

Accumulo Termico



Antonio Gigliotti

15.10.2024



Antonio Gigliotti

Antonio Gigliotti è Installatore Eletttricista Diplomato. Dopo una esperienza pluriennale nel settore degli impianti industriali a corrente forte, è attivo presso l'azienda elettrica AGE SA dove si occupa di impianti interni e di energie rinnovabili. Docente dal 2002 insegna Norme Impianti Interni nella post formazione.

antonio.gigliotti@age-sa.ch

Fotovoltaico

A fine del 2022 decido di installare un piccolo impianto fotovoltaico sul tetto del portico.



Scheda tecnica fotovoltaico

Potenza installata DC: 2.43 kWp

Potenza installata AC: 2.196 kVA

Produzione annuale stimata: 2'670 KWh

Microinverter: 6 Enphase 366VA

Moduli: 6 Trina Solar 405 Wp

Colore: Cornice nero

Superficie fotovoltaica: ca 10.5 m²

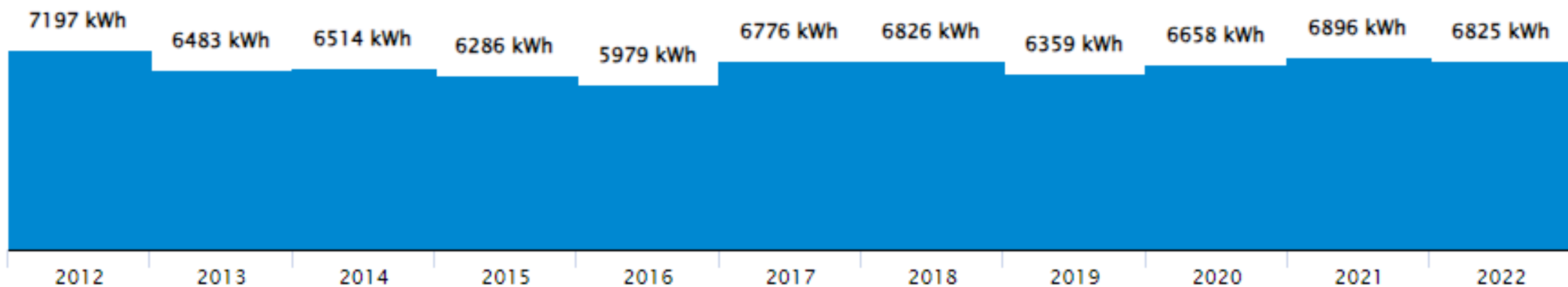
Orientamento e inclinazione: Sud-ovest 18°

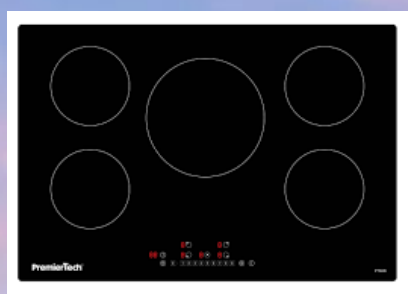
Posa: con struttura (sporgenza <20cm)



Consumo abitazione

Il consumo medio degli ultimi 11 anni è di 6'618kWh





Composizione dei consumi



ACCUMULO TERMICO

Composizione dei consumi

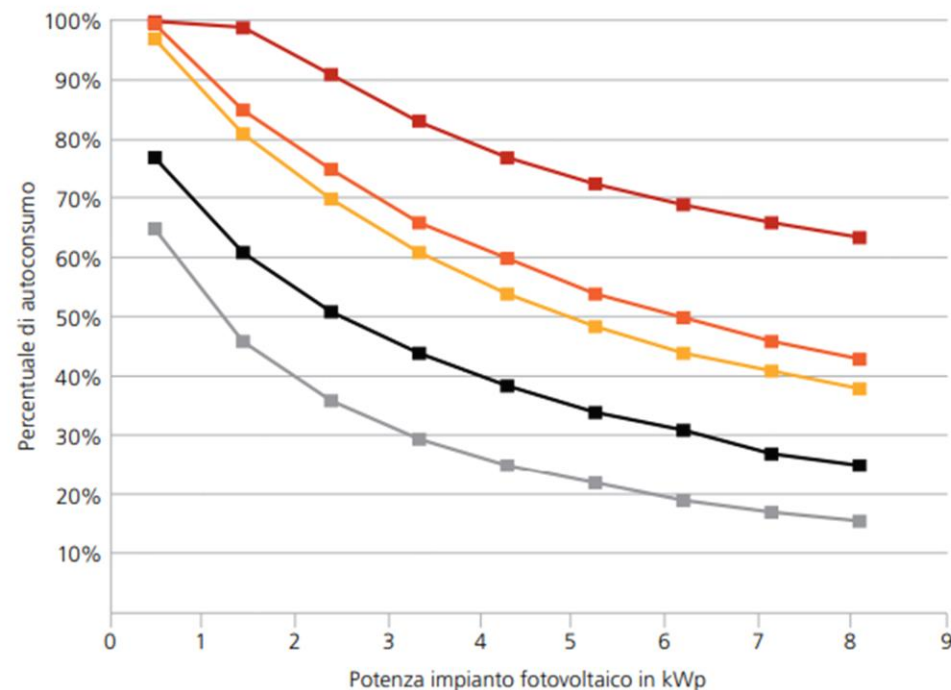
Termo pompa	Bollitore	Piano cottura	Forno	Lavastoviglie	Lavatrice	Asciugatrice	Frigorifero	Congelatore	TV 55°	TV 50°	PC
6.5kW	8kW	7.4kW	3.6kW	2.2kW	2kW	1.8kW	0.184kW	0.07kW	0.1kW	0.1kW	0.1kW

Lista non esaustiva, potenza dichiarata da targa

Normale composizione di elettrodomestici per un'economia domestica in casa monofamiliare

Piccolo impianto FV grande autoconsumo?

