

# Valutare le comunità energetiche: un nuovo modello sociale ed economico per attuare la transizione ecologica

Autore 1:

Nome: **Domenico Vito**

Affiliazione: Osservatorio Parigi – HubZine Italia

Email: [domenico.vito@polimi.it](mailto:domenico.vito@polimi.it)

Autore2:

Nome: **Barbara Pirelli**

Affiliazione: Studio Legale avv. Barbara Pirelli

Email: [barbara.pirelli@gmail.com](mailto:barbara.pirelli@gmail.com)

Autore3:

Nome: **Martina Bosone**

Affiliazione: CNR IRISS

Email: [martina.bosone@gmail.com](mailto:martina.bosone@gmail.com)

## Abstract

La Direttiva europea sulla promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili stabilisce la possibilità di creare "Comunità per l'energia rinnovabile" (CER) per la produzione e il consumo di energia da fonti rinnovabili, stimolando la transizione da un sistema energetico centralizzato a uno decentralizzato.

Mettendo i cittadini al centro della transizione energetica, le CER rappresentano un modello di comunità socio-economica virtuosa in cui i cittadini, le imprese e le amministrazioni diventano *prosumers*, integrati attivamente in un processo partecipativo e democratico per sostenere la transizione energetica. Considerando sia la complessità e la varietà dei fattori che influenzano l'evoluzione di questo fenomeno, sia l'implicazione multidimensionale di questo nuovo modello socio-economico, questo studio si propone di fornire i *Key Performance Indicators (KPI)* che influenzano le comunità energetiche dei cittadini e di stabilire una metodologia per quantificare o qualificare questi impatti. In questo studio sono stati identificati 26 KPI, suddivisi in tre dimensioni: ambientale, economica e sociale. I KPI proposti sono stati applicati a due casi di studio italiani, selezionati come esempi "privilegiati" di CER, consentendo un confronto a livello multidimensionale. I risultati confermano che le CER rappresentano un modello in grado di generare molteplici benefici e, per questo motivo, la loro valutazione diventa un passo necessario per monitorare i progressi (in itinere) e i risultati (ex post). Questo aspetto rende i KPI particolarmente utili non solo come strumento di valutazione ex post, ma anche come metodo di supporto al processo decisionale. Le ricerche future potrebbero testare più casi di studio e verificare la variazione dei risultati ottenuti in relazione ai diversi contesti considerati.

**Parole chiave:** comunità energetiche, transizione ecologica, sviluppo sostenibile, valutazione multidimensionale, Key Performance Indicators

## 1. Introduzione

Il *Clean Energy for All Europeans Package della Commissione europea* (European Commission, 2017) adottato nel 2019 afferma il ruolo di primo piano che i *prosumer* e le loro forme collettive svolgeranno nel futuro sistema energetico. Il pacchetto contribuirà a decarbonizzare il sistema energetico dell'UE in linea con gli obiettivi del Green Deal europeo. Basato sulle proposte della Commissione pubblicate nel 2016, il pacchetto consiste in 8 nuove leggi. I Paesi dell'UE hanno 1-2 anni per convertire le nuove direttive in leggi nazionali. Una di queste leggi è la Direttiva (UE) *Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II)* (European Commission, 2019a), 2018/2001 del Parlamento Europeo che ha ad oggetto la promozione dell'uso

dell'energia da fonti rinnovabili: all'articolo 3 esso fissa un obiettivo generale vincolante per l'Unione entro il 2030, ossia che gli Stati membri garantiscano collettivamente che la quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale lordo di energia dell'Unione nel 2030 sia almeno pari al 32%. La Commissione valuterà questo obiettivo al fine di presentare, entro il 2023, una proposta legislativa per aumentarlo in caso di ulteriori riduzioni sostanziali dei costi della produzione di energia rinnovabile, se ciò è necessario per rispettare gli impegni internazionali dell'Unione a favore della decarbonizzazione o se tale aumento è giustificato da una diminuzione significativa del consumo energetico nell'Unione.

L'articolo 22 della stessa Direttiva introduce il concetto di Comunità per le energie rinnovabili, meglio note come Comunità dell'energia. Il termine Comunità Energetica e oltre a stabilire che entro il 2030 a livello europeo le energie rinnovabili dovranno incidere almeno per il 32% sul consumo finale lordo di energia, fissa l'obiettivo che al 2050 il 16% dell'energia elettrica provenga da iniziative comunitarie come le comunità energetiche (European Commission, 2021a; Wilson, 2021).

Attraverso la Legge Europea sul Clima (European Commission, 2021b), l'Unione Europea si propone di ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030. L'obiettivo è rendere l'UE climaticamente neutra entro il 2050. E' proprio sulla scorta di questi obiettivi che si è proceduto all'elaborazione di investimenti e riforme contenuti nei Piani di ripresa e resilienza in materia di Transizione Verde (PNRRS) (PNRR - Piano Nazionale Di Ripresa e Resilienza, 2022). Il PNRR italiano prevede numerosi investimenti nel settore delle fonti rinnovabili con la finalità di garantire un uso pulito ed efficiente dell'energia ed un trasporto pubblico sostenibile. Le Comunità Energetiche sono inserite nella tematica coesione sociale e territoriale al fine di sostenere piccole realtà territoriali a rischio di spopolamento. E' importante prendere in considerazione anche il PTE italiano (Piano per la Transizione Ecologica) (Piano per La Transizione Ecologica, 2022) nel quale è prevista la riduzione delle emissioni climalteranti al 2030; questo Piano- sulla base degli obiettivi indicati nel PNRR- fornisce un quadro delle politiche ambientali ed energetiche. Va da sé che la diffusione progressiva e capillare delle Comunità Energetiche è in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione ma per consentire una evangelizzazione delle stesse sarà necessario effettuare degli interventi mirati sulle reti di trasmissione, distribuzione e degli accumuli. Va ricordato, altresì, anche il Pacchetto Fit for 55 che, il 14 luglio 2021, ha previsto una serie di proposte legislative finalizzate a modificare la Direttiva sulle fonti rinnovabili RED II.

Il Pacchetto prevede 15 interventi legislativi che consentano il conseguimento di obiettivi intermedi dell'European Green Deal, raggiungendo una riduzione dei gas serra pari a 55% entro il 2030 (rispetto ai livelli del 1990), inoltre, l'obiettivo è anche quello di innalzare il consumo di energia da FER dal 32% al 40% per il 2030. L'urgenza di accelerare la diffusione di energia da fonti rinnovabili è stata determinata anche dalle tensioni internazionali dovute al conflitto Russia-Ucraina, per questa ragione la Commissione Europea -il 18 maggio 2022 -ha adottato una proposta di modifica della Direttiva UE 2018/2001, l'obiettivo è quello di aumentare il livello delle rinnovabili superando anche l'obiettivo 2030 dell'UE del 40%, dunque, l'ambizione è quella di raggiungere la soglia del 45%. L'UE vuole puntare sulla diffusione dell'energia fotovoltaica connettendo alla rete- entro il 2030- oltre 320GW di solare fotovoltaico per raggiungere poi i 600 GW entro il 2030. Proprio per consentire l'accelerazione della transizione energetica è stato anche varato il Regolamento UE 2022/2577, pubblicato il 29 dicembre 2022, per snellire le procedure autorizzative per i progetti legati alle energie rinnovabili.

In Italia il termine "comunità energetiche" è entrato nel linguaggio ufficiale solo nel dicembre 2020, quando il Parlamento ha approvato un emendamento al cosiddetto "Decreto Milleproroghe 162/2019" (Disposizioni Urgenti in Materia Di Proroga Di Termini Legislativi, Di Organizzazione Delle Pubbliche Amministrazioni, Nonche' Di Innovazione Tecnologica, 2019) che stabilisce la possibilità di creare comunità tra più soggetti per la produzione e il consumo di energia da fonti rinnovabili.

La ricezione direttiva Europea RED II (2018/2001/UE) tramite il DL 162/2019 e le conseguenti Delibera 318/2020/R/eel di ARERA e il DM MISE 16/09/2020 hanno quindi rappresentato un passo fondamentale con cui il governo italiano in modo tempestivo si è allineato con diversi paesi virtuosi come Danimarca e Germania in cui la realtà delle comunità energetiche è presente da anni (Enel, 2021). Il corrispettivo egregio lavoro del "GSE - Gestore dei Servizi Energetici" (Gestore dei Servizi Energetici, 2022) durante le consultazioni ha quindi completato il quadro fornendo la base tecnica per la normazione e per l'implementazione effettiva e diffusa di queste importanti innovazioni sul territorio italiano.

Il nostro Paese infatti è stato rapido dal punto di vista normativo a recepire la normativa europea, prima introducendo in via sperimentale le piccole comunità energetiche con impianti fino a 200 kW, e poi definitivamente a fine 2021 con la legge di recepimento della direttiva europea, estendendo la possibilità ad impianti fino ad a 1 MW.

