

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in

INGEGNERIA GESTIONALE



**Politecnico
di Torino**

LE COMUNITÀ ENERGETICHE: CARATTERISTICHE, DIFFUSIONE E APPLICAZIONE IN AMBITO CONDOMINIALE

Relatore: Carlo CAMBINI

Candidato: Luigi Emanuele BUCCARELLO

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

Premessa e scopo del lavoro	2
1. IL MERCATO DELL'ENERGIA	3
1.1 Il contesto italiano e il confronto con l'Europa	3
1.2 Criticità e opportunità nel mercato italiano	15
1.3 L'energia condivisa	20
2. LE COMUNITÀ ENERGETICHE E IL PROCESSO DI DIFFUSIONE	27
2.1 Dalla cooperativa alla Comunità Energetica	30
2.2 Gli esempi in Europa	33
2.3 Progetti e prospettive in Italia	40
3. APPLICAZIONE IN AMBITO CONDOMINIALE	48
3.1 Comunità sull'energia termica	53
3.2 Comunità sull'energia elettrica	60
Conclusioni e prospettive	68
Sitografia	69
Ringraziamenti	70

Premessa e scopo del lavoro

L'energia è il carburante che fa muovere il mondo, sostiene l'economia e permette all'umanità di vivere condizioni più favorevoli. Non tutti gli esseri umani però godono di un efficiente sfruttamento di energia, spesso ricavata da fonti dannose e inquinanti. La domanda mondiale non accenna a diminuire, pertanto la popolazione deve adattarsi per salvaguardare il pianeta.

Diverse soluzioni e progetti mirano pertanto all'efficientamento energetico ma, come rimarcato dalla crisi sanitaria, occorre spirito collaborativo, regole chiare e uguali per tutti, in modo da raggiungere un obiettivo comune.

I target fissati dall'Europa, seppur ambiziosi, sono solo apparentemente lontani, infatti con gli opportuni incentivi, con l'avanzamento tecnologico e con un'adeguata responsabilizzazione, i cittadini, le imprese e la pubblica amministrazione possono collaborare per ottenere benefici personali e comuni.

Nel mercato dell'energia è nato pertanto un nuovo paradigma, in grado di rivoluzionare il settore e di procedere nella risoluzione di diverse problematiche. Le Comunità Energetiche, infatti, sfruttando le logiche di mercato, l'autoproduzione e l'autoconsumo collettivo, potrebbero affievolire la crisi socioeconomica ed ambientale.

L'obiettivo è quindi quello di dimostrare che, in specifici contesti, conviene costituire questo nuovo soggetto giuridico, al fine di ottenere una convenienza non solo economica per tutti i membri e le parti coinvolte.

1. IL MERCATO DELL'ENERGIA

Lo sviluppo italiano, europeo e mondiale è in fase di rilancio dopo la crisi sanitaria ed economica. L'Italia, Paese che per tradizione è culla di menti geniali e creative ha finalmente accelerato la sua transizione energetica, promuovendo le comunità e l'energia pulita, in linea con il resto d'Europa.

Le statistiche dimostrano un lieve miglioramento, ma su di esse incidono diverse criticità più o meno evitabili dal Bel Paese. La transizione energetica è agli inizi e si spera che entro uno o due decenni l'impatto ambientale sarà un problema molto meno accentuato rispetto al presente.

1.1 Il contesto italiano e il confronto con l'Europa

Il COVID-19 ha insegnato al mondo che la nostra società ha bisogno di coalizzarsi per raggiungere un obiettivo comune. Se dal punto di vista sanitario l'emergenza tende a spegnersi, la crisi economica e ambientale non accentuano ad inibirsi. Risultano, tuttavia, segnali di ottimismo dai politici, ansiosi di far ripartire l'economia con idee innovative, ma ancora poco concretizzate.

L'Europa si identifica tra i leader mondiali nel settore di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, assumendo un ruolo di primo piano nel contrasto a quelli che sono i cambiamenti climatici, nell'ottica di favorire il processo di transizione su un'economia ecosostenibile e decarbonizzata.

Uno dei fattori sul quale intervenire è l'efficienza energetica, riducendo gli sprechi al minimo, sia nelle abitazioni che nelle aziende, senza trascurare gli altri usi che consumano l'energia prodotta dalle diverse fonti.

La disponibilità per il consumo interno rappresenta il totale della produzione e dell'importazione di energia, al netto dell'esportazione e delle scorte. Nel corso dei cinque anni antecedenti l'avvento del COVID-19, i consumi interni di energia, in Italia, sono cresciuti fino ad arrivare ad un massimo di circa 2000 TWh, ma dal 2019 il trend è tornato ad essere negativo, con un calo dell'1,3% rispetto all'anno precedente (Figura 1.1.1).



Figura 1.1.1: Disponibilità per il consumo interno in Italia, dal 2015 al 2019.

Fonte: Ministero dello sviluppo economico

Sul consumo di energia influiscono vari fattori, tra cui le politiche di efficienza energetica, che si riflettono su tutti i settori lavorativi, ma anche sugli usi civili. Negli ultimi anni, infatti, si registra un netto calo dell'intensità energetica, dovuto in buona parte ad un miglioramento nei consumi domestici (-1,52%) e nell'industria (-1,29%). Nei trasporti aumenta l'utilizzo percentuale di energia derivante da fonte rinnovabile, segno di come le imprese automobilistiche spingano in una direzione sempre più green, in ottica dei veicoli elettrici.

Per quanto concerne l'utilizzo delle fonti, l'efficienza del gas naturale è ancora piuttosto rilevante, conveniente soprattutto nell'uso civile e industriale, in aumento del 3,29%. Grazie alla sua conosciuta versatilità, il petrolio rimane su livelli di consumo abbastanza stabili (-1,3% rispetto all'anno precedente), al di sotto dei 700 TWh. Sommate al carbone, le fonti fossili coprono una quota di circa il 4% del fabbisogno energetico (Figura 1.1.2), in netta riduzione rispetto all'anno precedente. Le fonti energetiche rinnovabili perdono quota, ma ci si aspetta un trend più che positivo nei prossimi anni, per compiere la già annunciata transizione energetica.

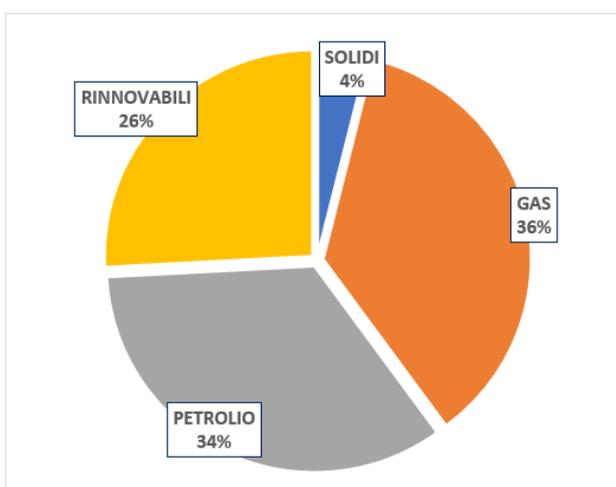


Figura 2.1.2: La quota delle fonti energetiche nei consumi interni di energia in Italia, nel 2019.

Fonte: Ministero dello sviluppo economico

Oltre ai prodotti, dalle diverse fonti si ottiene principalmente energia elettrica e termica, utilizzate sia ad uso civile che industriale. In entrambi i casi le imprese fissano un prezzo che varia in base a diversi fattori come le classi di consumo, l'orario di utilizzo e la categoria di consumatore finale.

Il prezzo finale dell'energia elettrica si compone, inoltre, di diverse costituenti, che variano in percentuale di anno in anno. Oltre alla tassazione, infatti, il prezzo copre anche i costi di trasporto, i costi di gestione del contatore e le spese per gli oneri di sistema. La parte più corposa è però la spesa per la materia energia che comprende le spese di approvvigionamento e di commercializzazione al dettaglio, la prima molto più discontinua nel tempo e molto più influente sul prezzo finale, anche rispetto agli altri capitoli di spesa (Tabella 1.1.1).

Tabella 1.1.1: Composizione percentuale del prezzo dell'energia elettrica per una famiglia con 3 kW di potenza impegnata e 2700 kWh di consumo annuo, dal 2016 al primo trimestre 2021.

Fonte: ARERA. Elaborazione su dati Eurostat.

	1°TRIM 2021	MIN	MAX	MEDIA	VAR
Approvvigionamento energia (%)	37%	24%	52%	37%	0,00326
Commercializzazione al dettaglio (%)	8%	8%	12%	9%	0,00010
Spesa per il trasporto e la gestione del contatore (%)	18%	18%	24%	20%	0,00029
Spesa per oneri di sistema (%)	24%	16%	26%	22%	0,00095
Imposte (%)	13%	13%	14%	13%	0,00001
Totale (c€/kWh)	20,06	16,08	21,74	19,28	1,72991

Tutti i fattori che influiscono sulle componenti del prezzo incidono, a loro volta, sul valore finale. L'andamento del prezzo finale dell'energia elettrica è positivo da diversi anni, nonostante il calo registrato nel 2020, un anno caratterizzato da molti accadimenti in controtendenza, come lo storico abbassamento del prezzo del petrolio. I prezzi sono tornati a crescere fino a raggiungere, nel primo trimestre 2021, i livelli pre COVID-19 (Figura 1.1.3).

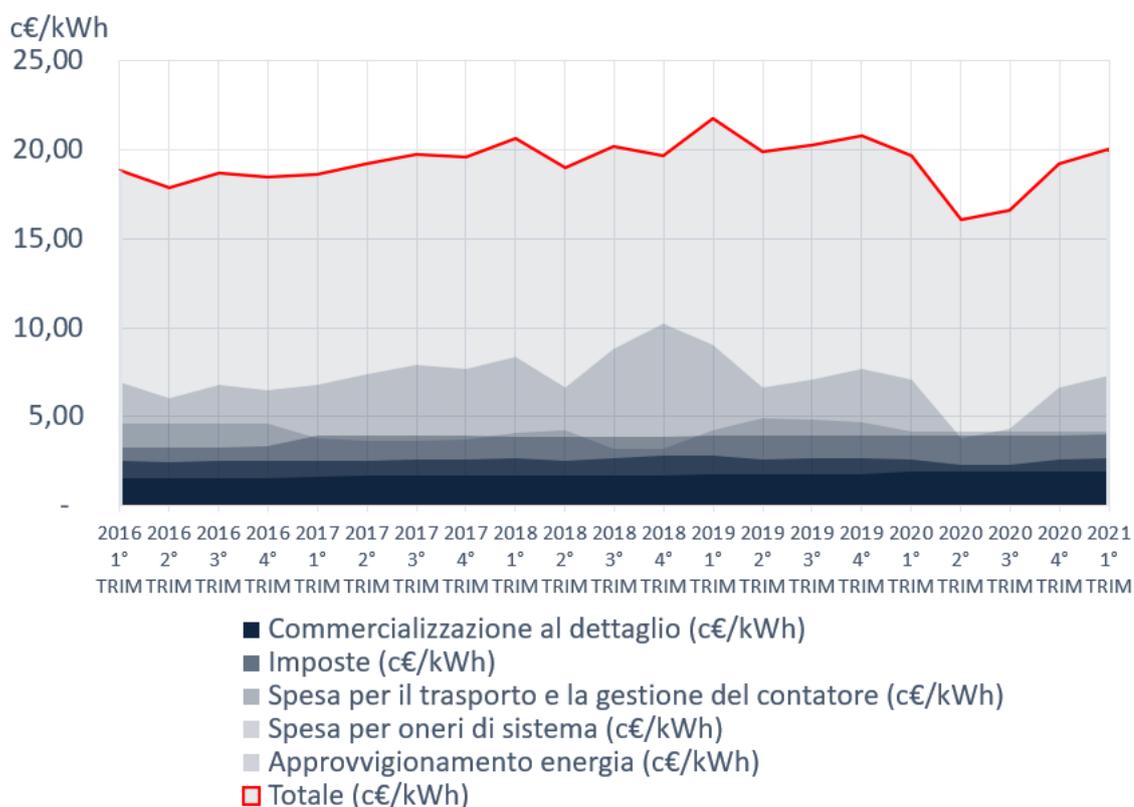


Figura 3.1.3: Il prezzo finale dell'energia elettrica e la sua composizione, per una famiglia con 3 kW di potenza impegnata e 2700 kWh di consumo annuo, dal 2016 al primo trimestre 2021.

Fonte: ARERA. Elaborazione su dati Eurostat.

Lo studio dei prezzi dell'energia elettrica, applicati ai consumatori domestici, si basa sulla metodologia predisposta dall'ufficio statistico Eurostat che prevede la suddivisione in cinque fasce di consumo, in base al range di kWh utilizzati.

La terza fascia (da 2,5 kWh a 5 kWh) rappresenta il gruppo di consumatori più ampio, per il quale in Italia, considerando i dati raccolti dal 2014 al 2019, si fissano prezzi più bassi rispetto alle altre fasce di consumo (Figura 1.1.4).

In Europa, invece, le imprese fornitrici fissano un prezzo netto dell'energia più basso per l'ultima fascia, in cui la potenza impegnata supera i 15 kWh.

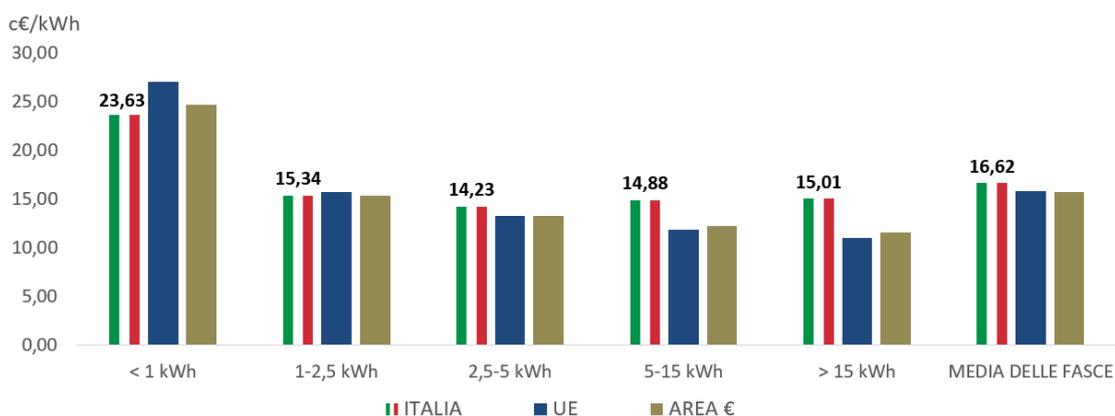


Figura 4.1.4: Medie dei prezzi netti dell'energia elettrica per i consumatori domestici, calcolate dal 2014 al 2019.

Fonte: ARERA. Elaborazione su dati Eurostat.

La differenza dei prezzi italiani rispetto ai Paesi del resto d'Europa è dovuta in parte all'adozione di un sistema tariffario semi-progressivo che solo recentemente è stato mutato. Dopo diverse riforme, infatti, mirate all'aderenza delle tariffe ai costi di servizio, l'Italia ha modificato progressivamente la struttura dei prezzi che dal 2019 risulta in linea con l'Europa, con il prezzo unitario più basso per la fascia di consumo più alta (Figura 1.1.5).

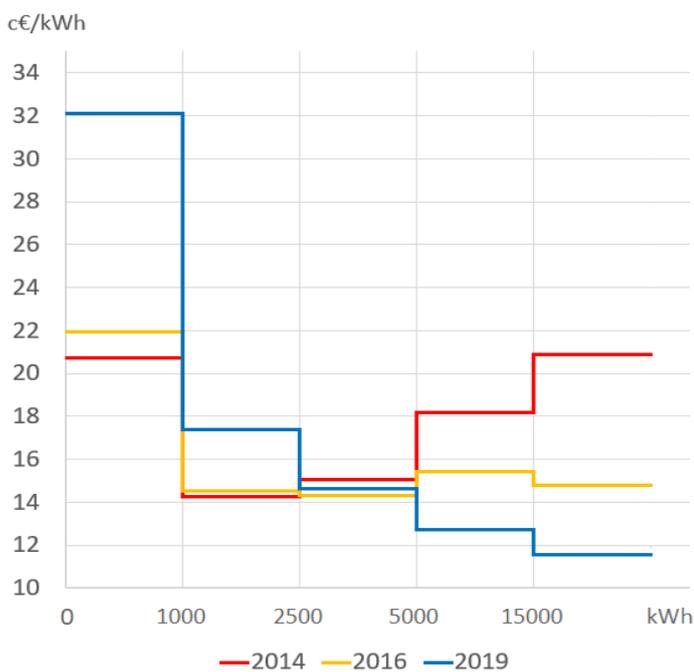


Figura 5.1.5: La trasformazione della struttura dei prezzi netti dell'energia elettrica per i consumatori domestici, da quella semi-progressiva del 2014 a quella interamente degressiva del 2019.

Fonte: ARERA. Elaborazione su dati Eurostat.

La struttura di prezzo semi-progressiva era stata introdotta negli anni '70 per reagire agli shock petroliferi, avvenuti per causa della Guerra del Kippur. Nel 1973 infatti, Egitto e Siria, sostenuti dall'Unione Sovietica, attaccarono Israele.

I paesi arabi associati all'OPEC (Organizzazione dei Paesi Esportatori di Petrolio) decisero di sostenere l'azione tramite robusti aumenti del prezzo del barile, colpendo così tutti le nazioni appartenenti alla NATO, in particolare gli Stati Uniti, sostenitori di Israele.