Aumento autoconsumo



Fonte:
Svizzera energia

■ FD + PC + ER con accumulo fino a 90 °C
■ FD + PC con accumulo fino a 75 °C
■ FD + PC con accumulo fino a 65 °C
■ FD + PC senza accumulo del surplus
■ Solo FD

FD = Fabbisogno economia domestica
PC = Pompa di calore
ER = Elemento riscaldante

Nella pratica...

Periodo		Energia prodotta [kWh]	Energia in esubero [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Autoconsumo [%]	Esubero medio giornaliero [kWh]
01.01.2023	31.03.2023	518.00	286.00	232.00	44.79	3.18
01.04.2023	30.06.2023	845.00	523.00	322.00	38.11	5.75
01.07.2023	30.09.2023	869.60	477.00	392.60	45.15	5.18
01.10.2023	31.12.2023	422.30	205.00	217.30	51.46	2.23
				Media	44.88	

A man with dark hair and a beard, wearing a yellow sweater over a white shirt, is shown in a thoughtful pose with his hand on his chin and looking upwards. The image is framed by a thin black border.

Come aumentare
l'autoconsumo?

Quali sistemi offre il mercato?



Batteria 5kWh
Da acquistare...
> 3'000.-



Domotica
Da acquistare...
> 3'000.-



Termopompa
Già esistente ma
non gestibile!



Bollitore
Già esistente!

Dati tecnici del bollitore



Volume [l] = 400

Potenza [W] = 8'000W

Allacciamento [V] = 3x400

Resistenze [W]= 3 x 2'666W

Temperatura massima [°C] = 75

Quanta energia massima posso accumulare nel bollitore?



Il bollitore può scaldare elettricamente da 15°C a 75°C (Δt 60°C).

$$E = \frac{C \cdot m \cdot \Delta t}{3'600 \cdot \eta}$$

$$\frac{4.19 \cdot 400l \cdot 60^\circ C}{3'600 \cdot 0.9} = \underline{\underline{31.03kWh}}$$

Quanta energia posso accumulare nel bollitore?



La termopompa scalda l'acqua da 15°C a 45°C

Questo sistema di backup permette di avere sempre acqua calda anche quando non c'è il sole!



Il bollitore può scaldare elettricamente da 45°C a 75°C (Δt 30°C) tramite il FV. Nuova capacità disponibile:

$$E = \frac{C \cdot m \cdot \Delta t}{3'600 \cdot \eta}$$

$$\frac{4.19 \cdot 400l \cdot 30^\circ C}{3'600 \cdot 0.9} = 15.51kWh$$

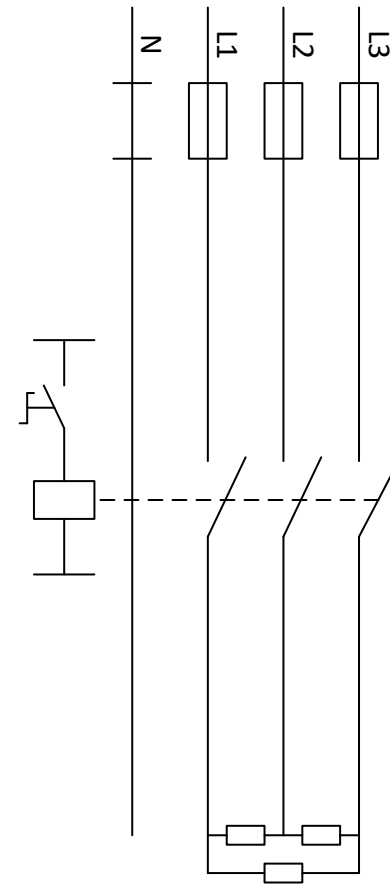
Sostanzialmente si tratta di sfruttare il sistema di anti legionella, ma solo con l'esubero!

Ma come sfruttare l'esubero?



Il bollitore ha 3 resistenze da 2'666W mentre il fotovoltaico ha una potenza AC massima di 2'196W...

Qui ci viene in aiuto l'elettrotecnica!



Possiamo sfruttare solo una posizione visto il limite AC del FV 2.196kVA

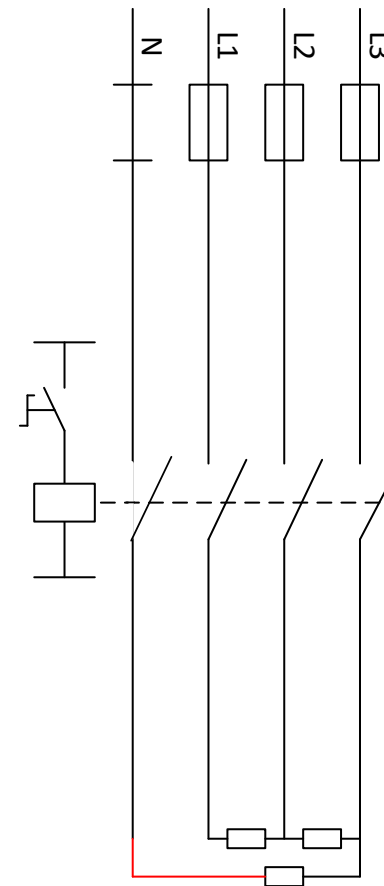
Matrice della potenza del bollitore



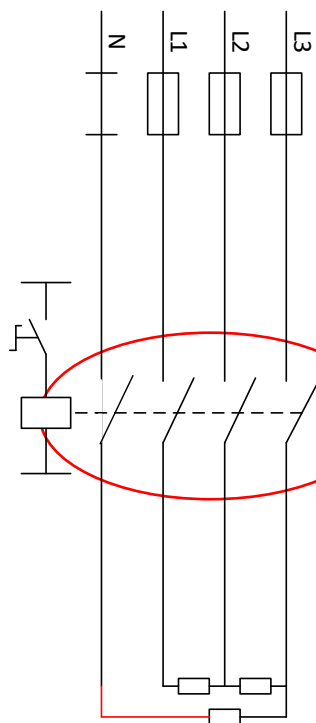
Posizione	Contatto 1	Contatto 2	Contatto 3	Contatto 4	Potenza [W]
1	X	0	0	X	293
2	0	X	0	X	440
3	0	0	X	X	881
4	X	0	X	0	1333
5	X	0	X	X	2215
6	X	X	0	0	2666
7	X	X	0	X	3107
8	0	X	X	X	3548
10	X	X	X	0	5333
11	X	X	X	X	6215

