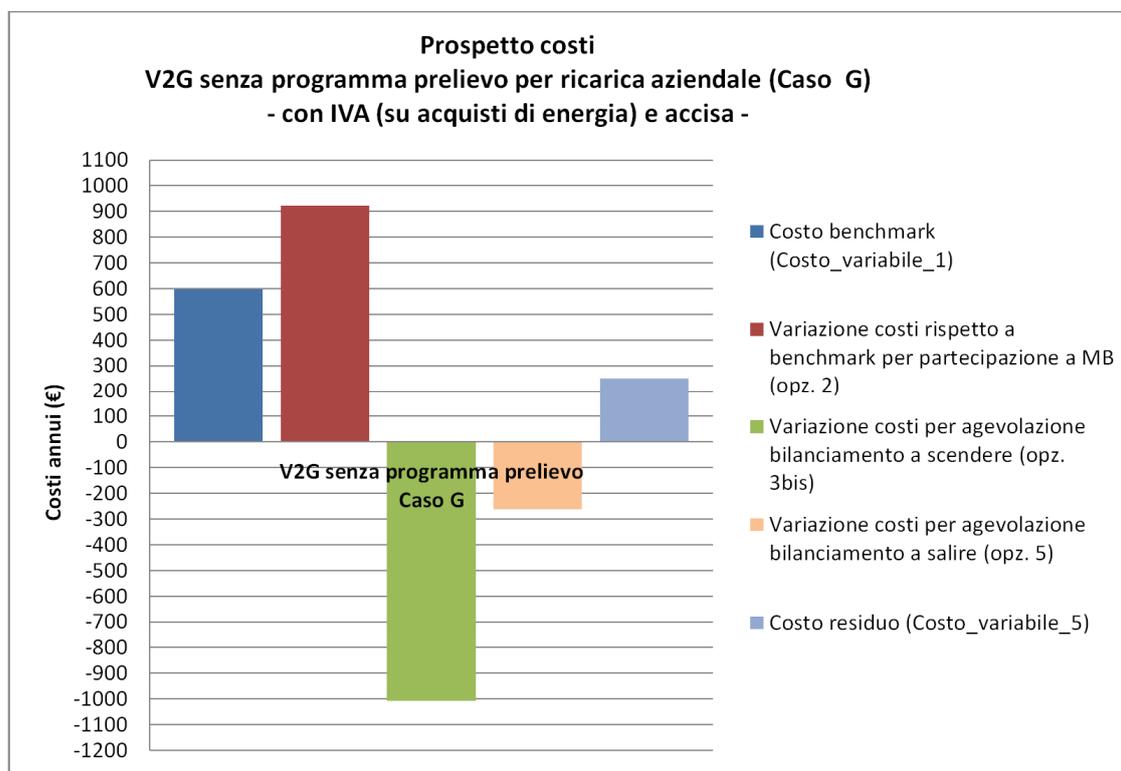
Di seguito è presentata un'analisi della variazione dei costi conseguenti alla partecipazione dell'infrastruttura di ricarica al mercato del bilanciamento e all'applicazione delle agevolazioni ipotizzate. In particolare l'analisi si concentra sui soggetti ricettori o pagatori dei costi in questione.

	Variatione costo per gestore/proprietario della IdR	Descrizione	Chi paga
Riduzione costo per partecipazione a MB (opz. 2)	- 67 €	Riduzione del costo dell'energia acquistata dall'IdR in virtù della sua partecipazione a MB a scendere	Coloro che sbilanciano
Riduzione costo per agevolazione bilanciamento a scendere (opz. 3bis)	- 213 €	Restituzione degli oneri di rete e di sistema per l'energia acquistata in MB a seguito di ordine di regolazione a scendere	Socializzata tra i consumatori
Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	- 280 €		



Di seguito è presentata un'analisi della variazione dei costi conseguenti alla partecipazione dell'infrastruttura di ricarica al mercato del bilanciamento e all'applicazione delle agevolazioni ipotizzate. In particolare l'analisi si concentra sui soggetti ricettori o pagatori dei costi in questione.