Nel corso degli ultimi decenni la struttura tariffaria semi-progressiva non è però risultata molto efficace nel responsabilizzare i consumatori, in modo da ridurre i consumi. La misura adottata perseguiva anche un obiettivo sociale, non pienamente centrato, data la necessaria introduzione nel 2007 del meccanismo della compensazione di spesa, per i clienti con disagio economico o fisico, parametrando lo sconto in bolletta in base al reddito e al numero di componenti del nucleo familiare.

La struttura semi-progressiva mirava quindi al risparmio energetico, obiettivo solo in parte centrato soprattutto per i seguenti motivi:

- 1) I comportamenti individuali dei consumatori non sono unicamente influenzati dal prezzo unitario del kWh, ma anche da molti altri fattori non economici, come le caratteristiche e i vincoli dell'abitazione, la sicurezza, la necessità di comfort e lo standard di vita. Pertanto, il grado di consapevolezza dei risvolti energetici di alcune azioni quotidiane risulta spesso basso o trascurato, quindi la domanda di energia elettrica, nel settore domestico, tende ad essere anelastica al prezzo;
- 2) La delimitazione fissa e uniforme su tutto il territorio nazionale degli estremi delle classi di consumo rende poco efficace il raggruppamento dei diversi cluster di clienti, in quanto non consentono di tener conto dei fattori che influenzano la domanda di elettricità locale, come le condizioni climatiche e la presenza dei prodotti sostituti, in grado di rimpiazzare l'elettricità per usi termici.

- 3) Il consumatore è più sensibile al prezzo medio che al prezzo marginale. Per calcolare dalla bolletta il prezzo medio è sufficiente riportare la spesa al consumo, mentre la tariffa progressiva, che si articola in termini di prezzo marginale dell'energia, è un dato inevitabilmente difficile da identificare nelle bollette. Uno strumento tariffario, anche se potenzialmente valido, non è quindi sufficiente per stimolare l'efficienza se non adeguatamente comunicato e compreso dai clienti.

Il confronto con l'Europa dei prezzi netti finali dell'energia elettrica deve quindi partire dal 2019, anno in cui l'Italia ha terminato il processo di switch alla struttura interamente degressiva. In media, considerando tutte le fasce, il prezzo applicato ai consumatori domestici italiani risulta essere il più alto, se confrontato unicamente con i Paesi europei che generano più PIL (Tabella 1.1.2).

Tabella 2.1.2: I prezzi netti dell'energia elettrica (in c€/kWh) applicati in Europa nel 2019, per i consumatori domestici.

Fonte: ARERA. Elaborazione su dati Eurostat.

CONSUMATORI	FASCIA DI CONSUMO ANNUO (kWh)					
	< 1.000	Da 1.000 a 2.500	Da 2.500 a 5.000	Da 5.000 a 10.000	> 15.000	MEDIA FASCE
Austria	22,82	15,41	13,33	11,93	10,61	14,82
Belgio	35,47	21,43	19,51	17,56	14,29	21,65
Bulgaria	8,47	8,32	8,15	8,05	7,98	8,19
Cipro	24,41	16,61	15,61	15,14	13,54	17,06
Croazia	17,25	11,2	10,29	9,84	9,57	11,63
Danimarca	16,33	12,61	10,63	9,85	9,54	11,79
Estonia	12,17	10,68	10,05	9,42	8,55	10,17
Finlandia	27,72	17,19	11,87	9,88	7,71	14,87
FRANCIA	26,36	14,5	12,04	10,67	10,11	14,74
GERMANIA	28,87	16,95	13,96	12,16	10,46	16,48
Grecia	16,58	12,13	11,65	11,43	10,92	12,54
Irlanda	30,9	25,05	20,79	18,24	15,75	22,15
ITALIA	32,1	17,37	14,3	12,72	11,54	17,61
Lettonia	14,22	12,01	11,4	10,87	10,78	11,86
Lituania	9,85	9,64	9,47	9,06	8,38	9,28
Lussemburgo	28,61	16,41	13,26	10,98	10,05	15,86
Malta	33,82	13,91	12,21	14,28	30,92	21,03
Paesi Bassi	39,38	18,92	13,58	9,61	n.d.	20,37
Polonia	12,31	9,5	8,83	8,19	7,94	9,35
Portogallo	17,86	12,09	11,09	10,45	9,99	12,30
REGNO UNITO	21,99	16,55	14,81	13,44	12,57	15,87
Repubblica Ceca	24,47	17,16	12,47	9,33	9,25	14,54
Romania	9,98	10,05	10,04	10,11	10,01	10,04
Slovacchia	17,49	11,71	9,66	7,93	6,59	10,68
Slovenia	17,9	13,05	11,36	10,36	9,36	12,41
SPAGNA	33,32	16,28	13,24	11,21	10,51	16,91
Svezia	29,54	15,85	13,07	10,47	8,49	15,48
Ungheria	9,09	8,89	8,73	8,55	8,45	8,74
Norvegia	33,13	20,34	13,12	9,18	7,99	16,75
<i>Unione europea</i>	<i>26,03</i>	<i>15,56</i>	<i>13,06</i>	<i>11,47</i>	<i>10,55</i>	<i>15,33</i>
<i>Area euro</i>	<i>28,57</i>	<i>16,12</i>	<i>13,3</i>	<i>11,61</i>	<i>10,64</i>	<i>16,05</i>
<i>MIN</i>	<i>8,47</i>	<i>8,32</i>	<i>8,15</i>	<i>7,93</i>	<i>6,59</i>	<i>8,19</i>
<i>MAX</i>	<i>39,38</i>	<i>25,05</i>	<i>20,79</i>	<i>18,24</i>	<i>30,92</i>	<i>22,15</i>

L'analisi dei prezzi dell'energia elettrica non può che considerare anche i consumatori industriali, per i quali si è provveduto a classificare i valori netti e lordi in sei fasce di consumo, in base ai range di GWh consumati. Per ciascuna delle fasce, l'ufficio di statistica europeo ha raccolto i valori finali annuali di tutti i Paesi appartenenti all'Unione. I prezzi netti finali sono più alti nella prima fascia, ossia per gli stabilimenti in cui il fabbisogno di energia elettrica non supera i 20 MWh annuali, mentre i prezzi applicati per le altre fasce sono progressivamente più bassi. Al confronto europeo, l'Italia si piazza al di sopra della media europea, mentre le grandi isole, come Malta, Cipro e Irlanda occupano i primissimi posti, offrendo un prezzo netto mai inferiore ai 10 c€/kWh (Figura 1.1.6).

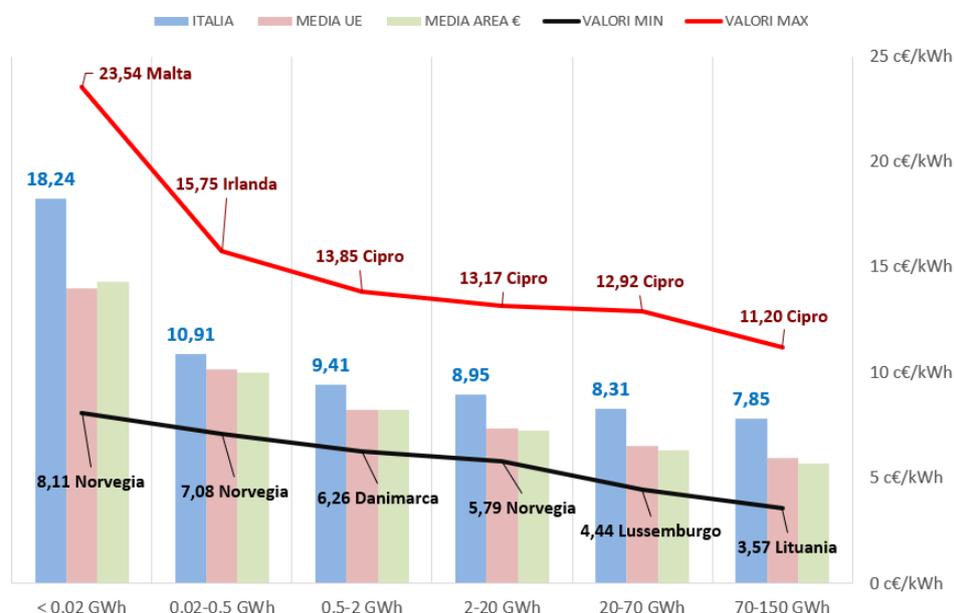


Figura 6.1.6: Il prezzo netto finale dell'energia elettrica, per i consumatori industriali, nel 2019.

Fonte: ARERA. Elaborazione su dati Eurostat.

Rispetto a molti Paesi europei, l'Italia si serve di gas naturale in una misura nettamente superiore, con una quota del 35% dei consumi interni di energia, contro una media europea inferiore al 20%. L'elevato ricorso a questa fonte energetica, sebbene più pulita di altre e relativamente più sicura per generare energia elettrica e termica, comporta una notevole dipendenza dall'estero, infatti si importa quasi la totalità di gas naturale. Pertanto, il prezzo all'ingrosso si determina in gran parte da dinamiche che accadono al di fuori dei confini nazionali.

Lo studio dei prezzi dell'energia elettrica è quindi interconnesso al mercato del gas naturale. La metodologia predisposta dall'ufficio statistico Eurostat prevede, per i consumatori domestici del gas naturale, la suddivisione in tre fasce di consumo, in base al range di metri cubi utilizzati. La prima fascia (con valori inferiori ai 525,36 m³) rappresenta il gruppo di consumatori più ampio per il quale le imprese fornitrici offrono tipicamente un prezzo netto più alto, rispetto alle altre fasce di consumo (Figura 1.1.7).

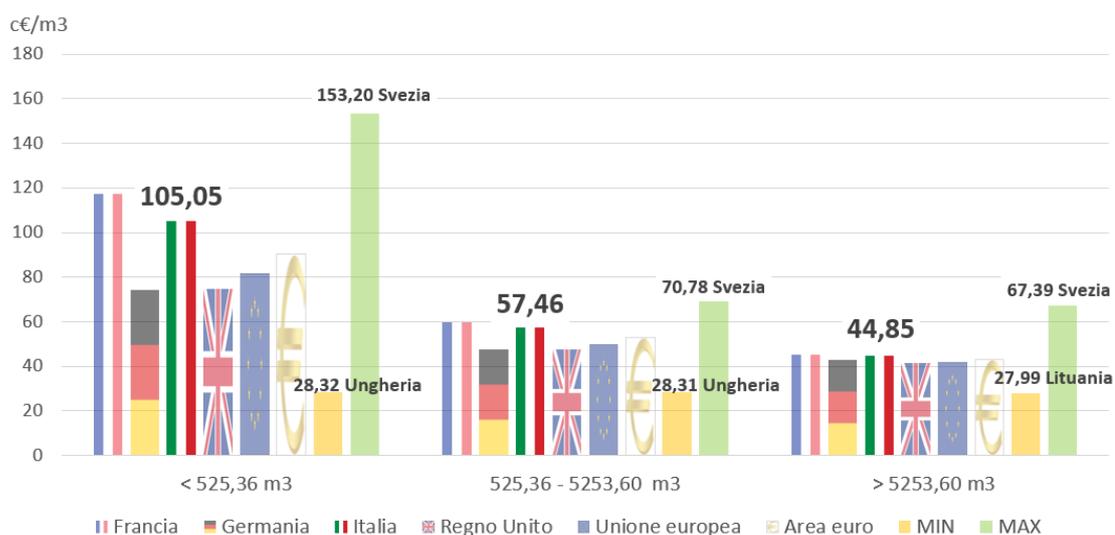


Figura 7.1.7: Il prezzo netto finale del gas naturale, per i consumatori domestici, nel 2019.

Fonte: AREGA. Elaborazione su dati Eurostat.

Per ridurre i costi, l'Italia ha investito nella costruzione della Tap (Trans adriatic pipeline), un metanodotto con terminale a San Foca di Melendugno, sulla costa adriatica del Salento, capace di trasportare circa dieci miliardi di metri cubi di gas dall'Azerbaijan, che si è aggiunto così agli altri Paesi fornitori (Russia, Algeria, Libia, Olanda e Norvegia).

1.2 Criticità e opportunità nel mercato italiano

L'elevata dipendenza dell'Italia, nei confronti dei Paesi importatori di gas naturale, non è però l'unico fattore che spiega l'alto prezzo finale dell'energia elettrica. In Italia, infatti, il mercato di riferimento dell'energia elettrica presenta un elevato potere di mercato per i produttori, il che giustifica l'alto valore dell'indice di Herfindahl-Hirschman che, utilizzando la media pesata dei markup applicati, misura il grado di concentrazione del mercato:

Media pesata dei markup applicati da tutte le N imprese che operano nel mercato di riferimento:

$$(s_1 \times m_1) + (s_2 \times m_2) + (s_3 \times m_3) + \dots + (s_N \times m_N) = \sum_i (s_i \times m_i) = \\ = \sum_i (s_i \times s_i / \eta) = (1/\eta) \times \sum_i (s_i^2) = \text{HHI} / \eta = (p - c_M) / p = \text{mark up medio}$$

HHI \rightarrow 0 $\Rightarrow \sum_i s_i \rightarrow$ 0 \Rightarrow BASSA CONCENTRAZIONE, TANTE IMPRESE

HHI \rightarrow 1 $\Rightarrow \sum_i s_i \rightarrow$ 1 \Rightarrow ALTA CONCENTRAZIONE, POCHE IMPRESE

HHI = 1 $\Rightarrow \sum_i s_i =$ 1 \Rightarrow MONOPOLIO

$\eta = 0 \Rightarrow$ DOMANDA ANELASTICA:

Una variazione di prezzo non ha effetti sulle quantità di prodotto domandate

$\eta = +\infty \Rightarrow$ DOMANDA ELASTICA:

Una variazione di prezzo ha effetti enormi sulle quantità di prodotto domandate

- $\text{HHI} = \sum_i (s_i^2)$ = Indice di Herfindahl-Hirschman ($0 \leq \text{HHI} \leq 1$);
- $\eta = - (dQ/dP) \times (p/q)$ = Elasticità della domanda ($0 \leq \eta \leq +\infty$);
- $s_x = q_x / \sum_i (q_i)$ = quota di mercato dell'impresa "x";
- $m_x = \text{mark up applicato dall'impresa "x"} = (p_x - c_x) / p_x$ = rilevanza del margine di guadagno unitario sul prezzo unitario applicato;
- c_x = costo marginale, più è basso e più l'impresa "x" è efficiente

L'alto valore della quota di mercato detenuta dalle imprese più grandi rimarca la bassa competitività presente sul settore, infatti poche imprese sono in grado di influenzare i prezzi e le quantità di mercato, investendo poco sull'efficienza energetica, nonostante l'applicazione di prezzi alti.

Persistono, infine, anche problemi di interconnessione tra le zone geografiche italiane che aumentano i costi di trasporto dell'energia, parte integrante del prezzo finale applicato. Per esempio, la mancanza di integrazione tra la Sicilia e il Sud porta a prezzi anormalmente alti nell'isola.

Per tutte queste ragioni, l'energia elettrica ha un prezzo elevato in Italia, pertanto occorrono nuove idee di investimento, utilizzando energia proveniente soprattutto da fonti rinnovabili, in modo da risolvere la crisi climatica che affligge il nostro pianeta. Copernicus Climate Change Service, il programma europeo di osservazione della Terra, che attraverso i satelliti elabora e divulga dati sullo stato di salute del globo, nel rapporto annuale del 2020, registra per l'Europa una temperatura media di almeno 0,4°C sopra la media dei cinque anni più caldi dell'ultimo decennio, nonostante i lockdown che hanno contenuto le emissioni di anidride carbonica prodotte dall'uomo.

Dal Summit del 22 aprile 2021, nella "Giornata della Terra", emergono vari messaggi dai vertici politici del G20 in cui si afferma la volontà e l'ambizione di accelerare la transizione energetica, al fine di cambiare il modo in cui viviamo e lavoriamo, risollevando il mondo dalla crisi ambientale e dai gravi effetti economici derivanti dall'avvento del COVID-19. L'obiettivo è quindi quello di raggiungere, superare e innalzare i target fissati nell'Accordo di Parigi, avvenuto nel settembre 2020 in occasione del Green Deal europeo. Gli obiettivi chiave per il 2030 prevedevano:

- Riduzione di almeno il 40% delle emissioni di gas a effetto serra
- (rispetto ai livelli del 1990)
- Almeno il 32% di quota per le energie rinnovabili
- Almeno il 32,5% di miglioramento dell'efficienza energetica

Per raggiungere tali obiettivi occorre una spinta sugli investimenti per rafforzare l'impegno nella costruzione di impianti capaci di trasformare l'energia derivante da fonti rinnovabili in energia elettrica e nella ristrutturazione di edifici, in modo da limitare le dispersioni di energia e aumentare quindi l'efficienza energetica. Anche per tali fini il governo italiano ha introdotto varie agevolazioni che incentivano la costruzione di nuovi impianti e la ristrutturazione degli edifici, in modo da innalzare sia la quota di energia fornita da fonte rinnovabile che l'efficienza energetica, in rotta verso la decarbonizzazione.

Il Superbonus è un'agevolazione, prevista dal Decreto Rilancio, che eleva al 110% l'aliquota di detrazione delle spese sostenute in un determinato periodo, per specifici interventi, volti al miglioramento dell'efficienza energetica delle nostre abitazioni. Gli interventi principali presi in considerazione, detti "trainanti" sono:

- Isolamento termico degli edifici (es. cappotto termico) almeno del 25% rispetto alla superficie lorda dell'immobile;
- Interventi di sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale;
- Interventi di miglioramento del rischio sismico.