## **2. Comunità Energetiche: definizione e configurazioni possibili alla luce del quadro normativo**

Secondo la definizione dell'articolo 2(14) della Direttiva europea, un "autoconsumatore di energia rinnovabile" è un consumatore finale che, operando sul proprio sito entro confini definiti o, se consentito da uno Stato membro, su altri siti, produce elettricità rinnovabile per il proprio consumo e può immagazzinare o vendere l'elettricità rinnovabile autoprodotta, a condizione che, per un autoconsumatore di energia rinnovabile diverso da una famiglia (ad esempio un'impresa), queste attività non costituiscano la sua principale attività commerciale o professionale. Nel punto successivo, la Direttiva specifica anche che gli "autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente" sono costituiti da un gruppo di almeno due autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e che si trovano nello stesso edificio o condominio.

L'articolo 2, paragrafo 16, lettera c), della Direttiva europea afferma esplicitamente che l'obiettivo principale delle comunità per le energie rinnovabili è quello di fornire benefici mentali, economici o sociali per i loro azionisti o membri o per le aree locali in cui operano, piuttosto che i profitti finanziari.

Una comunità energetica può formarsi quando singoli cittadini, enti locali o piccole aziende e cooperative si uniscono per diventare comproprietari di impianti di energia rinnovabile "di quartiere", scambiando così energia per l'autoconsumo, ma anche con la possibilità di immettere energia in rete e ricevere un incentivo dal GSE. Il funzionamento di una comunità energetica coinvolge quindi una serie di soggetti privati e/o pubblici, l'insieme di questi soggetti forma un'entità giuridica finalizzata alla produzione di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili, come gli impianti fotovoltaici. Questi ultimi possono essere condivisi (come nel caso di un impianto fotovoltaico o eolico a disposizione della comunità) oppure individuali (come nel caso di un impianto fotovoltaico installato sul tetto di una casa, di un'azienda, di un edificio della pubblica amministrazione o di un condominio).

In questo modo, si realizza una forma partecipata alla produzione di energia rinnovabile perchè i consumatori passivi, *consumers*, si trasformano in consumatori e produttori attivi, *prosumers* (RSE & Fondazione Utilitatis, 2022), 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* (Personal et al., 2014; Ur Rashid et al., 2020; van Summeren et al., 2020). 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 paradigma della *smart grid* suggerisce di affrontare la gestione dell'energia aumentando la flessibilità della rete elettrica, utilizzando i dati e l'IT per coordinare in remoto le tecnologie di generazione e stoccaggio distribuite, in modo tale che possano rispondere attivamente alle mutevoli condizioni della rete. Si può parlare di *smart grid* anche nel caso delle comunità di energia rinnovabile, in quanto si tratta di una struttura moderna e digitalizzata il cui scopo è ottimizzare la gestione dell'energia e renderla così più efficiente. L'infrastruttura consiste in una rete che collega tutti gli attori della comunità energetica, monitorata e controllata da tecnologie digitali all'avanguardia per ottimizzare ogni fase della produzione, del consumo e dello scambio di energia attraverso soluzioni hardware e software innovative (Frieden et al., 2019). Queste tecnologie digitali includono, ad esempio, sensori per monitorare il consumo di elettricità, tecnologie *cloud* che fungono da aggregatore di comunità energetiche per facilitare gli scambi tra associazioni vicine e sistemi *blockchain* per controllare ogni fase e garantire trasparenza, sicurezza e affidabilità. Ogni partecipante alla comunità energetica deve inoltre installare un *energy box*, un dispositivo che collega l'edificio e l'impianto alla rete locale, per garantire la condivisione in tempo reale delle informazioni su produzione, autoconsumo, trasferimento e prelievo di energia.

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* (Casino et al., 2019; Juszczyk & Shahzad, 2022; Kotilainen et al., 2019).

## **2.1 Requisiti generali per Comunità Energetiche Rinnovabili e Autoconsumo Collettivo**

L'art. 32 d.lgs. 199/2021 indica quali sono i requisiti comuni obbligatori per Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) ed Autoconsumo Collettivo (AUC). Uno degli aspetti più importanti da prendere in considerazione è la regolamentazione dei rapporti tra i membri o soci delle configurazioni CER o AUC; bene i rapporti tra questi soggetti sono regolati da un contratto di diritto privato; il contratto deve prevedere la possibilità per i membri di mantenere i diritti del cliente finale, di poter scegliere il proprio venditore e di recedere ed uscire dalla configurazione, fatta salva la restituzione di eventuali corrispettivi concordati in caso di recesso anticipato che devono essere equi e proporzionati. Gli eventuali corrispettivi sono uno strumento di compartecipazione agli investimenti sostenuti; nel contratto va anche indicato il Referente il cui ruolo è quello del responsabile del riparto dell'energia elettrica condivisa. In merito agli impianti di produzione (o porzioni di impianto) gli stessi devono essere di nuova generazione, cioè realizzati su un sito sul quale prima dell'inizio dei lavori non era presente, da almeno 5 anni, un altro impianto di produzione, pena il mancato accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione. Per impianto di produzione di energia elettrica rinnovabile si intende un impianto di energia elettrica che utilizza esclusivamente l'energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrottermica e oceanica, idraulica, delle biomasse, dei gas di scarica, dei gas residuati dai processi di depurazione e del biogas (con una deroga massima del 5% da fonti non rinnovabili). Sarà poi compito del referente dichiarare che l'impianto è stato eseguito a regola d'arte e per ogni tipologia di modulo fotovoltaico installato dovrà allegare una fotografia della targhetta apposta dal fabbricante recante i principali dati tecnici. Questi impianti devono essere entrati in esercizio a partire dal 1 marzo 2020 cioè dopo l'entrata in vigore della legge di conversione del decreto legge 162/2019. In seguito al nuovo decreto MASE (art. 8 del d.lgs. 199/2021), che attualmente è in fase di verifica da parte della Commissione UE, per accedere all'incentivazione vengono richiesti ulteriori requisiti ad esempio la potenza nominale massima del singolo impianto non deve essere superiore ad 1 MW. Le Comunità Energetiche devono rispettare il principio "Do No Significant Harm" (DNSH) (European Commission, 2019b, 2020; ItaliaDomani, 2020; UNFCCC, 2015), cioè non devono arrecare alcun danno significativo all'ambiente, questo requisito è fondamentale per accedere ai finanziamenti del RRF (Recovery and Resilience Facility), inoltre, il principio DNSH si basa anche su quello che prevede la Tassonomia per la finanza sostenibile.

Le attività economiche per non arrecare un danno significativo all'ambiente devono rispettare 6 criteri: 1. Mitigazione dei cambiamenti climatici 2. Adattamento ai cambiamenti climatici 3. uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine 4. transizione verso l'economia circolare con riferimento anche alla riduzione e riciclo dei rifiuti 5. prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo 6. protezione e ripristino della biodiversità e della salute degli ecosistemi.

La realizzazione di Comunità Energetiche è in linea anche con il concetto di Sviluppo Sostenibile alla base dei 17 obiettivi dell'Agenda 2030 ONU (United Nations, 2015), in particolare l'obiettivo n.7 prevede Energia pulita ed Accessibile, cioè entro il 2030 bisogna garantire l'accesso universale ai servizi energetici a prezzi accessibili, affidabili e moderni, bisogna aumentare la quota di energie rinnovabili e raddoppiare il tasso globale di miglioramento dell'efficienza energetica. L'obiettivo n. 11 prevede Città e Comuni sostenibili, in particolare l'obiettivo n. 11.3 prevede che entro il 2030 va aumentata l'urbanizzazione inclusiva e sostenibile, la capacità di pianificazione e gestione partecipata e integrata dell'insediamento umano in tutti i paesi.

L'obiettivo n. 12 prevede il Consumo e la Produzione sostenibili, l'obiettivo 12 a) prevede di sostenere i Paesi in via di sviluppo a rafforzare la loro capacità scientifica e tecnologica in modo da andare verso modelli più sostenibili di consumo e di produzione.

Le Comunità Energetiche devono essere regolarmente costituite alla data di presentazione della domanda di accesso agli incentivi, gli impianti di produzione devono essere sottesi alla medesima cabina primaria, bisogna informare in modo adeguato i membri o i soci sui benefici derivanti dall'accesso alla tariffa incentivante. Il cliente finale di una configurazione CER o AUC è sostanzialmente l'intestatario della bolletta mentre il produttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e non necessariamente è il proprietario dell'impianto di produzione. È necessario che il produttore, ai fini dell'accesso alla valorizzazione e alle incentivazioni, deve aver

ottenuto la licenza di officina elettrica o il codice ditta e deve aver sottoscritto il regolamento di esercizio.

Per poter accedere al servizio di valorizzazione e incentivazione delle configurazioni CER O AUC devono esserci almeno due clienti finali, (membri della comunità) e un impianto di produzione o sezione di impianto. La configurazione deve essere un soggetto giuridico autonomo (associazione, cooperativa, ente del terzo settore, consorzio, partenariato ecc.); inoltre, la Comunità Energetica può anche essere un soggetto giuridico già esistente alla data del 1 marzo 2020 cioè quando è entrata in vigore la legge n. 8 del 2020 che ha convertito il decreto legge n. 162 del 2019. I membri della comunità devono essere titolari di punti di connessione elettrica che ricadono nella stessa cabina primaria di trasformazione alta/media tensione.