	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Descrizione	Chi paga
Riduzione costo per partecipazione a MB (opz. 2)	-112€	Riduzione del costo dell'energia acquistata dall'IdR	Coloro che sbilanciano
Riduzione costo per agevolazione energia acquistata per bilanciamento a scendere (opz. 3bis)	-162€	Restituzione degli oneri di rete e di sistema per l'energia acquistata in MB a seguito di ordine di regolazione a scendere	Socializzata tra i consumatori
Riduzione costo per remunerazione a termine	-120€	Remunerazione per disponibilità banda di remunerazione a salire	Dispacciamento (uplift) in sostituzione a remunerazione a UP
Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	-394€		



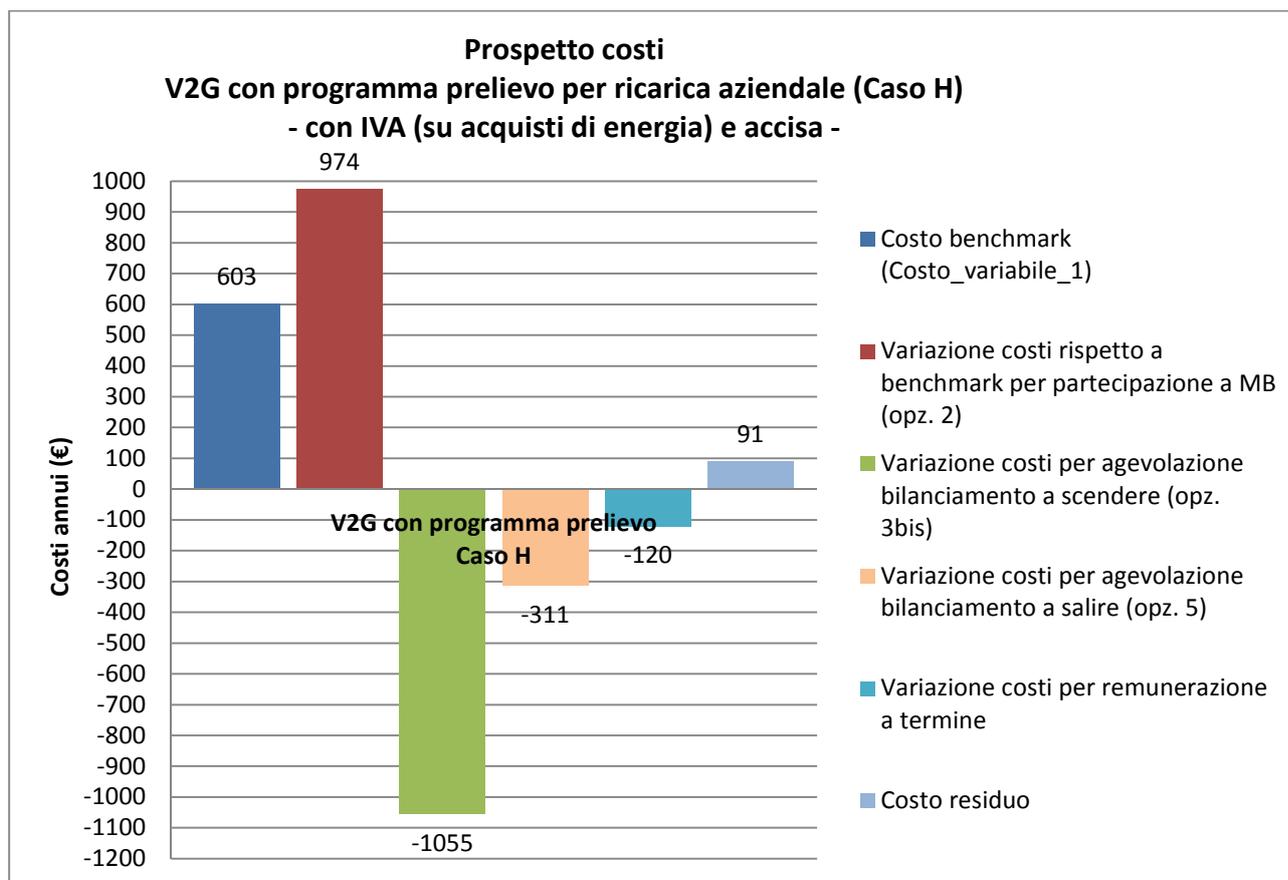
Anche per il caso G viene svolta la medesima analisi condotta per il caso C, evidenziando nella tabella che segue i soggetti che pagano/ricevono i proventi che nel complesso costituiscono la differenza tra il costo benchmark e il costo residuo che rimane dopo l'applicazione delle opzioni 2, 3bis, e 5.

