



**Università
degli Studi
di Palermo**

AREA QUALITÀ, PROGRAMMAZIONE E SUPPORTO
STRATEGICO
SETTORE STRATEGIA PER LA RICERCA
U. O. DOTTORATI

Dottorato in Architettura, Arti e Pianificazione
Dipartimento di Architettura
Settore Scientifico Disciplinare ICAR 22/Estimo

***Net Zero Energy District: norme, strumenti finanziari e
modelli decisionali per la transizione energetica urbana***

Il Dottore

Arch. Simona Barbaro

Il Coordinatore

Prof. Arch. Marco Rosario Nobile

Il Tutor

Prof. Arch. Grazia Napoli

Il Co Tutor

Prof. Ing. António Pais Antunes

Ciclo XXXV
Anno conseguimento titolo 2023

ad A.
a Giuseppe
alla mia famiglia

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 0 | INTRODUZIONE | 0 |
| 0.1 | Ambito della ricerca | 1 |
| 0.2 | Inquadramento del tema della ricerca | 3 |
| 0.3 | Domande del progetto di ricerca | 5 |
| 0.4 | Obiettivi del progetto di ricerca | 9 |
| 0.5 | Attualità e rilevanza del tema | 13 |
| 0.6 | Metodologia, strumenti e livelli della ricerca | 14 |
| | 0.6.1 Metodologia e strumenti di analisi | 15 |
| | 0.6.2 Livelli della ricerca | 16 |
| 1 | POLITICHE E NORME DELL'UNIONE EUROPEA IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ, CLIMA ED ENERGIA | 20 |
| 1.1 | Strategia energetica dell'Unione Europea | 21 |
| | 1.1.1 "Strategia energetica 2020" (2010) | 23 |
| | 1.1.2 "Tabella di marcia per l'energia 2050" (2011) | 23 |
| | 1.1.3 "Strategia energetica per il 2030" (2014) | 24 |
| | 1.1.4 "Strategia di sicurezza energetica" (2014) | 25 |
| | 1.1.5 "Unione dell'Energia" (2015) | 25 |
| | 1.1.6 "Pacchetto energia pulita per tutti gli europei" (2016) | 27 |
| | 1.1.7 "Strategia a lungo termine per il 2050" (2018) | 28 |
| | 1.1.8 "Green Deal Europeo" (2019) | 30 |
| | 1.1.9 "Impegno energetico esterno dell'UE in un mondo che cambia" (2022) | 31 |
| 1.2 | Politiche e norme per la sostenibilità energetica urbana ed edilizia | 31 |
| | 1.2.1 Sostenibilità energetica alla scala edilizia | 32 |
| | 1.2.2 Sostenibilità energetica alla scala urbana | 35 |
| 1.3 | Povertà energetica | 40 |
| | 1.3.1 Definizione e misurazione della povertà energetica | 41 |
| | 1.3.2 Politiche di contrasto alla povertà energetica | 50 |
| | 1.3.3 Le comunità energetiche | 52 |

| | |
|--|-----------|
| 1.4 Misure di sostegno finanziario per la transizione energetica | 57 |
| 1.4.1 Strumenti di sostegno finanziario alla transizione energetica | 57 |
| 1.4.2 <i>Piano di Investimenti per un'Europa Sostenibile e Just Transition Mechanism</i> | 61 |
| 1.4.3 Sostegno finanziario all'efficientamento energetico edilizio | 65 |
| 1.5 Considerazioni critiche | 73 |
| 1.5.1 Dalle strategie energetiche alle politiche urbane ed edilizie | 73 |
| 1.5.2 La questione del quartiere | 76 |
| 1.5.3 Povertà energetica, comunità energetiche e transazione di quartieri in ZNED | 77 |
| 1.5.4 Sostegno finanziario alla transizione energetica e alla transazione di quartieri in ZNED | 79 |

2 PROGRAMMI EUROPEI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

84

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 2.1 My Smart City District | 85 |
| 2.2 R2CITIES | 87 |
| 2.2.1 Obiettivi e strategia | 87 |
| 2.2.2 Progetti pilota | 91 |
| 2.3 EU-GUGLE | 93 |
| 2.3.1 Obiettivi e strategia | 94 |
| 2.3.2 Progetti pilota | 95 |
| 2.4 ZenN | 100 |
| 2.4.1 Obiettivi e strategia | 100 |
| 2.4.2 Progetti pilota | 103 |
| 2.5 CITYFiED | 106 |
| 2.5.1 Obiettivi e strategia | 106 |
| 2.5.2 Progetti pilota | 108 |
| 2.6 Sinfonia | 110 |
| 2.6.1 Obiettivi e strategia | 110 |
| 2.6.2 Progetti pilota | 111 |
| 2.6.3 <i>Smart City Tools</i> | 113 |
| 2.7 City-Zen | 114 |
| 2.7.1 Obiettivi e strategia | 114 |
| 2.7.2 Progetti pilota | 116 |
| 2.8 READY | 117 |
| 2.8.1 Obiettivi e strategia | 117 |
| 2.8.2 Progetti pilota | 118 |
| 2.9 Celsius Initiative | 118 |
| 2.9.1 Obiettivi e strategia | 119 |
| 2.9.2 Progetti pilota | 120 |

| | |
|---|------------|
| 2.10 Considerazioni critiche | 121 |
| 2.10.1 Sistema socio-economico del quartiere e struttura della proprietà degli immobili | 124 |
| 2.10.2 Disponibilità di contributi pubblici | 125 |
| 2.10.3 Ruolo dei finanziatori privati | 126 |
| 2.10.4 Benefici e sfide degli interventi di NZED | 126 |
| 2.10.5 L'obiettivo della replicabilità | 127 |
| 2.10.6 Altri elementi di interesse | 128 |

3 POLITICHE E NORME NAZIONALI IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ, CLIMA ED ENERGIA **130**

| | |
|--|------------|
| 3.1 Recepimento delle normative UE a livello nazionale | 131 |
| 3.2 Politiche energetiche e norme in Italia | 132 |
| 3.2.1 Strategia energetica in Italia | 133 |
| 3.2.2 Politiche energetiche relative al settore urbano ed edilizio in Italia | 140 |
| 3.2.3 Misure di sostegno finanziario pubblico in Italia | 144 |
| 3.2.4 Povertà energetica in Italia e realizzazione di comunità energetiche | 154 |
| 3.3 Politiche energetiche e norme in Spagna | 163 |
| 3.3.1 Strategia energetica in Spagna | 164 |
| 3.3.2 Politiche energetiche relative al settore urbano ed edilizio in Spagna | 167 |
| 3.3.3 Misure di sostegno finanziario pubblico in Spagna | 174 |
| 3.3.4 Comunità energetiche in Spagna | 184 |
| 3.3.5 Formule innovative di gestione e finanziamento nelle azioni di rigenerazione dei quartieri | 188 |
| 3.4 Italia vs Spagna | 193 |
| 3.4.1 Strategia e politiche energetiche a confronto | 193 |
| 3.4.2 Approcci alla riqualificazione energetica urbana ed edilizia a confronto | 196 |
| 3.4.3 Misure di sostegno finanziario a confronto | 197 |
| 3.4.4 Comunità energetiche a confronto | 199 |

4 SISTEMI ENERGETICI URBANI E NET ZERO ENERGY DISTRICT **204**

| | |
|---|------------|
| 4.1 Sistemi energetici a scala urbana | 205 |
| 4.2 Analisi energetica avanzata di una città | 205 |
| 4.2.1 Il software EnergyPlan | 206 |
| 4.2.2 Modellizzazione del sistema energetico della città di Trapani in EnergyPlan | 209 |
| 4.3 Interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere | 220 |
| 4.3.1 Categorie di intervento | 221 |
| 4.3.1 Partecipazione sociale | 224 |

5 VALUTAZIONI MONETARIE E MULTIDIMENSIONALI PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA DEI QUARTIERI **226**

| | |
|--|------------|
| 5.1 Le valutazioni per la transizione energetica | 227 |
| 5.1.1 Il valore economico dei beni ambientali | 229 |
| 5.2 Valutazioni monetarie per la transizione energetica | 232 |
| 5.2.1 Analisi finanziarie e analisi economiche di interventi di retrofit energetico a scala di quartiere | 232 |
| 5.3 Valutazioni multidimensionali per la transizione energetica | 236 |
| 5.3.1 Metodologie di supporto alle decisioni | 236 |
| 5.3.2 <i>Full aggregation approach</i> | 241 |
| 5.3.3 <i>Outranking approach</i> | 245 |
| 5.3.4 <i>Goal, aspiration, reference-level approach</i> | 248 |
| 5.4 I criteri di valutazione | 250 |
| 5.4.6 I pesi dei criteri | 253 |
| 5.5 Ruolo degli stakeholders | 255 |
| 5.5.1 Analisi degli stakeholders | 258 |
| 5.6 Considerazioni conclusive | 263 |

6 SISTEMI NORMATIVI, STRUMENTI FINANZIARI E MODELLO DECISIONALE E PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA DI UN QUARTIERE IN NZED: IL CASO DEL QUARTIERE SAPPUSI DI MARSALA **264**

| | |
|---|------------|
| 6.1 Introduzione | 265 |
| 6.2 Il caso studio: il quartiere Sappusi a Marsala | 266 |
| 6.2.1 Sviluppo storico-urbanistico del quartiere | 268 |
| 6.2.2 Area del caso studio | 272 |
| 6.3 Strumenti normativi e finanziari per la transizione energetica del quartiere | 275 |
| 6.3.1 Strumenti dell'UE | 276 |
| 6.3.2 Strumenti dello Stato italiano | 284 |
| 6.3.3 Strumenti della Regione Siciliana | 290 |
| 6.4 Metodologia multilivello e modello decisionale | 291 |
| 6.4.1 Definizione del problema | 293 |
| 6.4.2 Stakeholders Analysis | 295 |
| 6.4.3 Scelta del metodo multicriteriale | 302 |
| 6.4.4 Matrice delle alternative | 303 |
| 6.4.5 Le interviste agli attori del processo decisionale | 309 |
| 6.4.6 Selezione dei criteri | 312 |
| 6.4.7 Definizione dei pesi dei criteri | 319 |
| 6.4.8 Matrice di valutazione | 325 |
| 6.4.9 Applicazione del metodo PROMETHEE | 328 |

| | |
|--|------------|
| 6.4.10 Ordinamento delle alternative | 329 |
| 6.4.11 Analisi di sensitività | 329 |
| 6.5 Discussione | 330 |
| 6.5.1 Criticità, proposte operative e linee di ricerca per la transizione energetica di un quartiere in NZED | 332 |
| 6.6 Conclusioni | 335 |
| 6.6.1 Prospettive di ricerca future | 338 |

7 BIBLIOGRAFIA **340**

| | |
|---|------------|
| 7.1 Città, territorio e rigenerazione urbana | 341 |
| 7.2 Energia, economia e valutazioni | 341 |
| 7.3 Report e riferimenti normativi | 349 |
| 7.4 Sitografia | 353 |

| | |
|----------------------|------------|
| Abbreviazioni | 355 |
|----------------------|------------|

| | |
|-----------------|------------|
| Acronimi | 355 |
|-----------------|------------|

0



0. INTRODUZIONE

0.1. Ambito della ricerca

Di fronte ai profondi cambiamenti ambientali, economici e sociali in corso, le città sono chiamate a riorganizzare lo spazio urbano adottando politiche di rigenerazione incentrate sulla riduzione dell'impatto ambientale ed energetico, sull'inclusione sociale, sulla responsabilità civile di cittadini e imprese e sull'innalzamento delle qualità della vita urbana (Alberti e Marzluff, 2004; Micelli e Scaffidi, 2022; Porter e Shaw, 2013).

In conseguenza della crescita esponenziale della popolazione mondiale che vive prevalentemente nelle città, i processi di urbanizzazione hanno esercitato una pressione sempre più intensa sull'ambiente per effetto della domanda di nuovi alloggi, servizi e infrastrutture e dell'incremento dei consumi finali di energia. Le città devono diventare più efficienti nell'uso delle risorse in modo da combinare maggiore produttività e innovazione con la riduzione dei costi e degli impatti ambientali, offrendo ai cittadini migliori opportunità e proponendo stili di vita più sostenibili (Camagni et al., 1998; Tropeano et al., 2016). La trasformazione del sistema energetico urbano diventa, dunque, un fattore chiave per garantire a tutti i cittadini servizi energetici accessibili, green e sicuri e per rendere le città e le comunità inclusive, sostenibili e resilienti, come richiesto, rispettivamente, dall'*Obiettivo 7: Energia pulita e accessibile* e dall'*Obiettivo 11: Città e comunità sostenibili* dei *Sustainable Development Goals* (SDGs) fissati dall'*Organizzazione delle Nazioni Unite* (ONU) nel 2015. Gli SDG 7 e 11 riconoscono, dunque, le forti interrelazioni tra città e settore energetico al fine di garantire il benessere dei cittadini, ridurre le disuguaglianze sociali e preservare l'ambiente riducendo anche gli effetti dei cambiamenti climatici (Mondini, 2019).

Nel percorso di transizione verso città sostenibili e a basse emissioni di carbonio, la Commissione Europea (CE) si è progressivamente impegnata ad emanare strategie, direttive e strumenti attuativi per supportare le istanze di tutela ambientale e lo sviluppo sostenibile nell'Unione Europea (UE). Gli obiettivi fondamentali sono stati enunciati in alcuni documenti, *2020 Climate & Energy Package* (*Pacchetto Clima-Energia 20-20-20*), *2030 Climate & Energy Framework* (*Quadro per il Clima e l'Energia 2030*) e *2050 Low-Carbon Economy* (*Tabella di marcia per l'energia 2050*), che costituiscono il fondamento della politica energetica comunitaria e stabiliscono i target che debbono essere raggiunti dagli Stati membri.

Attualmente, oltre il 68% della popolazione UE vive in agglomerati urbani e il parco immobiliare che li ospita è costituito da circa 160 milioni di edifici, la maggior parte dei quali presentano bassi livelli di prestazioni energetiche. Ciò ha reso l'urbanizzazione una delle maggiori cause responsabili delle emissioni ambientali e del consumo di energia (rispettivamente, del 36% delle emissioni totali di CO₂ e del 40% del consumo energetico totale

comunitario). Pertanto, consapevole del ruolo chiave del patrimonio edilizio urbano nel raggiungimento degli obiettivi di riduzione del consumo di energia e delle emissioni inquinanti, la CE ha attribuito un'importanza crescente al ruolo dell'efficientamento energetico urbano ed edilizio. Dal punto di vista dell'efficienza energetica, le città svolgono un ruolo cruciale per migliorare le attuali modalità di approvvigionamento energetico e garantire una migliore qualità della vita ai cittadini; mentre, la riqualificazione degli edifici comporta sia riduzioni significative dei consumi (e delle conseguenti emissioni di CO₂) sia un maggiore utilizzo di fonti rinnovabili (Bulkeley, 2016).

La scala dell'edificio è stata la prima ad essere oggetto di normative energetiche volte all'abbattimento dei consumi. La CE, tuttavia, ha col tempo riconosciuto che l'approccio più proficuo è quello rivolto alla scala urbana intermedia del quartiere e, alla luce di ciò, ha spostato l'attenzione verso il *Net Zero Energy District* (NZED), come superamento del più noto *Net Zero Energy Buildings* (NZEB).

Gli interventi di efficientamento energetico alla scala del quartiere possono comportare numerosi vantaggi rispetto alle azioni di retrofit dei singoli edifici, soprattutto in termini di maggiore efficacia di attuazione delle strategie energetiche urbane, effetti sinergici tra le azioni di tipo diverso e riduzione dei costi unitari per effetto delle economie di scala. I quartieri hanno, inoltre, un ruolo centrale per il raggiungimento della sostenibilità urbana: consentono di intraprendere interventi in porzioni di territorio omogeneo, con un grado di complessità ridotto rispetto all'intero sistema di una città, incrementando in numero e durata i risultati raggiungibili rispetto ad azioni puntuali. Nondimeno, l'approccio alla scala del quartiere consente di concentrare gli interventi nelle aree urbane dove sono maggiormente necessari; in particolare, nei quartieri periferici e negli insediamenti di edilizia sociale, generalmente relegati ai margini spaziali della città, le azioni di riqualificazione energetica possono contribuire alla rigenerazione urbana, trasformando le criticità in catalizzatori di risorse e producendo importanti effetti positivi anche in termini di rafforzamento della coesione sociale e territoriale (Boyle et al., 2018; Zazzerò, 2014).

I benefici sociali, energetici, ambientali ed economici ottenibili da interventi a scala urbana sono riconosciuti dalla letteratura di settore (Amaral et al., 2018; Caputo et al., 2013; Paiho et al., 2019; Zheng et al., 2017); tuttavia, devono ancora essere univocamente definiti alcuni elementi come, ad esempio, il termine *district* (quartiere), quali sono i livelli di dettaglio che lo contraddistinguono e quali le componenti immateriali che lo rappresentano. Il livello del quartiere, inoltre, non è stato ancora sufficientemente esplorato per ottimizzare il raggiungimento degli obiettivi energetici comunitari, per supportare la ripresa del mercato immobiliare, nonché per accelerare i cambiamenti economici e sociali delle aree urbane e degli insediamenti storici che non sono energeticamente efficienti.

Altresì, anche dal punto di vista tecnico, in letteratura sono stati sviluppati strumenti e metodi di valutazione in ambito energetico prevalentemente al livello edilizio; mentre, non sono molto numerosi gli studi di metodologie applicabili alla scala di quartiere, soprattutto se si focalizza l'attenzione verso i territori mediterranei del Sud Europa (Dall'Ò et al., 2012; De Fino et al. 2017; Massimo et al., 2019). Infatti, le condizioni dei cittadini e degli agglomerati urbani localizzati in territori con condizioni climatiche e meteorologiche temperate tipiche

dell'Europa meridionale, sono state meno analizzate rispetto ai bisogni di isolamento termico e di riscaldamento dei cittadini che vivono nei paesi del Nord Europa.

Un riferimento operativo ed esemplificativo per trasformare le città è stato fornito direttamente dall'UE che, negli ultimi anni, ha attuato diversi programmi allo scopo di sperimentare interventi di retrofit energetico a scala di quartiere e di valutarne la fattibilità tecnica ed economica. Le *smart cities*, catalizzatrici delle politiche comunitarie, sono state sovente scelte come tester e promotrici di tali programmi. L'attuazione delle finalità dichiarate di promuovere il *Net Zero Energy District* (NZED), condividere le esperienze e facilitare la replicazione su larga scala di interventi di efficienza energetica a livello di quartiere è, tuttavia, limitata dalla mancanza di sperimentazione di modelli in grado di adattarsi alla molteplicità e alla varietà dei sistemi urbani comunitari, che è necessaria se si considera che la maggior parte del territorio dell'UE ha caratteristiche molto distanti da quelle delle *smart cities* coinvolte nei progetti pilota (Haarstad e Wathne, 2019).

All'interno di questo quadro generale, in cui la questione energetica urbana è incentrata sul ruolo strategico del "quartiere", emerge anche il fenomeno della povertà energetica, un problema socio-economico complesso che colpisce milioni di famiglie in tutta l'Unione Europea e che è destinato ad aumentare a causa della crescente incidenza della transizione ecologica sull'aumento dei prezzi dell'energia, oltre che dai recenti eventi geopolitici causati dalla guerra in Ucraina.

Definita come «una situazione nella quale una famiglia o un individuo non è in grado di pagare i servizi energetici primari necessari per garantire un tenore di vita dignitoso» (European Commission, *Citizen Energy Forum 2016*), la povertà energetica causa un impatto significativo sulla salute e sull'ambiente ed è strettamente connessa, tra le altre variabili, anche alla capacità di spesa dei cittadini e alla prestazione energetica delle loro abitazioni. Una ricerca europea condotta da *Open Exp* nel 2019 ha mostrato che esiste un forte divario tra l'*European Energy Poverty Index* (EEPI) delle nazioni del Nord e quelle del Sud Europa e che quest'ultime sono maggiormente colpite dal fenomeno. Ciò è imputabile al fatto che la diversità dei fattori socio-economici tra i paesi ha un peso maggiore rispetto alla diversità delle condizioni climatiche e meteorologiche. Parte della soluzione dovrebbe, dunque, provenire dal rafforzamento di politiche di contrasto al fenomeno che finora, tuttavia, sono state incentrate prevalentemente sul problema del riscaldamento delle abitazioni nelle regioni europee climaticamente più fredde, assorbendo gran parte delle risorse finanziarie erogate. Invece, non sono state predisposte strategie e misure altrettanto adeguate alle specifiche esigenze di climatizzazione nelle regioni europee meridionali.

0.2. Inquadramento del tema di ricerca

All'interno di tale ambito, il tema generale del presente progetto di ricerca è la transizione energetica considerata come linea di azione centrale dello sviluppo urbano sostenibile. La ricerca è incentrata sulla scala del quartiere, intermedia tra quella urbana e quella edilizia, e considera soprattutto i casi dove il fenomeno della povertà energetica è diffuso e il quartiere è localizzato nel contesto geografico dell'Europa mediterranea (Fig. 0.1a).

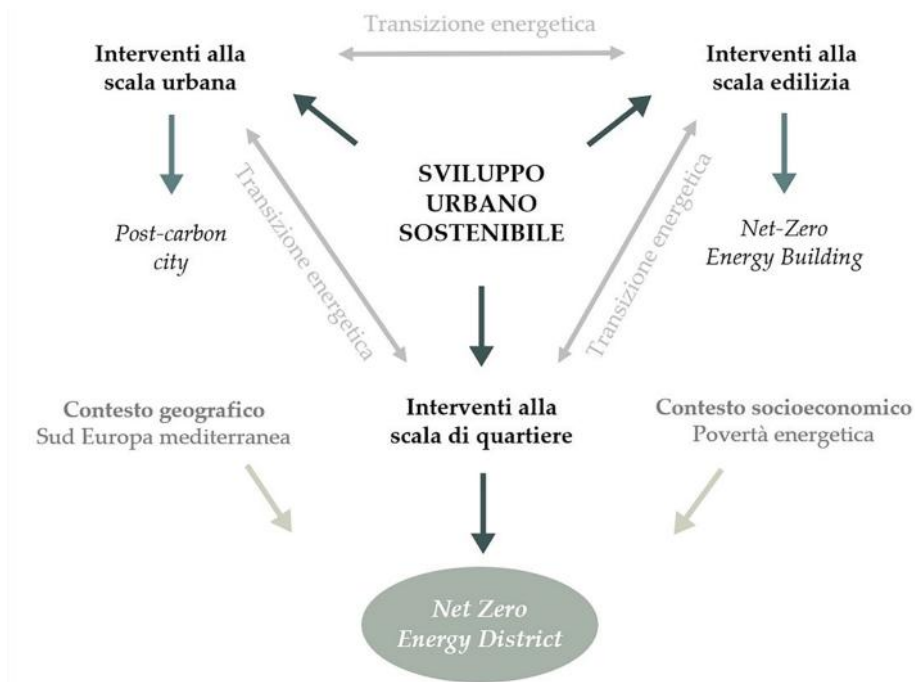


Figura 0.1a. Inquadramento del tema di ricerca (fonte: elaborazione propria)

Al fine di individuare le linee d'azione in grado di attuare nuovi modelli urbani innovativi e sostenibili, la ricerca indaga tre diversi ambiti strettamente interrelati: il sistema normativo; gli strumenti finanziari; i modelli a supporto del processo decisionale. In questo senso è necessario analizzare le criticità/potenzialità fornite dal sistema normativo e dagli strumenti finanziari vigenti e la formazione di strumenti di valutazione in grado di supportare i *Decision Makers* (DMs) nei processi decisionali urbani di transizione energetica dei quartieri. Le metodologie di valutazione, in particolare, devono essere in grado di supportare i DMs nella definizione e nella scelta di azioni incentrate sull'accesso a risorse energetiche accessibili, affidabili e sostenibili, sui bisogni dei cittadini e sugli interessi degli *stakeholders* (Oppio et al. 2020; Vergerio et al., 2018).

Tra i diversi metodi di valutazione, il percorso di ricerca si è focalizzato sullo studio dei metodi di analisi multicriteriale a supporto del processo decisionale (*Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA*) (Fig. 0.1b). Difatti, le MCDA possono aiutare a definire un problema dalla sua fase iniziale fino alla selezione dello scenario migliore in funzione del contesto e dei soggetti coinvolti, anche in condizioni di elevata incertezza (Bouyssou et al., 2006; Ishizaka e Nemery, 2013).

Lo sviluppo di modelli di MCDA consente di guidare la scelta tra possibili azioni di rigenerazione urbana e di transizione energetica alla scala di quartiere considerando diverse prospettive, identificando le azioni prioritarie per i decisori e, nel caso di processi partecipativi, integrando i punti di vista delle comunità locali. Questi modelli permettono anche di valutare i benefici e i vantaggi dei possibili scenari di intervento, poiché promuovono processi di apprendimento capaci di generare conoscenze comuni basate su informazioni condivise. Infatti, includendo diversi *stakeholders* nel processo decisionale, possono essere integrati diversi domini di conoscenza e possono, altresì, essere promossi processi partecipativi (Dell'Ovo et al., 2020a).

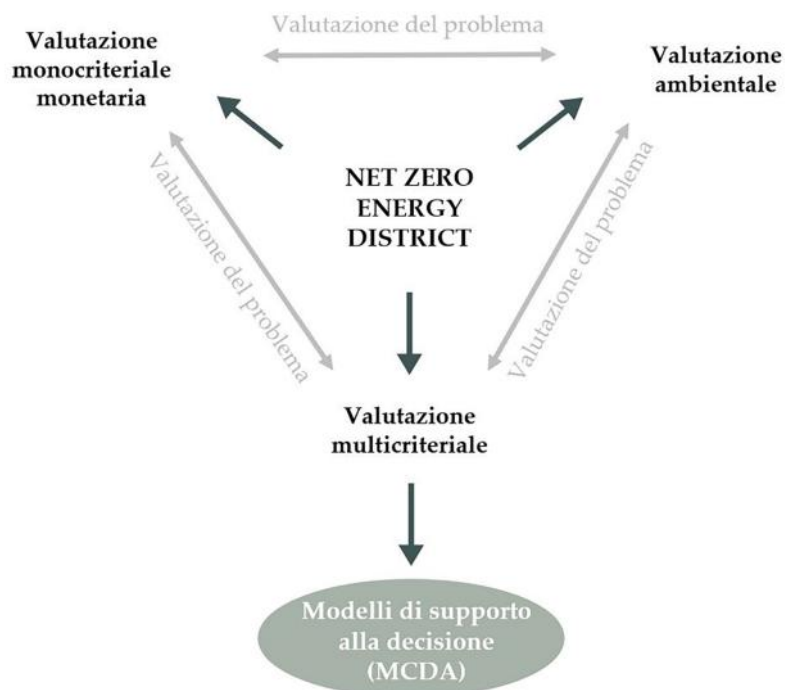


Figura 0.1b. Inquadramento del tema di ricerca (fonte: elaborazione propria)

All'interno della ricerca, inoltre, saranno analizzate le politiche, il sistema normativo e gli strumenti finanziari di incentivazione alla transizione energetica a scala di quartiere promosse dall'Unione Europea per individuare le loro criticità e potenzialità nel raggiungimento della sostenibilità e della fattibilità economico-finanziaria degli interventi di retrofit alla scala del quartiere.

In definitiva, il presente progetto di ricerca si propone di indagare la transizione energetica urbana attraverso la promozione del *Net Zero Energy District* nel peculiare contesto geografico dell'Europa meridionale e nel contesto socioeconomico connotato dal fenomeno della povertà energetica. Le ragioni di tale scelta sono da rintracciare, in primo luogo nel fatto che la transizione energetica sostenibile alla scala del quartiere è stata meno indagata rispetto alle altre scale territoriali (Bottero et al., 2021b), ma anche nella minor attenzione che è stata dedicata dalla letteratura scientifica alle condizioni specifiche delle regioni mediterranee e nella crescente diffusione della povertà energetica a livello globale, europeo e nazionale (Faiella e Lavecchia, 2021).

0.3. Domande del progetto di ricerca

Alla luce delle considerazioni precedentemente esposte, questa ricerca vuole contribuire alla costruzione di un sistema di conoscenze utili alla promozione della transizione energetica urbana di un quartiere preesistente in un *Net Zero Energy District*, indagando le norme e gli strumenti finanziari attualmente disponibili e proponendo un modello decisionale per supportare la scelta della più efficace linea d'azione. Queste tematiche saranno approfondite nel peculiare contesto geografico e climatico delle aree mediterranee del Sud Europa e nel contesto socioeconomico di quartieri affetti dal fenomeno della povertà energetica.

La domanda che ha dato l'avvio alla presente ricerca è stata:

D.1. Come promuovere la diffusione del Net Zero Energy District (NZED)?

Allo scopo di mettere a sistema le diverse conoscenze e competenze su politiche nazionali e internazionali, quadro normativo, strumenti finanziari, analisi tecniche e sociali per incentivare il *Net Zero Energy District* sono stati posti i seguenti quesiti:

D.1.1. Come agire per trasformare un quartiere in un Net Zero Energy District (NZED)? Come definire le linee d'azione possibili?

La riqualificazione energetica a scala di quartiere è un'operazione complessa poiché richiede la simultanea considerazione di molteplici analisi in numerosi ambiti disciplinari (come, ad esempio, audit energetici, analisi economiche, studi ambientali, progetti di impianti termici, indagini sociali, valutazione di impatto urbano, ecc.). Delineare la linea d'azione più efficace richiede, dunque, l'espressione di un giudizio su diversi ambiti in relazione ai possibili scenari alternativi (Koutra et al., 2018). Alcune macro-categorie su cui si può intervenire per l'efficientamento energetico di un'area urbana sono: gli edifici; il verde urbano; la mobilità e il sistema dei trasporti; i sistemi impiantistici e le infrastrutture (come le reti di distribuzione dell'energia o i sistemi di illuminazione pubblica); il sistema di approvvigionamento e produzione dell'energia e il sistema di smaltimento dei rifiuti (Becchio et al., 2021). L'insieme delle azioni di efficientamento energetico possono essere classificate come misure passive, nel caso in cui sono attuate senza coinvolgere gli elementi energivori (ad esempio, il rinnovamento degli involucri degli edifici o l'installazione di schermature solari), oppure come misure attive, in cui ricadono tutti gli interventi sugli elementi che consumano energia (come gli impianti termici o di illuminazione). Un'altra famiglia di azioni riguarda le *Information Communication Technology* (ICT), utili per il controllo e la regolazione dei consumi energetici. Inoltre, è possibile intervenire anche sul fattore umano, in termini di stili di vita, abitudini, tipo di consumo, ecc. (Ruggeri et al., 2020). Per definire le linee di azioni per la transizione di un quartiere in *Net Zero Energy District* e per individuare eventuali elementi innovativi o criticità di tali azioni la ricerca analizzerà progetti già realizzati in alcune città dell'UE e promossi dai programmi europei specificamente votati alla diffusione di pratiche di retrofit energetico a scala di quartiere (Saheb et al., 2019; My Smart City District).

D.1.2. Gli attuali strumenti normativi sono adeguati a sostenere una tale transizione energetica? Quali sono le loro criticità e potenzialità?

Per far fronte alla contemporanea necessità di promuovere lo sviluppo urbano sostenibile e affrontare la sfida energetica globale e le conseguenze del cambiamento climatico, l'Unione Europea ha predisposto un sistema di norme emanando alcune direttive (*Direttiva 2018/2002/UE sull'efficienza energetica; Direttiva 2018/844/UE sulla Prestazione Energetica nell'Edilizia*) e ha finanziato sia strategie di efficientamento energetico (COM / 2016/ 860 - *Clean Energy for All Europeans*; COM / 2018/773 - *A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*), sia strumenti attuativi per garantire che la transizione verso

un'economia climaticamente neutra avvenga in modo equo e non lasci indietro nessuno (*Just Transition Mechanism*). Tuttavia, il recepimento delle direttive dai singoli paesi membri dell'UE sui temi di sostenibilità, clima ed energia presenta notevoli differenze, in risposta alle specifiche caratteristiche climatiche, geografiche, politiche e socio-economiche. Tali differenze si riscontrano anche nella normativa sulla transizione energetica, soprattutto in quella inerente i tessuti urbani consolidati e storicizzati, nelle modalità di incentivazione dell'efficientamento energetico e nella lotta alla povertà energetica (Faiella e Lavecchia, 2021; Castaño-Rosa et al., 2019). Criticità e potenzialità degli strumenti normativi saranno indagate rispetto alle peculiarità del contesto geografico e socioeconomico analizzato dalla ricerca e, in particolare, per la loro capacità di incidere sul fenomeno della povertà energetica.

D.1.3. *Gli attuali strumenti finanziari sono adeguati a sostenere la transizione energetica? Quali sono le loro criticità e potenzialità?*

L'Unione Europea ha promosso negli ultimi 15 anni varie forme di strumenti finanziari per favorire gli investimenti nella transizione energetica urbana. Ad esempio, nell'ambito del *Clean Energy for All Europeans*, la CE ha predisposto l'iniziativa *Smart Finance for Smart Buildings* (SFSB), allo scopo di sviluppare modelli flessibili di investimento e consentire agli intermediari finanziari (come gli istituti di credito) di proporre soluzioni finanziarie innovative per gli interventi di efficientamento energetico degli edifici; mentre, nell'*European Green Deal* è stato avviato il *Sustainable Europe Investment Plan* al fine, tra le altre cose, di fornire supporto agli stakeholders nell'esecuzione di progetti sostenibili (COM/2016/860 - *Clean Energy for All Europeans*; COM/2019/640 - *The European Green Deal*). Questi strumenti finanziari possono influenzare la redditività dei progetti e orientare gli investimenti o l'uso delle risorse disponibili. Tuttavia, la variabilità delle condizioni socio-economiche, dei contesti urbani, delle caratteristiche edilizie, delle tipologie di interventi di efficientamento energetico è talmente ampia da poter generare risultati estremamente mutevoli in termini di fattibilità economica e redditività del progetto (Barbaro e Napoli, 2021). Inoltre, le altre questioni politiche ed economiche come le modalità di distribuzione degli incentivi o il prezzo sociale della riduzione delle emissioni di CO₂ sono soggette a un profondo dibattito scientifico che le lascia ancora irrisolte e prive di una soluzione univoca (Napoli et al., 2020a). Dunque, lo studio di tali strumenti consentirà di indagare le principali criticità o carenze negli attuali strumenti finanziari e di incentivazione, ma anche di delinearne le potenzialità di sviluppo e gli ambiti di applicazione, anche in relazione alla necessità di contrastare il fenomeno della povertà energetica.

D.2. *Come i modelli di analisi multicriteriale possono supportare il processo decisionale per la transizione di un quartiere in un Net Zero Energy District (NZED)?*

I *Decision-Maker* (DMs) impegnati nei processi decisionali per la transizione energetica possono essere supportati da strumenti valutativi per la definizione di politiche, azioni e interventi fondati sull'accesso a risorse energetiche sostenibili e affidabili, sui bisogni

dei cittadini e sugli interessi degli stakeholders (Vergerio et al. 2018). In generale, gli strumenti di valutazione sono riconducibili a diversi approcci come, ad esempio, le metodologie monetarie, le metodologie di valutazione ambientale e le metodologie multidimensionali (Bottero et al., 2021a). Tra questi, i metodi di analisi multicriteriale (*Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA*) sono strumenti di valutazione che supportano il decisore individuando un percorso razionale per ottenere il risultato migliore, considerando al contempo numerosi criteri di valutazione e diversi punti di vista, anche tra loro conflittuali (Dell'Ovo et al. 2020b; Bouyssou et al., 2006). Inoltre, i MCDA consentono di esprimere preferenze su scenari di intervento alternativi utilizzando dati sia qualitativi che quantitativi e coinvolgendo nel processo di scelta differenti tipi di decisori. La flessibilità in termini di dati, decisori e contesti e, parallelamente, la capacità di fornire modelli specifici in grado di risolvere problemi reali sono le principali ragioni per cui le MCDA possono essere considerate uno strumento adeguato a supportare la transizione di un quartiere in un NZED. Pertanto, queste considerazioni hanno condotto alla formulazione dei seguenti ulteriori quesiti:

D.2.1. Qual è l'approccio più indicato per costruire il modello decisionale? Quale metodo multicriteriale utilizzare?

Esiste una vasta gamma di MCDA che possono essere classificati per tipologia di problema (ad esempio, di scelta o di ordinamento delle alternative), per tipologia di dati disponibili o per tipologia di risultati conseguibili. Inoltre, ciascun metodo ha proprie caratteristiche, qualità e limiti (Ishizaka e Nemery, 2013). I MCDA possono essere suddivisi in tre grandi famiglie in funzione degli approcci che sono utilizzati: il *Full aggregation approach*, che fornisce classifiche complete di opzioni sulla base della loro funzione di utilità; l'*Outranking approach*, che si basa sui confronti a coppie; il *Goal, aspiration or reference level approach*, che identifica le opzioni più vicine all'obiettivo ideale o al livello di riferimento. Inoltre, la scelta del metodo MCDA più appropriato per risolvere un problema specifico può essere selezionato sulla base degli input (tipologia di dati) o dei parametri chiave richiesti (Bouyssou et al., 2006; Ishizaka e Nemery, 2013). La scelta del modello dovrà, pertanto, essere effettuata in base alle caratteristiche del problema decisionale, ai dati disponibili, al modo attraverso cui i decisori esprimono le loro preferenze e al tipo di output che si vuole ottenere.

D.2.2. Quali sono i soggetti portatori di interessi nella transizione energetica di un quartiere da coinvolgere nel processo decisionale? Come identificarli?

I problemi decisionali inerenti alla trasformazione della città, o di parti di essa, sono inevitabilmente complessi in quanto caratterizzati da una molteplicità di obiettivi e interessi, spesso conflittuali tra loro. La definizione della soluzione migliore è resa difficoltosa dalla necessità di conciliare punti di vista diversi, appartenenti a tutti i soggetti coinvolti nella decisione. L'identificazione degli stakeholders è, pertanto, una operazione chiave, poiché consente di aprire il processo decisionale a competenze e preferenze multiple (Dell'Ovo et al. 2020a). Inoltre, gli approcci partecipativi sono

adottati sempre più spesso, specialmente in ambito urbano, per rafforzare il coinvolgimento dei gruppi sociali interessati nelle scelte che influenzeranno in modo significativo il territorio e le comunità locali (Marzouki et al., 2022). Includendo portatori di interessi diversi nel processo decisionale, i *Decision-Makers* (DMs) possono espandere i propri domini di conoscenze ed ottenere un consenso sociale più ampio, che legittima le loro scelte e il raggiungimento di una soluzione condivisa del problema decisionale (Fung, 2015). L'identificazione degli stakeholders può essere ottenuta tramite la *Stakeholders Analysis* che consente di individuare i portatori di interesse, con i loro obiettivi e priorità, e definire quali risorse sono in grado di mettere in gioco, evidenziando possibili conflitti (Bottero et al., 2021a; Yang 2014).

D.2.3. Quali criteri utilizzare nel processo decisionale? Quali pesi attribuire a tali criteri?

La scelta dei criteri è una fase molto delicata della costruzione di un modello decisionale perché, ovviamente, influenza i risultati. I criteri decisionali del modello sono inizialmente selezionati a partire da una *Literature Review*. I criteri maggiormente utilizzati nei processi decisionali inerenti al tema della sostenibilità energetica sono quelli riconducibili alle sfere: *economica* (costo di investimento, Valore Attuale Netto, ecc.); *ambientale* (emissioni di CO₂, consumo del suolo, ecc.); *tecnica* (risparmio energetico primario, sostenibilità del vettore energetico, ecc.); *sociale* (accettazione da parte delle comunità, creazione di posti di lavoro, ecc.) (Wang et al., 2009). Ulteriori tipologie di criteri possono essere definite nei problemi decisionali inerenti all'ambito della compatibilità degli obiettivi di sviluppo sostenibile (Bottero et al., 2018) o l'ambito del patrimonio architettonico (Egusquiza et al., 2022). Dato che i criteri non hanno la stessa importanza all'interno di un processo decisionale, è necessario assegnare un sistema di pesi. Per effettuare la ponderazione possono essere utilizzate diverse metodologie e, nel caso in cui siano impegnati più decisori, i pesi dei criteri risentirebbero anche dell'influenza e della forza dei diversi attori (Crow et al. 2021).

0.4. Obiettivi del progetto di ricerca

La tesi intende dare un contributo alla ricerca sullo sviluppo urbano sostenibile indagando sia gli strumenti normativi e finanziari in grado di favorire la diffusione di misure di efficientamento energetico, sia i modelli di supporto alle decisioni per la scelta della più efficace linea d'azione per la trasformazione di un quartiere in uno NZED. A tal fine, saranno analizzate le criticità e le potenzialità fornite dagli strumenti normativi e dagli strumenti finanziari vigenti in riferimento ad un caso studio, che dovrà essere un quartiere sito nell'area mediterranea del Sud Europa e in un contesto socioeconomico di povertà energetica, per il quale sarà costruito un modello multicriteriale di supporto al processo decisionale. Pertanto, coerentemente con le domande precedentemente formulate, gli obiettivi principali della ricerca sono:

O.1. Definizione di strumenti e azioni per promuovere il Net Zero Energy District (NZED).

L'obiettivo è stato scomposto nei seguenti sotto-obiettivi:

O.1.1. Individuazione di linee d'azione per la transizione energetica di un quartiere in Net Zero Energy District (NZED).

Il primo obiettivo dichiarato della ricerca è quello di individuare efficaci azioni alternative di efficientamento energetico per la transizione di un quartiere in NZED. A tal fine la ricerca si è prefissata di condurre un'analisi sulle esperienze europee di progetti di efficientamento energetico a scala di quartiere. Nello specifico, quali casi studio, sono stati selezionati i progetti dei programmi del gruppo *My Smart City District* (MSCD). All'interno di tale gruppo, infatti, sono confluiti otto programmi comunitari con l'intento comune di sviluppare strategie per la progettazione, la costruzione e la gestione di interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere. Lo studio dei programmi di MSCD ha avuto come finalità l'individuazione delle principali caratteristiche e criticità degli interventi realizzati, ponendo particolare attenzione agli strumenti normativi e finanziari utilizzati per il raggiungimento della fattibilità economica e della sostenibilità ambientale e sociale dei progetti. All'interno della ricerca, tra le possibili azioni alternative da applicare al caso studio, sarà vagliata la possibilità di installare sistemi locali di approvvigionamento energetico per raggiungere l'autonomia e ottenere la partecipazione attiva dei consumatori nel mercato dell'energia.

O.1.2. Analisi critica degli attuali strumenti normativi a sostegno dei progetti di Net Zero Energy District (NZED).

Per il conseguimento dell'obiettivo, il progetto di ricerca si è proposto di effettuare sia un'indagine conoscitiva delle politiche energetiche e del quadro normativo dell'Unione Europea in materia di sostenibilità, clima ed energia, sia un'analisi del recepimento delle direttive e degli obiettivi energetici e di sviluppo sostenibile urbano dell'UE da parte di alcuni Stati membri. A tal fine sono state selezionate l'Italia e la Spagna, in linea con la volontà della ricerca di approfondire, in particolare, la promozione e la realizzazione di interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere nell'aree geografiche e climatiche del Sud Europa.

O.1.3. Analisi critica degli attuali strumenti finanziari a sostegno dei progetti di Net Zero Energy District (NZED).

Un altro obiettivo della ricerca è quello di analizzare gli strumenti finanziari di incentivazione alla realizzazione di interventi di transizione energetica a scala di quartiere. Alcuni di questi strumenti sono: agevolazioni fiscali (deduzioni o detrazioni); aliquote IVA agevolate su materiali e opere; riduzioni di imposte su specifiche proprietà immobiliari; imposte per disincentivare il consumo di energia elettrica da combustibili fossili, ecc. L'analisi sarà condotta, in particolare, per comprendere l'impatto di questi strumenti sulla fattibilità economico-finanziaria di interventi di retrofit energetico a

scala di quartiere, valutando possibili variazioni e le potenzialità di impiego, soprattutto in contesti di povertà energetica.

O.2. Definire struttura e caratteristiche dei modelli di valutazione multicriteriale per supportare il processo decisionale nella transizione di un quartiere in Net Zero Energy District (NZED).

In modo analogo a quanto fatto precedentemente, tale obiettivo è stato scomposto in:

O.2.1. Costruzione di un modello di valutazione multicriteriale a supporto del processo decisionale per la transizione energetica di un quartiere in un Net Zero Energy District (NZED).

Altro obiettivo della ricerca è quello di elaborare un modello di valutazione a supporto del processo decisionale per la transizione energetica di un quartiere in un NZED utilizzando un metodo di analisi multicriteriale (MCDA). Il modello sarà testato in un caso studio costituito da un quartiere di una città siciliana nel quale sono presenti condizioni economico-sociali tali da produrre povertà energetica. In tale contesto saranno definiti il problema decisionale e le caratteristiche del caso studio, i portatori di interessi, i criteri di valutazione, i metodi di costruzione del metodo multicriteriale e di determinazione dei pesi. Nello specifico, si intende utilizzare il metodo PROMETHEE, il quale segue un approccio *outranking* per classificare un insieme finito di azioni alternative sulla base di molteplici criteri, anche in conflitto tra loro, e numerosi decisori. L'obiettivo è, difatti, quello di ottenere, al termine del processo, una classificazione delle azioni alternative in ordine di efficacia per la transizione energetica del quartiere.

O.2.2. Individuazione dei soggetti coinvolti nel processo decisionale inerente alla transizione energetica.

Per definire quali attori sono coinvolti negli interventi di riqualificazione energetica di un quartiere e comprenderne il ruolo all'interno del processo decisionale sarà effettuata una *Stakeholders Analysis*. L'analisi permette, inoltre, di definire il profilo di ciascun attore, i suoi obiettivi e aspettative e di inquadrare il suo potenziale ruolo all'interno del processo decisionale, evidenziando al contempo possibili conflitti tra le parti. Difatti, l'esistenza di valori e interessi diversi in un problema di scelta tra scenari alternativi implica che, nella maggior parte dei casi reali, non esiste la soluzione ottima; pertanto, è necessario trovare la migliore soluzione di compromesso tra i soggetti coinvolti rispetto ai criteri di valutazione. Inoltre, è importante considerare che l'identificazione degli stakeholders è un passaggio fondamentale per avviare e promuovere forme di partecipazione pubblica e di cooperazione tra pubblico e privato.

O.2.3. Individuazione dei criteri da utilizzare nel processo decisionale e della loro importanza relativa.

La selezione dei criteri di valutazione da utilizzare all'interno del modello decisionale per il confronto di azioni alternative sarà effettuata a partire dalla *review* sulla letteratura

di settore, con particolare riferimento alle proposte di modelli decisionali applicati nell'ambito dello sviluppo urbano sostenibile. In particolare, i criteri saranno selezionati tenendo conto delle principali caratteristiche geografiche e socioeconomiche del caso studio selezionato. Per ciascun criterio saranno specificati: tipologia (qualitativo o quantitativo), direzione di preferenza (da massimizzare o minimizzare) e unità o scala di misurazione. Il passaggio successivo sarà la determinazione del sistema di ponderazione dei criteri al fine di stabilirne l'importanza relativa all'interno del processo decisionale.

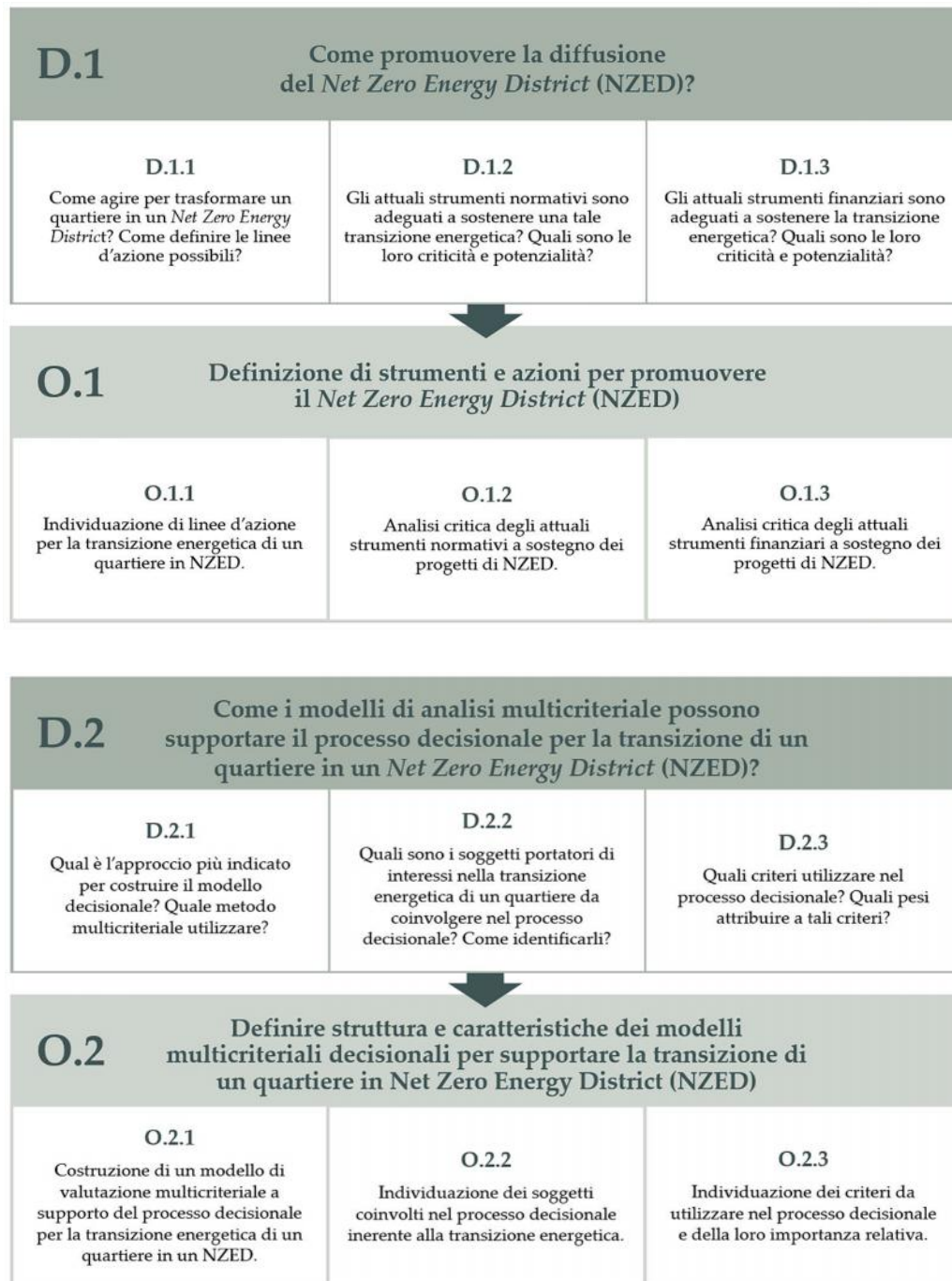


Figura 0.2. Schema delle domande e degli obiettivi della ricerca (fonte: elaborazione propria)

0.5. Attualità e rilevanza del tema

Il tema generale di questa ricerca, come detto precedentemente, è la transizione energetica urbana, da attuare attraverso la promozione del *Net Zero Energy District*, in particolare in quartieri dove è diffuso il fenomeno della povertà energetica e che sono localizzati nel contesto geografico dell'Europa mediterranea. Per fare ciò la ricerca si è posta come obiettivi l'analisi degli strumenti normativi e finanziari in grado di favorire la diffusione di misure di efficienza energetica e la costruzione di un modello decisionale che possa supportare i decisori politici nella scelta della più efficace strategia d'azione nel rispetto dei sistemi ambientali, economici e sociali coinvolti.

La scelta di questo tema è avvenuta principalmente per due ragioni: da una parte l'interesse personale verso le problematiche valutative connesse alla pianificazione urbana; dall'altra la rilevanza del tema nel dibattito scientifico internazionale contemporaneo.

Una recente revisione della letteratura scientifica condotta da Bottero, Dell'Anna e Morgese nel 2021 (Bottero et al. 2021b) ha messo in evidenza che gli studi connessi alla transizione energetica e alle città post-carbonio sono iniziati nel 1957, ma solamente dopo il 2000 si assiste ad un considerevole sviluppo, in particolare, nelle aree disciplinari dell'energia, delle scienze ambientali e dell'ingegneria.

Da un punto di vista della scala territoriale, la produzione scientifica ha affrontato la questione della transizione energetica prevalentemente a livello globale e nazionale. Di contro, la scala di quartiere è stata oggetto di indagine in misura inferiore rispetto agli altri livelli territoriali, come mostrato dalla Figura 0.3.

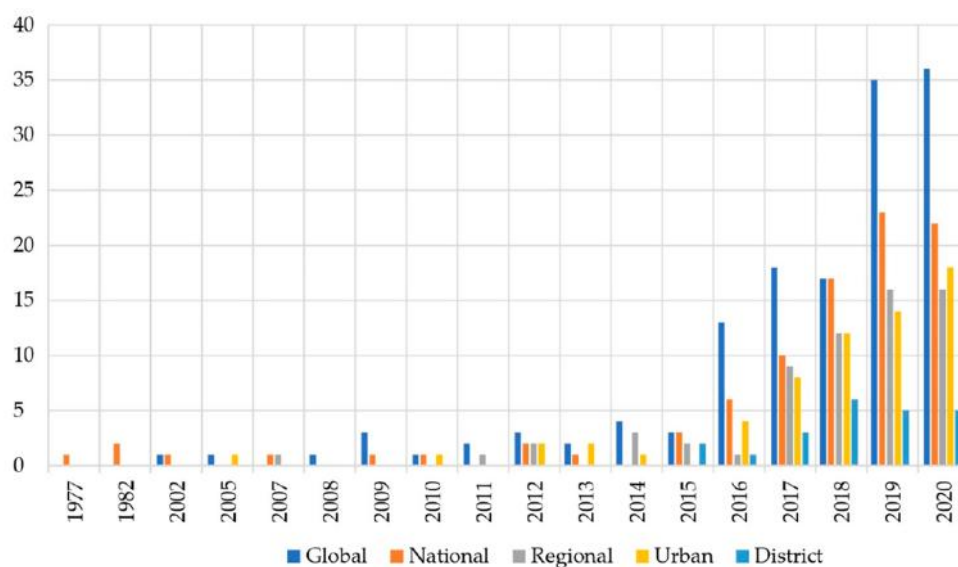


Figura 0.3. Produzione scientifica sulla transizione energetica per scala territoriale (anni 1997-2020) (fonte: Bottero et al., 2021b)

Ciò sottolinea la necessità di esplorare ulteriormente le specificità e potenzialità del “quartiere” per la promozione dello sviluppo sostenibile e della transizione energetica e per il raggiungimento dell'autosufficienza dal punto di vista energetico utilizzando fonti rinnovabili.

Dall'analisi della produzione scientifica per paese sul tema, è emerso che la maggior parte degli studi sono stati condotti in Germania e che si sono occupati della scala urbana e di quartiere soprattutto la Germania, l'Italia e la Spagna a partire dal 2015. In Italia, in particolare, i centri di ricerca più attivi (con il maggior numero di documenti per affiliazione eseguite da SCOPUS) sono il Politecnico di Torino e l'ART-ER (*Attrattività Ricerca Territorio*), che è la Società Consortile dell'Emilia-Romagna nata per favorire lo sviluppo sostenibile della regione.

Infine, secondo la *Literature Review*, gli approcci alla valutazione maggiormente utilizzati per la transizione energetica sono stati: la *Valutazione del Ciclo di Vita* (*Life Cycle Assessment - LCA*), l'*Analisi Costi-Benefici* (*Cost Benefit Analysis - CBA*) e le *Analisi di Sensitività* (*Sensitivity Analysis*); le *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA), invece, sono state impiegate a partire dal 2016 (Fig. 0.4).

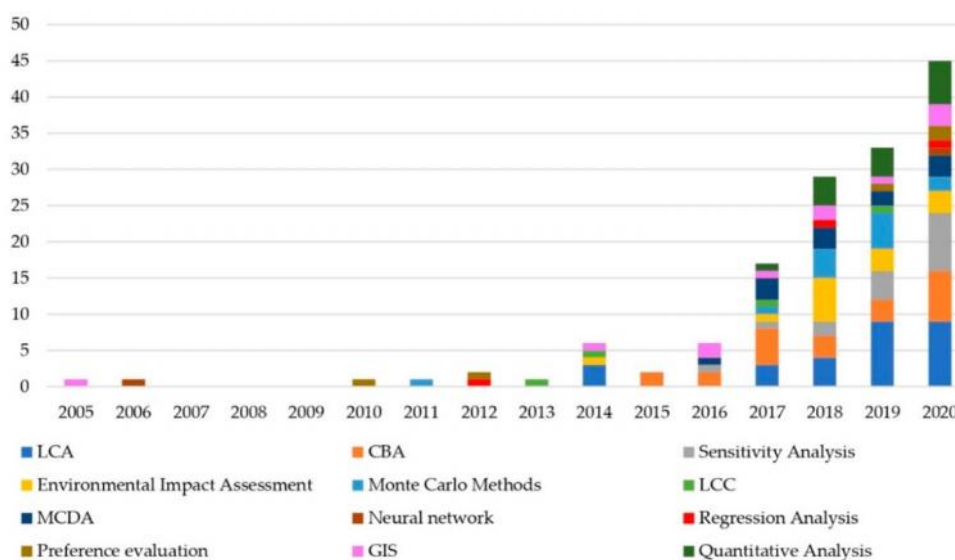


Figura 0.4. Produzione scientifica sulla transizione energetica per approccio valutativo e metodo (anni 2005-2020) (fonte: Bottero et al., 2021b)

La LCA e la CBA sono utilizzate principalmente per affrontare la questione della fattibilità economica di un progetto su larga scala. Le MCDA, invece, consentono di confrontare opzioni diverse utilizzando dati qualitativi e/o quantitativi, sulla base di preferenze espresse dal decisore o da un gruppo di decisori. Tale flessibilità, insieme alla possibilità di costruire modelli in grado di risolvere situazioni specifiche, sono le principali ragioni per cui l'uso delle MCDA è aumentato considerevolmente negli ultimi anni per supportare i processi di trasformazione territoriale conseguenti alla transizione energetica. Altresì, sono le ragioni che hanno condotto alla scelta di impiegare le MCDA per rispondere ai quesiti del presente progetto di ricerca.

0.6. Metodologia, strumenti e livelli della ricerca

La ricerca affronta lo studio delle complesse interrelazioni tra le questioni urbane, energetiche, ambientali, sociali ed economiche seguendo un percorso conoscitivo che, a partire dalle politiche dell'UE in materia di sostenibilità, clima ed energia, passando dagli strumenti

normativi, economici e finanziari, conduce agli strumenti valutativi e decisionali che possono essere utilizzati per promuovere la transizione energetica alla scala di quartiere.

0.6.1. Metodologia e strumenti di analisi

Il processo metodologico della ricerca è iniziato con l'inquadramento scientifico del tema e la costruzione dell'apparato teorico utile allo sviluppo della tesi proposta.

La ricerca è stata avviata a novembre del 2019 e da allora la questione della transizione energetica urbana ha subito numerosi cambiamenti ed evoluzioni. L'avvio dell'*European Green Deal* a dicembre 2019 ha previsto, tra le proposte per fronteggiare i cambiamenti climatici e il degrado ambientale, una specifica linea d'azione destinata al rinnovamento energetico di «grandi blocchi» di edifici, denominata *Renovation Wave*. I contenuti del *Green Deal* hanno, quindi, confermato la volontà iniziale di proporre un progetto di ricerca rivolto all'approfondimento della questione della riqualificazione energetica alla scala del quartiere e hanno posto in luce il tema della povertà energetica. Quest'ultimo ha assunto particolare rilevanza negli ultimi anni anche a causa delle conseguenze delle politiche di contenimento del Covid-19, le quali hanno aumentato le condizioni di vulnerabilità e di disuguaglianza sociali preesistenti. Inoltre, le normative comunitarie e nazionali relative all'efficientamento energetico e alla riduzione delle emissioni di CO₂ sono state modificate negli ultimi anni ed hanno aperto anche alla possibilità di formare comunità energetiche e di autoconsumatori. Infine, l'attuale condizione di conflitto tra Russia e Ucraina ha determinato una grande insicurezza nell'approvvigionamento energetico dell'UE e un conseguente aumento dei costi dell'energia, con forti ripercussioni sulle fasce della popolazione a più basso reddito.

La ricerca ha, dunque, dovuto far fronte ad un contesto politico e normativo in continuo cambiamento; il quadro conoscitivo e teorico di riferimento è stato aggiornato e revisionato fino a gennaio 2023.

La ricerca è stata svolta con metodi sia qualitativi che quantitativi. La prime fasi della ricerca, relative allo studio e all'analisi critica degli strumenti politici, normativi ed economico-finanziari è stata di tipo qualitativo e basata sull'analisi documentale di atti giuridici, comunicazioni politiche, report informativi e divulgativi, articoli scientifici e monografie sugli argomenti. Nelle fasi successive sono stati adoperati anche metodi quantitativi, specialmente, in riferimento alle analisi dei sistemi energetici urbani.

Numerosi sono stati gli apporti alla ricerca provenienti da collaborazioni o esperienze internazionali. Nello specifico:

- dal 19/04/2021 al 5/05/2021 è stato seguito il “*PhD course 2021: Advance Energy System Analysis on the EnergyPLAN model*”, organizzato dalla Aalborg University (Danimarca), che ha consentito ad acquisire le competenze utili alla modellazione di sistemi energetici urbani;
- dal 25/06/2021 al 31/10/2021 è stato condotto un periodo di studio all'estero (in modalità telematica) con il Professor Hernández Aja Agustín del *Dipartimento di Pianificazione Urbana e Territoriale (DUyOT)* della *Scuola di Architettura di Madrid (ETSAM)* dell'*Università Politecnica di Madrid (UPM)*, grazie al quale è stata approfondita la conoscenza del quadro politico, normativo e finanziario vigente in Spagna in materia di sostenibilità, clima ed energia;

- dal 22/11/2021 al 22/07/2022 è stato condotto un periodo di ricerca presso il *Dipartimento di Ingegneria Civile (Departamento de Engenharia Civil)* dell'Università di Coimbra in collaborazione con il Professor Antonio José Pais Antunes, il quale ha consentito una migliore definizione di alcuni obiettivi della ricerca e, in particolare, della sezione conclusiva del progetto, grazie alle conoscenze acquisite durante la partecipazione al *Corso Metodologie di supporto alle decisioni (Metodologias de Apoio à Decisão)*, tenuto dallo stesso Professor António José Pais Antunes. La partecipazione al corso ha permesso di approfondire lo studio sui diversi approcci e sulle modalità di applicazione dei modelli di ottimizzazione e dei metodi di analisi multicriteriale a supporto di processi decisionali inerenti alla pianificazione del territorio, ed è stata una tappa fondamentale nel percorso di studi e ricerca. Difatti, la collaborazione con il Professor António José Pais Antunes sui temi della ricerca è stata consolidata ulteriormente, in quanto il Professore ha assunto il ruolo di co-tutor.

Il campo d'indagine della ricerca è stato, dunque, esteso, sia pure con livelli diversi di approfondimento, ad alcuni ambiti relativi ai domini della scienza economica e delle valutazioni, della pianificazione e della fisica tecnica. Gli strumenti e gli approcci impiegati nella ricerca riflettono i molteplici aspetti interconnessi, che possono essere rinvenuti nei vari livelli della tesi.

0.6.2. Livelli della ricerca

In linea con la metodologia sopradescritta, al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, il progetto di ricerca è stato articolato in sei livelli interconnessi:

L.1. Politiche e norme dell'Unione Europea in materia di sostenibilità, clima ed energia

Nel primo livello della ricerca è acquisito e analizzato il quadro legislativo europeo in tema di sostenibilità, clima ed energia, dal *Pacchetto Clima-Energia 20-20-20* fino al più recente *European Green Deal*. Approfondimenti sono dedicati alle politiche a scala edilizia ed urbana promosse dalla Commissione Europea (CE), al fenomeno della povertà energetica, alla nascita di comunità energetiche e alle misure di sostegno finanziario previste dall'UE per favorire il raggiungimento della neutralità climatica. Tale fase è funzionale alla conoscenza del contesto normativo in cui si collocano le azioni di riqualificazione energetica urbana e all'analisi degli strumenti normativi e finanziari di supporto ad una transizione energetica urbana sostenibile (dal punto di vista ambientale, economico e sociale). Altresì, l'indagine sul quadro politico e sulle strategie energetiche dell'UE è fondamentale per la selezione dei criteri di valutazione del modello decisionale elaborato nel Livello 6 della ricerca.

L.2. Programmi europei di efficientamento energetico

Il secondo livello della ricerca indaga i Programmi Europei come strumenti di applicazione delle politiche energetiche comunitarie alla scala urbana e edilizia. Tra i molteplici programmi promossi dall'UE, attraverso la piattaforma *Smart Cities Information System (SCIS)* – poi confluita nel portale *Smart Cities Marketplace* – sono stati

selezionati i programmi che avevano come obiettivo la realizzazione di interventi di efficientamento energetico, specificatamente alla scala di quartiere, e che erano già conclusi. In tal modo sono stati individuati i programmi del gruppo *My Smart City District* (MSCD), ritenuti particolarmente interessanti poiché hanno sperimentato diverse azioni per l'efficientamento energetico a scala di quartiere in differenti contesti socio-economici di 25 città dell'Unione Europea. Lo studio dei programmi di MSCD costituisce una fonte di informazioni utile ad individuare le principali criticità che devono essere affrontate da un punto di vista economico, tecnico e sociale per l'attuazione di interventi di efficientamento energetico urbano e, al contempo, le azioni che sono state intraprese per superarle. Pertanto, i progetti realizzati dai programmi sono considerati come casi di studio della ricerca di cui analizzare gli aspetti tecnologici, finanziari e socioeconomici.

L.3. Politiche e norme nazionali in materia di sostenibilità, clima ed energia

In questo livello sono esaminate le strategie e le norme nazionali in materia di sostenibilità, clima ed energia, al fine di comprendere in che modo le direttive e le politiche dell'Unione Europea sono recepite e sviluppate a livello nazionale per il conseguimento degli obiettivi comunitari. Dato che la ricerca intende contestualizzare il tema della transizione energetica nelle aree dell'Europa mediterranea, l'Italia e la Spagna sono oggetto di uno specifico approfondimento. Per entrambi i contesti nazionali sono indagate sia le principali politiche e normative volte all'abbattimento delle emissioni inquinanti e al raggiungimento di uno stato ad impatto zero sul clima, sia le strategie energetiche urbane. Sono individuati anche gli strumenti di sostegno finanziario (ad esempio deduzioni o detrazioni fiscali, aliquote IVA agevolate su determinati materiali e opere, ecc.) vigenti nei due Stati e le modalità di formazione di comunità energetiche. Inoltre, sono analizzati e presentati gli esiti di alcune pratiche innovative di rigenerazione urbana ed efficientamento energetico alla scala di quartiere sperimentate in Spagna. La ricerca relativa alla Spagna è stata condotta in collaborazione con il Professor Hernández Aja Agustín del *Dipartimento di Pianificazione Urbana e Territoriale* (DUyOT) della *Scuola di Architettura di Madrid* (ETSAM) dell'*Università Politecnica di Madrid* (UPM) durante un periodo di studio all'estero (in modalità telematica) dal 25/06/2021 al 31/10/2021.

L.4. Sistemi energetici urbani e Net Zero Energy District (NZED)

Un altro livello della ricerca è dedicato ai sistemi energetici urbani e agli interventi energetici a scala di quartiere. Dato che gli aspetti tecnici inerenti alla transizione energetica sono innumerevoli, sono trattate solamente alcune tematiche. Innanzitutto, è effettuata una modellazione energetica a livello urbano per comprendere il funzionamento di un sistema energetico complesso (ad esempio di una città, o di una parte di essa), per indagare i sistemi di approvvigionamento dell'energia a scala locale e per valutare l'impatto del retrofit di un quartiere sull'emissioni di CO₂ di una città. Gli strumenti e le conoscenze necessarie per effettuare tale modellazione sono stati acquisiti

grazie alla partecipazione del “*PhD course 2021: Advance Energy System Analysis on the EnergyPLAN model*”, organizzato dalla Aalborg University (Danimarca) ed erogato in modalità telematica dal 19/04/2021 al 5/05/2021. In secondo luogo, è effettuata una disamina delle principali categorie di interventi energetici eseguibili a scala di quartiere per la definizione di *Net Zero Energy District*, attraverso una revisione della letteratura e sulla base dell’esperienze condotte dai Programmi Europei analizzati nel secondo livello.

L.5. Valutazioni monetarie e multidimensionali per la transizione energetica dei quartieri

Il quinto livello della ricerca è focalizzato sullo studio degli aspetti economici, estimativi, valutativi e decisionali connessi agli interventi di retrofit energetico a scala di quartiere. Per valutare tali interventi è fondamentale prendere in considerazione molteplici aspetti (tecnici, economici e sociali) e diversi criteri decisionali, al fine di confrontare e selezionare o ordinare le possibili linee di azione; tali valutazioni possono comportare, ad esempio, la stima dei risparmi energetici generati dagli interventi e dei corrispettivi risparmi monetari, l’apprezzamento dei benefici ambientali e sociali conseguibili, ecc. Pertanto, sono approfonditi sia i metodi di valutazione monetaria (finanziari ed economici) sia i metodi multidimensionali. Conoscenze più approfondite sui modelli multidimensionali di supporto alle decisioni sono state acquisite attraverso la partecipazione al corso *Metodologie di supporto alle decisioni (Metodologias de Apoio à Decisão)* del dottorato in *Pianificazione Territoriale (Planeamento do Território)* del *Dipartimenti di Ingegneria Civile (Departamento de Engenharia Civil)* dell’Università di Coimbra, tenuto dal Professor Antonio José Pais Antunes nel secondo semestre del 2022.

L.6. Sistemi normativi, strumenti finanziari e modello decisionale e per la transizione energetica di un quartiere in NZED: il caso del quartiere Sappusi di Marsala

Infine, il sesto e ultimo livello riguarda la parte operativa e conclusiva del percorso della tesi, che consiste nel riscontro e nell’applicazione ad un caso studio dei risultati delle ricerche precedentemente effettuate sul sistema normativo, sugli strumenti finanziari e sui modelli multicriteriali a supporto del processo decisionale. Come caso studio è stato scelto il Comune di Marsala, sito nell’area del Sud Europa mediterraneo e, in particolare, il quartiere Sappusi, in cui sono presenti condizioni di povertà energetica. Nello specifico, la ricerca intende rispondere alla necessità di promuovere la transizione energetica sostenibile del quartiere in NZED, individuando la linea d’azione migliore. Gli strumenti normativi e finanziari di incentivazione dello sviluppo energetico sostenibile a scala locale sono testati all’interno del quartiere, evidenziandone limiti e potenzialità per le peculiarità del caso in esame; mentre, attraverso una metodologia multicriteriale sono esplorate una serie di possibili azioni alternative – in linea con le possibilità date dagli strumenti in vigore – per supportare il processo decisionale che deve selezionare il modo più efficace per raggiungere l’obiettivo prefissato.

In definitiva, la ricerca si avvale di metodi sia qualitativi che quantitativi. I primi tre livelli riguardano l'inquadramento scientifico del tema e la definizione dell'apparato teorico per la costruzione di un quadro conoscitivo generale di riferimento utile al raggiungimento dell'obiettivo O.1 (e dei relativi O.1.1, O.1.2 e O.1.3). Gli altri tre livelli della ricerca, invece, consentono di acquisire le conoscenze specifiche necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo O.2 (e dei relativi O.2.1, O.2.2 e O.2.3) (Fig. 0.5).

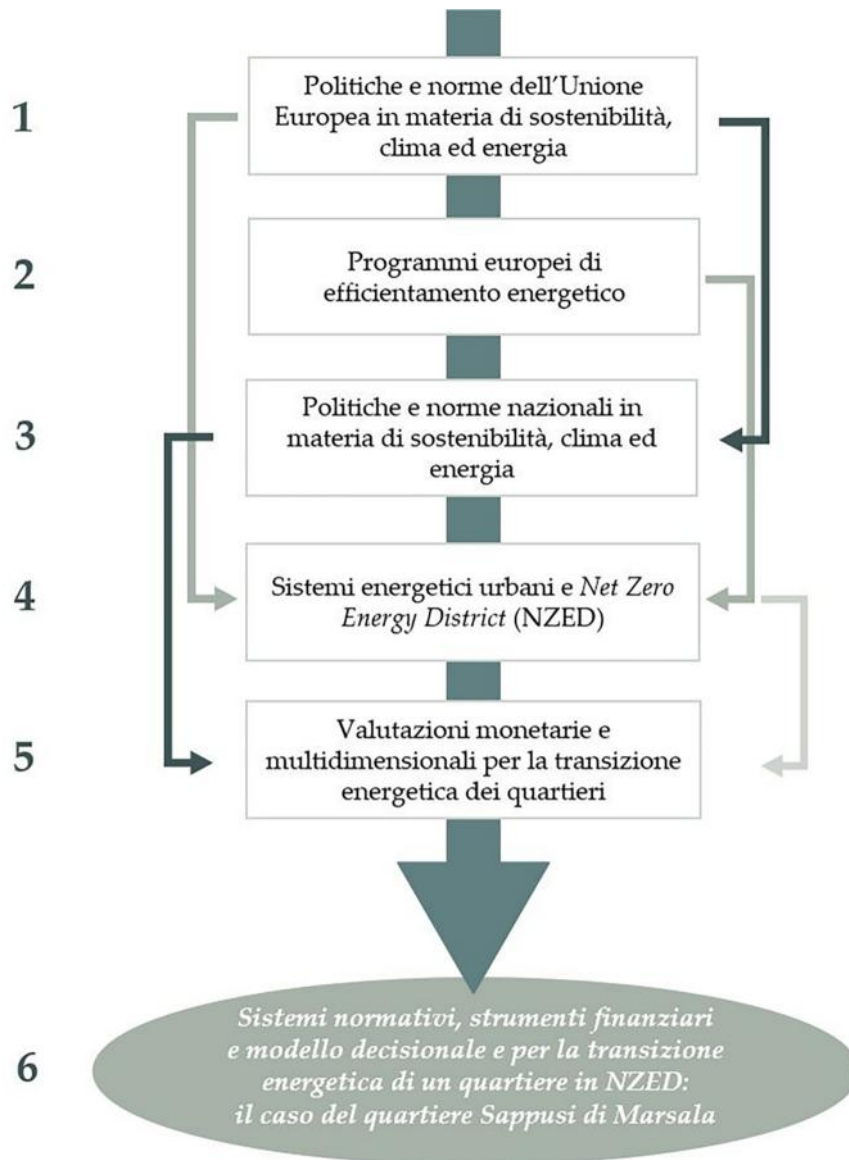


Figura 0.5. Schema dei livelli della ricerca (fonte: elaborazione propria)

1



1. POLITICHE E NORME DELL'UNIONE EUROPEA IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ, CLIMA ED ENERGIA

1.1. Strategia energetica dell'Unione Europea

Dalla fine del XX secolo si sono susseguite a livello europeo numerose azioni e deliberazioni legislative al fine di migliorare la sicurezza e l'affidabilità del consumo di energia e garantire, altresì, che l'intero sistema di produzione, trasmissione e stoccaggio di energia possa divenire sostenibile ed efficiente e che il mercato dell'energia sia concorrenziale e accessibile a tutti.

Le prove, sempre più numerose, dei cambiamenti climatici e della dipendenza crescente dall'energia hanno spinto l'UE ad impegnarsi per ridurre i consumi energetici e per tutelare l'ambiente naturale e i cittadini comunitari. Altresì, l'UE all'interno del Green Deal europeo, presentato dalla Commissione Europea l'11 dicembre 2019, ha sostenuto di voler diventare il primo continente e la prima economia al mondo a impatto zero sul clima.

La politica energetica dell'UE è stata introdotta giuridicamente nel 2007 dall'art. 194 (*Titolo XXI*) del *Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea* (TFUE)¹, secondo cui le azioni comunitarie relative al settore energetico devono basarsi su competenze e responsabilità condivise al fine di: assicurare il funzionamento del mercato dell'energia; garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico; promuovere il risparmio energetico, l'efficienza energetica e lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili; favorire l'interconnessione delle reti energetiche. Ciascuno Stato membro mantiene, comunque, il diritto di decidere sia le condizioni per lo sfruttamento delle proprie risorse energetiche, sia la tipologia di fonti di energia, sia la struttura generale del proprio approvvigionamento energetico.

Dalla pubblicazione del *Titolo XXI* agli inizi del 2023, l'Unione Europea si è impegnata nella formulazione degli obiettivi di politica energetica comunitaria, che sono stati enunciati all'interno del *2020 Climate & Energy Package* (*Pacchetto Clima-Energia 20-20-20*), *2050 Low-Carbon Economy* (*Tabella di marcia per l'energia 2050*) e del *2030 Climate & Energy Framework* (*Quadro per il Clima e l'Energia 2030*). Questi costituiscono il fondamento di tale politica e stabiliscono i target, sempre più ambiziosi, che debbono essere raggiunti dagli Stati membri entro una specifica data.

¹ Il *Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea* (TFUE) è stato stipulato a Roma il 26 marzo 1957 ed è stato da allora più volte modificato. In particolare, l'art. 194 relativo alla politica energetica è stato inserito nel testo legislativo dal *Trattato di Lisbona* il 13 dicembre 2007.

Il *Pacchetto Clima-Energia 20-20-20*, contenuto nella Direttiva 2009/29/CE, è il primo fondamentale tassello delle azioni di politica climatica dell'UE intese a modificare la struttura del consumo energetico da parte degli Stati membri. Al suo interno sono stati fissati gli obiettivi minimi da raggiungere entro il 2020 per contrastare i cambiamenti climatici e l'inquinamento atmosferico. I cosiddetti *Obiettivi 20-20-20* impongono di:

- ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 20%;
- aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili al 20%;
- ottenere risparmi energetici del 20%².

Lo scopo, oltre la promozione di uno sviluppo sostenibile e la protezione dell'ambiente naturale e delle sue risorse, era quello di ridurre la dipendenza dell'UE dai combustibili fossili stranieri, mantenendo l'energia accessibile per i consumatori e le imprese. La *Tabella di marcia per l'energia 2050*, che è stata avviata nel 2011 e poi aggiornata nel 2018, ha fissato come ulteriore obiettivo la riduzione dell'80% delle emissioni entro il 2050, rendendo necessario che la produzione energetica in Europa avvenga a quasi zero emissioni di CO₂. Successivamente, il *Quadro per il Clima e l'Energia 2030*, che è stato adottato dai leader dell'UE nell'ottobre 2014, ha inserito gli obiettivi intermedi secondo cui, entro il 2030 si dovranno:

- ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 40%;
- aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili al 27%;
- ottenere risparmi energetici del 27%.

Nel 2019, infine, l'*European Green Deal* ha introdotto degli obiettivi ancora più ambiziosi e stringenti e si è prefissato di rendere le politiche in materia di clima, energia, trasporti e tassazione adatte a ridurre di almeno il 55% le emissioni nette di gas a effetto serra entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990, con lo scopo finale di rendere possibile la neutralità climatica entro il 2050. L'obiettivo di neutralità, nello specifico, è divenuto un obbligo vincolante nella *Normativa europea sul clima (2021/1119/UE)*, che ha sostituito il precedente Regolamento sulla *Governance dell'Unione dell'Energia (2018/1999/UE)*.

Ai fini di una ricostruzione della definizione dei traguardi e degli obiettivi prefissati dall'UE, segue una breve disamina delle principali strategie energetiche in ordine cronologico (Fig. 1.1), che sono:

- la *Strategia energetica 2020 (2010)*;
- la *Tabella di marcia per l'energia 2050 (2011)*;
- la *Strategia energetica per il 2030 (2014)*;
- la *Strategia di sicurezza energetica (2014)*;
- l'*Unione dell'Energia (2015)*;
- il *Pacchetto energia pulita per tutti gli europei (2016)*;
- la *Strategia a lungo termine per il 2050 (2018)*;
- il *Green Deal (2019)*;
- l'*Impegno energetico esterno dell'UE in un mondo che cambia (2022)*.

² Inoltre, tutti i paesi devono raggiungere una quota del 10% di energia rinnovabile nel proprio settore dei trasporti.

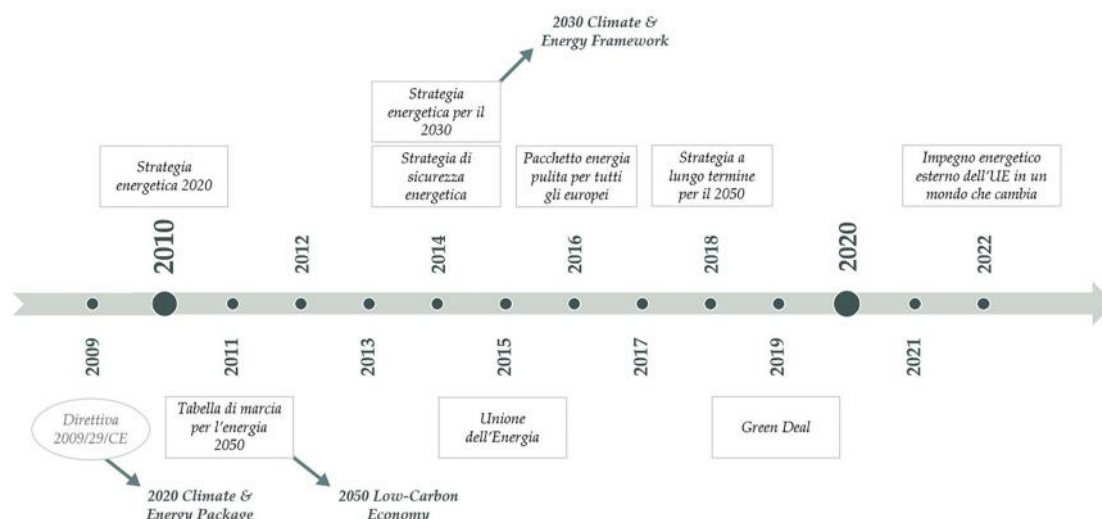


Figura 1.1. Timeline delle principali strategie energetiche comunitarie (fonte: elaborazione propria)

1.1.1. “Strategia energetica 2020” (2010)

La *Strategia energetica 2020* è stata pubblicata nel 2010 (COM/2010/0639 – *Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy*). All’interno della comunicazione della strategia emerge la consapevolezza, da parte dell’UE, che la politica energetica si trova in una fase critica e di profondi cambiamenti a causa delle turbolenze dei mercati globali e dell’aumento dei prezzi dell’energia, a loro volta generati dall’influenza della necessità di investimenti nel settore e dal maggior prezzo del carbonio. Gli Stati membri hanno convenuto che queste problematiche avrebbero potuto essere affrontate efficacemente mediante politiche e azioni a livello comunitario. La strategia, pertanto, ha risposto a tale necessità e al bisogno di un approvvigionamento energetico sicuro, di un uso efficiente delle risorse, di prezzi accessibili e soluzioni energetiche innovative.

La strategia si propone, quindi, di: «raggiungere un’Europa efficiente dal punto di vista energetico; costruire un mercato energetico integrato veramente paneuropeo; responsabilizzare i consumatori e raggiungere il massimo livello di sicurezza e protezione; estendere la leadership dell’Europa nelle tecnologie energetiche e nell’innovazione; rafforzare la dimensione esterna del mercato energetico dell’UE» (COM/2010/0639).

1.1.2. “Tabella di marcia per l’energia 2050” (2011)

La *Tabella di marcia per l’energia 2050* è stata pubblicata nel 2011 (COM/2011/0885 – *Energy Roadmap 2050*) e, come detto precedentemente, ha come obiettivo principale la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dell’80%, rispetto ai livelli del 1990, entro il 2050.

Il documento esplora la transizione del sistema energetico ed individua i cambiamenti strutturali indispensabili per un apparato più sostenibile, competitivo e sicuro e le sfide per attuare la trasformazione del sistema energetico. A tal fine, il focus è stato rivolto verso: la gestione della domanda di energia da parte di tutti (aziende, imprese e cittadini); il passaggio alle fonti di energia rinnovabile; il ruolo fondamentale del gas nella fase di transizione; la

trasformazione degli altri combustibili fossili; il contributo rilevante dell'energia nucleare; l'insieme di tecnologie intelligenti, strumenti di stoccaggio e combustibili alternativi.

La *Tabella di marcia* ha indicato quattro percorsi principali per un sistema energetico più sostenibile, competitivo e sicuro nel 2050 – *efficienza energetica, energia rinnovabile, energia nucleare, cattura e stoccaggio del carbonio* – ed ha combinato questi percorsi in diversi modi per creare e analizzare sette possibili scenari futuri. Tali scenari hanno esaminato alcune modalità di decarbonizzazione del sistema energetico, nonché gli effetti, le sfide e le opportunità di tali modalità; in ogni caso è stato previsto un cambiamento di grande portata, ad esempio nei prezzi del carbonio, nella tecnologia e nelle reti. Le analisi contenute nella COM/2011/0885 hanno indicato che la «*decarbonizzazione è fattibile*», sia sul piano tecnico che su quello economico, oltre che «*assolutamente necessaria per ragioni climatiche, di sicurezza energetica ed economiche*», in tutti gli scenari immaginati.

Il documento è stato aggiornato nel 2018, a seguito dell'*Accordo di Parigi* sui cambiamenti climatici. Le aree strategiche sono divenute sette e, alle quattro già presenti, sono state affiancate: *mobilità pulita, sicura e connessa; industria competitiva ed economia circolare; infrastruttura e interconnessioni*. Le modifiche apportate hanno voluto mostrare come l'Europa potrà aprire la strada alla neutralità climatica investendo in soluzioni tecnologiche realistiche, responsabilizzando i cittadini e allineando le azioni in settori chiave quali la politica industriale, la finanza o la ricerca. La strategia aggiornata, inoltre, ha introdotto azioni sociali atte a garantire l'equità sociale per una giusta transizione (concetto, quest'ultimo, introdotto nel 2016 dal pacchetto *Energia pulita per tutti gli europei*) e la creazione di posti di lavoro verde.

1.1.3. “Strategia energetica per il 2030” (2014)

La *Strategia energetica per il 2030* è stata pubblicata il 22 gennaio 2014 (COM/2014/015 – *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*) e contiene i propositi del *Quadro per il Clima e l'Energia 2030* e gli obiettivi politici comunitari per il decennio 2020/2030.

Alla luce dell'esperienza maturata e dei risultati ottenuti con le politiche precedenti, tra cui quelli relativi al *Pacchetto Clima-Energia 20-20-20*, la Commissione Europea ha proposto di designare quale punto centrale di questa nuova strategia energetica un nuovo obiettivo, ossia una riduzione del 40% delle emissioni interne di gas a effetto serra rispetto al 1990 entro il 2030. La strategia ha anche semplificato il quadro politico europeo, migliorando al contempo la complementarità e la coerenza tra obiettivi e strumenti vigenti, ed ha fornito agli Stati membri maggiore flessibilità nel definire una transizione a basse emissioni di carbonio adeguata alle loro circostanze specifiche, al mix energetico preferito e alle esigenze in termini di sicurezza energetica. Parallelamente, è stata rafforzata la cooperazione tra gli stati membri, per aiutarli a far fronte alle sfide comuni in materia di energia e clima in modo più efficiente in termini di costi, al fine di promuovere al contempo l'integrazione del mercato, una concorrenza senza distorsioni e prezzi energetici competitivi e ragionevoli.

Insieme al quadro è stata anche pubblicata l'analisi della valutazione d'impatto relativa agli obiettivi di riduzione dei gas serra considerando una riduzione del 35%, del 40% e del 45% di emissioni. Tale analisi ha confermato le conclusioni a cui era già arrivata l'*Energy Roadmap 2050*, ovvero che i costi di una transizione a basse emissioni di carbonio non differiscono sostanzialmente dai costi che dovrebbero comunque essere sostenuti a causa della necessità di

rinnovare un sistema energetico le cui infrastrutture stanno invecchiando e giungendo al termine della loro vita utile. Tuttavia, è stato previsto anche che i costi del sistema energetico aumenteranno notevolmente fino al 2030 (fino a circa il 14% del PIL rispetto al 12,8% del 2010), ma che lo spostamento della spesa dai combustibili fossili alle fonti rinnovabili sarà in grado di stimolare investimenti in prodotti e servizi innovativi, creare nuovi posti di lavoro, migliorare la competitività dell'UE e generare valore aggiunto.

1.1.4. “Strategia di sicurezza energetica” (2014)

La *Strategia di sicurezza energetica* è stata delineata nel 2014 (COM/2014/330 – *European Energy Security Strategy*) allo scopo di aumentare la sicurezza delle forniture di energia e contrastare la situazione di dipendenza dell'UE dalle importazioni di energia, potenziando le infrastrutture energetiche.

Tale strategia identifica le aree per le quali è richiesta la realizzazione di interventi concreti nel breve, medio e lungo periodo e individua otto azioni fondamentali, tra cui:

- rafforzamento dei meccanismi di emergenza/solidarietà e di protezione delle infrastrutture strategiche, compreso il coordinamento delle valutazioni del rischio e dei piani di emergenza;
- costruzione di un mercato interno ben funzionante e pienamente integrato;
- aumento della produzione di energia nell'Unione Europea per diminuirne la dipendenza dall'esterno;
- diversificazione delle forniture energetiche e delle relative infrastrutture;
- miglioramento del coordinamento delle politiche energetiche nazionali e internazionali.

Gli eventi geopolitici che hanno interessato l'Ucraina già nel 2014 hanno condotto la CE ad inserire nella strategia di sicurezza anche le azioni necessarie per aumentare la resilienza energetica dell'Unione e far fronte a possibili interruzioni di approvvigionamento energetico. Inoltre, la strategia ha imposto di aggiornare le valutazioni dei rischi e i *Piani di Azione Preventiva e di Emergenza*, come previsto dal Regolamento 2010/994/UE³.

Gli obiettivi dell'*European Energy Security Strategy* si legano saldamente alla *Strategia energetica per il 2030* ed hanno costituito la base della successiva strategia dell'*Unione dell'energia*.

1.1.5. “Unione dell'Energia” (2015)

La strategia dell'*Unione dell'Energia* è stata presentata nel 2015 (COM/2015/080 – *Energy Union Package. Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy*), come priorità della Commissione Juncker⁴ (2014-2019), al fine di costruire un apparato energetico sicuro, sostenibile, competitivo e conveniente per tutti i consumatori comunitari, soprattutto per famiglie ed imprese.

Tale strategia si basa su cinque dimensioni strettamente correlate e che si rafforzano a vicenda, intese a migliorare la sicurezza, la sostenibilità e la competitività dell'approvvigionamento energetico: *sicurezza energetica, solidarietà e fiducia; piena integrazione del mercato europeo*

³ Il Regolamento 2020/994/UE è stato pubblicato il 20 ottobre 2020 e concerne le misure volte a garantire la sicurezza dell'approvvigionamento di gas nei paesi dell'Unione.

⁴ Commissione Europea in carica dal 1° novembre 2014 al 30 novembre 2019.

dell'energia; efficienza energetica; decarbonizzazione dell'economia; ricerca, innovazione e competitività.

A tali dimensioni appartengono, rispettivamente, i seguenti obiettivi:

- diversificazione delle fonti di energia dell'UE e garanzia della sicurezza energetica attraverso la solidarietà e la cooperazione tra i paesi membri;
- miglioramento del funzionamento del mercato interno dell'energia, il quale deve consentire il libero flusso di energia (senza ostacoli tecnici o normativi) attraverso tutta l'UE mediante infrastrutture adeguate;
- miglioramento dell'efficienza energetica, diminuzione della dipendenza dalle importazioni di energia e riduzione delle emissioni inquinanti;
- decarbonizzazione dell'economia e transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio;
- promozione e sostegno della ricerca riguardo alle tecnologie energetiche pulite e a basse emissioni di carbonio, dando priorità all'innovazione.

Il raggiungimento di questi obiettivi è stato affidato alla realizzazione di quindici punti d'azione, tra cui, ad esempio, al punto 4, la realizzazione di infrastrutture adeguate come presupposto indispensabile per rafforzare il mercato dell'energia, integrare le energie rinnovabili e garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, attraverso il sostegno alla realizzazione di grandi progetti infrastrutturali con i mezzi finanziari disponibili (quali i fondi strutturali e di investimento europei e il *Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici – FEIS*). O ancora, al punto 10, la riqualificazione degli edifici per renderli efficienti sotto il profilo energetico, agevolando l'accesso agli strumenti di finanziamento esistenti per mezzo di un'iniziativa di *Finanziamento Intelligente per gli Edifici Intelligenti (Smart Finance for Smart Buildings – SFSB)*.

Inoltre, all'interno del testo della strategia dell'*Unione dell'Energia* è stata affermata la volontà di raggiungere almeno il 27% di risparmio energetico entro il 2030.

Per garantire che tutte le azioni in materia di energia a livello europeo, nazionale, regionale e locale contribuiscano alla realizzazione degli obiettivi dell'*Unione dell'Energia*, nel 2018 entrato in vigore il Regolamento sulla *Governance dell'Unione dell'Energia (2018/1999/UE)*. Alla base di tale regolamento c'è la volontà di riunire le azioni in materia di clima e di energia e quelle in altri settori strategici pertinenti per una maggiore coerenza programmatica a lungo termine. Inoltre, il regolamento intende garantire il miglioramento del mercato interno dell'energia e la realizzazione del quadro 2030 per l'energia e il clima, in particolare l'attuazione degli obiettivi concordati per il 2030 in materia di energie rinnovabili ed efficienza energetica. A tal fine, è richiesto agli stati membri dell'Unione:

- di elaborare un piano energetico e climatico nazionale integrato per il periodo 2021-2030 entro il 31 dicembre 2019 e, successivamente, ogni dieci anni (*Piano Nazionale per l'Energia e il Clima - PNEC*);
- di preparare e riferire alla CE le strategie a lungo termine per la riduzione delle emissioni con una prospettiva cinquantennale, al fine di contribuire ai più ampi obiettivi di sviluppo sostenibile e all'obiettivo a lungo termine stabilito dall'*Accordo di Parigi*⁵;

⁵ L'*Accordo di Parigi* è stato adottato alla *Conferenza di Parigi sul clima (COP21)* nel dicembre 2015. In tale occasione gli stati membri dell'UE hanno deciso di presentare un obiettivo comune, da raggiungere non

- di preparare relazioni biennali sullo stato di avanzamento dell'attuazione dei piani (a partire dal 15 marzo 2023) per seguire i progressi compiuti nell'ambito delle cinque dimensioni dell'*Unione dell'Energia*.

Il regolamento vuole anche promuovere la cooperazione tra stati membri e la Commissione Europea; pertanto, ha stabilito un processo di consultazione ricorrente, che deve essere seguito prima della messa a punto dei piani e, in seguito, ogni dieci anni. Infine, per migliorare i dati disponibili, le analisi e le informazioni che sono alla base dell'*Unione dell'Energia*, mettendo in comune le conoscenze pertinenti e rendendole facilmente accessibili a tutte le parti interessate, il regolamento ha istituito i sistemi di inventario nazionali e internazionali per le emissioni di gas a effetto serra, le politiche, le misure e le proiezioni ed ha avviato attività di monitoraggio e valutazione dei progressi nel raggiungimento dei traguardi, degli obiettivi e dei contributi stabiliti nei rispettivi piani nazionali. Dal 2015 al 2022, sono stati pubblicati sette rapporti sullo stato dell'Unione dell'Energia. Il settimo (*State of the Energy Union 2022 - Snapshots per EU country*), pubblicato il 18 ottobre 2022, ha evidenziato le sfide che il settore energetico ha dovuto affrontare negli ultimi 12 mesi e i progressi compiuti nella gestione sia delle questioni a breve termine, che degli obiettivi climatici a lungo termine dell'Europa. In particolare, la relazione fa il punto sulla risposta della politica energetica dell'UE all'attuale crisi energetica, esacerbata dalla guerra tra Russia in Ucraina, e sulle turbolenze relative all'insicurezza energetica e alla volatilità dei prezzi, al fine di rimodellare e accelerare le strategie energetiche e climatiche, cosicché possano riflettere le nuove realtà geopolitiche e rispondere alla necessità di fornire servizi energetici a prezzi accessibili.

1.1.6. “Pacchetto Energia Pulita per Tutti gli Europei” (2016)

Il *Pacchetto Energia Pulita per Tutti gli Europei*, definito nel 2016 (COM/2016/860 – *Clean Energy for All Europeans*), contiene un insieme di misure per attuare un aggiornamento completo della politica energetica comunitaria e per rispettare gli impegni dell'*Accordo di Parigi* sulla riduzione delle emissioni di CO₂. Gli obiettivi principali sono favorire l'efficienza energetica e il passaggio dai combustibili fossili a un'energia più pulita, consolidare la leadership europea a livello globale nel settore delle energie rinnovabili e garantire un trattamento equo per tutti i consumatori di energia. D'altronde, i consumatori sono attori attivi e centrali all'interno dei mercati energetici e, nelle previsioni dell'UE, avranno in futuro una migliore scelta di fornitura, accesso a strumenti affidabili di confronto dei prezzi dell'energia, oltre alla possibilità di produrre e vendere la propria elettricità.

Il pacchetto è stato aggiornato più volte nel corso degli anni ed è stato adottato ufficialmente solo nel 2019. Attualmente si compone di otto atti legislativi:

- la *Direttiva 2018/844/UE* sul rendimento energetico negli edifici, che stabilisce specifiche misure per edifici più efficienti dal punto di vista energetico e aggiorna e modifica le norme precedenti in materia (quali la *Direttiva 2010/31/UE*);
- la *Direttiva 2018/2001/UE* sulle energie rinnovabili, che fissa un obiettivo vincolante del 32% per le fonti di energia rinnovabile (FER) nel mix energetico dell'UE entro il 2030;

come singoli stati ma a livello comunitario: ridurre per il 2030 le emissioni di gas serra del 40% rispetto ai livelli del 1990.

- la *Direttiva 2018/2002/UE* sull'efficienza energetica, che fissa un obiettivo vincolante del 32,5% di aumento dell'efficienza energetica per il 2030, rispetto a uno scenario di base stabilito nel 2007;
- il già citato *Regolamento 2018/1999/UE* sulla governance dell'*Unione dell'Energia*, il quale, oltre a decretare un nuovo sistema di gestione e governo dell'energia, stabilisce che gli Stati membri debbono istituire un *Piano Nazionale per l'Energia e il Clima* (PNIEC), affinché ogni nazione delinea i suoi obiettivi interni per il prossimo decennio su tutte e cinque le dimensioni dell'*Unione dell'Energia*, inclusa una visione a più lungo termine verso il 2050;
- il *Regolamento 2019/941/UE* sulla preparazione al rischio di potenziali crisi future di energia elettrica;
- il *Regolamento 2019/942/UE* sul ruolo dell'*Agenzia per la Cooperazione dei Regolatori dell'Energia*⁶ (*Agency for the Cooperation of Energy Regulators - ACER*), la quale viene potenziata e dotata di maggiori competenze;
- il *Regolamento 2019/943/UE* sull'energia elettrica, che stabilisce i principi per un mercato dell'energia elettrica interno all'UE più flessibile e adatto ad integrare una quota crescente di energie rinnovabili;
- la *Direttiva 2019/944/UE* sull'elettricità, che fissa nuove norme per la generazione, la trasmissione, la distribuzione, la fornitura e lo stoccaggio dell'energia elettrica.

Oltre a tali atti giuridici, la Commissione Europea ha lanciato anche una serie di iniziative non legislative per sostenere la transizione verso l'energia pulita e garantire che tale transizione avvenga in modo equo per tutte le regioni e tutti i settori. Queste iniziative intendono supportare le regioni carbonifere in transizione, l'approvvigionamento di energia pulita nelle isole la definizione e il monitoraggio del fenomeno della povertà energetica nell'Unione Europea.

1.1.7. "Strategia a lungo termine per il 2050" (2018)

La *Strategia a lungo termine per il 2050*, varata nel 2018 (COM/2018/773 – *A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*), ha come obiettivo l'affermazione di un'economia comunitaria competitiva, efficiente sotto il profilo delle risorse e climaticamente neutra entro il 2050. Tale strategia intende mostrare ai Paesi membri come raggiungere la neutralità climatica investendo in soluzioni tecnologiche realistiche, responsabilizzando i cittadini e allineando le azioni in settori chiave, quali la politica industriale, la finanza e la ricerca. Difatti, piuttosto che fissare obiettivi, la strategia promuove un'azione congiunta in sette aree strategiche:

- *efficienza energetica*, al fine di sfruttare al massimo i benefici derivanti dalle misure di efficientamento, che potrebbero dimezzare da sole il consumo energetico entro il 2050, rispetto al 2005. Secondo le stime dell'UE l'efficienza energetica sarà determinante nella decarbonizzazione dei processi industriali, ma il calo più vistoso della domanda energetica si verificherà negli edifici, sia del settore residenziale che in quelli dei servizi;

⁶ L'ACER è stata istituita nel marzo 2011 come organismo indipendente per promuovere l'integrazione e il completamento del mercato interno europeo dell'energia per l'energia elettrica e il gas naturale. Si tratta di una delle agenzie decentrate dell'UE con compiti tecnici e scientifici specifici che aiutano le istituzioni comunitarie e gli Stati membri ad attuare politiche e prendere decisioni.

