



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO**

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Comunità Energetiche Rinnovabili

**Presentazione alla cittadinanza**

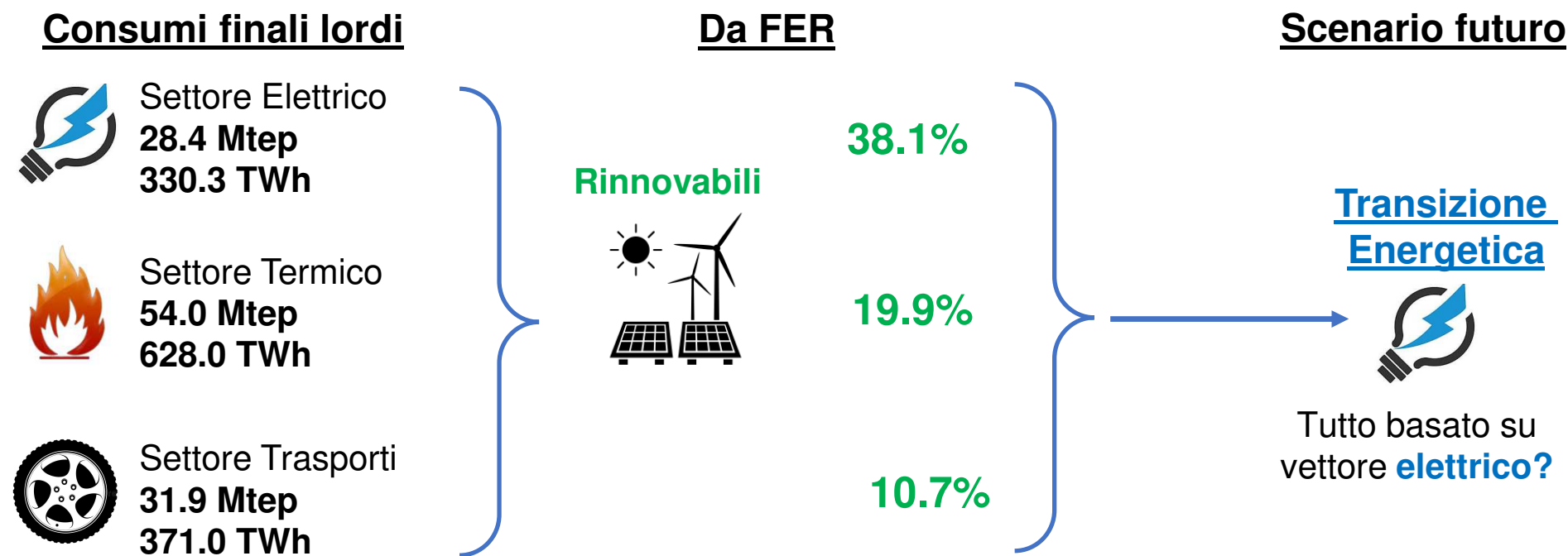
**RELATORE**  
**Giovanni Brumana**

**LUOGO**  
**Ambivere**

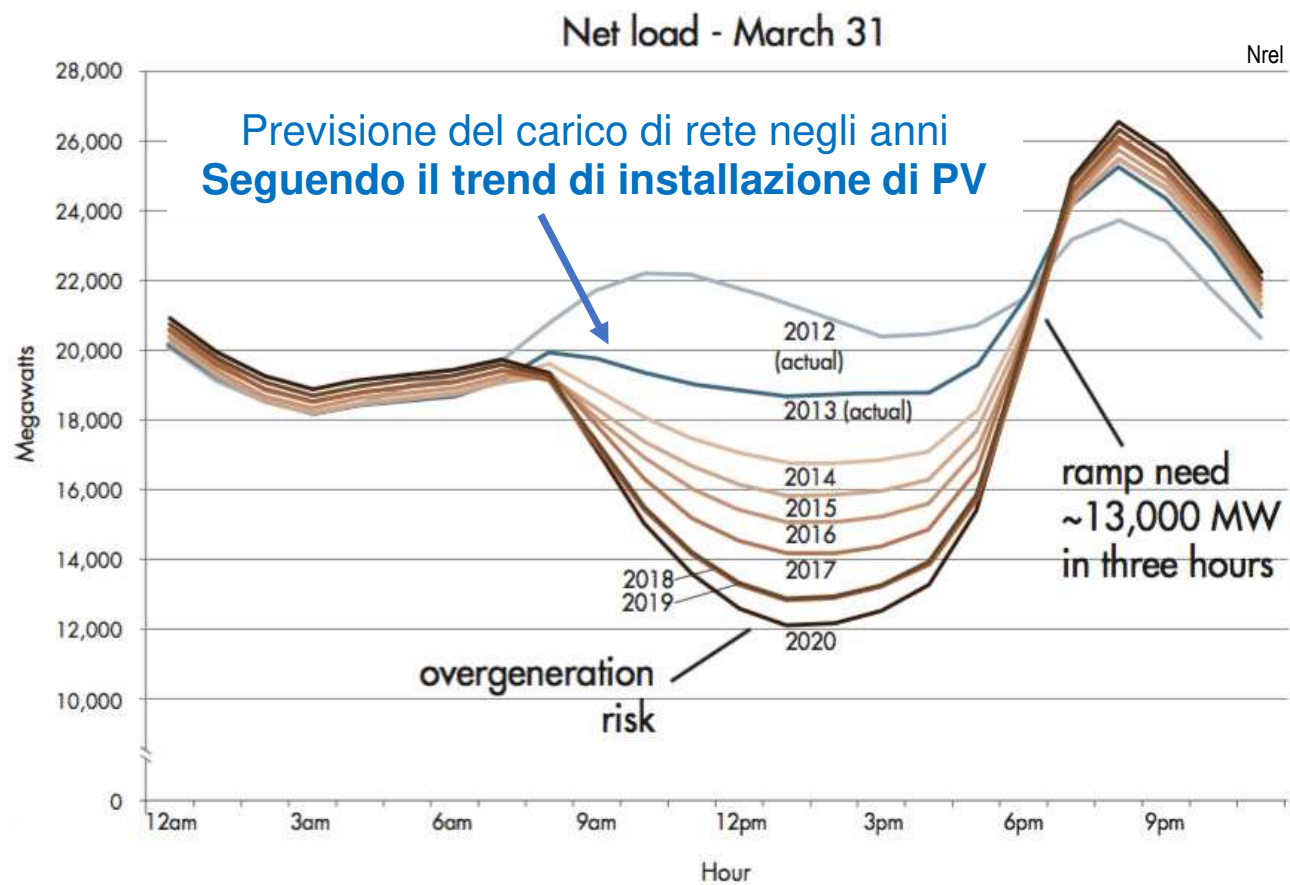
**DATA**  
**05.04.2023**

# Introduzione

La **crescente elettrificazione dei consumi** finali di energia, che include anche le profonde **trasformazioni del settori**, apre nuove sfide in termini di **bilanciamento e di stabilità delle reti** di distribuzione.



## Limite di introduzione delle rinnovabili



Nel **2008** venne pubblicato un articolo in cui si prospettava il problema della **sovraproduzione** da rinnovabili. Nel **2013** l'effetto del fotovoltaico sulla curva di carico venne chiamato «**duck shape**».

↓ **Effetto sulla rete**

L'aumentare della produzione da **rinnovabili non programmabili** Può ridurre (fino ad azzerare) il carico residuo nelle ore centrali del giorno **forzando gli impianti di base** a funzionare a **carico parziale** (minore efficienze).



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

## Parco di generazione nazionale

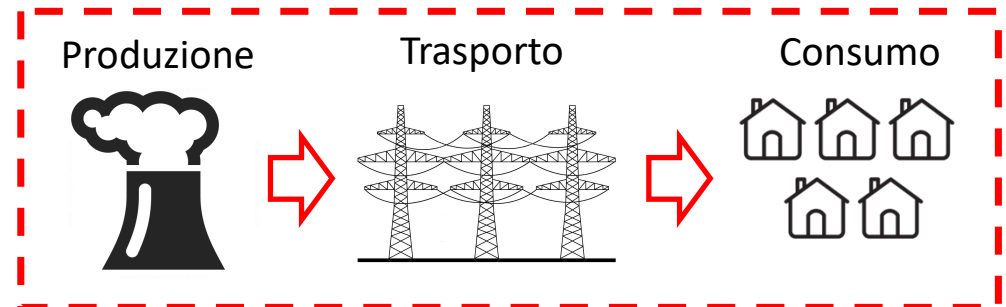
Il parco di generazione nazionale (o regionale) rappresenta l'insieme di tutti i **sistemi di produzione di energia elettrica** (**fossile**, **rinnovabile**) presenti sul territorio più la quota di **import**.

Il costante aumento della capacità di rinnovabili installata pone alcune questioni in merito alla gestione dell'energia prodotta:



- Variabilità
- Non programmabilità
- Bilanciamento della rete
- Inseguimento del carico

### Rete tradizionale



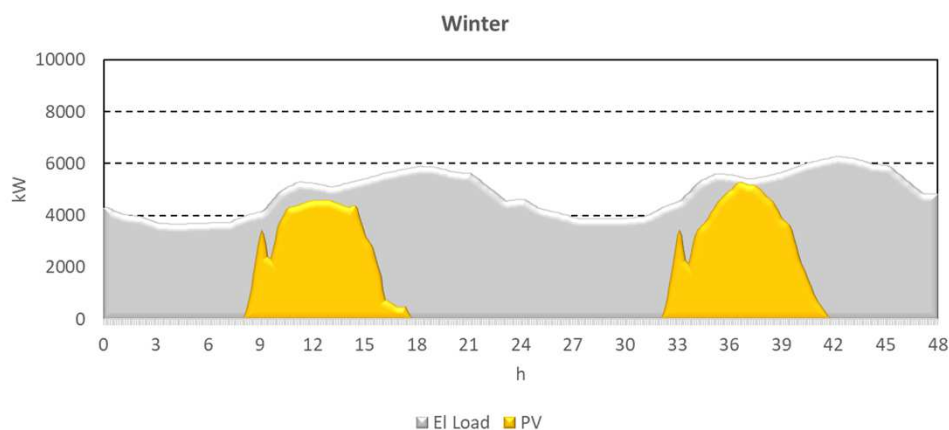
Senza modifiche, **una rete tradizionale** può assorbire fino a **circa il 35-40%** del carico annuo da **fonte rinnovabile**.

## Limite di introduzione delle rinnovabili

La **transizione** verso scenari sempre più orientati allo **sfruttamento di fonti rinnovabili** richiede **nuove logiche di progettazione** e di **gestione dell'energia prodotta**.