	L1	L2	L3	N
	60Ω		60Ω	60Ω

Sostituendo L1 con N arrivo a 4 gradini



Arduino Finder PLC

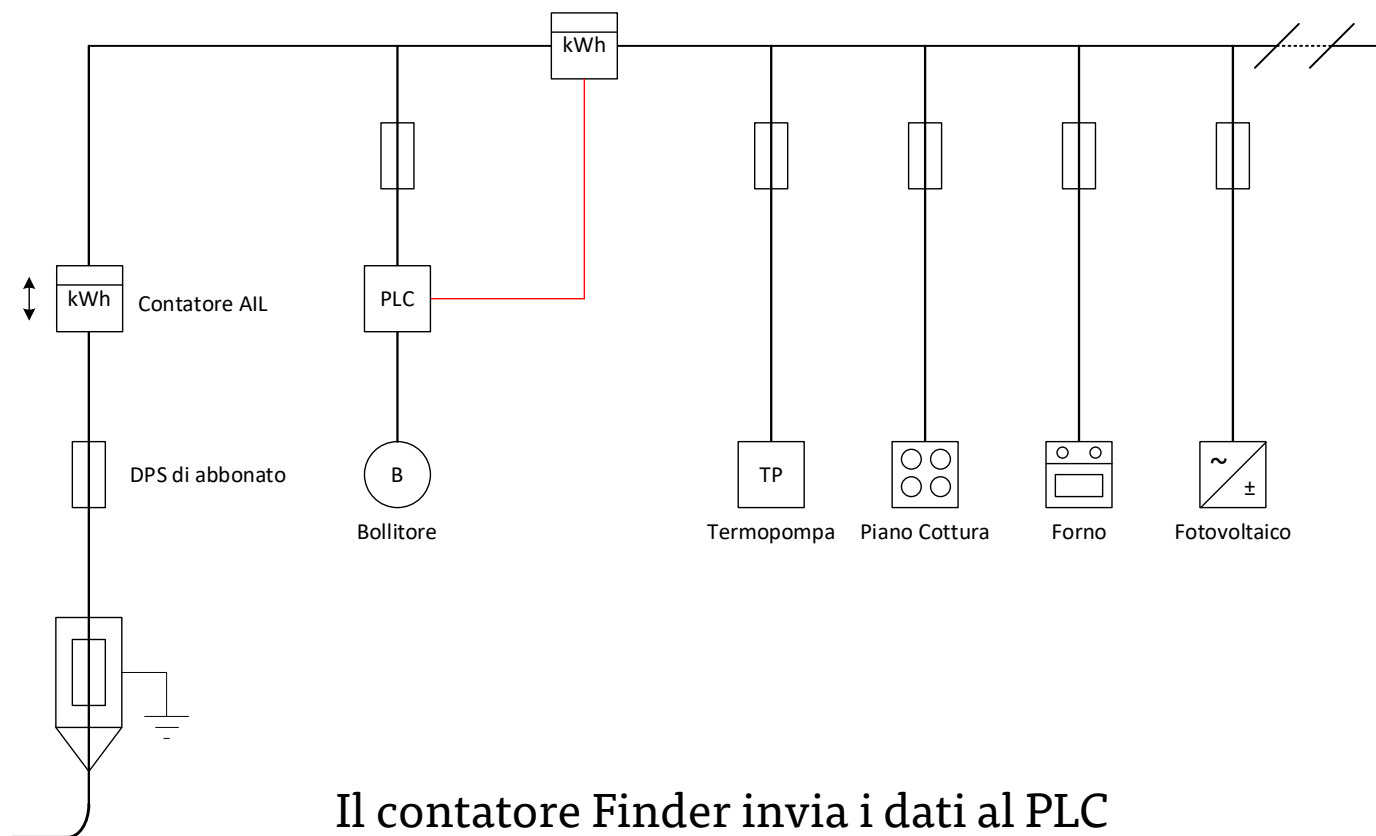


Posizione	Contatto 1	Contatto 2	Contatto 3	Contatto 4	Potenza [W]	
1	X	0	0	X	293	
2	0	X	0	X	440	
3	0	0	X	X	881	
4	X	0	X	0	1333	
5	X	0	X	X	2215	
6	X	X	0	0	2666	
7	X	X	0	X	3107	
8	0	X	X	X	3548	
10	X	X	X	0	5333	
11	X	X	X	X	6215	
	L1	L2	L3	N		
	60Ω	60Ω	60Ω	60Ω		



Il PLC gestisce l'attivazione dei contatti

Come rilevare l'esubero?