- *diffusione di energie rinnovabili*, che dovrà avvenire attraverso l'incremento dell'uso dell'energia elettrica, al fine di diminuire la quota di combustibili fossili e decarbonizzare completamente l'approvvigionamento energetico in Europa. Al riguardo l'UE ha eseguito una stima dei possibili mix di combustibili futuri relativi al consumo interno lordo di energia al 2030 e al 2050 (Fig. 1.2);
- *mobilità pulita, sicura e connessa*, per la quale servirà un approccio sistemico utile a decarbonizzare i trasporti su strada, diffondere l'uso di veicoli a basse e zero emissioni dotati di sistemi alternativi di propulsione ad alta efficienza ed elettrificare la navigazione a corto raggio;
- *industria competitiva ed economia circolare*, che deve essere efficiente nell'uso delle risorse, ridurre il consumo delle materie prime e aumentare i tassi di recupero e riciclaggio;
- *infrastruttura di rete e interconnessioni intelligenti*, senza le quali non sarebbe possibile garantire una maggiore cooperazione transfrontaliera e regionale, né sfruttare appieno i vantaggi della modernizzazione e della trasformazione dell'economia europea;
- *bioeconomia e il mantenimento e la creazione di pozzi naturali di assorbimento del carbonio*, che sono costituiti dalle foreste, dal suolo, dai terreni agricoli e dalle zone umide costiere e sono fondamentali in quanto consentono di compensare le emissioni residue di settori in cui la decarbonizzazione è più problematica, come il settore agricolo e industriale;
- *cattura e stoccaggio del carbonio (Carbon Capture and Storage – CCS)*, per far fronte alle emissioni che non saranno abbattute dalle precedenti azioni.

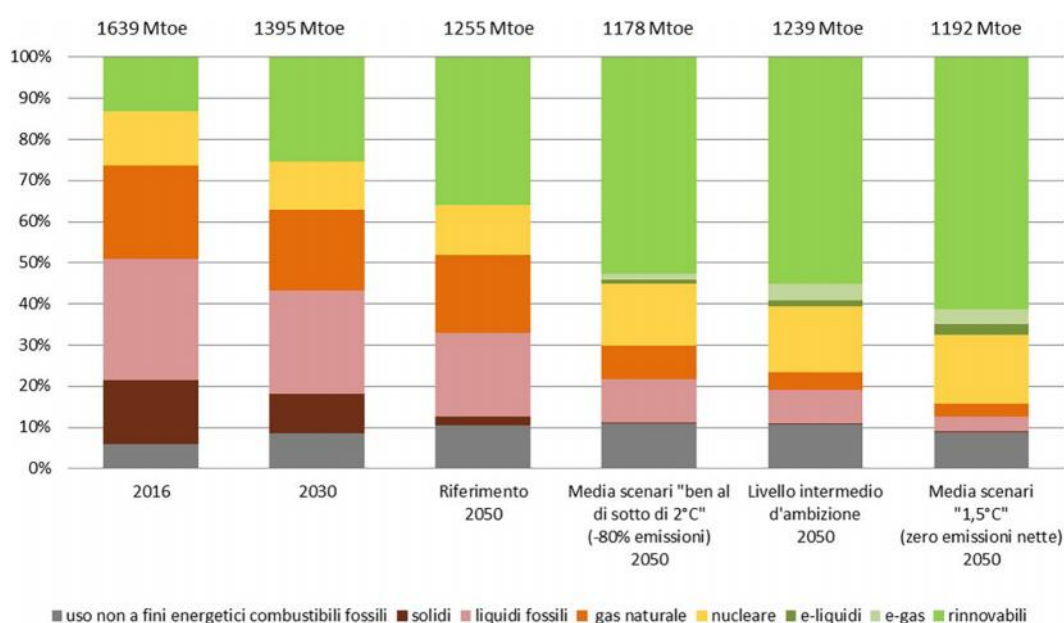


Figura 1.2. Stima del mix di possibili combustibili in futuri scenari di riferimento (fonte: COM/2018/773)

La *Strategia a lungo termine per il 2050* mira, inoltre, a garantire che la transizione energetica sia socialmente equa e possa migliorare la qualità della vita di tutti gli europei, garantendo anche nuovi posti di lavoro e contribuendo, al contempo, ad affrontare le sfide ambientali (come perdita di biodiversità e peggioramento della qualità dell'aria e dell'acqua) ed economiche (come necessità di maggiore competitività dell'economia e dell'industria comunitarie) utili alla crescita sostenibile dell'UE.

1.1.8. "European Green Deal" (2019)

L'*European Green Deal* è stato pubblicato l'11 dicembre 2019 (COM/2019/640 - *The European Green Deal*) allo scopo di rendere sostenibile l'economia dell'Unione Europea, trasformando al contempo i problemi ambientali e climatici in opportunità e rendendo la transizione giusta, socialmente equa ed inclusiva per tutti. Il *Green Deal* si configura, quindi, come una conferma ed un'evoluzione della precedente *Strategia a lungo termine per il 2050*, ma il testo non ha implicazioni legislative formali.

La Comunicazione sul Green Deal stabilisce gli obiettivi che la CE intende raggiungere nel corso dei prossimi anni e propone un percorso iniziale di politiche, azioni chiave e iniziative di *follow-up* da attuare secondo una tabella di marcia con scadenze e step prefissati. Gli obiettivi principali sono il miglioramento della qualità della vita dei cittadini europei, la tutela dell'ambiente e la trasformazione dell'attuale modello economico, da raggiungere attraverso l'attuazione di nuove strategie in numerosi settori economici tra loro interdipendenti, come industria, infrastrutture, trasporti, edilizia, agricoltura e settore energetico.

Per tradurre in atti legislativi le ambizioni dell'Unione in materia di clima e ambiente, la Commissione ha presentato a marzo del 2020 la proposta per la prima "*Legge europea sul clima*" (Regolamento 2021/119/UE) ed ha avanzato molte altre strategie contingenti. In ordine cronologico: la nuova strategia industriale e il piano d'azione sull'economia circolare, incentrate su un uso sostenibile delle risorse naturali; la strategia "dal produttore al consumatore" sulla filiera alimentare; la strategia sulla biodiversità; la strategia per l'integrazione dei sistemi energetici e per l'idrogeno; il piano degli obiettivi climatici del 2030, per ridurre le emissioni di gas a effetto serra almeno del 55 % entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990; la strategia in materia di sostanze chimiche per la sostenibilità; la strategia sul metano; la strategia urbana "ondata di ristrutturazioni" (*Renovation Wave Initiative*); la strategia sulle energie rinnovabili off-shore; il *Patto europeo per il clima*; il *Nuovo Bauhaus europeo*; il piano d'azione per l'agricoltura biologica; il piano d'azione "azzerare l'inquinamento atmosferico, idrico e del suolo"; la strategia sull'economia blu sostenibile, riguardante i settori legati agli oceani, ai mari e alle coste.

Per finanziare tali strategie, la CE ha delineato un piano di investimenti per un'Europa sostenibile, all'interno del quale ha proposto un meccanismo e un fondo per una transizione giusta e che non lasci indietro nessuno (*just transition mechanism*). Il meccanismo intende concentrarsi sulle regioni e sui settori maggiormente colpiti dalla transizione a causa della loro dipendenza dai combustibili fossili o da processi ad alta intensità di carbonio e mira anche a tutelare i cittadini e i lavoratori più vulnerabili, cui offrirà accesso a programmi di riqualificazione professionale, posti di lavoro in nuovi settori economici o alloggi efficienti sotto il profilo energetico. Il fondo attingerà a fonti di finanziamento provenienti dal bilancio dell'UE e dalla *Banca Europea per gli Investimenti* (BEI) per mobilitare le risorse pubbliche e private necessarie, fornendo sostegno a chi promuove la transizione verso attività a basse emissioni di carbonio e resilienti ai cambiamenti climatici.

A causa dell'epidemia da Covid-19, nel 2020 l'attenzione sul *Green Deal* europeo è diminuita, lasciando il posto alle priorità di carattere sanitario, economico e sociale. Ma è comunque stata ribadita la consapevolezza che la ripresa economica dovrà passare anche da una conversione ecologica e che l'Europa vuole giocare un ruolo guida a livello globale. Nell'aprile 2020 il

Parlamento europeo ha, pertanto, invitato a includere il *Green Deal* europeo nel programma di recupero post-pandemico e diversi paesi hanno esortato l'Unione europea a varare un *Green Recovery Plan* per scongiurare l'indebolimento dell'azione sui cambiamenti climatici a causa dell'emergenza sanitaria.

1.1.9. "Impegno energetico esterno dell'UE in un mondo che cambia" (2022)

Nel 2022 è stata approvata la strategia *Impegno energetico esterno dell'UE in un mondo che cambia* (COM/2022/23) come parte del piano *REPowerEU*⁷, che è stato promosso in risposta alle difficoltà e alle perturbazioni del mercato energetico globale causate dall'invasione russa dell'Ucraina.

Alla luce delle nuove realtà geopolitiche e del mercato energetico, che hanno imposto di accelerare drasticamente la transizione dell'UE verso l'energia pulita e aumentare l'indipendenza energetica dell'Europa da fornitori inaffidabili e combustibili fossili volatili, l'*Impegno energetico esterno dell'UE in un mondo che cambia* mira a ridurre la domanda complessiva di energia e garantire una concorrenza leale per le risorse, promuovendo al contempo il risparmio energetico, l'efficienza energetica e lo sviluppo di fonti di energia rinnovabile. Suo scopo è anche quello di migliorare le infrastrutture energetiche per preparare l'UE ad un'integrazione del mercato energetico e ad aprire la strada all'utilizzo dell'idrogeno verde.

La strategia è strettamente connessa alla *Piattaforma energetica dell'UE*, che è stata istituita ad aprile 2022 per garantire l'approvvigionamento energetico comunitario nell'attuale contesto di instabilità dei mercati internazionali e per eliminare gradualmente la dipendenza dal gas russo. Si tratta di un meccanismo di coordinamento volontario, che svolge un ruolo chiave nell'aggregare la domanda, coordinare l'uso delle infrastrutture, negoziare con i partner internazionali e predisporre gli acquisti congiunti di gas e idrogeno. Inoltre, nel luglio 2022 la Commissione ha proposto un nuovo regolamento relativo a misure coordinate di riduzione della domanda di gas (COM/2022/361) del 15% in Europa entro la primavera del 2023. A tal fine è stata pubblicata anche la comunicazione "Risparmio energetico nell'UE" (COM/2022/240), che presenta numerose opzioni di risparmio energetico a breve termine, come la riduzione mirata del riscaldamento e del raffrescamento negli edifici pubblici.

1.2. Politiche e norme per la sostenibilità energetica urbana ed edilizia

Nell'ambito delle politiche dell'UE sono state declinate le direttive e le norme in materia di sostenibilità, clima ed energia a scala edilizia ed urbana. Difatti, consapevole che l'urbanizzazione ha reso l'ambiente costruito uno dei maggiori responsabili delle emissioni ambientali e che attualmente circa il 40% del consumo di energia comunitaria avviene all'interno degli edifici, l'Unione Europea ha istituito un quadro legislativo volto a migliorare le prestazioni energetiche dell'ambiente costruito.

⁷ *REPowerEU* è il piano della Commissione Europea per rendere l'Europa indipendente dai combustibili fossili russi prima del 2030, alla luce dell'invasione russa dell'Ucraina, attraverso azioni di risparmio energetico, produzione di energia pulita e diversificazione delle forniture energetiche.

1.2.1. Sostenibilità energetica alla scala edilizia

L'Europa ha affrontato il tema dell'efficienza energetica in edilizia, già nel 1993, con la Direttiva 1993/76/CE, anche detta SAVE, intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio. Ma gli elementi chiave del quadro legislativo concernente la scala edilizia sono stati la *Direttiva sul Rendimento Energetico nell'Edilizia* (Direttiva 2010/31/UE) e la *Direttiva sull'efficienza Energetica* (Direttiva 2012/27/UE), entrambe modificate nel 2018 dal *Pacchetto energia pulita per tutti gli europei* al fine di ammodernare il quadro politico dei prossimi decenni (Fig 1.3).

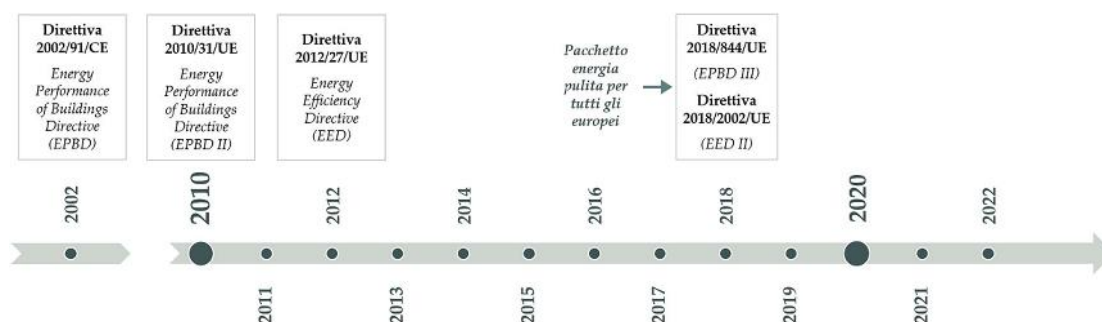


Figura 1.3. Timeline delle principali normative UE per la sostenibilità energetica alla scala edilizia (fonte: elaborazione propria)

Le prime misure comunitarie che promuovono l'efficiamento energetico degli edifici sono contenute nella Direttiva 2002/91/CE, nota come *Energy Performance of Buildings Directive* – EPBD. Questa direttiva ha posto le basi per una maggiore consapevolezza dell'impatto dell'edilizia nelle emissioni climalteranti e può essere considerata l'inizio del processo di riqualificazione del comparto immobiliare comunitario.

L'EPBD aveva fissato come obiettivi: la diminuzione entro il 2010 del 22% dei consumi energetici comunitari; un risparmio di energia primaria pari a 55 mln di tep; la riduzione di emissioni di CO₂ quantificabile in 100 milioni di tonnellate. Inoltre, aveva istituito per il settore residenziale e quello terziario (uffici, edifici pubblici, ecc.):

- una metodologia comune di calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;
- i requisiti minimi sul rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e degli edifici già esistenti sottoposti a importanti ristrutturazioni;
- l'*Attestato di Certificazione Energetica (ACE)* degli edifici, ad eccezione di alcune tipologie, come gli edifici storici o relativi ai siti industriali;
- le figure dei certificatori, soggetti abilitati a certificare gli edifici secondo le nuove regole.

La Direttiva 2002/91/CE è stata abrogata dalla Direttiva 2010/31/UE, che ne ha ereditato il nome (*Energy Performance of Buildings Directive* – EPBD II) e che ha promosso «il miglioramento della prestazione energetica degli edifici all'interno dell'Unione, tenendo conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni relative al clima degli ambienti interni e all'efficacia sotto il profilo dei costi»⁸. Nel provvedimento, difatti, è stata definita una metodologia per il calcolo della prestazione energetica degli edifici che tiene conto delle caratteristiche termiche dell'edificio, degli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria, di

⁸ Direttiva 2010/31/UE, art. 1.

condizionamento, ventilazione e illuminazione, della posizione e orientamento dell'edificio, dei sistemi di schermatura solare e delle condizioni climatiche interne.

La nuova EPBD ha, inoltre, imposto agli Stati membri di:

- fissare requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici nuovi ed esistenti;
- rendere obbligatoria la certificazione energetica;
- adoperarsi affinché dal 2021 tutti gli edifici di nuova costruzione siano “*Edifici a Energia Quasi Zero*” (*Nearly Zero Energy Building* - NZEB);
- disciplinare i controlli sugli impianti di climatizzazione.

Nello specifico, l'articolo 9 della direttiva ha stabilito che a partire dal 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione debbano essere ad altissima prestazione energetica, cioè che il loro fabbisogno energetico deve essere molto basso o quasi nullo e coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili. Tale data è stata anticipata al 31 dicembre 2018 per gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi. L'articolo 11 ha stabilito che gli Stati membri devono istituire un sistema di certificazione energetica degli edifici e i relativi valori di riferimento⁹, quali i requisiti minimi di prestazione energetica. Inoltre, la direttiva ha reso obbligatorio indicare il livello di prestazione energetica dell'immobile in tutti gli annunci immobiliari di vendita o locazione, al fine di consentire una migliore valutazione da parte del pubblico interessato e di aumentare il tasso di certificazione del comparto immobiliare.

La Direttiva 2010/31/UE è stata successivamente sostituita dalla Direttiva 2018/844/UE (nota come EPBD III) con l'intento di rimuovere gli ostacoli che frenano l'efficienza nella fornitura e nell'uso dell'energia e di fissare il raggiungimento di nuovi obiettivi europei al 2030. Le principali novità introdotte dalla Direttiva EPBD III sono:

- la modifica della definizione di “*sistema tecnico per l'edilizia*”, che include sia i sistemi di illuminazione integrata, automazione e controllo, sia i sistemi di produzione di energia elettrica in loco (sfruttando energie anche fonti rinnovabili), ma anche l'inserimento della definizione di “*sistemi di automazione e controllo degli edifici*”;
- il rafforzamento della strategia a lungo termine per sostenere la ristrutturazione del parco nazionale di edifici residenziali e non residenziali, sia pubblici che privati, al fine di ottenere un parco immobiliare decarbonizzato e ad alta efficienza energetica entro il 2050;
- l'obbligo della realizzazione di infrastrutture per la mobilità elettrica negli edifici non residenziali di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti con più di dieci posti auto;
- l'introduzione entro il 31 dicembre 2019 di un “*indicatore di predisposizione degli edifici all'intelligenza*”, cioè un sistema comune per valutare la predisposizione degli edifici all'utilizzo di nuove tecnologie e sistemi elettronici per adattarsi alle esigenze del consumatore, ottimizzare il suo funzionamento e interagire con la rete elettrica.

La direttiva ha anche imposto agli Stati membri di elaborare i *Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima* (PNIEC). All'interno dei PNIEC i paesi devono esplicitare come intendono raggiungere i nuovi obiettivi e descrivere come saranno affrontati i temi dell'efficienza

⁹ La metodologia univoca, i valori convenzionali e i parametri di riferimento per la determinazione del fabbisogno di energia di un edificio e dei rendimenti per la climatizzazione sono contenuti nella Specifica Tecnica UNI/TS 11300 entrata in vigore nel 2014.

energetica, delle energie rinnovabili, della riduzione delle emissioni e anche della ricerca e innovazione nel campo. Per la stesura dei piani i paesi sono tenuti a consultare cittadini, imprese e autorità regionali e sono invitati a cooperare tra loro e condividere pratiche, saperi e risultati ottenuti. Il *Regolamento UE/2018/1999* sulla governance dell'energia dell'UE ha poi stabilito che Stati membri devono presentare alla Commissione il proprio PNIEC entro il 31 dicembre 2019 e consegnare una relazione sullo stato di avanzamento ogni due anni, al fine di monitorare i progressi dell'Unione Europea nel raggiungimento dei suoi obiettivi.

La Direttiva 2012/27/UE¹⁰ (nota come *Energy Efficiency Directive - EED*) ha stabilito un quadro comune di misure per la promozione dell'efficienza energetica nell'Unione Europea al fine di garantire il conseguimento dell'obiettivo principale relativo all'efficienza energetica del 20% entro il 2020.

Tale direttiva prevedeva che gli Stati membri dovevano stabilire una strategia a lungo termine per mobilitare investimenti nella ristrutturazione del parco nazionale di edifici residenziali e commerciali, sia pubblici che privati. Nello specifico, dovevano assicurare, mediante regimi obbligatori o misure alternative, che entro il 31 dicembre 2020 i fornitori e i distributori di energia risparmiassero l'1,5% di energia ogni anno. Secondo la direttiva, inoltre, gli paesi membri a partire dal 1° gennaio 2014 dovevano ristrutturare almeno il 3% della superficie totale degli edifici di proprietà e occupati dal governo centrale al di sotto dei requisiti minimi di efficienza (di cui all'articolo 4 della Direttiva 2010/31/CE sulla prestazione energetica negli edifici) o, in alternativa alla ristrutturazione, potevano adottare «*altre misure efficaci in termini di costi, comprese ristrutturazioni profonde e misure intese a modificare il comportamento degli occupanti*»¹¹.

La Direttiva 2012/27/UE è stata sostituita dalla Direttiva 2018/2002/UE (nota come EED II), la cui emanazione è stata generata dall'esigenza di favorire sia il raggiungimento di nuovi obiettivi di efficientamento e prestazione energetica e di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra pari ad almeno il 40% entro il 2030, sia lo sviluppo di un sistema energetico sostenibile, competitivo, sicuro e decarbonizzato entro il 2050.

Per raggiungere tali obiettivi e tenuto conto che al parco immobiliare è riconducibile circa il 36% di tutte le emissioni di CO₂ nell'Unione, la direttiva ha previsto l'obbligo di: migliorare la prestazione energetica di edifici nuovi e esistenti; sostenere lo sviluppo della mobilità sostenibile, in particolare attraverso l'incentivazione alla realizzazione di infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici; aggiornare le misure relative alle *strategie nazionali di riqualificazione a lungo termine*¹² per ottenere uno stock edilizio altamente efficiente e decarbonizzato.

Tali strategie nazionali devono contenere:

- una panoramica del patrimonio edilizio nazionale;
- politiche e azioni per favorire la ristrutturazione energetica degli edifici che siano efficienti anche in termini di costi;
- politiche e azioni specifiche per intervenire sugli edifici con le prestazioni energetiche peggiori, sui fallimenti del mercato, sulla povertà energetica e sugli edifici pubblici;

¹⁰ Modifica le precedenti direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.

¹¹ *Direttiva 2012/27/UE*, art. 5, comma 6.

¹² Le strategie nazionali di riqualificazione a lungo termine devono fare parte dei *Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima* (PNIEC) dei paesi dell'UE.

- una panoramica delle iniziative nazionali volte a promuovere tecnologie e competenze nei settori dell'edilizia e dell'efficienza energetica;
- una stima dei risparmi energetici e dei benefici attesi dalle politiche e dalle azioni che si intendono attuare;
- una stima del contributo che la ristrutturazione degli edifici avrà per il raggiungimento dell'obiettivo energetico comunitario.

Le strategie nazionali dovranno seguire una tabella di marcia per rendere il parco immobiliare fortemente decarbonizzato entro il 2050, pertanto, dovranno dotarsi di una solida componente finanziaria e prevedere un uso efficace dei finanziamenti pubblici. Inoltre, dovranno sostenere e favorire trasformazioni efficaci in termini di rapporto costi/benefici degli edifici in *Nearly Zero Energy Building* (NZEB).

Secondo le stime della Commissione Europea, per raggiungere l'obiettivo di decarbonizzazione, gli stati membri dovrebbero prevedere un tasso medio di ristrutturazione pari al 3% annuo. Considerando che ogni punto percentuale di risparmio energetico consentirebbe di ridurre le importazioni di gas del 2,6%, queste ristrutturazioni contribuirebbero significativamente a ridurre i tempi per raggiungere l'indipendenza energetica dell'Unione.

1.2.2. Sostenibilità energetica alla scala urbana

Nel passaggio di scala dall'edificio alla città, l'UE ha promosso altre iniziative con l'obiettivo di rendere le aree urbane più attraenti, competitive, salubri e sostenibili, affrontando al contempo le sfide climatiche.

Al riguardo, le iniziative di maggiore interesse sono:

- il *Piano Strategico per le Tecnologie Energetiche (Piano SET)*, pubblicato nel 2007 per promuovere gli sforzi di ricerca, innovazione e sviluppo di tecnologie efficaci per la trasformazione dell'UE in un sistema energetico a basse emissioni di carbonio;
- il *Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia*, varato nel 2008, che ha raggruppato migliaia di autorità locali e regionali impegnate volontariamente nell'attuazione degli obiettivi dell'UE in materia di clima ed energia nelle città;
- l'iniziativa *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership* (EIP-SCC), lanciata nel 2011, che invita i settori dell'energia, dei trasporti e dell'ICT ad unire le loro risorse al fine di facilitare lo sviluppo tecnologico e sostenere nelle zone urbane progetti innovativi capaci di rispondere ai bisogni delle *smart cities* del futuro e dei loro cittadini;
- l'*Agenda Urbana per l'UE*, avviata nel 2016, che promuove un accesso più facile ai finanziamenti, incoraggia la condivisione delle conoscenze su questioni rilevanti per le città, creando partenariati tra la Commissione Europea, i ministeri nazionali, la governance urbana e altre parti interessate;
- il *Smart Cities Marketplace*, creato integrando i progetti *Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* e *Smart Cities Information System* in un'unica piattaforma allo scopo di avvicinare città, industrie, piccole e medie imprese, investitori, ricercatori e altri attori urbani, fornendo al contempo un archivio di informazioni sui progetti di *smart cities* utile allo scambio di dati, esperienze e *know-how*;

- la *Renovation Wave Initiative*, che è stata sviluppata all'interno dell'*European Green Deal* nel 2020 (COM/2020/662 - *A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives*) al fine di aumentare i tassi di ristrutturazione del comparto immobiliare europeo nei successivi dieci anni per ridurre il consumo di energia e risorse negli edifici e diminuire le emissioni di gas inquinanti.

Piano Strategico per le Tecnologie Energetiche

Il *Piano SET*¹³ è una delle pietre miliari della politica energetica e climatica dell'Unione Europea ed ha avuto il merito di proporre per primo un nuovo metodo di *governance* in materia di tecnologie energetiche, basato su una pianificazione strategica comune (Hervás Soriano e Mulatero, 2011).

Il piano comprende misure in materia di pianificazione e cooperazione internazionale e il suo scopo è quello di ridurre le emissioni di carbonio e di accelerare lo sviluppo e la diffusione di tecnologie energetiche efficienti, anche in termini di rapporto costi/benefici, così da poter garantire la loro accessibilità e diffusione. Inoltre, intende rispondere alle sfide del settore sia nel breve termine – potenziando la ricerca, riducendo i costi, migliorando le prestazioni delle tecnologie esistenti, e favorendo l'impiego commerciale di tali tecnologie – sia nel lungo termine – sostenendo lo sviluppo di una nuova generazione di tecnologie a basse emissioni di carbonio e di una rete transeuropea dell'energia. A tal fine, il *Piano SET* ha favorito la cooperazione nel campo della ricerca nell'UE e ha sostenuto gli investimenti mediante la BEI, il *Settimo programma quadro* (2007-2013) e il programma *Energia intelligente - Europa* (facente parte del *Programma quadro per l'innovazione e la competitività* 2007-2013).

Il *Piano Strategico per le Tecnologie Energetiche* è stato aggiornato dalla CE nel 2015. Nello specifico, sono state proposte nuove azioni per la ricerca e l'innovazione mirate ad accelerare la trasformazione del sistema energetico e creare posti di lavoro, garantendo all'Unione Europea il ruolo di guida mondiale nello sviluppo e nella diffusione di tecnologie energetiche a basse emissioni di carbonio. Inoltre, scopo dell'aggiornamento è stato anche quello di offrire una migliore articolazione delle fonti di finanziamento e un maggiore accesso ai finanziamenti per supportare le nuove innovazioni e portare nuove tecnologie sul mercato.

Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia

Il *Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia* è un'iniziativa della Commissione Europea, lanciata nel gennaio 2008 per avallare e sostenere gli sforzi compiuti dagli enti locali nell'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile. Alla base dell'iniziativa, infatti, c'è l'idea che le città e i governi locali svolgono un ruolo decisivo nella lotta al cambiamento climatico e nella mitigazione dei suoi effetti tramite l'attuazione di politiche locali mirate ad aumentare l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili. La partecipazione al *Patto* è aperta a tutte le autorità locali costituite su base democratica con rappresentanti eletti, qualunque sia la loro dimensione e qualunque sia il livello di attuazione della loro politica a sostegno del clima e dell'energia. L'adesione è su base volontaria e

¹³ Il Piano SET comprende il gruppo direttivo *SET Plan Steering Group*, l'*European Energy Research Alliance* (EERA), e il *SET-Plan Information System* (SETIS).

richiedeva inizialmente come obiettivo minimo l'impegno alla riduzione delle emissioni dei gas serra del 20% entro il 2020.

Per tradurre l'impegno politico in misure e progetti concreti, i firmatari del Patto hanno dovuto predisporre un *Inventario di Base delle Emissioni* e un *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima* (PAESC) in cui delineare le azioni principali da avviare. Tuttavia, i governi locali e i comuni non sempre dispongono delle risorse finanziarie e tecniche per tenere fede agli impegni. All'interno del *Patto* è stato, pertanto, attribuito un ruolo specifico alle amministrazioni pubbliche e alle reti in grado di assistere i firmatari nel perseguimento dei loro obiettivi: le autorità nazionali e subnazionali, così come le organizzazioni senza scopo di lucro, possono supportare i firmatari fornendo loro risorse e *know-how*, e possono aderire al *Patto dei Sindaci* come coordinatori o sostenitori (*Sostenitori del Patto*).

A seguito del successo ottenuto dal *Patto dei Sindaci*, nel 2014 è stata lanciata l'iniziativa *Mayors Adapt*, che ha promosso gli impegni politici e l'adozione di azioni di prevenzione volte a preparare le città agli inevitabili effetti dei cambiamenti climatici. I firmatari del *Mayors Adapt* sono stati successivamente invitati a sottoscrivere ulteriori impegni per il 2030; nello specifico hanno dovuto adottare un approccio integrato alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici per ridurre le emissioni di CO₂ sul territorio di almeno il 40% entro il 2030. A tal fine hanno dovuto presentare un *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima* (PAESC) contenente le azioni principali per ottenere una migliore efficienza energetica, una riduzione del consumo finale di energia e un maggiore impiego di fonti di energia rinnovabili. L'ultimo aggiornamento relativo al *Patto dei Sindaci* risale ad aprile 2021 e riguarda la definizione di nuovi obiettivi al 2050 che prevedono la neutralità climatica, in linea con gli altri obiettivi strategici dell'UE. Inoltre, entro il 2050, i firmatari si impegnano ad affrontare la povertà energetica come azione chiave per garantire una giusta transizione.

Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership

L'iniziativa *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership* (EIP-SCC) è stata varata nel 2011 allo scopo di convogliare il progresso nei tre settori dell'energia, dei trasporti e delle *Information and Communication Technologies* (ICT) verso lo sviluppo urbano sostenibile, affinché le innovazioni in questi campi siano in grado di accelerare la trasformazione delle aree urbane in ambienti in cui le risorse energetiche siano utilizzate in maniera efficiente, sostenibile e con basse emissioni di carbonio.

Tramite l'EIP-SCC, l'Unione Europea ha investito 365 milioni di euro in progetti dimostrativi per lo sviluppo e l'inserimento delle cosiddette *smart technologies* nelle città – mettendo assieme le risorse comunitarie derivanti dalla ricerca nei settori dell'energia, dei trasporti e delle ICT – ed ha promosso partenariati strategici tra le città coinvolte con le principali industrie di settore, oltre che con i cittadini. Nella visione dell'*Iniziativa*, in tal modo, le città costituiranno il fulcro della strategia energetica europea del futuro grazie alla formazione di partnership essenziali e alla nascita di soluzioni integrate più sostenibili e alla formazione di nuove sinergie tra sistemi urbani, reti e infrastrutture. Ciò, inoltre, offrendo al contempo nuove opportunità interdisciplinari per migliorare i servizi resi alle comunità e riducendo il consumo di energia, di risorse, di gas ad effetto serra e di altre sostanze inquinanti.

Agenda Urbana per l'Unione Europea

L'*Agenda Urbana per l'Unione Europea* è stata istituita nel 2016 dal *Patto di Amsterdam* per promuovere la partecipazione delle città alla definizione delle politiche europee, in linea con il riconoscimento già emerso in precedenti iniziative, del ruolo strategico svolto dalle città nell'attuazione dello sviluppo sostenibile nell'UE. La filosofia di fondo sembra essere: dare maggiore peso alla dimensione urbana nel processo decisionale dell'UE, in modo che le politiche proposte siano più rispondenti alle nuove esigenze dei cittadini europei, sia quelli che vivono nelle aree urbane, sia quelli che, pur non vivendo nelle città, dipendono dai loro servizi. L'*Agenda*, però, non riconosce le città come interlocutrici dirette dell'UE, in quanto si tratta di un patto tra Stati sulle città per sperimentarne la capacità di *leadership* istituzionale nello sviluppo delle politiche europee.

Le priorità tematiche poste al centro dell'*Agenda Urbana per l'Unione Europea* sono le seguenti: inclusione dei migranti e dei rifugiati; qualità dell'aria; povertà urbana; alloggi a prezzo accessibile; economia circolare; adattamento ai cambiamenti climatici; transizione energetica; mobilità urbana; transizione digitale; acquisti pubblici; lavori e competenza nell'economia locale; uso sostenibile dei terreni e soluzioni ecologiche.

Il *Patto di Amsterdam* ha istituzionalizzato una collaborazione più stretta tra i diversi livelli di governo, da quello europeo a quello locale, attraverso la promozione di partenariati. Questi possono essere costituiti da rappresentanti di città o di reti di città, di Stati membri dell'UE e di *stakeholder* (ONG, imprese, ecc.) che cooperano per trovare soluzioni comuni alle sfide connesse allo sviluppo sostenibile. Nello specifico, tutte le città che aderiscono su base volontaria a un partenariato devono fornire un contributo nei tre ambiti che sono i tre pilastri della nuova politica urbana europea:

- la legislazione dell'UE (*Better Regulation*). Gran parte della legislazione adottata dall'UE ha un impatto, diretto o indiretto, sulle città. Pertanto, le città devono poter esprimere il loro punto di vista al fine rendere la legislazione dell'UE più vicina alle loro esigenze, necessità e prassi;
- i finanziamenti dell'UE (*Better Funding*). Molte città europee partecipano ai programmi dell'UE e usufruiscono dei finanziamenti comunitari, di conseguenza, possono svolgere un ruolo importante nel fornire indicazioni per semplificare l'accesso ai fondi europei o per migliorarne utilizzo;
- le conoscenze e le esperienze (*Better Knowledge*). Le informazioni sullo sviluppo delle città europee e sulle esperienze di maggiore successo sono spesso frammentarie e poco conosciute. Quindi, la creazione di strumenti necessari per agevolare lo scambio di informazioni, conoscenze ed esperienze tra le città, è un aspetto importante della nuova agenda urbana europea.

Oltre ai partenariati, il *Patto di Amsterdam* individua altre forme di coinvolgimento delle città nello sviluppo di politiche comunitarie, che possono rivelarsi altrettanto importanti, come, ad esempio, le valutazioni di impatto urbano della legislazione europea in materia di aree urbane, che possono contribuire a migliorare e semplificare il complesso delle norme, oppure, l'istituzione di un portale on line sulle questioni urbane, attraverso il quale i comuni europei avranno accesso a tutte le informazioni utili sulle politiche e i finanziamenti UE.

Smart Cities Marketplace

Lo *Smart Cities Marketplace* è una piattaforma che è stata creata unendo due precedenti progetti della Commissione Europea: *Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities* e *Smart Cities Information System (SCIS)*. Lo scopo della piattaforma è quello di consentire a città, industrie, PMI, investitori, ricercatori e altri attori delle città intelligenti l'accesso a servizi ed eventi sulla creazione e la ricerca di proposte di *smart city*. I membri della rete facilitano o forniscono finanziamenti e supporto a progetti urbani intelligenti a sostegno della transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva.

Le città, gli sviluppatori di progetti e gli altri attori di *smart city* in cerca di finanziamenti possono esplorare la rete di investitori e registrare il loro progetto. Il team di *Smart Cities Marketplace* sulla base della corrispondenza tra il profilo degli investitori e il *concept* dei progetti organizza eventi di *matchmaking* in cui investitori e rappresentanti del progetto possono incontrarsi e confrontarsi. La piattaforma, come parte delle sue attività, offre anche una *masterclass* sullo sviluppo di una buona strategia per una città intelligente, con un'attenzione particolare alla pianificazione e all'implementazione integrate, agli aspetti della collaborazione e all'adesione di una moltitudine di attori, allo sviluppo di una prospettiva a lungo termine sull'ambiente costruito e all'inclusione degli aspetti finanziari nello sviluppo dei piani. Allo stato attuale *Smart Cities Marketplace* ha finanziato 127 proposte di progetti con 616,3 milioni di euro tramite una rete di 17 investitori.

Smart Cities Marketplace include *Scalable Cities*, che è un'iniziativa finalizzata all'individuazione di soluzioni e modelli di *business* che possono essere sviluppati e replicati in tutta Europa e possono ottenere risultati significativi in termini di nuovi posti di lavoro e risparmi energetici. I temi principali su cui verte sono: mobilità e logistica; ristrutturazione e adeguamento edilizio; efficienza energetica ed energie rinnovabili; ICT e piattaforme dati urbane; coinvolgimento e governance dei cittadini.

Le città rappresentate da *Scalable Cities* hanno già mostrato risultati significativi, ottenendo:

- oltre il 53% di risparmio energetico;
- fino all'88% di riduzione di CO₂;
- oltre 17.500 contatori intelligenti installati;
- oltre 1 milione di m² di superficie ristrutturata;
- più di 5.270 veicoli elettrici introdotti;
- quasi 500 stazioni di ricarica elettrica installate;
- coinvolgimento di oltre 260 000 cittadini.

Renovation Wave Initiative

Per concludere, la *Renovation Wave Initiative* è la linea di azione del *Green Deal* che è orientata al sostegno dei processi di riqualificazione delle città e di ristrutturazione edilizia, che sono divenuti oramai indifferibili dato che quasi il 75% del patrimonio edilizio dell'UE è inefficiente dal punto di vista energetico. Con tale strategia la Commissione Europea intende rendere energeticamente più efficienti 35 milioni di edifici e generare fino a 160.000 nuovi posti di lavoro nel settore edile entro il 2030. Le azioni principali prevedono di: migliorare la prestazione energetica degli edifici ed aumentarne la resilienza ai cambiamenti climatici;

raddoppiare gli attuali tassi di ristrutturazione degli immobili¹⁴; rafforzare le norme del settore energetico ed edile; introdurre standard minimi obbligatori di prestazione energetica (anche) per gli edifici esistenti; organizzare gli sforzi di ristrutturazione in blocchi di dimensioni maggiori affinché possano beneficiare di economie di scala e di condizioni di finanziamento più vantaggiose; estendere gli obblighi di ristrutturazione del settore pubblico; assicurare l'accesso a finanziamenti mirati e semplificare le regole per combinare vari flussi di finanziamento; aumentare le capacità degli attori in gioco nei progetti di ristrutturazione attraverso assistenza tecnica e campagne di formazione; espandere il mercato dei prodotti e dei servizi sostenibili nel settore delle costruzioni; realizzare quartieri a energia zero e in cui i consumatori possano diventare *prosumer* in grado di vendere energia alla rete; potenziare la digitalizzazione del settore edilizio.

Attenzione particolare è riservata all'edilizia scolastica e ospedaliera, ma anche alla ristrutturazione dell'edilizia sociale, per aiutare i cittadini che non riescono a sostenere i costi delle bollette energetiche e fornire un sostegno alla salute e al benessere delle persone vulnerabili. Inoltre, considerato che tutt'oggi milioni di europei non possono permettersi di riscaldare adeguatamente le loro abitazioni, le politiche pubbliche che promuovono l'efficienza energetica mediante la ristrutturazione costituiscono anche una risposta al fenomeno della povertà energetica.

Con la *Renovation Wave* la Commissione intende, inoltre, riesaminare sia il regolamento sui prodotti da costruzione (*Regolamento UE/305/2011* che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione), per renderlo in linea con le esigenze dell'economia circolare, sia le normative sulla prestazione energetica nel settore dell'edilizia, introducendo gradualmente standard minimi obbligatori di prestazione energetica anche per gli edifici esistenti, aggiornando le norme per la redazione degli *Attestati di Prestazione Energetica* (APE) ed estendendo gli obblighi di ristrutturazione al settore pubblico.

Tra le principali innovazioni introdotte, infine, c'è la volontà di porre un approccio integrato, partecipativo e di quartiere al centro dell'ondata di rinnovamento. L'obiettivo è quello di trasformare interi comparti urbani e creare nuove opportunità economiche attraverso un coinvolgimento ampio e inclusivo degli abitanti, che potranno contare su strutture cooperative e sportelli unici per ottenere informazioni e consigli utili. La *Renovation Wave Initiative* non si limita, dunque, a rendere gli edifici esistenti meno energivori e climaticamente neutri, ma intende innescare una grande trasformazione per il rinnovamento di tutto il comparto urbano dell'UE.

1.3. Povertà energetica

La povertà energetica è un problema socioeconomico complesso con un impatto significativo sulla salute e sull'ambiente che colpisce milioni di famiglie in tutta l'Unione Europea, le quali non dispongono di risorse monetarie sufficienti per pagare il loro fabbisogno energetico di base. Secondo i dati dell'*Osservatorio Europeo sulla Povertà Energetica* (*EU Energy Poverty Observatory* - EPOV), nel 2019 quasi 50 milioni di persone, ovvero il 10% della popolazione

¹⁴ Nel 2020 il tasso annuo di ristrutturazione del parco immobiliare negli Stati membri variava dallo 0,4 all'1,2%.

comunitaria, non potevano godere di adeguati livelli di calore, raffreddamento, illuminazione ed energia elettrica all'interno delle loro abitazioni. Questi servizi non sono necessari solamente per soddisfare i bisogni umani fondamentali e garantire uno standard di vita e di salute dignitosi, ma anche per superare le disuguaglianze sociali e costituire una società più equa ed inclusiva.

Gli individui che vivono in condizioni di povertà energetica sono generalmente consumatori vulnerabili che hanno redditi bassi, affrontano costi energetici elevati e vivono in abitazioni inefficienti dal punto di vista energetico. Il loro livello di povertà può dipendere da differenti fattori quali il vettore energetico utilizzato, la tariffa energetica, il livello tecnico e tecnologico dell'abitazione, nonché dalle esigenze e dai comportamenti individuali. Altresì, vivere in condizioni di povertà energetica può avere differenti conseguenze negative, sia per la salute fisica e per il benessere dei cittadini, con aumento della probabilità di contrarre o aggravare malattie respiratorie e cardiache dovute a temperature o tassi umidità inadeguati, sia per la salute mentale, ad esempio a causa dello stress associato all'impossibilità di pagare le bollette energetiche.

Contrastare la povertà energetica potrebbe tradursi, dunque, non solo nella protezione dei consumatori vulnerabili e nel miglioramento della qualità di vita di milioni di famiglie in termini di comodità, benessere e risparmi sui costi, ma anche nella riduzione delle spese private e pubbliche necessarie per la salute (Schucht et al., 2015). Al contempo, inoltre, consentirebbe di contrastare la povertà estrema (in linea con gli SDGs delle Nazioni Unite), proteggere l'ambiente, preservare maggiormente le risorse naturali, migliorare i risultati della lotta ai cambiamenti climatici e facilitare il percorso verso lo sviluppo sostenibile. Peraltro, proprio l'inasprimento delle alterazioni climatiche e il conseguenziale manifestarsi di temperature sempre più estreme, sia in estate che in inverno, hanno contribuito ad accrescere il fenomeno.

Anche la recente emergenza sanitaria generata dal Covid-19 e le conseguenti misure di confinamento hanno esacerbato la povertà energetica e reso più urgente la necessità di intervenire. I *lockdown* adottati per contrastare la diffusione del virus hanno avuto un impatto massiccio sia sul settore economico e occupazionale, provocando una diminuzione dei redditi di molte famiglie, sia sul settore energetico, nel quale è aumentata drasticamente la domanda di energia residenziale. La pandemia ha, dunque, posto una pressione particolarmente intensa sui bisogni materiali delle famiglie, ha aggravato le condizioni di vulnerabilità e di disuguaglianza preesistenti e ha fatto emergere la necessità di garantire a tutti l'accesso ai servizi energetici essenziali. Nondimeno, la recente situazione di conflitto tra Russia e Ucraina ha portato ad un'insicurezza sull'approvvigionamento energetico di gas naturale e ad un aumento dei costi dell'energia elettrica, rendendo ancora più urgente l'attuazione della transizione energetica.

1.3.1. Definizione e misurazione della povertà energetica

Nonostante un crescente interesse sul tema e la promozione di diverse iniziative di contrasto da parte della Commissione Europea, sono presenti ancora oggi problemi e incertezze riguardanti sia la definizione che la misurazione della povertà energetica, con rilevanti conseguenze sull'emanazione di politiche e normative di contrasto integrate e condivise.

Il concetto di povertà energetica è stato introdotto da Isherwood e Hancock nel 1979 in conseguenza del periodo di intensa inflazione generata dall'aumento dei prezzi dell'energia dovuta alla crisi petrolifera degli anni '70. Tuttavia, la prima vera definizione è stata data nel 1991 da Brenda Boardman, secondo la quale il fenomeno della povertà energetica si presenta quando le famiglie non possono usufruire di servizi energetici adeguati pur destinando a questo scopo il 10% del loro reddito (poiché questo era ciò che il 30% più povero delle famiglie inglesi spendeva allora per il carburante ed era una soglia al di sopra della quale tale spesa era considerata "sproporzionata"). Da allora si è discusso molto sulle possibili definizioni di povertà energetica (Moore, 2012).

La prima difficoltà nel fissare in modo univoco il concetto di povertà energetica è causata dalla natura multi-scalare e multidisciplinare dell'argomento, che mette in relazione le esigenze della domanda con quelle dell'offerta dell'energia e riguarda, comunque, condizioni sociali ed economiche che possono andare dalla piccola scala della famiglia (redditi familiari e condizioni abitative) alla vasta scala della nazione (politiche energetiche e fornitura e costi dei vettori energetici). Oltre agli aspetti sociali, macroeconomici e microeconomici, devono anche essere considerati quelli tecnici relativi all'efficienza energetica del parco immobiliare e dei diversi servizi ed impianti energetici domestici, come sistemi di riscaldamento, raffreddamento e illuminazione e di produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre, la povertà energetica è un fenomeno dinamico spazio-temporale; pertanto, le sue cause e i suoi impatti sono difficili da identificare in modo unilaterale, anche poiché fortemente interconnessi, come dimostra la mappa concettuale dei driver, delle cause e degli effetti della povertà energetica (Fig. 1.4) prodotta da Trinomics per il progetto pilota "Energy Poverty – Assessment of the Impact of the Crisis and Review of Existing and Possible New Measures in the Member States" promosso e finanziato dalla CE.

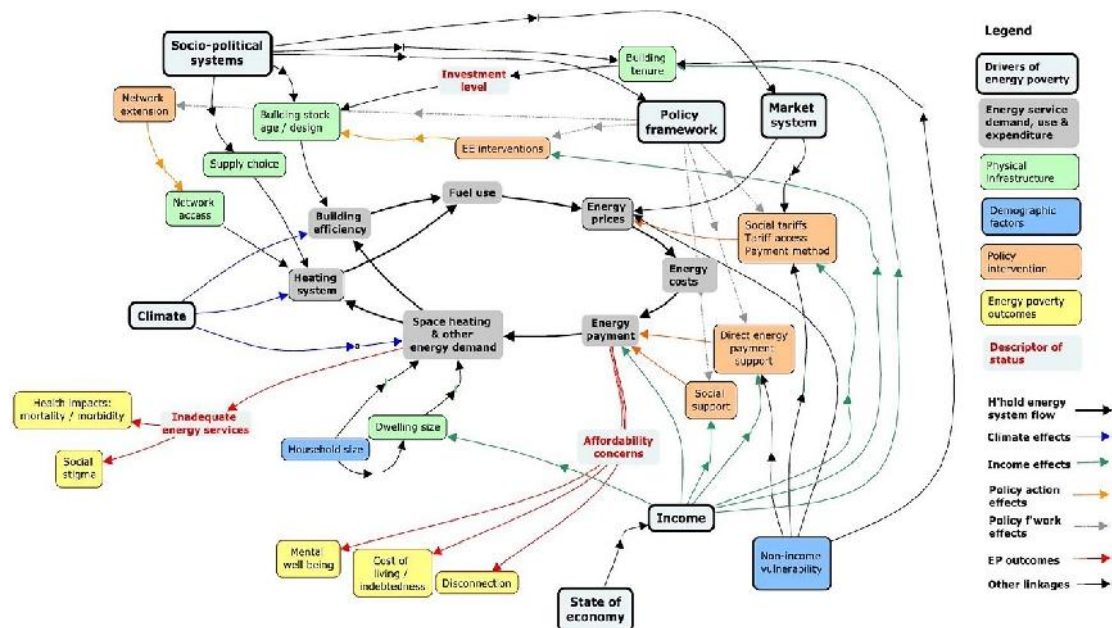


Figura 1.4. Mappa concettuale dei driver, delle cause e degli effetti della povertà energetica prodotta da Trinomics per il progetto pilota "Energy Poverty – Assessment of the Impact of the Crisis and Review of Existing and Possible New Measures in the Member States"

Da un punto di vista terminologico, esiste anche una certa ambiguità tra i concetti di *energy poverty* e quello di *fuel poverty*, i quali sono spesso associati o considerati intercambiabili, anche se una precisa distinzione è fondamentale per promuovere la ricerca e lo sviluppo di adeguate politiche di contrasto. Sia l'*energy poverty* che la *fuel poverty* sono descrittori dei problemi del consumo energetico del settore residenziale ed indicano l'incapacità delle famiglie nel raggiungere un livello socialmente e materialmente accettabile di servizi energetici domestici; entrambi tendono ad esacerbare la povertà, danneggiare la salute, minare l'equità sociale. Tuttavia, mentre l'*energy poverty* affronta le questioni fondamentali dell'accesso all'energia e include gli aspetti del mercato interno dell'elettricità e del gas, la *fuel poverty* si concentra sulle questioni dell'accessibilità economica di servizi energetici idonei (Kousis et al., 2020). In tal senso la povertà energetica che sarà oggetto di indagine nella presente ricerca è associabile maggiormente al concetto di *fuel poverty*. Da un punto di vista territoriale, invece, l'*energy poverty* si può verificare in ogni condizione climatica e colpisce tendenzialmente i paesi più poveri; diversamente, la *fuel poverty* si verifica principalmente nei paesi relativamente ricchi ma con climi rigidi (Li et al., 2014). Inoltre, c'è chi ritiene che i due termini abbiano lo stesso significato e che possono essere utilizzati in modo intercambiabile (Castaño-Rosa et al., 2019). È interessante sottolineare anche che l'impatto delle temperature eccessivamente fredde sulle persone, con conseguente aumento del rischio di soffrire di malattie respiratorie e aumento del tasso di mortalità durante l'inverno, ha portato ad associare tradizionalmente la povertà energetica al freddo. Tuttavia, alcuni studi recenti hanno iniziato a considerare il fenomeno anche in relazione alle condizioni estive, principalmente a causa dell'impatto sulla salute associato alle alte temperature (Castaño-Rosa et al., 2019).

L'ambiguità dei termini e la complessità del fenomeno hanno, dunque, reso difficoltosa l'esplicitazione del concetto generale di povertà energetica e attualmente non esiste uno standard ufficiale nella legislazione dell'UE. Inoltre, il *Vulnerable Consumer Working Group - Working Paper on Energy Poverty*, pubblicato nel 2015 dalla Direzione Generale dell'Energia della Commissione Europea, sostiene l'ipotesi che una definizione univoca per tutti gli Stati membri sarebbe riduttiva a causa delle diverse realtà comunitarie. Stati membri, istituzioni europee e ricercatori hanno perciò proposto differenti definizioni di povertà energetica (Directorate-General for Energy, 2015), anche se possiedono elementi comuni che riguardano l'incapacità delle famiglie di pagare le bollette dei servizi energetici domestici (o di ricevere tali servizi senza indebitarsi) per garantirsi il livello minimo di comfort e salute.

Parallelamente, la mancanza di una definizione ufficiale da parte dell'UE ha rallentato le azioni di contrasto alla povertà energetica che, in alcuni paesi membri, deve ancora essere riconosciuta come una criticità sociale. Per definire i gruppi vulnerabili, tuttavia, la sfida della misurazione della povertà energetica è diventata uno degli elementi chiave per affrontare il fenomeno e risolvere gli ostacoli legati all'emanazione di politiche di contrasto. Sono stati selezionati diversi indicatori, come, ad esempio, l'accesso e la qualità dell'energia, la spesa per l'energia in rapporto al reddito e i livelli di comfort termico delle abitazioni. Parallelamente, sono state condotte anche indagini ed analisi per valutare il rischio di povertà energetica. La natura multidimensionale del fenomeno ha causato, tuttavia, non poche difficoltà nel reperire indicatori adeguati a rappresentare tale complessità o per condurre analisi comparate utili al monitoraggio dei risultati delle strategie di contrasto in differenti contesti. Nel 2016 l'EPOV, al

fine di rendere confrontabili i risultati delle misurazioni fatte in diversi paesi dell'UE, ha proposto di misurare la povertà energetica seguendo due linee diverse:

- la *linea percettiva*, basata su variabili soggettive che riflettono il possesso o la mancanza di qualcosa;
- la *linea di spesa*, basata sul reddito totale e sulla spesa per l'energia delle famiglie.

Attualmente, tuttavia, non esiste ancora una posizione condivisa sulle variabili da utilizzare per calcolare la povertà energetica. Negli ultimi anni, diverse istituzioni e studiosi (Besagni, Borgarello, 2019a, 2019b; Betto et al, 2020; Castaño-Rosa et al., 2019; Faiella e Lavecchia, 2021; Hills, 2011, 2012; OpenExp, 2019; Oristondo, Onaindia, 2023; Pye e Dobbns, 2015; Rademaekers et al, 2014) hanno cercato di definire gli indicatori più adatti, che possono essere classificati in due gruppi:

- indicatori basati sul reddito e sulle spese familiari;
- indicatori basati sulle condizioni familiari autodichiarate (Tab. 1.1).

Tabella 1.1. Classificazione dei principali indicatori utilizzati per valutare la povertà energetica
(fonte: elaborazione propria su dati Castaño-Rosa et al., 2019)

| Tipologia | Indicatore | Valutazione |
|---|---|--|
| Indicatori basati sul reddito e sulle spese delle famiglie | <i>Indicatore del 10%</i> | La spesa per consumi energetici è superiore al 10% del reddito familiare |
| | <i>Indicatori 2M</i> | La spesa per consumi energetici è superiore al doppio della media nazionale |
| | <i>Indicatore dello standard di reddito minimo (MIS)</i> | Il reddito familiare è inferiore al reddito minimo standard |
| | <i>Indicatore a basso reddito e ad alto costo (LIHC)</i> | Il reddito familiare è inferiore alla soglia di povertà monetaria e la spesa per consumi energetici è superiore ad una data soglia |
| | <i>Indicatore della povertà dopo il costo del combustibile (AFCP)</i> | Il reddito familiare dopo le spese energetiche è inferiore una data soglia |
| | <i>Indicatore di povertà energetica nascosta (HEP)</i> | La spesa assoluta per il consumo di energia è inferiore alla soglia (la spesa di un nucleo familiare è anormalmente bassa poiché non si può permettere un consumo energetico minimo) |
| Indicatori basati sulle condizioni familiari autodichiarate | Incapacità di mantenere le case adeguatamente calde | <i>Indagine dell'Unione europea sul reddito e sulle condizioni di vita (EU-SILC)</i> |
| | Ritardi nel pagamento delle bollette | |
| | Carenze e condizioni insalubri nelle abitazioni | |

Inoltre, sono state utilizzate anche analisi di tipo tecnico ed economico per valutare il rischio di povertà energetica (Tab. 1.2).

In corrispondenza, sono state seguite tre differenti tipologie di misurazione degli indicatori:

- attraverso i dati sulla spesa, confrontando i costi energetici con una soglia relativa o assoluta;
- attraverso l'autovalutazione delle condizioni abitative;
- attraverso il confronto tra il livello dei servizi energetici e uno specifico *benchmark*.

Tabella 1.2. Classificazione delle principali analisi utilizzati per valutare il rischio di povertà energetica (fonte: elaborazione propria su dati Castaño-Rosa et al., 2019)

| Tipologia | Analisi | Valutazione |
|---|---|--|
| Analisi per valutare il rischio di povertà energetica | Analisi econometrica | Considera l'influenza di fattori demografici, socio-economici e fisici sulla probabilità di povertà energetica |
| | Analisi del comfort termico | Considera la percentuale di ore in cui un nucleo familiare si trova in una situazione di comfort termico |
| | Analisi della classe energetica dell'abitazione | Considera l'influenza della qualità dell'abitazione sui consumi energetici e, quindi, sulla povertà energetica (abitazioni di scarsa qualità provocano un aumento dei consumi energetici e innescano potenzialmente il fenomeno) |

Indicatori basati sul reddito e sulle spese delle famiglie

Il primo indicatore è stato proposto da Boardman nel 2010 ed è noto come “*indicatore del 10%*”, poiché, come precedentemente riportato, sono considerate in condizioni di povertà energetica tutte quelle famiglie che non riescono ad usufruire di servizi energetici domestici minimi impiegando fino al 10% del loro reddito. Si tratta di un indicatore semplice, i cui risultati sono anche facili da comprendere e comunicare e che è stato ampiamente utilizzato in molti studi sulla povertà energetica. Tuttavia, presenta alcuni inconvenienti, tra cui: l'impossibilità di distinguere le “famiglie ricche”, che possono consumare molta energia senza privarsi di altri servizi, da quelle effettivamente povere; l'elevata sensibilità dell'indicatore rispetto ai prezzi dell'energia (l'indicatore assume un valore alto quando i prezzi aumentano e viceversa); la mancata inclusione delle caratteristiche abitative (Aristondo e Onaindia, 2023; Boardman, 2010; Castaño-Rosa et al., 2019).

Tra gli altri indicatori basati sul reddito e sulle spese familiari, l'*indicatore 2M* definisce una famiglia in povertà energetica quando la sua quota di reddito dedicata alle spese energetiche è alta più del doppio del valore mediano nazionale. Dato che la soglia della povertà energetica è fissata in base al valore mediano nazionale, è possibile ricalcolare l'indicatore ogni anno, di valutare possibili fluttuazioni e di escludere le famiglie con redditi elevati (Fig. 1.5).

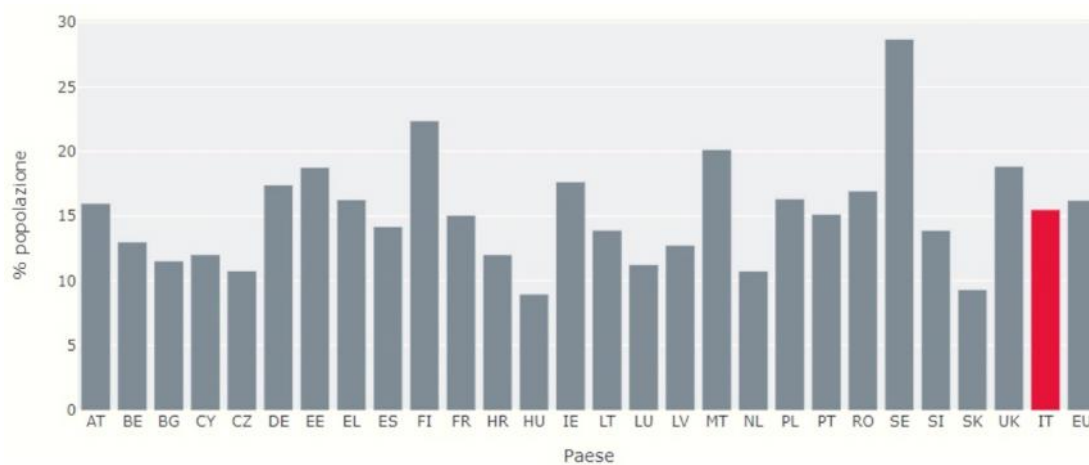


Figura 1.5. Valore dell'indicatore 2M per paese al 2015 (fonte: Agenzia Nazionale Efficienza Energetica, 2021)

Secondo l'indicatore del reddito minimo standard (*Minimum Income Standard – MIS*), invece, una famiglia è affetta da povertà energetica quando il suo reddito è inferiore al reddito minimo standard, dove per “standard familiare” si intende – in linea con la definizione stabilita dalla *Convenzione sui diritti umani* delle Nazioni Unite – il tenore di vita raggiunto dalla famiglia tipo biparentali e con due figli in un dato paese e per “minimo” si intende l'insieme di elementi necessari per il benessere fisico, psichico, spirituale, morale e sociale delle persone.

L'indicatore di alto costo a basso reddito (*Low-Income High-Cost - LIHC*) è stato definito per la prima volta da John Hills nel 2011 e identifica una situazione di povertà energetica quando il reddito familiare è inferiore alla soglia di povertà monetaria e, allo stesso tempo, la spesa per i consumi energetici è superiore alla mediana del valore nazionale. La sua applicazione richiede, dunque, il calcolo di due soglie: il reddito disponibile delle famiglie al netto delle spese energetiche e la spesa mediana per consumi energetici della nazione.

L'indicatore di povertà dopo il costo del carburante (*After Fuel Cost Poverty - AFCP*) definisce una famiglia in povertà energetica quando il suo reddito, al netto delle spese per il nucleo familiare e per i consumi energetici, scende al di sotto del reddito minimo accettabile (a seconda delle dimensioni e del tipo di nucleo familiare).

Infine, l'indicatore di povertà energetica nascosta (*Hidden Energy Poverty - HEP*) colloca in condizione di povertà energetica tutte quelle famiglie il cui dispendio energetico assoluto è inferiore alla metà del dispendio energetico assoluto mediano, giustificando che la loro spesa è normalmente bassa poiché non possono permettersi un consumo energetico minimo (Agenzia Nazionale Efficienza Energetica, 2021; Castaño-Rosa et al., 2019; Hills, 2011, 2012).

Ognuno di questi indicatori ha, dunque, punti di forza e criticità e consente di porre l'accento su diversi aspetti della povertà energetica (Tab. 1.3).

Tabella 1.3. Analisi critica degli indicatori sulla base dei redditi e delle spese del nucleo familiare
(fonte: elaborazione propria su dati Castaño-Rosa et al., 2019)

| Analisi | 10% | 2M | MIS | LIHC | AFCP | HEP |
|---|-----|----|-----|------|------|-----|
| Consente di valutare le caratteristiche dell'abitazione | - | - | - | - | - | - |
| Consente di valutare se nell'abitazione è soddisfatto il comfort termico minimo | - | - | - | - | - | - |
| Consente di valutare l'efficienza energetica dell'abitazione | - | - | - | ✓ | - | - |
| Consente di valutare l'adeguatezza dell'uso dei sistemi abitativi | - | - | - | ✓ | - | - |
| Considera solo il consumo energetico necessario per mantenere l'abitazione adeguatamente riscaldata | ✓ | ✓ | - | - | - | - |
| Considera la distribuzione dei redditi nell'area analizzata | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Considera l'opzione “riscaldare o mangiare” | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Valuta i dati attuali sui consumi energetici e sulle spese domestiche | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | - |
| Include le persone più vulnerabili (anziani, malati cronici, disabili e bambini) | - | - | - | ✓ | - | - |

Indicatori basati sulle condizioni familiari autodichiarate

Contrariamente ai precedenti, gli indicatori basati sulle condizioni familiari autodichiarate cercano di superare i limiti degli approcci basati sui redditi e sulle spese proponendo nelle loro analisi l'inclusione di dati anche soggettivi, come, ad esempio, la dichiarazione di assenza di riscaldamento centralizzato, di presenza di condizioni insalubri nelle abitazioni, di capacità/incapacità di mantenere adeguatamente riscaldate le abitazioni, ecc. Al riguardo è interessante citare l'*indagine dell'Unione Europea sul reddito e le condizioni di vita (European Union Survey on Income and Living Conditions - EU-SILC)*¹⁵, che ha formato un'ampia banca dati corredata da statistiche sul reddito e sull'esclusione sociale, al fine di effettuare un'analisi comparativa europea. I dati sui redditi e sulle condizioni delle famiglie, sulla povertà e sulla distribuzione dell'esclusione sociale vengono raccolti ogni anno a livello nazionale ed europeo. In particolare, per l'analisi della povertà energetica sono considerati:

- l'incapacità di mantenere le case adeguatamente riscaldate durante la stagione invernale. Questo indicatore analizza le condizioni familiari auto-riferite e si tratta, quindi, di un indicatore soggettivo che esprime la realtà percepita dalle famiglie, indipendentemente dal loro livello di reddito (Fig. 1.6);
- il ritardo nel pagamento delle bollette. Questo indicatore, quindi, identifica le famiglie che hanno problemi a pagare le bollette piuttosto che analizzare eventuali limitazioni al consumo energetico (Fig. 1.7);
- la presenza di condizioni insalubri nelle abitazioni, come la presenza di infiltrazioni o di strutture igienico-sanitarie danneggiate. Questo indicatore si basa, dunque, sulle caratteristiche delle abitazioni senza analizzare le condizioni reddituali e la composizione delle famiglie (Agenzia Nazionale Efficienza Energetica, 2021; Castaño-Rosa et al., 2019).

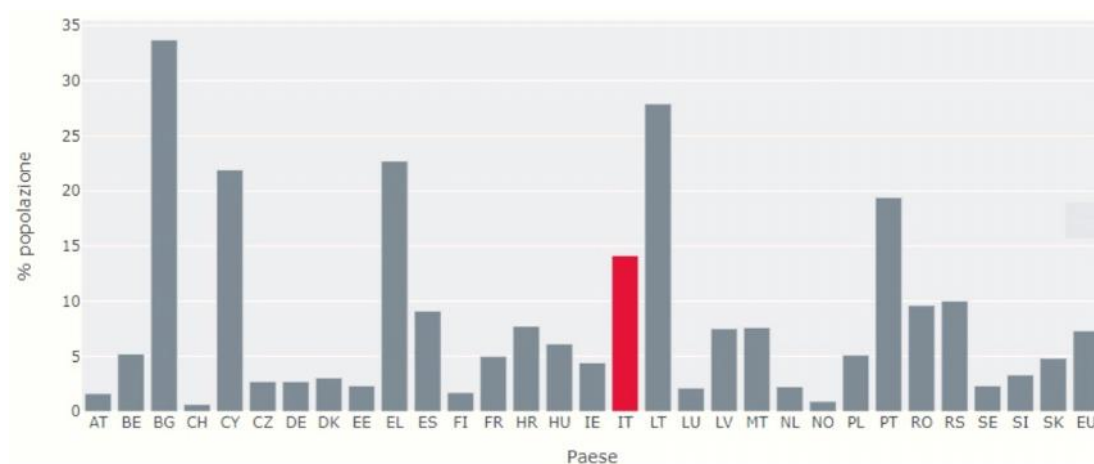


Figura 1.6. Valore dell'indicatore dell'incapacità di mantenere le abitazioni adeguatamente riscaldate per paese al 2018 (fonte: Agenzia Nazionale Efficienza Energetica, 2021)

¹⁵ I dati EU-SILC sono utilizzati per monitorare la povertà e l'inclusione sociale nel "semestre europeo", durante il quale si effettua il coordinamento e la sorveglianza delle politiche economiche e sociali nell'UE.

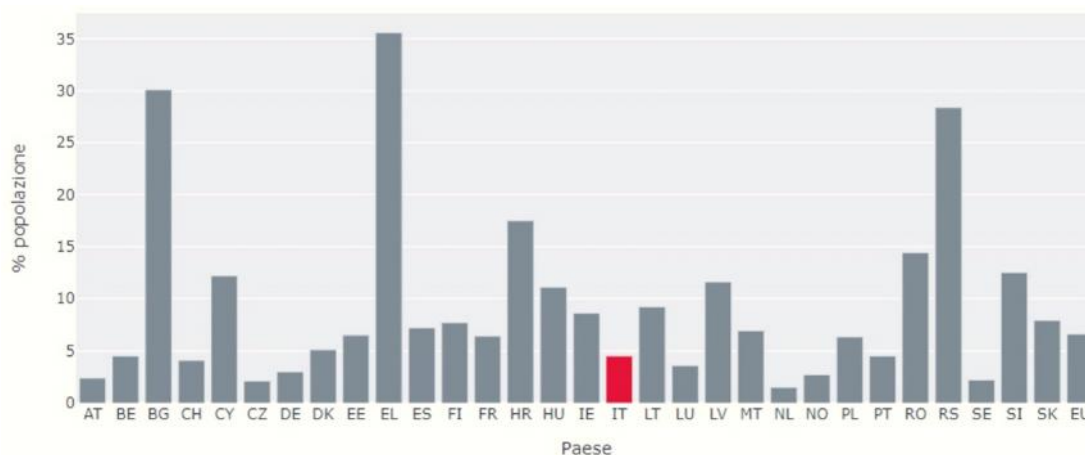


Figura 1.7. Valore dell'indicatore del ritardo nel pagamento delle bollette per paese al 2018 (fonte: Agenzia Nazionale Efficienza Energetica, 2021)

Nessuno degli indicatori maggiormente utilizzati prende in considerazione il problema del raffrescamento estivo, oltre a quello del riscaldamento invernale. Per tale motivo, ad esempio, la Spagna ha avviato una propria *indagine sulle percezioni e affermazioni delle famiglie* (*Survey on Perceptions and Statements - SPS*) attraverso l'Istituto nazionale di statistica spagnolo. I risultati, però, non possono rientrare tra gli indicatori della povertà energetica, poiché riguardano un singolo aspetto, che è strettamente connesso alle peculiarità delle condizioni climatiche spagnole (Castaño-Rosa et al., 2019).

Analisi per valutare il rischio di povertà energetica

La mancanza di standard comuni e univoci in tutta l'UE per affrontare la povertà energetica ha indotto i ricercatori ad utilizzare altre analisi tecniche ed economiche per individuare quei consumatori che sono più vulnerabili al fenomeno. Al riguardo, le analisi più utilizzate sono:

- l'analisi econometrica;
- l'analisi del comfort;
- l'analisi della classe energetica dell'abitazione.

L'analisi econometrica si concentra sulla valutazione delle relazioni tra le diverse variabili per giungere all'identificazione dei gruppi sociali che sono più vulnerabili al fenomeno della povertà energetica. I fattori considerati sono di tipo demografico, socio-economico e fisico (consumo di energia, prezzo del carburante, dimensioni del nucleo familiare, etc.). Il miglioramento del comfort termico dell'abitazione al fine di ridurre il consumo energetico è strettamente relazionata allo stato di salute degli occupanti. Se il comfort dell'abitazione è adeguato, allora il nucleo familiare può controllare i consumi energetici, con benefici sullo stato benessere e sullo stato di salute degli inquilini. Tuttavia, la valutazione del comfort termico nelle abitazioni al fine di individuare la povertà energetica è un compito molto complesso, principalmente a causa dell'influenza di un'ampia varietà di fattori, i più rilevanti dei quali includono:

- fattori spaziali (posizione dell'immobile e degli ambienti, controllo delle condizioni fisiche interne, stratificazione termica dell'edificio, controllo della ventilazione e della luce solare);
- fattori ambientali (temperatura dell'aria e umidità relativa);

- fattori personali (salute, età e sesso degli inquilini, sensazione e percezione termica, livello di attività e abbigliamento degli inquilini).

Il comfort termico delle abitazioni è stato valutato finora principalmente utilizzando indicatori soggettivi basati su condizioni familiari autodenunciate; ma può anche essere calcolato attraverso simulazioni termiche, considerando una situazione confortevole se il rapporto tra le condizioni esterne e quelle interne rimangono all'interno di un dato intervallo di comfort. In questo caso le abitazioni con un maggior numero di ore al di fuori della zona di comfort sono considerate maggiormente vulnerabili alla povertà energetica.

La considerazione della classe energetica delle abitazioni per l'individuazione della povertà energetica è stata promossa in virtù dello stretto rapporto tra efficienza energetica e consumo energetico delle abitazioni. Inoltre, una maggiore efficienza energetica e, di conseguenza, una migliore classificazione energetica, porta a una riduzione del rischio di povertà energetica. Tuttavia, al pari del comfort termico, anche questo approccio presenta alcune criticità: in primo luogo, i consumi energetici dell'illuminazione e delle apparecchiature domestiche (cucina, elettrodomestici, ecc.) non sono inclusi nel calcolo del rating; in secondo luogo, la simulazione energetica è meno affidabile rispetto ai dati forniti dai monitoraggi energetici; infine, non tutte le persone con abitazioni a basso consumo energetico (o che presentano bassi livelli di comfort interno) sono in condizioni di povertà energetica (Castaño-Rosa et al., 2019).

Alla luce dei più diffusi indicatori e metodi di misurazione (e di individuazione) della povertà energetica, è possibile affermare che le aree principali relative alla vulnerabilità energetica sono: l'efficienza energetica delle abitazioni; la povertà sociale ed economica, che dipende dai redditi e dalle spese dei nuclei familiari; il benessere e la salute. In particolare, l'efficienza energetica riguarda un'ampia gamma di fattori: classe di efficienza energetica; isolamento termico; impianti di riscaldamento/raffrescamento; livello di ventilazione; stato di manutenzione; datazione degli immobili. I consumi energetici delle famiglie possono variare notevolmente a seconda dell'efficienza energetica delle loro abitazioni, pertanto, se il consumo energetico iniziale di una famiglia in povertà energetica viene ridotto grazie a un intervento di efficienza energetica, anche l'entità del fenomeno può essere ridotta (o persino risolta).

La disponibilità di infrastrutture è un ulteriore elemento che deve essere considerato. La scarsità di approvvigionamento energetico in determinate aree territoriali, principalmente a causa di problemi relativi agli impianti di accumulo e di distribuzione dell'energia, può condurre i cittadini all'impossibilità di mantenere un livello minimo di servizi energetici nelle loro abitazioni. Nessuno degli indicatori considerati stabilisce una connessione tra le condizioni di povertà energetica e le infrastrutture disponibili nell'area in cui si trova l'abitazione, oppure il beneficio per le famiglie a seguito di intervento per il miglioramento dell'efficienza energetica delle infrastrutture esistenti, come, ad esempio, la variazione del tipo di combustibile utilizzato nei sistemi di produzione di energia, la modifica di contratti coi fornitori, la realizzazione di nuovi impianti di approvvigionamento energetico, che utilizzano fonti di energia rinnovabile, oppure di nuove reti energetiche, come il teleriscaldamento e teleraffrescamento.

In generale, comunque, il principale punto debole della maggior parte dei sistemi di misurazione della povertà energetica risiede nell'impossibilità di considerare tutti i possibili fattori che influenzano l'attività quotidiana delle famiglie. Di conseguenza, analisi limitate a

uno o pochi indicatori rischiano di fornire un quadro incompleto e inattendibile, che potrebbe determinare persino forme di esclusione sociale, perché alcune famiglie che necessiterebbero di un supporto potrebbero non essere riconosciute come vulnerabili e, quindi, escluse dagli aiuti. Oppure, all'opposto, eventuali imprecisioni rischiano di includere nelle forme di sostegno famiglie non bisognose, accentuando le iniquità sociali. Pertanto, se non si riesce a tenere traccia simultanea dei vari indicatori, gli sforzi delle politiche di contrasto potrebbero non alleviare concretamente la povertà energetica a causa di preclusioni di selezione o di forme di misconoscimento e *targeting* impreciso. Dati e indicatori insufficienti potrebbero causare un'eccessiva attenzione ai sintomi del fenomeno che sono più facilmente riconoscibili, a scapito delle disuguaglianze più profondamente radicate nei sistemi di fornitura energetica domestica. È dunque necessario combinare indicatori diversi e comparare i loro risultati al fine di realizzare un'analisi attendibile e affidabile.

1.3.2. Politiche di contrasto alla povertà energetica

La designazione di uno standard per la definizione e la misurazione della povertà energetica è un elemento imprescindibile se si intende individuare la popolazione vulnerabile che deve essere tutelata e formare un *corpus* legislativo strategico atto a contrastare il fenomeno e garantire un equo accesso all'utilizzo dell'energia. Difatti, sebbene non sia la ragione principale, la mancanza di un programma normativo specifico per affrontare il problema può portare a tassi di povertà energetica che variano drasticamente tra i paesi dell'UE, o tra diverse regioni di uno stesso paese, con conseguente inasprimento degli squilibri sociali.

La Commissione Europea ha sostenuto la necessità di fornire un'adeguata protezione ai consumatori vulnerabili già nel 2003 con le direttive sulle norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica (*Direttiva 2003/54/CE*) e del gas (*Direttiva 2003/55/CE*); ma solamente con la loro modifica (*Direttiva 2009/72/CE* e *Direttiva 2009/73/CE*) l'UE ha imposto agli Stati membri di sviluppare piani d'azione nazionali o quadri appropriati per affrontare il fenomeno. Inoltre, nel pacchetto *Energia pulita per tutti gli europei*, l'UE ha stabilito che la lotta alla povertà energetica è una priorità politica. I paesi membri sono, quindi, tenuti ad agire e proteggere i cittadini in modo adeguato al fine di alleviare il fenomeno, ovunque venga rilevato; inoltre, sono tenuti a individuare il numero di famiglie in povertà energetica e a stabilire e pubblicizzare i criteri su cui hanno basato la loro valutazione. Successivamente, i paesi devono utilizzare i loro piani nazionali per l'energia e il clima – insieme a strategie specifiche – per fissare obiettivi di riduzione della povertà energetica e adeguate politiche di contrasto. Infine, nella *Raccomandazione 2020/1563/UE* sulla povertà energetica del mese di ottobre 2020, è stato ribadito che, non esistendo una definizione standard di povertà energetica, è compito di ogni nazione dell'UE sviluppare principi e norme al riguardo.

La responsabilità finale spetta, dunque, ai singoli paesi, i quali hanno promosso nel tempo diverse iniziative riconducibili principalmente a tre categorie di azioni:

- trasferimenti di denaro condizionati. Questo tipo di azioni mira a sostenere il reddito delle famiglie vulnerabili, in particolare quando il consumo di energia è più elevato (ad esempio durante la stagione invernale);

- sconti o tariffe sociali. Questa categoria prevede tariffe agevolate o riduzioni dirette sulle bollette energetiche (come il *Bonus elettrico* e il *Bonus gas*¹⁶ in Italia);
- riqualificazione energetica delle abitazioni. L'incentivazione di interventi per migliorare l'efficienza energetica domestica e può riguardare sia l'involucro edilizio, sia gli impianti (come l'*Ecobonus*¹⁷ in Italia).

Infine, una quarta forma di contrasto alla povertà energetica può essere costituita dalle politiche di "promozione", che mirano ad accrescere la consapevolezza dei cittadini negli usi dei servizi energetici e utilizzano la teoria comportamentale per guidare le famiglie a scelte migliori in termini di efficienza energetica, consumo energetico e bilancio familiare (Vassileva e Campillo, 2014).

Rispetto alle prime due categorie di azioni, i cui effetti sono temporanei e non risolutivi, le azioni di retrofit energetico mirano a diminuire i consumi e, dunque, le corrispondenti spese energetiche in modo strutturale e continuo nel medio e lungo periodo. Al contempo, contribuiscono positivamente alla transizione ecologica, alla riduzione delle emissioni inquinanti e alla lotta al cambiamento climatico.

La lotta alla povertà energetica, tuttavia, dovrebbe essere affrontata in modo sistematico e meno frammentato per una migliore definizione delle misure di contrasto, al fine di promuovere strategie integrate e coese. Un tale sforzo richiede un'azione più decisa da parte dell'Unione Europea anche perché la sua dimensione della povertà energetica sta crescendo rapidamente in conseguenza di molteplici fattori: da un lato, la recente pandemia mondiale ha provocato un impatto negativo sulle capacità di spesa dei cittadini e sul loro livello di reddito che non si attenuerà in tempi brevi; dall'altro lato, le politiche comunitarie per la riduzione dell'impatto ambientale e dei consumi di energia hanno causato un aumento dei prezzi dei vettori energetici, con un trend crescente che, nel 2022, è stato accentuato dalle conseguenze del conflitto tra Russia e Ucraina.

Difatti, come visto precedentemente, la transizione ecologica promossa dall'UE prevede profonde modifiche nella fornitura e nell'erogazione dell'energia e richiederà, pertanto, notevoli investimenti economici. La necessaria e radicale trasformazione delle modalità di approvvigionamento, distribuzione e consumo dell'energia in futuro potrebbe indurre l'aumento dei prezzi dei vettori energetici e, in particolare, di quelli dell'energia elettrica, che è il vettore privilegiato dal processo di transizione (Pereira et al., 2019). Tuttavia, bisognerebbe evitare che i costi della transizione ecologica ricadano sui consumatori, soprattutto su quelli vulnerabili. Ai fini della lotta alla povertà energetica è, dunque, essenziale valutare non soltanto quali saranno i costi complessivi per il sistema, ma anche come saranno ripartiti all'interno del sistema sociale (Manjon et al., 2022; Pereira et al., 2019).

¹⁶ Si tratta di due regimi introdotti in Italia nel 2009, che prevedono uno sconto, applicato direttamente sulle bollette, corrispondente a uno o due mensilità di spesa per l'energia elettrica o il gas e condizionato a un importo massimo del reddito e della ricchezza delle famiglie. Nel 2017 circa 1,2 milioni di famiglie, su 5 milioni ammissibili, hanno beneficiato di questi programmi, per un costo complessivo di 157 milioni di euro.

¹⁷ Si tratta di un incentivo introdotto dal Decreto-legge del 04/06/2013 n. 63 (modificato molte volte negli anni successivi) che promuove gli interventi di efficienza energetica, senza operare una distinzione sulle capacità di spesa dei cittadini o su eventuali problemi di povertà energetica delle famiglie.

La CE, consapevole delle potenziali ripercussioni negative della transizione ecologica, ha inserito nella sua agenda ufficiale, all'interno dell'*European Green Deal*, il concetto di *just transition*. Scopo della "giusta transizione" è quello di garantire che il passaggio ad un sistema energetico ed economico più sostenibile sia equo e non lasci indietro nessuno, pertanto, il meccanismo intende sostenere i paesi e le regioni che dipendono maggiormente dai combustibili fossili e che affrontano le maggiori sfide per eliminare gradualmente le attività ad alte emissioni inquinanti (maggiori dettagli nel paragrafo 1.5). In quest'ottica, gli Stati membri devono intraprendere azioni molto più ambiziose contro la povertà energetica e porre gli aspetti sociali sullo stesso piano di quelli ambientali ed economici.

Inoltre, tra le necessità individuate dal *Green Deal*, l'accelerazione del processo di ristrutturazione degli edifici su vasta scala, prevista dalla *Renovation Wave Initiatives*, ha assunto un ruolo fondamentale per proteggere i soggetti più vulnerabili. Difatti, oltre ai vantaggi ambientali derivanti dai ridotti consumi di energia, tale iniziativa consente ai cittadini dell'UE di beneficiare di una migliore efficienza energetica domestica, e di tutti gli effetti positivi correlati (riduzione della domanda di energia, riduzione delle spese per l'energia, maggior comfort, migliore qualità dell'aria, minori problemi di salute). Tuttavia, la normativa non prevede norme per riconoscere una priorità d'intervento per le abitazioni di soggetti vulnerabili, esprime solamente una generale volontà di migliorare l'efficienza energetica del parco immobiliare esistente.

Per combattere efficacemente la povertà energetica e per proteggere le popolazioni più vulnerabili durante le crisi attuali e future, ma anche per garantire coesione sociale e democrazia, è necessario poter garantire a tutti il diritto all'energia (Jenkins, 2016). Pertanto, gli effetti delle politiche di mitigazione del cambiamento climatico dovrebbero essere bilanciati e gestiti in modo equo e socialmente sostenibile.

1.3.3. Le comunità energetiche

Per rafforzare la transizione ecologica e ridurre emissioni e consumi energetici, l'Unione Europea ha previsto, nel pacchetto *Energia pulita per tutti gli europei*, la formazione delle "comunità energetiche", che costituiscono una nuova e più evoluta modalità di consumo e di produzione dell'energia.

La Commissione Europea ha definito le "comunità energetiche" come gruppi organizzati basati sulla partecipazione che possono prendere parte a qualsiasi fase della catena di approvvigionamento energetico. Nello specifico, una comunità energetica è un'entità giuridica costituita in maniera aperta e volontaria da membri o azionisti – quali persone fisiche, imprese, enti locali, Pubbliche Amministrazioni – che scelgono di dotarsi di infrastrutture per la produzione di energia da fonti rinnovabili attraverso un modello basato sulla condivisione (*Direttiva 2018/2001/UE; Direttiva 2019/944/UE*). Si tratta, quindi, di una forma collaborativa che consente la partecipazione attiva dei consumatori in tutti i mercati energetici, generando, consumando, condividendo, stoccando o vendendo energia elettrica. In questo modo i consumatori passivi (*consumer*) si trasformano in consumatori attivi e produttori (*prosumer*) (Fig. 1.8), scardinando il tradizionale rapporto fornitore-consumatore e generando una profonda trasformazione del modello energetico: da un sistema centralizzato e gerarchico, alimentato principalmente da combustibili fossili, si passa ad un sistema distribuito e

collaborativo, alimentato da fonti rinnovabili, che permette una gestione autonoma e democratica dell'energia. Difatti, le comunità energetiche sono anche considerate un mezzo potenziale per realizzare una transizione energetica più giusta e inclusiva, consentendo ai cittadini di avere un ruolo propositivo nel sistema energetico locale.

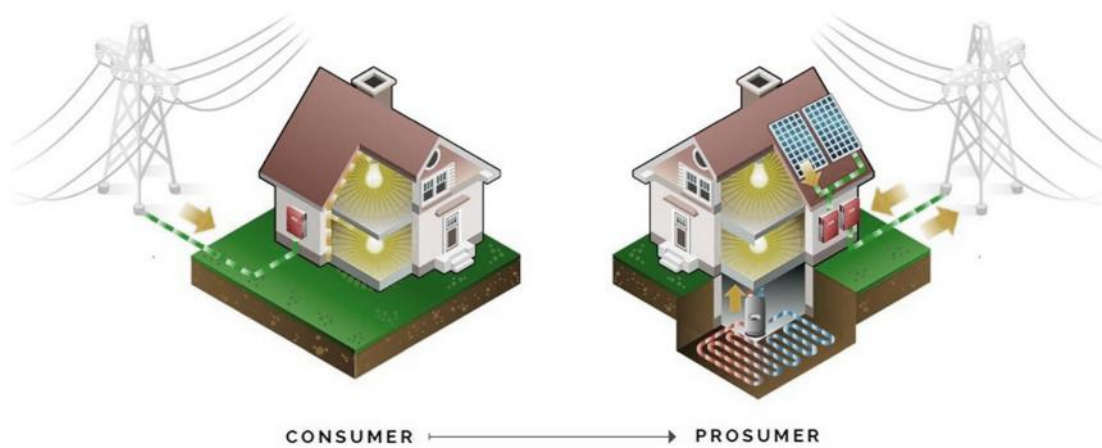


Figura 1.8. Prosumer (produttore-consumatore) vs Consumer (consumatore) (fonte: Barrocco et al. 2020)

Il quadro di riferimento comunitario sul tema è composto dalla Direttiva RED II (*Renewable Energy Directive II* – Direttiva 2018/2001/UE) e dalla Direttiva IEM (*Internal Markets Electricity Directive* – Direttiva 2019/944/UE).

La Direttiva RED II riguarda la promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili e ha introdotto due modelli di energia condivisa: l'*autoconsumo collettivo* e la *comunità di energia rinnovabile* (*Renewable Energy Community - REC*). Al riguardo, è importante distinguere il concetto di autoconsumo individuale dal concetto di autoconsumo collettivo. L'*autoconsumo individuale* è relativo al singolo utente finale che produce energia rinnovabile per il proprio fabbisogno energetico e può immagazzinare o vendere energia al mercato. L'*autoconsumo collettivo* si basa, invece, su un modello virtuale in cui un gruppo di utenti è in grado di produrre, immagazzinare e vendere energia con altri utenti finali che potrebbero trovarsi nello stesso edificio (*autoconsumo collettivo puro*) oppure geograficamente distanti (*autoconsumo di comunità*). Invece, per *comunità di energia rinnovabile* si intende un soggetto giuridico autonomo che, conformemente al diritto nazionale applicabile, partecipa direttamente alla transizione energetica investendo, producendo, vendendo e distribuendo energia (prodotta da fonti rinnovabili) e che si trova nelle vicinanze degli impianti di produzione energetica. L'obiettivo principale di una comunità di energia rinnovabile deve essere la fornitura di benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità, ai suoi azionisti o membri o alle aree locali in cui opera, piuttosto che profitti finanziari. Secondo la RED II, tali comunità di energia rinnovabile e le forme di autoconsumo collettivo costituiscono nuovi possibili modi di concepire l'utilizzo e la condivisione dell'energia e potrebbero produrre molteplici vantaggi, quali: un maggiore utilizzo delle fonti di energia rinnovabile (locali); maggiore sicurezza degli approvvigionamenti energetici; minore dispersione energetica; minori distanze di trasporto dell'energia; maggiore coesione sociale; mitigazione della povertà energetica. Il termine di recepimento della direttiva è stato il 30 giugno 2021.

La Direttiva IEM, invece, riguarda il mercato interno dell'energia elettrica e ha introdotto il concetto di *comunità energetica dei cittadini* (*Citizens Energy Community* - CEC), cioè un soggetto giuridico controllato da membri o soci in cui la vicinanza dei membri agli impianti non è specificata. Tale direttiva ha, inoltre, rafforzato i diritti dei clienti finali in termini di trasparenza (delle offerte, dei contratti e delle bollette), regolarizzato la possibilità di istituire sistemi di distribuzione chiusi e avviato la liberalizzazione dei mercati al dettaglio, salvaguardando i clienti più vulnerabili. Poiché con l'introduzione di maggiori risorse energetiche rinnovabili nel sistema energetico generale è emersa l'esigenza di garantire sia l'integrazione tra vari vettori energetici, sia la costituzione di nuove forme distributive e di scambio di energia, la direttiva IEM ha anche disciplinato il ruolo dei soggetti che rivestono un ruolo pubblico nella gestione del sistema elettrico (gestori di rete di trasmissione e distribuzione, gestore dei mercati elettrici, autorità di regolazione) e ha aperto il mercato dei servizi a nuove tipologie di soggetti. D'altronde, le comunità energetiche, generalmente, non possiedono una propria rete distributiva ma sfruttano la rete pubblica di distribuzione, in quanto consente la più ampia partecipazione possibile al mercato. Inoltre, la presenza di una rete elettrica pubblica capace di raggiungere tutti gli utenti finali garantisce una maggiore qualità del servizio e rafforza i contesti locali. Il termine di recepimento della direttiva è stato il 31 dicembre 2020.

Tra le *Renewable Energy Community* (REC) e le *Citizens Energy Community* (CEC) le principali differenze sono le seguenti:

- le REC si basano sul principio di autonomia tra i membri, sulla necessità di prossimità a impianti di generazione e sulla gestione dell'energia in diverse forme (elettricità, calore, gas) a patto che siano generate da una fonte rinnovabile;
- le CEC non prevedono i principi di autonomia e prossimità e possono gestire solo l'elettricità, prodotta da fonte sia rinnovabile, sia fossile.

Entrambe le tipologie di comunità energetiche istituite dall'UE possono garantire numerosi benefici:

- *benefici ambientali* conseguenti alla riduzione di emissioni di CO₂ o di altri gas climalteranti grazie all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile;
- *benefici sociali* legati alla partecipazione e alla cooperazione dei cittadini;
- *benefici economici* derivanti dai risparmi in bolletta (per consumo di energia autoprodotta) e dalla possibilità di vendita dell'energia in eccesso ad altri utenti, oltre che dalla diffusione di modelli di *sharing economy* e di economia circolare.

Le comunità di energia, così come i sistemi di autoconsumo collettivo, rappresentano anche un importante passo in avanti verso un modello di generazione distribuita dell'energia volta a una maggiore flessibilità che favorirà lo sviluppo di *smart grid*, o reti intelligenti.

Inoltre, a livello tecnico, la generazione di energia a scala locale riduce le perdite di potenza, rinviando gli investimenti futuri nelle infrastrutture di trasmissione e distribuzione; mentre, a livello socioeconomico, la generazione di energia ad opera di una comunità aumenta il numero di attori che condividono i benefici legati all'attività di produzione elettrica, storicamente controllata da un numero ridotto di grandi imprese.

Le comunità energetiche sono, nelle aspettative dell'UE, pure un importante strumento di mitigazione della povertà energetica. Queste, infatti, dovrebbero essere accessibili a tutti i

cittadini; favorire la loro partecipazione attiva e, dunque, la loro responsabilità civile; migliorare l'efficienza energetica con conseguente riduzione dei costi dell'energia; ridurre la dipendenza energetica dai sistemi elettrici nazionali. Inoltre, al loro interno è possibile prevedere condizioni energetiche economicamente competitive e forme di solidarietà energetica, fornendo ai membri tariffe energetiche agevolate. Le comunità energetiche possono, quindi, contribuire alla riduzione delle diseguaglianze sociali e degli impatti ambientali, assicurando importanti benefici ambientali, economici e sociali per le collettività locali coinvolte. Ciò le rende fondamentali per affrontare le sfide del cambiamento climatico e della transizione ecologica. Tuttavia, l'UE deve ancora sviluppare adeguatamente il suo apparato legislativo sul tema e le comunità energetiche devono ancora essere pienamente riconosciute dalle politiche nazionali dei paesi UE in modo da assicurare loro parità di accesso al mercato dell'energia e parità di condizioni all'interno del mercato. Le comunità energetiche, inoltre, dovrebbero essere supportate da campagne di disseminazione e informazione per i cittadini e dalla erogazione di incentivi destinati alla partecipazione specifica di consumatori in condizioni di povertà energetica.

Allo stato attuale, gli ambiti coinvolti nelle comunità energetiche sono molteplici e riguardano, tra gli altri, il mercato dell'energia, gli aspetti tecnici inerenti all'installazione ottimale di sistemi per la produzione e lo stoccaggio di energia rinnovabile, la composizione della comunità energetica. Anche il termine "comunità energetica" è associato a significati plurimi, in quanto può essere riferito a diverse configurazioni, tipologie di attori e tecnologie utilizzate ed è soggetto alla complessità della gestione delle infrastrutture di rete. Le comunità energetiche possono, dunque, assumere molte forme a seconda, ad esempio, dei loro obiettivi (come la minimizzazione dell'uso dell'energia dalla rete elettrica, la massimizzazione del risparmio energetico e monetario di ciascun utente, la minimizzazione dell'impatto ambientale), delle strategie, delle tecnologie impiegate e dei membri che la compongono.

Per quanto concerne i soggetti coinvolti nella formazione e nella gestione di una comunità energetica, questi possono essere di tipo e numero diverso a seconda delle circostanze di formazione della comunità, della portata del progetto, del pubblico di destinazione e delle specificità del contesto geografico e giuridico. In generale, secondo quanto definito da Heuninckx et al. (2022), gli stakeholders tradizionali del mercato energetico possono essere suddivisi in:

- *produttore di energia*, ente responsabile della produzione di energia;
- *fornitore di energia*, attore responsabile delle bollette e della stipula dei contratti tra il gestore di rete e il consumatore;
- *regolatore*, attore che regola i mercati energetici e garantisce le reti energetiche;
- *operatore del sistema di trasmissione*, ente responsabile del trasporto di energia;
- *operatore del sistema di distribuzione*, ente responsabile del sistema di distribuzione per il trasporto di energia dalle aree ad alta e bassa tensione;
- *consumatore*, utente finale di energia.

In una comunità energetica, invece, possono essere presenti anche i seguenti portatori di interesse:

- *promotore della comunità energetica*, che può essere un soggetto privato, un ente (privato o pubblico), un'impresa sociale o altro;

- *membro della comunità energetica*, che può essere un soggetto privato o un ente (privato o pubblico);
- *investitore esterno*, che può essere un soggetto privato o un ente (privato o pubblico) che investe nella comunità energetica;
- *finanziatore*, che può essere un soggetto privato o un ente (privato o pubblico) che fornisce sostegno finanziario alla comunità energetica;
- *proprietario del bene*, che può essere un soggetto privato o un ente (privato o pubblico) titolare di un'unità di produzione o di regolazione dell'energia facente parte del sistema della comunità energetica;
- *tecnici*, attori che garantiscono l'allestimento tecnico e la manutenzione della comunità energetica;
- *ente assicurativo*, ente che fornisce servizi assicurativi alla comunità energetica;
- *ente legale*, ente che fornisce supporto legale alla comunità energetica;
- *organo decisionale della comunità energetica*, ente (privato o pubblico) responsabile del processo decisionale all'interno della comunità energetica;
- *governo*, ente pubblico responsabile del processo decisionale ai livelli superiori.

Per stabilire numero e tipologia di *stakeholders* è necessaria sempre un'analisi delle parti interessate. Alcune iniziative di comunità energetica, ad esempio, potrebbero non disporre dei mezzi finanziari o del *know-how* giuridico necessari per creare una comunità tra i loro membri e potrebbero beneficiare del supporto esterno di terze parti. Inoltre, varie iniziative di ricerca hanno dimostrato che i processi di coinvolgimento hanno un'influenza positiva sull'atteggiamento degli *stakeholders* nei confronti delle iniziative di energia rinnovabile e tenere conto dei loro interessi fin dall'inizio porta a un maggiore supporto del progetto (Heuninckx et al., 2022).

L'autoconsumo relativo alle comunità energetiche, secondo le opinioni prevalenti, sarà basato principalmente su sistemi fotovoltaici, che possiedono la caratteristica positiva di essere associati ai tassi più elevati di creazione di posti di lavoro per MW rispetto ad altre fonti di energia, incluso il fotovoltaico su larga scala, ma che presentano anche alcuni inconvenienti. Ad esempio, c'è ancora poca esperienza nella gestione di situazioni di elevata produzione fotovoltaica e bassa domanda di elettricità; inoltre, i costi di installazione per kW dei sistemi fotovoltaici per l'autoconsumo sono più elevati di quelli degli impianti fotovoltaici su larga scala. Ciò significa che, se l'impatto socioeconomico della numerosità di attori nel settore non è preso in considerazione, i sistemi fotovoltaici per l'autoconsumo non riescono ad essere la soluzione ottimale poiché sarebbe più remunerativo investire in grandi centrali fotovoltaiche. Pertanto, è fondamentale considerare l'insieme di co-benefit derivanti dall'implementazione di fonti di energia rinnovabile per l'autoconsumo e dalla partecipazione ai mercati dell'energia di un elevato numero di piccoli attori (Gallego-Castillo et al., 2021). Al riguardo, non si deve dimenticare che l'obiettivo principale di una comunità energetica, secondo quanto stabilito giuridicamente dalla Direttiva RED II, non è il profitto ma piuttosto la fornitura di benefici ambientali, economici e sociali alla comunità.

Infine, in relazione alla *governance*, anche alle comunità energetiche possono essere applicati i principi introdotti dall'*European Label of Governance' Excellence* (ELOGE): partecipazione, rappresentanza, equa condotta delle elezioni; reattività; efficienza ed efficacia; apertura e

trasparenza; stato di diritto; condotta etica; competenza e capacità; innovazione e orientamento al cambiamento; sostenibilità e orientamento a lungo termine; sana gestione finanziaria; diritti umani, diversità culturale e coesione sociale; responsabilità.

1.4. Misure di sostegno finanziario per la transazione energetica

Preparare l'UE e le sue città ad una transizione ambientale ed energetica di successo richiede lo spostamento di grandi quantità di investimenti in tecnologie pulite e infrastrutture correlate, sottraendole dagli investimenti in combustibili fossili e in attività ad alta intensità di carbonio. Secondo quanto riportato già nella prima *Direttiva sul Rendimento Energetico nell'Edilizia* (Direttiva 2010/31/UE), l'adeguamento energetico dell'UE deve mirare al raggiungimento di livelli ottimali dei costi; inoltre, gli strumenti economico-finanziari, gli incentivi e la mobilitazione delle istituzioni finanziarie devono avere un ruolo centrale nelle strategie di riqualificazione energetica a lungo termine. Pertanto, dal 2010 al 2022, l'UE ha aumentato la quantità di fondi pubblici da destinare all'efficiamento energetico, anche se saranno necessari ulteriori ingenti investimenti per sostenere la transizione verso un sistema energetico ad impatto zero.

1.4.1. Strumenti di sostegno finanziario alla transizione energetica

L'UE sta promuovendo attivamente la transizione dell'Europa verso una società a basse emissioni di carbonio e sta aggiornando le regole per facilitare i necessari investimenti pubblici e privati nei settori coinvolti dalla transizione. Le opportunità di finanziamento per enti pubblici, aziende, università, enti, associazioni e cittadini che intendono realizzare progetti e iniziative connessi alla transizione energetica e allo sviluppo sostenibile sono molteplici. Tali fondi possono dare vita a finanziamenti di tipo diretto o indiretto (Fig. 1.9).

