



POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Business Model Sostenibili e Criteri di Ripartizione per Comunità Energetiche Rinnovabili

Relatori

Prof. Matteo BILARDO

Prof.ssa Chiara RAVETTI

Candidato

Alessandro INGRASCIOTTA

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

Sommario

Le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), promosse dalla legislazione europea e recepite in Italia, rappresentano un elemento chiave per la transizione energetica, ma la loro diffusione incontra ostacoli significativi. La complessità normativa e la mancanza di modelli operativi olistici capaci di bilanciare gli obiettivi energetici, economici e socio-ambientali ne rendono difficoltosa l'implementazione e la gestione sostenibile nel lungo periodo. A queste criticità si aggiunge la micro-criticità, spesso trascurata, relativa alla definizione di criteri equi e trasparenti per la ripartizione dei benefici economici generati, aspetto fondamentale per la coesione interna e la vitalità della comunità, specialmente in contesti come quello italiano che lasciano ampia discrezionalità alle CER stesse.

Questo lavoro di tesi affronta tali sfide attraverso un approccio "top-down". In primo luogo, partendo dall'analisi del quadro normativo italiano e della letteratura scientifica sui framework esistenti, viene criticamente valutata l'applicabilità del Business Model Canvas tradizionale al contesto delle CER. Da questa analisi nasce il principale contributo originale dell'elaborato: lo sviluppo dell'*Implementing & Operating CER Model Canvas (I&O CER Model Canvas)*. Questo nuovo framework si configura come uno strumento progettuale e gestionale che, attraverso una Proposta di Valore tripartita (Sostenibilità Economica, Energetica, Socio-Ambientale), una riorganizzazione delle Attività Chiave per ciclo di vita (Progettazione, Gestione, Strategie Future) e l'introduzione di blocchi specifici ("Relazione con i Membri", "Criteri di Ripartizione"), guida i promotori verso un modello organizzativo olistico e bilanciato. L'uso di una codifica cromatica facilita la visualizzazione delle interconnessioni tra gli elementi e il loro contributo alla triplice sostenibilità.

In secondo luogo, l'analisi si focalizza sulla criticità dei Criteri di Ripartizione nel contesto italiano della condivisione virtuale. Le metodologie identificate in letteratura vengono raccolte e riclassificate in base alla dimensione della sostenibilità (Economica, Energetica, Socio-Ambientale) che primariamente promuovono, offrendo uno strumento analitico per la scelta del criterio più allineato agli obiettivi della comunità.

Pur trattandosi di uno studio prevalentemente qualitativo, la tesi fornisce un contributo metodologico concreto, proponendo un framework operativo e un'analisi critica dei criteri di ripartizione, con l'obiettivo di supportare la progettazione e la gestione di CER resilienti, equi ed efficaci, favorendone così la diffusione come strumento per un futuro energetico più distribuito, democratico e sostenibile.

Indice

Introduzione	5
1 Il percorso legislativo delle CER: dalle direttive UE alla normativa nazionale	7
1.1 Le direttive della Commissione Europea	7
1.1.1 Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001 e 2023/2413	9
1.1.2 Common rules for the internal market for electricity - Directive (EU) 2019/944	11
1.2 Le fasi di recepimento e l'evoluzione della normativa nazionale	12
1.2.1 Il Decreto Milleproroghe e le configurazioni sperimentali	12
1.2.2 Delibera ARERA 318/2020	13
1.2.3 Il Decreto Ministeriale 16 settembre 2020 e la prima tariffa incentivante	14
1.2.4 D.Lgs. 199/21: il recepimento della direttiva RED II	15
1.2.5 D.lgs. 210/21: il recepimento della direttiva IEM	15
1.2.6 Il Testo Integrato Autoconsumo Diffuso	16
1.2.7 Decreto Ministeriale 414/2023: il Decreto CACER	16
1.2.8 Le Regole Operative e i meccanismi delle CACER	18
1.3 L'attuale sistema di incentivazione italiano per le Comunità Energetiche Rinnovabili	22
1.4 Colmare le Lacune Normative per promuovere Modelli di Business CER che integrino la loro Natura Multidimensionale	27
2 Stato dell'Arte	31
2.1 Analisi della letteratura dei framework	32
2.2 Analisi della letteratura dei KPI	42
2.3 Analisi della letteratura dei Criteri di Ripartizione	45
2.3.1 Criteri di Ripartizione basati sulla Teoria dei Giochi	47
2.3.2 Criteri di Ripartizione basati sulle Performance Energetiche	52
2.3.3 Altri Criteri di Ripartizione	56
3 Problema riscontrato & Domande di ricerca	59
3.1 Le macro-criticità che ostacolano la diffusione delle CER	59

3.2	La micro-criticità dell'equa ripartizione degli incentivi	62
3.3	Domande di Ricerca	63
3.4	Obiettivi della Tesi	65
3.4.1	Obiettivo Primario: Un Framework Universale a supporto della realizzazione delle CER	65
3.4.2	L'Approccio a "Imbuto": il Focus sui Criteri di Ripartizione degli Incentivi	66
4	Materiali & Metodi	67
4.1	Il framework di origine: Il Business Model Canvas	67
4.2	Metodologia di ricerca e sviluppo	72
5	Sviluppo del nuovo framework <i>Implementing & Operating CER Model Canvas</i>	75
5.1	Rimodellamento dei blocchi della tela	75
5.2	Riempimento dei blocchi della tela	79
5.2.1	La Proposta di Valore	81
5.2.2	Le Attività Chiave di Progettazione	82
5.2.3	Le Attività Chiave di Gestione	87
5.2.4	Le Attività Chiave per le Strategie Future	91
5.2.5	Le Risorse Chiave	94
5.2.6	Le Partnership Chiave	97
5.2.7	La Relazione con i Membri	99
5.2.8	La Struttura dei Costi e i Flussi di Ricavi	100
5.3	Analisi "a imbuto" e applicazione qualitativa	105
5.3.1	I Criteri di Ripartizione in uno Scenario di Condivisione Virtuale .	105
5.3.2	Correlazioni con l' <i>I&O CER Model Canvas</i>	107
6	Conclusioni	111
Bibliografia		115
A Framework sulle CER identificati nella Letteratura		119
B Rimodellazioni del <i>Business Model Canvas</i> identificati nella Letteratura		125

Introduzione

Le *Renewable Energy Communities* (RECs), promosse attivamente dalla legislazione europea, dovrebbero rappresentare un pilastro fondamentale della transizione energetica a livello globale. L'Italia ha adottato questo strumento sotto il nome di Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), promuovendo l'aggregazione di soggetti, che si organizzano per produrre e autoconsumare insieme energia prodotta da fonti alternative.

Favorire l'adozione di fonti rinnovabili cercando altresì di decentralizzare e democratizzare il consumo di energia sono certamente obiettivi validi. Tuttavia, la concreta realizzazione di questi modelli innovativi di produzione e consumo distribuito presenta sfide e complessità intrinseche, che sono comuni a molti contesti nazionali che ne stanno implementando la diffusione, seppur nelle loro differenze. Coordinare attori eterogenei, definire assetti di governance efficaci e garantire la durata delle organizzazioni nel tempo sono ostacoli per i quali vanno fornite delle soluzioni equilibrate.

Lo scenario italiano offre un esempio particolarmente significativo di questo percorso. Qui, infatti, alle sfide generali sopraelencate si sono sommate le peculiarità di un iter normativo lungo e articolato.

Nonostante il quadro regolatorio sia ora completo, i numeri attuali evidenziano una diffusione ancora limitata: una nota stampa di Italia Solare del 10 gennaio 2025 riportava solo 47 CER attive a fronte di 145 Gruppi di autoconsumatori, numeri esigui se confrontati con le oltre 9200 comunità energetiche stimate in Europa (di cui circa 4800 solo in Germania). Ad oggi, con ogni probabilità, questi dati sono in miglioramento (considerando anche le richieste in fase di ammissione) ma certamente ancora lontani dagli obiettivi delle CER nel contribuire a realizzare la nuova installazione fotovoltaica fissata dal legislatore per il 2027.

Il presente elaborato intende porsi come un supporto concreto per i possibili promotori e realizzatori di Comunità Energetiche Rinnovabili, in quanto mira a fornire strumenti concettuali e operativi per navigare tale complessità, facendo in modo che coloro che si accingono nell'implementarle non possano tralasciare alcun aspetto. La tesi esplora, infatti, la natura intrinsecamente multidimensionale di queste organizzazioni, in cui si intersecano aspetti energetici, economici e socio-ambientali che devono essere attentamente bilanciati per garantirne la vitalità nel lungo periodo.

L'approccio di analisi segue un percorso logico "a imbuto": si parte da una visione d'insieme, proponendo un framework operativo pensato per guidare la progettazione e la

gestione di una CER sostenibile. Successivamente, l'indagine scende nel dettaglio, focalizzandosi su una delle sfide operative più delicate e determinanti per la coesione tra i membri: la definizione di criteri equi ed efficaci per la ripartizione degli incentivi tra i membri.

L'obiettivo è quindi duplice e il lavoro è strutturato come segue:

- Il Capitolo 1 ricostruisce l'evoluzione normativa italiana, necessaria per comprendere tutti i vincoli e gli aspetti riguardanti la regolazione delle CER.
- Il Capitolo 2 analizza lo stato dell'arte della letteratura scientifica sulle metodologie che verranno applicate nelle fasi successive.
- Il Capitolo 3 approfondisce le criticità che ostacolano la diffusione delle CER, dalle quali derivano poi le domande di ricerca.
- Il Capitolo 4 presenta la metodologia del *Business Model Canvas* e l'analisi dettagliata dei diversi criteri di ripartizione dei benefici.
- Il Capitolo 5 illustra, infine, gli *output* dell'elaborato: la proposta di un nuovo *Canvas* rimodellato, la riclassificazione dei criteri di ripartizione sotto gli aspetti della sostenibilità e le relative correlazioni con gli elementi analizzati.

Capitolo 1

Il percorso legislativo delle CER: dalle direttive UE alla normativa nazionale

1.1 Le direttive della Commissione Europea

Il 12 dicembre 2015 ha segnato un punto di svolta storico per le sorti future del Pianeta: con l'Accordo di Parigi, per la prima volta, 177 Paesi hanno firmato la prima intesa universale giuridicamente vincolante sui cambiamenti climatici. Questo patto ha rappresentato e rappresenta il motore fondamentale dei più recenti mutamenti economici globali. L'obiettivo principale dell'accordo è limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali, con l'impegno di contenerlo entro 1,5°C. Per raggiungere questo e i traguardi al contorno, è stata avviata una profonda trasformazione in settori chiave come energia, industria, agricoltura, e trasporti, coinvolgendo, più in generale, le abitudini di vita dei singoli cittadini. L'adozione di fonti energetiche rinnovabili è lo strumento principale individuato per ridurre le emissioni di gas a effetto serra. In linea con gli impegni assunti con l'Accordo di Parigi, l'Unione Europea ha adottato il *"Clean Energy for All Europeans Package"* (Pacchetto Energia Pulita), un insieme di direttive e regolamenti finalizzati alla transizione verso un sistema energetico sostenibile. Il pacchetto, approvato nel 2019, comprendeva 8 nuove leggi che i paesi UE si sono impegnati a convertire nel loro diritto nazionale. L'intero pacchetto legislativo ruota attorno al concetto di efficienza energetica. Particolare attenzione viene dedicata al miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, responsabili del 40% del consumo di energia finale e del 36% delle emissioni di gas serra europee. Per accelerare il raggiungimento dell'obiettivo di aumentare il 32,5% dell'efficienza dei consumi di energia entro il 2030, gli Stati membri, a partire dal 2019, si sono impegnati a facilitare gli investimenti in energia pulita prodotta da impianti da fonte rinnovabile. Questi cambiamenti normativi non coinvolgono solo il settore pubblico e le imprese, ma vanno soprattutto a produrre delle condizioni favorevoli per il settore privato. [1]

In questo contesto di aggiornamento del quadro normativo europeo si inserisce la definizione e la relativa promozione delle comunità energetiche. In particolare, due direttive fondamentali del Pacchetto Energia Pulita sono state oggetto di più *recast* che hanno poi portato all'introduzione di questo nuovo strumento.

La Direttiva sulle Energie Rinnovabili, nota come RED II, e la Direttiva sul Mercato Interno dell'Energia, nota come IEMD, rappresentano infatti un'evoluzione sostanziale di precedenti atti legislativi, la quale porta alla loro abrogazione e sostituzione. Ad esempio, la prima direttiva quadro sulle rinnovabili (Direttiva 2001/77/CE) e le successive, come la 2009/28/CE, ovvero la cosiddetta RED I, avevano già posto le basi per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili, ma si concentravano solo su obiettivi nazionali su larga scala, senza fornire strumenti specifici. Analogamente, le prime legislazioni sul mercato interno dell'energia elettrica, come la 2003/54/CE e la 2009/72/CE, miravano si a liberalizzare i mercati, ma senza considerare il ruolo attivo dei consumatori.

Il *recast* di queste direttive nel 2018 e nel 2019 è avvenuto in un momento in cui si è riconosciuta l'importanza di rafforzare i diritti dei consumatori, promuovendo la decentralizzazione della produzione di energia e la partecipazione attiva dei cittadini nell'autoconsumo di energia rinnovabile. Le precedenti versioni non contemplavano esplicitamente strumenti *ad hoc*, in quanto il focus era diverso e la consapevolezza tecnologica non era del tutto sviluppata.

Oggi, grazie alla facilità di autoconsumare l'energia solare, permessa dalla tecnologia fotovoltaica, sono state aperte le porte a nuovi meccanismi di coesione.

Queste premesse hanno gettato le basi per l'introduzione delle comunità energetiche rinnovabili. Attraverso "comunità dell'energia" i cittadini possono organizzarsi per condividere la produzione e beneficiare di incentivi, semplificando il mercato e favorendo una distribuzione più capillare.

Nell'ambito del pacchetto di "Energia Pulita per tutti gli Europei" sono due le Direttive, già sopra citate, che rilevano in merito alla centralità dell'utente finale e che definiscono per la prima volta le "*Energy Communities*":

- Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001;
- Common rules for the internal market for electricity - Directive (EU) 2019/944.

Il recepimento delle due direttive da parte degli Stati Membri è obbligatorio, ma sono stati lasciati alcuni gradi di libertà, al fine di integrare al meglio le intenzioni dell'Unione Europea con il diritto nazionale di ogni Paese. Ad oggi, la maggior parte degli Stati Membri ha implementato le direttive del pacchetto, ma rimangono ancora alcuni ritardi e parziali difficoltà. La Figura 1.1 riporta, in sintesi, la linea temporiale di quello che è stato il percorso legislativo delle Comunità Energetiche Rinnovabili in Italia. Sotto ogni evento viene riportata la *milestone* raggiunta nel testo normativo.

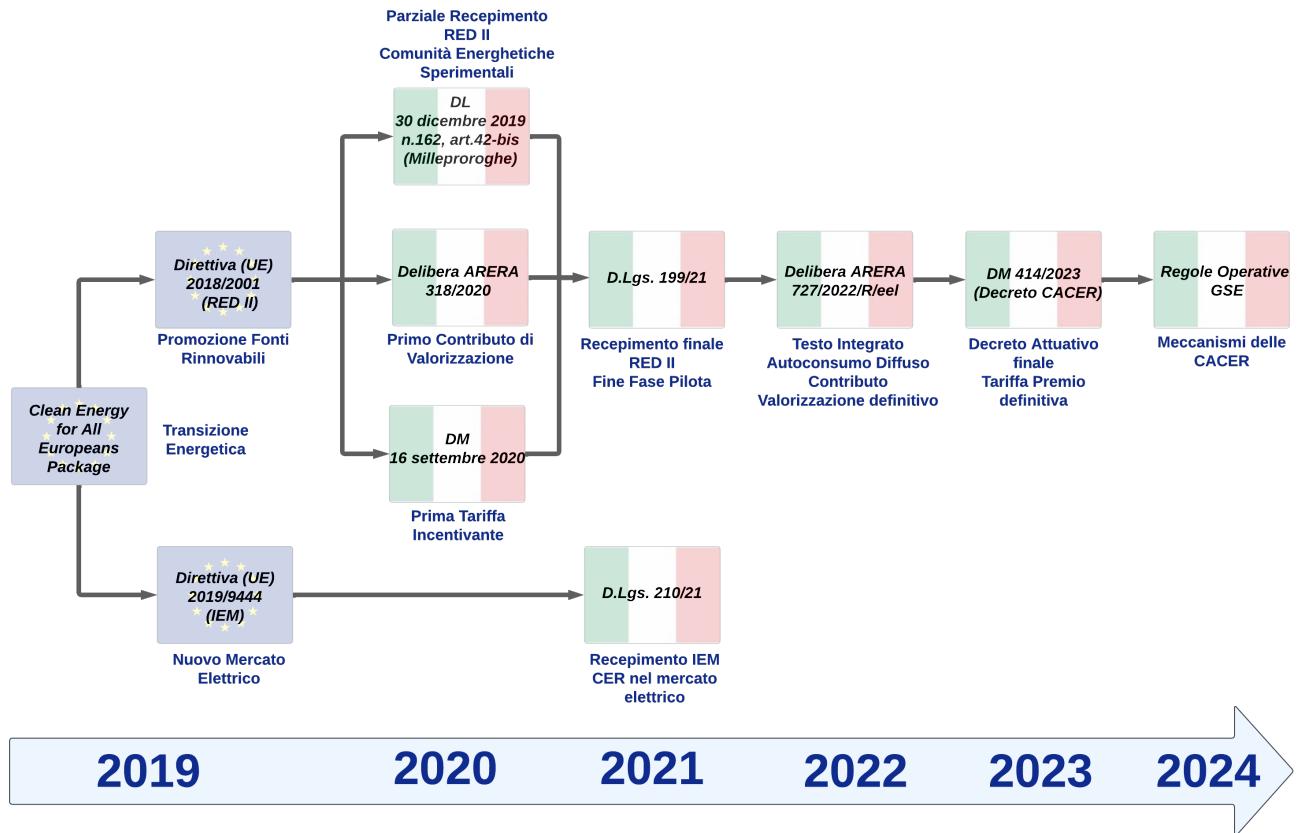


Figura 1.1: Timeline dell’evoluzione normativa sulle CER. In blu, estrema sintesi dei contenuti delle diverse milestone. [Elaborazione propria]

1.1.1 Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001 e 2023/2413

La Renewable Energy Directive (EU) 2018/2001 è soprannominata RED II in quanto rappresenta la rifusione della precedente direttiva 2009/28/CE, per la quale si rendevano necessarie sostanziali modifiche. La RED II stabilisce un quadro comune per la promozione dell’energia da fonti rinnovabili, vincolando i membri dell’Unione Europea ad avere, entro il 2030, almeno il 32% dei consumi coperti da energia prodotta da fonte rinnovabile. Nel 2023, tramite la Direttiva (UE) 2023/2413, la cosiddetta RED III, tale obiettivo è stato aggiornato ed aumentato al 42,5%, con l’ambizione di raggiungere il 45%.

Per conseguire questi ambiziosi traguardi, le direttive (prima la RED II ed ora la RED III che la rafforza) introducono una serie di meccanismi e disposizioni, che pongono l’accento sul ruolo dei consumatori e sulla decentralizzazione della produzione energetica. Tra questi, spiccano la diffusione dello strumento delle “comunità di energia rinnovabile” e del ruolo degli “autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente”.

È importante sottolineare che questi strumenti, pur essendo un elemento centrale, costituiscono una delle diverse vie proposte dalla direttiva per incentivare le produzione e il consumo da fonti rinnovabili. In tale ottica, le RED III ha posto un accento ancora più forte, andando a semplificare le procedure autorizzative, con l'introduzione delle *Renewables Acceleration Areas* (zone di accelerazione per le energie rinnovabili), ovvero quelle zone particolarmente adatte allo sviluppo di progetti di energia pulita, le quali possono accedere a procedure di autorizzazione più snelle e veloci. Come la RED II, anche la RED III continua a promuovere le rinnovabili nei settori del riscaldamento, raffreddamento e nei trasporti.

Tornando al contesto delle comunità, la direttiva RED II, per la prima volta, riconosce un ruolo attivo al soggetto che possiede un impianto di produzione a fonte rinnovabile. Lo chiama “autoconsumatore di energia rinnovabile” e ne appura le facoltà di poter produrre energia elettrica per il proprio consumo e di poterla accumulare e/o vendere. Pur includendo anche imprese, associazioni ed enti pubblici come potenziali autoconsumatori, la Direttiva RED II sembra indirizzare un invito speciale alle famiglie, considerate come i primi partecipanti ideali nella transizione verso le energie rinnovabili. Si percepisce, infatti, l'intento di facilitare la partecipazione dei nuclei familiari, rendendoli protagonisti attivi. Gli “autoconsumatori di energia rinnovabile, che agiscono collettivamente”, nascono infatti per consentire ai nuclei familiari, che risiedono nello stesso edificio, di poter beneficiare degli stessi diritti in termini di autoconsumo di energia rinnovabile, concessi alle famiglie che abitano in case unifamiliari. Ad esempio, gli Stati Membri saranno invitati a fare in modo che l'energia rinnovabile, prodotta da un impianto ubicato sulle pertinenze comuni di un condominio, possa essere autoconsumata anche dalle diverse unità familiari e non solo dalle utenze comuni, creando le condizioni per far esercitare attività di libero scambio. In questo contesto la direttiva 2018/2001 definisce il soggetto giuridico delle “comunità di energia rinnovabile” (*Renewable Energy Community – REC*) come organismi autonomi effettivamente controllati da azionisti o membri situati nelle vicinanze degli impianti di produzione, che appartengono e sono sviluppati dal soggetto giuridico in questione. La partecipazione dei membri o azionisti alla comunità è aperta e volontaria, a condizione che essi siano persone fisiche, PMI o autorità locali. Gli Stati membri assicurano che i clienti finali, e in particolare i clienti domestici, abbiano il diritto di partecipare alle comunità di energia rinnovabile, mantenendo al contempo i loro diritti e doveri in qualità di clienti finali, senza essere soggetti a condizioni o procedure ingiustificate o discriminatorie. Gli Stati Membri dovranno, soprattutto, assicurare che le comunità di energia rinnovabile abbiano il diritto di poter scambiare, all'interno della stessa comunità, l'energia prodotta dalle unità di produzione detenute dalla stessa. L'obiettivo principale di questo strumento sarà, piuttosto che generare profitti finanziari, quello di fornire benefici ambientali, economici e sociali nelle località in cui opera.

Le definizioni sulle REC introdotte per la prima volta dalla RED II sono state confermate dagli aggiornamenti della RED III, i quali non hanno apportato modifiche, piuttosto dei consolidamenti riguardo il concetto di condivisione interna dell'energia, soprattutto nei contesti condominiali.

La direttiva RED II e la successiva RED III permetteranno all’Unione Europea di ridurre il peso sulle infrastrutture centralizzate e garantirà un accesso più democratico all’energia. Le comunità energetiche saranno protagoniste di questa democratizzazione; verrà loro riconosciuto l’accesso a tutti i mercati dell’energia, poiché ricopriranno un ruolo fondamentale nell’abbattimento della povertà energetica. [2]

1.1.2 Common rules for the internal market for electricity - Directive (EU) 2019/944

La direttiva “*Internal Electricity Market*”, anche nota come IEMD o direttiva IEM, è un altro dei pilastri del “*Clean Energy for All Europeans Package*”. Essa definisce delle regole comuni finalizzate ad adattare il mercato energetico europeo ai cambiamenti tecnologici e strutturali, trasformandolo competitivamente. In linea con questi principi viene di nuovo sottolineata l’importanza della tutela degli utenti finali, fornendo loro trasparenza sui prezzi e garantendogli l’interscambio libero e gratuito del fornitore di energia. Proprio per rafforzare la posizione del cliente finale nel mercato dell’energia, la direttiva definisce la figura del “cliente attivo che opera in modo collettivo”, dando la possibilità agli utenti di aggregarsi per consumare, accumulare e vendere energia elettrica prodotta nei loro locali e partecipare a meccanismi di flessibilità o efficienza energetica. Questa definizione, relativamente astratta ma intrisa del concetto di collettività, spalanca ancora di più le porte allo strumento delle comunità energetiche. Successivamente viene fornita, infatti, la definizione di “*Citizen Energy Community*” (CEC), che, come le comunità di energia rinnovabile, rappresenta una soluzione alla portata di tutti i consumatori che vogliono partecipare direttamente alla produzione, al consumo o alla condivisione dell’energia.

Le comunità dei cittadini funzionano come le comunità di energia definite dalla RED II: entrambe devono essere rappresentate da soggetti giuridici basati sulla partecipazione aperta e volontaria, inoltre i loro obiettivi principali devono comprendere la fornitura di benefici ambientali, economici e sociali ai loro membri, ovvero quelli che ne devono esercitare il controllo. Paragonando le due definizioni si possono identificare alcune sottili, ma cruciali, differenze:

- Se le RED II richiedeva la prossimità tra i membri, la IEMD non specifica nulla in merito ad alcun requisito di vicinanza, consentendo la realizzazione di progetti su scala più ampia rispetto al singolo comune;
- Se le REC devono necessariamente impiegare fonti di energia rinnovabile, le CEC potrebbero includere anche impianti a gas o generatori diesel.

La direttiva, impegnata a migliorare la sostenibilità finanziaria dei mercati energetici, invita gli Stati Membri a sviluppare incentivi economici atti a favorire lo sviluppo di comunità che possano svolgere attività e fornire servizi più complessi rispetto alla dimensione delle REC. Ciò significa che le comunità energetiche dei cittadini possono avere un ruolo attivo lungo la nuova catena del valore del settore dell’energia che l’Europa sta

tracciando. [3]

1.2 Le fasi di recepimento e l’evoluzione della normativa nazionale

L’evoluzione normativa italiana sulle Comunità Energetiche Rinnovabili ha avuto origine ad inizio 2020 tramite il parziale recepimento della RED II, rappresentato dal “Decreto Milleproroghe 2019-2020”. Questo decreto ha aperto la strada alla fase sperimentale delle comunità energetiche italiane e ha assegnato ad ARERA, l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il compito di stabilire alcuni meccanismi tecnici. Il 16 settembre 2020 vengono poi definite, dal Ministero dello Sviluppo Economico, le prime modalità di incentivazione a supporto della creazione di comunità energetiche rinnovabili e configurazioni di autoconsumo collettivo. L’Italia ha recepito definitivamente le direttive europee RED II e IEM, rispettivamente con i decreti legislativi n. 199/2021 e n. 210/2021, che hanno consolidato il quadro normativo per la promozione delle comunità di energia e introdotto ulteriori strumenti di supporto per l’autoconsumo di energia a fonte rinnovabile. A completare questo percorso preliminare, il Testo Integrato Autoconsumo Diffuso (TIAD) ha approfondito e dettagliato le regole tecniche per l’operatività delle configurazioni di autoconsumo diffuso. Infine, con il decreto CACER e l’entrata in gioco del Gestore dei Servizi Energetici (GSE), il sistema italiano ha stabilito le regole operative e organizzative definitive, ponendo fine alla fase pilota.

1.2.1 Il Decreto Milleproroghe e le configurazioni sperimentali

L’articolo 42-bis del decreto-legge 30 dicembre 2019 n.162, anche conosciuto come “Decreto Milleproroghe 2019-2020”, consente l’attivazione dell’autoconsumo collettivo da fonti rinnovabili, ovvero stabilisce modalità e condizioni per la realizzazione di comunità energetiche e gruppi di autoconsumatori che agiscono collettivamente. Questo decreto ha rappresentato il primo parziale recepimento della direttiva (UE) 2018/2001 e ha dato inizio alla realizzazione di configurazioni sperimentali. Il monitoraggio di tali realizzazioni è stato funzionale all’acquisizione di elementi utili per poi attuare definitivamente le disposizioni in materia di autoconsumo. Come stabilito dalla direttiva RED II, viene garantita la possibilità ai clienti finali di associarsi in gruppi di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e in comunità energetiche. Nella prima configurazione possono partecipare tutti i nuclei familiari e tutti i soggetti che non svolgono funzioni legate all’autoconsumo come attività commerciale o professionale principale. Nella seconda configurazione viene ammessa la partecipazione di persone fisiche, piccole e medie imprese, enti territoriali o autorità locali, a condizione che la partecipazione alla comunità di energia rinnovabile non costituisca l’attività commerciale e industriale principale. Come è evidente, non vengono mutate le definizioni proposte dalla direttiva

europea, ma il legislatore interviene dettando, per la prima volta, le condizioni e le caratteristiche operative che regolano tali configurazioni. Vengono dapprima forniti i primi requisiti oggettivi degli impianti ammissibili:

- dovranno produrre energia elettrica esclusivamente da fonti rinnovabili;
- dovranno avere potenza complessiva non superiore a 200 kW;
- potranno entrare in esercizio solo dopo l’entrata in vigore della legge di conversione del decreto in questione, avvenuta il 28 febbraio 2020.

Inoltre, viene introdotto per la prima volta il concetto di condivisione dell’energia. Ai soggetti partecipanti verrà, infatti, concessa l’opportunità di condividere l’energia prodotta utilizzando la rete di distribuzione esistente. L’energia condivisa viene definita come il minimo, in ciascun periodo orario, tra l’energia elettrica prodotta e immessa in rete dagli impianti a fonte rinnovabile e l’energia elettrica prelevata dall’insieme dei clienti finali associati. Questa definizione rappresenta il concetto chiave e all’avanguardia attorno al quale ruota l’esistenza delle comunità energetiche rinnovabili: l’energia potrà essere condivisa “virtualmente” tra i membri, utilizzando l’infrastruttura esistente. Il legislatore si occupa di definire anche i perimetri geografici entro i quali potranno esistere le configurazioni sperimentali:

- Nel caso di comunità energetiche rinnovabili, i punti di prelievo dei consumatori e i punti di immissione degli impianti devono essere ubicati su reti elettriche di bassa tensione sottese alla medesima cabina di trasformazione media tensione/bassa tensione, anche detta cabina secondaria;
- Nel caso di consumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, i punti di prelievo e di immissione devono trovarsi nel medesimo edificio o condominio.

Per quanto concerne i meccanismi di incentivazione, il decreto invita l’ARERA ad individuare, nelle bollette dei membri delle configurazioni, le componenti tariffarie che non risultano tecnicamente applicabili all’energia condivisa poiché energia presupposta istantaneamente autoconsumata nella stessa porzione di rete di bassa tensione. Inoltre, invita il Ministero dello Sviluppo Economico a definire gli effettivi schemi di incentivazione, che verranno effettivamente pubblicati il 16 settembre 2020. [4]

1.2.2 Delibera ARERA 318/2020

Il 4 agosto 2020 l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente ha pubblicato, con delibera 318/2020, le disposizioni in materia di regolazione delle partite economiche relative all’energia elettrica oggetto di autoconsumo collettivo o di condivisione nell’ambito di comunità di energia rinnovabile, in attuazione di quanto previsto dall’articolo 42-bis del “Decreto Milleproroghe 2020”. L’Autorità ha identificato quelle componenti tariffarie che risultavano essere ingiustificatamente applicabili alla quota-parte di consumo

energetico coincidente con l'energia condivisa dal singolo membro della configurazione. Poiché la correzione in bolletta non poteva essere applicata direttamente, l'Ente ha valorizzato in termini economici le componenti variabili, stabilendo la loro restituzione ai membri delle configurazioni, che si sarebbero sommati agli schemi incentivanti prodotti dal Ministero dello Sviluppo Economico. In particolare, nel caso di autoconsumo collettivo a livello di singolo edificio o condominio, ma anche per le comunità energetiche, l'Autorità ha previsto che l'importo unitario oggetto di restituzione sia pari alla somma della componente tariffaria TRASE e del massimo della componente tariffaria variabile BTAU. Il TRASE è una quota che copre parte dei costi del servizio di trasporto dell'energia elettrica lungo le reti di trasmissione, il BTAU, invece, è legato alla distribuzione dell'energia e al trasporto lungo le reti locali. L'approccio di escludere le componenti variabili di trasmissione e distribuzione si basa sull'assunzione che l'energia consumata dai membri delle configurazioni sia la stessa che viene prodotta localmente all'interno della stessa cabina secondaria, e non venga trasportata a lungo raggio attraverso la rete nazionale. Ad avvalorare questa ipotesi l'ARERA ha stabilito un'ulteriore restituzione per gli autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, che rispecchia le perdite di rete evitate dal fatto che l'energia viene prodotta e consumata nello stesso edificio. Quest'ultimo contributo viene valorizzato al 1,2% del prezzo zonale di mercato e moltiplicato per l'energia condivisa nel caso di impianti connessi in media tensione, al 2,6% nel caso di impianti connessi alla rete di bassa tensione. La delibera 318/2020 rappresenta la prima misura concreta riguardo la valorizzazione economica dell'energia condivisa, modificata poi con la pubblicazione del Testo Integrato per l'Autoconsumo Diffuso e adottata nel decreto attuativo di fine 2023, che ha chiuso il quadro normativo sulle comunità energetiche. [5]

1.2.3 Il Decreto Ministeriale 16 settembre 2020 e la prima tariffa incentivante

Il Decreto Ministeriale 16 settembre 2020, redatto dal Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero delle Imprese e del Made In Italy), è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 16 novembre 2020, dato in cui si è reso legalmente valido e ufficialmente applicabile. Il contenuto principale del testo, in attuazione del comma 9 dell'art.42-bis del decreto-legge 162/2019, verte sull'individuazione della tariffa incentivante per la remunerazione degli impianti a fonti rinnovabili inseriti nelle configurazioni per l'autoconsumo collettivo e nelle comunità energetiche rinnovabili. L'incentivo si applicava solamente all'energia prodotta dagli impianti e che risultava effettivamente condivisa, ed era pari a:

- 100 €/MWh nel caso in cui l'impianto di produzione facesse parte di una configurazione di autoconsumo collettivo;
- 110 €/MWh nel caso in cui l'impianto di produzione facesse parte di una comunità energetica rinnovabile.

In entrambi i casi la tariffa sarebbe stata erogata per 20 anni. Inoltre, si disponeva che, per il referente delle configurazioni, fosse mantenuta la facoltà di poter cedere al GSE l’intera energia prodotta e immessa in rete. [6]

1.2.4 D.Lgs. 199/21: il recepimento della direttiva RED II

L’8 novembre 2021, con il Decreto Legislativo 199/21, viene ultimato il recepimento, da parte del Governo italiano, della direttiva europea RED II. Il testo reca disposizioni in materia di energia da fonte rinnovabile e rappresenta la matrice dalla quale, a partire dal 2022, si sono susseguiti decreti attuativi volti a definire meccanismi incentivanti e regolatori a favore della diffusione dell’energia pulita, tra cui le comunità energetiche. In merito alle comunità energetiche, il decreto completa in primo luogo la definizione, rispetto a quella individuata dal DM 16 settembre 2020, per l’energia condivisa. Essa è pari al minimo, in ciascun periodo orario, tra l’energia elettrica prodotta e immessa in rete dagli impianti a fonti rinnovabili e l’energia elettrica prelevata dall’insieme dei clienti finali associati, situati nella stessa zona di mercato. Viene altresì aggiunto che, per autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e comunità energetiche rinnovabili, l’incentivo è erogato solo in riferimento alla quota di energia condivisa da impianti e utenze di consumo connesse sotto la stessa cabina primaria. Il perimetro di riferimento delle configurazioni viene, pertanto, allargato rispetto a quello individuato nella fase sperimentale con le cabine di trasformazione secondarie. Un’altra novità è rappresentata dalla taglia degli impianti ammissibili, aumentata a 1 MW di potenza, rispetto ai 200 kW della fase pilota. Questi impianti sarebbero potuti entrare in esercizio successivamente all’entrata in vigore del Decreto in questione. L’articolo 8 disponeva, infine, la necessità, entro 180 giorni dall’entrata in vigore, avvenuta poi il 16 dicembre 2021, che venissero aggiornati e resi definitivi i meccanismi di incentivazione per gli impianti a fonti rinnovabili inseriti in configurazioni di autoconsumo collettivo o in comunità energetiche rinnovabili, in modo da completare il quadro normativo e dare avvio all’inoltro delle domande di accesso. In realtà, il decreto attuativo e le modalità definitive di incentivazione uscirono 770 giorni dopo, con il DM 414/2023. [7]

1.2.5 D.lgs. 210/21: il recepimento della direttiva IEM

Il decreto legislativo 8 novembre 2021 n.210 è l’attuazione della direttiva UE 2019/944 relativa alla definizione di norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica. Il testo di legge definisce, senza apportare alcuna modifica, le comunità energetiche dei cittadini (CEC) già definite dalla direttiva europea. Questa tipologia di configurazione, tra l’altro, non sarà oggetto di incentivazione da parte del decreto DM 414/2023. Il decreto ha comunque una certa rilevanza non solo perché conclude l’iter di recepimento normativo nazionale su quello che concerne la condivisione dell’energia, ma soprattutto perché dispone che le comunità energetiche possano partecipare, direttamente, o attraverso aggregatori, a tutti i mercati dell’energia elettrica e dei servizi connessi. Questa facoltà

porterà le comunità energetiche ad assicurarsi un ruolo da protagonista nel mercato elettrico del futuro prossimo. Infatti, il d.lgs. 210/21 è stato soprannominato “decreto mercato elettrico”. [8]

1.2.6 Il Testo Integrato Autoconsumo Diffuso

Il 27 dicembre 2022, tramite la delibera 727/2022/R/eel, l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), ha approvato e pubblicato il Testo Integrato Autoconsumo Diffuso (TIAD). Il documento, presente nell’Allegato A della delibera, nasce in attuazione di quanto previsto dai decreti legislativi 199/21 e 210/21 per regolare le modalità di valorizzazione dell’autoconsumo diffuso, completando ciò che era stato definito dalla precedente delibera 318/2020/R/eel. Partendo dal titolo del testo, viene per la prima volta utilizzato il termine “diffuso” al fine di raggruppare tutte le forme di autoconsumo esteso, non limitandosi al consumo in loco di energia prodotta da fonti rinnovabili. Nel TIAD, infatti, rientrano: gruppi di autoconsumatori che agiscono collettivamente in edifici e condomini, comunità energetiche e autoconsumatori individuali su rete pubblica. Se le prime due configurazioni erano già state oggetto di regolazione transitoria nella fase “pilota”, gli autoconsumatori individuali rappresentano una nuova configurazione di autoconsumo diffuso che sarà oggetto di incentivazione del decreto 414/2023, al pari di ciò che è stato previsto per le comunità energetiche. Il TIAD fornisce delle definizioni univoche per tutte le varie configurazioni di autoconsumo diffuso e conferma il modello regolatorio virtuale di condivisione dell’energia, garantendo ai clienti finali e ai produttori di mantenere i diritti attuali, come quello di scegliere liberamente il proprio fornitore di energia indipendentemente dai rapporti legati all’autoconsumo. Il contenuto principale verte, però, sulla valorizzazione economica. Dato che, ai sensi del decreto legislativo 199/21, la condivisione dell’energia è sottesa non più alla cabina MT/BT, ma alla cabina primaria, l’ARERA ha deciso di escludere dal contributo di valorizzazione la tariffa di distribuzione BTAU. Questa scelta è giustificata dal fatto che, allargando il perimetro in cui è possibile condividere virtualmente energia elettrica, non si potevano più “scontare” ai clienti finali i costi legati alla distribuzione, poiché l’energia avrebbe percorso distanze maggiori. Da qui, il contributo di valorizzazione riconoscerà solo la parte variabile relativa alla tariffa di trasmissione TRASE. Il contributo di valorizzazione definito dal TIAD varierà e sarà stabilito di anno in anno dall’ARERA, nel 2023 era pari a 8,48 €/MWh di energia condivisa, nel 2024 è pari a 10,57 €/MWh. L’applicazione del TIAD era prevista dal 1° marzo 2023, in concomitanza con l’entrata in vigore del decreto del MASE e gli strumenti di incentivazione economica derivati. Come noto però, il decreto attuativo uscì poi in ritardo. [9]

1.2.7 Decreto Ministeriale 414/2023: il Decreto CACER

L’attesa della determinazione degli incentivi è terminata il 23 gennaio 2024, quando il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ha pubblicato il decreto

ministeriale del 7 dicembre 2023 n. 414, in definitiva attuazione delle previsioni introdotte dal decreto legislativo 8 novembre 2021 n.199 e del progetto PNRR Missione 2 Componente 2, Investimento 1.2. Il testo disciplina le modalità di incentivazione per sostenere l’energia elettrica prodotta da impianti a fonti rinnovabili inseriti in Configurazioni di Autoconsumo per la Condivisione dell’Energia Rinnovabile, da qui l’abbreviazione CACER. La tariffa incentivante è denominata “tariffa premio” ed è applicata sull’energia condivisa da impianti a fonti rinnovabili che rispettano i seguenti requisiti:

- essere stati realizzati tramite intervento di nuova costruzione o di potenziamento di impianto esistente, con possibilità di rigenerare alcuni componenti di impianto nel caso non si tratti di impianti fotovoltaici;
- potenza nominale del singolo impianto inferiore a 1MW, senza limitazioni sul numero di impianti. Essi devono entrare in esercizio successivamente alla costituzione della comunità energetica;
- devono possedere i requisiti prestazionali e di tutela ambientale necessari per rispettare il principio *“Do No Significant Harm”* (DNSH);
- possono essere entrati in esercizio a partire dal giorno successivo alla data di entrata in vigore del D.Lgs. 199/2021, ovvero il 16 dicembre 2021, in modo da non escludere dall’incentivo le configurazioni realizzate in fase sperimentale. Ciò vale a patto di poter attestare che tali impianti sono stati realizzati al fine di essere inseriti in una configurazione di autoconsumo diffuso.

