



Comunità Energetiche Rinnovabili: un modello sostenibile tra decentramento energetico e blockchain

✦ **Martina Bosone¹, Domenico Vito², Barbara Pirelli³**

1 **Università di Napoli Federico II**, Dipartimento di Architettura, 2 **Osservatorio Parigi**, HubZine Italia
3 **Avvocato del Foro di Taranto**, Eco Avvocato e Sustainability Content Creator Taranto

DOI: [10.63111/QES-2025.1.0024](https://doi.org/10.63111/QES-2025.1.0024)

ABSTRACT

Le CER rappresentano un modello inclusivo e sostenibile per lo sviluppo locale: promuovono l'autosufficienza energetica, contribuiscono alla riduzione della povertà energetica e favoriscono l'accesso democratico alle risorse rinnovabili. Tuttavia, non mancano le resistenze locali, come il fenomeno NIMBY ("Not In My Back Yard"), dove le comunità accettano le energie rinnovabili ma non le installazioni nei loro territori, contrapposto a PIMBY ("Please In My Back Yard"), in cui i comitati locali accolgono favorevolmente gli impianti per i benefici che apportano. Questo studio esamina le pratiche CER già attive in Italia, identificandone punti di forza e criticità in ambito economico, ambientale e socioculturale, e sviluppa un framework di valutazione adattabile a diversi contesti. La blockchain potrebbe rafforzare l'efficacia delle CER e delle smart cities, assicurando trasparenza, tracciabilità e sicurezza grazie agli smart contract, per un ecosistema energetico affidabile e partecipato, essenziale alla crescita delle città intelligenti.

1. Introduzione

Negli ultimi decenni, i fenomeni climatici estremi si sono intensificati, con gravi conseguenze come dissesti idrogeologici, siccità e crisi idrica, causati dall'aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera. L'uso massiccio di fonti fossili, come carbone e petrolio, ha contribuito significativamente a questo problema, poiché la loro combustione rilascia gas serra che accelerano il cambiamento climatico. Per contrastare questa situazione, si promuove la transizione energetica, favorendo l'adozione di fonti rinnovabili come solare, eolico, idroelettrico, geotermico e biomasse.

Nel 2019, il Parlamento Europeo ha dichiarato l'emergenza climatica, avviando il "Green Deal europeo" (Commissione Europea, 2019), un piano strategico che mira alla neutralità climatica, in linea con gli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite (Nazioni Unite, 2015). Tra gli obiettivi principali, il Green Deal prevede la riduzione delle emissioni di CO₂ del 55% entro il 2030 e la loro completa eliminazione entro il 2050.

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) si inseriscono in questo contesto come strumenti chiave per la transizione energetica. Introdotte nell'Unione Europea attraverso il Clean Energy for All Europeans package (Commissione Europea, 2016), le CER rappresentano un'innovazione nel settore energetico, favorendo un approccio bottom-up alla gestione delle politiche ambientali. Queste comunità possono essere definite come associazioni eterogenee che includono cittadini, piccole e medie imprese (PMI), enti locali, scuole, enti religiosi e terzo settore, con l'obiettivo di produrre, consumare e condividere energia rinnovabile a livello locale.

Le CER generano molteplici benefici: economici (riduzione dei costi energetici), ambientali (abbattimento delle emissioni di CO₂) e sociali (lotta alla povertà energetica). In Italia, il quadro normativo delle CER è stato introdotto recependo la Direttiva Europea RED I (2009/28/CE), successivamente aggiornata dalla RED II (2018/2001), che stabilisce un obiettivo di energia rinnovabile del 32% entro il 2030. Il recepimento della RED II è avvenuto in modo provvisorio con il Decreto Milleproroghe (D.L. n.162/2019, art. 42 bis), convertito nella Legge n. 8/2020, e in modo definitivo con il Decreto Legislativo 199/2021, che ha esteso la potenza degli impianti fino a 1 MW e permesso la creazione di comunità sottese alla stessa cabina primaria.

Con l'approvazione del decreto CACER, in vigore dal 24 gennaio 2024, le CER hanno ottenuto un ulteriore impulso. Dal 8 aprile 2024, è possibile presentare domanda al GSE per accedere a contributi economici, tra cui la valorizzazione dell'energia auto-consumata e la tariffa premio sull'energia condivisa. Inoltre, i produttori possono vendere l'energia immessa in rete o richiedere il ritiro dedicato al GSE. Le CER

decentralizzano la produzione energetica, trasformando i cittadini in produttori locali, riducendo la dipendenza dalle fonti fossili e favorendo inclusione sociale, occupazione green e autosufficienza energetica. Pubbliche amministrazioni, Smart Grid e scambi peer-to-peer facilitano il modello.

Nonostante i benefici, le CER affrontano sfide significative. La complessità burocratica e il fenomeno NIMBY ("Not In My Back Yard") rappresentano ostacoli all'accettazione degli impianti di produzione energetica nei territori locali. Tuttavia, il fenomeno opposto, PIMBY ("Please In My Back Yard"), evidenzia l'interesse delle comunità locali per i vantaggi economici e ambientali delle energie rinnovabili (Zakaria, 2020).

In alcune regioni italiane, come Piemonte, Emilia-Romagna e Puglia, esperienze pilota hanno già mostrato risultati positivi, evidenziando il potenziale delle CER nel promuovere un sistema energetico decentralizzato e sostenibile. Inoltre, l'integrazione della tecnologia blockchain può garantire maggiore trasparenza, sicurezza e tracciabilità negli scambi energetici, rafforzando la fiducia tra i membri delle comunità (van Munster, 2021).