Per le imprese private la partecipazione alla comunità energetica non deve costituire l'attività commerciale e/o industriale principale, quindi, il Codice Ateco dell'impresa privata deve essere diverso dai codici 35.11.00 - 35.14.00. Va detto, altresì, che non possono far parte di una comunità energetica le utenze per le quali sia attivo lo scambio sul posto. I membri della comunità energetica devono poi rilasciare al GSE una liberatoria, tramite il referente, per utilizzare i dati riguardanti i loro punti di connessione. La raccolta di questi dati servirà a verificare la valorizzazione e l'incentivazione dell'energia condivisa. Alla comunità energetica possono appartenere anche i c.d. "produttori terzi" cioè quei soggetti che svolgono come attività commerciale o professionale principale la produzione e lo scambio dell'energia elettrica; gli stessi non sono membri o azionisti della comunità energetica, semplicemente hanno impianti di produzione connessi alla stessa cabina primaria a cui si riferisce la configurazione di CER.

Come già detto precedentemente sia le configurazioni CER che AUC devono regolare i loro rapporti con un contratto di diritto privato; nel caso dell'AUC (autoconsumo collettivo) il contratto può essere costituito dal verbale di delibera assembleare firmato dai condomini che aderiscono al gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile. Invece, le CER possono costituirsi anche attraverso la forma giuridica delle associazioni non riconosciute, prive di personalità giuridica e che non perseguono finalità economiche. Dunque, sia il verbale di delibera assembleare che l'associazione non riconosciuta oppure la cooperativa, il consorzio ecc. costituiscono il c.d. atto costitutivo dal quale si genera la nascita della configurazione CER o AUC. Gli elementi essenziali per costituire una CER o un AUC sono l'atto costitutivo e lo Statuto che devono prevedere una serie di condizioni tra le quali: va specificato che gli azionisti o membri sono persone fisiche, PMI, enti territoriali o autorità locali (anche le amministrazioni comunali), gli enti di ricerca e formazione, enti religiosi, enti del terzo settore e di protezione ambientale, tutte le amministrazioni locali (ai sensi della legge n. 196 del 31 dicembre 2009); lo scopo delle configurazioni deve essere quello di fornire benefici sociali, economici, ambientali e non profitti finanziari; la partecipazione dei membri deve essere aperta e volontaria anche per tutti i consumatori a basso reddito o vulnerabili; i membri devono mantenere i diritti del cliente finale compreso quello di scegliere il proprio venditore.

## **2.2 Il modello regolatorio virtuale delle CER**

Spesso sfugge la differenza che passa tra Autoconsumo Collettivo e CER, in realtà la differenza è minima; nel primo caso la configurazione riguarda soggetti che producono e condividono energia all'interno dello stesso edificio (es. condominio o centro commerciale) mentre nella CER i membri che producono e condividono energia si trovano in edifici differenti (es. un quartiere). Per modello virtuale delle CER si intende che la valorizzazione dell'autoconsumo di energia elettrica è realizzabile senza che siano necessari nuovi collegamenti elettrici oppure senza installare nuove apparecchiature di misura. L'incentivo per l'energia elettrica autoconsumata - previsto con il decreto ministeriale 16 settembre 2020 - prevede 100 euro/MWh nel caso di gruppi di autoconsumo collettivo e 110 euro/MWh per le Comunità Energetiche; questi incentivi vengono riconosciuti per 20 anni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto di produzione. Dunque, secondo il modello regolatorio virtuale ogni cliente e ogni produttore acquista e vende i propri prelievi ed immissioni. Il GSE riconosce al Referente la valorizzazione dell'autoconsumo ai sensi della deliberazione 318/2020/R/eel e l'incentivo previsto dal decreto ministeriale 16 settembre 2020.

Il Referente avrà poi il compito di ripartire gli importi ricevuti dal GSE ai membri del gruppo o della comunità secondo modalità autonome stabilite nelle condizioni previste nel contratto di diritto privato.

Va ricordato, altresì, che c'è stata una evoluzione del quadro regolatorio in materia di autoconsumo, infatti, dopo il d.lgs. 199/2021 (che ha recepito la Direttiva Europea 2018/2001) e 210/2021 (di recepimento della Direttiva 2019/944) vi è stata la deliberazione 120/2022/R/eel.

Ad agosto 2022 ARERA ha pubblicato il documento di consultazione 390/2022/R/eel; poi il 27 dicembre 2022 sempre ARERA ha approvato il Testo Integrato che regola l'autoconsumo Diffuso (TIAD) nel quale rientrano tutti i sistemi per l'autoconsumo diffuso; l'applicazione del TIAD è stata prevista dal 1 marzo 2023. Il TIAD prevede quattro differenti configurazioni di autoconsumo diffuso da fonti rinnovabili: 1. Le Comunità Energetiche Rinnovabili 2. i gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente; 3. L'autoconsumatore individuale di energia rinnovabile a distanza con linea diretta; 4. L'autoconsumatore individuale di energia rinnovabile a distanza che utilizza la rete di distribuzione.

Il Decreto Energia 17/2022 ha, invece, semplificato le autorizzazioni per gli impianti commerciali, questo per favorire la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili nel mondo delle imprese. Dunque, l'art. 12 del decreto legge 17/2022 ha introdotto le c.d. *Solar Belt* cioè aree immediatamente idonee per installare impianti fotovoltaici, quindi, non è necessario effettuare delle verifiche di impatto ambientale. Le aree che rientrano nelle *Solar Belt* (anche con moduli a terra) sono: 1. Aree anche agricole racchiuse in un perimetro di 500 metri dalle aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale compresi i siti di interesse nazionale, le cave e le miniere; 2. Aree anche agricole interne a stabilimenti e impianti industriali o racchiuse in un perimetro che disti non più di 500 metri dall'impianto o stabilimento; 3. le aree adiacenti alla rete autostradale in una distanza di 300 metri. Sono previste anche delle semplificazioni a livello autorizzativo, per gli impianti fino ad 1 MWp (megawatt di picco) si deposita al Comune la dichiarazione asseverata di inizio lavori (DILA), fino a 20 MWp si utilizza la procedura semplificata (PAS) per tutti gli impianti di taglia superiore è necessaria l'autorizzazione unica (AU).

### **2.3 Le comunità energetiche come nuovo modello socio-economico**

Le CER possono consentire lo sviluppo di filiere produttive locali, fornendo opportunità di rete e di lavoro alle comunità locali e riducendo la dipendenza energetica da altri Paesi o regioni. Inoltre, le CER contribuiscono alla lotta contro la povertà energetica riducendo il consumo di energia, abbassando le tariffe di fornitura e rendendo l'uso delle fonti energetiche rinnovabili più equo e accessibile (United Nations, 2015).

Il passaggio alla produzione decentrata di energia presenta molti vantaggi, tra cui l'utilizzo di fonti energetiche locali, una maggiore sicurezza dell'approvvigionamento energetico a livello locale, distanze di trasporto ridotte e una minore dispersione di energia. Questo passaggio promuove anche lo sviluppo e la coesione delle comunità attraverso la disponibilità di fonti di reddito e la creazione di posti di lavoro locali.

Per questi motivi le tecnologie decentrate per la produzione e lo stoccaggio di energia rinnovabile dovrebbero potersi sviluppare a condizioni non discriminatorie e senza ostacolare il finanziamento degli investimenti infrastrutturali.

La concessione di diritti agli autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente consente inoltre alle comunità di energia rinnovabile di aumentare l'efficienza energetica delle famiglie e di contribuire alla lotta contro la povertà energetica riducendo il consumo e le tariffe di fornitura. Gli Stati membri dovrebbero cogliere adeguatamente questa opportunità, anche considerando la possibilità di coinvolgere famiglie che altrimenti non potrebbero partecipare, compresi i consumatori vulnerabili e gli affittuari.

Il coinvolgimento dei cittadini e delle autorità locali nei progetti di energia rinnovabile attraverso le comunità per l'energia rinnovabile 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.

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) quindi rappresentano un modello di comunità socio-economica virtuosa in cui i membri della comunità - cittadini, imprese e amministrazioni - diventano *prosumer* (cioè produttori e consumatori allo stesso tempo) attivamente integrati in un processo partecipativo e democratico per sostenere la transizione energetica. Le CER possono essere intese come una modalità “organizzativa” nuova e collettiva dell’accesso alle risorse energetiche, che aprono alla partecipazione e alla governance aperte e democratiche e alla fornitura di benefici per i membri o la comunità locale (Ambrosini et al., 2022). In questo senso aprono diversi scenari anche per gli enti sub-nazionali in termini di regolamentazione, normative e facilitazione all’implementazione locale.

Ponendo i cittadini al centro della transizione energetica, le CER possono essere viste come una nuova modalità organizzativa collettiva di accesso alle risorse energetiche, con una *governance* aperta e partecipativa nell’erogazione dei benefici ai membri e al territorio.

La partecipazione dal basso, che è una delle novità di questi nuovi modelli energetici, dove i cittadini, le comunità e i territori diventano il fulcro di un nuovo modello basato sull’equilibrio tra produzione virtuosa e condivisione in forme articolate.