Per la definizione di energia condivisa è stata pienamente adottata quella del D.Lgs. 199/2021. I soggetti beneficiari degli incentivi sono le CACER, che per il MASE risultano essere:

- autoconsumatore individuale di energia rinnovabile “a distanza” che utilizza la rete di distribuzione (autoconsumatore a distanza);
- gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente (gruppo di autoconsumatori);
- Comunità Energetica Rinnovabile (CER).

Le tre configurazioni sopra elencate sono disciplinate dal TIAD, che disciplina tra le altre anche le Comunità Energetiche di Cittadini (CEC) che però non accedono agli incentivi. Tutte le configurazioni previste dal TIAD possono, però, accedere al servizio per l’autoconsumo diffuso e quindi al contributo di valorizzazione dell’energia condivisa. La tariffa premio può variare dai 100 €/MWh ai 130 €/MWh, in base a diversi fattori che ne determinano il calcolo, che verrà illustrato nel dettaglio nella sezione successiva. Il decreto acquisisce ulteriore importanza poiché reca disposizioni sull’erogazione di contributi in conto capitale volti a favorire la diffusione delle comunità energetiche e delle configurazioni di autoconsumo collettivo, diminuendo l’impatto sul costo di investimento iniziale. Si tratta di un contributo a fondo perduto, proveniente da fondi PNRR pari

a 2,2 Miliardi di €, può essere erogato a membri di comunità energetiche o di gruppi di autoconsumatori o alle configurazioni stesse, nella misura massima del 40% dei costi ammissibili alla realizzazione di impianti a fonti rinnovabili, anche abbinati a sistemi di accumulo di energia. La misura in questione aveva inizialmente il vincolo di poter essere applicata solo ad impianti realizzati e ubicati in territori appartenenti a comuni con popolazione inferiore a 5000 abitanti. Dopo più di un anno dalla pubblicazione del decreto CACER, infatti, il contributo PNRR ha subito delle modifiche sostanziali affinchè potesse essere più attrattivo, dato che le richieste di accesso al fondo sono state minime. In particolare, il 16 Maggio 2025, il ministero ha resa nota la firma su un decreto che andrà ad estendere l'ambito della misura finanziata dal PNRR ai comuni con popolazione inferiore ai 50 mila abitanti, ampliando così di dieci volte il vincolo originario.

Il costo di investimento massimo di riferimento per l'erogazione del finanziamento è posto pari a 1.500 €/kW, per impianti fino a 20 kW, a 1.200 €/kW, per impianti di potenza superiore a 20 kW e fino a 200 kW, e 1.050 €/kW, per impianti di potenza superiore a 200 kW e fino a 1.000 kW.

Il decreto CACER infine prevedeva che, entro 30 giorni dalla data della sua entrata in vigore, il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) pubblicasse le regole operative per l'accesso ai benefici. [10]

1.2.8 Le Regole Operative e i meccanismi delle CACER

Ad 1 mese esatto dalla data di pubblicazione del DM 414/2023 e in attuazione del suo articolo 11, il 23 febbraio 2024, il GSE, in qualità di soggetto gestore della misura, ha reso note le regole operative per l'accesso al servizio per l'autoconsumo diffuso e al contributo PNRR. Il testo fornisce una guida dettagliata sia sugli iter procedurali per l'ottenimento degli incentivi, sia informazioni specifiche sul funzionamento delle singole configurazioni ammesse. Si è detto che, per il decreto CACER, le tipologie di configurazione che accedono alla tariffa incentivante sono:

- Autoconsumatore a distanza;
- Gruppo di autoconsumatori;
- CER.

Mentre le configurazioni ammesse ai benefici della misura PNRR sono soltanto le ultime due. La sezione 1 delle regole operative definisce alcune caratteristiche comuni alle tre configurazioni come:

- la presenza di un soggetto Referente;
- i ruoli che possono assumere i membri;
- il perimetro di attività;
- i requisiti degli impianti incentivabili.

Il Referente è il soggetto a cui viene demandata la gestione tecnica e amministrativa della configurazione. Egli può essere una persona fisica o un soggetto giuridico ed è responsabile, anche penalmente, del trattamento dei dati dei membri e controparte del contratto con il GSE per la ricezione dei benefici. Gli utenti di una CACER possono rivestire i seguenti ruoli:

- Cliente Finale, colui che preleva l’energia elettrica dalla rete per la quota di proprio uso finale, ovvero il semplice consumatore intestatario della bolletta;
- Produttore, colui che produce energia da un nuovo impianto da fonte rinnovabile ed immette tutta l’energia in rete per condividerla;
- Prosumer, colui che è sì intestatario di un nuovo impianto FER inserito in configurazione, ma che immette in rete per la condivisione solo le eccedenze, poiché autoconsuma fisicamente l’energia prodotta in base al suo fabbisogno;
- Produttore Terzo, colui che è proprietario di un impianto FER che rispetta i requisiti per entrare in una CACER e che riceve mandato dal Referente affinché l’energia elettrica immessa dal suo impianto di produzione possa rilevare nel computo dell’energia condivisa. È definito “terzo” perché è un soggetto a cui non è consentito diventare membro effettivo della configurazione.

Come è noto, il perimetro di attività delle tre CACER è la cabina primaria di trasformazione. Inoltre, gli impianti, per essere ammessi, devono rispettare i requisiti indicati all’art.3 del DM 414/2023 e specificati nel paragrafo precedente. In realtà, gli impianti già in esercizio al 15 dicembre 2021 (data antecedente all’entrata in vigore del D.Lgs. 199/21) possono essere inseriti nelle configurazioni, ma ricevendo solo il corrispettivo di valorizzazione e non la tariffa incentivante, garantendosi la “precedenza” sul calcolo dell’energia condivisa rispetto agli impianti “nuovi”, risultando così controproducenti per la configurazione in termini di benefici economici.

Il documento rende note anche delle descrizioni tecniche per ognuna delle tre configurazioni.

Un gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente deve prevedere la presenza di almeno un consumatore e almeno un produttore, con POD ubicati nello stesso condominio o edificio. Essi, tramite la costituzione di un accordo di diritto privato, si aggregano dotandosi di impianti FER con cui si condividono virtualmente l’energia. È ovvio che, essendo nella stessa struttura, i membri rispettano il vincolo di risiedere all’interno della stessa cabina primaria. Lo scenario tipico applicativo di un gruppo di autoconsumatori è, ad esempio, un condominio residenziale sul cui tetto (o pertinenza comune) viene installato un impianto fotovoltaico. L’impianto è direttamente connesso al POD dell’utenza condominiale comune, impattando positivamente sul costo della componente energia che alimenta, ad esempio, l’ascensore e l’illuminazione della scala. Nonostante l’impianto non possa essere collegato con i restanti POD condominiali, le utenze familiari, accedendo al servizio di autoconsumo diffuso, possono autoconsumare virtualmente, nella stessa ora, l’energia prodotta e immessa in rete,

beneficiando dell'incentivo. Gli unici soggetti che non possono partecipare ad un gruppo di autoconsumatori sono le imprese che hanno codice ATECO prevalente 35.11.00 3 35.14.00, cioè chi produce o commercializza energia elettrica. Tali soggetti, però, possono ricoprire il ruolo di produttore terzo a patto che risultino essere delle Energy Service Company (ESCO) opportunamente certificate.

La configurazione di autoconsumatore individuale a distanza prevede, invece, la presenza di un solo cliente finale che produce energia da impianti FER nella sua piena disponibilità e la condivide per autoconsumarla virtualmente in altri punti di prelievo dei quali egli stesso è titolare. I punti di connessione di titolarità dell'autoconsumatore individuale devono essere sotesti alla medesima cabina primaria. Nella pratica, questa configurazione è pensata per i soggetti che sono titolari di POD diversi ma ravvicinati, come ad esempio un'impresa con due punti vendita sotesti in comuni diversi ma nella stessa cabina primaria. Chiunque può autoconsumare individualmente a distanza, non vi sono particolari requisiti soggettivi.

Infine ci sono le comunità energetiche rinnovabili, la principale configurazione di autoconsumo diffuso e oggetto di questa analisi. Una CER consiste in un insieme di utenti che, tramite la costituzione di un soggetto giuridico autonomo dotato di statuto e atto costitutivo, decidono di aggregarsi localmente all'interno della stessa cabina primaria verso l'obiettivo di autoprodurre e autoconsumare energia elettrica da fonti rinnovabili, condividendola virtualmente. Tramite l'accesso al servizio di autoconsumo diffuso potrà autoconsumare energia "pulita" anche chi non ha un impianto connesso alla propria utenza. Gli utenti di una CER possono essere persone fisiche, PMI, associazioni, enti territoriali, autorità locali, Enti del Terzo Settore (ETS), enti religiosi ecc. Non possono essere membri effettivi della comunità, ma possono ricoprire il ruolo di produttore "terzo", grandi imprese, pubbliche amministrazioni centrali e imprese che producono e commercializzano energia elettrica come attività prevalente.

Nel semplice esempio mostrato in Figura 1.2, fanno parte della configurazione una piccola impresa, una scuola e un'abitazione. L'impresa assume il ruolo di prosumer perché ha un impianto fotovoltaico connesso alla propria utenza che, nell'ora in questione, autoconsuma fisicamente 20 kWh. Nella stessa ora si assume che l'impianto abbia prodotto 100 kWh; pertanto, l'impresa immette in rete per la condivisione la differenza di 80 kWh. La scuola e l'abitazione consumano, nella stessa ora, rispettivamente 40 kWh e 30 kWh. Seguendo la definizione di energia condivisa, essa risulta essere il minimo tra l'energia immessa e l'energia assorbita dai POD non connessi all'impianto, quindi 70 kWh. Questa configurazione di comunità energetica rinnovabile, per l'ora della giornata ipotizzata, riceverà due contributi moltiplicati per il quantitativo di energia condivisa, ovvero la tariffa premio e il contributo di valorizzazione nella sola componente trasmissione.

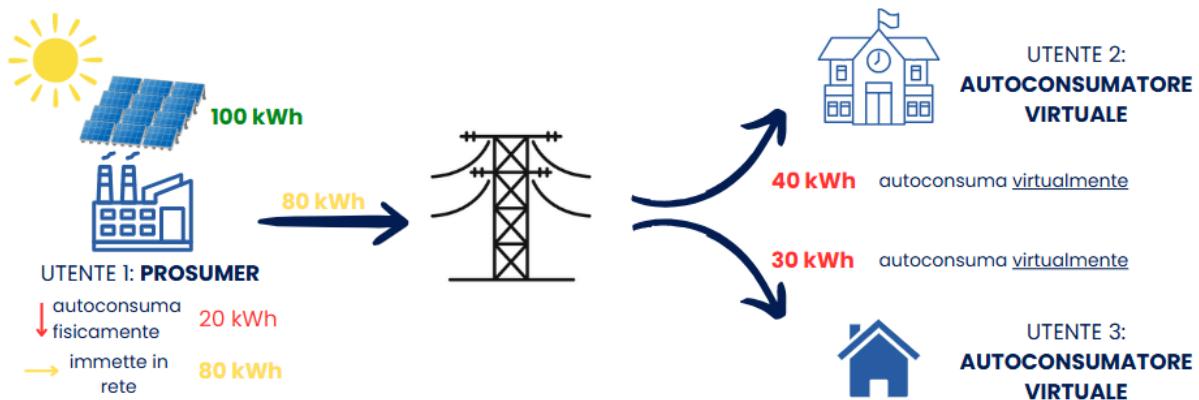


Figura 1.2: Flussi energetici di una CER (esempio semplificato). Fonte: Elaborazione propria.

Le regole operative non forniscono un elenco di tipologie di soggetti giuridici idonei alle CER, ma si limitano a stilare gli elementi essenziali che lo Statuto o l’atto costitutivo della comunità devono prevedere:

- oggetto sociale prevalente della comunità è quello di fornire benefici ambientali, economici o sociali ai propri membri o soci o alle aree locali in cui opera, e non quello di ottenere profitti finanziari;
- la partecipazione alla comunità deve essere autonoma, aperta e volontaria;
- la partecipazione dei membri o soci deve prevedere il mantenimento dei diritti del cliente finale, come quello di scegliere il proprio venditore di energia o di uscire liberamente dalla configurazione in qualsiasi momento, salvo obbligazioni derivanti da partecipazione agli investimenti sostenuti;
- l’individuazione di un soggetto delegato responsabile del riparto dell’energia elettrica condivisa;
- l’eventuale importo della tariffa premio eccedentario dovrà essere destinato ai soli consumer, che non sono imprese, e/o utilizzato per finalità sociali aventi ricadute sui territori dove sono ubicati gli impianti della configurazione.

Le Regole Operative fornite dal GSE rappresentano effettivamente il ”manuale” delle CACER, sia perché convertono in un linguaggio più operativo, appunto, i dettami del DM 414/2023, dettagliandoli, sia perché fornisce una serie di moduli precompilati per supportare gli interessati nella fase di compilazione delle richieste di accesso ai vari incentivi. [11]

1.3 L'attuale sistema di incentivazione italiano per le Comunità Energetiche Rinnovabili

Con la pubblicazione del DM 414/2023 si è reso definitivo quello che è l'incentivo principale delle Comunità Energetiche Rinnovabili: la tariffa premio. Anche chiamato contributo in conto esercizio, la tariffa premio è composta da una parte fissa e una variabile, ma non può mai superare i 120 €/MWh nella somma dei due termini. La parte fissa diminuisce all'aumentare della potenza nominale (in kW) dell'impianto. La componente variabile è, invece, determinata in funzione del prezzo zonale orario di mercato, che è variabile di sua natura, tramite la seguente formula:

$$TariffaVariabile = \max [0; 180 - PrezzoZonale]$$

Scongiurando scenari futuri in cui il prezzo dell'energia possa raggiungere valori superiori a 140 €/MWh, il contributo della componente Variabile si prospetta essere sempre il massimo. Quando si parla di contributo massimo per la tariffa premio, si fa riferimento al suo limite superiore, fissato a 40 €/MWh, in modo da permettere all'incentivo di non superare i 120 €/MWh.

Successivamente, in base al tipo di fonte rinnovabile del quale si alimenta l'impianto di produzione, il calcolo dell'incentivo si diversifica. Se l'impianto a fonte rinnovabile è a tecnologia fotovoltaica, la tariffa premio subisce l'aumento di un fattore correttivo che tiene conto dei diversi livelli di insolazione del territorio italiano. Agli impianti realizzati nelle regioni del Centro, come Lazio, Marche, Toscana, Umbria e Abruzzo, viene applicata una maggiorazione di +4 €/MWh di energia condivisa. Negli impianti delle regioni del Nord come Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Trentino-Alto Adige, Valle d'Aosta e Veneto, il fattore correttivo è di + 10 €/MWh condiviso, proprio per tener conto delle minori ore di produzione fotovoltaica. Nelle regioni del sud, comprese le isole, non viene applicata alcuna correzione della tariffa premio. I dettagli della tariffa sono riportati in Tabella 1.1.

Pot. nominale [kW]	Tariffa		Tariffa max. tot. (FV)			Unità di misura
	fissa	var.	SUD +0 €	CENTRO +4 €	NORD +10 €	
$P \leq 200$	80	0-40	120	124	130	€/MWh
$200 < P \leq 600$	70	0-40	110	114	120	€/MWh
$600 < P \leq 1000$	60	0-40	100	104	110	€/MWh

Tabella 1.1: Tariffa Premio per potenze degli impianti e posizionamento [Fonte: GSE]

Il periodo di diritto alla tariffa incentivante decorre alla data di entrata in esercizio commerciale dell'impianto e termina dopo 20 anni. Il Decreto CACER ammette, al punto 3 dell'Allegato 1, un principio di cumulabilità tra tariffa premio e contributo in conto capitale (PNRR). Nel caso che un impianto, inserito in una CACER, benefici sia

del contributo in conto esercizio sia del fondo perduto, subirà una decurtazione della tariffa spettante, che sarà determinata dalla seguente formula:

$$TIP_{ContoCapitale} = Tip * (1 - F)$$

F è un parametro che varia linearmente tra 0 e 0,5 a seconda dell’intensità del contributo PNRR. Se, ad esempio, il fondo perduto erogato per l’impianto è nella misura massima del 40% allora F varrà 0,5, in modo da dimezzare la tariffa premio spettante. Tale fattore di riduzione, però, non trova applicazione in relazione all’energia elettrica condivisa da punti di prelievo (POD) nella titolarità di persone fisiche, enti territoriali e autorità locali, enti religiosi, enti del terzo settore e di protezione ambientale. Pertanto, se l’energia in eccedenza immessa in rete da un impianto incentivato con contributo in conto capitale, viene autoconsumata virtualmente da un POD cosiddetto “esente”, la decurtazione della tariffa non viene applicata.

Il diagramma a blocchi composto dalle Figure 1.3 e 1.4 prova ad illustrare i passaggi logici alla base del calcolo dell’incentivo.

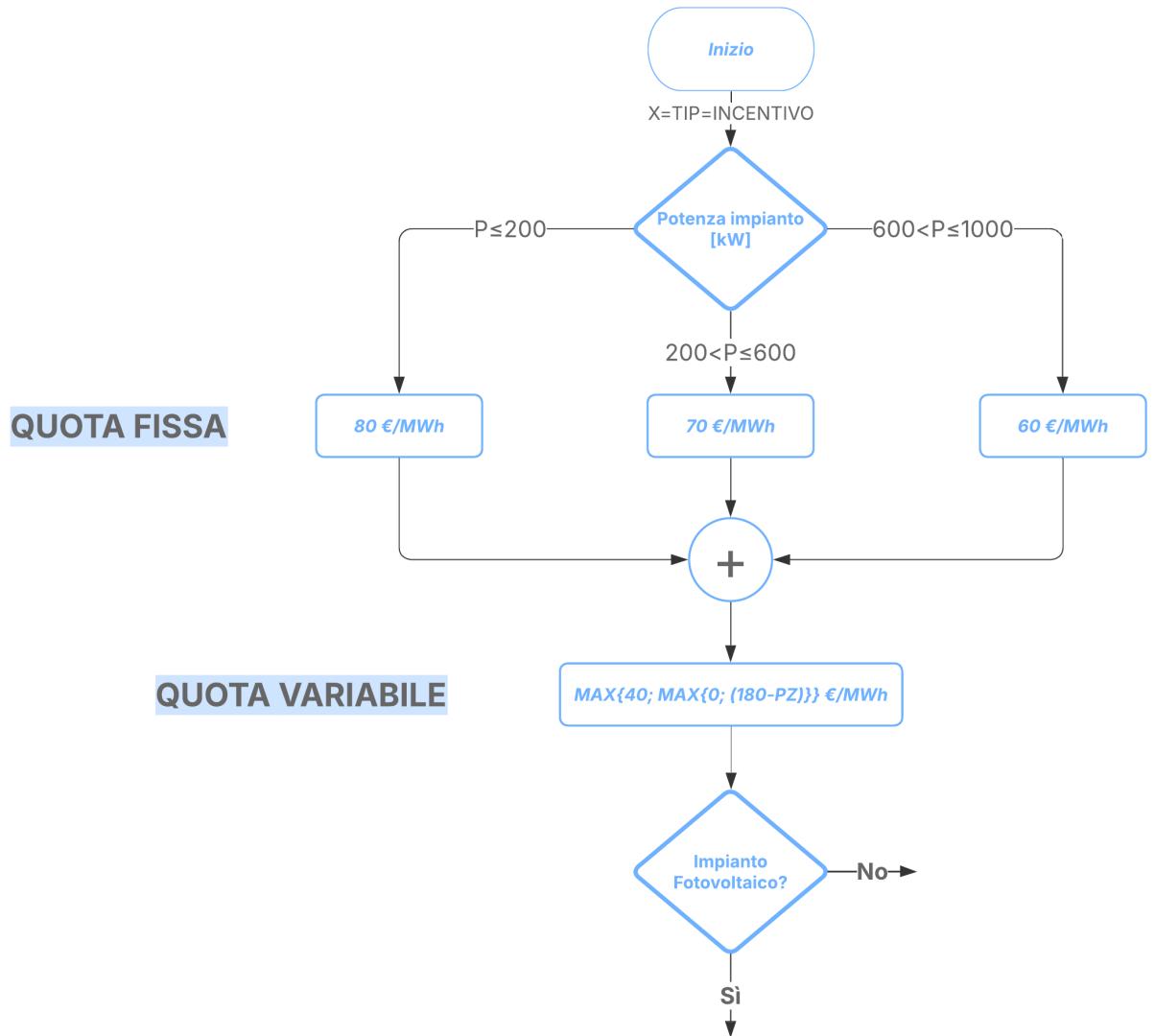


Figura 1.3: Diagramma a blocchi per il calcolo della tariffa premio per un impianto incentivato con le CER. [Parte 1] [Elaborazione Propria]

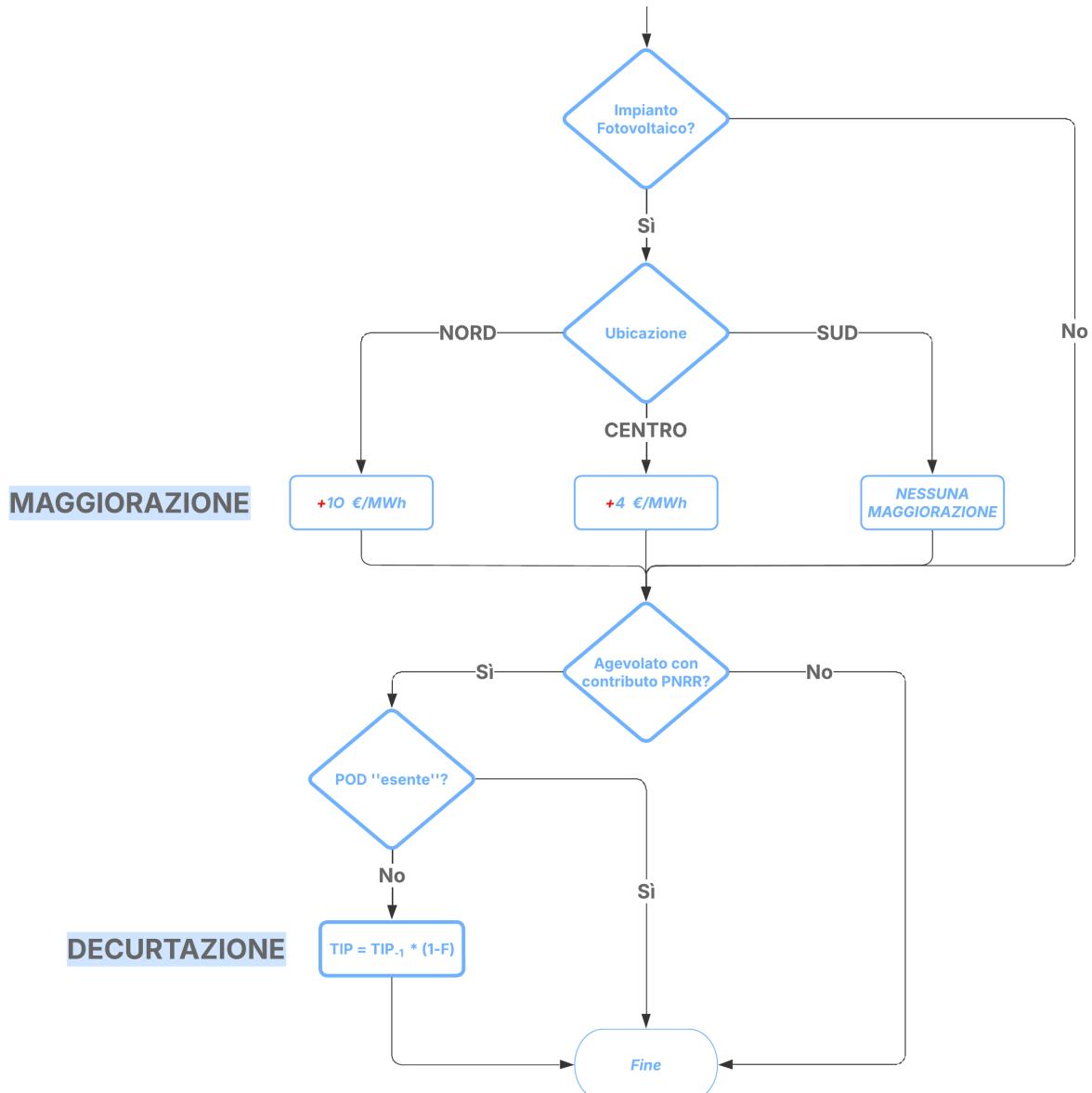


Figura 1.4: Diagramma a blocchi per il calcolo della tariffa premio per un impianto incentivato con le CER. [Parte 2] [Elaborazione Propria]

La tariffa premio sopra descritta va a sommarsi con il contributo di valorizzazione definito dall'ARERA, che varia annualmente e in base al rimborso delle componenti di trasmissione, distribuzione e perdite di rete evitate. Come indicato nel paragrafo 1.2.6, il contributo di valorizzazione, dovrebbe incremetare mediamente di ulteriori 10 €/MWh la tariffa premio.

Paradossalmente nè il decreto CACER nè le dettagliate Regole Operative del GSE prevedono delle linee guida per l'allocazione di questi contributi ai vari membri. L'ammontare degli incentivi infatti è calcolato sulla base dell'energia immessa dagli impianti e autoconsumata virtualmente dai membri nella stessa ora, in modo agglomerato senza il dettaglio del singolo contributo del singolo componente *Consumer* della comunità. Per questi motivi è direttamente la CER, come soggetto giuridico autonomo, a ricevere l'intero ammontare dell'incentivo, che deve poi ripartire tra i membri.

L'unica prescrizione imposta da GSE e MASE riguardo le modalità di ripartizione dei proventi riguarda specificamente la tariffa premio incentivante eccedentaria. L'importo eccedentario è definito come "eventuale" perchè si attiva solo se l'autoconsumo virtuale dei membri della CER supera il 55% dell'energia immessa in rete dagli impianti incentivati appartenenti alla stessa comunità. Pertanto, nel caso in cui l'energia elettrica incentivata annualmente superi il 55% di energia immessa dagli impianti rientranti nella configurazione la quota di incentivo afferente all'energia elettrica incentivata che eccede tale soglia deve essere destinata ai soli consumatori diversi dalle imprese e/o utilizzata per finalità sociali aventi ricadute sui territori ove sono ubicati gli impianti.

Per illustrare meglio la regola sulla destinazione della quota di incentivo afferente all'energia eccedentaria, si considera questo scenario:

Si suppone che in un dato anno gli impianti di una configurazione CER immettano 1 MWh (1000 kWh) di energia elettrica per la condivisione. Nello stesso anno, i membri della CER autoconsumano virtualmente 0,75 MWh (750 kWh). Questa quantità, pari al 75% dell'energia immessa, è l'energia condivisa che beneficia della tariffa premio ventennale. Applicando la soglia percentuale standard del 55% dell'energia immessa si trova che la quota di energia immessa corrispondente a questa soglia è il 55% di 1 MWh, ovvero 0,55 MWh (550 kWh). Poiché l'energia condivisa (0,75 MWh) supera questa soglia (0,55 MWh), si genera un'eccedenza. L'energia condivisa incentivata che eccede la soglia è pari a: $0,75 \text{ MWh} - 0,55 \text{ MWh} = 0,20 \text{ MWh}$ (200 kWh). Questa quantità (0,20 MWh) rappresenta il 20% dell'energia totale immessa inizialmente (1 MWh). Secondo le indicazioni del GSE, la quota della tariffa premio (cioè l'incentivo monetario) specificamente afferente a questi 0,20 MWh di energia eccedentaria deve essere obbligatoriamente destinata:

- ai soli consumatori membri della CER che non sono configurabili come "imprese";
- e/o a finalità sociali che abbiano ricadute positive sui territori dove sono ubicati gli impianti della configurazione.

Nel caso in cui l'impianto abbia beneficiato anche del contributo in conto capitale, allora il valore soglia si abbassa al 45%. Per cui, tornando all'esempio precedente, si sarebbe dovuto destinare a finalità sociali la quota della tariffa premio afferente a 0,30 MWh di

energia eccedentaria.

In sintesi, l'incentivo maturato al di sotto della soglia del 55% (o 45%) può essere ripartito liberamente tra i membri della CER, a patto, ovviamente, che la stessa comunità adotti un criterio che non causi degli squilibri, e conseguenti malumori interni.

1.4 Colmare le Lacune Normative per promuovere Modelli di Business CER che integrino la loro Natura Multidimensionale

La ricapitolazione della normativa finora affrontata e riassunta nella Tabella 1.2, si è ritenuta necessaria per comprendere, sia le motivazioni che hanno portato i legislatori a gettare le basi per questo nuovo modello di produzione e consumo energetico, sia per rendersi conto di come l'implementazione pratica delle comunità energetiche faccia parte di un processo ben più complesso di quanto possa apparire dalla sola lettura delle disposizioni di legge. Le CER, infatti, non sono semplici aggregazioni di utenti che condividono energia, ma rappresentano un ecosistema multidimensionale in cui si intersecano aspetti socio-ambientali, economici ed energetici che vanno necessariamente tenuti insieme da un equilibrio che va certamente progettato.

In questa complessità multidimensionale si riscontra una lacuna significativa: se da un lato le direttive e le leggi nazionali stabiliscono il "cosa" e il "perchè" le CER rappresentano un'opportunità unica per rendere il sistema energetico più efficiente e democratico, dall'altro offrono indicazioni meno specifiche sul "come" implementare dei modelli che siano al contempo economicamente sostenibili, socialmente inclusivi ed energeticamente efficienti. Questa carenza si manifesta soprattutto nella definizione e strutturazione di modelli di business (*Business Model*) capaci di bilanciare le diverse dimensioni e garantire la vitalità delle Comunità nel lungo periodo.

Al contempo, dalla descrizione tecnica dell'incentivo svolta nel paragrafo precedente, si evince come possa sorgere la necessità di regolarizzare in qualche modo la libertà concessa dal legislatore sulla ripartizione dei corrispettivi, erogati per vent'anni, a sostegno dell'attività di scambio energetico delle Comunità.

Per questi motivi il seguente elaborato vuole analizzare in maniera approfondita le lacune riscontrate nell'impianto normativo, proponendo delle soluzioni che verranno organizzate all'interno di un nuovo framework innovativo, oggetto di trattazione dei successivi capitoli. Per fare ciò, si è resa necessaria una ricerca mirata su letteratura scientifica e paper accademici, al fine di identificare, analizzare e confrontare approcci esistenti e soluzioni innovative già proposte o sperimentate in diversi contesti, cercando di affiancare a ciascuna proposta un parametro numerico, ricorrendo all'utilizzo dei *Key Performance Indicator*.

L'obiettivo generale sarà quello di comprendere a fondo le dinamiche cruciali delle CER al fine di favorirne, possibilmente, una rapida diffusione.

Tabella 1.2: Tabella riassuntiva Milestone, Legislazione e Descrizione [Elaborazione Propria]

N.	Milestone	Legislazione	Descrizione e aspetti principali
1	RED II	Europea	<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva EU che promuove la diffusione delle energie rinnovabili • Definizione <i>Renewable Energy Community</i>
2	IEMD	Europea	<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva EU che stabilisce tecnicismi relativi al nuovo mercato elettrico europeo • Definizione <i>Citizens Energy Community</i>
3	Decreto “Milleproroghe”	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Parziale recepimento della RED II • Avvio fase pilota • Prima definizione energia condivisa (cabina secondaria) e autoconsumo virtuale • Impianti ammissibili < 200 kW
4	Delibera ARERA 318/2020	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Restituzione componenti tariffarie bollette energetiche dei membri CER da calcolare sull'energia condivisa (provvisorio)
5	DM 16/09/2020	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Prima tariffa incentivante da calcolare sull'energia condivisa (110 euro/MWh)
Continua nella pagina successiva...			

N.	Milestone	Legislazione	Descrizione e aspetti principali
6	D.Lgs 199/21	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Recepimento conclusivo della RED II • Fine fase pilota • Definizione definitiva energia condivisa (cabina primaria) • Impianti ammissibili < 1 MW
7	D.Lgs 210/21	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Recepimento IEMD • Promesso alle CER un ruolo attivo nel nuovo mercato energetico e negli scenari futuri
8	TIAD (ARERA)	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Regola e definisce le CACER • Restituzione componenti tariffarie bollette energetiche dei membri CER da calcolare sull'energia condivisa, ch (contributo di valorizzazione definitivo)
9	DM CACER	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto definitivo CER • Tariffa incentivante ventennale definitiva (da 100 a 130 euro/MWh) • Contributo PNRR 40% fondo perduto per facilitare l'investimento iniziale degli impianti
10	Regole Operative del GSE	Italiana	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione dei dettagli tecnici e procedurali fondamentali per l'accesso agli incentivi e per la corretta gestione delle CER

Capitolo 2

Stato dell'Arte

Storicamente il settore energetico è stato per lo più caratterizzato da strutture monopolistiche e dalla distribuzione di un prodotto omogeneo; pertanto, lo sviluppo di modelli di business (BM) specifici risultava superfluo. La successiva liberalizzazione del mercato energetico e l'avvento delle fonti rinnovabili hanno radicalmente mutato tale scenario, introducendo un livello di complessità significativamente maggiore. Si è assistito alla progressiva evoluzione dei BM energetici, ora orientati ai servizi e alla fornitura di energia, con una crescente attenzione verso soluzioni sempre più personalizzate, incluso il prosumerismo (con particolare riferimento al fotovoltaico). Più recentemente i modelli si stanno orientando su contesti energetici collettivi. Per questo motivo emerge una lacuna nello studio sistematico dei *business model* specifici per le comunità energetiche rinnovabili (*Energy Community Business Models* - ECBMs). Per comprendere appieno la complessità delle CER e per guidarne lo sviluppo in modo efficace, è essenziale disporre di strumenti concettuali adeguati. La letteratura scientifica ha proposto solo alcuni framework per l'analisi delle CER, ciascuno con specifici punti di forza e limiti. Questa sezione vuole passare in rassegna i principali business model proposti in letteratura e i principali *framework* utilizzati per l'analisi delle comunità energetiche.

Per poter dare ulteriore robustezza allo studio verranno selezionati dalla letteratura anche alcuni *Key Performance Indicators* (KPI) che si distinguono per rilevanza e originalità.

Infine, una volta evidenziata la lacuna nella normativa, vengono raccolte le principali metodologie proposte in merito alla distribuzione dei benefici nelle Comunità. Essa riguarderà nello specifico criteri applicabili in scenari di condivisione virtuale dell'energia, sia per quanto riguarda la ripartizione diretta dei benefici economici sia per quanto riguarda l'allocazione della variabile incentivata.

L'analisi presentata in questo capitolo è stata condotta selezionando i contributi scientifici attraverso le parole chiave "Renewable Energy Community", "Business Model", "Framework", organizzandoli in ordine cronologico per evidenziare l'evoluzione del pensiero in materia. Per quanto riguarda l'analisi della letteratura dei KPI sono state utilizzate *Keywords* come "Renewable Energy Community Indicators", "Sustainability Indicators",

”Economic Indicators”, ”Energy Indicators”. Sullo studio dei criteri di ripartizione, invece, sono ricercati termini come ”*Benefit sharing*”, ”*Incentive allocation*”, ”*Shared Energy Allocation*”, ”*Shared Energy Distribution*”.

2.1 Analisi della letteratura dei framework

Le definizioni di comunità energetiche proposte dalle direttive, sebbene rappresentino un primo passo verso l’armonizzazione del concetto di cooperazione e scambio energetico, sono alquanto vaghe per quanto riguarda l’implementazione. Per fronteggiare questa indeterminatezza e per comprendere come e se la ricerca scientifica abbia risposto, il presente paragrafo analizza diversi framework e *Business Model* così come sono proposti in letteratura.

Al fine di rendere la disamina più sistematica possibile si è cercato di adottare, per ogni studio, la stessa struttura di presentazione. Nonostante i paper sono presentati seguendo un ordine prevalentemente cronologico, per ciascun contributo, dove possibile, sono stati messi in luce i seguenti aspetti:

- Intenzioni e obiettivi degli autori;
- Descrizione del framework/modello proposto;
- Aspetti positivi e criticità nei confronti degli obiettivi del presente elaborato.

A ulteriore supporto di una visione comparativa e d’insieme, la Tabella 2.1 riassume e confronta le caratteristiche salienti dei principali framework analizzati.

Si inizia questa rassegna critica con il lavoro di *Reis et al.* (2021), i quali hanno identificato il problema della mancanza di business model sostenibili in letteratura riguardanti le comunità di energia. Secondo gli autori questo avrebbe incrementato seriamente il rischio di applicare in maniera inappropriata i concetti definiti dalle normative europee, con la concreta possibilità di perdere di vista gli obiettivi di sostenibilità e democratizzazione e con la conseguente realizzazione di configurazioni inappropriate fin dalla nascita. Per questo motivo hanno ampliato e aggiornato i 4 BM relativi a *cooperative investment*, *energy sharing*, *aggregation based on flexibility services* e *microgrids* (2015, *Hall et al.*), per arrivare a proporre e definire otto nuovi archetipi, cercando di coprire tutti i modelli possibili, già applicati in casi di successo o comunque applicabili in configurazioni future. Gli otto archetipi identificati sono:

- *Energy Cooperatives*;
- *Community Prosumerism*;
- *Local Energy Markets (LEM)*;
- *Community Collective Generation*;
- *Third-Party-Sponsored Communities*;

- *Community Flexibility Aggregation*;
- *Community ESCO*;
- *E-mobility Cooperatives*.