2. La Comunità Energetica come matrioska sociale: un modello di governance inclusiva

Attraverso le Comunità Energetiche è possibile realizzare non solo i benefici sociali diretti, tipici delle configurazioni CER (es. riduzione della povertà energetica per i soggetti più fragili, riduzione dei costi per l'approvvigionamento elettrico) ma è ipotizzabile anche la realizzazione di altri benefici sociali indiretti, quindi, non previsti dalla normativa ma che non entrano in contrasto con la stessa. La Comunità Energetica Rinnovabile (CER) può essere concepita come una "Matrioska Sociale", un modello di governance inclusiva, cioè una grande madre di buon governo che raccoglie intorno a sé protagonisti eterogenei che - entrando in relazione e contaminandosi - realizzano in modo indiretto benefici sociali superiori a quelli previsti dalla normativa. Le CER, infatti, si configurano come acceleratori di giustizia sociale, in grado di creare quartieri solidali e resilienti, definiti "Quartieri Formica", dove la collaborazione tra cittadini, enti religiosi, scuole e imprese locali può generare nuove opportunità di inclusione sociale e sviluppo sostenibile (Simma, 1995; Ritchie, 2020). Uno degli aspetti fondamentali delle CER è la capacità di trasformare la transizione energetica in un processo partecipativo che coinvolge tutta la comunità, riducendo le disuguaglianze sociali. Le CER possono diventare veri e propri "centri commerciali sociali", dove si creano spazi di condivisione e partecipazione attiva. Ad esempio, la creazione di un "repair café" all'interno di una CER favorisce la cultura della riparazione e del riuso, promuovendo l'economia circolare e rafforzando il senso di appartenenza alla comunità. Le

potenzialità delle CER, quindi, vanno oltre la produzione e la condivisione di energia rinnovabile. Queste comunità possono realizzare politiche giovanili inclusive, prevenendo fenomeni devianti come il consumo di droghe, il bullismo e la violenza. La partecipazione dei giovani è essenziale per garantire un futuro sostenibile e inclusivo, come indicato dalla Carta Europea del 1992, aggiornata nel 2003, che promuove la partecipazione dei giovani alla vita locale e regionale (Zakaria, 2020). Secondo questa visione, la Comunità Energetica può essere vista come un modello pluridimensionale che promuove relazioni circolari e contaminazioni culturali, rafforzando la governance territoriale e migliorando il welfare locale. Le CER possono generare benefici sociali indiretti, come la riduzione della povertà energetica, il supporto alle famiglie vulnerabili e la creazione di opportunità lavorative, contribuendo alla realizzazione degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030.

3. Valutare le Comunità Energetiche: un framework di KPI per un assessment multicriteriale

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) rappresentano un modello innovativo di produzione e consumo energetico, promuovendo la partecipazione attiva dei cittadini e delle istituzioni locali nella transizione verso fonti rinnovabili. Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) promuovono la transizione energetica sostenibile e richiedono una valutazione integrata dei loro impatti sociali, economici e ambientali. Metodologie come la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e Sociale (VIS) sono strumenti utili per analizzare le conseguenze sul territorio, come indicato nel documento RSE

“Metodologia per la misurazione degli impatti socio-territoriali delle CER”. L'uso dei Key Performance Indicators (KPI) è essenziale per monitorare le prestazioni delle CER in termini di sostenibilità (Warren, 2011; Lien et al., 2019).

La Commissione Europea, tramite l'Energy Communities Repository, ha definito una serie di indicatori per misurare emissioni ridotte, posti di lavoro creati e partecipazione cittadina. La letteratura suggerisce l'uso dei KPI fin dalla progettazione delle microgrid, evidenziando autosufficienza energetica e riduzione delle emissioni (Bianco et al., 2021; Cielo et al., 2021; Efkarpidis et al., 2022). Approcci sistemici multilivello possono migliorare ulteriormente la valutazione (Li et al., 2017).

Un aspetto innovativo è l'inclusione di indicatori sociali, come la creazione di posti di lavoro e l'accettazione sociale delle tecnologie, che affiancano i tradizionali criteri economici, tecnici e ambientali (Cuesta et al., 2020). In particolare, gli studi evidenziano l'importanza di considerare l'intero ciclo di vita delle comunità energetiche, comprese le infrastrutture e i trasporti (Forström et al., 2011). Infine, l'utilizzo dei KPI rappresenta un valido supporto per il processo decisionale, consentendo di confrontare diversi scenari progettuali e valutare l'efficacia delle comunità energetiche nel raggiungere gli obiettivi di sostenibilità (Vaccaro et al., 2012). Tale approccio consente alle comunità di monitorare e migliorare le proprie prestazioni in modo continuativo, promuovendo una gestione inclusiva e resiliente.

La Tabella 1 propone un framework che abbiamo concepito per valutare e confrontare multidimensionalmente le comunità energetiche. Il framework di valutazione identifica 26 KPI suddivisi in tre dimensioni: ambientale (integrazione di energia rinnovabile, riduzione emissioni), economica (so-

◆ **TABELLA 1 Framework di KPI proposti per la valutazione delle Comunità Energetiche**