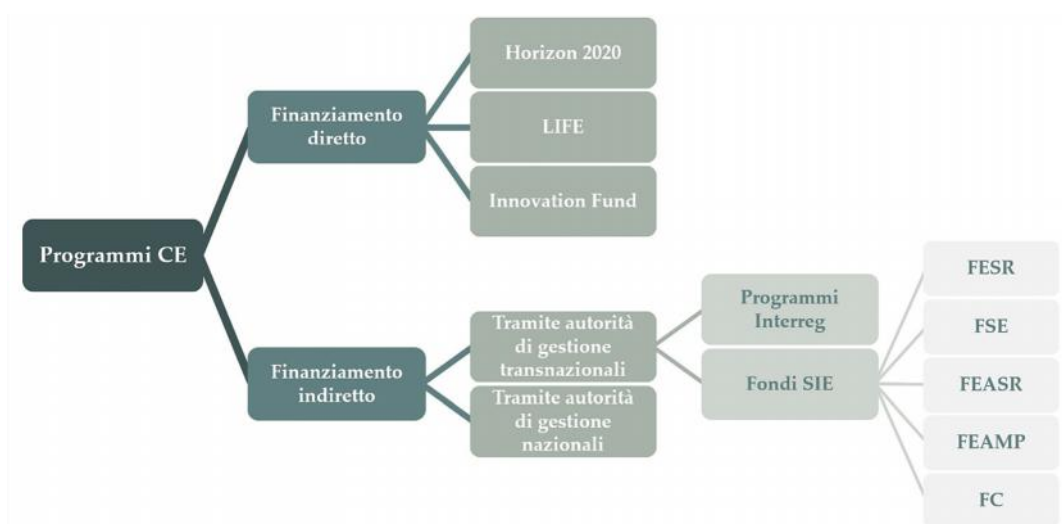


Figura 1.9. Schema dei sostegni finanziari alla transizione energetica (fonte: elaborazione propria)

Strumenti di finanziamento diretto

I principali strumenti messi a disposizione dall'UE che possono fornire finanziamenti di tipo diretto sono: *Horizon 2020*; *LIFE*; *Innovation Fund*.

Horizon 2020 (H2020) è il principale programma quadro per la ricerca scientifica e l'innovazione della Commissione europea. È stato istituito per la prima volta per il periodo 2014-2020¹⁸ ed è stato rinnovato fino al 2027. H2020 è stato dotato di un budget totale di circa 95,5 miliardi di euro e il suo scopo è affrontare il cambiamento climatico, aiutare a raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e stimolare la competitività e la crescita dell'UE. Il programma, inoltre, intende favorire la collaborazione e rafforzare l'impatto della ricerca e dell'innovazione nello sviluppo, nel sostegno e nell'attuazione delle politiche comunitarie, affrontando allo stesso tempo le sfide globali. Parallelamente, cerca di supportare la creazione di posti di lavoro, una migliore disseminazione di conoscenze e tecnologie, promuove la competitività industriale e stimolare la crescita economica dell'UE.

Horizon 2020 è strutturato in tre "pilastri" e cinque programmi trasversali¹⁹. Ciascun pilastro è suddiviso in programmi e temi di ricerca con obiettivi specifici; i programmi trasversali riguardano obiettivi e tematiche presenti nei tre i pilastri.

Nello specifico, i tre pilastri sono i seguenti:

- *eccellenza scientifica*, il cui obiettivo è l'elevazione del livello scientifico e tecnologico dell'UE e la facilitazione del trasferimento dei risultati della ricerca nei processi di innovazione e nel mercato;
- *leadership industriale*, il cui obiettivo è la promozione di attività strutturate di ricerca e innovazione nelle aziende europee, puntando in particolare all'innovazione ecologica;
- *sfide sociali*, il cui obiettivo è la crescita intelligente, sostenibile e solidale della società e la formazione di un collegamento positivo fra scienza e società.

Tra le sfide sociali (*Societal Challenge - SC*) alcune sono specificamente dedicate alla ricerca e all'innovazione nei settori ambientale ed energetico. Si tratta delle SC3 (*Energia sicura, pulita ed efficiente*), SC4 (*Trasporto intelligente, verde e integrato*) e SC5 (*Azione per il clima, ambiente, efficienza delle risorse e materie prime*).

In quanto programma a finanziamento diretto, per partecipare a *Horizon 2020* è necessario rispondere ai bandi pubblicati sul portale ufficiale *Funding & Tender Portal* presentando proposte di progetto che saranno esaminate da esperti valutatori nominati dalla CE.

La partecipazione a H2020 è aperta a qualsiasi soggetto giuridico, impresa, università, centro di ricerca. Nella grande maggioranza dei progetti collaborativi, è richiesto un gruppo composto da almeno tre soggetti giuridici indipendenti, ognuno dei quali appartenente a uno Stato membro (o Paese associato) differente.

LIFE è un programma della Commissione Europea mirato alla protezione dell'ambiente ed è attivo dal 1992. Questo è suddiviso in due sottoprogrammi, *Ambiente* e *Azione per il clima*, i cui obiettivi principali sono: contribuire al passaggio verso un'economia efficiente in termini di risorse, con minori emissioni di carbonio e resiliente ai cambiamenti climatici; proteggere e migliorare la qualità dell'ambiente; interrompere e invertire il processo di perdita di biodiversità; contrastare il degrado degli ecosistemi; sviluppare, attuare e applicare norme ambientali e climatiche; promuovere l'integrazione e la diffusione degli obiettivi ambientali e

¹⁸ Per fare seguito al *Settimo Programma Quadro* per la ricerca del periodo 2007-2013.

¹⁹ I cinque programmi trasversali sono: *Spreading excellence and widening participation*; *European Institute of Innovation and Technology* (EIT); *Science with and for Society*; *Joint Research Centre*; *Euratom*.

climatici nelle altre politiche dell'UE; sostenere la *governance* in materia di ambiente e di clima; favorire una maggiore partecipazione della società civile, delle ONG e degli attori locali.

I soggetti a cui si rivolge il programma sono associazioni, organizzazioni non governative e senza scopo di lucro, aziende pubbliche e private, autorità e istituzioni pubbliche nazionali, regionali e locali, purché impegnate e portatrici di un valore aggiunto nelle tematiche d'intervento.

Gli strumenti principali previsti da *LIFE* sono sovvenzioni e contratti di appalti pubblici, che possono essere ottenuti tramite partecipazione ai bandi pubblicati su *Funding & Tenders Portal*. In particolare, le sovvenzioni per azioni – i cui fondi provengono dal bilancio dell'Unione – forniscono un contributo finanziario diretto e possono coprire fino al 60% dei costi ammissibili dei progetti.

Dall'inizio del programma al 2020, *LIFE* ha cofinanziato più di 4600 progetti ed erogato più di 4,2 miliardi di euro per la protezione di clima e ambiente. Nel ciclo di finanziamento 2014-2020, *LIFE* ha investito circa 3,4 milioni di euro. Mentre, nel ciclo 2021-2027 gli investimenti saranno suddivisi in quattro sottoprogrammi:

- natura e biodiversità (2,150 miliardi di €);
- economia circolare e qualità della vita (1,350 miliardi di €);
- mitigazione dei cambiamenti climatici e adattamento (0,950 miliardi di €);
- transizione all'energia pulita (1 miliardo di €).

Innovation Fund, infine, è un programma di finanziamento che ha il fine di testare le migliori tecnologie innovative utili all'abbattimento delle emissioni di CO₂. Il focus del fondo è, quindi, sulle tecnologie altamente innovative che possono portare a riduzioni significative delle emissioni in più settori e liberare ulteriori investimenti a basse emissioni di carbonio in tutti gli Stati membri. Questo programma costituisce, dunque, un elemento essenziale della Strategia UE per rispettare gli *Accordi di Parigi* finalizzati al raggiungimento degli SDGs (*Sustainable Development Goals*) e la neutralità, in termine di emissioni, per il 2050.

L'*Innovation Fund* è rivolto principalmente ad aziende, enti (pubblici o privati) e organizzazione legate al settore energetico. Anche in questo caso, i finanziamenti sono ottenibili tramite partecipazione a specifici bandi e possono coprire fino al 60% del capitale e dei costi operativi legati ai progetti; inoltre, saranno erogati in modo flessibile in base alle esigenze del mercato e dell'attività, tenendo conto delle tappe raggiunte durante la vita dei progetti.

Strumenti di finanziamento indiretto

Oltre agli strumenti di finanziamento diretto, l'UE ha messo a disposizione anche strumenti di finanziamento indiretto. Una parte di questi ultimi possono essere gestiti dalle autorità transnazionali; un'altra parte, invece, compete alle autorità nazionali.

I primi programmi transnazionali attuati dall'UE sono stati, nel 1990, i programmi *Interreg*, al fine di promuovere uno sviluppo equilibrato oltre le frontiere nazionali e realizzare progetti transfrontalieri, transnazionali e interregionali²⁰. Questi programmi intendono migliorare la cooperazione tra gli Stati, sono organizzati in aree geografiche omogenee e sono gestiti dalla

²⁰ Nel periodo 2021-2027, *Interreg* intende continuare a sostenere la mobilità transfrontaliera, la protezione ambientale, l'accesso ai servizi pubblici, una migliore governance e cooperazione e un'Europa più sicura.

Commissione Europea tramite *Autorità di Gestione*²¹. Attraverso dei bandi soggetti pubblici (e in taluni casi privati) costituiti in partenariato possono presentare richiesta di finanziamento per progetti coerenti con gli ambiti tematici definiti dal programma di cooperazione.

I principali strumenti di finanziamenti indiretti gestiti da autorità transnazionali si basano sull'utilizzo dei *Fondi Strutturali e di Investimento Europei (Fondi SIE)*. Lo scopo di tutti questi fondi è investire nella creazione di posti di lavoro e in un'economia e un ambiente europei sostenibili e sani. Le aree su cui si focalizzano sono: ricerca e innovazione; tecnologie digitali; sostegno all'economia a basse emissioni di carbonio; gestione sostenibile delle risorse naturali; piccole imprese.

I *Fondi SIE* sono cinque:

- *Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR)*, che mira a rafforzare la coesione economica, sociale e territoriale nell'Unione europea e promuove uno sviluppo equilibrato nelle diverse regioni dell'UE²²;
- *Fondo Sociale Europeo (FSE)*, che è impiegato dall'UE per sostenere l'occupazione, aiutare i cittadini a trovare posti di lavoro migliori e assicurare opportunità lavorative più eque per tutti;
- *Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (FEASR)*, che si concentra sulla risoluzione delle sfide delle zone rurali dell'UE e finanzia i *Programmi di Sviluppo Rurale (PSR)*;
- *Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca (FEAMP)*, che mira al finanziamento di misure di pesca intelligente ed ecocompatibile;
- *Fondo di Coesione (FC)*, che finanzia progetti di trasporto e ambiente nei paesi in cui il *Reddito Nazionale Lordo (RNL)* per abitante è inferiore al 90% della media dell'UE²³.

Questi fondi sono gestiti dai paesi dell'UE attraverso accordi di partenariato: ciascun paese ha un accordo, in collaborazione con la CE, che stabilisce come utilizzare i fondi durante il periodo di finanziamento; i singoli paesi convogliano poi i finanziamenti in programmi e progetti di sviluppo sostenibile ed efficientamento relativi ai settori interessati.

Modalità di gestione dei finanziamenti

I finanziamenti dell'UE sono gestiti dalla Commissione Europea, insieme agli Stati membri o tramite partner esecutivi. La modalità di gestione può essere di tre tipi differenti, ognuno dei quali determina una specifica procedura e modalità di valutazione delle domande di finanziamento. Nello specifico, la gestione può essere:

- *diretta*;
- *concorrente*;
- *indiretta*.

²¹ Le *Autorità di Gestione* sono organismi pubblici o privati, nazionali, regionali o locali designati per la gestione di un programma operativo.

²² Le priorità di finanziamento dei FESR per il periodo 2021-2027 saranno assegnate a quegli investimenti che possono rendere l'UE più competitiva e smart, più verde e resiliente ai cambiamenti climatici e alle iniziative sociali a sostegno dell'occupazione, dell'istruzione, dell'inclusione sociale e del turismo sostenibile.

²³ Nel periodo 2014-2020, i paesi sono stati: Bulgaria, Croazia, Cipro, Repubblica Ceca, Estonia, Grecia, Ungheria, Lettonia, Lituania, Malta, Polonia, Portogallo, Romania, Slovacchia e Slovenia.

I finanziamenti a *gestione diretta* sono quelli gestiti direttamente dalla CE, la quale è responsabile di tutte le fasi dell'attuazione di un programma (in particolare, valutazione delle proposte presentate, controllo dell'esecuzione dei progetti, valutazione dei risultati, erogazione dei finanziamenti). I programmi attuati in regime di gestione diretta rappresentano circa il 20% del totale.

I finanziamenti a *gestione concorrente* sono quelli gestiti congiuntamente dalla Commissione Europea e dalle autorità nazionali (ad esempio, i ministeri e le istituzioni pubbliche) le quali sono responsabili della gestione di un determinato programma. Le amministrazioni degli Stati membri (a livello nazionale, regionale e locale) scelgono quali progetti finanziare e sono responsabili della loro gestione; mentre la CE verifica il completamento dei progetti e la adeguatezza dell'impiego dei fondi. I programmi attuati in regime di gestione concorrente rappresentano circa il 70% del totale.

Infine, i finanziamenti a *gestione indiretta* sono quelli gestiti da organizzazioni partner o da altre autorità all'interno o all'esterno dell'UE (ad esempio, autorità nazionali o organizzazioni internazionali). In questa modalità, la CE delega i compiti di esecuzione del bilancio ad altri partner, che possono essere paesi terzi oppure organizzazioni internazionali come, ad esempio: la *Banca Europea degli Investimenti* (BEI); il *Fondo Europeo degli investimenti* (FEI); le *Nazioni Unite* (ONU); il *Fondo monetario internazionale* (FMI); agenzie o banche nazionali. I programmi attuati in regime di gestione indiretta rappresentano circa il 10% del totale.

L'UE, dunque, quando eroga finanziamenti per un programma o un progetto specifico non è sempre direttamente coinvolta nella loro gestione, anche se ne mantiene la responsabilità ultima del loro utilizzo. Di conseguenza, la CE effettua controlli rigorosi sul modo in cui vengono spesi i fondi comunitari.

1.4.2. Piano di Investimenti per un'Europa Sostenibile e Just Transition Mechanism

La Commissione Europea ha varato, nel 2020, il *Piano di Investimenti del Green Deal Europeo* (*European Green Deal Investment Plan - EGDIP*) (COM/2020/21), anche noto come *Piano di Investimenti per un'Europa Sostenibile* (*Sustainable Europe Investment Plan - SEIP*) allo scopo di costituire la base degli investimenti del *Green Deal* europeo. Il piano ha due obiettivi principali: creare un sistema in cui investitori privati e settore pubblico possano facilmente accedere a varie forme di finanziamento; fornire supporto ad amministrazioni pubbliche e *stakeholders* nell'identificazione, strutturazione ed esecuzione di progetti sostenibili. Le previsioni dell'UE sono quelle di mobilitare almeno 1.000 miliardi di euro nel prossimo decennio in investimenti sostenibili privati e pubblici (Fig. 1.10).

Le fonti di finanziamento sono:

- il bilancio dell'UE, in quanto la CE ha previsto di destinare, nel quadro finanziario pluriennale 2021-2027 (QFP 2021-2027), il 25% del bilancio totale per il clima e l'ambiente²⁴, che corrisponde nel decennio 2021-2030 a una spesa di 503 miliardi di euro e l'attivazione di cofinanziamenti nazionali supplementari per 114 miliardi di euro;

²⁴ Ciò attraverso molteplici programmi, tra cui: il 40% del *Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale* e il *Fondo europeo agricolo di garanzia*; il 30% del *Fondo europeo di sviluppo regionale* e del *Fondo di coesione*; almeno il 35% della dotazione di *Horizon*; oltre il 60% dei fondi *LIFE*; almeno il 60% del bilancio del *Meccanismo per collegare l'Europa*.

- il *Programma InvestEU*, che sostituisce il *Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici* (FEIS) con l'obiettivo di mobilitare 650 miliardi di euro di investimenti nel periodo 2021-2027. La Commissione Europea ha proposto di riservare a investimenti pubblici e privati destinati al clima e all'ambiente, tra il 2021 e il 2027, circa 195 miliardi di euro, cioè quasi 28 miliardi di euro all'anno;
- il *Meccanismo per una transizione giusta*, che dovrebbe mobilitare almeno 100 miliardi di euro di investimenti nel periodo 2021-2027 e, quindi, circa 143 miliardi di euro nell'arco di un decennio;
- il *Fondo per la modernizzazione* e il *Fondo per l'innovazione del sistema di scambio delle quote di emissione dell'UE* (Fondi ETS), entrambi finanziati al di fuori del bilancio dell'UE a lungo termine, che contribuiranno alla transizione verso la neutralità climatica con almeno 25 miliardi di euro.

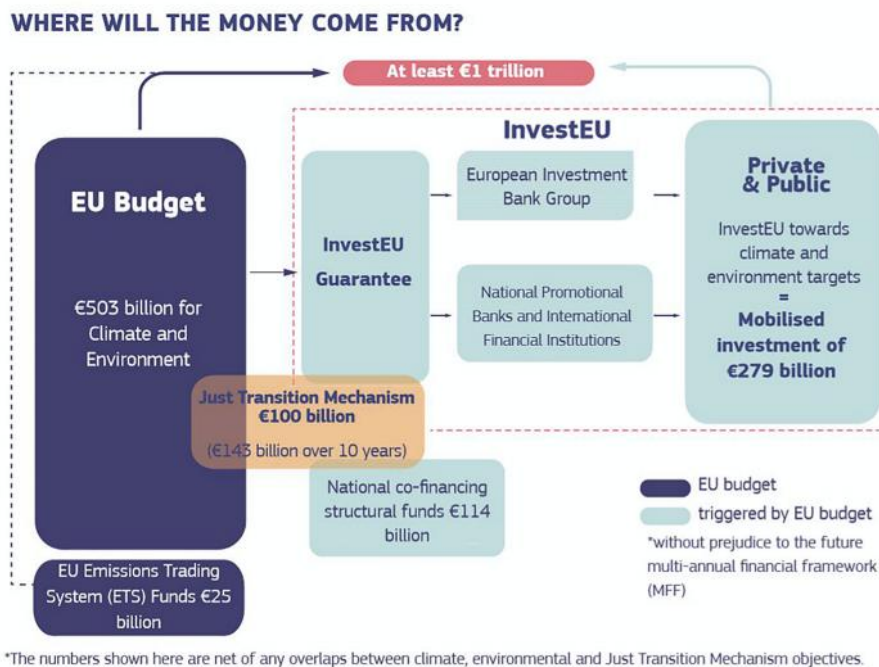


Figura 1.10. Piano di investimenti dell'European Green Deal (fonte: www.ec.europa.eu)

Il *Piano di Investimenti per un'Europa Sostenibile* ha anche l'obiettivo di creare un quadro che consenta facilmente ai privati e al settore pubblico di effettuare investimenti sostenibili. La CE intende, in particolare, impegnarsi per: porre la finanza sostenibile al centro del sistema finanziario; fornire al settore pubblico orientamenti e mezzi adeguati per realizzare investimenti sostenibili; consentire investimenti sostenibili attraverso un quadro appropriato sugli aiuti di Stato.

A tal fine, la Commissione Europea ha presentato una proposta di regolamento per l'istituzione di un quadro che possa favorire gli investimenti sostenibili (*tassonomia dell'UE*) stabilendo se un'attività economica è ecosostenibile ed ha annunciato di volersi impegnare per: aiutare gli Stati membri a individuare il loro fabbisogno di investimenti sostenibili e le possibilità di finanziamento per ciascuno di essi dal 2020 in poi; collaborare con gli Stati membri per individuare ed effettuare un'analisi comparativa delle pratiche di bilancio verdi;

proporre ulteriori norme e orientamenti per gli appalti pubblici verdi; continuare ad attuare con efficacia le norme sugli aiuti di Stato e applicare in modo flessibile le norme vigenti nei settori fondamentali per la transizione verso un'economia climaticamente neutra. Si tratta soprattutto di aiuti per trasformare i processi produttivi rendendoli climaticamente neutri e per migliorare l'efficienza energetica degli edifici, per il teleriscaldamento, per la chiusura delle centrali a carbone, per l'economia circolare.

Infine, il piano si prefigge di fornire supporto alle amministrazioni pubbliche e ai promotori dei progetti per l'individuazione, la strutturazione e l'esecuzione di progetti sostenibili.

Parte dell'EGDIP è il *meccanismo per una giusta transizione (Just Transition Mechanism)*, che ha l'obiettivo di mobilitare investimenti per almeno 100 miliardi di euro nel periodo 2021-2027 specificamente destinati alle regioni più esposte alle ripercussioni negative della transizione a causa della loro dipendenza dai combustibili fossili o da processi industriali ad alta intensità di gas a effetto serra. Difatti, la transizione verde, secondo la CE, comporterà il declino di alcuni settori economici caratterizzati da una più alta intensità di emissioni o basati su combustibili fossili, con un calo irreversibile della produzione economica e dei livelli di occupazione.

Il Meccanismo proposto si compone di tre parti:

- un *Fondo per una giusta transizione* che, con una dotazione di 7,5 miliardi di euro, perseguirà gli obiettivi della politica di coesione nel contesto specifico della transizione verso la neutralità climatica;
- un regime specifico per una transizione giusta nell'ambito di *InvestEU* volto a mobilitare fino a 45 miliardi di euro di investimenti;
- uno strumento di prestito per il settore pubblico presso la BEI, garantito dal bilancio dell'UE, destinato a mobilitare tra 25 e 30 miliardi di euro di investimenti.

Nello specifico, il *Fondo per una transizione giusta (Just Transition Fund - JTF)* (Regolamento 2021/1056/EU) è volto a fornire sostegno ai territori che devono affrontare gravi sfide socioeconomiche derivanti dal processo di transizione verso un'economia dell'Unione climaticamente neutra entro il 2050. In particolare, per l'assegnazione delle risorse agli Stati si dovrebbe tenere conto dell'entità delle sfide dovute alla transizione cui devono far fronte le regioni ad alta intensità di produzione di gas serra, delle sfide sociali determinate dalle potenziali perdite occupazionali nel settore industriale e anche del livello di sviluppo economico degli Stati membri e della loro relativa capacità di investimento.

La CE ha presentato nel 2018 un primo quadro di allocazione delle risorse del Fondo tra gli Stati (Tab. 1.4)²⁵, e le principali finalità di impiego, che dovrebbero essere:

- investimenti produttivi nelle PM finalizzati alla diversificazione e alla riconversione economica;
- investimenti nella messa in opera di tecnologia e infrastrutture per l'energia pulita a prezzi accessibili, nella riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, nell'efficienza energetica e nell'energia rinnovabile;

²⁵ L'Italia dovrebbe ricevere dal Fondo 364 milioni di euro (a prezzi 2018); sommando il contributo nazionale richiesto nell'ambito della politica di coesione, e il trasferimento minimo di 1,5 euro dal *Fondo europeo di sviluppo regionale e/o dal Fondo sociale europeo Plus* per ogni 1 euro prelevato dal Fondo di transizione giusta, il totale ammonta a circa 1,3 miliardi di euro.

- investimenti per il potenziamento dell'economia circolare, anche mediante la prevenzione e la riduzione dei rifiuti, l'uso efficiente delle risorse, il riutilizzo, la riparazione e il riciclaggio;
- investimenti in attività di ricerca e innovazione e promozione del trasferimento di tecnologie avanzate;
- investimenti nella digitalizzazione e nella connettività digitale;
- miglioramento delle competenze e riqualificazione professionale dei lavoratori e assistenza nella ricerca di lavoro;
- assistenza tecnica.

Tabella 1.4. Allocazione dei fondi del *Just Transition Mechanism*
(fonte: elaborazione propria su dati www.ec.europa.eu)

| Sigla | Paese | Allocazione del JTM secondo i prezzi del 2018 (milioni di euro) | Allocazione del JTM secondo i prezzi del 2018 (%) |
|--------------|-----------------|---|---|
| AT | Austria | 53 | 0,71% |
| BE | Belgio | 68 | 0,91% |
| BG | Bulgaria | 458 | 6,11% |
| CY | Cipro | 36 | 0,48% |
| CZ | Repubblica Ceca | 581 | 7,75% |
| DE | Germania | 877 | 11,69% |
| DK | Danimarca | 35 | 0,47% |
| EE | Estonia | 125 | 1,67% |
| EL | Grecia | 294 | 3,92% |
| ES | Spagna | 307 | 4,09% |
| FI | Finlandia | 165 | 2,20% |
| FR | Francia | 402 | 5,36% |
| HR | Croazia | 66 | 0,88% |
| HU | Ungheria | 92 | 1,23% |
| IE | Irlanda | 30 | 0,40% |
| IT | Italia | 364 | 4,85% |
| LT | Lituania | 97 | 1,29% |
| LU | Lussemburgo | 4 | 0,05% |
| LV | Lettonia | 68 | 0,91% |
| MT | Malta | 8 | 0,11% |
| NL | Paesi Bassi | 220 | 2,93% |
| PL | Polonia | 2.000 | 26,67% |
| PT | Portogallo | 79 | 1,05% |
| RO | Romania | 757 | 10,09% |
| SE | Svezia | 60 | 0,80% |
| SI | Slovenia | 92 | 1,23% |
| SK | Slovacchia | 162 | 2,16% |
| Total | | 7.500 | 100% |

Nel 2020 la CE ha aperto un bando dedicato al *Green Deal* europeo attraverso una call del programma *Horizon 2020* (H2020-LC-GD-2020), che mette a disposizione 1 miliardo di euro per progetti di ricerca e innovazione che rispondano alle sfide legate alla crisi climatica e ambientale in Europa. La call è stata strutturata in otto aree tematiche che riflettono i principali filoni d'intervento del *Green Deal* europeo: clima; energia pulita, economica e sicura; economia circolare; edifici efficienti sotto il profilo energetico e delle risorse; mobilità sostenibile e intelligente; strategia *From Farm to Fork*, cioè "dal produttore al consumatore"; biodiversità ed

ecosistemi; ambienti privi di sostanze tossiche e inquinamento. A queste aree tematiche si aggiungono altri due settori trasversali, che sono rafforzamento delle conoscenze e responsabilizzazione dei cittadini e che offrono una prospettiva a più lungo termine per realizzare le trasformazioni auspiccate dal *Green Deal*.

1.4.3. Sostegno finanziario all'efficientamento energetico edilizio

I meccanismi finanziari che possono sostenere ristrutturazioni energetiche profonde sono strumenti essenziali per garantire la fattibilità delle azioni di efficientamento energetico e contribuire, pertanto, al raggiungimento degli obiettivi dell'UE in termini di emissioni di CO₂. Allo scopo di mobilitare finanziamenti privati per investimenti in efficienza energetica, l'UE ha fornito diversi strumenti che possono essere raggruppati in cinque aree tematiche principali:

- programmi di finanziamento per la mobilitazione di investimenti pubblici e privati per contribuire al raggiungimento degli obiettivi UE in materia di efficienza energetica e clima;
- forme di finanziamento innovative di prodotti e programmi relativi all'efficienza energetica;
- riduzione del rischio degli investimenti;
- potenziamento delle capacità e assistenza tecnica;
- ristrutturazioni edilizie.

Programmi di finanziamento

I programmi di finanziamento dell'UE mirano a garantire il cofinanziamento diretto degli investimenti nell'efficienza energetica, facendo leva sugli investimenti pubblici e privati attraverso strumenti finanziari su misura e assistenza allo sviluppo dei progetti. Questi programmi sostengono anche la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo tecnologico e lo sviluppo di capacità di enti pubblici e privati e affrontano le barriere non tecnologiche.

Uno dei più importanti programmi di finanziamento comunitario è stato *Smart Finance for Smart Buildings* (SFSB), un'iniziativa promossa dalla Commissione Europea nel 2018, nell'ambito del pacchetto *Energia pulita per tutti gli europei*, al fine di:

- facilitare la diffusione in Europa di strumenti finanziari e di indirizzare i sussidi verso consumatori vulnerabili o specifiche situazioni di fallimento del mercato;
- sviluppare modelli flessibili di investimento con la BEI (*Banca Europea per gli Investimenti*), il FEIS (*Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici*) e i Fondi SIE (*Fondi Strutturali e di Investimento Europei*);
- incoraggiare la combinazione di diversi filoni di finanziamento pubblico (con particolare attenzione agli enti appena citati);
- consentire agli intermediari finanziari, come le banche commerciali, di sviluppare e implementare prodotti finanziari interessanti per il rinnovamento energetico degli edifici;
- sostenere l'uso dei *Contratti di Prestazione Energetica* (EPC) nel settore pubblico²⁶.

²⁶ Ad esempio, *Horizon 2020* ha recentemente finanziato il progetto *Trust EPC South*, avente come obiettivo la creazione di strumenti di analisi tecnico-finanziaria per la valutazione di interventi di efficientamento energetico di edifici del settore terziario mediante *Contratti di Prestazione Energetica* (EPC).

L'obiettivo è rendere più attrattivi per i soggetti privati gli investimenti in progetti di efficientamento energetico dell'edilizia residenziale, attraverso l'uso dei contributi comunitari a titolo di garanzia. Per attuare questo obiettivo è stata promossa la costituzione di piattaforme finanziarie locali, ovvero di "luoghi" di coinvolgimento e confronto tra tutti i protagonisti della riqualificazione appartenenti a settori diversi (finanziatori, proprietari e gestori del patrimonio immobiliare, imprese, ecc.) in modo da facilitare lo sviluppo di progetti di buona qualità e l'aggregazione tra gli attori della filiera, fornire assistenza tecnica alla realizzazione dei progetti e proporre soluzioni ai principali ostacoli di tipo tecnico, normativo e finanziario.

Questo nuovo strumento, insieme ad altre iniziative politiche dell'UE per gli edifici *smart*, potrebbe sbloccare circa dieci miliardi di euro in fondi pubblici e privati per progetti di efficientamento energetico. La CE ha anche stimato che si potrebbero creare fino a 220.000 posti di lavoro e supportare il mercato delle piccole imprese attive nel settore (il cui valore è di 120 miliardi di euro). Inoltre, fino a 3,2 milioni di famiglie europee potrebbero uscire dalle condizioni di povertà energetica. Secondo le aspettative dell'UE, dunque, il programma SFSB si configura come un importante motore nella trasformazione del mercato emergente della ristrutturazione energetica.

Smart Finance for Smart Buildings intende migliorare l'uso dei finanziamenti pubblici dell'UE, sia in termini di effetti moltiplicativi dei finanziamenti UE e sia in termini di riduzione dei rischi degli investimenti nel settore edilizio. Inoltre, si propone di offrire assistenza per lo sviluppo di progetti, in quanto molti soggetti non hanno le competenze per istituire, attuare e finanziare piani di efficientamento energetico. Nello specifico, l'iniziativa si compone di tre "pilastri" (*pillars*) ciascuno dei quali è orientato ad affrontare rischi di diverso tipo attraverso strumenti innovativi:

- riduzione del rischio finanziario attraverso piattaforme nazionali che forniscono strumenti di condivisione del rischio. Le piattaforme raggruppano i fondi dell'UE e distribuiscono prestiti accessibili e con tassi competitivi per la ristrutturazione energetica, portando a un aumento degli investimenti privati nella ristrutturazione energetica;
- riduzione del rischio tecnico e tecnologico attraverso gli sportelli unici locali/regionali che svolgono un ruolo di facilitatori della riqualificazione energetica. Supportano, inoltre, l'aggregazione di piccoli progetti in modo da sfruttare le economie di scala e le possibilità di finanziamento di istituti di credito;
- riduzione del rischio comportamentale attraverso cambiamenti nella percezione degli investimenti nell'efficienza energetica, che potrebbero derivare dalla diffusione di informazioni sul rinnovamento energetico ad opera di varie piattaforme UE e nazionali.

Nel complesso, l'SFSB è importante per mobilitare i finanziamenti privati nel settore del rinnovamento energetico, per facilitare l'accesso al capitale agli attori locali attraverso la riduzione dei rischi ottenuti dagli strumenti proposti (strumento di condivisione del rischio, facilitatore del rinnovamento energetico, disponibilità di piattaforme informative) e per contribuire ad aumentare le dimensioni del mercato esistente delle riqualificazioni energetiche edilizie. Tuttavia, è ancora necessario rafforzare il quadro normativo comunitario e coordinarlo meglio con quelli dei paesi membri.

Tra gli altri programmi di finanziamento dell'UE, il quadro finanziario pluriennale 2021-2027 della Commissione e lo strumento *NextGenerationEU* cofinanzieranno direttamente gli investimenti nell'efficienza energetica nell'UE attraverso 3 diversi fondi:

- il *Dispositivo per la ripresa e la resilienza*, che rappresenta la principale fonte di finanziamento pubblico per l'efficienza energetica nei prossimi anni e si concentrerà su edifici pubblici ed edifici residenziali, compresi gli alloggi sociali, e che dispone di 672,5 miliardi di euro;
- i *Fondi della politica di coesione*, che includono il *Fondo europeo di sviluppo regionale*, il *Fondo sociale europeo Plus*, il *Fondo di coesione*, il *Fondo per una transizione giusta* e *INTERREG*. Il bilancio totale di 373 miliardi di euro costituirà una importante fonte di finanziamento per le azioni di efficientamento energetico;
- il *Fondo per la modernizzazione*, che è stato istituito ai sensi della direttiva sul sistema di scambio di quote di emissione e dispone di un budget totale di circa 14 miliardi di euro a disposizione dei 10 paesi dell'UE a più basso reddito per sostenere gli investimenti nella modernizzazione dei loro sistemi energetici e nel miglioramento dell'efficienza energetica.

Ulteriori importanti programmi di finanziamenti sono i già citati *InvestEU*, *Horizon Europe* e il programma *LIFE*. Precedentemente, la Commissione Europea aveva lanciato il programma *Intelligent Energy Europe* (IEE) rivolto alle organizzazioni disposte a migliorare la sostenibilità energetica in settori come l'energia rinnovabile, edifici ad alta efficienza energetica, industria e trasporto ed è stato operativo dal 2003 al 2013. Inoltre, dal 2014 al 2020, consistenti finanziamenti per l'efficienza energetica sono stati erogati dai *Fondi strutturali e di investimento europei* (Fondi SIE).

Forme innovative di finanziamento

Molti progetti dell'UE hanno sostenuto direttamente lo sviluppo e il potenziamento di prodotti e regimi di finanziamento innovativi dedicati all'efficienza energetica, affrontando le carenze dei tradizionali prodotti di finanziamento disponibili sul mercato. Alcuni di questi progetti sono stati finanziati dal programma *Horizon 2020* e saranno sostenuti dal programma *LIFE 2021-2027*.

Nell'ambito dell'iniziativa *Smart Finance for Smart Buildings* (SFSB), la CE ha sviluppato, insieme alla BEI, uno strumento di garanzia flessibile al fine di rendere gli investimenti nell'efficienza energetica per gli edifici residenziali più accessibili e sicuri per gli investitori privati, utilizzando le sovvenzioni dell'UE come garanzia per ridurre i rischi di investimento. Inoltre, relativamente alle SFSB e *Renovation Wave*, è stato sviluppato il concetto di business "one-stop-shop", una sorta di sportello unico che risponde alla sfida di trovare una corrispondenza efficace tra la domanda, estremamente frammentata, di finanziamento delle ristrutturazioni edilizie e l'offerta.

Un ulteriore tipo di finanziamento innovativo è costituito dai *Contratti di Prestazione Energetica* (*Energy Performance Contracts - EPC*), che sono utilizzati, in particolare, nel settore degli edifici e altre infrastrutture pubbliche. L'EPC prevedono, in generale, un accordo contrattuale tra un beneficiario (o cliente) e un fornitore di una misura di miglioramento dell'efficienza energetica (da verificare e monitorare durante la durata del contratto) nel quale gli investimenti realizzati (per lavori, manutenzioni, forniture o servizi) sono pagati in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente o di altri criteri di

prestazione energetica concordati, come, ad es. i risparmi finanziari. Il contratto EPC ha, dunque, come oggetto il miglioramento energetico di un edificio o di un impianto e ne stabilisce la misura e le modalità di realizzazione attraverso la regolamentazione di un servizio energetico (*Servizio di Prestazione Energetica*) da parte di un fornitore, solitamente una *Società di Servizi Energetici* (*Energy Service Company* - ESCo). Tale ESCo si impegna a compiere una serie di interventi e ad erogare servizi volti alla riqualificazione e al miglioramento dell'efficienza di un impianto o di un edificio di proprietà del cliente in cambio di un corrispettivo correlato all'entità dei risparmi energetici o al livello di miglioramento dell'efficienza energetica ottenuti. In altri termini l'EPC affida alla ESCo l'onere degli investimenti per lavori, servizi e forniture necessari per la riqualificazione degli edifici o impianti, che saranno recuperati attraverso il risparmio energetico prefissato, mentre il cliente ha il vantaggio di non anticipare il capitale iniziale e di potere risarcire la ESCo grazie ai risparmi negoziati contrattualmente o con una parte di essi (Fig. 1.11).

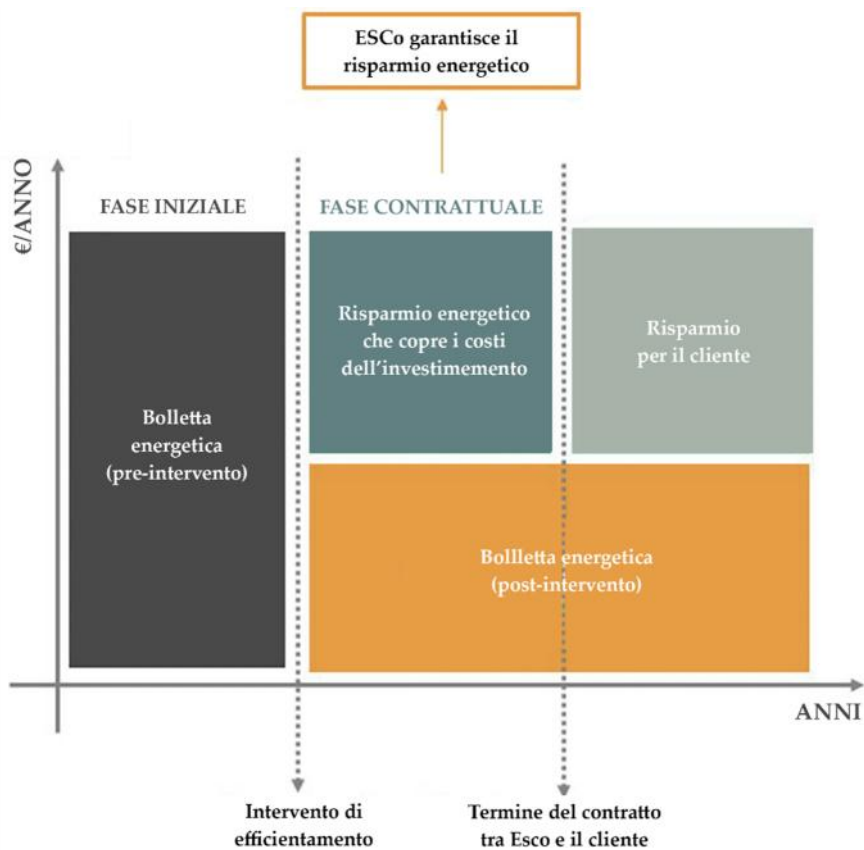


Figura 1.11. Risparmi per i clienti che instaurano un EPC con una ESCo (fonte: elaborazione propria)

Le tipologie di contratti EPC sono molteplici e si differenziano per le modalità di ripartizione dei rischi e di remunerazione delle ESCo, per il grado di copertura finanziaria. Il legislatore dà ampia autonomia negoziale alle parti, lasciando alla libera contrattazione la scelta delle clausole richiamate che differenziano i vari tipi di EPC; pertanto, è difficile fornire un elenco completo delle tipologie di EPC che nella pratica si possono stipulare.

Le più frequenti, comunque, sono:

- *First Out*. Il risparmio energetico conseguito è interamente utilizzato per ripagare il finanziamento dell'intervento e remunerare l'attività della ESCo che fornisce il capitale, anche ricorrendo a finanziatori terzi, e che detiene la proprietà degli impianti fino alla scadenza contrattuale. Successivamente a tale data, il risparmio e la proprietà degli impianti e delle opere eseguite passa interamente a favore del cliente. Con questo approccio la ESCo incamera il 100% dei risparmi finanziari ottenuti fino alla scadenza contrattuale;
- *First In*. All'utente è garantita una prefissata riduzione della spesa energetica storica sostenuta negli anni precedenti all'intervento (ad es. uno sconto sull'importo dell'ultima fattura). Il risparmio finanziario generato dall'intervento viene introitato dalla ESCo per tutta la durata del contratto (pari al numero di anni necessari per rientrare dell'investimento iniziale e per ottenere l'utile d'impresa, secondo le previsioni di risparmio energetico). La ESCo è proprietaria e responsabile degli impianti, di cui mantiene la gestione, fino alla conclusione del contratto;
- *Shared Savings* (risparmio condiviso). La ESCo fornisce il capitale iniziale e detiene la proprietà degli impianti fino alla scadenza del contratto e i proventi del risparmio sono suddivisi tra le parti in proporzioni stabilite in base allo studio di fattibilità. Alla scadenza contrattuale la proprietà degli impianti è trasferita al cliente;
- *Guaranteed Savings* (risparmio garantito). La ESCo si occupa di reperire e organizzare il finanziamento da un soggetto terzo, mentre il cliente sottoscrive il prestito. La ESCo garantisce un certo livello di rendimento in base al quale riceve un compenso e anche risparmi non inferiori ad un minimo concordato e stabilito sulla base dell'analisi di fattibilità. La garanzia del risparmio consiste in un indennizzo che è riconosciuto al cliente in caso di consumi minori rispetto a quelli garantiti e nel trasferimento al cliente dei risparmi superiori a quelli attesi;
- *Pay from Saving*. Le rate di rimborso del prestito non sono fisse ma indicizzate in base agli effettivi risparmi conseguiti. Di conseguenza, il piano di restituzione del debito dipende dal livello dei risparmi;
- *Four Step*. Gli interventi sono finanziati in quattro fasi. Nella prima si ottimizzano la conduzione degli impianti e la manutenzione ordinaria; nella seconda i risparmi ottenuti sono impiegati per finanziare interventi di efficientamento semplici e a basso costo; nella terza i risparmi generati finanziano gli interventi di taglia media; nella quarta i risparmi derivanti dalle tre fasi precedenti forniscono le risorse per interventi strutturali;
- *Chauffage* (riscaldamento). Il cliente affida la gestione dei propri impianti alla ESCo che provvede al pagamento delle bollette energetiche e delle fatture dei combustibili per l'intera durata del contratto, dietro il corrispettivo di un canone pari alla spesa energetica antecedente all'entrata in vigore del contratto meno uno sconto pattuito;
- *Contratto Servizio Energia "Plus"*. Alla fornitura del vettore energetico (contratto servizio energia) si affianca l'obbligo di ridurre l'indice di energia primaria per la climatizzazione di almeno il 10% rispetto al corrispondente indice riportato sull'*Attestato di Prestazione Energetica* (APE), attraverso la realizzazione di interventi strutturali di riqualificazione energetica degli impianti o dell'involucro edilizio, l'installazione di sistemi di termoregolazione o altro.

Nel caso in cui una ESCo non disponga di mezzi finanziari propri può utilizzare contratti di *Finanziamento Tramite Terzi* (FTT): il meccanismo è sostanzialmente identico al precedente, con la differenza che il finanziamento è fornito da una banca o da altro soggetto finanziatore che è coinvolto dalla ESCo (Fig. 1.12). Quindi, non ci sono cambiamenti per il beneficiario, mentre la ESCo potrebbe ottenere un aumento delle sue disponibilità finanziarie.

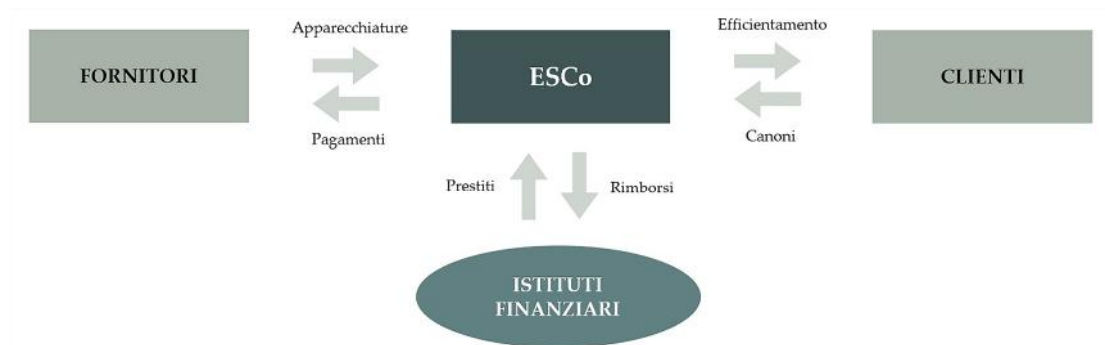


Figura 1.12. Finanziamento tramite terzi (fonte: elaborazione propria)

Infine, una ulteriore modalità di finanziamento è il *Partenariato Pubblico Privato* (PPP). Si tratta di una forma di cooperazione tra soggetti pubblici e privati con l'obiettivo di finanziare, costruire e gestire infrastrutture o fornire servizi di interesse pubblico. I contratti di EPC in PPP sono spesso affidati mediante il ricorso alla "finanza di progetto". Nello specifico, il *project financing* è una modalità di finanziamento di progetti che sono in grado di generare, nella fase di gestione, flussi di cassa sufficienti a rimborsare il debito contratto per la loro realizzazione e remunerare il capitale di rischio.

Riduzione del rischio degli investimenti

Per stabilire condizioni favorevoli all'approvvigionamento di finanziamenti privati per gli investimenti nell'efficienza energetica degli edifici, dell'industria, dei trasporti e di altri settori, l'UE ha elaborato degli strumenti rivolti specificatamente al settore finanziario. Frequentemente, infatti, gli investimenti in interventi di efficientamento energetico sono considerati ad alto rischio dai mercati finanziari a causa di diversi fattori. Innanzitutto, non è riconosciuta la specifica finalità di questi finanziamenti, che sono considerati piuttosto prestiti personali oppure sono ricondotti nelle linee di credito generali per le aziende; inoltre, il mercato è frammentato e gli incentivi messi a disposizione dai governi nazionali o locali sono sovente discontinui. Anche la mancanza di conoscenze condivise e l'impossibilità di consultazione dei dati sui vantaggi dell'efficientamento energetico è un fattore negativo, poiché causa incertezze negli investitori.

La CE si è posta l'obiettivo di modificare la percezione del rischio di questo tipo di investimenti e ha istituito, nel 2013, l'*Energy Efficiency Financial Institutions Group* (EEFIG), in collaborazione con l'*Iniziativa finanziaria del programma ambientale delle Nazioni Unite* (UNEP FI), che ha il compito di identificare gli ostacoli al finanziamento a lungo termine e di proporre politiche e soluzioni di mercato per aumentare il volume degli investimenti. L'EEFIG agisce come una piattaforma di lavoro per istituzioni finanziarie pubbliche e private, rappresentanti

dell'industria ed esperti del settore e ha sviluppato due strumenti specifici con l'obiettivo di informare le istituzioni finanziarie, gli investitori e i promotori dei progetti sui reali benefici e rischi degli investimenti in efficienza energetica:

- *De-risking Energy Efficiency Platform* (DEEP), il più grande database *open source* contenente informazioni sulle prestazioni tecniche e finanziarie di oltre 15.000 progetti di efficienza energetica relativi al settore industriale e agli edifici. Aiuta gli sviluppatori di progetti, i finanziatori e gli investitori a conoscere i rischi e i benefici degli investimenti nell'efficienza energetica nei paesi EU;
- *Underwriting Toolkit*, una guida alla valutazione del valore e del rischio per il finanziamento dell'efficienza energetica disponibile da giugno 2017. Questo strumento aiuta le istituzioni finanziarie a incrementare l'impiego di capitale nell'efficienza energetica e i promotori a sviluppare progetti finanziabili. Inoltre, può essere utilizzato dalle autorità pubbliche per valutare meglio i progetti di efficienza energetica che ricevono finanziamenti pubblici.

Assistenza tecnica

Per potenziare l'assistenza tecnica ai progetti e alle iniziative di efficienza energetica, l'UE ha disposto una serie di strumenti che finanziano il sostegno giuridico, tecnico e finanziario di progetti su vasta scala e con elevato rendimento economico. I più importanti di questi strumenti sono:

- *Forum per gli investimenti nell'energia sostenibile (SEI Forum)*, che contribuisce a migliorare l'accesso ai finanziamenti per i progetti di efficienza energetica e a replicare le migliori pratiche e gli approcci innovativi. Supporta sia l'iniziativa *Smart Finance for Smart Buildings* sia la strategia *Renovation Wave* ed è in linea con la strategia per la finanza sostenibile dell'UE;
- *Polo di consulenza InvestEU*, che funge da meccanismo unico di sostegno agli investimenti, sostituendo tutti gli strumenti finanziari;
- *European Local ENergy Assistance (ELENA)*²⁷, che attraverso la BEI fornisce sovvenzioni a soggetti pubblici e privati per la creazione di progetti di investimento nell'efficienza energetica, nelle energie rinnovabili integrate e nei trasporti sostenibili nelle città, che possano essere redditizi a livello locale e attivare ulteriori investimenti. Nella politica dell'UE, ELENA è stato un elemento chiave per l'attuazione della *Smart Finance for Smart Buildings* e la comunicazione sulla *Renovation Wave* identifica ELENA come uno dei principali pilastri per aumentare i tassi di ristrutturazione nell'UE;
- *European City Facility (EUCF)*, che supporta a transizione energetica delle città e, a tal fine, offre risorse finanziarie (sotto forma di somme forfettarie di 60.000 euro) ai comuni e agli enti locali per sviluppare proposte di progetti di investimento (*investment concepts*) di attuazione delle azioni previste dai rispettivi piani d'azione per il clima e l'energia;
- *Strumento di Supporto Tecnico (Technical Support Instrument - TSI)*, un programma che fornisce competenze tecniche su misura ai paesi dell'UE per progettare e attuare le riforme

²⁷ ELENA è stato istituito nel 2009 ed ha contribuito a mobilitare oltre 7 miliardi di euro di investimenti in energia e trasporti sostenibili con un fattore di leva pari a 34, il che significa che ogni euro speso per ELENA ha portato, in media, a 34 euro di investimenti.

relative ai settori politici legati alla transizione verde, all'economia circolare e alla transizione energetica;

- *ManagEnergy*, un'iniziativa finanziata da *Horizon 2020* dedicata alle agenzie energetiche regionali e locali con l'obiettivo di aiutarle a diventare leader nella transizione energetica e aumentare gli investimenti energetici sostenibili nelle regioni e nelle città. Fornisce informazioni, *know-how*, visibilità e opportunità di networking e supporta le agenzie energetiche locali e regionali nella fornitura di nuovi servizi o nel potenziamento di quelli esistenti.

In particolare, relativamente al settore residenziale, ELENA può fornire un importante supporto alla preparazione di progetti di efficientamento energetico di edifici residenziali unifamiliari, plurifamiliari e di *Social Housing*. La logica di ELENA è quella di colmare la distanza tra la volontà di investimento degli enti locali e regionali e la necessità di risorse e competenze tecniche, legali, finanziarie ed amministrative per preparare e avviare gli investimenti. Per questo motivo i fondi ELENA non finanziano gli investimenti veri e propri, ma finanziano tutta la parte preparatoria relativa all'assistenza tecnica propedeutica alla realizzazione di un progetto, fino ad un massimo del 90% dei costi ammissibili. Ad esempio, possono essere finanziati: studi di fattibilità o di mercato; audit energetici; progettazione; *business plan*; controlli; preparazione di bandi e gare; ecc.

Inoltre, nel 2007 è stata istituita JESSICA (*Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*), un'iniziativa congiunta tra la CE e la BEI, in collaborazione con la *Banca di sviluppo del Consiglio d'Europa* (*Council of Europe Development Bank - CEB*), a favore dello sviluppo urbano sostenibile. Conclusa nel 2015, JESSICA ha promosso gli investimenti in sostenibilità, la crescita e il lavoro nelle aree urbane dell'UE. La sua principale innovazione è la sostituzione delle tradizionali sovvenzioni con strumenti finanziari (prestiti, garanzie e capitale proprio) rotativi e modelli di finanziamento sostenibile (Nadler e Nadler, 2018).

Ristrutturazioni edilizie

Infine, gli strumenti finanziari forniti dai paesi dell'UE, dalla BEI e dall'UE stessa, e i già citati *Fondi Strutturali e di Investimento europei* (Fondi SIE), il *Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici* (FEIS), *Horizon 2020* e lo strumento ELENA, possono fornire un contributo per affrontare i costi, spesso elevati, delle ristrutturazioni edilizie ad alta efficienza energetica.

La politica della CE per il finanziamento dell'efficienza energetica è fortemente incentrata sugli edifici, come illustrato dall'iniziativa *Smart Finance for Smart Buildings*, e sui grandi blocchi di edifici (quali i quartieri), come sottolineato dalla *Renovation Wave*, la quale intende anche garantire che gli investimenti siano effettuati alla scala più conveniente.

A livello europeo, la maggior parte degli incentivi sono stati organizzati ed erogati dagli Stati membri principalmente attraverso sovvenzioni e sussidi, seguiti da prestiti agevolati e incentivi fiscali. Dunque, sono stati i singoli paesi ad aver emanato normative specifiche per concedere strumenti finanziari di supporto alle misure di efficientamento energetico edilizio secondo le proprie volontà ed esigenze. Ad esempio, in alcuni paesi (come Germania, Francia, Italia e Paesi Bassi) lo sgravio fiscale è stato ampiamente utilizzato dai proprietari di edifici residenziali e commerciali. Altri esempi significativi di regimi di spesa delle risorse pubbliche sono il rimborso delle tasse *Eco-bonus* in Italia e il credito d'imposta per la transizione

energetica in Francia. Tuttavia, anche se è possibile elencare diversi strumenti, la loro efficacia complessiva non è chiara poiché pochissimi dei meccanismi di finanziamento stabiliscono protocolli di verifica dei risultati delle azioni. La mancanza di monitoraggio è un chiaro ostacolo per analizzare ulteriormente quali misure attuare per raggiungere gli obiettivi prefissati (Ibañez Iralde et al., 2021; Villca-Pozo e Bustos, 2019).

Precedenti ricerche sull'argomento hanno evidenziato il fatto che l'inclusione di agevolazioni fiscali per promuovere l'efficienza energetica nel settore abitativo potrebbe essere una formula auspicabile da adottare perché capace di aiutare a reindirizzare le abitudini di consumo e il comportamento dei consumatori, dissuadendoli dal proseguire su determinati filoni di azione e incoraggiandoli ad adottarne altri. Altri studi hanno evidenziato che i redditi dei consumatori sono uno dei principali vincoli che impediscono loro di investire in miglioramenti energetici. Su tale base, e considerando che la decisione di investire in interventi di efficientamento energetico è direttamente correlata ai costi di investimento, sarebbe giustificato promuovere l'efficienza energetica nel settore abitativo attraverso sconti e agevolazioni (Alberti e Bigano, 2015; Bottero et al., 2019; Dubois e Allecker, 2015; Markandya et al., 2009; Villca-Pozo e Bustos, 2019).

1.5. Considerazioni critiche

L'attuale agenda energetica dell'Unione Europea si basa sull'allineamento degli obiettivi energetici comunitari alla necessità di raggiungere la neutralità climatica. Pertanto, l'UE a partire dal 2010 ha cercato di costruire una politica energetica comune che sappia affrontare coerentemente questioni quali la decarbonizzazione, la sicurezza energetica, la sostenibilità e la competitività del mercato energetico comunitario. Nello specifico, la CE si è adoperata a favore di una maggiore integrazione del mercato energetico e dell'adozione di obiettivi giuridicamente vincolanti in materia di energia rinnovabile, efficienza energetica e riduzione delle emissioni di CO₂.

1.5.1. Dalle strategie energetiche alle politiche urbane ed edilizie

Gli aspetti fondamentali della politica energetica comunitaria sono la riduzione delle emissioni di CO₂, l'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, per i quali sono stati introdotti obiettivi vincolanti attraverso direttive e regolamenti, seguiti da strumenti attuativi e finanziari utili al raggiungimento dei target entro i termini previsti dalle tabelle di marcia.

Altri temi centrali delle strategie energetiche dell'UE sono:

- *il potenziamento e il perfezionamento del mercato interno dell'energia*, affinché possa essere pienamente integrato e garantito l'approvvigionamento energetico, l'uso efficiente delle risorse, soluzioni energetiche innovative e prezzi accessibili agli utenti. Al riguardo, l'UE ha modificato l'assetto del mercato energetico privilegiando l'elettricità (strettamente connessa alla possibilità di incremento delle fonti di energia rinnovabile) e ha introdotto nuove norme sull'energia elettrica in materia di stoccaggio, incentivi per i consumatori e piani nazionali per l'energia e il clima;
- *la sicurezza energetica e dell'approvvigionamento di energia*, da raggiungere attraverso la diversificazione delle fonti energetiche (specialmente quelle rinnovabili), l'indipendenza

energetica e l'utilizzo delle risorse energetiche locali. Negli ultimi anni, anche in conseguenza dell'inasprimento del conflitto tra Russia e Ucraina, l'UE ha imposto agli stati membri di intervenire con strumenti di prevenzione e gestione delle crisi energetiche e ha promosso regimi di sostegno e di finanziamento utili alla realizzazione di sistemi di approvvigionamento energetico locali, ad esempio tramite la formazione di comunità energetiche;

- *il diritto all'accesso e all'utilizzo dell'energia da parte di tutti i cittadini*, tema emerso in particolare a partire dalla pubblicazione del *Pacchetto energia pulita per tutti gli europei* che ha messo in evidenza il fenomeno della povertà energetica.

Le strategie energetiche pubblicate dall'UE hanno posto, in maniera diversa, l'attenzione su tutti questi aspetti (Tab. 1.5) ed hanno condotto alla pubblicazione di molteplici regolamenti e direttive aventi impatti diretti nei *corpus* normativi degli Stati membri.

Tabella 1.5. Obiettivi e contenuti delle principali strategie energetiche dell'UE
(fonte: elaborazione propria)

| Strategia | Obiettivi prefissati | | | | Questioni considerate | | | |
|--|------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------|
| | Riduzione di CO ₂ | Risparmio energetico | Efficienza energetica | Utilizzo di FER | Sicurezza approvig. energetico | Ambiente urbano e edificato | Aspetti economico - finanziari | Aspetti sociali |
| <i>Strategia energetica 2020</i> | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| <i>Tabella di marcia per l'energia 2050</i> | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| <i>Strategia energetica per il 2030</i> | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| <i>Strategia di sicurezza energetica</i> | | | | | ✓ | | ✓ | |
| <i>Unione dell'Energia</i> | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| <i>Pacchetto energia pulita per tutti gli europei</i> | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| <i>Strategia a lungo termine per il 2050</i> | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ |
| <i>European Green Deal</i> | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| <i>Impegno energetico esterno dell'UE in un mondo che cambia</i> | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | |

Parte di tali direttive sono state focalizzate sul ruolo dell'efficientamento energetico urbano ed edilizio. Difatti, l'UE, consapevole che il settore edilizio è responsabile del 40% dei consumi energetici e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra comunitari, ha emanato numerose politiche al fine di ottenere un parco immobiliare ad alta efficienza energetica e decarbonizzato entro il 2050.

Ristrutturazioni efficienti sotto il profilo energetico di edifici residenziali e non residenziali (sia pubblici che privati), certificati energetici obbligatori per gli edifici, norme minime di efficienza energetica, utilizzo di quote minime di fonti di energia rinnovabile, verifiche periodiche degli impianti sono alcuni degli obblighi imposti al comparto edilizio sul fronte del rendimento energetico (Direttive EPBD, EPBD II, EPBD III) e dell'efficienza energetica (Direttive EED ed EED II) (Tab. 1.6).

Tabella 1.6. Caratteristiche delle principali normative a scala edilizia dell'UE
(fonte: elaborazione propria)

| Direttiva | Tema | Scala | Obiettivo principale | Obblighi principali per gli Stati membri dell'UE |
|----------------------------------|-----------------------|---------------|--|--|
| Direttiva EPBD (2002/91/CE) | Rendimento energetico | Edificio | Riduzione dei consumi energetici degli edifici del 22% entro il 2010 | Requisiti minimi sul rendimento energetico degli edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni. Obbligo di ACE per gli edifici |
| Direttiva EPBD II (2010/31/UE) | Rendimento energetico | Edificio | Miglioramento del rendimento energetico degli edifici | Requisiti minimi di prestazione energetica per gli edifici nuovi ed esistenti. Estensione obbligo di ACE. Obbligo di NZEB per gli edifici nuovi dal 2021 |
| Direttiva EED (2012/27/UE) | Efficienza energetica | Settore edile | Miglioramento dell'efficienza energetica del 20% entro il 2020 | Mobilizzazione di investimenti nella ristrutturazione di edifici residenziali e commerciali, sia pubblici che privati |
| Direttiva EPBD III (2018/844/UE) | Rendimento energetico | Edificio | Miglioramento dell'efficienza di fornitura e uso dell'energia | Elaborazione di <i>Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima</i> (PNIEC) |
| Direttiva EED II (2018/2002/UE) | Efficienza energetica | Settore edile | Riduzione delle emissioni di CO ₂ del 40% entro il 2030 | Elaborazione di una <i>Strategia nazionale di riqualificazione a lungo termine</i> |

Questo quadro ha dato l'avvio ad un cambiamento nella progettazione edilizia, favorendo il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, verso edifici a ridotti consumi e coperti da fonti di energia rinnovabile (fotovoltaico, geotermico, eolico, idroelettrico, biomasse).

La scala dell'edificio è stata la prima ad essere posta al centro delle attenzioni comunitarie ed oggetto di normative energetiche volte all'abbattimento dei consumi. La Commissione Europea, tuttavia, ha col tempo riconosciuto che l'approccio energetico più proficuo è quello rivolto alla scala urbana intermedia, come quella del quartiere, in grado di incrementare in numero e durata i risultati raggiungibili rispetto ad azioni puntuali. La *Renovation Wave*, ad esempio, ha orientato i processi di ristrutturazione edilizia verso grandi comparti immobiliari al fine di raddoppiare i tassi annuali di rinnovamento energetico fino al 2030. Ciononostante, l'UE non si è adoperata attraverso l'emanazione di direttive e obblighi normativi inerenti il rendimento e l'efficienza energetica urbana; tuttavia, ha promosso una serie di iniziative per la diffusione di idee e progetti utili al miglioramento della sostenibilità delle città (Tab. 1.7).

Tabella 1.7. Analisi critica delle principali iniziative a scala urbana dell'UE (fonte: elaborazione propria)

| Iniziativa | Obiettivo principale | A chi è rivolta | Beneficio principale per i partecipanti all'iniziativa |
|---|---|---|--|
| <i>Piano Strategico per le Tecnologie Energetiche</i> | Promuovere una nuova <i>governance</i> in materia di tecnologie energetiche | Attori delle tecnologie energetiche | Cooperazione nel campo della ricerca e ottenimento di investimenti |
| <i>Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia</i> | Attuare gli obiettivi dell'UE in materia di clima ed energia nelle città | Governi locali | Supporto finanziario e tecnico dai <i>Sostenitori del Patto</i> (autorità nazionali e sub-nazionali, ONG, ecc.) |
| <i>Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership</i> | Catalizzare il progresso nei settori dell'energia, dei trasporti e delle ICT verso lo sviluppo urbano sostenibile | Città, attori dei settori dell'energia, dei trasporti e delle ICT | Finanziamento di progetti dimostrativi per lo sviluppo e l'inserimento delle <i>smart technologies</i> nelle città |
| <i>Agenda Urbana per l'UE</i> | Promuovere la partecipazione delle città alla definizione delle politiche europee | Città, di reti di città e <i>stakeholder</i> (ONG, imprese, ecc.) | Formazione di partenariati per collaborazione tra i diversi livelli di governo (da europeo a locale) |
| <i>Smart Cities Marketplace</i> | Fornire servizi ed eventi su creazione e ricerca di progetti sostenibili di <i>smart city</i> | Città, sviluppatori di progetti, altri attori di <i>smart city</i> | Ottenimento di supporto tecnico, dati e finanziamenti per progetti di <i>smart city</i> sostenibili |
| <i>Renovation Wave Initiative</i> | Raddoppiare i tassi di ristrutturazione del comparto immobiliare | Attori dei processi di riqualificazione urbana e di ristrutturazione edilizia | Ottenimento informazioni e consigli utili tramite la formazione di strutture cooperative e sportelli |

1.5.2. La questione del quartiere

All'interno di questo quadro la questione del quartiere emerge nelle politiche energetiche comunitarie solo trasversalmente. Difatti, per la promozione della transizione di quartieri esistenti in *Net Zero Energy District* l'UE non ha emanato direttive né ha previsto alcun strumento specifico. Ciò a differenza di quanto fatto, ad esempio, per la diffusione dei *Net Zero Energy Building*, dato che l'art. 9 della Direttiva EPBD II ha stabilito che a partire dal 2021 tutti gli edifici di nuova costruzione (sia privati che pubblici) debbano essere ad altissima prestazione energetica, cioè che il loro fabbisogno energetico deve essere molto basso o quasi nullo e coperto in misura significativa da energia generata da fonti rinnovabili.

Nonostante la mancata emanazione di strumenti normativi mirati, la CE ha rivolto diverse attenzioni alla scala urbana intermedia del quartiere e finanziato bandi, progetti e ricerche sul tema (Saheb et al., 2019).

Dal punto di vista dell'efficienza energetica, la riqualificazione degli edifici comporta sia riduzioni significative dei consumi (e delle conseguenti emissioni di CO₂) sia un maggiore utilizzo di fonti rinnovabili; mentre, intervenire a scala urbana consente di migliorare le attuali modalità di approvvigionamento energetico e garantire una migliore qualità della vita ai cittadini. Intervenire a livello di quartiere, invece, da un lato, può comportare maggiori vantaggi rispetto alle azioni di retrofit dei singoli edifici, soprattutto in termini di efficacia di attuazione delle strategie energetiche urbane, effetti sinergici tra le azioni di tipo diverso e riduzione dei costi unitari per effetto delle economie di scala. Dall'altro, consente di

intraprendere interventi in porzioni di territorio omogeneo e dimensionalmente limitato, con un grado di complessità ridotto rispetto all'intero sistema di una città.

Intervenire energeticamente a scala di quartiere, pertanto, è più agevole e vantaggioso per accelerare il retrofit energetico edilizio e integrare sistemi di approvvigionamento di energia rinnovabile nelle città. Motivo per cui l'UE ha assegnato ai quartieri un ruolo centrale nel raggiungimento dei principi di sostenibilità urbana e nella transizione verso città a basse emissioni di carbonio.

1.5.3. Povertà energetica, comunità energetiche e transazione di quartieri in ZNED

Per quanto concerne la povertà energetica, ancora oggi sono presenti problemi e incertezze riguardanti sia la definizione che la misurazione del fenomeno, con rilevanti conseguenze sull'emanazione di politiche e normative di contrasto integrate e condivise. Difatti, attualmente non esiste uno standard ufficiale nella legislazione dell'UE, la definizione del termine è diverso tra i vari Stati membri e i molteplici indicatori che sono stati sviluppati per misurare il fenomeno possono condurre a risultati molto differenti tra loro (Fig. 1.5, 1.6 e 1.7). Ciò ha rallentato la formazione di un *corpus* legislativo strategico atto a contrastare il fenomeno e la diffusione di azioni mirate, differenziato l'approccio degli Stati UE (con il rischio di inasprire le disparità sociali), oltre ad aver reso impossibile stabilire obiettivi vincolanti da parte dell'UE. Al riguardo non va sottovalutato, inoltre, che contrastare la povertà energetica vuol dire consentire un maggiore accesso all'utilizzo dell'energia da parte dei cittadini comunitari, con la conseguenza inevitabile di aumento dei consumi energetici e di emissioni di CO₂ (nei casi in cui l'energia non sia prodotta interamente da fonti rinnovabili). L'UE, pertanto, dovrebbe prendere in considerazione in modo esplicito nelle sue politiche anche che il diritto di accesso all'energia da parte di tutti potrebbe avere un effetto negativo sulle emissioni di CO₂ e predisporre adeguate misure pure per tale situazione.

In generale, i paesi UE hanno focalizzato i loro sforzi di contrasto alla povertà energetica tramite l'utilizzo di tre strumenti principali:

- trasferimenti di denaro condizionati;
- sconti o tariffe sociali;
- riqualificazione energetica domestica.

A questi strumenti si può aggiungere l'emanazione di politiche e campagne mirate a migliorare il "comportamento" energetico dei cittadini, accrescere la loro consapevolezza negli usi dei servizi energetici e a orientare le famiglie nelle scelte di efficientamento e gestione del bilancio energetico familiare (Tab. 1.8).

Per la transizione di un quartiere in condizioni di povertà energetica in uno NZED lo strumento più utile è l'efficientamento energetico, da realizzare tramite interventi attivi e/o passivi su edifici e abitazioni, così da determinare un abbattimento della domanda di energia e/o un aumento dell'offerta di energia rinnovabile. Questo dovrebbe essere seguito dalla promozione di politiche e campagne formative, dato che le scelte e i comportamenti energetici dei cittadini possono avere un impatto considerevole sui consumi (Vassileva e Campillo, 2014). Al contrario, i trasferimenti di denaro condizionati e gli sconti o tariffe sociali sono strumenti palliativi e con effetti esclusivamente temporanei che potrebbero contrastare il fenomeno solo in attesa di effettuare interventi più mirati e risolutivi.

Tabella 1.8. Analisi critica delle principali azioni di lotta alla povertà energetica utilizzati dagli Stati membri dell'UE (fonte: elaborazione propria)

| Strumenti | Azioni | Impatto | Forza | Debolezza |
|--------------------------------------|--|-----------------|--|---|
| Trasferimenti di denaro condizionati | Contributi alle famiglie vulnerabili nei mesi di maggior consumo energetico | Temporaneo | Sostiene le spese energetiche dei cittadini nei momenti più critici | Azione non risolutiva del problema |
| Sconti o tariffe sociali | Tariffe agevolate o riduzioni dirette sulle bollette energetiche | Temporaneo | Consente di utilizzare i servizi energetici minimi | Azione non risolutiva del problema |
| Riqualficazione energetica domestica | Incentivi per la realizzazione di interventi di retrofit energetico delle abitazioni | Permanente | Consente di ridurre i consumi e energetici e le emissioni di CO ₂ | Azione risolutiva del problema solo se legato alla scarsa efficienza delle abitazioni o se prevede un esclusivo utilizzo diretto di fonti energetiche rinnovabili |
| Politiche e campagne formative | Campagne educative per orientare le scelte e i comportamenti dei cittadini | Semi-permanente | Sensibilizza la cittadinanza sulle questioni energetiche | Azione non risolutiva del problema ma che può avere un impatto significativo sui consumi |

La promozione di tali strumenti finora è avvenuta solo ad opera dei singoli paesi che hanno voluto agire per contrastare la povertà energetica ed in modo discontinuo; tuttavia, l'UE dovrebbe agire e sostenere misure per affrontare il fenomeno in modo più deciso, dato che la sua crescita è causata anche dall'aumento dei prezzi dei vettori energetici conseguente all'attuazione delle politiche comunitarie per la riduzione dei consumi e dell'impatto ambientale dell'energia. L'UE deve, dunque, impedire che i costi della transizione energetica ricadano sui cittadini, soprattutto su quelli vulnerabili, e valutare non solo quali saranno i costi complessivi per il sistema, ma come ripartirli in modo equo e socialmente sostenibile.

Un interessante strumento di mitigazione della povertà energetica e di sostegno alla trasformazione di quartieri in condizioni di disagio socio-economico in NZED possono essere le comunità energetiche. A partire dal 2018, difatti, l'UE ha introdotto una nuova modalità di consumo e di produzione di energia locale e condivisa. Come già espresso precedentemente, le comunità energetiche comportano numerosi benefici a livello ambientale, energetico, sociale ed economico-finanziario. Difatti, possono contribuire a:

- ridurre le disegualianze sociali;
- aumentare l'accesso all'energia;
- ridurre i costi dell'energia;
- migliorare l'efficienza energetica del comparto immobiliare;
- aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili;
- favorire la partecipazione attiva dei cittadini;
- migliorare il mercato dell'energia;
- aumentare la produzione di energia a scala locale, con vantaggi anche sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico.

Inoltre, le comunità energetiche si prestano particolarmente per intervenire a scala di quartiere e per affrontare le sfide della transizione energetica urbana.

L'UE, tuttavia, deve ancora sviluppare adeguatamente il suo apparato legislativo sul tema e le comunità energetiche devono ancora essere pienamente riconosciute dalle politiche nazionali dei paesi membri. Le criticità che le riguardano sono ancora numerose, e riguardano, ad esempio, il concetto di prossimità, le condizioni di accesso al mercato dell'energia e i vincoli tecnici di collegamento alle reti elettriche (Moroni et al., 2019).

Un'altra sfida è legata all'ingresso nel mercato energetico di nuovi soggetti privi di competenze e conoscenze specifiche. La stessa modalità di interlocuzione tra gli utenti e i soggetti istituzionali che sono stati individuati come responsabili della certificazione della comunità, quindi i distributori, è ancora poco chiara e varia tra gli Stati membri. Le comunità energetiche, infine, dovrebbero essere supportate da campagne di disseminazione e informazione per i cittadini e dall'erogazione di incentivi destinati alla partecipazione di consumatori in condizioni di povertà energetica, così da poter ampliare la diffusione delle stesse e garantire a chiunque lo voglia, indipendentemente dalle sue condizioni socio-economiche, di aderire a forme di condivisione e produzione di energia rinnovabile.

1.5.4. Sostegno finanziario alla transizione energetica e alla transazione di quartieri in ZNED

Allo scopo di promuovere la transizione dell'Europa verso una società a basse emissioni di carbonio, l'UE ha promosso diversi strumenti di finanziamento, sia diretti (Tab. 1.9) che indiretti (Tab. 1.10) che possono facilitare la realizzazione di investimenti nei principali settori coinvolti dalla transizione.

Nel tempo l'UE ha aumentato la quantità di fondi pubblici disponibili per lo sviluppo sostenibile e l'efficienza energetica. La mobilità di ingenti somme è stata giustificata – oltre dalla necessità di raggiungere gli obiettivi prefissi – dal fatto che, dalle stime condotte dalla CE all'interno di alcune strategie (*Tabella di marcia per l'energia 2050 e Strategia energetica per il 2030*) i costi della transizione energetica non differiscono sostanzialmente dai costi che dovrebbero comunque essere sostenuti a livello comunitario per il rinnovamento dell'attuale sistema energetico, poiché le attuali infrastrutture stanno invecchiando e giungendo al termine della loro vita utile. Nonostante i suoi impegni, l'UE ha anche stimato che sono necessari numerosi investimenti del settore privato per il conseguimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂; pertanto, ha cercato di creare un sistema in cui investitori privati e settore pubblico possano facilmente accedere a varie forme di finanziamento e capace di fornire supporto ad amministrazioni pubbliche e stakeholders nell'identificazione, strutturazione ed esecuzione di progetti sostenibili (ad esempio attraverso il *Piano di Investimenti per un'Europa Sostenibile* o tramite programmi specifici, come ELENA). Inoltre, per migliorare il dialogo tra finanziatori, consumatori ed enti pubblici, l'UE ha anche costituito forum per gli investimenti in energia sostenibile e l'*Energy Efficiency Financial Institutions Group* (EEFIG).

Per quanto concerne l'efficientamento energetico edilizio, l'UE ha predisposto strumenti più specifici al fine di mobilitare investimenti privati. Come visto precedentemente, tali strumenti si riferiscono a cinque aree tematiche principali:

- programmi di finanziamento;

- forme di finanziamento innovative;
- riduzione del rischio degli investimenti;
- assistenza tecnica;
- ristrutturazioni edilizie.

Tabella 1.9. Caratteristiche dei principali strumenti finanziari UE di finanziamento diretto di progetti (fonte: elaborazione propria)

| Strumenti | Focus del programma di finanziamento | Accesso al finanziamento | A chi è rivolto | Quota di finanziamento dei costi ammissibili |
|------------------------|---|--------------------------|--|--|
| <i>Horizon 2020</i> | Ricerca scientifica | Bandi UE | Qualsiasi soggetto giuridico (impresa, università, centro di ricerca, ecc.) | Fino al 100 % |
| <i>LIFE</i> | Protezione dell'ambiente naturale e azioni per il clima | Bandi UE | Associazioni, ONG, associazione senza scopo di lucro, aziende (pubbliche o private), istituzioni pubbliche | Fino al 60 % |
| <i>Innovation Fund</i> | Tecnologie innovative per l'abbattimento delle emissioni di CO ₂ | Bandi UE | Aziende, enti (pubblici o privati) e organizzazioni legate al settore energetico | Fino al 60 % |

Tabella 1.10. Caratteristiche dei principali strumenti finanziari UE di finanziamento indiretto di progetti (fonte: elaborazione propria)

| Strumenti | Focus del programma di finanziamento | Gestione degli strumenti |
|--|---|--|
| <i>Interreg</i> | Progetti energetici transfrontalieri, transnazionali e interregionali | <i>Autorità di Gestione</i> |
| <i>Fondo Europeo di Sviluppo Regionale – FESR</i> | Sviluppo equilibrato nelle diverse regioni dell'UE | Accordi di partenariato (tra Stati e CE) |
| <i>Fondo Sociale Europeo – FES</i> | Occupazione e opportunità lavorative più eque | Accordi di partenariato (tra Stati e CE) |
| <i>Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale – FEASR</i> | Sviluppo sostenibile delle zone rurali dell'UE | Accordi di partenariato (tra Stati e CE) |
| <i>Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca – FEAMP</i> | Misure di pesca intelligente ed ecocompatibile | Accordi di partenariato (tra Stati e CE) |
| <i>Fondo di Coesione – FC</i> | Progetti su mobilità e ambiente nei paesi a basso reddito | Accordi di partenariato (tra Stati e CE) |

In generale, al riguardo è importante sottolineare che spesso gli investimenti privati in efficienza energetica alla scala edilizia comportano costi elevati, sia in termini di realizzazione, sia in termini di transazioni finanziarie. Questi tipi di investimenti, inoltre, tendono ad avere tempi di recupero relativamente lunghi e gli investitori temono che i risparmi conseguiti potrebbero non giustificare i costi delle riqualificazioni energetiche. Tuttavia, è sempre più evidente che i rischi ad essi associati sono inferiori rispetto al livello percepito dai mercati; ma è ancora necessario semplificare le transazioni finanziarie, assicurare gli investitori sul fatto che i progetti in materia di efficienza energetica hanno, nel complesso, una base economica solida e aiutare le banche e le altre istituzioni finanziarie a comprendere e a valutare facilmente tutti i rischi e le opportunità associati a un determinato progetto.

Di base ci si aspetta che il costo degli investimenti in efficienza energetica sia recuperato esclusivamente attraverso la riduzione delle bollette dell'energia, ma è sempre più evidente che anche i benefici di natura non energetica, tra cui migliori parametri di comfort e salute all'interno degli edifici, un aumento del valore degli immobili, tassi inferiori di avvicendamento di affittuari o di proprietà sfitte, svolgano un ruolo fondamentale nella decisione di investire in quest'ambito.

Tra i programmi di finanziamento di interventi efficientamento a scala edilizia promossi dall'UE un ruolo preminente è stato assunto da *Smart Finance for Smart Buildings* (SFSB) al quale è stato assegnato lo scopo di facilitare la diffusione di strumenti finanziari accessibili per aumentare la quota di investimenti privati in progetti di efficienza energetica in edilizia residenziale. SFSB è, nelle aspettative dell'UE, un importante motore nella trasformazione del mercato della ristrutturazione energetica e uno strumento di supporto all'accesso al capitale per gli attori locali. Ciò lo rende particolarmente indicato anche per affrontare le questioni finanziarie inerenti ai progetti di transazione energetica di un quartiere in uno NZED.

Smart Finance for Smart Buildings, tuttavia, presenta ancora delle debolezze e delle lacune che è necessario vengano affrontate al fine di utilizzare appieno il suo potenziale. Il suo quadro normativo deve essere notevolmente rafforzato. L'iniziativa, inoltre, non è chiara su come i fondi dell'UE potrebbero essere combinati con quelli nazionali, nonché con regimi di crediti d'imposta o altre forme di sovvenzioni nazionali. Senza questi chiarimenti, gli attori locali e i potenziali investitori possono essere frenati dall'investire in progetti di efficienza energetica edilizia ed urbana; pertanto, è necessario diminuire le incertezze per aumentare l'attrattività di tali progetti (Tab. 1.11).

Tabella 1.11. Analisi SWOT del programma *Smart Finance for Smart Buildings*
(fonte: elaborazione propria)

| Punti di forza | Debolezze |
|--|---|
| Aumento dell'accessibilità dei finanziamenti pubblici UE | Utilizzo combinato di fondi nazionali e UE non affrontato |
| Semplificazione dell'accesso al capitale anche agli attori locali | Formazione di piattaforme finanziarie locali non chiara |
| Aumento della bancabilità dei progetti di riqualificazione energetica edilizia | Contrasto alla povertà energetica non affrontato |
| Riduzione dei rischi di investimento in progetti di riqualificazione energetica edilizia | Carenza di investimenti non colmata |
| Opportunità | Minacce |
| Sviluppo di modelli di investimento flessibili | Lacune nel coordinamento tra il quadro normativo comunitario e quelli nazionali |
| Incremento di posti di lavori nel settore | Mancanza di capacità tecnica |
| Innescare l'innovazione tecnologica | Mancanza di un obiettivo di risparmio energetico per il 2030 |

Gli interventi di riqualificazione energetica a scala edilizia implicano, nella maggiore parte dei casi, la necessità di anticipare i capitali necessari alla realizzazione delle opere. Tali investimenti, possono avere tempi di rientro variabili, grazie ai risparmi conseguiti sui

consumi di energia, ma nel breve periodo costituiscono una spesa rilevante per i soggetti sia pubblici sia privati. Per ovviare a questa criticità, potrebbero essere proposti finanziamenti pluriennali personalizzati e flessibili. Tra le forme di finanziamento innovative le maggiori potenzialità provengono dai *Contratti di Prestazione Energetica* (EPC), una tipologia di contratto che offre al cliente finale la garanzia dei risparmi energetici ed un accesso facilitato al finanziamento (solitamente tramite una ESCo) senza dover affrontare gli elevati costi di investimento iniziali. I contratti EPC sono di natura atipica poiché il loro contenuto è altamente tecnico: oltre ai contenuti giuridici (garanzie, competenze, norme di sicurezza ecc.), sono presenti contenuti economici (modalità di finanziamento, calcolo delle prestazioni, ecc.) e contenuti altamente ingegneristici (diagnosi energetica, interventi di riqualificazione edilizia ed impiantistica, ecc.). Inoltre, la loro tipologia può variare enormemente in base alla ripartizione dei rischi, alla copertura finanziaria e alla modalità della remunerazione delle ESCo.

L'utilizzo di EPC per la realizzazione di progetti di efficientamento energetico, benché assicuri una lunga serie di benefici, soprattutto ai clienti (che non devono anticipare i costi dell'investimento), presenta ancora diverse problematiche. Da un punto di vista finanziario, le banche (o istituti finanziari) generalmente non forniscono strumenti finanziari adeguati per la riqualificazione energetica e, in questi casi, è anche richiesto loro di valutare la bontà del servizio di realizzazione delle ESCo. Spesso, inoltre, le banche tendono a non accettare il *cash flow* generato dal risparmio energetico come garanzia principale e adottano precauzioni rigide verso le ESCo contro il rischio di insolvenza. Ad esempio, le ESCo di piccole e medie dimensioni, che non hanno capitalizzazioni sufficienti per gestire contratti lunghi e complessi, hanno notevoli difficoltà di accesso al credito bancario. Ulteriori ostacoli alla formazione di *Contratti di Prestazione Energetica* sono causati dalla complessità e dalla lentezza delle procedure burocratiche, da sistemi incentivanti complessi e con differenti temporalità tra i vari attori (UE, Stati, Regioni, privati) e da un rapporto con gli istituti di credito che sovente non è trasparente. Per quanto riguarda la riduzione del rischio degli investimenti in progetti di efficientamento energetico e l'assistenza tecnica alla realizzazione di tali progetti, l'UE si è adoperata nella formazione di programmi e strumenti di supporto. Lo scopo, in entrambi i casi è aumentare la fattibilità e semplificare i processi di realizzazione, o attraverso la garanzia di approvvigionamento di finanziamenti privati, o attraverso il potenziamento delle capacità tecniche.

Infine, volgendo lo sguardo all'efficientamento energetico alla scala dell'edificio, i meccanismi di sostegno finanziario dell'UE mirano ad affrontare il problema dell'alto costo degli interventi e colmare le difficoltà finanziarie e di investimento per i privati investitori. Difatti, come già espresso precedentemente in diversa misura, gli investimenti privati in efficienza energetica alla scala edilizia, analizzati da un'ottica finanziaria, sono investimenti caratterizzati dall'impiego di ingenti capitali monetari, che non forniscono profitti a breve termine e presentano un alto rischio finanziario associato all'impiego di capitali per il retrofit su larga scala. Quindi può accadere che le banche possano rifiutarsi di concedere un prestito a proprietari che non hanno buoni rating del credito, compromettendo la realizzazione complessiva di un progetto alla scala del quartiere. Le amministrazioni pubbliche nazionali e locali sono consapevoli del fatto che, in assenza di incentivi finanziari, i benefici ambientali, la

riduzione dei costi di gestione e la plusvalorizzazione del prezzo dell'immobile spesso non sono sufficienti per convincere i proprietari degli immobili ad investire in interventi di retrofit energetico (Bottero et al., 2017, 2020). Per tale motivo, molti governi nazionali e locali hanno destinato una parte dei fondi pubblici al finanziamento di questo tipo di progetti e si impegnano per fornire strumenti di supporto per la loro realizzazione, in modo da contribuire al raggiungimento degli obiettivi stabili dalle normative europee attraverso il miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio.

Ipotizzando la transizione energetica di un quartiere in uno NZED, gli strumenti finanziari forniti dall'UE possono fornire diversi flussi monetari per finanziare il retrofit energetico degli edifici (senza la disponibilità di finanziamenti pubblici dell'UE moltissimi progetti di NZED in molte città europee non avrebbero avuto la possibilità di essere realizzati, cfr. Sezione 2), ma la maggior parte degli incentivi utili a tal fine è stata organizzata e predisposta direttamente dagli Stati membri, i quali hanno promosso normative specifiche per concedere sovvenzioni e sussidi, seguiti da prestiti agevolati e incentivi fiscali (cfr. Sezione 3).

2



2. PROGRAMMI EUROPEI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

2.1. My Smart City District

L'attuazione delle politiche energetiche comunitarie a scala edilizia, urbana e di quartiere è stata sperimentata attraverso numerosi Programmi Europei di efficientamento energetico. Questi sono stati finanziati con lo scopo di testare la fattibilità economica e amministrativo-procedurale promossa delle norme comunitarie in tema di clima ed energia.

La *Smart Cities Information System (SCIS)*, successivamente confluita nel portale *Smart Cities Marketplace*, ha raccolto e reso disponibili per la consultazione le informazioni sulle principali iniziative e su obiettivi, strategie ed esiti degli interventi effettivamente realizzati.

Il portale consente di effettuare ricerche sulla base di differenti classificazioni:

- per scala di intervento (ad esempio, edifici, quartieri, città);
- per campo tematico (ad esempio, mobilità e trasporti, costruzione di nuovi edifici, ristrutturazione di edifici esistenti, tecnologie dell'informazione e della comunicazione);
- per aspetti costruttivi (ad esempio, caratteristiche degli edifici, tipologie di edifici, destinazione d'uso, tipologie di fonti energetiche presenti, tecnologie utilizzate);
- per vettori di energia coinvolti (ad esempio, gas, biogas, carbone, pellet, teleriscaldamento o teleraffrescamento);
- per tipi di sistemi energetici (ad esempio, caldaie, sistemi di cogenerazione, impianti solari, sistemi di stoccaggio);
- per stato del progetto (in corso o ultimato);
- per città oggetto di interventi.

La ricerca ha selezionato i programmi già ultimati che avevano previsto progetti di efficientamento energetico alla scala di quartiere. I programmi del gruppo *My Smart City District (MSCD)* sono stati ritenuti particolarmente interessanti poiché hanno sperimentato strategie e misure di efficientamento energetico in differenti contesti socio-economici europei e hanno posto particolare attenzione agli aspetti economico-finanziari degli interventi.

Il gruppo di MSCD comprende otto programmi (Fig. 2.1) che hanno avuto una durata complessiva di 5 anni, l'ultimo dei quali è stato concluso nel novembre 2019. Questi programmi sono:

- R2CITIES - *Residential Renovation Towards Nearly Zero Energy Cities*, che ha sviluppato strategie aperte e facilmente replicabili per la progettazione, la costruzione e la gestione di interventi di retrofit a scala del quartiere al fine di raggiungere l'obiettivo di città a energia quasi zero;

- EU-GUGLE - *European cities serving as Green Urban Gate towards Leadership in sustainable Energy*, che era parte dell'iniziativa *Smart Cities and Communities* ed ha avuto lo scopo di raccogliere azioni già pianificate o avviate di retrofit energetico a scala del quartiere, dimostrandone la fattibilità e l'utilità politica, economica e sociale;
- ZenN - *Nearly Zero Energy Neighborhoods*, anch'esso concentrato sul processo di rinnovamento energetico degli edifici in quartieri esistenti e con l'ambizione di proporre strategie facilmente replicabili;
- CITYFiED - *Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities*, che ha promosso strategie sistematiche e replicabili per favorire l'evoluzione delle città europee e degli ecosistemi urbani verso le *smart cities* del futuro;
- Sinfonia - *Città a basse emissioni di CO₂ per una migliore qualità della vita*, che ha implementato in città europee di medie dimensioni soluzioni energetiche estese, integrate e scalabili;
- City-Zen - *City Zero (Carbonio) Energy*, che ha sviluppato e condiviso metodologie e strumenti utili a città, industrie e cittadini che intendevano raggiungere gli obiettivi strategici 20-20-20;
- READY - *Resource Efficient cities implementing ADvanced smart citY solutions*, che si è prefissato di dimostrare che il fabbisogno di combustibili fossili e il rilascio di CO₂ possono essere ridotti, e quasi annullati, attraverso lo sviluppo di nuove soluzioni flessibili e intelligenti;
- *Celsius*, un hub di collaborazione che ha promosso soluzioni di riscaldamento e raffreddamento efficienti ed integrate.

Questi programmi sono stati finanziati dal *Settimo Programma Quadro* (FP7/2007-2013) al fine di incentivare la diffusione dei *Net Zero-Energy District* (NZED), condividere esperienze e *know-how* e facilitare la replicazione su larga scala di interventi di efficienza energetica a livello di quartiere. Ogni programma ha verificato la fattibilità dei suoi obiettivi in casi studio reali, sperimentando all'interno dei quartieri di alcune delle città europee più all'avanguardia nuovi approcci olistici e presentando progetti di riqualificazione innovativi. Vienna, Amsterdam, Aquisgrana, Grenoble, Sestao, Aarhus, Tampere, Innsbruck e, tra le italiane, Milano, Genova e Bolzano sono alcune delle *cities* interessate.



Figura 2.1. I programmi del gruppo *My Smart City District* (MSCD)
(fonte: www.mysmartcitydistrict.eu)

I programmi sono stati avviati e sviluppati in modo autonomo, pertanto, presentano caratteristiche notevolmente diverse per: soggetto coordinatore; approccio strategico; area di intervento; *stakeholders*; quota di finanziamento europeo; altri tipi di finanziamento utilizzati. Successivamente, al fine di rafforzare la condivisione dei contenuti e aumentare la sinergia delle misure proposte, i programmi hanno formato il gruppo *My Smart City District* (MSCD). Gli elementi che li accomunano, difatti, sono la volontà di promuovere una strategia di rinnovamento energetico per le città e le comunità che conduca alla replicabilità su larga scala di solide soluzioni di efficienza energetica, ma anche di testare tali strategie in casi studio reali. In totale sono stati completati interventi di efficientamento energetico in 27 quartieri di 25 città appartenenti a 13 nazioni europee.

2.2. R2CITIES

Il programma R2CITIES - *Residential Renovation Towards Nearly Zero Energy Cities* è stato avviato a luglio 2013 allo scopo di sviluppare e dimostrare concetti e soluzioni di retrofit energetici innovativi, economici e ad alte prestazioni per potenziare la riqualificazione delle città a partire dalla scala di quartiere. Il suo completamento è avvenuto a giugno 2018 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 14.861.751, dei quali € 9.011.331 (60,63%) sono stati contributi UE.

Il programma è stato gestito e guidato dal *Centro Tecnológico CARTIF*, con sede nella città di Valladolid, in Spagna.

2.2.1 Obiettivi e strategia

L'idea di base del programma è stata quella di promuovere una rete dimostrativa e disseminativa di strategie di efficientamento energetico attraverso la realizzazione di cinque azioni di base:

- effettuare tre dimostrazioni di retrofitting in quartieri residenziali di diverse nazioni aventi climi e contesti socio-economici differenti;
- attuare un programma di disseminazione mirata per un'audience pubblica e professionale;
- pubblicare diversi studi sia sugli aspetti tecnici del tema sia sulla questione dei costi da sostenere per il miglioramento delle performance energetiche degli edifici a livello di quartiere;
- eseguire rigorose misurazioni e verifiche delle performance degli interventi realizzati e dei risparmi energetici ottenuti dai progetti pilota;
- definire un piano di marketing e replicazione, così da assicurare il maggior impatto possibile del progetto.

R2CITIES ha organizzato lo sviluppo dei suoi progetti attraverso la definizione di sei obiettivi scientifici e tecnologici (Fig. 2.2), ai quali ha associato azioni specifiche (Tab 2.1).

Dunque, R2CITIES ha voluto proporre diversi progressi oltre lo stato dell'arte delle strategie di riqualificazione energetica a scala di quartiere, alcuni dei quali sono direttamente correlati alle attività tecnologiche (integrazione fotovoltaica a livello distrettuale, nuovi concetti di solare termico per fornire energia, nuovo approccio sistemico o strumenti integrati per l'adeguamento dei quartieri), mentre altri sono relativi ad ambiti non tecnologici.

Tabella 2.1. Obiettivi e azioni di R2CITIES (fonte: elaborazione propria su dati www.r2cities.eu)

| Obiettivi | Azioni |
|---|---|
| A. Riqualificazione integrata e sistemica di quartieri residenziali | <p>Analisi degli indicatori chiave di prestazione energetica per audit e diagnosi di NZED.</p> <p>Classificazione degli scenari residenziali a livello di distretto e città.</p> <p>Definizione delle metodologie di diagnosi energetica.</p> <p>Definizione dei parametri di base per l'analisi finanziaria, il piano di investimento e il calcolo del rendimento dell'investimento.</p> <p>Impostazione delle strategie per garantire il coinvolgimento e l'accettazione degli utenti.</p> |
| B. Selezione di tecnologie e soluzioni a basso consumo energetico | <p>Selezione dei materiali e dei processi tecnologici più appropriati ed economici per ottenere una trasformazione dei quartieri in NZED.</p> <p>Integrazione del mix di energia rinnovabile più adatto e sistemi di generazione e distribuzione di energia per ciascun sito dimostrativo, con l'obiettivo di ottenere edifici a energia quasi zero.</p> <p>Ottimizzazione dei sistemi di gestione dell'energia prendendo in considerazione nuovi algoritmi di controllo e strumenti di supporto alle decisioni per il controllo della domanda.</p> <p>Utilizzo di fonti di energia rinnovabile, di efficienti sistemi di distribuzione dell'energia e dispositivi di stoccaggio.</p> <p>Ottimizzazione dell'efficienza complessiva delle risorse (anche idriche), al fine di ridurre il consumo, e dei rifiuti, al fine di ridurre la produzione.</p> |
| C. Strategia sistemica e integrata per riqualificazione NZED di quartieri | <p>Revisione dettagliata, da un punto di vista critico, di linee guida, raccomandazioni e metodologie esistenti, identificando lacune e barriere per la sua attuazione.</p> <p>Definizione delle priorità delle aspettative degli <i>stakeholder</i> dei siti dimostrativi e coinvolgimento dinamico degli stessi fin dalla fase di progettazione dei siti dimostrativi.</p> <p>Definizione degli strumenti BIM e formazione di studi di simulazione e del ciclo di vita (LCA e LCC).</p> <p>Implementazione degli strumenti e dei metodi sopra citati per la selezione delle tecnologie e la progettazione degli interventi di riqualificazione energetica.</p> <p>Definizione di una metodologia innovativa, sistemica, integrata e aperta per la transizione dei quartieri in NZED.</p> <p>Progettazione integrale e sistemica dei siti dimostrativi ed elaborazione dei documenti di costruzione e dei piani di attuazione.</p> |
| D. Realizzazione, supervisione, monitoraggio e valutazione dei lavori di costruzione | <p>Allineamento di tutti i gruppi di lavoro e verifica dei lavori per garantire qualità e tempi di consegna.</p> <p>Condivisione di esperienze tra proprietari di immobili e società di costruzioni.</p> <p>Monitoraggio e valutazione dell'intero processo, in particolare delle prestazioni finali degli edifici per due anni dalla fine dei lavori.</p> <p>Identificazione delle discrepanze tra le prestazioni previste e i risultati effettivi valutando nuove soluzioni, la loro applicabilità e il potenziale di replica, nonché l'accettazione da parte degli utenti.</p> |
| E. Sfruttamento e lancio sul mercato | <p>Supporto ai partner del progetto nello sviluppo di strategie di sfruttamento dei risultati ottenuti, creando un piano di implementazione del mercato a lungo termine.</p> <p>Creazione di collegamenti con progetti europei paralleli.</p> <p>Test di nuove soluzioni, metodi e strumenti, in particolare nel campo delle prestazioni energetiche negli edifici.</p> |
| F. Consapevolezza, diffusione e formazione | <p>Diffusione dei risultati chiave, rivolgendosi a città, responsabili politici, autorità, investitori, proprietari, professionisti e ricercatori, attraverso pubblicazioni, partecipazione a eventi nazionali e internazionali, pubbliche relazioni, ecc.</p> <p>Massimizzazione, sviluppo e coordinamento delle diverse potenzialità di ciascun sito dimostrativo, cercando un effetto moltiplicativo attraverso attività di diffusione e campagne di sensibilizzazione.</p> |

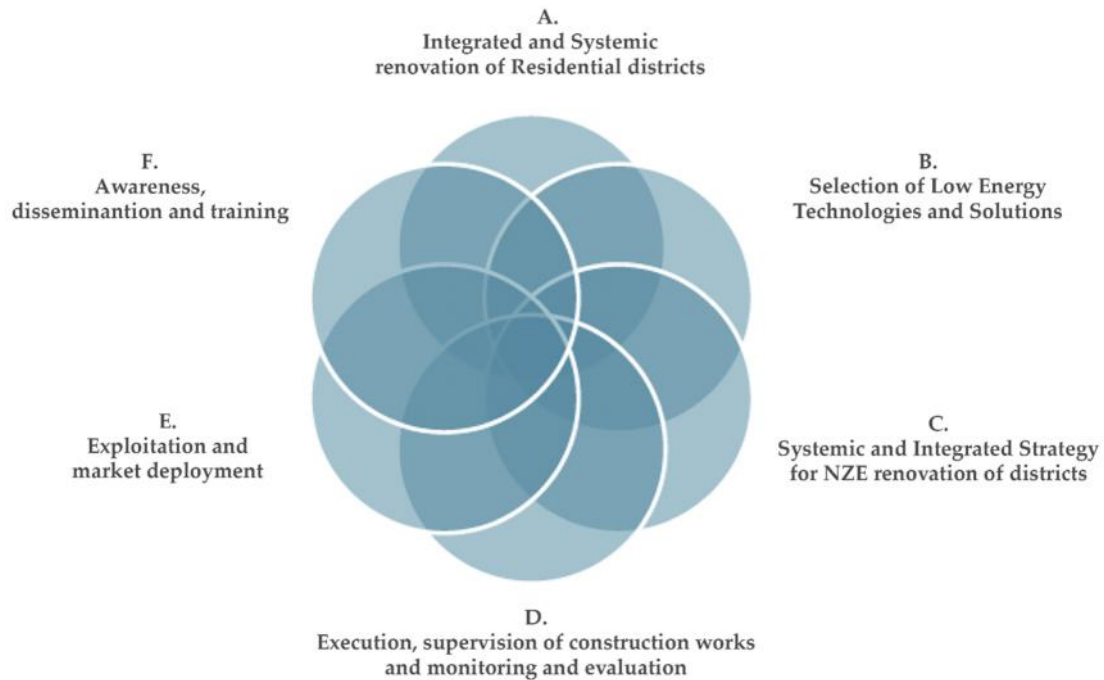


Figura 2.2. Obiettivi scientifici e tecnologici di R2CITIES (fonte: www.r2cities.eu)

Da un punto di vista tecnico, le principali innovazioni apportate dal programma hanno riguardato:

- la volontà di implementare a livello urbano il concetto di NZED tenendo conto dei vantaggi ottenuti dalle economie di scala e dall'approccio sistemico;
- lo sviluppo di nuove metodologie per la diagnosi del potenziale efficientamento dei quartieri residenziali, tenendo conto dell'analisi strutturale ed energetica, dei possibili problemi con gli utenti finali in termini di accettazione sociale e dei vincoli finanziari e di investimento;
- il miglioramento dell'interoperabilità tra i calcoli energetici a scala urbana e gli strumenti BIM;
- l'attivazione di sistemi di generazione/conservazione/utilizzo dell'energia negli edifici e nei quartieri.