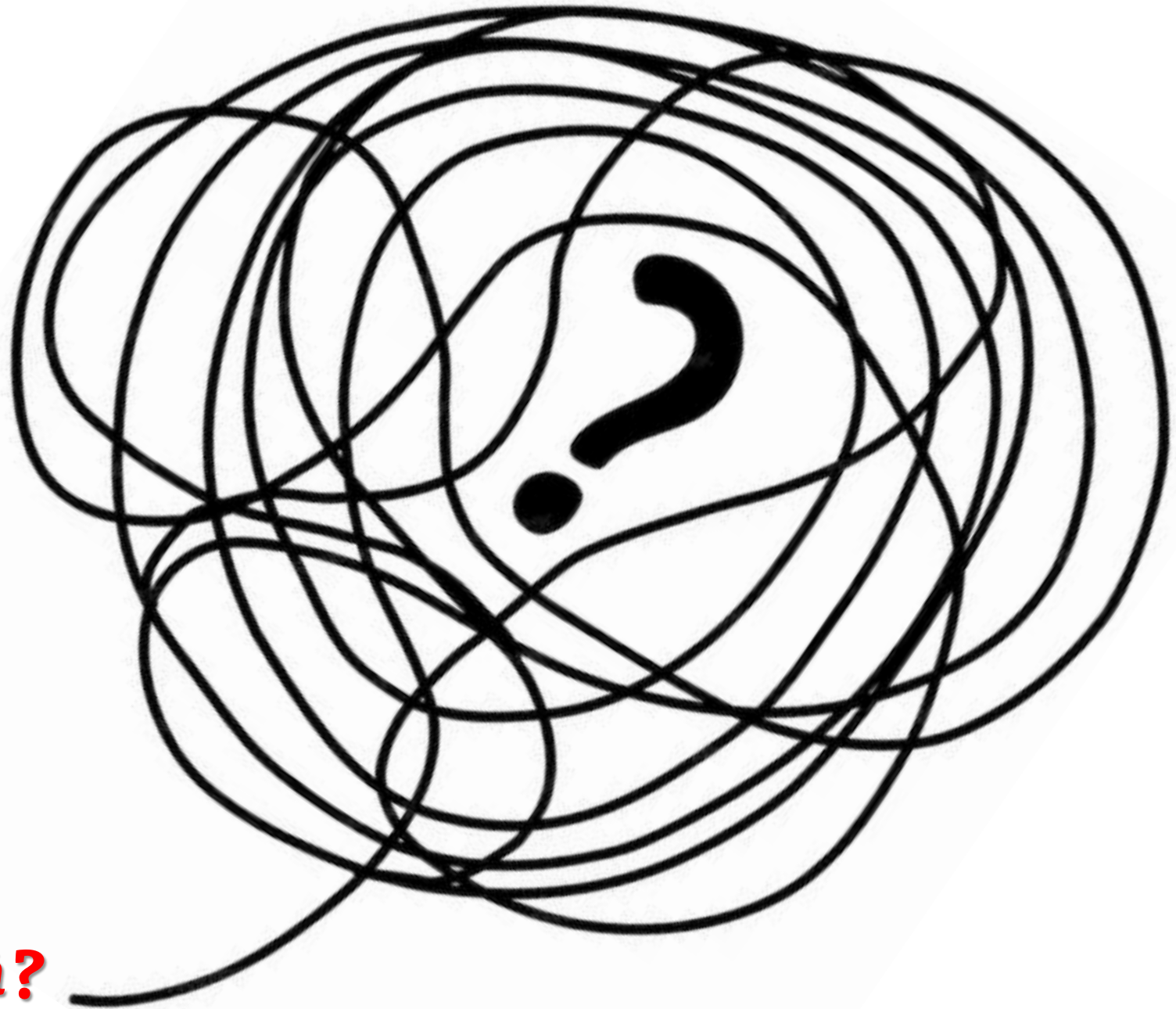


Il contatore Finder invia i dati al PLC
istantaneamente, il PLC ogni 60s cambia lo stato



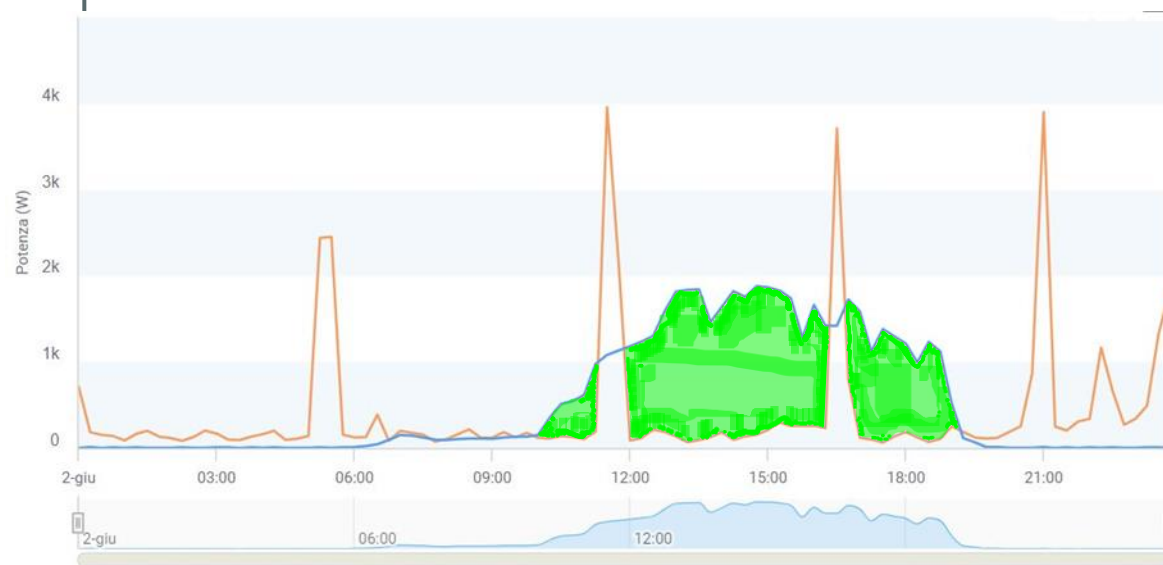
RS 485
MODBUS





Funzionerà?