Le *Energy Cooperatives* (Cooperative Energetiche) sono iniziative guidate da clienti finali che si uniscono per raccogliere fondi per possedere sistemi di generazione di energia. Possono essere organizzazioni a scopo di lucro (impianti rinnovabili di grandi dimensioni) e non a scopo di lucro (autoconsumo e vendita eccedenze in rete). Le cooperative energetiche possono essere coinvolte anche direttamente nella gestione delle reti di distribuzione locali di bassa tensione, decidendo meccanismi di fatturazione e incentivazione. Le *Community Prossumerism* sono aggregazioni di *prosumer* volte ad ottenere per i membri un vantaggio competitivo sul mercato dell'energia. I prosumer uniti, aggregando la loro domanda e il loro *surplus* di produzione, riescono a stabilire dei *Power Purchase Agreement* (PPA) vantaggiosi con i fornitori di energia. Inoltre, ottengono il prestigio e l'autorità per poter partecipare ai *flexibility markets*. I *Local Energy Markets* (LEM) sono comunità che si pongono come obiettivo primario la minimizzazione degli scambi energetici con entità esterne. Per questo motivo la loro attività è focalizzata sugli scambi *Peer To Peer* (P2P) tra i membri della comunità, che sono liberi di negoziare tra loro, promuovendo, così, la decentralizzazione della vendita dell'energia. Per poter attuare queste negoziazioni, però, la comunità deve strutturare delle piattaforme ICT idonee che tengano traccia dei flussi monetarie ed energetici. Le *Community Collective Generation* sono aggregazioni di autoconsumo collettivo e generazione condivisa tra membri dello stesso edificio/condominio. Per massimizzare l'autoconsumo sono spesso dotati anche di sistemi di accumulo distribuiti. Le Comunità Sponsorizzate da Terze Parti (*Third-Party-Sponsored Communities*) sono delle vere e proprie attività di business di investitori che propongono agli utenti di aggregarsi e sottoscrivere dei PPA, dai quali guadagnano in cambio di fornire condizioni vantaggiose e di far autoconsumare energia prodotta da fonti rinnovabili. Le *Community Flexibility Aggregation*, invece, hanno come business principale quello di fornire servizi di flessibilità alla rete tramite strategie collettive di gestione della domanda energetica (*Demand Site Management* - DSM). La struttura delle *Community ESCO* è per certi versi simile a quella delle *Third-Party-Sponsored Communities*, ma differiscono nel business. Le aziende che gestiscono le *Community ESCO*, infatti, propongono aggregazioni di utenti ai quali poi forniscono servizi di efficienza energetica, come l'isolamento termico di edifici o l'installazione di impianti di fotovoltaici. Le ESCO non vendono direttamente la tecnologia, ma guadagnano sulla base del risparmio energetico ottenuto dall'utente. Infine, le *E-mobility Cooperatives*, ovvero classiche cooperative di utenti che si scambiano energia da fonte rinnovabile ma che promuovono anche l'utilizzo di veicoli elettrici tramite un business bilaterale. Esse offrono, infatti, da un lato servizi di ricarica elettrica al pubblico, dall'altro servizi di flessibilità verso la rete grazie all'utilizzo delle batterie dei veicoli come fonte di stoccaggio "utile" nei periodi di bassa domanda.

Le comunità energetiche rinnovabili definite dal legislatore italiano, oggetto di questo studio, prevedono la condivisione virtuale dell'energia e ritrovano caratteristiche affini in

diversi degli otto archetipi proposti da *Reis et al.* Pertanto, la loro collocazione specifica non può essere limitata a un singolo modello, poiché dipenderà da come la singola CER è strutturata e da quali attività svolge. Si può ipotizzare che le CER italiane, per come sono concepite, si identificheranno principalmente:

- nelle Cooperative Energetiche (*Energy Cooperatives*);
- nel Prosumerismo Comunitario (*Community Prosumerism*);
- nella Generazione Collettiva Comunitaria (*Community Collective Generation*). [12]

Le prime CER che stanno nascendo in Italia mostrano già una tendenza alla collaborazione con ESCo e con enti terzi, come le amministrazioni comunali, che spesso agiscono da promotori o facilitatori. È plausibile prevedere che i tre modelli menzionati sopra, nel loro sviluppo futuro, amplieranno progressivamente le proprie attività e i propri servizi, orientandosi verso modelli quali i Mercati Energetici Locali (LEM), l'aggregazione di flessibilità comunitaria e le cooperative di mobilità elettrica.

Gli autori hanno utilizzato il framework Business Model Canvas (BMC) come strumento principale per mappare in modo sistematico la *value proposition* di ciascun archetipo di ECBM. Il BMC, con i suoi nove blocchi interconnessi, ha permesso di scomporre ogni modello di business nelle sue componenti fondamentali, evidenziando come ciascun archetipo crea, distribuisce e cattura valore. L'utilizzo del BMC ha consentito agli autori una descrizione olistica e comparabile dei diversi modelli, ma non è bastato. Per superare alcuni limiti, infatti, *Reis et al.* hanno integrato l'analisi con il framework *Lean Canvas* (LC). Questo strumento, derivato dal BMC, ne sostituisce alcuni blocchi tematici, più focalizzati sull'identificazione dei problemi e delle soluzioni proposte, sulle metriche chiave per misurare il successo e sul vantaggio competitivo. L'utilizzo del LC ha permesso di approfondire l'analisi dei punti di debolezza e delle sfide di mercato di ciascun archetipo. L'approccio degli autori si è concentrato sugli aspetti di governance e sugli obiettivi strategici delle comunità energetiche. La scelta del Business Model Canvas, in questo contesto, si è rivelata particolarmente appropriata, in quanto questo framework è intrinsecamente orientato alla definizione della proposta di valore e alla sua articolazione in un modello di business coerente e sostenibile a livello strategico e tattico. Tuttavia l'obiettivo, che sarebbe preferibile raggiungere nel breve periodo, si discosta, in parte, da tale prospettiva. Pur riconoscendo l'importanza degli aspetti governance, per superare le difficoltà iniziali della diffusione delle CER, potrebbe essere più funzionale concentrarsi sugli aspetti operativi e realizzativi.

Il rallentamento nello sviluppo delle Comunità Energetiche che si sta oggi riscontrando, non è certamente legato all'elevato costo iniziale da sostenere, quanto piuttosto alla fase preliminare della comunità energetica (*Iazzolino et al.*, 2022). [14]

In seguito a una fase in cui bonus e incentivi avevano contribuito all'incremento dei prezzi al pubblico per i pannelli fotovoltaici, da diversi mesi si osserva un progressivo calo dei listini dei materiali necessari all'installazione degli impianti. Questo fenomeno, come rilevato anche da Greenmove (2024), non è limitato al contesto nazionale ma assume una

dimensione europea. Tale riduzione dei prezzi è in gran parte attribuibile alle dinamiche dell’offerta. Essa, infatti, è stata fortemente influenzata dalle politiche delle principali aziende produttrici di tecnologie per il fotovoltaico che si sono dovute interfacciare con una forte pressione competitiva esercitata dalla massiccia presenza di produttori entry-level, che hanno considerevolmente aumentato la disponibilità di prodotti sul mercato. A sostegno della tesi per la quale le CER non sono rallentate dai costi da sostenere, è bene sottolineare che, nel caso specifico delle comunità, nella maggior parte dei progetti l’investimento iniziale venga suddiviso tra i membri o sostenuto da un unico finanziatore economicamente solido. Questo proprio perché i business model basati sulla “condivisione” sono nati, soprattutto per quanto riguarda il FV, per superare la barriera dei costi iniziali elevati. In più, il settore fotovoltaico dimostra, seppur nella sua altalenanza, di crescere esponenzialmente. Nel 2024 l’Italia ha installato 265.395 nuovi impianti fotovoltaici, portando la capacità complessiva a crescere di 6.108 MW, con un incremento del 36% rispetto al 2023 (*Italia Solare*, 2025). Focalizzandosi su quello che fosse il contesto italiano e su quella che fosse la fase preliminare di recepimento normativo volta all’introduzione delle CER, *Iazzolino et al.* si proposero di analizzare il valore di un modello in cui avvenisse la condivisione virtuale dell’energia. Partendo da uno scenario *benchmark* di autoconsumo fisico singolare di energia da fonti rinnovabili di un gruppo di utenti, fino ad arrivare ad uno scenario di autoconsumo virtuale di *cluster* di utenti con fabbisogni energetici differenti, gli autori dimostrano un maggiore livello di attrattività e redditività di quest’ultimo. Propongono, pertanto, un modello di business che è il risultato di un’analisi comparativa dei 4 scenari identificati, focalizzata sugli aspetti positivi e negativi. Per analizzare il valore della proposta si sono avvalsi del framework *Business Model Canvas*, che ha permesso di riassumere gli elementi che contribuiscono alla sostenibilità complessiva del modello. Al centro della proposta degli autori c’è l’idea di aumentare l’autoconsumo collettivo di energia all’interno della comunità. Questo valore si rivolge a un segmento di clienti ben definito: i prosumer e i consumatori tradizionali, situati in una prossimità geografica. Per far arrivare questo valore ai clienti, il modello prevede l’utilizzo di strumenti digitali come smart meter e piattaforme software per la gestione e il monitoraggio. A questo si affianca il ruolo fondamentale dei sistemi di accumulo, il quale eleva il ruolo di consumer e prosumer, rispettivamente a consumagers e prosumagers. Le batterie andrebbero installate sia negli impianti FER inseriti nella comunità, sia nei locali dei semplici consumatori, in modo da facilitare il raggiungimento dell’obiettivo della proposta di valore. A differenza di *Reis et al.*, *Iazzolino et al.* utilizzano il BMC nella sua forma standard senza modifiche sostanziali, in un approccio più pragmatico. Questa scelta è da giustificare, probabilmente, nella scelta del segmento di clientela al quale si vuole adattare il modello di business proposto, ovvero gli stessi futuri membri della comunità.

La letteratura scientifica sugli *Energy Community Business Model* (ECBM) presenta una varietà di approcci, che riflettono la complessità del fenomeno e le diverse prospettive da cui può essere osservato. Si passa da analisi che utilizzano framework visivi concreti e operativi, come quelli precedentemente descritti, ad analisi più ampie che inquadrano le CER nel contesto socio-politico. Mentre nel primo caso il termine "framework" si

riferisce a uno strumento strutturato per la progettazione e l'analisi di un modello di business, nel secondo caso il concetto di "framework" assume un significato più ampio, inteso come un inquadramento teorico e normativo che definisce il ruolo e le potenzialità delle CER all'interno della transizione energetica. *Vernay et al.* (2023) analizzano i modelli di business delle comunità energetiche (ECBMs) in relazione agli obiettivi politici della transizione energetica, identificando quattro dimensioni chiave:

1. Incremento della capacità di energia rinnovabile;
2. Mobilitazione di capitali privati, superando la dipendenza da finanziamenti pubblici.
3. Rafforzamento del potere dei consumatori, dando ai cittadini un ruolo più attivo nel sistema energetico.
4. Sostenibilità economica, chiedendosi se i vari modelli di business che si svilupperanno saranno economicamente sostenibili.

La loro analisi, condotta nel contesto francese, rivela che, sebbene gli ECBMs possano contribuire a una o più di queste dimensioni, raramente riescono a farlo in modo simultaneo. In particolare, emerge che la sostenibilità economica di questi modelli è spesso fragile e che la loro diffusione è ostacolata da una serie di barriere che vanno superate creando:

1. un quadro normativo e incentivi che garantiscano una redditività cospicua;
2. supporto agli intermediari, quali soggetti facilitatori della nascita e lo sviluppo delle comunità energetiche, ad esempio fornendo competenze tecniche, legali e finanziarie;
3. promozione del ruolo dei governi locali, riconoscendo i comuni come attori chiave nel coordinamento delle comunità, data la loro vicinanza ai cittadini e al territorio. [?]

Tornando al framework , inteso come strumento visuale strategico, nel 2023 *Trevisan et al.* delineano sia un modello di governance per aumentare l'empowerment dei membri, sia, soprattutto, un framework innovativo, utile per pianificare la corretta implementazione di una CER secondo le attuali normative italiane. Gli autori, prima di definire il quadro visivo definitivo, analizzano l'iter di realizzazione di un progetto di CER dividendolo in 5 fasi principali:

1. Pianificazione iniziale
2. Costituzione dell'entità
3. Definizione dei parametri e delle modalità d'investimento

4. Realizzazione impianti e infrastruttura
5. Accesso ai meccanismi di valorizzazione dell'energia condivisa e degli incentivi.

Una volta definiti i 5 macrostadi, tramite un approccio di decomposizione, viene sviluppato il framework vero e proprio. Questo è stato scomposto in 3 ambiti principali:

1. Amministrativo
2. Tecnico
3. Tecnologico

Dalle forme utilizzate, la struttura del modello ricorda le "pool" di un *Business Process Modeling Notation* (BPMN), ma senza flussi. Ad ogni ambito è corrisposto un modulo (o pool); ogni modulo è popolato da dei riquadri arancioni che rappresentano e descrivono le attività specifiche di ogni ambito. La parte amministrativa include dagli elementi giuridici costitutivi della comunità alle modalità di relazione con le terze parti, dal sistema di gestione documentale al sistema controllo finanziario. L'ambito tecnico, invece, riguarda le attività strettamente legate all'installazione e, ancor prima, le scelte sulle modalità di finanziamento. Sul modulo tecnologico sono riportati i servizi per l'operatività che la comunità deciderà di utilizzare. Nelle future versioni del mercato elettrico, infatti, si è detto che le comunità avranno la possibilità di decidere come operare in merito all'acquisto e alla vendita di energia. Inoltre, potranno sviluppare servizi a valore aggiunto, come quello di diventare fornitori di servizi di bilanciamento (BSP) con conoscenze specialistiche. È evidente che quest'ultimo ambito appartiene al livello strategico. Secondo gli autori, le tre aree non vanno considerate a compartimenti stagni, poiché sono strettamente correlate da interfacce, quali i regolamenti, le procedure e le metodologie adottate dalla comunità. Sembra passare in secondo piano, invece, la fase ingegneristica e progettuale. Questa scelta potrebbe essere giustificata dalla volontà di dare priorità, almeno in una prima fase, a limitare il rischio di realizzare una CER con un'organizzazione incapace, che potrebbe rallentare la sua vita operativa, causando conflitti tra i membri. Per superare tali barriere, i modelli di business devono essere progettati per ridurre i costi di transazione e i rischi dei consumatori, e devono fornire soluzioni facili e veloci da implementare. Per questo motivo il concetto del modello di business non può che passare attraverso un framework, che analizza, operazionalizza e promuova la diffusione di innovazioni sostenibili come le CER. [16]

Riprendendo il concetto dei costi di transazione, nel 2023 *Marques et al.* proposero una categorizzazione dei modelli di business fotovoltaici basati sulla condivisione, servendosi di due strumenti. Uno di questi era proprio relativo all'analisi di tutti quei costi che non sono direttamente legati alla produzione di un bene o servizio, ma che sono necessari per realizzare uno scambio all'interno di un'organizzazione, come una comunità di energia. L'altro strumento, invece, riguardava la redazione di una tabella comparativa, elencante, in ogni colonna, i diversi modelli di business identificati e, in ogni riga, le diverse caratteristiche. La metodologia applicata dagli autori è, anche qui, quella del *Business Model Canvas*, al fine di fornire un insieme completo di modelli di business

di condivisione energetica, in modo da poter supportare ricercatori, aziende e decisori politici nell'identificare opportunità e barriere allo sviluppo di queste soluzioni in paesi come India e Brasile.

Il framework utilizzato da *Marques et al.* non è in realtà il puro BMC definito da *Osterwalder et al.* Esso, infatti, si focalizza esclusivamente su alcuni blocchi fondamentali dai quali, messi a confronto, si può evincere in modo evidente la diversa caratterizzazione dei modelli di business di energia condivisa. Questa modifica si è resa esigente per gli autori perché la descrizione di una CER, come se fosse un'intera azienda, esulava dagli obiettivi specifici dello studio e risultava poco rilevante per gli obiettivi della ricerca. In sostanza, la modifica al BMC proposta consiste in una selezione mirata dei seguenti blocchi costitutivi:

- *Value Proposition*
- *Customer Segments*
- *Revenue Streams*
- *Cost Structure*

Inoltre, viene anche aggiunto un blocco riguardante la struttura proprietaria che, come si è visto già con altri autori della letteratura, risulta avere un forte impatto sulle Comunità Energetiche. [17]

Considerando delle applicazioni più analitiche, il framework *data-driven* di *Elomari et al.* (2024) è sicuramente un ottimo esempio di quanto sia essenziale integrare linguaggi di programmazione e algoritmi di machine learning, per superare le sfide tecnico-economiche poste dall'implementazione delle comunità energetiche rinnovabili. L'obiettivo dello studio era determinare le dimensioni appropriate per impianti fotovoltaici, turbine eoliche e sistemi di accumulo, da inserire in comunità energetiche, valutando criteri energetici, economici e ambientali. Il framework è rappresentato da un *flow-chart* che si articola in cinque fasi principali:

1. A - Modellazione della comunità energetica rinnovabile
2. B - Calcolo dei parametri di sostenibilità
3. C - Sviluppo del modello machine learning
4. D - Ottimizzazione multi-obiettivo per gli obiettivi economici e ambientali
5. E - Processo decisionale multi-criterio.

Dal punto di vista grafico il modello è rappresentato da un diagramma di flusso con una visualizzazione di facile comprensione, assolutamente necessaria, considerando la complessità degli algoritmi proposti. La fase A è caratterizzata dall'utilizzo del software HOMER Pro, il quale, prendendo in input dati relativi all'architettura del sistema, alle

condizioni climatiche, al fabbisogno energetico della comunità, ai costi degli asset e ai ricavi economici, derivanti dall'energia immessa e/o assorbita, è in grado di simulare diversi scenari, quindi diverse possibili soluzioni e il loro comportamento annuale. La fase B si occupa di calcolare i parametri di sostenibilità del sistema grazie ad un *tool* sviluppato con Python, che prende in input dati relativi al *Life Cycle Assessment* delle tecnologie utilizzate e i relativi impatti sull'ecosistema e sulla salute umana. La terza fase consiste nell'addestramento di un modello di machine learning. Questo modello è in grado di evitare la reiterazione delle fasi A e B; infatti, viene addestrato sui dati generati dalle simulazioni di HOMER Pro e sui calcoli di sostenibilità, cercando di verificarne l'accuratezza e di ottimizzarli. La fase D implementa, utilizzando ancora Python, un algoritmo di ottimizzazione multi-obiettivo che esplora tra le soluzioni Paretiane, ovvero quelle soluzioni che rappresentano il miglior compromesso possibile tra costi e impatto ambientale. *Elomari et al.* dimostrano che non esiste una soluzione migliore in assoluto, ma un insieme di soluzioni ottimali, il "fronte di Pareto". Infine, con la fase E, gli autori utilizzano un metodo di decision-making multi-criterio (sempre implementato in Python) per aiutare gli stakeholders (ad esempio i residenti della comunità, gli amministratori locali, gli investitori) a scegliere la soluzione ottimale tra quelle sul fronte di Pareto. Il criterio si basa sul *Weighted Sum Model* (WSM, modello della somma ponderata), il quale permette di dare un peso diverso ai vari criteri (costo, impatto ambientale, ecc.) in base alle proprie preferenze e priorità. Ad esempio a seconda delle esigenze si può dare una priorità maggiore al costo, a discapito dell'impatto ambientale, o viceversa. Questo framework è un processo complesso e sofisticato che combina simulazioni, calcoli di sostenibilità, machine learning e linguaggi di programmazione avanzati, al fine di aiutare a progettare comunità energetiche rinnovabili in modo ottimale, considerando sia gli aspetti economici che quelli ambientali, e tenendo conto delle preferenze delle parti interessate. Il vantaggio principale è sicuramente l'automazione, la quale porta all'ottimizzazione di un processo che altrimenti sarebbe molto lungo e complesso da gestire manualmente. Per questo motivo potrebbe essere utilizzato da una moltitudine di portatori di interesse, poiché è un framework che trova delle soluzioni tecniche e non delle analisi socio-politiche, come avviene in altre soluzioni proposte in letteratura. [20]

Questo lavoro di tesi non intende stabilire se l'organizzazione di una comunità energetica rinnovabile possa essere appropriatamente accostata al termine 'modello di business'; anche perché va preso atto che le CER non sono state intrinsecamente concepite dalle direttive europee come imprese. I modelli di business sono descrizioni di come un'azienda o, più in generale, una persona o un'organizzazione, svolge la propria attività (Cheesbrough *et al.*, 2002). Tuttavia, indipendentemente dalla loro precisa categorizzazione, l'analisi dell'organizzazione e del funzionamento delle CER può trarre grande beneficio dall'utilizzo di framework visivi e strumenti concettuali, tipicamente impiegati per l'analisi dei modelli di business. Framework come il Business Model Canvas (BMC) offrono una struttura sistematica per esaminare elementi chiave, quali la proposta di valore, le relazioni con i membri, le risorse e le attività chiave, i flussi di entrate e la struttura dei costi. L'utilizzo di questi strumenti, anche nel contesto delle CER, consente di mappare

e comprendere a fondo le interrelazioni tra i vari aspetti organizzativi, andando oltre la semplice logica commerciale per abbracciare le peculiarità e le finalità sociali e ambientali che le caratterizzano. Tra gli autori già citati, è evidente la tendenza relativa all'utilizzo dei framework come strumenti visivi per analisi olistiche e multidimensionali per comunità energetiche; così come è evidente la volontà di personalizzarli in base agli obiettivi che gli autori si prefissavano di raggiungere. In particolar modo, il *Business Model Canvas* è stato oggetto di integrazione con il *Lean Canvas* da parte di *Reis et al.*, per creare un framework che non difettasse di un'analisi relativa ai punti di debolezza di un'organizzazione. In modo analogo, *Marques et al.*, hanno rimodulato i blocchi del BMC mantenendo solo quelli ritenuti essenziali per la loro specifica ricerca e integrando altri, considerati necessari per affrontare le peculiarità delle CER.

In realtà, la pratica di riadattare e personalizzare il *Business Model Canvas* di *Osterwalder e Pigneur* è stata una costante in letteratura, fin dalla loro pubblicazione. Il BMC, per sua natura, è stato concepito come uno strumento flessibile, una sorta di "tela" sulla quale rappresentare il modello di business. Proprio questa flessibilità ha portato numerosi ricercatori a modificarlo e adattarlo a specifiche necessità e contesti. Uscendo quindi dalla dimensione delle comunità energetiche rinnovabili, è possibile illustrare alcuni interessanti esempi di reinterpretazioni del framework in vari ambiti.

L'Ecocanvas di *Daou et al.* (2020) è uno strumento che si propone di colmare le limitazioni intrinseche del BMC originale, nell'ottica di integrare analisi, volte alla sostenibilità e all'economia circolare. Sebbene il BMC di *Osterwalder e Pigneur* consenta di allineare il profitto con obiettivi ambientali e sociali, questi ultimi rimangono spesso in secondo piano, "nascosti" dietro l'orientamento economico (*Joyce e Paquin*, 2016). L'Ecocanvas, invece, mira a porre al centro del modello di business le interconnessioni tra economia, società e ambiente, inserendosi come strumento pratico per imprenditori, aziende, consulenti e accademici interessati al cambiamento significativo ed inevitabile dei nuovi modelli circolari. Nel pratico, *Daou et al.* hanno aggiunto una triplice prospettiva, tramite tre blocchi aggiuntivi, che include tre forze:

- economiche e legali, nel considerare, ad esempio, le nuove tasse sulle emissioni e i relativi sistemi di scambi quote;
- ambientali, nel valutare, ad esempio, come i cambiamenti climatici vanno a influenzare la catena di approvvigionamento dell'impresa;
- sociali, nell'anticipare i futuri cambiamenti culturali per trovarsi pronti ad affrontare le nuove relazioni con nuovi stakeholders o con gli stessi, ma solo più dotti sui temi ecologici.

I blocchi aggiuntivi non sono semplici appendici, ma elementi strutturali che ampliano la prospettiva del modello di business, consentendo di avere un approccio maggiormente *foresighter*. [25]

Il tema dei modelli di business sostenibili è ormai consolidato ed applicato da una moltitudine di organizzazioni. Già nel 2020, *Cardeal et al.* presentavano un modello procedurale che supportasse la progettazione di modelli di business con questa prospettiva.

Ammesso che in ogni contesto di business si possa discutere su tre diverse dimensioni, e quindi sviluppare il concetto di sostenibilità su tre diversi aspetti, gli autori proposero un'estensione diversa del *Business Model Canvas*, integrando i tre pilastri della sostenibilità, senza distinguere tra tre diversi *layer* (Joyce and Paquin, 2016) e senza introdurre elementi completamente nuovi (Jones e Upward, 2014). Semplicemente, Cardeal et al., chiamano il nuovo framework *Business Model Canvas for Sustainability* (BMCS) ed estendono ognuno dei 9 elementi del BMC classico su aspetti economici, ecologici e sociologici. In particolare, ogni elemento è sempre strutturato in un unico blocco, ma presenta tre colori diversi, uno per ogni dimensione. Gli autori applicano il nuovo strumento al settore della manutenzione degli aeromobili, ma assumono che possa essere esteso a descrivere il contesto di qualsiasi prodotto o servizio. Ad esempio, sull'elemento della *value proposition* si descrive, in blu, il valore economico del prodotto/servizio, che è solitamente focalizzato sul cliente. In Rosa, invece, il valore aggiunto ambientale per il pianeta, riflettendosi sugli impatti del ciclo di vita dell'oggetto di studio sulla salute umana, sulle risorse e sugli ecosistemi. In giallo, infine, il valore sociale, al fine di poter condurre l'organizzazione ad avere un impatto positivo sulla società in generale e più specificatamente per i suoi stakeholders.

In ogni caso il BMCS, come il BMC, è un framework di mappatura in cui si elencano delle caratteristiche che non hanno però una valutazione quantitativa. Allo stesso modo non si vuole fare in modo che venga associato all'utilizzo di questi strumenti lo scopo di abbozzare idee approssimative o astratte, per questo motivo, l'inclusione di valutazioni numeriche è necessario a dare solidità alle proposte. [26]

Tabella 2.1: Sintesi dei Framework e dei Punti Chiave per Autore. [Elaborazione Propria]

Autori	Framework	Punti Chiave
Reis et al.	Business Model Canvas integrato al Lean Canvas	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione otto archetipi di business per le comunità di energia • Focus su aspetti di governance e strategici • Primo utilizzo del BMC classico per il confronto degli archetipi • Successiva integrazione del LC per l'analisi dei punti di debolezza

Continua nella pagina successiva...

Autori	Framework	Punti Chiave
Iazzolino et al.	Business Model Canvas	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo del BMC classico • Approccio operativo con l'obiettivo di massimizzare l'autoconsumo collettivo
Trevisan et al.	Framework innovativo	<ul style="list-style-type: none"> • Framework volto a supportare corretta implementazione di una CER • Suddiviso in tre ambiti (amministrativo, tecnico, tecnologico) • Simile alle "pool" del BPMN
Marques et al.	Business Model Canvas riadattato	<ul style="list-style-type: none"> • Confronto di modelli di business di condivisione dell'energia tramite il BMC • Modifica del BMC: eliminazione blocchi non rilevanti e aggiunta del blocco "Ownership Model"
Elomari et al.	Flow-Chart	<ul style="list-style-type: none"> • Raccolta degli step necessari alla realizzazione di una CER ottimizzata • Software che forniscono dati di input • Algoritmi di machine-learning in Python che elaborano e ottimizzano secondo criteri multi-obiettivo

2.2 Analisi della letteratura dei KPI

La mera rappresentazione grafica di un framework, per quanto sia utile alla comprensione e alla comunicazione del modello di business, necessita di un'ulteriore fase di analisi

che conferisca robustezza e validità ai risultati. Non si tratta solo di definire quali elementi compongono il modello, ma anche di quantificare il loro impatto. In altre parole, è fondamentale passare da una descrizione qualitativa ad una quantitativa, basata su indicatori di performance (*Key Performance Indicators* - KPI) rigorosi e misurabili. Per cogliere appieno la performance di una CER è cruciale analizzare i KPI e inquadrarli nelle diverse dimensioni che caratterizzano queste organizzazioni, siano esse economiche, energetiche, ambientali o sociali.

Cardeal et al., precedentemente citati, hanno affrontato proprio questa esigenza, integrando al loro BMCS un processo di valutazione strutturato, ispirato al lavoro di *Rehme et al.* (2015). Questo processo, articolato in due fasi, mira a fornire una valutazione completa e multidimensionale della sostenibilità del modello di business. La prima fase consiste in una valutazione preliminare, volta a selezionare le alternative di modello di business più promettenti, scartando le altre. La seconda fase prevede una valutazione dettagliata delle alternative rimanenti. In questa fase, gli oneri e i benefici economici, ambientali e sociali, precedentemente mappati nel BMCS, vengono quantificati attraverso metodologie che adottano la prospettiva del ciclo di vita. Per la dimensione economica, gli autori consigliano l'utilizzo del *Life Cycle Costing* (LCC), spesso implementato tramite il metodo del *Net Present Value* (NPV). Per la dimensione ambientale, si ricorre alla *Life Cycle Assessment* (LCA), un metodo standardizzato che permette di valutare gli impatti ambientali di un prodotto o servizio lungo l'intero ciclo di vita, attraverso diverse categorie di impatto (ad esempio, cambiamento climatico, esaurimento delle risorse). Per la dimensione sociale, propongono l'utilizzo della *Social-Life Cycle Assessment* (S-LCA), che estende i principi della LCA agli aspetti sociali considerando diversi gruppi di stakeholders (lavoratori, società, comunità locale, attori della catena del valore, consumatori) e relativi indicatori. *Cardeal et al.* non sono, però, riusciti ad identificare un unico indicatore di sostenibilità che potesse aggregare i risultati delle tre valutazioni. Ritornando al contesto delle comunità energetiche rinnovabili, e in particolare al meccanismo incentivante della normativa italiana, *Cielo et al.* (2021) hanno contribuito a fornire delle procedure volte a supportare la fase di pianificazione delle CER, in particolare sull'ottimizzazione dei flussi energetici. Il modello proposto dagli autori prevede una configurazione che viene alimentata da produzioni fotovoltaiche e formata da membri eterogenei, ipotizzati seguendo diversi profili di consumo e che utilizzano degli *Battery Energy Storage System* (BESS) opportunamente dimensionati. La funzione obiettivo del modello prevede la minimizzazione dell'energia scambiata con la rete elettrica nazionale. Data la presenza sia di variabili continue (come le potenze prodotte e assorbite) che discrete (che portano ad avere risultati diversi al variare delle ore), il problema è stato risolto tramite la tecnica *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). I risultati prodotti hanno permesso *Cielo et al.* di calcolare il quantitativo di energia condivisa complessivo della comunità energetica. È evidente che la sfida più grande di una comunità energetica rinnovabile è quella di dimensionare la parte attiva (es. impianti fotovoltaici), poiché bisogna bilanciare tra il surplus di energia disponibile in estate con una quota che in inverno sarà insufficiente. Per questo motivo, *Cielo et al.*, per dare solidità al modello hanno introdotto due *Key Performance Indicator* (KPI)

relativi all'equilibrio tra generazione e carichi:

- *Self-Consumption Index* (SCI), ovvero l'indice di autoconsumo, che valuta il rapporto tra l'energia condivisa (calcolata dalla soluzione del modello) e la produzione fotovoltaica (non in assetto di autoconsumo). Per definizione, l'SCI è limitato nell'intervallo tra 0 e 1: più il valore è vicino ad 1 più l'energia prodotta sarà pari a quella autoconsumata virtualmente.
- *Self-Sufficiency Index* (SSI), ovvero l'indice di autosufficienza, che va a calcolare se l'energia condivisa copre l'intero fabbisogno della comunità. Anche questo indicatore, per come è stato costruito, può assumere valori tra 0 e 1. [13]

Per come è definita l'energia condivisa dalla normativa italiana sulle CER, al fine di valutare se una configurazione è stata realizzata seguendo un'ottimizzazione dei flussi energetici, è necessario considerare i due indicatori di *Cielo et al.* in modo congiunto, poiché separatamente possono perdere di significato. Infatti, un SCI pari a 1 potrebbe rispecchiare anche una comunità formata da una moltitudine di consumer ma con un solo piccolo impianto di produzione. I KPI come SCI e SSI, sebbene di facile costruzione, acquisiscono reale valore solo attraverso un'interpretazione approfondita, che permetta di tradurre i dati numerici in strategie operative per la CER volte al raggiungimento dell'ottimo (SCI=SSI=1). Nel 2024, *Belloni et al.*, presentano lo sviluppo di una metodologia di ottimizzazione matematica per studiare la redditività delle CER nello scenario italiano. Per quanto interessante potesse essere mappare i profili di carico elettrico-termico degli edifici, gli autori hanno preferito utilizzare software esistenti e utilizzare questi dati come input del loro modello. Infatti, l'obiettivo primario era quello di ottimizzare la configurazione della CER in termini di composizione, cercando di captare quale fosse la migliore inclusione di prosumer e consumer ciascuno caratterizzato da specifici profili di carico. *Belloni et al.* hanno valutato sia diversi scenari geografici, e conseguentemente diversi scenari di mercato a causa dei diversi incentivi, sia scenari non cooperativi, dove ogni membro beneficiava delle sue risorse, poiché non veniva fondata alcuna comunità e quindi nessun meccanismo di condivisione. In questo contesto lo studio ha utilizzato un unico indicatore di performance per valutare le diverse simulazioni: il *Social Welfare* (SW). Il Benessere Sociale, nel contesto delle comunità energetiche e, più in generale, dell'economia, è un concetto che va oltre il semplice profitto economico dei singoli partecipanti, poiché rappresenta il beneficio complessivo per la società derivante da una determinata organizzazione.

Non è un KPI singolo o standardizzato, come quelli appena elencati, ma è un concetto aggregato che cerca di quantificare l'impatto complessivo, per questo motivo è importante valutare il segno del contributo di ogni componente. L'unità di misura scelta per l'SW è l'euro, ma siccome non si tratta di un semplice flusso di cassa, è da evidenziare come non sia banale associare un valore monetario a tutti quegli impatti che una CER produce ma che non hanno un prezzo di mercato. [22]

2.3 Analisi della letteratura dei Criteri di Ripartizione

Com’è noto, la legislazione italiana, non definisce un criterio unico per la definizione dei criteri di allocazione dell’energia condivisa tra i membri. Ogni comunità, infatti, regola i rapporti tramite contratti di diritto privato che identificano un soggetto delegato responsabile (Referente o *Energy Manager*) della distribuzione dell’energia condivisa e della ripartizione dei relativi incentivi ottenuti. È concessa, pertanto, piena libertà sulla gestione dei proventi e quindi ogni comunità può adottare la base di calcolo che meglio rispetta i suoi scopi. Nonostante possano esistere infiniti metodi, ai fini della sopravvivenza della comunità bisogna necessariamente promuovere quelli percepiti come equi, che promuovono i comportamenti virtuosi e remunerano adeguatamente gli investitori e i soggetti in difficoltà. Essere equi non significa necessariamente effettuare una distribuzione uguale dei benefici. A volte, è giusto che un utente riceva più benefici di un altro. Raggiungere una giusta distribuzione dei benefici non solo promuove la solidarietà e la collaborazione, ma incoraggia anche ulteriore partecipazione.

Si è detto che in una CER, l’energia condivisa incentivabile in una determinata ora è definita come il valore minimo tra l’energia elettrica totale immessa in rete dagli impianti di produzione della comunità e l’energia elettrica totale prelevata dalla rete da tutti i membri consumatori della comunità. Di conseguenza, si possono verificare due casi principali:

- Caso A: $\text{Consumo Aggregato} \geq \text{Immissione Aggregata}$: Tutta l’energia immessa dagli impianti viene considerata “condivisa” e quindi viene tutta incentivata.
- Caso B: $\text{Consumo Aggregato} < \text{Immissione Aggregata}$: L’energia condivisa è pari solo alla quantità di energia effettivamente consumata dai membri. La parte di energia immessa che supera questo consumo è un’eccedenza che viene ceduta alla rete esterna e non viene incentivata.

Le Figure 2.1 e 2.2 mostrano, rispettivamente, lo scenario A e lo scenario B con consumi e immissioni rilevati in una determinata fascia oraria.

Separare e definire questi due casi è rilevante nel contesto di definizione di criteri di allocazione dell’energia condivisa tra i membri. La Figura 2.1 mostra lo scenario in cui il consumo aggregato dei membri (2,5 kWh) è superiore all’energia totale immessa dagli impianti della comunità (1,3 kWh). In questa situazione, tutta l’energia immessa (1,3 kWh) viene considerata “condivisa” e beneficia degli incentivi. Poiché la domanda di energia supera l’offerta condivisa, non è immediatamente evidente quale frazione di questa energia sia attribuibile a ciascun membro. Diventa quindi necessario applicare una chiave di ripartizione per distribuire in modo equo i benefici economici generati da questi 1,3 kWh. Al contrario, la Figura 2.2 mostra una situazione in cui l’energia immessa (1,3 kWh) supera il consumo totale dei membri (0,8 kWh). In questo caso, il calcolo dell’allocazione dell’energia condivisa è diretto e non richiede ulteriori considerazioni. La quota di energia condivisa per ciascun membro è semplicemente pari al suo consumo effettivo in quell’ora. L’energia prodotta in eccesso (in questo esempio 0,5 kWh) non

viene condivisa all'interno della comunità, ma è considerata un'eccedenza ceduta alla rete esterna, che non rientra nell'incentivazione.

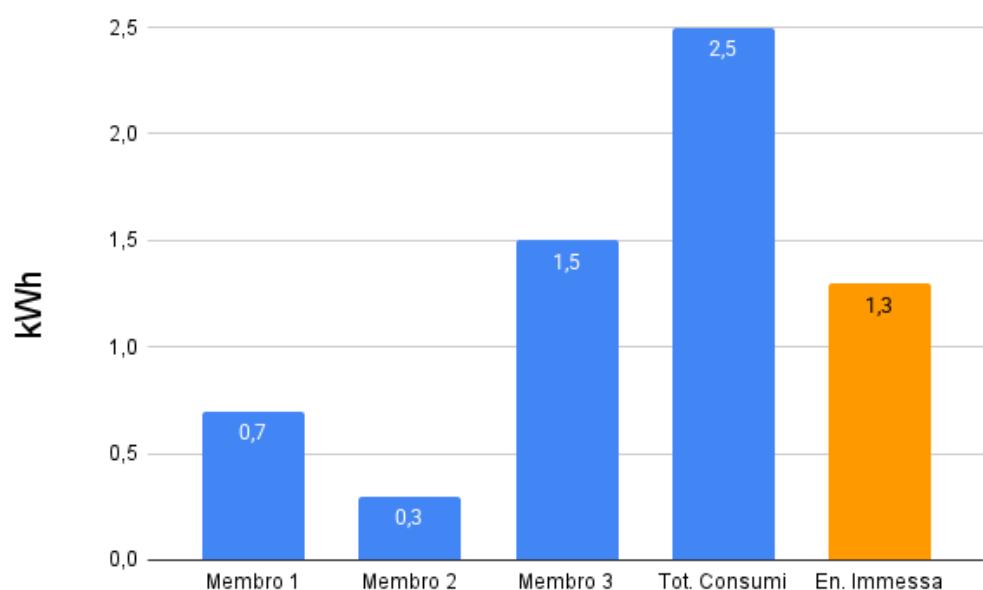


Figura 2.1: Caso A: Consumo aggregato dei membri maggiore dell'energia immessa dagli impianti. Fonte: Elaborazione propria.

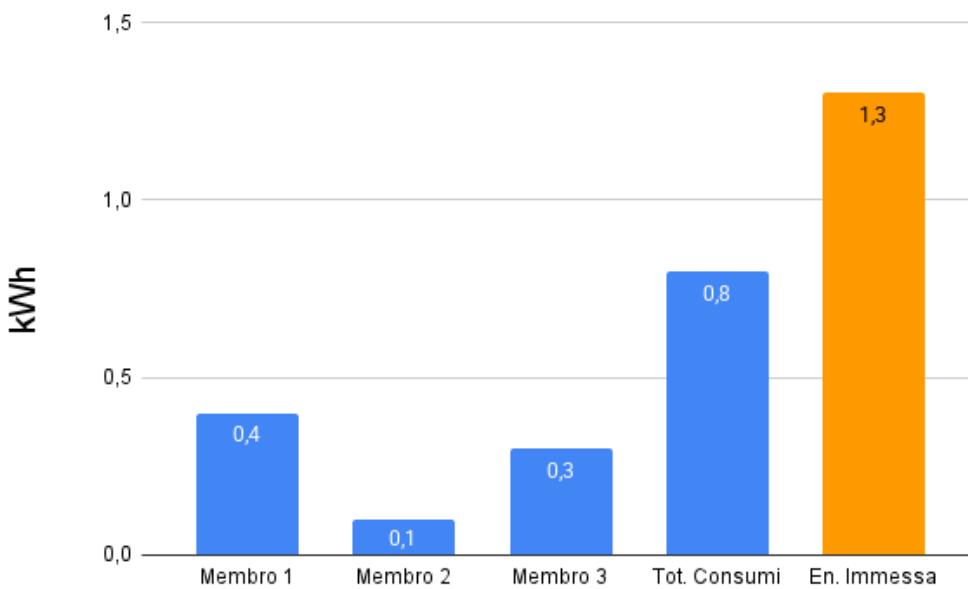


Figura 2.2: Consumo aggregato dei membri minore dell’energia immessa dagli impianti.
Fonte: Elaborazione propria.