### 3. Casi studio a confronto: le Comunità Energetiche di Napoli Est (NA, Italia) e Turano Lodigiano (LO, Italia)

Secondo il Rapporto Symbola “Comunità energetiche contro la crisi. Empatia, tecnologia e territori per un’economia a misura d’uomo” pubblicato nel 2022 (Ambrosini et al., 2022), attualmente in Europa sono attive circa 7.000 comunità energetiche che coinvolgono 2 milioni di abitanti. Si tratta di un fenomeno in crescita, tanto che alcune stime azzardano un potenziale di crescita che potrebbe raggiungere i 264 milioni di cittadini europei, generando il 45% della domanda di elettricità prevista entro il 2050.

Secondo Enel (Enel, 2021), il Paese dell’UE con il maggior numero di Comunità energetiche, secondo uno studio del Centro comune di ricerca UE 2020, è la Germania, con 1.750 Comunità, seguita da Danimarca (700) e Paesi Bassi (500).

Nel rapporto “Comunità rinnovabili 2022” di Legambiente (Legambiente, 2022) viene fatto un censimento di 100 pratiche mappate, distinguendo casi di Comunità energetiche rinnovabili e Configurazioni di autoconsumo collettivo effettivamente operative (35), in progetto (41) o che stanno muovendo i loro primi passi verso la costituzione (24), pari ad un totale di almeno 1,35 milioni di impianti da fonti rinnovabili, distribuiti in tutti i Comuni italiani per una potenza complessiva di 60 GW. Tuttavia, come sostenuto dallo stesso Legambiente, tali numeri appaiono ancora totalmente insufficienti a raggiungere l’obiettivo di 70 GW previsto al 2030, allontanando sempre di più l’orizzonte temporale della sua realizzazione.

Nonostante ciò è innegabile non rilevare come questo fenomeno sia in rapida crescita e come la consapevolezza di istituzioni e cittadini si stia concretizzando sempre più a favore di iniziative ed esperienze virtuose di dialogo e collaborazione.

Al fine di applicare la nostra metodologia valutativa abbiamo quindi considerato due casi studio, il primo è la comunità energetica di San Giovanni a Teduccio, nella periferia orientale di Napoli, che è stato uno dei primi esperimenti di Comunità per le Energie Rinnovabili (CER) nel Sud Italia e l’altro è quello di Turano Lodigiano, dove è nata la prima comunità energetica rinnovabile in Lombardia.

Nella tabella seguente (Tab.2) viene fornito un riepilogo sintetico delle principali caratteristiche dei due casi.

**Tabella 2.** Quadro sintetico delle principali caratteristiche dei due casi studio analizzati

NOME DELLA COMUNITÀ	LOCALIZZAZIONE	STAKEHOLDERS COINVOLTI	OBIETTIVO	SOLUZIONE TECNOLOGICA
Comunità energetica e solidale di Napoli	Napoli	Legambiente Campania Fondazione	Contrasto alla povertà energetica	Fotovoltaico - 53 kWp

Est	Famiglia di Maria Fondazione con il Sud			
Comunità energetica di Turano Lodigiano	Turano Lodigiano e Bertonico (LO)	Comuni di Turano Lodigiano e Bertonico - Sorgenia	Autoconsumo e riduzione della spesa energetica	Fotovoltaico - 46,5 kWp

### 3.1 La Comunità Energetica di San Giovanni a Teduccio (NA, Italia)

Questo caso studio risulta particolarmente interessante per la sua capacità di aver attivato un processo con le famiglie e per le famiglie. Infatti, sin dal primo momento, i promotori del progetto hanno puntato su due obiettivi che sono profondamente connessi, quello ambientale e quello sociale, nella convinzione che, soprattutto in luoghi marginalizzati come questo, non sia sufficiente trovare soluzioni tecniche per attivare piccoli impianti, ma sia invece assolutamente necessario coinvolgere i cittadini per cambiare insieme il modo di consumare energia.

La proposta è stata avviata da Legambiente e ha avuto il sostegno della Fondazione con il Sud (Fondazione con il Sud, 2020), che finanzia progetti di sviluppo sociale, con un contributo iniziale di 100.000 euro. Il costo dell'installazione è parzialmente sostenuto (42%) dalle detrazioni fiscali previste dal bonus ristrutturazione (Magliacane et al., 2023).

Il primo passo per la costituzione della comunità energetica è stato quello di iniziare a coinvolgere le persone del posto, rompendo il senso di diffidenza iniziale e illustrando i vantaggi di questo modello. In questa fase è stata importante l'intermediazione di persone già attive sul territorio e riconosciute dalla popolazione per il loro impegno civico, attraverso progetti di educazione ambientale, di recupero di aree pubbliche abbandonate, laboratori con i bambini e iniziative culturali.

La presidentessa di Legambiente Campania e della Fondazione Famiglia di Maria (un centro socio-educativo del quartiere), si sono impegnate in prima persona in un'azione di sensibilizzazione locale, sottolineando la grande opportunità di riscatto offerta a questo territorio. Il progetto ha entusiasmato la comunità che si è resa disponibile a costituirsi in Comunità Energetica con un primo nucleo fondatore, formalizzato davanti ad un notaio, e costituito da tre famiglie di utenti, insieme a Mariateresa Imparato e Anna Riccardi (come rappresentanti di Legambiente e della Fondazione) (Forte, 2021). In seguito, l'associazione si è ampliata con l'ingresso di venti famiglie del quartiere. Grazie al recepimento della direttiva europea "Red II" in Italia, si è potuti appoggiare ad una cabina primaria, che consentirebbe di arrivare a quaranta famiglie.

I membri della comunità energetica hanno accolto con convinzione l'innovazione in vista del supporto sociale che essa poteva fornire alla popolazione. Tutti gli stakeholders coinvolti sono partiti dai bisogni reali della comunità locale, partendo dall'analisi degli sprechi e della gestione delle spese energetiche della famiglia, fino ad arrivare alla previsione del risparmio energetico ed economico come soluzione alla povertà energetica in cui versavano le famiglie di Ponticelli.

Sin dall'inizio l'intervento proposto ha individuato come destinatari 40 famiglie in condizioni di disagio, residenti in appartamenti adiacenti alla fondazione, che sarebbero stati facilmente collegati alla stessa cabina elettrica. Queste famiglie erano in povertà assoluta o quasi, e molto spesso vivono in condizioni di 'illegalità energetica', per cui la loro adesione alla comunità energetica ha avuto uno scopo sociale ancor prima che ambientale, investendo sulla loro consapevolezza come motore attivo del cambiamento di cultura del quartiere.

Il passo successivo è stato quello di installare l'impianto fotovoltaico sul tetto del palazzo della Fondazione Famiglia di Maria, un edificio del XIX secolo. La Fondazione era attiva nell'Ottocento come orfanotrofio gestito da suore. Oggi è un'istituzione educativa laica, molto conosciuta nel quartiere, che collabora con i servizi sociali del Comune per il diritto all'istruzione.

L'impianto è composto da 166 pannelli, per una potenza totale di 53 kilowatt ed è garantito per 25 anni. Sarà in grado di produrre circa 65.000 kilowattora in un anno, di cui il 18% andrà in autoconsumo alla Fondazione, mentre la parte restante viene condivisa con le 40 famiglie locali. Un sistema di

accumulo consente di immagazzinare l'energia e di immettere l'energia extra nella rete che viene venduta alla rete nazionale. L'energia raccolta dai 40 membri della comunità, attraverso i dispositivi installati nelle loro case, sarà considerata dal fornitore di servizi energetici come "energia condivisa" (Gestore dei Servizi Energetici, 2022) e quindi incentivata. Il ricavato sarà distribuito ai membri alla fine dell'anno per una rendita tra i duecento e i trecento euro all'anno a famiglia, pari al risparmio di due bollette. In aggiunta a questo le famiglie beneficiano anche dello sconto del 20% che viene applicato sulle utenze di chi ha aderito alla comunità energetica.

In 25 anni il totale degli incentivi ricevuti, al netto dei costi di gestione, ammonterebbe a oltre 200.000 euro. Si stima inoltre un risparmio reale, in termini di minor consumo di energia elettrica da parte di tutti i membri del CER, di circa 300.000 euro.

Questo progetto è diventato un modello da copiare e da replicare anche in altri casi soprattutto perché ha dimostrato che i percorsi dal basso funzionano: a San Giovanni a Teduccio le mamme e i bambini hanno svolto un ruolo di divulgazione e informazione sull'energia solare convincendo le loro famiglie ad accogliere il progetto che, per loro, ha rappresentato un riscatto collettivo e, secondo il presidente di Fondazione con il Sud, Carlo Borgomeo, portatore anche di una nuova visione politica. Questo impegno collettivo è stato riconosciuto anche dal presidente della Repubblica Sergio Mattarella che ha insignito uno dei bambini della comunità dell'attestato d'onore di "Alfieri della Repubblica".

Il caso della Comunità Energetica di San Giovanni a Teduccio ha sottolineato anche il ruolo fondamentale delle istituzioni come facilitatori della transizione ecologica, attraverso un'importante attività di assistenza alle famiglie destinatarie del progetto (un corso di formazione sui metodi di approvvigionamento di energia rinnovabile e al monitoraggio dei consumi elettrici e della qualità degli edifici in termini di dispersione del calore) e un'intensa campagna di informazione sui vantaggi e sul potenziale delle comunità energetiche, al fine di individuare ulteriori membri, sostenere la creazione di nuove comunità e, più in generale, aumentare la consapevolezza del valore sociale, economico e ambientale dell'utilizzo delle energie rinnovabili.