### Esempio di integrazione di energia da fonte rinnovabile (soluzione con PV):

➔ **Strategia:** aggiungo impianti **PV** fino a saturare la curva



Frazione annua da rinnovabile: **34%**

Integrazione delle  
**rinnovabili non programmabili**



Adozione di **reti intelligenti** bidirezionali



Implementazione di **sistemi di stoccaggio**



fornitura di energia elettrica  
**efficiente e sicura**



Modifica della **Rete Nazionale, Smart Grid e Comunità Energetiche Rinnovabili**.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Comunità Energetiche Rinnovabili: un'occasione per la transizione verso le **fonti rinnovabili**

Non programmabili

Energia solare



Energia eolica



Energia geotermica



Energia da biomasse



Energia idraulica



Programmabili



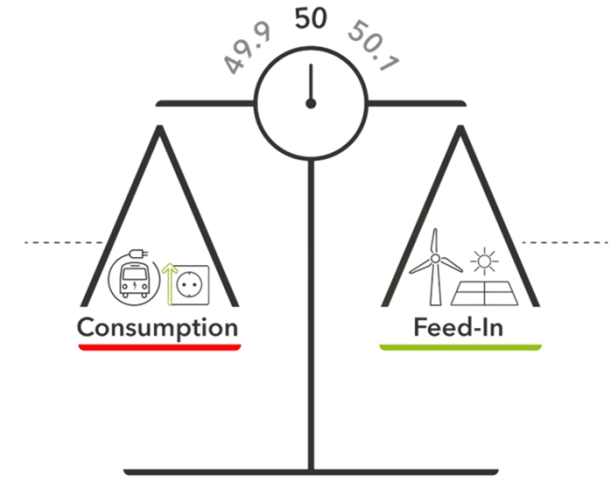
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

## Comunità Energetiche Rinnovabili: uno stimolo all'**autoconsumo istantaneo**

- Quando la quota di rinnovabile non-programmabile è rilevante, la **rete elettrica** non permette di compensare le fluttuazioni (abolito lo *scambio sul posto*)
- Per incrementare la quota di energia autoconsumata sono necessari **sistemi di accumulo**
- L'autoconsumo singolo rappresenta una **limitazione alla taglia** degli impianti rinnovabili

La Comunità Energetica Rinnovabile (CER) – se ben progettata – permette di ottenere un **beneficio collettivo** superiore alla pura somma dei benefici individuali.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

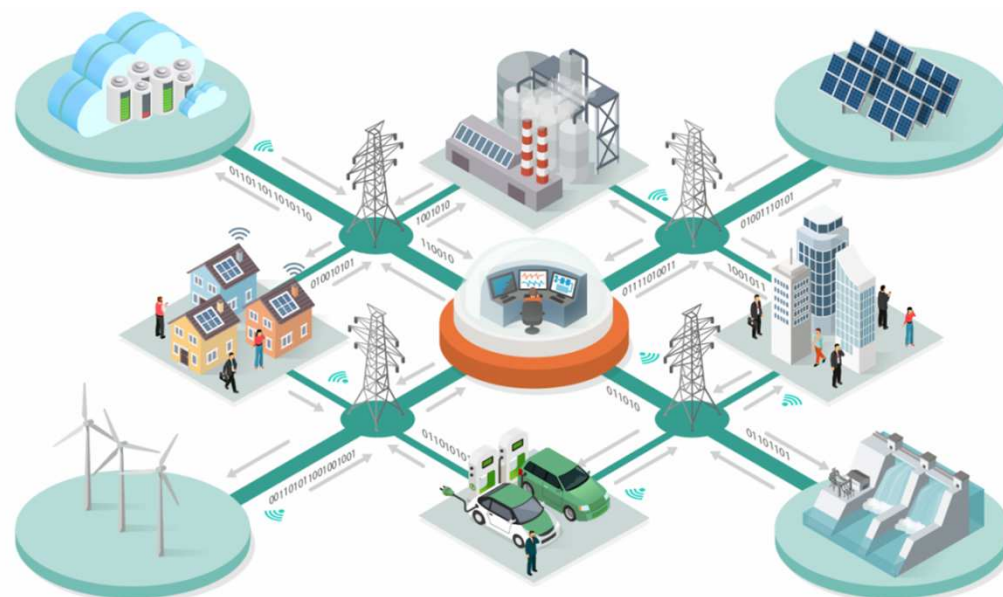


# Comunità Energetiche Rinnovabili: un percorso **partecipativo e inclusivo** verso la sostenibilità

La Comunità Energetica Rinnovabile (CER) è un'aggregazione di soggetti (**produttori e/o consumatori** di energia rinnovabile) che si basa sulla **partecipazione aperta e volontaria**.

La CER è un soggetto giuridico i cui membri sono persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI), enti territoriali, amministrazioni comunali, enti di ricerca e formazione, enti religiosi, del terzo settore e di protezione ambientale.

Obiettivo principale della CER è fornire **benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità** ai propri membri e alle aree locali in cui opera.



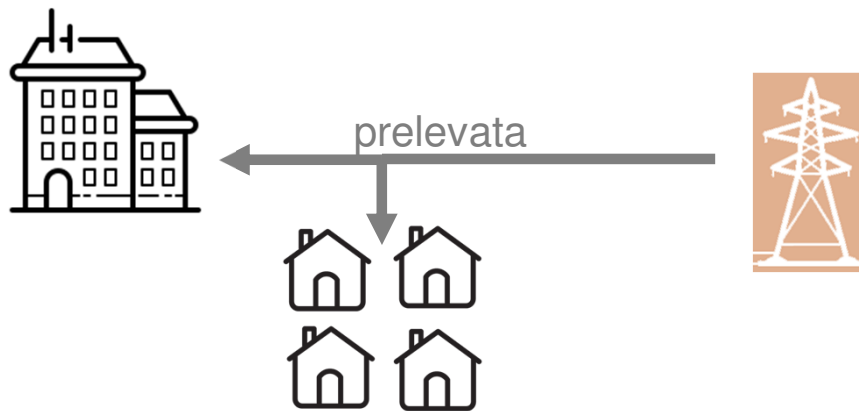
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate



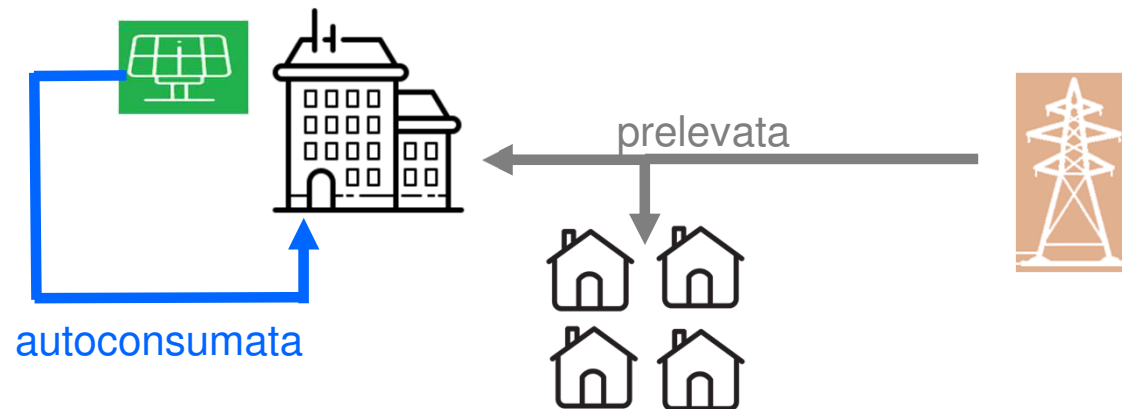
# Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;



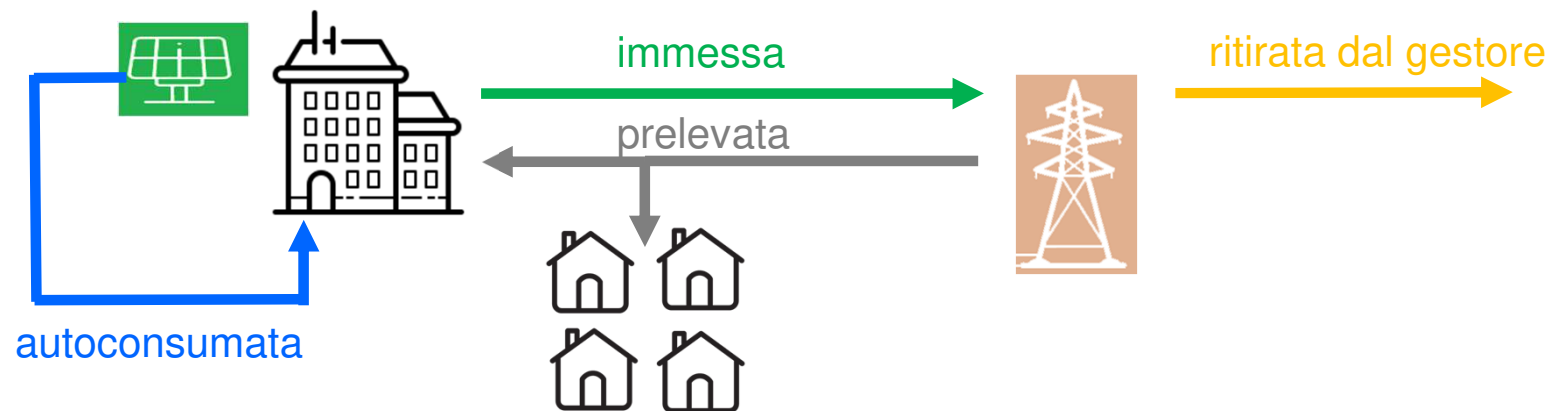
# Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;



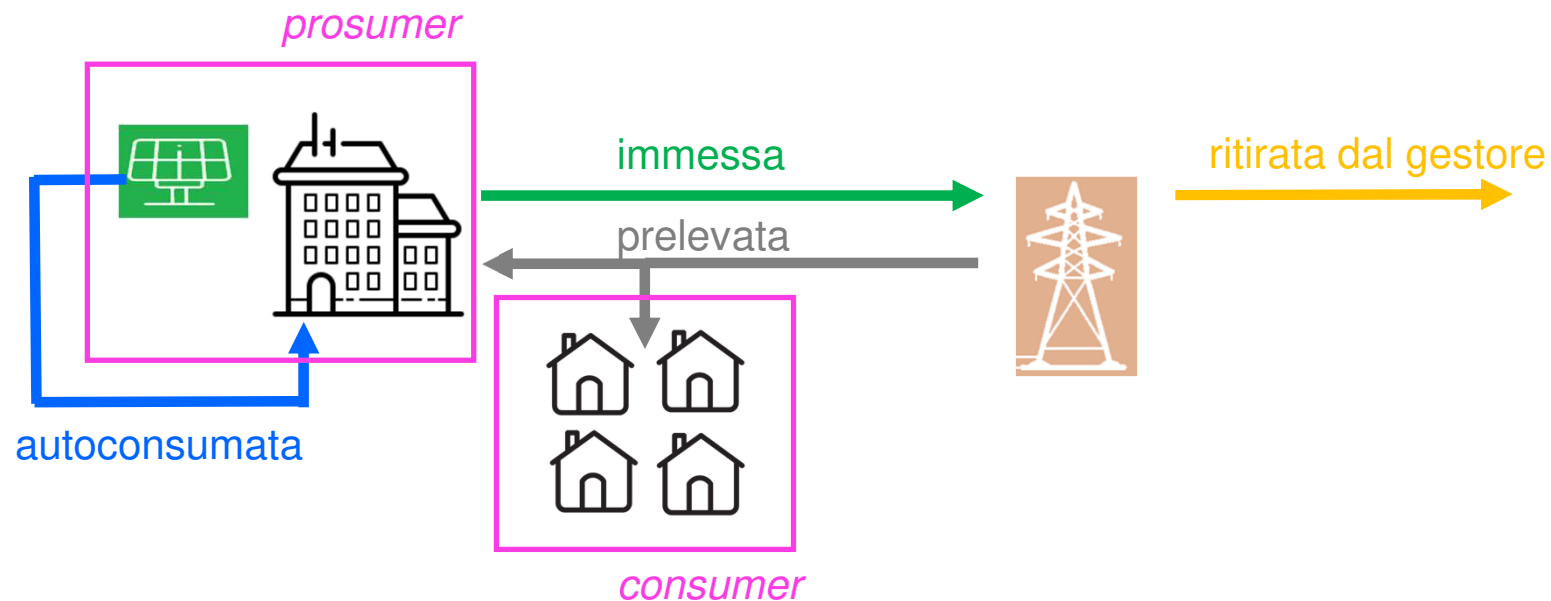
# Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;



# Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;

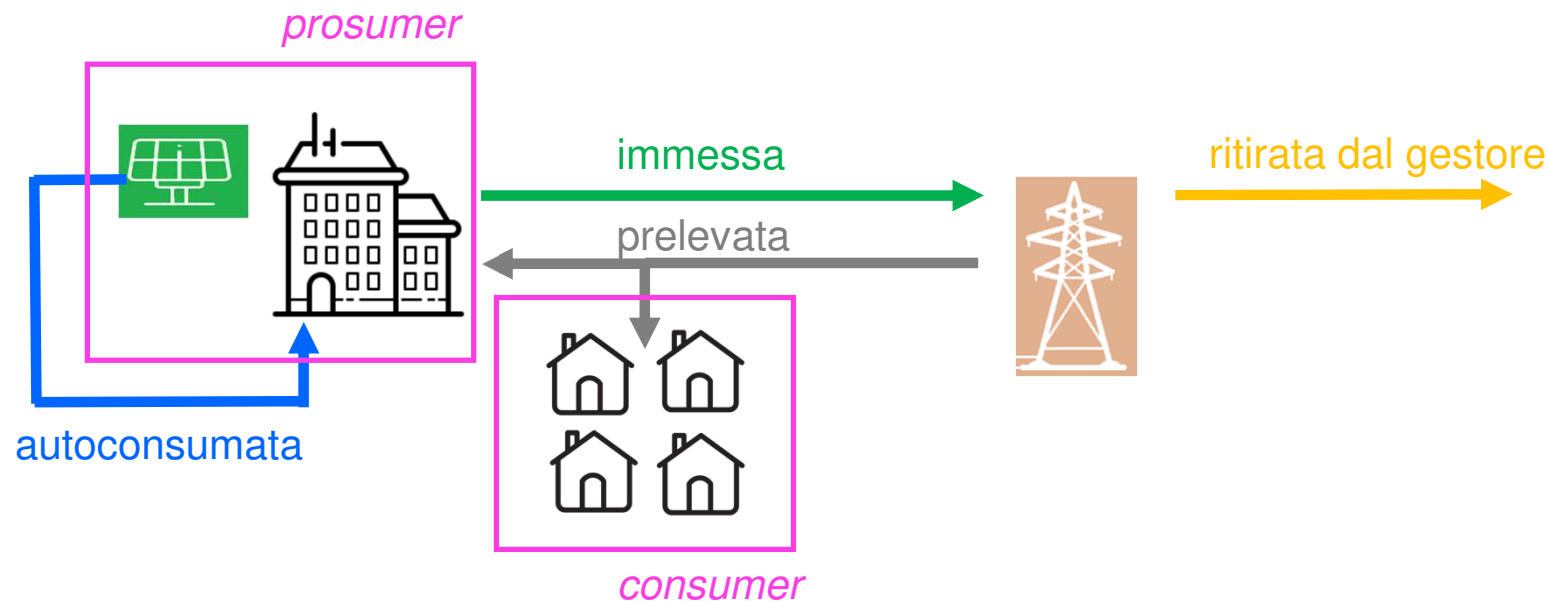


# Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;

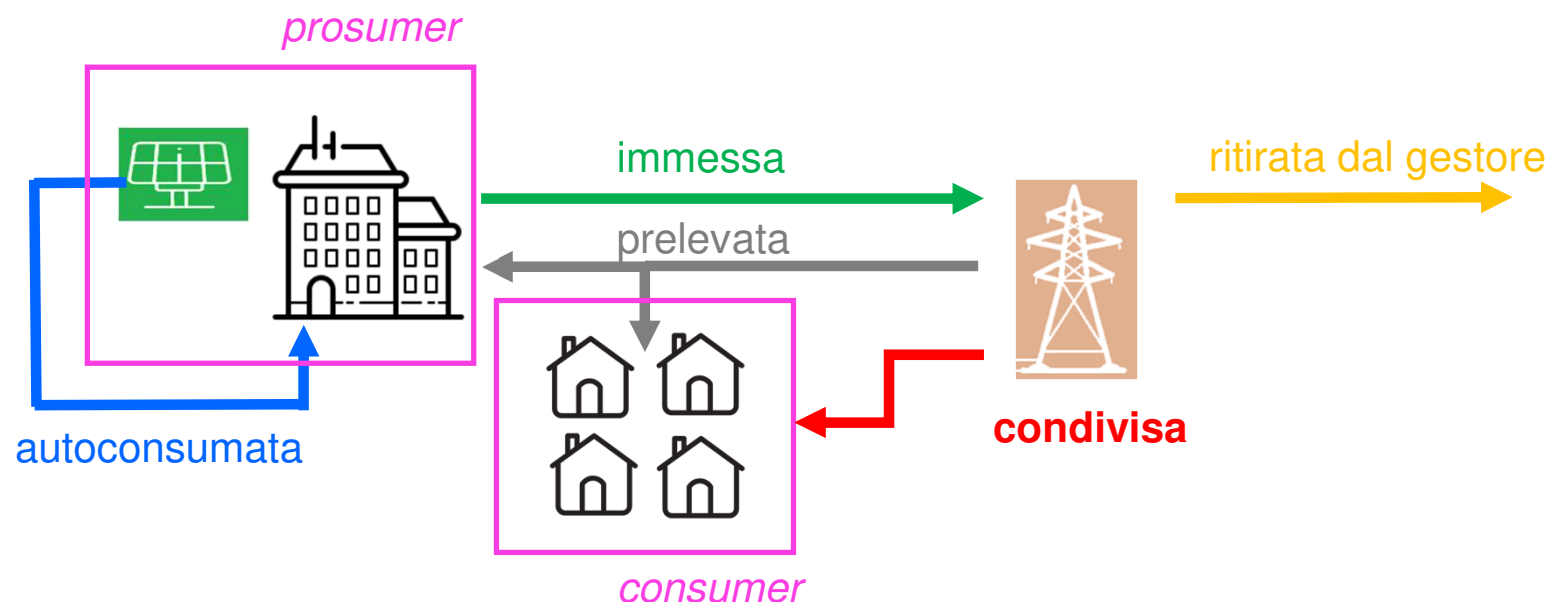
~50/150  
€/MWh

Ritiro dedicato



# Meccanismo di funzionamento di una CER

- La CER è basata su un sistema di **condivisione virtuale dell'energia elettrica**: ogni componente della CER può produrre/consumare elettricità e riversarla in rete;
- La quota riversata in rete e consumata (nella stessa fascia oraria) all'interno della comunità viene incentivata.



~50/150  
€/MWh

Ritiro dedicato

110+10?  
€/MWh

~8.5  
€/MWh

Premio CER +  
Rimborso oneri



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

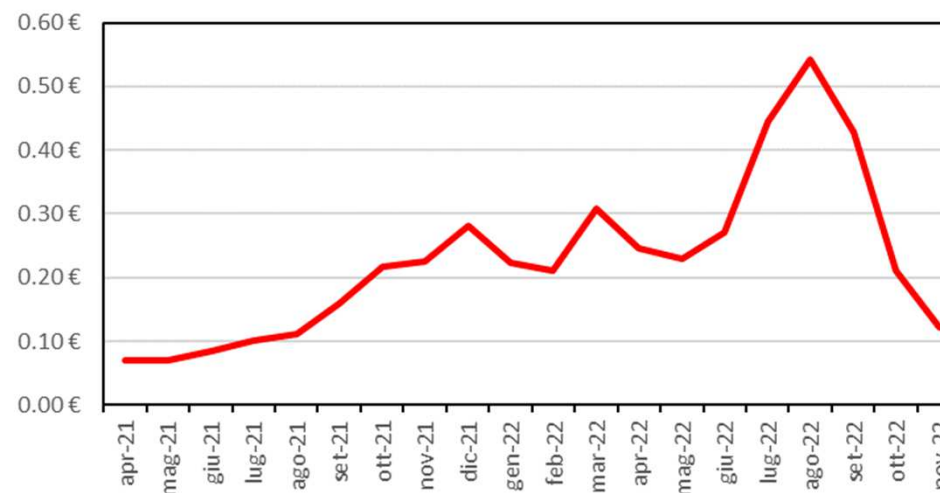


# Esempio di riparto

## Valori Economici di riferimento

Tariffa premio	<b>+110</b>	€/MWh
Minori oneri	<b>+8.5</b>	€/MWh
Tariffa acquisto	<b>-240</b>	€/MWh
Ritiro dedicato (PUN)	<b>+130</b>	€/MWh

Valore medio del PUN mensile



- **Consumatore:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve quota di premio CER.
- **Prosumer:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve il corrispettivo per il ritiro dedicato (indicizzato al PUN) (media **130 €/MWh**) per l'En. Elettrica immessa in rete + quota di premio CER.
- **Gestore:** riceve una quota di premio CER.
- **Povertà Energetica:** quota utilizzabile per la riduzione della povertà energetica da distribuire seguendo le regole della CER.

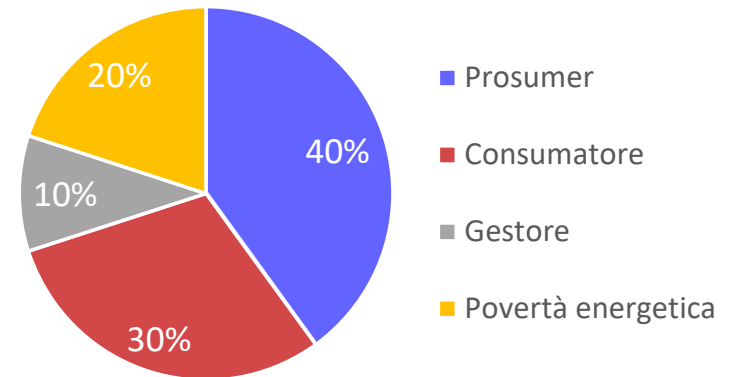


# Esempio di riparto

## Valori Economici di riferimento

Tariffa premio	<b>+110</b>	€/MWh
Minori oneri	<b>+8.5</b>	€/MWh
Tariffa acquisto	<b>-240</b>	€/MWh
Ritiro dedicato (PUN)	<b>+130</b>	€/MWh

## Esempio di riparto premio CER



- **Consumatore:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve quota di premio CER.
- **Prosumer:** acquista dalla rete in base al contratto col distributore (media **240 €/MWh**) e riceve il corrispettivo per il ritiro dedicato (indicizzato al PUN) (media **130 €/MWh**) per l'En. Elettrica immessa in rete + quota di premio CER.
- **Gestore:** riceve una quota di premio CER.
- **Povertà Energetica:** quota utilizzabile per la riduzione della povertà energetica da distribuire seguendo le regole della CER.