Occorre sottolineare che, a fronte di un incremento di costi da socializzare pari a 329,1 € (cfr. punto 3), il gestore dell'infrastruttura di ricarica subisce un incremento di costi per oneri di rete e di sistema, accise e IVA pari a 1991,4 € (cfr. punto 2) a causa dell'incremento della energia assorbita e successivamente rilasciata. Di questo ammontare una parte, pari a circa 592 €, è per il pagamento di accise e all'IVA, il resto (circa 1399 €) corrisponde al contributo per oneri di rete e di sistema. Una parte di questi maggiori oneri pagati - pari 941 € (cfr. punto 4) è restituita al gestore/proprietario della IdR in virtù delle agevolazioni introdotte. I rimanenti 458 € di oneri pagati dal gestore della IdR coprono abbondantemente i 329,1 € di costi socializzati tra i consumatori.

Pertanto anche in questo caso non si registra alcun incremento di costo per i consumatori per far fronte alle agevolazioni introdotte.

Analisi Caso G				
n°	Tipologia di costo	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Chi sostiene i costi	Formula
1	Minori costi sostenuti dal proprietario/gestore dell'IdR per energia acquistata/venduta per partecipazione a MB.	-1068,2 €	Utenti che sbilanciano	$(Q_{in\_bil\_abso} * p_{en\_bil\_abso} + Q_{in\_mgp\_res} * p_{en\_mgp\_res} + Q_{in\_mgp\_prog} * p_{en\_mgp\_res}) * (1+IVA) + Q_{out\_bil\_erog} * p_{en\_bil\_erog} - Q_{mgp\_bnc} * p_{en\_mgp\_bnc} * (1+IVA)$

2	Maggiori costi per oneri e accisa sull'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	1991,4 €	Proprietario/gestore dell'IdR	$(Q_{in\_tot} * p_{oneri} + Q_{in\_tot} * accise) * (1 + IVA) - (Q_{mgp\_bnc} * p_{oneri} + Q_{mgp\_bnc} * accise) * (1 + IVA)$
3	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per parte dell'energia consumata per percorrenza auto e di parte degli oneri per tutta l'energia persa per ciclo round trip della batteria.	- 329,1 €	Costi socializzati tra i consumatori	$-[(Perdite\ di\ round\ trip\ della\ batteria) * p_{oneri}' + (Q_{mgp\_bnc} * (Q_{in\_bil\_abso} / Q_{in\_tot}) * p_{oneri}']$
4	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per tutta l'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	-941,2 €	Restituzione al proprietario/gestore dell'IdR di parte degli oneri precedentemente pagati	$-Q_{out\_tot} * p_{oneri}'$
	Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	-347,2 €		



Anche per il caso H viene svolta la medesima analisi condotta per il caso C, evidenziando nella tabella che segue i soggetti che pagano/ricevono i proventi che nel complesso costituiscono la differenza tra il costo benchmark e il costo residuo che rimane dopo l'applicazione delle opzioni 2, 3bis, 5 e remunerazione a termine.

Occorre sottolineare che, a fronte di un incremento di costi da socializzare pari a 339,6 € (cfr. punto 3), il gestore dell'infrastruttura di ricarica subisce un incremento di costi per oneri di rete e di sistema, accise e IVA pari a 2171,5 € (cfr. punto 2) a causa dell'incremento della energia assorbita e successivamente rilasciata. Di questo ammontare una parte, pari a circa 646,20 €, è per il pagamento di accise e all'IVA, il resto (circa 1525,30 €) corrisponde al contributo per oneri di rete e di sistema. Una parte di questi maggiori oneri pagati - pari 1026,7€ (cfr. punto 4) - è restituita al gestore/proprietario della IdR in virtù delle agevolazioni introdotte. I rimanenti 499 € di oneri pagati dal gestore della IdR coprono abbondantemente i 339,6 € di costi socializzati tra i consumatori.