Inoltre, le misure di risparmio energetico per il retrofitting dei quartieri hanno riguardato:

- l'adattamento di soluzioni integrate fotovoltaiche su misura per il raggiungimento di una generazione di energia elettrica locale pertinente al raggiungimento dell'obiettivo di "quasi energia zero" dei quartieri, anche tenendo conto di alcune proprietà di recupero di calore mediante sistemi ibridi.
- l'integrazione di collettori solari termici appositamente progettati per essere utilizzati sistematicamente e intensivamente a livello di quartiere;
- lo sviluppo di strategie per il dimensionamento e la gestione dello stoccaggio energetico;
- lo studio di materiali isolanti innovativi per le superfici esterne degli edifici residenziali esistenti.

Invece, tra gli altri aspetti, R2CITIES ha cercato di sviluppare nuovi strumenti per aiutare le amministrazioni pubbliche ad attrarre capitali privati da investire in questo settore mediante: regimi di incentivi per gli inquilini che sostengono spese per la ristrutturazione ad alta

efficienza energetica delle abitazioni in cui vivono; regimi di incentivazione per le società private che vogliono investire nella ristrutturazione ad alta efficienza energetica dello stock residenziale esistente; il coinvolgimento di *Energy Service Company* (ESCO) nel processo di ristrutturazione e di istituti bancari e creditizi per il finanziamento degli interventi.

Al riguardo, R2CITIES ha anche cercato di affrontare gli ostacoli e le barriere che hanno incontrato i cittadini durante le fasi dei progetti; ad esempio, ha cercato di prevedere l'installazione di impianti che potessero essere acquistati sul mercato a prezzi accessibili e che potessero essere installati facilmente e velocemente, così da ridurre il più possibile i costi di investimento e non ostacolare la permanenza degli inquilini nelle loro abitazioni durante le fasi dei lavori.

Il programma ha, dunque, cercato di tenere conto degli impatti potenziali e collaterali dei progetti da un punto di vista tecnico, sociale ed economico e ha definito *best practice* basate su innovazione e competitività, con vantaggi per i cittadini e per la preservazione dell'ambiente. R2 CITIES ha, inoltre, sperimentato pratiche di retrofitting ad alta efficienza energetica e sostenuto la replicabilità dell'approccio adottato ad altre città e quartieri.

I tre siti dimostrativi (*demo sites*) scelti per illustrare il quadro di riferimento e gli impatti del programma sono le città di Genova (Italia), Valladolid (Spagna) e Kartal (Turchia). I dati principali dei progetti pilota sono stati riportati nella Tabella 2.2.

Tabella 2.2. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma R2CITIES
(fonte: elaborazione propria su dati www.r2cities.eu)

| Città | Quartiere | Area demo (m ²) | Cittadini beneficiari (n.) | Risparmio energetico ottenuto (%) | Risparmio energetico finale (MWh/anno) | Riduzione di CO ₂ (tCO ₂ /anno) |
|------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|---|
| Genova | San Pietro di Pra | 18.000 | 450-500 | ~ 50% | 1.691 | 395 |
| Valladolid | Cuatro de Marzo | 81.000 | 550 | 61% | 2.478 | 635 |
| Kartal | Yakacik | 18.813 | 900 | 63% | 3.009 | 847 |

I progetti sono stati gestiti dalle rispettive Amministrazioni Comunali, che hanno dovuto affrontare tre questioni sostanziali: basso isolamento termico degli edifici; assenza di sistemi energetici efficienti (come il teleriscaldamento e il teleraffrescamento); potenziale riluttanza ed indisponibilità degli utenti finali ad investire in interventi di ristrutturazione degli immobili. R2CITIES ha sperimentato la riduzione del consumo di energia dei quartieri interessati attraverso l'utilizzo di sistemi ad energia rinnovabile (principalmente sistemi fotovoltaici e solari termici) e l'adozione di un approccio integrato utile alla condivisione di decisioni ed alla cooperazione tra tutte le possibili parti interessate: pubbliche amministrazioni, banche, imprese, tecnici e utenti finali. La generale scarsità di risorse finanziarie pubbliche e l'incapacità da parte delle pubbliche amministrazioni di promuovere azioni per ottenere quartieri energeticamente efficienti sono stati comunque gli ostacoli maggiori alla realizzazione dei progetti.

2.2.2 Progetti pilota



Figura 2.3. Siti dimostrativi di Genova (in alto a sinistra), Valladolid (al centro) e Kartal (in basso) (fonte: www.r2cities.eu)

Genova

A Genova gli interventi di R2CITIES hanno riguardato il quartiere periferico San Pietro di Pra, noto anche come *Comune delle Lavatrici*, dove ha sede un complesso di edilizia popolare realizzato tra il 1980 e il 1990. L'edificio si trova in una zona collinare ed ospita più di 500

appartamenti suddivisi in 4 blocchi principali, ognuno dei quali è composto da 3 edifici ad altezze differenti che formano una struttura a “gradoni” (Fig. 2.3).

La proprietà del complesso è in parte pubblica e in parte privata e la popolazione che vi risiede è molto eterogenea; inoltre, il progetto ha dovuto fronteggiare una situazione impiantistica mista, poiché parte delle infrastrutture energetiche erano riqualificate, mentre altre no.

Obiettivo principale del progetto è stato l’individuazione di interventi operativi per ottenere:

- almeno il 50% di riduzione dei consumi energetici;
- produzione ridotta di gas a effetto serra;
- aumento delle condizioni di benessere abitativo (mediante soluzioni passive);
- uso di tecnologie innovative economicamente accessibili;
- normalizzazione delle soluzioni adottate per renderle replicabili in altre aree del quartiere e, in generale, in altri progetti di riqualificazione.

Nello specifico, sono state proposte la combinazione di soluzioni passive e basso costo basate sulle risorse naturali disponibili (sole, ventilazione naturale, luce naturale) e l’implementazione di tecnologie innovative a costi accessibili. I principali interventi hanno riguardato: la sostituzione dei serramenti esterni; la sostituzione della centrale termica; la realizzazione di un impianto fotovoltaico per l’alimentazione dei quadri ausiliari della centrale termica; la realizzazione in alcuni appartamenti campione, detti “laboratori in situ”, per lo studio e la misurazione delle prestazioni ambientali ed energetiche; la realizzazione di un sistema di monitoraggio e controllo complessivo. In totale sono stati riqualificati circa 18.000 mq di superficie lorda abitabile ed è stata ottenuta una riduzione dei consumi e delle relative emissioni di oltre il 50%.

Valladolid

Il sito dimostrativo spagnolo di Valladolid è stato il quartiere Cuatro de Marzo, una zona urbana ad alta densità di popolazione e con una qualità edilizia mediamente bassa. Gli edifici sono stati costruiti tra il 1955 e il 1960 e contengono 1.941 abitazioni distribuite in un totale di 190 edifici, 4 scuole, una chiesa e 25 locali commerciali (Fig. 2.3).

Le abitazioni sono tutte di proprietà privata, tuttavia, per il progetto è stata istituita un’associazione tra tutti i proprietari, che ha gestito le parti comuni degli edifici e ha approvato ogni singolo lavoro di ristrutturazione. Al progetto ha partecipato anche la società di comunale *Sociedad Municipal de Suelo y Vivienda de Valladolid*, svolgendo il ruolo di coordinatore e supervisore dei lavori di ristrutturazione.

Nel piano d’azione previsto da R2CITIES, ogni proprietario di un immobile ha dovuto contribuire con il 25% dell’importo totale della ristrutturazione, mentre il restante 75% è stato finanziato dalle pubbliche amministrazioni (governi locali, regionali e nazionali). Il progetto ha coinvolto un totale di 800 proprietari, per un totale di circa 300 abitazioni relative a 30 edifici. Tali edifici presentavano criticità comuni correlate a problemi di riscaldamento, scarso comfort abitativo e consumo energetico molto elevato. Le misure di efficienza energetica previste sono state incentrate, pertanto, sulla riduzione del consumo termico (miglioramenti dell’isolamento e dell’ombreggiamento), sulla riduzione del consumo elettrico (mediante l’installazione di apparecchiature di illuminazione più efficienti e di sensori di presenza nelle aree comuni) e

sulla riduzione delle emissioni di CO₂ mediante sistemi di energia rinnovabile, come solare fotovoltaico e solare termico. In ogni edificio, dunque, sono state previste:

- misure passive (miglioramento dell'isolamento delle pareti esterne e delle coperture e installazione di elementi di schermature) utili alla riduzione della domanda di energia, sia di riscaldamento d'inverno, sia di raffrescamento in estate;
- misure attive (come l'installazione di impianti solari termici per acqua calda sanitaria, caldaie a biomassa centralizzate e pannelli solari e fotovoltaici);
- misure basate sulle *Information Communication Technology* (ICT) per la gestione dell'energia.

Kartal

Infine, il *demo site* turco di Kartal è stato Yakacik, un quartiere densamente popolato e caratterizzato da sistemi di illuminazione a bassa efficienza ed edifici con pessimo isolamento termico. Per il progetto sono state selezionate tre tipologie di edifici residenziali aventi una superficie complessiva di 18.813 mq (Fig. 2.3).

Il piano di retrofitting energetico previsto da R2CITIES ha puntato all'implementazione di strumenti di efficientamento passivo, all'utilizzo di fonti di energia rinnovabile per riscaldamento e raffrescamento e al miglioramento della qualità della vita dei residenti, per i quali è stata promossa anche una partecipazione attiva al programma.

Ai fini del progetto, le tre tipologie di edifici sono state selezionate con caratteristiche costruttive diverse, così da rappresentare il profilo energetico dei molteplici edifici residenziali del quartiere. Gli edifici della tipologia "1" sono di proprietà del comune di Kartal, sono caratterizzati da un'altezza compresa tra cinque e otto piani e avevano un pessimo isolamento termico delle pareti esterne; mentre, gli edifici delle tipologie "2" e "3" sono di proprietà di cittadini privati, sono caratterizzati da un'altezza compresa tra due e cinque piani e disponevano già di un isolamento termico adeguato. Tutte e tre le tipologie dimostrative presentavano, però, una scarsa qualità dei sistemi di illuminazione e di produzione dell'acqua calda sanitaria. Pertanto, sono state stabilite azioni per migliorare l'efficienza energetica e raggiungere un potenziale risparmio energetico del 20-50%. Il comune di Kartal ha, inoltre, fondato la sua strategia di riqualificazione del quartiere sul mantenimento del 40% dell'area per attrezzature e infrastrutture come strade, aree verdi, aree sportive, strutture culturali e servizi simili.

2.3. EU-GUGLE

Il programma EU-GUGLE - *European cities serving as Green Urban Gate towards Leadership in sustainable Energy* è stato avviato ad aprile 2013 allo scopo di raccogliere azioni di riqualificazione energetica urbana utili per il raggiungimento di consumi energetici quasi zero. Il suo completamento è avvenuto a marzo 2018 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 30.140.372, dei quali € 16.785.372 (55,69%) sono stati contributi UE.

Il progetto EU-GUGLE è coordinato da CENER (*Centro Nacional de Energías Renovables*, Spagna) e coinvolto enti e amministrazioni provenienti da: Finlandia, Spagna, Austria, Italia, Germania, Slovacchia, Belgio, Turchia e Svezia (Fig. 2.4).



Figura 2.4. Città e partner del programma EU-GUGLE (fonte: www.eu-gugle.eu)

2.3.1 Obiettivi e strategia

L'obiettivo del programma è la combinazione degli ultimi risultati della ricerca relativi alla riqualificazione in chiave *smart* di gruppi di edifici da utilizzare per implementare un mix equilibrato di soluzioni tecniche, socio-economiche e finanziarie in differenti città e quartieri comunitari e per dimostrarne la fattibilità, in modo da avviare nell'Unione Europea una replicazione su larga scala.

Il progetto è parte dell'iniziativa *Smart Cities and Communities* della CE, che ha lo scopo di rafforzare una disseminazione a livello europeo dei modelli e delle strategie più efficienti per aiutare le città e le comunità ad ottenere una riduzione delle emissioni di gas serra del 40% entro il 2020. In linea con questo obiettivo, le città pilota hanno integrato i risultati del progetto in strategie di riqualificazione energetica facilmente trasferibili ad altre municipalità da diffondere attraverso una campagna di replicazione a livello europeo denominata "*Il mio quartiere smart*".

Tale campagna è parte integrante ed essenziale del progetto, essendo il canale principale tramite il quale le esperienze accumulate dalle sei città pilota possono essere condivise. Si tratta di un network formato da città che manifestato espreso interesse per i risultati del programma e che intendono utilizzare EU-GUGLE come fonte di ispirazione per la pianificazione di proprie strategie di efficientamento e riqualificazione. La campagna consente trasferimenti di conoscenze tra le città pilota EU-GUGLE, che hanno prodotto report di fattibilità tecnica ed economica, e altri quartieri e città interessati alla sostenibilità urbana in Europa. I membri de "*Il mio quartiere smart*" saranno informati dei progressi raggiunti dai progetti pilota e avranno l'opportunità di partecipare alle attività di disseminazione delle conoscenze, come eventi di formazione, seminari e vacanze studio, consentendo agli attori di altri quartieri e città di imparare dalle strategie implementate nel programma.

Le città pilota che hanno aderito a EU-GUGLE sono state Aquisgrana (Germania), Bratislava (Slovacchia), Milano (Italia), Sestao (Spagna), Tampere (Finlandia) e Vienna (Austria), che si

sono impegnate a rinnovare 226.000 mq di superficie calpestabile, ottenendo un risparmio di energia primaria tra il 40 e l'80% e un aumento della quota di fonti di energia rinnovabile (Tab. 2.3). Le città di Gaziantep (Turchia) e Göteborg (Svezia) hanno aderito al programma in un secondo momento come città associate.

Tabella 2.3. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma EU-GUGLE
(fonte: elaborazione propria su dati www.eu-gugle.eu)

| Città | Quartiere | Area demo (m ²) | Edifici rinnovati (n.) | Cittadini beneficiari (n.) | Riduzione di energia primaria (%) | Risparmio energetico finale (kWh/mq anno) |
|------------|-----------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|
| Aquisgrana | Aquisgrana nord | 18.379 | 391 | 1.500 | 65% | 79,90 |
| Bratislava | n.d. | 2.953 | n.d. | n.d. | 60-75% | 55,93 |
| Milano | Zona 4 | 13.884 | n.d. | n.d. | 82% | 59,41 |
| Sestao | n.d. | 19.142 | 258 | 1.300 | n.d. | 70,62 |
| Tampere | Tammela | 28.721 | ~ 400 | 560 | 40% | 78,62 |
| Vienna | Pentzing | 53.777 | 380 | 592 | 55-65% | 93,64 |

2.3.2 Progetti pilota



Figura 2.5a. Edifici tipo (ante interventi) dei siti dimostrativi di Aquisgrana (in alto a sinistra) e Bratislava (in alto a destra), Milano (in basso a sinistra), Sestao (in basso a destra)



Figura 2.5b. Edifici tipo (ante interventi) dei siti dimostrativi di Tampere (a sinistra) e Vienna (a destra) (fonte: www.eu-gugle.eu)

Aquisgrana

Ad Aquisgrana gli interventi di R2CITIES hanno riguardato il quartiere Aquisgrana-Nord, un'area eterogenea in cui sono presenti sia edifici degli anni '20 e '30 sia palazzi multipiano degli anni '70 in cui risiedono circa 1.500 abitanti (Fig. 2.5a). Gli edifici sono di proprietà principalmente della Città di Aquisgrana (75%) e per la restante parte (25%) di una compagnia di *housing* pubblico chiamata GEWOGE, nella quale la Municipalità di Aquisgrana è un importante *stakeholder*.

Gli interventi tecnici hanno riguardato misure per l'isolamento degli edifici (facciate, coperture e infissi), l'installazione di sistemi per il recupero di calore dalla ventilazione e dai liquami, l'implementazione di fonti di energia solare, l'installazione di sistemi di controllo energetico e di sensori per l'illuminazione. Inoltre, sono state avviate misure di comunicazione e attività di consulenza per ridurre il consumo di energia attraverso il cambiamento del comportamento dei consumatori. Al termine dei lavori è stato ottenuto un risparmio energetico pari al 65%.

La sfida principale del progetto è stata quella di realizzare gli interventi di efficientamento energetico attraverso accordi finanziari ed economici capaci di mantenere i canoni degli affitti ad un livello socialmente accettabile, dato che la maggior parte dei residenti aveva un reddito basso o riceveva sussidi dallo Stato. Difatti, secondo la legge tedesca, i costi derivanti dalle misure di risparmio energetico possono essere accompagnati da un aumento degli affitti in misura tale da assicurare ai proprietari di avere un ritorno economico entro una certa scadenza; tuttavia, questa norma era inattuabile nel caso in esame a causa del basso livello dei redditi degli abitanti del quartiere. In questo caso i sistemi di fornitura dell'energia sono stati realizzati tramite un modello di contrattazione con la compagnia locale dell'energia, in modo da avere soluzioni ottimizzate di investimento, gestione e manutenzione.

Bratislava

A Bratislava sono stati riqualificati due quartieri, un'area del centro città e l'area ovest, caratterizzati da edifici eterogenei per età e sistemi costruttivi, ma simili per elevata domanda di energia e scarso isolamento termico. La scelta degli edifici oggetto di intervento è stata

effettuata per identificare una vasta gamma di difficoltà e problematiche che potrebbero verificarsi nella prospettiva di un più ampio processo di riqualificazione degli edifici residenziali della città (Fig. 2.5a).

Le misure realizzate sono state sia di tipo tecnico, come l'installazione di isolamenti termici, la sostituzione degli infissi, l'implementazione dell'utilizzo di fonti di energia rinnovabile nei sistemi di riscaldamento dei quartieri o il retrofit di componenti impiantistiche (ad esempio, isolamento termico dei tubi dei sistemi di distribuzione), sia di tipo non tecnico, come l'introduzione di sistemi di misurazione e regolazione dell'energia o il coinvolgimento degli affittuari in campagne educativo-comportamentali degli utenti.

La realizzazione delle misure proposte non è avvenuta in modo uniforme a causa delle eterogenee caratteristiche tecnologiche e del differente stato di manutenzione degli edifici, ma ha comunque fornito un utile quadro delle potenziali problematiche tecniche e delle diverse possibilità economiche degli affittuari/proprietari. Al termine dei lavori è stato ottenuto un risparmio energetico pari al 43%. Il ciclo di vita e la sostenibilità degli edifici sono stati migliorati, così come il comfort interno degli immobili.

La struttura frammentata della proprietà degli edifici, l'ampio numero di proprietari e affittuari e il loro basso livello di consapevolezza sui benefici ottenibili dalla realizzazione degli interventi ha complicato la realizzazione del progetto di riqualificazione, che è stato portato a termine grazie ad una combinazione di capitali provenienti da fondi statali per lo sviluppo dell'*housing* e dalla banca di risparmio nazionale della Slovacchia. Inoltre, per gli edifici di *housing* sociale posseduti dalla Municipalità di Bratislava è stato utilizzato un sistema di contrattazione relativo alla performance energetica per contenere la crescita dei canoni di locazione.

Milano

Il sito dimostrativo di Milano è stato la Zona 4, è una delle 9 aree amministrative in cui è suddivisa la città, in cui sono presenti insediamenti di edilizia residenziale pubblica di proprietà del Comune (Fig. 2.5a). Dal punto di vista dell'efficienza energetica gli edifici erano caratterizzati da scarse prestazioni degli involucri isolanti e da impianti tecnologici obsoleti, ai quali corrispondeva una cattiva qualità del comfort *indoor*.

In questo caso il piano d'azione di EU-GUGLE è stato attuato in tre passaggi successivi:

- miglioramento della qualità dell'involucro (facciate, coperture, infissi, sistemi ombreggianti e abbattimento dei ponti termici), per ridurre il fabbisogno di energia degli edifici e raggiungere, allo stesso tempo, migliori livelli di comfort;
- riqualificazione o sostituzione degli impianti;
- ricorso a fonti di energia rinnovabile (attraverso sistemi fotovoltaici) per coprire i consumi energetici non abbattuti dalle precedenti misure.

La realizzazione degli interventi in tale ordine (attraverso la riduzione della domanda di energia, prima con sistemi passivi e poi attivi, e successiva installazione di sistemi di approvvigionamento di energia rinnovabile) ha consentito di dimensionare in modo più preciso le potenze degli impianti installati e di abbattere i costi economici degli interventi, per i quali sono stati utilizzati anche i bandi nazionali italiani per le opere pubbliche. Inoltre, è stata effettuata una connessione degli impianti degli edifici al sistema di teleriscaldamento cittadino.

Al termine dei lavori è stato ottenuto un risparmio energetico molto alto e compreso tra il 62 e l'82%.

La sfida principale dei lavori è stata quella di rispettare i tempi previsti dal progetto, riuscendo allo stesso tempo ad integrare elementi di innovazione tecnologica all'interno dei bandi per le opere pubbliche. Inoltre, durante la fase di progettazione un grosso problema è stato organizzare gli spazi interni degli immobili per accogliere i nuovi impianti meccanici, più ingombranti di quelli precedenti. I lavori della prima fase sono stati eseguiti in assenza degli inquilini, per cui il Comune ha dovuto provvedere a fornire un alloggio alternativo. Durante la seconda fase, invece, la sfida maggiore è stata la raccolta di adesioni su base volontaria per l'installazione dei sensori per il monitoraggio delle condizioni dell'aria (temperatura, umidità e concentrazione di CO₂) negli appartamenti.

Sestao

Il progetto pilota spagnolo è stato realizzato nel quartiere sud di Sestao, un'area che dal 1955 ha subito un processo di deindustrializzazione e nella quale è presente un mix di popolazione locale e di immigrati con risorse economiche molto limitate e un livello di istruzione mediamente basso (Fig. 2.5a). L'area è composta, per la maggior parte, da abitazioni in legno di inizio del XX secolo, che erano state costruite vicino a una zona industriale con l'obiettivo di ospitare i lavoratori di una grande fonderia; pertanto, molte delle abitazioni erano connotate da una scarsa ventilazione e da una pessima distribuzione degli spazi interni.

La struttura della proprietà è mista, con una piccola quota pubblica e una grande prevalenza di privati cittadini, ai quali è stato richiesto un investimento finanziario importante, nonostante il supporto del programma. Per riuscire a completare il progetto, quindi, la pubblica amministrazione ha dovuto acquistare alcune abitazioni, per poi tramutarle in *social housing*. La società pubblica SESTAO BERRI 2010, S.A., grazie ai sussidi forniti dal governo basco e dalla Municipalità di Sestao, ha comprato le abitazioni di coloro che non erano in grado o non volevano riqualificarle e ha risarcito circa il 50% dei costi ai proprietari che hanno realizzato i lavori. Il progetto di EU-GUGLE, dunque, ha anche determinato il cambiamento della tipologia di proprietà delle abitazioni, in un contesto di partnership pubblico-privato, e il rinnovamento della popolazione nel quartiere attraverso bandi e criteri di assegnazione pubblica degli immobili di *housing* sociale.

Gli interventi realizzati sono stati focalizzati soprattutto sul miglioramento della ventilazione nelle abitazioni, sulla sostituzione degli infissi, sull'isolamento termico esterno e sull'installazione di pannelli solari e boiler a biomasse centralizzati per la produzione di calore e acqua calda. Al termine dei lavori è stato ottenuto un risparmio energetico pari al 56%.

Tampere

A Tampere gli interventi di EU-GUGLE sono stati concentrati nel quartiere di Tammela, dove risiedono 6.337 cittadini. Il sito dimostrativo è costituito da un gruppo di 8 edifici realizzati dal 1960 al 1980, di proprietà di società edilizie private, le cui quote sono detenute dai proprietari degli appartamenti (Fig. 2.5b).

La sfida maggiore in questo caso è stato il fatto che i proprietari degli immobili sono personalmente responsabili della riqualificazione delle loro abitazioni, mentre la

riqualificazione dell'edificio e degli impianti tecnici è di responsabilità congiunta di tutte le componenti delle società edilizie ed è soggetta all'approvazione della maggioranza assoluta. Il progetto è stato, quindi, finanziato con i fondi delle società edilizie, combinando diversi modelli di business, e con sussidi pubblici. I costi di riqualificazione sono stati ripartiti in base alla dimensione delle abitazioni, senza considerare il numero di abitanti o la capacità finanziaria dei proprietari.

Gli interventi realizzati a Tammela hanno riguardato principalmente: l'installazione di cappotti termici su facciate e coperture; la sostituzione degli infissi; la riqualificazione del sistema di riscaldamento; l'installazione di pannelli solari e di sistemi di recupero di calore; la fornitura di pompe di calore; l'organizzazione di eventi per sensibilizzare i residenti e le altre parti coinvolte sui temi dell'energia e degli stili di vita rispettosi dell'ambiente. Al termine dei lavori è stato ottenuto un risparmio energetico pari al 50%.

Vienna

Infine, a Vienna gli interventi di efficientamento energetico urbano hanno riguardato il quartiere di Pentzing, dove sono presenti edifici residenziali e di *housing* sociale con scarse performance energetiche, abitati da affittuari e da proprietari di appartamenti (Fig. 2.5b).

Tutti gli edifici privati scelti sono rappresentativi delle differenti forme di proprietà delle abitazioni e comprendono anche gli immobili di proprietà della società di *housing* sociale *Wiener Wohnen* e di altri partner.

Il progetto del quartiere poggia sullo sviluppo di un modello di business adeguato sia ai gestori delle proprietà, sia agli utenti, che ai partner industriali del programma. Il costo totale delle misure di efficientamento energetico previste per il retrofitting sono state calcolate e divise in interventi strutturali e in interventi volti all'efficienza energetica. Inoltre, nel sito sono state utilizzate diverse misure energetiche innovative, come l'installazione di sistemi di ventilazione decentralizzata e di sistemi per l'integrazione di metano prodotto da energie rinnovabili e per la sostituzione del riscaldamento fossile decentralizzato con impianti centralizzati di riscaldamento ad energia rinnovabile. Al termine dei lavori è stato ottenuto un risparmio energetico pari al 61%.

Gaziantep

La partecipazione di Gaziantep a EU-GUGLE è avvenuta a seguito dell'adozione del *Piano D'Azione per i Cambiamenti Climatici* e dell'enunciazione degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ e del consumo energetico pro capite entro il 2023. Difatti, allo scopo di raggiungere questi obiettivi, Gaziantep ha scelto di aderire a EU-GUGLE per il raggiungimento della sostenibilità urbana e il miglioramento della vita dei suoi cittadini. La città è prevalentemente composta da edifici costruiti dopo gli anni '50 e molti di essi non dispongono né di un sistema di isolamento termico né di un sistema di riscaldamento adeguato. Inoltre, a causa della predominanza dell'uso del carbone come fonte di energia, i consumi il riscaldamento nel settore residenziale hanno un grosso peso nel bilancio globale energetico della città (pari quasi all'80% del consumo energetico residenziale). Pertanto, le maggiori sfide che Gaziantep sta cercando di affrontare riguardano la risoluzione di questi problemi strutturali.

Göteborg

Göteborg, invece, ha aderito al programma con l'intento di riqualificare il quartiere Angered e, nello specifico, l'area di Hammarkullen, dove risiedono 7.800 abitanti. Parte del gruppo di edifici selezionati sono di edilizia residenziale pubblica, costruiti tra il 1965 e il 1970. Gli edifici sono sia di proprietà privata che pubblica e 1.342 appartamenti sono di proprietà della società municipale di housing *Bostadsbolaget*. Uno degli edifici è lungo oltre 300 metri, ma ci sono anche aree con edifici a 3 piani, case di piccole dimensioni e ville, oltre a scuole e asili nido. Le sfide che Göteborg si è prefissa sono principalmente di natura sociale. Difatti, più dell'80% della popolazione di Hammarkullen ha un background migratorio, circa il 57% è nato all'estero e molti sono arrivati lì come rifugiati; il reddito medio è circa il 54% di quello medio di Göteborg e il 29% delle famiglie beneficiano di sussidi sociali. Inoltre, considerato che a Göteborg c'è stata una seria carenza abitativa, questo ha avuto un grande impatto su Hammarkullen, dove molte famiglie sono costrette a vivere in situazioni di sovraffollamento. Dunque, il Comune intende migliorare la qualità urbana e abitativa e lo stile di vita dei cittadini del quartiere utilizzando modelli di finanziamento indirizzati a riqualificare gli edifici senza causare un aumento eccessivo dei canoni di locazione e prevenendo fenomeni di gentrificazione.

2.4. ZenN

Il programma ZenN è stato avviato a marzo 2013 per promuovere il concetto di *Net Zero-Energy District* (NZED) e, quindi, per ridurre il consumo energetico negli edifici e nei quartieri esistenti. Il suo completamento è avvenuto a ottobre 2017 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 15.677.564, dei quali € 9.470.153 (60,41%) sono stati contributi UE.

Il programma è stato gestito e guidato da *Tecnalia Research & Innovation*, il più grande centro spagnolo di ricerca applicata e sviluppo tecnologico e membro della *Basque Research and Technology Alliance*.

2.4.1 Obiettivi e strategia

Gli obiettivi generali dichiarati da ZenN possono essere sintetizzati in: verifica della fattibilità (tecnica, finanziaria e sociale) di processi innovativi di ristrutturazione a basso consumo energetico per edifici a scala di quartiere; identificazione, ottimizzazione e diffusione di sistemi di gestione e di forme di finanziamento per facilitare l'implementazione su larga scala di progetti di retrofit urbano; sviluppo, miglioramento e lancio di piani di replica con la partecipazione di varie amministrazioni locali.

Al riguardo, le sfide principali affrontate dal programma sono state:

- fornire soluzioni tecniche economicamente vantaggiose in grado di migliorare in modo sostanziale le prestazioni energetiche di un edificio consentendo al tempo stesso un ragionevole ritorno dei periodi di investimento;
- fornire un piano finanziario adeguato a facilitare il coinvolgimento dei gruppi con risorse finanziarie limitate;
- superare le difficoltà generate dalla frammentazione della struttura della proprietà immobiliare (la numerosità di proprietari genera spesso conflitti che richiedono la stipula di accordi ampi e complessi);

- affrontare le problematiche economico-sociali dei cittadini in quanti utenti finali.

ZenN si è concentrato sul raggiungimento dei suoi traguardi attraverso l'implementazione di quattro progetti dimostrativi situati in differenti città e contesti geografici e sociali. Il quadro comune istituito dal programma è stato composto per essere flessibile e valido per tutte le situazioni indipendentemente dalle caratteristiche dei siti dimostrativi (clima, sistema costruttivo, struttura della proprietà ecc.). Inoltre, il programma ha cercato di analizzare e fronteggiare sia questioni tecniche, relative all'energia, sia questioni finanziarie e gestionali. Da un punto di vista tecnico sono state incorporate diverse soluzioni all'avanguardia, ma sono stati anche aumentati i livelli di consapevolezza degli utenti finali attraverso campagne educative mirate. Anche i settori locali competenti sono stati formati per assimilare le migliori pratiche da una prospettiva urbana. Infine, nel corso del progetto, sono stati elaborati e perfezionati piani di replicazione delle strategie adottate, nel tentativo di massimizzare la divulgazione dall'esperienza conseguita dalla realizzazione dei progetti.

Il progetto ZenN è articolato in sette "pacchetti di lavoro" (*Work Packages - WP*):

- il WP1, che ha gettato le basi per i progetti dimostrativi basandosi su esperienze simili recentemente sviluppate in Europa ed ha definito quale obiettivo comune il rinnovamento a energia quasi zero;
- il WP2, i cui obiettivi sono stati lo sviluppo dei progetti tecnici, l'implementazione delle tecnologie innovative negli edifici e la dimostrazione della transizione energetica del quartiere in NZED;
- il WP3, relativo alla convalida e monitoraggio dei progetti dal punto di vista energetico e ambientale, anche al fine di estrarre linee comuni di azioni, ma anche aspetti specifici sulla ristrutturazione degli edifici e sulla loro riqualificazione energetica;
- il WP4, che ha affrontato le questioni del progetto relative al patrimonio architettonico e culturale, alla consapevolezza e al comportamento delle parti interessate, alle strutture economiche e di proprietà, alla legislazione, alla governance e alla politica;
- il WP5, incentrato sulla formazione e sulla diffusione delle soluzioni tecniche del progetto e dei diversi risultati, così da poter consentire uno scambio di esperienze, metodi, informazioni e soluzioni da trasferire ad altre città e quartieri;
- il WP6, per la replicabilità della strategia del programma e lo sfruttamento dei risultati ottenuti;
- il WP7, dedicato alla gestione complessiva del progetto.

Inoltre, durante la durata del progetto sono state condotte varie attività di formazione, al fine di trasferire le conoscenze a specifici gruppi target. Tali attività hanno riguardato campagne di formazione per i progetti dimostrativi, visite di studio con workshop e seminari e campagne di comunicazione sui progetti, sulle soluzioni tecniche impiegate e sulle difficoltà affrontate durante i lavori. Ulteriori attività sono state organizzate per la divulgazione dei progetti ai responsabili politici, con l'obiettivo di fornire loro informazioni sugli impatti energetici, ambientali e sociali della transizione energetica di quartieri in NZED. Infine, sono state avviate anche attività di formazione per il trasferimento delle conoscenze agli utenti finali degli edifici dei siti dimostrativi, tramite incontri informativi e materiale stampato, al fine di fornire loro le informazioni necessarie per utilizzare in modo efficiente le diverse soluzioni tecniche installate negli edifici.

I progetti dimostrativa ZenN sono stati realizzati nelle città di: Grenoble (Francia); Malmö (Svezia); Eibar (Spagna) e Oslo (Norvegia). I dati principali sui progetti pilota sono riportati nella Tabella 2.4.

Tabella 2.4. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma ZenN
(fonte: elaborazione propria su dati www.zenn-fp7.eu)

| Città | Quartiere | Area demo (m ²) | Risparmio energetico finale (kWh/mq anno) | Riduzione di CO ₂ (kgCO ₂ eq anno) |
|----------|-----------|-----------------------------|---|--|
| Grenoble | Arlequin | 21.400 | n.d. | n.d. |
| Malmö | Lindängen | 48.515 | 31,18 | 497.570 |
| Eibar | Mogel | 9.450 | 74 | 108.675 |
| Oslo | Økern | 9.357 | 147 | 294.745 |

La fase di monitoraggio dei lavori nei siti dimostrativi ZenN ha mostrato il raggiungimento di una significativa riduzione del consumo di energia, compreso tra il 26% e il 67% dei carichi energetici iniziali:

- a Grenoble, dove il teleriscaldamento locale è alimentato da biomassa, la quota di energia rinnovabile ottenuta è stata superiore al 90%;
- nel caso di Oslo e Malmö, la produzione di elettricità dei pannelli fotovoltaici installati ha contribuito, rispettivamente, al 7,5% e al 4,3% della domanda totale di energia degli edifici;
- infine, nel caso di Mogel i collettori solari installati sulle coperture sono stati in grado di coprire il 30% del carico energetico richiesto per il riscaldamento dell'acqua sanitaria.

Le fasi di monitoraggio al termine dei lavori, inoltre, hanno dimostrato come il comportamento energetico degli inquilini degli edifici è stato determinante per raggiungere un elevato livello di efficienza energetica e ciò è stato evidente soprattutto ad Arlequin e a Mogel, dove i residenti hanno avuto il controllo diretto delle impostazioni interne del riscaldamento ambientale.

Infine, è interessante sottolineare come ZenN abbia cercato di comprendere e affrontare le aspettative e le problematiche degli stakeholders coinvolti dai progetti (prima, durante e dopo il completamento dei lavori), al fine di attuare un processo trasformativo positivo per tutti. Per conoscere l'opinione delle parti interessate sulle esperienze dei quattro progetti dimostrativi durante i processi di efficientamento energetico e sull'ottimizzazione di questi processi, sono state effettuate delle interviste a:

- gli utenti finali che consumano energia (residenti, personale della casa di cura);
- proprietari immobiliari (residenti, società immobiliari, Comuni);
- professionisti coinvolti nella realizzazione dei progetti (appaltatori, architetti, ingegneri, consulenti, gestori delle strutture);
- professionisti coinvolti dopo la realizzazione dei progetti (gestori delle strutture, portinai).

Tali interviste hanno rivelato che i progetti ZenN sono stati abbastanza innovativi nei loro processi di comunicazione e cooperazione. Ad esempio, ad Arlequin si è lavorato molto per garantire una proficua collaborazione tra le parti interessate sin dall'inizio del progetto di ristrutturazione; mentre, a Mogel è stato adottato un approccio utile a superare gli atteggiamenti negativi e restii dei residenti verso la realizzazione degli interventi.

2.4.2 Progetti pilota



Figura 2.6. Sito dimostrativi di Grenoble (in alto a sinistra), Malmö (in alto a destra), Eibar (in basso a sinistra) e Oslo (in basso a destra) (fonte: www.zenn-fp7.eu)

Grenoble

A Grenoble i lavori di retrofit energetico urbano sono stati concentrati nel quartiere di Arlequin, un insediamento residenziale degli anni '70 del XX secolo di 1.800 abitazioni site in edifici elevanti dai 6 ai 15 piani, che fa parte di un'area chiamata *Villeneuve*. Il quartiere è caratterizzato da una struttura della proprietà mista, in cui parte degli immobili è di proprietà privata, parte appartiene a due associazioni di social housing (SHD e ACTIS) e un'alta percentuale degli appartamenti è abitata da affittuari (Fig. 2.6).

Il progetto originario di Arlequin prevedeva mescolanza e forme architettoniche innovative e il suo obiettivo era quello di fornire agli abitanti un grande parco e diverse attrezzature pubbliche nelle immediate vicinanze delle loro abitazioni; col tempo, però, il quartiere si è trasformato in un'area degradata abitata solo da residenti con basso livello di reddito e alto tasso di disoccupazione. Il progetto è stato caratterizzato, dunque, dalla forte volontà politica di rigenerazione del quartiere e il suo successo è stato raggiunto anche grazie al dialogo continuo con i residenti: prima dell'inizio dei lavori sono stati presentati la natura e i benefici del progetto; durante la fase di costruzione i residenti sono stati costantemente informati dell'avanzamento dei lavori e sono stati compiuti sforzi per minimizzare gli impatti negativi sulla loro vita quotidiana (come la creazione di appartamenti di transizione); infine, al termine dei lavori, il comportamento dei residenti è stato orientato da campagne educative per sviluppare la consapevolezza sulla possibilità di risparmio energetico (che può costituire circa il 30-40%) e su altre questioni, come la produzione e la gestione dei rifiuti.

La replica delle tecniche e dei metodi studiati è stato un obiettivo centrale del progetto ZenN ed è stato sviluppato dai partner locali di Grenoble. Difatti, la città di Grenoble e il suo subappaltatore *MANASLU Ing.* hanno effettuato un trasferimento delle conoscenze acquisite in ZenN alla metropoli di Grenoble attraverso un piano d'azione di retrofit chiamato "*Mur/Mur 2*" per le comunità residenziali. Inoltre, nel settembre del 2015 la città di Grenoble ha partecipato al progetto nazionale "*Città e territori durevoli*" lanciato dall'*Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine* francese con una strategia di retrofit basata sulle conoscenze ZenN.

Le principali sfide del progetto sono state: coinvolgere le associazioni di *housing* sociali, ACTIS e SDH, nel progetto sperimentale ZenN; predisporre processi di intervento su edifici molto complessi e densamente abitati; conciliare il cronoprogramma previsto da ZenN con il progetto di rinnovamento urbano dell'area di *Villeneuve*.

Il successo del progetto, invece, è stato condizionato da:

- forte volontà politica, che ha dato un impulso al processo di riqualificazione urbana e ha riunito i diversi attori;
- proficua collaborazione tra tecnici, proprietari immobiliari, imprese edili e capo progetto;
- buona qualità degli interventi realizzati, grazie alla formazione dei lavoratori;
- dialogo continuo con i residenti;
- monitoraggio, al fine di mantenere il livello delle prestazioni;
- capacità di duplicazione degli interventi su una scala più ampia.

Malmö

Il sito dimostrativo di Malmö è stato il quartiere Lindängen, costituito da edifici residenziali degli anni '70 del XX secolo di proprietà di una società immobiliare privata (*Trianon*) e abitato da cittadini aventi un reddito medio molto basso. Il quartiere è costituito da 6 edifici residenziali, ma solo 4 sono stati inclusi nel progetto ZenN, per un totale di 250 appartamenti in cui vivono circa 1.000 residenti (Fig. 2.6).

Gli edifici erano caratterizzati da un sistema di riscaldamento obsoleto, ventilazione di scarico senza recupero di calore e infissi datati che dovevano essere sostituiti. Pertanto, al fine di migliorare considerevolmente l'efficienza energetica e trasformare gli edifici in strutture ad alto profilo ambientale, sono state realizzate le seguenti misure: installazione di contatori individuali di acqua calda, di un nuovo sistema di riscaldamento e ventilazione con recupero di energia e di nuovi termostati; sostituzione degli infissi esterni; installazione di apparecchi luminosi ad alta efficienza energetica; collocamento di celle solari sui tetti; installazione di pompe più efficienti per i sistemi di riscaldamento e di circolazione dell'acqua calda.

Il piano ha affrontato sia questioni energetiche e ambientali, come la riduzione della domanda di energia e delle emissioni di CO₂ (sono stati ridotti di circa il 53% i consumi finali di energia), sia sociali, per migliorare l'immagine del quartiere, ridurre il tasso di trasferimento della popolazione e attrarre anche nuovi abitanti.

Eibar

Ad Eibar gli interventi di ZenN hanno riguardato il quartiere Mogel, un insediamento residenziale degli anni '50 del secolo scorso formato da 21 edifici di 5 piani ciascuno²⁸ con una

²⁸ Fatta eccezione per un edificio che ha solo tre piani.

struttura della proprietà molto frammentata. La popolazione residente nel quartiere è prevalentemente a reddito medio-basso, con un mix di residenti di terza età e giovani coppie (Fig. 2.6).

Il progetto di rinnovamento di Mogel è iniziato nel 2006, quando i residenti, rappresentati da un comitato di quartiere, hanno proposto di ottimizzare l'accessibilità degli edifici residenziali tramite l'installazione di scale mobili e di un ascensore pubblico nel quartiere. Da allora il comitato ha continuato ad essere attivo e a promuovere interventi di miglioramento, anche di riqualificazione energetica urbana, che hanno ottenuto – attraverso il consiglio comunale di Eibar – un finanziamento dal governo basco fino a € 2.800.000 (tramite il programma *Renove*). Le decisioni comuni sono state prese a livello di edificio e hanno richiesto accordi da parte del 100% dei proprietari; inoltre, ha interceduto anche una *Commissione* che aveva lo scopo di rappresentare gli interessi di tutti i proprietari del quartiere (ma che non era autorizzata a prendere decisioni).

La partecipazione sociale e, parallelamente, il supporto di *stakeholders* locali e la collaborazione con le istituzioni pubbliche, sono stati il cuore di questo progetto, che ha portato al retrofitting energetico di tutti gli edifici di Mogel e all'incremento della qualità della vita dei suoi cittadini. Riguardo questo progetto è interessante osservare come il cambiamento di mentalità di alcuni residenti abbia provocato un cambiamento di opinione più vasto all'interno dell'intera comunità e abbia indotto una comunità a promuovere il rinnovamento dell'intero quartiere. Persino i cittadini residenti in quartieri vicini hanno successivamente preso in considerazione di procedere con processi di retrofitting dei loro edifici. Un importante fattore di successo è stato che i residenti, durante l'intero processo, sono stati ben informati sugli aspetti tecnici ed economici del progetto. Le informazioni sono state fornite da assemblee generali con i residenti, incontri con i rappresentanti delle comunità, riunioni negli edifici, e-mail e distribuzione di materiale cartaceo. Inoltre, sono stati fondamentali la cooperazione e il supporto da parte degli *stakeholder* e la continuità dei sostegni economici (da parte dei programmi ZenN e *Renove*), che hanno consentito di ottenere la redditività economica dei lavori di retrofit energetico.

Oslo

Infine, ad Oslo il caso dimostrativo ha riguardato la casa di cura Økern, un complesso edilizio costruito nel 1975 contenente 140 alloggi per anziani, di proprietà di una società di gestione immobiliare (*Omsorgsbygg*) e locata al Comune (Fig. 2.6).

Økern è composta da quattro edifici, di cui solo uno è stato ristrutturato con ZenN; gli altri edifici sono stati rinnovati tra il 2000 e il 2010. Il progetto ha previsto: l'ispessimento dello strato di isolamento delle facciate; la riduzione dei ponti termici; l'installazione di un sistema di illuminazione a basso consumo energetico con sensori di movimento; l'installazione di un impianto fotovoltaico sul tetto. Durante la progettazione e la realizzazione del progetto è stata posta particolare attenzione all'organizzazione dell'esecuzione dei lavori, per fare in modo che non venisse mai interrotta l'attività di cura degli ospiti di Økern. Questa è stata anche la sfida maggiore del progetto, poiché ha richiesto un preciso coordinamento con tutti i diversi attori coinvolti (progettisti, proprietari, gestori, ecc.).

Durante i lavori, sono stati condotti una serie di seminari per trasferire le conoscenze dai ricercatori ai progettisti e agli appaltatori al fine di raggiungere gli obiettivi di efficientamento e di risparmio energetico. Inoltre, durante la fase di progettazione, gli inquilini sono stati coinvolti in regolari riunioni per rendere l'edificio *user-friendly* e corrispondente alle loro esigenze.

2.5. CITYFiED

Il programma CITYFiED - *Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities* è stato avviato ad aprile 2014 allo scopo di fornire una strategia replicabile, sistemica e integrata per trasformare le città europee in *smart cities*, concentrandosi sulla riduzione della domanda di energia e delle emissioni di gas serra e aumentando l'uso di fonti energetiche rinnovabili. Il programma ha, inoltre, definito una metodologia economicamente vantaggiosa per pianificare e attuare azioni di retrofitting ad alta efficienza energetica a scala di quartiere. Il suo completamento è avvenuto a marzo 2019 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 46.038.297, dei quali € 25.828.319 (56,10%) sono stati contributi UE.

Il programma è stato gestito e guidato, come R2CITIES, dal *Centro Tecnológico CARTIF*, con sede nella città di Valladolid, in Spagna.

2.5.1 Obiettivi e strategia

Dal punto di vista tecnico e scientifico, CITYFiED si è focalizzata sullo sviluppo di tecnologie e soluzioni utili ad ottimizzare la riqualificazione dei quartieri residenziali, migliorare la distribuzione di energia elettrica e integrare sistemi di teleriscaldamento e fonti energetiche rinnovabili. Invece, dal punto di vista economico, ha elaborato modelli di finanziamento per trasformare alcune aree urbane in *Net Zero-Energy Districts* (NZED). Dunque, CITYFiED si è basato su un mix di tecnologie e modelli finanziari per lo sviluppo sostenibile di *smart cities* a livello di quartiere e per fornire un'alta qualità della vita ai cittadini attraverso una migliore gestione delle risorse urbane.

La sfida per un'energia sicura, pulita ed efficiente è al centro di CITYFiED e il programma ha operato in linea con l'iniziativa *Smart Cities and Communities*, prestando particolare attenzione al *pillar* energetico e alle sue interfacce con i *pillars* della *Tecnologia dell'Informazione e della Comunicazione* (ICT) e della mobilità (Fig. 2.7).

Tra le priorità di CITYFiED c'è stata anche la volontà di promuovere l'accettazione sociale dei progetti attraverso una comunicazione efficace e di aumentare la consapevolezza delle comunità sui benefici derivanti dall'efficientamento energetico.

Il programma è stato testato in tre siti dimostrativi diversificati per tipologia edilizia, struttura della proprietà, soluzioni tecnologiche e contesto socio-economico. I tre siti sono: Soma (Turchia); Laguna de Duero (Spagna) e Lund (Svezia). Queste città hanno effettuato la riqualificazione di un quartiere adottando un approccio sistemico utile ad ottenere significativi risparmi energetici, edifici a energia quasi zero e basse emissioni di CO₂. I dati principali sui progetti pilota sono stati riportati nella Tabella 2.5.

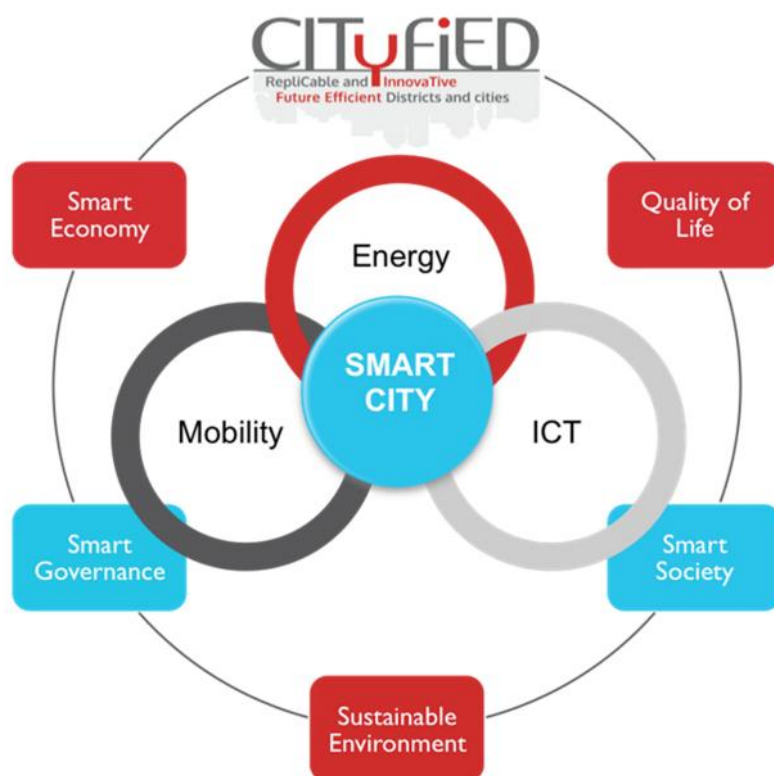


Figura 2.7. I pillars di CITYFiED (fonte: www.cityfied.eu)

Tabella 2.5. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma CITYFiED
(fonte: elaborazione propria su dati www.cityfied.eu)

| Città | Quartiere | Area demo (m ²) | Numero di edifici (n.) | Numero di abitazioni (n.) | Risparmio energetico finale (kWh/mq anno) | Riduzione di CO ₂ (kgCO ₂ eq anno) |
|-----------------|-----------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|---|--|
| Soma | Manisa | 7.037 | 82 | 346 | 82,29 | 69.317 |
| Laguna de Duero | Torrelago | 143.025 | 31 | 1.488 | 76,7 | 746.885 |
| Lund | Linerø | 40.400 | 16 | 379 | 95,5 | 393.704 |

L'azione dimostrativa nelle tre città ha riguardato l'efficientamento energetico di 190.462 mq di superficie abitativa, 2.067 abitazioni e il miglioramento della qualità della vita di oltre 5.700 cittadini. Al termine del progetto sono stati raggiunti oltre 13.000 MWh annui di risparmio energetico finale e oltre 1.600 tonnellate di CO₂ annue di riduzione delle emissioni.

Parallelamente alle azioni dimostrative nei tre siti demo, CITYFiED ha sviluppato dei piani di replicazione delle azioni di retrofitting ad alta efficienza energetica, al fine di contribuire alla transizione di quartieri urbani in NZED. Difatti, un altro elemento chiave della strategia del programma CITYFiED è stata la creazione di un *City Cluster*²⁹ di 11 città e di una *Community of Interest* di altre 44 città, che hanno consentito di massimizzare il potenziale di replica dei risultati del progetto, diffondendo contenuti sui benefici dell'efficienza energetica nell'ambiente urbano e condividendo soluzioni energetiche e modelli di business.

²⁹ Tra le città del *City Cluster* sono presenti le italiane Firenze, Napoli, Rovereto, Salerno e Udine.

2.5.2 Progetti pilota



Figura 2.8. Edifici tipo (ante intervento) dei siti dimostrativi di Soma (in alto), Laguna de Duero (in mezzo) e Lund (in basso) (fonte: www.cityfied.eu)

Soma

Il sito dimostrativo di Soma è Manisa, un quartiere composto da 82 edifici costruiti nel 1982, di cui 79 edifici residenziali, 2 edifici destinati a residenze per anziani e 1 centro congressi (Fig. 2.8a). Il proprietario del quartiere era SEAS (*SOMA Electricity Generation & Trading Company*),

una società pubblica che si occupava della gestione degli edifici; ma dopo l'inizio dei lavori, la proprietà è passata a EÜAŞ (*Electricity Generation Company of Turkey*).

Nel quartiere riscaldamento era prevalentemente prodotto attraverso stufe a carbone (70%) e solo una parte degli edifici erano riscaldati da caldaie. Quindi, dal punto di vista tecnico ed edilizio, gli interventi hanno riguardato principalmente: l'ammmodernamento degli impianti di riscaldamento (attraverso l'installazione di sistemi di riscaldamento radiante a bassa temperatura); l'adeguamento dell'involucro edilizio (installazione di isolamento termico sulle pareti, sostituzione di infissi, ecc.); l'implementazione di fonti energetiche rinnovabili; l'implementazione di soluzioni ICT; l'installazione di sistemi di gestione e controllo dell'energia (installazione di un DEMS - *District Energy Management System*, un BEMS - *Building Energy Management System* e un HEMS - *Home Energy Management System*).

Erano stati previsti anche altri interventi, come l'installazione di un *Building Integrated Photovoltaics* (BIPV) e di un impianto di teleriscaldamento, ma a causa dei procedimenti amministrativi turchi e di alcuni eventi politici, i lavori avevano subito pesanti ritardi e EÜAŞ aveva deciso di interromperli. Ovviamente, questa decisione ha influito sul modello di business del progetto, rendendo impossibile il pieno raggiungimento degli obiettivi iniziali.

Laguna de Duero

A Laguna de Duero il progetto ha riguardato il quartiere di Torrelago, un complesso di 31 edifici privati costruiti tra il 1977 e il 1981 di 12 elevazioni fuori terra e dotati di teleriscaldamento (Fig. 2.8b). La principale caratteristica distintiva di questo caso è la struttura della proprietà immobiliare: ogni abitazione è di proprietà di un privato cittadino e i cittadini sono poi riuniti in due *Comunità di Proprietari*.

Dal punto di vista tecnico, gli interventi hanno riguardato: il posizionamento di un *Exterior Thermal Insulation Composite System* (ETICS); la ristrutturazione degli impianti esistenti (ristrutturazione dell'impianto di teleriscaldamento e sostituzione parziale delle caldaie a gas); l'implementazione di soluzioni di ICT; la creazione di sistemi di gestione e controllo dell'energia (installazione di DEMS, BEMS e HEMS).

Lo schema finanziario per la realizzazione di questi interventi è basato su un modello privato di condivisione del rischio tra una *Energy Service Company* (ESCO) e un'impresa di costruzioni: l'investimento iniziale per pagare il costo degli interventi è stato sostenuto dalle società private, per essere poi rimborsato dai proprietari delle abitazioni attraverso canoni mensili stabiliti da un contratto pluriennale.

Lund

A Lund il sito dimostrativo è il quartiere di Linero, che è costituito da 28 edifici di tre elevazioni fuori terra suddivisi in due blocchi di edifici, Eddan e Havamal, entrambi costruiti all'inizio de 1970. Il progetto CITYFiED ha coinvolto solo 16 edifici, per un totale di 379 abitazioni e 40.400 mq di superficie (Fig. 2.8b). Anche in questo caso, la domanda di calore era fornita quasi totalmente da un sistema di teleriscaldamento.

Gli interventi tecnici realizzati sono stati simili a quelli degli altri due siti: adeguamento dell'involucro edilizio; rifacimento degli impianti esistenti (miglioramento del sistema di ventilazione, implementazione di soluzioni di ICT; installazione di DEMS, BEMS e HEMS.

2.6. Sinfonia

Il programma Sinfonia - *Città a basse emissioni di CO₂ per una migliore qualità della vita* è stato avviato a giugno 2014 per implementare in città europee di medie dimensioni soluzioni energetiche estese che possono essere trasferite e adattate a molteplici contesti dell'Unione Europea. Il suo completamento è avvenuto a maggio 2019 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 43.147.381, dei quali € 27.451.972 (63,62%) sono stati contributi UE.

Il programma è stato gestito e guidato dalla *SP Technical Research Institute of Sweden*, una società per azioni, interamente di proprietà del governo svedese, che si occupa di ricerca applicata, studi e indagini tecniche, assicurazioni di qualità e certificazioni.

2.6.1 Obiettivi e strategia

Il programma è basato sulla stretta collaborazione tra le città di Bolzano (Italia) e Innsbruck (Austria), che hanno conseguito un risparmio di energia primaria del 40-50% e aumentato la quota di fonti rinnovabili del 20% in due siti pilota. Ciò è stato concretizzato mediante una serie di misure integrate che hanno combinato il risanamento di oltre 100.000 mq di superficie abitativa con l'ottimizzazione delle reti elettriche e l'allaccio alle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento cittadino. I dati principali sui progetti pilota sono riportati nella Tabella 2.6.

Tabella 2.6. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma Celsius
(fonte: elaborazione propria su dati [www. sinfonia-smartcities.eu](http://www.sinfonia-smartcities.eu))

| Città | Quartiere | Area demo (m ²) | Risparmio energetico finale (kWh/mq anno) | Riduzione di CO ₂ (kgCO ₂ eq anno) |
|----------|------------------|-----------------------------|---|--|
| Bolzano | Europa Novacella | 47.963 | 57.58 | N.D. |
| Innsburg | Zona orientale | 24.195 | 56.53 | 602.516 |

Una parte del programma è stata dedicata alla trasferibilità e alla scalabilità delle soluzioni tecniche e progettuali implementate nei due distretti pilota. Per conseguire tale scopo, SINFONIA ha definito una serie limitata di tipologie di quartieri e relativi modelli di efficientamento, consentendo alle città di valutare più agevolmente le proprie esigenze e individuare con maggiore efficacia le loro strategie di adeguamento a lungo termine (Bisello, 2020) (Fig. 2.9).

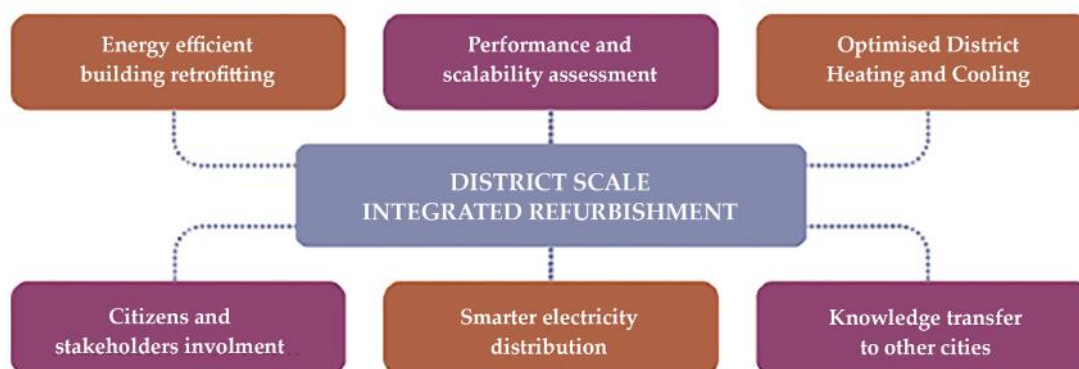


Figura 2.9. Approccio strategico di Sinfonia (fonte: [www. sinfonia-smartcities.eu](http://www.sinfonia-smartcities.eu))

Scalabilità, trasferibilità, modelli e tipologie sono in fase di verifica e approvazione da parte di tutti gli attori coinvolti, pubblici e privati, dai cittadini agli enti di vigilanza energetici, nelle cinque città *Early Adopter* che hanno aderito al programma in una fase successiva rispetto a Bolzano e Innsbruck e che sono: Borås (Svezia); Pafos (Cipro); Siviglia (Spagna); La Rochelle (Francia); Rosenhiem (Germania).

Inoltre, l'insieme delle città SINFONIA stanno mettendo la loro esperienza a disposizione di altri attraverso un *Cluster di replica (Replication Cluster)*, che è un'iniziativa congiunta dei programmi EU-GUGLE e SINFONIA per condividere le esperienze delle loro otto città pilota e sette città *early adopter*. Il cluster sta offrendo un supporto *peer to peer* ad altre città e comunità, le *Replication Cities*, interessate ad attuare strategie di riqualificazione energetica a scala di quartiere e orientare verso una maggiore sostenibilità urbana³⁰.

2.6.2 Progetti pilota



Figura 2.10. Siti dimostrativi di Bolzano (a sinistra) e Innsbruck (a destra)
(fonte: [www. sinfonia-smartcities.eu](http://www.sinfonia-smartcities.eu))

³⁰ Tra le *replication cities* sono presenti anche le città italiane di Nuoro, Putifigari e La Spezia.

Bolzano

A Bolzano il sito dimostrativo del programma è stato il quartiere sudoccidentale della città, il quartiere Europa Novacella (Fig. 2.10), dove hanno sede 37.000 mq di alloggi sociali costruiti negli anni '50 e '60. Nello specifico, sono stati oggetto di interventi due blocchi di edifici, che sono stati ristrutturati per conseguire elevate performance energetiche e migliore comfort interno.

Le misure implementate comprendono: l'isolamento dell'involucro degli edifici tramite installazione di un sistema a cappotto, la sostituzione degli infissi esterni e l'eliminazione dei ponti termici; l'installazione di un sistema di riscaldamento a pavimento negli appartamenti; l'integrazione di fonti di energie rinnovabili per la produzione di energia elettrica, energia termica e acqua calda ad uso domestico (pannelli solari/fotovoltaici); la rimozione delle coperture esistenti e la costruzione di un tetto verde; l'ampiamiento e l'ottimizzazione della rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento per ridurre le emissioni di CO₂ equivalente e di ossido di azoto. Per quanto riguarda la rete elettrica, è stato attivato un sistema USOS-GRID (*Urban Service-Oriented Sensible Grid*) al fine di un miglior controllo della distribuzione dell'energia. Inoltre, a livello urbano sono state collocate diverse stazioni di ricarica per biciclette e veicoli elettrici e alcune stazioni meteorologiche per il monitoraggio delle condizioni climatiche locali; inoltre, è stato rinnovato anche il sistema di illuminazione pubblica.

Riguardo al progetto di riqualificazione energetica è interessante sottolineare che l'impianto solare termico – progettato per coprire almeno il 50% della domanda di acqua calda – non è stato installato totalmente sulle coperture, ma è stato posizionato anche verticalmente nella facciata sud dell'edificio principale, rendendo superflui gli impianti a gas degli appartamenti (che sono stati dismessi). Il sistema termico, inoltre, ha generato una potenza tale da richiedere l'installazione di un grande sistema di accumulo termico, che è stato localizzato in un apposito vano tecnico sotterraneo.

Innsbruck

Il sito dimostrativo austriaco è stato il quartiere orientale della città di Innsbruck, dove sono presenti 66.000 mq di edifici residenziali costruiti tra 1930 e il 1980 (Fig. 2.10). I blocchi edilizi del quartiere sono stati tutti ristrutturati al fine di migliorare la qualità abitativa delle abitazioni e le performance energetiche dei fabbricati, riducendo la domanda finale di energia sino all'80%.

Gli interventi realizzati sono stati: l'ottimizzazione dell'involucro edilizio tramite l'installazione di un sistema a cappotto, la sostituzione degli infissi esterni e l'eliminazione dei ponti termici; l'installazione di sistemi di ventilazione con recupero efficiente del calore; l'installazione di impianti ad energia rinnovabile. La rete di teleriscaldamento presente è stata estesa e ottimizzata per incrementare del 95% lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili e ridurre l'utilizzo di combustibili fossili del 22% attraverso il recupero di calore dalle industrie locali e l'integrazione di energia solare. Inoltre, sono stati installati sistemi intelligenti di gestione dell'energia che consentono di sintonizzare domanda e offerta e di ridurre la domanda generale di energia del 3%.

2.6.3 Smart City Tools

SINFONIA, per aumentare il potenziale di replicazione dei suoi progetti, ha sviluppato una serie di strumenti utili a città e operatori nel settore dell'efficientamento energetico e delle *smart city* con l'intento di renderli gratuitamente disponibili online:

- *DistrictPH*, uno strumento Excel di supporto ai bilanci energetici a scala di quartiere utile a migliorarne l'efficienza energetica. Il suo focus è sugli edifici e analizza i contributi al bilancio energetico dell'efficientamento di sistemi impiantistici relativi al riscaldamento, al raffreddamento e alla produzione di acqua calda sanitaria;
- *CROCUS*, uno software che simula il consumo di energia per uso finale (illuminazione, riscaldamento, ecc.) di una città, ottimizza il teleriscaldamento e fornisce analisi costi-benefici di diverse strategie di ristrutturazione. Lo strumento mira ad aiutare i dipartimenti tecnici delle città nella pianificazione di piani di riqualificazione energetica a lungo termine;
- *Analisi SWOT dei piani Smart City (SWOT analysis of Smart City plans)*, uno strumento sviluppato da *EURAC Research* (un centro privato di ricerca applicata con sede a Bolzano) di autovalutazione per le amministrazioni cittadine che intendono identificare punti di forza e di debolezza, opportunità e minacce nell'attuazione di un progetto *smart city*. Questo strumento si basa su una serie di 40 domande cui rispondere solo "Sì", "No" o "Non lo so" e, non richiedendo dati numerici, può essere facilmente utilizzabile da tutti;
- *Linee guida per costruire uno scenario di base per l'energia*, un insieme di indicazioni per raccogliere ed elaborare i dati richiesti al fine di costruire un database energetico utile allo sviluppo di idonee strategie. Le linee guida descrivono le attività da svolgere e una "lista di controllo ideale" dei dati raccolti;
- *Database delle migliori pratiche disponibili nella ristrutturazione ad alta efficienza energetica (Database of best available practices in energy-efficient refurbishment)*, una collezione pubblica di dati descrittivi delle soluzioni di retrofit utilizzate nei progetti di Bolzano e Innsbruck e loro valutazioni. Il database è riferito a due specifiche misure di ristrutturazione degli edifici, ovvero l'involucro dell'edificio e sistemi impiantistici, e fornisce parametri tecnici relativi all'efficienza energetica di ogni misura;
- *Set di lezioni apprese (Set of lessons learned)*, un *toolkit* che fornisce informazioni su alcune delle lezioni apprese sulle competenze trasversali del team del progetto SINFONIA, incluse le raccomandazioni per i futuri utenti;
- *Buone pratiche per il coinvolgimento degli stakeholders (Good practices for stakeholders' involvement)*, uno strumento web che fornisce alle città e alle parti interessate approfondimenti sulle esperienze acquisite nel coinvolgimento degli stakeholders durante il periodo di esecuzione del progetto e mette a disposizione un kit di strumenti per l'applicazione di metodi utili.

Nonostante la volontà dichiarata di voler rendere disponibili gratuitamente tutti questi strumenti, solo *Analisi SWOT dei piani Smart City* (www.sinfonia.eurac.edu/swot), *Database delle migliori pratiche disponibili nella ristrutturazione ad alta efficienza energetica* (www.sinfonia.passiv.de), *Buone pratiche per il coinvolgimento degli stakeholders* (www.sinfonia-smartcities.eu/it/stakeholder-engagement-toolkit) sono effettivamente fruibili e consultabili online.

2.7. City-Zen

Il programma City-Zen - *City Zero (Carbonio) Energy* è stato avviato a marzo 2014 allo scopo di promuovere *smart cities* efficienti dal punto di vista energetico e costruire una metodologia e degli strumenti utili al raggiungimento degli obiettivi 20-20-20 da parte di città, imprese e cittadini. Il suo completamento è avvenuto a febbraio 2019 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 42.874.939, dei quali € 25.189.520 (58,75%) sono stati contributi UE.

City-zen è stato coordinato da VITO, un consorzio composto da 25 partner provenienti da 5 paesi europei che rappresentano industrie, operatori di rete, società immobiliari, rappresentanti delle città e istituti di ricerca.

2.7.1 Obiettivi e strategia

Il programma è basato sull'idea centrale di implementare su larga scala nuove soluzioni e tecnologie urbane intelligenti; si è concentrato, difatti, sulle soluzioni *New Urban Energy* che possono aiutare le città a diventare energeticamente neutrali. Per affrontare tale sfida, il programma ha puntato alla combinazione di conoscenze accademiche, tecnologie innovative e alla partecipazione attiva della popolazione, che è stata coinvolta attraverso gruppi di utenti e comitati consultivi con rappresentanti della società. City-zen ha anche cercato di risolvere le difficoltà di realizzazione di interventi di riqualificazione ad alta efficienza energetica, costruire *business plan* adeguati alla scala di quartiere e rendere la tecnologia più *user-friendly* sia a livello di sistema (*smart grid*, teleriscaldamento, ecc.), sia a livello domestico (sistemi impiantistici, ICT, ecc.).

Il programma è stato suddiviso in nove *Work Package* (WP) (Fig. 2.11) interdipendenti guidati da diversi partner:

- il WP1 relativo a gestione, coordinamento del progetto e comunicazione tra i partner e con la Commissione Europea;
- il WP2 sull'avvio del progetto e la costruzione di una solida base condivisa da cui far partire i lavori e le collaborazioni;
- il WP3 su ricerca, integrazione e sviluppo tecnologico inerente ai sistemi di riscaldamento, ventilazione, teleriscaldamento e teleraffrescamento e alle *smart grid*;
- il WP4 su processi, *stakeholders* e regolamentazione, avente l'obiettivo di creare il contesto per una transizione efficace verso città intelligenti sostenibili attraverso una più ampia integrazione delle tecnologie innovative e la definizione di una *roadmap* per i due progetti di Amsterdam e Grenoble;
- il WP5 relativo esclusivamente al caso di Amsterdam;
- il WP6 relativo esclusivamente al caso di Grenoble;
- il WP7 sul monitoraggio tecnico e la valutazione finale dei progetti;
- il WP8 relativo all'impatto socio-economico dei progetti e alla loro capacità di generare input per lo sviluppo di politiche energetiche;
- il WP9 sulla disseminazione e la diffusione delle conoscenze acquisite attraverso i progetti dimostrativi.

Un altro degli obiettivi centrali di City-zen è stato quello di condividere gli strumenti e le conoscenze acquisite attraverso il progetto, riguardo: soluzioni di retrofitting residenziale;

impianti di riscaldamento e raffreddamento; *smart grid*, ovvero reti intelligenti; sistemi di monitoraggio dei consumi. Pertanto, per i suoi siti dimostrativi ha scelto le città di Amsterdam (Paesi Bassi) e Grenoble (Francia), che erano già all'avanguardia in termini di sostenibilità urbana e con molti investimenti attivi in progetti di *smart city*. I dati principali sui progetti pilota sono stati riportati nella Tabella 2.7.

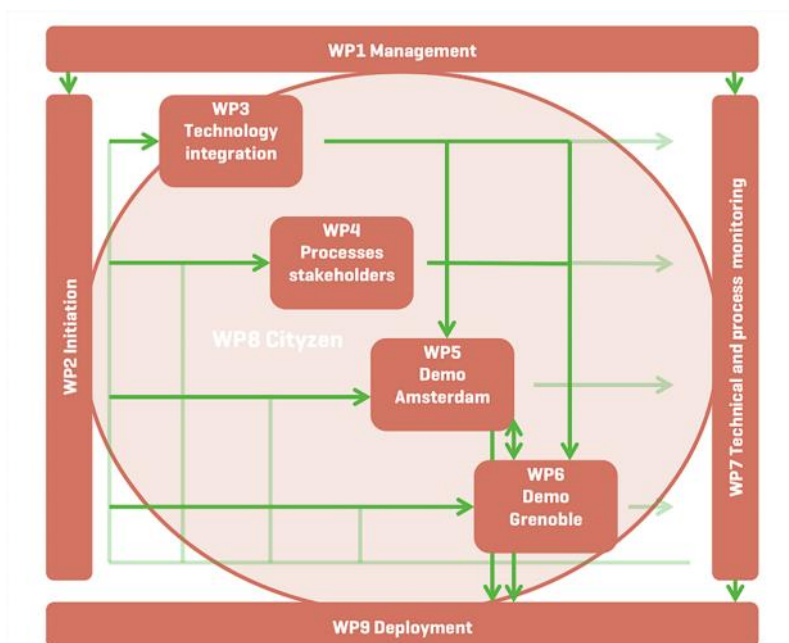


Figura 2.11. I nove WP del programma City-zen (fonte: WWW.cityzen-smartcity.eu)

Tabella 2.7. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma City-Zen (fonte: elaborazione propria su dati www.cityzen-smartcity.eu)

| Città | Quartieri | Numero di abitazioni (n.) | Riduzione di CO ₂ (tCO ₂ /anno) |
|-----------|------------|---------------------------|---|
| Amsterdam | Nieuw West | 800 | 3.000 |
| Grenoble | Éco-cité | 500 | 9.600 |

Sebbene i progetti dimostrativi di City-Zen abbiano riguardato città molto attive sul fronte della sostenibilità e dell'innovazione, uno degli obiettivi dichiarati era la condivisione delle conoscenze ed esperienze acquisite con altre città europee. A tal fine, City-Zen ha composto un gruppo, chiamato *City-zen Roadshow*, di esperti riconosciuti a livello internazionale nel campo della pianificazione energetica per attivare, convincere e incoraggiare altre città a partecipare al programma. Nel corso di un periodo di 4 anni, il team di *City-zen Roadshow* ha visitato 10 città per poter definire delle *best practices* utili a rendere le città più sostenibili e indirizzarle verso la neutralità energetica. Queste città sono state selezionate considerando diversità di climi, tipologie urbane, economie e background culturali, così da verificare che la metodologia promossa possa affrontare sfide sociali e tecnologiche anche molto differenti. Il team *City-zen Roadshow* ha finora visitato le città di Belfast (Regno Unito), Izmir (Turchia), Dubrovnik (Croazia) e Minorca (Spagna), Roeselare (Belgio), Preston (Regno Unito), Nicosia (Cipro), Siviglia (Spagna) e Amersfoort (Paesi Bassi). Il *Roadshow* ha trascorso cinque giorni in ciascuna città ospitante per offrire workshop sull'energia e sulla progettazione urbana a tutte le parti

locali interessate, così da incoraggiarle a partecipare. Tali workshop iniziano identificando il contesto urbano di un quartiere e le sue sfide energetiche e si concludono, il quinto giorno, con la presentazione alla città di una *City Vision* sostenibile che sappia rispondere alle esigenze dello specifico contesto indagato.

2.7.2 Progetti pilota



Figura 2.12. Siti dimostrativi di Amsterdam (a sinistra) e Grenoble (a destra)
(fonte: www.cityzen-smartcity.eu)

Amsterdam

Ad Amsterdam sono state ristrutturate circa 800 abitazioni del quartiere Nieuw West al fine di ridurre di circa 3.000 tonnellate all'anno la loro emissione di CO₂. Il patrimonio edilizio esistente è stato migliorato per garantire un miglior comfort nelle abitazioni e costi energetici più bassi. Per raggiungere questi obiettivi, l'elemento chiave è stato il coinvolgimento di inquilini e proprietari delle abitazioni nella progettazione dei lavori e, in collaborazione con altri soggetti interessati, invitarli ad investire in misure di risparmio energetico, dato che avrebbero beneficiato di bollette energetiche più basse e alloggi più confortevoli e salubri. In una delle abitazioni del quartiere sono stati raggiunti standard qualitativi molto elevati e al suo interno sono state esibite soluzioni nuove e innovative; questa *Lab Home* è stata aperta alle visite, al fine di dimostrare un ampio insieme di sistemi innovativi e di coinvolgere le persone verso uno stile di vita più sostenibile.

Le misure previste da City-Zen hanno riguardato anche interventi di efficientamento della rete elettrica, la cui struttura è stata migliorata e potenziata, e di espansione della rete di teleriscaldamento, ciò al fine di ridurre la produzione di emissioni inquinanti di altre 4.500 tonnellate all'anno. La rete ha messo in comunicazione 10.000 abitazioni, con conseguente acquisizione da parte dei residenti di un maggiore controllo sul loro consumo di energia. Inoltre, City-Zen ha portato alla realizzazione di un sistema di raffreddamento ad acqua (tramite la formazione di una rete di immagazzinamento del freddo nel sottosuolo) che ha reso superflui i sistemi di climatizzazione estiva convenzionali.

Grenoble

A Grenoble il progetto ha riguardato un complesso di edilizia sociale e di condomini privati plurifamiliari costituiti da 500 abitazioni siti sul lato nord della città; tale progetto ha preso il nome di *Éco-cité*. Il Comune, attraverso City-Zen, ha sviluppato una strategia di intervento di

riqualificazione idonea alle tipologie tecniche e architettoniche degli edifici esistenti che ha garantito un risparmio di 9.600 tonnellate di CO₂ all'anno.

Il progetto ha anche ideato e realizzato un innovativo circuito termico, una rete di riscaldamento e raffrescamento a bassa temperatura in grado di adattare il calore prodotto alle nuove esigenze di efficienza energetica degli edifici senza causare dispersioni e di migliorare l'efficienza energetica complessiva del quartiere collegando il suo circuito ad un sistema di recupero del calore da acque reflue accoppiato a pompe di calore. Infine, è stato realizzato un complesso sistema di monitoraggio territoriale multi-energia in tempo reale e di gestione dei flussi energetici e idrici, allo scopo di risparmiare energia e valutare la validità dei sistemi e delle politiche intraprese.

2.8. READY

Il programma READY - *Resource Efficient cities implementing ADvanced smart citY solutions* è stato avviato a dicembre 2014 allo scopo di dimostrare che la domanda di energia e, in particolare, i fabbisogni di combustibili fossili e il conseguente rilascio di CO₂ possono essere ridotti considerevolmente, fino quasi a zero. Il suo completamento è avvenuto a novembre 2019 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 33.340.203, dei quali € 19.213.448 (57,63%) sono stati contribuiti UE.

Il programma è stato gestito da COWI A/S, un gruppo di consulenza internazionale, specializzato in ingegneria, economia e scienze ambientali con sede a Lyngby, in Danimarca.

2.8.1 Obiettivi e strategia

READY si è impegnato a mostrare un percorso sostenibile alle altre città europee attraverso l'utilizzo di un approccio equilibrato e olistico per la riqualificazione di edifici a destinazione d'uso residenziale e uffici e lo sviluppo di: nuove soluzioni per sistemi a bassa temperatura, teleriscaldamento e sistemi gestionali di *Information Communication Technology* (ICT); soluzioni flessibili combinate per il bilanciamento della rete energetica e accumulo di energia per edifici e di sistemi RES (*Renewable Energy Sources*); soluzioni per l'efficienza idrica e il recupero energetico delle acque reflue.

I siti dimostrativi del programma sono stati le città di Aarhus (Danimarca) e Växjö (Svezia). La prima come centro urbano rappresentativo delle regioni del nord-ovest dell'Europa e la seconda delle regioni del Mar Baltico. Entrambe le città possono vantare un'esperienza tecnica di lunga data, anche perché sono state tra le prime nell'UE ad impegnarsi nella progettazione e nella realizzazione di progetti di *smart city* e nell'attuazione di ambiziose politiche climatiche. I dati principali sui progetti pilota sono riportati nella Tabella 2.8.

Tabella 2.8. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma READY
(fonte: elaborazione propria su dati www.smartcity-ready.eu)

| Città | Quartiere | Area demo (m ²) | Risparmio energetico finale (kWh/mq anno) | Riduzione di CO ₂ (kgCO ₂ eq anno) |
|--------|------------|-----------------------------|---|--|
| Aarhus | Ringgården | 44.148 | 75,42 | N.D. |
| Växjö | Araby | 31.703 | 57,78 | N.D. |

Una terza città, Kaunas (Lituania), si è unita successivamente al programma, come *observer city*, per poter promuovere le esperienze e le conoscenze maturate in READY nell'area dell'est Europa.

2.8.2 Progetti pilota



Figura 2.13. Siti dimostrativi di Aarhus (a sinistra) e Växjö (a destra) (fonte: www.cityzen-smartcity.eu)

Aarhus

Ad Aarhus, attraverso il programma READY, è stata prevista la riqualificazione energetica di diversi nuclei di edilizia popolare del quartiere Ringgården e di un edificio amministrativo (Dybedalen 1a) di 2.068 mq (Fig. 2.13).

Nello specifico, gli interventi di efficientamento hanno avuto lo scopo di soddisfare esigenze di teleriscaldamento a bassa temperatura di 413 alloggi sociali così suddivisi:

- 232 alloggi sociali a Hasle/Skejby (Ringgården 21) per un totale di 23.960 mq;
- 181 alloggi sociali a Trige (Ringgården 20) per un totale di 19.464 mq.

Växjö

Nella città Växjö, invece, i due temi centrali del progetto sono stati la combinazione tra miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici e massimizzazione dell'uso di fonti di energia rinnovabile e l'introduzione di approcci innovativi per il coinvolgimento e l'impegno dei cittadini nel garantire uno sviluppo sostenibile a lungo termine. Gli obiettivi scientifici e tecnologici sono stati, quindi, affiancati da quelli socio-economici, al fine di intervenire contemporaneamente sia sulla domanda sia sull'offerta di energia.

L'azione proposta a Växjö ha riguardato la ristrutturazione dell'edificio sede del Municipio della città e di 376 appartamenti nel quartiere residenziale di Araby (Fig. 2.13) così suddivisi:

- 160 case plurifamiliari nella zona di Alabastern per un totale di 17.494 mq;
- altre 36 case plurifamiliari (di differente tipologia) ad Alabastern per un totale di 4.133 mq;
- 156 case plurifamiliari nella zona di Bärnstenen per un totale di 13.567 mq;
- altre 24 case plurifamiliare (di differente tipologia) a Bärnstenen per un totale di 2.045 mq.

2.9. Celsius

Il programma Celsius è stato avviato ad aprile 2013 allo scopo di promuovere l'efficienza energetica e aiutare a sviluppare soluzioni di riscaldamento e raffreddamento a scala di

quartiere che possano essere efficienti, convenienti e a basse emissioni di carbonio e che possano integrarsi al più ampio sistema energetico della città. Il suo completamento è avvenuto a dicembre 2017 ed ha richiesto complessivamente un investimento di € 26.009.670, dei quali € 14.074.931 (54,11%) sono stati contributi UE.

2.9.1 Obiettivi e strategia

L'idea centrale del programma è stata quella di massimizzare l'uso del calore residuo o del calore secondario all'interno di una città, catturandolo e reimmettendolo nei sistemi di riscaldamento. Lo scopo era stabilire un sistema di teleriscaldamento (e di teleraffrescamento) intelligente esteso a tutti gli edifici domestici e commerciali di un'area ad alta densità di una città. Per fare ciò, Celsius ha deciso di sfruttare l'ampia gamma di fonti di calore in eccesso che vengono continuamente generate all'interno della città nel corso di una giornata operativa media, ad esempio il calore proveniente dalle attività industriali. Difatti, in Europa c'è abbastanza calore di scarto da poter riscaldare l'intero patrimonio edilizio e la stessa UE ha riconosciuto che i sistemi di teleriscaldamento e di raffreddamento svolgono un ruolo importante per il raggiungimento degli obiettivi di efficienza energetica. I sistemi di teleriscaldamento e il teleraffrescamento consentono di fronteggiare, inoltre, i problemi legati alla dipendenza da combustibili fossili, alla qualità dell'aria e alle emissioni di gas serra. Celsius ha testato la sua strategia di intervento in cinque progetti pilota. Le città interessanti sono state: Londra (Regno Unito), Colonia (Germania), Genova (Italia), Göteborg (Svezia) e Rotterdam (Paesi Bassi). I dati principali sui progetti pilota sono riportati nella Tabella 2.9.

Tabella 2.9. Dati principali dei progetti pilota realizzati dal programma Celsius
(fonte: elaborazione propria su dati www.celsiuscity.eu)

| Città | Quartieri | Area demo (m ²) | Risparmio energetico finale (MWh/anno) | Risparmio di energia primaria (MWh/anno) | Riduzione di CO ₂ (tCO ₂ /anno) |
|-----------|----------------|-----------------------------|--|--|---|
| Londra | Islington | N.D. | 5 | 7 | 500 |
| Colonia | Wahn, Mulheim | 30.000 | 365 | 497 | 42 |
| Genova | N.D. | N.D. | 4.485 | 6.100 | 1.336 |
| Göteborg | N.D. | 75.000 | N.D. | N.D. | N.D. |
| Rotterdam | Wilhelminapier | 160.000 | 2.500 | 3.400 | 800 |

Dopo la conclusione dei progetti pilota, Celsius ha attivato un *hub* orientato alla condivisione di conoscenze, buone pratiche, soluzioni tecniche integrate e modelli di business che possono supportare le città verso la decarbonizzazione. La divulgazione delle conoscenze ed esperienze è articolata in *newsletter*, seminari e *workshop* partecipativi in cui si favoriscono i contatti e le collaborazioni tra gli aderenti al gruppo.

Celsius nel 2022 contava già 70 città membri, che vengono supportate nell'utilizzo delle loro risorse energetiche primarie e secondarie in modo integrato, riducendo al minimo i costi operativi e le emissioni di carbonio e massimizzando, al contempo, l'efficienza energetica. Inoltre, attraverso *Celsius Toolbox*, il programma sta anche cercando di essere una fonte di conoscenza e ispirazione per le città interessate allo sviluppo di soluzioni energetiche a scala di quartiere, rivolgendosi sia alle città che hanno appena iniziato a implementare reti di

teleriscaldamento e raffreddamento su piccola scala, sia alle città con sistemi consolidati che cercano soluzioni più *smart* ed efficienti.

2.9.2 Progetti pilota

Londra

A Londra è stato realizzato un progetto un teleriscaldamento e di recupero del calore residuo all'interno dello storico e densamente popolato quartiere di Islington. Le fonti di calore individuate sono state un pozzo di ventilazione a tunnel centrale nella metropolitana di Londra e una sottostazione della rete elettrica del Regno Unito. Come parte del progetto Celsius, Islington ha studiato il modo per catturare e integrare nella rete queste fonti di calore residuo e, dopo aver scelto l'albero di ventilazione come opzione migliore, il progetto ha comportato l'estensione della rete esistente ponendo le tubature del teleriscaldamento in un ambiente altamente urbanizzato.

Colonia

A Colonia l'idea del progetto è stata quella di implementare il sistema di recupero del calore dei sistemi di acque reflue all'interno di una rete locale cittadina. La città di Colonia si è quindi concentrata sull'utilizzo dell'energia geotermica, che è stata integrata all'energia solare, al pellet di legno e al gas naturale come fonte locale di energia termica per il riscaldamento. Le potenzialità di questo sistema sono state dimostrate in due sedi decentrate della città, i quartieri Wahn e Mulheim, dove è stato testato anche un nuovo modo di utilizzare la rete di teleriscaldamento per il funzionamento di determinati elettrodomestici, così da ridurre la domanda di elettricità e le relative emissioni di carbonio.

Genova

La città di Genova è stata una delle prime città italiane a impegnarsi per l'implementazione e la promozione di azioni e progetti di *smart city* ed ha compiuto notevoli sforzi per coinvolgere stakeholders diversi nella generazione di un profondo cambiamento secondo i principi della sostenibilità. Genova ha partecipato al programma Celsius con l'obiettivo di aumentare l'efficienza energetica della distribuzione del gas industriale. All'interno di un'area della città è stato sviluppato un sistema energetico composto da una turbina di espansione, un impianto combinato di calore ed energia (cogenerazione - CHP) e un sistema di controllo per il consumo di elettricità e gas; tale sistema è stato poi collegato ad un vicino parco industriale. L'energia termica generata dal motore a combustione è stata immessa nella rete di teleriscaldamento, consentendo il passaggio dall'uso di sistemi di riscaldamento indipendenti a bassa efficienza a soluzioni di riscaldamento ad alta efficienza e riducendo così il consumo complessivo di carburante e le emissioni di CO₂.

Göteborg

Göteborg ha preso parte al progetto Celsius con l'intento di costruire 900 nuovi appartamenti, collegarli al sistema di teleriscaldamento e utilizzarli come piccoli accumulatori termici. Il sistema prevede che quando la domanda di energia globale è bassa, gli edifici sono caricati; invece, quando c'è un picco di domanda, il calore immagazzinato negli edifici viene scaricato

e rilasciato per bilanciare i consumi. Ciò comporta una riduzione delle dimensioni dei picchi di produzione di energia nel sistema di produzione del teleriscaldamento pur continuando a soddisfare la domanda globale di calore sulla rete nelle ore di punta. Per quanto concerne il raffreddamento, il progetto ha previsto lo sfruttamento delle fredde acque del fiume Göta Älv, che possono essere immesse nella rete quando necessario.

Rotterdam

Infine, la città di Rotterdam ha partecipato al programma Celsius sviluppando due interventi: la progettazione di un sistema energetico per l'edificio "De Rotterdam"³¹ e la creazione di un *hub* di calore per aumentare l'efficacia della rete di trasporto del calore. Il primo intervento include un sistema di distribuzione del calore ad acqua ad alta temperatura (che fornisce acqua calda sanitaria alle sezioni residenziali e alberghiere dell'edificio), un sistema di riscaldamento a bassa temperatura (che consente di fornire calore a uffici, locali commerciali e negozi) e un sistema di raffreddamento che utilizza da tre refrigeratori collegati al fiume New Meuse. Parte della domanda di elettricità e calore è prodotta da un cogeneratore alimentato a biomassa, integrato nell'edificio. L'*hub* di calore, invece, riguarda la costruzione di una struttura situata in una posizione strategica, vicino all'infrastruttura di trasporto del calore residuo e al sistema di teleriscaldamento di Rotterdam, ed ha lo scopo di aumentare l'efficacia della rete energetica nel quartiere Warmtebedrijf.

2.10. Considerazioni critiche

Per verificare l'efficacia dei programmi di *My Smart City District* gli interventi realizzati dai programmi nei siti dimostrativi sono stati analizzati rispetto ad alcuni fattori ritenuti significativi, quali: la quota di contributi fornita dall'UE; la presenza di altri fondi; la dimensione dell'intervento; i risultati in termini di risparmio energetico e di energia primaria; la riduzione delle emissioni di CO₂ (Tab. 2.10).

Il coordinamento dei programmi è stato affidato a centri di ricerca nazionali o consorzi, e ciò è indicativo del ruolo strategico che è riconosciuto dall'UE all'avanzamento delle conoscenze nell'ambito dell'efficientamento energetico per rendere potenzialmente attuabile la trasformazione in NZED di quartieri di qualunque città dell'UE. Inoltre, è significativo notare che i finanziamenti hanno coperto una quota variabile da 53,11% a 63,62% del costo degli interventi; quindi, ci sono stati altri investitori pubblici e privati che si sono mostrati disponibili a partecipare a sperimentazioni su casi pilota reali. La loro partecipazione dimostra che i progetti innovativi sono in grado di catalizzare il coinvolgimento di soggetti privati interessati all'acquisizione di competenze e know-how che si traduce in un vantaggio competitivo, rispetto ad altri operatori concorrenti, da impiegare in altre iniziative simili.

La dimensione degli interventi dei programmi e i corrispondenti benefici ambientali (risparmio energetico, risparmio di energia primaria, riduzione di emissione di CO₂) sono stati estremamente variabili e impongono una riflessione sulla necessità di adottare strumenti di

³¹ *De Rotterdam* è un edificio localizzato nel quartiere Wilhelminapier di Rotterdam alto 44 piani. La struttura copre un'area totale di circa 160.000 ed ospita uffici, hotel appartamenti e attività commerciali e ricreative.

valutazione dell'efficacia dei progetti di NZED per evitare, ad esempio, i casi limite di finanziamento pubblico di progetti che sarebbero convenienti anche impiegando esclusivamente capitale privati, oppure, all'opposto, di progetti che forniscono performance troppo basse ed efficientamento energetico.

Tabella 2.10. Dati principali dei programmi *My Smart City District* (Parte 1)
(fonte: elaborazione propria)

| Programmi europei | R2CITIES | EU-GUGLE | ZenN | CITYFiED |
|---|---|--|--|--|
| Periodo | Lug 2013 – Giu 2018 | Apr 2013 - Mar 2018 | Mar 2013 - Ott 2017 | Apr 2014 - Mar 2019 |
| Oggetto | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere |
| Coordinatore e/o referente | Centro Tecnológico CARTIF | CENER (Centro Nacional de Energias Renovables, ES) | Tecnalia Research & Innovation | Centro Tecnológico CARTIF |
| Costo totale investimento (€) | 14.861.751 | 30.140.289 | 15.677.564 | 46.038.297 |
| Quota di contributi UE (€, %) | 9.011.331 (60,63%) | 16.785.372 (55,69%) | 9.470.153 (60,41%) | 25.828.319 (56,10%) |
| Fonte di contributi UE | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) |
| Altre fonti di contributi o capitali | Soggetti pubblici e privati (amministrazioni comunali, proprietari privati, società partner del progetto) | Soggetti pubblici e privati (amministrazioni comunali, proprietari privati, fondi nazionali, società di costruzioni) | Soggetti pubblici e privati (amministrazioni comunali, proprietari privati, fondi nazionali, società di costruzioni) | Soggetti pubblici e privati |
| Città pilota | Genova Valladolid Kartal | Aquisgrana Bratislava Milano Sestao Tampere Vienna | Grenoble Malmö Eibar Oslo | Soma Laguna de Duero Lund |
| Abitazioni ristrutturate (n.) | 2.477 | n.d. | 1.020 | 2.213 |
| Area di intervento (mq) | 57.113 | 209.583 | 71.169 | 245.371 |
| Risparmio energetico (MWh per anno) | 11.498 | n.d. | 5.358 | 13.261 |
| Riduzione di CO₂ (tCO₂ anno) | 2.119 | n.d. | n.d. | 1.699 |
| Risparmio energia primaria (MWk anno) | 15.716 | n.d. | 322 | 14.288 |

Tabella 2.10. Dati principali dei programmi *My Smart City District* (Parte 2)
(fonte: elaborazione propria)

| Programmi europei | Sinfonia | City-Zen | READY | Celsius |
|---|--|--|--|--|
| Periodo | Giu 2014 - Mag 2019 | Mar 2014 - Feb 2019 | Dic 2014 - Nov 2019 | Apr 2013 - Dic 2017 |
| Oggetto | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere | Soluzioni energetiche sostenibili alla scala del quartiere | Sistemi energetici integrati |
| Coordinatore e/o referente | SP Technical Research Institute of Sweden | Consorzio VITO (di 25 partners) | Gruppo di consulenza COWI A/S | n.d. |
| Costo totale investimento (€) | 43.147.381 | 42.874.939 | 33.340.203 | 26.009.670 |
| Quota di contributi UE (€) | 27.451.972 (63,62%) | 25.189.520 (58,75%) | 19.213.448 (57,63%) | 14.074.931 (54,11%) |
| Fonte di contributi UE | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) | 7° Programma Quadro (FP 7/2007-2013) |
| Altre fonti di contributi o capitali | Enti pubblici e privati | Enti pubblici e privati | Enti pubblici e privati | Enti pubblici e privati |
| Città pilota | Bolzano Innsbruck | Amsterdam Grenoble | Aarhus Vaxjo | Londra Colonia Genova Göteborg Rotterdam |
| Abitazioni ristrutturate (n.) | 999 | n.d. | n.d. | n.d. |
| Area di intervento (mq) | 97.150 | 44.768 | 360.842 | N.D. |
| Risparmio energetico (MWh anno) | 5.043 | 60.131 | 13.940 | 7.355 |
| Riduzione di CO₂ (tCO₂ anno) | 1.626 | 18.400 | 4.484 | 4.086 |
| Risparmio energia primaria (MWk anno) | 6.486 | 81.777 | 18.958 | 13.378 |

Alcuni programmi sono stati oggetto di un maggiore approfondimento in virtù dei risultati ottenuti e delle strategie impiegate. Ad esempio, il programma CityZen ha ottenuto un risparmio energetico e di emissione di CO₂ di gran lunga maggiore rispetto a quello di altri programmi in rapporto all'ampiezza dell'area di intervento, anche se ha utilizzato una notevole quantità di risorse finanziarie; diversamente, il programma ZenN è riuscito fornire soluzioni tecniche economicamente vantaggiose e a formare piani finanziari adeguati al coinvolgimento di fasce di popolazione con risorse economiche limitate; o ancora, il programma CITYFiED ha puntato su modelli di business orientati allo sviluppo sostenibile delle città in grado di superare l'ostacolo degli elevati costi iniziali degli investimenti energetici a scala di quartiere (Barbaro et al., 2020) (Fig. 2.14).

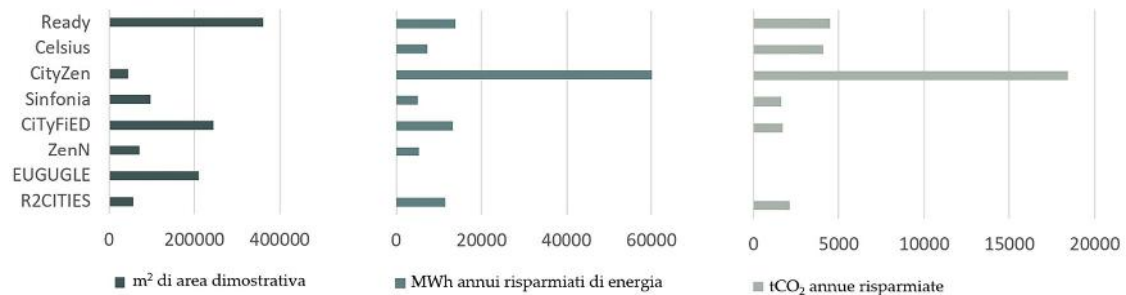


Figura 2.14. Area di intervento, risparmio di energia finale e riduzione di emissioni di CO₂ dei programmi di MSCD (fonte: elaborazione propria)

Lo studio comparato degli otto programmi di MSCD e dei loro progetti pilota ha consentito di individuare i principali fattori chiave per la realizzazione degli interventi e per il raggiungimento della fattibilità economica. Al di là degli aspetti tecnici e tecnologici relativi ai sistemi costruttivi ed impiantistici, i fattori più rilevanti sono stati:

- il contesto socio-economico del quartiere e la struttura della proprietà degli immobili;
- la disponibilità di contributi pubblici;
- il ruolo dei finanziatori privati (banche).

2.10.1. Sistema socio-economico del quartiere e struttura della proprietà degli immobili

Quando si intende intervenire attraverso misure di efficientamento energetico è fondamentale conoscere il contesto socio-economico di un quartiere per definire e adattare le azioni progettuali e l'organizzazione delle fasi di attuazione, soprattutto nei casi in cui sono presenti criticità sociali.

I progetti devono, ovviamente, tenere conto delle disponibilità economiche dei proprietari degli immobili, che devono partecipare (anche solo parzialmente) alle spese per i lavori, e degli inquilini, che possono subire il rincaro dei canoni di locazioni dopo il loro rinnovamento. Inoltre, la struttura della proprietà condiziona largamente sia il processo decisionale, che diventa particolarmente complesso quando ci sono molti proprietari e molte esigenze diverse da soddisfare, sia la modalità di finanziamento, che deve essere flessibile e personalizzata per consentire a tutti i proprietari di ottenere un prestito sostenibile in relazione ai rispettivi livelli di reddito.

La struttura della proprietà risulta strettamente connessa anche alla ripartizione dei vantaggi diretti generati dal retrofit energetico tra il soggetto che possiede e il soggetto che utilizza un immobile: la plus-valorizzazione del bene capitale è un vantaggio economico per il proprietario; la riduzione dei costi di gestione è un vantaggio finanziario per l'inquilino. Quando gli immobili sono locati, i proprietari dovranno affrontare i costi degli interventi, mentre saranno gli inquilini a beneficiare dei risparmi in bolletta. Questa asimmetria distributiva fa emergere la necessità di proporre soluzioni eque per ripartire vantaggi/svantaggi tra i soggetti coinvolti, al fine di evitare che eventuali incrementi dei canoni di locazione, richiesti dai proprietari per recuperare le spese sostenute, risultino insostenibili per i locatari, specialmente nei casi in cui i cittadini sono in condizioni di disagio socio-economico.

2.10.2. Disponibilità di contributi pubblici

La possibilità ad accedere a contributi pubblici, provenienti da fondi europei e combinati in proporzioni variabili con fondi nazionali, regionali e/o comunali, è un altro fattore eterogeneo tra i programmi che determina la quota di capitale privato investito e, di conseguenza, il livello minimo di remunerazione che ogni progetto deve raggiungere (saggio del profitto).