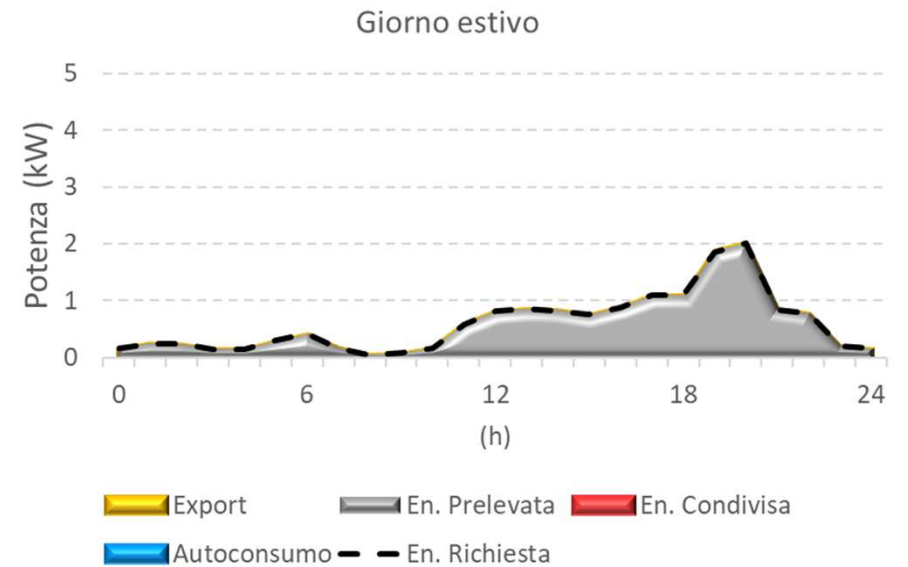
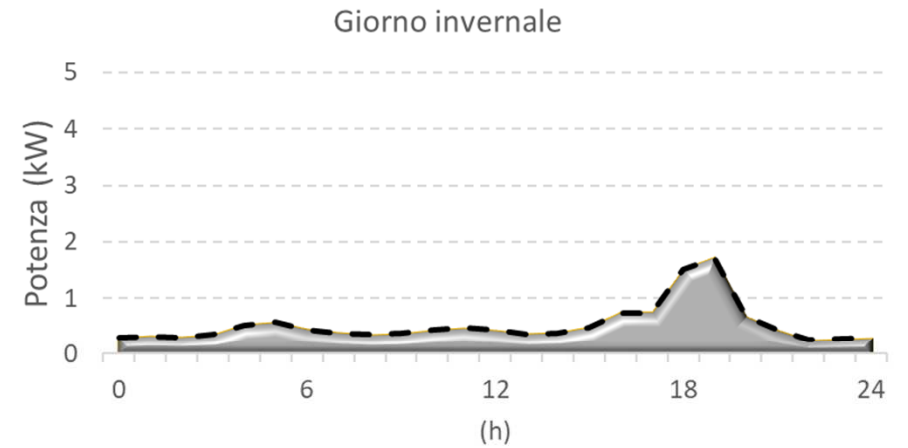
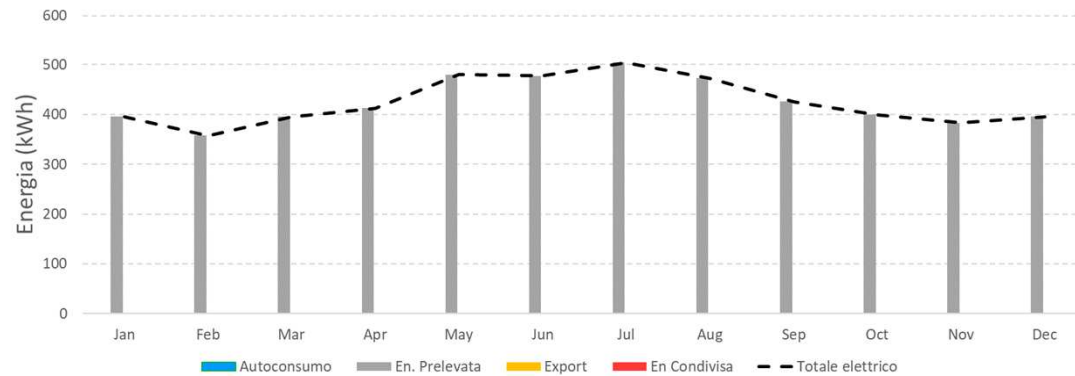


# Esempio CER

## 1. Consumatore (caldaia a gas + aria cond.)

Cons. elettr.	5 100 kWh
Produzione FV	-
Autoconsumo	-

Spesa	€ -1 224
Ritiro dedicato	-
Premio	-



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

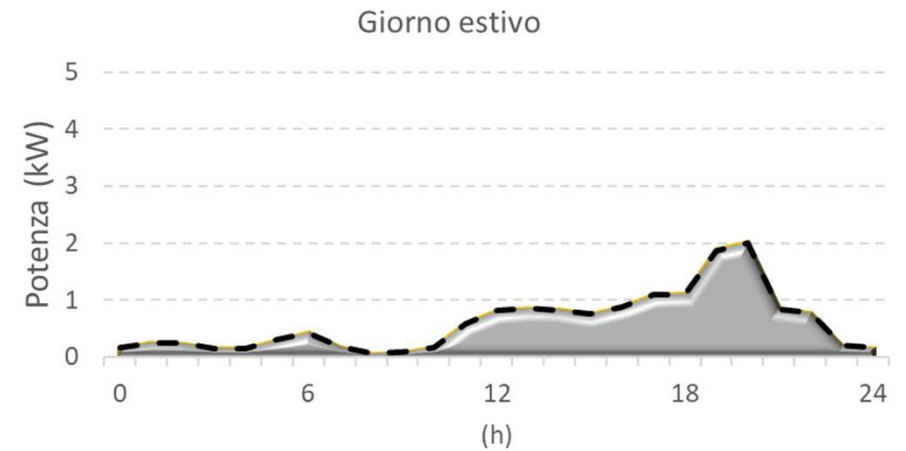
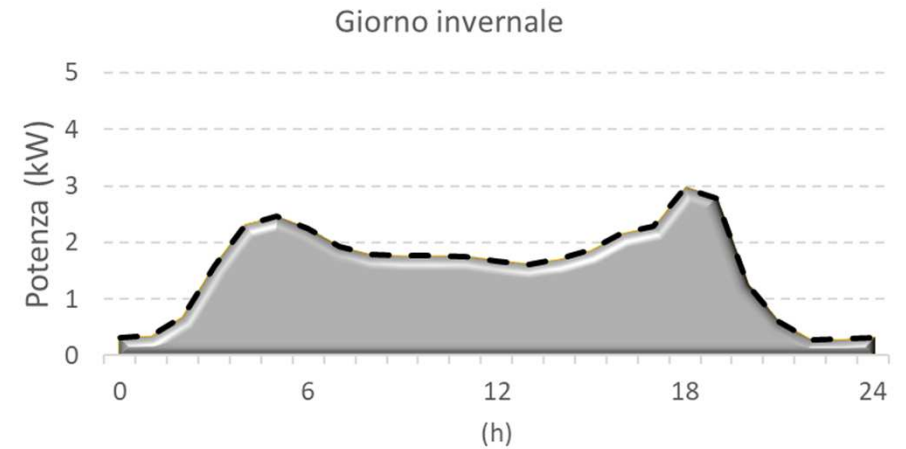
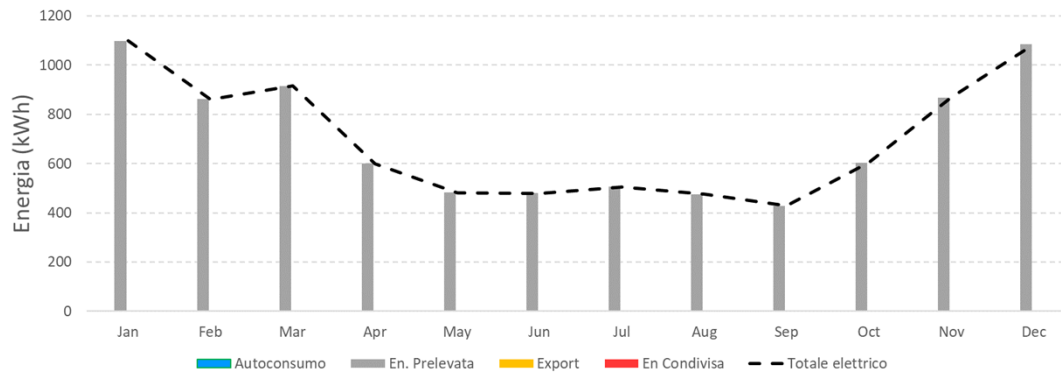
Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

## 2. Consumatore (pompa di calore + aria cond.)

Cons. elettr.	<b>8 402 kWh</b>
Produzione FV	-
Autoconsumo	-

Spesa	<b>€ -2 016</b>
Ritiro dedicato	-
Premio	-



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

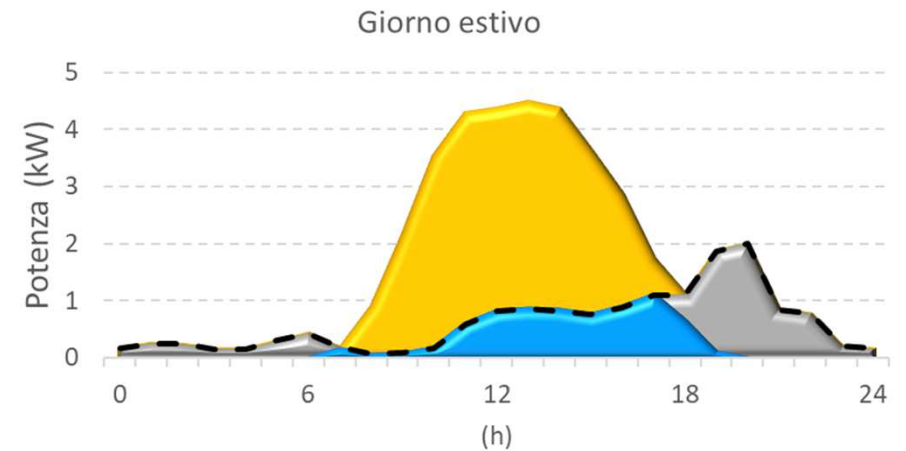
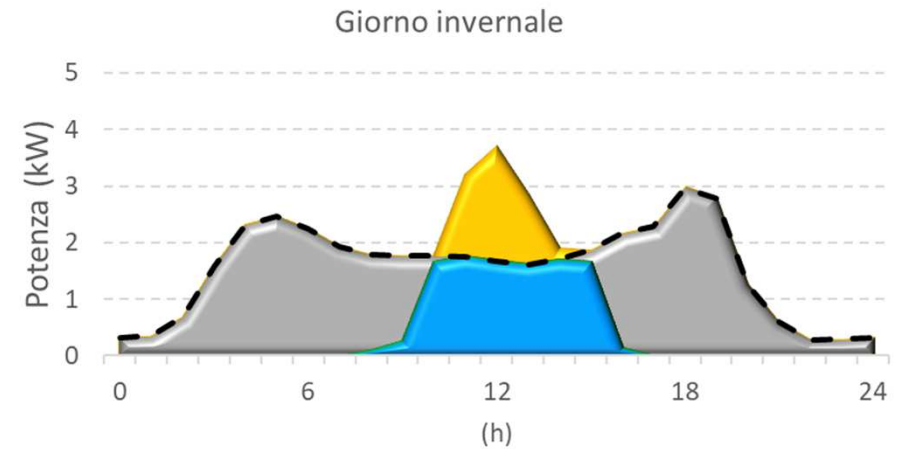
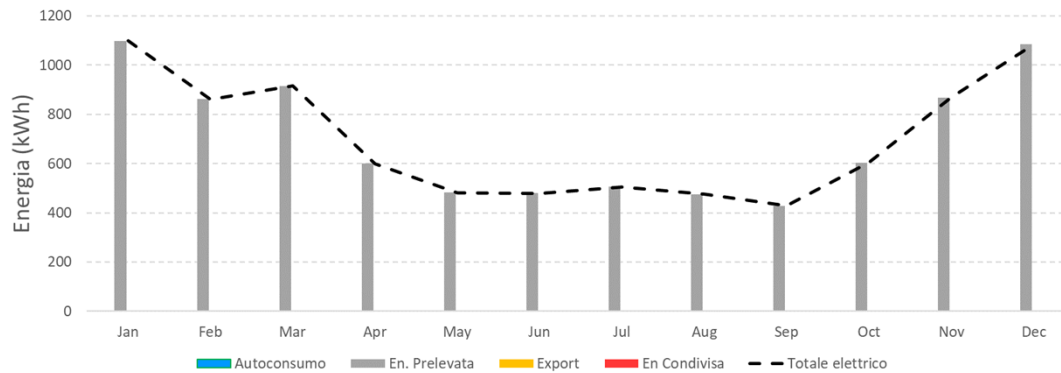
Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