**Pertanto anche in questo caso non si registra alcun incremento di costo per i consumatori per far fronte alle agevolazioni introdotte.**

Analisi caso H				
n°	Tipologia di costo	Variazione costo per gestore/proprietario della IdR	Chi sostiene i costi	Formula
1	Minori costi sostenuti dal proprietario/gestore dell'IdR per energia acquistata/venduta per partecipazione a MB.	-1197,2€	Utenti che sbilanciano	$(Q_{in\_bil\_abso} * p_{en\_bil\_abso} + Q_{in\_mgp\_res} * p_{en\_mgp\_res} + Q_{in\_mgp\_prog} * p_{en\_mgp\_res}) * (1+IVA) + Q_{out\_bil\_erog} * p_{en\_bil\_erog} - Q_{mgp\_bnc} * p_{en\_mgp\_bnc} * (1+IVA)$
2	Maggiori costi per oneri e accisa sull'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	2171,5€	Proprietario/gestore dell'IdR	$(Q_{in\_tot} * p_{oneri} + Q_{in\_tot} * accise) * (1+IVA) - (Q_{mgp\_bnc} * p_{oneri} + Q_{mgp\_bnc} * accise) * (1+IVA)$
3	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per parte dell'energia consumata per percorrenza auto e di parte degli oneri per tutta l'energia persa per ciclo round trip della batteria.	-339,6€	Costi socializzati tra i consumatori	$-[(Perdite\ di\ round\ trip\ della\ batteria) * p_{oneri}' + (Q_{mgp\_bnc} * (Q_{in\_bil\_abso} / Q_{in\_tot}) * p_{oneri}')] ]$
4	Minori costi per restituzione di parte degli oneri pagati per tutta l'energia rilasciata dall'infrastruttura di ricarica.	-1026,7€	Restituzione al proprietario/gestore dell'IdR di parte degli oneri precedentement e pagati	$-Q_{out\_tot} * p_{oneri}'$
5	Minori costi per remunerazione a termine	-120€	Dispacciamento (uplift) in sostituzione di remunerazione a UP	$Q_{banda} * \text{€/kWh}$
	Riduzione di costo complessivo rispetto alla situazione benchmark	-511,9		

### 13 CONCLUSIONI

- L'introduzione di agevolazioni volte ad esentare l'energia prelevata/immessa in MB dal pagamento degli oneri di sistema e dei costi di trasmissione e distribuzione è praticamente indispensabile per rendere attrattiva la partecipazione dei veicoli elettrici a MB, tanto nel caso domestico quanto in quello aziendale.
- La remunerazione a termine, nella misura in cui è prevista oggi nelle UVAM, copre una parte limitata dei costi di ricarica in assenza di partecipazione a MB.
- L'infrastruttura di ricarica V2G consente di incrementare l'energia movimentata in MB e quindi di incrementare i ricavi conseguenti alle agevolazioni ipotizzate per l'energia movimentata in tale mercato.
- I vantaggi derivanti dalla partecipazione a MB sono tanto maggiori quanto più ampia è la banda di flessibilità resa disponibile dal veicolo elettrico. A tal riguardo è eclatante il confronto tra il caso della ricarica domestica (banda: 2 kW) e aziendale (banda: 12 kW). Nel primo caso l'energia movimentata è poco più del doppio del benchmark mentre nel secondo caso è quasi 7 volte. Coerentemente, nel primo caso si ha una riduzione fino a poco più di un terzo dei costi di ricarica rispetto al caso benchmark, mentre nel secondo caso i costi del caso benchmark vengono azzerati e in aggiunta si genera un ulteriore flusso di cassa positivo pari a quasi una volta e mezzo (precisamente 1,4 volte) il costo benchmark.
- Dai risultati dei casi esaminati risulta che, assumendo le agevolazioni ipotizzate nello studio, l'impiego dell'infrastruttura di ricarica V2G è vantaggioso specialmente nei casi in cui la banda di regolazione è ampia, come nel caso di infrastruttura collocata in un contesto aziendale.
- Peraltro nel contesto aziendale, assumendo percorrenze delle auto elettriche maggiori di quelle per uso personale, le infrastrutture di ricarica V1G partecipanti a MB consentono comunque di ridurre significativamente, fino all'incirca all'80%, i costi di ricarica che si avrebbero se non si partecipasse a MB.