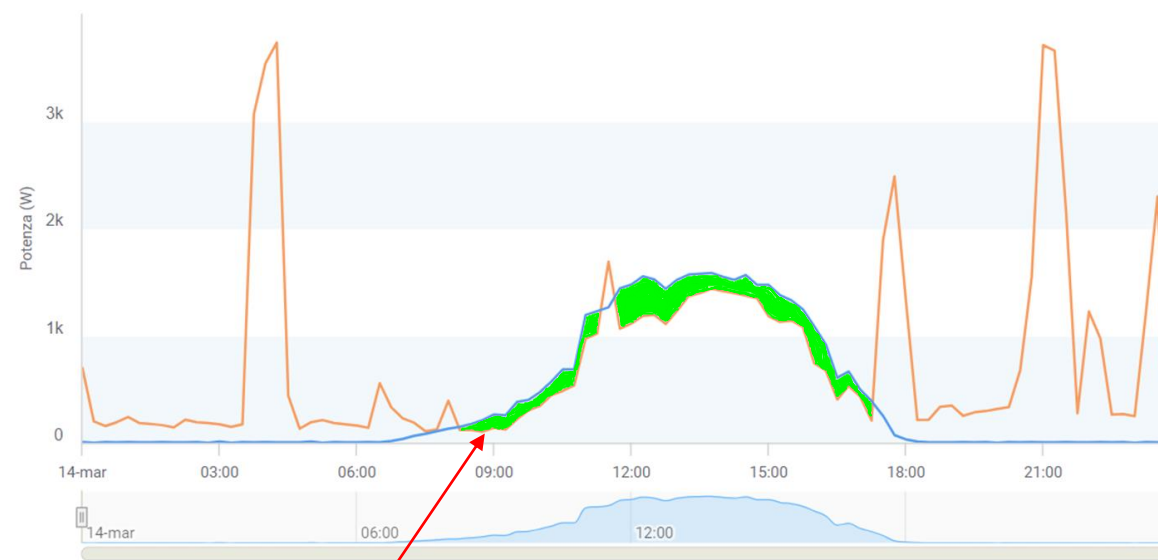
Sistemi a confronto



Senza PLC

Quota di esubero

Posizione	Contatto 1	Contatto 2	Contatto 3	Contatto 4	Potenza (W)
1	X	0	0	X	293
2	0	X	0	X	440
3	0	0	X	X	881
4	X	0	X	0	1333
5	X	0	X	X	2215
6	X	X	0	0	2666
7	X	X	0	X	3107
8	0	X	X	X	3548
10	X	X	X	0	5333
11	X	X	X	X	6215
	L1	L2	L3	N	

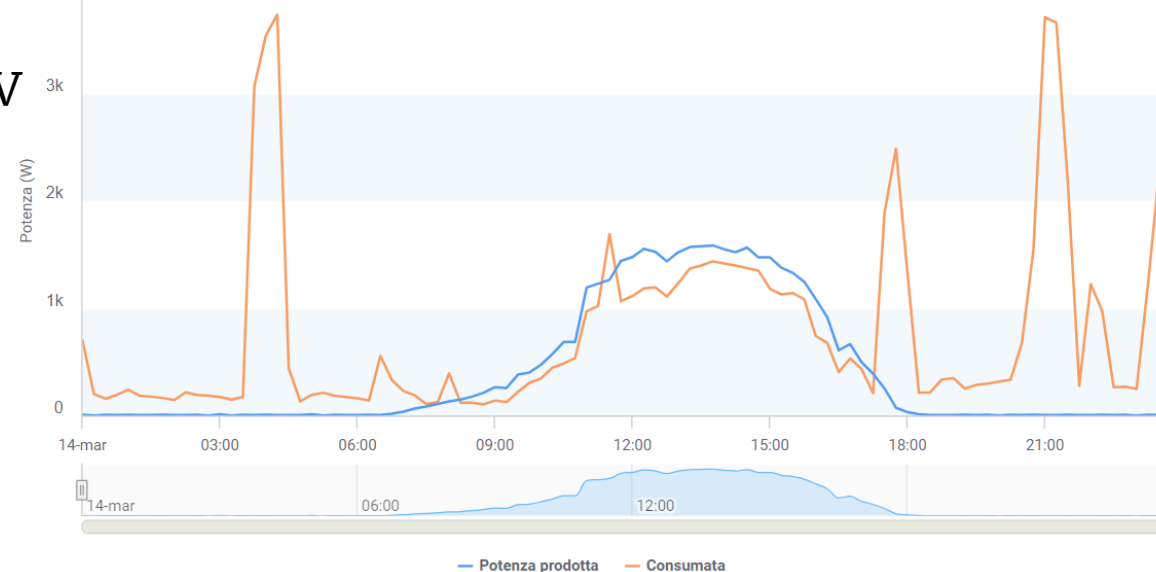


Con PLC

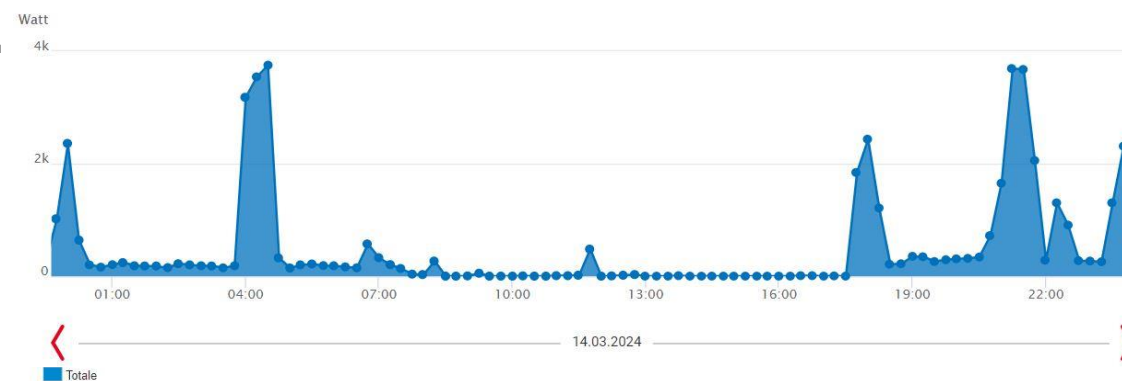
La quota di esubero è diminuita drasticamente. Il sistema cerca di seguire la curva della produzione. Un autoconsumo del 100% non è possibile. Questo limite è dato dalla dimensione dei gradini.