La condizione essenziale è il miglioramento di almeno due classi energetiche o di una ove non sia possibile. Ci sono, inoltre, altri interventi che possono rientrare nell'agevolazione solo se affiancati ad almeno uno degli interventi trainanti. Questi interventi, detti "trainati", riguardano:

- I lavori di riqualificazione energetica riconducibili all'Ecobonus
- L'installazione di impianti fotovoltaici
- L'installazione delle infrastrutture per le ricariche dei veicoli elettrici
- L'abbattimento delle barriere architettoniche

Il Superbonus si applica agli interventi effettuati da:

- Condomini;
- Persone fisiche, al di fuori dell'esercizio di attività di impresa, arti e professioni, che possiedono o detengono l'immobile oggetto dell'intervento;
- Istituti autonomi case popolari (Iacp) comunque denominati o altri enti che rispondono ai requisiti della legislazione europea in materia di "in house providing";
- Cooperative di abitazione a proprietà indivisa;
- Onlus, associazioni di volontariato o di promozione sociale;
- Associazioni e società sportive dilettantistiche, limitatamente ai lavori destinati ai soli immobili o parti di immobili adibiti a spogliatoi.

Nel caso di una sostituzione della caldaia e delle finestre comprensive degli infissi, per esempio, il soggetto interessato potrà beneficiare del Superbonus del 110% della spesa sostenuta se la caldaia e le finestre possiedono i requisiti richiesti ai sensi dell'articolo 14 del decreto-legge n. 63 del 2013. Per il bonus descritto il credito di imposta si spalma su 5 anni, pertanto a fronte di una spesa di 8.000 euro, la detrazione totale di 8.800 euro (110%) sarà devoluta in quote annuali da 1.760 euro.

Nel caso in cui si realizzano degli interventi di miglioramento energetico non congiuntamente ad un intervento trainante, si può invece beneficiare dell'Ecobonus che comprende una più ampia classe di interventi e prevede un'aliquota che va dal 65% al 50%. In ambito condominiale la detrazione può raggiungere l'85% della spesa sostenuta. In ogni caso l'utilizzo dell'Ecobonus dà diritto ad un rimborso decennale suddiviso in quote annuali uniformi.

Si beneficia infine del bonus ristrutturazione per gli interventi di recupero del patrimonio edilizio. Per i lavori di ristrutturazione edilizia ammessi, il rimborso Irpef è del 50% della spesa sostenuta fino ad un massimo di 96.000 euro. Pertanto, a fronte di una spesa di 10.000 € il soggetto interessato avrà diritto ad uno sconto annuale sulle tasse pari a 500 € per dieci anni.

Il Bonus Ristrutturazioni considera una serie di interventi riguardanti:

- Il recupero del patrimonio edilizio, ossia gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e risanamento conservativo, oltre che di ristrutturazione edilizia;
- L'adozione di misure antisismiche;
- Il recupero o il restauro della facciata degli edifici esistenti.

Del bonus descritto ne possono usufruire tutti i contribuenti soggetti al pagamento delle imposte sui redditi, residenti o non in Italia, purché ne inviano comunicazione a ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) ed è fruibile non solo come detrazione fiscale nella dichiarazione dei redditi, ma anche come sconto in fattura e cessione del credito a terzi (es. fornitori, banche), secondo quanto previsto dall'articolo 121 del decreto Rilancio.

1.3 L'energia condivisa

Per rimediare ai prezzi dell'energia così alti e sfruttando i bonus erogati dal governo, in un'ottica politica sempre più favorevole alla transizione energetica, sta prendendo sempre più piede in Italia la tendenza per i clienti finali consumatori di energia elettrica (cittadini, imprese, enti territoriali e autorità locali) di associarsi per produrre e condividere l'energia elettrica necessaria al proprio fabbisogno.

L'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), con la delibera 318/2020/R/eel, disciplina pertanto le modalità e la regolazione economica relative all'energia elettrica oggetto di condivisione per due tipi di configurazioni:

1. Autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente

L'autoconsumatore di energia rinnovabile è un cliente finale che, operando in propri siti ubicati entro confini definiti, produce energia elettrica rinnovabile per il proprio consumo.

Egli può immagazzinare o vendere energia elettrica rinnovabile autoprodotta purché, per un autoconsumatore di energia rinnovabile diverso dai nuclei familiari, tali attività non costituiscano l'attività commerciale o professionale principale.

L'impianto di produzione dell'autoconsumatore di energia rinnovabile può essere di proprietà di un soggetto terzo e/o gestito da un soggetto terzo, purché il soggetto terzo resti soggetto alle istruzioni dell'autoconsumatore di energia rinnovabile;

2. Comunità di energia rinnovabile (CER)

Soggetto giuridico che:

- Si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, è autonomo ed è effettivamente controllato da azionisti o membri che sono situati nelle vicinanze degli impianti di produzione detenuti dalla CER;
- I cui azionisti o membri sono persone fisiche, piccole e medie imprese (PMI), enti territoriali o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali, a condizione che, per le imprese private, la partecipazione alla comunità di energia rinnovabile non costituisca l'attività commerciale e/o industriale principale;
- Il cui obiettivo principale è fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai propri azionisti o membri o alle aree locali in cui opera, piuttosto che profitti finanziari;

Nel caso delle CER occorre specificare la distinzione tra il proprietario degli impianti di produzione e il detentore dei medesimi impianti. Quest'ultimo soggetto è colui che ha la piena disponibilità dell'impianto sulla base di un titolo giuridico anche diverso dalla proprietà (come usufrutto o comodato d'uso). Il produttore è invece il soggetto responsabile dell'esercizio dell'impianto medesimo, come attestato dalla titolarità della licenza di officina elettrica e delle autorizzazioni necessarie per l'esercizio.

Il provvedimento dà attuazione all'articolo 42bis del decreto-legge 30 dicembre 2019, n. 162 (coordinato con la legge di conversione 28 febbraio 2020, n. 8), tenendo conto anche delle disposizioni della Direttiva (UE) 2018/2001 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

Sia per le CER che per i gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente sono richiesti anche ulteriori requisiti (Tabella 1.3.1.), che permettono inoltre di accedere al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica prestato dal GSE (Gestore dei Servizi Energetici) che garantisce un contributo economico per l'energia elettrica condivisa. Tale energia è pari al minimo, su base oraria, tra l'energia elettrica immessa in rete dagli impianti di produzione e quella prelevata dall'insieme dei clienti finali associati.

Tabella 8.3.1: I requisiti per l'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica richieste dal GSE per le CER e per i gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente.

Fonte: GSE (Gestore dei Servizi Energetici).

Parte A

GRUPPO DI AUTOCONSUMATORI DI ENERGIA RINNOVABILE CHE AGISCONO COLLETTIVAMENTE

1. Gli autoconsumatori che ne fanno parte sono clienti finali e/o produttori per i quali le attività di produzione e scambio dell'energia elettrica non costituiscono l'attività commerciale o professionale principale;
2. Gli autoconsumatori presenti nella configurazione sono titolari di punti di connessione ubicati nel medesimo edificio o condominio e hanno dato mandato al medesimo referente per la costituzione e gestione della configurazione. Tale referente può essere un produttore non facente parte della medesima configurazione;
3. Ai fini della determinazione dell'energia elettrica condivisa, possono assumere rilievo anche i prelievi di clienti finali non facenti parte della configurazione, purché titolari di punti di connessione ubicati nel medesimo edificio o condominio;
4. Ciascun impianto di produzione la cui energia elettrica immessa rileva ai fini della determinazione dell'energia elettrica condivisa deve essere entrato in esercizio rispettando determinati limiti di tempo.
5. L'impianto deve avere una potenza non superiore a 200 kW e deve essere ubicato nell'area afferente al medesimo edificio o condominio a cui la configurazione si riferisce.

CER (COMUNITÀ ENERGETICHE RINNOVABILI)

1. La comunità di energia rinnovabile è un soggetto giuridico, quale a titolo d'esempio associazione, ente del terzo settore, cooperativa, cooperativa benefit, consorzio, partenariato, organizzazione senza scopo di lucro;
2. I membri ovvero azionisti della configurazione sono titolari di punti di connessione su reti elettriche di bassa tensione sottese alla medesima cabina di trasformazione media/bassa tensione;
3. I membri ovvero azionisti della configurazione hanno dato mandato al medesimo referente, coincidente con la comunità di energia rinnovabile, per la richiesta di accesso alla valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa;
4. Ciascun impianto di produzione la cui energia elettrica immessa rileva ai fini della determinazione dell'energia elettrica condivisa deve essere entrato in esercizio rispettando i limiti di tempo stabiliti e aggiornati dal legislatore.
5. L'impianto deve avere una potenza non superiore a 200 kW e deve essere connesso su reti elettriche di bassa tensione sottese alla medesima cabina secondaria a cui la configurazione si riferisce. L'impianto deve essere inoltre ubicato nell'area afferente al medesimo edificio o condominio a cui la configurazione si riferisce.

I contributi economici che riconosce il GSE spettano per ciascun impianto di produzione, la cui energia elettrica rilevi per la configurazione, per la durata di 20 anni a partire dalla data di decorrenza commerciale dell'impianto di produzione, ovvero dalla prima data per cui l'energia di tale impianto rileva ai fini della determinazione dell'energia elettrica condivisa. Per ciascun kWh di energia elettrica condivisa il GSE riconosce a cadenza mensile, per un periodo di 20 anni:

- Un corrispettivo unitario (che si aggira intorno ai 5 c€/kWh), individuato come somma della tariffa di trasmissione per le utenze in bassa tensione con il valore più elevato della componente variabile della tariffa di distribuzione per le utenze altri usi in bassa tensione.

Nel caso di gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente è previsto un contributo aggiuntivo dovuto alle perdite di rete evitate;

- Una tariffa premio (pari a 10 c€/kWh per i gruppi di autoconsumatori e 11 c€/kWh per le CER) che non spetta quando i moduli dell'impianto sono collocati a terra in aree agricole o nel caso in cui si ha avuto accesso al Superbonus nella costruzione di un impianto fotovoltaico della potenza non superiore ai 20 kW.

Al termine del periodo dei 20 anni, il contratto può essere oggetto di proroga su base annuale tacitamente rinnovabile in relazione alle sole parti afferenti al corrispettivo unitario. L'intera energia prodotta e immessa in rete resta nella disponibilità del referente della configurazione, fermo restando l'obbligo di cessione al GSE, previsto per l'energia elettrica non autoconsumata o non condivisa, sottesa alla quota di potenza che accede al Superbonus.

Il GSE, inoltre, richiede un corrispettivo per la copertura dei costi amministrativi sostenuti costituito da una parte fissa ed una variabile in funzione della potenza di ciascun impianto facente parte della configurazione, più un contributo aggiuntivo di 4 €/anno per ogni punto di connessione facente parte della configurazione (Tabella 1.3.2).

Tabella 9.3.2: Corrispettivi richiesti dal GSE, variabili in base alla potenza di ciascun impianto facente parte della configurazione.

Fonte: GSE (Gestore dei Servizi Energetici).

POTENZA IMPIANTO	CORRISPETTIVO FISSO	CORRISPETTIVO VARIABILE
$P \leq 3 \text{ kW}$	0 €/anno	0 €/kWh
$3 \text{ kW} < P \leq 20 \text{ kW}$	30 €/anno	0 €/kWh
$20 \text{ kW} < P \leq 200 \text{ kW}$	30 €/anno	1 €/kWh

Si conferma così un modello regolatorio che consente di riconoscere sul piano economico i benefici, ove presenti, derivanti dal consumo in sito dell'energia elettrica localmente prodotta, semplificando i requisiti giuridici e tecnici (come la possibilità di realizzare gli impianti nelle aree comuni di ciascun edificio e condominio), favorendo l'autoconsumo e incentivando maggiormente le fonti energetiche rinnovabili.

Uno degli obiettivi del legislatore è certamente quello di garantire trasparenza e flessibilità per tutti coloro che intendono prendere parte a iniziative collettive, ivi inclusa la salvaguardia dei relativi diritti, in modo da essere adattabili alle future esigenze.

Appare evidente che le CER presentano caratteristiche particolari e difficilmente riscontrabili all'interno dell'attuale mercato dell'energia. Si tratta di un soggetto aperto alla partecipazione dei cittadini, delle autorità locali e delle PMI.

Ogni membro della comunità può interrompere in qualsiasi momento la sua partecipazione, pur mantenendo i propri diritti di consumatore finale. Si possono inoltre coinvolgere anche altri attori non necessariamente appartenenti alla comunità, come le ditte manutentrici o i finanziatori.

Questo nuovo paradigma rivoluziona il mercato dell'energia, introducendo un "modello democratico" in cui le scelte sono condivise tra i membri della comunità, in modo indipendente e autonomo.

L'elemento più dirompente della definizione di CER data dal Parlamento e dal Consiglio Europeo è probabilmente quello inerente all'obiettivo del soggetto giuridico. Le CER devono, infatti, operare nel mercato dell'energia senza avere una prevalente finalità di lucro, con l'obiettivo di soddisfare esigenze di tipo ambientale, economico e sociale e, solo in ultima istanza, di profitto.

2. LE COMUNITÀ ENERGETICHE E IL PROCESSO DI DIFFUSIONE

La transizione energetica, necessaria in termini di sostenibilità ambientale, richiede cambiamenti culturali, materiali ed immateriali, basati sul risparmio energetico e l'efficienza dei consumi.

La politica energetica dell'Unione Europea stabilisce che i sistemi energetici debbano contribuire al perseguimento degli obiettivi attraverso:

1. La protezione dell'ambiente, controllando le fonti di inquinamento direttamente o indirettamente collegate al sistema energetico, con la riduzione dell'emissione dei gas serra;
2. La creazione di servizi energetici accessibili e basati su una logica di mercato equilibrato e strutturato, ponendo il cittadino al centro del sistema energetico, in modo che sia responsabile anche nei consumi;
3. La promozione di un sistema di approvvigionamento energetico ecosostenibile, sicuro, affidabile e con caratteristiche di resilienza, attraverso l'implementazione di sistemi energetici integrati, lo sviluppo delle Comunità Energetiche locali e l'economia circolare.

Il cittadino ha un ruolo chiave nella transizione energetica, in quanto, oltre a dover ridurre gli sprechi energetici, diventa protagonista anche della produzione di energia, divenendo così prosumer, ossia un cittadino attivo che oltre a consumare partecipa attivamente alle diverse fasi del processo produttivo.

Il prosumer è quindi sia un imprenditore che un autoconsumatore, in quanto possiede un proprio impianto di produzione di energia, della quale ne consuma una parte. La rimanente quota di energia può essere immessa in rete, scambiata con i consumatori fisicamente prossimi al prosumer o anche accumulata in un apposito sistema e dunque restituita alle unità di consumo nel momento più opportuno.

Se diversi cittadini si uniscono in una coalizione, tramite l'adesione volontaria ad un contratto, si costituisce una Comunità Energetica, con l'obiettivo di produrre, consumare e gestire l'energia, mediante uno o più impianti energetici locali.

Un cittadino membro della comunità, infatti, pur non possedendo un impianto fotovoltaico installato, può ugualmente acquistare energia a chilometro zero, ossia ad un prezzo finale sul quale influisce una quota di spesa per il trasporto ridotta al minimo.

La differenza principale tra le Comunità Energetiche e i gruppi di autoconsumatori che agiscono collettivamente, è la dimensione del progetto.

Un gruppo di autoconsumatori rappresenta un insieme di almeno due autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, in virtù di un accordo privato, che si trovano nello stesso condominio oppure edificio, mentre le Comunità Energetiche sono vere e proprie società no profit, costituite da una moltitudine di soci che utilizzano diversi impianti di produzione, principalmente per soddisfare il proprio fabbisogno energetico, ottimizzando i sistemi di accumulo, ridistribuendo l'energia ai propri utilizzatori e riducendo gli effetti degli imprevisti, come per esempio l'ombra su un impianto fotovoltaico (Figura 2.1).

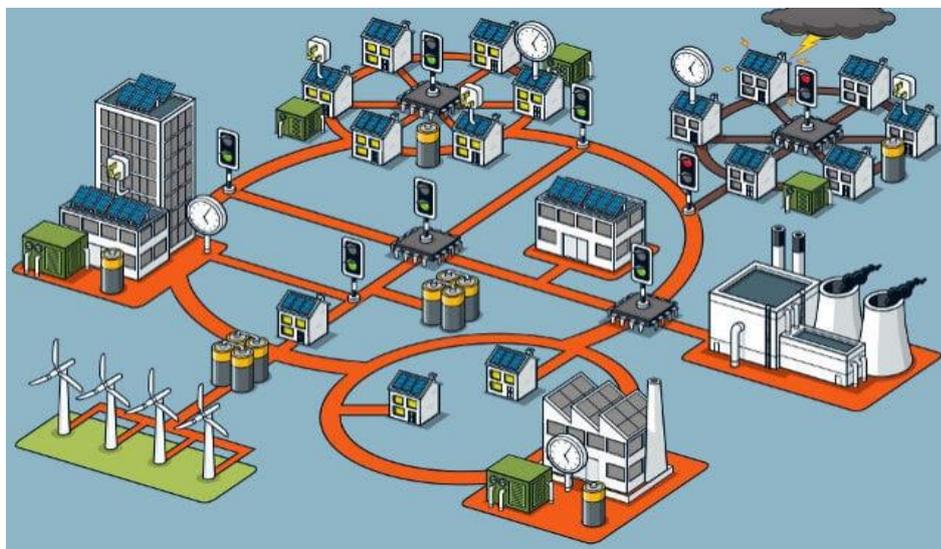


Figura 2.1: Esempio di modello di Comunità Energetica.

Fonte: <http://kitfotovoltaicosemplice.it>

Esistono diversi tipi di Comunità Energetica, ma hanno tutti lo stesso obiettivo: fornire energia a prezzi accessibili ai propri membri, piuttosto che dare la priorità al profitto economico come farebbe una società energetica tradizionale.