DIMENSIONE	INDICATORE	DESCRIZIONE	SCALA DI VALUTAZIONE	UNITÀ DI MISURA
Ambientale	A.1 Bacino di utenza dell'impianto	Numero di famiglie che usufruiscono dell'energia rinnovabile prodotta localmente	Cardinale	n.
Ambientale	A.2 Dimensione dell'impianto fotovoltaico	Mq di superficie ricoperta da pannelli fotovoltaici	Cardinale	mq n.
Ambientale	A.3 Potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico	La potenza di picco, o potenza nominale di un impianto fotovoltaico, è la potenza elettrica massima che l'impianto fv è in grado di produrre nelle condizioni standard di temperatura 25 °C e radiazione solare incidente di 1000 Watt/m2. Essa è data dalla sommatoria di tutte le singole potenze di picco di ogni pannello fotovoltaico installato nell'impianto.	Cardinale	kWp (kilowatt picco)
Ambientale	A.4 Energia complessiva prodotta	Quantità di energia rinnovabile prodotta localmente dalla comunità energetica in un anno	Cardinale	kWh/anno
Ambientale	A.5 Energia autoconsumata	Quantità complessiva di energia rinnovabile consumata localmente (rispetto a tutta l'energia consumata) e non reimpressa in rete	Cardinale	kWh/anno %

segue >

Comunità Energetiche Rinnovabili: un modello sostenibile tra decentramento energetico e blockchain

< segue

DIMENSIONE	INDICATORE	DESCRIZIONE	SCALA DI VALUTAZIONE	UNITÀ DI MISURA
Ambientale	A.6 Energia esportata	Quantità di energia esportata dalla comunità verso la rete rispetto a tutta l'energia generata localmente	Cardinale	kWh/anno
Ambientale	A.7 Energy pay back time	Numero di anni necessari affinché il fotovoltaico produca l'energia che è stata necessaria per la sua realizzazione	Cardinale	n.
Ambientale	A.8 Riduzione di emissioni di GHG	Quantità di emissioni di GHG ridotte in un anno dopo l'installazione dell'impianto fotovoltaico	Cardinale	TCO ₂ eq/year
Economica	E.1 Incentivo economico	Incentivo annuale ricevuto dalle famiglie da parte del Gestore dei Servizi Energetici (GSE) per l'energia prodotta e consumata collettivamente	Cardinale	Euro/anno
Economica	E.2 Risparmio economico	Euro al mese risparmiati sulla bolletta di energia elettrica rispetto al consumo medio mensile per ciascuna famiglia (valutato sulla media della spesa mensile)/ Euro l'anno risparmiati complessivamente da tutte le famiglie aderenti alla comunità energetica	Cardinale	Euro/mese Euro/anno
Economica	E.3 Payback period	Numero di anni necessari per recuperare i fondi spesi in un investimento o per raggiungere il punto di pareggio	Cardinale	n.
Economica	E.4 Investimento economico iniziale	Incentivi ricevuti come investimento iniziale per l'installazione e l'attivazione dell'impianto energetico	Cardinale	Euro
Economica	E.5 Detrazioni fiscali	Percentuale di detrazioni fiscali sul costo totale dell'investimento	Cardinale	%
Economica	E.6 Livello di co-investimento locale attivato	Livello di coinvolgimento di diversi stakeholders come investitori per l'attivazione della comunità energetica	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Economica	E.7 Redistribuzione della ricchezza	Percentuale di eccedenze economiche reinvestita in fondi di utilità pubblica e in altre attività	Cardinale	%
Sociale	S.1 Livello di coinvolgimento della comunità locale	Consapevolezza e coinvolgimento dei condòmini rispetto all'impatto delle proprie azioni sui consumi energetici e conseguenti comportamenti virtuosi volti a massimizzare l'autoconsumo collettivo (rilevata tramite interviste)	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.2 Diversità di categorie di stakeholders coinvolti	Numero di diverse categorie di stakeholders coinvolti come co-produttori di servizi	Cardinale	n.
Sociale	S.3 Numero di membri della comunità energetica	Numero di famiglie aderenti alla comunità energetica	Cardinale	n.
Sociale	S.4 Coesione sociale	Miglioramento del senso di coesione sociale e di appartenenza tra i membri della comunità a seguito dell'attivazione della comunità energetica	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.5 Livello di sensibilizzazione	Attivazione di attività di formazione, disseminazione e sensibilizzazione a seguito dell'attivazione della comunità energetica	Cardinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.6 Livello di accettazione	Livello di accettazione dell'uso di nuove tecnologie (app, sensori, ecc.) da parte degli utenti della comunità energetica (rilevata tramite interviste)	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.7 Livello di assistenza agli stakeholder	Azioni di supporto da parte degli enti promotori nell'accompagnare i membri delle CER nei vari adempimenti e processi autorizzativi necessari	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.8 Numero di nuovi posti di lavoro	Numero di posti di lavoro direttamente generati a seguito dell'attivazione della comunità energetica	Cardinale	n.
Sociale	S.9 Livello di soddisfazione sulla qualità della vita e benessere	Livello di soddisfazione dei membri della comunità energetica rispetto al miglioramento della loro qualità della vita e della percezione del loro livello di benessere (rilevata tramite interviste)	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.10 Livello di trasparenza sui dati	Livello di consapevolezza da parte degli utenti riguardo la trasparenza sui dati raccolti e condivisi dagli altri stakeholders (rilevata tramite interviste)	Ordinale	Scala Likert (1-5)
Sociale	S.11 Livello di coerenza del framework legislativo	Livello di coerenza del framework legislativo adottato a livello locale dalla comunità energetica rispetto alle direttive nazionali ed europee	Ordinale	Scala Likert (1-5)

stenibilità finanziaria, risparmio utenti, reinvestimenti comunitari) e sociale (coinvolgimento attivo, coesione, democratizzazione della conoscenza). Rileva trasparenza istituzionale e conformità legislativa, includendo il feedback dei membri per misurare l'efficacia delle Comunità Energetiche.