Nei casi studio esaminati, i contributi EU hanno finanziato una quota compresa tra il 54% e il 64% del costo delle misure dei progetti di efficienza energetica (Fig. 2.15) e, quindi, hanno svolto un ruolo chiave nel raggiungimento della fattibilità economica degli interventi.

Le amministrazioni pubbliche nazionali e locali sono consapevoli del fatto che, in assenza di adeguati incentivi finanziari, i benefici economici, ambientali e tecnici, (ad esempio la riduzione dei costi di gestione, il maggior comfort interno, la plus-valore del prezzo dell'immobile, ecc.) spesso non sono sufficienti per convincere i proprietari degli immobili ad investire in interventi di retrofit energetico (Napoli et al., 2020a). Per tale motivo, molti governi nazionali e regionali hanno destinato una parte dei fondi pubblici al finanziamento di questo tipo di progetti e si sono impegnati a fornire strumenti di supporto per la loro realizzazione, nell'intento di contribuire al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalle normative europee attraverso il miglioramento delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio.

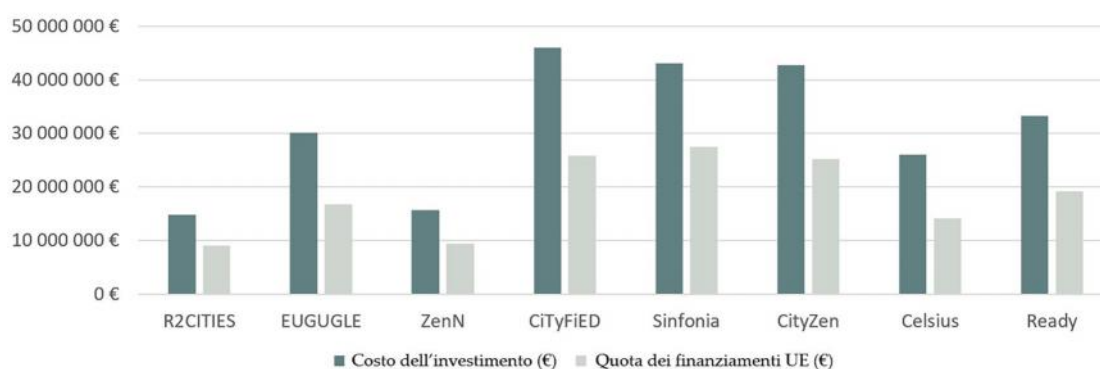


Figura 2.15. Costi e finanziamenti dell'Unione Europea dei programmi *My Smart City District*
(fonte: elaborazione propria)

Tuttavia, un altro elemento importante che non deve essere trascurato riguarda la continuità nel tempo dei contributi pubblici e la permanenza di norme e procedure, che influenzano direttamente la disponibilità degli investitori e dei proprietari ad aderire a programmi di efficientamento energetico o a sostenere interventi energetici urbani. Infatti, condizioni di maggiore sicurezza per gli investitori consentirebbero anche di utilizzare le opzioni di finanziamento in modo più efficiente per i progetti futuri sulla base delle esperienze precedenti, senza dover adattarsi ogni volta a procedure e regolamenti differenti. In tal senso, gli stessi obiettivi di replicabilità promossi dai programmi di *My Smart City District*, sarebbero molto più incisivi se le norme di gestione e realizzazione di interventi come, ad esempio, quelli di retrofit energetico che rispondono all'obiettivo UE di riduzione delle emissioni di CO₂, avessero un'unica regolamentazione comunitaria.

2.10.3. Ruolo dei finanziatori privati

Anche il ruolo dei finanziatori privati, come le banche, può essere determinante per la realizzazione dei progetti, soprattutto se si considera che generalmente gli istituti di credito non dispongono di prodotti finanziari specifici per supportare interventi energetici di retrofitting ad alta efficienza energetica alla scala del quartiere. Ciò significa che le decisioni di concessione o negazione di un prestito sono basate sugli stessi criteri applicati a qualunque altro tipo di investimento. Analizzati da un'ottica finanziaria in termini di massimizzazione del guadagno e minimizzazione del rischio, questo tipo di progetti sono considerati come investimenti ad alta intensità di capitale monetario che forniscono profitti nel medio-lungo termine e ad alto rischio. Può accadere, quindi, che le banche non siano disposte a concedere un prestito a quei proprietari che hanno un basso rating del credito, compromettendo così la realizzazione complessiva di progetti a scala di quartiere e in cui gli edifici hanno una struttura della proprietà frammentata. Anche i tempi di ritorno del capitale, a causa degli elevati costi di investimento iniziale, sono un altro fattore di incremento del rischio (Barbaro e Napoli, 2021; Copiello et al., 2021).

Gli studi effettuati durante i programmi hanno mostrato, d'altronde, che il rinnovamento diffuso di quartieri a energia quasi zero è ostacolato principalmente da barriere finanziarie, le quali sono collegate anche alla mancanza di risorse delle pubbliche amministrazioni e alla loro incapacità di promuovere quartieri energeticamente efficienti. Inoltre, un grave ostacolo ai lavori di ristrutturazione è costituito dall'indisponibilità o riluttanza dei proprietari di edifici e degli utenti finali, il cui coinvolgimento e contributo, anche finanziario, è essenziale.

Dunque, il finanziamento di importanti progetti di efficientamento energetico presenta una elevata complessità alla quale dovrebbe corrispondere la flessibilità dei modelli di *business* e dei sistemi di incentivazione, in modo da potersi adeguare a variegate strutture delle proprietà e al coinvolgimento di numerosi soggetti con capacità finanziarie diverse.

In generale, come emerso da alcuni studi e interviste realizzate successivamente alla conclusione dei progetti, la soddisfazione dei proprietari per le modalità di finanziamento applicati dai programmi di MSCD è stata piuttosto elevata. La maggior parte di loro ha dichiarato che avrebbe utilizzato nuovamente lo stesso modello finanziario in progetti futuri o che sarebbe disposta a raccomandarlo ad altri proprietari. Tuttavia, come già sottolineato, i programmi e i piani di finanziamento locali e nazionali non sono quasi mai a lungo termine e cambiano nell'arco di pochi anni, generando sfiducia e difficoltà nella programmazione di interventi di efficientamento a scala di quartiere, in cui è richiesta una capacità organizzativa maggiore di quella necessaria per un singolo edificio o singola unità immobiliare.

Inoltre, oggi nell'UE sono disponibili diversi strumenti che forniscono supporto tecnico e finanziario a progetti volti ad aumentare l'efficienza energetica degli edifici e delle città. Tuttavia, solo una piccola parte può essere utilizzata per sostenere direttamente i lavori di transizione di un quartiere in NZED (cfr. Sezione 1).

2.10.4. Benefici e sfide degli interventi di NZED

I benefici energetici e ambientali in termini di riduzione dei consumi di energia e abbattimento delle emissioni di CO₂, degli interventi di retrofit energetico a scala di quartiere sono stati già

descritti. Tuttavia, i miglioramenti apportati dal rinnovamento energetico nelle abitazioni possono non solo agire sulle prestazioni energetiche, ma possono avere un impatto positivo anche su dimensioni non tecniche.

Miglioramento del comfort *indoor* e *outdoor* degli immobili, maggiore salubrità e ambienti rinnovati sono esempi di dimensioni non tecniche che spesso sono percepiti direttamente e più facilmente di altri vantaggi tecnici dell'efficientamento energetico. Il miglioramento di questi fattori può, quindi, indurre proprietari/locatari a supportare il rinnovamento energetico e a partecipare ai processi decisionali e di retrofit. Di contro, ignorare gli effetti non tecnici sugli utenti finali degli immobili è un grave errore strategico che può compromettere la realizzazione di progetti di risanamento energetico alla scala del quartiere.

Oltre alle barriere economico-finanziarie sopra descritte, in base ai contesti e ai paesi in cui si opera, anche la legislazione e le procedure edilizie possono ostacolare gli interventi di NZED. Difatti, come visto nella sezione precedente, il quadro normativo non è omogeneo in tutta l'Unione Europea. Tuttavia, per ottenere un'effettiva riduzione del consumo di energia nei quartieri urbani e, più in generale, l'abbattimento delle emissioni di CO₂, potrebbe essere utile definire alcuni standard minimi comuni per gli interventi di ristrutturazione edilizia.

Anche i sistemi costruttivi e sistemi impiantistici esistenti possono porre numerosi limiti alle tipologie e misure di implementazione di soluzioni tecniche efficienti. Questa limitazione è particolarmente evidente laddove è necessario conservare i valori architettonici e culturali degli edifici, rendendo ancora più complessi i processi decisionali.

Infine, la mancanza di conoscenze adeguate sulla realizzazione di NZED tra le figure professionali e gli altri *stakeholders* è stata riconosciuta da alcuni programmi come un ostacolo da superare durante il processo decisionale e l'attuazione del retrofitting urbano. In parte ciò riguarda la detenzione delle competenze del settore edile in generale, ma più specificamente si riferisce alla difficoltà di formare team di esperti che hanno familiarità con progetti di riqualificazione alla scala del quartiere e capaci di integrare diverse soluzioni tecniche. Anche la mancanza di diffusione di informazioni tra i residenti è stata identificata dai programmi come una sfida da affrontare attraverso pratiche di coinvolgimento, di formazione e di partecipazione al processo decisionale.

2.10.5. L'obiettivo della replicabilità

I programmi europei sono stati istituiti e finanziati con l'obiettivo di diffusione e massimizzazione dei risultati ottenuti, quindi, hanno dovuto garantire la replicabilità delle strategie e degli interventi realizzati nei siti dimostrativi.

Tali sperimentazioni sono state di grande importanza per accrescere le conoscenze e le competenze delle amministrazioni pubbliche, dei tecnici, dei professionisti e, in generale, dei cittadini in merito ai vantaggi di ristrutturazioni ad alta efficienza energetica e alle soluzioni tecniche disponibili. Tuttavia, la replicabilità risulta limitata dalle diverse normative dei singoli paesi UE e dalle specificità di ogni sito, come, ad esempio, la tipologia edilizia, la struttura della proprietà, le condizioni climatiche, le caratteristiche socio-economiche e le esigenze degli utenti. D'altronde, i singoli paesi hanno adottato metodologie e normative diverse per regolamentare la riqualificazione energetica degli edifici e fornito strumenti di supporto e incentivi differenti.

Comunque, la possibilità, prevista dalla metà dei programmi (EU-GUGLE, CITYFiED, SINFONIA e Celsius), di adesione a *hub* dei partner originari oppure come *early adopter cities* può essere molto utile a quelle comunità e municipalità che hanno provato interesse verso le *vision* e le strategie proposte e vorrebbero provare a utilizzarle, poiché potrebbero accedere a un ampio patrimonio di conoscenze su procedure, metodologie e soluzioni tecnologiche.

2.10.6. Altri elementi di interesse

Un altro aspetto fondamentale che è emerso durante lo svolgimento dei progetti dei programmi di MSCD è la necessità di individuare e coinvolgere i portatori di interessi dei progetti, sia pubblici che privati. Difatti, per raggiungere il rinnovamento energetico a scala di quartiere è importante trovare un equilibrio tra pubbliche amministrazioni, utenti finali, imprese e finanziatori, in modo da evitare che ci siano soggetti preponderanti che esercitano potere e influenza di molto superiore a quella degli altri. Molti report conclusivi dei programmi hanno sottolineato che la migliore garanzia di successo per i progetti di riqualificazione energetica a scala di quartiere è proprio la condivisione delle decisioni da parte di un'ampia *partnership* di soggetti. Dunque, al fine di creare un processo di riqualificazione cooperativo e salvaguardare il coinvolgimento positivo degli stakeholders, è importante comprendere e affrontare le loro aspettative e problematiche prima, durante e dopo il completamento dei lavori.

In particolare, è importante che la comprensione delle aspettative degli utenti in merito alle misure di efficienza energetica e dell'impatto sulle loro condizioni di vita avvenga già durante la fase di progettazione, prima l'inizio dei lavori di efficientamento. D'altronde, i residenti di un quartiere potrebbero essere interessati in modo prevalente ai cambiamenti di comfort e funzionalità oppure, in base alle loro condizioni sociali, essere interessati principalmente agli aspetti economici e ai costi finanziari.

Un secondo passo consiste nel monitoraggio degli atteggiamenti degli utenti durante la realizzazione dei lavori, per tenere vivo il loro coinvolgimento nel processo e valutare le loro opinioni.

Una terza fase comprende il monitoraggio del comportamento degli utenti dopo il completamento del progetto, ad un anno circa dalla fine dei lavori, quando hanno acquisito familiarità con le modifiche degli edifici e le nuove installazioni tecniche.

Un buon esempio del modo in cui il ruolo degli utenti ha influenzato le strategie del progetto di riqualificazione è stato il caso di Mogel (Spagna) del programma ZenN, in cui la maggior parte dei residenti si è mobilitata per il miglioramento del quartiere già prima dell'avvio delle attività di riqualificazione ed ha voluto partecipare attivamente alle varie fasi del processo decisionale, ottenendo che i residenti fossero costantemente informati sulle diverse fasi di sviluppo del progetto.

Un altro fattore importante che ha determinato differenze organizzative dei progetti è stato il modo in cui l'amministrazione comunale ha partecipato ai lavori, cioè se ha assunto il ruolo di stakeholder interno (fornendo supporto tecnico e/o finanziario) o esterno (partecipando esclusivamente come portatore di interesse). Nel primo caso, i comuni hanno fornito un apporto decisivo in quasi tutte le fasi decisionali e di esecuzione dei lavori e, spesso, hanno contribuito economicamente alla loro realizzazione. Nel secondo caso, invece, le

amministrazioni comunali si sono concentrate sulle attività di promozione e diffusione dei risultati e delle conoscenze acquisite attraverso i progetti.

Infine, è interessante sottolineare che, in molti progetti dimostrativi, i residenti hanno ricevuto una formazione sul funzionamento degli impianti tecnici e, in generale, degli edifici riqualificati, tramite materiale informativo, laboratori didattici e corsi di formazione. Questi strumenti hanno la finalità di educare ad un corretto utilizzo dei sistemi impiantistici e delle apparecchiature tecniche, dato che il comportamento degli utenti, per come stimato da alcuni programmi, può avere un impatto nei consumi energetici anche del 30% e può incidere sul successo di un progetto di riqualificazione energetica. Inoltre, tali campagne possono sensibilizzare i cittadini, aumentando la loro conoscenza sulle problematiche ambientali e ecologiche e rafforzare le interazioni sociali.

3



3. POLITICHE E NORME NAZIONALI IN MATERIA DI SOSTENIBILITÀ, CLIMA ED ENERGIA

3.1. Recepimento delle normative UE a livello nazionale

La terza sezione della tesi è dedicata al recepimento delle direttive dell'Unione Europea a scala nazionale, al fine di valutare come sono state tradotte le disposizioni emanate dall'UE e comprendere le azioni promosse dagli Stati membri per raggiungere gli obiettivi comunitari.

In linea di principio le programmazioni energetiche nazionali possiedono un approccio coordinato con gli indirizzi e gli atti di politica energetica adottati all'interno dell'UE. Infatti, come già accennato nella Sezione 1, l'articolo 194 (Titolo XXI) del *Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea* (TFUE) introduce una base giuridica specifica per il settore dell'energia, che verta su competenze condivise tra l'UE e i Paesi membri. Il TFUE rende, dunque, alcuni settori della politica energetica materia di competenza concorrente, segnando un passo avanti verso una politica energetica comune. Ogni Stato membro mantiene comunque il diritto di «determinare le condizioni di utilizzo delle sue fonti energetiche, la scelta tra varie fonti energetiche e la struttura generale del suo approvvigionamento energetico» (articolo 194, paragrafo 2 del TFUE).

Nonostante ciò, ulteriori disposizioni del TFUE prevedono, che le competenze "unionali" in materia di politica dell'ambiente possono essere esercitate solo a date condizioni, quali il requisito dell'unanimità in seno al Consiglio, e tenendo a mente che la politica dell'Unione al riguardo si fonda sui principi della precauzione, dell'azione preventiva e della correzione alla fonte dei danni causati dall'inquinamento, nonché sul principio «chi inquina paga» (la relativa base giuridica è rinvenibile negli articoli 11 e da 191 a 193 del TFUE).

L'Unione Europea dispone delle competenze per intervenire in tutti gli ambiti della politica ambientale (come, ad esempio, l'inquinamento dell'aria e dell'acqua), ma il suo campo d'azione è limitato dal principio di sussidiarietà³² e dal requisito dell'unanimità in seno al Consiglio per quanto riguarda le questioni di natura fiscale, la pianificazione del territorio, la destinazione dei suoli, la gestione quantitativa delle risorse idriche, nonché – come sopra accennato – la scelta delle fonti di energia e la struttura dell'approvvigionamento energetico.

Le strategie portate avanti dai singoli paesi sui temi di sostenibilità, clima ed energia, nel rispetto delle indicazioni comunitarie, presentano notevoli differenze soprattutto in merito alle

³² Secondo il principio di sussidiarietà un'autorità di livello gerarchico superiore si sostituisce ad una di livello inferiore quando quest'ultima non è in grado di compiere gli atti di sua competenza.

caratteristiche climatiche, geografiche, industriali, urbane e socio-economiche degli stessi. Tali differenze si riscontrano analogamente negli approcci e nei regolamenti sulle questioni energetiche urbane ed edilizie (Balducci et al., 2018), soprattutto in relazione all'esistente (dove mancano standard comunitari di rigenerazione urbana e di ristrutturazione edilizia) e nelle forme di incentivazione.

Da alcuni studi comparati con altri Paesi dell'Unione Europea è emerso che i principali strumenti di incentivazione volti a favorire l'ammodernamento del patrimonio immobiliare e l'efficientamento energetico del comparto immobiliare riguardano interventi sulla fiscalità diretta, su quella indiretta e sull'imposizione patrimoniale. Questi consistono, principalmente, in: meccanismi di deduzione fiscale o di detrazione delle tasse³³; aliquote IVA agevolate su determinati materiali e opere; riduzioni delle imposte su specifiche proprietà immobiliari; aumento di determinate imposte energetiche per disincentivare, ad esempio, il consumo di energia elettrica e di combustibili fossili.

Le nazioni scelte per approfondire la questione sono l'Italia e la Spagna, entrambe dell'area mediterranea del Sud Europa e accomunate da forti eterogeneità sia da un punto di vista climatico e meteorologico, sia da un punto di vista sociale ed economico.

3.2. Politiche energetiche e norme in Italia

Per quanto concerne l'Italia, nonostante l'Unione Europea abbia predisposto che gli Stati membri operino in modo parallelo per raggiungere gli obiettivi comunitari, le politiche e le norme in materia di sostenibilità, clima ed energia sono piuttosto frammentate e discontinue.

Il percorso legislativo italiano è stato avviato negli anni '90 allo scopo di promuovere lo sviluppo sostenibile e di ridurre drasticamente i consumi energetici del Paese. La prima legge emanata su tema del risparmio energetico è la Legge n. 10 del 9/01/1991, "*Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia pubblicato*", il cui obiettivo era quello «di migliorare i processi di trasformazione dell'energia, di ridurre i consumi di energia e di migliorare le condizioni di compatibilità ambientale dell'utilizzo dell'energia a parità di servizio reso e di qualità della vita» (art.1).

A questa sono seguite numerose normative in materia, molte delle quali relative al recepimento delle direttive comunitarie, come il D.lgs. 192/2005 (il primo recepimento), che ha reso attuative le indicazioni formulate all'interno delle *Direttiva 2002/91/CE* sul rendimento energetico degli edifici, e il D.lgs. 28/2011, che ha attuato *Direttiva 2009/28/CE* sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili e ha definito gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico necessari per il raggiungimento degli obiettivi prefissi per il 2020 in materia di energia rinnovabile.

³³ Con la deduzione fiscale si ottiene una base imponibile ridotta rispetto al reddito complessivo e, pertanto, sull'onere dedotto non si pagherà l'Imposta sul Reddito delle Persone Fisiche (IRPEF). Con la detrazione fiscale si ottiene, invece, un abbattimento dell'IRPEF lorda pari ad una determinata percentuale dell'onere detraibile.

A partire dalla Legge 239/2004 sul “*Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia*”, fino al D.lgs. 104/2014 relativo all’“*Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE*”, i numerosi strumenti normativi che si sono succeduti non sempre sono stati coordinati adeguatamente. La produzione legislativa nazionale in materia è stata resa ulteriormente più complessa dall’emanazione di atti e regolamenti regionali. Tuttavia, negli ultimi anni il recepimento delle direttive europee è divenuto più fattivo e l’Italia ha ampliato e migliorato le azioni e il ricorso a strumenti atti a potenziare congiuntamente sicurezza energetica, tutela dell’ambiente e accessibilità dei costi dell’energia.

3.2.1. Strategia energetica in Italia

Fin dalla sottoscrizione del *Protocollo di Kyoto* nel 1997, l’Unione europea e i suoi Stati membri, compresa l’Italia, si sono impegnati in un percorso finalizzato alla lotta ai cambiamenti climatici attraverso l’adozione di politiche e misure comunitarie e nazionali di decarbonizzazione dell’economia³⁴.

Il primo obiettivo formale sottoscritto dall’Italia in materia di sostenibilità, clima ed energia è avvenuto nel 2007 con il *Pacchetto Clima-Energia 20-20-20*. Al riguardo, la Direttiva 2009/28/CE aveva assegnato all’Italia un target di riduzione delle emissioni di gas serra del 13% entro il 2020 rispetto ai livelli del 2005 e uno di raggiungimento di una quota pari al 17% di energia da fonti rinnovabili nei *Consumi Finali Lordi* di energia entro il 2020 rispetto ai livelli del 2005³⁵.

Tali obiettivi sono stati raggiunti dal Paese già nel 2017: la quota dei consumi coperta da FER si era attestata al 18,3%³⁶ e la produzione elettrica lorda nazionale proveniente da FER era di circa il 35%. La fonte rinnovabile che nel 2017 ha fornito il contributo più importante alla produzione elettrica effettiva è stata quella idraulica (35%), seguita dalla fonte solare (23%), dalle bioenergie (19%), dalla fonte eolica (17%) e da quella geotermica (6%). La fonte rinnovabile più utilizzata nel 2017 per i consumi termici, invece, è stata la biomassa solida (circa 7,9 Mtep), utilizzata soprattutto nel settore domestico in forma di legna da ardere e pellet.

È interessante sottolineare, però, che nel 2017, dopo un decennio di riduzione quasi continua, la domanda di energia primaria ha ripreso a crescere (+1,5% rispetto al 2016). Questa è stata soddisfatta sempre meno dal petrolio (che comunque ha rappresentato un terzo delle fonti totali di approvvigionamento), dai combustibili solidi (pari al 6,1% del totale) e dall’energia elettrica importata (pari al 4,9%); tuttavia, è aumentato il contributo del gas naturale (al 36,2%). Il cammino dell’Italia verso la sostenibilità (oltre gli obiettivi del *Pacchetto Clima-Energia 20-20-20*) ha seguito il percorso tracciato dal *Quadro per il Clima e l’Energia 2030*, che ha fissato ulteriori obiettivi da raggiungere entro il 2030, e dalla *Energy Roadmap 2050*, che ha stabilito di ridurre

³⁴ Tale percorso è stato confermato in ulteriori occasioni, come durante l’Accordo di Parigi del 2015, che l’Italia ha sottoscritto nell’aprile del 2016.

³⁵ Per il sistema di trasporti, il Pacchetto aveva fissato per l’Italia anche un sotto-obiettivo pari al 10% di energia da fonti rinnovabili nei Consumi Finali Lordi di energia.

³⁶ I *Consumi Finali Lordi* complessivi di energia nel 2017 si erano attestati intorno a 120 Mtep e quelli di energia da FER intorno a 22 Mtep.

le emissioni di gas a effetto serra dell'80%, rispetto ai livelli del 1990, entro il 2050. A tal fine, l'Italia si è mobilitata per dotarsi di idonei strumenti di pianificazione finalizzati al raggiungimento dei nuovi obiettivi e all'individuazione di politiche e misure coerenti con il quadro europeo e funzionali a migliorare la sostenibilità ambientale, la sicurezza e l'accessibilità dei costi dell'energia.

Strategia Energetica Nazionale

Per delineare il panorama futuro, al termine del 2017 l'Italia ha adottato la *Strategia Energetica Nazionale* (SEN), è stata che è stata il risultato di un processo articolato che ha coinvolto, sin dalle sue prime fasi, un numero molto ampio di attori, tra cui organismi pubblici, operatori delle reti di trasporto di elettricità e gas, esperti del settore energetico, associazioni e imprese energetiche, cittadini ed esponenti del mondo universitario.

Scopo della SEN è rendere il sistema energetico nazionale più:

- concorrenziale, migliorando la competitività del Paese e riducendo il divario tra i costi energetici del paese rispetto all'Europa;
- sostenibile, attraverso il raggiungimento degli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione definiti a livello europeo;
- sicuro, continuando a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche e rafforzando l'indipendenza energetica dell'Italia.

Per raggiungere questi obiettivi, all'interno del documento sono stati elencati in modo puntuale i possibili scenari energetici nazionali (a partire dallo scenario di riferimento base), le linee d'azione e i target da raggiungere per le macro-aree di: fonti rinnovabili; efficienza energetica; sicurezza energetica; *phase out* dal carbone; competitività dei mercati energetici; tecnologia, ricerca e innovazione; *governance*.

Alcuni di questi target hanno previsto (Tab. 3.1):

- il raggiungimento del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015;
- una riduzione dei consumi finali da 118 a 108 Mtep con un risparmio di circa 10 Mtep al 2030;
- la cessazione della produzione di energia elettrica da carbone entro il 2025;
- la riduzione delle emissioni inquinanti del 39% al 2030 e del 63% al 2050, rispetto ai valori del 1990.

Tabella 3.1. Obiettivi della *Strategia Energetica Nazionale*

(fonte: elaborazione propria su dati SEN 2017)

| Obiettivi | Dati 2005 | Dati 2010 | Dati 2015 | Scenario BASE 2030 | Scenario SEN 2030 |
|---|--------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------------|
| Energia primaria (Mtep) | 190,0 | 177,9 | 156,2 | 151,2 | 135,9 |
| Dipendenza energetica (%) | 83,0 | 83,0 | 76,0 | 72,0 | 64,0 |
| Consumi finali (Mtep) | 137,2 | 128,5 | 116,4 | 118,0 | 108,0 |
| Elettrificazione usi finali (%) | 18,9 | 20,0 | 21,2 | 22,5 | 24,0 |
| Quota di FER (%) | 7,5 | 13,0 | 17,5 | 21,6 | 28,0 |
| Emissioni di CO ₂ (MtCO ₂ eq) | 579 | 505 | 433 | 392 | 332 |

Altri obiettivi contenuti nella SEN sono: la promozione della mobilità sostenibile e dei servizi di mobilità condivisa; il raddoppio degli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico sull'energia pulita; lo stanziamento di nuovi investimenti sulle reti energetiche per maggiore flessibilità, adeguatezza e integrazione con l'Europa; la riduzione della dipendenza energetica dall'estero dal 76% del 2015 al 64% del 2030, grazie all'aumento delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica.

La *Strategia Energetica Nazionale* ha costituito, dunque, un impulso per la realizzazione di importanti investimenti, destinando ben 175 miliardi di euro fino al 2030 per i settori dell'efficienza energetica, delle rinnovabili e delle reti di gas ed elettricità; inoltre, ha posto le basi per l'istruttoria tecnica di base e per la consultazione utile alla promozione del *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* (PNIEC).

Altri documenti strategici

Oltre alla *Strategia Energetica Nazionale*, vari sono i documenti che hanno disegnato a livello nazionale un contesto favorevole all'adozione del PNIEC, i più importanti dei quali sono:

- *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile* (SNSvS);
- *Verso un modello di economia circolare per l'Italia - Documento di inquadramento e posizionamento strategico*;
- *Elementi per una Roadmap della Mobilità Sostenibile*.

La *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile* (SNSvS) è stata pubblicata nel 2017 per rafforzare il percorso, spesso frammentato, dello sviluppo sostenibile e affrontare le sfide globali del paese. Il documento rappresenta il primo passo per declinare a livello nazionale i principi e gli obiettivi dell'*Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*, adottata nel 2015 alle Nazioni Unite, di cui fa propri i quattro principi guida: integrazione, universalità, trasformazione e inclusione. Il documento propone in modo sintetico una visione per un nuovo modello economico circolare, a basse emissioni di CO₂, resiliente ai cambiamenti climatici e agli altri cambiamenti globali causa di crisi locali come, ad esempio, la perdita di biodiversità e il consumo di suolo.

La SNSvS è strutturata in cinque aree, corrispondenti alle "5P" dello sviluppo sostenibile proposte dall'*Agenda 2030*, ciascuna delle quali contiene scelte strategiche e obiettivi strategici per l'Italia, correlati agli SDGs dell'Agenda:

- Persone - contrastare povertà ed esclusione sociale e promuovere salute e benessere;
- Pianeta - garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali, contrastando la perdita di biodiversità e tutelando i beni ambientali e culturali;
- Prosperità - affermare modelli sostenibili di produzione e consumo;
- Pace - promuovere una società non violenta ed inclusiva, senza forme di discriminazione;
- Partnership - intervenire nelle varie aree in maniera integrata.

Il documento identifica, inoltre, un sistema di vettori di sostenibilità, definiti come ambiti di azione trasversali e leve fondamentali per avviare, guidare, gestire e monitorare l'integrazione della sostenibilità nelle politiche, nei piani e nei progetti nazionali.

Verso un modello di economia circolare per l'Italia - Documento di inquadramento e posizionamento strategico è stato pubblicato nel 2017 al fine di fornire un inquadramento generale dell'economia circolare e di definire, altresì, il posizionamento strategico dell'Italia sul tema.

Al suo interno sono stati richiamati i principi generali dell'economia circolare, in particolare la necessità di un nuovo concetto del rapporto tra economia e ambiente, e sono state poste le basi per delineare un quadro utile a passare dall'attuale modello di economia lineare a quello circolare, con un ripensamento delle strategie e dei modelli di mercato, anche per salvaguardare la competitività dei settori industriali e il patrimonio delle risorse naturali. Nello specifico, il documento ha messo in evidenza la necessità di intervenire per: effettuare una revisione normativa atta a semplificare l'attuazione dei principi di economia circolare; promuovere strumenti economici atti a creare adeguati incentivi all'adozione di modelli di produzione e consumo circolari e sostenibili; migliorare la comunicazione, informare e sensibilizzare i cittadini sui nuovi modelli di consumo, le amministrazioni centrali e locali sulle opportunità e i benefici legati al tema dell'economia circolare e favorire la collaborazione tra tutti gli attori (pubbliche amministrazioni, imprese, istituti di ricerca scientifica e tecnologica); promuovere la ricerca al fine di favorire l'innovazione e il trasferimento di tecnologie e la competitività dei settori industriali e della formazione di manager e tecnici per rispondere alle nuove esigenze dell'economia circolare.

Infine, *Elementi per una Roadmap della Mobilità Sostenibile* è stato pubblicato nel 2017 allo scopo di fornire al decisore pubblico strumenti di supporto per affrontare le scelte in tema di mobilità sostenibile in vista degli obiettivi del 2030. Il documento ha effettuato un approfondimento delle opportunità offerte dall'evoluzione tecnologica dei mezzi di trasporto e sono state elencate anche una serie di raccomandazioni relative alle leve che possono essere utilizzate per governare l'evoluzione della mobilità. Queste partono da tre obiettivi fondamentali: ridurre le necessità di trasporto e la lunghezza dei percorsi; orientare la mobilità verso l'efficienza e la sostenibilità; intervenire sulla tecnologia dei mezzi di trasporto. Difatti, alcune delle principali misure proposte sono: favorire lo *smart working* e la mobilità a due ruote; promuovere il *car sharing*; stimolare l'utilizzo del trasporto pubblico e l'eliminazione dei vecchi veicoli; favorire l'adozione di combustibili verdi alternativi. La *Roadmap* evidenzia, inoltre, il ruolo delle politiche locali a favore della mobilità sostenibile. D'altronde è nelle città che si concentrano le criticità del congestionamento del traffico, delle emissioni inquinanti e della sicurezza stradale e, pertanto, nelle città deve essere stimolato il cambiamento culturale verso l'utilizzo della bicicletta, del trasporto pubblico, della mobilità elettrica e condivisa e dei veicoli alimentati con carburanti alternativi.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima

Il percorso strategico intrapreso dall'Italia con la SEN è sfociato nel 2019 nella pubblicazione del *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* (PNIEC), il quale intende concorrere «a un'ampia trasformazione dell'economia, nella quale la decarbonizzazione, l'economia circolare, l'efficienza e l'uso razionale ed equo delle risorse naturali rappresentano insieme obiettivi e strumenti per un'economia più rispettosa delle persone e dell'ambiente, in un quadro di integrazione dei mercati energetici nazionali nel mercato unico e con adeguata attenzione all'accessibilità dei prezzi e alla sicurezza degli approvvigionamenti e delle forniture» (PNIEC, 2019).

Si tratta, dunque, di uno strumento programmatico (definito e recepito nell'ordinamento interno italiano dal D.lgs. n. 73/2020) atto a perseguire un importante cambiamento nella politica energetica e ambientale dell'Italia. Il piano recepisce, difatti, l'approccio olistico

proposto dal *Regolamento UE/2018/1999* sulla governance dell'energia, che mira a una strategia organica e sinergica sulle cinque dimensioni dell'*Unione dell'energia*:

- dimensione della decarbonizzazione - l'Italia intende accelerare la transizione dai combustibili tradizionali alle fonti rinnovabili, promuovendo il graduale abbandono del carbone;
- dimensione dell'efficienza energetica - l'Italia intende ricorrere a un mix di strumenti di natura fiscale, economica, regolatoria e programmatica;
- dimensione della sicurezza energetica - l'Italia intende perseguire, sia la riduzione della dipendenza dalle importazioni mediante l'incremento delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica, sia la diversificazione delle fonti di approvvigionamento;
- dimensione del mercato interno - l'Italia intende potenziare le interconnessioni elettriche, le reti e il mercato con gli altri Stati membri;
- dimensione della ricerca, innovazione e competitività - l'Italia intende promuovere le ricerche nel settore energetico.

Oltre a delineare tali azioni specifiche, il PNIEC ha anche esplicitato gli obiettivi quantitativi che dovranno essere raggiunti dal paese entro il 2030 (Tab. 3.2) e le misure previste per il raggiungimento di tali obiettivi.

Tabella 3.2. Principali obiettivi del PNIEC su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030
(fonte: PNIEC 2019)

| Ambito | Obiettivi 2020 | | Obiettivi 2030 | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | UE | Italia | UE | Italia |
| Energie rinnovabili (FER) | | | | |
| Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia (%) | 20% | 17% | 32% | 30% |
| Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti (%) | 10% | 10% | 14% | 22% |
| Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento (%) | | | +1,3% annuo (indicativo) | +1,3% annuo (indicativo) |
| Efficienza energetica | | | | |
| Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007 (%) | -20% | -24% | -32,5% (indicativo) | -43% (indicativo) |
| Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica (%) | -1,5% annuo (senza trasporti) | -1,5% annuo (senza trasporti) | -0,8% annuo (con trasporti) | -0,8% annuo (con trasporti) |
| Emissioni gas serra | | | | |
| Riduzione delle emissioni di gas serra rispetto al 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS (%) | -21% | | -43% | |
| Riduzione delle emissioni di gas serra rispetto al 2005 per tutti i settori non ETS (%) | -10% | -13% | -30% | -33% |
| Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990 (%) | -20% | | -40% | |
| Interconnettività elettrica | | | | |
| Livello di interconnettività elettrica (%) | 10% | 8% | 15% | 10% |
| Capacità di interconnessione elettrica (MW) | | 9.285 | | 14.375 |

Tra gli obiettivi emergono:

- il raggiungimento di una quota di energia da fonti rinnovabili nei consumi finali pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti per il paese dalla UE;
- il raggiungimento di una quota di energia da fonti rinnovabili nei consumi dei trasporti pari al 22%, a fronte del 14% previsto dall'UE;
- la riduzione dei consumi di energia primaria del 43%, a fronte di un obiettivo UE del 32,5%;
- la riduzione delle emissioni inquinanti del 33%, rispetto al 2005, obiettivo superiore del 3% rispetto a quello previsto dall'UE.

Mentre, esempi di misure specifiche individuate dal PNIEC sono: *“Semplificazione delle autorizzazioni per autoconsumatori e comunità a energia rinnovabile”*, uno strumento regolatorio facente parte dell'ambito delle FER elettriche; *“Rafforzamento delle misure finalizzate al cambiamento comportamentale dei consumatori”*, uno strumento programmatico facente parte dell'ambito dell'efficienza energetica; *“Conto Termico”*, uno strumento economico facente parte dell'ambito FER termiche; *“Detrazione fiscale per riqualificazioni energetiche e ristrutturazioni edilizie”*, uno strumento fiscale facente parte dell'ambito FER elettriche e FER termiche.

Strategia Italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra

Nel 2021 è stata pubblicata la *Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra*. Si tratta di un documento frutto della collaborazione tra diversi Ministeri e gruppi di ricerca, ognuno dei quali ha contribuito con i propri strumenti e le proprie competenze al fine di analizzare lo spettro più ampio possibile delle implicazioni di una visione strategica di tale ampiezza.

All'interno della *Strategia* è stato delineato ufficialmente per la prima volta – pur se a livello di massima – uno scenario energetico italiano di decarbonizzazione in cui i combustibili fossili giocano un ruolo del tutto marginale. Difatti, per la neutralità climatica al 2050 lo scenario di decarbonizzazione nazionale delinea una drastica riduzione dei combustibili fossili, legato ad una consistente riduzione della domanda di energia (40% di riduzione dei consumi finali di energia), ad un aumento dell'elettrificazione nei trasporti e nel riscaldamento degli edifici e della produzione di energia rinnovabile (ad esempio la potenza di energia fotovoltaica installata nel 2050 dovrà essere 10-15 volte quella attuale). La *Strategia* riporta, dunque, anche i numeri e le tecnologie alla base di questo cambiamento, che dovrà essere attuato nell'arco di tre decenni.

Per la definizione del percorso di decarbonizzazione, particolare importanza ha assunto l'analisi degli andamenti attesi delle emissioni dei principali settori energivori, alla luce di quanto osservato lungo tutta la serie storica dei dati disponibili a partire dal 1990. In questo modo è stato possibile evidenziare le tendenze già in atto, individuare i principali settori che causano le emissioni e, conseguentemente, avere un'idea di quali saranno le emissioni più difficili da ridurre al fine di raggiungere la neutralità entro il 2050. Al riguardo è interessante sottolineare che dall'analisi è emerso che quelli che oggi sono i settori più emissivi, sono anche quelli per i quali sono già state ottenute evidenti forti riduzioni, grazie agli sviluppi tecnologici e alle politiche fin qui adottate, mentre altri settori oggi di minor importanza potrebbero rivelarsi maggiormente problematici negli anni a venire. Allo stato attuale delle conoscenze risulta inoltre che, per raggiungere la neutralità, sarà difficile fare a meno di sistemi di cattura

e stoccaggio della CO₂, anche se molto dipenderà dalle capacità degli assorbimenti naturali e dall'evoluzione dell'intero sistema economico.

Inoltre, è considerato fondamentale un cambio di atteggiamento da parte dei diversi livelli istituzionali, dei cittadini e delle imprese, dato che spesso il percorso verso la decarbonizzazione incontra resistenze e difficoltà fondate sulla difesa di legittimi interessi personali, ma che non tengono conto delle necessità comuni e globali della decarbonizzazione. Nondimeno, secondo la *Strategia* il concetto di "transizione giusta" deve essere continuamente e concretamente declinata in misure che consentono di distribuire in modo equo vantaggi e costi del processo, senza lasciare indietro nessuno.

In definitiva, secondo il documento: «*per chiudere completamente il gap emissivo e arrivare alla neutralità climatica sono necessarie scelte politiche a elevato impatto sociale/settoriale/territoriale, tecnologie ancora non pronte in parte perseguibili solo su base europea coordinata, nonché una condivisione a livello internazionale del processo di decarbonizzazione*».

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza* (PNRR) è stato approvato dal Governo italiano nel 2021, nell'ambito del programma *Next Generation EU* per rilanciarne l'economia dopo la pandemia di COVID-19 e per incentivare lo sviluppo verde e digitale del paese. Il nome che è stato dato al piano è *Italia Domani* e al suo interno è stato previsto un pacchetto di investimenti e riforme articolato in sei missioni per le quali sono stati stanziati 191,5 miliardi di euro³⁷.

Le risorse finanziarie del piano sono state così suddivise (Fig. 3.1):

- per la missione *Rivoluzione verde e transizione ecologica* sono stati stanziati 59,47 miliardi con gli obiettivi principali di migliorare la sostenibilità e la resilienza del sistema economico e assicurare una transizione ambientale equa e inclusiva;
- per la missione *Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura* sono stati stanziati 40,32 miliardi con l'obiettivo di promuovere la trasformazione digitale del Paese, sostenere l'innovazione del sistema produttivo, e investire in due settori chiave per l'Italia, turismo e cultura;
- per la missione *Istruzione e ricerca* sono stati stanziati 30,88 miliardi con l'obiettivo di rafforzare il sistema educativo, le competenze digitali e tecnico-scientifiche, la ricerca e il trasferimento tecnologico;
- per la missione *Infrastrutture per una mobilità sostenibile* sono stati stanziati 25,40 miliardi con l'obiettivo primario di sviluppare un'infrastruttura di trasporto all'avanguardia e sostenibile estesa a tutte le aree del Paese;
- per la missione *Inclusione e coesione* sono stati stanziati 19,81 miliardi per facilitare la partecipazione al mercato del lavoro, rafforzare le politiche sul lavoro e favorire l'inclusione sociale, anche attraverso la formazione;
- per la missione *Salute* sono stati stanziati 15,63 miliardi con l'obiettivo di rafforzare la prevenzione e i servizi sanitari sul territorio, modernizzare e digitalizzare il sistema sanitario e garantire equità di accesso alle cure.

³⁷ A questi sono stati aggiunti altri 30,6 miliardi stanziati grazie ad un Fondo istituito con il Decreto-legge n.59 del 6 maggio 2021 a valere sullo scostamento pluriennale di bilancio approvato nel *Consiglio dei ministri* del 15 aprile 2021.



Figura 3.1. Suddivisione dei fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (fonte: PNRR, 2021)

Il PNRR prevede, inoltre, un ambizioso programma di riforme per contribuire allo sviluppo del Paese e rendere il contesto economico più favorevole alle attività di impresa. Tali riforme riguardano quattro ambiti principali: pubblica amministrazione; giustizia; semplificazione; competitività. La riforma della pubblica amministrazione intende offrire servizi migliori, favorire il reclutamento di giovani, investire nel capitale umano e aumentare il grado di digitalizzazione. La riforma della giustizia mira a ridurre la durata dei procedimenti giudiziari, soprattutto civili, e il forte peso di quegli arretrati. Per la semplificazione il piano prevede interventi, ad esempio in materia di concessione di permessi edilizi e appalti pubblici, per garantire la realizzazione e il massimo impatto degli investimenti. Infine, per la competitività è stata prevista una riforma per promuovere la concorrenza come strumento di coesione sociale e crescita economica.

3.2.2. Politiche energetiche relative al settore urbano ed edilizio in Italia

Il Governo italiano ha redatto le prime normative energetiche relative al settore urbano ed edilizio molto prima che l'Unione Europea iniziasse ad emanare direttive specifiche al riguardo. Difatti, la Legge 373/1976 (*"Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici"*) ha introdotto già nel 1976, circa vent'anni prima delle direttive europee, criteri sull'isolamento termico degli edifici e sulla progettazione degli impianti termici negli immobili, oltre che disposizioni sul limite massimo delle dispersioni degli edifici³⁸.

Anche agli inizi degli anni '90 sono state stabilite normative interessanti; la Legge n. 10/1991, attuativa del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di energia, è stata la prima legge quadro che ha

³⁸ Nel tempo la Legge 373/1976 è stata integrata da tre documenti: il D.P.R. 1052/77 che definiva i criteri di applicazione della Legge; il D.M. 10/3/1977 che stabiliva le zone climatiche e i valori del coefficiente di dispersione del calore negli edifici; il D.M. 30/7/1986 che aggiornava il coefficiente di dispersione termica sulla base del rapporto di forma S/V (superficie disperdente/volume lordo riscaldato) dell'edificio e della fascia climatica di ubicazione.

regolato le modalità progettuali e la gestione del sistema edificio/impianto³⁹. Successivamente il D.P.R. 412/1993 (*“Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell’art. 4 della Legge 9 Gennaio 1991, n. 10”*) ha introdotto la classificazione degli edifici in base alla loro destinazione d’uso, l’individuazione dei criteri di progettazione energetica e ha previsto la verifica del *Fabbisogno Energetico Normalizzato* (FEN) e regolato le prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici⁴⁰.

Tuttavia, a partire dal 2005, l’impegno del Governo italiano si è concentrato nel recepimento delle direttive emanate dall’UE, i cui contenuti sono stati tradotti per adattarli alle esigenze nazionali (Fig. 3.2):

- il D.lgs. 192/2005 ha recepito la cosiddetta Direttiva EPBD (Direttiva 2002/91/CE), fissando dei limiti al valore del fabbisogno di energia primaria e ponendo le basi all’idea di edificio certificato sotto il profilo energetico. Inoltre, ha dato attuazione anche alla Direttiva SAVE (Direttiva 1993/76/CEE), individuando i criteri per il miglioramento energetico degli edifici (sia di nuova costruzione che esistenti);
- il D.P.R. n. 59/2009 ha reso attuativa la Direttiva 2002/91/CE e dato forma alle politiche sul rendimento energetico in edilizia. Nello specifico, ha definito (anche se con tre anni di ritardo rispetto ai tempi previsti) i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva e per la fornitura di acqua calda sanitaria;
- il D.M. 26/06/2009 ha reso obbligatoria la certificazione energetica su tutto il territorio nazionale come previsto dalla Direttiva EPBD (Direttiva 2002/91/CE). Questo contiene le linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici (come, ad esempio, la durata massima validità *Attestato di Certificazione Energetica* (ACE) e la scala di classificazione delle prestazioni energetiche), ma non include – contrariamente alle direttive UE – sanzioni in caso di assenza di ACE ove richiesto;
- il D.lgs. 28/2011 ha recepito la Direttiva 2009/28/CE e ha definito obblighi di utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici (di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazioni importanti) per soddisfare i fabbisogni termici ed elettrici delle abitazioni, fissandone le soglie minime di copertura;
- il D.L. 63/2013 ha recepito la Direttiva EPBD II (Direttiva 2010/31/UE) riguardante le prestazioni energetiche nell’edilizia ed ha regolato l’introduzione dell’*Attestato di Prestazione Energetica* (APE), che sostituisce il precedente ACE e rende necessario considerare nel fabbisogno energetico anche la ventilazione e l’illuminazione (oltre a climatizzazione invernale, estiva e produzione dell’acqua calda sanitaria);
- il D.P.R. 75/2013 ha regolato i criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l’indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici;

³⁹ L’attuazione di questa legge è avvenuta attraverso due successivi decreti, il D.P.R. 412/93 e il D.P.R. 551/99, che hanno disciplinato le metodologie di calcolo utili, come quella del *Fabbisogno Energetico Normalizzato* (FEN).

⁴⁰ Tutt’oggi, l’articolo 28 della Legge n. 10 del 9/01/1991 regola le prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.

- la Legge 90/2013 ha convertito in legge, con modificazioni, il D.L. 63/2013 sulla prestazione energetica nell'edilizia. Questa ha fornito, per prima, la definizione di edificio a energia quasi zero (*Nearly Zero Energy Building* - NZEB)⁴¹ e ha fissato nuovi criteri per gli standard prestazionali degli edifici (sia per involucro e impianti, che per le quote di fonti rinnovabili) con lo scopo di raggiungere gli obiettivi fissati a livello comunitario in materia di edifici a energia quasi zero. Il decreto, inoltre, definisce e integra norme, condizioni e modalità per favorire l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici, promuovere l'uso razionale dell'energia e conseguire gli obiettivi nazionali in materia energetica e ambientale;
- il D.L. 102/2014 ha recepito la Direttiva 2012/27/UE introducendo misure innovative finalizzate a promuovere l'efficienza energetica nella pubblica amministrazione, nelle imprese e nelle famiglie secondo gli obiettivi posti dall'Unione Europea;
- il D.lgs. 48/2020 ha recepito la Direttiva EPBD III (Direttiva 2018/844) aggiornando il quadro di intervento sul patrimonio immobiliare italiano in relazione alle prestazioni energetiche degli edifici (di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazioni importanti), prevedendo anche delle limitazioni per gli edifici vincolati e tutelati;
- il D.lgs. 73/2020 ha successivamente aggiornato gli obiettivi nazionali di risparmio energetico al 2030 e previsto una serie di misure per il miglioramento dell'efficienza energetica secondo il principio comunitario dell'"energy efficiency first".

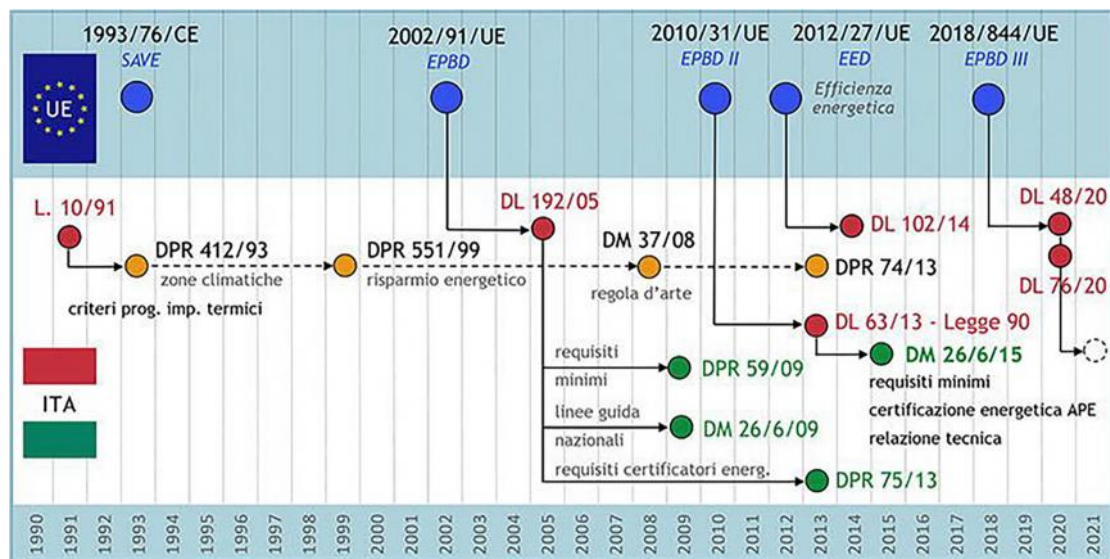


Figura 3.2. Timeline normative italiane ed europee (fonte: www.infobuildenergia.it)

Parallelamente al recepimento delle direttive europee, il governo italiano ha provveduto a completare il quadro giuridico in materia con ulteriori normative. Al riguardo è interessante sottolineare che nel 2007 è stato pubblicato il D.M. 19/02/2007, noto come *Decreto Edifici*, relativo a disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione del patrimonio

⁴¹ L'edificio a energia quasi zero è stato definito come un edificio in cui "il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ". Un altro fondamentale requisito che un edificio deve rispettare per essere considerato NZEB riguarda gli impianti termici, che devono essere progettati e realizzati in modo da garantire la copertura, da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

edilizio esistente; inoltre, nel 2015 è stato pubblicato il D.M. 26/06/2015 per aggiornare il quadro di riferimento degli APE (con nuove regole per la loro redazione), le metodologie di calcolo energetiche concesse e le prescrizioni dei requisiti minimi degli edifici.

Più recentemente, il *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* ha individuato nel settore civile uno dei principali attori degli interventi di efficientamento energetico. L'obiettivo di risparmio energetico per il 2030 delineato nel PNIEC, pari a 9,3 Mtep/anno di energia finale, è per il 60% relativo al settore civile, dato che questo settore presenta ancora un importante potenziale di miglioramento, soprattutto in merito al settore edilizio. Secondo il PNIEC, difatti, gran parte dei risparmi potranno essere conseguiti grazie all'introduzione di nuovi materiali e nuove tecnologie in ambito domestico, all'adozione di nuovi standard costruttivi e di dispositivi di uso finale dell'energia, all'efficientamento dell'involucro edilizio, a una maggiore diffusione delle rinnovabili termiche e del teleriscaldamento, oltre che alla maggiore diffusione di interventi di riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale esistente (sia pubblico che privato). Dunque, il contributo del settore dell'edilizia al raggiungimento degli obiettivi europei al 2030, in termini di riduzione di emissioni di gas ad effetto serra, riduzione dei consumi energetici e sicurezza negli approvvigionamenti di energia, è stato confermato essere estremamente rilevante.

Un'ulteriore conferma di questo indirizzo di condotta è stata data dalla pubblicazione, nel 2020, della *Strategia Italiana per la Riqualificazione Energetica del Parco Immobiliare Nazionale* (STREPIN). Questa aggiorna e sostituisce la prima versione della Strategia pubblicata nel 2015, analizza lo stato dell'arte nazionale del settore civile e propone obiettivi di riqualificazione del parco immobiliare, linee strategiche per l'identificazione delle priorità d'intervento, misure e azioni per il conseguimento dei target e indicatori per un efficace monitoraggio dei progressi. Secondo il documento, il settore civile è responsabile di circa il 45% dei consumi finali di energia e del 17,5% delle emissioni dirette di CO₂ del nostro Paese. Inoltre, gli edifici a destinazione d'uso residenziale risultano pari a 12,42 milioni, con quasi 32 milioni di abitazioni (dei quali 710.000 relativi all'edilizia residenziale pubblica) e oltre il 65% di tale parco edilizio ha più di 45 anni (dunque, è precedente alla prima legge sul risparmio energetico del 1976).

Dopo una rassegna del parco immobiliare e un'analisi dello stato dell'arte e dell'attuale tasso di riqualificazione energetica in Italia, la STREPIN passa in rassegna le misure e le azioni esistenti per il conseguimento dei target fissati per gli edifici (residenziali e non) e per i settori pubblico e privato, con la previsione, per ciascuno di essi, di un possibile miglioramento al fine di raggiungere il tasso di ristrutturazione stimato e con la predisposizione di indicatori ad hoc per un efficace monitoraggio dei progressi.

Nella STREPIN viene evidenziata la forte eterogeneità presente nel parco immobiliare nazionale e nel clima italiano, caratteristica che comporta maggiore difficoltà nel definire soluzioni, in ambito sia costruttivo che impiantistico, adattabili in maniera standardizzata alle diverse aree del Paese.

Il documento si sofferma poi sulle barriere e sulle difficoltà per la progettazione e la realizzazione degli interventi di efficientamento energetico edilizio, che possono essere principalmente di tipo:

- tecnico, relativi alla disomogenea modalità di applicazione a livello territoriale di procedure e prescrizioni previste dagli strumenti urbanistici che disciplinano e regolano gli interventi

di riqualificazione degli edifici esistenti, nonché i criteri per indirizzare tali interventi verso soluzioni innovative;

- economico-finanziario, riferiti alle difficoltà nell'ottenimento di prestiti da parte di istituti di credito e al fatto che si riscontrano a livello nazionale un'alta diffidenza nel finanziare progetti di efficienza energetica basati sul *cash-flow*, alti tassi di interessi e carenza di finanziamenti a tasso agevolato specifici.

A fronte di queste problematiche, la SPREPIN presenta una serie di politiche e azioni per il conseguimento dell'obiettivo di incrementare il numero e l'efficacia degli interventi di efficientamento energetico del patrimonio edilizio nazionale. Inoltre, il documento presenta le iniziative volte alla promozione di tecnologie intelligenti, competenze e formazione e le misure di sostegno e i meccanismi finanziari per la promozione dell'efficientamento energetico degli edifici.

3.2.3. Misure di sostegno finanziario pubblico in Italia

Il Governo italiano ha emanato nel corso degli anni diverse misure a sostegno degli interventi di retrofit energetico (Albertini e Bigano, 2015; Caneparo e Rolfo, 2017). Le forme di incentivazione messe in atto per promuovere l'efficienza energetica attualmente vigenti sono (Fig. 3.3):

- le detrazioni fiscali per interventi di efficientamento energetico;
- il *Conto Termico 2.0* (che ha sostituito il *Conto Termico*);
- il meccanismo dei *Certificati Bianchi*;
- il *Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica*.

Inoltre, il D.L. 34/2019 ha istituito un contributo in favore dei comuni, nel limite massimo di 500 milioni di euro per l'anno 2019 a valere sul *Fondo Sviluppo e Coesione* (FSC) per interventi relativi a investimenti nel campo dell'efficientamento energetico e dello sviluppo territoriale sostenibile. Il contributo è stato suddiviso ai Comuni sulla base della loro popolazione residente ed è stato orientato alla realizzazione di opere pubbliche in materia di efficientamento energetico (compresi interventi inerenti l'illuminazione pubblica, il risparmio energetico degli edifici di proprietà pubblica e di edilizia residenziale pubblica) e di sviluppo territoriale sostenibile (compresi interventi in materia di mobilità sostenibile, adeguamento e messa in sicurezza di scuole, edifici pubblici e patrimonio comunale).

Detrazioni fiscali

Le detrazioni fiscali sono forme di incentivi che prevedono aliquote di detrazione dall'Irpef (*Imposta sul reddito delle persone fisiche*) o dall'Ires (*Imposta sul reddito delle società*), differenziate in base all'intervento realizzato, al fine di legare maggiormente il beneficio economico al risparmio energetico conseguibile. L'agevolazione è rivolta a tutti i contribuenti che possiedono un diritto reale sull'immobile, quali i proprietari, i residenti, gli inquilini e i comodatari.

Le detrazioni fiscali come misura incentivante per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente sono state introdotte con la Legge 296/2006. L'agevolazione, nota come *Ecobonus*, consiste nella detrazione fiscale di una percentuale delle spese sostenute e rimaste a carico del contribuente da ripartire in più quote annuali di pari importo. Inizialmente la

normativa dava la possibilità di ottenere detrazioni fiscali del 55% della spesa sostenuta per la realizzazione di interventi di risparmio energetico nel patrimonio immobiliare nazionale esistente per:

- la riqualificazione energetica globale dell’edificio;
- interventi su strutture opache orizzontali, strutture opache verticali e infissi;
- l’installazione di pannelli solari per la produzione di elettricità o di acqua calda sanitaria;
- la sostituzione di vecchi impianti di climatizzazione invernale e di produzione di acqua calda sanitaria con impianti ad alta efficienza.

Nel tempo la misura ha subito varie modifiche che hanno riguardato la tipologia degli interventi ammessi, il numero di anni su cui ripartire la detrazione, l’aliquota di detrazione e anche la tipologia di intervento.

Tra le varie modifiche è interessante sottolineare che nel 2017 la Legge di Bilancio aveva previsto un innalzamento dell’aliquota di detrazione per gli interventi di riqualificazione energetica di parti comuni degli edifici condominiali: 70% se l’intervento riguardava l’involucro dell’edificio e del 75% l’intervento riguardava il miglioramento della prestazione energetica invernale ed estiva delle parti comuni condominiali⁴². La misura inizialmente ha avuto maggior successo con gli interventi più semplici eseguiti sulle singole unità immobiliari, quali la sostituzione degli infissi e la sostituzione dei generatori di calore con altri a più alta efficienza (caldaie a condensazione e pompe di calore) (ENEA 2022). Quindi, per superare questa criticità, i successivi aggiornamenti legislativi hanno cercato di favorire quanto più possibile gli interventi sulle parti comuni degli edifici condominiali; a tal fine, la Legge di Bilancio 2017 ha consentito anche di cedere la detrazione fiscale sotto forma di credito d’imposta. Si tratta di un meccanismo previsto per i contribuenti che, nell’anno precedente a quello di sostenimento delle spese, ricadono nella cosiddetta “no tax area” e che, pertanto, non potrebbero fruire della detrazione poiché non tenuti a pagare l’IRPEF. Tali soggetti possono ora cedere il credito corrispondente alla detrazione ai fornitori che hanno eseguito i lavori o ad altri soggetti privati; il cessionario può utilizzare il credito in compensazione per il pagamento di imposte e contributi oppure, a sua volta, cederlo ad altri soggetti privati. Ciò ad estremo beneficio soprattutto dei lavori, come quelli condominiali, che coinvolgono una pluralità di soggetti, magari non tutti con lo stesso regime di contribuzione.

Ulteriori modifiche sono state introdotte dalla Legge di Bilancio 2018 e 2019 e la percentuale delle detrazioni è aumentata, per certi interventi, fino all’85%. Ma una svolta nel sistema delle detrazioni è avvenuta con il D.L. 34/2020, il cosiddetto “Decreto rilancio”, il quale ha dato la possibilità a tutti i contribuenti di optare, in sostituzione dell’utilizzo diretto della detrazione, della cessione del credito o dello sconto in fattura (art. 121 D.L. 34/2020). Difatti, per rilanciare l’economia, a seguito della pandemia di Covid-19, il governo ha voluto utilizzare il meccanismo delle detrazioni fiscali, applicato agli interventi di efficienza energetica (e anche agli interventi antisismici), innalzando l’aliquota di detrazione al 110% (*Super-ecobonus*) della spesa sostenuta e dimezzando, nello stesso tempo, il numero di rate annuali su cui ripartire la detrazione, portandolo da 10 a 5 anni. Queste novità hanno avuto l’effetto, però, di abbassare

⁴² Nel determinare l’ammontare delle spese ammesse alla detrazione la Legge di Bilancio 2017 stabilisce un unico limite che tiene conto della dimensione dello stabile, fissandolo in misura non superiore a € 40.000 di spesa moltiplicato il numero delle unità immobiliari che compongono l’edificio.

la capacità di assorbire direttamente le detrazioni fiscali da parte dei cittadini, in quanto viene elevata di circa quattro volte l'importo della rata annuale da portare in detrazione, riducendo la spesa sostenibile. Per superare questa criticità il "Decreto rilancio" ha voluto facilitare il meccanismo della cessione del credito consentendo al cessionario di cedere a sua volta il credito, senza limitazioni sul numero di cessioni successive, e consentendo la cessione del credito di imposta anche ad istituti di credito ed intermediari finanziari. Oltre a ciò, è stata introdotta la possibilità di "sconto in fattura" da parte delle imprese. In questo modo si è voluto dare un impulso importante all'economia stimolando soprattutto gli interventi negli edifici condominiali che hanno elevata potenzialità di risparmio energetico e di riduzione di CO₂.

I soggetti che vogliono usufruire del Superbonus possono, dunque, optare in modo alternativo alle detrazioni:

- alla cessione del credito d'imposta, corrispondente alla detrazione spettante, ad altri soggetti, compresi gli istituti di credito e gli altri intermediari finanziari;
- ad uno sconto sul corrispettivo dovuto, di importo massimo non superiore al corrispettivo stesso, anticipato dal fornitore di beni e servizi relativi agli interventi agevolati. Il fornitore potrà recuperare il contributo anticipato sotto forma di credito d'imposta di importo pari alla detrazione spettante (110%) o, nel caso di sconto "parziale", pari all'importo dello sconto applicato, oppure cederlo ad altri soggetti, inclusi gli istituti di credito e gli altri intermediari finanziari.

Per cedere il credito o avere lo sconto in fattura è stato introdotto l'obbligo per il contribuente di richiedere sia un visto di conformità dei dati relativi alla documentazione, che attesta la sussistenza dei presupposti che danno diritto alla detrazione d'imposta, sia un'attestazione della congruità delle spese da parte di tecnici abilitati. Peraltro, le spese sostenute per il rilascio di tali documenti rientrano tra le spese detraibili, così come tutti gli oneri professionali necessari alla realizzazione degli interventi.

All'ENEA è stata affidata la gestione del meccanismo delle detrazioni fiscali per la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente sin dalla sua istituzione nel 2007. Oltre alla raccolta delle richieste di accesso alla detrazione, tale incarico istituzionale prevede attività di formazione e informazione a utenti e professionisti, la valutazione dei risparmi energetici conseguiti grazie agli interventi incentivati e l'esecuzione dei controlli sul territorio.

L'elemento di forza del *Superbonus* è che garantisce, tramite una detrazione fiscale del 110%, una completa remunerazione delle spese sostenute per determinate tipologie di intervento, ivi compresi i costi di attualizzazione dovuti alla possibilità di beneficiare del bonus in cinque rate annuali di pari importo. Ovviamente, considerando che l'utente finale può beneficiare degli interventi di riqualificazione energetica senza alcun onere, questa strategia di finanziamento è stata estremamente attraente per l'utenza residenziale (Calise et al., 2022)

Secondo la normativa, il vincolo obbligatorio per ottenere il *Superbonus* è il miglioramento del rendimento energetico dell'immobile oggetto di intervento di almeno due classi energetiche attraverso:

- *interventi trainanti*, relativi all'isolamento termico dell'involucro edilizio⁴³ e alla sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale (di cui almeno uno è obbligatorio);

⁴³ I materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017.

- *interventi trainati*, relativi a sostituzione degli infissi, sostituzione dei sistemi di schermature solari, installazione di impianti solari fotovoltaici, installazione di sistemi di accumulo integrati agli impianti solari fotovoltaici, installazione di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici, installazione di sistemi di *building automation*.

Ogni intervento può essere detratto fino ad una spesa massima ammissibile che differisce per tipologia (Fig. 3.3).

| INTERVENTI "TRAINANTI" AMMESSI AL SUPERBONUS | SPESA MASSIMA | % INCENTIVO |
|---|---|----------------|
| Isolamento termico dell'involucro edilizio (> 25% superficie disperdente) | € 60.000 moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio | 110% |
| Sostituzione impianto termico esistente con impianto centralizzato dotato di generatore di calore tipo: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Caldaia a condensazione (Classe A) ✓ Pompe di Calore ad alta efficienza ✓ Sistemi Ibridi (Caldaia+PdC) ✓ Impianti Geotermici ✓ Microgenerazione | € 30.000 moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio | |
| Interventi sugli edifici unifamiliari per la sostituzione degli impianti termici con impianti per il riscaldamento, il raffrescamento o la fornitura di acqua calda sanitaria, del tipo a: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pompe di Calore ad alta efficienza ✓ Sistemi Ibridi (Caldaia+PdC) ✓ Impianti Geotermici ✓ Microgenerazione | € 30.000 | |
| INTERVENTI AMMESSI "IN ABBINAMENTO" | SPESA MASSIMA | % INCENTIVO |
| Installazione di impianti fotovoltaici in abbinamento ad un intervento "trainante" | € 48.000 con limite di € 2.400 per ogni Kw installato | 110% |
| Installazione di sistemi di accumulo contestuale o successiva agli impianti fotovoltaici in abbinamento ad un intervento "trainante" | Limite di € 1.000 per ogni Kwh di capacità di accumulo del sistema installato | |
| Installazione di colonne di ricarica per veicoli elettrici in abbinamento ad un intervento "trainante" | Nessun Limite previsto | |

Figura 3.3. Spese massime per categorie di intervento del *Superbonus* (fonte: www.eco-bonus.it)

Gli immobili che possono usufruire della detrazione sono sia gli edifici condominiali sia gli edifici unifamiliari⁴⁴ e la destinazione d'uso degli immobili deve essere di tipo residenziale (per i condomini la destinazione d'uso residenziale deve incidere per più del 50%). Inoltre, è richiesta la presenza di un impianto di condizionamento termico invernale; pertanto, gli edifici e gli immobili privi di sistemi di riscaldamento non possono accedere agli incentivi, così come quelli in cui sono presenti abusi edilizi o difformità catastali di qualsiasi tipo.

Oltre al *Superbonus* è attualmente vigente anche il regime dell'*Ecobonus*. Si tratta di un'agevolazione fiscale che può essere utilizzata per i lavori di ristrutturazione atti ad

⁴⁴ Oltre alle unità immobiliari situate all'interno di edifici plurifamiliari che sono funzionalmente indipendenti e dispongono di almeno un accesso autonomo esterno.

efficientare energeticamente edifici ed immobili esistenti (e anche i lavori di ristrutturazione per una migliore efficienza energetica effettuati a livello condominiale) sotto forma tratta di una detrazione IRPEF di dieci rate annuali di pari importo. I possibili beneficiari del bonus sono:

- persone fisiche (proprietari di un immobile, inquilini, possessori di immobili in comodato, familiari e conviventi che hanno a loro carico le spese di gestione di un immobile e condomini relativamente ai lavori sulle parti comuni);
- enti (sia pubblici che privati, ma che non svolgono attività commerciale);
- soggetti con reddito di impresa (persone fisiche, società di capitali e di persone);
- associazioni tra professionisti.

Gli interventi ammessi a detrazioni sono riassunti nella Tabella 3.3, all'interno della quale sono riportati anche i costi massimi ammissibili, la detrazione massima e la percentuale di incentivazione per tipologia di intervento.

Tabella 3.3. Tipologia, costo massimo, detrazione massima e percentuale di incentivazione delle spese ammissibili per tipologia di intervento dell'*Ecobonus* (fonte: elaborazione propria)

| Tipologia di intervento | Costi massimi ammissibili (€) | Detrazione massima (€) | Incentivazione massima (%) |
|--|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Riqualificazione energetica | € 153.846,15 | € 100.000,00 | 65% |
| Isolamento termico (cappotto, coibentazione, ecc.) | € 92.307,69 | € 60.000,00 | 65% |
| Sostituzione impianti di climatizzazione invernale con sistemi ad alta efficienza energetica | € 46.153,84 | € 30.000,00 | 65% |
| Sostituzione impianti per la produzione di ACS con sistemi ad alta efficienza energetica | € 46.153,84 | € 30.000,00 | 65% |
| Sostituzione degli infissi esterni | € 120.000,00 | € 60.000,00 | 50% |
| Sostituzione delle schermature solari | € 120.000,00 | € 60.000,00 | 50% |
| Installazione di pannelli solari per la produzione di ACS | € 92.307,69 | € 60.000,00 | 65% |
| Installazione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia | € 96.000,00 | € 48.000,00 | 50% |
| Installazione sistemi di <i>building automation</i> per gli impianti di climatizzazione o di produzione di ACS | € 23.076,00 | € 15.000,00 | 65% |

La detrazione fiscale per i lavori di risparmio energetico varia, dunque, dal 50% al 65% della spesa sostenuta, ovviamente sulla base della tipologia di intervento. Nel computo dei costi agevolati dalla detrazione fiscale rientrano sia le spese per i lavori di efficientamento energetico che quelli per le prestazioni professionali funzionali all'esecuzione dei lavori.

Il *Superbonus* al 110% sarà usufruibile fino al 31 dicembre 2023, oltre tale data la detrazione scenderà al 70% per le spese sostenute nel 2024 e al 65% per le spese sostenute nel 2025. Inoltre, nel PNIEC sono state descritte le linee evolutive dell'*Ecobonus*, che consistono in:

- consolidare nel tempo e ottimizzare il meccanismo integrando la misura anche con il *Bonus Casa* (meccanismo di incentivazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli immobili), così che si possa prevedere un beneficio modulato sul risparmio atteso che premi gli interventi con migliore costo-efficacia e stimoli la propensione verso interventi congiunti di riqualificazione profonda e miglioramento sismico;

- introdurre disposizioni per favorire gli investimenti iniziali, per esempio l'estensione della portabilità del titolo di credito di imposta e l'attivazione di un fondo per la concessione di garanzie sui finanziamenti.

Nel periodo 2014-2021, grazie all'*Ecobonus*, in Italia sono stati realizzati circa 3,7 milioni di interventi, di cui oltre un milione nel 2021. Gli investimenti sono stati di oltre 7,5 miliardi di euro e i risparmi conseguiti nel periodo 2014-2021 di oltre 11.100 GWh/anno. Per quanto concerne il *Superbonus*, invece, a dicembre 2021 sono stati registrati 91.880 cantieri, dei quali gli interventi ammessi alle detrazioni hanno riguardato il 47,5% riguarda i condomini, il 33,5% gli edifici unifamiliari e il 18,9% le unità immobiliari funzionalmente indipendenti (ENEA 2022). Tuttavia, a causa di un elevato numero di frodi fiscali e della difficoltà di gestione del meccanismo, il D.L. 11/2023 ha bloccato la possibilità di utilizzo del sistema di cessione del credito e di sconto in fattura, impedendo di fatto la possibilità di utilizzo delle detrazioni fiscali a tutti i cittadini della "no tax area" e a quelli con capacità fiscali limitate. Questo compromette l'utilizzo degli incentivi da parte delle famiglie in povertà energetica residenti in edifici di edilizia residenziale privata. D'altronde, già i dati del 2017 e del 2019 sulle detrazioni fiscali (*Rapporto annuale detrazioni fiscali 2017*, *Rapporto annuale detrazioni fiscali 2019*) avevano indicato che esiste una stretta correlazione tra reddito disponibile e distribuzione degli interventi di riqualificazione e che a livello regionale l'accesso al meccanismo è stato molto maggiore nelle regioni del Nord Italia, aventi un più alto livello di reddito pro-capite. Sicuramente, data la distribuzione degli interventi sbilanciata verso la coibentazione dell'involucro e la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, la zona climatica di appartenenza ha influenzato il ricorso al meccanismo, determinando una più elevata domanda di riscaldamento. Occorre però considerare anche l'elevata incidenza della povertà energetica nelle regioni del Sud, e quindi l'elevato potenziale per la riqualificazione energetica esistente e non pienamente sfruttato.

Oltre all'*Ecobonus* e al *Superbonus*, ulteriori detrazioni fiscali per la riqualificazione e il recupero del patrimonio edilizio predisposti dal Governo italiano sono:

- il *Sismabonus*, che è un'agevolazione rivolta agli interventi di consolidamento statico. Le percentuali di detrazione delle spese ammissibili saranno pari al 90% fino al 31/12/2023, al 70% fino 31/12/2022 e al 65% fino al 31/12/2025;
- il *Bonus Casa*, che è rivolta agli interventi di manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione e, limitatamente ai lavori eseguiti sulle parti comuni, anche agli interventi di manutenzione ordinaria degli immobili. L'agevolazione è pari al 50% delle spese ammissibili sostenute fino al 31/12/2024;
- il *Bonus Facciate*, che riguarda gli interventi finalizzati al recupero o restauro della facciata esterna degli edifici esistenti al fine di migliorare il decoro urbano delle città. Questo prevede strumento ha previsto una detrazione del 90% delle spese ammissibili ma è stato interrotto il 31/12/2022.

Conto Termico

Il *Conto Termico 2.0* è stato introdotto dal D.M. 16 febbraio 2016 per potenziare il meccanismo di sostegno già introdotto dal D.M. 28 dicembre 2012 (*Conto Termico*). Tale sistema prevede l'erogazione di incentivi, sia a soggetti pubblici che privati, per realizzare interventi utili alla

produzione di energia termica rinnovabile e al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e degli impianti.

Il *Conto Termico* era un contributo alle spese sostenute per gli interventi di efficientamento erogato in rate annuali per una durata di 1, 2 o 5 anni. Tale incentivo era individuato sulla base della tipologia di intervento, sia in funzione dell'incremento dell'efficienza energetica conseguibile, sia in funzione dell'energia producibile con gli impianti alimentati da fonti rinnovabili. Gli interventi incentivabili potevano essere tutti quelli destinati all'efficientamento dell'involucro di edifici esistenti (coibentazione di pareti e coperture, sostituzione dei serramenti, installazione di schermature solari), alla sostituzione di impianti esistenti per la climatizzazione invernale con impianti a più alta efficienza (ad esempio, con caldaie a condensazione) e alla sostituzione o alla nuova installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili (pompe di calore, caldaie, stufe e camini a biomassa, impianti solari termici, ecc.). Ognuno di questi aveva un limite specifico di spesa massima ammissibile, in relazione anche alla zona climatica degli immobili oggetto di intervento.

I *Soggetti Ammessi*, cioè i beneficiari degli interventi oggetto di incentivazione, potevano essere le Pubbliche Amministrazioni o i soggetti privati, ed avevano tre diverse modalità di accesso ai meccanismi di incentivazione:

- *accesso diretto*, procedura disponibile per tutti i *Soggetti Ammessi* e consentita dopo la conclusione degli interventi;
- *prenotazione*, consentita alle sole Pubbliche Amministrazioni e relativa ad interventi ancora da realizzare;
- *iscrizione ai registri*, procedura obbligatoria per alcune tipologie di interventi realizzati (o da realizzare) da parte di tutti i *Soggetti Ammessi*.

Il responsabile dell'attuazione e della gestione del meccanismo previsto dal *Conto Termico* era il *Gestore dei Servizi Energetici* (GSE), al quale è stato il compito di: provvedere all'assegnazione, all'erogazione, alla revoca degli incentivi secondo modalità e tempistiche specificate in apposite regole applicative; effettuare verifiche e controlli; monitorare il raggiungimento degli obiettivi di produzione di energia termica da fonte rinnovabile e di efficienza energetica; segnalare alle autorità competenti gli esiti delle istruttorie per l'eventuale applicazione di sanzioni.

Il *Conto Termico 2.0* ha potenziato il precedente meccanismo di sostegno ed introdotto principi di semplificazione, efficacia, diversificazione e innovazione tecnologica che hanno ampliato la gamma degli interventi incentivabili (ad esempio ha inserito trasformazione degli edifici esistenti in NZEB, disponibile però esclusivamente dalle Pubbliche Amministrazioni). Inoltre, ha aumentato il valore massimo degli incentivi (Tab. 3.4), ha innalzato il limite per la loro erogazione in un'unica rata (dai precedenti € 600 agli attuali € 5.000) ed ha ridotto il tempo di pagamento, che è passato da 6 a 2 mesi.

Le variazioni più significative apportate dal nuovo Conto Termico riguardano anche la dimensione degli impianti ammissibili, che è stata aumentata, la procedura di accesso diretto, che è stata snellita, e l'accesso agli incentivi, che adesso può avvenire soltanto attraverso due modalità: l'accesso diretto e la prenotazione. Invece, i *Soggetti Ammessi* agli incentivi del CT 2.0 sono sempre distinti in Pubbliche Amministrazioni e Soggetti privati ed il Responsabile della

gestione del meccanismo e dell'erogazione degli incentivi è sempre il *Gestore dei Servizi Energetici*.

Nel PNIEC sono state descritte anche le linee evolutive del *Conto Termico*, che consistono nel proseguire l'impegno per la semplificazione dell'accesso al meccanismo da parte della PA, anche attraverso la promozione del modello ESCo e l'utilizzo di contratti di tipo EPC e nello specializzare il meccanismo verso interventi di riqualificazione energetica e recupero edilizio in ambito non residenziale, sia pubblico che privato.

Tabella 3.4. Percentuale di incentivazione delle spese ammissibili per tipologia di intervento del CT 2.0 (fonte: elaborazione propria)

| Tipologia di intervento | Incentivazione massima (%) |
|---|----------------------------|
| Sostituzione di impianti esistenti con sistemi a pompe di calore, caldaie e apparecchi a biomassa, sistemi ibridi a pompe di calore e impianti solari termici | 65% |
| Transazione di edifici in NZEB | 65% |
| Isolamento termico di murature e coperture nelle zone climatiche A, B, C e D Sostituzione di infissi esterni nelle zone climatiche A, B, C e D Installazione di schermature solari nelle zone climatiche A, B, C e D Installazione di caldaie a condensazione o ad alta efficienza energetica Sostituzione dei sistemi di illuminazione interna Installazione di sistemi di <i>building automation</i> | 40% |
| Isolamento termico di murature e coperture nelle zone climatiche E e F Sostituzione di infissi esterni nelle zone climatiche E e F | 50% |
| Redazione di <i>Diagnosi Energetica</i> o <i>Attestato di Prestazione Energetica</i> (APE) per i soggetti privati | 50% |
| Redazione di <i>Diagnosi Energetica</i> o <i>Attestato di Prestazione Energetica</i> (APE) per le PA | 100% |

Certificati Bianchi

I *Certificati Bianchi*, anche noti come *Titoli di Efficienza Energetica* (TEE), sono titoli negoziabili che certificano il conseguimento di risparmi energetici negli usi finali di energia attraverso interventi e progetti di incremento di efficienza energetica. Il sistema dei TEE prevede che i distributori di energia elettrica e di gas naturale raggiungano annualmente obiettivi di risparmio di energia primaria ed un certificato equivale al risparmio di una *Tonnellata Equivalente di Petrolio* (TEP). Il GSE riconosce un certificato per ogni TEP di risparmio conseguito grazie alla realizzazione dell'intervento di efficienza energetica. Su indicazione del GSE, i certificati vengono poi emessi dal *Gestore dei Mercati Energetici* (GME) su appositi conti. Per ottenere i certificati bianchi i distributori di energia elettrica e di gas possono seguire due strade:

- realizzazione diretta dei progetti di efficienza energetica ammessi al meccanismo;
- acquisto di titoli dagli altri soggetti ammessi al meccanismo (soggetti volontari).

I *Certificati Bianchi*, difatti, possono essere scambiati e valorizzati sulla piattaforma di mercato gestita dal GME o attraverso contrattazioni bilaterali. A tal fine, tutti i soggetti ammessi al meccanismo sono inseriti nel *Registro Elettronico dei Titoli di Efficienza Energetica* del GME e il valore economico dei titoli è definito nelle sessioni di scambio sul mercato. Nello scambio di certificati possono essere coinvolti i distributori di energia e altri soggetti volontari che liberamente scelgono di realizzare interventi di riduzione dei consumi negli usi finali di

energia e a cui si riconosce il diritto a ricevere la corrispondente quantità di *Certificati Bianchi*. Fra i soggetti volontari vi sono le società di servizi energetici (ESCo) o le società che abbiano nominato un *Esperto in Gestione dell'Energia* (EGE) certificato.

Attualmente, i *Certificati Bianchi* sono il principale meccanismo di incentivazione dell'efficienza energetica nel settore industriale, delle infrastrutture a rete, dei servizi e dei trasporti, ma possono riguardare anche interventi realizzati nel settore civile e misure comportamentali.

I *Certificati Bianchi* non possono essere cumulati con altri incentivi relativi alle tariffe dell'energia elettrica e del gas e con altri incentivi statali, destinati ai medesimi progetti. Tuttavia, sono cumulabili con finanziamenti erogati a livello locale, regionale e comunitario (ad esempio i POR FESR, erogati dalle Regioni) e con l'accesso a:

- fondi di garanzia e fondi di rotazione;
- contributi in conto interesse;
- detassazione del reddito d'impresa e i crediti di imposta riguardante l'acquisto di macchinari e attrezzature.

Le regole di funzionamento dei *Certificati Bianchi* sono contenute nel D.M. 11 gennaio 2017, che definisce gli obiettivi e gli obblighi di risparmio per il periodo 2017-2020, e dal successivo D.M. 10 maggio 2018, che ha determinato gli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico per le imprese di distribuzione dell'energia elettrica e il gas per gli anni dal 2017 al 2020.

Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica

Il *Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica* (FNEE) è un fondo che sostiene la realizzazione di interventi finalizzati a garantire il raggiungimento degli obiettivi nazionali di efficienza energetica, promuovendo il coinvolgimento di istituti finanziari (nazionali e non) e investitori privati sulla base di un'adeguata condivisione dei rischi. Nello specifico, sono finanziabili dal FNEE le iniziative riguardanti:

- la riduzione dei consumi di energia nei processi industriali;
- la realizzazione e/o l'implementazione di reti ed impianti di teleriscaldamento e teleraffrescamento;
- l'efficientamento di servizi ed infrastrutture pubbliche, inclusa la pubblica illuminazione;
- la riqualificazione energetica degli edifici.

Per tali iniziative le spese ammissibili possono riguardare:

- le consulenze (nella misura max del 10% delle spese ammissibili) con particolare riferimento alle spese per progettazioni ingegneristiche delle strutture, dei fabbricati e degli impianti e a quelle per direzione lavori, collaudi, progettazione di sistemi di gestione energetica e studi di fattibilità;
- le apparecchiature, gli impianti nonché i macchinari e le attrezzature varie (inclusi i sistemi di telegestione, telecontrollo e monitoraggio per la raccolta dei dati riguardanti i risparmi conseguiti);
- interventi sull'involucro edilizio comprensivi di opere murarie (inclusi i costi per gli interventi di mitigazione del rischio sismico qualora necessari);
- infrastrutture specifiche quali opere civili, linee di adduzione dell'acqua, dell'energia elettrica, del gas e/o del combustibile necessario per il funzionamento dell'impianto.

I destinatari delle agevolazioni del fondo possono essere imprese, ESCo o Pubbliche Amministrazioni, in forma singola, associata o aggregata attraverso Protocolli d'intesa, Convenzioni, Accordi di programma, Consorzi o altro. Per poter accedere al fondo, le imprese e le ESCo devono rispettare determinati requisiti, tra cui essere in regola con le disposizioni normative vigenti e non trovarsi in condizioni tali da risultare "impresa in difficoltà".

Per le Imprese e le ESCo le agevolazioni sono concesse sotto forma di finanziamento e/o garanzia e devono essere presentate esclusivamente attraverso banche o intermediari finanziari a vantaggio dei soggetti beneficiari. Per le PA, invece, le agevolazioni sono concesse sotto forma di finanziamento. La garanzia è prevista su singole operazioni di finanziamento (comprendenti di capitale ed interessi) e copre fino all'80% dei costi agevolabili per importi da 150.000 a 2.500.000 € per una durata massima di 15 anni. Il finanziamento, invece, prevede un tasso agevolato dello 0,25% e:

- una copertura di un massimo del 70% dei costi agevolabili per importi compresi tra 250.000 € e 4.000.000 €, con durata massima 10 anni, per le Imprese e le ESCo;
- ed una copertura di un massimo del 60% dei costi agevolabili (80% in caso di interventi su infrastrutture pubbliche, compresa l'illuminazione pubblica) per importi compresi tra 150.000 € e 2.000.000 €, con durata massima 15 anni, per le PA.

In ogni caso, il soggetto beneficiario deve comunque garantire una copertura finanziaria del progetto di investimento pari all'importo non coperto dalle agevolazioni concedibili.

Le risorse finanziarie stanziare per il FNEE ammontano a circa 310 milioni di euro, che servono sia come garanzia degli investimenti (30% del fondo), sia per fornire finanziamenti agevolati (70% del fondo) ad imprese, ESCo e Pubblica Amministrazione su immobili, impianti e processi produttivi.

Le agevolazioni erogate dal fondo sono cumulabili con altri aiuti di stato (comunitari, nazionali e regionali) nel limite del regolamento di riferimento (art. 38 e 46 del *Regolamento Generale di Esenzione per Categoria* - GBER) e nel caso delle Pubbliche Amministrazioni sono cumulabili con contributi fino ad un finanziamento massimo complessivo pari al 100% dei costi ammissibili.

Il Fondo è disciplinato dal D.M. 22 dicembre 2017 e opera come una misura a sportello, pertanto, le domande sono valutate in base all'ordine cronologico di arrivo e non ci sono graduatorie relativi a progetti o iniziative.

Misure del PNRR

Infine, in Italia sono stati adottati investimenti e riforme in materia di transizione verde e transizione ecologica anche tramite il *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*. Il PNRR, difatti, prevede una serie di misure finanziarie per l'efficienza energetica, in particolare volte alla riqualificazione degli edifici esistenti e al rafforzamento delle misure delle detrazioni fiscali.

Nello specifico, la Componente 3 della Missione 2 del PNRR, "*Efficienza energetica e riqualificazione degli edifici*", si pone l'obiettivo specifico di agire per la riduzione dei consumi e l'abbattimento delle emissioni di CO₂ agendo sul settore edilizio, tenendo conto anche delle condizioni abitative dei cittadini e del fenomeno della povertà energetica.

Al riguardo il Piano contiene tre misure di grande portata per l'efficienza energetica degli edifici per le quali ha stanziato oltre 15 miliardi di euro:

- la misura “*Efficientamento energetico e sismico dell’edilizia residenziale privata e pubblica*”, avente a disposizione 13,95 miliardi di euro per finanziare la ristrutturazione energetica e sismica degli edifici residenziali, compresa l’edilizia sociale, e per favorire le ristrutturazioni profonde e la trasformazione in “edifici ad energia quasi zero” del parco immobiliare nazionale;
- la misura “*Efficientamento energetico degli edifici pubblici*”, che ha destinato 800 milioni di euro per realizzare circa 195 nuovi edifici scolastici e garantire agli studenti italiani di frequentare scuole moderne, verdi e sicure, dimezzando il consumo di energia e abbattendo le emissioni annue di gas serra di tali edifici, e 411 milioni di euro per intervenire su 290.000 mq di uffici, tribunali e cittadelle giudiziarie, efficientando 48 strutture;
- la misura “*sistemi di teleriscaldamento*”, avente 200 milioni di euro per sostenere lo sviluppo di 330 km di nuove reti di teleriscaldamento efficiente.

3.2.4. Povertà energetica in Italia e realizzazione di comunità energetiche

La povertà energetica in Italia è stata definita per la prima volta nel 2017 all’interno della *Strategia Energetica Nazionale*, secondo cui si manifesta come la «*difficoltà di acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici, ovvero alternativamente, in un’accezione di vulnerabilità energetica, quando l’accesso ai servizi energetici implica una distrazione di risorse (in termini di spesa o di reddito) superiore a un “valore normale”*».

La valutazione di tale fenomeno in Italia è peculiare poiché condizionata dalle molteplici eterogeneità presenti sul territorio, sia in termini di condizioni climatiche, sia di tipologie abitative, sia di dimensioni socio-economiche e socio-demografiche⁴⁵. Benché non vi sia ancora una forma di misurazione ufficiale⁴⁶ della povertà energetica, il Governo italiano ha adottato nei suoi documenti istituzionali, ivi compreso il *Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima 2030* (PNIEC), l’indicatore *Low Income High Costs* (LIHC) per valutare diffusione e caratteristiche del fenomeno. Tale indicatore è stato utilizzato per primo dal Regno Unito e mira a identificare quella fetta della popolazione a basso reddito (*low income*) con un elevato fabbisogno energetico (*high costs*), al fine di annoverare tra i “poveri energetici” sia le famiglie con quota di spesa per elettricità e riscaldamento troppo elevate, sia le famiglie in condizioni di grave deprivazione energetica e con spesa per riscaldamento pari a zero.

In Italia, l’indicatore LIHC-PNIEC (definito così proprio poiché utilizzato all’interno del *Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima - PNIEC*) è collegato alla dimensione regionale, all’età di costruzione degli edifici e alla composizione delle famiglie. Nello specifico, utilizza le soglie di incidenza di spesa energetica peculiari di ciascuna regione e normalizza le variabili rispetto ad indici del costo della vita. Inoltre, mentre l’indicatore LIHC (utilizzato nel Regno Unito) si basa su costi energetici ragionevoli, cioè su dati raccolti attraverso appositi sondaggi, il LIHC-PNIEC si basa sui dati effettivi di spesa. Ciò costituisce sia un enorme vantaggio (si evita la procedura di raccolta dati tramite sondaggi, che spesso è costosa e laboriosa), sia un limite,

⁴⁵ Queste ultime sono molto rilevanti soprattutto se si considera che la fascia più anziana della popolazione, molto ampia in Italia, è sovente tra le più vulnerabili (Rugiero, 2018).

⁴⁶ Intesa come una misura codificata dall’Istituto di Statistica Nazionale (ISTAT).

poiché la spesa energetica dipende anche dalle preferenze delle famiglie, ad esempio in termini di contratti energetici (Faiella, Lavecchia, 2021).

Secondo l'indicatore LIHC-PNIEC, in Italia nel 2018 più di 2,3 milioni di famiglie, circa 8,8% del totale nazionale, si trovavano in una condizione di povertà energetica (Fig. 3.4). Le situazioni più gravi sono state registrate nelle regioni del Sud Italia, soprattutto in Sicilia (a dimostrazione che le componenti socio-economiche del fenomeno hanno un peso più rilevante di quelle climatiche), e nei nuclei familiari più numerosi o con un maggior numero di membri femminili e stranieri.

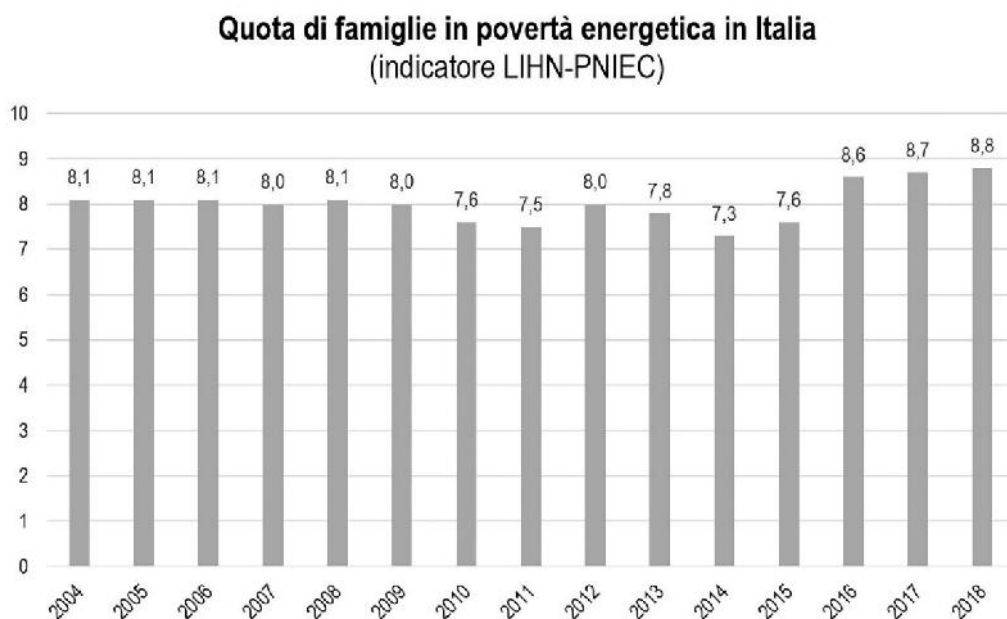


Figura 3.4. Quote di famiglie in povertà energetica in Italia secondo l'indicatore LIHC-PNIEC (anni 2004-2018) (fonte: OIPE, 2019)

Nel PNIEC, inoltre, è stato ipotizzato che l'incidenza della povertà energetica potrebbe rimanere al 2030 sostanzialmente invariata, in un intervallo compreso tra il 7% e l'8%. Questa proiezione è basata su diversi driver inclusi negli scenari del PNIEC e rappresentati: dall'evoluzione dei consumi energetici residenziali e del relativo mix di fonti energetiche utilizzate; dall'andamento in rialzo dei prezzi delle fonti energetiche; dalle dinamiche in crescita della spesa complessiva delle famiglie; dall'evoluzione demografica caratterizzata da una riduzione del numero di componenti delle famiglie e da un aumento della vecchiaia.

Come già visto nella sezione 1, la povertà energetica è sempre più radicata nelle politiche di transizione climatica ed energetica e la crescita della capacità installata di energia rinnovabile ha fatto aumentare i prezzi dell'elettricità, generando nuove disuguaglianze nella distribuzione dei costi e dei benefici della transizione energetica (Pereira et al., 2019).

Anche in Italia è stato stimato che gli obiettivi di riduzione delle emissioni, descritti nel PNIEC, avranno forti effetti sui prezzi dell'energia. Tali effetti, già citati nel primo *Rapporto sullo stato della povertà energetica in Italia* redatto dall'*Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica* (OIPE), sono stati enfatizzati nel secondo rapporto dell'OIPE, al cui interno è stato stimato che sia i prezzi del gas, sia i prezzi dell'elettricità andranno ad aumentare: «Nel mercato gas, l'inevitabile

riduzione della domanda (principalmente per il riscaldamento) farà sì che siano i costi fissi a prevalere, appesantendo le bollette di coloro che non hanno la possibilità di utilizzare vettori energetici alternativi per la climatizzazione (es. pompe di calore o edifici quasi zero energy). Nel mercato elettrico, la contrazione del valore della commodity sarà più che compensata dall'incremento di altri costi, tipicamente coperti dalla parte tariffaria della bolletta: i maggiori costi connessi allo sviluppo delle reti e al dispacciamento, gli eventuali sussidi e, nella maggior parte degli Stati UE inclusa l'Italia, il costo dei meccanismi di remunerazione delle capacità, introdotti allo scopo di garantire la sicurezza del sistema» (OIPE 2020, 70).

Sempre secondo l'OIPE, già tra il 2007 ed il 2017 le bollette energetiche hanno subito un incremento del 35% per l'elettricità e del 23% per il gas; inoltre, nello stesso periodo l'incidenza della spesa energetica sul bilancio delle famiglie è aumentata dal 4,7% al 5,1%, poiché i prezzi dell'energia sono aumentati più rapidamente del reddito disponibile delle famiglie. Di conseguenza, è indispensabile che i prossimi strumenti di incentivazione prendano in considerazione anche tali aspetti economico-sociali (Cavalli et al., 2019).

In Italia, gli strumenti principali per il contrasto a tale vulnerabilità sono il *Bonus gas* e il *Bonus elettrico*. Si tratta di due sconti sulla bolletta, introdotto dal Governo con il D.L. 124/2019 allo scopo di consentire alle famiglie in condizione di disagio economico e alle famiglie numerose un risparmio sulle bollette del gas naturale e dell'elettricità. Il bonus sociale gas è un diritto per tutte le famiglie con un basso *Indicatore di Situazione Economica Equivalente* (ISEE). In particolare, il bonus è previsto per tutte le famiglie con un ISEE fino a € 7.500 e per famiglie numerose (con più di 3 figli a carico) con ISEE fino a € 20.000. Entrambi garantiscono, dunque, un risparmio sulle bollette energetiche degli utenti a basso reddito⁴⁷, attraverso l'applicazione di uno sconto sull'importo complessivo che l'utente avrebbe altrimenti pagato. L'efficacia di tali strumenti è stata sino ad ora limitata dal fatto che essi non sono stati in grado di raggiungere adeguatamente la platea degli aventi diritto (ENEA, 2021). Di contro, la promozione dell'efficienza energetica costituisce una soluzione strutturale al fenomeno, anche in virtù dei suoi benefici indiretti.

Tra le raccomandazioni riportate nella STREPIN come soluzioni di contrasto alla povertà energetica sono presenti:

- la promozione delle misure di efficienza energetica, che consentono benefici multipli e cambiamenti strutturali;
- il ruolo chiave delle campagne di formazione e informazione, essenziali per ottenere il cambiamento comportamentale e incrementare il tasso di riqualificazione delle abitazioni delle famiglie, oltre che un uso più sapiente delle risorse a disposizione (attraverso cambiamenti comportamentali degli utenti finali);
- il monitoraggio dei consumi energetici, al fine di poter identificare correttamente le famiglie in povertà energetica e poter meglio intervenire, anche individuando gli immobili da sottoporre in via prioritaria a riqualificazione energetica.

Per quanto concerne alle comunità energetiche, che ricordiamo è una delle principali forme di contrasto alla povertà energetica individuata e promossa dall'UE, in accordo con il quadro di *policy* europeo, anche in Italia sono stati emanate delle normative per favorirne la diffusione e per regolamentarne la formazione. Nello specifico, il recepimento della *Direttiva 2018/2001/UE*

⁴⁷ Oppure con problemi di salute che comportano l'utilizzo di macchinari salvavita altamente energivori.

e della *Direttiva 2019/944/UE* è avvenuto con il D.lgs. 199/2021. Tuttavia, il percorso che ha condotto all’emanazione di tale normativa è stato segnato da diversi passaggi:

- l’art. 42bis del D.L. 162/2019;
- la *Delibera 318/2020/R/eel* dell’*Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente* (ARERA);
- il D.M. 16 settembre 2020.

L’art. 42bis del D.L. 162/2019, anche noto come *Decreto Milleproroghe*⁴⁸ ha introdotto nella legislazione italiana le definizioni di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente e di *Comunità Energetiche Rinnovabili* (CER, o REC in inglese). Gli autoconsumatori di energia rinnovabile sono dei clienti finali che, operando in propri siti ubicati entro confini definiti, producono energia elettrica rinnovabile per il proprio consumo e possono immagazzinare o vendere l’energia elettrica rinnovabile autoprodotta purché tali attività non costituiscano l’attività commerciale o professionale principale. Le CER, invece, sono dei soggetti giuridici costituiti da insiemi di soggetti (come ad esempio persone fisiche, enti locali, aziende) situati nelle vicinanze degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, che su base volontaria si riuniscono per produrre e consumare energia elettrica pulita, secondo i principi di autoconsumo e autosufficienza energetica. L’articolo ha, però, previsto alcuni vincoli, tra cui:

- la prossimità fisica per le aggregazioni;
- il limite di potenza complessiva per gli impianti, che non possono superare i 200 kW;
- il vincolo di utilizzo della rete elettrica esistente (con il pagamento degli oneri di sistema) per la condivisione dell’energia;
- l’obbligo di connessione alla rete elettrica a bassa tensione, attraverso la medesima cabina di trasformazione MT/BT.