Dopo l’uscita della direttiva RED II, la letteratura ha cercato di esplorare e ricercare i metodi di distribuzione più idonei per le Comunità Energetiche. In questa sezione e nei paragrafi che seguono verranno distinti metodi relativi alla ripartizione diretta dei benefici basati sulla teoria dei giochi e criteri di allocazione della variabile incentivata nel contesto normativo italiano, l’energia condivisa. Seppure queste due famiglie considerano due oggetti distinti di distribuzione, possono essere analizzati e confrontati sullo stesso piano in quanto il beneficio di una CER non è altro che l’energia condivisa moltiplicata per l’incentivo (tariffa premio).

Dalla letteratura si è riscontrato che le metodologie possono essere classificate su tre filoni principali: *Game Theory Based*, *Energetic Performance Based* e altri criteri, più semplicistici, basati su fattori proporzionali.

2.3.1 Criteri di Ripartizione basati sulla Teoria dei Giochi

Nel contesto della ripartizione dei benefici di una comunità energetica, la teoria dei giochi si è affermata in letteratura come uno degli strumenti più efficaci, data la sua naturale aderenza agli scenari in cui vi sono delle aggregazioni di soggetti. Una comunità energetica non è altro che una coalizione di partecipanti, e quindi di "giocatori", che uniscono le forze per generare un vantaggio collettivo. La teoria dei giochi fornisce i modelli matematici per analizzare le dinamiche e i comportamenti strategici dei "giocatori" della "squadra", al fine di trovare un equilibrio stabile. Esistono principalmente due approcci. Da un lato, i modelli cooperativi studiano come massimizzare il beneficio totale della

comunità e distribuirlo in modo che nessuno sia incentivato ad abbandonare il gruppo. Dall'altro lato, i modelli non cooperativi analizzano scenari in cui ogni membro agisce egoisticamente per massimizzare il proprio tornaconto. Quest'ultima dinamica è particolarmente rilevante nelle comunità energetiche "virtuali" (a distanza), dove i singoli tendono a non cooperare per tentare di accaparrarsi la maggior quota possibile di energia condivisa incentivata.

Fioriti, nel 2021, ha raccolto delle metodologie consolidate e proposto delle nuove basate sulla teoria dei giochi cooperativi.

Il "Core" è il primo concetto chiave, il quale definisce, in teoria, le condizioni affinché una distribuzione di benefici all'interno di una comunità sia considerata stabile. Una ripartizione è stabile se nessuno dei partecipanti ha incentivo ad abbandonare la comunità. Il Core è proprio l'insieme delle possibili distribuzioni stabili dei benefici che soddisfano i principi di razionalità ed efficienza. La razionalità viene definita come segue:

$$\sum_{j \in J} DNPV_j \geq v(\hat{J}) \quad \forall \hat{J} \subseteq J$$

dove:

j = indice che indica il j -esimo membro;

J = grande coalizione (quella formata da tutti i membri della comunità);

\hat{J} = sotto-coalizione di J ;

$DNPV_j$ = distribuzione del beneficio al j -esimo membro;

$v(\hat{J})$ = beneficio complessivo ottenuto nella sotto-coalizione.

L'efficienza, invece, è definita come segue:

$$\sum_{j \in J} DNPV_j = v(J)$$

dove:

$v(J)$ = beneficio complessivo ottenuto nella grande coalizione.

Se l'efficienza indica che il beneficio della comunità è stato tutto distribuito tra i membri, la razionalità assume che ogni membro abbia la convenienza a rimanere nella comunità. Volendo realizzare un esempio pratico, si consideri una semplice comunità composta da tre membri (u_1, u_2, u_3) che ottiene benefici per un totale di € 1200. Dato che u_1 è un *prosumer* e gli altri due sono *consumer* si propone di dividere il beneficio come segue:

- u_1 guadagna € 700;
- u_2 guadagna € 150;
- u_3 guadagna € 350, in quanto ha dei consumi molto elevati;

Nel comprendere se questa ripartizione è razionale bisognerebbe considerare il potenziale guadagno di tutti i sottogruppi (sotto-coalizioni). Il sottogruppo composto dal solo u_1 guadagnerebbe € 500 in quanto continuerebbe a vendere l'energia del suo impianto; mentre gli altri due membri non guadagnerebbero nulla nell'uscire dalla comunità. È ovvio

che, considerando questi sotto gruppi, sia conveniente per tutti rimanere nella comunità, anche per per u_1 , il quale guadagnerebbe € 200 in più. Bisogna considerare però, anche gli altri sottogruppi. Ad esempio quello composto da u_1 e u_2 , che potrebbe guadagnare, in una comunità energetica composta da loro due € 900. Di nuovo, questo guadagno non li porta ad abbandonare la grande coalizione, nella quale guadagnerebbero € 1050. Un esempio di ripartizione non razionale potrebbe essere quella in cui u_1 venisse remunerato per € 450. A quel punto u_1 uscirebbe dalla comunità perchè da solo guadagnerebbe di più.

Il *Core* è definito dal punto di vista teorico per raccogliere i criteri di ripartizione che rispettano la sostenibilità economica dei membri, in quanto considera esclusivamente la loro convenienza monetaria. Potrebbe funzionare bene in comunità composte da pochi membri, dove magari vi è un solo *prosumer* che ha realizzato l'investimento, e in cui si conoscono tutti gli scenari di guadagno. Quest'ultima condizione appare, però, quasi irrealizzabile perchè bisognerebbe comprendere anche il potenziale guadagno dei membri che escono dalla grande coalizione per aggregarsi in altre comunità.

Lo *Shapley Value* cerca, invece, di ripartire i benefici in una comunità nella maniera più equa possibile, considerando il contributo marginale di ogni singolo membro. Il *Core* infatti, ricercava la stabilità della ripartizione, ma non è detto che una distribuzione stabile sia anche equa. Fioriti, basandosi sulla proposta di *Shapley* del 1953 [?], definisce il criterio come segue:

$$DNPV_j = \frac{1}{|J|} \sum_{\hat{J} \subseteq J} \binom{|J|-1}{|\hat{J}|}^{-1} [v(\hat{J}) - v(\hat{J}/j)] \quad \forall j \in J$$

dove:

$v(\hat{J}/j)$ = valore generato dalla sotto-coalizione senza il membro j .

In generale, questa formula prende in esame ogni possibile sotto-comunità che si potrebbe formare e, per ognuna di queste, calcola il valore aggiunto preciso che il membro j -esimo porta quando si ci unisce. La particolarità è quella di pesare, tramite il binomiale, ogni contributo in modo matematicamente equo, per non dare troppa o troppa poca importanza a certi scenari. In questo modo il contributo che il membro j da in una comunità piccola ha lo stesso peso del contributo che j darebbe come ultimo componente di una grande comunità. Infine, sommando tutti questi contributi pesati si tiene conto del valore del membro in ogni singola situazione, in modo da garantirgli la giusta ripartizione del beneficio. Data la ricerca dell'equità, si può assumere che il valore di Shapley abbia uno sfondo più sociale, che economico.

Il *Nucleolus* (Schmeidler, 1969), invece, non guarda tanto all'equità ma nuovamente alla stabilità. Il suo scopo è quello di trovare una ripartizione dei benefici che non dia il minimo incentivo ad abbandonare la comunità nemmeno al sotto-gruppo più scontento. Fioriti, lo definisce come segue:

$$\max \left\{ \begin{array}{l} \theta \quad \text{s.t.} \quad \sum_{j \in J} DNPV_j - v(J) \geq \theta \quad \forall J \notin \Gamma, \\ \sum_{j \in J} DNPV_j - v(J) \geq \theta_J \quad \forall J \in \Gamma \end{array} \right\}$$

dove:

$$\theta_J = \sum_{j \in J} DNPV_j - v(J);$$

Γ = insieme delle sotto-coalizioni già iterate.

θ , non è altro che il surplus di una sottocoalizione, quindi la differenza tra il loro guadagno nella comunità e il guadagno che avrebbero da soli. Se la ripartizione iniziale è nel *Core* allora questa differenza sarà sicuramente maggiore di zero. Avere un θ alto significa che quel sottogruppo è molto contento di rimanere nella comunità, avere un θ più basso significa che quel sottogruppo guadagna, ma poco, e potrebbe lamentarsi. θ viene iterato per ogni sottogruppo: il *Nucleolus* non fa altro che trovare la sotto-coalizione più scontenta e cercare di massimizzarne il guadagno. Una volta fatto il possibile, toglie quel sottogruppo dall'insieme J , e cerca il nuovo sotto-gruppo che guadagna meno, finché non arriva ad una soluzione unica e definitiva per tutti. È evidente come questa metodologia miri a trovare la soluzione economica migliore per tutti.

A completare la raccolta dei criteri di ripartizione consolidati e basati sulla teoria dei giochi, Fioriti illustra la *"Min Variance/Core"*, già proposto da Abada nel 2020 [35]. Questa distribuzione dei profitti mira a minimizzare la disparità di trattamento dei membri, garantendo al contempo che la soluzione rispetti le condizioni del *Core*. Di seguito la formulazione matematica proposta da Fioriti:

$$\min \left\{ \sum_{j \in J} \left(DNPV_j - \frac{1}{|J|} \sum_{j \in J} DNPV_j \right)^2 \right\}$$

Questa funzione obiettivo mira alla minimizzazione della varianza della distribuzione dei benefici. I vincoli della funzione sono quelli che rispettano la razionalità e l'efficienza, ovvero le condizioni mostrati nel *Core*. L'obiettivo di questa formula è trovare una distribuzione di profitti che sia il più equa possibile, facendo in modo che i guadagni di ciascun membro siano il più vicini possibile l'uno all'altro. È evidente come questo criterio supporti più che performance energetiche o condizioni economiche, l'uguaglianza sociale dei membri, cercando di minimizzare le distanze tra le varie suddivisioni dell'incentivo, seppur nel rispetto della convenienza razionale di ciascun membro di rimanere nella comunità.

Fioriti, nel suo lavoro, propone poi tre ulteriori metodi innovativi basati sul mix dei criteri basati sulla teoria dei giochi precedentemente illustrati. Il primo è lo *Shapley-Core*, ed è così definito:

$$\min \left\{ \sum_{j \in J} \left(DNPV_j - DNPV_j^{Shapley} \right)^2 \right\}$$

Anche questa funzione ha le stesse condizioni del *Core*; pertanto, si mira a ottenere la distribuzione dei benefici più vicina alla distribuzione di *Shapley* (che considera il

contributo marginale dei singoli membri), la quale rispetta però la stabilità delle soluzioni del *Core*. Dal punto di vista implementativo, questa soluzione è ovviamente più onerosa perché combina due metodi già molto importanti a livello computazionale.

Il secondo criterio è nominato *Shapley-Nucleolus*, e viene così definito:

$$\min \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i \in J} \left(DNPV_i - DNPV_i^{Shapley} \right)^2 \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j \in J} DNPV_j - v(J) \geq \bar{\theta}; \quad \sum_{j \in J} DNPV_j = v(J) \end{array} \right\}$$

dove:

$\bar{\theta}$ = surplus della coalizione meno soddisfatta.

Questa funzione mira a migliorare ulteriormente quella dello *Shapley-Core*, la quale, come accadeva nel *Core*, poteva portare ad avere un surplus nullo per alcuni membri, cioè una possibile imparzialità nella scelta di rimanere o meno nella comunità. Pertanto, al fine di rafforzare la stabilità, Fioriti propone una distribuzione in cui prima viene massimizzata l'utilità della sotto-coalizione con il surplus più piccolo (come nel *Nucleolus*), e dove poi i profitti vengono distribuiti nel modo più equo possibile.

Le stesse considerazioni Fioriti le applica alla distribuzione della *"Min Variance/Core"*, anch'essa, infatti, può avere delle distribuzioni che portano ad avere un surplus nullo ad alcune sotto-coalizioni. Pertanto definisce la *Minvariance/Nucleolus*:

$$\min \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \in J} \left(DNPV_j - \frac{1}{|J|} \sum_{j \in J} DNPV_j \right)^2 \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j \in J} DNPV_j - v(J) \geq \bar{\theta}, \quad \sum_{j \in J} DNPV_j = v(J) \end{array} \right\}$$

Il metodo assicura sia che il sottogruppo più scontento ottenga il massimo possibile, sia che tutti i membri abbiano, per quanto possibile, una distribuzione eguale del beneficio.

Sebbene i metodi di ripartizione basati sulla teoria dei giochi offrano un quadro teoricamente perfetto per definire la giusta distribuzione dei benefici, una comunità energetica potrebbe incontrare degli ostacoli significativi se decidesse di adottarli. Questi problemi riguardano principalmente l'onerosità computazionale e la complessità di implementazione. Si è visto come la complessità computazionale cresca in modo esponenziale con il numero di membri, ma se la comunità ha a disposizione strumenti che permettono una potenza di calcolo infinita, l'ostacolo diventa valicabile. Più rilevante sembra invece la complessità relativa all'implementazione, non solo intesa come capacità di integrare questi calcoli nei possibili software di gestione, ma soprattutto la capacità di reperire dati di qualità in maniera dinamica. In particolare, i dati relativi ai benefici che le sotto-coalizioni otterrebbero se uscissero dalla comunità sembrano essere quelli più ardui da

ottenere. [27]

Nel 2021, Casalicchio, nell'ottica di minimizzare l'onerosità dei calcoli derivanti dall'utilizzo dei metodi basati sulla teoria dei giochi, propone una nuova metodologia, basata sul valore di *Shapley*. La sua idea di base partiva dal fatto che in una CER, dove i membri sono potenzialmente molto diversi tra di loro, l'equità nella distribuzione dei benefici non poteva che basarsi sul rapporto del contributo di ciascun membro al sistema complessivo. La formulazione, molto intuitiva, viene riportata di seguito:

$$MC_i(\text{opt}) = \text{opt}(EC) - \text{opt}(EC \setminus \{i\})$$

dove:

$MC_i(\text{opt})$ = Contributo marginale al beneficio del membro i ;

$\text{opt}(EC)$ = Guadagni della CER (con tutti i membri inclusi);

$\text{opt}(EC \setminus \{i\})$ = Guadagni della CER (con il membro i escluso).

Ottenuto $MC_i(\text{opt})$ per ogni membro, si può procedere a calcolare il beneficio che spetta ad ogni membro tramite il seguente rapporto:

$$D_{cd,i} = \frac{MC_i}{\sum_i MC_i}$$

Nuovamente, per implementare questa metodologia bisogna avere un software che permette innanzitutto di ottimizzare la configurazione della comunità (utenti, numerosità e composizione, impianti, autoconsumo ed energia condivisa) e successivamente di calcolare gli output per ogni scenario ($EC \setminus \{i\}$).

Questo metodo potrebbe essere usato anche solo per allocare la variabile incentivata dell'energia condivisa: la differenza tra l'ammontare di energia condivisa che ottengo con il membro i meno quella che ottengo senza di lui, è uguale all'energia condivisa (e quindi il relativo incentivo) che spetta al membro i .

2.3.2 Criteri di Ripartizione basati sulle Performance Energetiche

Se il paragrafo precedente ha esplorato alcuni criteri di ripartizione basati sulla teoria dei giochi, i quali miravano a ottenere distribuzioni dei benefici percepiti come eque, questo paragrafo esplorerà una nuova tendenza nella letteratura su questo tema. I criteri di ripartizione, seppur certamente debbano essere percepiti come equi dai membri della comunità, devono necessariamente considerare i loro comportamenti energetici. Questo vale ancora di più nel contesto in cui la variabile incentivata è l'energia condivisa, il quale ammontare è direttamente proporzionale ai comportamenti energetici virtuosi dei membri.

Gianaroli, nel 2024, ha proposto nel suo lavoro cinque metodi di allocazione dell'energia condivisa per una comunità energetica rinnovabile denominandoli rispettivamente $M1$, $M2$, $M3$, $M4$ ed $M5$.

Considerando che:

$SH_{i,j}$ = Energia condivisa dal membro i nell'ora j;

$r_{i,j}$ = Fattore di allocazione per il membro i nell'ora j;

$E_{inj,j}$ = Energia immessa in rete per la condivisione dagli impianti di produzione nell'ora j;

$C_{i,j}$ = Consumo dalla rete del membro i nell'ora j;

Il criterio $M1$ viene così definito:

$$SH_{i,j} = r_{i,j} \cdot E_{inj,j}$$

dove:

$$r_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{\sum_i C_{i,j}}$$

Questo criterio premia i membri che consumano di più. È un approccio di facile calcolo che, però, potrebbe incentivare i membri ad avere comportamenti energetici sbagliati. Entrare in una CER significa anche cercare di ridurre i propri consumi, questo criterio, però, potrebbe involontariamente promuovere l'aumento del consumo dei singoli membri. Essi cercheranno di accaparrarsi maggiori quote di energia condivisa, in quanto il criterio considera solo il consumo di energia e non la sua distribuzione. Per questi motivi, $M1$ non può essere classificato in nessuna delle tre sostenibilità.

Il criterio $M2$ assicura che ogni utente riceva almeno una quantità di energia condivisa pari al consumo orario dell'utente con la più bassa domanda di energia e tende a distribuire l'energia condivisa in modo equo tra tutti i membri. Per prima cosa, si guarda qual è il membro della comunità che, in una data ora, ha consumato meno energia di tutti. Il metodo garantisce che tutti i membri ricevano una quota di energia condivisa almeno pari al consumo di quell'utente. Successivamente, si esclude il membro che ha consumato meno, si guarda al nuovo valore minimo e si continua con questo meccanismo. Dopo aver dato a tutti questa "base minima", se avanza ancora energia condivisa da allocare, questa viene divisa in parti uguali tra tutti i membri.

Il metodo $M2$ è solidaristico piuttosto che meritocratico, protegge gli utenti con bassi consumi ma potrebbe penalizzare gli utenti energivori ma che hanno comportamenti virtuosi.

Il criterio $M3$ applica ai membri della comunità un fattore di allocazione dell'energia condivisa che viene così calcolato:

$$r_{i,j} = \frac{p_{i,j}}{\sum_i p_{i,j}}$$

dove:

$p_{i,j}$ = Coefficiente di Pearson del membro i nell'ora j.

Il coefficiente di correlazione di Pearson è una misura statistica utilizzata per valutare la forza e la direzione della relazione lineare tra due variabili continue. I suoi valori spaziano da -1 (correlazione negativa perfetta) a +1 (correlazione positiva perfetta). In questo elaborato si ometteranno i dettagli del calcolo, ma si evidenzia che la sua applicazione richiede le serie storiche dei dati relativi al consumo di ciascun membro e alla produzione degli impianti della comunità. L'utilizzo di questo strumento ha l'obiettivo di identificare la sincronia giornaliera tra questi due profili. Questo per permettere di identificare i comportamenti virtuosi dei membri, dato che una correlazione positiva tra le curve di immissione e prelievo sta ad indicare che l'utente consuma di più quando la produzione di energia rinnovabile è alta, aumentando di fatto l'energia condivisa nella comunità.

Il criterio $M4$, invece, si basa sul coefficiente SR , chiamato "tasso di condivisione":

$$r_{i,j} = \frac{SR_{i,j}}{\sum_i SR_{i,j}}$$

Il tasso di condivisione viene così definito da Gianaroli:

$$SR_{i,j} = \begin{cases} e^{-\xi \left(\frac{C_{i,j}}{E_{inj,j}} - 1 \right)}, & \frac{C_{i,j}}{E_{inj,j}} \geq 1 \\ \frac{C_{i,j}}{E_{inj,j}}, & \frac{C_{i,j}}{E_{inj,j}} < 1 \end{cases}$$

Per come è definito, il coefficiente SR mira a penalizzare i membri che, in una data ora, consumano più energia di quella disponibile dagli impianti di produzione della comunità. Esso, infatti segue un andamento lineare crescente se il rapporto tra il consumo dell'utente e l'energia immessa in rete dall'impianto di produzione è inferiore a 1, mentre segue un andamento esponenziale decrescente se il rapporto è maggiore di 1. Di conseguenza, al membro che, in una data ora, consumerà più energia di quella disponibile per l'intera comunità, verrà assegnato un coefficiente di allocazione che diminuisce all'aumentare della disparità tra i due valori. Il fattore di decadimento ξ , è una costante (pari a 1,386) che serve proprio a svolgere questa funzione.

Il criterio $M5$ è un vero e proprio trade off tra i criteri $M3$ ed $M4$, il suo fattore di allocazione viene definito come segue:

$$r_{i,j} = \frac{\alpha \cdot p_{i,j} + \beta \cdot SR_{i,j}}{\sum_i \alpha \cdot p_{i,j} + \beta \cdot SR_{i,j}}$$

Da come si evince facilmente, questa chiave di condivisione si basa sia sul coefficiente di correlazione di Pearson sia sul tasso di condivisione SR . Le metodologie $M3$ e $M4$ vengono combinate introducendo due pesi specifici per ciascuna, rispettivamente *alpha* e *beta*, la cui somma è uguale a 1. Questi pesi determinano l'importanza relativa di

ciascun metodo rispetto all’altro e possono essere scelti arbitrariamente.

Il criterio *M3* ed *M4* (e di riflesso anche il criterio *M5*) sono metodologie che mirano a premiare i membri che hanno comportamenti di consumo virtuosi e che contribuiscono in modo rilevante alla condivisione dell’energia. Se questi metodi venissero implementati in una Comunità Energetica Rinnovabile impatterebbero in modo significativamente positivo sulla sostenibilità energetica. [30]

Un ulteriore studio che ha contribuito a queste finalità è quello di Bilardo (2025). L’articolo propone un metodo innovativo per la ripartizione dei benefici economici generati dalla condivisione di energia tra i membri di una comunità. Si tratta di un metodo *performance based* che mira a premiare la virtuosità energetica dei membri. Il premio è dettato da uno schema di incentivazione sull’allocazione dell’energia condivisa. La formulazione del fattore di allocazione, che si distingue per dinamicità ed equità, è la seguente:

$$f_{all,m} = \theta_m \cdot \eta_m$$

dove:

m = pedice che indica il membro m della comunità;

θ_m = fattore di similarità;

η_m = fattore di utilizzo.

Il fattore di similarità rappresenta il calcolo della similarità del coseno tra la curva del consumo del singolo membro e la curva di generazione degli impianti della comunità. In questo modo, i membri che sono in grado (sia volontariamente che involontariamente) di seguire il più fedelmente possibile il profilo di generazione della comunità otterranno un fattore di allocazione maggiore. Generalmente, θ è così ottenuto:

$$\theta = \frac{x_s y'_t}{\sqrt{(x_s x'_s) \cdot (y_t y'_t)}}$$

In questo contesto, il vettore x_s e il vettore y_t rappresentano rispettivamente il consumo del membro m e il profilo aggregato di generazione degli impianti della comunità. Il tutto ovviamente calcolato su base oraria.

Il fattore di utilizzo, invece, tende a premiare quei membri che non hanno dei consumi eccessivi e che riescono a coprire il loro fabbisogno energetico attraverso la generazione degli impianti della comunità. Bilardo definisce la funzione η_m come segue:

$$\eta_m = \begin{cases} 1 & \text{se } \int_{\Delta t} p_{l,m}(t) dt \leq \sum_M \int_{\Delta t} p_{g,m}(t) dt \\ \frac{\sum_M \int_{\Delta t} p_{g,m}(t) dt}{\int_{\Delta t} p_{l,m}(t) dt} & \text{se } \int_{\Delta t} p_{l,m}(t) dt > \sum_M \int_{\Delta t} p_{g,m}(t) dt \end{cases}$$

dove:

M = numero di membri della comunità;
 $p_{l,m}$ = profilo di consumo del membro m ;
 $p_{g,m}$ = profilo di generazione del singolo impianto;
 Δt = intervallo di tempo considerato.

In generale, quando l'energia consumata dal singolo membro m è minore o uguale all'energia totale generata da tutta la comunità, il contributo η_m sarà pari a 1. Ciò significa che l'allocazione dell'energia condivisa per quel membro dipenderà esclusivamente dal fattore di similarità. Contrariamente, quando l'energia consumata dal singolo membro m è maggiore dell'energia totale generata da tutta la comunità, il fattore di utilizzo sarà pari alla percentuale del consumo del membro m che può essere teoricamente coperta dalla produzione comunitaria. In questo modo si va a scoraggiare la possibile strategia di aumentare il consumo energetico al solo scopo di assorbire più energia condivisa per massimizzare gli incentivi.

θ_m ed η_m possono assumere valori tra 0 e 1. Una volta calcolati per ogni membro della comunità e moltiplicati tra loro, devono essere normalizzati affinché la somma dei $f_{all,m}$ faccia 1. Un esempio di come essi possono variare a seconda dei profili di consumo e di generazione è riportato in Figura 2.3. In questo esempio è evidente come più il le due curve tendono ad avere lo stesso andamento, più il valore θ_m tenderà ad 1.

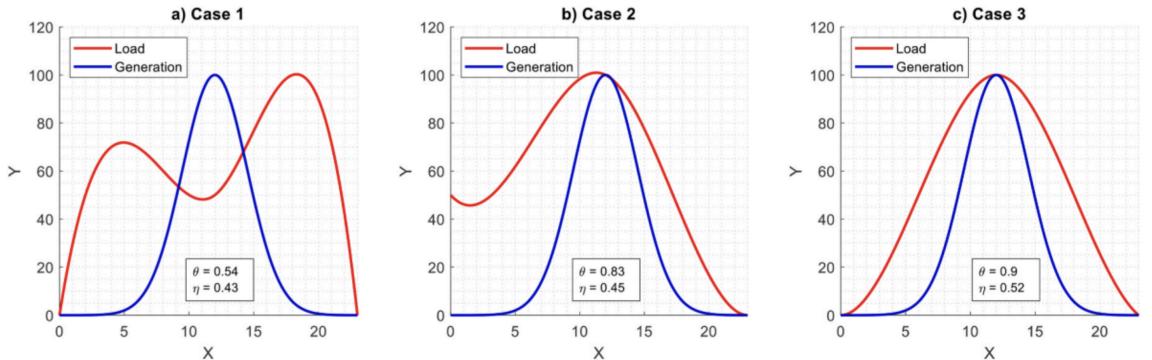


Figura 2.3: Esempio di valutazione dei fattori di similarità e di utilizzazione su profili fittizi di carico e di generazione per tre diverse coppie di profili. Fonte: Bilardo, 2025

Il criterio *performance based* è stato testato con successo e i risultati hanno confermato che la relativa allocazione dell'energia condivisa riflette meglio i comportamenti e i contributi dei membri. Questo porta a diffondere un sentimento condiviso di equità e ad avere un impatto positivo soprattutto sull'efficienza energetica. [32]

2.3.3 Altri Criteri di Ripartizione

I criteri di ripartizione fin qui illustrati garantiscono di ottenere, dal punto di vista matematico, delle distribuzioni eque e/o che premiano i corretti comportamenti di consumo.

A prescindere che derivino dalla teoria dei giochi o da analisi energetiche, le metodologie che sono state selezionate che sono state testate in diversi casi studio dagli stessi autori. I risultati sono stati più che positivi.

Gli ostacoli principali nel loro utilizzo possono essere identificati tra:

- La raccolta delle informazioni necessarie ai calcoli;
- L'implementazione informatica nei software gestionali;
- L'onerosità dei calcoli.

Nei contesti in cui vi sono comunità eterogenee, composte da membri molto diversi tra loro (sia per profili energetici che per capacità economiche), diventa ancora più cruciale strutturare dei criteri che abbiano un forte fondamento matematico e logico. Un'allocazione dell'energia condivisa ben strutturata previene potenziali conflitti e contribuisce ad aumentare il benessere e la percezione di equità e giustizia tra tutti i membri, garantendo la stabilità nel lungo periodo.

Contrariamente, possono esistere comunità energetiche più semplici, composte da pochi membri o da membri che sono tra loro particolarmente omogenei in cui non è così rilevante stabilire fattori di allocazione dei benefici diversi. Oppure comunità che non hanno le risorse e le competenze per strutturare e implementare metodologie di ripartizione avanzate.

Un contributo per questi scenari lo ha dato lo stesso Casalicchio, nel 2021, proponendo dei criteri di ripartizione più semplici rispetto a quelli fin ora elencati. Di seguito si elencano un paio fattori di allocazione (D_i) proposti dall'autore per ogni membro i della comunità.

Il primo riguarda una distribuzione in parti uguali dei benefici in base al numero di membri (m_{tot}) della CER:

$$D_i = \frac{1}{m_{tot}}$$

È un criterio socialmente valido, che può essere applicato solo in contesti in cui i membri hanno le stesse abitudini di consumo, le stesse condizioni economiche e hanno contribuito equamente alla realizzazione degli investimenti.

Il secondo criterio, invece, dipende dalla numerosità delle famiglie (dim_i) dei membri della comunità:

$$D_i = \frac{dim_i}{\sum_i^{m_{tot}} dim_i}$$

Anche questo è un metodo socialmente valido, applicabile, però, solo in contesti in cui i membri sono famiglie con utenze domestiche che condividono energia da un unico impianto in cessione totale. Se l'aggregazione riguardasse, ad esempio, POD appartenenti a I.A.C.P (Istituto Autonomo Case Popolari) questo criterio andrebbe ad agevolare maggiormente famiglie a basso reddito e al contempo numerose.

Altre metodologie "proporzionali" volte a semplificare la gestione amministrativa delle comunità, possono essere:

- Ripartizione degli incentivi rispetto alla percentuale di investimento per la realizzazione degli impianti di produzione;
- Ripartizione degli incentivi considerando le condizioni economiche dei membri.

Se il primo criterio mira a rispettare i *payback*, e quindi la sostenibilità economica, dei membri che hanno sostenuto maggiori costi iniziali, il secondo ha uno sfondo più sociale e benefico. [28]

Capitolo 3

Problema riscontrato & Domande di ricerca

Come anticipato nell'introduzione, il presente capitolo si propone di analizzare gli ostacoli che stanno rallentando la diffusione delle Comunità Energetiche Rinnovabili. Per farlo, si esamineranno le sfide distinguendo due livelli:

- Livello Macro: Si riferisce alle criticità di natura più strutturale, legate alla progettazione complessiva della CER fino alla definizione di un modello organizzativo e gestionale capace di garantire la sostenibilità a lungo termine.
- Livello Micro: Riguarda invece le criticità più specifiche e operative, le quali emergono solitamente come colli di bottiglia durante le fasi decisionali di implementazione o gestione quotidiana della comunità.

Nelle sezioni seguenti verranno discusse solo alcune delle principali criticità possibilmente riscontrabili dai promotori e gestori di CER, su entrambi i livelli. Tale disamina sarà necessaria per formulare le domande di ricerca specifiche e quindi l'approccio metodologico che questo elaborato intende affrontare.

3.1 Le macro-criticità che ostacolano la diffusione delle CER

L'analisi condotta nei capitoli precedenti ha messo in luce, separatamente, due ordini principali di problemi che frenano lo sviluppo delle Comunità Energetiche Rinnovabili e ne rendono complessa la realizzazione pratica. Entrambi giustificano così la necessità di approfondire le criticità strutturali che questa tesi si propone di affrontare.

In primo luogo, nel Capitolo 1 è emerso un quadro normativo, sia a livello europeo che nel suo recepimento italiano, caratterizzato da frammentarietà e conseguente complessità implementativa. Questo sebbene recenti provvedimenti, come le Regole Operative del GSE, abbiano fornito una traduzione pratica dei vari decreti legislativi.

In secondo luogo, l'analisi della letteratura ha rivelato una carenza significativa di modelli operativi o *Business Model* specificamente progettati per allinearsi con la natura multi-obiettivo delle CER (ambientale, sociale, economico, energetico) e garantirne la sostenibilità nel lungo periodo, almeno ventennale.

Tra i tentativi di applicazione dei modelli della letteratura già presentati nel Capitolo 2 esistono certamente casi di successo, anche parziale. Tra questi, le simulazioni condotte da *Iazzolino* sugli scenari di CER, nate considerando gli elementi del suo *Business Model Canvas*, hanno effettivamente verificato che i benefici aumentano con l'incremento di:

- Percentuale di energia scambiata all'interno della comunità energetica;
- Percentuale di autoconsumo da parte dei prosumatori;
- Riduzione del costo della tecnologia;
- Capacità di raggruppamento degli utenti.

Ovvero, tutti elementi cruciali presentati nei blocchi della tela proposta. I risultati economici, però, sono apparsi leggermente deludenti poiché risultavano essere convenienti solo se l'aggregazione ammontasse tra i 3000 e i 5000 utenti. Numeri probabilmente troppo lontani per il raggiungimento di un'organizzazione snella ed efficiente, ma giustificati probabilmente dal fatto che l'analisi fosse avvenuta in un contesto normativo e di incentivazione non ancora completamente definito (2022).

Il framework *data-driven* proposto da *Elomari* è stato, invece, applicato direttamente a un quartiere di 100 edifici a Tarragona, in Spagna. Anche qui, i risultati delle simulazioni sono stati positivi, con impatti ambientali dimezzati e costi livellati dell'elettricità (LCOE) ridotti fino all'80%. Nonostante il framework proposto risulti efficace dal punto di vista tecnico, grazie ai suoi automatismi, algoritmi e processi di ottimizzazione, presenta tuttavia un limite significativo: non è uno strumento né intuitivo né facilmente interpretabile. A differenza di approcci più visuali e partecipativi, come il *Business Model Canvas*, non incoraggia la discussione collettiva utile a definire in modo condiviso le linee guida progettuali di una comunità energetica.

Ritornando alle due problematiche fondamentali (complessità normativa/implementativa e mancanza di modelli gestionali/di business adeguati), esse generano una serie di macro-criticità che rappresentano degli ostacoli strutturali persistenti che verranno ora dettagliati. Una delle conseguenze dirette è la presenza di complessità gestionali e di progettazione intrinseche delle quali i regolamenti non forniscono soluzioni. Piuttosto accrescono la complessità operativa, esigendo il rispetto di requisiti tecnici, amministrativi ed economici particolarmente stringenti. Al fine di garantire non solo la conformità su tutti i requisiti, ma soprattutto il rispetto della missione originaria delle CER, ovvero quello di fornire benefici ambientali, economici e sociali, risulta indispensabile fondare delle entità giuridiche che possano realizzare delle configurazioni per la condivisione virtuale dell'energia ben strutturate, efficaci e durature nel tempo. Sebbene la normativa stabilisca che le CER non debbano avere come scopo primario la realizzazione di profitti finanziari, la loro stessa costituzione, gestione e conseguente capacità di generare i

benefici ambientali, economici e sociali attesi, si fondano sulla definizione di un modello operativo sostenibile. In altre parole, dar vita a una Comunità Energetica Rinnovabile significa, di fatto, progettare e implementare un suo specifico modello di business. L'associazione del concetto di business alle CER è, d'altronde, giustificata dalla presenza dei diversi incentivi economici previsti. La difficoltà non si esaurisce nella fase di disegno strategico iniziale. Anche la gestione corrente e la sostenibilità operativa nel lungo periodo presentano sfide macroscopiche, essenziali per mantenere il valore generato e la vitalità della CER. Tra queste, a scopo esemplificativo:

- gestione dei flussi energetici e dei relativi flussi economici;
- pianificazione e attuazione della manutenzione delle infrastrutture;
- gestione delle relazioni con la pluralità di stakeholders coinvolti (membri, produttori, enti, gestore di rete, ecc.);
- capacità di riadattamento del modello operativo in caso di verificarsi di rischi previsti e non previsti.

La necessità di considerare simultaneamente questa pluralità di aspetti rafforza il concetto, già introdotto, della intrinseca complessità multidimensionale che caratterizza l'ecosistema di una comunità energetica. Questo intreccio di dimensioni (tecnica, economica, sociale, ambientale, amministrativa, legale) richiede un approccio olistico nella progettazione e gestione, ma definire e implementare tale approccio rappresenta una delle maggiori criticità macro. Affrontare questa macro-criticità significa confrontarsi con le diverse dimensioni della sostenibilità applicate al contesto specifico delle CER, il cui raggiungimento equilibrato è tutt'altro che scontato:

- La sostenibilità energetica, cuore tecnico della CER, impone sfide progettuali e operative significative per massimizzare l'autoconsumo collettivo, minimizzare la dipendenza dalla rete e le perdite, contribuire alla stabilità del sistema e promuovere efficacemente l'efficienza energetica tra i membri.
- La sostenibilità economica, pur non essendo l'obiettivo primario, è il motore indispensabile. La sfida sta nel costruire un modello che copra investimenti e costi operativi, generi flussi di cassa sufficienti a garantire la convenienza per i membri e la capacità di attrarre nuovi membri o eventuali finanziatori .
- La sostenibilità ambientale e sociale, richiede che la CER sia strutturata non solo per utilizzare fonti rinnovabili, ma per generare attivamente e distribuire equamente benefici sociali e ambientali che vadano oltre la semplice produzione di energia pulita.

La principale macro-criticità risiede quindi su più macro-fattori, ovvero nella difficoltà di progettare, implementare e gestire un modello organizzativo CER olistico, multidimensionale e sostenibile nel tempo dal punto di vista economico, energetico, socio-ambientale, capace di coordinare efficacemente la pluralità di attori e interessi coinvolti.

3.2 La micro-criticità dell'equa ripartizione degli incentivi

Nel contesto delle macro-criticità progettuali che rallentano la diffusione delle Comunità Energetiche Rinnovabili, analizzate nella sezione precedente, è importante interrogarsi anche su quelle che possono essere definite micro-criticità. Queste sono spesso problematiche derivanti da sottofasi o aspetti operativi specifici che, se non adeguatamente considerate durante la programmazione delle attività, possono tramutarsi in colli di bottiglia difficilmente risolvibili in seguito.

In particolare, la letteratura fin qui analizzata sembra trascurare il nodo relativo alla ripartizione degli incentivi economici generati dalla CER tra i suoi membri. Se, da un lato, gli incentivi fungono da leva essenziale per stimolare la nascita e lo sviluppo della condivisione virtuale dell'energia, dall'altro il quadro normativo vigente non offre né indicazioni specifiche, né tanto meno metodologie standardizzate per la loro allocazione interna alla comunità.

Le CER italiane, ad esempio, devono dotarsi di un proprio conto corrente bancario nel quale il Gestore dei Servizi Energetici (GSE) erogherà periodicamente tutti i benefici economici generati dalla configurazione. Spetterà poi alla Comunità stessa, attraverso il suo referente e gli organi decisionali, stabilire in che modalità e in che quantità allocare ad ogni membro la sua quota parte di ricavo. Ovviamente, prima di fare ciò, questo criterio di ripartizione deve essere elaborato, scelto dai membri (o dai loro rappresentanti) e trascritto nel Regolamento Interno della CER. La definizione di calcoli e metodologie numeriche per questa scelta è resa ancora più complessa dalla destinazione obbligatoria di una quota dei ricavi derivanti dagli incentivi a finalità sociali o a beneficio dei membri vulnerabili, come imposto dal legislatore.