2.1 Dalla cooperativa alla Comunità Energetica

La Comunità Energetica è essenzialmente una società cooperativa, in cui rientra il concetto di scopo mutualistico. L'obiettivo dell'attività d'impresa, per una cooperativa, consiste infatti nel fornire beni o servizi od occasioni di lavoro direttamente ai membri dell'organizzazione a condizioni più vantaggiose di quelle che otterrebbero sul mercato.

Fin dalla metà dell'800, nella seconda rivoluzione industriale, iniziano a delinearsi alcune importanti esperienze cooperative che assunsero ben presto le caratteristiche di veri e propri modelli organizzativi disciplinati dal Legislatore, ma si trattava principalmente di cooperative di consumo, di produzione e lavoro, agricole o di credito (Tabella 2.1.1).

Tabella 2.1.1: I principali tipi di società cooperative del 1800

Fonte: <https://www.coopservice.it> .

COOPERATIVA	Si occupa principalmente di
DI CONSUMO	<ul style="list-style-type: none"> • Acquisto, produzione, manipolazione e trasformazione di generi di consumo, merci, servizi, prodotti ed articoli di ogni natura e tipo; • Distribuzione a consumatori soci e non soci; • Organizzazione ed erogazione ai consumatori di servizi accessori all'acquisto ed alla distribuzione; • Promozione ed altre attività che favoriscano la tutela, l'informazione e l'educazione igienico sanitaria ed alimentare del consumatore;
DI PRODUZIONE E LAVORO	<p>Svolgere un'attività economica organizzata in impresa in favore dei soci, utilizzando il lavoro dei soci stessi.</p> <p>Per effetto del rapporto associativo, il socio lavoratore diventa titolare di diritti ed obblighi, ossia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concorre alla gestione dell'impresa; • Partecipa alle decisioni concernenti programmi di sviluppo, scelte strategiche e processi produttivi dell'azienda; • Contribuisce al capitale sociale, ai risultati economici e alla loro destinazione; • Mette a disposizione le proprie capacità professionali.
AGRICOLA	Coltivazione, trasformazione, conservazione e distribuzione di prodotti agricoli o zootecnici.
DI CREDITO	Applicare una politica del credito equa verso i loro soci e clienti, discostandosi da logiche di mero guadagno.

Poco più tardi nascono in Europa diverse cooperative in cui agricoltori, artigiani, commercianti e imprenditori si uniscono per fornire capillarmente alle aree rurali più trascurate l'energia prodotta in autonomia. Gran parte della produzione proveniva però da aziende private locali che fissavano prezzi alti senza investire sull'efficienza della propria rete di distribuzione. Con la domanda in continuo aumento era richiesto un intervento da parte degli Stati, nell'ambito della distribuzione di energia.

Poco dopo la metà del XX secolo, infatti, nei principali Paesi europei, si attuò un processo di nazionalizzazione in cui si istituì l'Ente pubblico per l'energia elettrica, in modo da definire una politica nazionale in favore dello sviluppo energetico. Questo processo di nazionalizzazione si attuò mediante:

- L'acquisizione da parte dell'Ente di tutte le attività delle maggiori aziende operanti nella produzione, trasformazione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica;
- L'obbligo alle aziende elettriche di procedere con l'allacciamento alla rete per chiunque ne facesse richiesta;
- L'ammodernamento e lo sviluppo della rete elettrica;
- L'unificazione delle tariffe, su base nazionale, per uguali classi di consumo.

Con la crisi energetica degli anni '70 i Paesi europei attuarono però diverse politiche, infatti l'instabilità del mercato petrolifero impose la ricerca di nuove fonti energetiche, come il gas naturale e l'energia atomica, per far fronte ad una domanda di energia sempre più in crescita. Il disastro di Chernobyl del 1986 ha tuttavia accentuato l'attenzione sull'ecosostenibilità e il risparmio energetico, riconoscendo al settore nucleare una maggiore pericolosità.

Negli anni finali della Guerra Fredda, la corsa agli armamenti non fu più una priorità. L'Unione Sovietica e gli Stati Uniti, molto influenti sul resto del mondo, decisero infatti di reindirizzare le risorse economiche nel settore civile, aprendo alla liberalizzazione dei mercati.

Da quegli anni il processo ha continuato più o meno rapidamente il suo avanzamento in tutto il mondo, fino ai giorni nostri, aumentando progressivamente il potere di mercato dei consumatori finali, con l'obiettivo di fornire l'energia a prezzi più accessibili e di aumentare l'efficienza energetica.

Le logiche del mercato non dipendono solo dalla domanda e dall'offerta, ma anche da molti altri fattori, come le guerre, ma anche gli eventi catastrofici e le invenzioni tecnologiche, che influenzano le politiche e l'opinione comune.

Il mercato dell'energia, come tutti i mercati all'ingrosso, prevede l'applicazione di prezzi unitari più bassi per i larghi acquirenti, pertanto, costituendo un unico soggetto giuridico che comprende un insieme ampio di consumatori, si risparmia sull'acquisto dell'energia e sugli investimenti, anche se una logica ben integrata e collaudata nella gestione dei picchi di consumo può portare la Comunità Energetica ad essere totalmente autonoma nella gestione e distribuzione dell'energia, ridistribuendo eventualmente il surplus energetico generato e destinando il ricavo per espandere la comunità, per migliorare l'efficienza energetica, intervenendo sugli edifici e sugli impianti produttivi, per saldare i debiti o per risolvere altri problemi sociali, tramite l'erogazione di nuovi servizi.

La Comunità Energetica è apparsa nella Legislazione solo recentemente, ma in realtà si tratta semplicemente di un nuovo soggetto giuridico molto simile alla società cooperativa, ma che deve rispettare determinati requisiti, quali la potenza e l'ubicazione degli impianti, ma soprattutto deve rendere attivo e responsabile il cittadino che, essendo socio, può partecipare alle riunioni aziendali più importanti come quelle inerenti alla composizione degli organi sociali, alla destinazione degli investimenti e alle scelte strategiche.

In questo periodo storico, la ricerca della sostenibilità ambientale e il miglioramento tecnologico degli edifici e degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ha incoraggiato lo sviluppo delle Comunità Energetiche, in particolare delle CER, che permettono di far fronte alla crisi energetica, responsabilizzando i clienti finali anche nel consumo, in direzione verso la sostenibilità economica, ambientale e sociale, ricercata sempre più insistentemente dai Paesi di tutto il globo.

2.2 Gli esempi in Europa

Le cooperative energetiche sono una forma di proprietà collettiva che ha suscitato grande interesse in Germania per via della loro rapida crescita. Secondo un sondaggio dell'associazione delle cooperative tedesche DGRV, dal 2006 al 2016 ne sono state istituite più di 800 che hanno coinvolto circa 165.000 soggetti, con una media di 223 membri per ciascuna cooperativa (Figura 2.2.1).

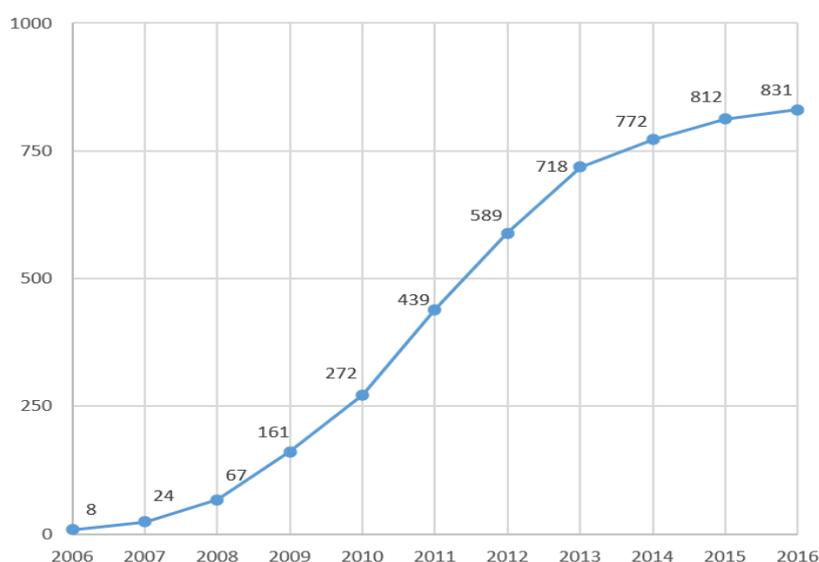


Figura 2.2.1: Cumulata delle cooperative per l'energia nate in Germania dal 2006 al 2016.

Fonte: DGRV

Gli incentivi feed-in consistono nel riconoscere agli impianti alimentati a fonti rinnovabili una tariffa per tutta l'energia prodotta e immessa in rete per un certo periodo di tempo.

Dopo il 2014, con la graduale sostituzione degli incentivi feed-in con il sistema delle aste, la crescita delle cooperative per l'energia è crollata, soprattutto per via dell'oggetto sociale riconosciuto a questo tipo di società.

Negli ultimi anni, tuttavia, le direttive sull'autoconsumo collettivo pongono l'attenzione sulle Comunità Energetiche, in quanto si punta sulla responsabilizzazione del consumatore, ponendolo al centro del sistema energetico. Ad oggi le Comunità Energetiche collaudate e funzionanti sono ancora poche, ma sono diversi i progetti in via di completamento.

Nel distretto Durlach, per esempio, nella città di Karlsruhe in Germania, si è progettato recentemente un quartiere "intelligente", costituendo un nuovo modello di Comunità Energetica ad alta efficienza. Il progetto coinvolge 5 edifici, in cui 175 appartamenti, costruiti nel 1963 e parzialmente modernizzati nel 1995, costituiscono una superficie di 11.600 m², con domanda di elettricità annua di circa 350 MWh e domanda di calore annua di 1200 MWh. La fornitura energetica convenzionale sarà a breve sostituita da un nuovo sistema che sfrutta l'energia solare, con il supporto del gas naturale per ciò che riguarda il riscaldamento (Figura 2.2.2).



Figura 2.2.2: Illustrazione del progetto "Smartes Quartier Karlsruhe-Durlach".

Fonte: DGRV

Il sistema energetico sarà composto di:

- Pannelli fotovoltaici, installati sui tetti di tutti gli edifici, che soddisferanno la gran parte del fabbisogno di energia elettrica;
- Due impianti di pompe di calore, di cui uno alimentato dai pannelli solari e l'altro multi-sorgente, che provvederanno al riscaldamento di due dei cinque edifici;
- Una linea di riscaldamento locale, alimentata da due unità di cogenerazione a gas naturale, che provvederanno al riscaldamento di tre dei cinque edifici;
- Software di gestione dell'energia, con rilevamento degli errori, basato sull'intelligenza artificiale.

La combinazione tra pompe di calore e pannelli, assieme ad un efficiente sistema di accumulo del calore, garantisce un grande potenziale sia in termini energetici che economici, infatti il consumo di energia primaria e le emissioni di anidride carbonica saranno dimezzate, anche grazie al programma per la gestione energetica, in grado di ottimizzare l'intero sistema.

Molto spesso le idee innovative trovano applicazione soprattutto laddove persistono delle problematiche. In Germania, infatti, nel Circondario del Reno-Hunsrück, la Comunità Energetica è nata per risolvere due problemi: la popolazione che diminuiva e l'elevato debito pubblico.

Tutto è cominciato grazie ad un'iniziativa di un cittadino, infatti il signor Werner Vogt, convinto che le guerre si fanno per il petrolio e per il gas, voleva svincolarsi dalle fonti non rinnovabili. Dopo aver costruito un generatore eolico per il fabbisogno energetico della propria abitazione, convinse altre 150 persone ad associarsi nella realizzazione di altri impianti eolici. In seguito, il comune decise di allacciarsi alla piccola rete di riscaldamento del comune vicino.

Ad oggi, la realizzazione di un impianto solare termico e una condotta di circa 7km permette di riscaldare 150 case, grazie alla concessione dei terreni agli impianti eolici che portano nelle casse dei comuni del Circondario circa 8 milioni di euro annui. Questo denaro è stato anche reinvestito per realizzare 4500 pannelli fotovoltaici, 17 impianti a biomassa e per allargare la rete, garantendo un contributo di 4000 euro per ogni cittadino che si allaccia. Per coordinare i progetti vi è un manager per la difesa del clima che fornisce consigli ai cittadini, ai comuni e alle imprese, con l'obiettivo di ridurre il consumo energetico e procedere nel processo di decarbonizzazione.

Una volta la campagna produceva generi alimentari per le città vicine e importavano energia dalle centrali a carbone e da quelle nucleari, ora invece gli impianti generano un valore complessivo di 50 milioni di euro annui e permettono di fornire energia alle città vicine. I due comuni hanno ridotto così le emissioni di anidride carbonica da 1200 a 80 tonnellate all'anno.

Il numero dei disoccupati nella zona è diminuito e il debito pubblico è stato pienamente risolto. Il Circondario ha inoltre erogato un servizio gratuito per i cittadini: un car sharing con auto elettriche dal costo di 60 mila euro annui. L'idea è stata molto apprezzata in quanto ci sono ancora diverse famiglie che non hanno nemmeno un'auto.

Altre volte sono le particolari norme nazionali a innescare la nascita della Comunità Energetica, come per esempio in Germania, dove le concessioni per le reti elettriche vanno rinnovate ogni 20 anni. I cittadini di Wolfhagen, infatti, alla scadenza di tale concessione, hanno deciso di costituire una Comunità Energetica al fine di gestire la propria rete elettrica, acquisendo il 25% della municipalizzata e costituendo un capitale sociale di 4,6 milioni di euro, aprendo la partecipazione a chiunque volesse investirci.

La comunità ha investito nelle fonti rinnovabili, trasformando una ex caserma in una scuola interamente coperta da pannelli solari, anche se il tetto trasparente permette di sfruttare la luce del sole nelle ore diurne. Un impianto fotovoltaico, costruito su un terreno non coltivabile, il parco eolico e gli impianti a biogas delle aziende agricole locali, contribuiscono alla produzione di energia che si aggira complessivamente intorno ai 55TWh, generando un surplus energetico di oltre 5TWh, destinato alla redistribuzione sul mercato.

Non solo in Germania esistono esempi illustri di questo fenomeno. Dal 2020 infatti, nel sud della Spagna, la Comunità Energetica COMPTM (COMunità Per la Transizione Energetica Municipale) gestisce la rete elettrica del comune di Crevillan. Il progetto si è posto l'obiettivo di porre i cittadini consumatori al centro del sistema energetico, trasformandoli in veri e propri prosumer, mediante l'adozione di tre strumenti:

1. Installazione di oltre 75.000 pannelli fotovoltaici per una produzione totale di 13,4 MW;
2. Realizzazione di pannelli informativi digitali, localizzati in diversi spazi pubblici, per avvicinare i cittadini consumatori al mondo dell'energia;
3. Sviluppo di un App per cellulare tramite la quale i consumatori possono:
 - Leggere in tempo reale i dati di consumo;
 - Valutare la convenienza di possibili variazioni di modalità tariffaria;
 - Approfondire la struttura della bolletta elettrica;
 - Ricevere una consulenza specifica sulle opportunità di riduzione di consumi e costi associati.

L'iniziativa ha permesso di produrre energia pulita, evitando l'emissione di 35.000 tonnellate di anidride carbonica all'anno. I profitti generati sono utilizzati per investire nella rete di distribuzione, per migliorare la sua tecnologia e per contribuire a livello sociale.

A Luče, un comune di circa 1.600 abitanti della Slovenia settentrionale, è partito nel 2019 un progetto di Comunità Energetica per rimediare a una condizione della rete elettrica locale relativamente debole che spesso incontra interruzioni di corrente, a causa del clima poco stabile della valle.

I pannelli fotovoltaici forniranno energia durante le ore diurne delle belle giornate. I sistemi di accumulo permetteranno di “immagazzinare” l’energia in eccesso, ridistribuendola durante le notti e ricaricando le batterie dei punti di ricarica per i veicoli elettrici, posti in prossimità di ogni abitazione (Figura 2.2.3).



Figura 2.2.3: Illustrazione del progetto di Comunità Energetica di Luče, Slovenia.

Fonte: COMPILE

Per una maggiore continuità, gli impianti eolici contribuiranno nella generazione di energia, soprattutto durante le giornate ventose. Per gestire i crolli energetici si utilizzerà un mix molto diversificato di sistemi energetici.

L'obiettivo è quello di istituire una Comunità Energetica per aumentare l'autosufficienza e la sicurezza dell'approvvigionamento del sistema energetico locale, coinvolgendo gli edifici residenziali e commerciali che utilizzeranno gli impianti alimentati da fonti rinnovabili.

Il progetto permetterà di migliorare le condizioni della rete con molti benefici socioeconomici per la comunità, come il rafforzamento delle attività agricole locali.

L'intero sistema rappresenterà la prima Comunità Energetica di questo tipo in Slovenia. Lo scopo finale dell'iniziativa è coprire il fabbisogno di elettricità tramite l'energia proveniente esclusivamente da fonti rinnovabili che dovrà essere gestita in maniera responsabile dai cittadini.

Sono diversi gli esempi in Europa di Comunità Energetica, ma tutti prescindono dal fatto che i cittadini, di un edificio, di un complesso, di un quartiere o di un piccolo comune, si uniscono al fine di:

- Risparmiare sui costi dell'energia;
- Investire prevalentemente nelle fonti di energia rinnovabile;
- Attuare un processo di educazione al consumo;
- Raggiungere una certa autonomia dal punto di vista energetico;

In tutti i casi, inoltre, il ricavato generato dal surplus energetico si reinveste per ampliare la rete, migliorare la tecnologia degli impianti e spesso anche per erogare servizi a favore della comunità locale.