Con PLC 14.03.2024

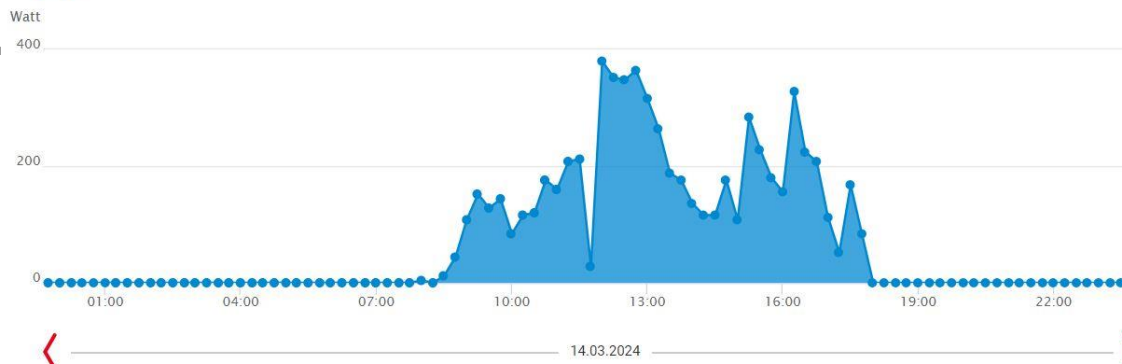
Inverter FV



Contatore AIL
Consumo



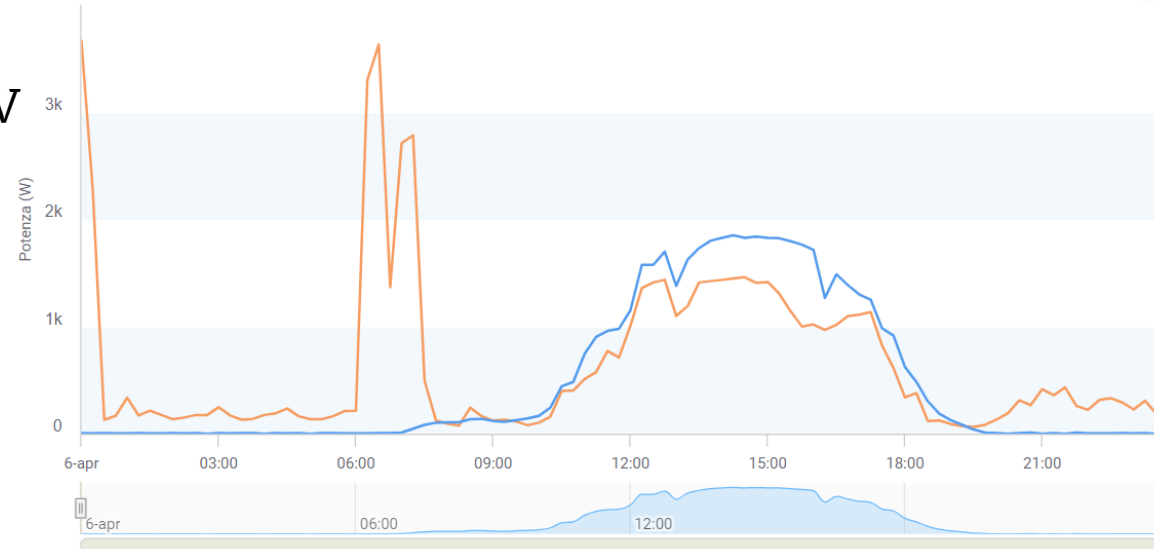
Contatore AIL
Esubero



Con PLC 06.04.2024



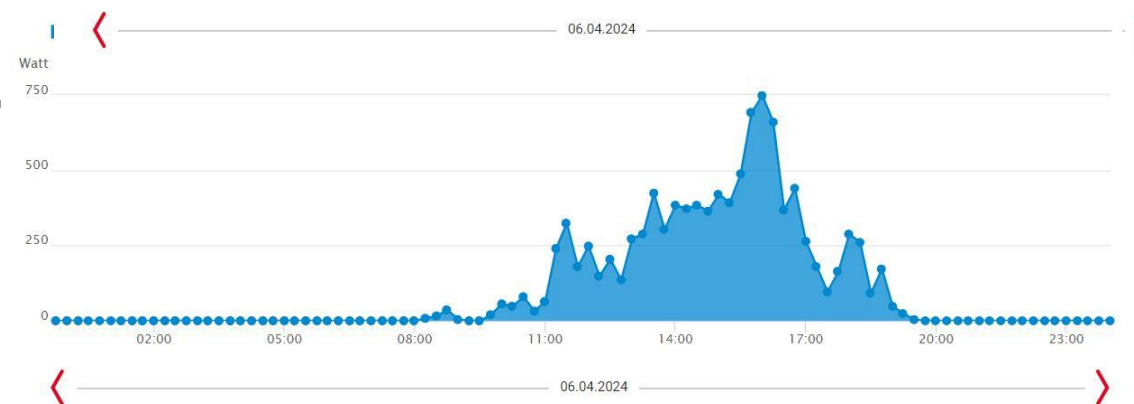
Inverter FV



Contatore AIL
Consumo



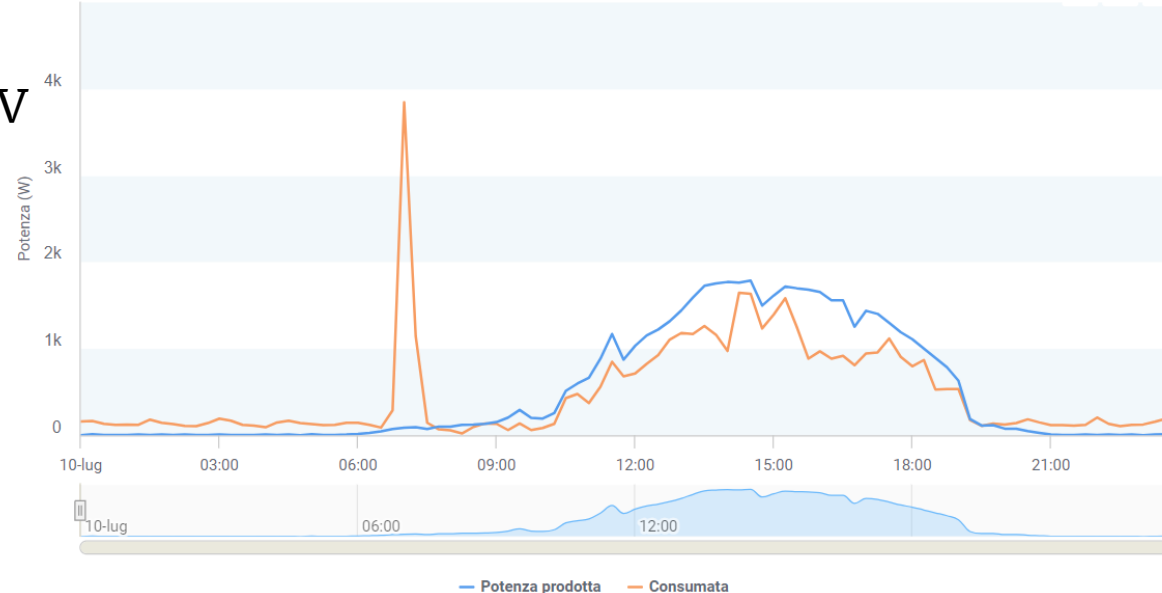
Contatore AIL
Esubero



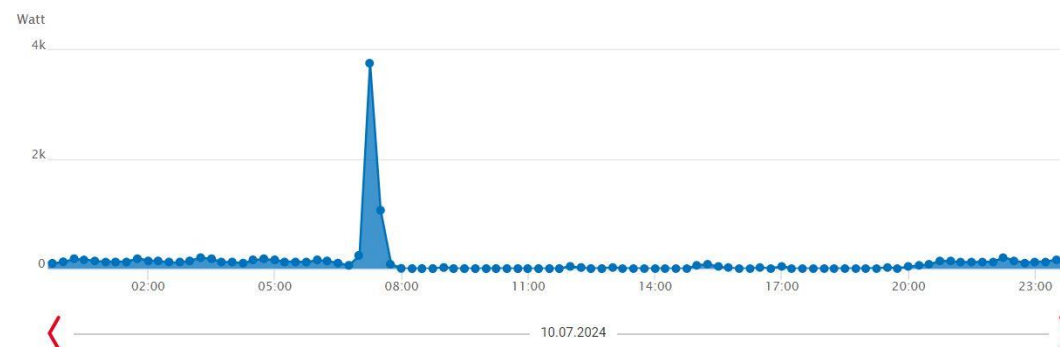
Con PLC 10.07.2024



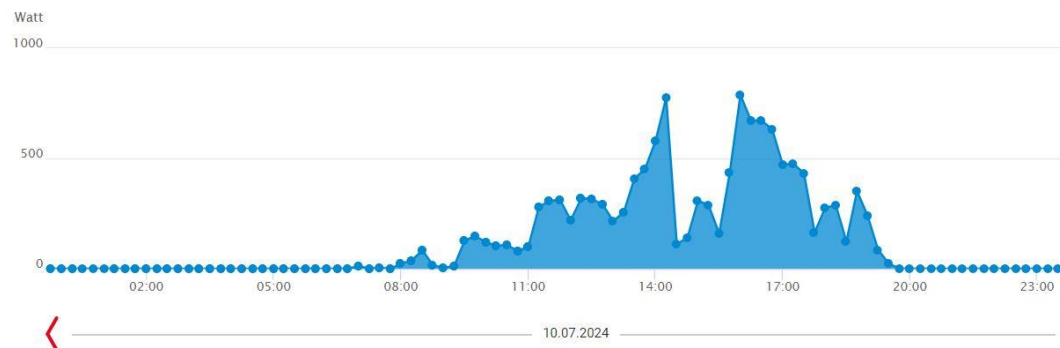
Inverter FV



Contatore AIL
Consumo

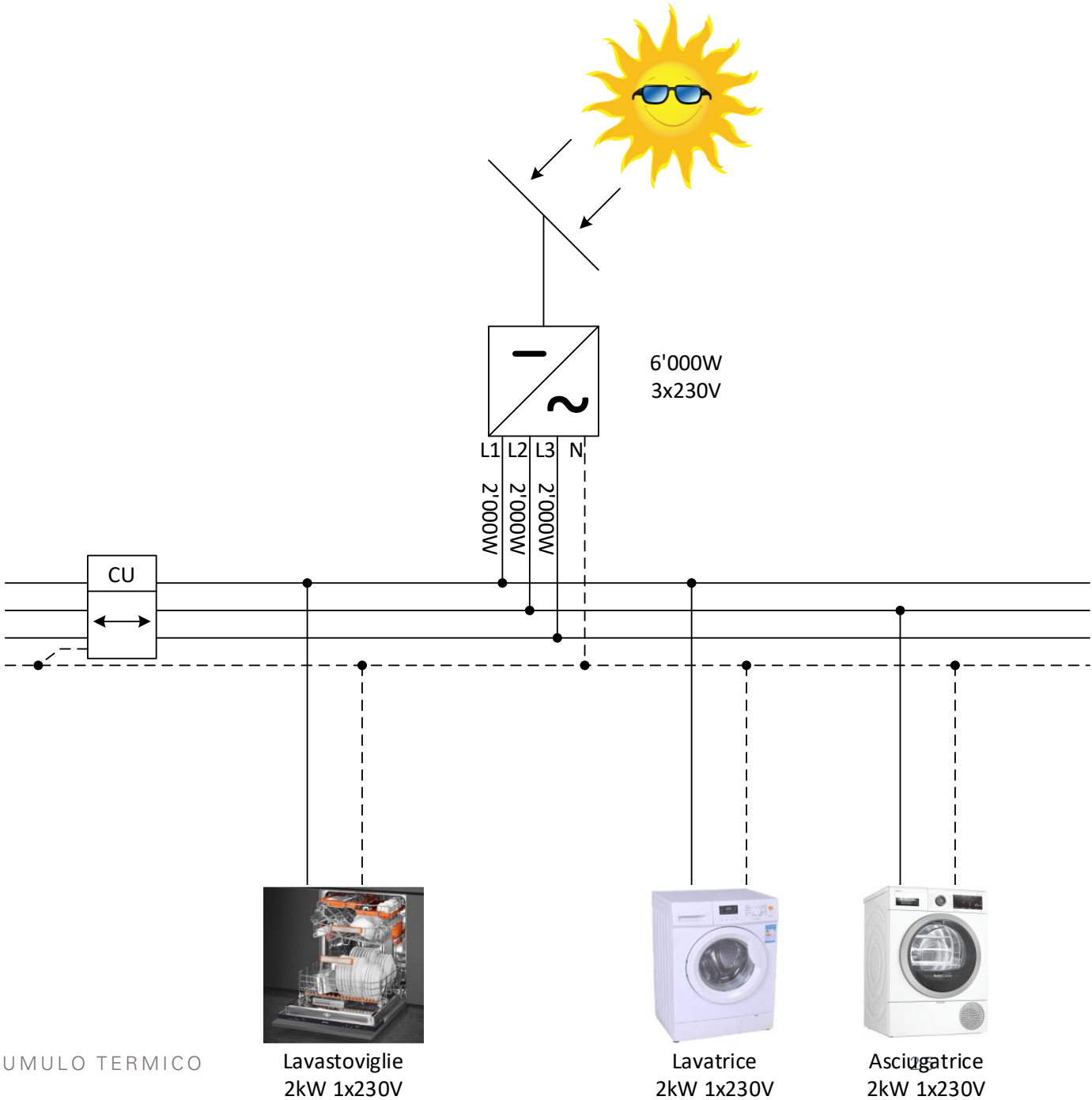


Contatore AIL
Esubero



Contatore funzionamento esubero - immissione

ENERGIA	POTENZA	L1	L2	L3
Energia consumata	$3 \times 2\text{kW} = 6\text{kW}$	$2 \times 2\text{kW} = 4\text{kW}$	2kW	0 Kw
Energia prodotta	$3 \times -2\text{kW} = -6\text{kW}$	-2kW	-2kW	-2kW
Energia prelevata dal gestore di rete	2kW	2KW	0KW	-2kW