Questa "lacuna" normativa sulla metodologia di ripartizione, se da un lato conferisce alle CER un'ampia e positiva discrezionalità e libertà nel definire le proprie regole interne, dall'altro le espone anche a potenziali conflitti. Il rischio è che, senza criteri di ripartizione ben definiti, trasparenti e soprattutto percepiti come equi dalla maggioranza dei membri, si possa innescare un circolo vizioso: membri scontenti potrebbero decidere di lasciare la comunità (esercitando il loro diritto di recesso), nuovi potenziali membri potrebbero essere scoraggiati dall'aderire, e l'intera struttura potrebbe perdere coesione fino a rischiare il collasso, compromettendo anche il ritorno degli investimenti realizzati. Tale eventualità è resa ancora più concreta dalla libera adesione e dalla possibilità di recesso senza oneri sproporzionati di cui i membri della Comunità dispongono, elementi che espongono le CER alle dinamiche tipiche del libero mercato.

Nonostante questo rischio sia concreto e potenzialmente impattante sulla sopravvivenza della CER, si rileva come nessuno dei lavori focalizzati sui modelli organizzativi o di business per le CER non abbia approfondito in modo specifico le modalità di allocazione dei benefici economici generati né, in una logica inversa, l'allocazione dei costi di gestione.

Tra le varie micro-criticità riscontrabili, questa non può essere sicuramente sottovalutata. La capacità di garantire la sostenibilità (non solo economica, ma anche sociale e partecipativa) a lungo termine di una configurazione CER dipende significativamente da come

viene gestito questo aspetto. La percezione di equità, seppur soggettiva e difficilmente catturabile in una formula univoca valida per tutti, è fondamentale per mantenere la coesione interna, la partecipazione attiva e la fiducia tra i membri. Membri soddisfatti non solo rimangono nella comunità, ma ne diventano promotori indiretti, rappresentando un ottimo incentivo per la diffusione dello strumento CER stesso.

La definizione dei criteri di ripartizione non può essere isolata dal contesto generale della CER, ma è strettamente connessa con le altre dimensioni. Sicuramente la decisione sarà legata ad aspetti tecnici come la tipologia del membro (produttore, consumatore o prosumer) e ai flussi energetici da esso generati; agli aspetti legali come il rispetto del payback period sul contributo di quel membro all’investimento iniziale; fino ad arrivare agli aspetti sociali nel considerare la vulnerabilità economica dei soggetti e delle disegualanze. Inoltre, la sfida è aggravata dalla necessità di definire criteri che possiedano una certa resilienza e capacità di adattamento nel tempo. La staticità dei criteri potrebbe infatti rivelarsi inadeguata di fronte alle inevitabili fluttuazioni dei flussi energetici, delle condizioni di mercato, delle normative o delle stesse esigenze della comunità (come la necessità di accantonare quote degli incentivi per investimenti futuri o per sostenere le finalità sociali obbligatorie). La difficoltà sta quindi anche nel prevedere meccanismi di ripartizione che siano sufficientemente dinamici e flessibili.

3.3 Domande di Ricerca

L’analisi su due livelli delle due sezioni precedenti, volta ad indagare le sfide sia strutturali sia più operative che le Comunità Energetiche Rinnovabili, e in particolar modo quelle italiane, devono affrontare, delinea chiaramente il campo di indagine di questo elaborato. La prima domanda di ricerca nasce dalla constatazione della complessità intrinseca di definire un assetto strutturale, organizzativo e gestionale per le CER che sia capace di bilanciare le diverse dimensioni della sostenibilità perdurandole nel tempo. Dato per assodato che, per parlare di “business” nelle CER, è fondamentale contestualizzare la natura non tradizionale del concetto, e che, per costruire il relativo modello, è necessario considerare dei fattori progettuali fondamentali, ci si chiede se:

- *è possibile realizzare dei modelli di business CER economicamente, energeticamente e socialmente sostenibili?*

Questo interrogativo sarà il punto di partenza e il contenuto della proposta di valore che ci si prefissa di conseguire. Anche se possa sembrare retorica, la domanda impone una riflessione approfondita sul significato del termine “sostenibilità” applicato alle configurazioni di autoconsumo virtuale. Significato che vuole trascendere ampiamente l’accezione più comune, spesso limitata alla sola dimensione ambientale. Sebbene l’aspetto ambientale sia intrinsecamente legato all’uso di fonti rinnovabili e al loro ruolo nel contesto della transizione energetica, è solo una delle colonne portanti su cui deve reggersi l’organizzazione di una CER destinata a prosperare e durare nel tempo.

Oltre a questo, nell’analisi multidimensionale della sostenibilità applicata alle CER, merita un’attenzione particolare l’inscindibile relazione che lega la sostenibilità ambientale

a quella sociale, soprattutto quando si adotta una prospettiva temporale estesa, come quella che si auspica ottenere per una Comunità Energetica. Spesso percepite come pilastri distinti, così come nella definizione delle direttive europee, queste due dimensioni trovano in realtà un punto di convergenza fondamentale nel concetto di responsabilità verso il futuro. L'essenza del concetto di sostenibilità ambientale riguarda prettamente la tutela degli ecosistemi, la preservazione delle risorse naturali e quindi la conseguente mitigazione del cambiamento climatico. Anche se i benefici di queste azioni possono essere percepibili nel presente, il loro impatto più profondo e significativo si proietta inevitabilmente verso il futuro. Proteggere l'ambiente oggi significa garantire che le generazioni future possano ereditare un pianeta con risorse sufficienti e condizioni climatiche che non ne compromettano lo sviluppo e il benessere. In questo senso, ogni azione intrapresa per la tutela ambientale non è solo una questione ecologica, ma un vero e proprio atto di responsabilità sociale. Questo per dire che nello studio proposto queste due dimensioni verranno analizzate nella stessa sezione, volendo garantire un'inquadratura tridimensionale, senza trascurare gli aspetti energetici. La dimensione relativa alla sostenibilità energetica è, infatti, il cuore tecnico della CER e quindi fondamentale per superare gli ostacoli progettuali e implementativi sopraelencati. Oltre ai parametri energetici quali la massimizzazione dell'autoconsumo collettivo, la minimizzazione della dipendenza energetica e delle perdite, la fortificazione della stabilità della rete, sarà importante considerare come le Comunità Energetiche promuoveranno l'efficienza energetica e l'adozione di comportamenti virtuosi nel consumo ad un'ampia platea di cittadini. La sostenibilità economica è il motore che permette alla macchina della CER di funzionare, poiché senza una solida base economica anche il progetto più nobile dal punto di vista sociale e ambientale è destinato a fallire. Una comunità energetica economicamente sostenibile deve essere in grado di coprire gli investimenti iniziali e i costi operativi, in grado di generare flussi di cassa che garantiscono la convenienza per i membri e la capacità di attrarre finanziamenti.

La seconda domanda di ricerca si focalizza, invece, sulla specifica criticità operativa identificata nella mancanza di riferimenti chiari per la distribuzione dei benefici economici, aspetto cruciale per la coesione e la vitalità interna della comunità. La domanda è quindi:

- *quali criteri di ripartizione dei ricavi adottare per garantire un'equa distribuzione degli incentivi tra i membri della CER?*

Questo interrogativo intende portare all'investigazione di possibili metodologie e criteri pratici che si possono implementare per gestire la ripartizione degli incentivi in modo equo, trasparente e potenzialmente dinamico. Ciò per offrire un supporto volto a superare sia la libertà che la normativa lascia su questo tema (identificato come ostacolo) sia la scarsità di analisi specifiche nella letteratura esistente.

3.4 Obiettivi della Tesi

Alla luce delle domande di ricerca formulate nella sezione precedente, si rende necessario anticipare se, quali obiettivi questo elaborato si pone, ma soprattutto quale percorso logico si vuole intraprendere nell’analisi che porterà alla definizione delle proposte.

Per garantire un contributo focalizzato e di concreta utilità, l’ambizione non è quella di analizzare nel dettaglio ogni singolo aspetto del design e della gestione di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER), ma piuttosto quella di seguire un percorso logico "a imbuto": si partirà da una visione d’insieme per poi convergere su un solo elemento, il quale sarà oggetto di un’analisi di dettaglio specifica e pragmatica.

Tale approccio si articola nei due sotto-obiettivi che seguono.

3.4.1 Obiettivo Primario: Un Framework Universale a supporto della realizzazione delle CER

Per rispondere alla prima domanda di ricerca nasce il primo obiettivo di questa tesi, ovvero sviluppare e proporre uno strumento visivo che possa affiancare possibili promotori di Comunità Energetiche Rinnovabili nella loro realizzazione.

Un *framework* operativo concepito per supportare tutti quei soggetti intenzionati, o comunque interessati, come cittadini, imprese o enti locali, a mettere in moto un complesso processo di design e successiva gestione di una Comunità Energetica sostenibile sotto il profilo energetico, economico e socio-ambientale.

Le analisi dell’iter normativo e della lettura scientifica condotte hanno evidenziato come, a prescindere dal contesto nazionale dove vengono implementate, le REC (*Renewable Energy Communities*), sono entità intrinsecamente complesse e multidimensionali. La loro progettazione (o design), così come la loro gestione, dipende da innumerevoli variabili tecniche, normative, sociali e di mercato specifiche di ogni contesto.

Nel considerare la possibilità di proporre un nuovo framework operativo, si renderà necessario popolarlo di tutti gli elementi, quali risorse, attività, stakeholders, analisi, utili allo scopo da raggiungere. Ammesso questo, è anche realistico ammettere che non si potrà avere la pretesa di sviscerare ogni singolo elemento in un unico elaborato. Sia perché sarebbe dispersivo, ma soprattutto perché ridurrebbe la portata universale del framework stesso. Le Comunità Energetiche, infatti, nascono da direttive europee che contengono volutamente definizioni generiche, proprio per lasciare spazio ai diversi contesti nazionali di implementarle seguendo variabili diverse, in base alle esigenze.

Pertanto, per garantirne una fruibilità universale, il presente elaborato proporrà un framework di livello strategico (*high level*) e non eccessivamente granulare, in grado di fornire una "tela" di riferimento a qualsiasi soggetto promotore, a prescindere dal contesto geografico, permettendogli di avere una visione d’insieme strutturata delle dimensioni chiave da considerare per avviare una CER di successo.

Lo strumento proposto mapperà gli elementi in modo che possano condurre al raggiungimento di un design e di una gestione, e quindi di un modello di business che rispetti mutuamente la Sostenibilità Economica, Energetica e Socio-Ambientale, come definite nelle sezioni precedenti. Inoltre, grazie all’analisi della letteratura degli indicatori di

performance associati alle CER, verranno forniti anche degli strumenti di misurabilità che possano irrobustire il modello e dimostrare il raggiungimento della tri-sostenibilità.

3.4.2 L'Approccio a "Imbuto": il Focus sui Criteri di Ripartizione degli Incentivi

Proporre uno strumento universale e che abbracci diverse dimensioni, non è solo utile dal punto di vista del possibile fruitore, ma anche dal punto di vista dell'elaborato stesso. Per fornire un contributo che sia realmente incisivo e pratico, infatti, si è ritenuto più efficace concentrare lo sforzo analitico su un singolo elemento della "tela", anziché disperderlo su molteplici fronti. Prima di individuare questo elemento critico, meritevole di essere analizzato del dettaglio, bisogna necessariamente mappare e discutere, anche se *high level*, tutte le dimensioni. Ecco perchè è utile, tramite il framework proposto, avere una mappatura, anche solo visiva, degli elementi cruciali.

Seguendo la logica a "imbuto" appena descritta, il secondo obiettivo della tesi consiste nel focalizzare l'analisi su uno degli elementi più critici del modello di business di una CER: la definizione dei criteri di ripartizione degli incentivi. Come già evidenziato, si tratta di una "micro-criticità" determinante per la stabilità economica e l'equità sociale della comunità.

Questa analisi di dettaglio non potrà che prescindere da un contesto normativo specifico. Per definire la ripartizione di benefici economici provenienti da un incentivo, bisogna comprendere dapprima il meccanismo di incentivazione, il quale potrebbe variare da nazione a nazione, in base alla variabile energetica definita dal legislatore. Per questa ragione, la disamina della letteratura si è calata sull'applicabilità nel contesto italiano, dove l'incentivo statale, come si è già illustrato, è calcolato in base a una variabile energetica precisa: l'energia elettrica condivisa virtualmente tra i membri.

Pertanto, in risposta alla seconda domanda di ricerca, verranno classificati i criteri raccolti dalla letteratura. Inoltre, si cercherà di analizzare se e come, i criteri di ripartizione proposti, massimizzeranno la sostenibilità economica piuttosto che la sostenibilità sociale, piuttosto che quella energetica. In questo modo, si risalirà alla sezione superiore dell'imbuto, per dimostrare come i due obiettivi sono strettamente collegati e circolari.

Capitolo 4

Materiali & Metodi

Nel capitolo precedente si è cercato di delineare le complessità principali che chi si affaccia nel contesto delle Comunità Energetiche Rinnovabili potrebbe dover affrontare. Da un lato, la macro-criticità legata alle sfide specifiche di implementazione e gestione delle CER, non supportate da specifici strumenti di analisi. Dall'altro lato, l'approfondimento su una micro-criticità spesso trascurata, quella relativa alla definizione di criteri equi ed efficaci per la ripartizione degli incentivi tra i membri. Questa duplice analisi, su due livelli di dettaglio, deve rimanere comunque vincolata al rispetto della natura multidimensionale e multi-stakeholders di queste organizzazioni.

Per raggiungere gli obiettivi già illustrati, questo capitolo verrà strutturato come segue:

- Illustrazione del metodo *Business Model Canvas*;
- Illustrazione del nuovo framework proposto;
- Illustrazione della visione olistica e multidimensionale degli elementi del nuovo framework;
- Approccio a "imbuto" e analisi dettagliata del "blocco" Criteri di Ripartizione del nuovo framework.

Così come è avvenuta l'analisi delle criticità riscontrate, allo stesso modo avverrà la strutturazione delle proposte dell'elaborato: si risponderà dapprima all'esigenza di sviluppare un framework concettuale e operativo specifico, capace di fornire una visione di alto livello olistica e multidimensionale in grado di spaziare tra gli aspetti strategici e operativi delle CER; successivamente si scenderà nel dettaglio di una singola dimensione, identificata come cruciale (approccio a "imbuto").

4.1 Il framework di origine: Il Business Model Canvas

Una delle definizioni associabili al concetto di business model è quella che lo relaziona ad uno strumento in grado di rappresentare il modo in cui un'impresa svolge le proprie attività (Magretta, 2002) al fine di generare flussi reddituali, mettendo in luce come

diverse componenti dell’organizzazione vengano assemblate e come queste interagiscano tra loro per poter raggiungere gli obiettivi di fondo.

Esistono diverse rimodellazioni del concetto, ciascuna incentrata su uno specifico obiettivo. Quella più diffusa è sicuramente relativa al meccanismo di creazione e di cattura del valore (Shafer, 2005) del business model, ovvero l’insieme dei soggetti, risorse e processi attraverso le quali una società crea e acquisisce valore da una determinata tecnologia o attività. Questo valore è inteso dal punto di vista prettamente economico, perché intende valutare il posizionamento di quell’impresa in un determinato contesto di mercato e quindi come la sua organizzazione possa impattare sulle vendite del prodotto/servizio offerto.

In questo ambito di definizione appare complesso associare il concetto di business model alle comunità energetiche. Tale complessità deriva principalmente dalla definizione stessa di *Renewable Energy Communities* fornita dalle direttive europee. Come già ampiamente illustrato, le REC, infatti, non delineano delle aziende tradizionali, bensì degli enti giuridici il cui scopo primario non è la generazione di profitti finanziari, ma l’apporto di benefici ambientali, economici e sociali a livello di comunità per i propri membri o per le aree locali in cui operano. Si tratta quindi di organizzazioni con obiettivi multidimensionali, difficilmente riconducibili alla sola massimizzazione del valore economico tipica di un’impresa.

Tuttavia, è proprio la necessità di progettare e gestire un’organizzazione complessa che impone, di fatto, la creazione di un modello di business. Inoltre, si propongono le seguenti affermazioni volte a favore dell’associazione tra modello di business e Comunità di Energia:

- La presenza di incentivi economici agisce da catalizzatore: farà in modo che la comunità verrà progettata (il suo design) e verrà gestita con un modello organizzativo in grado di massimizzare il beneficio economico, così come avviene nelle imprese.
- L’ampio respiro che le normative hanno definito per le REC suggeriscono che queste organizzazioni diventeranno sempre più strutturate e rilevanti perché sono destinate a porsi come nuove protagoniste del mercato energetico. Questa prospettiva giustifica ulteriormente l’associazione al concetto di modello di business poichè, una volta strutturate, le REC saranno entità il cui “business” sarà la fornitura, e quindi la vendita, di servizi energetici avanzati. Esempi includono non solo la vendita di energia, ma anche servizi di flessibilità e bilanciamento per la rete, programmi di demand response, l’aggregazione di generazione distribuita e la gestione di infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici (Reis, 2021).

Tornando al concetto di business in senso stretto, è noto il lavoro di due autori, Osterwalder e Pigneur, che si sono particolarmente distinti nello studio dei business model. Essi ritengono che esso svolga principalmente il compito di descrivere il fondamento logico di come un’organizzazione crea, trasferisce e acquisisce valore (Osterwalder e Pigneur, 2010). A tal proposito essi hanno ideato uno strumento, chiamato *Business Model Canvas*, riportato in Figura 4.1, avente lo scopo fondamentale di aiutare il management

dell’impresa a mappare e strutturare il modello di business a cui l’intera organizzazione si riferisce. Il canvas si presenta come una vera e propria tela, un quadro rettangolare

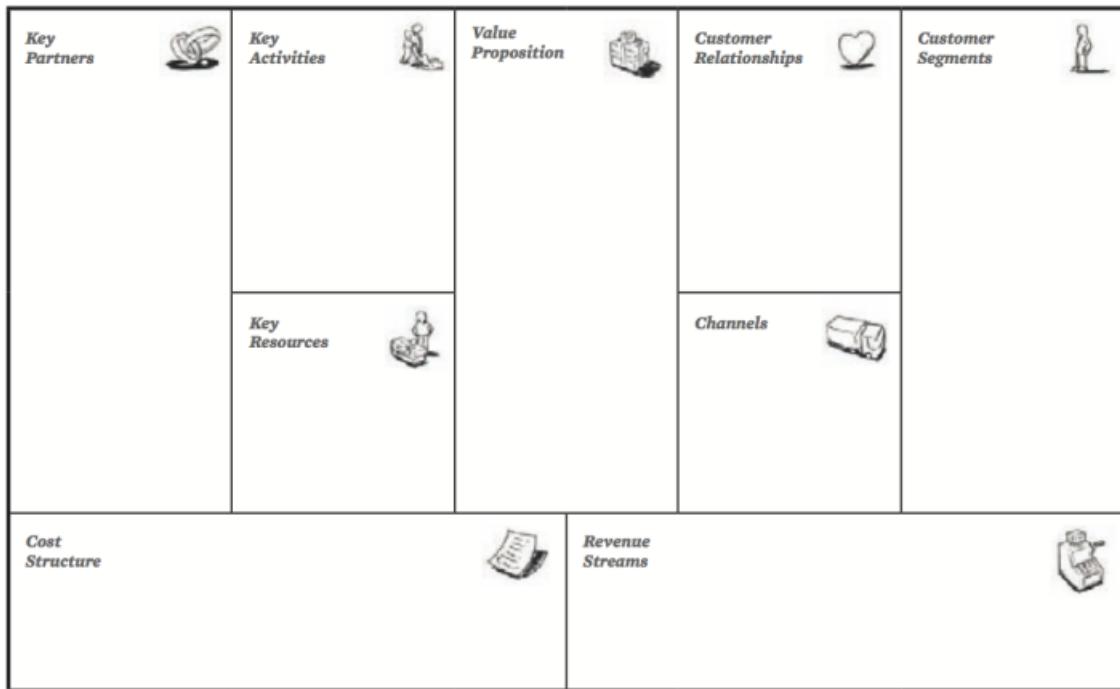


Figura 4.1: Template del *Business Model Canvas*. (Fonte[29])

re costituito da nove blocchi, ognuno dei quali identifica una dimensione della realtà aziendale. Ogni aspetto risulta essere interconnesso con gli altri e funzionale al business model nell’obiettivo di espletare la sua funzione.

Per affrontare la complessità intrinseca di un modello di business e per poterlo analizzare (ed eventualmente innovare), è fondamentale ricorrere a strumenti visivi, noti come framework. Il valore di questi schemi, di cui il Business Model Canvas di Osterwalder e Pigneur rappresenta l’esempio più celebre e diffuso, risiede nella capacità di offrire una visione d’insieme di immediata comprensione.

Ai fini di comprendere al meglio il framework che verrà successivamente proposto, di seguito verranno illustrate le funzioni di ogni ”blocco” del *Business Model Canvas* (BMC) originario. Considerando la Figura 4.1, la disamina verrà condotta seguendo il senso logico che lega ogni blocco.

- **Customer Segments:** Il blocco relativo ai clienti rappresenta il cuore del modello di business poichè ogni impresa, a prescindere dal servizio o prodotto che offre, deve poter soddisfare le esigenze di determinati soggetti disposti ad acquistare. Comprendere le esigenze della clientela alla quale rivolgersi permette alle imprese di sopravvivere. Ogni impresa, prima di configurare il proprio modello di business,

deve comprendere quale segmento di clientela intercettare. Diventa quindi fondamentale analizzare tutti i segmenti di clientela (e quindi di mercato) esistenti, per poi comprendere quali abbandonare e quali colpire. Una volta identificati i segmenti di clientela, l'impresa potrà costruire la sua proposta di valore, la quale sarà costituita da un set di prodotti e/o servizi in grado di risolvere i problemi del cliente e/o soddisfare i suoi bisogni.

- *Value Proposition*: Per come è posizionata all'interno del BMC, la proposta di valore, sembrerebbe costituire il suo blocco principale. In parte questo è vero, ma parallelamente si è visto che se non si identifica il segmento di clienti, non può essere identificata la proposta di valore. La proposta di valore è infatti il motivo principale per cui i clienti si rivolgono a un'impresa piuttosto che a un'altra. Essa sarà costituita da un set di prodotti e/o servizi dal quale dipenderanno tutti gli altri blocchi del *canvas*, costituendone il suo punto nevralgico. In base alle esigenze identificate esisterà una determinata *value proposition*, che non dovrà essere necessariamente innovativa o stravolgente, potrà infatti essere semplificativa e ridotta. Una proposta di valore è di successo solo se genera i ricavi previsti e rispetta i costi preventivati. Più informazioni sul segmento di clienti si hanno, maggiore sarà il valore catturato. È proprio il valore catturato a contare, una proposta che genera valore fine a se stesso semplicemente non funziona.
- *Channels*: Il blocco relativo ai canali di distribuzione identifica come un'impresa raggiunge il suo (o i suoi) segmenti di clientela per consegnare la propria proposta di valore. I canali distributivi corrispondono ai canali di vendita, e possono essere di diverso tipo: diretti e indiretti, propri o di terzi. Per una proposta di valore l'impresa non sceglie un unico canale, ma un mix di canali, sia per rispondere a esigenze diverse di segmenti diversi, ma anche a bisogni diversi all'interno dello stesso segmento. Scegliere il giusto mix è fondamentale anche perché il canale di vendita influenza fortemente la struttura dei costi, di conseguenza la struttura dei prezzi del prodotto/servizio offerto e quindi, ciclicamente, la proposta di valore.
- *Customer Relationships*: L'analisi relativa a questo blocco stabilisce che tipo di relazione l'impresa intende instaurare con i propri clienti. Anche qui, non esiste una strategia di *customer relationship* univoca, ne esistono diverse, dalle quali le imprese estrapolano il mix più efficace verso le loro esigenze. Solitamente si individua il tipo di assistenza (e quindi la comunicazione) che deve avere il cliente con l'impresa: essa può essere diretta (cliente-venditore) o indiretta tramite processi automatizzati messi a disposizione dei clienti. Oppure, cambiando direttamente il tipo di approccio con uno più collaborativo e improntato alla coesione tra cliente e fornitore.
- *Revenue Streams*: Senza troppi giri di parole, questo è il blocco più interessante dal punto di vista dell'impresa e dei suoi stakeholder. Nelle *Revenue Streams* bisogna

identificare sia le tipologie di reddito (le varie fonti) sia come l'impresa può influenzarne il volume. Attraverso i meccanismi di *pricing* sul set di prodotti/servizi offerti le imprese si chiedono per quale valore ogni segmento di clientela è disposto a pagare e decidono, in base al momento, che composizione e quali fluttuazioni di prezzo deve avere la sua proposta di valore.

- *Key Resources*: Per sviluppare le attività necessarie alla creazione della proposta di valore ogni modello di business deve dotarsi di risorse. Che esse siano di proprietà o di terzi, che siano fisiche o intellettuali, umane o finanziarie, devono essere strettamente correlate alla proposta di valore e la loro disponibilità deve rappresentare per l'impresa un elemento sul quale ottenerne un vantaggio competitivo.
- *Key Activities*: Il blocco delle attività chiave descrive i processi più importanti (cruciali) che un'impresa deve attuare affinché il proprio modello di business funzioni e raggiunga la proposta di valore scelta. Come per le risorse chiave, le attività differiscono in base al modello di business che si intende realizzare (o "fotografare"): un'impresa manifatturiera avrà principalmente come attività cruciali quelle legate alla produzione, così come un'impresa di consulenza avrà attività legate al *problem solving* e alla fornitura di servizi.
- *Key Partners*: Non esiste un'impresa che abbia un modello di business che si regga solo tramite le proprie forze (intellettuali e finanziarie). Solo tramite una fitta rete di partnership con fornitori di prodotti, fornitori di servizi, istituti finanziari e competitors, si potrà fornire una proposta di valore di qualità e che risponde perfettamente alle esigenze individuate.
Ad oggi ogni azienda appartiene ad una determinata *supply chain* che, per definizione, non è costituita da un singolo soggetto ma da una rete di soggetti cooperanti. I motivi per i quali le imprese si accordano tra di loro sono vari e spaziano dalla volontà di acquisire *know-how* e competenze non raggiungibili internamente alla necessità di ridurre i costi fissi e ottenere economie di scala, fino alla volontà di ridurre i rischi di approvvigionamento e le incertezze finanziarie.
- *Cost Structure*: Parallelamente ai ricavi, ogni modello di business dovrà rispettare un proprio budget di costo. Le spese più importanti che interessano un'impresa sono quelle relative alla creazione del valore, alla distribuzione dello stesso, ai meccanismi di relazione con il cliente e al mantenimento degli accordi con i partner. Tale struttura di costo dipende fortemente, quindi, dalle scelte adottate nei precedenti otto blocchi e deve rispettare il previsionale delle *revenue streams*. Esisteranno modelli di business *value-driven* orientati alla massimizzazione del valore e all'arricchimento della proposta; e modelli *cost-driven* fortemente orientati alla riduzione dei costi operativi per permettere di offrire una proposta di valore che faccia leva su prezzi bassi e volumi di vendita più alti.

4.2 Metodologia di ricerca e sviluppo

Il paragrafo precedente ha riassunto il framework *Business Model Canvas* nel suo contesto d'uso più classico, ovvero come strumento strategico destinato al management per mappare, analizzare e innovare il modello di business di un'impresa esistente. In questa accezione classica, il BMC offre una visione d'insieme statica, una sorta di "istantanea" dell'architettura organizzativa con cui un'azienda crea e cattura valore in un dato momento.

L'accostamento, già discusso in precedenza, tra il concetto di modello di business e quello di comunità energetica, ha legittimato l'uso del *Business Model Canvas* anche per le CER, come confermato dalle diverse analisi della letteratura scientifica già affrontate (circa il 60% degli studi ricorreva all'utilizzo del *Business Model Canvas* come framework). Tuttavia, dalle stesse analisi è emerso che nell'utilizzo del BMC associato alle comunità di energia è stata prevalentemente rispettata la sua destinazione classica, utilizzato per descrivere la struttura di comunità già ipotizzate o costituite.

Il framework che verrà proposto nel capitolo successivo si discosta da questa visione e verrà adottato un approccio opposto. L'obiettivo non è descrivere una configurazione esistente, ma utilizzare la logica e le potenzialità del *Business Model Canvas* per guidare il processo stesso di realizzazione di una comunità, dalla fase di progettazione a quella di gestione operativa. Tale cambiamento di prospettiva è necessario anche in virtù del destinatario dello strumento: non più il management di un'impresa consolidata, ma l'attore, sia esso un promotore, un futuro energy manager o un ente locale, interessato a orchestrare le complesse fasi che portano alla costituzione di una comunità energetica. Questa finalità impone che vi sia una revisione della tela originale. La disamina dettagliata dei blocchi del BMC classico, condotta nel paragrafo precedente, è propedeutica a identificare quali di essi risultino meno pertinenti o necessitino di una profonda reinterpretazione per il contesto di una CER. Alcuni elementi, pensati per una logica di mercato tradizionale, perdono di centralità, come per esempio il blocco dei Channels (canali distributivi).

Per rispondere a questa esigenza, il presente lavoro adotta un approccio metodologico qualitativo, basato sull'analisi della letteratura esistente e sullo sviluppo di un nuovo framework concettuale specificamente adattato al contesto delle CER. Il processo di ricerca e sviluppo può essere articolato nelle fasi logiche che seguono:

- Analisi Critica del Contesto e della Letteratura (Fase 1): Si è partiti da un'analisi sistematica della letteratura sui framework esistenti per le CER (come discusso nel Cap. 2), evidenziando la necessità di uno strumento più orientato all'implementazione pratica, alla gestione operativa e alla cattura della natura multidimensionale di queste organizzazioni. Parallelamente, l'analisi delle criticità normative e operative (Cap. 3) ha permesso di identificare le sfide specifiche che un nuovo framework dovrebbe aiutare ad affrontare, giustificando così la necessità di superare i limiti intrinseci del BMC tradizionale in questo contesto.
- Sviluppo Metodologico del Nuovo Framework (Fase 2): Sulla base dell'analisi critica, si è proceduto alla rimodellazione del *Business Model Canvas*. La decisione

su quali blocchi mantenere, modificare, aggiungere o espandere è stata guidata dagli obiettivi specifici delle CER, non solo economici, ma anche energetici e socio-ambientali, e dalla volontà di creare uno strumento focalizzato sull'intero ciclo di vita (implementazione e gestione) piuttosto che sulla sola descrizione statica. La struttura risultante, presentata nel dettaglio nel Capitolo 5.1, mira a offrire una "tela" più adatta a guidare la progettazione e la gestione di una CER.

- Popolamento Guidato del Framework (Fase 3): Successivamente, si è proceduto all'identificazione degli elementi chiave da inserire all'interno di ciascun blocco del nuovo *Canvas* (presentati nel Capitolo 5.2). Tale popolamento non è stato arbitrario, ma è derivato da una sintesi ragionata delle informazioni raccolte nelle fasi precedenti: l'analisi del quadro normativo, in particolare quello italiano (Cap. 1), ha fornito i vincoli e le opportunità contestuali; la revisione della letteratura (Cap. 2) ha permesso di identificare sfide ricorrenti e indicatori di performance (KPI) rilevanti; l'analisi delle criticità (Cap. 3) ha orientato la selezione verso gli elementi più cruciali per la sostenibilità e il successo della CER. Per ogni elemento è stato analizzato l'impatto prevalente o gli obiettivi primari a cui quell'attività, risorsa o partnership contribuisce, al fine di visualizzare immediatamente la multidimensionalità del modello e il suo allineamento con la triplice Proposta di Valore.
- Metodologia di Analisi "a Imbuto" (Criteri di Ripartizione) (Fase 4): Riconoscendo la centralità e la criticità della definizione dei criteri di ripartizione dei benefici per la stabilità e l'equità di una CER (come emerso nel Cap. 3.2 e rappresentato visivamente nel framework stesso), si è adottata una metodologia di analisi focalizzata per il contesto normativo italiano. Attraverso una rassegna mirata della letteratura (Cap. 2.3), sono stati selezionati i criteri applicabili allo scenario di condivisione virtuale dell'energia. Questi criteri sono stati successivamente ri-classificati in base alla loro capacità intrinseca di promuovere primariamente la sostenibilità economica, quella sociale o quella energetica, analizzando gli obiettivi sottostanti e gli effetti incentivati da ciascuna metodologia. L'obiettivo di questa fase non è stato solo illustrare diverse opzioni, ma fornire ai promotori di CER uno strumento analitico aggiuntivo: un quadro comparativo che colleghi le diverse logiche di ripartizione alle dimensioni fondamentali della sostenibilità, supportandoli così nella scelta del criterio più allineato agli specifici obiettivi e valori della propria comunità.

Questa sequenza metodologica ha permesso di passare da un'analisi del contesto e della letteratura alla definizione di uno strumento concettuale nuovo (l'IO CER Model Canvas) e alla sua applicazione qualitativa su un aspetto operativo critico, garantendo rigore e coerenza al processo di ricerca.

Capitolo 5

Sviluppo del nuovo framework *Implementing & Operating CER Model Canvas*

Questo capitolo intende presentare il framework che si vuole proporre a supporto degli obiettivi già illustrati. Nella Figura 5.1 viene riportato il *template* della nuova "tela", la quale è stata battezzata *Implementing & Operating CER Model Canvas*. Già il nome ne evidenzia due caratteristiche principali:

1. Rimodellazione del *Business Model Canvas*;
2. Framework a supporto dell'implementazione e successiva gestione di una Comunità Energetica Rinnovabile.

Nonostante la rimodellazione del BMC sia una pratica piuttosto diffusa in letteratura, le scelte adottate devono essere certamente giustificate dal punto di vista concettuale e metodologico. Questa legittimazione và necessariamente svolta prima di illustrare gli elementi che compongono i blocchi dell'*I&O CER Model Canvas*.

5.1 Rimodellamento dei blocchi della tela

L'*Implementing & Operating CER Model Canvas*, alla vista appare uno stravolgimento dello strumento originale. L'obiettivo, però, non è stato quello di stravolgere ma di potenziare lo strumento del framework in senso stretto e adattare il *Business Model Canvas* alle necessità realizzative delle Comunità Energetiche Rinnovabili. La rielaborazione è stata fondata sulle tendenze già analizzate in letteratura (sintetizzate in Appendice B dalla Figura B.1), giustificando ogni modifica come risposta mirata a precise necessità operative e strategiche. Di seguito vengono analizzate le modifiche apportate a ciascun blocco rispetto al template originale del BMC, già mostrato in Figura 4.1.

- *Proposta di Valore*: Nel nuovo framework questo blocco assume una posizione centrale e dominante, viene posto in alto per sottolineare il suo ruolo guida e "di

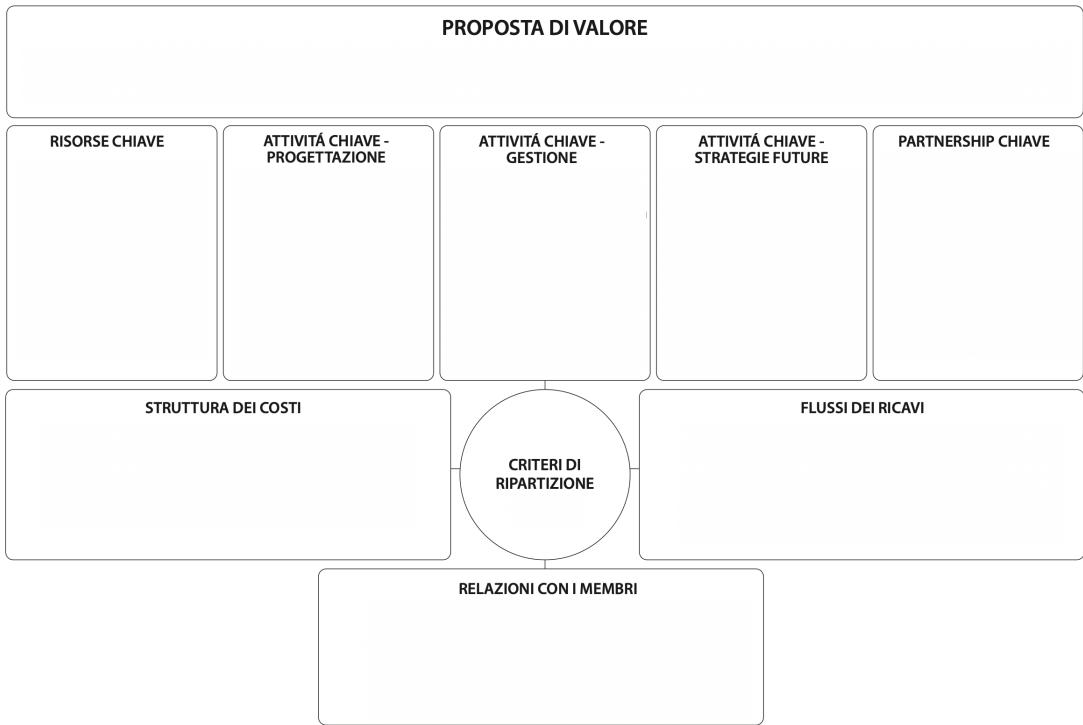


Figura 5.1: Template de *Implementing & Operating CER Model Canvas*. (Fonte [Elaborazione Propria])

partenza” per l’intero modello. Contrariamente a quanto avveniva nel BMC, dove la definizione della proposta di valore era successiva all’analisi sul segmento di clienti da servire, nel I&O CER Model Canvas essa è definita a priori, nel rispetto di quello che viene chiesto dalle Direttive Europee. In particolare, come già anticipato, la proposta di valore sarà triplice: implementare una CER che sia contemporaneamente economicamente, energeticamente e socialmente sostenibile. Questa tripartizione è il fulcro del modello, poichè da qui nasce l’idea di associare a ciascuna dimensione di sostenibilità un colore specifico. Approcci simili riscontrati in letteratura hanno evidenziato infatti che, dal punto di vista della semplice visualizzazione, risulta essere più immediato comprendere le correlazioni tra i vari elementi utilizzando colori diversi, soprattutto quando nella stessa analisi si considerano fattori tanto eterogenei. Il blocco della Value Proposition sarà popolato esclusivamente dagli elementi emersi dalle analisi di sostenibilità già condotte, e servirà semplicemente da guida fondamentale per la selezione degli elementi degli altri blocchi.

- *Attività Chiave*: Al blocco delle Attività Chiave è stata, in generale, conferita maggiore rilevanza, rispetto al suo utilizzo nel BMC. Per realizzare un qualsiasi

progetto complesso, e in particolare una CER che avrà un determinato modello di business, bisogna necessariamente pianificare le attività necessarie. Solitamente questo avviene con i *Work Package* di una *Work Breakdown Structure* (WBS), nel quale si elencano tutti i processi necessari e le relative gerarchie. La sezione del nuovo framework non vuole sostituirsi al ruolo di una WBS, ma vuole identificare quelle attività operative cruciali, sia di design, sia di gestione, sia strategiche, considerate fondamentali per il raggiungimento della proposta di valore tri-ripartita. Per questo motivo, ispirandosi al *Triple Layered Business Model Canvas* (Joyce e Paquin, 2016), il blocco *Key Activities* è stato ampliato e suddiviso in tre sotto-blocchi distinti, che rappresentano le tre macro-fasi del ciclo di vita della comunità:

1. *Attività Chiave - Progettazione*: Includerà le fasi cruciali relative al design della comunità, alle scelte decisionali su aspetti critici, all'effettiva realizzazione degli asset ecc.
2. *Attività Chiave - Gestione*: Rappresenta la fase di monitoraggio e amministrazione del progetto. Comprenderà le operazioni cruciali che garantiscono il funzionamento quotidiano, le comunicazioni con i membri, la manutenzione degli asset ecc.
3. *Attività Chiave - Strategie Future*: Delineerà i margini di evoluzione del modello di business della CER, nel rispetto di quello che è previsto nelle direttive europee e dei servizi a valore aggiunto già descritti in letteratura.

Nel futuro del sistema energetico le comunità di energia saranno protagoniste. Se esse nascono oggi concentrandosi nel massimizzare le variabili che generano gli incentivi pubblici, nel tempo si trasformeranno sempre più in business strutturati che generano diversi flussi di ricavo.