## 3. Prosumer (pompa di cal. + aria cond. + FV 6 kW<sub>p</sub>)

Cons. elettr.	<b>5 540 kWh</b>
Produzione FV	<b>6 673 kWh</b>
Autoconsumo	<b>2 862 kWh</b>

Spesa	<b>€ -1 330</b>
Ritiro dedicato	<b>€ +495</b>
Premio	-



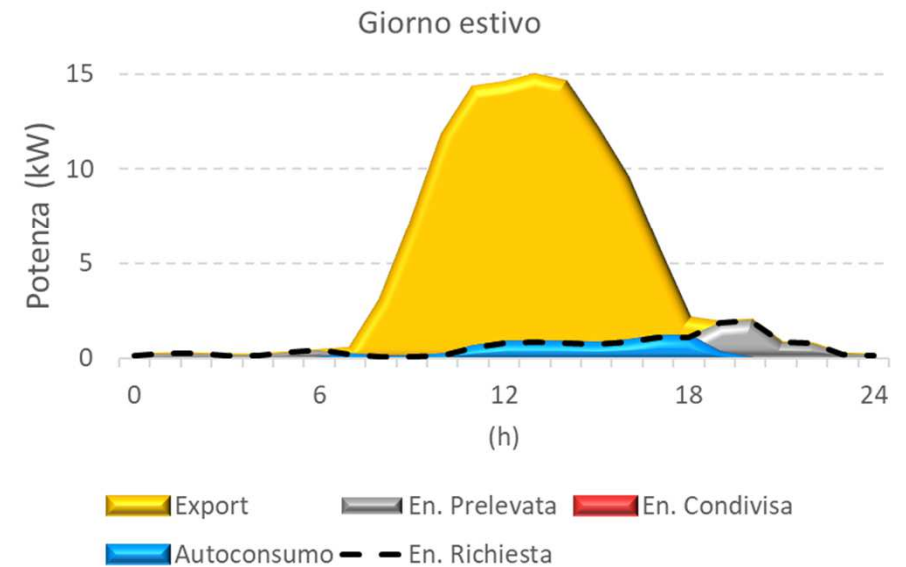
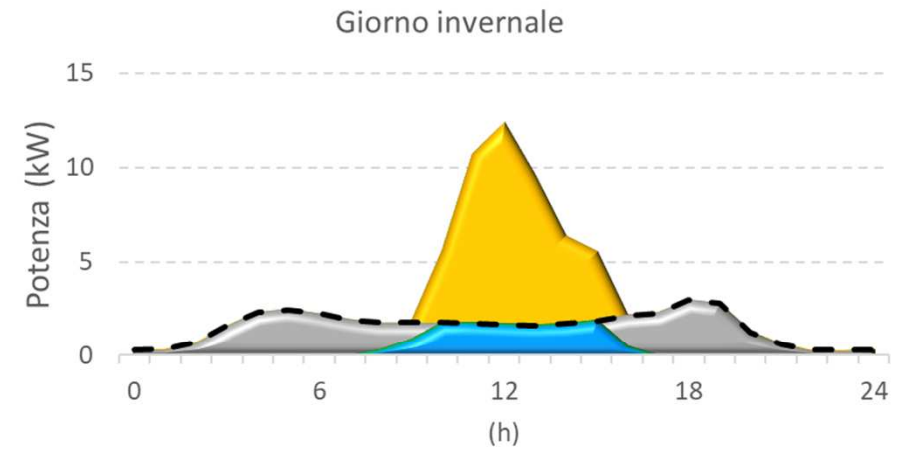
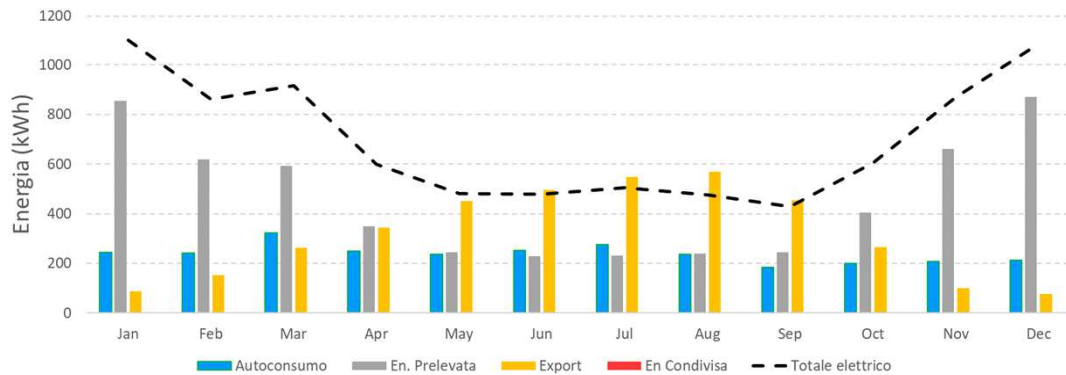
**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO**

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

## 4. Prosumer (pompa di cal. + aria cond. + FV 20 kW<sub>p</sub>)

Cons. elettr.	<b>4 698 kWh</b>	5 540 kWh
Produzione FV	22 243 kWh	6 673 kWh
Autoconsumo	3 704 kWh	2 862 kWh
Spesa	<b>€ -1 128</b>	€ -1 330
Ritiro dedicato	<b>€ +2 410</b>	€ +495
Premio	-	-



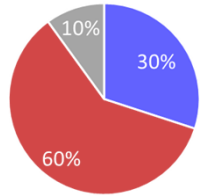
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate



# Esempio CER

## CER 1 + 2



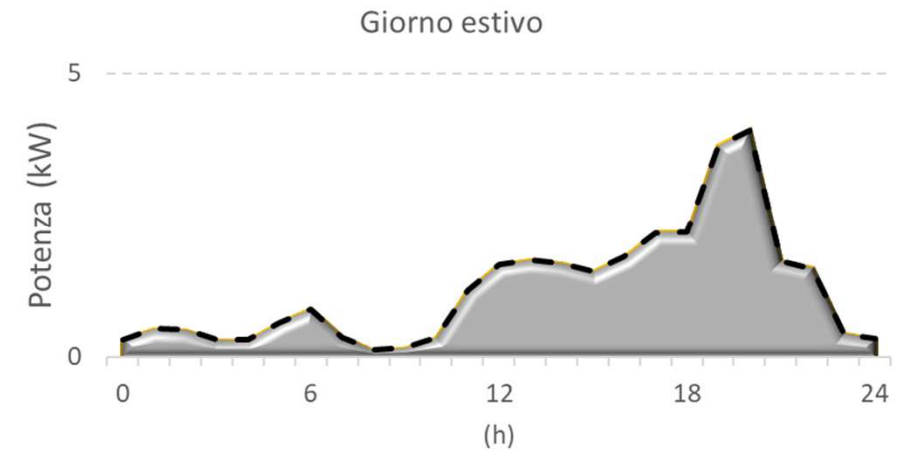
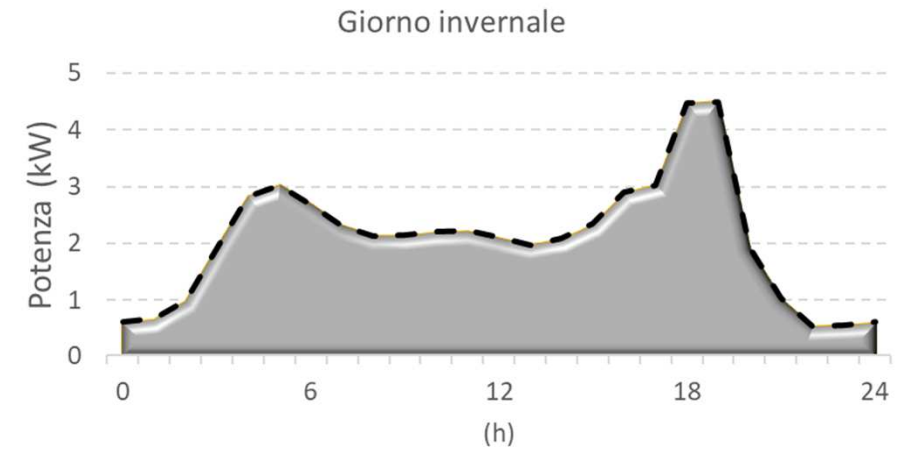
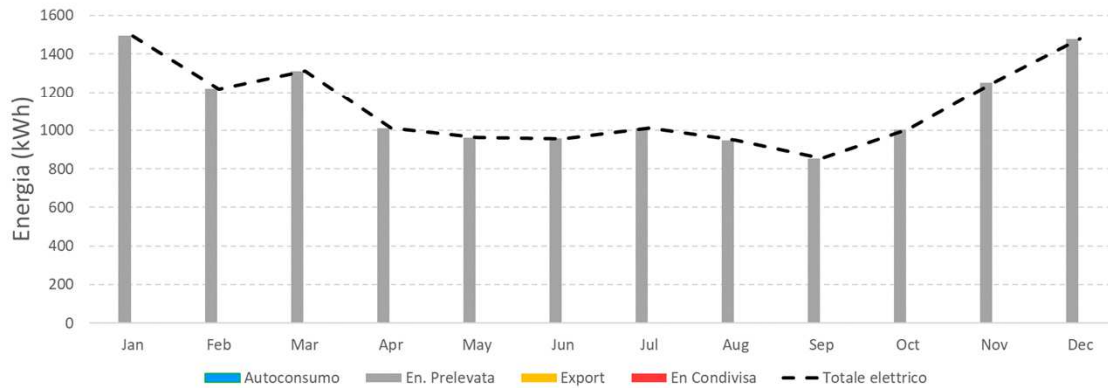
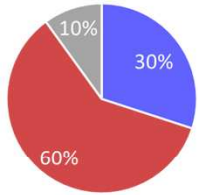
Cons. elettr.	<b>5 100 kWh (5 100)</b>	<b>8 402 kWh (8 402)</b>
Produzione FV	-	-
Autoconsumo	-	-
En. condivisa	0 kWh	