2.3 Progetti e prospettive in Italia

Il Clean Energy for all Europeans Package è un insieme di atti legislativi, emanati per ridisegnare il profilo del mercato energetico europeo, attraverso il quale l'unione per l'energia intende promuovere il ruolo attivo e proattivo dei cittadini che devono prendere decisioni autonome su come produrre, immagazzinare, vendere o condividere la propria energia. Il Clean Energy Package include due definizioni di Comunità Energetica: le Citizen Energy Community e le Renewable Energy Community (Tabella 2.3.1).

Tabella 2.3.1: Le principali differenze tra i due tipi di Comunità Energetica definiti dal Clean Energy for all Europeans Package.

Fonte: PoliTo Research

Citizen Energy Community (CEC)	Renewable Energy Community (REC)
<p>Intesa come una Comunità Energetica alla quale è garantito operare sul mercato a condizioni uguali e non discriminatorie rispetto agli altri soggetti del mercato, potendo assumere il ruolo di cliente finale, produttore, fornitore e gestore di sistemi di distribuzione</p> <p>Si riferisce all'energia elettrica</p> <p>Nessun vincolo esplicito di prossimità dei partecipanti</p> <p>Principali attività ammesse:</p> <ul style="list-style-type: none"> Produzione Consumo Stoccaggio Partecipazione ai mercati <p>Predisposizione di servizi di ricarica per veicoli elettrici e di altri servizi aggiuntivi</p>	<p>Intesa come una Comunità Energetica avente il diritto di produrre, consumare, immagazzinare e vendere energia rinnovabile</p> <p>Si riferisce all'energia proveniente da fonti rinnovabili</p> <p>I partecipanti devono essere localizzati in prossimità degli impianti presenti nell'intorno dell'area stessa</p> <p>Principali attività ammesse:</p> <ul style="list-style-type: none"> Produzione Consumo Stoccaggio Partecipazione ai mercati

Le differenze che sussistono per i due concetti di Comunità Energetica riguardano il settore energetico, il modello organizzativo e la partecipazione alla gestione del controllo, tuttavia entrambi le configurazioni hanno obiettivi generali comuni, ossia:

1. Promuovere l'accettazione pubblica e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili sia a livello decentralizzato che a livello locale;
2. Promuovere e favorire l'efficienza energetica a tutti i livelli, quindi su ogni scala di intervento;
3. Promuovere e sostenere la partecipazione al mercato degli utenti che altrimenti non sarebbero stati in grado di farlo in maniera autonoma e indipendente;
4. Consentire la fornitura di energia a prezzi accessibili, quindi un accesso garantito ed ecosostenibile ai servizi energetici;
5. Combattere la vulnerabilità e la povertà energetica, riducendo i costi di fornitura dell'energia ed i consumi, promuovendo anche tutte le misure e gli interventi di efficienza energetica.

Per ottenere i benefici relativi alle Comunità Energetiche bisogna basarsi su alcuni approcci ritenuti cruciali, quali:

1. La digitalizzazione per favorire le azioni collettive;
2. L'ottimizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, in un approccio di integrazione settoriale dei vettori energetici;
3. L'ottimizzazione dei sistemi di accumulo di energia;
4. La pianificazione e l'ottimizzazione dei flussi energetici operativi e la loro corrispondenza con il carico;
5. Lo sviluppo di nuovi modelli di business sociali;
6. Lo sviluppo di un sistema di approvvigionamento energetico più efficiente e pulito, grazie al coinvolgimento e alla responsabilizzazione dei consumatori.

In Italia le CER, potrebbero diffondersi rapidamente, considerando il grande potenziale tecnico a disposizione della Nazione in favore delle fonti rinnovabili, soprattutto per quanto riguarda il fotovoltaico.

Sebbene le direttive siano ancora recenti, sono nate già diverse Comunità Energetiche in grado di sfruttare l'ambiente circostante al fine di fornire energia pulita ai cittadini, spesso andando in contro alle famiglie più povere, grazie al finanziamento di enti territoriali.

Uno degli esperimenti apripista è stato realizzato a San Giovanni a Teduccio, un quartiere difficile della periferia di Napoli.

Il progetto, promosso da Legambiente e finanziato dalla Fondazione Con il Sud, ha previsto la costituzione formale della prima Comunità Energetica e Solidale d'Italia, formata dalla Fondazione Famiglia di Maria e dalle 40 famiglie residenti in appartamenti limitrofi alla fondazione, che sono allacciate alla stessa cabina elettrica.

Sul tetto della fondazione è stato installato, dall'impresa 3E, un impianto fotovoltaico da 53 kW che, dall'aprile del 2021, fornisce energia pulita alla comunità, evitando così l'emissione nell'atmosfera di ben 650 tonnellate di anidride carbonica all'anno.

Il costo di realizzazione dell'impianto di 96.000€ è stato parzialmente (42%) sostenuto con le detrazioni fiscali previste dal Bonus Ristrutturazioni. Mediante l'utilizzo di dispositivi installati presso le proprie abitazioni, l'energia prelevata dai 40 membri della comunità è considerata dal GSE come "energia condivisa" e pertanto sottoposta agli incentivi.

Nell'arco di 25 anni, periodo di durata della garanzia dei moduli fotovoltaici, il totale degli incentivi ricevuti, detratte le spese di gestione, ammonterebbe ad oltre 200mila euro.

Considerando lo stesso periodo, si stima di generare un risparmio reale, in termini di minor energia elettrica consumata da tutti gli aderenti alla CER, pari a circa 300mila euro.

Questa Comunità Energetica è anche solidale, in quanto tra gli obiettivi vi è la rigenerazione della periferia dal punto di vista sociale ed economico, permettendo alle 40 famiglie di vedersi riconosciuto un incentivo, senza aver dovuto finanziare il progetto.

In Italia ci sono oltre due milioni di famiglie in condizione di povertà energetica ed è un problema che si può risolvere tramite l'autoproduzione e la condivisione di energia, oltre che attraverso un piano di interventi mirato alla responsabilizzazione dei consumatori.

Legambiente e la Fondazione Famiglia di Maria offrono pertanto servizi assistenziali alle famiglie destinatarie dell'intervento, organizzando percorsi formativi sulle modalità di approvvigionamento dell'energia rinnovabile e monitorando sia i consumi elettrici che le dispersioni di calore nelle abitazioni.

Si prevede anche di realizzare una campagna informativa sui vantaggi e le potenzialità delle Comunità Energetiche al fine di individuare ulteriori membri, supportare la creazione di nuove comunità e, più in generale, sensibilizzare i cittadini sul valore sociale, economico ed ambientale legato all'utilizzo delle fonti di energia rinnovabili.

Comunità significa soprattutto capacità di aggregazione a livello locale, con una logica che favorisca le persone e i territori, che rivendicano un ruolo nella creazione di valore attraverso l'innovazione nel modo di generare, consumare e gestire l'energia.

In tale contesto, il ruolo dei Comuni è centrale, soprattutto in Italia, la cui frammentazione amministrativa rappresenta un valore, in quanto facilita la comunicazione ed il coinvolgimento dei cittadini, grazie alla vicinanza fra elettori ed eletti.

Nel 2020, per esempio, a Magliano Alpi è nata la prima CER d'Italia, denominata "Energy City Hall", di cui referente è il sindaco Marco Bailo che intende costituire altre due CER entro il 2021. In qualità di coordinatore e prosumer, il Comune di Magliano Alpi ha messo a disposizione un impianto fotovoltaico capace di fornire una potenza massima di 20 kW.

Installato sul tetto del palazzo comunale, l'impianto è collegato al POD ("Point of Delivery", ovvero punto di fornitura) del Municipio e può condividere l'energia prodotta e non autoconsumata con la CER, attualmente formata dalle utenze della biblioteca, dalla palestra, dalle scuole e da un gruppo di cittadini e prosumer in costante aumento.

Il vincolo di essere connessi alla medesima sottostazione non ha impedito infatti a diversi cittadini di installare a loro volta nuovi impianti, diventando così prosumer.

Allo stesso impianto sono collegate anche diverse colonnine di ricarica per i veicoli elettrici, utilizzabili gratuitamente dai residenti.

L'obiettivo della Energy City Hall è quello di diventare un catalizzatore di questo tipo di iniziative ad alto valore aggiunto e a forte valenza conoscitiva oltre che tecnologica.

Per appassionare una platea ampia di persone, si è scelto infatti di coinvolgere nel progetto anche tecnici ed artigiani locali, proponendo nuovi modelli di business e nuovi prodotti finanziari.

La realtà condominiale ha iniziato anch'essa la propria affermazione in Italia nel 14 maggio 2021, quando a Pinerolo è stato inaugurato il primo Condominio Autoconsumatore Collettivo d'Italia, una Comunità Energetica finanziata da Acea Pinerolese Energie Nuove.

Con il 90% di energia autoprodotta e autoconsumata essa rappresenta un modello italiano da cui prendere spunto per la realtà condominiale.

Il condominio, che comprende una decina di appartamenti, è stato realizzato negli anni '60 e non è stato ristrutturato. Il progetto dimostra, pertanto, la convenienza nell'implementare questo modello di business anche senza dover approfittare degli incentivi proposti dal governo.

La costituzione di una CER, infatti, a livello condominiale e non solo implica:

- Alti margini di guadagno per le imprese partecipanti al progetto;
- Risparmio sui costi di energia per i cittadini e aumento del valore dei propri appartamenti;
- Nuovi posti di lavoro e sviluppo di un'economia più green;
- Acquisto o rafforzamento di know-how "spendibile" sul mercato;

Le imprese, i cittadini e i comuni hanno quindi dei vantaggi, amplificati dagli incentivi definiti dal governo, derivanti da nuove opportunità di business ecosostenibili.

Se tutti questi vantaggi sono presenti in modo significativo per un piccolo condominio, le opportunità in Italia sono notevoli, considerando le potenzialità dei restanti 1,2 milioni di condomini.

L' Acea Pinerolese Energie Nuove non si è limitata alla definizione di questo progetto. L'organizzazione coinvolge sei piccoli comuni e più di 80 imprese. Il gruppo ha un consumo globale di circa 17GWh all'anno, ma autoprodotta per il 99% da fonte rinnovabile, con la restante quota coperta da una centrale che sfrutta il biometano e il biogas dai rifiuti.

Il piano strategico del gruppo ha definito così una serie di obiettivi:

- Ridurre il consumo di energia attraverso operazioni di efficientamento e di riorganizzazione delle attività produttive;
- Aumentare l'utilizzo di veicoli elettrici e delle colonnine di ricarica per lo storage;
- Aumentare la capacità di produzione per generare surplus;
- Aumentare le dimensioni del gruppo.

Sono diverse le agenzie locali, università e cooperative che collaborano nella realizzazione di questi tipi di progetti. In via di completamento (inaugurazione prevista per il 2022) è per esempio il progetto "GECO", condotto da ENEA e l'Università di Bologna, che porterà alla creazione di una Comunità Energetica nel quartiere di Pilastro-Roveri, nell'area sud-orientale di Bologna.

L'obiettivo è quello di rendere il sistema energetico locale più efficiente e resiliente, puntando sulla figura del prosumer. Il progetto si propone di affrontare gli aspetti sociali, tecnici ed economici legati alla creazione di una CER, col fine di aumentare la sostenibilità ambientale, ridurre la povertà energetica e generare un ciclo economico a basse emissioni di carbonio.

I progetti e le realizzazioni discusse sono quindi supportati nella pianificazione dalle università presenti sul territorio circostante, con l'aiuto di imprese, cittadini e cooperative, oltre che dalla pubblica amministrazione. Il nuovo paradigma, infatti, infonde consapevolezza alle parti interessate, portando benefici economici, sociali ed ambientali.

L'Italia è tra i migliori al mondo nella valorizzazione dell'energia proveniente da fonti rinnovabili, grazie anche alla diffusione di start-up innovative che puntano sull'intelligenza artificiale per adeguare il funzionamento delle macchine alle condizioni variabili della natura.

La società Windcity S.r.l, per esempio, ha progettato una turbina eolica in grado di autoalimentarsi con il vento, come farebbe una barca a vela "intelligente", adattandosi a venti deboli che cambiano direzione continuamente (condizione tipica delle città).

La competenza italiana potrebbe essere così sfruttata anche nei Paesi in via di sviluppo per indirizzarli fin da subito verso un'economia ecosostenibile.

L'Africa, per esempio, è un continente che sta crescendo in modo esponenziale, in parallelo all'elettrificazione, ma ad oggi solo il 70% delle abitazioni è fornita di energia elettrica. In Costa d'Avorio, per esempio, la classe media è in espansione, così come la richiesta di nuove abitazioni, ma molte zone sono ancora al buio.

In concomitanza con l'Italia è nato pertanto un progetto di Comunità Energetica che propone la costruzione di un quartiere composto da 6.000 appartamenti, in cui gli edifici, che saranno dotati di una struttura interna a bassa dispersione termica, saranno coperti da pannelli fotovoltaici, in modo da soddisfare l'intero fabbisogno energetico del quartiere, con il supporto dato dai sistemi di accumulo e dalle turbine eoliche, senza trascurare la pianificazione di un processo di responsabilizzazione del consumatore che limiterà i consumi energetici.

Sviluppare questo tipo di progetti in questi Paesi, oltre che a garantire un fruttuoso scambio di conoscenza, porterebbe nuove opportunità commerciali per le imprese italiane e potrebbe salvare il clima da eventuali sviluppi sbagliati di quelle terre.

3. APPLICAZIONE IN AMBITO CONDOMINIALE

In questo capitolo si progetta un'applicazione di Comunità Energetica con l'obiettivo di valutare il beneficio per la Comunità e per la singola famiglia.

Per effettuare i calcoli si utilizzano diverse stime e considerazioni provenienti dall'Autorità di regolazione per energia reti e ambiente (ARERA) e da diverse imprese locali del settore energetico.

L'analisi coinvolge 11 condomini per un totale di 97 alloggi di proprietà dell'ATC Piemonte Centrale (Agenzia Territoriale per la Casa), l'Ente pubblico incaricato all'assegnazione degli alloggi destinati all'Edilizia Sociale.

Per ogni alloggio si conosce la superficie netta in m², l'ubicazione e la composizione del nucleo familiare. Sul tetto di ogni edificio è installato un impianto fotovoltaico di cui si conoscono le principali caratteristiche, tra cui la potenza nominale.

Tutti gli alloggi sono situati nel quartiere di Via Arquata presso Torino e si assume abbiano le stesse caratteristiche di costruzione, dato che tutti gli edifici sono stati realizzati negli anni '20.

In prima analisi, considerando la numerosità del nucleo familiare e la superficie netta dell'abitazione, si ipotizza il numero di persone che abitano in ogni alloggio.

Per quanto riguarda i consumi di energia termica si assume che ogni alloggio consuma una certa quantità di gas naturale per il riscaldamento, per l'acqua calda e per l'utilizzo di un piano cottura classico, quindi non elettrico o a induzione.

Per stimare il consumo, calcolato in Standard Metri Cubi (SMC), si è utilizzato lo strumento fornito da ARERA che utilizza come parametri l'ubicazione, la superficie netta dell'alloggio e il numero di persone che vi ci abitano.

Per la Città di Torino si prevedono le seguenti stime:

Riscaldamento = 16,5 SMC/m²

Cucina = 35 SMC fino a 2 persone
70 SMC fino a 4 persone

Acqua calda = 60 SMC per 1 persona
100 SMC per 2 persone
150 SMC per 3 persone
200 SMC per 4 persone

Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica la stima considera la superficie netta dell'alloggio e il numero di persone che vi ci abitano, tenendo conto che all'aumentare della metratura cresce la disponibilità economica della famiglia, infatti una famiglia che abita in un alloggio grande tendenzialmente consuma di più rispetto ad un'altra famiglia che abita in un alloggio piccolo, dove probabilmente utilizza meno elettrodomestici per questioni anche dimensionali (Tabella 3.1).

Tabella 3.1: I consumi di energia elettrica assegnati per ogni tipo di alloggio.

Fonte: Elaborazione su dati ARERA

Superficie netta dell'alloggio	Abitanti per alloggio	Consumo annuale
Fino a 40 m ²	1	360 kWh
	2	660 kWh
	3	900 kWh
	4	1200 kWh
Fino a 60 m ²	1	1440 kWh
	2	1680 kWh
	3	2100 kWh
	4	2400 kWh
Fino a 80 m ²	1	1780 kWh
	2	2700 kWh
	3	3300 kWh
	4	3600 kWh

Per entrambi le tipologie di consumo si ipotizza che ogni intestatario del contratto sia residente nella Città di Torino e che tutti gli abitanti utilizzano il proprio alloggio nell'arco di tutto l'anno.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, l'analisi prevede che ogni alloggio dispone di un livello di potenza pari a 3 kW e che il consumo sia suddiviso in tre fasce orarie (Tabella 3.2).

Tabella 3.2: Le quote di consumo di energia elettrica assegnate per ogni alloggio.

Fonte: ARERA

Fascia	Quota di consumo assegnata	Ore
F1	33%	Di punta
F2	31%	Intermedie
F3	36%	Fuori punta

Nella stima dei consumi non rientrano le spese comuni del condominio come l'illuminazione delle scale e il funzionamento dei cancelli elettrici. Ogni condominio analizzato è costituito da tre piani più il piano terra e non sono presenti ascensori.

Per la stima dei prezzi si utilizza il Portale delle Offerte, il comparatore pubblico online messo a disposizione da ARERA, che raccoglie e pubblica tutte le offerte presenti sul mercato.

Per una maggiore continuità si è previsto di utilizzare le tariffe di maggior tutela, non considerando le molteplici offerte provenienti dal mercato libero che, pur essendo più appetibili, presentano un'alta variabilità

Per l'energia termica si analizza lo scenario in cui i condòmini decidano di unirsi al fine di risparmiare sull'acquisto del gas naturale, in una logica di mercato all'ingrosso, mentre il caso dell'energia elettrica considera anche l'autoconsumo e prevede, per coloro che consumano di meno, un'eventuale opportunità di guadagno.