4. Presentazione dei Casi studio

L'applicazione del protocollo di valutazione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) consente di monitorare l'efficacia, la sostenibilità e l'impatto sociale di queste iniziative. Per dimostrarne l'utilità, sono stati analizzati quattro casi studio reali in Toscana e Lombardia, rappresentativi di diversi contesti territoriali e fasi di sviluppo. L'analisi evidenzia come le CER possano migliorare l'efficienza energetica, promuovere il risparmio per gli utenti e rafforzare la coesione sociale, contribuendo alla decarbonizzazione e alla lotta contro la povertà energetica. Il protocollo garantisce una valutazione trasparente dei risultati, facilitando il confronto tra progetti e l'adozione delle migliori pratiche future. Alcune CER esaminate sono ancora in fase di installazione, a causa della recente attuazione normativa. La Tabella 2 riassume i principali dati dei quattro casi studio.

La Tabella 3 invece raccoglie i dati degli indicatori del framework raccolti tramite interviste dirette a membri fondatori delle comunità energetiche in esame.

4.1 Comunità Energetica Toscana 100

Toscana 100 è una CER nata con lo scopo di operare in tutte le cabine primarie della regione, aprendo tante configurazioni locali tutte facenti capo ad un'unica associazione non riconosciuta. Collabora con diverse aziende di installazione, le quali offrono ai propri clienti la possibilità di entrare nella CER in modo da ottenere un beneficio economico maggiore e dare un beneficio anche ai consumatori nelle vicinanze. Al 1° gennaio ha all'attivo 3 impianti domestici, a cui si aggiungono contratti firmati in attesa di installazione per circa 300 kWp e trattative per 3 MWp.

4.2 Comunità SOLEdarietà

La Comunità di Energia Rinnovabile Solidale (CERs) "SOLEdarietà", promossa da Caritas Ambrosiana, nasce dall'esigenza di coniugare tutela ambientale, solidarietà

◆ **TABELLA 2** Quadro sintetico delle principali caratteristiche dei due casi studio analizzati

	NOME DELLA COMUNITÀ	LOCALIZZAZIONE	STAKEHOLDERS COINVOLTI	OBIETTIVO	SOLUZIONE TECNOLOGICA
1	Toscana 100	Toscana (Regione)	Cittadini (Privati) Aziende RSA	Condivisione dell'energia	Fotovoltaico - 4.5 - 6 Kwp (più unità) Fine 2025 3 Mw
2	SOLEdarietà	Regione	Refettorio 2 Parrocchie S.Maria Goretti San Martino in Greco Rifugio	Condivisione dell'energia e supporto alla povertà energetica	
3	Cercami	Milano	Comune di Milano	Produzione/Condivisione Energie Rinnovabili	Fotovoltaico
		(Tutta la città)	Politecnico di Milano		
			Cooperativa Abitare	Second:	
			Cooperativa Diapason	Codice terzo settore	
		Associazione Terzo Paesaggio	Promozione di iniziative culturale, povertà energetica, promozione di iniziative assistenziali		
4	CER Campus Ghisolfa	Milano	Privati	Obiettivi sociali ed educativi coinvolgere anche un carattere educativo. Partecipazione fondi derivanti dalla condivisione energia	Fotovoltaico
		(Quadrilatero tra: Via da Castello	3 Associazione del Terzo Settore		
		Viale M.te Ceneri	Rinnovata Pizzigoni		
		Via Ardissona	Scuola Secondaria Inferiore Puecker		
		Via Mac Mahon)	Scuola Primaria Dante Alighieri		

verso le persone in povertà energetica ed educazione della comunità, in linea con i principi dell'enciclica "Laudato si'". La CERs coinvolge due parrocchie e tre strutture della Caritas (5 Utente) come produttori e consumatori di energia solare, grazie all'installazione di pannelli fotovoltaici sui tetti del Refettorio Ambrosiano e della Parrocchia Santa Madre Goretti. La potenza installata è di 98,4 kWp, con una produzione annua stimata di 106.640 kWh, ma il consumo complessivo della comunità supera i 329.000 kWh, rendendo necessario immettere parte dell'energia in rete e promuovere pratiche di autoconsumo virtuale. I consumi

e dati correlati vengono monitorati e comunicati sul sito e tramite newsletter. I risparmi generati dalla CER provengono dall'autoconsumo fisico, dalla vendita dell'energia in eccesso e dagli incentivi per l'autoconsumo virtuale, per un totale stimato di 23.000 euro annui. Dopo aver sottratto i costi di manutenzione, pari a circa 3.400 euro, secondo il piano previsto di redistribuzione, circa metà dei proventi risparmiati verrà destinata al pagamento delle bollette di 60 famiglie in povertà energetica tra quelle seguite dai centri Caritas. Il resto andrà ai servizi offerti dalle parrocchie locali, come mense per persone vulnerabili. Tra le inizia-