### **3.2 La comunità energetica di Turano Lodigiano (LO, Italia)**

Il secondo caso studio in analisi quello di Turano Lodigiano, piccolo comune di poco più di 1500 abitanti. Qui è nata la prima comunità energetica rinnovabile in Lombardia. La CER di Turano Lodigiano si compone di 23 famiglie, 1 parrocchia e 9 utenze comunali, riuniti nella libera associazione chiamata "Solisca". Costituita a un anno dalla prima presentazione del progetto del 2 ottobre 2020, Solisca ha richiesto al GSE l'abilitazione ad operare come Comunità energetica a metà gennaio 2022. L'energia condivisa è prodotta da due impianti fotovoltaici ubicati sul tetto degli spogliatoi della palestra e del campo sportivo comunale, rispettivamente di 34 kW e 13 kW ciascuno, per complessivi 46,5 kWp. L'energia non autoconsumata dai due POD sottostanti gli impianti prevede la condivisione da 23 utenze residenziali, la Parrocchia e altre 7 utenze comunali.

In una prima fase, solo 10 dei 23 utenti residenziali hanno condiviso l'energia: i successivi 13 sono stati attivati con l'entrata in vigore dei regolamenti attuativi della legge 199 dell'8/11/2021 che ha esteso il perimetro delle CER alla cabina primaria.

L'investimento iniziale sugli impianti ha coperto i costi dell'iter costitutivo e autorizzativo della Comunità energetica con 70.000 arrivati al Comune di Turano come compensazione come compensazione ecologica per la costruzione centrale a turbogas ubicata nel territorio comunale.

A supporto della comunità Solisca vi è una piattaforma digitale, che registra in tempo reale i dati – certificati da tecnologia *blockchain* – di produzione e consumo, i flussi di potenza, gli scambi di energia – prodotta, prelevata, condivisa – e il risparmio in bolletta. I componenti della comunità hanno in dotazione un profilo energetico a cui si può accedere tramite un'app, per ricevere consigli sull'utilizzo dell'energia prodotta e scambiata e ottenere risparmio ed efficienza ancora maggiori.

Tramite il profilo energetico gli utenti sono anche invitati ad adottare comportamenti di consumo più consapevoli e sostenibili, tramite iniziative di *gamification*.

Tra le opportunità offerte dalla piattaforma digitale, vi è anche una stima contributo di mitigazione della crisi climatica generata dalla CER. Il sistema, infatti, calcola alcuni indicatori di sostenibilità ambientale come le emissioni di CO2 non prodotte e il numero di alberi equivalenti piantati.

#### 4. Valutare le comunità energetiche: KPI per una valutazione multicriteriale

Finora diversi studi hanno affrontato il tema della valutazione delle comunità energetiche. In molti di essi la definizione di Key Performance Indicators (KPI) è adottata come metodo consolidato per fornire una valutazione oggettiva di tematiche complesse, come quella delle comunità energetiche e delle smart grid (Lien et al., 2019; Warren, 2011; Yang et al., 2019). Un indicatore di prestazione chiave (KPI) è un valore che può essere misurato, valutato e dimostrato al fine di valutare le prestazioni per raggiungere un obiettivo specifico (Warren, 2011).

I KPI possono essere espressi sia come valori assoluti (ad esempio, produzione di energia da fonti rinnovabili, emissioni di anidride carbonica, ecc.) sia come valori percentuali calcolati rispetto a uno scenario di riferimento (ad esempio, riduzione dell'anidride carbonica, aumento della quota di rinnovabili nel mix energetico, ecc.) Possono essere utilizzati per definire obiettivi di alto livello (legati alle visioni energetiche nazionali e internazionali) e obiettivi locali nel caso di microgrid e comunità energetiche (Lien et al., 2019). Molti autori suggeriscono l'uso di KPI nella fase di progettazione di una microgrid, come in Bianco (Bianco et al., 2021), dove vengono evidenziati i risparmi sui consumi energetici e le riduzioni delle emissioni.

L'autosufficienza comunitaria e l'indice di autoconsumo sono indicatori maggiormente identificati (Cielo et al., 2021; Efkarpidis et al., 2022; Mutani et al., 2021; Okwuibe et al., 2022) affiancati da altri indicatori più propriamente focalizzati sull'impatto ambientale in termini di tonnellate annue di CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>2</sub> evitate [(Bianco et al., 2021; Ceglia et al., 2021). Altri studi si sono concentrati anche sulla questione di identificare gli stakeholders come fattore determinante per risolvere la complessità delle questioni e dei bisogni relativi a ciascuno di essi e per identificare un sistema di multi-level energy performance analysis, basata su tre diversi livelli gerarchici - strategico, tattico e operativo - e distribuendo i KPI tra i diversi stakeholder del sistema mantenendo la loro interdipendenza (Li et al., 2017). Cuesta et al. (2020) conducono un'estesa literature review per sottolineare l'esigenza of considering social indicators such as job creation and social acceptance in addition to the usual considerations of economical, technical, and environmental criteria, al fine di raffinare il design del Hybrid Renewable Energy Systems (HRES).

In alcuni studi KPI ambientali ed economici sono considerati in fase decisionale come sistema di supporto alle decisioni strategiche di investimento nel campo delle microgrid (Moretti et al., 2017; Pramangioulis et al., 2019; Tur & Bayindir, 2019), mentre in altri studi ci si sofferma su come tali decisioni siano condizionate da fattori molto eterogenei tra loro (Thomann, 2023).

Altri autori hanno evidenziato l'interconnessione tra le comunità energetiche e altri settori influenzati positivamente da essi, come ad esempio mobilità, economia, qualità dello spazio e innovazione (Okwuibe et al., 2022; Sintef & NTNU, 2018).

A tal proposito, anche Forsström et al. (2011) sottolineano l'importanza di adottare un approccio sistemico nella misurazione dell'efficienza energetica delle comunità, considerando l'intero ciclo di vita di tutte le componenti coinvolte nell'attivazione di una comunità energetica (cioè edifici, infrastrutture e trasporti). Il ciclo di vita delle comunità consiste nella produzione di strutture o di energia incorporata nei materiali delle strutture (edifici, reti e altre strutture), nel funzionamento delle strutture e nei trasporti necessari per le funzioni delle comunità. Gli autori propongono indicatori per ciascuna di queste tre categorie.

Inoltre, sia lo studio di Efkarpidis (Efkarpidis et al., 2022) che il deliverable del progetto Lightness (Barrios, 2021) introducono interessanti indicatori riguardanti l'efficienza degli strumenti di monitoraggio e rilevazione dei consumi energetici, includendo così anche una dimensione legata all'eventuale distorsione dei risultati causata da un errore tecnico.

I potenziali KPI che possono essere inclusi in un framework di valutazione multicriterio sono molti e vari. Per questo motivo in questo studio è stata adottata una procedura di filtraggio basata su una serie di criteri fondamentali individuati dalla letteratura (Vaccaro et al., 2012; Yang et al., 2019) che riguardano la rilevanza, la completezza, la disponibilità, la misurabilità, l'affidabilità, la familiarità, la complementarità, la non ridondanza e la capacità di benchmark. Soprattutto essi sono interpretati come uno strumento alla portata del consumatore, e quindi come potenziale strumento di autovalutazione da parte delle comunità stesse, coadiuvate da opportuni esperti. Per questo motivo sono stati esclusi indicatori molto significativi presenti in letteratura (come ad esempio quelli riguardanti il calcolo delle emissioni o gli aspetti tecnici relativi alla produzione e al consumo di energia) e sono stati considerati

quelli di più immediata compilazione e di maggiore reperibilità delle informazioni, soprattutto in considerazione dei due casi studio analizzati.

Inoltre è importante evidenziare che la definizione di KPI è fondamentale per identificare le principali aree di impatto del fenomeno delle Comunità Energetiche, così dinamico e così variabile rispetto a tantissimi fattori di natura diversa (le tipologie di utenti, l'ambiente, l'ubicazione, il quadro politico, l'economia, ecc.) (Barrios, 2021; Thomann, 2023), costituendo un valido supporto non solo come strumento di valutazione ex post ma anche come metodo a supporto del processo decisionale. In questo senso, essi esprimono la prestazione che ci si aspetta da un determinato progetto e possono essere poi utilizzati nell'ambito di una valutazione multicriterio per il processo decisionale, finalizzata a stabilire la scelta migliore tra diversi scenari progettuali.

In questo studio sono stati identificati 26 KPI, dedotti da studi scientifici, report e progetti e rielaborati dagli autori. Essi sono stati divisi in tre dimensioni: ambientale, economica e sociale.

Nei KPI ambientali sono incluse questioni relative sia alle prestazioni della comunità dal punto di vista energetico, per quanto riguarda la quantità di energia rinnovabile integrata e autoconsumata, che alla riduzione delle emissioni. Quest'ultimo aspetto è di particolare rilevanza perchè è un tema centrale nella transizione energetica (European Commission, 2017, 2019b; European Union, 2021).