Spesa	<b>€ -1 224 (1 224)</b>	<b>€ -2 016 (2 016)</b>
Ritiro dedicato	-	-
Premio	<b>€ 0</b>	<b>€ 0</b>
	<b>€ 0</b>	



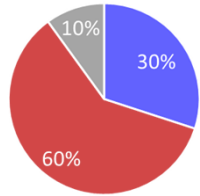
# Esempio CER

## CER 1 + 2



# Esempio CER

## CER 1 + 2 + 3



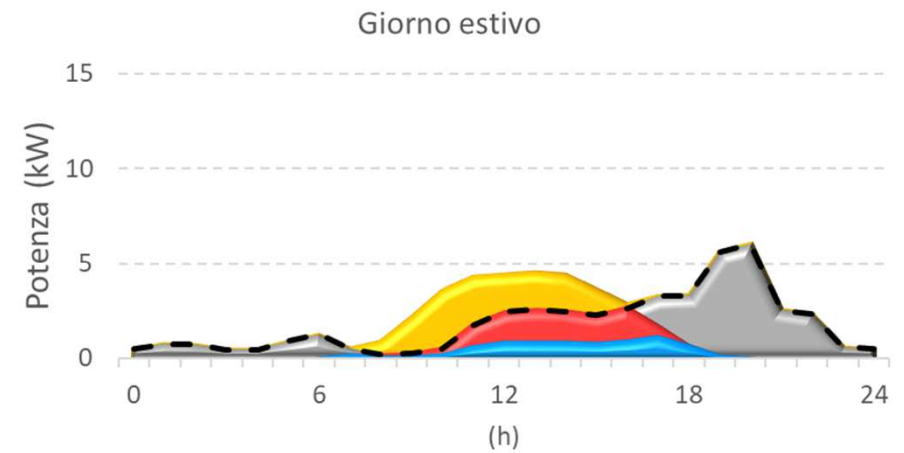
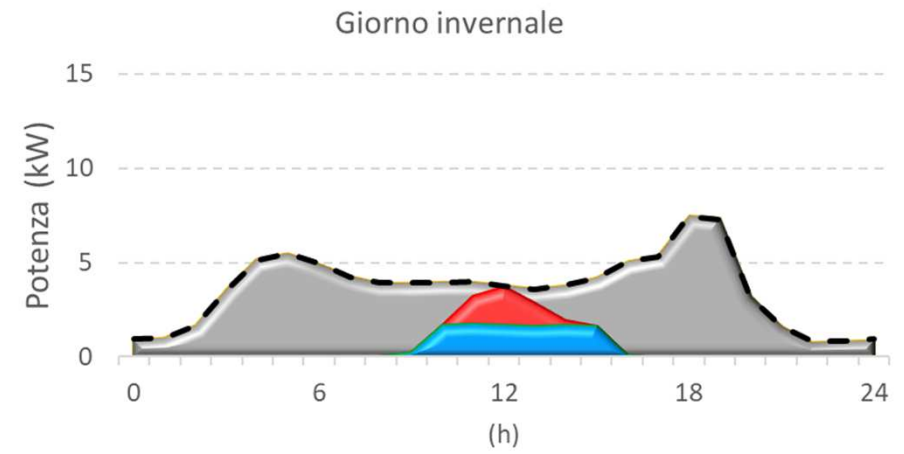
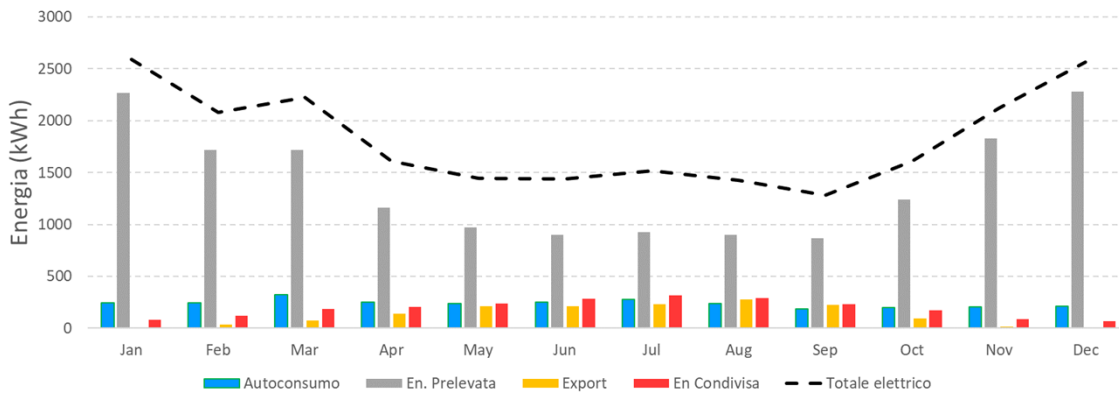
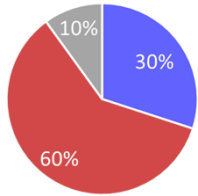
Cons. elettr.	<b>5 100 kWh</b> (5 100)	<b>8 402 kWh</b> (8 402)	<b>5 540 kWh</b> (5 540)
Produzione FV	-	-	6 673 kWh
Autoconsumo	-	-	2 862 kWh
En. condivisa	2 279 kWh		

Spesa	<b>€ -1 224</b> (1 224)	<b>€ -2 016</b> (2 016)	<b>€ -1 330</b> (1 330)
Ritiro dedicato	-	-	<b>€ +495</b> (495)
Premio	<b>€ 68</b>	<b>€ 94</b>	<b>€ 81</b>
	<b>€ 270</b>		



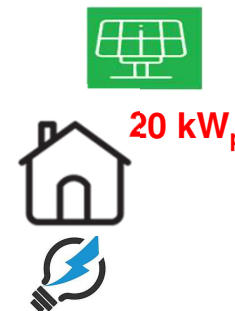
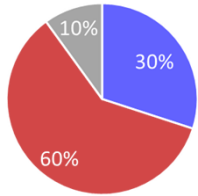
# Esempio CER

## CER 1 + 2 + 3



# Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4



Cons. elettr.	<b>5 100 kWh</b> (5 100)	<b>8 402 kWh</b> (8 402)	<b>5 540 kWh</b> (5 540)	<b>4 698 kWh</b> (4 698)
Produzione FV	-	-	6 673 kWh	22 243 kWh
Autoconsumo	-	-	2 862 kWh	3 704 kWh
En. condivisa	4 435 kWh			

Spesa	<b>€ -1 224</b> (1 224)	<b>€ -2 016</b> (2 016)	<b>€ -1 330</b> (1 330)	<b>€ -1 128</b> (1 128)
Ritiro dedicato	-	-	<b>€ +495</b> (495)	<b>€ +2 410</b> (2 410)
Premio	<b>€ 120</b>	<b>€ 186</b>	<b>€ 30</b>	<b>€ 141</b>
	<b>€ 530</b>			

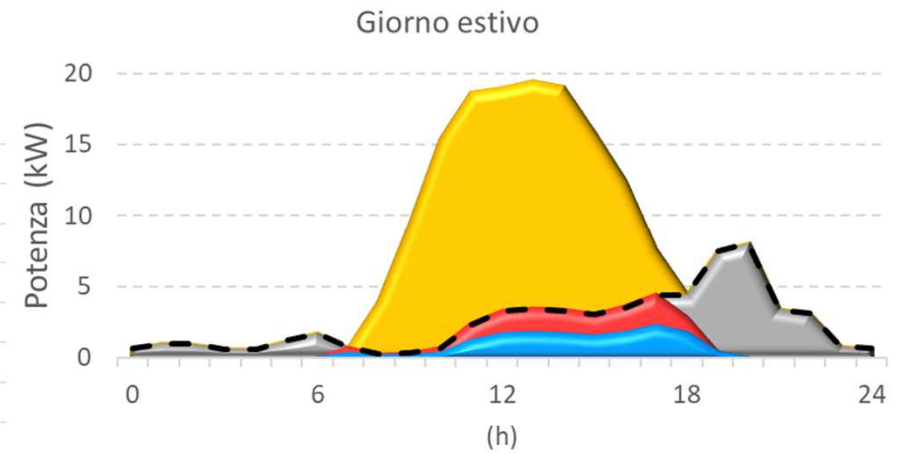
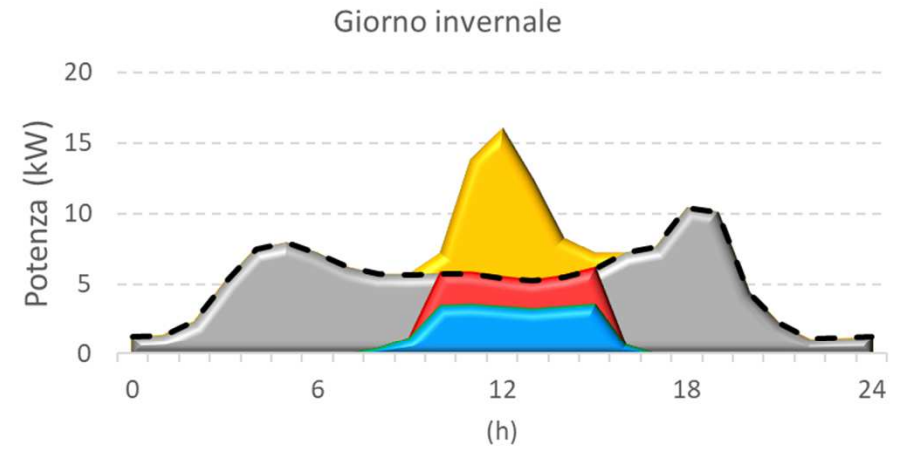
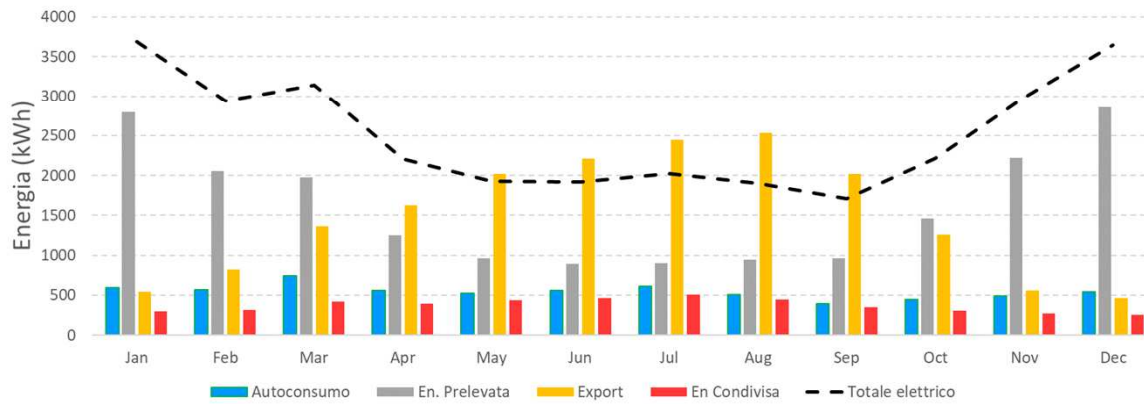
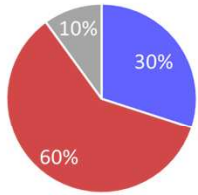