Nel rispetto del raggiungimento della *Proposta di Valore* ad ogni attività cruciale identificata verrà associato il colore (o i colori) di riferimento del tipo di sostenibilità che permettono di raggiungere. Ad alcune di queste attività verrà anche associato un indicatore di performance (KPI) che potrebbe supportare i destinatari dello strumento anche dal punto di vista numerico.

- *Risorse Chiave e Partnership Chiave*: Nell'*I&O CER Model Canvas*, le Risorse Chiave e le Partnership Chiave sono blocchi strettamente funzionali alle Attività Chiave. La loro funzione di base è quella di abilitare la realizzazione delle attività. Di conseguenza, il loro posizionamento nella tela è stato posto di fianco ai tre sotto-blocchi delle *Attività Chiave*. Poiché ogni attività è a sua volta collegata a una o più dimensioni della sostenibilità (economica, energetica, sociale), anche le risorse e i partner ne ereditano la relativa colorazione.
- *Relazione con i membri*: Questo blocco sostituisce il blocco *Customer Relationship* del *Business Model Canvas*. Il termine "cliente" risulta inadeguato nel contesto di una CER. Seppur questo strumento può essere rivolto ad una determinata platea

di soggetti, ad una determinata "clientela", non è questo il fine che gli si vuole conferire. Nel contesto delle Comunità Energetiche Rinnovabili il focus si sposta dalla gestione di una transazione commerciale alla costruzione di una comunità. Per questo motivo, è molto più produttivo analizzare quelle che sono le modalità di relazione con i membri della comunità, vero e proprio cuore pulsante della stessa. Le attività chiave in questo blocco sono infatti, il coinvolgimento, la comunicazione trasparente, la sensibilizzazione e la gestione dei membri.

Per gli stessi motivi di fondo e per garantire maggiore coerenza, si è reso necessario eliminare anche i blocchi *Channels* e *Customer Segments*.

- *Flussi di Ricavi e Struttura dei Costi*: Questi due blocchi conservano la loro funzione e il loro posizionamento tradizionale, essendo essenziali per valutare la sostenibilità economica del progetto.

La finalità sociale delle CER è stata più volte evidenziata, però è pur vero che le comunità operano anche come entità economiche che richiedono investimenti iniziali importanti (impianti di produzione energetica a fonte rinnovabile) e relativi costi operativi. Pertanto, l'analisi dei flussi di ricavi e della struttura dei costi sono spesso i primi elementi oggetto di valutazione, soprattutto dagli stakeholders interessati ai tempi di ritorno dell'investimento e da possibili nuovi membri e/o investitori.

L'analisi dei Revenue Streams, in particolare, non sarà statica. Il modello di business di una CER, infatti, è destinato a evolvere e quindi questo blocco diventa cruciale per analizzare le variazioni dei ricavi nel tempo. Si partirà dall'iniziale dipendenza dagli incentivi fino alla vendita di servizi a valore aggiunto, come la ricarica per veicoli elettrici e servizi di flessibilità alla rete.

- *Criteri di Ripartizione*: Rappresenta il nodo cruciale dell'*I&O CER Model Canvas*, infatti è stato dotato di una forma geometrica diversa rispetto agli altri blocchi. La sua posizione centrale e la sua forma circolare che "abbraccia" gli altri blocchi non sono casuali, dimostrano che i criteri di ripartizione sono il meccanismo che influenza buona parte dell'ecosistema di una comunità energetica. Ogni interazione è giustificata come segue:

- Interazione con *Relazione con i Membri*: La relazione con i membri è profondamente influenzata dai criteri scelti. Un sistema di ripartizione percepito iniquo, non trasparente e poco remunerativo può portare al malcontento, mancanza di coesione (attributo fondamentale) e quindi all'abbandono della comunità da parte dei membri.
- Interazione con *Flussi di Ricavi e Struttura dei Costi*: I criteri di ripartizione sono l'algoritmo che traduce i flussi di ricavo della comunità in benefici economici concreti e diretti per i singoli membri. La loro definizione inficia direttamente la distribuzione dei guadagni e, di conseguenza, i tempi di ritorno per chi ha investito.

Allo stesso modo, gli stessi criteri possono anche essere usati per stabilire come i costi di gestione e manutenzione debbano essere allocati tra i membri.

- Interazione con *Attività Chiave di Gestione*: Dalla scelta dei criteri dipenderà una delle più importanti fasi di gestione. Bisognerà implementare procedure amministrative, esecutive e di monitoraggio per calcolare e distribuire correttamente i benefici tra i membri, garantendo trasparenza e tracciabilità.

La definizione dei criteri di ripartizione richiede necessariamente un'analisi "a imbuto", che procede dal generale allo specifico. Se gli altri blocchi del modello di business possono essere discussi in un contesto europeo, per l'analisi relativa alla distribuzione dei benefici economici bisogna calarsi in uno specifico contesto, quello della normativa italiana.

A prescindere dalla politica di ripartizione, l'obiettivo tecnico primario di ogni CER "italiana" è massimizzare la quantità di energia condivisa. Questa variabile costituisce la base di calcolo dell'incentivo e rappresenta il beneficio economico totale ("la torta") che la comunità può generare e successivamente distribuire. Una volta massimizzata la "torta", la comunità deve decidere come suddividerla. Questa scelta deve essere allineata alla Value Proposition. Sarà necessario trovare un *trade-off* tra i criteri, al fine di accontentare le diverse dimensioni della sostenibilità. A titolo di esempio, premiando gli investitori la CER si orienterebbe più verso la sostenibilità economica, premiando i membri vulnerabili verso la sostenibilità sociale, premiando i *consumer* virtuosi si orienterebbe maggiormente al raggiungimento della sostenibilità energetica.

5.2 Riempimento dei blocchi della tela

Una volta definita la nuova architettura di base dell'I&O CER Model Canvas, si procederà a illustrarne la fase di riempimento. La sezione successiva descriverà i contenuti proposti in ciascun blocco, focalizzandone le correlazioni e le motivazioni. Si procederà, pertanto, a un'analisi di alto livello, per poi scendere nel dettaglio del blocco relativo ai criteri di ripartizione.

In Figura 5.2 viene illustrato il template del *I&O CER Model Canvas* riempito con gli elementi cruciali che secondo questo elaborato sono pertinenti e necessari ad essere evidenziati, nell'ottica di supportare chi si approccia all'implementazione e la gestione di comunità energetiche rinnovabili.

Al fine di fornire un supporto metodologico robusto ai destinatari dello strumento, per alcuni elementi verrà proposto un *Key Performance Indicator* (KPI) di riferimento. L'associazione di tali indicatori avverrà a due livelli: alcuni KPI saranno applicabili all'intero blocco, mentre altri saranno legati a elementi specifici al suo interno (come nel caso della maggior parte delle attività di progettazione). Ogni indicatore avrà l'obiettivo di dimostrare come quel tipo di attività (nel caso del singolo elemento) o analisi (nel caso dell'intero blocco) contribuisce al raggiungimento di una delle tre sostenibilità.

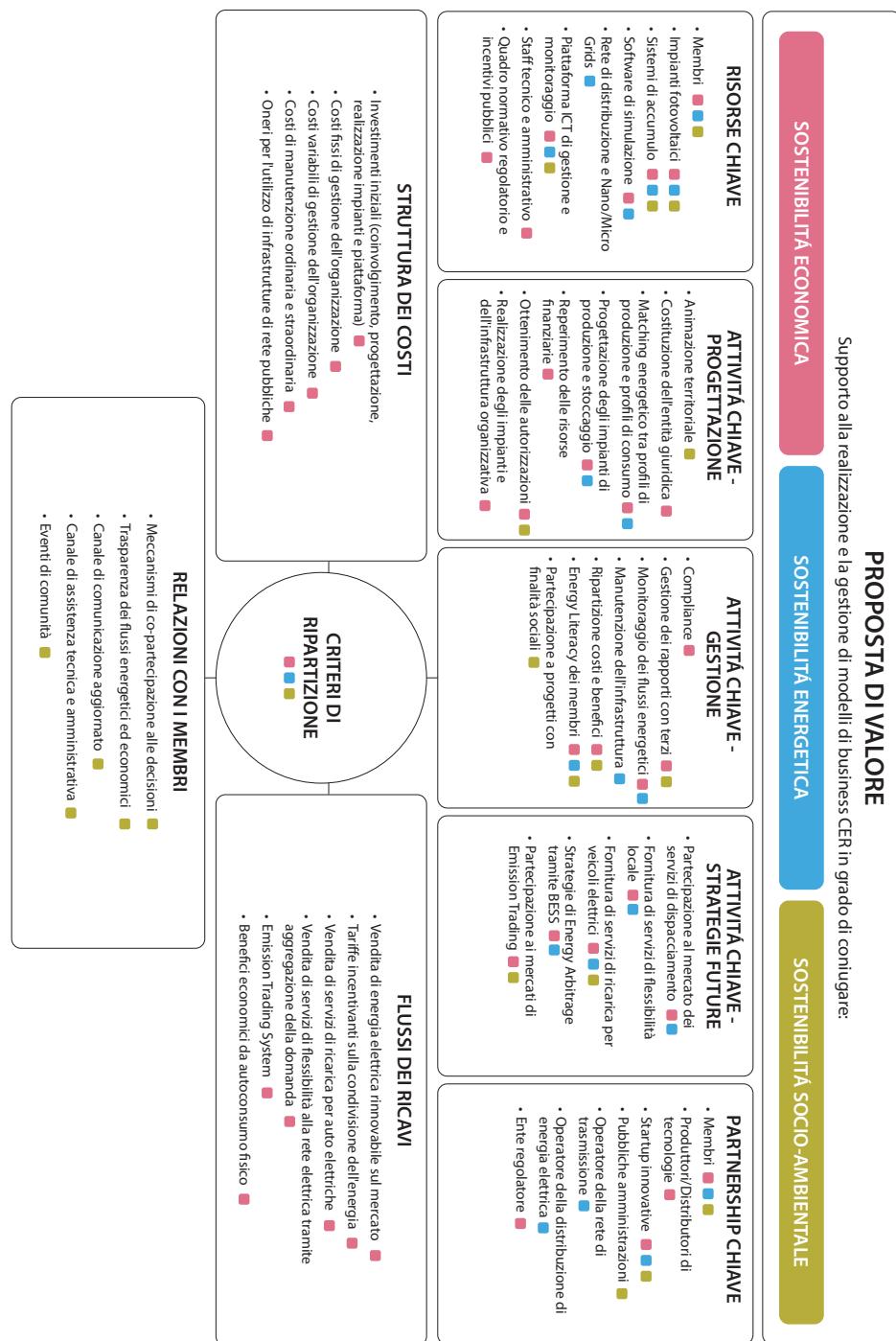


Figura 5.2: Template de *Implementing & Operating CER Model Canvas*. (Fonte [Elaborazione Propria])

La struttura dell'*Implementing & Operating CER Model Canvas* è stata sviluppata per mappare e interconnettere tutti gli elementi chiave che definiscono il modello di business di una CER, evidenziandone al massimo la sua natura multidimensionale. L'analisi della tela partirà dal cuore pulsante: la Proposta di Valore.

5.2.1 La Proposta di Valore

Nel blocco relativo alla Proposta di Valore viene dichiarato l'obiettivo ultimo che si intende raggiungere, ovvero quello di supportare dei possibili promotori alla realizzazione e la gestione di modelli di business CER che coniughino la sostenibilità economica, energetica e socio-ambientale. Non è una dichiarazione d'intenti, ma il fine che si potrà raggiungere solo grazie all'orchestrazione di tutti gli altri elementi della tela.

Al fine di rendere la Proposta di Valore il blocco cardine, ovvero il risultato sinergico di tutte le altre componenti del modello, si è ritenuto utile far comprendere in maniera immediata e facilmente visibile come ogni singola scelta operativa o risorsa impiegata influenzi il raggiungimento del triplice obiettivo, ampiamente discusso nel capitolo 3. Per questo motivo, il canvas proposto adotta un sistema di codifica cromatica: ogni elemento presente nei restanti nove blocchi è associato a uno o a più colori corrispondenti, come segue, ai tre pilastri della sostenibilità.

- Sostenibilità Economica in Rosa;
- Sostenibilità Energetica in Azzurro;
- Sostenibilità Socio-ambientale in Verde.

Questo approccio visivo permette sia di evidenziare le correlazioni in maniera intuitiva, sia di guidare il promotore nelle decisioni. Quindi, il promotore potrà utilizzare il canvas sia per capire a colpo d'occhio come una specifica attività, risorsa o partnership contribuisca a una o più dimensioni della sostenibilità, sia per assicurarsi che il proprio modello sia equilibrato e che non trascuri nessuno dei tre pilastri. Ad esempio, un modello che ha un'eccessiva concentrazione di elementi "verdi" a discapito di quelli "rossi" potrebbe indicare un comunità energetica economicamente valida, che rispetta il ritorno degli investimenti e genera diversi flussi di ricavo, ma che ha un impatto sociale molto basso.

Nei paragrafi successivi verrà fornita una rassegna dei restanti blocchi dell'*Implementing & Operating CER Model Canvas*. In particolare, alcuni elementi dei blocchi, come quello delle Risorse Chiave e delle Partnership Chiave, verranno descritti in correlazione con le Attività Chiave. L'obiettivo non è una trattazione esaustiva di ogni possibile casistica, quanto piuttosto fornire una panoramica ricca di contenuti e spunti operativi. Verranno delineati i possibili elementi costitutivi di ciascun blocco, evidenziandone il ruolo strategico e la correlazione con la proposta di valore attraverso il sistema cromatico precedentemente descritto.

5.2.2 Le Attività Chiave di Progettazione

Il primo sotto-blocco delle Attività Chiave, quello relativo alla progettazione, è il punto di partenza, dove l'idea del progetto di realizzare una comunità di energia prende forma e si struttura. Al suo interno possono essere racchiuse le attività più importanti relative alle fasi preliminari, di design e di effettiva messa in opera. Di seguito le proposte che questo elaborato ritiene meritevoli di attenzione:

- Animazione territoriale (Verde): Una volta che il promotore ha identificato la porzione geografica sulla quale vuole avviare il progetto e ha chiaro il quantitativo e la composizione dei soggetti da aggregare, dovrà necessariamente organizzare delle azioni preliminari volte ad informare e coinvolgere i potenziali membri della comunità. Se l'identificazione della porzione geografica ha una forte dipendenza dal contesto legislativo (vedi il contesto italiano nel quale si possono aggregare membri con POD sottesi alla stessa cabina primaria), il *matching* dei membri ha una forte dipendenza da quelli che sono gli obiettivi della comunità. Se l'obiettivo è l'aggregazione di soli membri residenziali, andranno coinvolti determinati soggetti, se l'obiettivo è invece aggregare utenze di consumo molto diverse (quindi inserendo anche utenze commerciali e industriali) allora andranno coinvolti e ricercati altri soggetti. In ogni caso, a prescindere dalla numerosità e dalla tipologia di membri, va' animata una consapevolezza interna sul funzionamento e i benefici di una comunità di energia, e questo deve essere fatto ancor prima di raccogliere le manifestazioni di interesse. Convegni, webinar, pubblicità, incontri porta a porta, sono sicuramente degli strumenti validi con i quali si possono informare i potenziali membri sulle potenzialità del progetto, in modo da addentrarsi nel tessuto sociale e legittimare la comunità sul territorio interessato. Per questi motivi il colore che identifica questa attività è il Verde.
- Costituzione dell'entità giuridica (Rosa): Una volta raccolte le adesioni e aggregato un nucleo (ampliabile) di membri è necessario dare una forma giuridica alla comunità che le possa permettere di operare legalmente e finanziariamente. Uno degli ostacoli che un soggetto promotore dovrà affrontare è sicuramente quello relativo alla scelta della forma giuridica, poiché da questa dipendono la struttura organizzativa e i modelli operativi. Prima di effettuare questa scelta è necessario porsi le seguenti domande:
 - La forma giuridica è compatibile con la legislazione nazionale sulle comunità di energia?
 - Permette con facilità di raggiungere gli obiettivi (anche di lungo raggio) che la comunità si è posta?
 - È semplice da fondare e gestire in relazione alla complessità del modello di business che si vuole raggiungere?

Nel contesto normativo italiano, ad esempio, alcune forme giuridiche, come le società di capitali, non sono ammesse. Il Gestore dei Servizi Energetici, fornisce

alcuni suggerimenti sulle forme giuridiche che possono essere adottate per la realizzazione di una Comunità Energetica Rinnovabile, come ad esempio Cooperative Sociali, Fondazioni del Terzo Settore, Associazioni Riconosciute e Non Riconosciute, Imprese Sociali e le Società Cooperative del Codice Civile.

La scelta della forma giuridica deve combinare lo snellimento burocratico, la minimizzazione dei vincoli relativi al patrimonio minimo, in relazione agli scopi che si vogliono raggiungere. Una comunità che vuole dedicarsi esclusivamente alla condivisione dell’energia, sia essa fisica o virtuale, dovrà adottare una forma giuridica semplice che non preveda numerosi adempimenti fiscali o amministrativi. Meno adempimenti giuridici la comunità avrà, meno costi operativi dovrà sostenere. Una comunità che, invece, si pone con un’organizzazione più strutturata e volta ad offrire servizi accessori dovrà necessariamente adottare una forma giuridica più complessa. I maggiori costi operativi e di fondazione che ne conseguiranno saranno poi giustificati da ricavi maggiori e diversificati.

Ecco perchè è stato scelto di associare a questa attività il colore Rosa.

- *Matching* energetico tra profili di produzione e profili di consumo (Rosa e Azzurro): Questa attività rappresenta una delle analisi tecnico-economiche più delicate e importanti dell’intera fase di progettazione. È un processo di ottimizzazione strategica che si articola fondamentalmente nei seguenti passaggi:

- Valutazione dei potenziali impianti: Innanzitutto, è cruciale mappare e definire gli spazi e le disponibilità per l’installazione degli impianti a fonte rinnovabile; di conseguenza stimare il potenziale di generazione. La strategia può seguire due percorsi principali: la realizzazione di un unico grande impianto a servizio di tutti i membri oppure la creazione di una rete di impianti diffusi, installati sulle pertinenze dei singoli membri e potenzialmente sovradimensionati per coprire parte dei consumi di chi non possiede un impianto.
- In base alla potenza di generazione stimata, si procede a definire il numero ottimale di membri da aggregare. Questa fase dovrà necessariamente conciliarsi con la fase di animazione territoriale. Questo richiede uno studio attento delle curve di consumo (ottimisticamente su base oraria per un intero anno) dei potenziali membri, in modo da garantire che la domanda energetica sia compatibile con la produzione attesa.

L’obiettivo finale è fa sì che le curve di consumo aggregate della comunità siano il più possibile allineate con le curve di produzione aggregate degli impianti. Questo allineamento è fondamentale ai fini di contribuire al raggiungimento di due sostenibilità:

- Sostenibilità Energetica: Un corretto *matching* energetico evita di immettere in rete potenze in eccesso che potrebbero causare problemi di saturazione, o

di realizzare impianti sottodimensionati, che vanificherebbero gli obiettivi intrinseci di indipendenza energetica del progetto. Ecco perchè è stato associato il colore Azzurro.

- Sostenibilità Economica: In contesti normativi come quello italiano, dove le comunità sono protagoniste di meccanismi incentivanti basati sull’energia condivisa virtualmente, la massimizzazione della contemporaneità tra produzione e consumo si traduce in una massimizzazione dei benefici economici. Se gli impianti installati sono fotovoltaici, aggregare membri con profili di consumo prevalentemente diurni è essenziale per garantire che tutta l’energia prodotta e immessa in rete venga condivisa. Contrariamente, includere utenze con consumi prettamente serali potrebbe inficiare negativamente la sostenibilità economica del progetto.

Per supportare i promotori in questa complessa attività di bilanciamento si pongono due utili KPI, già incontrati nello studio della letteratura: l’indice di Autoconsumo (*Self-Consumption Index* SCI) e l’indice di Autosufficienza (*Self-Sufficiency Index* - SSI).

Considerando una comunità con m membri e i impianti fotovoltaici, l’indice SCI è definito come segue:

$$SCI\% = \frac{\sum_{n=1}^m E_{AU}(m) + E_{SH}}{\sum_{j=1}^i P_{PV}(i)} \times 100$$

dove:

- E_{AU} è l’energia autoconsumata fisicamente da ogni singolo membro che possiede un impianto fotovoltaico;
- E_{SH} è l’energia condivisa, ovvero il minimo tra l’energia immessa dagli impianti e l’energia prelevata dalla rete dai membri;
- P_{PV} è l’energia prodotta da ogni singolo impianto fotovoltaico.

È chiaro che, ognuna delle tre misure di cui sopra, deve essere considerata nel medesimo lasso di tempo. Nel caso ideale, $SCI\% = 100\%$, risulta che la somma dell’energia autoconsumata fisicamente dagli utenti *prosumer* (se vi sono) e l’energia condivisa tra i membri della CER è uguale all’energia prodotta da tutti gli impianti. Ciò identifica una situazione in cui, al netto dell’autoconsumo delle utenze connesse agli impianti, tutta l’energia immessa in rete per la condivisione viene effettivamente condivisa. Quindi, per il contesto italiano, l’indice SCI, seppur un indicatore di natura energetica, può fornire anche delle valutazioni economiche.

L’indice SSI è, invece, definito come segue:

$$SSI\% = \frac{\sum_{n=1}^m E_{AU}(m) + E_{SH}}{E_D} \times 100$$

dove:

- E_D è la domanda energetica dell’intera comunità nell’intervallo di tempo considerato.

Nel caso ideale in cui risulta $SSI\% = 100\%$ si ha che tutta l’energia autoconsumata e condivisa è tale da coprire il fabbisogno di tutte le utenze. Ciò vorrebbe dire che i consumi della comunità sono esattamente soddisfatti dalla generazione degli impianti a fonte rinnovabili. Ovvero che gli impianti sono stati perfettamente dimensionati e che sono stati aggregati profili di consumo perfettamente complementari. Nel caso di un indice SSI basso, la domanda di elettricità verrà probabilmente soddisfatta dall’energia prelevata dalla rete elettrica nazionale, la cui produzione può comprendere anche fonti fossili. Contrariamente all’SCI, l’SSI è un indice prettamente energetico. In ogni caso, entrambi gli indicatori possono essere indistintamente utilizzati in scenari di condivisione energetica fisica e virtuale.

- Progettazione degli impianti di produzione e stoccaggio (Rosa e Azzurro): A valle dell’analisi di *matching*, si passa alla progettazione tecnica degli impianti. Questa fase definisce:
 - Consolidamento del dimensionamento degli impianti;
 - Consolidamento della scelta dei siti di installazione;
 - Scelta della tecnologia di produzione a fonte rinnovabile.

Quest’ultima attività, in particolare, oltre agli aspetti puramente ingegneristici, deve essere guidata da un’attenta valutazione economica. A tal fine, un indicatore fondamentale che si può proporre a supporto è il *Levelized Cost of Energy* (LCOE), anch’esso già incontrato in letteratura. Questo KPI è comunemente utilizzato come parametro di riferimento per confrontare il costo di diverse tecnologie di generazione. Per definire il *Levelized Cost of Energy* si può utilizzare la formulazione dell’Agenzia Internazionale dell’energia (IEA – *International Energy Agency*):

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

dove:

- I_t =Spese d’investimento nell’anno t
- M_t =Spese operative e di manutenzione nell’anno t
- F_t =Spese di combustibile nell’anno t
- E_t =Generazione di elettricità nell’anno t
- r =Tasso di sconto
- n =Vita operativa del sistema di generazione

Considerando le comunità energetiche rinnovabili e le tecnologie in esse tipicamente impiegate (fotovoltaico o eolico), si ha che il parametro F_t è nullo. Questo non rende l'indicatore meno rilevante, al contrario rimane uno strumento valido sia per valutare quale fonte rinnovabile è più economica, sia, una volta individuata la fonte adatta, di confrontare diverse configurazioni per la stessa tecnologia (ad esempio valutando l'installazione di sistemi di accumulo). Proprio i sistemi di accumulo, come si constaterà nella descrizione del blocco relativo alle Risorse Chiave, possono avere un impatto molto positivo, soprattutto sugli indicatori SSI ed SCI.

In ogni caso, l'output dell'LCOE è un valore misurato £/KWh ed è auspicabile sia il più piccolo possibile. Minimizzare l'LCOE significherebbe, dal punto di vista economico, che la CER può generare energia ad un costo molto competitivo; dal punto di vista energetico, la scelta di una tecnologia efficiente e performante (dipendenza inversamente proporzionale all'energia prodotta) contribuisce positivamente agli obiettivi di autosufficienza della comunità. Ecco perchè all'elemento di progettazione degli impianti sono associati i colori Rosa e Azzurro dell'*I&O CER Model Canvas*.

- Reperimento delle risorse finanziarie (Rosa): Questa attività consiste nell'assicurare il capitale necessario per coprire gli investimenti iniziali. Le fonti possono derivare da capitale proprio dei membri, finanziamenti bancari, sponsorizzazioni, donazioni e, soprattutto, dall'accesso a fondi pubblici o bandi specifici. Quest'ultima fonte assume particolare rilevanza soprattutto nei contesti legislativi che si stanno accingendo ad introdurre lo strumento delle comunità energetiche. In questi scenari vi è una forte probabilità che vengano promossi strumenti di incentivazione volti a facilitare la realizzazione degli investimenti iniziali. Il contesto italiano ne è un esempio lampante, dove vengono rimborsate il 40% delle spese ammissibili tramite lo sfruttamento dei fondi PNRR (come illustrato nel Capitolo 1).

In questa fase, fattori che fanno la differenza sono le competenze e le capacità di navigare nei bandi e comprendere i meccanismi ai fini di sfruttare al massimo le risorse messe a disposizione dagli enti pubblici.

Esiste inoltre una forte dipendenza tra questa attività e i Criteri di Ripartizione dei benefici. La definizione del modello di finanziamento e quella del modello di ripartizione devono necessariamente procedere in parallelo, in quanto gli investitori investiranno solo se i piani di rientro, che dipendono a loro volta dalla distribuzione dei ricavi pro-capite, sono solidi.

- Ottenimento delle autorizzazioni (Rosa e Verde): Questa fase potrebbe essere percepita come un solo onere burocratico, ma in realtà dovrebbe essere particolarmente attenzionata perchè potrebbe impattare su più dimensioni:

- Sostenibilità Economica (Rosa): Iter autorizzativi lunghi e incerti si traducono in maggiori costi di progettazione, finanziari e ritardi nei ricavi. Ci saranno dei tempi che dipenderanno esclusivamente dagli enti preposti e non potranno essere compressi, altri invece potranno essere ridotti coinvolgendo persone con le giuste competenze.

- Sostenibilità Socio-Ambientale (Verde): Il processo autorizzativo porta il progetto a confrontarsi formalmente con le normative a tutela dell’ambiente e del territorio. Nel contesto europeo, ad esempio, alcuni incentivi a favore delle CER nascono da finanziamenti del PNRR, i quali vengono erogati a patto che il principio *"Do No Significant Harm"* (DNSH), ovvero "non arrecare un danno significativo all’ambiente", venga rispettato. Nei progetti, infatti, si deve dimostrare di non produrre effetti negativi sul clima, sulla biodiversità e sull’inquinamento. Rispettare il principio DNSH non è solo un requisito per accedere ai fondi pubblici, ma certifica l’impegno della CER verso una sostenibilità ambientale autentica.
- Realizzazione degli impianti e dell’infrastruttura organizzativa (Rosa): Questa attività comprende l’installazione fisica degli impianti e la messa in opera degli strumenti gestionali (es. software di monitoraggio), quindi è il momento in cui il progetto si materializza. L’analisi di questa attività, però, deve andare oltre la semplice esecuzione. La scelta dei materiali da utilizzare, soprattutto riguardanti il fotovoltaico (moduli, inverter, batterie), deve essere guidata più che da un approccio guidato dalla minimizzazione del prezzo, da un approccio basato sulla minimizzazione del *Total Cost of Ownership* (TCO), definito come segue:

$$TCO = PrezzoAcquisto + CostiNascosti$$

dove per Costi Nascosti si intende la somma dei costi relativi alle manutenzioni, ai fermi macchina, al supporto tecnico e ai relativi ricavi persi dovuti ai blocchi della produzione.

Componenti di brand riconosciuti, pur avendo un costo iniziale più elevato, garantiscono maggiore efficienza, affidabilità e minori costi nascosti nel tempo. Questo si traduce in una maggiore produzione energetica e in una riduzione dei fermi impianto, fattori che impattano direttamente sulla sostenibilità economica della CER.

5.2.3 Le Attività Chiave di Gestione

Il secondo sotto-blocco delle Attività Chiave, quello relativo alla gestione, che comprende le operazioni necessarie al funzionamento quotidiano della CER. Queste attività ricorrenti, che dovranno perdurare per l’intera vita della comunità, ne rappresentano il suo centro nevralgico. Si descrivono di seguito le proposte che si ritengono cruciali per una gestione efficace:

- *Compliance* (Rosa): Nel contesto delle comunità di energia, l’attività di *Compliance* (conformità normativa) non rappresenta un semplice onere burocratico, ma anche una funzione strategica. Le CER operano in un settore che è fortemente regolamentato, pertanto eventuali inadempienze normative possono compromettere sanzioni o la revoca degli incentivi statali, che in alcuni contesti rappresentano la principale fonte di guadagno. Parallelamente, in maniera proattiva, attenzionare

gli aggiornamenti normativi potrebbe permettere di arrivare per primi a cogliere determinate opportunità. Per questi motivi, l'impatto principale dell'attività di *compliance* volge sulla sostenibilità economica del progetto.

Il contesto normativo italiano, ad esempio, caratterizzato dall'intervento di più enti pubblici (Ministero, ARERA, GSE ecc.), è reso particolarmente complesso. Questa complessità rende necessario un monitoraggio costante, in modo da garantire di operare nel pieno rispetto della legalità. Allo stesso tempo, ci possono essere degli aggiornamenti normativi volti a introdurre nuove forme di incentivazione o la possibilità di erogare nuovi servizi; sfruttare velocemente queste occasioni garantirebbe alla comunità di diversificare e massimizzare i propri guadagni.

- Gestione dei Rapporti con Terzi (Rosa e Verde): Come si descriverà meglio nel blocco relativo alle Partnership Chiave, una comunità energetica non è un'entità isolata, ma un sistema multidimensionale che interagisce con una moltitudine di oggetti. Per soggetti "terzi" si possono intendere gli stessi membri della comunità, gli enti regolatori, i fornitori, i partner tecnici e le banche.

L'impatto di questa attività è duplice:

- Sostenibilità Economica (Rosa): saper gestire la comunicazione con gli enti regolatori permette di incassare gli incentivi con regolarità e senza intoppi; negoziare con fornitori e partner tecnici (come gli installatori) affidabili permette di negoziare contratti vantaggiosi; avere una buona reputazione con le banche facilita l'accesso al credito e ai finanziamenti.
- Sostenibilità Socio-Ambientale (Verde): gestire i rapporti con i membri, come si vedrà nel dettaglio nel blocco relativo, è fondamentale dal punto di vista sociale per assicurare al progetto la funzione comunitaria per la quale nasce; collaborare con partner che dimostrano un impegno etico e ambientale amplifica l'impatto positivo del progetto; così come relazionarsi con la Pubblica Amministrazione, come i Comuni, può portare al loro coinvolgimento, e quindi al coinvolgimento attivo dell'intero tessuto territoriale che rappresentano, sulla transizione ecologica.
- Monitoraggio dei flussi energetici (Rosa e Azzurro): Detenere un cruscotto che permette di verificare in tempo reale le performance energetiche della comunità è fondamentale per gestire al meglio l'intero sistema. Per realizzare questo obiettivo, la comunità deve necessariamente dotarsi di risorse ad hoc, le quali verranno descritte nel blocco di pertinenza. In ogni caso, il monitoraggio deve permettere di:
 - Valutare se gli impianti stanno producendo come previsto: se la produzione degli impianti si discosta troppo dal valore atteso, questo potrebbe essere un primo campanello d'allarme per un intervento di manutenzione;
 - Valutare se i consumi dei membri sono in linea con le previsioni: sulla base dell'attività di *matching* energetico svolta, bisogna monitorare che i dati di

consumo reali non si discostino troppo dai profili di carico previsti, sia in termini di quantità che di distribuzione oraria. Grandi variazioni, infatti, potrebbero ridurre la quota di energia condivisa e quindi di benefici.

Il monitoraggio di queste due grandezze permette di calcolare in tempo reale i KPI SCI e SSI, già proposti nella fase di *matching*, e verificare se la comunità sta raggiungendo gli obiettivi prefissati. L'impatto di questa attività è duplice: diretto sulla sostenibilità energetica in quanto garantisce un pronto intervento in caso di inefficienza dell'infrastruttura, indiretto ma estremamente rilevante sul fronte economico. Se la comunità è sottoposta ad un meccanismo incentivante, infatti, sarà importante monitorare le variabili energetiche oggetto di incentivazione e intraprendere azioni correttive per riportare le performance economiche in linea con gli obiettivi del *business plan*. Inoltre, avere uno storico di dati, generati da dispositivi interni alla comunità, permette di effettuare una verifica incrociata con i dati ufficiali forniti dall'ente regolatore (ad esempio il GSE in Italia) e di contestare eventuali discrepanze.

- Manutenzione dell'infrastruttura (Azzurro): La manutenzione garantisce la salute e l'efficienza degli asset produttivi della CER, come gli impianti di produzione e gli eventuali sistemi di accumulo. Ma non solo, considerando una comunità in cui l'energia viene condivisa fisicamente potrebbe essere necessario manutenere anche la rete di distribuzione e le relative cabine. Per questo motivo, il principale impatto è energetico. Si possono distinguere tra due tipi di intervento:
 - Manutenzione Straordinaria: la quale può potenzialmente derivare dall'attività di monitoraggio precedentemente citata, viene rilevata un'anomalia e si rende necessario un intervento per ripristinare il corretto funzionamento;
 - Manutenzione Ordinaria: quella più ricorrente, che invece va' necessariamente programmata indipendentemente dai guasti, proprio perché il suo obiettivo è prevenirli. Considerando gli impianti fotovoltaici, attività di manutenzione ordinarie possono essere la pulizia dei pannelli, il controllo del serraggio delle strutture di supporto, la verifica delle connessioni elettriche e il controllo degli inverter.
- Ripartizione costi e benefici (Rosa e Verde): Questa attività, e in particolare i suoi criteri, godranno di un approfondimento nella prossima sezione, in quanto, come è già stato anticipato nella rimodellazione del canvas, rischia di essere sottovalutata nonostante impatti su diverse dimensioni.

Nella maggior parte dei contesti le comunità di energia operano come soggetti autonomi e pertanto diretti responsabili dei costi operativi ma anche diretti beneficiari dei ricavi economici. Se la copertura dei costi è un'operazione che può essere facilmente gestita allocando, ad esempio, una parte dei ricavi, la ripartizione dei benefici è un processo più delicato e rappresenta l'attività di gestione principale di una CER, in quanto permette di mantenere ben solidi diversi equilibri.

A prescindere dal criterio di ripartizione selezionato, l'attività di ripartizione impatta direttamente sulla sostenibilità economica del progetto non solo perché si stanno gestendo le risorse finanziarie della comunità, ma anche perché nel farlo bisognerà garantire la giusta remunerazione del capitale investito e la soddisfazione di tutti i membri. Da qui si collega anche l'impatto sociale, più complesso da regolare rispetto al modello matematico. Il criterio di ripartizione dovrà essere sì percepito come equo da tutti i partecipanti, ma la stessa attività di ripartizione dovrà essere svolta garantendo trasparenza, fiducia e lealtà.

Per raggiungere questi scopi la comunità dovrà necessariamente dotarsi di strumenti informatici e informativi adeguati.

- *Energy Literacy* dei membri (Rosa, Azzurro e Verde): L'alfabetizzazione energetica (*Energy Literacy*) non è solo la comprensione dei meccanismi energetici, ma rappresenta la capacità di un individuo di utilizzare attivamente questa comprensione per adeguare i suoi comportamenti di consumo in modo consapevole e virtuoso. Una comunità energetica dovrebbe, nelle sue fasi di gestione, predisporre strumenti e attività volte a formare i propri membri riguardo questi aspetti. Queste operazioni, infatti, possono sicuramente portare al miglioramento delle performance della comunità. A titolo di esempio si potrebbe:
 - Organizzare incontri periodici (webinar e seminari) invitando esperti a spiegare concetti base come la lettura delle bollette e il relativo impatto degli elettrodomestici, come funzionano i meccanismi della comunità e quali comportamenti di consumo adottare per massimizzare i benefici singoli e complessivi;
 - Creare semplici guide cartacee o video informativi mensili che possano fornire ai membri dei "consigli energetici" in dipendenza della stagione e dell'andamento dei prezzi dell'energia;
 - Organizzare visite agli impianti di produzione per spiegare in modo tangibile il loro funzionamento e aiutare a comprenderne il valore;
 - Integrare nelle piattaforme di gestione e nelle relative app che i membri possono scaricare, notifiche che rimandano a dei consigli personalizzati in base al comportamento energetico di ciascun membro. Ad esempio, se vi è un picco di produzione solare si potrebbe inviare ai membri una notifica che li invita ad accendere gli elettrodomestici.

Integrare processi di alfabetizzazione energetica dei membri della comunità ha un impatto positivo su tutte e 3 le sostenibilità.

- Sostenibilità Socio-Ambientale: in quanto si responsabilizzano i membri e gli si trasmettono nuove competenze;
- Sostenibilità Energetica: in quanto si cerca di adeguare i comportamenti di consumo e di conseguenza migliorare l'efficienza dei flussi energetici;

- Sostenibilità Economica: migliorando le performance energetiche, si migliorano gli indici di autoconsumo e la condivisione energetica, di conseguenza anche i benefici economici.
- Partecipazione a progetti con finalità sociali (Verde): L’impatto di questa attività è in senso stretto volta a migliorare la sostenibilità sociale del progetto. Ciò che distingue le CER da una qualsiasi impresa a scopo di lucro è la capacità di generare in via principale benefici sociali piuttosto che profitti finanziari. Destinare una parte dei ricavi a progetti con ricadute sociali non rappresenta per la comunità solo una scelta etica, ma anche un requisito strutturale del modello di business. In alcuni contesti normativi, come quello italiano, si è visto come questo principio è ancora più esplicito e obbligatorio (vengono anche fissate determinate soglie da rispettare). I progetti in questione non devono necessariamente riguardare i membri, anzi, nascono proprio per coinvolgere i soggetti al di fuori della comunità. A dimostrazione che le CER agiscono da strumenti di sviluppo locale si potrebbe destinare questi fondi a progetti educativi nelle scuole, alla creazione di spazi verdi o all’organizzazione di eventi pubblici.

5.2.4 Le Attività Chiave per le Strategie Future

L’ultimo sotto-blocco delle Attività Chiave è dedicato alle Strategie Future. Questo blocco, anche se posizionato in ordine cronologico come ultima fase, deve essere concepito dinamicamente. Già nella fase di progettazione e design, infatti, è fondamentale avere una visione chiara degli obiettivi che la CER vuole raggiungere a medio-lungo termine, poiché le scelte di oggi permettono di abilitare facilmente l’accesso a future diversificazioni di business. Inoltre, è importante sottolineare che la capacità di implementare queste strategie dipende fortemente dal livello di maturità del quadro normativo nazionale. In alcuni paesi europei, le CER sono già soggetti pienamente riconosciuti sui mercati energetici. In altri contesti, come quello italiano attuale, il modello è ancora principalmente incentrato sulla condivisione virtuale dell’energia e sui relativi meccanismi di incentivazione. Qui ritorna l’importanza dell’attività di *compliance* della fase di gestione, nella quale si attenziona l’evoluzione delle normative (come l’ampliamento dei servizi che una CER può offrire) e cogliere prontamente le relative opportunità. Pertanto, la dinamicità non è da considerare solo nella lungimiranza della fase iniziale (prevedere dove si vuole arrivare) ma anche *in itinere*, in quanto la comunità deve strutturarsi per essere pronta e resiliente ai cambiamenti che, come preannunciato dalle direttive europee, certamente arriveranno.