Energia immessa al gestore di rete	-2kW	0kW	0kW	-2kW
Conteggiata dal contatore	0 kW			



Sistemi a confronto

Periodo senza PLC		Energia prodotta [kWh]	Energia in esubero [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Autoconsumo [%]	Esubero medio giornaliero [kWh]
01.01.2023	31.03.2023	518.00	286.00	232.00	44.79	3.18
01.04.2023	30.06.2023	845.00	523.00	322.00	38.11	5.75
01.07.2023	30.09.2023	869.60	477.00	392.60	45.15	5.18
01.10.2023	31.12.2023	422.30	205.00	217.30	51.46	2.23
Periodo con PLC		Energia prodotta [kWh]	Energia in esubero [kWh]	Autoconsumo [kWh]	Autoconsumo [%]	Esubero medio giornaliero [kWh]
01.01.2024	31.03.2024	438.00	85.00	353.00	80.59	0.94
01.04.2024	30.06.2024	725.00	162.00	563.00	77.66	1.78
01.07.2024	30.09.2024	835.00	208.00	627.00	75.09	2.26
01.10.2024	31.12.2024	x	x	x	x	x

Vantaggi:

- Tecnica molto semplice
- Il sistema dà sempre priorità all'autoconsumo
- Economico (~500Chf), se presente un bollitore
- Risparmio sulla produzione di acqua calda tramite la caldaia o la termopompa
- L'inserimento repentino delle resistenze non le danneggia.
- Il ciclo anti legionella avviene giornalmente

Accumulo termico

Svantaggi:

- Accumula solo acqua calda senza poterla riconvertire in elettricità
- Le resistenze elettriche non sempre sono presenti nei bollitori
- Costo elevato se si deve aggiungere un bollitore elettrico appositamente
- Se si superano i 45°C si può formare il calcare
- Autoconsumo del 100% non possibile a causa dei limiti dei gradini di potenza



Domande?



Ringraziamenti

Ing. Leandro Pestoni (programmazione PLC)

Mattia Gigliotti (grafica)

Davide Curato (fotografie con drone)

AIL Energy Buddy (curve di carico)