I KPI economici si focalizzano sulla validità e sulla sostenibilità finanziaria della soluzione proposta per gli stakeholder e gli investitori ma anche sulla convenienza per gli utenti in termini di risparmio sulla bolletta dell'elettricità e di detrazioni fiscali, nonché di meccanismi redistributivi per cui le eccedenze economiche vengono reinvestite in ulteriori iniziative per la comunità con conseguenti benefici.

I KPI sociali fanno emergere l'importanza delle Comunità Energetiche come nuovo modello di coinvolgimento attivo e sensibilizzazione dei cittadini rispetto alle tematiche della sostenibilità, rinnovando il senso di coesione e di appartenenza anche nei luoghi più degradati e marginalizzati. Questo modello incide anche sulla democratizzazione della conoscenza, allargando l'accesso a contenuti specifici, stimolando lo scambio di informazioni e abilitando i cittadini nell'uso delle tecnologie. Perciò è importante considerare il feedback da parte degli utenti e dai membri della comunità, che sono i primi interlocutori a cui rivolgersi per rilevare l'effettiva efficacia del modello attuato. Infine, negli aspetti sociali sono stati inclusi anche indicatori, che in letteratura vengono inseriti nella categoria degli indicatori "legali", e che riguardano la trasparenza delle istituzioni sui dati raccolti e condivisi dagli altri stakeholders e la coerenza del framework legislativo adottato a livello locale dalla comunità energetica rispetto alle direttive nazionali ed europee, in quanto, nella nostra opinione, essi influenzano l'aspetto sociale della complessiva soddisfazione del progetto e del rapporto che si instaura tra istituzioni e utenti.

Nella tabella seguente (Tab.1) vengono illustrati i 26 KPI proposti in questo studio per la valutazione delle Comunità Energetiche.

**Tabella 1.** Framework di KPI proposti per la valutazione delle Comunità Energetiche

<b>INDICATORI</b>				
<b>DIMENSIONE</b>	<b>INDICATORE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>SCALA DI VALUTAZIONE</b>	<b>UNITÀ DI MISURA</b>
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 reimmessa in rete	Cardinale	$\frac{\text{kWh/anno}}{\text{}} = \text{\%}$
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	$tCO_2eq/year$
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 all'anno risparmiati complessivamente da tutte le famiglie aderenti alla comunità energetica	Cardinale	$\frac{\text{Euro/mese}}{\text{}} = \text{Euro/anno}$
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	Azioni di supporto da parte degli enti promotori	Ordinale	Scala Likert (1-5)

	stakeholder	nell'accompagnare i membri delle CER nei vari adempimenti e processi autorizzativi necessari		
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)

#### 4.1 Confronto tra i casi studio

I due casi studio presi in esame sono stati confrontati tramite il framework di indicatori proposto nella Tabella 1.

La valutazione dei KPI e il confronto dei casi studio è presentato nella Tabella 3.

**Tabella 3.** Valutazione dei due casi studio

<b>VALUTAZIONE DEI CASI STUDIO 1) COMUNITÀ ENERGETICA DI NAPOLI EST E 2) COMUNITÀ ENERGETICA DI TURANO LODIGIANO</b>			
<b>INDICATORE</b>	<b>UNITÀ DI MISURA</b>	<b>DATI COMUNITÀ ENERGETICA DI NAPOLI EST</b>	<b>DATI COMUNITÀ ENERGETICA DI TURANO LODIGIANO</b>
A.1 Bacino di utenza dell'impianto	n.	40	23
A.2 Dimensione	n.	166	2 pannelli

dell'impianto fotovoltaico			
A.3 Potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico	kWp (kilowatt picco)	53	46,5
A.4 Energia complessiva prodotta	kWh/anno	63.600	54.000
A.5 Energia autoconsumata	%	49.200 (82%)	12.000 (kWh/anno)
A.6 Energia esportata	kWh/anno	10.800	42.000
A.7 Energy pay back time	n.	n.a.	n.a.
A.8 Riduzione di emissioni di GHG	tCO <sub>2</sub> eq/ye ar	33,7 <sup>1</sup>	29,6 <sup>2</sup>
E.1 Incentivo economico	Euro/anno	200-300	1428
E.2 Risparmio economico	Euro/anno	12.000	15000
E.3 Payback period	n.	10	n.,a.
E.4 Investimento economico iniziale	Euro	100.000	70.000
E.5 Detrazioni fiscali	%	42	n.a.
E.6 Livello di co-investimento locale attivato	Scala Likert (1-5)	3	1
E.7 Redistribuzione della	%		n.a.

<sup>1</sup> Nel caso dell'impianto della Comunità Energetica di Napoli Est:

- 1) considerando che 1.200 kWh per kWp (Sigeim energia, 2023) e che l'impianto di Napoli è di 53 kWp, si avrà una produzione di 63.600 kWh all'anno (1.200kWh x 53kWp).
- 2) Se 1 tep equivale a 11.628 kWh (Energie Rinnovabili, 2023). Il risparmio di combustibile sarà quindi di circa 5,4 tep all'anno (63.600 kWh : 11.628 kWh).
- 3) L'emissione di anidride carbonica "evitata" ogni anno è calcolabile moltiplicando il valore di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico per il fattore del mix elettrico italiano: 0,53 kg di CO<sub>2</sub> evitata per ogni kWh prodotto da fotovoltaico (Sigeim energia, 2023). Quindi la Co<sub>2</sub> risparmiata grazie all'utilizzo dell'impianto fotovoltaico sarà pari a: 63.600 kWh x 0,53 = 33.708 kg di CO<sub>2</sub> = 33,7t.

<sup>2</sup> Nel caso dell'impianto della Comunità Energetica di Turano Lodigiano:

- 1) considerando che 1.200 kWh per kWp (Sigeim energia, 2023) e che l'impianto di Turano Lodigiano è di 46,5 kWp, si avrà una produzione di 55.800 kWh all'anno (1.200kWh x 53kWp).
- 2) Se 1 tep equivale a 11.628 kWh (Energie Rinnovabili, 2023). Il risparmio di combustibile sarà quindi di circa 4,8 tep all'anno (55.800 kWh : 11.628 kWh).
- 3) L'emissione di anidride carbonica "evitata" ogni anno è calcolabile moltiplicando il valore di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico per il fattore del mix elettrico italiano: 0,53 kg di CO<sub>2</sub> evitata per ogni kWh prodotto da fotovoltaico (Sigeim energia, 2023). Quindi la Co<sub>2</sub> risparmiata grazie all'utilizzo dell'impianto fotovoltaico sarà pari a: 55.800 kWh x 0,53 = 29.574 kg di CO<sub>2</sub> = 29,6t.
- 4) L'incentivo economico annuale è stato calcolato considerando che dei 54 Mwh di energia prodotta il 30% è energia condivisa e riceve un incentivo annuo pari a 119 €/Mwh date le vigenti normative
- 5) Il risparmio economico è stato ricavato da <https://www.thegoodintown.it/solisca-la-comunita-energetica-di-turano-lodigiano/>

ricchezza			
S.1 Livello di coinvolgimento della comunità locale	Scala Likert (1-5)	5	4
S.2 Diversità di categorie di stakeholders coinvolti	n.	4	3
S.3 Numero di membri della comunità energetica	n.	20	33
S.4 Coesione sociale	Scala Likert (1-5)	5	4
S.5 Livello di sensibilizzazione	Scala Likert (1-5)	5	5
S.6 Livello di accettazione	Scala Likert (1-5)	4	5
S.7 Livello di assistenza agli stakeholder	Scala Likert (1-5)	2	4
S.8 Numero di nuovi posti di lavoro	n.	n.a.	n.a.
S.9 Livello di soddisfazione sulla qualità della vita e benessere	Scala Likert (1-5)	5	n.a.
S.10 Livello di trasparenza sui dati	Scala Likert (1-5)	n.a.	5
S.11 Livello di coerenza del framework legislativo	Scala Likert (1-5)	5	5

L'applicazione del set di indicatori di valutazione CER proposto ai due casi di studio ha dimostrato che attraverso questo quadro di riferimento è possibile confrontare diverse esperienze di CER considerando non solo la dimensione energetica o economica, ma anche quella sociale. Entrambi i casi di studio hanno dimostrato i molteplici benefici del CER.

Il caso di San Giovanni a Teduccio è diventato un modello da copiare e replicare in altri casi, soprattutto perché ha dimostrato che gli approcci dal basso funzionano come attivatori sociali, stimolando la creazione di nuove comunità basate su una maggiore consapevolezza del valore sociale, economico e ambientale dell'utilizzo delle energie rinnovabili.

Nel caso di Turano Lodigiano è emerso il ruolo delle tecnologie non solo come strumento in grado di quantificare i benefici ambientali, ma anche come promotore di comportamenti sostenibili, offrendo alle persone l'opportunità di conoscere e gestire meglio l'impatto delle proprie azioni e rappresentando quindi un modo concreto per cambiare la mentalità verso un approccio più ecologico.

Il coinvolgimento dei cittadini e delle autorità locali nei progetti di energia rinnovabile attraverso le Comunità per l'energia rinnovabile ha portato un significativo valore aggiunto in termini di accettazione locale dell'energia rinnovabile e di accesso a ulteriori capitali privati, con conseguenti investimenti locali, una maggiore scelta per i consumatori e una 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 (Caramizaru & Uihlein, 2019; Eroe, 2023).