I calcoli e le stime utilizzate nell'analisi fanno riferimento ad una base annuale, ma in realtà andrebbero fatti istante per istante, in modo da ottimizzare il sistema energetico.

L'analisi non considera le spese amministrative di gestione e i costi fissi, come i costi di installazione, in quanto variabili che dipendono dagli stakeholders coinvolti e dalla tecnologia usata.

I vari bonus emanati dal governo italiano possono comunque essere applicati al fine di migliorare l'efficienza energetica e la convenienza economica nel realizzare questo tipo di soluzioni.

3.1 Comunità sull'energia termica

L'unità di misura usata per il gas naturale è lo Standard Metro Cubo, in quanto la temperatura e la pressione, variabili che incidono sul volume, hanno valori tipici che variano in base ad alcuni fattori, quali la località. La misura effettuata dal contatore va quindi moltiplicata per un coefficiente C di conversione per ottenere il consumo di gas naturale in termini di SMC. Per esempio, se C fosse pari a 0,991726 una misura di 1000 m³ corrisponderebbe a 991,726 SMC di gas naturale.

Il mercato dell'energia è un mercato all'ingrosso, pertanto la logica consiste nel fissare un prezzo unitario che decresce all'aumentare della quantità acquistata, seguendo quindi una struttura degressiva.

L'obiettivo di questa analisi è capire quando ai consumatori conviene unirsi per diventare "larghi consumatori", pertanto si sono confrontati i costi di due tipi di configurazioni:

- Caldaia autonoma ubicata in ogni alloggio del condominio, utilizzata per cucina, acqua calda e riscaldamento;
- Caldaia centralizzata, utilizzata da tutti i condòmini per cucina, acqua calda e riscaldamento;

Nel caso di caldaia centralizzata, l'utilizzo delle valvole termostatiche e dei contatori permettono di suddividere il consumo totale tra gli alloggi del condominio, distribuendo equamente la spesa in base alla quota di consumo.

Anche per questioni di riservatezza, ad ogni edificio è stato assegnato un codice univoco, in modo da identificare ogni alloggio in maniera immediata (da Tabella 3.1.1 a Tabella 3.1.7).

Tabella 3.1.1: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edificio 1).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
1	1	1	32,45	630	548,65 €	478,99 €	69,66 €	45,72 €	39,92 €	5,80 €
1	2	1	32,12	625	544,89 €	475,19 €	69,70 €	45,41 €	39,60 €	5,81 €
1	3	2	54,03	1026	847,21 €	780,07 €	67,14 €	70,60 €	65,01 €	5,59 €
1	4	1	32,45	630	548,65 €	478,99 €	69,66 €	45,72 €	39,92 €	5,80 €
1	5	1	31,8	620	541,12 €	471,39 €	69,73 €	45,09 €	39,28 €	5,81 €
1	6	1	54,03	986	817,06 €	749,66 €	67,40 €	68,09 €	62,47 €	5,62 €
1	7	2	32,45	670	578,81 €	509,40 €	69,41 €	48,23 €	42,45 €	5,78 €
1	8	1	31,8	620	541,12 €	471,39 €	69,73 €	45,09 €	39,28 €	5,81 €
1	9	3	54,03	1111	911,30 €	844,70 €	66,60 €	75,94 €	70,39 €	5,55 €
1	10	1	33,95	655	567,50 €	498,00 €	69,50 €	47,29 €	41,50 €	5,79 €
1	11	3	66,15	1311	1.062,04 €	996,76 €	65,28 €	88,50 €	83,06 €	5,44 €
1	12	1	32,2	626	545,64 €	475,95 €	69,69 €	45,47 €	39,66 €	5,81 €
1	13	1	53,65	980	812,53 €	745,10 €	67,43 €	67,71 €	62,09 €	5,62 €
1	TOT	19	541,11	10490	8.866,52 €	7.975,60 €	890,92 €	738,88 €	664,63 €	74,24 €

Tabella 3.1.2: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edificio 2).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
2	1	1	32,45	630	548,65 €	482,30 €	66,35 €	45,72 €	40,19 €	5,53 €
2	2	1	31,8	620	541,12 €	474,65 €	66,47 €	45,09 €	39,55 €	5,54 €
2	3	1	35,53	681	587,11 €	521,35 €	65,76 €	48,93 €	43,45 €	5,48 €
2	4	1	32,45	630	548,65 €	482,30 €	66,35 €	45,72 €	40,19 €	5,53 €
2	5	1	31,8	620	541,12 €	474,65 €	66,47 €	45,09 €	39,55 €	5,54 €
2	6	1	54,03	986	817,06 €	754,84 €	62,22 €	68,09 €	62,90 €	5,18 €
2	7	1	32,45	630	548,65 €	482,30 €	66,35 €	45,72 €	40,19 €	5,53 €
2	8	1	31,8	620	541,12 €	474,65 €	66,47 €	45,09 €	39,55 €	5,54 €
2	9	2	36,03	729	623,29 €	558,09 €	65,20 €	51,94 €	46,51 €	5,43 €
2	10	1	33,95	655	567,50 €	501,44 €	66,06 €	47,29 €	41,79 €	5,50 €
2	11	1	32,2	626	545,64 €	479,24 €	66,40 €	45,47 €	39,94 €	5,53 €
2	12	2	53,65	1020	842,69 €	780,87 €	61,82 €	70,22 €	65,07 €	5,15 €
2	TOT	14	438,14	8447	7.252,60 €	6.466,68 €	785,92 €	604,38 €	538,89 €	65,49 €

Tabella 3.1.3: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edifici 3-4).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
3	1	2	50,45	967	802,73 €	799,79 €	2,94 €	66,89 €	66,65 €	0,25 €
3	2	2	51,18	979	811,78 €	809,71 €	2,07 €	67,65 €	67,48 €	0,17 €
3	3	1	32,35	629	547,90 €	520,23 €	27,67 €	45,66 €	43,35 €	2,31 €
3	4	4	69,28	1413	1.138,91 €	1.168,66 €	- 29,75 €	94,91 €	97,39 €	- 2,48 €
3	5	2	50,45	967	802,73 €	799,79 €	2,94 €	66,89 €	66,65 €	0,25 €
3	6	1	69,18	1236	1.005,52 €	1.022,27 €	- 16,75 €	83,79 €	85,19 €	- 1,40 €
3	7	2	52	993	822,33 €	821,29 €	1,04 €	68,53 €	68,44 €	0,09 €
3	8	2	51,35	982	814,04 €	812,19 €	1,85 €	67,84 €	67,68 €	0,15 €
3	TOT	16	426,24	8166	6.745,94 €	6.753,93 €	- 7,99 €	562,16 €	562,83 €	- 0,67 €
4	1	1	50,45	927	772,57 €	772,66 €	- 0,09 €	64,38 €	64,39 €	- 0,01 €
4	2	2	51,18	979	811,78 €	816,00 €	- 4,22 €	67,65 €	68,00 €	- 0,35 €
4	3	1	50,45	927	772,57 €	772,66 €	- 0,09 €	64,38 €	64,39 €	- 0,01 €
4	4	2	51,18	979	811,78 €	816,00 €	- 4,22 €	67,65 €	68,00 €	- 0,35 €
4	5	1	50,45	927	772,57 €	772,66 €	- 0,09 €	64,38 €	64,39 €	- 0,01 €
4	6	1	51,18	939	781,62 €	782,66 €	- 1,04 €	65,14 €	65,22 €	- 0,09 €
4	7	1	52	953	792,18 €	794,33 €	- 2,15 €	66,02 €	66,19 €	- 0,18 €
4	8	2	51,35	982	814,04 €	818,50 €	- 4,46 €	67,84 €	68,21 €	- 0,37 €
4	TOT	11	408,24	7613	6.329,11 €	6.345,49 €	- 16,38 €	527,43 €	528,79 €	- 1,36 €

Tabella 3.1.4: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edifici 5-6).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
5	1	2	50,45	967	802,73 €	741,44 €	61,29 €	66,89 €	61,79 €	5,11 €
5	2	2	52,18	996	824,60 €	763,68 €	60,92 €	68,72 €	63,64 €	5,08 €
5	3	1	50,45	927	772,57 €	710,77 €	61,80 €	64,38 €	59,23 €	5,15 €
5	4	2	51,18	979	811,78 €	750,64 €	61,14 €	67,65 €	62,55 €	5,09 €
5	5	1	50,45	927	772,57 €	710,77 €	61,80 €	64,38 €	59,23 €	5,15 €
5	6	3	69,18	1361	1.099,72 €	1.043,54 €	56,18 €	91,64 €	86,96 €	4,68 €
5	7	2	52	993	822,33 €	761,38 €	60,95 €	68,53 €	63,45 €	5,08 €
5	8	1	51,35	942	783,88 €	722,27 €	61,61 €	65,32 €	60,19 €	5,13 €
5	TOT	14	427,24	8092	6.690,18 €	6.204,49 €	485,69 €	557,52 €	517,04 €	40,47 €
6	1	1	32,45	630	548,65 €	515,15 €	33,50 €	45,72 €	42,93 €	2,79 €
6	2	1	31,8	620	541,12 €	506,97 €	34,15 €	45,09 €	42,25 €	2,85 €
6	3	1	54,03	986	817,06 €	806,25 €	10,81 €	68,09 €	67,19 €	0,90 €
6	4	1	32,45	630	548,65 €	515,15 €	33,50 €	45,72 €	42,93 €	2,79 €
6	5	1	31,8	620	541,12 €	506,97 €	34,15 €	45,09 €	42,25 €	2,85 €
6	6	1	54,03	986	817,06 €	806,25 €	10,81 €	68,09 €	67,19 €	0,90 €
6	7	1	32,45	630	548,65 €	515,15 €	33,50 €	45,72 €	42,93 €	2,79 €
6	8	1	31,8	620	541,12 €	506,97 €	34,15 €	45,09 €	42,25 €	2,85 €
6	9	3	54,03	1111	911,30 €	908,46 €	2,84 €	75,94 €	75,71 €	0,24 €
6	10	1	33,95	655	567,50 €	535,59 €	31,91 €	47,29 €	44,63 €	2,66 €
6	11	1	32,2	626	545,64 €	511,88 €	33,76 €	45,47 €	42,66 €	2,81 €
6	12	2	53,65	1020	842,69 €	834,05 €	8,64 €	70,22 €	69,50 €	0,72 €
6	TOT	15	474,64	9134	7.770,56 €	7.468,87 €	301,69 €	647,55 €	622,41 €	25,14 €

Tabella 3.1.5: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edifici 7-8).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
7	1	2	50,45	967	802,73 €	742,40 €	60,33 €	66,89 €	61,87 €	5,03 €
7	2	1	51,18	939	781,62 €	720,90 €	60,72 €	65,14 €	60,07 €	5,06 €
7	3	2	50,45	967	802,73 €	742,40 €	60,33 €	66,89 €	61,87 €	5,03 €
7	4	1	51,18	939	781,62 €	720,90 €	60,72 €	65,14 €	60,07 €	5,06 €
7	5	2	50,45	967	802,73 €	742,40 €	60,33 €	66,89 €	61,87 €	5,03 €
7	6	3	51,18	1064	875,86 €	816,87 €	58,99 €	72,99 €	68,07 €	4,92 €
7	7	2	52	993	822,33 €	762,36 €	59,97 €	68,53 €	63,53 €	5,00 €
7	8	2	51,35	982	814,04 €	753,91 €	60,13 €	67,84 €	62,83 €	5,01 €
7	TOT	15	408,24	7818	6.483,66 €	6.002,12 €	481,54 €	540,31 €	500,18 €	40,13 €
8	1	3	50,45	1052	866,82 €	873,12 €	- 6,30 €	72,24 €	72,76 €	- 0,53 €
8	2	1	51,18	939	781,62 €	779,34 €	2,28 €	65,14 €	64,94 €	0,19 €
8	3	1	50,45	927	772,57 €	769,38 €	3,19 €	64,38 €	64,11 €	0,27 €
8	4	1	51,18	939	781,62 €	779,34 €	2,28 €	65,14 €	64,94 €	0,19 €
8	5	1	50,45	927	772,57 €	769,38 €	3,19 €	64,38 €	64,11 €	0,27 €
8	6	2	51,18	979	811,78 €	812,54 €	- 0,76 €	67,65 €	67,71 €	- 0,06 €
8	7	3	52	1078	886,42 €	894,70 €	- 8,28 €	73,87 €	74,56 €	- 0,69 €
8	8	3	51,35	1067	878,12 €	885,57 €	- 7,45 €	73,18 €	73,80 €	- 0,62 €
8	TOT	15	408,24	7908	6.551,52 €	6.563,37 €	- 11,85 €	545,96 €	546,95 €	- 0,99 €

Tabella 3.1.6: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edifici 9-10).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
9	1	1	50,45	927	772,57 €	712,25 €	60,32 €	64,38 €	59,35 €	5,03 €
9	2	2	51,18	979	811,78 €	752,20 €	59,58 €	67,65 €	62,68 €	4,96 €
9	3	1	50,45	927	772,57 €	712,25 €	60,32 €	64,38 €	59,35 €	5,03 €
9	4	1	51,18	939	781,62 €	721,47 €	60,15 €	65,14 €	60,12 €	5,01 €
9	5	1	50,45	927	772,57 €	712,25 €	60,32 €	64,38 €	59,35 €	5,03 €
9	6	1	51,18	939	781,62 €	721,47 €	60,15 €	65,14 €	60,12 €	5,01 €
9	7	1	52	953	792,18 €	732,23 €	59,95 €	66,02 €	61,02 €	5,00 €
9	8	3	51,35	1067	878,12 €	819,82 €	58,30 €	73,18 €	68,32 €	4,86 €
9	TOT	11	408,24	7658	6.363,03 €	5.883,94 €	479,09 €	530,25 €	490,33 €	39,92 €
10	1	1	50,45	927	772,57 €	712,37 €	60,20 €	64,38 €	59,36 €	5,02 €
10	2	2	51,18	979	811,78 €	752,33 €	59,45 €	67,65 €	62,69 €	4,95 €
10	3	1	50,45	927	772,57 €	712,37 €	60,20 €	64,38 €	59,36 €	5,02 €
10	4	2	51,18	979	811,78 €	752,33 €	59,45 €	67,65 €	62,69 €	4,95 €
10	5	1	50,45	927	772,57 €	712,37 €	60,20 €	64,38 €	59,36 €	5,02 €
10	6	1	51,18	939	781,62 €	721,60 €	60,02 €	65,14 €	60,13 €	5,00 €
10	7	2	50,45	967	802,73 €	743,11 €	59,62 €	66,89 €	61,93 €	4,97 €
10	8	2	51,18	979	811,78 €	752,33 €	59,45 €	67,65 €	62,69 €	4,95 €
10	TOT	12	406,52	7624	6.337,40 €	5.858,83 €	478,57 €	528,12 €	488,24 €	39,88 €

Tabella 3.1.7: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata (edificio 11).

Codice edificio	Codice alloggio	NUMERO ABITANTI	Superficie netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
11	1	1	31,8	620	541,12 €	470,31 €	70,81 €	45,09 €	39,19 €	5,90 €
11	2	3	68,82	1356	1.095,95 €	1.028,61 €	67,34 €	91,33 €	85,72 €	5,61 €
11	3	1	34,66	667	576,55 €	505,96 €	70,59 €	48,05 €	42,16 €	5,88 €
11	4	1	56,38	1025	846,46 €	777,53 €	68,93 €	70,54 €	64,79 €	5,74 €
11	5	1	31,8	620	541,12 €	470,31 €	70,81 €	45,09 €	39,19 €	5,90 €
11	6	1	34,16	659	570,52 €	499,89 €	70,63 €	47,54 €	41,66 €	5,89 €
11	7	2	56,38	1065	876,62 €	807,87 €	68,75 €	73,05 €	67,32 €	5,73 €
11	8	1	34,66	667	576,55 €	505,96 €	70,59 €	48,05 €	42,16 €	5,88 €
11	9	1	34,16	659	570,52 €	499,89 €	70,63 €	47,54 €	41,66 €	5,89 €
11	10	1	56,38	1025	846,46 €	777,53 €	68,93 €	70,54 €	64,79 €	5,74 €
11	11	1	34,83	670	578,81 €	508,24 €	70,57 €	48,23 €	42,35 €	5,88 €
11	12	1	35,42	679	585,60 €	515,06 €	70,54 €	48,80 €	42,92 €	5,88 €
11	13	2	54	1026	847,21 €	778,28 €	68,93 €	70,60 €	64,86 €	5,74 €
11	14	1	34,66	667	576,55 €	505,96 €	70,59 €	48,05 €	42,16 €	5,88 €
11	TOT	18	598,11	11405	9.630,04 €	8.651,40 €	978,64 €	802,50 €	720,95 €	81,55 €

Nella stragrande maggioranza dei casi è evidente la convenienza nel passaggio ad una caldaia centralizzata, in quanto si acquista una notevole quantità di gas naturale ad un prezzo unitario ridotto.

Per esempio, in Tabella 3.1.7, il condòmino dell'alloggio "1" dell'edificio "11" consuma circa 620 SMC all'anno di gas naturale per un prezzo che, nel caso utilizzi una caldaia autonoma, risulta pari a 541,12 €.

In questo caso il prezzo unitario è di circa 1,146 €/SMC ma nel caso si utilizzasse una caldaia centralizzata sarebbe di 0,759 €/SMC, per un risparmio sulla bolletta mensile di poco inferiore ai 6 €.

Per alcuni alloggi degli edifici "3", "4" e "8" non risulta però conveniente utilizzare una caldaia centralizzata, bensì una caldaia autonoma.

Il prezzo applicato ai condomini è infatti soggetto ad una parte fissa e ad una variabile che dipendono dalla località.