◆ **TABELLA 3** Prospetto dell'analisi applicata ai casi studio analizzati

INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	Toscana 100	SOLEdarietà	CER.ca.MI	Ghisolfa
A.1 Bacino di utenza dell'impianto	n.	5+ 1 utenza terzo settore	5 POD (utenze):	Soci fondatori	Cabina primaria
			8000 famiglie		Bacino di utenza delle scuole del comprensorio scolastico
			(connessione virtuale)		(23 soggetti)
A.2 Dimensione dell'impianto fotovoltaico	n.		2 impianti	50 impianti	1 impianto
A.3 Potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico	kWp	18 kWp	98,4 kWp	5,5 MWp	120 KWp
		(5+5 + 8 KWp)		(1,5 installato +	
				1,5 in corso + 2,5 in studio)	
A.4 Energia complessiva prodotta	kWh/anno	20.000	106.640	5.500.000 (1000 ore eq /anno)	90.000
A.5 Energia autoconsumata	%	50%		85%	40.000 KWh
		30%			
		(29.810 KWh)			
A.6 Energia esportata	kWh/anno	10.000	76.826	10-15%	
					55%
					(50.000 KWh)
A.7 Energy pay back time	n.	-	-	-	-
A.8 Riduzione di emissioni di GHG	tCO2wq/year	-	-	2000	
E.1 Incentivo economico	Euro/anno	13.500	16.639	55.000	5000
E.2 Risparmio economico	Euro/anno		6.738		15.000
				1.000.000	
E.3 Payback period	n.	5 anni	Donato	10 anni	20 anni

segue >

< segue

INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	Toscana 100	SOLEdarietà	CER.ca.MI	Ghisolfa
E.4 Investimento economico iniziale	Euro	40.000	Donato	6.6 ml	150.000
				(investimento pubblico	
				valutato a 1200 euro/kWp)	
E.5 Detrazioni fiscali	%	50%	-	no	no
E.6 Livello di co-investimento locale attivato	Scala Likert (1-5)	1	2	3	5
E.7 Redistribuzione della ricchezza	%	proporzionale all'energia condivisa	50% Alle persone in «Povertà energetica» seguite dai Centri di Ascolto Caritas delle due Parrocchie (60 famiglie)	100% reinvestimento progetti e iniziative collettività	100%
					Progetti sociali
			50% A supportare i servizi Caritas e la parrocchia di San Martino che hanno registrato incrementi nel costo dell'energia		ed educativi
S.1 Livello di coinvolgimento della comunità locale	Scala Likert (1-5)	1	4	4	5
			(battage pubblicitario)		
S.2 Diversità di categorie di stakeholders coinvolti	n.	3	3	4	4
S.3 Numero di membri della comunità energetica	n.	6	5	5	25
			(2 prosumer + 3 consumatori)		
S.4 Coesione sociale	Scala Likert (1-5)	1	5	4	5
S.5 Livello di sensibilizzazione	Scala Likert (1-5)	1	5*	3	5
S.6 Livello di accettazione	Scala Likert (1-5)	5	5	5	5
S.7 Livello di assistenza agli stakeholder	Scala Likert (1-5)	3	5	5	5
S.8 Numero di nuovi posti di lavoro	n.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
S.9 Livello di soddisfazione sulla qualità della vita e benessere	Scala Likert (1-5)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
S.10 Livello di trasparenza sui dati	Scala Likert (1-5)	3	3	4-May	4
S.11 Livello di coerenza del framework legislativo	Scala Likert (1-5)	5	5	5**	5

*la valutazione tiene conto della forma innovativa TED Caritas Educazione al consumo

**la valutazione tiene conto della forma innovativa "telegiornale"

** nel modello CER.Ca.MI il modello tecnico legislativo è completamente aderente ma la CER ha una forma di gestione innovativa

tive solidali, spiccano i voucher per l'acquisto di elettrodomestici a basso consumo e percorsi educativi sull'uso consapevole dell'energia, con il supporto di un gruppo di volontari chiamato "TED Caritas" che promuove con eventi e "TED Talks" un consumo responsabile dell'energia. Pur non creando posti di lavoro diretti, la gestione è affidata a volontari e mira a favorire la coesione sociale nei quartieri coinvolti, Greco e Goretti, con un bacino potenziale di 8.000 famiglie. Attualmente, i beneficiari sono selezionati tra i soggetti seguiti dai centri di ascolto Caritas. La comunità locale ha accolto positivamente il progetto, che è stato molto comunicato tramite media locali e incontri pubblici. L'impianto è stato donato da Edison attraverso il "Banco dell'Energia", escludendo detrazioni fiscali. I risparmi diretti per la comunità si attestano intorno ai 6.700 euro annui, mentre gli incentivi superano i 17.000 euro. La CER, infine, rappresenta un modello pedagogico e inclusivo che intende contribuire alla lotta contro la povertà energetica, promuovendo una cultura della sostenibilità e del risparmio energetico attraverso il coinvolgimento attivo dei cittadini e delle famiglie più fragili.

4.3 CER.ca.MI

La Comunità Energetica CER.ca.MI Solidale, promossa dal Comune di Milano con il Politecnico e realtà solidali locali, combina sostenibilità energetica e coesione sociale. Gli impianti previsti raggiungeranno una potenza di 5,5 MWp, finanziati pubblicamente. I membri con impianti rinnovabili ricevono fino al 20% degli incentivi per ammortizzare i costi. La comunità adotta un modello innovativo di governance: il processo decisionale coinvolge il Comune, i comitati di zona e l'Assemblea dei Membri: la struttura di gestione, infatti, prevede comitati di gestione coerenti con le cabine primarie di distribuzione che si interfacceranno con le assemblee di Municipio e con il consiglio direttivo.