Le attività che seguono rappresentano quindi delle possibili espansioni del modello di business di base (condivisione dell’energia), strategie che una CER può ambire a implementare per massimizzare il valore generato. Per loro stessa natura, tutte queste strategie hanno un duplice impatto: mirano a generare nuovi flussi di ricavo, incidendo

sulla sostenibilità economica (Rosa), e lo fanno valorizzando gli asset energetici della comunità (produzione, accumulo, aggregazione dei membri), contribuendo alla sostenibilità energetica (Azzurro) del sistema.

- Partecipazione al mercato dei servizi di dispacciamento (Rosa e Azzurro): Il Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD) è lo strumento attraverso il quale il *Transmission System Operator* (TSO o Gestore di Rete) mira a garantire la sicurezza del sistema elettrico e la qualità del servizio. Affinché ci sia efficienza nella rete la frequenza deve rimanere sui 50 Hz, quindi le immissioni e i prelievi di energia elettrica devono essere sempre bilanciati, istante per istante. In un contesto in cui la domanda elettrica è variabile e le immissioni in rete non sono prevedibili (fonti rinnovabili) gli sbilanciamenti sono molto frequenti.

Chi partecipa a questo tipi di mercati può avere la possibilità di vendere al gestore di rete margini di riserva energetica (positivi e negativi), il quale può attivarli per bilanciare produzioni e prelievi di energia elettrica.

Le comunità energetiche rinnovabili, se ben strutturate, possono offrire la propria flessibilità aggregata per fornire "riserva a salire" (aumentando la produzione o riducendo i consumi) o "riserva a scendere" (riducendo la produzione o aumentando i consumi), venendo remunerate. In questo modo, la CER diventa un attore che contribuisce attivamente alla stabilità del sistema energetico nazionale (sostenibilità energetica), e che diversifica le sue fonti di guadagno (sostenibilità economica).

- Fornitura di servizi di flessibilità locale (Rosa e Azzurro): È un'attività molto simile alla precedente, ma offerta sulla scala del *Distribution System Operator* (DSO). Come avviene per la rete di trasmissione, anche la rete di distribuzione, con la diffusione della generazione elettrica distribuita, si ritrova a gestire inefficienze e congestioni. A seconda dei contesti normativi, possono esistere dei mercati nei quali il DSO acquista servizi ancillari da soggetti che agiscono come *Balance Service Provider* (BSP). In Italia, ad esempio, esiste un mercato pilota, chiamato MLF (Mercato Locale della Flessibilità), istituito dal GME (Gestore dei Mercati Energetici), che non prevede ancora la partecipazione delle CER. Però, nei contesti in cui le comunità sono ammesse a partecipare a questo tipo di mercati, possono offrire la propria flessibilità per risolvere queste congestioni, venendo remunerate per il servizio.

Sia per il mercato dei servizi di dispacciamento sia per il mercato dei servizi di flessibilità, il vero punto di forza di una CER risiede nella sua capacità di agire come aggregatore. Mettendo a sistema una moltitudine di profili eterogenei di produzione e consumo, la comunità è in grado di creare un'unica entità virtuale proprietaria di una massa critica energetica "controllabile". Questa possibilità non solo fa raggiungere alla CER le soglie di potenza minime per accedere ai mercati, ma fa ottenere maggiore potere contrattuale all'interno mercati stessi.

- Fornitura di servizi per la ricarica di veicoli elettrici (Rosa, Azzurro e Verde): Le CER possono ampliare il loro modello di business integrando la fornitura di servizi associati alla mobilità elettrica. Questa attività non si limiterebbe alla sola

installazione di punti di ricarica, ma all’ottenimento di un vero e proprio vantaggio strategico. La comunità infatti, non solo guadagnerebbe dalla vendita del servizio di ricarica delle auto elettriche (magari condividendo l’energia dagli impianti e ricavandone un ulteriore incentivo), ma potrebbe utilizzare la ricarica dei veicoli come strumento di flessibilità. La flotta di veicoli può operare come un sistema di accumulo diffuso, assorbendo energia dalla rete nei momenti di surplus e a basso costo, e cedendola tramite il meccanismo *Vehicle-to-Grid* (V2G) per fornire servizi di flessibilità alla rete nei momenti di picco. Questo permetterebbe alla comunità di ottenere un peso aggiuntivo nella sua partecipazione ai mercati descritti nei punti precedenti.

Oltre all’impatto economico ed energetico evidente, questa attività, identificata come strategia futura ma sicuramente implementabile già dall’inizio, ha un enorme impatto positivo sulla sostenibilità sociale del progetto. Offrire punti di ricarica per veicoli elettrici, infatti, non solo fornisce un servizio tangibile ed innovativo al territorio, ma promuove la mobilità sostenibile, rafforzando l’immagine della CER nel tessuto sociale.

- Strategie di Energy Arbitrage tramite BESS (Rosa e Azzurro): Questa strategia porta la comunità a sfruttare in modo intelligente gli eventuali sistemi di accumulo associati agli impianti di produzione. In particolare, i sistemi di accumulo industriali, come le nuove tecnologie a *cabinet* o a *container*, dotati di grandi capacità di stoccaggio, possono essere programmati sulla carica e scarica in modo da massimizzare i profitti economici derivati dalla vendita o dagli incentivi sulla condivisione dell’energia. In primo luogo, si può sfruttare la strategia di arbitraggio classico, acquistando e immagazzinando energia dalla rete quando i prezzi sono bassi (per esempio di notte) e rivendendola o autoconsumandola quando i prezzi sono alti. In secondo luogo, rilasciare l’energia in rete nelle ore in cui gli impianti non producono ma vi è domanda, permette di aumentare drasticamente il volume di energia condivisa, che è la variabile oggetto di incentivazione in molti contesti normativi.
- Partecipazione ai mercati di Emission Trading (Rosa e Verde): Questa attività, pur rappresentando una visione proposta da questo elaborato poichè non ancora attuata in nessun contesto, potrebbe delineare una potenziale evoluzione di business per le CER.

Come è noto, per accelerare la decarbonizzazione esistono dei mercati per lo scambio delle quote di emissione di gas serra. Il più importante è il sistema europeo EU ETS (*Emissions Trading System*), basato su un principio *”cap and trade”*. Viene fissato un tetto massimo (cap) alle emissioni totali per i settori ad alta intensità energetica. Le aziende all’interno di questo perimetro ricevono un numero limitato di quote di emissione. Chi riesce a ridurre le proprie emissioni può vendere le quote in eccesso a chi, invece, ne ha bisogno per coprire le proprie.

Le CER non nascono come società di capitali, che sono i soggetti tipicamente abilitati a operare in questi mercati. Tuttavia, con la crescente strutturazione di queste

organizzazioni si potrebbe ipotizzare un loro futuro coinvolgimento. Come avviene sui mercati di flessibilità, la CER potrebbe agire da aggregatore e certificare la riduzione complessiva di CO₂ ottenuta grazie ai propri impianti a fonte rinnovabile, e vendere queste "quote" sui relativi mercati. I possibili acquirenti sarebbero imprese che non riescono ancora a raggiungere i propri obiettivi di decarbonizzazione.

L'impatto principale di questa strategia è su due fronti, economico e ambientale, in quanto si rende tangibile e monetizzabile il contributo della CER alla lotta contro il cambiamento climatico. Inoltre, ciò potrebbe portare a lavorare nuove organizzazioni nel revisionare le loro attività e i relativi impatti ambientali.

5.2.5 Le Risorse Chiave

Questo blocco raggruppa gli asset indispensabili per abilitare le attività cruciali individuate nella sezione precedente. Infatti, la sua posizione è, non a caso, di fianco al blocco delle Attività Chiave.

Ogni risorsa non è un semplice strumento, ma ad essa, essendo strettamente correlata a una o più attività, viene associato l'impatto sulla triplice proposta di valore. La loro selezione è pertanto funzionale all'esecuzione delle attività e al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

- **Membri (Rosa, Azzurro e Verde):** Quando si parla di risorse, è più semplice pensare alle tecnologie o alle disponibilità economiche. In realtà, nel contesto delle CER, i membri stessi rappresentano la risorsa più importante.

Il coinvolgimento attivo di persone comuni nei progetti impatta di per sé sul tessuto sociale, soprattutto quando questo avviene con soggetti che non sono nelle condizioni di poter autoconsumare energia pulita.

Parallelamente a questo, se si analizzano piuttosto che i membri in sè, i loro comportamenti, possiamo dimostrare l'esistenza di impatti positivi sugli altri due fronti della sostenibilità. L'aggiustamento del comportamento di consumo è la variabile determinante per il successo del matching energetico e dell'ottimizzazione degli indici di autoconsumo e autosufficienza. Se i consumi dei membri sono simultanei alla produzione, allora l'energia condivisa sarà massima, così come sarà massimo il relativo incentivo economico. Inoltre, i membri, se correttamente motivati, possono essere fonte di capitale e investitori diretti del progetto. Per queste ragioni, come vedremo in seguito, i membri sono considerati nell'*I&O CER Model Canvas* sia una risorsa chiave che un partner strategico.

- **Impianti fotovoltaici (Rosa, Azzurro e Verde):** Questo *canvas* innovativo, sponsorizza il fotovoltaico come principale motore produttivo per le comunità energetiche rinnovabili. Sebbene, tutte le forme di produzione alternativa sono ammissibili nelle comunità, il fotovoltaico può essere considerata la tecnologia predominante grazie alla sua duttilità e ai suoi impatti positivi sulle tre sostenibilità.

- Sostenibilità Economica ed Energetica: Come confermato da numerosi studi di settore e report di agenzie internazionali, il fotovoltaico presenta uno dei più bassi LCOE tra le fonti rinnovabili. Un LCOE basso si traduce in un costo dell'energia più competitivo. Dal punto di vista energetico gli impianti fotovoltaici non solo garantiscono una produzione efficiente, ma anche facilmente prevedibile. La prevedibilità della produzione annua è fondamentale in fase di design della comunità per comprendere la numerosità e la tipologia dei membri da aggregare.
- Sostenibilità Socio-Ambientale: Sicuramente il fotovoltaico, come l'adozione di tutte le fonti rinnovabili, è una manifestazione di impegno verso la decarbonizzazione. La sua flessibilità installativa (su tetti o comunque su zone già edificate) permette anche di minimizzare il consumo di suolo e di favorire la sua accettazione sociale. In più, il fotovoltaico è la tecnologia di produzione più democratica, che favorisce la decentralizzazione della produzione, conferendo ai proprietari degli impianti controllo diretto sulla risorsa energetica e sui relativi benefici.
- Software di simulazione (Rosa e Azzurro): Questi strumenti rappresentano una risorsa intellettuale e tecnologica cruciale, soprattutto in fase di progettazione. Permettono di creare un "modello virtuale" della CER da realizzare per analizzare ex-ante le probabili future performance tecnico-economiche. Simulando la produzione degli impianti (basandosi su dati climatici e specifiche tecniche) e aggregando le curve di consumo dei potenziali membri, questi software consentono di ottimizzare il dimensionamento e la composizione vera e propria della comunità prima di effettuare qualsiasi investimento, minimizzando i rischi.
L'impatto è diretto sulla sostenibilità energetica (massimizzazione di SCI e SSI) e, di conseguenza, su quella economica (massimizzazione dei ricavi attesi).
- Piattaforma ICT di gestione e monitoraggio (Rosa, Azzurro e Verde): Se i software di simulazione sono cruciali per la progettazione, la piattaforma ICT lo diventa durante la fase operativa. Si tratta di una risorsa indispensabile per la gestione quotidiana che risulta impattare su tutte e tre le dimensioni.
 - Sostenibilità Economica: La piattaforma potrebbe automatizzare il complesso processo di calcolo dell'energia condivisa (nei contesti in cui è la variabile incentivata) e la relativa applicazione dei criteri di ripartizione, traducendo i flussi energetici in benefici economici per ciascun membro. Questo può ridurre drasticamente gli oneri amministrativi e i costi di gestione.
 - Sostenibilità Energetica: Monitora in tempo reale i flussi energetici, ovvero, produzione degli impianti, prelievi e immissioni nella rete di ogni singolo membro. Questi dati sono fondamentali per analizzare le performance e possono essere usati per promuovere correzioni comportamentali a livello energetico

tra i membri. Molte piattaforme di gestione per le CER sul mercato, per riuscire ad ottenere questi dati in tempo reale, hanno la necessità di far associare ad ogni POD degli *smart meter*.

- Sostenibilità Socio-Ambientale: Questa risorsa è un potentissimo strumento di trasparenza e coinvolgimento in quanto fornisce ad ogni membro un accesso chiaro e comprensibile ai propri dati e ai benefici ottenuti. La piattaforma rafforza la fiducia e il senso di appartenenza alla comunità, elementi vitali per la relazione con i membri.

In generale, proprio per la complessa multidimensionalità in cui navigano le comunità energetiche, la piattaforma di gestione rappresenta uno strumento indispensabile, anche al fine di avere tracciabilità storica dei dati e un possibile confronto con i dati forniti dal gestore.

- Staff tecnico e amministrativo (Rosa): Proprio la multidimensionalità delle CER richiede un portafoglio di competenze multidisciplinari: tecniche, amministrative, legali e di comunicazione. Queste possono essere ricercate sia in persone interne sia su consulenti e partner esterni. In ogni caso, la presenza di personale competente impatta positivamente sulla sostenibilità economica, in quanto maggiore competenza si traduce in una maggiore efficienza e quindi in una riduzione dei costi. Inoltre, competenze legali e burocratiche permettono un accesso più facilitato a determinati bandi ed incentivi per sfruttare nuove opportunità.
- Quadro normativo regolatorio e incentivi pubblici (Rosa): Questa è una risorsa esterna, che può sembrare scontata ma non lo è. A livello economico, infatti, un quadro normativo chiaro, stabile e favorevole riduce l'incertezza e il rischio per gli investitori. Lacune normative, invece portano a ritardi, errori e conseguenti aumenti di costi. Gli incentivi pubblici (ad esempio le tariffe sull'energia condivisa, piuttosto che contributi a fondo perduto come quelli del PNRR) e regole di accesso chiare, sono spesso gli elementi che rendono il progetto finanziariamente sostenibile e attrattivo.

Molti paesi, invece, che hanno le potenzialità per introdurre in modo efficace lo strumento delle comunità energetiche, sono in ritardo o in difficoltà nella loro implementazione a causa di agende politiche divergenti o a questioni di prioritaria importanza.

- Rete di distribuzione e Nano/Micro Grids (Azzurro): Rappresenta l'infrastruttura fisica che abilita la condivisione energetica. Nel contesto italiano, dove la condivisione è virtuale, la rete di distribuzione pubblica è una risorsa essenziale, utilizzata dalla CER per il trasporto dell'energia. Dalla sua efficienza, dipende l'efficienza del modello.

In altri contesti normativi o in aree geografiche isolate, la comunità potrebbe dover sviluppare una propria rete di distribuzione (micro o nano grid) fisica. Quest'ultima diventerebbe l'asset fondamentale, ma che complica ulteriormente la gestione,

in quanto la sua manutenzione dipenderebbe dalla CER stessa.

In entrambi i casi, è una risorsa prettamente legata alla sostenibilità energetica.

5.2.6 Le Partnership Chiave

Il blocco delle Partnership Chiave identifica gli attori esterni la cui collaborazione risulta strategica al fine di acquisire le risorse necessarie ad eseguire le attività precedentemente elencate. Le partnership, insieme alle risorse, chiudono a "sandwich", sia visivamente che concettualmente, il macro-blocco delle attività chiave.

- **Membri (Rosa, Azzurro e Verde):** Se nell'analisi delle risorse chiave si era analizzato il contributo cruciale che i membri della comunità possono dare, in questo contesto si vuole analizzarli nella loro veste di partner attivi. Il membro, infatti, come vedremo nel blocco relativo alla sua relazione, non è da considerare come un semplice cliente, ma come socio e protagonista del progetto. Esso infatti, presta alla comunità il proprio comportamento di consumo, le proprie superfici e il proprio capitale di rischio. La comunità, in cambio, deve salvaguardare questa fiducia, garantendo impegno nella gestione degli asset ed equità nella distribuzione dei benefici. Si tratta di un rapporto bidirezionale, basato sulla fedeltà e sulla condivisione dei 3 obiettivi principali, che se cessa mette a rischio la sopravvivenza della comunità stessa.
- **Produttori/Distributori di tecnologie (Rosa):** Questa partnership è direttamente legata all'attività di "Realizzazione degli impianti e dell'infrastruttura organizzativa". La scelta non deve essere guidata unicamente dal prezzo di acquisto, ma da una valutazione strategica del "*Total Cost of Ownership*" (TCO), in quanto il prezzo di acquisto più conveniente spesso non è la soluzione ottimale. Un partner affidabile, pertanto, non si limita a fornire un prodotto, ma garantisce componenti ad alta efficienza, durabilità, solide garanzie e un servizio di assistenza post-vendita altamente reattivo. Questo vale sia sulle tecnologie di produzione, sia sui software e piattaforme di cui la comunità deve dotarsi. È quindi necessario considerare anche i "costi nascosti" con l'obiettivo incidere positivamente sulla sostenibilità economica dell'investimento.
- **Startup innovative (Rosa, Azzurro e Verde):** Queste partnership possono fornire le risorse tecnologiche ed intellettuali della CER. Esse, infatti, sono strettamente interconnesse con le risorse chiave "Software di simulazione" e "Piattaforma ICT di gestione e monitoraggio dei flussi energetici". Proprio le startup si stanno affermando come i principali fornitori di servizi di consulenza e di soluzioni tecnologiche per le CER. Questa posizione di mercato deriva dalla loro naturale propensione a esplorare business emergenti, dove possono introdurre soluzioni innovative con maggiore flessibilità ed entusiasmo rispetto ad altri attori. Come già introdotto nell'analisi delle relative risorse, queste partnership abilitano:

- La corretta progettazione attraverso simulazioni (impattano quindi su sostenibilità economica ed energetica);
 - La gestione operativa efficiente, il monitoraggio dei flussi e l'automazione del calcolo e della ripartizione dei benefici (ancora una volta impattano su sostenibilità economica ed energetica);
 - La trasparenza verso i membri, fondamentale per la coesione interna (impatto sociale).
- Pubbliche amministrazioni (Verde): Il coinvolgimento dei comuni, ad esempio, come promotori o membri della CER costituisce una partnership ad altissimo valore, soprattutto per la sostenibilità sociale. Un Comune può, infatti, mettere a disposizione asset pubblici come tetti di scuole, uffici, aree dismesse o confiscate, per l'installazione degli impianti, superando la limitazione degli spazi privati. Inoltre può utilizzare i benefici economici derivanti dalla sua partecipazione per finanziare progetti di welfare o per sostenere direttamente le fasce più deboli della cittadinanza. Coinvolgere la pubblica amministrazione, potrebbe permettere di far assolvere alle comunità l'obbligo (esistente sono in alcuni contesti) di destinare parte dei ricavi a destinazioni "sociali".
 - Operatore della rete di trasmissione e Operatore della distribuzione di energia elettrica (Azzurro): Questa è una partnership tecnica e amministrativa obbligatoria in paesi come l'Italia in cui è necessario passare per la rete elettrica nazionale per attuare una condivisione energetica virtuale. L'operatore di rete di distribuzione e di trasmissione, in Italia rispettivamente Enel e Terna, sono gli attori che gestiscono l'infrastruttura fisica su cui viaggia l'energia. La collaborazione con essi è cruciale perché deve garantire:
 - Gestione dei guasti e continuità operativa, definendo procedure chiare e canali di comunicazione diretti per la segnalazione e la rapida risoluzione;
 - Accesso affidabile ai dati di misura orari, di cui il DSO è l'unico responsabile ufficiale. Questi dati sono il presupposto indispensabile per il calcolo corretto dell'energia condivisa e per la relativa incentivazione.

Sebbene non siano dei partner che si scelgono, la qualità delle relazioni con loro impattano direttamente sulla sostenibilità energetica del modello.

- Enti regolatori (Rosa): Parallelamente all'identificazione del quadro normativo e degli incentivi come risorse chiave, sono sicuramente da identificare come partnership cruciali quelle con gli enti regolatori che li delineano. In Italia, ad esempio, le CER devono relazionarsi con enti come il Ministero competente, l'ARERA e il GSE per ottenere il riconoscimento ufficiale e l'accesso ai meccanismi di incentivazione. Inoltre, questi sono i soggetti verso i quali le comunità devono adempiere agli obblighi previsti per evitare di perdere parte degli incentivi. Conoscere bene i meccanismi di rendicontazione e comunicazione nei loro confronti è fondamentale per evitare di incorrere in spiacevoli sorprese.

5.2.7 La Relazione con i Membri

Come sottolineato nella rimodellazione del canvas, il blocco "Relazione con i Membri" assume un ruolo centrale e sostituisce la tradizionale "Customer Relationship". Il termine "cliente" è, infatti, riduttivo per descrivere il ruolo dei partecipanti a una Comunità Energetica Rinnovabile. Non si tratta più di una semplice transazione commerciale, ma della costruzione di una comunità attiva e partecipe. L'obiettivo non è servire una "clientela", ma coltivare un senso di appartenenza e collaborazione, dove i membri percepiscono la loro centralità nel progetto.

Questa prospettiva ridefinisce le priorità, mettendo al centro il coinvolgimento, la comunicazione, la trasparenza e il supporto. La comunità, dal canto suo, deve mettere in campo delle azioni che permettano di raggiungere questo equilibrio. Come più volte ribadito, le CER sopravvivono solo se sono partecipate dai giusti membri con i giusti comportamenti; per garantirne la partecipazione, bisogna garantirne l'attrattività. Si propongono di seguito cinque elementi chiave, tutti identificati come profondamente impattanti sulla sostenibilità sociale.

- Meccanismi di co-partecipazione alle decisioni: Durante la fase di costituzione dell'entità giuridica, i promotori della CER dovrebbero prevedere dei meccanismi che permettano ai membri di partecipare attivamente al processo decisionale, ad esempio attraverso assemblee, sondaggi, gruppi di lavoro o piattaforme digitali. Pertanto, bisognerà scegliere un soggetto giuridico che permetta di decentralizzare il potere decisionale.
La co-partecipazione, infatti, rafforza il senso di appartenenza e la responsabilità collettiva. Sentirsi parte delle decisioni strategiche aumenta la fiducia nella governance della comunità, previene conflitti e garantisce che le scelte rispecchino i reali bisogni collettivi.
- Trasparenza dei flussi Energetici ed Economici: Rendere i flussi economici ed energetici accessibili e comprensibili a tutti i membri promuove un senso di giustizia e correttezza, assicurando che nessuno si senta svantaggiato e che i benefici siano distribuiti in modo equo. In questo modo si limita la nascita di sospetti di iniquità o di cattiva gestione.
La CER può decidere il modo migliore per far accedere i propri membri ai dati energetici di produzione, consumo, condivisione e ai dati economici come costi, ricavi, incentivi, ma, dotandosi di una piattaforma di gestione efficiente può sicuramente aggiungere queste funzionalità.
- Canale di comunicazione aggiornato: Stabilire un canale di comunicazione diretto, aggiornato e facilmente accessibile è cruciale per mantenere i membri informati e coinvolti. Le possibilità possono essere diverse tra cui newsletter via email, pagine social, gruppi di messaggistica, sezioni dedicate nei siti web; in ogni caso l'obiettivo deve essere quello di mantenere tutti allineati sugli obiettivi, informare sulle novità, sui progressi e sulle opportunità di partecipazione. Nuovamente, si

previene la disinformazione e si rafforza il senso di comunità, evitando di far sentire i membri come utenti passivi di un servizio.

- Canale di assistenza tecnica e amministrativa: Questo elemento ha un collegamento diretto sia con l'attività di realizzazione degli impianti (e quindi con la scelta dei brand tecnologici) sia con le relative risorse umane. Offrire un supporto concreto per risolvere problemi tecnici o per navigare la complessità burocratica è un servizio che impatta fortemente sull'inclusività. In particolare, considerando comunità energetiche molto capillari, dove vi sono diversi impianti fotovoltaici residenziali, diventa essenziale fornire un'assistenza tecnica competente e rapida, in modo da non scoraggiare i membri e salvaguardare i loro investimenti.
- Eventi di comunità: Questo elemento ha una forte correlazione con l'attività di *Energy Literacy* dei membri precedentemente descritta. In ogni caso, oltre a lasciare un'impronta formativa sulle questioni energetiche, gli eventi di gruppo sono essenziali per rafforzare il senso di comunità, in modo da permettere ai membri di conoscersi e creare fiducia reciproca nei progetti, al di fuori del contesto puramente tecnico.

5.2.8 La Struttura dei Costi e i Flussi di Ricavi

I blocchi relativi alla Struttura dei Costi e ai Flussi di Ricavi contengono degli elementi che impattano esclusivamente sulla sostenibilità economica di una Comunità Energetica Rinnovabile. La comprensione e, soprattutto, la previsione di tali elementi sono il presupposto fondamentale per redigere un business plan solido e per valutare la fattibilità del progetto. È vero che le comunità energetiche nascono principalmente per raggiungere scopi ambientali e sociali, ma è pur vero che un qualsiasi progetto che non ha una fattibilità economica positiva non può essere avviato.

Al fine di supportare l'analisi economica che i promotori di CER devono necessariamente svolgere, si raggruppano di seguito le voci di costo principali.

- Investimenti Iniziali: Questa voce raggruppa tutte le spese di capitale necessarie per avviare il progetto e renderlo operativo. Sono tutti quei costi *una tantum* che costituiscono l'esborso iniziale, quello più significativo. Sono direttamente collegati all'esecuzione delle Attività Chiave di Progettazione e all'acquisizione della maggior parte delle Risorse Chiave, infatti includono nello specifico i costi per le attività di coinvolgimento iniziale, l'acquisizione di terreni, l'acquisto dei componenti (moduli, inverter, sistemi di accumulo), i costi di progettazione tecnica, legale e amministrativa per la costituzione dell'entità giuridica e l'ottenimento delle autorizzazioni. Sono inoltre compresi i costi relativi all'installazione fisica degli impianti di produzione e i costi per l'acquisto delle piattaforme ICT di gestione.
- Costi di gestione dell'organizzazione: Rappresentano i costi operativi ricorrenti, necessari per il funzionamento quotidiano dell'entità giuridica che governa la CER. A differenza degli investimenti iniziali, questi costi sono continui e devono essere

coperti dai flussi di ricavi generati.

Come tutti costi di gestione, è necessario distinguere tra spese fisse e spese variabili:

- Costi fissi di gestione: Sono tutte quelle spese che rimangono costanti indipendentemente dai flussi energetici generati e dalla numerosità della CER. Comprendono i salari per lo staff tecnico e amministrativo, le spese per consulenze legali e fiscali, i costi assicurativi, le spese per l'affitto di eventuali sedi o uffici, gli oneri bancari e, più in generale, tutte quelle spese di segreteria che servono a mantenere attiva la struttura della comunità.
- Costi variabili di gestione: Viceversa, sono quelle spese che fluttuano in funzione della mole di energia prodotta e/o condivisa della numerosità dei membri e degli impianti. Possono includere, ad esempio, i costi per il monitoraggio dei flussi, le commissioni per servizi di trading energetico (nel caso in cui la CER partecipi ai mercati), o vari costi aggiuntivi per l'elaborazione dei dati, la ripartizione dei benefici e l'acquisto di eventuali licenze per l'utilizzo dei portali.
- Costi di manutenzione ordinaria e straordinaria: Questa categoria di costi è vitale per garantire l'efficienza, la sicurezza e la longevità degli impianti di produzione e gli eventuali sistemi di accumulo. Considerando la tecnologia fotovoltaica, si possono menzionare come attività di manutenzione ordinaria (le quali rientrano tra le spese fisse di gestione) quelle di pianificazione e di prevenzione, come il lavaggio dei pannelli, il periodico controllo e monitoraggio degli inverter e le verifiche di funzionamento dei sistemi di accumulo. La manutenzione straordinaria, a differenza della precedente, fa riferimento a quegli interventi non pianificati che si rendono necessari per riparare guasti o sostituire componenti difettosi. Nel caso degli impianti fotovoltaici, gran parte degli interventi di manutenzione straordinaria riguardano gli inverter. Essendo il cuore del sistema, questo dispositivo è particolarmente sensibile e va spesso in errore, in quanto riesce a segnalare anomalie provenienti da ogni componente. Per questo motivo, è strategico investire in prodotti di alta qualità (in linea con il principio del Total Cost of Ownership) che permettano il monitoraggio e la gestione da remoto. Questo consente diagnosi rapide e, spesso, risoluzioni immediate senza la necessità di un intervento sul posto. Allo stesso modo, avere a disposizione tecnici installatori competenti è cruciale per minimizzare i tempi di fermo impianto e garantire, quindi, la continuità dei ricavi.
- Oneri per l'utilizzo di infrastrutture di rete pubbliche: Il rapporto della comunità energetica con la rete di distribuzione pubblica può generare dei costi associati che variano in base al modello normativo adottato.
Nei modelli di condivisione virtuale, come quello vigente in Italia, lo scambio di energia è un processo contabile e non fisico. I membri della comunità non pagano una tariffa specifica per il "trasporto" dell'energia condivisa. Tuttavia, ogni utente mantiene il proprio POD e continua a sostenere i costi fissi presenti in bolletta, inclusi gli oneri per il trasporto e la gestione del contatore. Pertanto, nel bilancio

della comunità, questi non rappresentano un nuovo costo, ma un onere esistente che non viene eliminato dalla condivisione. Quest'ultimo aspetto è molto importante che sia chiaro ai membri.

In altri contesti normativi, dove è permessa la condivisione fisica, potrebbero invece essere previsti dei costi diretti. In questi casi, l'operatore di rete (DSO) potrebbe addebitare alla comunità delle tariffe specifiche per l'utilizzo effettivo della rete per il transito di energia tra i membri e i calcoli dei vari dati.

In ogni caso, per una valutazione economica accurata, bisognerebbe analizzare il quadro regolatorio di riferimento per quantificare correttamente tutti i costi legati alla rete, siano essi pagati individualmente dai membri o direttamente dalla comunità.

Il blocco dei Flussi di Ricavo, invece, mappa tutte le potenziali fonti di entrata economica della CER. I ricavi sono considerati più interessanti dei costi perché la loro continuità determina la capacità della CER non solo di coprire questi ultimi, ma anche di generare un surplus che, oltre a essere soddisfacente per tutti i membri, garantisca la sostenibilità finanziaria nel lungo periodo con un occhio di riguardo agli sviluppi futuri.

- Vendita di energia elettrica rinnovabile: Non tutta l'energia prodotta dagli impianti della comunità viene autoconsumata istantaneamente dai membri, una parte dell'energia inutilizzata viene immessa nella rete di distribuzione per essere condivisa fisicamente o virtualmente tra i membri. A prescindere che venga successivamente incentivata per la condivisione, questa energia immessa viene sempre riqualificata e venduta all'interno del mercato elettrico. In Italia, la condivisione dell'energia è virtuale, quindi tutta l'energia immessa in rete dagli impianti della comunità viene valorizzata al Prezzo Unico Nazionale (PUN), oppure da un contratto di PPA, a prescindere dai kWh che ricevono anche la tariffa premio incentivante. In Italia, nella fascia F1, quella in cui un impianto fotovoltaico produce e immette in rete, il PUN varia mediamente tra 0,08 e 0,11 €/kWh.

Questo costituisce un flusso di ricavo costante per i membri proprietari di impianti o per la comunità che, se possiede degli impianti in comproprietà, deve ripartirne i benefici secondo i criteri stabiliti.

- Incentivi pubblici: In Italia, ad oggi, rappresentano il cuore pulsante dei flussi di ricavo per le CER. Come già detto, questo ricavo non remunerava la totalità dell'energia prodotta, ma l'energia condivisa, ovvero il valore minimo che viene calcolato su base oraria tra l'energia complessivamente immessa in rete da tutti gli impianti della CER e l'energia complessivamente prelevata da tutti i membri. Per ogni kWh di energia condivisa viene riconosciuto un contributo che oscilla, considerando anche la tariffa di valorizzazione, tra 0,11 e 0,14 €/kWh (per il fotovoltaico).
- Vendita di servizi di ricarica per veicoli elettrici: Tale flusso di ricavi è direttamente collegato alla strategia futura “Fornitura di servizi per la ricarica di veicoli elettrici”. La CER potrebbe, per esempio, installare e gestire colonnine di ricarica, guadagnando dalla vendita del servizio ai propri membri o a terzi. Oltre al ricavo

diretto, questa attività potrebbe generare anche un valore strategico, nel senso che i consumi delle auto in ricarica, se gestiti durante le ore di produzione degli impianti, contribuiscono ad aumentare il volume di energia condivisa, massimizzando così anche il ricavo derivante dagli incentivi pubblici.

- Vendita di servizi di flessibilità ai mercati elettrici: Questa rappresenta una fonte di ricavo avanzata, legata alla capacità della CER di agire come un unico soggetto aggregato. Come delineato nelle strategie future relative alla "Partecipazione al mercato dei servizi di dispacciamento" e alla "Fornitura di servizi di flessibilità locale", la comunità può offrire la propria flessibilità aggregata (la capacità di modificare i propri profili di consumo o produzione su richiesta) al Gestore della Rete di Trasmissione (TSO) o di Distribuzione (DSO). Questi servizi, se remunerati sugli appositi mercati possono rappresentare un flusso di ricavi addizionale.
- Emission Trading System: Si tratta di un flusso di ricavi visionario ma coerente con la missione ambientale della CER, che potrebbe essere proposto in futuro. Collegandosi alla relativa strategia futura, la comunità potrebbe certificare la quantità di emissioni di CO₂ evitate grazie alla sua produzione rinnovabile e vendere questi "crediti" sul mercato delle emissioni (come l'EU ETS). Questo permetterebbe di monetizzare direttamente il beneficio ambientale generato, creando un flusso di ricavo innovativo che premia l'impatto positivo della comunità sul clima.
- Benefici economici da autoconsumo fisico: È il beneficio diretto, percepibile immediatamente dai membri della comunità (e non dalla comunità in se) che hanno installato un impianto di produzione sulla propria utenza. L'energia prodotta dal proprio impianto e autoconsumata istantaneamente è energia che non viene prelevata, e quindi non viene pagata, dalla rete elettrica nazionale. Questo si traduce in un risparmio diretto e significativo sulla propria bolletta. In Italia, secondo l'ARERA la spesa per la materia energia in bolletta ha una stima di circa 0,16 €/kWh. Anche se non rappresenta un ricavo diretto, è da considerare nell'analisi in quanto è un'uscita monetaria evitata e quindi una riduzione di un flusso di cassa negativo.

Per sintetizzare la sostenibilità economica di un progetto complesso come una Comunità Energetica Rinnovabile, è indispensabile ricorrere ad indicatori finanziari in grado di fornire una visione d'insieme sulla profitabilità del progetto nel suo intero ciclo di vita. Tra questi KPI, il Valore Attuale Netto (VAN), in inglese Net Present Value (NPV), è il più riconosciuto universalmente.

Nella pratica il VAN permette di "attualizzare" tutti i flussi di cassa futuri (sia in entrata che in uscita) che un progetto genererà nel suo intero corso, per poi confrontarli con l'esborso iniziale necessario per avviarlo. Nel contesto di una CER, in cui l'investimento iniziale è significativo (costruzione degli impianti, acquisto delle piattaforme, ecc.) e i benefici economici sono distribuiti su un orizzonte temporale di molti anni e ripartiti tra i membri, il calcolo del VAN diventa un'analisi cruciale.

Il Valore Attuale Netto può essere definito come segue:

$$VAN = \sum_{t=1}^N \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Dove:

- t : è il periodo di tempo di riferimento, solitamente annuale, ma potrebbe essere modificato in base alle esigenze, ad esempio considerando le cadenze dei pagamenti degli incentivi;
- N : è la durata totale del progetto, per una CER può essere considerata di 20 anni;
- FC : rappresenta il flusso di cassa netto per ogni periodo di tempo t , ovvero ricavi meno costi;
- r : è il tasso di sconto, un valore percentuale che rappresenta il rendimento minimo atteso dall'investimento. Rappresenta il costo-opportunità del capitale, nel senso che investire oggi in un progetto che genera profitto nel tempo non mi permette di investire oggi su un'altra attività più sicura. Questo concetto rende necessario scontare, cioè far diminuire, il valore dei flussi di cassa nel tempo, proprio perché un euro oggi vale più di un euro domani;
- I_0 : è l'investimento iniziale, un valore negativo non scontato perché considerato come esborso al tempo 0. Poteva essere incluso anche nel flusso di cassa del primo periodo, ma ai fini esplicativi torna utile portarlo fuori dalla sommatoria.

L'interpretazione del risultato risulta essere molto semplice e diretta:

- $VAN > 0$ (Positivo): L'investimento è profittevole. Il valore attuale dei benefici economici futuri generati dalla CER è superiore al costo dell'investimento iniziale. Il progetto non solo si ripaga, ma crea un valore economico aggiuntivo per la comunità.
- $VAN = 0$ (Nullo): L'investimento è in pareggio. Il valore attuale dei flussi di cassa futuri egualia esattamente il costo iniziale. Il progetto si ripaga, ma non genera extra-profitto al netto del rendimento atteso.
- $VAN < 0$ (Negativo): L'investimento è in perdita. Il costo iniziale è superiore al valore attuale dei benefici futuri. Intraprendere il progetto di comunità energetica non è profittevole.

Il VAN rappresenta quindi, uno strumento decisionale che permette ai promotori della CER di valutare in modo oggettivo se la combinazione di costi, ricavi e incentivi, proiettata nel futuro, si traduce in un progetto economicamente sostenibile e vantaggioso, validando così in modo numerico il raggiungimento della proposta di valore della sostenibilità economica.

5.3 Analisi ”a imbuto” e applicazione qualitativa

Come evidenziato nella struttura dell’*I&O CER Model Canvas*, il blocco ‘Criteri di Ripartizione’ occupa una posizione centrale e strategica. La sua influenza si estende ben oltre la mera distribuzione economica, impattando direttamente sulla sostenibilità economica complessiva, sulla coesione sociale interna e potenzialmente agendo come leva per incentivare comportamenti energetici virtuosi.

Data questa crucialità, un’analisi dettagliata di questo elemento, seguendo l’approccio metodologico ”a imbuto” definito nel capitolo precedente, permette di percorrere anche un’applicazione qualitativa significativa del *framework* stesso.

5.3.1 I Criteri di Ripartizione in uno Scenario di Condivisione Virtuale

Il blocco relativo ai criteri di ripartizione, lasciato volutamente vuoto nel template generale dell’*I&O CER Model Canvas*, necessita di un’analisi calata in uno specifico contesto normativo. Se gli altri blocchi possono mantenere una valenza più generale, la scelta su come distribuire i benefici economici generati dalla comunità dipende intrinsecamente dalle regole di incentivazione vigenti e dagli obiettivi specifici che la CER si prefigge.

Questa sezione si concentra sullo scenario italiano, caratterizzato da un modello di condivisione virtuale dell’energia e da incentivi (la tariffa premio) calcolati sull’energia elettrica condivisa, come dettagliato nel Capitolo 1. In questo contesto, l’indagine della letteratura ha permesso di identificare e raccogliere diversi approcci metodologici per l’allocazione di tali benefici tra i membri.

Un risultato chiave di questa tesi è rappresentato dalla Tabella 5.1, la quale non si limita a elencare i criteri identificati, ma li riclassifica secondo una logica allineata alla Proposta di Valore tridimensionale del nuovo *framework* realizzato. Basandosi sull’analisi degli obiettivi primari e degli effetti incentivati o penalizzati da ciascuna metodologia, ogni criterio è stato associato alla dimensione della sostenibilità Economica, Energetica e/o Socio-Ambientale.