Nel caso in esame, ai condomini della zona Nord-occidentale, rispetto al singolo alloggio, si applica una spesa per la materia energia più elevata di circa 20 €/anno, inoltre gli oneri di sistema, che variano a seconda della classe di consumo, sono leggermente più alti.

La ragione principale sta però nel fatto che ARERA impone a tutte le società di distribuzione del gas di applicare una tariffa fissa che cambia in base alla classe del contatore e alla zona tariffaria di riferimento (Tabella 3.1.8).

Tabella 3.1.8: Le quote annuali dei contatori.

Fonte: ARERA

		CLASSE CONTATORE		
		Da G4 a G6	Da G10 a G40	Oltre G40
A M B I T O	NORD- OCCIDENTALE	63,99 €	489,57 €	1091,32 €
	NORD-ORIENTALE	53,91 €	411,17 €	1024,00 €
	CENTRALE	60,47 €	447,50 €	989,35 €
	CENTRO-SUD- ORIENTALE	55,15 €	404,75 €	920,81 €
	CENTRO-SUD- OCCIDENTALE	71,68 €	543,16 €	1187,19 €
	MERIDIONALE	77,40 €	538,27 €	1340,58 €

Il G4 è il contatore domestico più diffuso mentre il G10 è adatto ai condomini, in quanto dotato di una portata e di una potenza maggiore.

Queste variabili accrescono dunque il prezzo unitario applicato all'intero condominio, in caso di caldaia centralizzata. Questo fenomeno negativo, se maggiore dell'effetto positivo dovuto alla logica di mercato all'ingrosso, porta ad un "risparmio negativo", ossia risulta che conviene utilizzare la caldaia autonoma, poiché è minore il prezzo unitario applicato.

L'effetto risultante per la singola abitazione, positivo o negativo, è tanto più corposo quanto più alta è la differenza tra la quota di consumo dell'alloggio e la media del condominio.

Il fattore di scala, applicabile ai mercati all'ingrosso, può essere però ancora più determinante se più condomini si uniscono in comune, infatti, se gli edifici “3”, ”4” e “8” decidessero di condividere una caldaia più grande, il risparmio in bolletta aumenterebbe per tutti gli alloggi (Tabella 3.1.9).

Tabella 3.1.7: La comparazione economica tra caldaia autonoma e centralizzata nel caso di più edifici sottesi alla medesima rete termica (edifici 3-4-8).

Codice edificio	Codice alloggio	Numero abitanti	Sup. netta (m ²)	SMC TOTALE	COSTO TOT annuo con caldaia autonoma	COSTO TOT annuo con caldaia in comune	Differenza annuale	COSTO TOT mensile con caldaia autonoma	COSTO TOT mensile con caldaia in comune	Differenza mensile
3	1	2	50	967	802,73 €	723,51 €	79,22 €	66,89 €	60,29 €	6,60 €
3	2	2	51	979	811,78 €	732,49 €	79,29 €	67,65 €	61,04 €	6,61 €
3	3	1	32	629	547,90 €	470,62 €	77,28 €	45,66 €	39,22 €	6,44 €
3	4	4	69	1.413	1.138,91 €	1.057,21 €	81,70 €	94,91 €	88,10 €	6,81 €
3	5	2	50	967	802,73 €	723,51 €	79,22 €	66,89 €	60,29 €	6,60 €
3	6	1	69	1.236	1.005,52 €	924,78 €	80,74 €	83,79 €	77,06 €	6,73 €
3	7	2	52	993	822,33 €	742,96 €	79,37 €	68,53 €	61,91 €	6,61 €
3	8	2	51	982	814,04 €	734,73 €	79,31 €	67,84 €	61,23 €	6,61 €
4	1	1	50	927	772,57 €	693,58 €	78,99 €	64,38 €	57,80 €	6,58 €
4	2	2	51	979	811,78 €	732,49 €	79,29 €	67,65 €	61,04 €	6,61 €
4	3	1	50	927	772,57 €	693,58 €	78,99 €	64,38 €	57,80 €	6,58 €
4	4	2	51	979	811,78 €	732,49 €	79,29 €	67,65 €	61,04 €	6,61 €
4	5	1	50	927	772,57 €	693,58 €	78,99 €	64,38 €	57,80 €	6,58 €
4	6	1	51	939	781,62 €	702,56 €	79,06 €	65,14 €	58,55 €	6,59 €
4	7	1	52	953	792,18 €	713,04 €	79,14 €	66,02 €	59,42 €	6,60 €
4	8	2	51	982	814,04 €	734,73 €	79,31 €	67,84 €	61,23 €	6,61 €
8	1	3	50	1.052	866,82 €	787,11 €	79,71 €	72,24 €	65,59 €	6,64 €
8	2	1	51	939	781,62 €	702,56 €	79,06 €	65,14 €	58,55 €	6,59 €
8	3	1	50	927	772,57 €	693,58 €	78,99 €	64,38 €	57,80 €	6,58 €
8	4	1	51	939	781,62 €	702,56 €	79,06 €	65,14 €	58,55 €	6,59 €
8	5	1	50	927	772,57 €	693,58 €	78,99 €	64,38 €	57,80 €	6,58 €
8	6	2	51	979	811,78 €	732,49 €	79,29 €	67,65 €	61,04 €	6,61 €
8	7	3	52	1.078	886,42 €	806,56 €	79,86 €	73,87 €	67,21 €	6,65 €
8	8	3	51	1.067	878,12 €	798,33 €	79,79 €	73,18 €	66,53 €	6,65 €
3 + 4 + 8	TOT	42	1.243	23.687	19.626,57 €	17.722,64 €	1.903,93 €	1.635,55 €	1.476,89 €	158,66 €

Una caldaia condivisa comporta dunque benefici comuni, ma anche aspetti negativi, come il verificarsi di imprevisti che possono bloccare il funzionamento non ad un singolo alloggio ma, per esempio come in questo caso, a ben 42 alloggi. In certi casi, inoltre, non è possibile condividere una caldaia così grande per via di limiti dimensionali, anche perché più la caldaia è grande e quanto più sono richiesti spazi larghi per ragioni di sicurezza.

3.2 Comunità sull'energia elettrica

L'unità di misura della potenza nominale è il kilo Watt picco (kWp) che indica la potenza istantanea erogata da una cella o da un pannello fotovoltaico in determinate condizioni standard, cioè con irraggiamento di 1000 W/m^2 , temperatura ambiente di $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e angolo di incidenza tra radiazione solare e superficie pari a 48° , pertanto il rendimento di un impianto fotovoltaico dipende molto dalle condizioni metereologiche e quindi dalla stagione.

Tramite il PVGIS, uno strumento messo a disposizione dalla commissione europea, è possibile stimare la potenza totale media che un impianto potrebbe generare nell'arco di un anno. Su ogni edificio analizzato è installato un impianto fotovoltaico composto da moduli in silicio cristallino di cui si conoscono le potenze nominali. Per l'analisi si è previsto che ogni impianto avesse delle perdite di sistema pari al 14% e che ogni modulo fosse orientato e inclinato in maniera ottimale (Tabella 3.2.1).

Tabella 3.2.1: Le stime di produzione degli impianti fotovoltaici degli edifici analizzati.

Fonte: Elaborazione su dati ATC ed EU Science Hub (PVGIS).

Codice edificio	Potenza nominale	Produzione annuale stimata
1	9,20 kWp	12.299,5 kWh
2	9,20 kWp	12.299,5 kWh
3	10,92 kWp	14.598,9 kWh
4	9,46 kWp	12.647,1 kWh
5	9,84 kWp	13.155,1 kWh
6	9,24 kWp	12.353,0 kWh
7	9,24 kWp	12.353,0 kWh
8	11,07 kWp	14.799,5 kWh
9	9,84 kWp	13.155,1 kWh
10	11,07 kWp	14.799,5 kWh
11	10,92 kWp	14.598,9 kWh

In questo contesto si analizza l'ottica di autoproduzione e di autoconsumo applicata ai condomini analizzati, nello scenario in cui l'energia autoprodotta ma non autoconsumata dalla comunità si cede al GSE ad un prezzo di 0,10 €/kWh, mentre l'energia autoprodotta ma acquistata dai membri della comunità ha un prezzo di vendita pari a 0,15 €/kWh.

L'effetto della logica di mercato all'ingrosso in questo caso è molto meno accentuato, in quanto, autoproducendo energia, l'acquisto dalla rete nazionale risulta minimo e in alcuni casi addirittura azzerato, rendendo l'alloggio completamente autonomo, almeno per quanto riguarda l'energia elettrica (da Tabella 3.2.2 a Tabella 3.2.8).

Tabella 3.2.2: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edificio 1).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
1	1	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	2	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	3	1680	893,91	786,09	0,00	786,09	0,00	0,00	0,00	- €	- €	117,91 €	- €	117,91 €	274,11 €
1	4	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	5	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	6	1440	912,63	527,37	0,00	527,37	0,00	0,00	0,00	- €	- €	79,11 €	- €	79,11 €	278,27 €
1	7	660	973,47	0,00	313,47	0,00	0,00	313,47	0,00	47,02 €	- €	- €	- €	- 47,02 €	291,82 €
1	8	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	9	2100	861,15	1238,85	0,00	1238,85	0,00	0,00	0,00	- €	- €	185,83 €	- €	185,83 €	274,31 €
1	10	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	11	3300	767,55	2532,45	0,00	1691,93	840,52	0,00	0,00	- €	- €	253,79 €	270,93 €	524,72 €	155,07 €
1	12	360	996,87	0,00	636,87	0,00	0,00	636,87	0,00	95,53 €	- €	- €	- €	- 95,53 €	297,03 €
1	13	1440	912,63	527,37	0,00	527,37	0,00	0,00	0,00	- €	- €	79,11 €	- €	79,11 €	278,27 €
1	TOT	13140	12299,5	5.612,13	4.771,60	4.771,60	840,52	4.771,60	0,00	715,74 €	- €	715,74 €	270,93 €	270,93 €	3.631,08 €

Tabella 3.2.3: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edificio 2).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
2	1	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	2	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	3	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	4	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	5	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	6	1440	888,77	551,23	0,00	551,23	0,00	0,00	0,00	- €	- €	82,68 €	- €	82,68 €	274,70 €
2	7	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	8	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	9	660	1013,01	0,00	353,01	0,00	0,00	73,18	279,83	10,98 €	27,98 €	- €	- €	- 38,96 €	283,76 €
2	10	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	11	360	1060,79	0,00	700,79	0,00	0,00	145,28	555,52	21,79 €	55,55 €	- €	- €	- 77,34 €	278,84 €
2	12	1680	850,55	829,45	0,00	829,45	0,00	0,00	0,00	- €	- €	124,42 €	- €	124,42 €	267,60 €
2	TOT	7020	12299,5	1.380,7	6.660,15	1.380,68	0,00	1.380,68	5.279,47	207,10 €	527,95 €	207,10 €	- €	- 527,95 €	3.335,65 €

Tabella 3.2.4: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edifici 3-4).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
3	1	1680	1848,18	0,00	168,18	0,00	0,00	168,18	0,00	25,23 €	- €	- €	- €	- 25,23 €	417,25 €
3	2	1680	1848,18	0,00	168,18	0,00	0,00	168,18	0,00	25,23 €	- €	- €	- €	- 25,23 €	417,25 €
3	3	360	2034,70	0,00	1674,70	0,00	0,00	1674,70	0,00	251,21 €	- €	- €	- €	- 251,21 €	452,71 €
3	4	3600	1576,89	2023,11	0,00	1862,05	161,06	0,00	0,00	- €	- €	279,31 €	172,77 €	452,08 €	285,99 €
3	5	1680	1848,18	0,00	168,18	0,00	0,00	168,18	0,00	25,23 €	- €	- €	- €	- 25,23 €	417,25 €
3	6	2400	1746,45	653,55	0,00	653,55	0,00	0,00	0,00	- €	- €	98,03 €	- €	98,03 €	412,90 €
3	7	1680	1848,18	0,00	168,18	0,00	0,00	168,18	0,00	25,23 €	- €	- €	- €	- 25,23 €	417,25 €
3	8	1680	1848,18	0,00	168,18	0,00	0,00	168,18	0,00	25,23 €	- €	- €	- €	- 25,23 €	417,25 €
3	TOT	14760,00	14598,9	2676,66	2.515,60	2.515,60	161,06	2.515,60	0,00	377,34 €	- €	377,34 €	172,77 €	172,77 €	3.237,83 €
4	1	1440	1594,17	0,00	154,17	0,00	0,00	72,76	81,41	10,91 €	8,14 €	- €	- €	- 19,05 €	376,43 €
4	2	1680	1558,74	121,26	0,00	121,26	0,00	0,00	0,00	- €	- €	18,19 €	- €	18,19 €	373,83 €
4	3	1440	1594,17	0,00	154,17	0,00	0,00	72,76	81,41	10,91 €	8,14 €	- €	- €	- 19,05 €	376,43 €
4	4	1680	1558,74	121,26	0,00	121,26	0,00	0,00	0,00	- €	- €	18,19 €	- €	18,19 €	373,83 €
4	5	1440	1594,17	0,00	154,17	0,00	0,00	72,76	81,41	10,91 €	8,14 €	- €	- €	- 19,05 €	376,43 €
4	6	1440	1594,17	0,00	154,17	0,00	0,00	72,76	81,41	10,91 €	8,14 €	- €	- €	- 19,05 €	376,43 €
4	7	1440	1594,17	0,00	154,17	0,00	0,00	72,76	81,41	10,91 €	8,14 €	- €	- €	- 19,05 €	376,43 €
4	8	1680	1558,74	121,26	0,00	121,26	0,00	0,00	0,00	- €	- €	18,19 €	- €	18,19 €	373,83 €
4	TOT	12240	12647,1	363,78	770,84	363,78	0,00	363,78	407,06	54,57 €	40,71 €	54,57 €	- €	- 40,71 €	3.003,67 €

Tabella 3.2.5: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edifici 5-6).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
5	1	1680	1659,13	20,87	0,00	20,87	0,00	0,00	0,00	- €	- €	3,13 €	- €	3,13 €	388,89 €
5	2	1680	1659,13	20,87	0,00	20,87	0,00	0,00	0,00	- €	- €	3,13 €	- €	3,13 €	388,89 €
5	3	1440	1690,58	0,00	250,58	0,00	0,00	250,58	0,00	37,59 €	- €	- €	- €	- 37,59 €	394,97 €
5	4	1680	1659,13	20,87	0,00	20,87	0,00	0,00	0,00	- €	- €	3,13 €	- €	3,13 €	388,89 €
5	5	1440	1690,58	0,00	250,58	0,00	0,00	250,58	0,00	37,59 €	- €	- €	- €	- 37,59 €	394,97 €
5	6	3300	1446,82	1853,18	0,00	668,27	1184,91	0,00	0,00	- €	- €	100,24 €	320,57 €	420,81 €	258,98 €
5	7	1680	1659,13	20,87	0,00	20,87	0,00	0,00	0,00	- €	- €	3,13 €	- €	3,13 €	388,89 €
5	8	1440	1690,58	0,00	250,58	0,00	0,00	250,58	0,00	37,59 €	- €	- €	- €	- 37,59 €	394,97 €
5	TOT	14340	13155,1	1936,66	751,75	751,75	1.184,91	751,75	0,00	112,76 €	- €	112,76 €	320,57 €	320,57 €	2.999,44 €
6	1	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	2	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	3	1440	953,49	486,51	0,00	486,51	0,00	0,00	0,00	- €	- €	72,98 €	- €	72,98 €	284,40 €
6	4	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	5	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	6	1440	953,49	486,51	0,00	486,51	0,00	0,00	0,00	- €	- €	72,98 €	- €	72,98 €	284,40 €
6	7	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	8	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	9	2100	875,80	1224,20	0,00	1224,20	0,00	0,00	0,00	- €	- €	183,63 €	- €	183,63 €	276,51 €
6	10	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	11	360	1080,62	0,00	720,62	0,00	0,00	369,00	351,62	55,35 €	35,16 €	- €	- €	- 90,51 €	292,01 €
6	12	1680	925,24	754,76	0,00	754,76	0,00	0,00	0,00	- €	- €	113,21 €	- €	113,21 €	278,81 €
6	TOT	9540	12353	2952,00	5764,95	2952,00	0,00	2952,00	2812,95	442,80 €	281,30 €	442,80 €	- €	- 281,30 €	3.460,22 €