Il processo decisionale coinvolge il Comune, i comitati di zona e l'Assemblea dei Membri. Comitati di gestione locali si interfacciano con le assemblee municipali, garantendo una gestione partecipata e adattabile alle politiche locali. Gli utenti sono supportati dagli sportelli energia e da smart metering per monitorare i consumi. Gli incentivi non vengono redistribuiti tra i membri, ma reinvestiti in progetti proposti dai cittadini per migliorare il territorio, con focus su categorie fragili e iniziative di coesione sociale. La comunità è aperta e prevede un processo di preadesione. Secondo il modello di redistribuzione, gli incentivi generati dalla condivisione dell'energia non vengono distribuiti ai membri, ma reinvestiti in progetti proposti dai cittadini per migliorare il territorio. (Fig. 1)

4.3 Comunità La Ghisolfia

Il progetto "Campus Ghisolfia" coinvolge scuole del quartiere e associazioni del terzo settore tra via Castellino da Castello, viale M.te Ceneri, via Ardissona, Via Mac Mahon per creare una Comunità Energetica Rinnovabile (CER) con finalità educative e sociali. Gli istituti coinvolti includono la Rinnovata Pizzigoni, la scuola Puecker e la primaria Dante Alighieri, con un impianto fotovoltaico da 120 kW che produrrà circa 91.000 kWh annui, di cui 40.000 kWh autoconsumati dalle scuole. Il resto dell'energia sarà condiviso tra circa 25 membri, tra cui famiglie, associazioni e privati. I fondi derivanti dagli incentivi saranno destinati esclusivamente a progetti collettivi, senza redistribuzione diretta. Il progetto punta a rafforzare la coesione sociale attraverso attività di sensibilizzazione, come un telegiornale scolastico gestito dagli studenti per promuovere la sostenibilità. Il Comune supporta l'iniziativa senza essere a oggi un membro diretto della CER. La comunicazione avverrà tramite newsletter, media locali e sportelli informativi, sebbene non sia previsto uno smart metering in tempo reale. Sebbene il progetto non crei nuovi posti di lavoro immediati, mira a migliorare la qualità della vita locale attraverso il monitoraggio periodico. In linea con le normative italiane, la CER promuove un modello sostenibile centrato sull'educazione, la trasparenza e il coinvolgimento della comunità locale. In sintesi, la CER mira a generare valore sociale, educativo e ambientale, promuovendo sostenibilità e coesione nella comunità locale, con un forte focus sul coinvolgimento delle scuole e del settore educativo. (Fig. 2)

5. Discussione dei casi analizzati

I casi analizzati evidenziano diverse modalità di implementazione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), tutte conformi al modello legislativo (S13), ma con variazioni nel coinvolgimento degli stakeholder e nella distribuzione dei proventi. Sebbene i dati di tipo economico legati agli incentivi e al risparmio sono ovviamente dipendenti dagli indicatori ambientali dimensione (A2) e potenza di picco dell'impianto (A3), Le CER spaziano da modelli semplici di condivisione degli utili a modelli avanzati che destinano i risparmi a scopi comunitari. Punteggi più alti sono stati assegnati a CER con maggiore diversificazione degli stakeholder (pubblici, privati, associazioni, enti religiosi) e con canali di comunicazione più automatizzati e diffusivi (S1, S2, S7, S10). Nessuna resistenza significativa è emersa nella costituzione delle CER. Sebbene non abbiano generato direttamente posti di lavoro, i risparmi sono stati reinvestiti in servizi per la comunità, favorendo la coesione sociale e lo sviluppo locale.

◆ **FIGURA 1 La Comunità Cer.Ca.MI, Milano Città Studi in sintesi**

Fonte: <http://www.cercami.info/>



◆ **FIGURA 2 “Campus Ghisolfa”, via Castellino da Castello**

Fonte: Il percorso dell’associazione “Verso la CER Campus Ghisolfa” Dott.ssa Valentina Leva



Questa analisi indica che sebbene la normativa chiarisca dettagliatamente i perimetri tecnici e giuridici le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) offrono nuove opportunità per la rigenerazione, valorizzazione e fruizione del patrimonio culturale e sociale, portando benefici sia alle comunità coinvolte sia al territorio circostante.

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) quindi non solo rappresentano un innovativo modello di produzione e condivisione di energia da fonti rinnovabili, ma offrono anche opportunità di promuovere inclusione sociale e rafforzare il senso di appartenenza comunitaria. Sebbene la normativa attuale si concentri prevalentemente sugli aspetti energetici, le CER possono generare benefici sociali indiretti, innescando un effetto domino positivo sui quartieri e sui territori locali.

Questa affermazione può ritrovare anche in altri casi studio di letteratura sul territorio nazionale dove, ad esempio, attraverso l’installazione di impianti fotovoltaici in luoghi degradati o abbandonati, le CER contribuiscono hanno contribuito a recuperare spazi con valore storico, attualizzando rispetto alle esigenze contemporanee della popolazione.

A Napoli, la CER di San Giovanni a Teduccio ha installato un impianto fotovoltaico su un edificio del XIX secolo, coinvolgendo la comunità locale grazie a collaborazioni con Legambiente e la Fondazione Famiglia di Maria. Questo ha migliorato la coesione sociale e la qualità della vita. Un altro esempio è il progetto delle Catacombe di San Gennaro, dove un’illuminazione LED efficiente ha preservato gli affreschi, coinvolgendo i giovani del quartiere e creando opportunità lavorative, unendo sostenibilità e inclusione sociale.

Le CER possono quindi essere intese come contesti pluridimensionali che favoriscono la partecipazione attiva dei cittadini nelle diverse sfere della società. Attraverso la cooperazione tra membri eterogenei – come parrocchie, scuole, attività commerciali e case popolari – si creano spazi di condivisione e solidarietà, capaci di trasformare le comunità in luoghi più sicuri e inclusivi: quel modello di “Quartieri Formica” descritto in precedenza caratterizzato, comunità solidali, resilienti e inclusive capaci. Tuttavia, per massimizzare questi benefici, è necessario superare alcune criticità, tra cui la lentezza burocratica, le incertezze normative e il rischio di basso

reclutamento. Inoltre, è fondamentale adottare un approccio inclusivo che coinvolga anche i soggetti più vulnerabili, prevenendo fenomeni di esclusione sociale (van Munster, 2021) contrastare fenomeni di disagio sociale come criminalità, povertà e dispersione scolastica. Tuttavia, permangono alcune criticità legate a lentezze burocratiche, incertezze normative e difficoltà di coinvolgimento delle fasce più vulnerabili della popolazione.