## 5. Discussione e conclusioni

La transizione verso un sistema energetico più sostenibile richiede una riforma profonda dei modelli economici e sociali. Le comunità energetiche rappresentano un nuovo modello socio-economico che può contribuire a questo processo di transizione.

Le comunità energetiche sono basate su un approccio decentralizzato e partecipativo, in cui i membri della comunità sono coinvolti nella produzione e nella gestione dell'energia. Ciò implica un passaggio da un modello centrato sulla produzione di energia da parte di grandi fornitori a un modello in cui la produzione e la gestione dell'energia sono condivise tra i membri della comunità.

Le comunità energetiche offrono diversi vantaggi, come la creazione di posti di lavoro locali, l'abbassamento dei costi dell'energia, l'aumento della sicurezza dell'approvvigionamento energetico e la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Inoltre, le comunità energetiche possono essere utilizzate per promuovere la partecipazione e l'*empowerment* della comunità locale, incoraggiando la collaborazione tra i membri e la condivisione delle conoscenze.

Inoltre, l'autoproduzione da fonti rinnovabili permette di ridurre la bolletta energetica del 30% rispetto alla media italiana, soprattutto per le fasce di popolazione in difficoltà. Tuttavia, ci sono anche alcune sfide da affrontare nella creazione e nella gestione delle comunità energetiche, come la necessità di sviluppare un quadro giuridico chiaro e uniforme a livello nazionale ed europeo, la promozione della partecipazione attiva dei membri della comunità e la necessità di garantire l'accesso equo all'energia a tutti i membri della comunità.

Le cooperative energetiche locali, costituite da cittadini, Amministrazione e imprese, gestiscono l'intera filiera energetica, alimentata da un mix di tecnologie rinnovabili come il solare, l'idroelettrico e le biomasse. Lo sviluppo di politiche di autoproduzione energetica e di efficienza energetica rappresentano le migliori politiche di welfare per le famiglie, contribuendo a ridurre i costi in bolletta e a migliorare la vita sociale degli appartenenti, soprattutto in un contesto di crisi energetica e sanitaria.

In conclusione, le comunità energetiche rappresentano un nuovo modello socio-economico che può contribuire alla transizione verso un sistema energetico più sostenibile.

Tale modello si pone come nuovo modello socio-economico capace di perseguire contemporaneamente obiettivi di sostenibilità ambientale ponendo le comunità al centro di processi di sviluppo economico e di riscatto sociale. Per questo motivo esse possono essere considerate come un modello rigenerativo che apre la strada a processi di "democratizzazione" e inclusione dei cittadini nella transizione energetica.

Secondo questa prospettiva, le CER si pongono come attivatori della "resilienza di comunità" (Cafer et al., 2019; Caramizaru & Uihlein, 2019), perché stimolano la partecipazione ad una vita comunitaria, rafforzando il senso di responsabilità individuale e comunitaria e proiettando le azioni verso il raggiungimento del bene comune (Eroe, 2023).

Tra i fattori che possono determinare il successo delle comunità energetiche ci sono sicuramente le politiche energetiche che, sotto forma di sussidi e sostegno economico, si stanno espandendo rapidamente, soprattutto grazie ad una maggiore disponibilità di programmi di sostegno politico in tutta Europa. Le motivazioni che hanno spinto l'attivazione delle comunità energetiche sono vari, dall'affidabilità dell'approvvigionamento energetico all'autosufficienza, fino alla lotta alla povertà energetica attraverso il coinvolgimento delle aziende energetiche. Ma i benefici monetari non sono gli unici: le problematiche ambientali e il desiderio di indipendenza energetica rappresentano motivazioni altrettanto forti. Per la prima volta, infatti, i cittadini possono sentirsi reali contributori nel processo di transizione energetica, attuando nelle loro vite modelli comportamentali sostenibili e aprendosi ad accogliere un cambiamento di mindset che offre reali opportunità di integrazione e sviluppo sociale attraverso la creazione di nuovi posti di lavoro (secondo lo studio di Legambiente "Elemens" (Legambiente, 2020) si arriverebbe almeno a 19.000 nuovi posti di lavoro nel settore, che si affiancherebbero a quelli generati da progetti a forte matrice sociale e ambientale per la tutela e

valorizzazione del territorio da parte di enti locali, cittadini e PMI). Per la prima volta, infatti, i cittadini possono sentirsi veri e propri contributori del processo di transizione energetica (European Commission, 2021a), implementando modelli comportamentali sostenibili nella propria vita e aprendosi ad accogliere un cambiamento di mentalità che offre reali opportunità di integrazione e sviluppo sociale attraverso la creazione di nuovi

posti di lavoro. Avvicinare argomenti di portata globale alle esigenze di specifiche comunità locali è il reale punto di forza di questo modello riorganizzativo delle tradizionali regole di mercato e dei rapporti tra stakeholders che per lungo tempo hanno avuto obiettivi e campi di azione non comunicanti.

Questo studio ha dimostrato che le comunità energetiche sono un'opzione promettente per migliorare l'efficienza energetica e ridurre le emissioni di gas a effetto serra. Tuttavia, per valutare l'efficacia di una comunità energetica, è necessario definire e monitorare gli indicatori chiave di performance (KPI).

L'applicazione del set di indicatori di valutazione delle CER proposto sui due casi di studio proposti, ha dato riscontro del fatto che tramite questo framework è possibile comparare le diverse esperienze di CER attraverso non solo la dimensione energetica o economica, ma anche attraverso una dimensione sociale e di coinvolgimento della comunità.

Questo studio si propone di fornire i principali indicatori che influenzano le comunità energetiche dei cittadini e di stabilire una metodologia per quantificare o qualificare questi impatti.

Inoltre i KPI identificati possono rappresentare un modello di autovalutazione in quanto consentono alle organizzazioni di valutare le loro prestazioni in modo oggettivo e sistematico rispetto agli obiettivi prestabiliti, in modo da identificare aree di miglioramento e definire obiettivi di sviluppo futuri. L'autovalutazione basata sui KPI offre numerosi vantaggi, come la possibilità di valutare le prestazioni in modo obiettivo e standardizzato, la definizione di obiettivi specifici e misurabili e la possibilità di monitorare le prestazioni nel tempo. Inoltre, l'autovalutazione basata sui KPI favorisce l'identificazione dei punti di forza e debolezza dell'organizzazione e consente di concentrarsi sugli aspetti critici per il successo.

Per utilizzare i KPI come modello di autovalutazione, è importante definire i KPI in modo preciso e personalizzato per ogni organizzazione, in modo che siano rilevanti e significativi per l'organizzazione stessa. Inoltre, è necessario stabilire obiettivi di riferimento e definire un sistema di monitoraggio e di reporting per valutare le prestazioni nel tempo.

Abbiamo identificato diversi KPI che possono essere utilizzati per valutare il successo di una comunità energetica, tra cui la produzione di energia rinnovabile, il consumo energetico totale, l'efficienza energetica, la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e la redditività economica.

È importante notare che i KPI utilizzati dovrebbero essere specifici per ogni comunità energetica, poiché dipendono dalle caratteristiche specifiche della comunità, come la sua dimensione, il mix di fonti energetiche utilizzate e le esigenze energetiche dei suoi membri.

Inoltre, abbiamo discusso l'importanza di considerare non solo i KPI tecnici, ma anche quelli sociali e ambientali nella valutazione di una comunità energetica. Ciò significa valutare il coinvolgimento della comunità, la partecipazione dei membri, l'impatto ambientale e la sostenibilità finanziaria.

Il framework presentato in questo studio è suscettibile di future modifiche e integrazioni, soprattutto in considerazione del fatto che è stato testato solo su due casi studio. Future ricerche potrebbero testare un numero maggiore di casi studio e verificare la variazione dei risultati ottenuti in relazione ai differenti contesti considerati.

Infine, sarebbe interessante affrontare il tema dell'autovalutazione provando a sottoporre ad alcune comunità campione un framework del genere e ottenendo un riscontro sulla reale utilità percepita dagli utenti nonché sulla sua facilità di compilazione.