Successivamente – dando seguito a quanto previsto dall’art. 42bis, comma 8, del D.L. 162/19 – l’*Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente* (ARERA) ha pubblicato la *Delibera 318/2020/R/eel*, che disciplina le modalità di condivisione e la regolazione economica relative all’energia nell’ambito sia di edifici o condomini (autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente) che di comunità di energia rinnovabile. Tale delibera attua quanto previsto dal *Decreto Milleproroghe* e si configura come un modello regolatorio atto a riconoscere i benefici, anche sul piano economico, derivanti dal consumo *in situ* dell’energia elettrica localmente prodotta; difatti, pone le basi per l’erogazione degli incentivi per il servizio di energia condivisa, evitando al contempo che per ottenere tali benefici debbano essere implementate soluzioni tecniche (quali reti elettriche diverse dalle reti con obbligo di connessione di terzi) o societarie (quali quelle necessarie per poter essere classificati tra i *Sistemi Semplici di Produzione e Consumo* - SSPC). Ovviamente, per accedere alla valorizzazione e all’incentivazione dell’energia condivisa, sia i gruppi di autoconsumatori che agiscono collettivamente, sia le comunità di energia rinnovabile, devono rispettare una serie di condizioni. Gli schemi d’istanza per l’accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell’energia elettrica condivisa sono stati in seguito modificati, sulla base di alcune specificazioni tecniche dalla Determina ARERA del 10 dicembre 2020 “*Verifica delle regole tecniche per l’accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell’energia elettrica condivisa per*

⁴⁸ È entrato in vigore il 30/12/2019 ed è stato poi convertito con la Legge n. 8 del 28/02/2020.

l'autoconsumo definite dal Gestore dei Servizi Energetici S.p.a. ai sensi della Deliberazione 318/2020/r/eel".

Parallelamente – dando seguito a quanto previsto dall'art. 42bis, comma 9, del D.L. 162/19 – è stato pubblicato il D.M. 16 settembre 2020 sull'*"Individuazione della tariffa incentivante per la remunerazione degli impianti a fonti rinnovabili inseriti nelle configurazioni sperimentali di autoconsumo collettivo e comunità energetiche rinnovabili"*. Questo, per promuovere l'utilizzo di sistemi di accumulo e la convergenza tra produzione e consumo di energia, ha stabilito una tariffa d'incentivo⁴⁹ atta a remunerare l'energia autoconsumata istantaneamente. In particolare, il D.M. ha disposto che l'energia elettrica prodotta dagli impianti rinnovabili nell'ambito delle comunità energetiche fornisce il diritto, per un periodo di vent'anni, a una tariffa incentivante erogata dal *Gestore dei Servizi Energetici* (GSE) pari a:

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

La norma prevede anche la restituzione di alcune voci in bolletta a fronte dell'evitato trasferimento dell'energia in rete che questi impianti permettono, con conseguente sgravio che ARERA quantifica in 10 €/MWh in caso di autoconsumo collettivo e in 8 €/MWh in caso di comunità energetica rinnovabile sull'energia condivisa. Dunque, la remunerazione dell'energia immessa in rete potrebbe essere all'incirca di 150-160 €/MWh (Barroco et al., 2022). Infine, il D.lgs. 199/2021 ha attuato in modo completo le Direttive 2018/2001/UE e 2019/944/UE. Al suo interno sono stati meglio definiti gli strumenti, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico relativo alle comunità energetiche. Il decreto ha reso meno stringenti i requisiti di dimensionamento degli impianti rinnovabili, stabilito nuovi criteri regolamentari e dato maggiore flessibilità e versatilità al tema delle comunità energetiche. In particolare, è stata modificata la dimensione degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, che è passata da 200 kW massimo a 1 MW per ogni singolo impianto, ed è stato stabilito che possono aderire ad una comunità energetica anche impianti da fonti rinnovabili già esistenti alla data di entrata in vigore del D.lgs. 199/2021 (le nuove comunità energetiche potranno avere al massimo il 30% della potenza complessiva derivante da impianti già esistenti).

Altresì, è interessante sottolineare che la Regione Siciliana ha recentemente pubblicato un avviso pubblico dal titolo *"Promuovere la Sostenibilità energetico-ambientale nei comuni siciliani attraverso le Comunità di Energie Rinnovabili e Solidali"* al fine di sostenere gli investimenti dei comuni siciliani per la costituzione di comunità di energie rinnovabili e solidali. L'obiettivo principale dichiarato dal documento è quello di *«promuovere l'autoconsumo, massimizzare il consumo locale dell'energia e abbattere i costi energetici per cittadini e imprese, anche in previsione della centralità che tali forme aggregate di autoconsumo assumeranno nella concreta attuazione della transizione ecologica promossa e sostenuta dal PNRR»* e di istituire adeguate misure incentivanti da assegnare alle amministrazioni comunali. Nello specifico, possono beneficiare dei contributi del Programma i comuni siciliani che si impegnano a costituire una o più comunità di energie rinnovabili assumendo il ruolo di promotore facendosi carico di:

- costituire la CER dal punto di vista giuridico;

⁴⁹ Per accedere a tale tariffa l'impianto deve essere stato installato dopo il 1° marzo 2020.

- individuare un nucleo iniziale minimo di partecipanti alla CER (di cui almeno il 10% deve essere investito da povertà energetica, secondo quanto indicato dall'EPOV);
- favorire la formazione di almeno un impianto da mettere nella disponibilità della Comunità (o mettendo a disposizione un'area di proprietà comunale e valutando la realizzazione di un impianto, o mettendo a disposizione un'area di proprietà comunale e individuando forme di finanziamento per la realizzazione di almeno un impianto, o aggregando i soggetti disponibili a mettere nella disponibilità delle comunità i propri impianti).

Le risorse finanziarie messe a disposizione dei comuni partecipanti ammontano complessivamente a € 5.000.000 e saranno erogate come contributi a fondo perduto fissi e variabili in relazione a fasce dimensionali riferite al numero totale di abitanti (Tab 3.5).

Tabella 3.5. Ripartizione contributi ai comuni siciliani per la formazione di comunità energetiche rinnovabili (fonte: Avviso comunità energetiche regione siciliana, 2022)

| Numero abitanti del comune | Contributo fisso | Contributo variabile (pro-capite) |
|----------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Fino a 5.000 | € 9.500,00 | € 0,80 |
| Da 5.000 a 50.000 | € 9.500,00 | € 0,40 |
| Da 50.000 a 100.000 | € 9.500,00 | € 0,20 |
| Da 100.000 a 200.000 | € 9.500,00 | € 0,18 |
| Da 200.000 a 500.000 | € 9.500,00 | € 0,10 |
| Oltre a 500.000 | € 9.500,00 | € 0,08 |

Sono ammesse a contributo le spese relative al progetto di fattibilità tecnico-economica e le spese amministrative e legali funzionali alla costituzione del Soggetto Giuridico e per la richiesta di accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa della Comunità al GSE. Per il loro ottenimento è necessario farne domanda al Dipartimento regionale dell'Energia Siciliana.

Costituzione di comunità energetiche

In generale, secondo quanto definito dagli strumenti normativi sopra elencati, in Italia, per formare una comunità energetica è necessario, innanzitutto, costituire un'entità legale tra i futuri soci della comunità, siano essi persone fisiche, imprese, o amministrazioni pubbliche locali. È fondamentale la presenza di:

- un soggetto giuridico e autonomo afferente ai membri;
- uno statuto o atto costitutivo;
- una partecipazione aperta e volontaria;
- il rispetto delle condizioni del contratto di diritto privato.

In fase di costituzione dell'entità legale, va ricordato che la legge italiana stabilisce la possibilità di creare comunità che scambino energia al fine dell'autoconsumo collettivo, sia istantaneo sia differito (attraverso l'uso di batterie di accumulo), ma l'obiettivo della comunità non può essere il profitto, bensì fornire benefici ambientali, economici o sociali alla comunità. Costituita l'entità legale bisogna individuare l'area dove installare l'impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile; la legge non specifica quale fonte rinnovabile debba essere utilizzata ma stabilisce che l'impianto deve trovarsi vicino ai consumatori e che gli stessi debbono condividere la stessa cabina MT/BT. L'impianto non deve necessariamente essere di proprietà della comunità, ma può essere messo a disposizione da uno dei membri o da un soggetto terzo

esterno alla comunità. Ciononostante, ogni partecipante alla comunità energetica deve installare un contatore intelligente, detto anche *smart meter*, per rilevare in tempo reale le informazioni relative alla produzione, all'autoconsumo e alla cessione o al prelievo dell'energia dalla rete. Al riguardo è importante anche verificare la corretta procedura autorizzativa dell'impianto, presentare la richiesta di connessione alla rete e verificare il rispetto dei requisiti previsti per l'accesso al servizio secondo quanto definito dalle regole tecniche del GSE. Una volta messo in funzione l'impianto, la condivisione dell'energia prodotta avviene utilizzando la rete di distribuzione esistente. Se la produzione supera il consumo, il surplus di energia può essere immagazzinato in sistemi di accumulo per essere utilizzato nel momento in cui le fonti rinnovabili non sono utilizzabili (per esempio durante le ore notturne nel caso dei pannelli solari), oppure quando ci sono picchi di domanda che superano la produzione disponibile in quel momento. In alternativa l'energia può essere ceduta alla rete e in questo caso viene riconosciuto alla comunità un corrispettivo economico. Per quanto riguarda gli aspetti economici, una volta messo in funzione l'impianto, ogni membro riceve periodicamente dalla comunità un importo dovuto alla condivisione dei benefici economici derivanti, sia dagli incentivi erogati dal *Gestore Servizi Energetici* previsti dalla normativa per la condivisione dell'energia (che riguardano l'energia autoprodotta e consumata ma non l'energia eccedente), sia dalla vendita dell'energia eccedente (se prevista). La ripartizione tra i membri dei proventi derivanti dall'energia prodotta dipende dalle regole che ciascuna comunità stabilisce liberamente mediante la sottoscrizione di un contratto.

Dunque, oltre ai benefici di carattere sociale e ambientale, legati a una produzione di energia da fonti rinnovabili e a forme partecipative e di cooperazione, la costituzione di comunità energetiche consente di ottenere anche benefici di tipo economico, seppur questi non possono costituire lo scopo principale della formazione di una CER. Tali benefici economici possono essere sintetizzati in:

- risparmi in bolletta determinati dall'autoproduzione di energia;
- guadagno sull'energia prodotta, sia per la parte consumata grazie agli incentivi del GSE, sia per la parte non consumata che, essendo in eccesso, può essere venduta;
- incentivi e agevolazioni fiscali, legati alla possibilità di cumulare altri meccanismi finanziari (ad esempio l'*Ecobonus*) utili alla realizzazione di impianti di energia da fonti rinnovabili.

Per fini regolatori, l'*Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente* (ARERA) ha recentemente approvato il *Testo Integrato dell'Autoconsumo Diffuso* (TIAD), che contiene le nuove regole che definiscono i requisiti e le procedure per l'accesso al servizio che valorizza l'autoconsumo diffuso e fissa gli adempimenti in carico del *Gestore dei Servizi Energetici* (GSE). Il documento descrive le tipologie di autoconsumo diffuso ammesse, come vengono valorizzate e con quali benefici economici; inoltre, delinea le modalità di erogazione del servizio per l'autoconsumo diffuso e la nuova figura del *prosumer*.

Nonostante siano una soluzione utile e concreta per contrastare il caro bollette e l'emergenza climatica, le comunità energetiche in Italia stanno faticando a diffondersi (Iazzolino et al., 2022). Ai primi del 2023 sono, infatti, pochissime quelle realmente attive o che stanno ricevendo gli incentivi statali erogati dal GSE. A pesare sono soprattutto lungaggini burocratiche, lentezza nell'erogazione degli incentivi, una generale scarsa informazione sulle modalità e i tempi di realizzazione e sull'entità degli investimenti economici previsti per fondare una CER,

ma anche preventivi onerosi per allacci alla rete e l'incertezza sul quadro delle norme e i complessi adempimenti burocratici. Anche solo sull'attivazione di sistemi di fotovoltaici per l'autoconsumo, in Italia sono presenti elementi di criticità, riguardanti la complessità dei metodi di installazione, l'eccessiva lunghezza dei processi autorizzativi e la mancanza di manodopera qualificata. Inoltre, secondo quanto riportato dall'*Allenza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASVIS)*, solo il 13% dei cittadini e il 32% delle imprese sanno cosa sono le comunità energetiche.

Legambiente nel suo rapporto *Comunità rinnovabili 2021*, pubblicato a maggio del 2021, ha censito in Italia 20 comunità energetiche rinnovabili e diverse forme di autoconsumo, anche collettivo. Molte di queste non ancora state attivate ultimate; tuttavia, al fine di comprendere in che modo si stanno diffondendo le comunità energetiche a scala urbana e di quartiere sul territorio nazionale, quali sono stati i soggetti promotori e finanziatori di tali comunità e quali sono le tendenze in atto, è stata fatta una disamina di alcuni aspetti delle seguenti comunità⁵⁰:

- C 01. *Comunità energetica e solidale di Napoli Est*, con sede nel Comune di Napoli;
- C 02. *Comunità energetica energy "City Hall"*, con sede nel Comune di Magliano Alpi;
- C 03. *Comunità energetica del polo tecnologico NOI Techpark*, con sede nel Comune di Bolzano;
- C 04. *Comunità energetica di Macerata Feltria*, con sede nel Comune di Macerata Feltria;
- C 05. *Comunità energetica dell'Università D'Annunzio*, con sede nel Comune di Chieti;
- C 06. *Comunità energetica rinnovabile di Biccari*, con sede nel Comune di Biccari;
- C 07. *Comunità energetica rinnovabile di Tito*, con sede nel Comune di Tito;
- C 08. *Comunità energetica dell'Angitola*, con sede nel Comune di Filadelfia;
- C 09. *Comunità energetica rinnovabile "Common light"*, con sede nel Comune di FERIA;
- C 10. *Comunità energetica rinnovabile di Ussaramanna*, con sede nel Comune di Ussaramanna;
- C 11. *Comunità energetica rinnovabile di Villanovaforru*, con sede nel Comune di Villanovaforru;
- C 12. *La green energy community GECCO*, con sede nel Comune di Bologna;
- C 13. *Comunità energetica rinnovabile di Roseto Valfortore*, con sede nel Comune di Roseto Valfortore;
- C 14. *Le 3 case dell'energia di Serrenti*, con sede nel Comune di Serrenti.

Da tale indagine (Tab. 3.6) è emerso che nella maggior parte dei casi il soggetto promotore della comunità energetica è stato il Comune, spesso affiancato da enti e organizzazioni con interessi nella partecipazione delle comunità. La forma più diffusa di fonte rinnovabile utilizzata è quella solare e gli impianti hanno, per lo più, una potenza compresa tra i 20 e i 80 kW; inoltre, i luoghi maggiormente utilizzati per il posizionamento degli impianti fotovoltaici sono stati i piani di copertura degli edifici (pubblici o privati) coinvolti nelle comunità. Infine, per quanto riguarda i finanziamenti, è stato fatto uso sia di fondi privati, sia di fondi pubblici (ad esempio comunali ed europei), ma anche di contributi ottenuti mediante donazioni e *crowdfunding*.

La realizzazione di tali comunità è sovente ancora incompleta e potrebbe subire delle modifiche, soprattutto sul piano partecipativo; difatti, non sono poche le comunità che si aspettano un aumento dell'adesione dopo che gli impianti saranno pienamente attivi e che i primi membri inizieranno a beneficiare dei vantaggi di essere parte di una comunità energetica.

⁵⁰ Rispetto alle comunità energetiche censite da *Legambiente* sono state escluse quelle a scala provinciale e regionale e quelle destinate a consumi agricoli e industriali.

Tabella 3.6. Dati principali delle comunità energetiche italiane
(fonte: elaborazione propria su dati *Legambiente*)

| N. | Promotori | Consumatori | Finanziamenti | Fonte rinnovabile utilizzata | Potenza termica (kW) | Luogo di installazione dell'impianto |
|------|---|---|--|-------------------------------|----------------------|--|
| C 01 | <i>Legambiente, Fondazione Famiglia di Maria, Fondazione Con il Sud</i> | <i>Fondazione Famiglia di Maria e 40 famiglie</i> | Fondi di Fondazione con il Sud | Solare fotovoltaico | 53 | Tetti della <i>Fondazione Famiglia di Maria</i> |
| C 02 | Comune e cinque privati cittadini | Palazzo comunale, biblioteca, scuole comunali, palestra e cinque famiglie | Fondi comunali | Solare fotovoltaico | 20 | Tetti del palazzo comunale |
| C 03 | <i>Alperia SpA, Noi SpA, Regalgrid Srl, EURAC</i> | Uffici di <i>NOI Techpark</i> | n.d. | Solare fotovoltaico | 30 | Tetti dell'edificio <i>NOI Techpark</i> |
| C 04 | <i>ILM Srl, Gruppo Professione Energia Energy People Alliance</i> | Tutto il territorio comunale | Privati | Solare fotovoltaico | 1.500 | n.d. |
| C 05 | <i>Gruppo RUS di Ateneo</i> | Campus dell'Università "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara | Fondi di ateneo, contributi di dipendenti, docenti e studenti | Solare fotovoltaico | n.d. | Tetti degli edifici universitari |
| C 06 | Comune, <i>Arca Capitanata</i> (agenzia case popolari) | Circa 70 famiglie | n.d. | Solare fotovoltaico | 200 | Tetti degli edifici residenziali |
| C 07 | Comune di Tito, <i>Friendly Power Srl</i> | Edifici pubblici, privati cittadini e PMI | Fondi Comunali | Solare fotovoltaico | 20 | Tetti di edifici comunali e altre aree pubbliche |
| C 08 | Comune di Filadelfia | Privati cittadini | Privati | Solare fotovoltaico | 1.000 | Tettoie di parcheggi |
| C 09 | Comune di Ferla, Cinque cittadini e un'impresa privata | Privati cittadini, PMI | n.d. | Solare fotovoltaico | 20 | Tetti di edifici comunali |
| C 10 | Comune di Ussaramanna | Circa 90 famiglie | Fondi Comunali | Solare fotovoltaico | 60 | Tetti di edifici comunali |
| C 11 | Comune di Villanovaforru | Privati cittadini e PMI | Fondi Comunali | Solare fotovoltaico | 54,6 | Piano di copertura di una scuola comunale |
| C 12 | <i>AESS, ENEA, UniBo, Agenzia locale di Sviluppo Pilastro Distretto Nord Est, Centro Agro-alimentare di Bologna</i> | Quartiere Pilastro e Roveri | Fondo EIT Climate-KIC, <i>AESS, ENEA, UniBo, cittadini, associazioni locali, imprese</i> | Biogas e fotovoltaico | 1.020 | Tetti di edifici privati e industriali |
| C 13 | Comune, <i>Cooperativa di Comunità, Friendly Power, Banca Popolare Etica, Ecomill</i> | Privati cittadini, PMI e Comune | Pubblici, privati ed <i>equity crowdfunding</i> | Solare fotovoltaico ed eolico | n.d. | n.d. |
| C 14 | Comune di Serrenti, <i>Regalgrid Srl, SolaX, Ucnet Srl</i> | Edifici pubblici | Fondo POR FESR 2014-2020, Ministero dello Sviluppo Economico | Solare fotovoltaico | 84 | Tetti di edifici pubblici |

Secondo un aggiornamento pubblicato da *Legambiente*, a giugno 2022 la mappatura delle comunità energetiche sul territorio italiano è salita a 100 unità, ma tra queste: 45 comunità sono in fase ancora “embrionale”; mentre, 55 si trovano in uno stadio più maturo dell’iter di realizzazione (tra chi è legalmente costituito, chi ha già realizzato gli impianti e chi sta attraversando o ha già ultimato la procedura di registrazione presso il portale del GSE dedicato alle comunità energetiche). Tuttavia, di queste 55, solo 16 hanno completato l’iter di attivazione presso il GSE e sono, dunque, operative e solamente 3 realtà hanno ricevuto tramite bonifico la prima tranche di incentivi statali. Le restanti comunità energetiche, invece, hanno incontrato difficoltà burocratiche o sono in attesa del completamento dell’iter normativo. Tra queste c’è, ad esempio, la comunità *CommOn Light* del piccolo Comune siciliano di Ferla, che ha avuto notevoli problematiche a causa sia del ritardo del distributore locale di energia elettrica nel fornire le informazioni sul perimetro della cabina secondaria di trasformazione, sia del ritardo da parte del GSE nell’erogare l’incentivo in favore della comunità energetica nonostante la stessa risultasse regolarmente operativa.

Malgrado le numerose problematiche e la necessità di ulteriori strumenti regolatori e chiarificatori, indipendentemente dalla completezza e dall’efficacia dell’iter normativo, dallo stato di avanzamento della tecnologia, nonché dall’attività di coinvolgimento dei cittadini e delle Pubbliche Amministrazioni, lo sviluppo e la diffusione delle comunità energetiche appare necessaria per l’indipendenza dalle fonti di energia da combustibili fossili, soprattutto a scala locale. Pertanto, gli enti responsabili a livello nazionale stanno continuando ad impegnarsi nella promozione delle CER e nuove misure di supporto e di finanziamento sono attese anche nel breve periodo.

3.3. Politiche energetiche e norme in Spagna

In Spagna, come in Italia, nonostante l’Unione Europea (UE) abbia predisposto che gli Stati membri operino in modo parallelo per raggiungere gli obiettivi comunitari, le politiche e le norme in materia di sostenibilità, clima ed energia sono molto frammentarie e discontinue.

Per affrontare un fenomeno così variegato e complesso come il cambiamento climatico e far fronte alla transazione energetica richiesta dall’UE, a livello nazionale sono state formate diverse organizzazioni governative, le più importanti delle quali sono:

- l’*Ufficio spagnolo per il cambiamento climatico (Oficina Española de Cambio Climático - OECC)*, creato con Regio-decreto 376/2001 come organismo collegiale dipendente dalla *Direzione generale per la qualità e la valutazione ambientale (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental)* del *Ministero dell’Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente)* per lo sviluppo di politiche legate ai cambiamenti climatici;
- il *Consiglio nazionale per il clima (Consejo Nacional del Clima - CNC)*, che si configura come un organo collegiale interministeriale, annesso al *Ministero dell’Agricoltura, dell’Alimentazione e dell’Ambiente (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente)* e le cui funzioni sono regolate dal Regio-decreto 415/2014;
- la *Commissione di Coordinamento delle Politiche per il Cambiamento Climatico (Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático - CCPCC)*, regolata dalla Legge 1/2005, poi modificata dal Regio-decreto 1823/2011, quale organismo di coordinamento e

collaborazione tra l'Amministrazione Generale dello Stato (*Administración General del Estado*) e le Comunità Autonome (*Comunidades Autónomas*) per l'applicazione del regime di negoziazione dei diritti di emissione e il rispetto delle gli obblighi informativi internazionali e comunitari ad essa inerenti;

- la Commissione Interministeriale per i Cambiamenti Climatici e la Transizione Energetica (*Comisión Interministerial para el Cambio Climático y la Transición Energética*), formata con Regio-decreto 958/2018 al fine di promuovere politiche pubbliche in termini di transizione verso un modello produttivo e sociale più ecologico e formulare proposte per il processo decisionale relativo ai cambiamenti climatici e alle politiche energetiche.

Tali enti si sono occupati della promozione di specifici piani e strategie che hanno tracciato le linee di azione per il raggiungimento degli obiettivi energetici comunitari relativi alla riduzione delle emissioni di CO₂, alla diffusione delle fonti di energia rinnovabile e alla percentuale di efficienza energetica.

Parallelamente a tali organizzazioni governative, anche il Ministero dei Trasporti, della Mobilità e dell'Agenda urbana (*Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana - MITMA*) è stato particolarmente attivo nella lotta al cambiamento climatico e si è occupato dell'emanazione di piani e programmi a livello urbano ed edilizio attenti, tra le altre cose, alla questione ambientale, energetica e climatica.

3.3.1. Strategia energetica in Spagna

Il quadro della strategia energetica spagnola è estremamente diversificato e si compone di innumerevoli iniziative che hanno interessato diversi settori in modo più o meno specifico. Tra questi i documenti strategici principali sono:

- il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2021-2030 (*Plan Nacional Integrado de Energía y Clima - PNIEC*) del 2020;
- il Piano di Recupero, Trasformazione e Resilienza (*Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - PRTR*) del 2021.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2021-2030

Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2021-2030 (PNIEC) è un documento che definisce il programma di lavoro della Spagna in materia energetica per il prossimo decennio e certifica il coinvolgimento del paese negli impegni climatici concordati nell'Accordo di Parigi. La predisposizione di tale piano è conseguenza delle previsioni del Regolamento UE 2018/1999 del Parlamento Europeo, il quale prevede che ciascuno Stato membro comunichi periodicamente alla Commissione (entro il 31 dicembre 2019 e, successivamente, ogni dieci anni) un PNIEC.

All'interno del suo PNIEC il governo spagnolo ha definito, oltre agli obiettivi relativi alla riduzione delle emissioni inquinanti, all'aumento dell'efficienza energetica e alla diffusione delle fonti di energia rinnovabile, le linee di azione e il percorso ritenuto più appropriato ed efficiente per il raggiungimento degli stessi e per garantire, al contempo, la massimizzazione dei benefici per l'ambiente e l'economia, la minimizzazione dei costi e il rispetto delle esigenze di adattamento dei settori maggiormente responsabili delle emissioni di CO₂.

Secondo i target fissati dal PNIEC, il Governo spagnolo dovrà impegnarsi per raggiungere entro la fine del 2030:

- il 42% di fonti di energie rinnovabili nei consumi energetici finali;
- il 74% di fonti di energie rinnovabili nei consumi elettrici;
- il 23% di riduzione delle emissioni inquinanti rispetto a quelle nazionali del 1990;
- il 39,5% di miglioramento dell'efficienza energetica attraverso interventi sull'involucro termico di 1.200.000 abitazioni, il rinnovamento degli impianti di riscaldamento e di produzione acqua calda sanitaria di 300.000 abitazioni ogni anno, il rinnovamento di almeno 300.000 mq di edifici pubblici ogni anno e la promozione della mobilità sostenibile;
- la neutralità climatica nell'economia e nella società entro il 2050.

Il PNIEC, inoltre, cerca di promuovere un'energia sicura, pulita ed efficiente, ridurre la dipendenza energetica, promuovere la flessibilità del sistema energetico nazionale e rendere il mercato energetico nazionale più competitivo, più flessibile e trasparente. Infine, il piano incorpora misure volte a promuovere la ricerca e lo sviluppo di soluzioni in grado di rispondere alle sfide energetiche e sociali nel campo dello sviluppo sostenibile.

Per poter raggiungere gli obiettivi prefissati, il *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* prevede una mobilitazione di 241.400 milioni di euro tra il 2021 e il 2030, da utilizzare, fondamentalmente, per investimenti sulle energie rinnovabili, sulle misure di efficientamento energetico e sul sistema di elettrificazione e reti. Secondo le aspettative del Governo spagnolo, l'80% di questi investimenti sarà effettuato dal settore privato; mentre, il restante 20% sarà costituito da investimenti delle diverse amministrazioni pubbliche.

Piano di Recupero, Trasformazione e Resilienza

Il *Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza* (PRTR) è stato pubblicato dal 2021 al fine di ricevere sostegno finanziario nell'ambito del dispositivo per la ripresa e la resilienza dell'Unione Europea.

Il PRTR descrive in dettaglio un programma completo di investimenti e riforme, specificando le *milestone* e gli obiettivi del piano e gli indicatori per il monitoraggio e il controllo dell'utilizzo dei fondi messi a disposizione. Nello specifico, le *milestone* e gli obiettivi riguardano le misure stabilite per poter valutare i progressi verso la realizzazione delle riforme e degli investimenti contenuti nel piano: le *milestone* hanno carattere qualitativo; mentre gli obiettivi si riferiscono a quei traguardi che devono essere raggiunti a livello quantitativo.

Per l'ottenimento del sostegno finanziario, la Spagna deve garantire il monitoraggio e l'effettiva esecuzione del piano e, in particolare il rispetto delle tappe e degli obiettivi entro le scadenze concordate. D'altronde, lo stato spagnolo è uno dei principali beneficiari del meccanismo avviato dall'UE con una somma totale di 140.000 milioni di euro. Le sovvenzioni e i bandi sono lo strumento principale per la distribuzione dei fondi del piano e i progetti saranno realizzati attraverso accordi, gare di appalto e bandi di sovvenzioni e aiuti da parte dell'*Amministrazione Generale dello Stato*, delle *Comunità Autonome* e degli enti locali.

Il *Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza* è stato ispirato dall'*Agenda 2030* e dagli *Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite* e si basa su quattro assi trasversali:

- transizione ecologica;
- trasformazione digitale;

- coesione territoriale e sociale;
- parità dei sessi.

Tali assi sono stati proiettati in 10 leve politiche⁵¹ (contenenti 30 linee di azione strutturate in 102 riforme e 110 investimenti) che avranno un impatto diretto sui settori produttivi con la maggiore capacità di trascinare attività e occupazione per promuovere la ripresa economica nel breve termine e sostenere un processo di trasformazione che aumenti la produttività e la crescita potenziale dell'economia spagnola in futuro (Fig. 3.5).



Figura 3.5. I quattro assi trasversali e le 10 leve politiche relative al *Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza* spagnolo (fonte: www.planderecuperacion.gob.es)

Il piano è conforme ai requisiti richiesti dall'UE, tutte le misure che incorpora rispettano il principio di non arrecare danni significativi all'ambiente; inoltre, supera le soglie minime stabilite nel *Regolamento 2021/241* del meccanismo di recupero e resilienza relativamente all'obiettivo di transizione ecologica (per il quale sono stati destinati il 39,7% dei fondi disponibili, quota superiore rispetto al valore minimo del 37% richiesto dal Regolamento).

Ulteriori documenti strategici

Parallelamente al PNIEC e al PRTR, il Governo spagnolo ha promosso altre strategie per fronteggiare utili ad affrontare la questione energetica e lo sviluppo sostenibile del Paese

⁵¹ Le 10 leve politiche sono: *Agenda urbana e rurale, lotta allo spopolamento e sviluppo dell'agricoltura, Infrastrutture ed ecosistemi resilienti; Transizione energetica giusta e inclusiva; Un'amministrazione per il 21° secolo; Modernizzazione e digitalizzazione del tessuto industriale e delle PMI, ripresa del turismo e promozione di una nazione imprenditoriale Spagna; Patto per la scienza e l'innovazione. Rafforzamento delle capacità del Sistema Sanitario Nazionale; Istruzione e conoscenza, formazione continua e sviluppo delle capacità; Nuova economia della cura e politiche occupazionali; Promozione dell'industria culturale e sportiva; Ammodernamento del sistema fiscale per una crescita inclusiva e sostenibile.*

all'interno dei maggiori settori coinvolti da questi processi trasformativi. Segue una breve descrizione dei documenti strategici ritenuti più interessanti.

Il *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici 2021-2030 (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 - PNACC)*⁵² è stato promosso nel 2020 allo scopo fondamentale di trasformare la Spagna in un paese meno vulnerabile, più sicuro e più resiliente agli impatti e ai rischi dei cambiamenti climatici, in grado di anticipare, rispondere e adattarsi a un contesto geoclimatico in mutamento. Il piano definisce e descrive 81 linee di azione da sviluppare nei diversi settori socioeconomici del paese coinvolgendo diversi ambiti, attori e livelli territoriali e si configura come uno strumento progettuale di base per promuovere un'azione coordinata e coerente di fronte ai rischi e alle minacce del cambiamento climatico nelle diverse sfere della società.

La *Strategia nazionale per le infrastrutture verdi e la connettività e il ripristino ecologici (Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas)* è un documento del 2020 di pianificazione strategica che regola l'implementazione e lo sviluppo delle infrastrutture verdi in Spagna. La strategia concepisce l'"infrastruttura verde" come una rete ecologica di aree naturali, seminaturali e di altri elementi ambientali, che deve essere pianificata e gestita per la conservazione degli ecosistemi e il mantenimento dei servizi che forniscono.

La *Strategia per la Mobilità Sicura, Sostenibile e Connessa 2030 (Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030)* è stata approvata nel 2021 al fine di guidare le prossime scelte in tema di mobilità e trasporti. Il documento contiene una tabella di marcia che si sviluppa attraverso 9 assi strategici, costituiti da 40 linee di azione contenenti oltre 150 misure. Nello specifico, la strategia intende promuovere l'economia circolare, la resilienza climatica e la mobilità verde, cercando di garantire un sistema di trasporto e di logistica efficiente, sostenibile e resiliente e di ridurre al minimo il contributo dei trasporti alle emissioni inquinanti, sia dei passeggeri che delle merci.

Infine, il *Piano nazionale per la salute e l'ambiente (Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente)* del 2021 ha l'obiettivo di affrontare i rischi per la salute derivanti dai fattori ambientali e dai loro condizionamenti. Il piano stabilisce linee di intervento, con obiettivi e indicatori specifici, per i fattori di rischio ambientale più rilevanti ed esamina in modo approfondito l'impatto di questi fattori sulla salute dei cittadini, allo scopo di identificare le possibili minacce e stabilire delle idonee strategie di contrasto.

3.3.2. Politiche energetiche relative al settore urbano ed edilizio in Spagna

Nel 2017 le emissioni dirette generate dalla combustione di combustibili fossili nei settori residenziale, commerciale e istituzionale hanno rappresentato l'8% del totale delle emissioni di gas serra in Spagna e il 14% del totale delle emissioni; di queste, il 61% delle emissioni è stato causato dai consumi nelle abitazioni, mentre il restante 39% dagli edifici istituzionali e commerciali. In relazione alla tipologia di fonti energetiche, il consumo finale di energia residenziale è avvenuto utilizzando per circa il 69% risorse non rinnovabili e per solo il 39% elettricità (Fig. 3.6). Inoltre, nel 2018 il settore edile in Spagna è stato responsabile del 31,03%

⁵² Ha sostituito il precedente *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici 2006-2020*.

del consumo di energia e le sue emissioni inquinanti sono aumentate di oltre il 20% dal 1990. Nondimeno, in Spagna circa il 55% delle oltre 25 milioni di abitazioni sono state costruite prima del 1980 e circa il 21% di queste ha più di 50 anni; pertanto, il 58% degli edifici residenziali è stato costruito senza alcun criterio di efficienza energetica e il 90% è stato costruito prima dell'attuazione del *Codice Tecnico dell'Edilizia* (*Código Técnico de la Edificación - CTE*)⁵³ spagnolo e prima delle normative che hanno introdotto criteri minimi in ambito energetico, come lo standard edilizio di base NBE-CT-79 sulle condizioni termiche degli edifici (Gallego-Castillo et al., 2021; Villca-Pozo e Bustos, 2019; www.miteco.gob.es;).

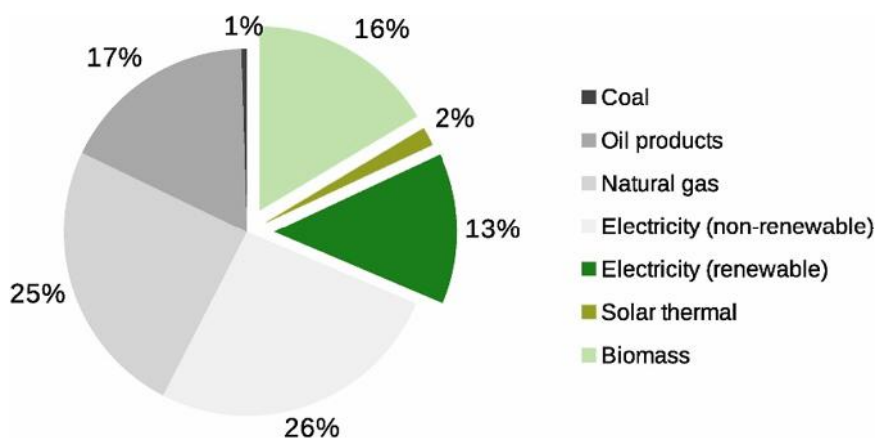


Figura 3.6. Consumo finale di energia nel settore residenziale in Spagna nel 2017 suddiviso per fonte energetica (fonte: Gallego-Castillo et al., 2021)

Allo scopo di migliorare l'efficienza energetica del patrimonio esistente, particolarmente datato, ma anche per ottimizzare la prestazione energetica dei nuovi edifici, in governo spagnolo ha intrapreso una serie di azioni in linea con direttive emanate dall'Unione Europea (De Freogorio Hurtando, 2017).

I primi passi in tal senso sono stati mossi con il recepimento della Direttiva Energetica per l'Edilizia EPBD 2002/91/CE, che ha portato all'elaborazione del *Codice Tecnico dell'Edilizia* nel 2006, del *Regolamento Impianti Termici per l'Edilizia* (*Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios - RITE*)⁵⁴ nel 2007 e del Regio-decreto 47/2007 relativo alla certificazione delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti nel 2007. Successivamente, sono stati modificati il *Codice Tecnico Edilizio* nel 2013 e nel 2019 e il *Regolamento Impianti Termici per l'Edilizia* nel 2013 e nel 2021; inoltre, è stato introdotto il Regio-decreto 235/2013 per conformarsi alle Direttive EPBD II, EPBD III e EED e approvare la procedura di base per la certificazione dell'efficienza energetica degli edifici. In particolare, il recepimento della Direttiva EPBD II⁵⁵ ha reso più

⁵³ Il *Codice Tecnico dell'Edilizia* (CTE) spagnolo è il quadro normativo che stabilisce i requisiti di qualità che gli edifici devono soddisfare. Tali requisiti si riferiscono a questioni di: sicurezza, accessibilità, abitabilità, salute e risparmio energetico.

⁵⁴ Il *Regolamento degli Impianti Termici negli Edifici* (RITE) spagnolo stabilisce le condizioni a cui devono sottostare gli impianti atti a soddisfare la domanda di benessere termico e di igiene attraverso sistemi di riscaldamento, condizionamento e acqua calda sanitaria, al fine di ottenere un uso razionale dell'energia.

⁵⁵ Si ricorda che la Direttiva 2010/31/UE ha anche affermato che devono essere adottate tutte le misure necessarie per garantire la fattibilità tecnica, funzionale ed economica degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici, sottolineando l'importanza di fornire finanziamenti e strumenti.

stringenti le prestazioni energetiche minime richieste per gli edifici spagnoli e ha sottolineato la necessità di considerare l'edificio nel suo insieme, ove possibile. Invece, la Direttiva EED ha introdotto l'obbligo di sviluppare strategie di ristrutturazione a lungo termine da parte di ciascuno Stato membro; per il caso della Spagna questo requisito è stato recepito con lo sviluppo della *Strategia a Lungo Termine per la Ristrutturazione Energetica nel Settore Edile in Spagna (Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España - ERESEE)* nel 2014, poi aggiornata nel 2017 e nel 2020.

Dunque, sul fronte normativo, le leggi edilizie incorporate nel diritto spagnolo dal 2007 in poi hanno dato un contributo sostanziale al miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici residenziali. Tuttavia, report e statistiche indicano che la strada da percorrere per raggiungere gli obiettivi prefissi dall'UE è ancora molto lunga, soprattutto per quanto riguarda gli edifici destinati all'edilizia abitativa. Difatti, è stato sottolineato che il tasso medio di rinnovamento energetico negli edifici residenziali spagnoli non è ancora sufficiente per raggiungere gli obiettivi prefissati (Villca-Pozo e Bustos, 2019). La Spagna, pertanto, per promuovere la riqualificazione degli edifici e la rigenerazione urbana, nonché l'efficienza energetica delle città per una migliore qualità della vita e il risparmio energetico, ha promosso anche diversi piani attenti alla questione ambientale, energetica e climatica, come i *Piani Nazionali di Risparmio ed Efficienza Energetica*, *l'Agenda Urbana Spagnola* e i *Piani Abitativi Statali*.

Strategia a lungo termine per il risanamento energetico nel settore edile in Spagna 2020

La *Strategia a lungo termine per il risanamento energetico nel settore edile in Spagna 2020* (ERESEE 2020), è stata varata nel 2020 dal Governo spagnolo come aggiornamento delle precedenti ERESEE (del 2014 e del 2017) e come recepimento dell'articolo 2 bis della Direttiva EPBD II, modificata dalla Direttiva EPBD III (la quale ha stabilito che ciascuno Stato membro dell'UE avrebbe dovuto sviluppare una strategia a lungo termine per sostenere la ristrutturazione del suo parco immobiliare, sia pubblico che privato, in uno ad alta efficienza energetica e decarbonizzato prima del 2050).

La *Strategia* indica il 2050 come l'anno in cui il parco immobiliare spagnolo smetterà di emettere gas serra e la *roadmap* presentata dalla Spagna ha superato il test europeo e condotto il paese all'avanguardia nell'UE in merito alla ristrutturazione degli edifici. L'ERESEE, pertanto, è stata valutata dal *Buildings Performance Institute Europe* (BPIE) come la migliore strategia nazionale per il settore edilizio presentata all'UE. Questa. Difatti, le strategie a lungo termine di Austria, Cipro, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Lussemburgo, Paesi Bassi, Belgio e Svezia – gli unici paesi che insieme alla Spagna hanno presentato i loro piani strategici – sono risultati carenti in molti settori, quali: la valutazione degli ampi benefici della riqualificazione energetica degli edifici; la presentazione dei dettagli di attuazione della strategia; la consultazione pubblica sulla strategia e la sua attuazione. La strategia spagnola, di contro, ha rispettato i requisiti richiesti delle *direttive comunitarie* ed ha presentato al suo interno: una sintesi del patrimonio costruito nazionale; un approccio alla riqualificazione economicamente vantaggioso; una descrizione delle politiche e delle azioni per promuovere tecnologie sostenibili ed edifici ad alta efficienza energetica; una stima basata sull'evidenza dei risparmi energetici attesi e dei benefici ottenuti; una tabella di marcia per il raggiungimento degli obiettivi comunitari al 2050.

Piani Nazionali di Risparmio ed Efficienza Energetica

I *Piani Nazionali di Risparmio ed Efficienza Energetica* (*Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética* - PNAEE) sono stati elaborati dalla Spagna a partire dal 2004 al fine di efficientare i settori maggiormente energivori del paese e ridurre i consumi di energia e le relative emissioni di CO₂.

Il PNAEE elaborato per il periodo 2004-2012 ha mirato al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e alla promozione dell'uso di energie rinnovabili nel settore edilizio ed ha incluso una quantificazione del risparmio energetico derivato dai *Piani di Azione* (*Planes de Acción*) 2005-2007 e 2008-2012. Al suo interno è stata presentata un'analisi dei benefici globali attesi, che sono stati associati al potenziale risparmio di energia primaria e al risparmio di emissioni di gas serra; altresì, sono state approfondite le strategie che consentono di raggiungere gli obiettivi prefissi, proponendo tre diversi meccanismi di cooperazione tra amministrazioni: meccanismi di tipo normativo; meccanismi sviluppati dal governo per monitorare i piani di azione; meccanismi di cooperazione con le *Comunità Autonome* per l'esecuzione degli interventi. Il Piano ha anche valutato l'analisi degli impatti socioeconomici conseguenti alle azioni in esso contenute, in termini di occupazione e *Prodotto Interno Lordo* (PIL).

I PNAEE per i periodi 2011-2020, 2014-2020 e 2017-2020 hanno mirato a rispettare l'impegno di riduzione ed efficienza previsto dalla Direttiva EED (Direttiva 2012/27/UE), a raggiungere un risparmio del 20% dei consumi energetici entro il 2020 e a definire un quadro nazionale per migliorare l'efficienza energetica nel lungo termine.

I risultati ottenuti tramite i piani in termini di riduzione del consumo di energia primaria hanno consentito allo Stato spagnolo di trovarsi in una buona posizione per raggiungere i prossimi obiettivi previsti entro il 2030.

Agenda Urbana Spagnola

L'*Agenda Urbana Spagnola* (AUE) è stata pubblicata nel 2019 allo scopo di affrontare la questione dello sviluppo territoriale e urbano sostenibile. Si tratta di un documento strategico senza carattere regolamentare e, quindi, di adesione volontaria che persegue il raggiungimento della sostenibilità nelle politiche di sviluppo urbano. Il documento è in linea con i criteri e con gli impegni internazionali stabiliti dall'*Agenda 2030*, dalla *Nuova Agenda Urbana delle Nazioni Unite* e dall'*Agenda Urbana per l'Unione Europea* e al suo interno è stata delineata una tabella di marcia per le strategie e le azioni che la Spagna dovrà realizzare fino al 2030 al fine di rendere le sue città sane, sostenibili e intelligenti.

L'elaborazione del documento dell'AUE è avvenuta coinvolgendo tutti gli attori chiave per lo sviluppo urbano ed ha previsto anche un lungo processo partecipativo, al termine del quale è stato proposto un decalogo di 30 obiettivi specifici e 291 linee di azione che tengono conto di tutti i paesi e le città spagnoli (indipendentemente dalla loro dimensione e popolazione) e delle simultanee esigenze di sostenibilità economica, sociale e ambientale.

L'Agenda è stata così strutturata in cinque parti:

- un documento diagnostico (*Diagnóstico*) che fornisce un'analisi dello stato di fatto in cui si trova il territorio urbano e rurale spagnolo e individua (ad esempio attraverso analisi

demografiche, analisi del consumo di suolo, studi sulla mobilità, valutazioni di efficienza del sistema di governance) i principali problemi che mettono in pericolo la sostenibilità del modello urbano nazionale;

- un quadro strategico contenente un decalogo degli obiettivi (*Decálogo de Objetivos*) e le loro possibili linee di azione. Tale decalogo risponde alle esigenze di definizione puntuale di un quadro strategico utile a promuovere una visione integrata della sostenibilità ambientale, sociale ed economica del territorio e si compone di 10 punti fondamentali (fare un uso razionale del territorio, evitare l'espansione urbana incontrollata e rivitalizzare la città esistente, prevenire e ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici e migliorare la resilienza delle città, gestione le risorse in modo sostenibile e promuovere l'economia circolare, promuovere la prossimità e la mobilità sostenibile, promuovere la coesione e l'equità sociale, promuovere e favorire l'economia urbana, garantire l'accesso all'alloggio, guidare e promuovere l'innovazione digitale, migliorare gli strumenti di intervento e la governance);
- un sistema di indicatori utile alla valutazione e al *follow-up* del raggiungimento degli obiettivi. Ad ognuno degli obiettivi contenuti nel decalogo è stato associato un insieme di *Indicatori di monitoraggio e valutazione*, i quali sono adattati allo stato di fatto e al contesto di ciascuna delle città e delle aree urbane della Spagna attraverso una minuziosa ricerca di compatibilità e un'intensa attività di coordinamento con gli enti locali. Scopo degli indicatori è definire chiaramente i risultati che saranno raggiunti con l'attuazione dell'*Agenda Urbana Spagnola* in termini di miglioramento della qualità della vita, della sostenibilità e di preparazione delle città ad affrontare le sfide future;
- un insieme di file che illustrano come si possono redigere i piani d'azione per l'attuazione dell'AUE;
- un *Piano d'Azione per l'Amministrazione Generale dello Stato* (*Plan de Acción para la Administración General del Estado*) contenente proposte concrete per la governance statale.

Nello specifico, il *Piano d'Azione per l'Amministrazione Generale dello Stato* (*Plan de Acción para la Administración General del Estado* o *Plan de Acción de la AGE*) contiene una serie di azioni multilivello per ogni ambito di intervento:

- *normativo*, azioni che mirano a realizzare un quadro legislativo aggiornato, flessibile e semplificato e che possano migliorare gli strumenti prescrittivi a disposizione dello Stato e facilitare il raggiungimento degli obiettivi proposti dall'agenda;
- *pianificazione*, azioni, piani o strategie che propongono misure integrate utili al raggiungimento degli obiettivi dell'agenda;
- *governance*, azioni finalizzate a migliorare il coordinamento tra le amministrazioni, nonché a creare sinergie tra di esse;
- *partnership*, azioni per la costituzione di specifici gruppi di lavoro su alcuni degli obiettivi strategici dell'agenda, al fine di favorire la condivisione delle esperienze con gli attori dei diversi livelli dell'amministrazione pubblica, dell'università, degli ordini professionali, del settore privato e della società civile;
- *finanziamento*, azioni per identificare le fonti di finanziamento nazionali ed europee utilizzabili per il raggiungimento degli obiettivi strategici dell'*Agenda Urbana Spagnola* (tra questi rientrano, ad esempio, le *Sovvenzioni IDAE* e i *Piani PIMA*);

- *scambio e diffusione della conoscenza*, azioni che perseguono la diffusione di buone pratiche, la generazione di cultura partecipativa e il trasferimento di conoscenze, oltre a stimolare la creatività e indurre alla proposta di idee utili allo sviluppo urbano sostenibile (ad esempio, sono stati sviluppati il *Forum Urbano di Spagna* e il *Piano di Comunicazione AUE*).

Piani Abitativi Statali

All'interno dei *Piani Abitativi Statali (Plan Estatal de Vivienda)* sono stati promossi diversi programmi atti a recuperare e rinnovare edifici e comparti urbani residenziali tenendo conto del miglioramento dell'efficienza energetica.

Il primo piano (*Piano Abitativo Statale 2009–2012*) ha promosso opere di riqualificazione per il miglioramento del consumo energetico nel settore abitativo. Il suo approccio è stato rafforzato dal *Piano Abitativo Statale 2013-2016*, poi prorogato fino al 2017. Questo piano è stato considerato particolarmente importante poiché ha cercato di creare sinergie tra opere di ristrutturazione di edifici e abitazioni e opere di efficientamento energetico; inoltre, ha limitato l'utilizzo dei suoi ausili agli edifici costruiti prima del 1981, per far fronte anche al già citato problema della datazione di gran parte degli edifici residenziali spagnoli. All'interno del piano sono stati previsti sette programmi:

- il *Programma di agevolazione del prestito concordato (Programa de subsidiación de préstamos convenidos)*, volto a facilitare il pagamento dei prestiti da parte dei debitori ipotecari con meno risorse;
- il *Programma di assistenza locativa (Programa de ayuda al alquiler)*, formato con lo scopo di facilitare l'accesso e la permanenza negli alloggi in affitto a chi ha difficoltà economiche;
- il *Programma di promozione del patrimonio edilizio pubblico in affitto (Programa de fomento del parque público de vivienda en alquiler)*, il cui obiettivo era la creazione di un patrimonio edilizio pubblico tutelato da poter locare;
- il *Programma di promozione del recupero edilizio (Programa de fomento de la rehabilitación edificatoria)*, finalizzato a promuovere interventi negli edifici e nelle strutture che ne migliorino lo stato di conservazione e l'efficienza energetica e ne garantiscano l'accessibilità;
- il *Programma per promuovere la rigenerazione e il rinnovamento urbano (Programa de fomento de la regeneración y renovación urbana)*, volto a finanziare l'esecuzione congiunta di opere di risanamento di edifici e abitazioni, di urbanizzazione o riqualificazione di spazi pubblici o di edilizia in sostituzione di edifici demoliti, per un minimo di cento abitazioni;
- il *Programma per l'attuazione del Building Assessment Report (Programa de implantación del informe de evaluación de Edificios - IEE)*, avente l'obiettivo di catalogare le informazioni sugli edifici relativamente alle loro condizioni di accessibilità, efficienza energetica e stato di conservazione;
- il *Programma per la promozione di città sostenibili e competitive (Programa de fomento de ciudades sostenibles y competitivas)*, avente lo scopo di finanziare la realizzazione di progetti di particolare importanza per le aree urbane e le città.

I dati sulle prestazioni dei programmi del *Piano Abitativo Statale 2013-2016* mostrano che, dal 2014 al 2016, le azioni nell'ambito di questi programmi sono state realizzate in 11.610 abitazioni, per un costo totale di € 279.820.340. Inoltre, la combinazione delle diverse formule

di finanziamento adottate dai *Piani Abitativi Statali* e dai *Piani di Azione* (aiuti diretti, sussidi e prestiti) hanno avuto effetti positivi a livello nazionale (Villca-Pozo e Bustos, 2019).

Il successivo *Piano Abitativo Statale 2018-2021* ha fornito continuità a questo tipo di aiuti pubblici e ha richiesto che le abitazioni riducessero il loro consumo energetico del 20-30% in base alla loro classificazione climatica e a quanto stabilito nel CTE spagnolo. Questo, inoltre, ha allargato la portata dei sostegni alla riqualificazione degli edifici residenziali e delle abitazioni datate (costruite prima del 1996).

La datazione degli edifici residenziali, per quanto possa essere una questione centrale nell'efficientamento del patrimonio edilizio spagnolo, non è l'unico aspetto che determina un limite nell'avanzamento dei progressi sul fronte energetico, ci sono anche altri elementi che influenzano le decisioni dei proprietari immobiliari di non migliorare le prestazioni energetiche delle proprie abitazioni. Tra questi spiccano la mancanza di consapevolezza e cultura a favore della riqualificazione, la scarsa conoscenza dei programmi che supportano le azioni di efficienza energetica e la fattibilità finanziaria degli interventi. Inoltre, la forte interazione tra gli insiemi delle componenti edilizie e urbane relative alla prestazione energetica del patrimonio esistente e i diversi impatti delle numerose possibili soluzioni di retrofit, rende complesso il processo di selezione di tali soluzioni. La decisione su quale misura di riqualificazione energetica debba essere utilizzata per un particolare progetto è un problema di ottimizzazione multi-obiettivo soggetto a molti vincoli e limitazioni, come caratteristiche specifiche degli edifici, caratteristiche dei servizi edilizi, involucri edilizi, il comportamento umano, budget totale disponibili e altri limiti finanziari, i quali influenzano tutti il successo delle misure attuate nel raggiungimento degli obiettivi desiderati (Villca-Pozo e Bustos, 2019).

Ulteriori iniziative politiche

Oltre ai PNAEE, all'*Agenda Urbana Spagnola* e ai *Piani Abitativi Statali*, in relazione alla sostenibilità urbana ed edilizia, spiccano in Spagna anche le seguenti ulteriori iniziative:

- il *Libro Bianco sulla Sostenibilità nell'Urbanistica Spagnola (Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español)* del 2010, il cui scopo è fungere da guida e fornire una serie di proposte utili all'ottenimento di una maggiore sostenibilità nel campo della pianificazione urbana;
- il *Sistema Comunale di Indicatori di Sostenibilità Urbana e Locale (Sistema Municipal de indicadores de sostenibilidad urbana y local)* del 2010, che è stato creato con lo scopo di stabilire indicatori omogenei per il monitoraggio della sostenibilità urbana e locale spagnola;
- la *Strategia Spagnola per la Sostenibilità Urbana e Locale (Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local - EESUL)* del 2011, che fungere da quadro strategico non vincolante per coadiuvare il raggiungimento di una maggiore sostenibilità urbana e locale, senza invadere le competenze delle diverse amministrazioni;
- il *Rapporto sullo stato delle principali azioni e iniziative nel campo della sostenibilità urbana in Spagna (Informe de situación de las principales actuaciones e iniciativas en materia de sostenibilidad urbana en España)* del 2011, che contiene un'analisi generale dello stato dell'arte della sostenibilità urbana in Spagna;
- il *Libro Verde sulla Sostenibilità Urbana e Locale nell'Era dell'Informazione, (Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la Era de la Información)* del 2012, che contiene il quadro

concettuale dell'EESUL ed è uno strumento tecnico e formativo per i professionisti che intervengono all'interno delle città per renderle più sostenibili;

- la *Guida metodologica per i sistemi di Audit, Certificazione o Accredimento della Qualità e della Sostenibilità nell'Ambiente Urbano (Guía Metodológica para los sistemas de Auditoría, Certificación o Acreditación de la Calidad y Sostenibilidad en el Medio Urbano)* del 2012, che intende orientare
- le azioni di sviluppo sostenibile delle città e sviluppare una procedura di valutazione di tali azioni utilizzando criteri di sostenibilità;
- la *Rete Locale di Sviluppo Sostenibile (Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible)* del 2019, che è stata sviluppata per dare vita ad un luogo di confronto e scambio di esperienze tra le diverse reti che operano a livello regionale e provinciale, al fine di promuovere un concetto di città compatta, efficiente e socialmente coesa;
- la *Strategia Spagnola per la Mobilità Sostenibile (Estrategia Española de Movilidad Sostenible – EEMS)* del 2020, che fornisce un quadro di riferimento nazionale per l'integrazione dei principi e degli strumenti di coordinamento relativi alla mobilità sostenibile e a basse emissioni di CO₂.

3.3.3. Misure di sostegno finanziario pubblico in Spagna

Per supportare le iniziative e gli obiettivi prefissati e far fronte alle questioni economiche e finanziarie relative alla realizzazione di interventi di riqualificazione energetica, il Governo spagnolo ha messo in atto diversi piani di finanziamento e forme di forme di incentivazione. Tra questi spiccano i cosiddetti *Piani PIMA* e le *Sovvenzioni IDAE*.

I *Piani di Promozione Ambientale (Plan de Impulso al Medio Ambiente - PIMA)*, sono uno strumento per l'attuazione di misure di contrasto al cambiamento climatico che mirano ad ottenere un effetto positivo anche sullo sviluppo economico e sulla promozione dell'occupazione. Questi contribuiscono allo sviluppo di un ciclo completo di azioni per lo sviluppo sostenibile in diversi livelli di intervento (amministrativo, accademico, privato e ONG) che vanno dalla generazione di conoscenze alla *governance*, fino al monitoraggio. La Spagna ha lanciato diversi Piani PIMA relativi alle tematiche di: cambiamento climatico; adattamento al cambiamento climatico; rifiuti; agenti inquinanti atmosferici; aziende; trasporti e altri. Ad esempio, il PIMA *Adapta (Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático)* è uno strumento operativo del 2015 che utilizza le risorse economiche provenienti dal regime di scambio dei diritti di emissione per finanziare progetti di adattamento al cambiamento climatico. Tra questi sono presenti, ad esempio, progetti di efficientamento energetico degli edifici pubblici e azioni a scala di quartiere atte a rendere il sistema urbano più resiliente e a sfruttare lo spazio pubblico, gli spazi urbani sottoutilizzati e le attrezzature dismesse per integrare componenti di mitigazione climatica.

Le *Sovvenzioni IDAE*, invece, sono degli strumenti di finanziamento di progetti e di programmi di aiuto pubblico relativi ai principali settori consumatori di energia. Il promotore di tali agevolazioni è l'*Istituto per la diversificazione e il risparmio energetico (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE)*, che agisce a favore delle azioni di efficienza energetica. Le risorse monetarie e i capitali gestiti dall'IDAE provengono principalmente dai

Fondi FERS (*Fondo Europeo di Sviluppo Regionale*), dal *Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica*, dai *Bilanci Generali dello Stato* e dai finanziamenti propri dell'istituto.

La maggior parte degli investimenti diretti di IDAE in progetti energetici sono effettuati nell'ambito della filosofia contrattuale del cosiddetto *Finanziamento di Terze Parti* (FPT), che rappresenta una soluzione tecnica e finanziaria integrata per gli investimenti in progetti energetici. Secondo tale FPT, l'IDAE partecipa alla definizione di progetti, fornendo la soluzione tecnica più adeguata per ogni caso e finanzia in tutto o in parte l'investimento in modo che non siano richiesti esborsi da parte dei destinatari finali degli investimenti. Non si tratta propriamente di un prestito, poiché le attrezzature sono di proprietà dell'IDAE fino al recupero degli investimenti. Con questa modalità, gli investitori mantengono intatte le loro capacità di indebitamento, così come le loro risorse, che possono utilizzare per altri scopi all'interno delle loro aziende ed IDAE recupera i suoi investimenti – compresi i profitti – attraverso il risparmio energetico indotto o attraverso l'energia generata. Parallelamente, gli utenti degli impianti finanziati dall'IDAE possono ottenere una riduzione dei propri costi energetici sin dall'inizio. Una volta che gli investimenti sono stati recuperati dall'IDAE, gli impianti divengono di proprietà dei rispettivi investitori: da questo momento gli utenti finali possono beneficiare di tutti i risparmi energetici o dell'energia generata dagli impianti e, inoltre, avranno migliorato la propria competitività grazie alla disponibilità di strutture tecnologicamente più avanzate ed efficienti dal punto di vista energetico.

In base alle diverse tipologie di progetti, tale *Finanziamento di Terze Parti* può essere adattato seguendo diverse modalità contrattuali. La più utilizzata prevede un trasferimento d'uso dell'attrezzatura tra il cliente e l'IDAE, tra i quali viene stipulato un contratto di cessione d'uso in base al quale quest'ultima, in quanto proprietaria dell'attrezzatura, ne trasferisce l'uso per un periodo fisso o variabile. Durante questo periodo, l'utente è tenuto a pagare le tariffe periodiche all'IDAE in base al risparmio energetico ottenuto o all'energia generata con le nuove apparecchiature. Oltre il 50% dei progetti di investimento dell'IDAE è avvenuto in questo modo, l'entità degli investimenti è stata mediamente compresa tra 300.000 € e 3.000.000 € e il periodo di recupero per IDAE è stato generalmente compreso tra 4 e 8 anni (www.idae.es).

Sostegno finanziario all'efficientamento del settore residenziale

La Spagna ha adottato anche diverse misure normative e finanziarie applicabili al settore abitativo, tutte finalizzate al miglioramento energetico degli edifici residenziali e delle case unifamiliari. Le principali iniziative finanziarie derivano dai già citati *Piani Nazionali di Risparmio ed Efficienza Energetica* e dai programmi contenuti nei *Piani Statali per l'Abitazione*.

Nei PNAEE sono state individuate le origini e i meccanismi da cui derivavano le risorse economiche necessarie per attivare la partecipazione del settore privato al raggiungimento degli obiettivi prefissi e sono state effettuate delle valutazioni sugli impatti socioeconomici in conseguenza delle azioni in essi contenute, specialmente in termini di occupazione e *Prodotto Interno Lordo* (PIL).

Altre interessanti azioni sono state il *Programma di promozione del recupero edilizio* (*Programa de fomento de la rehabilitación edificatoria*) e il *Programma di promozione della rigenerazione e riqualificazione urbana e rurale* (*Programa de fomento de la regeneración y renovación urbanas y rural*), contenuti nel *Piano Statale per l'Abitazione 2013-2016*; entrambi i programmi hanno incoraggiato

la riqualificazione degli alloggi con azioni atte a migliorare le loro prestazioni energetiche e, a tal fine, hanno concesso sovvenzioni e prestiti.

Nello specifico, il *Programma di promozione del recupero edilizio* è stato finalizzato a favorire interventi edilizi migliorativi dello stato di conservazione, dell'efficienza energetica e dell'accessibilità di edifici e strutture. Gli immobili, per poter accedere agli aiuti economico-finanziari previsti dal programma, dovevano essere anteriori al 1981, ad uso abitativo (almeno il 70% della sua superficie) ed essere residenza dei rispettivi proprietari o inquilini. Mentre, il *Programma di promozione della rigenerazione e riqualificazione urbana e rurale* è stato istituito con lo scopo di finanziare le opere di risanamento di edifici residenziali e di singole abitazioni, nonché le opere di urbanizzazione degli spazi pubblici adiacenti e le opere per la realizzazione di edifici e abitazioni in sostituzione di altri precedentemente demoliti nella stessa area. Beneficiari delle sovvenzioni e importi massimi ammissibili di entrambi i programmi sono riassunti nel Tabella 3.7.

Tabella 3.7. Caratteristiche de programmi contenuti nel *Piano Statale per l'Abitazione 2013-2016*
(fonte: elaborazione propria)

| Programma | Beneficiari | Sovvenzioni massime ad abitazione (€) | Incentivazione massima (%) |
|---|----------------------------|---|----------------------------|
| <i>Programma di promozione del recupero edilizio</i> | Proprietari edilizi | € 4.000 per la conservazione | 35% |
| | Comunità di proprietari | € 2.000 per il miglioramento dell'efficienza energetica | |
| <i>Programma di promozione della rigenerazione e riqualificazione urbana e rurale</i> | Raggruppamenti di comunità | € 5.000 se il fabbisogno energetico dell'edificio si riduce di oltre il 50% | 35% |
| | Pubbliche Amministrazioni | € 4.000 per il miglioramento dell'accessibilità | |
| | Comunità di proprietari | € 11.000 per la riqualificazione | |
| | Raggruppamenti di comunità | € 30.000 in caso di costruzione e demolizione | |
| | Società private | € 2.000 per opere di urbanizzazione | |
| | Consorzi | | |
| | Enti | | |

Nell'ambito della politica energetica applicata al settore edilizio, la Spagna ha introdotto misure di sostegno economico volte all'uso efficiente dell'energia negli edifici e alla certificazione energetica delle abitazioni anche nei *Piani d'Azione per il Risparmio e l'Efficienza Energetica 2005-2020 (Plan de Acción Nacional de Energías Renovables - PANER)* e nei *Piani d'Azione Nazionali per l'Efficienza Energetica 2017-2020 (Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética)*. Al loro interno sono state adottate misure di cooperazione tra gli enti preposti, attraverso provvedimenti amministrativi, e sono state stilate le principali linee d'azione. Queste sono state incentrate su sette misure con un significativo potenziale di risparmio energetico:

- la prima prevede il ripristino energetico dell'involucro termico degli edifici esistenti;
- la seconda e la terza riguardano il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti termici (riscaldamento, condizionamento e produzione di acqua calda) e dell'illuminazione interna;
- la quarta è rivolta alla realizzazione di nuovi edifici ad alta efficienza energetica;

- la quinta si concentra sulla costruzione di edifici a consumo energetico zero e sulla riqualificazione integrale degli edifici esistenti;
- la sesta comprende il miglioramento energetico degli impianti frigoriferi commerciali;
- la settima misura è incentrata sul rinnovamento degli elettrodomestici (Villca-Pozo e Bustos, 2019).

Un'altra serie di programmi per promuovere e sovvenzionare interventi di retrofit energetici degli edifici, avviati con l'obiettivo di ottenere una riduzione delle emissioni di CO₂ e del consumo energetico finale degli edifici, sono stati i cosiddetti programmi PAREER e PREE.

Il *Programma di Aiuti per la Ristrutturazione degli Edifici per l'Efficienza Energetica (Programa de Ayudas Para la Rehabilitación Energética de Edificios Existentes - PAREER)* è stato lanciato dall'IDAE nel 2013 con uno stanziamento di 125 milioni di euro ed è stato rinnovato con la sigla PAREER-CRECE nel 2015 con uno stanziamento di altri 200 milioni di euro. Entrambi i programmi hanno promosso il rinnovamento dell'efficienza energetica, l'uso di energie rinnovabili e la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra degli edifici; inoltre, entrambi miravano al raggiungimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva EED II (Direttiva 2012/27/UE) in materia di edifici pubblici. Tuttavia, il programma PAREER si è concentrato solo sugli edifici residenziali; mentre, il programma PAREER-CRECE ha ampliato il suo campo di applicazione per affrontare tutti gli edifici esistenti, indipendentemente dal loro uso o scopo (edifici residenziali, edifici amministrativi, edifici commerciali, ecc.).

Sia in PAREER che in PAREER-CRECE gli incentivi includevano tre diverse tipologie di aiuti:

- assistenza finanziaria fornita senza corrispettivo per la ricezione del servizio;
- prestiti rimborsabili;
- ulteriori aiuti sociali o di efficienza energetica.

L'aiuto finanziario poteva arrivare fino al 20-30% del budget totale del progetto per migliorare l'efficienza dell'uso dell'energia; mentre, il prestito poteva arrivare fino al 60-70% del budget totale del progetto. In entrambi i casi, il loro utilizzo era vincolato al "salto" migliorativo di almeno una classe energetica dell'edificio per il quale venivano richiesti gli aiuti. Un supporto aggiuntivo era poi previsto per quei miglioramenti che portavano al raggiungimento dell'edificio ad una classe "A" o "B", o per quei miglioramenti che aumentavano il livello di efficienza energetica dell'edificio di almeno due classi dalla sua valutazione originale.

I fondi per l'attuazione di queste misure provenivano principalmente dal *Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica (FNEE)*⁵⁶ e il Programma PAREER-CRECE ha ricevuto fino a marzo 2017 2.488 domande – di cui 1.010 approvate – per un importo totale di 120.696.809 € di investimenti. Di questi, il 52% sono stati rilasciati sotto forma di prestiti rimborsabili, il 44% come aiuti di assistenza finanziaria e il 4% come aiuti aggiuntivi basati su criteri di efficienza energetica. Inoltre, per quanto concerne le tipologie di interventi, la maggior parte delle risorse economiche concesse sono state destinate al miglioramento dell'involucro termico esterno degli edifici (l'86% delle risorse totali). Per quanto riguarda i beneficiari, le associazioni di residenti sono state quelle che hanno ricevuto la maggior parte degli aiuti, pari all'89,1% della dotazione totale (Villca-Pozo e Bustos, 2019).

⁵⁶ Questo fondo opera sulla base di: contributi finanziari del *Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR)*; contributi degli enti quali società di commercio di gas ed energia elettrica, grossisti di prodotti petroliferi e di gas di petrolio liquefatti; contributi dei bilanci generali dello Stato.

Successivamente al PAREER-CRECE, nel 2020 è stato rilasciato il Programma PAREER II, che ha dato continuità ai precedenti programmi grazie ad un ulteriore budget di 204 milioni di euro stanziati dal FNEE.

Il *Programma Riabilitazione Energetica degli Edifici (Programa Rehabilitación Energética de Edificios - PREE)* è stato approvato con il Regio-decreto 737/2020 al fine di correlare il sistema di sostegni finanziari agli interventi di retrofit energetico degli edifici delle aree dove è presente una sfida demografica e dove sono maggiormente presenti fenomeni di spopolamento⁵⁷. L'obiettivo del PREE è stato quello di dare impulso alla sostenibilità degli edifici esistenti attraverso azioni che spaziano da modifiche all'involucro termico, alla sostituzione degli impianti termici e illuminotecnici. Il programma, inoltre, mirava a promuovere le azioni realizzate dalle comunità di energia rinnovabile o dalle comunità energetiche dei cittadini, come previsto dalle ultime direttive sulle energie rinnovabili e sul mercato interno dell'energia. Per il PREE sono stati stanziati oltre 400 milioni di euro dal *Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica*. L'importo dell'aiuto di base previsto dal programma per gli interventi su edifici era pari al 35% del costo ammissibile per tutti i tipi di intervento; mentre, nel caso di azioni su singole abitazioni o singoli locali, tale percentuale era del 25%. Un degno di nota del PREE, oltre ai suoi effetti positivi sul miglioramento dell'efficienza energetica e della protezione dell'ambiente, è la sua portata sociale, poiché ha riservato un'attenzione particolare alla concessione di aiuti per la realizzazione di interventi di retrofit energetico negli edifici in cui risiedevano gruppi sociali vulnerabili colpiti da povertà energetica.

Per dare continuità al PREE e proseguire le attività di riqualificazione energetica dell'esistente nei comuni a sfida demografica, nel 2020 è stato approvato il Programma *PREE 5000*. Per il bilancio del programma sono stati stanziati 50 milioni di euro e gli importi degli aiuti di base previsti per le azioni sugli edifici è stato notevolmente aumentato⁵⁸.

Gli strumenti economico-finanziari che la Spagna ha promosso nel corso degli ultimi anni sono stati, dunque, numerosi e diversificati. Ibañez Iralde et al. (2021) hanno effettuato una panoramica di tali strumenti e delle azioni promosse in Spagna a livello nazionale, regionale e locale dal 1984 al 2020 per supportare interventi di riqualificazione energetica residenziale al fine di ridurre il consumo finale di energia e le emissioni di CO₂ (Fig. 3.7).

Secondo quanto emerso dal loro lavoro, il 75% degli strumenti e dei piani finanziari nell'arco di tempo considerato è stato destinato ad interventi passivi relativi agli involucri edilizi, al fine di ridurre la domanda di energia mirando, principalmente, all'incremento dell'isolamento termico delle facciate e alla sostituzione degli infissi, poi, all'isolamento delle coperture e, infine, all'installazione di schermature solari.

⁵⁷ In Spagna sono presenti circa 6.827 comuni con un massimo di 5.000 abitanti, che concentrano 5,7 milioni di persone, il 12% della popolazione totale. Nell'ultimo decennio, otto su dieci di questi comuni hanno perso popolazione e nel complesso, dal 2011 al 2021, la loro popolazione è diminuita di circa 410.000 cittadini (www.idae.es).

⁵⁸ In *PREE 5000* le sovvenzioni per gli interventi di efficientamento energetico degli edifici è stato aumento al 50% del costo dell'intervento per il miglioramento dell'involucro, al 40% per gli interventi di sostituzione degli impianti termici e al 20% per l'efficientamento degli impianti di illuminazione; mentre, nel caso di azioni su singole abitazioni o singoli locali, le sovvenzioni sono state aumentate, rispettivamente, del 40%, 30% e 20%.

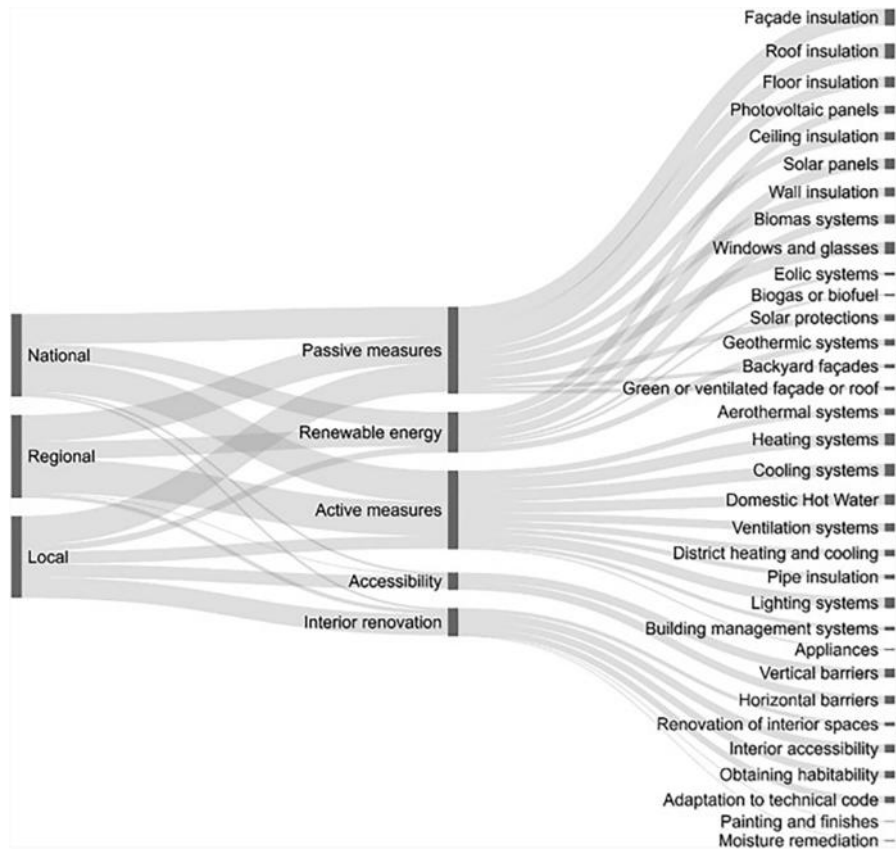


Figura 3.7. Relazione tra gli ambiti delle politiche e le azioni di retrofitting promosse dai fondi spagnoli per l'efficiamento energetico residenziale (fonte: Ibañez Iralde et al., 2021)

Quest'ultime sono state prese in considerazione solo dal 31% degli ausili finanziari; difatti, le azioni direttamente correlate alla riduzione della domanda di raffreddamento, come le protezioni solari e il miglioramento dei sistemi di refrigerazione, sono state spesso trascurate⁵⁹. Inoltre, circa il 50% degli strumenti finanziari indagati presentava misure relative al miglioramento dell'ermeticità, come l'isolamento di pavimenti e pareti. Per quanto riguarda gli impianti, gli interventi maggiormente considerati dalle sovvenzioni sono stati la sostituzione dei sistemi di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria esistenti, l'integrazione di fonti di energie rinnovabili con pannelli fotovoltaici e il miglioramento delle apparecchiature di illuminazione con tecnologia LED. Nello specifico, oltre il 60% degli strumenti finanziari è stato rivolto agli impianti termici, circa il 56% delle sovvenzioni miravano anche al miglioramento dei sistemi di illuminazione e l'energia rinnovabile è stata oggetto del 42% degli ausili economico-finanziari spagnoli considerati. Infine, i miglioramenti della gestione energetica degli edifici attraverso sistemi di monitoraggio e controllo sono stati sovente oggetto di particolare attenzione, dato che ben il 41% dei documenti relativi alla sovvenzione dell'efficiamento energetico incorporava strategie correlate.

⁵⁹ Ne è un esempio la ERESEE 2020, in cui i sistemi ombreggianti sono stati presi in considerazione solo nel "pacchetto" di interventi per gli edifici che rientrano nella fascia di povertà energetica. Inoltre, nello stesso documento, i dispositivi bioclimatici e altri dispositivi di ombreggiamento sono stati considerati azioni supplementari e non sono state effettuate delle proiezioni per valutare l'impatto futuro della domanda di raffreddamento nel corso degli anni.

Come già sottolineato, c'è stata una forte tendenza a dare priorità ai miglioramenti termici legati al riscaldamento, poiché le strategie passive e le linee d'azione più frequenti hanno riguardato comunemente il miglioramento dell'isolamento termico dell'involucro opaco e trasparente degli edifici e la sostituzione di sistemi e impianti di riscaldamento degli immobili. Considerando l'ampia gamma di condizioni climatiche in Spagna e i cambiamenti climatici in atto, questo fatto sembra un chiaro limite, in particolare per le aree più mediterranee e le località insulari. Si presume che questo problema sia il risultato del contesto storico, in cui un numero ridotto di edifici residenziali dispone di sistemi di raffreddamento, nonché del recepimento di direttive che storicamente hanno sottovalutato i carichi di raffreddamento, tra cui quelle dell'Unione Europea.

I Programmi di sovvenzione del Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza

Relativamente al *Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza* (PRTR), il governo spagnolo ha pubblicato un'altra serie di programmi specifici al fine di promuovere la realizzazione di progetti e azioni volte al raggiungimento delle *milestone* e degli obiettivi prefissi. Tra questi programmi alcuni sono stati destinati alla questione urbana e abitativa, anche da un punto di vista di efficientamento energetico. In particolare, la seconda componente (denominata *Attuazione dell'Agenda Urbana spagnola: Piano di riabilitazione abitativa e rigenerazione urbana*) della prima leva politica del piano (*Agenda urbana e rurale. Coesione territoriale*), ha dato vita a quattro investimenti che hanno finanziato programmi di efficientamento energetico urbano ed edilizio:

- l'investimento 1 riguarda diversi programmi di riqualificazione utili ad accelerare il recupero di abitazioni, quartieri e città e la ripresa economica e sociale delle aree urbane. Tra questi spicca il *Programma di aiuti per la riabilitazione globale di edifici residenziali e abitazioni* (*Programa de ayudas para la rehabilitación integral de edificios residenciales y viviendas*), che mira a promuovere il rinnovamento di edifici residenziali, abitazioni e quartieri e a ridurre il consumo di energia non rinnovabile e la domanda di riscaldamento e raffrescamento nelle abitazioni⁶⁰;
- l'investimento 2 ha portato avanti un programma per la realizzazione di alloggi energeticamente efficienti da poter locare ai cittadini in condizione di disagio socio-economico (*Programa de construcción de viviendas en alquiler social en edificios energéticamente eficientes*);
- l'investimento 5 comprende il *Programma per la Riqualificazione degli Edifici Pubblici* (PIREP) finalizzato alla riqualificazione sostenibile del parco immobiliare pubblico istituzionale con l'obiettivo di ottenere un risparmio energetico di almeno il 30% degli edifici pubblici;
- l'investimento 6 ha avviato un programma di aiuti per la realizzazione di progetti pilota all'interno dei piani di azione locale dell'*Agenda Urbana Spagnola*.

Nella componente *Attuazione dell'Agenda Urbana spagnola: Piano di riabilitazione abitativa e rigenerazione urbana* del PRTR fanno parte anche altri quattro interessanti programmi, normati dal Regio-decreto 853/2021, che comprendono azioni a livello edilizio, abitativo e di quartiere.

⁶⁰ Secondo quanto definito dal programma, il modo più efficace per raggiungere le soglie previste nell'ambito del PRTR è agire sull'involucro edilizio, interponendo un isolamento termico sia sulle facciate che sulle coperture e sostituendo gli infissi con altri più performanti (www.mitma.gob.es).

Questi programmi sono:

- il *Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello di quartiere (Programa de ayuda a las actuaciones de rehabilitación a nivel de barrio)*, che fornisce sovvenzioni per il recupero di edifici ad uso eminentemente residenziale e di abitazioni facenti parte di un *Ambiente Residenziale per la Riabilitazione Programmata (Entorno Residencial de Rehabilitación Programada - ERRP)*, cioè un quartiere o un'area residenziale delimitata territorialmente dalla corrispondente amministrazione locale o regionale. Gli interventi negli edifici residenziali e nelle case unifamiliari dovranno garantire una riduzione di almeno il 30% del consumo di energia primaria non rinnovabile ed una riduzione della domanda globale annuale di energia per il riscaldamento e il raffreddamento di almeno in 25%. Le sovvenzioni possono coprire tra il 40% e l'80% dei costi ammissibili degli interventi (a seconda del risparmio energetico ottenuto); ma in caso vulnerabilità economica dei proprietari o usufruttuari delle abitazioni le sovvenzioni potranno essere pari al 100% del costo imputabile;
- il *Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello edilizio (Programa de ayuda a las actuaciones de rehabilitación a nivel de edificio)*, orientato agli edifici residenziali collettivi e alle case unifamiliari isolate o raggruppate. Obiettivi energetici e percentuali di interventi sovvenzionabili sono quasi uguali a quelli del precedente programma;
- il *Programma di aiuti per azioni di miglioramento dell'efficienza energetica nelle abitazioni (Programa de ayuda a las actuaciones de mejora de la eficiencia energética en viviendas)*, volto a finanziare azioni o opere per il miglioramento dell'efficienza energetica delle abitazioni che costituiscono la residenza abituale e permanente dei proprietari, usufruttuari o affittuari, siano esse unifamiliari o appartenenti a edifici plurifamiliari. Gli interventi dovranno consentire una riduzione di almeno il 30% dei consumi di energia primaria non rinnovabile e di almeno il 7% della domanda di energia per il riscaldamento e il raffrescamento e. L'importo dei contributi potrà essere al massimo il 40% del costo dell'intervento;
- il *Programma di sostegno agli studi di riabilitazione (Programa de apoyo a las oficinas de rehabilitación)*, che finanzia la realizzazione di uffici di supporto alla realizzazione di interventi e progetti (Tab. 3.8).

Le Regioni, le Comunità Autonome o le città sono state incaricate di dare esecuzione alla distribuzione dei sostegni disposti da tali programmi mediante bandi pubblici, fino ad esaurimento dei fondi.

Tabella 3.8. Importo dei sussidi dei programmi del PRTR (fonte: elaborazione propria)

| Programma | Risparmio ottenuto con l'intervento (%) | Sovvenzione massima del costo dell'intervento (%) | Sovvenzione massima per abitazione (€) |
|---|--|--|---|
| <i>Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello di quartiere</i> | 30-45% | 40% | € 8.100 |
| | 45-60% | 65% | € 14.500 |
| | Maggiore del 60% | 80% | € 21.400 |
| <i>Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello edilizio</i> | 30-45% | 40% | € 6.300 |
| | 45-60% | 65% | € 11.600 |
| | Maggiore del 60% | 80% | € 18.800 |
| <i>Programma di aiuti per azioni di miglioramento dell'efficienza energetica nelle abitazioni</i> | Non richiesto | 40% | € 3.000 |
| <i>Programma di sostegno agli studi di riabilitazione</i> | Non richiesto | 100% | € 800 |

Detrazioni fiscali

Per quanto concerne la politica fiscale spagnola sull'efficienza energetica negli immobili residenziali e, in particolare, nelle abitazioni private, Villca-Pozo e Bustos (2019) hanno mostrato che il governo ha promosso solo limitatamente l'uso di energia da fonti rinnovabili e che in Spagna non sono presenti incentivi fiscali rilevanti per promuovere l'efficienza energetica, né nel settore dell'imposta sugli immobili, né nel settore energetico. La loro analisi sulle normative fiscali spagnole è stata condotta al fine di individuare la presenza di incentivi fiscali utili ad incoraggiare l'efficienza energetica ed ha riguardato le seguenti imposte:

- imposta sugli immobili;
- imposta sul trasferimento di proprietà;
- imposta sul reddito delle persone fisiche;
- imposta sul valore aggiunto;
- imposta sull'elettricità;
- imposta sugli immobili;
- imposta su edifici, impianti e opere infrastrutturali.

Per quanto concerne le imposte sulla proprietà, in Spagna la legislazione non prevede incentivi legati all'efficienza energetica nelle abitazioni private all'interno della stessa. La Legge 19/1991 considera tale tassa come un'imposta diretta e personale sul patrimonio netto delle persone fisiche e non ammette alcuna eccezione, detrazione o abbuono per le abitazioni dotate di impianti di risparmio energetico. Anche relativamente all'imposta sul trasferimento di proprietà immobiliari non sono stati mai inseriti detrazioni o incentivi relativi all'efficienza energetica nelle normative di riferimento.

Sull'imposta relativa al reddito delle persone fisiche è stata vigente, invece, per un periodo limitato, una forma di incentivazione fiscale con un effetto significativo sull'efficienza energetica delle abitazioni e degli edifici private. Difatti, il Regio-decreto 6/2010 aveva introdotto una detrazione fiscale per il risanamento dell'abitazione principale, che però è stata abolita poco tempo dopo. Si è trattato, dunque, di un incentivo di natura temporanea. Questo incentivo si era concentrato sugli interventi di miglioramento e di efficientamento energetico dell'edilizia abitativa e degli edifici ottenuti attraverso l'installazione di pannelli solari e impianti termici, il ripristino dell'involucro termico esterno degli edifici o l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile.

Secondo le regole dell'*Imposta sul Valore Aggiunto* (IVA), in Spagna l'IVA si applica all'acquisto di alloggi di nuova costruzione distinguendo i nuovi alloggi privati (tassati al 10%) e i nuovi alloggi sociali e pubblici (tassati al 4%). Non prevede invece un trattamento particolare per l'acquisto di nuove abitazioni in classe energetica "A" o "B". L'introduzione di un trattamento fiscale più vantaggioso per questo tipo di alloggi è, tuttavia, considerato un aspetto rilevante da diversi attori del settore, sia perché la Direttiva 2010/31/UE obbliga gli Stati membri a garantire che tutti gli edifici abbiano un'elevata classificazione energetica, sia perché il numero delle abitazioni che dispongono di una valida certificazione energetica in Spagna è ancora esiguo⁶¹ (Ibañez Iralde et al., 2021; Villca-Pozo e Bustos, 2019).

⁶¹ Da giugno 2013 a luglio 2015 in Spagna sono state certificate solo 1,5 milioni di abitazioni sulle oltre 25 milioni di quelle presenti. Inoltre, anche se circa il 50% dei proprietari immobiliari spagnoli è a conoscenza dell'esistenza di tale certificazione, solo il 36% ne tiene conto quando si tratta di affittare o

Nell'ambito dell'energia elettrica, si rileva inoltre che la relativa imposta (Legge 66/1997) non incoraggia l'utilizzo di fonti di energia rispettose dell'ambiente. Si tratta, infatti, di una tassa sulla produzione di energia elettrica e i suoi regolamenti non includono alcuna disposizione discriminatoria specifica in base alla fonte utilizzata. La base imponibile di questa tassa è monetaria e viene generalmente applicata indipendentemente dall'origine dell'elettricità e, secondo Villca-Pozo e Bustos (2019) ciò ha portato alcuni autori a sottolineare che – con la creazione di tale tassa – è stata sprecata una perfetta opportunità per includere scopi ambientali all'interno del sistema energetico nazionale.

L'imposta sugli immobili, come stabilito dal Regio-decreto 2/2004, non prevede espressamente forme degli sgravi fiscali come incentivazione all'uso delle energie rinnovabili. Tuttavia, presume che i comuni possono disciplinare, con una specifica ordinanza fiscale, uno sgravio fino al 50% dell'intero importo dell'imposta sugli immobili per quelle abitazioni dotate di impianti per l'utilizzo termico ed elettrico dell'energia solare. L'utilizzo di tale incentivo, dunque, è subordinato alla volontà e all'interesse di ciascuna amministrazione comunale di promuovere l'utilizzo dell'energia solare. Anche se questo sgravio fiscale favorisce certamente l'uso di fonti di energia rinnovabile nell'edilizia abitativa a livello locale, si tratta di uno strumento restrittivo, poiché si applica solo agli impianti termici o elettrici che utilizzano l'energia solare e non include altre fonti di energia rinnovabile, come quella eolica ad esempio. Infine, anche l'imposta sulle opere edili, impiantistiche e infrastrutturali – che è un tipo di tassa comunale applicata su qualsiasi opera o installazione che richiede un permesso di costruire – può comprendere uno sgravio (anch'esso facoltativo) per quegli edifici o impianti che includono sistemi termici o elettrici che utilizzano l'energia solare. Tale sgravio è regolamentato sempre dal Regio-decreto 2/2004, dove si stabilisce che la detrazione fiscale può arrivare fino al 95%⁶².

Secondo quanto evidenziato da Villca-Pozo e Bustos (2019), solo 30 capoluoghi di provincia, delle 50 province spagnole, hanno incorporato lo sgravio fiscale sull'imposta degli immobili nelle loro ordinanze, considerando uno sconto sull'imposta che varia dal 10% al 50%, la più comune delle quali è una riduzione del 50% dell'imposta sull'immobile per 3 anni. Mentre, 37 capoluoghi di provincia hanno incorporato uno sgravio sull'imposta sulle opere edili, impiantistiche e infrastrutturali con tassi di sconto variabili dal 2% al 95%, il più comune dei quali è una riduzione del 95%.

Nell'ambito del *Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza*, la Legge 10/2022 ha consentito ulteriori detrazioni fiscali e facilitazioni per l'accesso ai finanziamenti di interventi relativi alla riqualificazione del patrimonio costruito. Per quanto riguarda gli incentivi fiscali, i contributi alla riqualificazione concessi attraverso i diversi programmi di aiuto del PRTR non saranno inclusi nella base imponibile dell'Irpef. Invece, per quanto concerne i finanziamenti, la

vendere una casa (Villca-Pozo e Bustos, 2019). Pertanto, la maggior parte degli acquirenti, proprietari e inquilini continuano a ignorare i consumi energetici delle case; mentre dovrebbero considerare l'efficienza energetica di un'abitazione, sia perché garantisce un risparmio energetico e monetario, sia perché ha un impatto sul problema globale del cambiamento climatico.

⁶² Gli aspetti sostanziali e formali dello sgravio non sono disciplinati in modo approfondito, quindi, la loro definizione spetta a ciascun comune; inoltre, non è stato previsto che lo sgravio debba tenere conto dei requisiti di risparmio energetico contenuti nel *Documento Base* (Documento Básico) DB-HE sul "Risparmio Energetico" del *Codice Tecnico dell'Edilizia* (Regio-decreto 314/2006).

normativa intende rafforzare la capacità dei proprietari immobiliari di realizzare interventi atti a migliorare l'efficienza energetica di edifici e abitazioni, sia abbassando i requisiti minimi necessari per richiedere prestiti e aiuti pubblici, sia aumentando le loro possibilità di accesso al credito tramite finanziamenti bancari attraverso una linea di garanzie (ICO) convenzionate con il Ministero. In aggiunta, la legge garantisce che saranno parzialmente coperti anche i rischi dei prestiti concessi da enti finanziari privati per la riqualificazione di edifici residenziali che contribuiscono al miglioramento dell'efficienza energetica.

In definitiva, in Spagna le politiche ambientali adottate dai piani nazionali e dai programmi specifici promossi dal 2007 hanno dato un considerevole contributo all'efficientamento energetico della nazione, specialmente nel settore abitativo. Fondamentali sono state le misure di finanziamento della riqualificazione energetica che questi piani e programmi hanno canalizzato, attraverso aiuti pubblici, sussidi e prestiti; anche perché l'analisi condotta da Villca-Pozo e Bustos (2019) ha rivelato che le norme che regolano le tasse sugli immobili residenziali non prevedono vantaggi fiscali rilevanti per promuovere l'efficienza energetica.

Il patrimonio immobiliare spagnolo suggerisce che sono necessari ulteriori lavori in questo settore: circa 1,6 milioni – degli oltre 25 milioni di abitazioni in Spagna – hanno più di 50 anni; la grande maggioranza degli alloggi è stata costruita senza alcun criterio di efficienza energetica; più di 2 milioni di immobili residenziali vuoti necessitano di opere di manutenzione straordinaria a causa delle loro precarie condizioni. Inoltre, la datazione di un gran numero di abitazioni spagnole, nonché l'aumento della mancanza di solvibilità dei proprietari, conseguenza della crisi economica, sono due dei principali ostacoli al progresso in materia.

3.3.4. Comunità energetiche in Spagna

La Spagna, a seguito dell'approvazione della Direttiva 2018/2001, è stato il primo paese ad introdurre la possibilità dell'autoconsumo collettivo, nello stesso anno, con Regio-decreto 15/2018. Ciò ha comportato un cambiamento radicale nella gestione energetica del paese, poiché la legislazione precedente (Regio-decreto 900/2015) ostacolava fortemente l'autoconsumo, ed ha aperto la possibilità di condividere l'energia senza la necessità di una rete di distribuzione privata. Successivamente, l'emanazione del Regio-decreto 244/2019 ha posto fine alla tassazione dell'energia autoconsumata, introdotto meccanismi di remunerazione per la produzione di energia in eccesso e definito le condizioni per la creazione di comunità energetiche. Inoltre, ha stabilito un quadro normativo che consente l'installazione di impianti fotovoltaici domestici sui tetti degli immobili.

Operativamente, la normativa prevede che, da un lato, i proprietari di un impianto di autoconsumo paghino l'energia elettrica importata dalla rete, nei momenti in cui la produzione fotovoltaica è inferiore alla domanda, al prezzo abituale (in Spagna, i consumatori possono scegliere di firmare un contratto con un rivenditore di elettricità privato o selezionare una delle società designate con un prezzo fisso del governo). D'altra parte, l'energia elettrica esportata in rete, nei momenti in cui la produzione fotovoltaica supera la domanda locale, viene pagata a un prezzo che dipende da quello del mercato all'ingrosso.

La normativa spagnola ammette due tipologie di impianti, quelli a vendita diretta di energia elettrica al mercato all'ingrosso e quelli con sistema di fatturazione netta semplificata. Alla

prima categoria appartengono gli impianti la cui potenza è superiore a 100 kW e la loro produzione di energia elettrica deve essere venduta al mercato energetico; gli altri, invece, comprendono installazioni domestiche con una capacità di massimo 100 kW, nonché sistemi che forniscono elettricità a servizi o edifici industriali. Nel sistema di fatturazione netta mensile semplificata i ricavi dell'energia elettrica in eccedenza ceduta alla rete vengono scontati direttamente dalla bolletta elettrica con un credito mensile. L'energia elettrica in eccesso venduta alla rete è valutata o al prezzo all'ingrosso, quando il *prosumer* ha il contratto di elettricità con un rivenditore regolamentato, o ad un prezzo concordato tra le parti, nel caso di un rivenditore di energia elettrica del mercato libero. I vantaggi di questa opzione sono che consente requisiti amministrativi e tecnici più semplici; inoltre, l'energia elettrica esportata in rete è esentata dal canone di accesso alla rete (0,5 €/MWh) e dalla tassa di generazione (7%) e, gli utili, essendo ottenuti sotto forma di risparmio, non sono imponibili. Questo tipo di sistema, tuttavia, è limitato a un massimo di 100 kW di capacità installata e i profitti totali derivanti dall'elettricità in eccesso sono limitati. Di contro, la vendita diretta consente ai *prosumer* di cedere alla rete l'elettricità in eccedenza come qualsiasi altro produttore, dunque, al prezzo all'ingrosso meno la tassa di generazione del 7% e la corrispondente tariffa di accesso alla rete (0,5 €/MWh). In questo caso, le esigenze amministrative e tecniche sono maggiori, ma i profitti complessivi ottenibili non sono vincolati, né da una capacità massima installata, né da una fatturazione mensile (Tab. 3.9).

Tabella 3.9. Vantaggi e svantaggi delle due tipologie di autoconsumo fotovoltaico per i *prosumer* in Spagna (fonte: elaborazione propria su dati López Prol e Steininger 2020)

| | Vendita diretta | Fatturazione netta semplificata |
|-----------|---|--|
| Vantaggi | Profitto massimo illimitato | Procedure semplificate |
| | Nessun limite mensile | Nessun costo di accesso alla rete per l'elettricità in eccesso |
| | Capacità massima dell'impianto illimitata | Il risparmio non è tassabile |
| Svantaggi | Trattamento al pari di qualsiasi altro produttore | Massimo risparmio energetico parte della bolletta elettrica |
| | Pagamento tariffa di accesso alla rete per l'elettricità in eccesso | Fatturazione mensile |
| | Pagamento imposta di generazione | Potenza installata ≤100 kWp |

La normativa consente ai consumatori vicini di condividere un unico impianto, purché sia soddisfatta una delle seguenti condizioni: i consumatori devono essere collegati alla stessa rete di bassa tensione (BT), la distanza tra gli immobili dei consumatori deve essere inferiore a 500 metri, oppure i loro numeri di registro devono condividere le iniziali 14 cifre. I consumatori all'interno di un impianto condiviso sono comunque tenuti a selezionare specifici coefficienti di condivisione fissi nel tempo, i quali servono a determinare come la produzione fotovoltaica è distribuita tra di loro. In ultimo, è importante sottolineare che, per qualsiasi tipo di impianto di autoconsumo, l'utente e il titolare dell'impianto possono essere una persona fisica o giuridica diversa (Gallego-Castillo et al., 2021).

I benefici ottenibili dalle forme di autoconsumo energetico sono stati già riportati nella prima sezione: miglioramento dell'efficienza energetica; riduzione degli impatti ambientali e delle emissioni inquinanti; riduzione dei costi dell'energia; mitigazione della povertà energetica; riduzione della dipendenza energetica; maggiore responsabilità e partecipazione civile. Da un punto di vista economico, inoltre, gli impianti di autoconsumo energetico possono anche essere redditivi (ogni qual volta l'energia prodotta non viene completamente consumata). La redditività di un impianto di autoconsumo dipende dal capitale oltre che dai costi di esercizio e manutenzione del sistema rispetto ai benefici forniti dall'energia elettrica generata.

López Prol e Steininger (2020) hanno analizzato l'impatto della nuova legislazione spagnola sulla redditività dei *prosumer* residenziali, commerciali e industriali sulla base del loro tasso di rendimento interno. Nello specifico, la loro ricerca ha esplorato la variazione della redditività delle installazioni di autoconsumo fotovoltaico al variare di alcune condizioni del sistema: l'irraggiamento solare, che può variare in funzione dell'ubicazione e della posizione dei pannelli; i costi di installazione dei moduli fotovoltaici e delle batterie di accumulo, che è in diminuzione a causa dello sviluppo tecnologico; il prezzo dell'elettricità all'ingrosso e al dettaglio, che è altamente incerto nell'attuale panorama internazionale; il finanziamento dell'investimento e i modelli di business, che sono differenti tra i vari segmenti. Dalla ricerca è emerso che in condizioni medie tutti i segmenti considerati – residenziale, commerciale e industriale – consentono di ottenere una redditività positiva. Il segmento residenziale ha i livelli di redditività più bassi, ma ha il potenziale più alto a causa degli elevati prezzi al dettaglio dell'elettricità: questo potenziale potrebbe essere espresso se dovesse continuare la tendenza al calo dei costi unitari di installazione degli impianti e massimizzando la quota di energia elettrica autoconsumata.

Escobar et al. (2020), invece, hanno analizzato la redditività degli impianti solari fotovoltaici ad autoconsumo nelle famiglie spagnole, dunque considerando la normativa spagnola, in base al numero di componenti della famiglia. Lo studio ha considerato il profilo di consumo elettrico delle abitazioni e la differenza di redditività è stata analizzata in base al numero dei componenti del nucleo familiare, considerando da uno a quattro componenti. È stato incluso un confronto con le normative relative alle politiche di sostegno all'autoconsumo in altri paesi dell'UE – Francia, Germania, Italia, Gran Bretagna e Finlandia – adottando sempre i prezzi energetici della Spagna. Lo studio ha evidenziato che, nonostante i miglioramenti della nuova legislazione, le politiche di sostegno degli altri paesi garantiscono una redditività significativamente migliore degli investimenti in impianti di autoconsumo energetico rispetto a quelle spagnole. Ad esempio, il periodo di ammortamento in Spagna per le famiglie da uno a quattro membri è stato calcolato essere rispettivamente di 21, 17, 16 e 15 anni; mentre, nel peggiore degli altri casi analizzati questi valori erano 13, 11, 10 e 10 anni. I paesi nei quali gli investimenti sono risultati più redditizi sono stati la Francia e l'Italia, con tempi di ritorno di solo 7 anni (fatta eccezione in Italia del caso in cui ci fosse solo un residente, 8 anni).