La normativa attuale sulle CER, però, non tiene pienamente conto di questi effetti sociali indiretti, che potrebbero amplificare l'effetto domino delle iniziative comunitarie, trasformando le CER in un potente strumento di giustizia sociale e sostenibilità. Per massimizzare i benefici delle CER, è necessario ampliare la loro visione oltre la semplice transizione energetica, riconoscendo il potenziale di welfare cittadino che queste comunità possono generare.

5.2 Un nuovo modello di decentralizzazione

Oltre a favorire la produzione e condivisione di energia da fonti rinnovabili, le CER possono attivare filiere produttive locali, creando opportunità o, riducendo la dipendenza energetica e contribuendo a combattere la povertà energetica grazie a tariffe più accessibili eque. Il passaggio alla produzione decentralizzata offre numerosi vantaggi, tra cui l'uso di fonti locali, una maggiore sicurezza nell'approvvigionamento e minori dispersioni energetiche e la disponibilità di fonti di reddito da reinvestire localmente

Il coinvolgimento dei cittadini e delle autorità locali nei progetti di energia rinnovabile attraverso le CER ha portato un notevole valore aggiunto in termini di accettazione locale dell'energia rinnovabile e di accesso a ulteriori capitali privati, con conseguenti investimenti locali, maggiore scelta per i consumatori e maggiore partecipazione dei cittadini alla transizione energetica. Questo coinvolgimento locale è ancora più importante in un contesto di aumento della capacità di energia rinnovabile. Le misure per consentire alle comunità di energia rinnovabile di competere su un piano di parità con gli altri produttori mirano anche ad aumentare la partecipazione dei cittadini locali ai progetti di energia rinnovabile e quindi ad aumentare l'accettazione dell'energia rinnovabile.

In questo modo, si realizza una forma partecipata alla produzione di energia rinnovabile perché i consumatori passivi, consumers, si trasformano in consumatori e produttori attivi, prosumers, in quanto dotati di un proprio sistema per generare elettricità per l'autoconsumo, vendendo l'energia in eccesso agli altri soggetti gestiti da una smart grid. Quest'ultima è un'infrastruttura intelligente che collega tutti gli attori della comunità energetica, che potrebbe anche includere sistemi di accumulo avanzati per l'elettricità non immediatamente utilizzata.

Il modello di smart grid propone una gestione energetica più flessibile, sfruttando dati e tecnologie IT per coordinare a distanza i sistemi di produzione e stoccaggio distribuiti, adattandoli alle esigenze della rete. Le smart grid sono applicabili anche alle comunità di energia rinnovabile, grazie a infrastrutture digitali che ottimizzano ogni fase della produzione, consumo e scambio di energia. Queste reti connettono tutti i membri della comunità e possono utilizzare soluzioni anche tecnologicamente avanzate, come sensori per monitorare i consumi, energy box installate per ogni utenza di consumo, tecnologie cloud per facilitare gli scambi tra comunità vicine. Su queste premesse si stanno esplorando anche nuovi modi di governare le comunità energetiche, ad esempio accoppiando le classiche metodologie di controllo della rete con la tecnologia blockchain per gestire trasparenza e sicurezza delle transazioni energetiche.

5.1.1. Integrazione della tecnologia blockchain nelle CER

L'integrazione della tecnologia blockchain nelle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) rappresenta una trasformazione cruciale per migliorare efficienza operativa e trasparenza. In un contesto di transizione verso sistemi energetici decentralizzati, la blockchain facilita lo scambio di energia peer-to-peer (P2P), i contratti intelligenti (smart contracts) e la gestione energetica decentralizzata, promuovendo modelli di governance innovativi (Tushar et al., 2020). Nel paradigma delle smart grid, l'utilizzo della blockchain permette di gestire la produzione e lo stoccaggio distribuiti di energia in modo dinamico e flessibile, garantendo una risposta più efficace alle fluttuazioni di domanda e offerta (European Commission, 2017). Tra le principali applicazioni della blockchain figurano la riduzione dei costi nei mercati energetici decentralizzati, la sicurezza dei dati, il coinvolgimento dei prosumer (consumatori-produttori), le transazioni energetiche dirette e la certificazione dell'origine dell'energia rinnovabile (Zohar & Lahtinen, 2020) [10]. Una delle applicazioni più rilevanti è il Peer-to-Peer Energy Trading, che consente transazioni dirette tra produttori e consumatori senza intermediari. Grazie ai contratti intelligenti, gli utenti possono scambiare l'energia in surplus con i vicini, promuovendo una gestione efficiente delle risorse locali e riducendo la dipendenza dalle reti centralizzate (Tushar et al., 2020). I contratti intelligenti automatizzano e rendono sicuri gli accordi nelle CER, gestendo le transazioni energetiche e la fatturazione senza bisogno di intermediari. Questi contratti, scritti direttamente nel codice, sono auto-eseguibili e garantiscono trasparenza e affidabilità, riducendo i costi di transazione e aumentando la fiducia tra le parti coinvolte (Nakamoto, 2008). La blockchain supporta

anche la gestione energetica decentralizzata, registrando in tempo reale i dati di generazione energetica, prevenendo manipolazioni e garantendo l'integrità dei dati. Questo approccio è allineato ai principi di decentralizzazione, contribuendo a sistemi energetici più resilienti e trasparenti (Tapscott & Tapscott, 2016) [5]. Un caso concreto è il Blockchain Grid in Austria, un progetto che ha permesso ai membri di una comunità di scambiare energia direttamente attraverso piattaforme blockchain. I risultati hanno evidenziato una maggiore efficienza nella distribuzione energetica, riduzione dei costi e maggiore trasparenza negli scambi (Blockchain Grid Project Austria, 2020) [16]. Nonostante le potenzialità, resta il dibattito sulla sostenibilità della blockchain, poiché alcune tecnologie consumano elevate quantità di energia (Tushar et al., 2020) [13]. Tuttavia, soluzioni blockchain più efficienti possono abilitare un futuro energetico sostenibile e trasparente per le CER.