Tabella 3.2.6: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edifici 7-8).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
7	1	1680	1543,13	136,87	0,00	28,46	108,42	0,00	0,00	- €	- €	4,27 €	165,27 €	169,54 €	222,48 €
7	2	1440	1574,78	0,00	134,78	0,00	0,00	134,78	0,00	20,22 €	- €	- €	- €	- 20,22 €	377,60 €
7	3	1680	1543,13	136,87	0,00	28,46	108,42	0,00	0,00	- €	- €	4,27 €	165,27 €	169,54 €	222,48 €
7	4	1440	1574,78	0,00	134,78	0,00	0,00	134,78	0,00	20,22 €	- €	- €	- €	- 20,22 €	377,60 €
7	5	1680	1543,13	136,87	0,00	28,46	108,42	0,00	0,00	- €	- €	4,27 €	165,27 €	169,54 €	222,48 €
7	6	2100	1487,74	612,26	0,00	127,29	484,97	0,00	0,00	- €	- €	19,09 €	219,54 €	238,63 €	221,51 €
7	7	1680	1543,13	136,87	0,00	28,46	108,42	0,00	0,00	- €	- €	4,27 €	165,27 €	169,54 €	222,48 €
7	8	1680	1543,13	136,87	0,00	28,46	108,42	0,00	0,00	- €	- €	4,27 €	165,27 €	169,54 €	222,48 €
7	TOT	13380	12353	1296,62	269,57	269,57	1027,05	269,57	0,00	40,44 €	- €	40,44 €	1.045,89 €	1.045,89 €	2.089,11 €
8	1	2100	1791,08	308,92	0,00	308,92	0,00	0,00	0,00	- €	- €	46,34 €	- €	46,34 €	413,80 €
8	2	1440	1892,63	0,00	452,63	0,00	0,00	211,20	241,44	31,68 €	24,14 €	- €	- €	- 55,82 €	413,20 €
8	3	1440	1892,63	0,00	452,63	0,00	0,00	211,20	241,44	31,68 €	24,14 €	- €	- €	- 55,82 €	413,20 €
8	4	1440	1892,63	0,00	452,63	0,00	0,00	211,20	241,44	31,68 €	24,14 €	- €	- €	- 55,82 €	413,20 €
8	5	1440	1892,63	0,00	452,63	0,00	0,00	211,20	241,44	31,68 €	24,14 €	- €	- €	- 55,82 €	413,20 €
8	6	1680	1855,70	0,00	175,70	0,00	0,00	81,98	93,72	12,30 €	9,37 €	- €	- €	- 21,67 €	413,69 €
8	7	2100	1791,08	308,92	0,00	308,92	0,00	0,00	0,00	- €	- €	46,34 €	- €	46,34 €	413,80 €
8	8	2100	1791,08	308,92	0,00	308,92	0,00	0,00	0,00	- €	- €	46,34 €	- €	46,34 €	413,80 €
8	TOT	13740	14799,5	926,77	1986,24	926,77	0,00	926,77	1059,47	139,02 €	105,95 €	139,02 €	- €	- 105,95 €	3.307,91 €

Tabella 3.2.7: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edifici 9-10).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
9	1	1440	1661,41	0,00	221,41	0,00	0,00	98,89	122,52	14,83 €	12,25 €	- €	- €	- 27,09 €	384,47 €
9	2	1680	1625,09	54,91	0,00	54,91	0,00	0,00	0,00	- €	- €	8,24 €	- €	8,24 €	383,78 €
9	3	1440	1661,41	0,00	221,41	0,00	0,00	98,89	122,52	14,83 €	12,25 €	- €	- €	- 27,09 €	384,47 €
9	4	1440	1661,41	0,00	221,41	0,00	0,00	98,89	122,52	14,83 €	12,25 €	- €	- €	- 27,09 €	384,47 €
9	5	1440	1661,41	0,00	221,41	0,00	0,00	98,89	122,52	14,83 €	12,25 €	- €	- €	- 27,09 €	384,47 €
9	6	1440	1661,41	0,00	221,41	0,00	0,00	98,89	122,52	14,83 €	12,25 €	- €	- €	- 27,09 €	384,47 €
9	7	1440	1661,41	0,00	221,41	0,00	0,00	98,89	122,52	14,83 €	12,25 €	- €	- €	- 27,09 €	384,47 €
9	8	2100	1561,54	538,46	0,00	538,46	0,00	0,00	0,00	- €	- €	80,77 €	- €	80,77 €	379,37 €
9	TOT	12420	13155,1	593,36	1328,45	593,36	0,00	593,36	735,09	89,00 €	73,51 €	89,00 €	- €	- 73,51 €	3.069,95 €
10	1	1440	1870,26	0,00	430,26	0,00	0,00	0,00	430,26	- €	43,03 €	- €	- €	- 43,03 €	400,41 €
10	2	1680	1829,60	0,00	149,60	0,00	0,00	0,00	149,60	- €	14,96 €	- €	- €	- 14,96 €	406,98 €
10	3	1440	1870,26	0,00	430,26	0,00	0,00	0,00	430,26	- €	43,03 €	- €	- €	- 43,03 €	400,41 €
10	4	1680	1829,60	0,00	149,60	0,00	0,00	0,00	149,60	- €	14,96 €	- €	- €	- 14,96 €	406,98 €
10	5	1440	1870,26	0,00	430,26	0,00	0,00	0,00	430,26	- €	43,03 €	- €	- €	- 43,03 €	400,41 €
10	6	1440	1870,26	0,00	430,26	0,00	0,00	0,00	430,26	- €	43,03 €	- €	- €	- 43,03 €	400,41 €
10	7	1680	1829,60	0,00	149,60	0,00	0,00	0,00	149,60	- €	14,96 €	- €	- €	- 14,96 €	406,98 €
10	8	1680	1829,60	0,00	149,60	0,00	0,00	0,00	149,60	- €	14,96 €	- €	- €	- 14,96 €	406,98 €
10	TOT	12480	14799,5	0,00	2319,47	0,00	0,00	0,00	2319,47	- €	231,95 €	- €	- €	- 231,95 €	3.229,55 €

Tabella 3.2.8: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo (edificio 11).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Prod. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
11	1	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	2	3300	833,02	2466,98	0,00	2466,98	0,00	0,00	0,00	- €	- €	370,05 €	- €	370,05 €	309,74 €
11	3	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	4	1440	996,46	443,54	0,00	443,54	0,00	0,00	0,00	- €	- €	66,53 €	- €	66,53 €	290,85 €
11	5	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	6	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	7	1680	975,37	704,63	0,00	704,63	0,00	0,00	0,00	- €	- €	105,69 €	- €	105,69 €	286,33 €
11	8	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	9	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	10	1440	996,46	443,54	0,00	443,54	0,00	0,00	0,00	- €	- €	66,53 €	- €	66,53 €	290,85 €
11	11	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	12	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	13	1680	975,37	704,63	0,00	704,63	0,00	0,00	0,00	- €	- €	105,69 €	- €	105,69 €	286,33 €
11	14	360	1091,36	0,00	731,36	0,00	0,00	529,26	202,10	79,39 €	20,21 €	- €	- €	- 99,60 €	301,10 €
11	TOT	12780	14598,9	4763,32	6582,26	4763,32	0,00	4763,32	1818,94	714,50 €	181,89 €	714,50 €	- €	- 181,89 €	4.173,98 €

Per la produzione dell'impianto fotovoltaico si prevede la suddivisione in base alle quote di consumo, così da non rendere iniqua anche la quantità di energia acquistata e ceduta.

In tutti i condomini analizzati risulta ovviamente conveniente utilizzare energia autoprodotta in quanto si acquista energia ad un prezzo unitario minore rispetto al mercato (che per basse quantità si aggira sui 0,3 €/kWh). Tutti coloro che generano surplus energetico, oltre al risparmio in bolletta trovano un ricavo.

Queste considerazioni, essendo su base annuale e quindi su dati medi, non tengono però conto dei momenti in cui l'impianto non riesce a produrre abbastanza energia, pertanto in ogni istante ogni alloggio preleva energia dalla rete nazionale o dall'impianto, in base al proprio fabbisogno energetico e a quello dell'intero condominio.

Il beneficio totale calcolato è la somma tra il risparmio sulla bolletta e l'eventuale guadagno da cessione di energia al GSE e/o alla comunità stessa, al netto dell'esborso per l'energia acquistata.

Il calcolo si basa però su un'analisi che assume il Capex a carico del costruttore o a carico dello Stato, tramite l'utilizzo di un bonus del 100% fruibile come detrazione fiscale nella dichiarazione dei redditi, come sconto in fattura o tramite cessione del credito a terzi.

Se l'investimento fosse invece a carico del consumatore potrebbe venir meno la convenienza di istituire una grande "centrale di acquisto", in quanto potrebbe rendere il progetto poco appetibile per queste aggregazioni di utenti.

Il Valore Attuale Netto (VAN), infatti, prevederebbe dei flussi di cassa negativi, attualizzati nel tempo, che potrebbero incidere in modo significativo sulla convenienza dell'investimento, rendendo la comunità una soluzione improbabile da applicare.

In Tabella 3.2.7, per esempio, per tutti i condòmini dell'edificio "10" la convenienza di creare una comunità fondata sull'energia fotovoltaica appare evidente, ma se i tempi di ritorno dell'investimento fossero troppo lunghi, per causa di un alto investimento iniziale o di bassi flussi di cassa positivi, nessun condòmino accetterebbe la proposta.

Qualora si puntasse troppo al risparmio sui costi di installazione, si correrebbe il rischio di realizzare un impianto poco efficiente ed efficace, gravando così sui flussi di cassa futuri.

Un impianto di qualità, invece, non necessita di molta manutenzione e non "invecchia" eccessivamente, crollando di rendimento con il passare degli anni, pertanto a fronte di un investimento più importante i flussi di cassa saranno più alti e stabili nel tempo.

Persiste dunque un trade-off tra qualità e prezzo, ma la soluzione ottima è quella che massimizza il VAN che, in caso di non negatività, afferma la convenienza ad investire sul progetto di comunità.

Come per il caso dell'energia termica, si analizza la condivisione di energia elettrica fra due condomini che utilizzano due impianti fotovoltaici pressoché identici (Tabella 3.2.9).

Tabella 3.2.9: Il beneficio totale annuo nel caso di autoproduzione e autoconsumo in condivisione fra più edifici (edificio 1-2).

Codice edificio	Codice alloggio	Consumo TOT annuo (KWh)	Produtz. per alloggio (KWh)	Fabbisogno residuo (KWh)	Surplus (KWh)	Energia acquistata dalla comunità (KWh)	Energia acquistata dalla rete nazionale (KWh)	Energia ceduta alla comunità (KWh)	Energia ceduta al GSE (KWh)	Ricavo da comunità	Ricavo da GSE	Costo energia acquistata dalla comunità	Costo energia acquistata dalla rete nazionale	COSTO TOTALE ANNUO	BENEFICIO TOTALE ANNUO
1	1	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	2	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	3	1680	939,54	740,46	0,00	740,46	0,00	0,00	0,00	- €	- €	111,07 €	- €	111,07 €	280,95 €
1	4	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	5	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	6	1440	951,74	488,26	0,00	488,26	0,00	0,00	0,00	- €	- €	73,24 €	- €	73,24 €	284,14 €
1	7	660	991,40	0,00	331,40	0,00	0,00	197,78	133,62	29,67 €	13,36 €	- €	- €	- 43,03 €	287,83 €
1	8	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	9	2100	918,19	1181,81	0,00	1181,81	0,00	0,00	0,00	- €	- €	177,27 €	- €	177,27 €	282,87 €
1	10	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	11	3300	857,18	2442,82	0,00	2442,82	0,00	0,00	0,00	- €	- €	366,42 €	- €	366,42 €	313,37 €
1	12	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
1	13	1440	951,74	488,26	0,00	488,26	0,00	0,00	0,00	- €	- €	73,24 €	- €	73,24 €	284,14 €
1	TOT	13140	12299,47	5.341,60	4.857,97	5.341,60	0,00	2.899,23	0,00	434,89 €	195,87 €	801,24 €	- €	170,48 €	3.731,53 €
2	1	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	2	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	3	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	4	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	5	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	6	1440	951,74	488,26	0,00	488,26	0,00	0,00	0,00	- €	- €	73,24 €	- €	73,24 €	284,14 €
2	7	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	8	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	9	660	991,40	0,00	331,40	0,00	0,00	197,78	133,62	29,67 €	13,36 €	- €	- €	- 43,03 €	287,83 €
2	10	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	11	360	1006,65	0,00	646,65	0,00	0,00	385,92	260,73	57,89 €	26,07 €	- €	- €	- 83,96 €	285,46 €
2	12	1680	939,54	740,46	0,00	740,46	0,00	0,00	0,00	- €	- €	111,07 €	- €	111,07 €	280,95 €
1 + 2	TOT	20160	24598,94	6.570,3	11.009,25	6.570,31	0,00	6.570,31	2.480,20	985,55 €	443,89 €	985,55 €	- €	-443,89 €	7.153,60 €

In questo caso però, la condivisione non è conveniente per tutti, infatti coloro che consumano di meno, nel condominio che richiede più energia, trovano una cospicua riduzione del proprio beneficio totale.

Il condomino dell'alloggio "1" dell'edificio "1", per esempio, vede ridotti i propri ricavi, in quanto cresce la quota di energia ceduta al GSE a scapito di quella ceduta alla comunità.

Viceversa, i condòmini dell'edificio "2" che consumano di meno, nonostante la riduzione del proprio surplus, riescono a guadagnare di più rispetto al caso precedente, poiché aumenta la quota di energia ceduta alla comunità.

A livello collettivo cresce il beneficio totale, in quanto la comunità riesce ad essere autonoma, permettendo a coloro che consumano di più di ridurre il proprio fabbisogno residuo, acquistando l'energia dalla comunità stessa piuttosto che dalla rete nazionale.

Il prezzo di vendita dell'energia ceduta alla comunità non può raggiungere la soglia di 0,10 €/kWh e non può superare il prezzo di acquisto unitario dell'energia prelevata dalla rete nazionale, che si aggira sui 0,30 €/kWh ma che decresce all'aumentare della quantità acquistata. Il prezzo unitario applicato all'energia della comunità, tuttavia, potrebbe essere crescente in funzione della quantità di energia ceduta/acquistata, piuttosto che un valore fisso (0,15 €/kWh), in modo da incentivare il risparmio energetico.

In conclusione, l'obiettivo principale della comunità è quindi quello di minimizzare l'acquisto dalla rete nazionale. In secondo luogo, occorre limitare la cessione di energia al GSE, preferendo dunque uno scambio che avviene all'interno della comunità stessa. Questi obiettivi sono raggiungibili tramite una corrispondenza tra domanda e offerta, ottenibile tramite il risparmio energetico, un sistema efficiente per la gestione dell'energia e un giusto raggruppamento di prosumer che si scambiano il ruolo di produttore e consumatore in modo alternato nel tempo.

Conclusioni e prospettive

Dallo studio effettuato emergono le potenzialità delle Comunità Energetiche nel portare benefici a tutti i membri che ne fanno parte, comprese le imprese ed istituzioni locali partecipanti, in lotta contro la povertà energetica e la crisi ambientale.

Come rimarcato nell'analisi effettuata sulla comunità costituita per gli usi termici, il mercato dell'energia applica una struttura dei prezzi degressiva in funzione della quantità acquistata e ciò permette alle grandi aggregazioni di utenti di risparmiare sul costo unitario, poiché tanti consumatori si uniscono in un unico soggetto giuridico che acquista una notevole quantità di energia.

L'analisi del caso dell'energia elettrica prevede altresì un'ulteriore responsabilizzazione del ruolo del consumatore che, tramite gli impianti fotovoltaici, scambia energia al fine di ottenere anche un beneficio economico.

Mediante l'utilizzo di impianti sempre più efficienti è possibile che la comunità generi un surplus energetico cedibile a terzi e nel caso ideale di piena autonomia è vantaggioso ampliare la rete della comunità, per ottenere profitti maggiori, ma con utenti dalle abitudini simili, potrebbe invece non essere conveniente aderire al progetto.

La legislazione attuale limita le dimensioni fisiche degli impianti produttivi delle Comunità Energetiche per impedire la loro trasformazione in società profit, pertanto gli investimenti non possono essere in tutti i casi cospicui.

Il progresso tecnologico nella produzione e nell'efficienza energetica, unito all'oculatazza nei consumi, spronerà la diffusione delle Comunità Energetiche in tutto il mondo, spinta al momento soprattutto dagli incentivi governativi che permettono di sviluppare tali soluzioni anche laddove i cittadini non possono finanziare il progetto.

Ci sono tuttavia degli ostacoli ancora invadenti.

Occorre infatti evidenziare che l'energia segue delle leggi fisiche che non permettono la definizione di un modello valido per ogni tipo di contesto territoriale.

Normative da chiarire, burocrazia e diffidenza rallentano il processo di diffusione delle Comunità Energetiche e gli incentivi attuali non saranno prorogati ancora per molto.

Il ruolo delle istituzioni, delle università e dei media risulta pertanto fondamentale per promuovere tali soluzioni e per educare i cittadini a sfruttarle nel modo più efficace ed efficiente possibile. Coinvolgendo le imprese e la pubblica amministrazione si potranno realizzare nuovi modelli di business da esportare in tutto il mondo, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo.

Sitografia

www.arera.it

dgsaie.mise.gov.it

www.qualenergia.it

www.agi.it

luce-gas.it

www.enea.it

www.lavorincasa.it

www.elettragas.it

www.lifegate.it

cermaglianoalpi.it

baulinks.de

www.atenesauc.eu

ec.europa.eu

www.gazzettaufficiale.it

www.informazionefiscale.it

www.agenziaentrate.gov.it

www.comunirinnovabili.it

kitfotovoltaiosemplice.it

www.cliclavoro.gov.it

www.ilportaleofferte.it

www.consorziocpe.it

www.compile-project.eu

www.gecocommunity.it

www.servizioelettriconazionale.it

Ringraziamenti

In primis devo ringraziare la mia famiglia per avermi permesso di realizzare questo sogno, per avermi sostenuto nei momenti difficili e per avermi emozionato ad ogni traguardo raggiunto, trasmettendomi fiducia e amore. Spero di renderli sempre fieri di me.

Ringrazio il Politecnico, miniera di cultura e di preziose amicizie, che mi ha messo a disposizione docenti molto preparati, come il professore Carlo Cambini a cui ripongo una grande stima, sia come insegnante che come persona.

La mia gratitudine anche per Torino, apogeo dei miei traguardi, che mi ha permesso di conoscere persone fantastiche, tra cui i miei più cari amici, con cui ho vissuto momenti memorabili.

Ringrazio la mia Principessa, valorosa compagna di avventure che ha sempre sostenuto la mia causa, senza mai mettere in discussione le mie potenzialità.

Non dimentico le mie radici e le persone più care, sempre presenti nel mio animo e nei miei ricordi. Un grande riconoscimento lo devo alle mie maestre di scuola elementare, Annamaria e Maria Antonietta.

Il mio pensiero sempre a chi mi guarda dall'Alto perché so che mi sta proteggendo.