- Criteri orientati alla Sostenibilità Economica (Rosa): Tendono a massimizzare la convenienza dei membri a rimanere nella comunità o a premiare gli investitori, spesso utilizzando concetti derivati dalla teoria dei giochi cooperativi come il *Core* o il *Nucleolus*
- Criteri orientati alla Sostenibilità Socio-Ambientale (Verde): Pongono l’accento sull’equità della distribuzione, sulla parità di trattamento tra i membri o su meccanismi solidaristici, considerando anche fattori extra-economici come la composizione del nucleo familiare.
- Criteri orientati alla Sostenibilità Energetica (Azzurro): Premiano i comportamenti virtuosi dei membri, incentivando la sincronizzazione dei consumi con la produzione rinnovabile (es. Coefficiente di Pearson, Similarità del Coseno) o penalizzando consumi eccessivi rispetto all’energia disponibile (es. Sharing Rate, Fattore di

Utilizzo). Questi criteri mirano a massimizzare l'efficienza energetica complessiva della comunità, ma risultano avere anche uno sfondo economico. Questo perché un comportamento energetico efficiente comporta certamente un aumento dell'energia condivisa e quindi un aumento del beneficio economico generato.

Questa classificazione, sintetizzata in Tabella 5.1, offre ai promotori di CER uno strumento analitico per valutare le diverse opzioni in funzione degli obiettivi strategici e dei valori fondanti della specifica comunità che intendono realizzare.

AUTORE	CRITERIO	SINTESI	SOSTENIBILITÀ
Owen, 1975	Core	Insieme delle possibili distribuzioni stabili dei benefici che soddisfano i principi di razionalità ed efficienza (convenienza nel rimanere nella comunità).	Economica
Shapley, 1953	Shapley Value	Ripartizione equa dei benefici considerando il contributo marginale di ogni singolo membro.	Sociale
Schmeidler, 1969	Nucleolus	Ripartizione dei benefici stabili che massimizza il ricavo dei sottogruppi più scontenti.	Economica
Abada, 2020	MinVariance-Core	Ripartizione dei benefici stabili che minimizza la disparità di trattamento dei membri.	Sociale
Fioriti, 2021	Shapley-Core	Ripartizione dei benefici che rispetta sia la convenienza a rimanere nella comunità sia i contributi marginali dei membri.	Economica e Sociale
Fioriti, 2021	Shapley-Nucleolus	Ripartizione dei benefici che massimizza il ricavo dei sottogruppi più scontenti considerando anche il contributo marginale.	Economica e Sociale
Fioriti, 2021	Minvariance-Nucleolus	Ripartizione dei benefici che massimizza il ricavo dei sottogruppi più scontenti e minimizza le distanze tra le diverse distribuzioni.	Economica e Sociale

AUTORE	CRITERIO	SINTESI	SOSTENIBILITÀ
Casalicchio, 2021	Marginal Contribution	Ripartizione dei benefici che considera i contributi marginali dei membri di una comunità che ottimizza flussi energetici ed economici.	Sociale
Gianaroli, 2024	Method M1	Allocazione dell’energia condivisa basata sul consumo.	Nessuna
Gianaroli, 2024	Method M2	Allocazione dell’energia condivisa in parti uguali e in base ai consumi.	Sociale
Gianaroli, 2024	Method M3	Allocazione dell’energia condivisa basata sul coefficiente di correlazione di Pearson e la similarità tra curve di consumo e produzione.	Energetica
Gianaroli, 2024	Method M4	Allocazione dell’energia condivisa basata sul coefficiente Sharing Rate (SR) necessario per penalizzare i membri che consumano più energia di quella disponibile.	Energetica
Gianaroli, 2024	Method M5	Allocazione dell’energia condivisa sulla combinazione pesata tra i coefficienti di Pearson e il fattore SR.	Energetica
Bilardo, 2025	Performance-Based Method	Allocazione dell’energia condivisa basata sulle performance e sul comportamento energetico dei membri utilizzando i fattori di similarità e utilizzo.	Energetica

Tabella 5.1: Tabella comparativa dei criteri di ripartizione dei benefici. [Elaborazione Propria]

5.3.2 Correlazioni con l’*I&O CER Model Canvas*

La scelta del criterio di ripartizione non è una decisione isolata, in quanto influenza l’intero ecosistema del modello di business delineato dall’*I&O CER Model Canvas*. La classificazione proposta nella tabella precedentemente descritta aiuta a comprendere queste interconnessioni.

In generale, optare per un criterio prevalentemente economico (Rosa) potrebbe richiedere Partnership Chiave con istituti finanziari o investitori attenti ai piani di rientro, e Risorse Chiave come business plan dettagliati e staff con competenze finanziarie avanzate. La Relazione con i Membri potrebbe basarsi sulla chiara comunicazione dei vantaggi economici individuali.

Scgliere un criterio marcatamente sociale (Verde) rafforza l'importanza della Relazione con i Membri. Le Partnership Chiave potrebbero includere enti del terzo settore, pubbliche amministrazioni o famiglie appartenenti a IACP. Le Attività Chiave di Gestione dovrebbero focalizzarsi sulla coesione e sul monitoraggio dell'impatto sociale.

Privilegiare un criterio energetico (Azzurro), invece, pone l'accento sulle Risorse Chiave tecnologiche (piattaforme ICT avanzate, smart meter) e sulle competenze tecniche dello staff. Richiede Partnership Chiave con fornitori di tecnologia (spesso startup innovative) e con gli operatori di rete per l'accesso a dati di misura granulari e affidabili. Le Attività Chiave di Gestione si concentrerebbero sul monitoraggio dei flussi energetici e sull'Energy Literacy dei membri per incentivare comportamenti virtuosi.

Come riepilogato nella comparazione svolta nella Tabella 5.1, anche per i criteri di ripartizione si può seguire il filone metodologico adottato per l'analisi degli elementi dei blocchi dell'Implementing & Operating CER Model Canvas. Infatti, le metodologie sono state classificate in base alla loro capacità di promuovere una o più dimensioni della sostenibilità, come indicato nella *Value Proposition* iniziale.

Questa classificazione non vuole rappresentare un mero esercizio accademico, ma uno strumento strategico a disposizione di possibili promotori di CER che si accingono a stabilire il migliore criterio per la loro organizzazione. Come già ripetuto, infatti, le comunità energetiche dipendono da così tanti fattori che è impossibile stabilire dei business model standardizzati e, di riflesso, anche i criteri di ripartizione devono essere customizzati su quelle che sono le caratteristiche e gli obiettivi dell'intera comunità.

Per illustrare in modo concreto come un singolo criterio di ripartizione si interconnetta e influenzi l'intero ecosistema del business model, verrà utilizzato di seguito il metodo performance-based proposto da Bilardo (2025), un criterio marcatamente orientato alla Sostenibilità Energetica.

Questo approccio, basato su fattori di similarità θ_m ed η_m , innesca (come tutti gli altri approcci) una serie di implicazioni dirette sugli altri elementi del Canvas. Di seguito si elencano alcuni esempi:

- Risorse Chiave: In primo luogo, sulla scelta dei membri il criterio non pone vincoli. La sua formulazione matematica lo rende flessibile e adatto a gestire comunità eterogenee, a maggior ragione composte da membri con profili di consumo molto diversi (residenziali, commerciali, industriali). Questo perché il criterio non premia la dimensione del consumo, anzi, la limita, ma la "forma", garantendo equità a prescindere dalla taglia dell'utente.

In secondo luogo, la risorsa tecnologica principale, la piattaforma ICT di gestione, non può essere una soluzione standard (*off-the-shelf*). Essa, deve essere necessariamente customizzata per implementare l'algoritmo di calcolo del fattore di allocazione ($f_{all,m}$).

In terzo luogo, il criterio, richiedendo la raccolta e l’elaborazione di dati orari di consumo e produzione, rende cruciale anche la presenza di risorse umane dedicate. Servirà che parte dello staff tecnico e amministrativo abbia competenze specifiche e che sappia monitorare la qualità dei dati, garantire la corretta implementazione del calcolo e gestire la reportistica verso i membri.

- Partnership Chiave: Proprio la necessità di avere una piattaforma ICT su misura rende fondamentale la collaborazione con startup innovative. Si indicano le startup perché ciò che serve non è una semplice relazione cliente-fornitore, ma una vera e propria partnership sinergica con la quale sia possibile spiegare la logica del criterio per farla tradurre in un codice funzionante.

Allo stesso modo, l'affidabilità del metodo dipende dalla qualità e dalla trasparenza dei dati forniti dall'esterno. Anche se le piattaforme possono dotarsi di dispositivi di *smart metering*, è indispensabile che gli operatori della rete (Enel) e l'ente regolatore (GSE) forniscano dati accurati e tempestivi. Se questo non avvenisse l'intero meccanismo di incentivazione perderebbe di efficacia e credibilità. Oggi su questo fronte esistono delle criticità importanti. Il GSE infatti, fornirà, almeno in prima battuta, l'ammontare di energia condivisa sulla base di una stima. Questa scelta avrebbe impatti fortemente negativi per le CER che vogliono adottare criteri di ripartizione strutturati come quello in esempio.

- Relazioni con i Membri: Questo è l’ambito in cui il criterio esprime il suo massimo potenziale. La sua natura scientifica e matematica, basata su dati oggettivi e misurabili, lo rende percepito come equo e trasparente. A differenza di metodi più semplicistici, come le ripartizioni in parti uguali o basate solo sui consumi, questo criterio premia un comportamento attivo e consapevole. Inoltre, è allineato con l’obiettivo collettivo di massimizzare l’energia condivisa. Questo meccanismo di incentivazione non solo distribuisce equamente i benefici, ma cerca di educare e coinvolgere, trasformando i membri in partecipanti attivi. Una metodologia di questo tipo fa da collante per la comunità, in quanto aumenta la coesione e minimizza il rischio di abbandono.

La scelta del criterio non dovrebbe, quindi, essere casuale. Se l’obiettivo primario è massimizzare l’efficienza energetica e promuovere comportamenti consapevoli, un criterio performance-based (Azzurro) è ideale, pur richiedendo un investimento tecnologico e gestionale maggiore. Se la priorità è la coesione sociale, l’inclusività e il supporto ai membri vulnerabili, criteri più semplici o basati sulla teoria dei giochi con focus sull’equità (Verde) potrebbero essere preferibili. Se invece l’obiettivo è attrarre investitori e garantire la stabilità economica nel modo più diretto, bisognerebbe considerare criteri basati sulla sostenibilità economica (Rosa), anche se si rischia di generare percezioni di iniquità.

Come avviene in molti altri contesti, la soluzione migliore risiede in un compromesso (*trade-off*), magari combinando diversi approcci o prevedendo meccanismi correttivi per bilanciare le diverse esigenze.

Capitolo 6

Conclusioni

Il presente lavoro di tesi si è proposto di affrontare la crescente complessità legata all'implementazione e alla gestione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER). Queste entità rappresenteranno un pilastro fondamentale per la transizione energetica, ma la loro realizzazione pratica si scontra con sfide significative che non sono solo tecnologiche. Come emerso dall'analisi del contesto normativo e della letteratura scientifica, le CER non sono semplici aggregazioni di utenti, ma ecosistemi multidimensionali in cui si intrecciano aspetti energetici, economici e socio-ambientali.

L'indagine ha identificato una duplice criticità: da un lato, quella legata alla mancanza di strumenti che guidassero operativamente i promotori nella progettazione di modelli organizzativi sostenibili nel lungo periodo; dall'altro, quella relativa a un aspetto spesso sottovalutato ma potenzialmente disgregante, la definizione di criteri equi e trasparenti per la ripartizione dei benefici economici generati. Questa attività, specialmente in contesti come quello italiano dove la normativa lascia ampia discrezionalità, è di fondamentale importanza.

Per rispondere a queste sfide, questo elaborato ha seguito una metodologia strutturata che, partendo dall'analisi critica del *Business Model Canvas* tradizionale, ha portato allo sviluppo del principale contributo originale di questa tesi: l'*Implementing & Operating CER Model Canvas*. Questo nuovo *framework* non si limita a descrivere una CER esistente, ma si configura come uno strumento progettuale e gestionale, pensato per accompagnare i promotori lungo l'intero ciclo di vita della comunità. La sua architettura, con la Proposta di Valore tripartita (Sostenibilità Economica, Energetica, Socio-Ambientale) posta al vertice, la suddivisione delle Attività Chiave (Progettazione, Gestione, Strategie Future) e l'introduzione di blocchi specifici ("Relazione con i Membri", "Criteri di Ripartizione"), mira a fornire una visione d'insieme strutturata. L'utilizzo di una codifica cromatica, inoltre, permette di visualizzare immediatamente le interconnessioni tra le diverse componenti del modello e il loro contributo alla triplice sostenibilità.

L'analisi si è poi focalizzata sul nodo cruciale dei Criteri di Ripartizione, classificando le metodologie identificate in letteratura (*Game Theory-based*, *Performance-based*, Altri

Criteri) in base alla dimensione della sostenibilità che primariamente promuovono. Questa classificazione, applicata al contesto italiano della condivisione virtuale, offre uno strumento analitico aggiuntivo per aiutare le CER a scegliere l'approccio più allineato ai propri valori e obiettivi strategici.

È importante considerare alcuni aspetti che definiscono il perimetro di questo studio, ne suggeriscono le naturali evoluzioni e ne identificano i principali limiti.

La principale limitazione risiede nella sua natura qualitativa e concettuale. L'I&O CER Model Canvas è stato sviluppato sulla base di un'approfondita analisi della normativa e della letteratura esistente, ma la sua validazione non si fonda su dati empirici derivanti dall'applicazione diretta a un caso studio reale. L'applicazione presentata nel capitolo precedente, pur essendo utile a dimostrarne la logica operativa, rimane una simulazione teorica. Manca, quindi, una verifica sul campo della sua effettiva usabilità, completezza e capacità di supportare i processi decisionali in un contesto operativo reale.

In secondo luogo, sebbene il *framework* sia stato concepito con l'ambizione di offrire uno strumento universale, alcuni elementi, in particolare l'analisi dettagliata dei Criteri di Ripartizione e dei Flussi di Ricavi, sono inevitabilmente influenzati dal contesto normativo e di mercato italiano. L'applicabilità diretta del Canvas e delle relative analisi in altri contesti nazionali richiederebbe un adattamento per tenere conto delle specifiche regolamentazioni, dei meccanismi di incentivazione e delle strutture di mercato locali.

Infine, il framework proposto, pur offrendo una mappatura completa degli elementi chiave, si configura più come una guida strategica e una *check-list*, in quanto non fornisce modelli quantitativi specifici per l'ottimizzazione delle decisioni (es. dimensionamento ottimale degli impianti, calcolo del VAN in diversi scenari, simulazione dell'impatto dei criteri di ripartizione).

Le limitazioni evidenziate aprono comunque la strada a numerose direzioni future. La priorità è sicuramente quella di testare il nuovo *Canvas* sul campo, applicandolo a uno o più casi studio reali o nell'analisi ex-post di CER già operative. Questo permetterebbe di valutarne l'efficacia pratica, raccogliere feedback dagli utenti e identificare eventuali aree di miglioramento o integrazione e se gli aspetti teoricamente definiti riscontrano una rilevanza reale. Inoltre, si potrebbe pensare allo sviluppo di *tool*, come fogli di calcolo, che, partendo dalla struttura del *Canvas*, aiutino i promotori a effettuare simulazioni tecnico-economiche più dettagliate, a confrontare l'impatto (non solo finanziario) di diversi criteri di ripartizione.

L'*I&O CER Model Canvas*, nei suoi elementi, potrebbe essere utilizzato come griglia di analisi per confrontare sistematicamente modelli di CER implementati in diversi paesi europei. Questo permetterebbe di comprendere come differenti quadri normativi e contesti socio-economici influenzino la configurazione ottimale dei blocchi del *Canvas*.

I risultati di questa tesi, soprattutto quelli derivanti dalla folta analisi normativa, offrono anche alcuni spunti di riflessione per i decisori politici e gli enti regolatori impegnati a promuovere la diffusione delle CER:

- Le politiche di supporto non dovrebbero limitarsi agli incentivi economici, pur essenziali, ma dovrebbero estendersi a fornire guida e strumenti su aspetti cruciali

come la governance e la scelta della forma giuridica. L'*I&O CER Model Canvas* stesso potrebbe essere proposto come base per percorsi formativi dedicati ai promotori.

- Gli enti regolatori potrebbero considerare l'emanazione di linee guida non vincolanti (per preservare la libertà di scelta) o la diffusione di esempi di buone pratiche sui criteri di ripartizione dei benefici. Questo aiuterebbe le nuove comunità a navigare la complessità della scelta, promuovendo trasparenza ed equità e prevenendo potenziali conflitti interni.
- L'efficacia delle CER, specialmente se adottano criteri *performance-based*, dipende criticamente dalla disponibilità di dati energetici granulari (orari) affidabili e accessibili in tempi rapidi. Le policy dovrebbero spingere verso una maggiore standardizzazione e trasparenza nella fornitura di questi dati da parte dei DSO, superando l'attuale criticità legata all'uso di stime.

In conclusione, questo lavoro di tesi, pur qualitativamente, ha inteso fornire un contributo metodologico concreto al complesso mondo delle Comunità Energetiche Rinnovabili. Lo sforzo principale è stato quello di sintetizzare l'articolato quadro normativo e le diverse prospettive emerse dalla letteratura scientifica all'interno di uno strumento operativo, concepito come guida. Non si è avuta la pretesa di fornire risposte definitive, ma piuttosto di strutturare le domande fondamentali che ogni promotore di CER deve porsi per costruire un modello sostenibile nel tempo. L'auspicio è che il *framework* proposto possa stimolare ulteriori ricerche, specialmente di natura quantitativa ed empirica, in modo da contribuire allo sviluppo delle comunità stesse, così da aspirare a un futuro energetico più distribuito, democratico e sostenibile.

Bibliografia

- [1] Parlamento e Consiglio Europeo. *Direttiva (UE) 2018/2001 dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili*. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. 2018
- [2] Parlamento Europeo e Consiglio. *Direttiva (UE) 2023/2413 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 ottobre 2023, che modifica la direttiva (UE) 2018/2001, il regolamento (UE) 2018/1999 e la direttiva 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio*. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. 2023
- [3] Parlamento e Consiglio Europeo. *Direttiva (UE) 2019/944 del 5 giugno 2019 relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. 2019
- [4] Governo italiano. *Decreto-Legge 30 dicembre 2019, n. 162, Articolo 42-bis*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 2019.
- [5] AAutorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente. *Delibera 4 agosto 2020, 318/2020/R/eel (Regolazione dell'autoconsumo diffuso - Fase pilota)*. 2020.
- [6] Ministero dello Sviluppo Economico. *Decreto Ministeriale 16 settembre 2020 (Tariffa incentivante per autoconsumo collettivo e CER - Fase pilota)*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 2020.
- [7] Governo italiano. *Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199 (Attuazione della direttiva RED II)*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 2021.
- [8] Governo italiano. *Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 210 (Attuazione della direttiva (UE) 2019/944 sul mercato interno dell'energia elettrica)*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 2021.
- [9] Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente. *Testo Integrato Autoconsumo Diffuso (TIAD)*. 2022.
- [10] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. *Decreto Ministeriale 7 dicembre 2023, n. 414 (Decreto CACER)*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. 2023.
- [11] Gestore dei Servizi Energetici (GSE). *Regole Operative per l'accesso al servizio per l'autoconsumo diffuso (Attuazione DM 7 dicembre 2023, n. 414)*. 2024.
- [12] Reis, Gonçalves, Lopes, Henggeler Antunes. *Business models for energy communities: A review of key issues and trends*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. vol. 144, art. 111013. 2021

- [13] Cielo, Margaria, Lazzeroni, Mariuzzo, Repetto. *Renewable Energy Communities business models under the 2020 Italian regulation*. Journal of Cleaner Production, vol. 378, art. 134496. 2022.
- [14] Iazzolino, Sorrentino, Menniti, Pinnarelli, De Carolis, Mendicino. *Energy communities and key features emerged from business models review*. Energy Policy, vol. 165, art. 112929. 2022.
- [15] Vernay, Sebi, Arroyo. *Energy community business models and their impact on the energy transition: Lessons learnt from France*. Energy Policy, vol. 175, art. 113473. 2023.
- [16] Trevisan, Ghiani, Pilo. *Renewable Energy Communities in Positive Energy Districts: A Governance and Realisation Framework in Compliance with the Italian Regulation*. Smart Cities, vol. 6, no. 1, pp. 316–335. 2023.
- [17] Marques, Batista da Silva, Thakur, Uturbey, Thakur. *Categorizing shared photovoltaic business models in renewable markets: An approach based on CANVAS and transaction costs*. Energy Reports, vol. 10, pp. 1602–1617. 2023.
- [18] Barnes, Hansen, Kamin, Golob, Darby, van der Grijp, Petrovics. *Creating valuable outcomes: An exploration of value creation pathways in the business models of energy communities*. Energy Research & Social Science, vol. 108, art. 103398. 2024.
- [19] López, Goitia-Zabaleta, Milo, Gómez-Cornejo, Aranzabal, Gaztañaga, Fernandez. *European energy communities: Characteristics, trends, business models and legal framework*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 197, art. 114403. 2024.
- [20] Elomari, Mateu, Marín-Genescà, Boer. *A data-driven framework for designing a renewable energy community based on the integration of machine learning model with life cycle assessment and life cycle cost parameters*. Applied Energy, vol. 358, art. 122619. 2024.
- [21] Di Somma, Dolatabadi, Burgio, Siano, Cimmino, Bianco. *Optimizing virtual energy sharing in renewable energy communities of residential users for incentives maximization*. Sustainable Energy, Grids and Networks, vol. 39, art. 101492. 2024.
- [22] Belloni, Fioriti, Poli. *Optimal design of renewable energy communities (RECs) in Italy: Influence of composition, market signals, buildings, location, and incentives*. Electric Power Systems Research, vol. 235, art. 110895. 2024.
- [23] Volpato, Carraro, Dal Cin, Rech. *On the Different Fair Allocations of Economic Benefits for Energy Communities*. Energies, vol. 16, art. 3618. 2023.
- [24] Ritter, Lettl. *The wider implications of business-model research*. Long Range Planning, vol. 51, pp. 1–8. 2018.
- [25] Daou, Mallat, Chammas, Cerantola, Kayed, Saliba. *The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy*. Journal of Cleaner Production, vol. 258, art. 120938. 2020.
- [26] Cardeal, Höse, Ribeiro, Götze. *Sustainable Business Models-Canvas for Sustainability, Evaluation Method, and Their Application to Additive Manufacturing in Aircraft Maintenance*. Sustainability, vol. 12, art. 9197. 2020.

- [27] Fioriti, Frangioni, Poli. *Optimal sizing of energy communities with fair revenue sharing and exit clauses: Value, role and business model of aggregators and users.* Applied Energy, vol. 299, art. 117328. 2021.
- [28] Casalicchio, Manzolini, Prina, Moser. *Optimal Allocation Method for a Fair Distribution of the Benefits in an Energy Community.* Solar RRL, vol. 6, art. 2100473. 2021.
- [29] Roberts, Sharma, MacGill. *Efficient, effective and fair allocation of costs and benefits in residential energy communities deploying shared photovoltaics.* Applied Energy, vol. 305, art. 117935. 2022.
- [30] Gianaroli, Ricci, Sdringola, Ancona, Branchini, Melino. *Development of dynamic sharing keys: Algorithms supporting management of renewable energy community and collective self consumption.* Energy & Buildings, vol. 311, art. 114158. 2024.
- [31] Fichera, Marrasso, Martone, Pallotta, Sasso, Volpe. *Ten questions concerning renewable energy communities.* Building and Environment, vol. 281, art. 113193. 2025.
- [32] Bilardo. *A fair dynamic incentive allocation method for virtual energy sharing in renewable energy communities that rewards members' virtuosity and engagement.* Renewable Energy, vol. 255, art. 123756. 2025.
- [33] Rego, Castro, Lagarto. *Sustainable energy trading and fair benefit allocation in renewable energy communities: A simulation model for Portugal.* Utilities Policy, vol. 96, art. 101986. 2025.
- [34] Chalkiadakis, Elkind, Wooldridge. *Cooperative game theory: Basic concepts and computational challenges.* IEEE Intelligent Systems, vol. 27(3), pag. 86-90. 2012.
- [35] Abada, Ehrenmann, Lambin. *On the Viability of Energy Communities.* The Energy Journal, vol. 41(1), pag. 113-150. 2020.
- [36] Shapley. *The value of an n-Person Game.* In: *Contributions to the theory of games.* AM-28, vol. 2. 1953.
- [37] Schmeidler. *The Nucleolus of a characteristic function game.* SIAM Journal, vol. 17(6), pag. 1163-1170. 1969.
- [38] Sito Web consultato il 15/03/2025: <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/comunita-energetiche-italia-brumgnach/>

Appendice A

Framework sulle CER identificati nella Letteratura



Figura A.1: Framework proposto da Reis [2021]. Analisi comparativa ECBM come combinazione tra BMC e LC. Bianco: cooperative energetiche, prosumerismo comunitario, generazione collettiva e BM sponsorizzati da terze parti. Grigio scuro: comunità finalizzate alla gestione della domanda. Grigio chiaro: ESCO comunitarie e cooperative per la mobilità elettrica. Nero: tutti gli archetipi. (Fonte: [11])

Framework Canvas		<i>Designed for: Application of the model for an Integrated Community Energy System (ICES)</i>			Designed by: Luca Mendicino
Key partner  <ul style="list-style-type: none"> • Consumers; • Prosumers; • Consumagers; • Prosumagers; • Energy Suppliers; • Other energy producers; • Aggregators; • DSO; • TSO. <p>(Meaning: Anyone who helps the energy community increase its business)</p>	Key activities  <ul style="list-style-type: none"> • Local generation; • Energy consumption; • Energy Storage; • Instant consumption; • Collective purchases; • Operation & Maintenance. <p>(Meaning: What are the main activities that create value within energy community?)</p>	Offered value  <ul style="list-style-type: none"> • Renewable energy; • Avoided costs; • Burden reduction; • Revenues in energy efficiency; • Pollution reduction; • Energy self-sufficiency; • Community self-consumption <p>(Meaning: What are the products and services offered by the energy community that create value for customer segments?)</p>	Customers Relations  <ul style="list-style-type: none"> • Monitoring platform; • Energy supply service; • Transformation into prosumers users; • Participation to the electricity market. <p>(Meaning: What are the products and services offered by the energy community that create value for customer segments?)</p>	Customers segments  <ul style="list-style-type: none"> • Final end-users; • Consumers; • Consumagers; • Prosumers; • DSO; • TSO. <p>(Meaning: For whom are we creating value? Who are the most important customers?)</p>	
Costs structure  <ul style="list-style-type: none"> • Financial investment (capex) to install technology on end-users' locations; • Operation and maintenance (opex); • Guaranteed costs toward network operators; • IT platform management costs for the Energy Community; • Network charges, tax & duties. <p>(Meaning: Which are the costs to realize the Business Model?)</p>	Revenues streams  <ul style="list-style-type: none"> • Energy supply to the Community (self-consumption + additional energy consumption); • Participation to the electricity markets (MGP, Balancing, Capacity, Flexibility); • Rent use/sale of technology; • Grid services/ancillary services. <p>(Meaning: which price mechanisms allow Business Model create value for customer segments?)</p>				

Figura A.2: Framework proposto da Iazzolino [2022]. BMC classico applicato al modello di business proposto dagli autori, utilizzando un approccio operativo. (Fonte: [13])

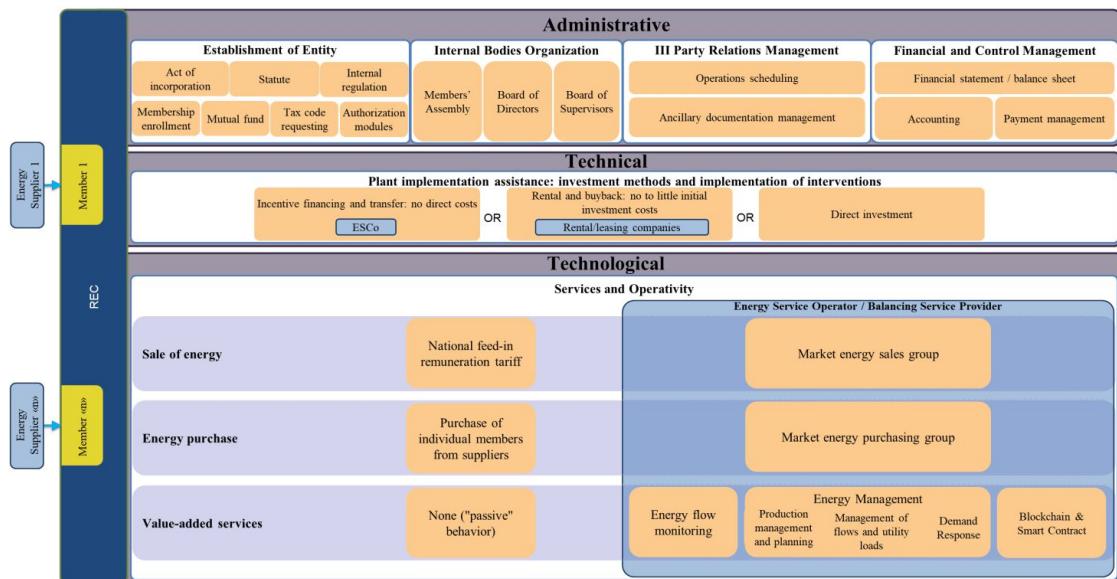


Figura A.3: Framework proposto da Trevisan [2023]. Quadro per la realizzazione di una CER nel contesto normativo italiano. Suddivisione in 3 ambiti (o pool): amministrativo, tecnico e tecnologico. (Fonte: [15])

Classification of shared PV models.

Pillar	Integration model	Renting of PV systems	Community solar	Leasing	Microgrid model	RESCO/PPA	Utility re-seller	Nonprofit	Crowdfunding
Value Proposition	Turn-key solution offered by "integration" companies	Subscription model offered by third-party, utility, or government	Community members own the shared PV, defined by a negotiated agreement	Turn-key solution offered by "integrators" without upfront costs and the possibility of buying the system at the end	Turn-key solution offered by the utility as an off-grid microgrid solution	Turn-key solution installed in the consumers' premise with a pre-defined monthly tariff	Utility buys energy from local communities solar and resells to consumers	Supporters of the NPO help finance the system through tax-deductible donations or direct investment in the project	Platform matches investors with consumers interested in the PV generation
Target Consumer	Commercial, industrial	Renters, small business, industries	Owners (of all types) inside community	Residential	Residential	Residential	Residential	Residential	Residential, commercial, industrial
Ownership Model	Customer-owned	Third-party, utility, government	Community-owned, utility	Third-party flipping to consumer	Utility	Utility, third-party	Local community solar	NPO, community members, donors	Various types depending on project
Revenue model (consumers)	Virtual net-metering, feed-in tariff	Virtual net-metering, feed-in tariff	Virtual net-metering, feed-in tariff	Virtual net-metering, feed-in tariff	Energy access with monthly tariff	Lower tariff	Virtual net-metering, lower tariff	Virtual net-metering, lower tariff, green donation fund	Virtual net-metering, feed-in tariff
Revenue model (supplier or intermediary)	Project development and management (transaction costs)	Project development and operation charged as subscription, fee for services	Project development and implementation	Rental, solar leasing	Monthly tariff	Fee for services	Commission to utility and tariff to system owners	Excess power revenue, green credits sell	Commission to platform
Upfront and operation costs	System owners	Third-party, utility, government	System owners	Third-party	Utility	Third-party	Local community solar	Donors, NPO, community members, utility grants, state programs, homeowners	Investors
Example	Pharmacy chains and banks (BR)	Enercred (BR), EMGD (BR), Origo (BR), Mori (BR), CEMIG Sim! (BR), Tucson Electric (US)	Enterprise with multiple consumer units (BR), multi-family households (SE), shared PV apartment buildings (AU)	Environment Leasing of private banks (BR), multi-family housing complexes (KR)	MGP's (IN)	University Park Community Solar LLC (US)	Sacramento Municipal Utility District (US)	California Habitat for Humanity (US)	Citizenenergy (EU), Sunexchange (global), Solar Green Power (NL), Ecopower (BE), United PV (CN)

BR: Brazil; US: United States; SE: Sweden; AU: Australia; KR: South Korea; IN: India; EU: Europe; NL: Netherlands; BE: Belgium; CN: China

Figura A.4: Framework proposto da Marques [2023]. Tabella comparativa dei modelli di business di condivisione fotovoltaica utilizzando i blocchi modificati del *Business Model Canvas*. (Fonte: [16])

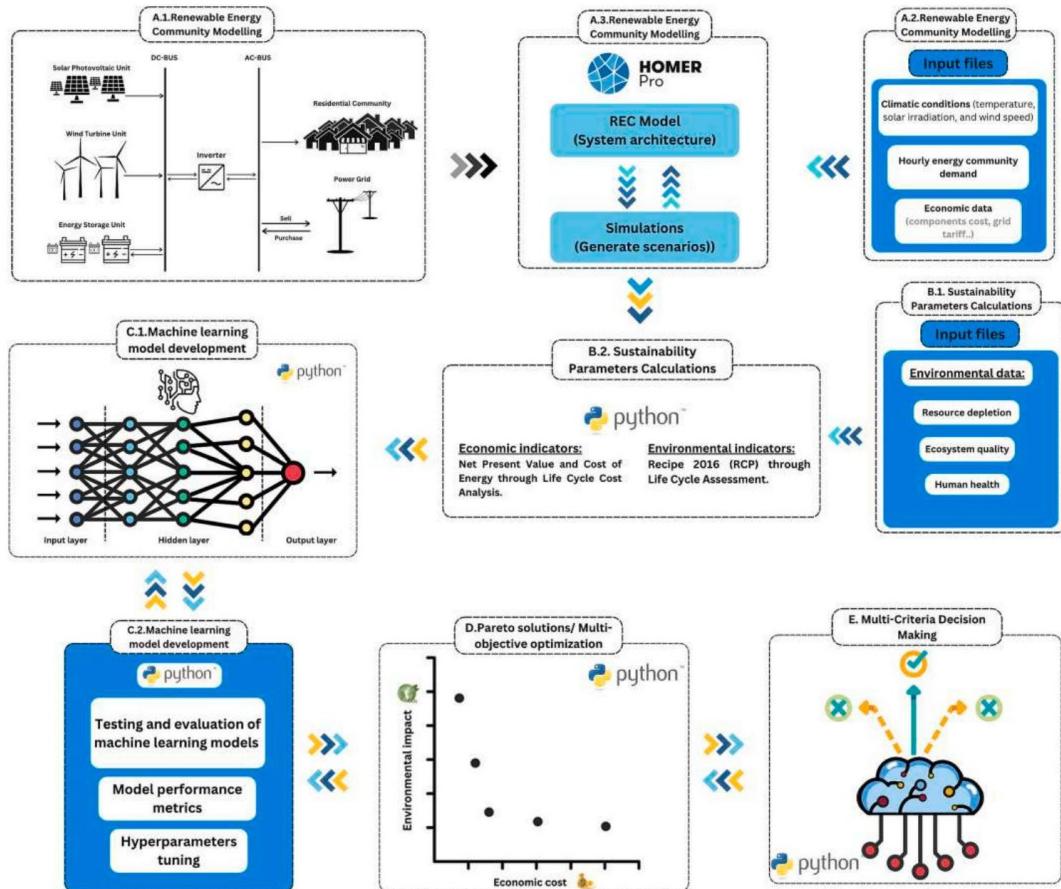


Figura A.5: Framework proposto da Elomari [2024]. Flow-chart volto a indicare l'utilizzo di software e algoritmi Python per la modellazione ottimale di CER. (Fonte: [19])

Appendice B

Rimodellazioni del *Business Model Canvas* identificati nella Letteratura

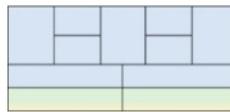
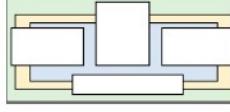
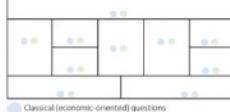
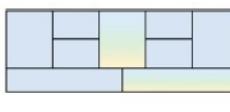
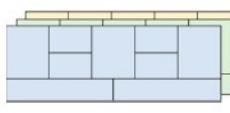
Sustainable Business Model Canvas Framework	Design Principles	Characteristics	Model
Extended model of Osterwalder and Pigneur (2011) [13]	Addition of new elements	New blocks for social/ecological costs and revenues	
Strongly Sustainable Business Model Canvas of Jones and Upward (2014) [15]	Addition of new elements, modification of existing elements, re-structuring of the whole framework	New perspectives (in white: stakeholder, product/learning/development, process, measurement) including new elements (bio-physical stocks, eco-system services, partnerships, decisions, stakeholders, actors, needs, success, assets, valuation method, tri-profit) → considered in economic, social, and environmental context	
Sustainable Business Canvas of Fichter and Timann (2015) [14]	Addition of new elements, modification of existing elements	New elements (business model vision/mission, competitors, relevant stakeholders), elements customer segments, channels, and customer relationship combined to one element "customers"	
BMC approach extended for infrastructure by Foxon et al. (2015) [16]	Division/addition of elements	Division of value proposition (direct consumption, social, economic, ecological) and revenue is changed to value stream and divided (fiscal, social, development, ecological)	
Triple layer business model canvas of Joyce and Paquin (2016) [11]	Addition of new layers (new Canvases), modification of the structure and content of some elements	New layers for social and environmental pillars of sustainability, elements of social layer: local communities, governance, employees, social value, societal culture, scale of outreach, end-user, social impacts, social benefits, elements of environmental layer: supplies and outsourcing, production, materials, functional value, end-of-life, distribution, use phase, environmental impacts, environmental benefits	

Figura B.1: Panoramica dei framework Business Model Canvas riadattati orientati alla sostenibilità proposta da Elomari [2024]. Legenda: colore blu=focus economico, colore Rosa=focus ambientale, colore giallo=focus sociale. (Fonte:[25])

Ringraziamenti

Questo lavoro non rappresenta solo la conclusione di un percorso didattico, ma di un capitolo di vita che mi segnerà per sempre.

Sono tante le difficoltà che mi hanno messo a dura prova, tante sono le condizioni che mi hanno rallentato. Probabilmente ricorderò solo questi fattori, ma oggi la gioia più grande è condividere questo successo con chi mi ha accompagnato in questa strada.

Ringrazio sinceramente il Professor Matteo Bilardo e la Professoressa Chiara Ravetti per aver accolto l'argomento e le mie volontà, per avermi atteso e guidato preziosamente. Porterò sempre con me la vostra competenza e la vostra disponibilità.

A questa città, alla quale sono profondamente legato da bambino, che mi ha fatto diventare un uomo e mi ha cresciuto, va il ringraziamento per tutte le persone che mi ha permesso di conoscere. In particolare, grazie ad Alessandra, Costanza, Emma, Emanuele, Francesco, Gianpaolo e Vincenzo. Custodisco la vostra sincera amicizia.

Ringrazio la grande famiglia di Energia Italia, per aver creduto in me ed aver sostenuto le mie esigenze. Il percorso professionale che stiamo percorrendo insieme, sono sicuro ci porterà a grandi traguardi.

Ringrazio le mie cugine e i miei amici di sempre, splendidamente rappresentati da Giorgio e Martina. A loro ho involontariamente chiesto il sacrificio del tempo e della presenza, ma vi ringrazio per non avermi mai fatto sentire la distanza e per essere rimasti al mio fianco.

A Gianluigi, amico vero e porto sicuro. Non dimenticherò mai quello che hai fatto per me.

A mio padre, a Simona e Claudio, grazie per aver rispettato ogni giorno i miei spazi e le mie necessità.

A mia madre, ombra costante alla quale devo tutto.

A Carola, alla sua pazienza e tolleranza, alla sua intelligenza e responsabilità, sei la cosa più cara che ho.

Ad Enrico, mio fratello, senza il quale non sarei qui, devo il ringraziamento più sentito.