Dai risultati di diverse indagini, dunque, la normativa spagnola in materia di autoconsumo, benché estremamente migliorativa rispetto al precedente panorama nazionale, non garantisce strumenti economico-finanziari adeguati a facilitare la diffusione delle comunità energetiche nel territorio nazionale. Nondimeno, la Spagna non ha ancora recepito completamente le Direttive UE sulle comunità energetiche, ma solo sull'autoconsumo collettivo. Le cooperative

presenti nel territorio, pertanto, utilizzano la legislazione vigente come base per la creazione di comunità solo simili alle Comunità di energia rinnovabile definite dalla legislazione europea.

Allo scopo di stabilire le basi normative per la concessione diretta di aiuti e sovvenzioni alle Comunità Autonome (e alle città di Ceuta e Melilla) per l'esecuzione di programmi legati all'autoconsumo e allo stoccaggio di energia derivante da fonti rinnovabili, nel 2021 è stato emanato il Regio-decreto 477/2021. Tale normativa mira a favorire un maggiore controllo dei consumi, attraverso lo sviluppo di sistemi di accumulo e la promozione dell'industria e del settore imprenditoriale associato, e ad implementare sistemi termici rinnovabili nel settore residenziale nell'ambito del *Piano di Recupero, Trasformazione e Resilienza*. Il Regio-decreto ha anche condotto all'approvazione di sei programmi di incentivazione:

- *programma di incentivazione 1*, per la realizzazione di impianti ad autoconsumo, con fonti di energia rinnovabile, nel settore dei servizi, con o senza sistemi di accumulo;
- *programma di incentivazione 2*, per la realizzazione di impianti di autoconsumo, con fonti di energia rinnovabile, in altri settori produttivi dell'economia, con o senza sistemi di accumulo;
- *programma di incentivazione 3*, per l'inserimento di sistemi di stoccaggio in impianti di autoconsumo già esistenti nel settore dei servizi e in altri settori produttivi dell'economia;
- *programma di incentivazione 4*, per la realizzazione di impianti di autoconsumo con fonti di energia rinnovabile nel settore residenziale, pubbliche amministrazioni e terzo settore, con o senza sistemi di accumulo;
- *programma di incentivazione 5*, per l'inserimento di sistemi di stoccaggio in impianti di autoconsumo già esistenti nel settore residenziale, nelle pubbliche amministrazioni e nel terzo settore;
- *programma di incentivazione 6*, per la realizzazione di impianti di energia termica rinnovabile nel settore residenziale.

I programmi di aiuto saranno in vigore fino al 31 dicembre 2023 e sono dotati di un importo iniziale congiunto di 660 milioni di euro distribuito tra le Comunità Autonome e le diverse linee di aiuto. Le richieste di sovvenzione possono essere evase con le modalità stabilite dalle Comunità Autonome e dai comuni nei rispettivi bandi e assegnate per semplice concorso (ciò significa che le richieste saranno trattate in ordine di presentazione fino ad esaurimento dei fondi).

La normativa è stata successivamente modificata dal Regio-decreto 377/2022, il quale ha apportato alcune modifiche: è stata ampliata la tipologia dei beneficiari; sono stati semplificati alcuni adempimenti; sono state estese la capacità di accumulo e la potenza di generazione; è stata incluso il legno come combustibile negli impianti a biomassa.

Infine, nell'ambito del PRTR è stato avviato il programma CE-IMPLEMENTA, al fine di promuovere l'innovazione sociale e la partecipazione dei cittadini all'efficienza energetica, alla disponibilità di fonti energetiche rinnovabili e alla mobilità elettrica. Il programma individua nelle comunità energetiche un attore chiave nella transizione energetica e, pertanto, ha messo a disposizione 40 milioni di euro per la formazione di comunità energetiche e dato avvio a due bandi di sostegno a progetti pilota per tali comunità, i cui aiuti saranno concessi su base competitiva e copriranno fino al 60% dei costi ammissibili del progetto. Al primo bando,

finanziato con 10 milioni, sono state pervenute 60 domande e sono stati selezionati 45 progetti, con un contributo di 7,7 milioni. Nel secondo bando, che è stato rivolto a quei progetti che superano il milione di euro di investimento e finanziato coi restanti 30 milioni, sono stati selezionati 29 progetti beneficiari a fronte di progetti presentati per oltre 55 milioni di euro (a dimostrazione del crescente interesse per lo sviluppo delle comunità energetiche in Spagna). Dei progetti selezionati nel secondo bando, il 41% è realizzato in comuni con sfide demografiche, il che contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di coesione territoriale e lotta allo spopolamento, priorità della politica energetica spagnola; inoltre, il 3% delle iniziative selezionate cerca di affrontare la povertà energetica attraverso l'inclusione dei consumatori vulnerabili tra i propri partner (www.miteco.gob.es). A questi due bandi dovrebbero seguirne altri due, con finanziamenti rispettivamente di altri 10 e 30 milioni, che continueranno a sovvenzionare piccoli, medi e grandi progetti delle comunità energetiche, visto il successo registrato nei primi due.

Anche la Spagna, come l'Italia, ha gli stessi problemi autorizzativi che ritardano l'installazione di nuovi impianti rinnovabili. Molti sono i progetti presentati per accedere alla connessione alla rete; tuttavia, a causa di questa saturazione dei punti di connessione l'operatore del sistema elettrico non può concederne altri per nuovi progetti, anche se quelli già concessi non dovessero arrivare a concludere l'iter autorizzativo. Inoltre, secondo le stesse previsioni del Governo spagnolo (www.miteco.gob.es), lo sviluppo e la realizzazione di comunità energetiche deve affrontare una serie di barriere:

- modifiche normative o riduzione degli incentivi nel breve periodo;
- mancanza di un quadro normativo adeguato a causa di un grado sufficiente del suo sviluppo;
- complessità nello svolgimento delle procedure amministrative;
- difficoltà di accesso ai finanziamenti per mancanza di fiducia degli investitori;
- mancanza di interesse o di conoscenza da parte del pubblico;
- scarsa motivazione da parte dei membri della comunità;
- difficoltà ad accedere a conoscenze specialistiche.

Un altro fattore che gioca a sfavore della formazione delle comunità energetiche in Spagna è l'elevata percentuale della componente fissa in bolletta, vale a dire quella legata alla potenza. Tale quota, infatti, equivale al 40% del costo dell'energia, contro una media europea del 22%, pregiudicando così in modo sostanziale la convenienza economica di autoconsumare l'energia prodotta.

3.3.5. Formule innovative di gestione e finanziamento nelle azioni di rigenerazione dei quartieri

Al fine di valutare come le normative e gli strumenti finanziari approvati in Spagna sono stati utilizzati in modo operativo per la modificazione del territorio, la ricerca sul recepimento delle politiche e delle norme dell'Unione Europea in Spagna in materia di sostenibilità, clima ed energia è stata seguita da un'indagine su alcuni emblematici progetti di riqualificazione energetica a scala di quartiere realizzati in Spagna negli ultimi anni. Centro di tale approfondimento è stato il rapporto "*Fórmulas innovadoras de gestión y financiación en actuaciones de regeneración de barrios*" (Hernández Aja et al., 2018), frutto di uno studio lungo e approfondito

diretto e condotto dal Professor A. Hernández Aja nel 2018. Tale lavoro di ricerca è stato promosso dal Ministero dello Sviluppo spagnolo e l'Istituto Juan de Herrera dell'Università Politecnica di Madrid con lo scopo quello di elaborare un report sulle formule innovative di pianificazione urbana, gestione e finanziamento nelle azioni di rigenerazione dei quartieri spagnoli, da incorporare all'interno dell'"Osservatorio della Vulnerabilità Urbana" dell'università. Tale lavoro è stato finanziato dai *Presupuestos Generales del Estado 2018* ed ha coinvolto 15 figure tra direttore, redattori e collaboratori.

All'interno del report è contenuta un'analisi approfondita di otto casi studio di riabilitazione, rigenerazione o riqualificazione urbana⁶³ di quartieri residenziali avvenuti dopo il 2010 (eccetto un caso in cui i lavori sono iniziati nel 2005), di cui sono stati rilevati gli aspetti più importanti del punto di vista dell'innovazione in pianificazione, gestione e finanziamento delle strategie di azione. I casi studio oggetto di indagine (selezionati tra 73 casi nazionali) sono stati:

- il quartiere di Ciudad de Los Ángeles a Madrid (Madrid);
- il quartiere di San Cristóbal a Burgos (Castilla León);
- il quartiere di Torrelago a Laguna de Duero, in provincia di Valladolid (Castilla León);
- il quartiere di Coronación a Vitoria-Gasteiz (Paesi Baschi);
- il quartiere di Lourdes Renove a Tudela (Navarra);
- il quartiere di Santa Coloma de Gramanet a Santa Coloma de Gramanet (Catalogna);
- il quartiere di Santa Adela a Granada (Andalusia);
- il quartiere di La Chantrea a Pamplona (Pamplona).

Tra questi, il quartiere Torrelago a Laguna de Duero è già stato affrontato nella Sezione 2 della tesi, poiché parte del Programma Europeo CITYFiED (*Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities*); pertanto, è stato escluso dal presente approfondimento. I dati principali dei rimanenti casi sono stati riportati nella Tabella 3.10.

Tabella 3.10. Dati principali dei casi di approfondimento spagnoli
(fonte: elaborazione propria su dati Hernández Aja et al., 2018)

| Quartiere | Tipologia intervento | Anno di costruzione | Sup. (ha) | Edifici | | Abitazioni | | Grado di attuazione (%) | |
|------------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------|-------|------------|-------|-------------------------|------------|
| | | | | n. | % | n. | % | Edifici | Abitazioni |
| Ciudad de Los Ángeles | Riabilitazione | 1950 | 59,6 | 124 | 28,0 | 1.445 | 17,9 | 100,0 | 100,0 |
| San Cristóbal | Riabilitazione | 1968 | 12,3 | 34 | 100,0 | 644 | 100,0 | 64,7 | 65,2 |
| Coronación | Riabilitazione | 1900 | 9,0 | 29 | 19,7 | 343 | 17,9 | n.d. | n.d. |
| Lourdes Renove | Riabilitazione | 1950 | 42,3 | 10 | 14,0 | 146 | 19,0 | 100,0 | 100,0 |
| San Coloma di Gramanet | Riabilitazione | 1968 | 13,6 | 40 | 60,6 | 360 | 93,3 | 60,6 | 93,3 |
| Santa Adele | Rigenerazione | 1956 | 70,6 | 138 | 100,0 | 1.473 | 100,0 | 26,8 | 21,5 |
| La Chantrea | Riabilitazione | 1950 | 97,0 | 96 | 13,0 | 1.739 | 28,0 | 100,0 | 100,0 |

⁶³ Sono classificati come interventi di riabilitazione «tutte quelle azioni che mirano a realizzare opere di miglioramento degli edifici e che contemplano anche la riqualificazione». Sono classificati come interventi di rigenerazione «tutte quelle azioni riabilitative che contemplano anche programmi sociali e/o di riattivazione economica». Sono classificati come interventi di riqualificazione «tutte quelle azioni che consentono di modificare l'edificabilità, la volumetria, la destinazione d'uso o il numero di abitazioni, indipendentemente dal fatto che possano essere realizzati interventi su altri edifici e/o riqualificazioni».

Le aree di intervento dei casi variano tra 9,0 ettari nel caso di Coronación (Vitoria-Gasteiz) a 97,00 ettari nel caso di La Chantrea (Pamplona) e interessano tra le 146 case nel caso di Lourdes Renove e le 1.739 nel caso di La Chantrea (Pamplona). In quasi tutti i progetti gli interventi sono stati della tipologia “riabilitazione” ed hanno coinvolto quasi esclusivamente edifici residenziali. Gli edifici coinvolti dagli interventi risalgono agli anni '50-'68, fatta eccezione per il caso di Coronación (Vitoria-Gasteiz), i cui fabbricati sono stati realizzati nei primi anni del 1900. Infine, è interessante sottolineare che solo in tre casi sono stati rinnovati la totalità di edifici ed abitazioni.

Segue una breve disamina dei sette casi di approfondimento selezionati.

Il quartiere di Ciudad de Los Ángeles si trova nel sud di Madrid e la sua origine è strettamente legata agli sviluppi industriali della zona, poiché è stato realizzato per fornire alloggi di proprietà privata, ma sotto una promozione pubblica, ai lavoratori delle fabbriche. Il quartiere è eminentemente residenziale ed è composto da edifici da uno a otto elevazioni fuori terra di tre differenti tipologie (blocchi aperti, ad “H” e a torre). Tali edifici sono stati oggetto di: ristrutturazione degli involucri; sostituzione delle strutture igienico-sanitarie, idrauliche ed elettriche per adeguarle alle normative e favorire il risparmio dei consumi energetici; miglioramento dell’accessibilità alle abitazioni.

Il quartiere di San Cristóbal si trova in una parte periferica a nord-est della città di Burgos ed è stato ideato negli anni '60 per far fronte alla forte crescita industriale dell’area. Anche questo quartiere è prettamente residenziale e al suo interno si trovano 34 edifici contenenti 500 abitazioni di iniziativa pubblica di modeste dimensioni (tra 40 e 76 mq), un centro culturale, un velodromo e un campo da calcio. Gli interventi realizzanti hanno mirato al miglioramento del comportamento energetico degli edifici residenziali attraverso azioni passive sull’involucro degli edifici, soluzioni di facciata ventilata e isolamento dei tetti, anche al fine di aumentare la qualità della vita dei residenti e migliorare le condizioni di vita delle case. Altresì, hanno mirato alla promozione dell’attività economica del quartiere, attraendo nuove attività, rigenerando lo spazio pubblico e favorendo la rinascita dell’identità perduta del quartiere e del suo rapporto con la città.

Il quartiere Coronación si trova adiacente al centro storico di Vitoria-Gasteiz ed era un’area vulnerabile della città sia dal punto di vista sociale, sia negli aspetti di abitabilità, accessibilità ed efficienza energetica. La maggior parte degli edifici residenziali sono stati costruiti tra gli anni '60 e '70 ed hanno altezze comprese tra i 4 e gli 8 piani. Il piano terra dell’edificio è utilizzato principalmente per attività economiche e nel quartiere si trova anche un centro civico comunale. Il progetto è finanziato dal progetto europeo *SmartEnCity* del programma *Horizon2020* ed ha riguardato la riqualificazione energetica degli edifici residenziali (contenenti oltre 2.000 abitazioni), la costruzione di una rete di riscaldamento di quartiere, la riqualificazione di parte dello spazio pubblico e azioni nel campo della mobilità sostenibile.

Il quartiere di Lourdes Renove si trova nel sud del comune di Tudela de Navarra. Si tratta di un quartiere di edilizia popolare promosso tra il 1954 e il 1972 come risposta alla domanda di alloggi prodotta dall’esodo dalla campagna alla città ed è diviso in diversi gruppi di case con diverse tipologie di edifici. Il progetto ha riguardato interventi di recupero e riqualificazione dei blocchi abitativi, la ristrutturazione della rete termica e la sostituzione delle caldaie, oltre alla rigenerazione urbana di parte dell’area.

Il quartiere di Santa Coloma de Gramenet si trova nell'omonima città, in provincia di Barcellona, ed è stato costruito tra gli anni 1968 e 1974. L'area coincideva con una delle più vulnerabili della città, abitata da cittadini in condizioni di disagio socio-economico e connotata da edifici di bassa qualità. Gli interventi hanno riguardato 32 edifici (26 plurifamiliari e 6 unifamiliari) sede di 360 abitazioni e 26 locali. Il progetto è stato promosso dal Consiglio Comunale, il quale ha deciso di guidare il processo di riqualificazione, a partire dal coinvolgimento diretto dei cittadini, fino all'appalto dei lavori, che sono stati trattati come opera pubblica (con conseguenti notevoli risparmi).

Il quartiere di Santa Adele si trova nel sud di Granada e comprende quasi 1.500 case che sono state costruite alla fine degli anni '50 per le vittime del terremoto che ha colpito la città in quegli anni. L'intervento ha riguardato la ristrutturazione e la riqualificazione di due aree, la demolizione di cinque aree e la costruzione di nuovi edifici e aree verdi. Scopo del progetto è stato il miglioramento della qualità della vita degli abitanti del quartiere, promuovendo il mantenimento della popolazione residente, l'integrazione sociale e la rivitalizzazione socio-economica dell'area, pertanto, le fasi di realizzazione delle opere sono state accompagnate da un processo socio-educativo legato alla partecipazione attiva della popolazione.

Infine, il quartiere di La Chantrea si trova nel nord della città di Pamplona. Si tratta del primo quartiere di edilizia sociale della città ed è stato costruito negli anni '50 in risposta alla massiccia emigrazione della popolazione dalla campagna alla città. Il quartiere è composto da oltre 3.300 abitazioni suddivise in gruppi abitativi ed è stato oggetto di un progetto europeo, *Efidistrict*, che ha curato gli interventi di: riqualificazione energetica integrata degli edifici residenziali; ristrutturazione delle reti di distribuzione di calore; sostituzione degli impianti termici con un impianto a biomasse.

Dal punto di vista della pianificazione, le innovazioni apportate da tali progetti sono state piuttosto scarse, poiché gli interventi previsti soddisfacevano già le condizioni della pianificazione generale di volta in volta presente e non hanno richiesto la modifica di piani e norme per la loro realizzazione.

Dal punto di vista gestionale (Tab. 3.11), in quasi tutti i casi analizzati, è stato fondamentale che l'amministrazione pubblica avviasse e guidasse il processo trasformativo dei quartieri, attraverso la gestione, l'elaborazione e il supporto tecnico e sociale ai residenti dei quartieri. L'intervento dell'amministrazione ha consentito la semplificazione delle procedure, la riduzione dei termini amministrativi ed ha aumentato e facilitato la fattibilità degli interventi, poiché ha risparmiato l'elaborazione di numerose documentazioni per centinaia di famiglie. Inoltre, l'intervento dell'amministrazione è stato importante anche nella guida del processo relativo alle forme di finanziamento e alla riscossione di eventuali pagamenti da parte dei cittadini, nonché nella gestione dei progetti tecnici. In alcuni casi sono state avviate azioni di comunicazione e diffusione del progetto e azioni formative volte ad accrescere la conoscenza del territorio, al fine di rendere gli interventi comprensibili e, in tal modo, estendere la loro accettazione. Ad esempio, a Ciudad de Los Ángeles (Madrid), Santa Adela (Granada), Coronación (Vitoria-Gasteiz) e a La Chantrea (Pamplona), l'apertura di un ufficio di riabilitazione situato nello stesso quartiere è stata essenziale per gestire il processo e, soprattutto, per fornire informazioni e assistenza ai residenti, che spesso appartenevano a una fascia di popolazione vulnerabile, con un basso livello di istruzione, un'età avanzata o un alto

tasso di disoccupazione. Altre iniziative utili a garantire la buona riuscita dei progetti sono state l'organizzazione di laboratori di partecipazione, visite alle comunità di quartiere, giornate informative, l'istituzione di comitati e il monitoraggio dei processi.

Tabella 3.11. Dati principali dei casi di approfondimento spagnoli

(fonte: elaborazione propria su dati Hernández Aja et al., 2018)

| Quartieri | Ciudad de Los Ángeles | San Cristóbal | Corona-ción | Lourdes Renove | San Coloma di Gramenet | Santa Adele | La Chantrea | |
|---|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------|-------------|-------------|---------|
| Promotore | Pubblico | Pubblico e privato | Pubblico e privato | Pubblico | Pubblico | Pubblico | Pubblico | |
| Gestore | Pubblico | Pubblico e privato | Pubblico | Pubblico | Pubblico | Pubblico | Pubblico | |
| Regime di proprietà (%) | Principale | 90,0 | 75,9 | 87,0 | 51,4 | 100,0 | 47,5 | 100,0 |
| | Secondario | 0,0 | 6,4 | 2,0 | 46,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Affitto | 5,0 | 9,6 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 40,0 | 0,0 |
| | Vuoto | 5,0 | 8,1 | 11,0 | 0,8 | 0,0 | 12,5 | 0,0 |
| Fasi di intervento | N. | 1 | 3 | n.d. | 1 | 4 | 7 | 2 |
| | Durata | 2005/16 | 2017/20 | 2016/21 | 2010/11 | 2014/23 | 2005/19 | 2014/19 |
| Composizione del team di gestione (profilo e numero di persone) | Amministr. | 1 | 1 | 2 | n.d. | 3 | 9 | n.d. |
| | Sociale | 2 | 0 | n.d. | n.d. | 1 | 4 | n.d. |
| | Giuridico | 1 | esterno | n.d. | n.d. | 2 | 3 | n.d. |
| | Tecnico | 4 | 3 | 2 | 3 | 8 | 8 | 3 |
| | Economico | 1 | 3 | n.d. | n.d. | 2 | 1 | n.d. |
| | Totale | 9 | 4 | n.d. | n.d. | 16 | 25 | n.d. |
| Enti partecipanti | Amm. Europea | - | - | ✓ | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| | Amm. Statale | ✓ | ✓ | - | - | - | ✓ | ✓ |
| | Amm. Regionale | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| | Amm. Comunale | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Terzo settore | ✓ | ✓ | - | - | - | ✓ | - |
| | Imprese private | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | - | ✓ |
| | Cittadini | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Processo partecipativo (Alto/ Medio/ Basso) | Cittadini | A | A | B | A | A | A | A |
| | Tecnici | A | A | A | A | A | A | A |
| | Gestori privati | A | A | - | A | B | - | A |
| | Op. economici | M | A | A | M | M | - | A |

Un altro elemento chiave è stata la partecipazione dei cittadini al processo decisionale, che nella maggior parte dei casi è stata molto elevata, e la collaborazione tra i diversi agenti coinvolti nei processi trasformativi, aspetto questo piuttosto complesso data la numerosità e la varietà dei profili dei soggetti coinvolti (amministrativo, sociale, tecnico, legale, economico). A seconda delle dimensioni degli interventi, per alcuni progetti è stato necessario suddividere le azioni in diverse fasi, per renderne fattibile l'attuazione e lo sviluppo. È il caso, ad esempio, di Santa Adela (Granada) che è stato diviso in diversi step di esecuzione e di ristrutturazione.

Un altro caso significativo è stato quello di Santa Coloma de Gramenet (Barcellona), la cui area di intervento è stata ampliata negli anni per continuare i processi trasformativi che avevano preso avvio dalla sistemazione di un'asse viario.

Infine, è stato essenziale evitare processi di gentrificazione mantenendo la popolazione nei propri quartieri, poiché nella maggior parte dei casi vi era un alto grado di identità e appartenenza. Al riguardo, in generale, le azioni di intervento sono state effettuate assicurando che gli immobili non venissero venduti per un numero minimo di anni, ad esempio, nel caso di San Cristóbal (Burgos) gli abitanti dovevano mantenere le case per almeno cinque anni, o mantenendo la residenza dei cittadini negli edifici stessi. Soltanto nel caso di Santa Adela (Granada) le azioni di ristrutturazione hanno portato a demolizioni totali ed hanno costretto il trasferimento della popolazione in zone vicine al quartiere durante i lavori di smantellamento e ricostruzione degli edifici.

Tabella 3.12. Dati principali dei casi di approfondimento spagnoli
(fonte: elaborazione propria su dati Hernández Aja et al., 2018)

| Quartiere | Unità di misura | Tipologia dei fondi | | | | | Totale |
|------------------------|-----------------|---------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | | Europei | Statali | Regionali | Municipali | Privati | |
| Ciudad de Los Ángeles | € | 0 | 9.318.407 | 11.989.380 | 23.800.040 | 20.665.846 | 65.773.673 |
| | % | 0 | 14 | 18 | 36 | 31 | 100 |
| San Cristóbal | € | 0 | 4.383.324 | 4.471.354 | 4.471.354 | 1.851.681 | 15.177.714 |
| | % | 0 | 29 | 29 | 29 | 12 | 100 |
| Coronación | € | 6.432.320 | 0 | 6.941.200 | 3.051.020 | 4.643.870 | 21.068.410 |
| | % | 31 | 0 | 33 | 14 | 22 | 100 |
| Lourdes Renove | € | 633.882 | 0 | 2.708.870 | 1.303.091 | 2.502.073 | 7.147.917 |
| | % | 9 | 0 | 38 | 18 | 35 | 100 |
| San Coloma di Gramenet | € | 0 | 3.857.149 | 2.699.318 | 3.536.829 | 927.127 | 11.020.423 |
| | % | 0 | 35 | 24 | 32 | 8 | 100 |
| Santa Adele | € | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| | % | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| La Chantrea | € | 0 | 4.653.813 | 3.695.690 | 0 | 3.683.889 | 12.033.391 |
| | % | 0 | 39 | 31 | 0 | 31% | 100 |

Dal punto di vista del finanziamento (Tab. 3.12), in tutti i casi di riqualificazione dei quartieri analizzati, la combinazione di diverse fonti di finanziamento europee, statali, regionali e comunali è stata fondamentale. Per alcuni progetti i finanziamenti europei sono stati il punto di partenza e la forza trainante delle azioni, come nel caso di Lourdes Renove (Tudela) o di La Chantrea (Pamplona). Molte delle azioni, invece, hanno beneficiato dei sussidi inclusi nei Piani Abitativi Statali. In alcuni dei quartieri, data la natura pubblica degli aiuti ricevuti dalle comunità, sono state incorporate clausole specifiche nelle condizioni delle sovvenzioni per evitare speculazioni e possibili processi di gentrificazione.

Insieme alla sovrapposizione di varie fonti di finanziamento, nella maggior parte dei casi, nuovamente il ruolo del consiglio comunale è stato cruciale per poter intraprendere azioni di trasformazione alla scala di quartiere. Difatti, in presenza di situazioni di vulnerabilità, come nei quartieri di Lourdes Renove (Tudela) e Santa Coloma de Gramenet (Barcellona), le

amministrazioni comunali hanno indirizzato aiuti specifici: questi aiuti hanno permesso, non solo che le famiglie più bisognose e vulnerabili beneficiassero degli interventi nei propri immobili ed edifici, ma anche l'intera realizzazione delle opere, che senza la totalità di contribuenti e partecipanti sarebbe stata impossibile.

Inoltre, sono state attuate strategie per ridurre i costi degli interventi. Così, a La Chantrea (Pamplona) sono state raggruppate comunità di vicini per appaltare i lavori più numerosi e ottenere prezzi migliori (sfruttando le economie di scala) e a Santa Coloma de Gramanet (Barcellona) è stato lo stesso consiglio comunale ad appaltare i lavori. Infine, per i costi non ammissibili, sono state raggiunte soluzioni per facilitare il pagamento da parte dei cittadini e in alcuni casi sono stati raggiunti accordi con istituti finanziari per erogare prestiti atti a coprire il 100% dei costi dei lavori e che sono stati poi annullati parzialmente al ricevimento dei sussidi.

3.4. Italia vs Spagna

In linea di principio le programmazioni energetiche nazionali possiedono un approccio coordinato con gli indirizzi, gli obiettivi e gli atti di politica energetica adottati all'interno dell'UE. Tuttavia, come precedente visto, nonostante in Italia e in Spagna, le politiche e le norme in materia di sostenibilità, clima ed energia sono piuttosto frammentarie e discontinue.

3.4.1. Strategie e politiche energetiche a confronto

Per quanto concerne l'Italia, il percorso legislativo relativo al settore energetico è stato avviato negli anni '90 allo scopo di promuovere lo sviluppo sostenibile e ridurre drasticamente i consumi energetici del Paese. Tuttavia, già nel 2004 è stato necessario emanare una Legge sul "Riordino del settore energetico", per semplificare e chiarire il quadro normativo sul tema, i cui strumenti non sempre erano coordinati adeguatamente, né a livello nazionale né regionale. Il recepimento delle direttive europee ha reso col tempo più organica la legislazione italiana e ha incrementato gli strumenti atti a potenziare congiuntamente sicurezza energetica, tutela dell'ambiente e accessibilità dei costi dell'energia. In particolare, dal 2017 con l'adozione della *Strategia Energetica Nazionale (SEN)*, il Governo italiano ha stabilito l'efficiamento e la decarbonizzazione del sistema energetico nazionale. Ulteriori documenti strategici si sono focalizzati sui temi dello sviluppo sostenibile, dell'economia circolare e della mobilità sostenibile. Anche in Spagna, il quadro legislativo è estremamente diversificato. Difatti, il Governo spagnolo ha promosso numerose iniziative utili ad affrontare la questione energetica e la sostenibilità dei principali settori coinvolti da processi trasformativi: mobilità, adattamento climatico, infrastrutture verdi, salute e ambiente (Tab. 3.13).

Secondo le direttive UE, tutti gli stati membri sono stati tenuti a pubblicare un *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)* e un piano di ripresa e resilienza. I PNIEC hanno recepito il *Regolamento UE/2018/1999* sulla governance dell'energia e hanno stabilito, in entrambi i Paesi, obiettivi vincolanti su clima ed energia al 2020 e al 2030. Al riguardo, la Spagna ha puntato prevalentemente sull'aumento delle fonti di energia rinnovabile, mirando a diventare leader del settore a livello europeo, dato che il 42% dei consumi dovranno essere coperti da fonti di energia rinnovabile entro il 2030; invece, l'Italia ha puntato sulla riduzione delle emissioni di CO₂, che dovrà essere pari al -33% entro il 2030 (Tab. 3.14).

Tabella 3.13. Principali strategie e politiche energetiche in Italia e Spagna (fonte: elaborazione propria)

| Italia | Spagna |
|---|---|
| <i>Strategia Energetica Nazionale (SEN) del 2017</i> | <i>Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) del 2020</i> |
| <i>Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS) del 2017</i> | <i>Piano Nazionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici 2021-2030 (PNACC) del 2020</i> |
| <i>Verso un modello di economia circolare per l'Italia del 2017</i> | <i>Strategia nazionale per le infrastrutture verdi e la connettività e il ripristino ecologici del 2020</i> |
| <i>Elementi per una Roadmap della Mobilità Sostenibile del 2017</i> | <i>Strategia per la Mobilità Sicura, Sostenibile e Connessa del 2021</i> |
| <i>Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) del 2019</i> | <i>Piano nazionale per la salute e l'ambiente del 2021</i> |
| <i>Strategia Italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas del 2021</i> | <i>Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza (PRTR) del 2021</i> |
| <i>Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) del 2021</i> | |

Tabella 3.14. Principali obiettivi del PNIEC su energia e clima di UE, Italia e Spagna al 2020 e al 2030 (fonte: European Commission, SWD2019 262 final e SWD2019)

| Ambito | Obiettivi 2020 | | | Obiettivi 2030 | | |
|---|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | UE | Italia | Spagna | UE | Italia | Spagna |
| Energie rinnovabili (FER) | | | | | | |
| Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia (%) | 20% | 17% | 20% | 32% | 30% | 42% |
| Efficienza energetica | | | | | | |
| Consumo di energia primaria (Mtep) | N.D. | 158 | 122,6 | N.D. | 125 | 98,2 |
| Consumo finale di energia (Mtep) | N.D. | 124 | 87,2 | N.D. | 103,8 | 74,4 |
| Emissioni gas serra | | | | | | |
| Riduzione delle emissioni di gas a effetto serra rispetto al 2005 (%) | -10% | -13% | -10% | -30% | -33% | -26% |
| Interconnettività elettrica | | | | | | |
| Livello di interconnettività elettrica (%) | 10% | 10% | 6% | 15% | 25-35% | 15% |

I piani di ripresa e resilienza voluti da *NextGenerationEU*, invece, sono stati promossi per uscire dalla crisi post-pandemica e rendere, al contempo, gli stati membri dell'UE più verdi, digitali e resilienti. Quelli predisposti da Italia e Spagna presentano architetture, formulazioni e organizzazione dei temi molto diverse, che ne rendono difficile la comparazione. Diverso è anche il quadro delle risorse finanziarie disponibili: l'Italia ha stanziato 191,5 miliardi di euro (68,9 miliardi di fondi in sovvenzione e 112,6 miliardi di fondi a prestito); mentre, la Spagna dispone di 69,5 miliardi di euro (stanziati solo tramite fondi in sovvenzione). Comunque, entrambi i Paesi si sono mossi verso direzioni comuni per finanziare interventi e misure relative al percorso di transizione ecologica e alla digitalizzazione (Tab. 3.15).

Ad esempio, l'Italia ha destinato il 10% dei suoi fondi alla riqualificazione energetica degli edifici, a fronte del 9,8% della Spagna. Al contrario, la Spagna ha previsto di investire il 9,4% delle sue risorse disponibili⁶⁴ nella mobilità sostenibile urbana a fronte del 4,63% previsto

⁶⁴ In questa quota rientrano la mobilità elettrica, il finanziamento di infrastrutture verdi, incentivi per la riduzione dell'uso del veicolo privato e sostegno al *bike sharing*.

dall'Italia⁶⁵. Invece, gli investimenti italiani nelle energie rinnovabili arrivano all'8,66%⁶⁶; mentre, gli investimenti spagnoli si attestano al 4,6% delle risorse, dedicate prevalentemente alle comunità energetiche, alle reti e all'idrogeno verde.

Infine, è interessante sottolineare che la Spagna è stato l'unico stato dell'UE ad aver inserito nel nome del piano la parola "transizione" ed è uno dei pochi ad aver dedicato un capitolo specifico al sostegno della "giusta transizione".

Tabella 3.15. Quota degli investimenti italiani e spagnoli dei piani di ripresa e resilienza nelle principali misure di transizione ecologica (fonte: elaborazione propria su dati PNRR e PRTR)

| Misure di transizione ecologica | Italia | Spagna |
|---|--------|--------|
| Riqualificazione energetica degli edifici | 10,0% | 9,8% |
| Mobilità sostenibile | 4,63% | 9,4% |
| Efficienza energetica | 8,66% | 4,6% |

3.4.2. Approcci alla riqualificazione energetica urbana ed edilizia a confronto

Il Governo italiano ha redatto le prime normative energetiche relative al settore urbano ed edilizio molto prima che l'Unione Europea iniziasse ad emanare direttive specifiche al riguardo: circa vent'anni prima delle direttive europee la L. 373/1976 aveva introdotto criteri sull'isolamento termico degli edifici e sulla progettazione degli impianti termici negli immobili, oltre che disposizioni sul limite massimo delle dispersioni degli edifici. L'impegno dell'Italia sul tema è proseguito negli anni '90 e, a partire dal 2005, si è concentrato nel recepimento delle direttive emanate dall'UE, i cui contenuti sono stati tradotti per adattarli alle esigenze nazionali. Il Governo spagnolo, invece, ha intrapreso una serie di azioni per ottimizzare la prestazione energetica degli edifici soprattutto a partire dal 2006. Comunque, in entrambi i Paesi le normative più importanti sono state frutto del recepimento delle direttive EPBD ed EED e successive, le quali hanno introdotto l'obbligo di sviluppare strategie di ristrutturazione a lungo termine e reso più stringenti le prestazioni energetiche minime richieste per gli edifici.

Sia in Italia che in Spagna il settore edile ha rappresentato, nel 2018, oltre il 30% del consumo energetico totale dei Paesi, con un impatto sostanziale sulle loro emissioni. In entrambe il parco edilizio è abbastanza datato: in Italia oltre il 65% degli edifici residenziali ha più di 45 anni ed è antecedente alla prima legge sul risparmio energetico del 1976; mentre, in Spagna circa il 58% degli edifici residenziali è stato costruito senza alcun criterio di efficienza energetica e il 90% è stato costruito prima dell'attuazione del *Codice Tecnico dell'Edilizia* (CTE). Inoltre, sia l'Italia sia la Spagna sono caratterizzate da forti eterogeneità nel parco immobiliare nazionale e in entrambe è presente un numero significativo di edifici ed abitazioni suscettibili di retrofit energetico, con un grande potenziale di risparmio energetico, sia attraverso la realizzazione di

⁶⁵ In questa quota rientrano interventi nella mobilità ciclistica, nel trasporto pubblico, nelle infrastrutture di ricarica elettrica, nel rinnovo degli autobus e treni verdi, a cui si aggiungono investimenti in sviluppo e ricerca industriale per la creazione di una filiera italiana di autobus elettrici.

⁶⁶ A questo valore andrebbe aggiunta un'ulteriore quota dei 6 miliardi previsti per la messa in sicurezza del territorio, la sicurezza e l'adeguamento degli edifici, l'efficienza energetica e i sistemi di illuminazione pubblica.

misure passive come la collocazione di un isolamento termico degli involucri, sia attraverso la ristrutturazione o la sostituzione degli impianti termici (dato che la maggior parte sono obsoleti e poco efficienti). Al riguardo, le eterogeneità climatiche comuni comportano maggiore difficoltà nel definire soluzioni, in ambito sia costruttivo che impiantistico, adattabili in maniera standardizzata alle diverse aree dei Paesi.

Il principale documento strategico italiano sulla riqualificazione energetica degli edifici è la *Strategia Italiana per la Riqualificazione Energetica del Parco Immobiliare Nazionale* (STREPIN), che propone obiettivi di riqualificazione del parco immobiliare, linee strategiche per l'identificazione delle priorità d'intervento, misure e azioni per il conseguimento di target specifici. Il documento si sofferma anche sulle barriere e sulle difficoltà per la progettazione e la realizzazione degli interventi di efficientamento energetico edilizio, che sono di due tipi:

- tecnico, relativo alla disomogenea modalità di applicazione a livello territoriale di procedure e prescrizioni previste dagli strumenti urbanistici;
- economico-finanziario, riferito alle difficoltà nell'ottenimento di prestiti da parte di istituti di credito e all'alta diffidenza che è ancora riscontrabile verso il finanziamento di progetti di efficienza energetica.

Secondo la STREPIN, per conseguire gli obiettivi UE al 2050 di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ degli edifici è necessario conseguire nel settore residenziale un tasso di riqualificazione annuo pari ad almeno l'1,16%. In tal modo, si potranno azzerare il fabbisogno di GPL, gasolio e gas naturale, in favore delle fonti di energia rinnovabile e del teleriscaldamento. La STREPIN, a tale scopo, ha anche stimato che sarà necessario un potenziamento delle misure di incentivazione esistenti e/o l'introduzione di nuovi strumenti finanziari.

In Spagna, invece, per promuovere la riqualificazione degli edifici, il risparmio energetico e la rigenerazione urbana, nonché l'efficienza energetica delle città, è stata promossa la *Strategia a lungo termine per il risanamento energetico nel settore edile in Spagna* (ERESEE), che ha attuato diversi piani attenti alla questione ambientale, energetica e climatica, come i *Piani Nazionali di Risparmio ed Efficienza Energetica*, *l'Agenda Urbana Spagnola* e i *Piani Abitativi Statali* (al cui interno sono stati promossi diversi programmi atti a efficientare energeticamente edifici e comparti urbani residenziali). Dunque, sul fronte normativo, le politiche edilizie incorporate nella legislazione spagnola, dal 2007 in poi, hanno dato un contributo sostanziale al miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici residenziali. Tuttavia, report e statistiche indicano che il tasso medio annuo di rinnovamento energetico negli edifici residenziali spagnoli non è ancora sufficiente per raggiungere gli obiettivi prefissati (Villca-Pozo e Bustos, 2019). Pertanto, il Governo spagnolo ha affermato di voler riqualificare più di mezzo milione di abitazioni entro il 2026, su un totale di 25 milioni nel Paese, ed ha stanziato a tal fine 6,8 miliardi di euro dai fondi *Next Generation* dell'UE.

3.4.3. Misure di sostegno finanziario a confronto

Per quanto riguarda gli strumenti finanziari, sia in Italia che in Spagna, negli ultimi anni c'è stato un sostanziale incremento di sovvenzioni e programmi di finanziamento per interventi ed azioni di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente (Tab. 3.16).

Tabella 3.16. Principali strumenti di sostegno finanziario alla riqualificazione energetica vigenti in Italia e Spagna (fonte: elaborazione propria)

| Italia | Spagna |
|--|--|
| Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica (FNEE) | Piani di Promozione Ambientale (PIMA) |
| Certificati Bianchi (Titoli di Efficienza Energetica - TEE) | Sovvenzioni IDAE |
| Conto Termico 2.0 (CT 2.0) | Programmi per il retrofit energetico degli edifici (PAREER II, PREE 5000) |
| Detrazioni fiscali (Ecobonus) | Detrazioni fiscali (solo per alcuni Comuni) |
| Misure del PNRR (ristrutturazione energetica di edifici residenziali, efficientamento di uffici pubblici, realizzazione nuovi edifici scolastici, sviluppo di nuove reti di teleriscaldamento) | Programmi di sovvenzione del PRTR (Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello di quartiere, Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello edilizio, Programma di aiuti per azioni di miglioramento dell'efficienza energetica nelle abitazioni, Programma di sostegno agli studi di riabilitazione) |

In Spagna le politiche ambientali adottate dai piani nazionali e dai programmi specifici hanno dato un considerevole contributo all'efficientamento energetico della nazione, specialmente nel settore abitativo. Fondamentali sono state le misure di finanziamento della riqualificazione energetica che questi piani e programmi hanno canalizzato, attraverso aiuti pubblici, sussidi e prestiti. L'analisi condotta da Villca-Pozo e Bustos (2019) ha rivelato, invece, che le norme che regolano le imposte sugli immobili residenziali non hanno previsto vantaggi fiscali rilevanti per promuovere l'efficienza energetica (poiché sono disponibili soltanto detrazioni fiscali sull'imposta degli immobili e sull'imposta sulle opere edili, impiantistiche e infrastrutturali nei Comuni che hanno deciso volontariamente di rendere disponibili tali possibilità).

Gli strumenti economico-finanziari che la Spagna ha promosso nel corso degli ultimi anni, inoltre, sono stati numerosi e diversificati, ma gli incentivi (sia per quanto riguarda la percentuale massima finanziabile dei lavori, sia per quanto riguarda gli importi massimi finanziabili dei lavori) sono stati notevolmente inferiori rispetto a quelli concessi in Italia (ad esempio, attraverso il CT 2.0 e le detrazioni quali l'Ecobonus e il Superbonus). Questo fatto ha limitato gli interventi su larga scala in Spagna e, nonostante i diversi strumenti introdotti, i fondi implementati costituiscono solo l'8% degli investimenti dichiarati necessari per il raggiungimento degli obiettivi energetici e di riduzione delle emissioni di CO₂ (Ibañez Iralde et al., 2021).

Oltre ad incentivi più consistenti, in Italia sono stati predisposti anche strumenti più specifici per promuovere la realizzazione di interventi di efficientamento energetico di edifici ed immobili anche da parte dei cittadini con limitate disponibilità economiche. Difatti, sono state previste misure per l'utilizzo delle detrazioni fiscali anche ad opera dei cittadini della "no tax area" o con capacità fiscali limitate, attraverso le modalità di *cessione del credito* e *sconto in fattura*. Queste misure sono state utilizzate ampiamente proprio perché hanno permesso di far fronte agli elevati costi iniziali degli interventi di retrofit energetico consentendo, nel caso specifico dello *sconto in fattura*, persino di non dover anticipare (o di dover anticipare solo parte) il capitale necessario alla realizzazione degli interventi. Ciononostante, entrambi questi strumenti sono stati bloccati a febbraio 2023, compromettendo l'utilizzo degli incentivi da parte delle famiglie in condizioni di povertà energetica.

Il principale strumento per incentivare la riqualificazione del parco immobiliare in Italia rimane dunque l'*Ecobonus* (con percentuali di detrazione fiscale differenziate per tipologia di intervento di efficientamento energetico), le cui caratteristiche ne rendono limitato il contributo al contrasto della povertà energetica, poiché:

- il beneficiario deve coprire la parte del costo dell'intervento non coperta dal sussidio;
- il beneficiario deve disporre di risorse finanziarie necessarie ad anticipare il pagamento dell'intervento;
- lo strumento è poco attraente per i proprietari di immobili in affitto.

Secondo l'*Agenzia Nazionale Efficienza Energetica* (ENEA) per orientare maggiormente l'*Ecobonus* nella direzione del contrasto alla povertà energetica si potrebbe effettuare una combinazione delle seguenti misure:

- aumento della percentuale dell'incentivo economico, fino al 100% del costo dell'intervento, per beneficiari che siano in condizioni di povertà energetica;
- rimozione degli ostacoli al trasferimento del credito fiscale per i beneficiari in condizioni di povertà energetica (tramite la promozione di consorzi di istituti di credito che si impegnano ad acquisire i crediti fiscali riconosciuti dall'*Ecobonus*);
- incentivazione maggiore per le tipologie di intervento che sono ritenuti più impattanti sulla povertà energetica.

Per quanto concerne la promozione dell'efficientamento energetico a scala di quartiere, la Spagna ha attuato nel 2021 attraverso il suo *Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza* (PRTR) un programma specifico, il *Programma di aiuti per azioni di riabilitazione a livello di quartiere*. L'Italia, invece, non ha predisposto alcuno strumento specifico per la scala di quartiere, ma ha soltanto attuato diverse misure per favorire interventi a livello condominiale (ad esempio, ha cercato di favorire gli interventi sulle parti comuni degli edifici condominiali elevando le percentuali di detrazione fiscale dei tali interventi).

3.4.4. Comunità energetiche a confronto

Le comunità energetiche sono state promosse in modo differente da Italia e Spagna.

La Spagna è stato il primo paese dell'UE ad introdurre la possibilità dell'autoconsumo collettivo, approvando quasi immediatamente la Direttiva 2018/2001, con conseguenze radicali nella gestione energetica del paese (che precedentemente aveva una normativa ostativa nei confronti dell'autoconsumo energetico). Tuttavia, nonostante il repentino cambiamento dell'assetto energetico del Paese, è stata soltanto approvata parte della normativa comunitaria sul tema, limitando i propri cittadini a costituire forme di autoconsumo collettivo simili alle *Comunità di Energia Rinnovabile*. Di contro, in Italia il recepimento delle direttive europee è stato più lento e frammentato, ma ha seguito i dettami comunitari e ampliato le possibilità stabilite dall'UE (Tab. 3.17).

Dunque, l'Italia ha regolamentato sia comunità energetiche, sia l'autoconsumo collettivo. Invece, la Spagna ha regolamentato solo delle forme di autoconsumo collettivo simili alle comunità energetiche, ma ha ammesso due tipologie di impianti: impianti a *vendita diretta* di energia elettrica al mercato all'ingrosso (di dimensioni non inferiori a 100 kW); impianti con sistema di *fatturazione netta semplificata* (di dimensioni inferiori a 100kW) (Tab. 3.18).

Tabella 3.17. Timeline del quadro normativo in UE, Italia e Spagna sulle comunità energetiche
(fonte: elaborazione propria)

| UE | Italia | Spagna |
|---|--|--|
| Direttiva 2018/2001/UE (<i>Renewable Energy Directive II</i>) Introduzione dei concetti di autoconsumo collettivo e <i>Comunità di Energia Rinnovabile (REC)</i> | D.L. 162/2019 (art. 42) Introduzione concetti di autoconsumatori di energia e di comunità energetiche | Regio-decreto 15/2018 Recepimento della Direttiva RED II |
| Direttiva 2019/944/UE (<i>IME Directive</i>) Introduzione del concetto di <i>Comunità energetica dei cittadini (CEC)</i> | Delibera 318/2020/R/eel ARERA Disciplina modalità e regolazione economica di condivisione dell'energia | Regio-decreto 244/2019 Introduzione due tipologie di impianti (vendita diretta, fatturazione netta semplificata) |
| | D.M. 16/09/2020 Regolazione remunerazione di produzione e consumo di energia alle comunità energetiche | Regio-decreto 477/2021 Recepimento programmi di incentivazione |
| | D.lgs. 199/2021 Recepimento della <i>Renewable Energy Directive II</i> e della <i>IME Directive</i> | Regio-decreto 377/2022 Modifiche a normative precedenti |

Tabella 3.18. Forme di autoconsumo e comunità ammesse in Italia e Spagna
(fonte: elaborazione propria)

| Italia | Spagna |
|----------------------------------|--|
| Autoconsumo individuale | Autoconsumo individuale |
| Autoconsumo collettivo | Autoconsumo collettivo con vendita diretta |
| Comunità energetiche rinnovabili | Autoconsumo collettivo con fatturazione netta semplificata |

Tabella 3.19. Benefici economici delle comunità energetiche in Italia e in Spagna
(fonte: elaborazione propria)

| Italia | Spagna |
|---|--|
| Risparmi in bolletta determinati dall'autoproduzione di energia | Risparmi in bolletta determinati dall'autoproduzione di energia |
| Guadagno sull'energia prodotta in eccesso (non consumata) che può essere venduta | Guadagno sull'energia prodotta in eccesso (non consumata) che può essere venduta |
| Guadagno sull'energia prodotta e consumata, grazie agli incentivi del GSE | |
| Incentivi e agevolazioni fiscali, legati alla possibilità di cumulare altri meccanismi finanziari (ad esempio l' <i>Ecobonus</i>) utili alla realizzazione di impianti di energia da fonti rinnovabili | Programmi di incentivazione per la realizzazione nel settore residenziale di impianti di autoconsumo con fonti di energia rinnovabile, per l'inserimento di sistemi di stoccaggio in impianti di autoconsumo già esistenti e per la realizzazione di impianti di energia termica rinnovabile |
| Accesso ad una tariffa energetica premio | Risparmio sulla tassa di generazione dell'energia e sulla corrispondente tariffa di accesso alla rete |

In ogni caso, come già visto, sia le forme di autoconsumo, sia le comunità energetiche possono garantire numerosi benefici:

- benefici ambientali grazie all’utilizzo di fonti di energia rinnovabile;
- benefici sociali legati alla partecipazione e alla cooperazione di cittadini;
- benefici economici (Tab. 3.19) derivanti principalmente dai risparmi in bolletta (si consuma energia autoprodotta) e dalla possibilità di vendita dell’energia in eccesso ad altri utenti.

Dal punto di vista economico, in Italia l’energia autoprodotta consente di ottenere:

- una tariffa premio di 110 €/MWh se l’impianto fa parte di una configurazione di autoconsumo collettivo e di 100 €/MWh se l’impianto fa parte di una comunità energetica (tariffe fisse per 20 anni);
- la restituzione di 10 €/MWh sull’energia condivisa in caso di autoconsumo collettivo e di 8 €/MWh sull’energia condivisa in caso di comunità energetica (importi fissi per 20 anni);
- circa 50 €/MWh (fonte www.enelx.com, marzo 2023) sull’energia non consumata e immessa in rete (variabile in base al prezzo di mercato).

In Spagna, d’altro canto, l’energia autoprodotta consente di ottenere:

- in caso di impianto maggiore di 100 kW, tramite *vendita diretta* di energia elettrica al mercato all’ingrosso, un credito sull’energia non consumata e immessa in rete al prezzo all’ingrosso meno la tassa di generazione del 7% e la corrispondente tariffa di accesso alla rete (0,5 €/MWh);
- in caso di impianto inferiore o uguale a 100 kW, tramite *sistema di fatturazione netta semplificata*, uno sconto diretto dalla bolletta elettrica mensile o un credito mensile sull’energia non consumata e immessa in rete al prezzo all’ingrosso (se il *prosumer* ha il contratto di elettricità con un rivenditore regolamentato) o ad un prezzo concordato tra le parti (nel caso di un rivenditore di energia elettrica del mercato libero) meno la tassa di generazione del 7% e la corrispondente tariffa di accesso alla rete (0,5 €/MWh).

In Italia, dunque, i vantaggi economici sembrano essere maggiori, dato che, oltre a vendere l’energia autoprodotta e non consumata, è garantito anche un guadagno sull’energia prodotta e consumata, grazie agli incentivi concessi del GSE. In entrambi i Paesi, comunque, è possibile utilizzare le sovvenzioni e le agevolazioni nazionali per finanziare la realizzazione degli impianti di energia rinnovabile necessari alle comunità.

L’analisi dei due quadri normativi relativi alle comunità energetiche e della disponibilità di incentivi e sostegni finanziari per la loro formazione ha messo in evidenza che ci sono vantaggi e difficoltà simili (Tab. 3.20 e 3.21). In Italia e in Spagna, difatti, si riscontrano criticità normative e tecniche che stanno contribuendo al rallentamento dell’attivazione di comunità energetiche. Mancanza di competenze specifiche, iter poco chiari, adempimenti burocratici molto lunghi, quadri normativi non sufficientemente sviluppati stanno avendo un impatto negativo nei due Paesi dell’Europa meridionale. Anche da punto di vista sociale le problematiche sono analoghe: scarsa informazione sulle comunità energetiche; difficoltà ad accedere a conoscenze specialistiche su modalità, tempi di realizzazione ed entità degli investimenti economici necessari per fondare una comunità energetica; limitato interesse da parte dei privati cittadini. Dal punto di vista finanziario, invece, oltre alla difficoltà comune di trovare finanziatori disposti a investire nel settore energetico, la disponibilità di fondi e incentivi in Italia e Spagna è molto diversa.

Tabella 3.20. Difficoltà e vantaggi nella costituzione di comunità energetiche in Italia
(fonte: elaborazione propria)

| | Fase iniziale | | Fase avanzata | |
|-----------------------------|--|---|--|---|
| | Fattibilità | Sviluppo e formazione | Realizzazione | Operatività |
| Barriere tecniche | Deficit di competenze tecniche | Iter ancora poco chiari e farraginosi Scarsa informazione sulle modalità e i tempi di formazione di una comunità energetica | Complessi e lunghi adempimenti burocratici | Lentezze burocratiche |
| Barriere sociali | Mancanza di conoscenza e/o interesse da parte del pubblico | Difficoltà ad accedere a conoscenze specialistiche | Scarsa motivazione da parte dei membri della comunità | Gestione dell'energia condivisa |
| Barriere finanziarie | Rischio di mancanza di capitale di investimento | Alto rischio di avversione dei finanziatori tradizionali Difficoltà di accesso ai finanziamenti | Elevata esposizione finanziaria per la realizzazione degli impianti Preventivi onerosi per allacci alla rete | Lentezza nell'erogazione degli incentivi |
| Incentivi e misure | Sovvenzioni in alcune Regioni (es. Sicilia) per la realizzazione del progetto di fattibilità tecnico-economica | Sovvenzioni in alcune Regioni (es. Sicilia) per le spese amministrative e legali funzionali alla costituzione del Soggetto Giuridico e per la comunità energetica | Possibilità di cumulare altri meccanismi finanziari (ad es. <i>Ecobonus</i>) utili alla realizzazione di impianti di energia da fonti rinnovabili | Possibilità di vendita alla rete dell'energia prodotta e non consumata Sovvenzioni sull'energia prodotta e consumata tramite gli incentivi del GSE |

Tabella 3.21. Difficoltà e vantaggi nella costituzione di comunità energetiche in Spagna
(fonte: elaborazione propria)

| | Fase iniziale | | Fase avanzata | |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| | Fattibilità | Sviluppo e formazione | Realizzazione | Operatività |
| Barriere tecniche | Deficit di competenze tecniche | Iter ancora poco chiari e farraginosi | Lentezze burocratiche Quadro normativo insufficiente | Lentezze burocratiche |
| Barriere sociali | Mancanza di conoscenza e/o interesse da parte del pubblico | Difficoltà ad accedere a conoscenze specialistiche | Scarsa motivazione da parte dei membri della comunità | Gestione dell'energia condivisa |
| Barriere finanziarie | Rischio di mancanza di capitale di investimento | Alta avversione al rischio dei finanziatori tradizionali Difficoltà di accesso ai finanziamenti | Elevata esposizione finanziaria per la realizzazione degli impianti | Elevata percentuale della componente fissa della bolletta energetica |
| Incentivi e misure | Non disponibili | Possibilità di partecipazione, attraverso bandi, al programma CE-IMPLEMENTA che sostiene comunità energetiche pilota coprendo fino al 60% dei costi del progetto | Possibilità di utilizzo di programmi di incentivazione per la realizzazione di impianti di autoconsumo con fonti di energia rinnovabile | Possibilità di vendita alla rete dell'energia prodotta e non consumata Ottenimento di un credito sull'energia non consumata e venduta alla rete |

L'Italia al riguardo sembra aver predisposto strumenti più adeguati a far fronte alle varie fasi di costituzione di una comunità energetica; inoltre, ha previsto l'erogazione di sovvenzioni anche sull'energia prodotta e consumata, nel tentativo di aumentare la remunerazione dei capitali investiti. Dai risultati di diverse indagini, invece, la normativa spagnola in materia di autoconsumo ancora non garantisce strumenti economico-finanziari adeguati a facilitare la diffusione delle comunità energetiche nel territorio nazionale, così la redditività di investimenti in impianti di autoconsumo energetico in Spagna è inferiore a quella di altri Paesi (Escobar et al.,2020; López Prol e Steininge, 2020).

4



4. SISTEMI ENERGETICI URBANI E *NET ZERO ENERGY DISTRICT*

4.1. Sistemi energetici a scala urbana

L'efficienza energetica è un fattore chiave per lo sviluppo ambientale, sociale ed economico, essendo il principale motore per la mitigazione dei cambiamenti climatici.

In particolare, una significativa riduzione dei consumi energetici e la decarbonizzazione del patrimonio edilizio, contribuiscono a promuovere la sostenibilità ambientale nel lungo periodo. Tuttavia, la pianificazione della riqualificazione energetica di grandi complessi immobiliari o di aree urbane estese è molto complessa poiché richiede la simultanea considerazione di diversi aspetti: valutazioni energetiche, progetti tecnici di impianti di produzione di energia, progetti di retrofit energetico, analisi economiche, studi ambientali, equità e accettazione sociale, recupero del costruito, ecc.

Ognuna di queste tematiche richiede approfondimenti specifici con l'ausilio di molteplici strumenti di analisi (Azurza-Zubizarreta et al., 2021; Chang et al., 2021; Dall'O et al., 2012; De Tommasi et al., 2018; Sibilla et al., 2020).

In questa ricerca è stato effettuato un approfondimento sul sistema dei consumi e degli approvvigionamenti energetici di una città attraverso un'analisi energetica urbana, seguito da una disamina sulle principali categorie di interventi energetici eseguibili a scala di quartiere per la definizione di un *Net Zero Energy District*.

4.2. Analisi energetica avanzata di una città

L'analisi energetica urbana è basata su una modellazione dei consumi e degli approvvigionamenti energetici di una città allo scopo di: conoscere gli elementi chiave di un sistema energetico urbano e comprenderne il funzionamento; avere una visione più chiara del sistema energetico di una città e del mix di fonti energetiche utilizzate; avere le informazioni basi per valutare il possibile impatto urbano della transizione di un quartiere in *Net Zero Energy District*.

Tale analisi è stata effettuata utilizzando il software EnergyPlan in virtù delle sue caratteristiche e possibilità⁶⁷ (Casalicchio et al., 2022; Connolly et al., 2016).

⁶⁷ L'utilizzo del software EnergyPlan e le sue potenzialità in merito alla modellazione e all'analisi energetica sono stati approfonditi grazie alla partecipazione nel 2021 al "PhD course 2021: Advance Energy System Analysis on the EnergyPLAN model", un corso per dottorandi e dottori di ricerca

4.2.1. Il software EnergyPlan

EnergyPLAN è un modello computazionale deterministico di simulazione oraria basato su richieste e produzioni annuali di energia aggregate per l'analisi di sistemi energetici complessi. L'obiettivo principale di EnergyPLAN è analizzare l'impatto energetico, ambientale ed economico delle diverse strategie energetiche e può essere utilizzato sia come strumento di simulazione sia come strumento di ottimizzazione, poiché consente di modellare una varietà di opzioni in modo che possano essere confrontate tra loro, piuttosto che un'unica soluzione basata su condizioni predefinite. Ciò consente al programma di supportare la definizione di strategie di pianificazione energetica a carattere locale o nazionale e di tenere conto dell'intero sistema energetico (domanda di energia elettrica, di energia termica, dei trasporti e dell'industria). Inoltre, consente di computare anche un intero sistema energetico nazionale e di effettuare valutazioni sulle emissioni di CO₂, sulle spese energetiche e sui mercati dell'energia. Pertanto, il software può assistere i progetti di pianificazioni energetiche sulla base sia di analisi tecniche sia di analisi economiche, consentendo di valutare e confrontare i risultati di differenti sistemi energetici e differenti tipi di investimenti (Lund et al., 2021).

Il software è stato sviluppato nel 1999 da Henrik Lund ed è stato potenziato successivamente nel tempo fino alla sua versione attuale (16.2)⁶⁸.

I principali elementi caratterizzanti EnergyPlan (rispetto ad altri software) dipendono dal fatto che:

- è un modello deterministico e non stocastico, per cui ad uno stesso input corrisponderà sempre lo stesso output;
- utilizza un sistema di simulazione su base oraria piuttosto che su dati annuali aggregati di domanda e produzione (di conseguenza, il software può analizzare l'influenza delle fluttuazioni delle fonti energetiche rinnovabili sul sistema, così come la stagionalità nella domanda di energia elettrica e calore);
- utilizza sistemi aggregati (in base al tipo di tecnologia), senza prendere in considerazione le singole unità di produzione;
- ottimizza il funzionamento di un dato sistema;
- è basato su una programmazione analitica (a differenza di altri software che lavorano utilizzando cicli iterativi, strumenti di matematica avanzata o programmazione dinamica) e ciò rende il calcolo diretto e più veloce (Connolly, 2015).

Gli input di EnergyPlan sono: domande di energia; fonti energetiche rinnovabili; capacità degli impianti energetici; costi e strategie di regolazione. Gli output sono: bilanci energetici; produzioni annuali di energia; consumi di combustibile; importazioni ed esportazioni di energia; costi totali (Fig. 4.1). Ulteriore input e output possono dipendere dal tipo di analisi che si intende effettuare.

organizzato dalla Aalborg University (Danimarca) e tenuto dai docenti Henrik Lund, Poul Alberg Østergaard, Brian Vad Mathiesen e Jakob Zinck Thellufsen.

⁶⁸ Il software è ottenibile gratuitamente online (www.energyplan.eu).

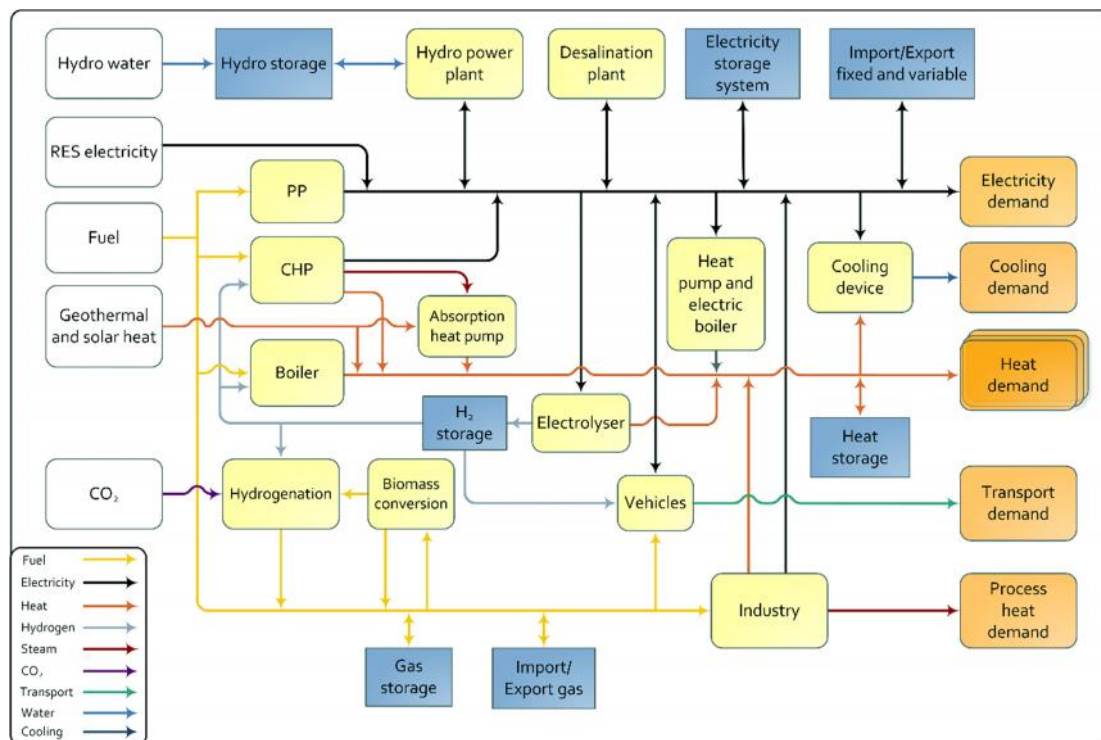


Figura 4.1. Schema computazionale di EnergyPLAN (fonte: www.energyplan.eu)

In EnergyPLAN è possibile sviluppare tre tipologie di analisi:

- *analisi di tipo tecnico*, che è basata sulle abilità tecniche proprie dei componenti presenti all'interno del sistema energetico. In queste tipologie di analisi gli input riguardano essenzialmente dati sulle domande energetiche, sulle capacità di produzione di energia, sull'efficienza degli impianti e sulle fonti (rinnovabili e non rinnovabili) di energia. Gli output, invece, consistono in bilanci annuali di energia, consumi di combustibile ed emissioni di CO₂;
- *analisi di mercato*, utile per indagini sul commercio e gli scambi nei mercati energetici internazionali (la simulazione di mercato è progettata per associare domanda e offerta al minor costo, anziché al consumo minimo di carburante). In questo caso, sono richiesti anche dati di input utili ad identificare i prezzi sul mercato e a determinare la variazione di questi prezzi rispetto a possibili modifiche nelle importazioni o nelle esportazioni di energia. Per tale ragione possono essere implementati anche eventuali tasse o costi per la produzione di emissioni di CO₂;
- *studio di fattibilità*, che può essere condotto in termini di costi totali annuali del sistema energetico sotto differenti strategie di progettazione e di regolazione. Pertanto, è richiesto l'inserimento di ulteriori dati connessi ai costi (costi di investimento, di esercizio, di manutenzione, ecc.) e alla durata di vita degli impianti. Come output il sistema calcola le conseguenze socio-economiche della produzione energetica.

La procedura dell'analisi dei sistemi energetici effettuata dal software è sintetizzata nella Figura 4.2.

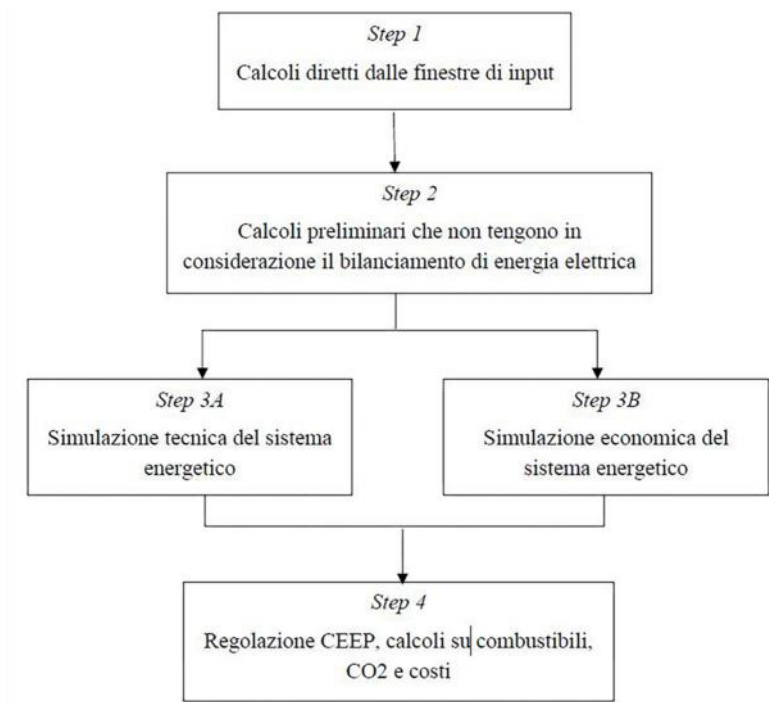


Figura 4.2. Procedura dell'analisi dei sistemi energetici effettuata da EnergyPLAN
(fonte: www.energyplan.eu)

La prima fase, *Calcoli diretti dalle finestre di input*, consiste nell'eseguire tutti quei calcoli che possono essere svolti simultaneamente all'inserimento dei dati nelle finestre di input del software.

Nello step *Calcoli preliminari che non comprendono il bilanciamento di energia elettrica* sono eseguiti i calcoli preliminari, ad esclusione però dei bilanci di energia elettrica.

Successivamente, la procedura prevede due possibilità: effettuare una *simulazione tecnica del sistema energetico* oppure una *simulazione economica del sistema energetico*. La simulazione tecnica mira a minimizzare il rapporto import/export dell'energia elettrica e cerca di indentificare la soluzione che consente il minor consumo di combustibile; mentre, la simulazione economica identifica la soluzione più conveniente sulla base dei costi economici di ogni unità di produzione, tenendo conto delle tasse del sistema (opzione *business economy*) o meno (opzione *socio economy*).

Infine, il quarto step prevede la regolazione del *Critical Excess Energy Production (CEEP)*⁶⁹ e i calcoli su combustibili, CO₂ e costi.

Nello specifico, per quanto concerne la simulazione di tipo tecnico, possono essere previste quattro strategie di regolazione:

- *bilanciamento della domanda termica*. In questa strategia gli impianti di produzione di energia termica seguono la domanda di energia termica;
- *bilanciamento sia della domanda di energia termica sia di quella dell'energia elettrica*. Questa strategia minimizza l'esportazione di energia sostituendo, in presenza di eccesso di energia, la produzione combinata di energia elettrica e calore (*Cogeneration Heat and Power - CHP*)

⁶⁹ La CEEP è la quantità di energia prodotta in eccesso dal sistema in una determinata ora che non è possibile esportare.

con quella di stufe elettriche (*boilers*) e pompe di calore, aumentando la domanda di energia elettrica e riducendo la produzione di elettricità;

- *bilanciamento sia della domanda di energia termica sia di quella di energia elettrica riducendo i CHP anche quando parzialmente richiesti per la stabilità della rete.* Simile alla seconda strategia, ma prevede la riduzione della produzione da CHP anche quando serve per garantire stabilità alla rete elettrica;
- *tariffa tripla.* Simile alla prima strategia, ma utilizza il criterio (previsto in Danimarca, ma non in Italia) della “tripla tariffa”, che spinge all’utilizzo di CHP durante le ore di picco, pagando il triplo l’energia prodotta durante queste ore rispetto alle altre della giornata.

Infine, è importante sottolineare che Energy Plan, come molti altri software di modellazione di sistemi energetici, considera gli impianti produttori di energia e gli utenti consumatori come se fossero un unico grande sistema costituito dalla somma di tutti i singoli sistemi presenti sul territorio. Questo presupposto implica di adottare una semplificazione che non considera sia la distanza tra luoghi di produzione di energia e zone di consumo, sia la capacità di trasmissione della rete.

4.2.2. Modellizzazione del sistema energetico della città di Trapani in EnergyPlan

Per la modellazione del sistema energetico a scala urbana in EnergyPlan è stata effettuata una simulazione di tipo tecnico.

La prima difficoltà incontrata per la realizzazione dell’analisi è stata il reperimento di tutti i dati necessari a ricostruire il sistema energetico della città, a causa della scarsa disponibilità di dati disaggregati (suddivisi per tipologia di consumi, fonte energetica utilizzata, ecc.). Pertanto, per il completamento della modellizzazione, specialmente per la ricostruzione delle distribuzioni di produzione e carichi di energia, è stato necessario effettuare alcune approssimazioni e, talvolta, utilizzare dei dati di anni diversi. Per la finalità di questa analisi, orientata alla comprensione generale del funzionamento del sistema energetico di una città, queste approssimazioni sono comunque state ritenute accettabili.

L’obiettivo della ricerca era la modellazione del sistema energetico della città di Marsala, dove si trova il quartiere Sappusi che è stato selezionato come studio della ricerca (cfr. Sezione 6). I dati relativi alla produzione di energia, ai consumi energetici e alle emissioni di CO₂ di Marsala sono presenti nel *Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile (PAES)*, pubblicato nel 2014 in conseguenza dell’adesione nel 2012 del Comune di Marsala al *Patto dei Sindaci per il Clima e l’Energia*. Il PAES, difatti, fornisce un bilancio energetico a scala comunale che individua e quantifica, sia i consumi di energia (domanda), sia che la produzione di energia (offerta). Tuttavia, questi dati sono relativi al 2011 e non sono sempre coerenti tra loro, pertanto, sono stati considerati inadeguati allo svolgimento di una corretta modellazione. Sono stati ottenuti i dati relativi ai consumi energetici della città di Marsala e alla loro distribuzione per settore aggiornati al 2017⁷⁰ (Tab. 4.1). In questo caso, purtroppo, i dati non erano sufficienti per completare l’insieme di input necessari alla modellazione.

⁷⁰ Grazie alla collaborazione del Dirigente del *Settore Lavori Pubblici* del Comune, l’Ing. Pier Benedetto Daniele Mezzapelle e della disponibilità dell’Ing. Ignazio Donato Mozer, consulente esterno del Comune di Marsala e membro dello Studio Termotecnico Ingegneria Ambientale - STIA.

Tabella 4.1. Consumi energetici ed emissioni di CO₂ del Comune di Marsala, anno 2011 e 2017
(fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2014 e STIA, 2017)

| Settore | Categoria | Consumi energetici (MWh) | | Emissioni di CO ₂ (tCO ₂) | |
|---------------|--|--------------------------|----------------|--|----------------|
| | | 2011 | 2017 | 2011 | 2017 |
| Utenze | Edifici, attrezzature e impianti comunali | 18.151 | 15.165 | 6.314 | 4.645 |
| | Edifici terziari, attrezzature e impianti non comunali | 64.570 | 55.636 | 22.390 | 17.040 |
| | Illuminazione pubblica | 10.211 | 8.133 | 3.846 | 2.490 |
| | Edifici residenziali | 167.377 | 99.501 | 53.018 | 30.474 |
| | Industria (non ETS) | 103.893 | 47.563 | 33.158 | 14.567 |
| | Agricoltura, silvicoltura, pesca | n.d. | 7.730 | n.d. | 2.367 |
| | Totale parziale | | 364.202 | 233.728 | 118.726 |
| Trasporti | Parco auto comunale | 2.441 | n.d. | 646 | n.d. |
| | Trasporto pubblico locale | 2.953 | n.d. | 788 | n.d. |
| | Trasporto commerciale e privato | 404.125 | n.d. | 100.715 | n.d. |
| | Totale parziale | 409.519 | n.d. | 102.149 | n.d. |
| Totale | Totale | 773.721 | 233.728 | 220.875 | 71.585 |

Pertanto, nell'impossibilità di eseguire una modellazione significativa della città di Marsala, dopo un'attenta verifica della tipologia e della qualità dei dati energetici disponibili, è stato deciso di effettuare la modellazione energetica della vicina città di Trapani (Fig. 4.3). In considerazione della vicinanza territoriale e delle similitudini delle caratteristiche geografiche, socio-economiche e urbane e delle condizioni climatiche (radiazione solare e ventosità) si ritiene che, dal punto di vista metodologico, i risultati di questa analisi possono fornire indicazioni utili.



Figura 4.3. Localizzazione di Trapani (fonte: elaborazione propria)

Tabella 4.2. Consumi energetici ed emissioni di CO₂ del Comune di Trapani per tipologia di utenza, anno 2017 (fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

| Settore | Categoria | Consumi energetici | | Emissioni di CO ₂ | |
|---------------|--|--------------------|---------------|------------------------------|--------------|
| | | (MWh) | (%) | (tCO ₂) | (%) |
| Utenze | Edifici, attrezzature e impianti comunali | 15.650 | 2,7% | 4.968 | 3,2% |
| | Edifici terziari, attrezzature e impianti non comunali | 123.496 | 21,5% | 37.113 | 24,3% |
| | Illuminazione pubblica | 6.432 | 1,1% | 2.145 | 1,4% |
| | Edifici residenziali | 173.227 | 30,2% | 46.126 | 30,2% |
| | Industria e agricoltura | 22.984 | 4,0% | 6.188 | 4,0% |
| | Totale parziale | 341.789 | 59,6% | 96.540 | 63,1% |
| Trasporti | Parco auto comunale | 1.023 | 0,2% | 255 | 0,2% |
| | Trasporto pubblico locale | 5.645 | 1,0% | 1.409 | 0,9% |
| | Trasporto commerciale e privato | 224.911 | 39,2% | 54.770 | 35,8% |
| | Totale parziale | 231.579 | 40,4% | 56.434 | 36,9% |
| Totale | Totale | 573.368 | 100,0% | 152.974 | 100% |

Tabella 4.3. Consumi energetici ed emissioni di CO₂ del Comune di Trapani per tipologia di fonte energetica, anno 2017 (fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

| Settore | Categoria | Consumi energetici | | Emissioni di CO ₂ | |
|---------------|------------------------------|--------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| | | (MWh) | (%) | (tCO ₂) | (%) |
| Utenze | Energia elettrica | 191.112 | 33,3% | 63.738 | 41,7% |
| | Gas naturale | 98.917 | 17,3% | 19.981 | 13,1% |
| | GPL (per riscaldamento) | 25.206 | 4,4% | 5.722 | 3,7% |
| | Gasolio (per riscaldamento) | 21.513 | 3,8% | 5.744 | 3,8% |
| | Biomassa (per riscaldamento) | 3.364 | 0,6% | 1.356 | 0,9% |
| | Solare termico | 1.676 | 0,3% | 0 | 0,0% |
| | Totale parziale | 341.789 | 59,6% | 96.540 | 63,1% |
| Trasporti | Diesel | 147.496 | 25,7% | 39.381 | 25,8% |
| | Benzina | 61.114 | 10,7% | 15.126 | 9,9% |
| | GPL | 8.085 | 1,4% | 1.835 | 1,2% |
| | Biocarburanti | 14.884 | 2,6% | 0 | 0,0% |
| | Totale parziale | 231.579 | 40,4% | 56.434 | 36,9% |
| Totale | Totale | 573.368 | 100,0% | 152.974 | 100,0% |

Tabella 4.4. Mezzi di trasporto del Comune di Trapani, anno 2017 (fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

| Settore | Categoria | Veicoli (n.) |
|---------------|------------------|---------------|
| Trasporti | Automobili | 41.059 |
| | Motocicli | 7.543 |
| | Autobus | 114 |
| | Trasporto merci | 4.335 |
| | Veicoli speciali | 791 |
| | Trattori e altri | 92 |
| Totale | | 53.934 |

Tabella 4.5. Fonti di approvvigionamento energetico rinnovabile del Comune di Trapani, anno 2017 (fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

| Tipologia | Dimensione | Produzione (kWh) | Produzione (MWh) | Quantità (n.) |
|---------------|------------------------|------------------|------------------|---------------|
| Fotovoltaico | Fino a 3 kW | 425 | 0,425 | 150 |
| | Da 3 a 20 kW | 1601 | 1,601 | 252 |
| | Da 20 a 200 kW | 2233 | 2,233 | 21 |
| | Da 200 a 1.000 kW | 4910 | 4,91 | 7 |
| | Da 1.000 a 2.000 kW | 1500 | 1,5 | 1 |
| | Più di 2.000 kW | 19399 | 19,399 | 1 |
| | Totale parziale | 30.068 | 30,068 | 432 |
| Eolico | Qualsiasi | 123.893 | 123,893 | 16 |
| | Totale parziale | 123.893 | 123,893 | 16 |
| Totale | Totale | 153.961 | 153,961 | 448 |

I dati principali sui consumi energetici e sulle emissioni di CO₂ del Comune di Trapani nel 2017 sono riportati nelle Tabelle 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5.

Il quadro energetico analizzato e modellato è stato quello previsto nel *Piano di Azione per l'Energia Sostenibile* (PAES) del Comune di Trapani, pubblicato nell'ambito del *Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia* (adesione nel 2013 ma deliberata nel 2015). Obiettivo prioritario dichiarato del PAES è l'abbattimento delle emissioni cittadine di CO₂ del 20% entro il 2020 (rispetto a quelle dell'anno 2011).

Il PAES del Comune di Trapani è stato pubblicato nel 2019, ma contiene dati energetici aggiornati fino al 2017. Pertanto, lo scenario base modellato in EnergyPlan è stato il sistema energetico della città Trapani al 2017. Successivamente, al modello base sono stati implementati gli interventi previsti dal PAES, così da avere il modello energetico della città aggiornato al 2020 e valutare se le azioni di piano previste fossero idonee a raggiungere gli obiettivi prefissati.

Modellazione dello scenario base

Da un punto di vista metodologico, le fasi della modellazione del sistema energetico della città di Trapani all'anno 2017 sono:

- calcolo della domanda di energia elettrica;
- calcolo dei consumi per riscaldamento (compresa la produzione di acqua calda sanitaria) e raffrescamento;
- calcolo dei consumi del settore industriale;
- calcolo dei consumi dei trasporti;
- implementazione dei sistemi di fornitura di energia tradizionale;
- implementazione dei sistemi di fornitura di energia rinnovabile.

Per il calcolo della domanda di energia elettrica, il software, come input, necessita dei dati del consumo annuo totale di energia elettrica e della distribuzione oraria (nell'arco delle 8.784 ore annue). I consumi totali annui di energia della città, suddivisi per fonte energetica utilizzata, sono stati reperiti dal PAES (Tab. 4.3 e Fig. 4.4).

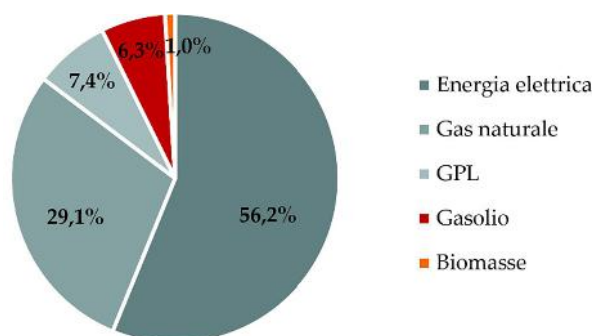


Figura 4.4. Fonti energetiche impiegate dal Comune di Trapani per utenze, anno 2017
(fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

Da tali dati si evince che il consumo elettrico della città nel 2017 è stato pari a 191.112 MWh. L'andamento orario della domanda di energia elettrica è stato calcolato in proporzione ai consumi orari nazionali (i *Monthly Hourly Load Values* - MHLV italiani del 2017)⁷¹. In tal modo è stato ottenuto un vettore con 8.784 valori orari in ordine cronologico (Tab. 4.6 e Fig. 4.5).

Tabella 4.6. Andamento orario della domanda di energia del Comune di Trapani, anno 2017
(fonte: elaborazione propria)

| Ora dell'anno | Data | Orario di partenza | Orario conclusivo | MHLV Italia (MWh) | Consumo elettrico Trapani (MWh) | Consumo elettrico Italia (MWh) | MHLV Trapani (MWh) |
|---------------|------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | 01/01/2017 | 00:00 | 01:00 | 25.352 | 191.112 | 320.436.265 | 15,12023 |
| 2 | 01/01/2017 | 01:00 | 02:00 | 23.866 | 191.112 | 320.436.265 | 14,23396 |
| 3 | 01/01/2017 | 02:00 | 03:00 | 21.966 | 191.112 | 320.436.265 | 13,10078 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 8.782 | 31/12/2017 | 21:00 | 22:00 | 26.535 | 191.112 | 320.436.265 | 15,82578 |
| 8.783 | 31/12/2017 | 22:00 | 23:00 | 25.038 | 191.112 | 320.436.265 | 14,93296 |
| 8.784 | 31/12/2017 | 23:00 | 00:00 | 25.500 | 191.112 | 320.436.265 | 15,20850 |
| | | | | 320.436.265 | | | 191.112 |

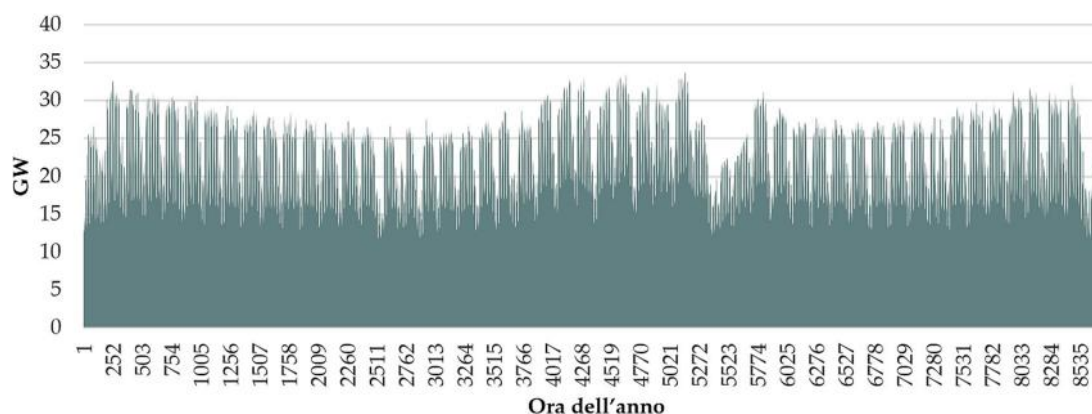


Figura 4.5. Andamento orario della domanda di energia del Comune di Trapani nel 2017 (GWh)
(fonte: elaborazione propria)

⁷¹ I consumi energetici orari italiani sono stati ottenuti dal portale *European Network of Transmission System Operators for Electricity* ENTSO-E (www.entsoe.eu).

Per quanto riguarda il calcolo dei consumi per il riscaldamento, i dati dei consumi comunali sono stati reperiti nel PAES (Tab. 4.2 e 4.3); mentre, i dati dei consumi per il raffrescamento sono stati ottenuti, sempre in modo proporzionale, da dei valori medi italiani. Per la costruzione della distribuzione oraria della domanda di energia termica richiesta dalle utenze, in mancanza di dati specifici a livello comunale, i valori precedentemente ottenuti (Tab. 4.6) sono stati disaggregati per definire i consumi di energia elettrica per il riscaldamento e per il raffrescamento sulla base delle indicazioni contenute nel rapporto della *Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia* (FIRE), in cui sono presenti i profili di prelievo suggeriti nella proposta di norma "Cogenerazione: Impianti di piccola cogenerazione alimentati a combustibili liquidi e gassosi - Misurazioni ex-ante delle prestazioni energetiche" del *Comitato Termotecnico Italiano* (CTI) (Fig. 4.6).

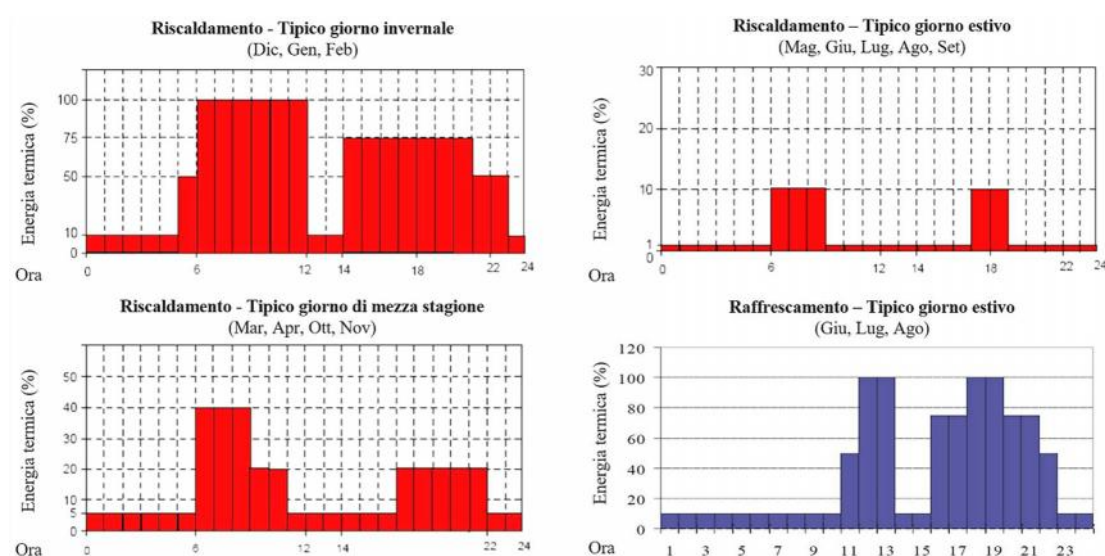


Figura 4.6. Schemi di prelievo della distribuzione oraria dei consumi in Italia
(fonte: Comitato Termotecnico Italiano, 2007)

Per calcolo dei consumi relativi al riscaldamento è stata, quindi, ottenuta una distribuzione dei consumi energetici per le 8.784 ore utilizzando:

- la distribuzione oraria del “tipico giorno invernale” per i mesi di dicembre, gennaio e febbraio (Fig. 4.5 grafico in alto a sinistra);
- la distribuzione oraria del “tipico giorno estivo” per i mesi di maggio, giugno, luglio, agosto e settembre (Fig. 4.5 grafico in alto a destra);
- la distribuzione oraria del “tipico giorno di mezza stagione” per i mesi di marzo, aprile, ottobre e novembre (Fig. 4.5 grafico in basso a sinistra);

Per il calcolo dei consumi relativi al raffrescamento è stata ottenuta una distribuzione dei consumi energetici per le 8.784 ore utilizzando la distribuzione oraria del “tipico giorno estivo” nei mesi di giugno, luglio e agosto (Fig. 4.5 grafico in basso a destra).

Per il calcolo dei consumi del settore industriale e dei trasporti sono stati utilizzati i dati contenuti nel PAES (Tab. 4.2, 4.3 e 4.4 e Fig. 4.7).

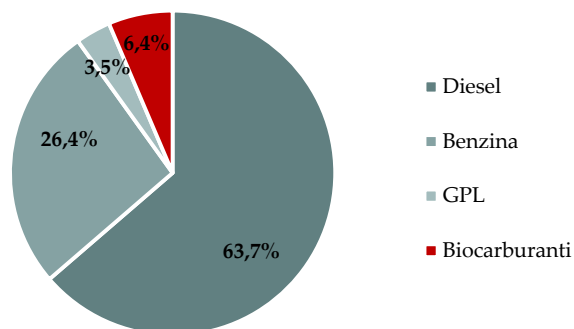


Figura 4.7. Fonti energetiche impiegate dal Comune di Trapani per i trasporti, anno 2017
(fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

Completati i calcoli relativi alla domanda di energia, sono stati implementati nel modello i dati relativi al sistema di approvvigionamento energetico. Al riguardo è importante sottolineare che nel territorio comunale di Trapani non sono presenti impianti di teleriscaldamento (Fig. 4.8); tuttavia, entro i suoi confini è presente una centrale termoelettrica che produce all'incirca 156 GWh l'anno (produzione media di energia degli anni 2017-2019). In ogni caso, ai fini dell'analisi, tale fonte di energia non è stata inserita nel modello e tutta l'energia elettrica è stata considerata come importata dall'esterno.

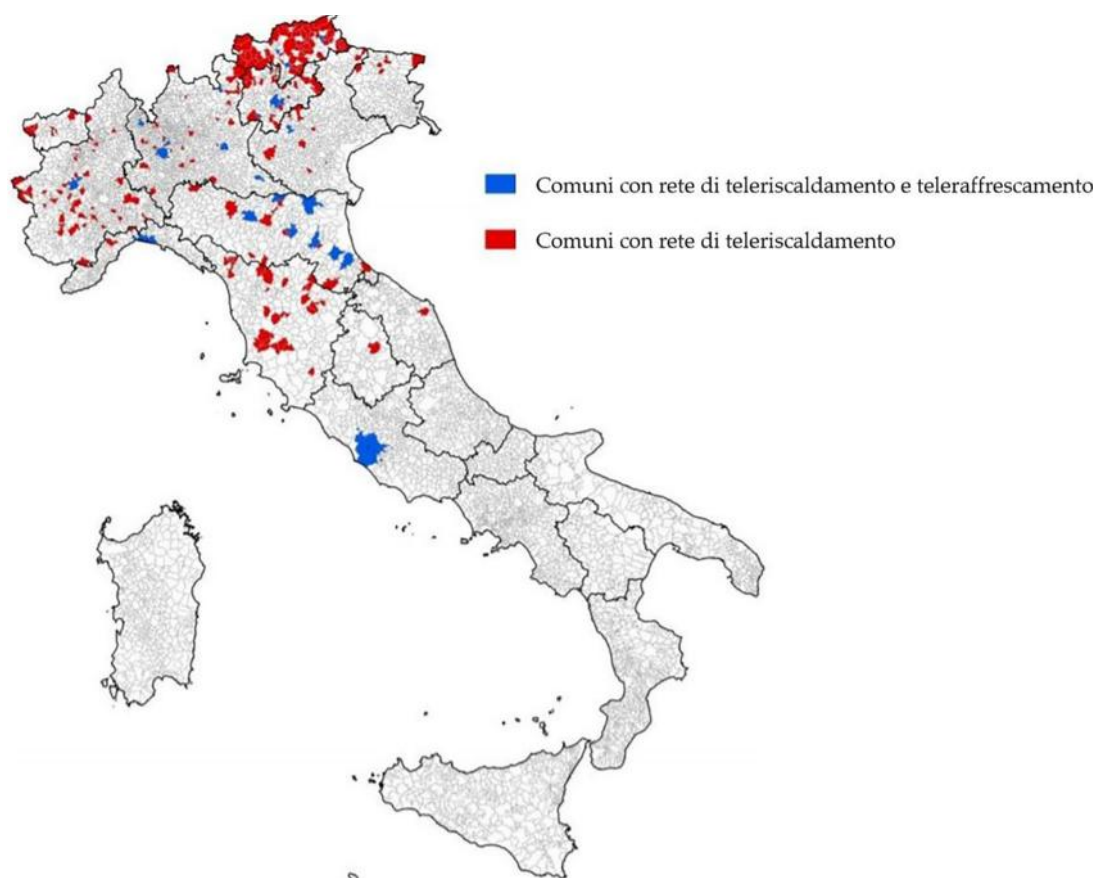


Figura 4.8. Distribuzione delle reti di teleriscaldamento e di teleraffrescamento in Italia, anno 2017 (fonte: GSE, 2017)

Le uniche fonti di approvvigionamento di energia inserite nel modello sono state quelle derivanti dagli impianti fotovoltaici ed eolici presenti sul territorio comunale. I dati sulle potenze installate nel territorio sono noti (Tab. 4.5); mentre, per la costruzione della distribuzione oraria dei fattori di carico solare e ventoso per le 8.784 ore annue è stata effettuata una simulazione utilizzando il portale *Renewables Ninja* (www.renewables.ninja) e il set di dati MERRA-2 all'anno 2019 (l'unico disponibile al momento dell'indagine) (Fig. 4.9 e 4.10).

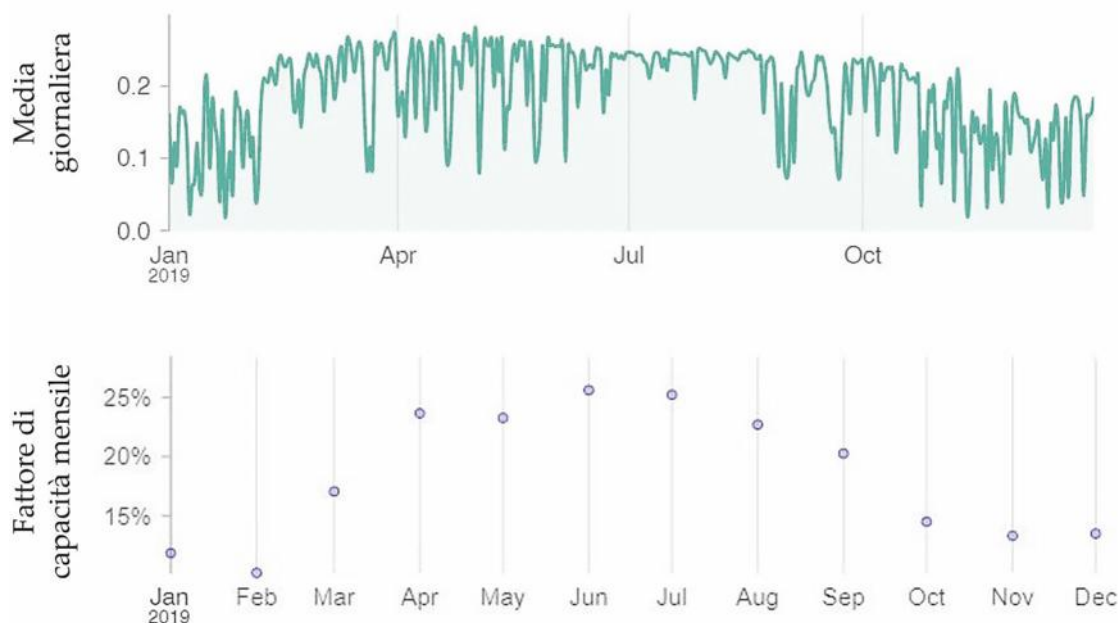


Figura 4.9. Simulazione della produzione oraria di energia derivante da un impianto fotovoltaico situato nel Comune di Trapani, anno 2019 (fonte: www.renewables.ninja, 2019)

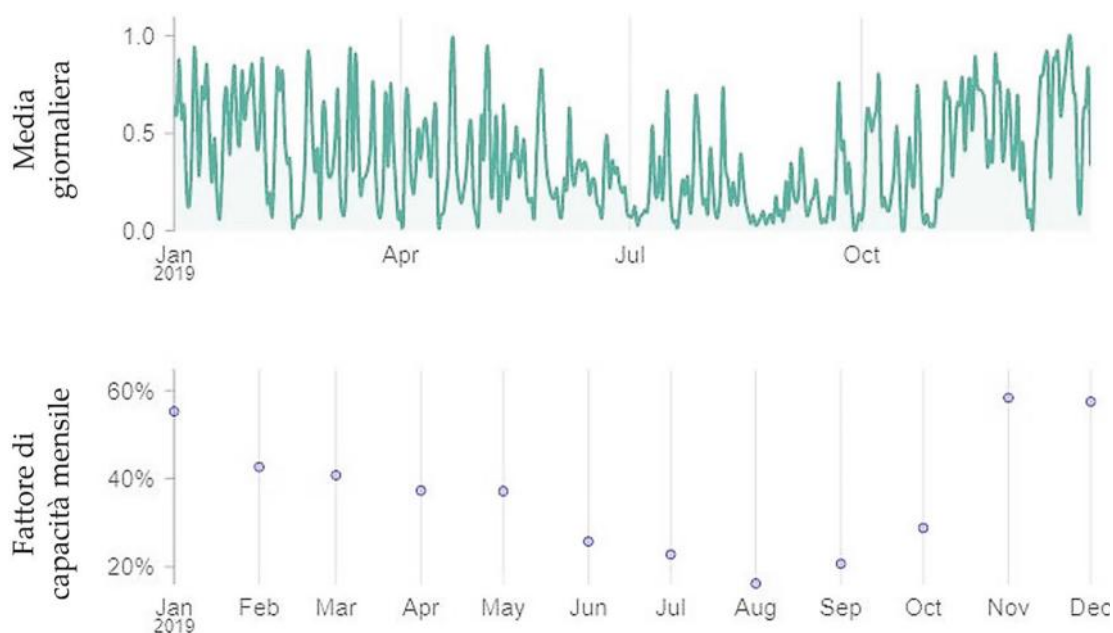


Figura 4.10. Simulazione della produzione oraria di energia derivante da un impianto eolico situato nel Comune di Trapani, anno 2019 (fonte: www.renewables.ninja, 2019)

L'output è stato sottoposto a verifica per valutare se il modello del sistema energetico di Trapani del 2017 fosse stato rappresentato accuratamente. A tal fine, sono stati confrontati gli unici dati utili disponibili: le emissioni di CO₂ fornite dal *Piano di Azione per l'Energia Sostenibile* e quelle calcolate da EnergyPlan, pari rispettivamente 152,97 tCO₂ e a 155,06 tCO₂. I due valori presentano una variazione percentuale dell'1,4%, che è molto bassa e consente di definire il modello sufficientemente accurato, nonostante sia stato necessario effettuare alcune approssimazioni.

Modellazione dello scenario del PAES

Successivamente, il modello energetico di Trapani è stato definito secondo le previsioni del PAES al 2020. Con l'adesione al *Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia*, difatti, l'Amministrazione del Comune di Trapani si è impegnata ad intraprendere una serie di azioni ed interventi che avrebbero dovuto portare, entro il 2020, alla riduzione delle emissioni di CO₂ pari ad almeno il 20% rispetto al 2011 (anno base).

Le azioni previste dal PAES di Trapani, che il Comune può attuare in atto in modo diretto, riguardano:

- edifici e impianti di proprietà comunale;
- strumenti di pianificazione (norme urbanistiche, piano della mobilità, piano dell'illuminazione pubblica, ecc.)
- informazione, sensibilizzazione e comunicazione alla cittadinanza.