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4



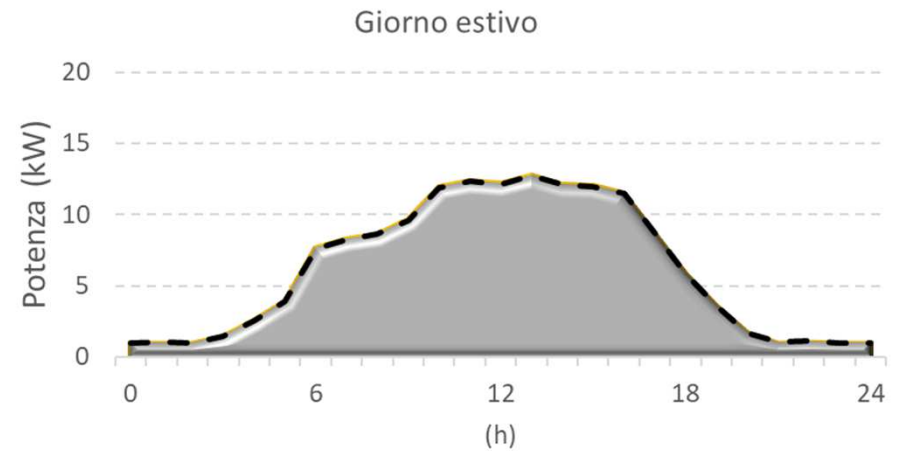
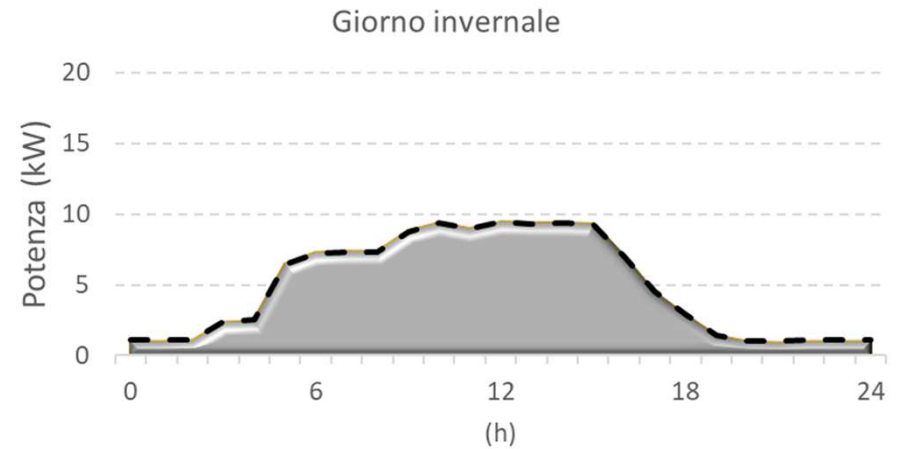
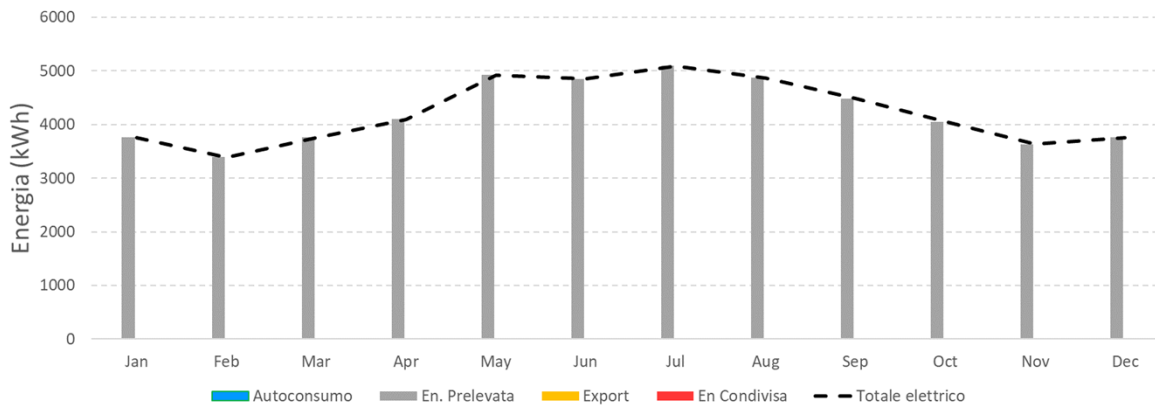
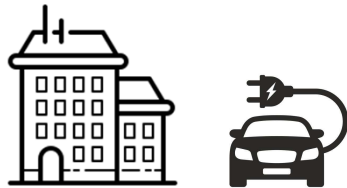
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate



# Esempio CER

## 5. Consumatore con profilo di domanda prevalentemente diurna



Export En. Prelevata En. Condivisa  
Autoconsumo En. Richiesta

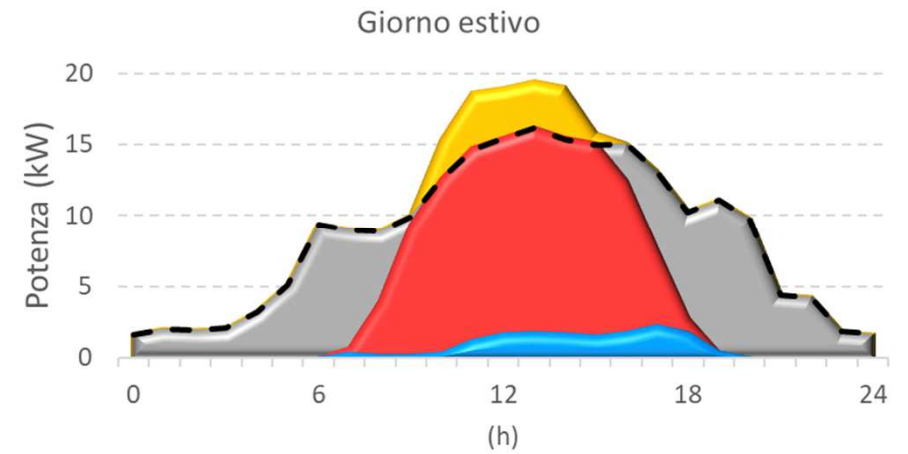
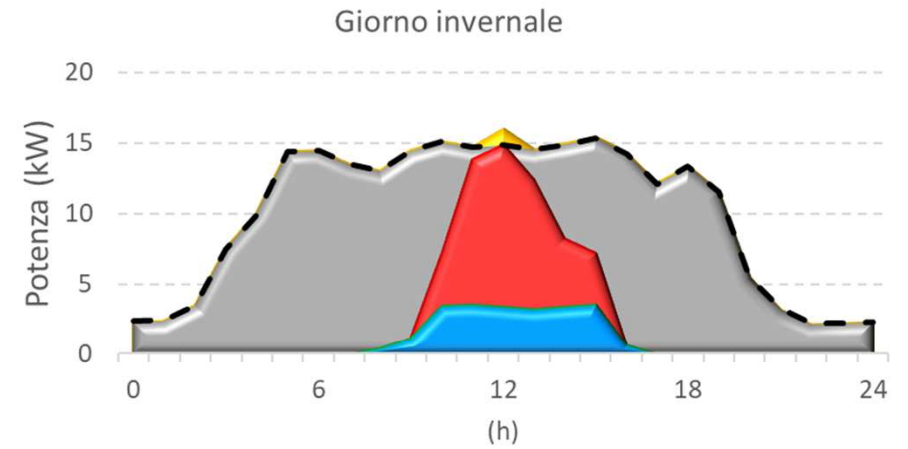
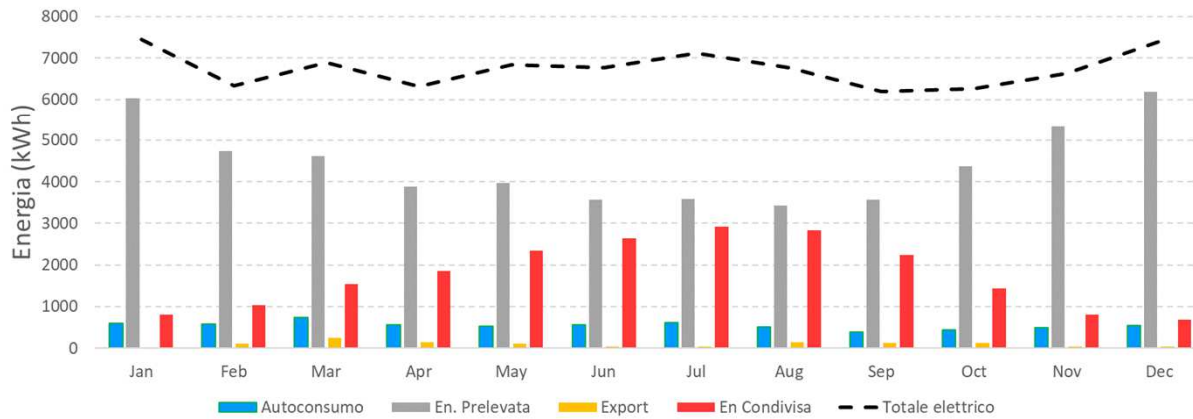
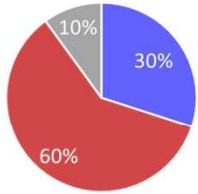


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4 + 5

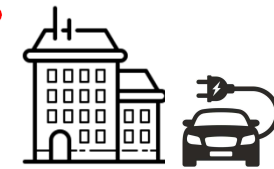
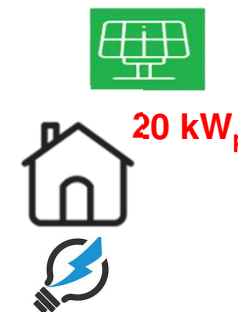
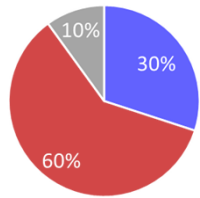


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

CER 1 + 2 + 3 + 4 + 5



Cons. elettr.	5 100 kWh (5 100)	8 402 kWh (8 402)	5 540 kWh (5 540)	4 698 kWh (4 698)	50 680 kWh
Produzione FV	-	-	6 673 kWh	22 243 kWh	-
Autoconsumo	-	-	2 862 kWh	3 704 kWh	-
En. condivisa	21 151 kWh				

Spesa	€ -1 224 (1 224)	€ -2 016 (2 016)	€ -1 330 (1 330)	€ -1 128 (1 128)	€ 2 433
Ritiro dedicato	-	-	€ +495 (495)	€ +2 410 (2 410)	-
Premio	€ 70	€ 106	€ 130	€ 625	€ 1 325
	<b>€ 2 506</b>				




UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

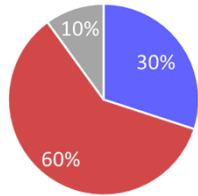
## CER intercomunale + PV su cava dismessa