## References

- Ambrosini, C., Gallotti, L., Pagnoncelli, F., Renzi, F., & Sturabotti, D. (2022). *CER - Le comunità energetiche contro la crisi*. <https://www.symbola.net/ricerca/comunita-energetiche-contro-la-crisi-empatia-tecnologie-e-territori-per-uneconomia-a-misura-duomo/>
- Barrios, B. (2021). *Lightness project - Deliverable 3.2: Report on the definition of the KPIs Assessment frameworks*.
- Bianco, G., Bonvini, B., Bracco, S., Delfino, F., Laiolo, P., & Piazza, G. (2021). Key performance

- indicators for an energy community based on sustainable technologies. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/su13168789>
- Cafer, A., Green, J., & Goreham, G. (2019). A Community Resilience Framework for community development practitioners building equity and adaptive capacity. *Community Development*, 50(2). <https://doi.org/10.1080/15575330.2019.1575442>
- Caramizaru, A., & Uihlein, A. (2019). Energy communities: an overview of energy and social innovation. In *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/180576>
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. In *Telematics and Informatics* (Vol. 36). <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- Ceglia, F., Marrasso, E., Roselli, C., & Sasso, M. (2021). Small renewable energy community: The role of energy and environmental indicators for power grid. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13042137>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128217>
- Cuesta, M. A., Castillo-Calzadilla, T., & Borges, C. E. (2020). A critical analysis on hybrid renewable energy modeling tools: An emerging opportunity to include social indicators to optimise systems in small communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109691>
- Efkarpidis, N., Goranović, A., Yang, C. W., Geidl, M., Herbst, I., Wilker, S., & Sauter, T. (2022). A Generic Framework for the Definition of Key Performance Indicators for Smart Energy Systems at Different Scales. *Energies*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/en15041289>
- Enel. (2021). *Comunità energetiche in Italia e in Europa*. <https://www.enelgreenpower.com/it/paesi/europa/italia/comunita-energetiche-rinnovabili/comunita-energetiche-italia-europa>
- Energie Rinnovabili. (2023). *Calcolo delle tonnellate equivalenti di petrolio (tep)*. <http://nuove-energie-rinnovabili.blogspot.com>
- Eroe, K. (2023). Le comunità energetiche rinnovabili (e solidali). *Impresa Sociale*, 1. <https://doi.org/10.7425/IS.2023.01.10>
- European Commission. (2017). Clean energy for all Europeans Package. *Clean Energy for All Europeans Package*, 14(2).
- European Commission. (2019a). Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II). *European Commission Official Website, 2030*(November 2016).
- European Commission. (2019b). The European Green Deal. *European Commission*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- European Commission. (2020). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Europess moment: Repair and Prepare for the Next Generation*.
- European Commission. (2021a). *Energy communities*. <https://energy.ec.europa.eu>
- European Commission. (2021b). European Climate Law. *Official Journal of the European Union*, 2021(June).
- European Union. (2021). *New European Bauhaus*.
- Fondazione con il Sud. (2020). *Comunità Energetica e Solidale di Napoli Est*. <https://www.fondazioneconilsud.it/progetto-sostenuto/comunita-energetica-e-solidale-di-napoli-est/>
- Forsström, J., Lahti, P., Pursiheimo, E., Rämä, M., Shemeikka, J., Sipilä, K., Tuominen, P., & Wahlgren, I. (2011). Measuring energy efficiency: Indicators and potentials in buildings, communities and energy systems. *VTT Tiedotteita - Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus*, 2581.
- Forte, M. (2021). La comunità che si produce l'energia da sola a Napoli. *Internazionale*. <https://www.internazionale.it/notizie>
- Frieden, D., Roberts, J., & Gubina, A. F. (2019). Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in Europe. *COMPILE Project*, June.
- Gestore dei Servizi Energetici. (2022). *Regole tecniche per l'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa*. [https://www.gse.it/documenti\\_site/Documenti](https://www.gse.it/documenti_site/Documenti)

- GSE/Servizi per te/AUTOCONSUMO/Gruppi di autoconsumatori e comunita di energia rinnovabile/Regole e procedure/Regole Tecniche per accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione energia elettrica condivis
- ItaliaDomani. (2020). *Il principio DNSH (Do No Significant Harm) nel PNRR*.  
<https://www.italiadomani.gov.it/it/Interventi/dnsh.html#:~:text=Il principio Do No Significant,accedere ai finanziamenti del RRF>.
- Juszczyk, O., & Shahzad, K. (2022). Blockchain Technology for Renewable Energy: Principles, Applications and Prospects. *Energies*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/en15134603>
- Kotilainen, K., Valta, J., Systa, K., Makinen, S. J., Jarventausta, P., & Bjorkqvist, T. (2019). Exploring the Potential of Blockchain as an Enabler for Three Types of Energy Communities. *International Conference on the European Energy Market, EEM, 2019-September*.  
<https://doi.org/10.1109/EEM.2019.8916261>
- Legambiente. (2020). *Elemens. Il contributo delle comunità energetiche alla decarbonizzazione in Italia*. <https://www.legambiente.it/rapporti-e-osservatori/il-contributo-delle-comunita-energetiche-alla-decarbonizzazione/>
- Legambiente. (2022). *Comunità rinnovabili*. [https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Comunita-Rinnovabili-2022\\_Report.pdf](https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Comunita-Rinnovabili-2022_Report.pdf)
- Li, Y., O'Donnell, J., García-Castro, R., & Vega-Sánchez, S. (2017). Identifying stakeholders and key performance indicators for district and building energy performance analysis. *Energy and Buildings*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.003>
- Lien, S. K., Sørnes, K., Walnum, H. T., Hauge, Å. L., & Lindberg, K. B. (2019). Selection of key performance indicators (KPIs) in the transition towards low-carbon urban communities. *Eceee Summer Study Proceedings, 2019-June*.
- Magliacane, C., Ruggieri, B., & Coleandro, G. (2023). La CER di Napoli est. *Pilastro Bologna*.  
<https://www.pilastrobologna.it/2023/03/14/la-cer-di-napoli-est/>
- Piano per la Transizione Ecologica, (2022). <https://www.mase.gov.it/pagina/piano-la-transizione-ecologica>
- Disposizioni urgenti in materia di proroga di termini legislativi, di organizzazione delle pubbliche amministrazioni, nonché di innovazione tecnologica, (2019).  
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/02/29/20A01353/sg>
- PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, (2022). <https://www.mimit.gov.it/it/pnrr/piano>
- Moretti, M., Djomo, S. N., Azadi, H., May, K., De Vos, K., Van Passel, S., & Witters, N. (2017). A systematic review of environmental and economic impacts of smart grids. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 68). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.039>
- Mutani, G., Santantonio, S., & Beltramino, S. (2021). Indicators and representation tools to measure the technical-economic feasibility of a renewable energy community. The case study of villar pellice (italy). *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 16(1).  
<https://doi.org/10.18280/ijstdp.160101>
- Okwuibe, G. C., Gazafroudi, A. S., Hambridge, S., Dietrich, C., Trbovich, A., Shafie-Khah, M., Tzscheutschler, P., & Hamacher, T. (2022). Evaluation of Hierarchical, Multi-Agent, Community-Based, Local Energy Markets Based on Key Performance Indicators. *Energies*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/en15103575>
- Personal, E., Guerrero, J. I., Garcia, A., Peña, M., & Leon, C. (2014). Key performance indicators: A useful tool to assess Smart Grid goals. *Energy*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.09.015>
- Pramangioulis, D., Atsonios, K., Nikolopoulos, N., Rakopoulos, D., Grammelis, P., & Kakaras, E. (2019). A methodology for determination and definition of key performance indicators for smart grids development in island energy systems. *Energies*, 12(2).  
<https://doi.org/10.3390/en12020242>
- RSE & Fondazione Utilitatis. (2022). *Orange book. Le comunità energetiche in Italia*.  
<https://www.rse-web.it/wp-content/uploads/2022/02/OrangeBook-22-Le-Comunita-Energetiche-in-Italia-DEF.pdf>
- Sigeim energia. (2023). *Il manifesto dei Benefit e dei crediti ambientali*.  
[http://www.sigeim.it/i\\_vantaggi\\_ambientali.html](http://www.sigeim.it/i_vantaggi_ambientali.html)
- Sintef & NTNU. (2018). *Zero Emission Neighborhoods in Smart Cities (ZEN)*.
- Thomann, B. (2023). *Impact of Heterogenous Parameters on the Key Performance Indicators of*

- Energy Communities* [Technische Universität Wien].  
<https://doi.org/https://doi.org/10.34726/hss.2023.103120>
- Tur, M. R., & Bayindir, R. (2019). Project Surveys for Determining and Defining Key Performance Indicators in the Development of Smart Grids in Energy Systems. *International Journal of Smart Grid*, 3(2), 103–107. <https://doi.org/10.20508/ijsmartgrid.v3i2.59.g54>
- UNFCCC. (2015). Adoption of the Paris Agreement. *Conference of the Parties on Its Twenty-First Session*.
- United Nations. (2015). United Nations Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. A/RES/70/1. In *United Nations* (Issue October).
- Ur Rashid, M. M., Granelli, F., Hossain, M. A., Alam, M. S., Al-Ismail, F. S., Karmaker, A. K., & Rahaman, M. M. (2020). Development of home energy management scheme for a smart grid community. *Energies*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/en13174288>
- Vaccaro, I. G., Jansen, J. J. P., van den Bosch, F. A. J., & Volberda, H. W. (2012). Management innovation and leadership: The moderating role of organizational size. *Journal of Management Studies*, 49(1), 28–51. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2010.00976.x>
- van Summeren, L. F. M., Wieczorek, A. J., Bombaerts, G. J. T., & Verbong, G. P. J. (2020). Community energy meets smart grids: Reviewing goals, structure, and roles in Virtual Power Plants in Ireland, Belgium and the Netherlands. *Energy Research and Social Science*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101415>
- Warren, J. (2011). Key performance indicators (kpi) – definition and action. *AT INTERNET Online Intelligence Solutions*.
- Wilson, A. (2021). Revision of the Renewable Energy Directive: Fit for 55 package. In *Com*.
- Yang, Y., Jurasz, J., Li, H., Syri, A. L. A., & Yan, J. (2019). Key Performance Indicators on Flexibility of a Multi-Energy System. *Applied Energy Symposium: Low Carbon Cities and Urban Energy Systems (CUE)*, 1–7.