CONCLUSIONI

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) emergono come strumenti fondamentali nella transizione energetica sostenuta dalle direttive europee. Le recenti normative, come la Direttiva (UE) 2023/2413 e la Direttiva (UE) 2023/1791, promuovono la partecipazione attiva dei cittadini e la pianificazione energetica integrata, assicurando benefici equamente distribuiti e un impatto positivo sulle comunità locali. Tuttavia, rimangono sfide legate alla valutazione dei loro effetti sociali e ambientali. La Commissione Europea ha lanciato iniziative come l'Energy Communities Repository e il Rural Energy

Community Advisory Hub per supportare lo sviluppo delle comunità energetiche in Europa, fornendo assistenza tecnica e condividendo strumenti e risorse utili. Le Comunità Energetiche Rinnovabili rappresentano infatti un elemento chiave nella transizione verso un sistema energetico sostenibile e inclusivo. La valutazione integrata dei loro impatti sociali e ambientali, guidata dalle direttive europee e supportata da metodologie avanzate, è essenziale per massimizzare i benefici e affrontare le sfide emergenti. Un approccio integrato e partecipativo, che coinvolga attivamente le comunità locali e utilizzi indicatori chiari e misurabili, sarà determinante per il successo delle CER nel panorama energetico futuro. Le CER rappresentano un modello evoluto di transizione energetica, che include anche la dimensione sociale ed economica in cui cittadini, risorse e ambiente interagiscono, favorendo inclusione sociale e contrastando la crisi ecologica. Per massimizzare il loro impatto positivo, è essenziale un approccio partecipativo e sistemico, ma anche uno snellimento normativo capace di affrontare le sfide energetiche e sociali delle città contemporanee verso una democratizzazione della produzione e consumo dell'energia. In questa direzione l'innovazione della blockchain e delle smart grid può migliorare la gestione decentralizzata, aumentando efficienza e trasparenza nella governance delle CER.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti i membri intervistati delle Comunità Energetiche per la disponibilità e la gentilezza nel partecipare a questo lavoro. ♦

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Bianco, M., Ceglia, D., & Mutani, G. (2021). Key performance indicators for energy communities. *Journal of Cleaner Production*, 316, 128217.
2. Blockchain Grid Project Austria. (2020). Blockchain-based energy trading pilot. Blockchain Grid Project Austria.
3. Casino, F., Dasaklis, T.K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification, and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81.
4. Cielo, A., Margiaria, P., Lazzeroni, P., Mariuzzo, I., & Repetto, M. (2021). Renewable energy communities' business models under the 2020 Italian regulation. *Journal of Cleaner Production*, 316, 128217.
5. Cuesta, M., Barrios, J., & Forsström, P. (2020). Social and environmental KPIs in hybrid renewable energy systems. *Renewable Energy*, 152, 933-945.
6. Decreto CACER. (n.d.). Retrieved from <https://www.mase.gov.it/sites/default/files/Decreto%20CER.pdf>
7. Decreto Milleproroghe (D.L. n.162/2019, art. 42 bis). (n.d.). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>
8. Direttiva Europea RED I. (n.d.). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=SK>
9. Direttiva Europea RED II. (n.d.). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>
10. Efkarpidis, D., Okwuibe, J., & Yang, Y. (2022). Performance metrics for community energy projects. *Renewable Energy*, 177, 63-73.
11. Energy Community Repository, EU. (2022). Retrieved from https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumers-and-prosumers/energy-communities/energy-communities-repository-products_en
12. Forsström, P., & NTNU Research Group. (2011). Life cycle analysis of energy communities. *Energy Policy*, 39(7), 3784-3793.
13. Li, Y., Warren, C., & Thomann, G. (2017). Multi-level energy performance analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 1341-1351.
14. Legge n. 8/2020. (2020). Retrieved from <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/02/29/20G00021/sg>
15. Lien, J., Pramangioulis, D., & Tur, R. (2019). Smart grid KPIs and evaluation frameworks. *Energy*, 168, 42-55.
16. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
17. Ritchie, N. (2020). *French revolution, 1789-1799*. Oxford University Press.
18. Simma, B. (1995). *The Charter of the United Nations*. Oxford University Press.
19. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*. Penguin.
20. Tushar, W., Yuen, C., Huang, S., & Smith, D.B. (2020). Peer-to-peer trading in electricity networks: An overview. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 11(4), 3185-3200.
21. van Munster, R. (2021). The nuclear origins of the Anthropocene. In *International relations in the Anthropocene: New agendas, new agencies, and new approaches* (pp. 59-75). Routledge.
22. Warren, C. (2011). Defining and using key performance indicators in smart energy projects. *Energy Policy*, 39(9), 5365-5373.
23. Zakaria, F. (2020). *Ten lessons for a post-pandemic world*. Penguin UK.