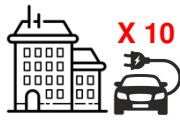


**Centro Raccolta**  
**500 kW<sub>p</sub>**

Ritiro dedicato  
Premio

**€ 68 316**  
**€ 14 948**



								
	<b>20 kW<sub>p</sub></b>	<b>74 kW<sub>p</sub></b>		<b>20 kW<sub>p</sub></b>	<b>20 kW<sub>p</sub></b>	<b>4 kW<sub>p</sub></b>	<b>10 kW<sub>p</sub></b>	<b>X 10</b>
								
	Municipio	Scuole	Scuole	Centri ricreativi	Centri ricreativi	Palestre	Villette	PMI
							<b>X 30</b>	<b>X 12</b>
								
								Cons. diurno

Cons. elettr.	52 462 kWh	39 991 kWh	72 705 kWh	25 742 kWh	19 700 kWh	65 485 kWh	204 687 kWh	275 940 kWh	1 013 609 kWh
Prod. FV	27 897 kWh	65 818 kWh	-	-	24 992 kWh	24 992 kWh	149 950 kWh	149 950 kWh	-
Autoconsumo	24 201 kWh	18 876 kWh	-	-	14 832 kWh	20 914 kWh	62 032 kWh	119 884 kWh	-
En. condivisa	559 773 kWh								

Spesa	-12 591 €	-9 598 €	-17 449 €	-6 178 €	-4 728 €	-15 717 €	-1 637 € x30	-5 519 € x12	-24 327 € x10
Ritiro dedicato	480 €	6 102 €	-	-	1 321 €	530 €	381 € x30	326 € x12	0 € x10
Premio	406 €	1 400 €	1 632 €	1 080 €	330 €	640 €	110 € x30	197 € x12	3 358 € x10
	<b>€ 66 333</b>								

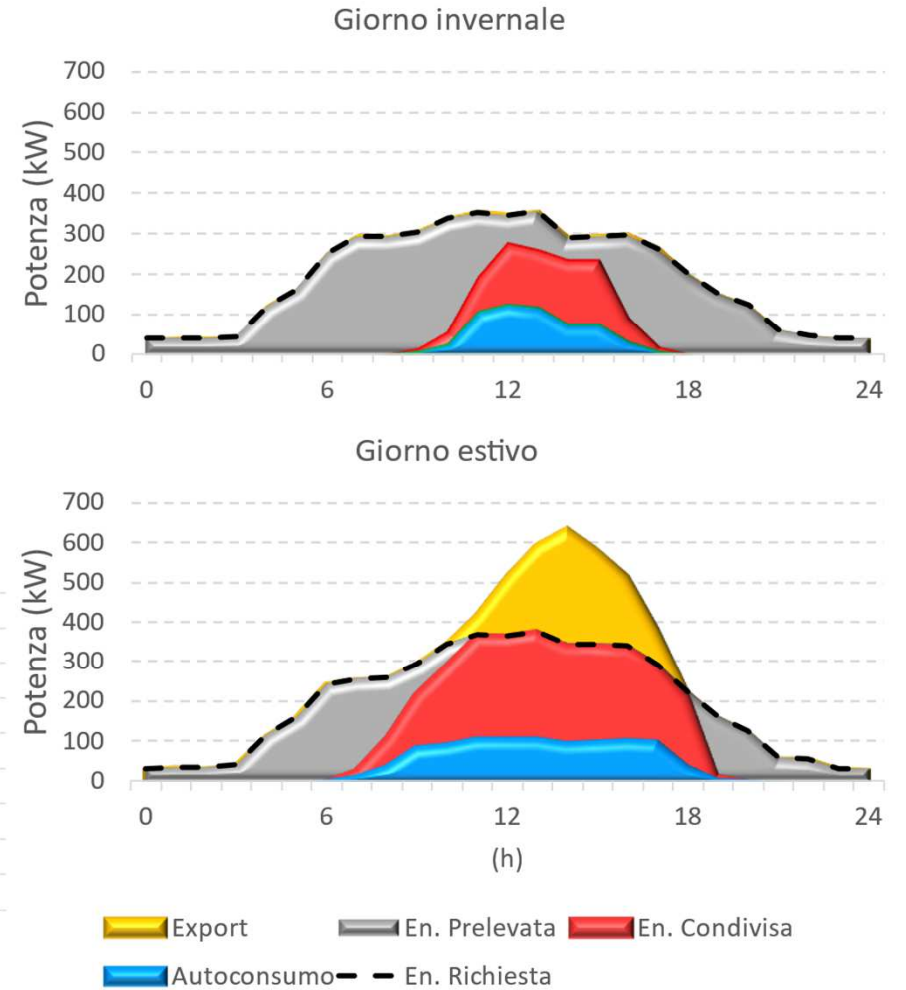
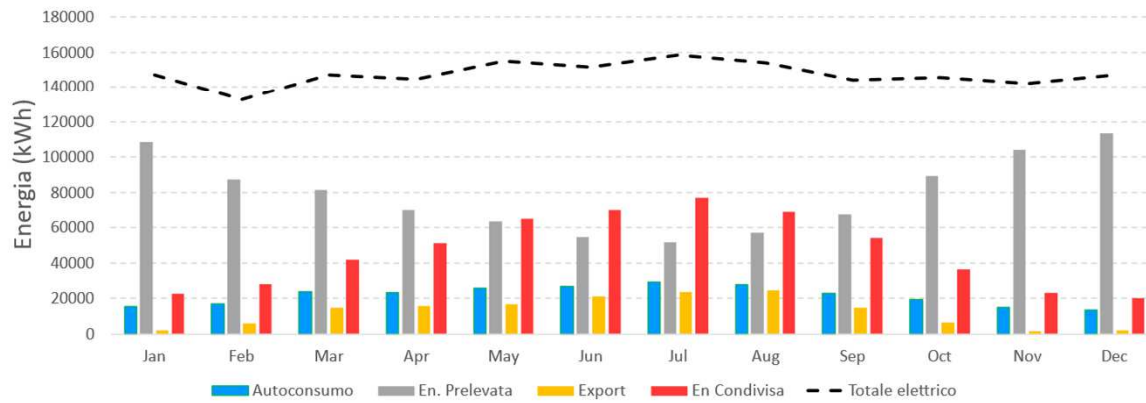
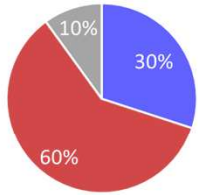


**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO**

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Esempio CER

## CER intercomunale + PV su cava dismessa



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# Le condizioni per una Comunità Energetica Rinnovabile efficiente

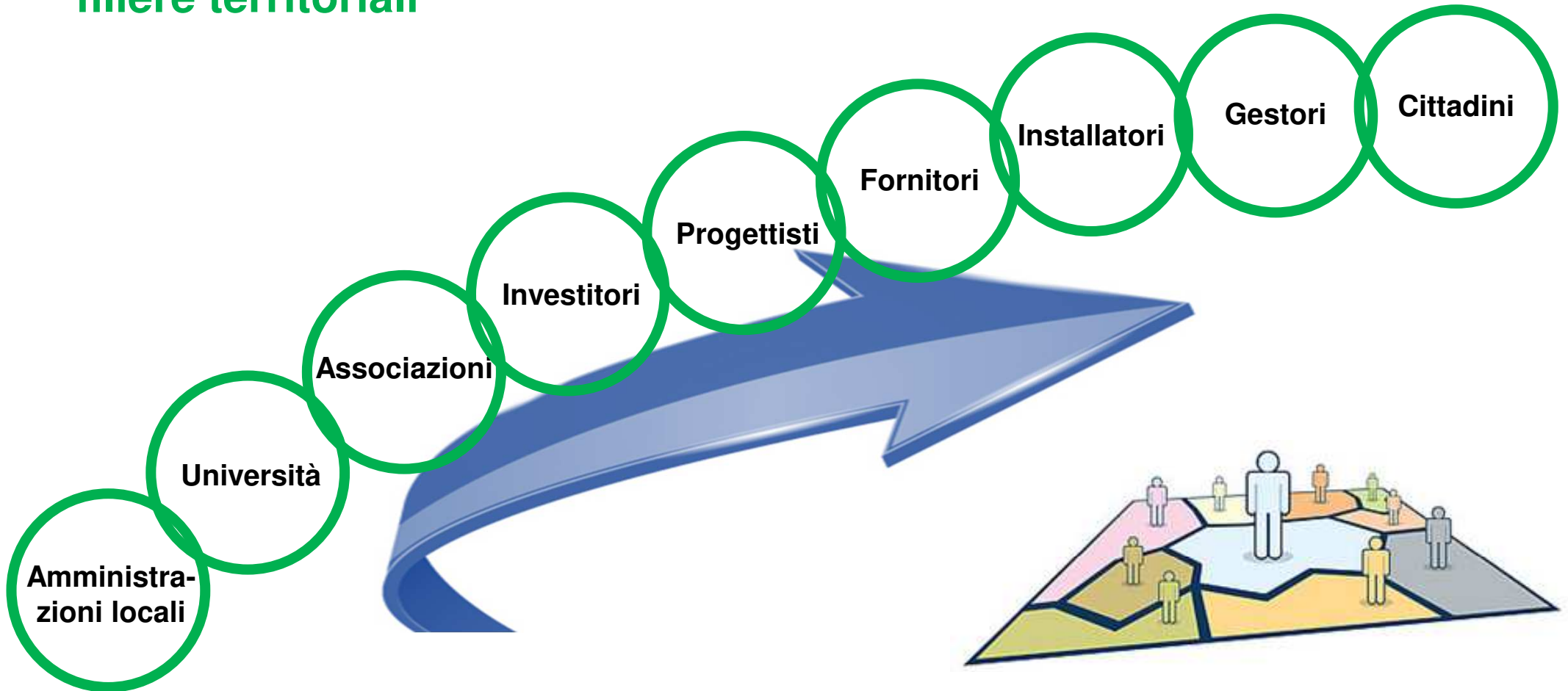
Occorre favorire l'**autoconsumo condiviso** e il **bilanciamento del sistema**.

- Servono nuovi **impianti di produzione da fonti rinnovabili**: non bastano i puri consumatori (me nemmeno i produttori puri!)
- è premiante aggregare e combinare **utenze diverse**, che hanno **profili di domanda diversi**
- è importante stimolare **comportamenti virtuosi** dei membri della comunità nella gestione dei propri consumi (spostamento dei consumi in fasce orare favorevoli, gestione ricarica veicoli elettrici, regolazione impianti a pompa di calore)





# Comunità Energetiche Rinnovabili: un'opportunità per costruire filiere territoriali



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate



dr.  
**Giovanni Brumana**

SISTEMI PER L'ENERGIA  
E L'AMBIENTE

[giovanni.brumana@unibg.it](mailto:giovanni.brumana@unibg.it)

T. (+39) 035 2052 348

Campus di Ingegneria  
viale Marconi 5  
Dalmine (BG) - Italy  
[www.unibg.it](http://www.unibg.it)

prof.  
**Giuseppe Franchini**

SISTEMI PER L'ENERGIA  
E L'AMBIENTE

[giuseppe.franchini@unibg.it](mailto:giuseppe.franchini@unibg.it)

T. (+39) 035 2052 078

Campus di Ingegneria  
viale Marconi 5  
Dalmine (BG) - Italy  
[www.unibg.it](http://www.unibg.it)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

Dipartimento  
di Ingegneria  
e Scienze Applicate