Tabella 4.7. Azioni previste dal PAES del Comune di Trapani. Avanzamento al 2020
(fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

| Settore azione | Azione | Risparmio di energia (MWh) | Risparmio di emissioni di CO ₂ (tCO ₂) | Stato di avanzamento |
|----------------|---|----------------------------|---|----------------------|
| Pubblico | Efficientamento energetico illuminazione pubblica | 1.207 | 489 | In corso |
| | Efficientamento energetico edifici comunali | 3.032 | 1.128 | In corso |
| | Efficientamento energetico uffici comunali | | | In corso |
| | Rinnovo del parco veicoli comunale | 644 | 169 | Concluso |
| Residenziale | Revisione del <i>Piano Regolatore Generale</i> e del <i>Regolamento Edilizio Comunale</i> | 35.124 | 11.124 | In corso |
| | Efficientamento energetico del settore residenziale | | | In corso |
| Terziario | Efficientamento energetico del settore terziario e del turismo | 8.969 | 3.320 | In corso |
| FER | Promozione delle fonti di energia rinnovabili nel settore residenziale e terziario | 32.990 | 13.087 | In corso |
| Agricoltura | Efficientamento energetico del settore agricolo e promozione della filiera corta | 527 | 149 | In corso |
| Trasporti | Promozione della mobilità sostenibile | 30.679 | 7.684 | In corso |
| | Ottimizzazione del trasporto pubblico e promozione della mobilità alternativa | 30.679 | 7.684 | In corso |
| | Ammodernamento del parco auto privato e promozione della mobilità elettrica | 13.931 | 3.644 | In corso |
| Comunicazione | Comunicazione, informazione e sensibilizzazione di cittadini e stakeholder | 1.834 | 743 | In corso |
| Totale | | 159.616 | 49.221 | |

circa il 25% rispetto ai valori della *Baseline Emission Inventory* (BEI) del 2011; dunque, la riduzione sarebbe circa il 5% maggiore del minimo richiesto (Tab. 4.7).

È stato nuovamente utilizzato EnergyPlan per modellare il sistema energetico di Trapani al 2020 implementando esclusivamente gli undici interventi previsti dal PAES, in assenza di altre modifiche migliorative al sistema energetico urbano. Ripercorrendo le stesse fasi prima descritte, una volta inseriti nel software i nuovi parametri, sono stati ottenuti i dati di output al 2020 (Fig. 4.12).

La comparazione tra i risultati dei due modelli mostra che le azioni hanno consentito di ridurre le emissioni di CO₂ di circa 36.500 tonnellate rispetto ai valori del 2011, un valore inferiore rispetto a quello dello scenario di piano al 2020 del PAES (Tab. 4.8).

Tabella 4.8. Confronto tra la due configurazioni del Comune di Trapani
(fonte: elaborazione propria su dati PAES, 2017)

| Analisi | Emissioni di CO ₂ al 2011 (tCO ₂) | Emissioni di CO ₂ al 2017 (tCO ₂) | Emissioni di CO ₂ al 2020 (tCO ₂) | Risparmio di emissioni di CO ₂ | |
|------------|--|--|--|---|--------|
| | | | | (tCO ₂) | (%) |
| PAES | 196.131 | 152.975 | 146.910 | 49.221 | 25,10% |
| EnergyPlan | 196.131 | 155.060 | 154.631 | 36.520 | 18,61% |

Considerazioni critiche

La modellazione effettuata tramite EnergyPlan al 2020, senza considerare l'evoluzione dei consumi di energia e degli impatti energetico-emissivi di ogni settore fino al 2020 (edificato residenziale, attività produttive, aumento/diminuzione della popolazione, ecc.), mostra chiaramente che le azioni previste dal PAES da sole non sono sufficienti a garantire la riduzione prevista delle emissioni di CO₂ della città di Trapani. Ciò vale a maggior ragione se si considera che al 2019 soltanto una delle undici azioni era stata completata. È, dunque, improcrastinabile il potenziamento e l'accelerazione di interventi di retrofit energetico urbano e la diffusione delle fonti di energia rinnovabile in ambito urbano.

Al di là della modellizzazione effettuata, lo svolgimento delle modellazioni con EnergyPlan ha consentito di comprendere quali componenti e mix di fonti energetiche concorrono a definire il sistema energetico di una città.

Questo software è uno strumento che può essere utilizzato per molte altre simulazioni a scala diversa (urbana, regionale o nazionale) e per supportare studi di fattibilità tecnica ed economica di progetti di efficientamento energetico o di integrazione di varie fonti energetiche (come la gassificazione di biomassa o i combustibili sintetici). Data la sua struttura, comunque, il suo utilizzo sembra essere più adeguato alla scala nazionale o regionale, rispetto a quella urbana.

4.3. Interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere

Trasformare il sistema energetico urbano è un fattore chiave per rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sostenibili e resilienti, in linea con l'obiettivo 11 dei *Sustainable Development Goals*: "Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili" (Mondini, 2019).

All'interno dell'UE è emerso che l'approccio energetico alla scala urbana intermedia di quartiere è quello potenzialmente più efficace, anche perché consente di concentrare gli interventi in porzioni di territorio dimensionalmente limitate con caratteri edilizi, sociali poco eterogenei (cfr. Sezione 1).

I quartieri hanno, dunque, un ruolo centrale nel raggiungimento dei principi di sostenibilità urbana e nella transizione verso città a basse emissioni di carbonio; inoltre, l'attenzione precedentemente rivolta ai *Net Zero-Energy Buildings* (NZEB) si è spostata verso i *Net Zero-Energy District* (NZED).

Tuttavia, rispetto alla riqualificazione energetica riferita al singolo edificio, che è oggetto di studi, pubblicazioni e ricerche da molti anni (Abdul Hamid et al., 2018; Ma et al. 2012), non esistono ancora degli approcci condivisi o delle metodologie stabilite per effettuare interventi di retrofit energetico alla scala di quartiere e c'è ancora una notevole differenza quantitativa nella produzione scientifica alle due scale (Fig. 4.13).

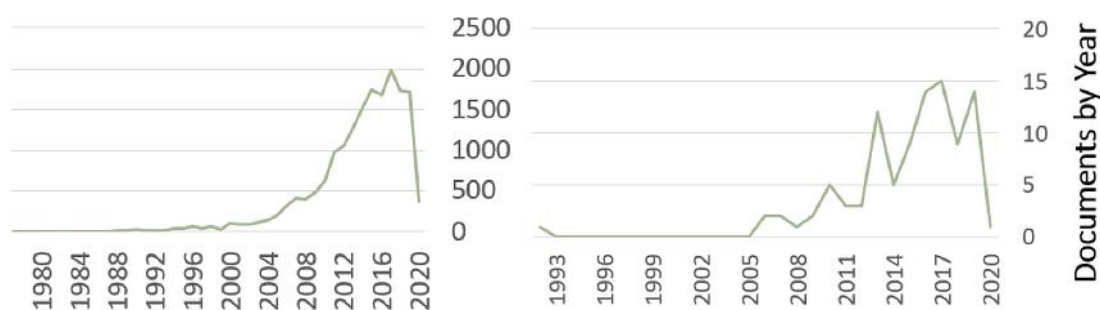


Figura 4.13. Documenti scientifici per anno sulla riqualificazione energetica di edifici (a sinistra) e di stock di edifici (a sinistra) (fonte: Ruggeri et al., 2020)

4.3.1. Categorie di intervento

Le principali macro-categorie su cui si può intervenire per efficientare energeticamente un quartiere o una vasta area urbana sono molteplici (Amaral et al., 2018; Ma et al., 2012; Ruggeri et al., 2020; Becchio et al., 2021), ma possono essere ricondotte a (Fig. 4.14):

- l'insieme degli edifici;
- il sistema del verde urbano;
- la mobilità e il sistema dei trasporti (pubblico e privato);
- i sistemi impiantistici e le infrastrutture (ad esempio, reti energetiche e sistemi di illuminazione pubblica);
- il sistema di approvvigionamento dell'energia (rinnovabile e non rinnovabile);
- il sistema dei rifiuti;
- il comportamento umano.

Per quanto concerne gli edifici esistenti, le obsolescenze fisiche e funzionali, congiuntamente rispetto alle attuali richieste di elevate prestazioni energetiche, richiedono azioni sull'involucro edilizio e sugli impianti per migliorarne le prestazioni energetiche (Gagliano et al., 2017; Riva Sanseverino et al., 2015).

Particolari misure di efficienza energetica sono richieste quando il retrofit è applicato al patrimonio storico-architettonico, poiché diventa essenziale intervenire per raggiungere gli

obiettivi di sostenibilità nel rispetto dei principi del restauro architettonico e, ovviamente, compatibilmente con le risorse economiche disponibili (Napoli et al., 2020b).



Figura 4.14. Schematizzazione grafica dei sistemi urbani principali su cui poter intervenire per efficientare un quartiere (fonte: elaborazione propria)

In generale, gli interventi realizzabili per il retrofit energetico degli edifici possono essere distinti in:

- *misure passive;*
- *misure attive;*
- *misure di Information and Communication Technology (ICT).*

Le misure passive riguardano l'insieme degli interventi che non coinvolgono gli elementi energivori e che possono essere attuati, per esempio, per la coibentazione termica degli involucri (come l'installazione di un cappotto termico, la sostituzione degli infissi o l'aumento dell'isolamento delle coperture), la modifica plani-volumetrica di un edificio (al fine di modificarne il comportamento energetico globale o la ventilazione naturale) o per il potenziamento dei sistemi ombreggianti (anche attraverso la piantumazione di verde urbano). Le misure attive riguardano tutti gli interventi inerenti gli elementi energivori, come gli impianti e i sistemi di approvvigionamento energetico. Interventi, in tal senso, riguardano gli impianti di riscaldamento e raffrescamento, gli impianti di produzione di acqua calda sanitaria, sistemi di ventilazione e illuminazione, l'installazione di sistemi di produzione di energia rinnovabile attraverso (come gli impianti fotovoltaici, solari termici o eolici) e l'installazione di sistemi di accumulo di energia.

Infine, le misure di ICT comprendono l'apparato tecnologico connesso ai sistemi di monitoraggio, controllo e gestione dei consumi energetici (Carrat et al., 2020; Ibañez Iralde et al., 2021).

Utilizzando una diversa chiave di lettura, la progettazione delle misure di riqualificazione energetica del costruito potrebbe essere condotta secondo tre diversi orientamenti (Ma et al., 2012; Ruggeri et al., 2020) (Fig. 4.15):

- *la domanda di energia*, il cui approccio mira a diminuirne la richiesta di energia attraverso l'efficientamento energetico degli elementi esistenti (come la sostituzione degli impianti termici come altri ad alto rendimento energetico), l'introduzione di nuove tecnologie (come

- sistemi fotovoltaici, di accumulo termico e sistemi di recupero del calore) o l'uso di sistemi passivi (come i sistemi di ombreggiatura e di ventilazione naturale);
- *l'offerta di energia*, volto all'aumento dell'approvvigionamento energetico tramite l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile. Le misure di retrofit prevedono, in questo caso, l'installazione di sistemi che utilizzano fonti rinnovabili come quelli fotovoltaici, eolici, a biomasse, ecc.;
 - *il cambiamento dei modelli di consumo energetico*, che considera fattori umani, quali lo stile di vita e le scelte in termini di consumi energetici. Gli interventi possono riguardare, tra le altre cose, la variazione dell'utilizzo degli spazi e l'installazione di sistemi ITC per il controllo e la regolazione dell'energia e delle temperature.

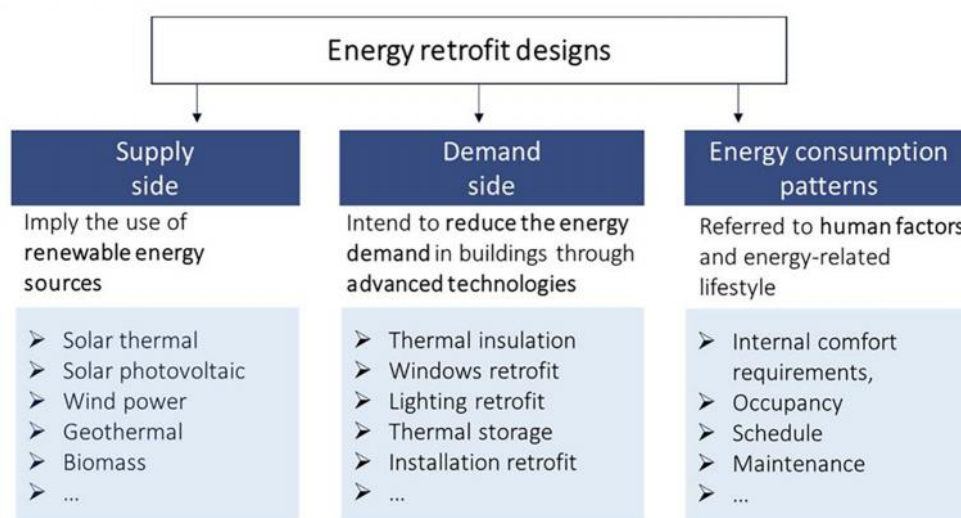


Figura 4.15. Possibile classificazione degli interventi di riqualificazione energetica edilizia (fonte: Ruggeri et al., 2020)

Negli agglomerati urbani, le prestazioni energetiche di uno o più edifici non possono essere valutate individualmente. Gli edifici non isolati si comportano come parte di un tutto, si influenzano a vicenda e sono influenzati dal contesto urbano, oltre che dal comportamento degli occupanti e dall'efficienza dei sistemi degli impianti e delle reti energetiche. Pertanto, una progettazione di retrofit energetico a scala di quartiere richiede la considerazione simultanea di numerosi elementi. In questo contesto, un NZED non può essere considerato come la somma di NZEB, ma piuttosto come un insieme integrato, il cui bilancio energetico complessivo deve raggiungere quasi lo zero (Amaral et al., 2018). Tuttavia, gli edifici rimangono i maggiori consumatori della quantità totale della domanda di energia all'interno di un quartiere. Pertanto, lo sforzo principale deve essere rivolto alla riduzione dei carichi dei singoli edifici (Becchio et al., 2016; Giuffrida et al., 2021).

Ulteriori aspetti che dovrebbero essere considerati in relazione al rendimento energetico di un quartiere sono anche: il *clima urbano* e la *morfologia urbana*. Il primo è connesso al fatto che all'interno di un sistema, come il quartiere, possono svilupparsi microclimi con flussi d'aria, temperature esterne, velocità del vento e radiazioni solari specifici, che possono dare luogo a fenomeni con impatti significativi sui consumi energetici, ad esempio, l'isola di calore urbano (*Urban Heat Island* - UHI). La morfologia urbana, invece, è connessa a tutte quelle

configurazioni connesse alla densità edilizia e alle forme edilizie ed urbane che possono influenzare il consumo energetico, sia degli edifici che degli spazi pubblici (e della mobilità). La morfologia di un quartiere, inoltre, può influenzare il potenziale di generazione di energia a livello urbano, ad esempio, a causa delle diverse forme, altezze e densità degli edifici e dei conseguenti modelli di ombreggiamento (Amaral et al., 2018; Horak et al., 2022).

Per quanto riguarda le altre macro-categorie su cui si può intervenire per efficientare energeticamente un comparto urbano, il sistema del verde, inserendo nuove aree o incrementando quelle esistenti, può essere utilizzato come strategia passiva per migliorare le condizioni termiche e microclimatiche degli edifici e, di conseguenza, la loro efficienza energetica (ad esempio aumentando l'ombreggiamento degli immobili si riduce il loro fabbisogno energetico per il raffrescamento). Nondimeno, alberi ed essenze arboree contribuiscono:

- a mitigare le emissioni di CO₂, dato che incorporano carbonio nella loro biomassa;
- ad accrescere la qualità dell'aria a vantaggio della salute dei cittadini;
- ad aumentare la resilienza locale alle potenziali alterazioni climatiche, come l'aumento delle temperature estive e le precipitazioni;
- a potenziare la biodiversità di flora e fauna all'interno delle città.

I benefici generati dal sistema del verde urbano, oltre ad essere ambientali ed ecologici, sono anche di tipo economico, sociale ed estetico. Difatti, la presenza di aree verdi fornisce, da un lato, benefici economici ai proprietari degli immobili che vengono capitalizzati nei valori degli immobili; dall'altro lato, funge da catalizzatore di interrelazioni sociali che favoriscono la coesione sociale (Becchio et al., 2018a, 2018b; Napoli et al., 2022; Rosasco e Perini, 2019; Schilleci, 2021).

Per il sistema dei trasporti, gli interventi urbani di riqualificazione energetica alla scala di quartiere dovrebbero promuovere una mobilità smart e sostenibile, per diminuire gli impatti energetici e ambientali, ma anche economici e sociali, generati dai veicoli pubblici e privati. Gli interventi dovrebbero, incentivare la micro-mobilità con mezzi non inquinanti (veicoli elettrici o ad idrogeno, dei mezzi di trasporto pubblico e degli spostamenti a piedi e in bicicletta, ecc.) (Vinci, 2020).

Riguardo i sistemi degli impianti e le infrastrutture energetiche a scala urbana o di quartiere, come emerso dalla modellazione energetica effettuata con EnergyPlan, tutte le diverse componenti energetiche sono fortemente interconnesse (impianti di un edificio, impianti di approvvigionamento dell'energia, fonti di energia rinnovabile, ecc.) e concorrono simultaneamente alla prestazione energetica generale, quindi, richiedono una progettazione integrata per far fronte al fabbisogno totale di energia e per raggiungere l'obiettivo di *Net Zero Energy*.

4.3.2. Partecipazione sociale

Nell'attuazione di interventi urbani di rigenerazione e di riqualificazione energetica a scala di quartiere la componente sociale e umana ha una importanza rilevante.

I modelli di *governance* incentrati sul coinvolgimento della cittadinanza alle decisioni territoriali ed urbane si propongono molteplici obiettivi: responsabilizzare le pubbliche amministrazioni; rafforzare le partnership tra i settori pubblico e privato; promuovere

l'inclusione e rafforzare la coesione tra gruppi e classi differenti; aumentare la capacità organizzativa locale; aumentare la riuscita delle azioni strategiche che si vogliono mettere in atto; accrescere la circolazione delle informazioni. Altresì, l'adozione di un approccio partecipativo consente di rispondere alle esigenze delle diverse realtà territoriali e di comprendere le dinamiche sociali ed economiche ivi in atto.

Nei casi di retrofit energetico di comparti edilizi in cui i cittadini proprietari degli immobili sono chiamati a contribuire economicamente alla realizzazione degli interventi, il coinvolgimento e la conseguente partecipazione sociale sono indispensabili per dimostrare quali saranno i vantaggi per i residenti e per redigere accordi tra le parti e modelli di business adeguati al contesto sociale e alle possibilità di ogni singolo cittadino (Mangialardo e Micelli, 2017; Marzouki et al., 2022).

La questione della partecipazione sociale, come tutte quelle inerenti alla trasformazione delle città è, d'altronde, anche una questione economica e durante l'attuazione di interventi di miglioramento o di rigenerazione urbana è necessario parlare anche di investimenti sociali correlati, cioè investimenti straordinari su diverse forme di comunicazione, consultazione, educazione, sviluppo di competenze e saperi degli abitanti.

D'altronde, non va dimenticato che il comportamento dell'utente finale, cioè dei cittadini, è determinante per raggiungere alti livelli di efficienza energetica edilizia ed urbana e che il loro livello di conoscenza, dalle tematiche ambientali, al funzionamento di un apparecchio energivoro (come un impianto di climatizzazione o di un elettrodomestico), può avere un elevato impatto sui consumi energetici.

Il concetto di partecipazione sociale, inoltre, permette di produrre politiche pubbliche più efficaci nei confronti dei soggetti più deboli (generalmente sottorappresentati nei luoghi della decisione), coinvolgendoli direttamente nella trasformazione delle città, aiutandoli ad emergere per creare valore aggiunto territoriale e favorendo la crescita delle autonomie locali. Il mancato coinvolgimento degli attori locali e una scarsa partecipazione sociale durante i processi di rigenerazione urbana ed efficientamento energetico possono causare, ad esempio, fenomeni di gentrificazione. Alla luce di ciò, le politiche e le strategie di partecipazione devono accompagnare (e non seguire) i processi di trasformazione delle città. La maggior parte degli strumenti urbanistici o di piano prevedono procedure ordinarie di partecipazione; ma nei casi di interventi mirati a scala di quartiere possono essere pensate ed attuate anche forme alternative, al fine di invogliare i cittadini ad una consultazione e ad una presenza più attiva. Ci sono molte tecniche di confronto (sia diretto che virtuale) tra gruppi più o meno allargati di cittadini ed assumere un approccio il più possibile concreto, magari attraverso l'attivazione di laboratori sociali, è importante per dare vita a coinvolgimenti produttivi dei cittadini (Dell'Ovo et al., 2020a).

La partecipazione a livello territoriale, inoltre, può essere promossa attraverso partnership tra settori pubblico, privato e sociale, ridisegnando i rapporti tra questi con regole e procedure trasparenti e competitive, al fine di offrire alla collettività il meglio delle competenze private e la massimizzazione delle utilità pubbliche (Marzouki et al., 2022).

5



5. VALUTAZIONI MONETARIE E MULTI-DIMENSIONALI PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA DEI QUARTIERI

5.1. Le valutazioni per la transizione energetica

Al fine di acquisire le conoscenze necessarie ad elaborare un modello di valutazione delle alternative di intervento a supporto del processo decisionale sono state studiate le metodologie di valutazione che sono applicabili nel campo della transizione energetica alla scala del quartiere.

Si premette che le valutazioni di piani e progetti possono essere applicate in corrispondenza di diverse fasi:

- *ex ante*, prima che il progetto o il piano venga delineato e posto in atto, per verificare se è fattibile e/o desiderabile;
- *in itinere*, dopo che il progetto o il piano è stato delineato e mentre viene posto in atto, per verificare se lo stato di avanzamento corrisponde a quanto previsto in itinere;
- *ex post*, dopo che il progetto o il piano è stato posto in atto ed ha prodotto dei risultati, per verificare se ha prodotto i risultati attesi o meno.

Questa ricerca è orientata allo studio di un modello decisionale per la selezione tra alternative di intervento relative alla transizione di un quartiere in NZED nella fase *ex ante*, tenendo conto della partecipazione di una pluralità di soggetti, pubblici e privati, e della possibilità di effettuare la scelta non soltanto di convenienza economica, espressa in termini monetari, ma anche di convenienza sociale e ambientale in termini extra-monetari.

Per valutare gli interventi di transizione energetica e, più nello specifico, interventi di retrofit energetico a scala di quartiere, è fondamentale prendere in considerazione una serie di fattori ed elementi.

Innanzitutto, è importante selezionare il criterio decisionale o un set di criteri decisionali (*fundamental point of view*), al fine di confrontare e classificare gli scenari o progetti alternativi. In presenza di problemi complessi caratterizzati da elevata incertezza, numerosi obiettivi, molteplici interessi conflittuali in cui sono presenti variabili qualitative sociali e ambientali, è preferibile adottare un set di criteri e metodi di valutazione multidimensionali.

Nella valutazione di un progetto di riqualificazione energetica, è essenziale considerare anche processi di ottimizzazione delle risorse impiegate in riferimento ai costi globali e al consumo

energetico, in linea con quanto definito dalla Direttiva 2010/31/UE⁷². Nel caso in cui, oltre al consumo energetico e ai costi globali, che includono i costi di investimento, di manutenzione, di esercizio e di smaltimento, si voglia tenere conto di elementi sociali, culturali o sanitari, indici di comfort, emissioni inquinanti o tecnologie, è necessaria l'utilizzazione di procedure multicriteriali o multiobiettivo (Fattinanzi e Mondini, 2015).

La realizzazione degli interventi di transizione energetica a scala di quartiere è indubbiamente condizionata dal raggiungimento della convenienza economica per tutti i soggetti coinvolti (ovvero proprietari degli immobili, inquilini, investitori, finanziatori e amministrazioni pubbliche). Diventa, quindi, di grande importanza individuare e promuovere i sistemi di finanziamento in grado di facilitare e ampliare la partecipazione degli *stakeholders*, così come degli strumenti fiscali e finanziari di sostegno alle azioni di riqualificazione energetica (cfr. Sezione 2). Difatti, la riduzione della tassazione e del costo dei finanziamenti e la disponibilità di co-finanziamenti e incentivi (europei, nazionali, pubblici, privati, etc.) favorisce in modo significativo la fattibilità di interventi di trasformazione energetica urbana utili a ridurre i consumi del patrimonio edilizio e ad abbatterne le emissioni di CO₂. Tale modalità, se concepita solo nel contesto di interventi episodici, limiterebbe le sue potenzialità al singolo elemento edilizio ma, attraverso il supporto di un'attenta e integrata pianificazione urbana ed energetica, deve diventare un fattore chiave per la costruzione delle relazioni tra i sottosistemi che costituiscono la città e la realizzazione di quartieri ad alta efficienza energetica (Delmastro et al., 2016; Giuffrida, 2009; Napoli et al., 2020).

La valutazione degli interventi di transizione energetica, dunque, implica la stima di molteplici fattori: risparmi energetici ottenuti, risparmi monetari, benefici ambientali, spese in conto capitale o altro.

Il calcolo dei risparmi energetici di un edificio è basato sull'energia operativa (cioè la quantità di energia consumata da un edificio per soddisfare i suoi requisiti di riscaldamento, raffreddamento ed elettricità) e l'energia incorporata durante il suo ciclo di vita (cioè la quantità totale di energia assorbita dall'edificio e dai suoi materiali durante l'intero processo di produzione, costruzione, funzionamento, demolizione e smaltimento). L'energia operativa può essere calcolata tramite audit energetici. Invece, la metodologia che è in grado di tenere conto dell'energia utilizzata durante il ciclo di vita di un edificio è il *Life Cycle Assessment* (LCA), o *Analisi del ciclo di vita*. Quanto più gli interventi aumentano la prestazione energetica di un edificio, tanto minore sarà l'energia di esercizio; tuttavia, la realizzazione di questi interventi produrrà un aumento dell'energia totale incorporata nel processo. Tramite l'LCA è possibile determinare se si ottiene un saldo positivo e, pertanto, è conveniente intervenire (Giorgi et al., 2017; Trovato e Giuffrida, 2021). La valutazione della redditività, invece, può essere ottenuta attraverso metodi di valutazione monodimensionali monetari (come l'*Analisi Costi Ricavi*).

Altri due aspetti che possono essere trattati per valutare gli interventi di retrofit energetico a scala di quartiere sono le modalità di distribuzione territoriale del reddito e della ricchezza, utile ad indirizzare le scelte localizzative di specifici interventi all'interno di un sistema

⁷² L'articolo 2 della *Direttiva 2010/31/UE* definisce il livello ottimale in funzione dei costi come il «livello di prestazione energetica che comporta il costo più basso durante il ciclo di vita economico stimato».

territoriale o di una città con finalità redistributive, e l'apprezzamento dell'efficienza energetica degli edifici nel mercato immobiliare (Mangialardo et al., 2019).

Ai fini del presente studio si è contratta l'attenzione sulle *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA).

5.1.1. Il valore economico dei beni ambientali

Un elemento imprescindibile di qualsiasi intervento che rispetti i principi della sostenibilità è costituito dalla definizione delle categorie del valore dei *beni ambientali*. I beni ambientali rientrano nella categoria dei beni pubblici⁷³ e al loro interno sono annoverate tutte le risorse naturali che ci offre il pianeta Terra, dall'energia del sole a quella fornita dai combustibili fossili, dalle materie prime alla disponibilità di suolo.

Esistono numerose classificazioni delle risorse naturali, ma quella di maggior interesse per le tematiche energetiche è la distinzione tra:

- *risorse rinnovabili*, il cui stock viene ricostituito naturalmente (lo stock di risorse rinnovabili rimane costante se il tasso di prelievo della risorsa è pari al suo tasso di ricostituzione, invece, se il tasso di prelievo è superiore a quello di ricostituzione si avrà un depauperamento delle risorse);
- *risorse non rinnovabili*, il cui stock non è ricostituibile (l'utilizzo di tali risorse conduce ad un esaurimento dello stock e il tempo di esaurimento dipende dal tasso di prelievo della risorsa).

In un mercato efficiente è il prezzo del bene che indica la scarsità della risorsa, ma nel caso dei beni ambientali questo non accade. La loro particolarità risiede nel fatto che tali beni non vengono scambiati all'interno di un mercato e non hanno un prezzo di mercato, con la conseguenza di sfruttamento eccessivo. Tuttavia, è innegabile che l'ambiente riveste un ruolo primario nel sistema economico, sia perché vi partecipa attivamente fornendo gli input utili ai processi produttivi (materie prime ed energia), sia perché riceve passivamente gli output delle attività di produzione (emissioni inquinanti e rifiuti)⁷⁴. Una modifica nel sistema ambientale, l'esaurimento di una risorsa o il crollo di un ecosistema devono allora essere considerati, oltre che per ragioni etiche, anche per le ripercussioni sul mondo economico. Il valore dei beni ambientali nasce, dunque, quando i beni naturali (quali, ad esempio, l'acqua e il suolo) si trasformano in beni economici; non sono più risorse illimitate e la loro disponibilità diviene

⁷³ I beni pubblici, detti anche beni a consumo collettivo, sono tali perché la fruizione da parte di un individuo è compatibile con quella di molti altri soggetti (principio di non rivalità): lo stesso bene può essere goduto contemporaneamente da consumatori diversi senza che, per questo, aumentino i costi di produzione del bene stesso o si riduca l'utilità ritraibile dai singoli. Inoltre, i beni pubblici sono caratterizzati dalla non escludibilità, cioè dall'impossibilità da parte di un individuo di escludere altri dalla fruizione del bene. I beni privati, o a consumo individuale, al contrario, si caratterizzano perché la loro fruizione da parte di un individuo è incompatibile con il consumo da parte di uno o più individui.

⁷⁴ Tutte le azioni economiche che coinvolgono l'ambiente (come i processi produttivi industriali) configurano i beni ambientali come esternalità negative. Dal punto di vista economico, tali esternalità ambientali rappresentano una forma di fallimento del mercato, perché l'assenza del prezzo impedisce l'allocatione ottimale delle risorse. Per risolvere ciò e far fronte alla crisi ambientale e climatica, la scuola economica dell'ambiente ha proposto l'internalizzazione delle esternalità negative attraverso la formulazione di un sistema di prezzi che comprenda le risorse naturali. In tal modo i costi esterni, in genere interamente ricadenti sulla società, sarebbero pagati in parte dall'inquinatore.

limitata per quantità e per qualità. Dal sistema economico aperto e illimitato del cowboy si passa all'economia chiusa dell'astronauta (Boulding, 1966). Inoltre, alcuni beni e "servizi" ambientali possono essere utilizzati direttamente dai consumatori senza passare dal mercato e senza rientrare all'interno di specifici processi produttivi. Fare una passeggiata in un parco, ammirare un paesaggio o respirare aria pulita sono tutti elementi ambientali di cui ogni individuo può godere liberamente e che concorrono a soddisfare i bisogni immateriali dell'uomo; pertanto, a loro è attribuibile un valore.

Le «componenti della natura, direttamente godute, consumate o utilizzate per produrre benessere umano» (Boyd e Banzhaf, 2007) forniscono dei servizi e dei co-benefit, dei quali è necessario essere consapevoli per attribuire il giusto valore ai beni ambientali e, di conseguenza, anche ai piani e ai progetti che hanno un impatto (positivo o negativo) su questi. L'inclusione dei co-benefici all'interno di un processo decisionale ha, dunque, un'importanza significativa sia nel campo della definizione delle politiche energetiche sia nelle analisi decisionali relative a progetti di retrofit energetico a scala urbana o di quartiere (Becchio et al., 2021; Caprioli et al., 2020; Trovato et al., 2021).

Negli ultimi anni è stata sviluppata una ricca ricerca bibliografica per la classificazione dei co-benefit che devono essere inclusi nella valutazione di un progetto di sostenibilità energetica, come i benefici ambientali, sociali e sulla salute. Ciò, difatti, consente di ottenere un sistema di supporto decisionale più completo (Dell'Anna et al., 2020; Oppio et al., 2020). Esempi di co-benefit derivanti da interventi di riqualificazione energetica a scala urbana o di quartiere possono essere: adattamento ai cambiamenti climatici; aumento dell'accessibilità dell'energia; aumento della salubrità dei luoghi; rafforzamento della coesione sociale; plus-valorizzazione degli immobili; miglioramento della qualità abitativa indoor e outdoor degli edifici (Napoli et al., 2022; Oppio et al., 2022).

In generale, per poter attribuire un valore ai beni ambientali e ai co-benefit derivanti da interventi di sostenibilità energetica si può fare riferimento al *Valore d'Uso Sociale* o al più recente concetto di *Valore Economico Totale*. Il primo può essere genericamente definito come il valore d'utilizzo di un bene pubblico e corrisponde alle molteplici utilità o servizi erogati da esso ai singoli individui che compongono una collettività. Il concetto di *Valore Economico Totale* (VET), invece, costituisce il background metodologico delle valutazioni monetarie dei beni ambientali e fornisce una «misura onnicomprensiva del valore economico di qualsiasi bene ambientale» (OECD, 2006; Pearce et al., 1991; Pearce e Atkinson, 2006).

Il *Valore d'Uso Sociale* coinvolge contemporaneamente tutti e tre gli aspetti della sostenibilità: economico (valore), sociale (uso sociale) e ambientale (beni ambientali). Nello specifico, il valore d'uso sociale di un bene ambientale è riferito all'apprezzamento che, consciamente o inconsciamente, esprime la società in funzione della sua utilità e della sua fruibilità collettiva (funzione dell'utilità sociale) e può essere definito come l'accumulazione iniziale delle utilità future che potranno trarre dal bene i suoi utilizzatori.

La stima del *Valore d'Uso Sociale* presuppone l'individuazione delle diverse categorie di beneficiari (diretti e indiretti, attuali e potenziali) del bene e, contestualmente, della composizione numerica per poi valutare l'utilità media individuale che ogni fruitore trae dalla disponibilità del bene e, quindi, l'utilità globale per categoria di fruitori e l'utilità complessiva per l'intera collettività degli utenti. Inoltre, deve tenere conto dell'interazione dei molteplici

aspetti che contraddistinguono un sistema sociale: aspetti economico-finanziari; aspetti socio-politici; gli aspetti giuridico-amministrativi; gli aspetti scientifico-culturali; aspetti etico-morali; aspetti estetici-ambientali. La stima di tale valore coinvolge, dunque, anche fattori non facilmente quantificabili in termini monetari e che, come tali, ricadono nel gruppo dei cosiddetti fattori intangibili⁷⁵ (Rizzo, 1989).

Il *Valore Economico Totale*, invece, coinvolge la totalità dei beni e dei servizi che un determinato bene ambientale può produrre a favore dell'uomo. Conoscere il *Valore Economico Totale* delle risorse e dei beni ambientali è, dunque, importante per verificare la razionalità delle scelte di sviluppo e per dare peso alle politiche di tutela dell'ambiente e, di conseguenza, alle politiche energetiche. Il VET si compone di due grandi categorie di benefici che una risorsa naturale offre o può offrire: il *valore d'uso* e il *valore di non uso*. Il *valore d'uso* dipende essenzialmente dalla possibilità di ottenere un beneficio personale tramite la fruizione di un bene e può essere di tipo diretto (riguarda i benefici derivanti da un consumo attuale, atteso o possibile di un bene), indiretto (riguarda tutti i servizi di cui si beneficia indirettamente, ovvero non volontariamente) o di opzione (riguarda il valore che un bene acquisisce in virtù della possibilità di poterlo usare in futuro). Mentre, il *valore di non uso* è indipendente dalla fruizione del bene e si compone del valore di esistenza (riguarda la consapevolezza che un bene esiste e continua ad esistere anche se non se ne farà mai uso in futuro) e del valore di lascito (riguarda l'idea che le generazioni future siano in grado di usufruire di un certo bene). Il VET è, quindi, dato dalla somma di tutti questi componenti.

La stima del *Valore Economico Totale* può essere effettuata utilizzando due tipi di approcci:

- gli approcci di *preferenza rivelata*;
- gli approcci di *preferenza dichiarata*.

Tabella 5.1. Classificazione dei principali metodi degli approcci di preferenze rivelate e dichiarate (fonte: elaborazione propria su dati Roscelli, 2014)

| Approccio | Metodologia | Caratteristiche |
|-----------------------|--|--|
| Preferenze rivelate | <i>Metodo dei prezzi edonici</i> | Si basa sul principio di complementarità debole tra un bene di mercato e un bene pubblico, per cui è possibile partire dai prezzi di mercato di un bene privato per stimare i prezzi delle singole componenti del bene ambientale |
| | <i>Metodo del costo di viaggio</i> | Si basa sull'idea che i costi individuali sostenuti per fruire di una risorsa siano una buona approssimazione del valore soggettivo attribuito alla funzione della risorsa, dunque, misura i costi reali delle spese sostenute dai visitatori per raggiungere o fruire di un determinato bene ambientale |
| Preferenze dichiarate | <i>Metodo di valutazione contingente</i> | Si basa sull'affermazione della disponibilità a pagare per continuare a fruire di un bene (<i>Willingness to Pay</i> - WTP) o ad accettare, in corrispondenza di una certa offerta, di rinunciare alla fruizione di tale bene (<i>Willingness to Accept</i> - WTA) |
| | <i>Modelli choice experiments</i> | Si basano sulla stima dell'utilità in funzione della scelta tra alternative discrete relative a un certo bene, dunque, utilizzano la presentazione di set di scelta (alternativi o scenari) da sottoporre agli intervistati |

⁷⁵ Tra i fattori intangibili possono essere annoverati, ad esempio, i benefici all'immagini di un luogo, alla trasmissione di memoria storica alle generazioni future, alla salute e al benessere psicofisico.

Le tecniche basate sulle preferenze rivelate deducono in modo indiretto i valori relativi ai beni ambientali da informazioni osservate su mercati esistenti di beni connessi con quelli da valutare; non rappresentano, dunque, una scelta reale poiché utilizzano simulazioni di mercato e scenari ipotetici. Invece, le tecniche basate sulle preferenze dichiarate ricavano in modo diretto le preferenze utilizzando interviste in cui i soggetti coinvolti sono chiamati ad esprimere la propria disponibilità a pagare per una certa risorsa ambientale. Tra i metodi di preferenza rivelata i più comuni sono il *metodo dei prezzi edonici (Hedonic Price)* e il *metodo dei costi di viaggio (Travel Cost Method)*; tra i metodi di preferenza dichiarata, invece, i più utilizzati sono il *metodo di valutazione contingente* e i *modelli choice experiments* (Tab. 5.1). Da un punto di vista operativo, l'identificazione del metodo più adatto dipende dalla tipologia del bene oggetto di valutazione, dalla finalità della stima e dalla disponibilità quali-quantitativa di dati e informazioni (Roscelli, 2014).

5.2. Valutazioni monetarie per la transizione energetica

Le tecniche di valutazione monodimensionali monetarie esprimono gli effetti positivi (vantaggi) e quelli negativi (svantaggi) prodotti da un piano o da un progetto in termini esclusivamente monetari e possono essere sostanzialmente di due tipologie: analisi economiche e analisi finanziarie. Le prime effettuano la valutazione dal punto di vista della collettività; mentre, nelle seconde l'ottica è quella del soggetto cui compete la realizzazione e la gestione del progetto o del piano. Ne consegue che:

- i benefici e i costi possono non risultare gli stessi per la collettività e per i soggetti che realizzano l'opera;
- il sistema dei prezzi adottato è diverso, in quanto si usano prezzi contabili o prezzi ombra per l'analisi economica (cioè prezzi che riflettono il costo di opportunità delle risorse impiegate dalla collettività per la realizzazione dell'opera) e prezzi di mercato per l'analisi finanziaria.

La tecnica di analisi finanziaria più utilizzata è l'*Analisi Costi Ricavi (ACR)*; mentre, la tecnica di tipo economico più diffusa è l'*Analisi Costi Benefici (ACB)*. Entrambe sono state ampiamente utilizzate per supportare decisioni di investimenti sia pubblici sia privati anche a livello energetico, urbano e di quartiere (Becchio et al, 2019a, 2019b; Napoli et al., 2017). Altre tipologie di valutazioni monodimensionali monetarie sono l'*Analisi Costi-Efficacia (CEA)*, che serve per affrontare e risolvere problemi di ottimizzazione, e la *Valutazione di Impatto Comunitario (VIC)*, all'interno della quale i costi e i benefici vengono articolati che in riferimento a specifici gruppi sociali.

5.2.1. Analisi finanziarie e analisi economiche di interventi di retrofit energetico a scala di quartiere

L'*Analisi Costi Ricavi (ACR)* è una tecnica di valutazione che verifica la convenienza finanziaria e la redditività di un progetto per un soggetto (pubblica amministrazione, ente, azienda, cittadino privato, ecc.) che intende realizzarlo. Nell'ACR il flusso di cassa di un progetto è composto da costi in uscita e ricavi in entrata. Il flusso di cassa di un anno è pari a:

$$F_n = R_n - C_n \quad (1)$$

dove: F è il flusso di cassa atteso; R sono i ricavi; C sono i costi; n è l'anno considerato.

Per valutare la convenienza di un progetto di retrofit energetico attraverso l'ACR si devono fare esplicite assunzioni circa:

- l'arco temporale del flusso di cassa, che corrisponde alla vita utile degli interventi;
- il periodo unitario, solitamente l'anno (ma in alternativa può essere utilizzato il biennio, il semestre, ecc.);
- i costi di realizzazione e di gestione dell'investimento e la loro distribuzione nel tempo (ivi compresi, ad esempio, i tassi di finanziamento nel caso in cui non si dovesse disporre del capitale iniziale totale);
- i ricavi attesi dall'investimento e la loro distribuzione nel tempo (ivi compresi, ad esempio, le erogazioni di incentivi pubblici);
- il saggio di attualizzazione impiegato per calcolare il valore attuale del flusso di ricavi netti;
- i criteri di giudizio da utilizzare per verificare la convenienza finanziaria dei progetti.

Un fattore determinante nell'ACR è, dunque, il fattore tempo. Il peso di questo fattore dipende da un effetto di carattere finanziario che lo lega al valore del denaro e secondo cui, a parità di altre condizioni, ad un allungamento dei tempi di rientro delle risorse investite in un progetto corrisponde una contrazione dei benefici di ordine finanziario. Bisogna anche considerare che una maggiore durata dell'investimento incrementa il livello d'incertezza delle previsioni sulle variabili del progetto e aumenta il livello di rischio. D'altronde, un progetto o un piano per la transizione di un quartiere in uno NZED non può essere realizzato in tempi brevi. Per comparare i costi e i ricavi di un progetto o di progetti alternativi distribuiti nel tempo occorre costruire un flusso di cassa attualizzato (*discounted cash-flow analysis*) (Abastante et al., 2017).

Gli indicatori più utilizzati per valutare la convenienza finanziaria di un progetto o per confrontare diverse alternative sono:

- il *Valore Attuale Netto* finanziario (VAN_F), che rappresenta la sommatoria attualizzata dei flussi di cassa;
- il *Tasso di Rendimento Interno* (TRI), cioè il tasso che rende il VAN pari a zero;
- il *Pay Back Period* (PBP) o tempo di ritorno, che rappresenta il tempo necessario affinché il capitale investito sia compensato dai flussi positivi.

Il *Valore Attuale Netto* finanziario si basa sul principio secondo il quale un piano o un progetto merita di essere preso in considerazione solo se i ricavi che produce sono superiori alle risorse utilizzate. Secondo tale criterio l'alternativa progettuale preferibile è quella che presenta il VAN maggiore; mentre per un VAN inferiore allo zero non conviene attuare il progetto. Il VAN rappresenta, dunque, la ricchezza incrementale generata dall'investimento, espressa come se fosse immediatamente disponibile nell'istante in cui viene effettuata la valutazione. Pertanto, analiticamente, può essere determinato come somma algebrica dei flussi di cassa (differenza fra ricavi e costi) attualizzati:

$$V_F = \sum_{t=1..n} \frac{R_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

dove: R sono i ricavi; C sono i costi; r è il saggio di attualizzazione; t è il tempo; n è la durata dell'investimento.

Un VAN positivo testimonia, in sostanza, la capacità del progetto di erogare flussi monetari sufficienti a ripagare l'investimento iniziale, remunerare i capitali impiegati nell'operazione e lasciare eventualmente risorse disponibili per altre ulteriori destinazioni.

Il *Tasso di Rendimento Interno* finanziario è quel particolare saggio in corrispondenza del quale il VAN si annulla, cioè quando i ricavi attualizzati sono uguali ai costi attualizzati, secondo la relazione:

$$V = 0 \rightarrow \sum \frac{R_n}{(1+T)^n} - \sum \frac{C_n}{(1+T)^n} = 0 \quad (3)$$

dove: R sono i ricavi; C sono i costi; n costituisce il numero di anni.

Secondo tale criterio, se il TRI risulta superiore o uguale ad un saggio preso come riferimento (rendimento minimo) allora il progetto è conveniente; mentre se risulta inferiore al saggio di riferimento il progetto non è conveniente. Tra gli svantaggi di questo tipo di criterio vi sono il fatto che alcuni progetti possono fornire TRI multipli e che non sempre il TRI fornisce, da solo, una corretta misura di redditività (ad esempio potrebbe dare indicazioni non paragonabili per progetti alternativi che differiscono per dimensione o distribuzione nel tempo di flussi di cassa).

Il *Pay Back Period*, infine, corrisponde al numero di anni (o, più in generale, al periodo) necessario per compensare l'investimento (costo) iniziale (C_i) con il flusso di cassa, cioè al numero di anni necessari affinché i flussi positivi (ricavi meno costi) generati dall'investimento uguagliino il flusso negativo iniziale, secondo la relazione:

$$P = \frac{C_i}{\sum_{t=0}^n (R_t - C_t)} \quad (4)$$

Questo criterio presenta il vantaggio di essere semplice e di dare una verifica immediata circa l'orizzonte temporale che consente di rientrare dalle spese, ma presenta diverse debolezze: non prende in considerazione l'andamento dei flussi di cassa dopo il recupero dell'esborso iniziale; non internalizza alcuna considerazione circa il rischio associato all'investimento; non assicura la scelta del progetto economicamente più vantaggioso; non tiene conto della vita utile del progetto.

L'*Analisi Costi Benefici* (ACB), invece, è una tecnica di valutazione economica che può essere usata per verificare se un determinato progetto presenta, secondo l'ottica pubblica, una convenienza economica alla sua realizzazione considerando tutti gli effetti, positivi e negativi, diretti e indiretti, immediati e differiti, generati dallo stesso in un dato ambito socio-territoriale. Nel caso specifico del retrofit energetico alla scala urbana del quartiere sono generati non soltanto benefici diretti ma anche numerosi co-benefit di natura economica, ambientale e sociale. Tali benefici non consistono soltanto nella riduzione della spesa monetaria connessa alla domanda di energia, ma anche nella valorizzazione degli immobili, nel miglioramento della qualità abitativa e del comfort interno degli immobili, nell'aumento della salubrità dei luoghi, nella diminuzione delle emissioni inquinanti e dell'impatto sull'ambiente e nel rafforzamento della coesione sociale. L'ACB, quindi, è uno strumento per valutare se e quanto i progetti incrementano il benessere globale della società e per verificare il loro grado di utilità per la collettività (Abastante et al., 2017; Becchio et al., 2019; Roscelli, 2014).

Anche l'ACB si basa sui flussi di cassa attualizzati. Per misurare la convenienza economica della collettività, in relazione alla decisione di realizzare un determinato intervento, tutti i costi di benefici individuati vengono valutati in termini monetari. Inoltre, in analogia con l'analisi finanziaria, si effettua il calcolo degli indicatori di convenienza economica di un progetto:

- il Valore Attuale Netto economico (VAN_E);
- il criterio del rapporto Benefici/Costi;
- il Tasso di Rendimento Interno (TRI).

Il Valore Attuale Netto economico rappresenta la differenza algebrica dei benefici e dei costi attualizzati, secondo la relazione:

$$V_E = \sum \frac{B_n}{(1+r_s)^n} - \sum \frac{C_n}{(1+r_s)^n} \geq 0 \quad (5)$$

dove: B sono i benefici; C sono i costi; r_s è il saggio di sconto sociale; n costituisce il numero di anni.

L'indicatore, dunque, è del tutto analogo al VAN finanziario.

Il criterio del rapporto Benefici/Costi si ottiene effettuando il rapporto della sommatoria dei benefici e dei costi attualizzati, secondo la relazione:

$$V. = \sum \frac{B_n}{(1+r_s)^n} / \sum \frac{C_n}{(1+r_s)^n} \geq 0 \quad (6)$$

dove: B sono i benefici; C sono i costi; r_s è il saggio di sconto sociale; n costituisce il numero di anni.

Pertanto, un progetto è conveniente se il rapporto è maggiore di uno; invece, se esistono diverse alternative, è preferibile quella con il rapporto B/C più elevato.

Il Tasso di Rendimento Interno economico si basa sul calcolo del tasso di sconto per il quale il VAN del progetto si annulla, cioè rendendo equivalenti i flussi di benefici e costi, secondo la relazione:

$$V. = 0 \rightarrow \sum \frac{B_n}{(1+T)^n} = \sum \frac{C_n}{(1+T)^n} \quad (7)$$

dove: B sono i benefici; C sono i costi; r_s è il saggio di sconto sociale; n costituisce il numero di anni.

Il progetto, in questo caso, è conveniente per valori di TRI positivi e superiori a un tasso di riferimento minimo; mentre, nel caso di più progetti alternativi, è preferibile il progetto con il TRI più alto.

L'approccio delle valutazioni monodimensionali monetarie presenta numerosi limiti, dovuti essenzialmente al fatto che, utilizzando come unico parametro quello monetario, risulta essere inadatto a stimare gli innumerevoli aspetti che riguardano la transizione energetica di un quartiere, soprattutto quelli ambientali e sociali (come, ad esempio, il miglioramento del benessere e del confort, l'incremento delle aspettative di vita o l'accessibilità a un bene primario come l'energia). Quest'ultimi, difatti, necessitano l'utilizzo di tecniche di valutazione che possano includere al loro interno anche variabili qualitative.

5.3. Valutazioni multidimensionali per la transizione energetica

Le tecniche di valutazione multidimensionali sono adatte ad esprimere le molteplici “dimensioni” qualitative e quantitative inerenti alla sostenibilità ambientale e sociale degli interventi di riqualificazione energetica alla scala urbana intermedia del quartiere e consentono di gestire una molteplicità di obiettivi, spesso conflittuali, e di supportare il processo decisionale di scelta tra strategie o interventi alternativi. Inoltre, possono essere di tipo partecipativo, in modo da coinvolgere attivamente le comunità locali nei progetti di efficientamento energetico, già dalle prime fasi del processo decisionale. I metodi di valutazione multidimensionali, infatti, possiedono una struttura che consente di: gestire differenti tipi di informazione; formulare giudizi da diversi punti di vista o criteri; costruire un sistema di pesi da associare ai criteri; giungere alla formulazione di un set di soluzioni possibili (Fattinanzi e Mondini, 2015; Napoli et al, 2020; Caprioli e Bottero, 2021).

Gli elementi costitutivi le valutazioni multidimensionali sono:

- i *decisori*, ovvero i soggetti politici, economici e/o sociali coinvolti nel processo decisionale;
- le *alternative*;
- i *criteri*, ovvero i punti di vista principali della valutazione delle alternative;
- i *pesi*, che stabiliscono l'importanza relativa dei criteri;
- le *preferenze*.

Le informazioni (input) che possono essere utilizzati sono:

- *hard*, cioè di tipo cardinale;
- *soft*, cioè espresse su scale qualitative ordinali o nominali;
- *miste*, cioè sia quantitative e sia qualitative.

Le tecniche multidimensionali sono oggi ampiamente utilizzate nei processi decisionali e valutativi relativi alla pianificazione urbana sostenibile. L'utilizzo di queste tecniche, infatti, diventa necessario soprattutto quando si devono effettuare valutazioni di progetti e interventi che coinvolgono aspetti ambientali e sociali, come quelli relativi al retrofit energetico a scala di quartiere (Napoli et al., 2020). Proprio in questi casi, infatti, l'interazione tra le valutazioni multidimensionali e le diverse fasi di un progetto permette di determinare quali sono, tra le possibili alternative prese in esame, quelle che garantiscono il conseguimento della massima utilità sociale.

5.3.1. Metodologie di supporto alle decisioni

Nel campo della *Decision Analysis* l'analisi multicriteriale per scopo decisionale (*Multi-Criteria Decision Analysis*, MCDA) è orientata a supportare il decisore qualora si trovi ad operare con informazioni numerose, eterogenee e contrastanti e dati di diversa natura, consentendogli di giungere alla soluzione migliore rispetto ai criteri di valutazione e ai suoi obiettivi prefissati. Dunque, i problemi decisionali multicriteriali possono anche avere pluralità di criteri e di obiettivi, anche contrastanti tra loro, e ammettono l'esistenza di relazioni non lineari tra le parti di un problema.

Queste analisi si sono sviluppate rapidamente nel corso degli ultimi decenni e hanno sostituito l'ottimizzazione lineare per la risoluzione di problemi decisionali, che può essere applicata soltanto quando ogni elemento del problema è ben definito, l'obiettivo è esplicito e

quantificabile e il problema di scelta può essere modellizzato in modo razionale. Al termine del processo, tra le soluzioni possibili, la migliore è quella che, dati certi vincoli, tende a massimizzare o a minimizzare la funzione oggetto di studio. Tuttavia, nel mondo reale, questi aspetti di perfetta razionalità, semplicità e quantificabilità esistono raramente e la maggior parte dei problemi decisionali non possono essere risolti sulla base di un approccio unidimensionale (come quello dell'ACR o dell'ACB) (Roscelli, 2014).

I metodi multicriteriali di supporto alle decisioni, inoltre, hanno la particolarità di porre il decisore al centro del processo, supportandolo nella espressione delle preferenze e delle priorità e nella analisi sistematica delle alternative al fine di prendere una decisione. Questo consente di incorporare nel processo informazioni personali e tratti soggettivi del decisore, permettendo in tal modo di giungere ad una soluzione idonea e non necessariamente identica per tutti. I metodi di valutazione decisionale, infatti, non vanno mai intesi come algoritmi che forniscono automaticamente la soluzione voluta, quanto piuttosto come un aiuto che permette una analisi sistematica delle alternative e che guida il decisore verso un esito, di cui avrà comunque tutta la responsabilità. Inoltre, sia le decisioni, che le finalità del processo decisionale possono essere molteplici. Per quanto riguarda le decisioni, queste possono essere differenziate e classificate in diversi modi ma, in generale, una decisione è definibile come la scelta di intraprendere un'azione, tra più alternative disponibili (opzioni), da parte di un individuo o di un gruppo (decisore) (Fattinnanzi e Mondini, 2015).

In generale, l'applicazione delle analisi multicriteriali prevede una serie di step che, a seconda della tipologia del problema decisionale e del metodo impiegato, possono subire alcune variazioni (Figura 5.1).

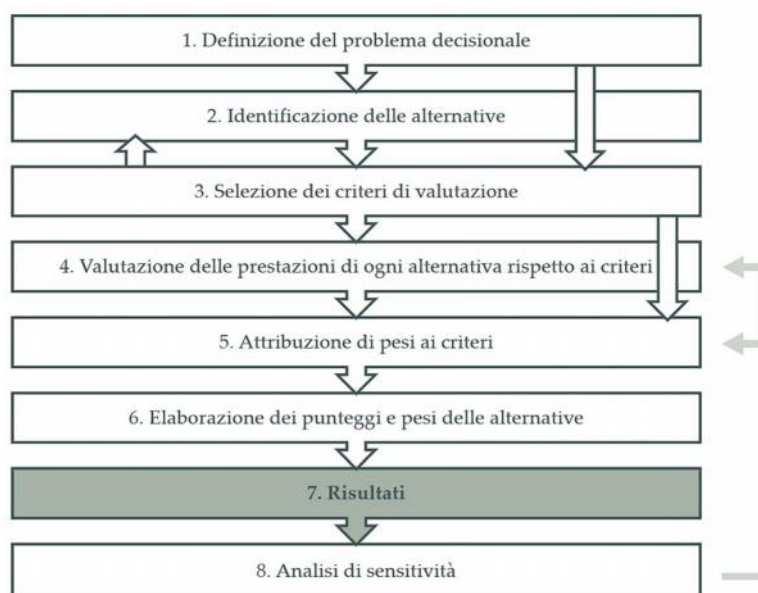


Figura 5.1. Fasi generali di una MCDA (fonte: elaborazione propria)

Nell'ambito degli interventi urbani, quali le riqualificazioni energetiche dei quartieri, le MCDA costituiscono uno strumento di supporto in tutte le fasi del progetto e, in particolare, nella fase *ex ante* della valutazione, nella quale si individuano le alternative di trasformazione possibili e i vantaggi e svantaggi che potrebbero derivare dalla loro realizzazione (Bottero et al., 2019;

Caprioli e Bottero, 2021; Dall’O’ et al., 2013; Della Spina et al., 2016; Lami et al., 2021; Lombardi et al., 2017; Oppio et al., 2021).

Gli scopi del processo decisionale possono essere molteplici e possono essere classificati in diversi modi. Sulla base dell’orizzonte temporale di riferimento, le decisioni possono essere suddivise in: strategiche, che hanno una prospettiva temporale a lungo termine e un basso livello di automazione; tattiche, che hanno una prospettiva temporale a medio termine e un medio livello di automazione; operative, che hanno una prospettiva temporale a breve termine e un alto livello di automazione (Tab. 5.2).

Tabella 5.2. Categorie di problemi decisionali (fonte: Ishizaka e Nemery, 2013)

| Decisione | Prospettiva temporale | Innovazione | Grado della struttura | Automazione |
|------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| Strategica | A lungo termine | Nuova | Basso | Bassa |
| Tattica | A medio termine | Adattiva | Semi-strutturato | Media |
| Operativa | A breve termine | Quotidiana | Strutturato | Alta |

Per poter effettuare una scelta bisogna essere a conoscenza di tutte le alternative disponibili e delle conseguenze che possono scaturire da ciascuna. Spesso, però, non si riesce a disporre di informazioni complete, o perché se ne ignorano alcune o perché non si è in grado di prevedere tutte le conseguenze a questa associate. D’altra parte, le conseguenze delle decisioni non dipendono solo dal corso d’azione prescelto, ma anche dalle condizioni del contesto nel quale il processo decisionale si svolge, il cosiddetto *stato di natura*. Una decisione, pertanto, è caratterizzabile dall’azione prescelta, dallo stato di natura e dalle conseguenze dell’azione (il risultato). Dunque, secondo il grado di conoscenza dello stato di natura, si possono distinguere:

- *decisioni in situazioni di certezza*, se il decisore conosce lo stato di natura;
- *decisioni in situazioni di rischio*, se il decisore, pur non conoscendo lo stato di natura, dispone tuttavia di una misura della probabilità associata a ciascun possibile stato;
- *decisioni in situazioni di incertezza*, se il decisore non conosce né lo stato di natura né le probabilità associate ai possibili stati di natura.

Un’ulteriore classificazione può riguardare il trattamento delle preferenze. Al riguardo si distinguono metodi compensatori, parzialmente compensatori e non compensatori, dove per compensabilità ci si riferisce alla possibilità di bilanciare una “pessima” prestazione rispetto ad un criterio con un’altra prestazione considerata “buona” rispetto ad un altro criterio.

Infine, per quanto concerne le finalità del processo decisionale esistono quattro tipi di problemi principali:

- il *solving* (o *choice*) *problem*, che consiste nella selezione della opzione migliore (o di riduzione delle opzioni in un sottoinsieme di alternative equivalenti);
- il *ranking problem*, che consiste nella costruzione di una classifica delle alternative ordinate dalle migliori alle peggiori (per punteggi, per confronti a coppie, ecc.);
- il *sorting problem*, che consiste nella suddivisione delle alternative in gruppi omogenei, ordinati e predefiniti sulla base di caratteristiche e comportamenti simili, per motivazioni varie (descrittive, organizzative, ecc.);

- la *description problem*, in cui l'obiettivo è quello di definire e descrivere le caratteristiche delle alternative.

Ulteriori problemi decisionali possono essere anche:

- l'*elimination problem*, che è configurabile come una sottocategoria del *sorting problem* e serve ad eliminare dalla scelta alcune alternative;
- il *design problem*, il cui scopo è identificare o creare una nuova azione che possa soddisfare l'obiettivo del decisore.

Inoltre, possono esistere altri problemi decisionali complessi, che spesso combinano le tipologie di problemi precedentemente elencate.

I principali metodi MDCA, suddivisi per tipologia di finalità del processo decisionale, sono riportati nella Tabella 5.3.

Tabella 5.3. Problemi e metodi MCDA (fonte: Ishizaka e Nemery, 2013)

| <i>Solving o Choice problems</i> | <i>Ranking problems</i> | <i>Sorting problems</i> | <i>Description problems</i> |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| AHP | AHP | AHPSort | |
| ANP | ANP | | |
| MAUT/UTA | MAUT/UTA | Utadis | |
| MACBETH | MACBETH | | |
| PROMETHEE | PROMETHEE | FlowSort | Gaia, FS-Gaia |
| ELECTRE I | ELECTRE III | ELECTRE-Tri | |
| TOPSIS | TOPSIS | | |
| Goal Programming | | | |
| DEA | DEA | | |

Considerato il grande numero di metodi MCDA disponibili e la varietà delle loro caratteristiche, riveste particolare attenzione la fase di selezione del modello adeguato al problema decisionale. Esistono diversi modi per scegliere i metodi MCDA e Ishizaka e Nemery (2013) propongono di esaminare la tipologia di *input*, cioè il tipo di dati e parametri richiesti dal metodo, e la tipologia di *output*, cioè dei risultati forniti dal metodo (Tab. 5.4 e 5.5).

Secondo tale classificazione e seguendo un *climax* crescente di difficoltà nell'ottenimento di dati di input da inserire nei modelli decisionali, al primo posto si trovano i metodi MAUT (per *solving* e *ranking problems*) e UTADIS (per *sorting problems*), il cui utilizzo richiede la conoscenza della funzione di utilità per ogni criterio, cioè una rappresentazione dell'utilità percepita dal decisore dall'esecuzione di ciascuna opzione su un ciascun criterio specifico. Tuttavia, la costruzione della funzione di utilità richiede molto sforzo, tempo e conoscenze dettagliate del problema.

In alternativa, possono essere impiegati i metodi che utilizzano i confronti a coppie tra criteri e opzioni, come AHP e ANP, in cui i confronti sono effettuati utilizzando giudizi verbali, che sono convertiti in punteggi attraverso una scala a nove livelli (*scala fondamentale di Saaty*), o come MACBETH, in cui si utilizza una scala ad intervallo.

Un altro modo alternativo è definire i parametri chiave del problema decisionale. In tal caso, alcuni metodi della famiglia ELECTRE richiedono di esplicitare soglie di indifferenza, preferenza e veto; invece, PROMETHEE necessita solo l'espressione di soglie di indifferenza e

preferenza da parte del decisore. Infine, TOPSIS può essere utilizzato esprimendo opzioni ideali e anti-ideali.

Anche la *Goal Programming* e DEA fanno parte della famiglia MCDA, ma sono utilizzati in casi particolari. Difatti, nella *Goal Programming* un obiettivo ideale può essere definito solo in base a vincoli di fattibilità; mentre, in DEA non sono richiesti input soggettivi ed il suo impiego avviene soprattutto per la valutazione di determinate prestazioni o *benchmarking*. In ogni caso, la qualità e la validità degli output dipendono dagli sforzi di modellazioni e dalla completezza e chiarezza degli input.

Tabella 5.4. Tipologie di input e output dei principali metodi MCDA per *solving problems* e *ranking problems* (fonte: Ishizaka e Nemery, 2013)

| Tipologia di input | Sforzo nell'ottenimento dei dati di input | Metodo | Tipologia di output |
|---|---|-------------------------|--|
| Funzione di utilità | Molto alto | MAUT | Classifica completa con punteggi |
| Confronti a coppie su una scala di rapporti e interdipendenze | ↑ ↓ | ANP | Classifica completa con punteggi |
| Confronti a coppie su scala a intervalli | | MACBETH | Classifica completa con punteggi |
| Confronti a coppie su una scala dei rapporti | | AHP | Classifica completa con punteggi |
| Soglie di indifferenza, preferenza e veto | | ELECTRE | Classifica parziale e completa (gradi di successione a coppie) |
| Soglie di indifferenza e di preferenza | | PROMETHEE | Classifica parziale e completa (gradi e punteggi di preferenza a coppie) |
| Opzione ideale e vincoli | | <i>Goal Programming</i> | Soluzione fattibile con punteggio di deviazione |
| Opzione ideale e anti-ideale | | TOPSIS | Classifica completa con punteggio di vicinanza |
| Nessun input soggettivo richiesto | Molto basso | DEA | Classifica parziale con punteggio di efficacia |

Tabella 5.5. Tipologie di input e output dei principali metodi MCDA per *sorting problems* (fonte: Ishizaka e Nemery, 2013)

| Tipologia di input | Sforzo nell'ottenimento dei dati di input | Metodo | Tipologia di output |
|--|---|-------------|---|
| Funzione di utilità | Alto | UTADIS | Classifica con punteggi |
| Confronti a coppie su una scala dei rapporti | ↑ ↓ | AHPSort | Classifica con punteggi |
| Soglie di indifferenza, preferenza e veto | | ELECTRE-TRI | Classifica con confronti di gradi a coppie |
| Soglie di indifferenza e di preferenza | | FLWSORT | Classifica con confronti di gradi e punteggi a coppie |

Un'altra possibile classificazione dei metodi MCDA può essere effettuata sulla base del tipo di approccio utilizzato. I tre approcci principali sono: il *full aggregation approach*; l'*outranking approach*; il *goal, aspiration, reference-level approach* (Tab. 5.6).

Tabella 5.6. Classificazione dei principali metodi MCDA per tipo di approccio
(fonte: elaborazione propria)

| <i>Full aggregation approach</i> | <i>Outranking approach</i> | <i>Goal, aspiration, reference-level approach</i> |
|----------------------------------|----------------------------|---|
| AHP | PROMETHEE | TOPSIS |
| ANP | ELECTRE | Goal Programming |
| MAUT | | DEA |
| MACBETH | | |

Infine, vanno altri approcci alternativi e complementari, quali *Conjoint analysis*, *Fuzzy preference*, *Fuzzy integrals*, *Rough sets*, ecc. Queste metodologie sono sorte con lo scopo di fronteggiare i problemi di incertezza della conoscenza e di complessità e conflittualità dell'ambiente decisionale.

5.3.2. *Full aggregation approach*

Il *full aggregation approach* consente di ottenere una classificazione completa delle alternative attraverso l'espressione di un punteggio. I metodi che utilizzano tale approccio esprimono un punteggio per ciascun criterio; tali punteggi sono successivamente sintetizzati in un punteggio globale che rende possibile il confronto tra tutte le opzioni e la classificazione dalle migliori alle peggiori. Alcuni di questi metodi sono di tipo compensatorio, ovvero un punteggio negativo per un criterio può essere compensato da un punteggio positivo su un altro.

Tra i metodi del *full aggregation approach* i più noti sono i metodi *Analytic Hierarchy Process*, *Analytic Network Process*, MAUT e MACBETH.

Analytic Hierarchy Process

Il metodo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) è stato sviluppato Thomas L. Saaty negli anni '70. Si tratta di un metodo decisionale che si basa sulla scomposizione di un problema complesso risolvendo un "sotto-problema" alla volta. Questo approccio è utile nei problemi complessi e la scomposizione è effettuata in due fasi del processo decisionale, durante la strutturazione del problema e durante l'elicitazione delle priorità attraverso confronti a coppie.

Il modello del problema nell'AHP deve avere una struttura gerarchica con un numero minimo di tre livelli in cui:

- l'obiettivo della decisione si trova nel livello superiore;
- nel secondo livello si collocano i criteri di valutazione;
- mentre nel livello più basso ci sono le alternative.

Nelle gerarchie più complesse, è possibile aggiungere altri livelli intermedi, che rappresenteranno i sottocriteri. Inoltre, è necessario specificare che nell'AHP, al posto di punteggi, è più corretto parlare di priorità, da calcolare in base ai confronti a coppie forniti dall'utente. Ogni livello inferiore ha la priorità in base al suo immediato livello superiore.

Le priorità possono essere di due tipi, locali, che indicano l'importanza di un'alternativa rispetto a un criterio specifico, o globali, che indicano l'importanza di un'alternativa rispetto a tutti i criteri. L'aggregazione delle priorità locali e dei criteri identifica le priorità globali da cui è possibile ottenere, al termine del processo, una classifica completa delle alternative.

I criteri e le priorità delle alternative locali sono calcolati utilizzando confronti a coppie e sono valutati, generalmente, tramite la cosiddetta *scala fondamentale 1-9* o *scala fondamentale di Saaty*, la quale consente di convertire un'espressione verbale in numeri interi (Tab. 5.7). Tuttavia, non esiste una regola fissa per l'espressione di giudizio e possono essere utilizzate diverse tipologie di scale.

Tabella 5.7. Scala fondamentale di Saaty (fonte: Saaty, 1896)

| Grado di importanza | Definizione | Spiegazione |
|---------------------|------------------------|---|
| 1 | Equal importance | a e b sono ugualmente importanti |
| 2 | Weak | Situazione intermedia tra 1 e 3 |
| 3 | Moderate importance | a è moderatamente più importante di b |
| 4 | Moderate plus | Situazione intermedia tra 3 e 5 |
| 5 | Strong importance | a è abbastanza più importante di b |
| 6 | Strong plus | Situazione intermedia tra 5 e 7 |
| 7 | Very strong importance | a è decisamente più importante di b |
| 8 | Very, very strong | Situazione intermedia tra 7 e 9 |
| 9 | Extreme importance | a è assolutamente più importante di b |

I confronti sono poi raccolti in matrici. I principali metodi per calcolare le priorità da una matrice di confronto sono: il metodo approssimativo; il metodo degli autovalori; la media geometrica⁷⁶. Mentre, per determinare le priorità globali l'approccio storico dell'AHP adotta un'aggregazione additiva con normalizzazione della somma delle priorità locali all'unità.

Al termine del processo è consigliabile effettuare il *controllo di coerenza* e *l'analisi di sensitività* per confermare la validità del processo. Il controllo di coerenza serve per rilevare eventuali contraddizioni nell'espressione dei giudizi. Le contraddizioni potrebbero, ad esempio, presentarsi per problemi definiti in modo vago, mancanza di informazioni sufficienti (conosciute come razionalità limitata), informazioni incerte o mancanza di concentrazione. Così, una matrice di confronto a coppie è detta coerente se sono rispettate le regole della transitività e della reciprocità. L'analisi di sensitività, invece, è utile per osservare l'impatto sui risultati in conseguenza di modifiche degli input: se la classifica delle priorità globali non varia i risultati possono essere considerati robusti.

Infine, è interessante sottolineare che il metodo AHP può essere adattato in modo da applicarlo alle decisioni di gruppo, sia se gli *stakeholders* hanno lo stesso peso all'interno della decisione, sia se è necessaria una loro ponderazione (Ishizaka e Labib, 2009; Ishizaka e Nemery, 2013; Saaty, 1896, 1990).

Analytic Network Process

L'*Analytic Network Process* (ANP) è stato sviluppato Thomas L. Saaty come una generalizzazione del metodo AHP in cui è possibile inserire le relazioni di dipendenza tra tutti gli elementi del modello (alternative, criteri, sottocriteri e obiettivo). Ciò consente di costruire modelli che rappresentano meglio la complessità della realtà.

⁷⁶ Ogni metodo calcola priorità identiche quando le matrici sono coerenti.

Nell'ANP, dato che possono sorgere dipendenze tra uno qualsiasi degli elementi del problema decisionale, i livelli sono sostituiti da *cluster* e ogni *cluster* può contenere nodi o elementi. Il modello è, quindi, formato da una serie di *cluster* composti da nodi e da una rete di relazioni di dipendenza. Le dipendenze possono essere di tre tipologie:

- *dipendenze interne nel cluster dei criteri*, cioè una correlazione tra elementi dello stesso *cluster* dei criteri;
- *dipendenze interne nel cluster delle alternative*, cioè una correlazione tra elementi dello stesso *cluster* delle alternative;
- *dipendenze esterne (o feedback)*, che rappresentano una correlazione tra due *cluster* (ad esempio, è possibile avere una dipendenza esterna tra il *cluster* dei criteri e il *cluster* delle alternative).

Dunque, oltre ai confronti a coppie dell'AHP, nell'ANP sono necessarie anche delle matrici che modellano la dipendenza interna e altre che modellano la dipendenza esterna.

Quando il problema è stato formulato e sono stati definiti criteri e alternative, è necessario completare una *matrice di influenza*, la quale registra qualsiasi dipendenza tra gli elementi della rete. Questa "supermatrice" è, in sostanza, una matrice partizionata in cui ogni sottomatrice è composta da un insieme di relazioni tra due nodi della rete e convergerà, al termine del processo, verso una matrice che conterrà le priorità globali.

Dunque, anche il metodo ANP fornisce come output una classifica completa delle alternative (Bottero et al., 2008; Ishizaka e Labib, 2009; Saaty, 2006).

MAUT

Il metodo *Multi-Attribute Utility Theory* (MAUT) si basa sull'ipotesi principale che ogni decisore cerca di ottimizzare, in modo più o meno consapevole, una funzione che aggrega tutti i suoi punti di vista. Ciò significa che le preferenze del decisore possono essere rappresentate da una funzione, chiamata *funzione di utilità U*.

Tale funzione non è nota all'inizio del processo decisionale, ma deve essere costruita attraverso diversi passaggi tenendo conto che:

- l'utilità è basata su diversi criteri, i quali consentono la valutazione dell'utilità globale di un'alternativa;
- per ciascun criterio, il decisore esprime un punteggio, chiamato *punteggio di utilità marginale*;
- i punteggi di utilità marginali dei criteri devono successivamente essere aggregati, così da formare il punteggio di utilità globale. Quest'ultimo è rappresentato, alla fine del processo, da un numero reale; pertanto, i punteggi di utilità sono sempre comparabili.

In sostanza, MAUT è un metodo di aggregazione totale che calcola il *trade-off* tra criteri, al suo centro ci sono la funzione di utilità marginale e i pesi, che riflettono le preferenze del decisore per ciascun criterio. Al riguardo devono essere rispettati gli assiomi di comparabilità, riflessività, transitività delle scelte, continuità e dominanza. Inoltre, per avere una famiglia di criteri che rappresenti coerentemente le preferenze del decisore, è necessario che i criteri soddisfino gli assiomi di esauribilità, coesione e non ridondanza.

Dopo aver formulato le condizioni che le funzioni di utilità devono soddisfare, deve essere considerata la forma delle funzioni di utilità. Esistono due diversi metodi per costruire le funzioni di utilità:

- i *metodi diretti*, in cui si stima che la funzione di utilità marginale U_j costruisce U direttamente. Il decisore valuta i parametri con domande sulle preferenze (attraverso valutazioni, classifiche, ecc.), che possono essere effettuate tramite diverse procedure di interrogazione;
- i *metodi indiretti*, in cui si stimano le funzioni di utilità con giudizi globali espressi dal decisore.

Al termine del processo, anche in questo caso il dato di output del metodo sarà una classifica completa dei punteggi delle alternative (Ishizaka e Nemery, 2013).

MACBETH

Il metodo *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* (MACBETH) misura l'attrattività di un'alternativa con una tecnica di valutazione basata su categorie e ha bisogno solo di giudizi qualitativi riguardo la differenza dell'attrattiva tra due elementi alla volta, dalla quale può poi generare punteggi numerici per le opzioni in ogni criterio e per ponderare i criteri.

Lo svolgimento di un problema decisionale utilizzando MACBETH prevede tre passaggi:

- la strutturazione del problema attraverso un "albero di valori";
- la valutazione, che prevede il calcolo dei punteggi e la ponderazione dei pesi dei criteri;
- l'analisi dei risultati, con eventuale analisi di sensitività, e il controllo di incompatibilità.

Nello specifico, durante la fase di valutazione, devono essere calcolati tre tipi di punteggi:

- il peso dei criteri, che misurano l'attrattività di ciascun criterio in relazione all'obiettivo principale;
- il punteggio delle opzioni, che rappresenta l'attrattività di un'opzione per un criterio specifico e che consente di classificare le opzioni sulla base di un singolo criterio;
- il punteggio complessivo delle opzioni, che rappresenta l'attrattività di un'opzione per tutti i criteri e che consente, dunque, di classificare le opzioni in relazione all'obiettivo generale.

Dato che MACBETH è un metodo di confronto a coppie basato su una scala di intervalli, il decisore è tenuto a fornire solo giudizi qualitativi sulla differenza di attrattiva tra due opzioni. Il metodo MACBETH tradizionale offre sette categorie semantiche per la valutazione (Tab. 5.8), ma si possono impiegare anche altre scale verbali.

Tabella 5.8. Le sette categorie semantiche del metodo MACBETH (fonte: Bana e Costa e Vansnick, 1994)

| Categorie semantiche | Scala qualitativa |
|----------------------|-------------------|
| 1 | No |
| 2 | Very weak |
| 3 | Weak |
| 4 | Moderate |
| 5 | Strong |
| 6 | Very strong |
| 7 | Extreme |

I giudizi riguardanti la differenza di attrattività all'interno di un criterio sono inseriti nella *matrice di giudizio*. Successivamente, se la matrice è sufficientemente coerente, è possibile

esprimere la differenza di attrattività tra i criteri e calcolare i pesi e i punteggi delle opzioni. Infine, MACBETH aggrega in una tabella⁷⁷ i punteggi ponderati in modo additivo allo scopo di ricavare il punteggio complessivo delle opzioni.

MACBETH richiede un'elevata coerenza per poter calcolare i punteggi. Pertanto, è consigliabile effettuare un controllo delle eventuali incompatibilità dei giudizi, poiché il decisore potrebbe incorrere nell'espressione di giudizi incoerenti o di inconsistenza semantica nel percorso decisionale, compromettendo in tal modo il risultato finale. Inoltre, è sempre consigliabile effettuare un'analisi di sensitività per verificare la solidità dei risultati ottenuti (Bana e Costa e Vansnick, 1994, 1999; Ishizaka e Nemery, 2013).

5.3.3. *Outranking approach*

I metodi che utilizzano l'*outranking approach* impiegano una procedura basata sulla costruzione di relazioni binarie (per lo più di concordanza e discordanza) tra coppie di elementi e in tali metodi si procede confrontando a coppie tutte le alternative esprimendo un grado di *outranking* o preferenza. Tale grado riflette quanto un'opzione sia migliore rispetto a un'altra, ma è possibile che alcune opzioni siano incomparabili (ad esempio, quanto hanno profili o comportamenti eccessivamente diversi, oppure quando determinate opzioni non possono essere adeguatamente valutate utilizzando la stessa serie di criteri). La presenza di incompatibilità significa che non è sempre possibile ottenere una classifica completa, pertanto, spesso tali metodi forniscono solamente una classifica parziale.

Tra i metodi dell'*outranking approach* i più noti sono i metodi PROMETHEE ed ELECTRE. Altri metodi di più recente generazione sono i metodi qualitativi QUALIFLEX, REGIME, ORESTE, EVAMIX, TACTIC e MELCHIOR ed altri nati nell'ambito dell'approccio del confronto a coppie (*pairwise criterion comparison approach*), come MAPPAC, PRAGMA, IDRA e PACMAN19.

PROMETHEE

Preference Ranking Organization METHod for Enriched Evaluation (PROMETHEE) è un metodo che fornisce una classifica delle opzioni alternative in base ai gradi di preferenza. Gli elementi di base del metodo PROMETHEE sono stati introdotti negli anni '80 e il metodo è stato poi sviluppato da J.P. Brans (Brans, 1982).

Utilizzando un approccio *outranking*, il metodo si basa sul confronto a coppie ed utilizza gradi e punteggi di preferenza, controllando se, in una coppia di opzioni, una delle due alternative supera l'altra o meno. Nello specifico, PROMETHEE permette di definire la preferenza e il livello di differenza tra le alternative utilizzando il cosiddetto grado di *outranking* o di preferenza. Il metodo si articola in tre fasi principali:

- il calcolo dei gradi di preferenza *unicriterion* per ogni coppia ordinata di alternative su ciascun criterio;
- il calcolo dei flussi *unicriterion*;
- il calcolo dei flussi globali.

⁷⁷ La tabella conterrà i punteggi complessivi normalizzati per ciascun criterio in modo che l'opzione più attraente abbia un punteggio di 100 e l'opzione meno attraente riceva 0.

Calcolare i gradi di preferenza significa calcolare come un'opzione è preferita ad un'altra dal punto di vista del decisore rispetto ad un determinato criterio. Queste preferenze sono rappresentate in una scala numerica compresa tra 0 e 1. Il valore 1 rappresenta una forte preferenza di un'alternativa rispetto ad un'altra; mentre 0 rappresenta il valore di preferenza indifferente tra le due alternative. Un valore compreso tra 1 e 0 rappresenta, invece, una preferenza non totale tra due opzioni. Al riguardo è importante sottolineare che la preferenza di un'opzione *a* rispetto ad un'opzione *b* non può essere dedotta dalla preferenza dell'opzione *b* sull'opzione *a* (né viceversa).

Per implementare tale metodo sono necessari essenzialmente due tipi specifici di informazioni: le soglie di indifferenza e di preferenza delle alternative sulla base di ogni criterio da parte del decisore. Il decisore può esprimere la sua *preferenza* (P) quando favorisce un'azione a un'altra o la sua *indifferenza* (I) quando non ha preferenze tra due azioni. Inoltre, in PROMETHEE è molto importante come il decisore percepisce la differenza tra le valutazioni su ogni criterio specifico e al riguardo può scegliere tra sei tipi di funzioni di preferenza.

Da un punto di vista metodologico, dopo aver calcolato i gradi di preferenza per ogni coppia ordinata di azioni su ciascun criterio, è necessario calcolare i cosiddetti *flussi unicriterion*, cioè come un'opzione è preferita rispetto a tutte le altre azioni (o come è preferita da tutte le altre azioni) per ogni criterio. I gradi di preferenza a coppie dei criteri sono, dunque, riassunti sotto forma di *flussi unicriterion*. Questi flussi possono essere di tre tipi:

- il *flusso unicriterion positivo* (o in uscita) di un'opzione è un punteggio compreso tra 0 e 1 e indica come un'opzione è preferita rispetto a tutte le altre su un particolare criterio. Più alto è il flusso positivo, più l'opzione è preferita rispetto alle altre;
- il *flusso unicriterion negativo* (o in entrata) di un'opzione è un punteggio compreso tra 0 e 1 e indica come le altre opzioni sono preferite a quella presa in considerazione rispetto ad un particolare criterio. Più alto è il flusso negativo, meno l'opzione è preferita rispetto alle altre;
- il *flusso unicriterion netto* di un'opzione è un punteggio compreso tra -1 e 1 e indica sia gli aspetti positivi che quelli negativi. Quest'ultimo si ottiene sottraendo i flussi negativi dai flussi positivi e rappresenta l'equilibrio tra la forza globale e la debolezza globale di un'opzione.

Infine, per prendere in considerazione tutti i criteri contemporaneamente, il decisore deve specificare un peso per ogni criterio. I pesi, tramite una somma ponderata, consentono di aggregare tutti i flussi unicriterion in *flussi globali*, che tengono conto di tutti i criteri:

- dal flusso unicriterion positivo si ricaverà il *flusso globale positivo*;
- dal flusso unicriterion negativo si ricaverà il *flusso globale negativo*;
- dal flusso unicriterion netto si ricaverà il *flusso globale netto*.

L'importanza relativa di un criterio può essere rappresentata in diversi modi (verbali, confronti a coppie, ecc.) ma alla fine viene, in ogni caso, trasformata in un valore numerico associato a ciascun criterio (cioè il peso del criterio).

Per i tre flussi globali, valgono le stesse considerazioni fatte per i flussi unicriterion. Così, ad esempio, il punteggio positivo globale indica come un'azione è globalmente preferita a tutte le altre azioni quando si considerano tutti i criteri.

Al termine del calcolo dei flussi, è possibile ottenere due classifiche delle alternative come output del processo applicativo di PROMETHEE:

- la classifica PROMETHEE I, che si basa solo sui flussi positivi e negativi e può essere di tipo parziale, poiché ammette delle incomparabilità tra le opzioni;
- la classifica PROMETHEE II, che si basa solo sui flussi globali netti e porta ad una classificazione completa delle azioni (poiché in questo caso lo stato incomparabile non è ammesso e tutte le alternative sono comparabili su tutti i criteri) e le opzioni possono, quindi, essere ordinate dal migliore al peggiore.

Un ulteriore modalità per ottenere i risultati dal metodo PROMETHEE è il *Piano di GAIA* (*Geometrical Analysis for Interactive Aid Plan*), che costituisce una rappresentazione grafica bidimensionale del problema decisionale. Tale rappresentazione dipende dalle informazioni sulle preferenze fornite dal decisore e contiene tutti gli aspetti del problema decisionale: le azioni, i criteri e le informazioni sulle preferenze. Tuttavia, essendo una proiezione bidimensionale causa la perdita di alcune informazioni. Di conseguenza la classifica ottenuta con il *GAIA Plan* non corrisponde necessariamente a quella PROMETHEE II.

Altre versioni del modello sono: PROMETHEE III per il *ranking* basato su intervalli; PROMETHEE IV per il *ranking* completo o parziale delle alternative quando l'insieme delle soluzioni praticabili è continuo; PROMETHEE V per i problemi con vincoli di segmentazione; il PROMETHEE GDSS per processi decisionali di gruppo.

Infine, anche al termine del metodo PROMETHEE è importante testare la sensibilità della classifica rispetto ai parametri di input conducendo un'analisi di sensitività: se una piccola variazione di un parametro induce un cambiamento completo nella classifica allora la soluzione ottenuta deve essere considerata instabile; al contrario, se la classifica rimane invariata anche per diversi set di parametri allora la soluzione può essere considerata stabile (Behzadian et al., 2010; Brans, 1982; Brans et al., 1984, 1986; Ishizaka e Nemery, 2013; Mareschal e Smet, 2009; Nemery et al., 2012).

ELECTRE

La famiglia dei metodi *ELimination Et Choix Traduisant la REalite* (ELECTRE) è stata ideata da B. Roy a partire dal 1965. La caratteristica principale dei metodi ELECTRE è l'assenza di compensazione tra i criteri e del processo di normalizzazione, che distorce i dati originali. Ciò ha fatto apprezzare molti tali metodi ed ha avviato una serie di ricerche che hanno prodotto miglioramenti e sviluppi, oltre ad aver ampliato la gamma dei metodi per affrontare diversi problemi decisionali (Tab. 5.9).

Tabella 5.9. Panoramica dei differenti metodi ELECTRE (fonte: Ishizaka e Nemery, 2013)

| Problema decisionale | Scala qualitativa |
|------------------------|-------------------|
| <i>Choice problem</i> | ELECTRE I |
| | ELECTRE Iv |
| | ELECTRE Is |
| <i>Ranking problem</i> | ELECTRE II |
| | ELECTRE III |
| | ELECTRE IV |
| <i>Sorting problem</i> | ELECTRE-TRI |

Il primo metodo ELECTRE, ELECTRE I, e le sue varianti ELECTRE Iv ed ELECTRE Is sono stati sviluppati per risolvere i problemi di scelta, nei quali il decisore selezionerà, tra un dato

insieme di opzioni, il sottoinsieme più piccolo contenente le migliori opzioni. La differenza tra ELECTRE I e ELECTRE IV è l'introduzione del giudizio di veto. Invece, la particolarità di ELECTRE Is è l'uso di pseudo-criteri. ELECTRE II, ELECTRE III e ELECTRE IV riguardano problematiche di *ranking*. Nello specifico, ELECTRE III si distingue da ELECTRE II per l'uso di pseudo-criteri e gradi di *outranking* (invece di relazioni binarie di *outranking*). Mentre, ELECTRE IV, non richiede l'importanza relativa dei criteri (cioè i pesi). Infine, ELECTRE-TRI è un metodo di *sorting*. I metodi più noti ed utilizzati sono ELECTRE III ed ELECTRE-TRI.

In generale, i metodi ELECTRE sono scelti quando si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- le prestazioni dei criteri sono espresse in diverse unità di misura e il decisore vuole evitare di definire una scala comune;
- il problema non tollera un effetto di compensazione;
- è necessario introdurre soglie di indifferenza e di preferenza, in modo tale che piccole differenze possano essere insignificanti, sebbene la somma delle piccole differenze sia importante;
- le opzioni sono valutate su una scala che presenta un ordine o intervalli dove è difficile confrontare le differenze.

ELECTRE modella le preferenze fra due alternative tramite relazioni binarie o di *outranking* e il concetto alla base dei metodi ELECTRE è quello di surclassamento: un'alternativa surclassa un'altra quando ci sono validi motivi per essere preferita. A partire da tale definizione, sulla base di differenze di prestazione tra le alternative e mediante confronti a coppie, è necessario calcolare sia il grado di concordanza (al surclassamento), sia il grado di discordanza (al surclassamento). Alla fine del processo, combinando le informazioni fornite dai gradi di concordanza e discordanza è possibile ricostruire le relazioni di surclassamento tra tutte le coppie di alternative e, a partire da queste relazioni – mediante algoritmi matematici – si può ottenere la graduatoria delle alternative (Figueira e Roy, 2002; Ishizaka e Nemery, 2013; Roy, 1968; Roy e Bouyssou, 1993).

5.3.4. *Goal, aspiration, reference-level approach*

Infine, i metodi che seguono il *Goal, aspiration, reference-level approach* operano definendo un obiettivo per ciascun criterio e poi identificano le opzioni più vicine all'obiettivo ideale o al livello di riferimento.

Tra i metodi del *Goal, aspiration, reference-level approach* i più noti sono i metodi TOPSIS, *Goal Programming* e DEA.

TOPSIS

Technique of Order Preference Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS) è un metodo decisionale che richiede un numero minimo di input da parte del decisore. Gli unici parametri soggettivi, difatti, sono i pesi associati ai criteri.

L'idea fondamentale di TOPSIS è che la soluzione migliore è quella che minimizza la distanza dalla soluzione ideale e massimizza la distanza dalla soluzione anti-ideale.

Il metodo si basa su cinque fasi a partire dalla raccolta delle prestazioni delle alternative sui diversi criteri in una matrice decisionale:

- normalizzazione delle prestazioni delle alternative;
- ponderazione dei punteggi;
- calcolo delle distanze dal punto ideale e anti-ideale;
- calcolo del coefficiente di vicinanza (*closeness coefficient*) relativa di ogni alternativa;
- formazione della graduatoria delle alternative basata sul rapporto tra queste distanze.

Dunque, i dati riguardanti le prestazioni delle alternative rispetto ai criteri sono raccolti in una matrice all'interno della quale le prestazioni dei diversi criteri vengono normalizzate, così da poter confrontare la misura su diverse unità. Successivamente vengono presi in considerazione i pesi dei criteri per creare una matrice normalizzata e pesata.

I punteggi ponderati sono utilizzati per confrontare ogni alternativa con una soluzione virtuale ideale (*zenit*) e una anti-ideale (*nadir*), le quali possono essere definite in modo relativo, in modo assoluto o possono essere definite dal decisore.

Ottenuti i risultati è necessario calcolare per ogni alternativa, sia la distanza dalla soluzione ideale e da quella anti-ideale, sia il coefficiente di vicinanza relativa di ogni alternativa. Il coefficiente di vicinanza è sempre compreso tra 0 e 1: più un'alternativa è vicina alla soluzione ideale, più il coefficiente di vicinanza assumerà un valore pari a 1; conseguentemente, all'avvicinarsi alla soluzione anti-ideale, assumerà valore pari a 0 (Ishizaka e Nemery, 2013).

Goal Programming

Il metodo *Goal Programming* si basa sul fatto che esiste un obiettivo (*goal*) ideale da raggiungere nel rispetto di vincoli stringenti che sono imposti. Questo *goal* è, in realtà, composto da diversi obiettivi che possono essere in conflitto tra loro.

La difficoltà principale nell'utilizzo di tale metodo è la modellazione del problema, che richiede l'identificazione delle variabili decisionali, degli obiettivi e dei vincoli.

Le variabili decisionali sono variabili indipendenti che vengono modificate fino ad ottenere la quantità desiderata. I vincoli possono essere *hard* o *soft*. Un vincolo *hard* esprime una soglia che non può essere superata (tutte le soluzioni al di sotto di tale soglia hanno la stessa preferenza). Mentre, un vincolo *soft* esprime una soglia paragonabile ad un punto ideale, che può essere superata perché le soluzioni oltre tale soglia sono fattibili, anche se poco attrattive (ovviamente la motivazione che potrebbe portare all'accettazione di soluzioni poco attrattive è data dal fatto che, potendoci essere più obiettivi, è improbabile il raggiungimento di tutti contemporaneamente, pertanto, alcune buone soluzioni possono essere poco attrattive per alcuni obiettivi). I vincoli devono poi essere trasformati in obiettivi, questa è la fase più delicata del metodo. Difatti, i vincoli devono essere utilizzati per costruire gli obiettivi e gli obiettivi consistono nel ridurre al minimo la violazione dei vincoli.

Al termine del processo decisionale, il *goal* è raggiunto quando tutti i vincoli sono soddisfatti (Ishizaka e Nemery, 2013).

DEA

Il metodo *Data Envelopment Analysis* (DEA) può essere utilizzato per valutare le prestazioni di enti, imprese o aziende, sia private che pubbliche (ad esempio banche o enti territoriali) chiamate unità decisionali (*Decision-Making Units* - DMUs).

All'interno di DEA le imprese sono considerate come alternative, gli output come criteri da massimizzare e gli input come criteri da minimizzare; alla fine l'efficienza delle unità decisionali è definita come il rapporto tra la somma dei suoi output ponderati e la somma dei suoi input ponderati.

Il punteggio di efficienza di ciascuna DMU è calcolato in relazione alla frontiera di efficienza, il cui valore può essere al massimo pari a 1 (100% di efficienza). Le DMU che hanno un punteggio di efficienza inferiore a 1 operano al di sotto della loro frontiera e, quindi, hanno la capacità di migliorare le prestazioni future; mentre, le DMU situate sulla frontiera fungono da *benchmark* per DMU inefficienti. Tali *benchmark* sono associati alle migliori pratiche aziendali, di imprese o di enti, cosicché, se le DMU inefficienti vogliono migliorare le loro prestazioni, possono esaminare le migliori pratiche sviluppate dai rispettivi pari. Ovviamente nessuna DMU può essere posizionata al di sopra della frontiera dell'efficienza poiché non può avere un punteggio di efficienza superiore a 1.

Oltre ad essere una potente tecnica di benchmarking, DEA può supportare i responsabili delle decisioni anche impostando valori target per input (*orientamento di input*) o output (*orientamento di output*) e calcolando un punteggio di efficienza, così da denotare se un ente, un'impresa o un'azienda è completamente efficiente o ha capacità di miglioramento (Ishizaka e Nemery, 2013).

5.4. I criteri di valutazione

Una fase fondamentale per la valutazione di interventi per la transizione energetica a scala di quartiere è la selezione dei criteri di valutazione delle alternative. In generale, i criteri possono essere suddivisi in ambiti tematici (tecnico, economico, ambientale, sociale, politico, ecc.) o anche in criteri quantitativi e qualitativi.

Wang et al. nel 2009 hanno effettuato una *Literature Review* sulle *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) che sono state utilizzate a supporto del processo decisionale in materia di energia sostenibile. All'interno dello studio sono stati esaminati gli elementi centrali delle diverse fasi del processo decisionale multicriteriale, tra cui la fase di selezione e di ponderazione dei criteri. Secondo l'interpretazione data dagli autori, i criteri di valutazione più utilizzati in letteratura in ambiti che riguardano la sostenibilità energetica possono essere distinti in quattro ambiti principali (Tab. 5.10):

- tecnico;
- economico;
- ambientale;
- sociale.

I criteri di tipo tecnico sono connessi alla valutazione dei risparmi energetici conseguibili dagli interventi di riqualificazione, all'utilizzo di fonti rinnovabili e anche all'affidabilità, all'efficienza e all'adeguatezza delle tecnologie utilizzate. Il criterio tecnico più utilizzato in letteratura per valutare i sistemi energetici è stato l'efficienza energetica, intesa come quantità di energia utile ottenibile da una fonte energetica esprimibile attraverso il rapporto tra l'energia in uscita e l'energia in ingresso di un sistema. Un uso efficiente dell'energia è

essenziale per rallentare la crescita della domanda di energia ed è al centro delle politiche energetiche comunitarie (*energy efficiency first*).

Tabella 5.10. Criteri di valutazione maggiormente utilizzati dalla letteratura scientifica per i problemi decisionali relativi all'energia sostenibile (fonte: Wang et al., 2009)

| Ambiti | Criteri | Numero |
|------------|--|--------|
| Tecnico | Efficienza energetica | 15 |
| | Sicurezza dei sistemi energetici | 9 |
| | Affidabilità dei sistemi energetici | 9 |
| | Rapporto energia primaria | 4 |
| | Efficienza del processo energetico | 3 |
| | Maturità tecnica delle tecnologie | 3 |
| | Altri | – |
| Economico | Costo dell'investimento | 24 |
| | Costo di esercizio e manutenzione | 13 |
| | Costo della fonte energetica | 9 |
| | Costo dell'elettricità | 7 |
| | Valore Attuale Netto (VAN) | 5 |
| | Tempo di ritorno dell'investimento | 4 |
| | Vita utile del sistema energetico | 4 |
| | Costo annuo equivalente del progetto energetico | 4 |
| Altri | – | |
| Ambientale | Emissione di CO ₂ (anidride carbonica) | 21 |
| | Emissione di NO _x (ossidi di monoazoto) | 12 |
| | Uso del suolo | 10 |
| | Emissione di SO ₂ (anidride solforosa) | 8 |
| | Rumore dei sistemi energetici | 6 |
| | Emissione di particelle nell'atmosfera | 5 |
| | Emissione di composti organici volatili non metanici | 3 |
| | Emissione di CO (carbonio) | 3 |
| Altri | – | |
| Sociale | Creazione di posti di lavoro | 9 |
| | Benefici sociali | 5 |
| | Accettazione sociale | 4 |
| | Altri | – |

I criteri di tipo economico sono finalizzati principalmente a valutare i costi degli investimenti di riqualificazione energetica e a verificare se i benefici monetari prodotti da una alternativa di intervento sono in grado di coprire (fattibilità economica) e superare (redditività economica) le spese sostenute durante la vita economica dell'opera, ad esempio attraverso il VAN. Al riguardo, i flussi sono generati dal risparmio sui consumi energetici o dalla vendita alla rete dell'energia prodotta in loco; mentre, la stima dei costi può essere effettuata utilizzando diverse tecniche, tra cui procedure dirette (confronto), indirette (computo metrico) o miste. I criteri di tipo economico forniscono, pertanto, parametri misurabili e diretti per valutare la

fattibilità e l'eventuale redditività economica degli interventi. Per queste ragioni sono quelli utilizzati più frequentemente a supporto dei processi decisionali nella riqualificazione energetica del patrimonio edilizio. Difatti, il criterio *Costo dell'investimento* è al primo posto rispetto a tutti i criteri di valutazione.

I criteri di tipo ambientale hanno l'obiettivo di rilevare prevalentemente le emissioni inquinanti e di gas serra, il consumo di suolo, l'inquinamento acustico e altri impatti sull'ambiente naturale e sono quasi sempre inclusi nella valutazione degli interventi di retrofit energetico, quantomeno attraverso la misurazione quantitativa diretta della riduzione delle emissioni inquinanti (CO₂, NO_x, SO₂, CO, ecc.); mentre, più complicata è la valutazione dei benefici o dei danni ambientali indiretti. L'*Emissione di CO₂* di un sistema energetico è il criterio più utilizzato per valutarne la sostenibilità.

I criteri di sostenibilità sociale sono inerenti a fattori sociali, umani o culturali, spesso di natura qualitativa. I criteri maggiormente utilizzati sono stati *Creazione di posti di lavoro* (poiché l'aumento dell'occupazione può avere una grande influenza sul miglioramento della qualità della vita delle popolazioni locali in cui il progetto è realizzato), *Benefici sociali* (come, ad esempio, il progresso della società, il miglioramento della vita sociale, la generazione di reddito e la diminuzione della spesa sanitaria) e *Accettazione sociale* da parte della collettività dei progetti. Limitatamente alla letteratura sull'efficientamento energetico di stock di edifici, si rileva che gli indicatori sociali (e culturali) sono stati usati raramente; mentre, più spesso sono stati impiegati gli indicatori espressione dello stato di salute e dello stile di vita, soprattutto in relazione al comfort interno o alla salubrità delle abitazioni (Wang et al., 2009; Dutrigliano et al., 2017; Ruggeri et al., 2020).

Nonostante l'elevato numero di criteri potenzialmente utilizzabili, la selezione di molti criteri non è necessariamente utile al processo decisionale. Nella fase di selezione, difatti, si può incorrere nel rischio di ridondanza dei criteri. Per questo motivo, è importante tenere conto di alcuni principi fondamentali durante la fase di scelta (Wang et al., 2009):

- il *principio sistemico*, secondo cui un sistema di criteri dovrebbe riflettere in modo completo le caratteristiche essenziali del problema decisionale;
- il *principio di coerenza*, secondo cui un sistema di criteri dovrebbe essere coerente con l'obiettivo o gli obiettivi del decisore;
- il *principio di indipendenza*, secondo cui i criteri non dovrebbero avere una relazione diretta tra loro nello stesso livello, ma dovrebbero riflettere le prestazioni delle alternative sotto aspetti diversi;
- il *principio di misurabilità*, secondo cui i criteri dovrebbero essere misurabili (in termini quantitativi o qualitativi);
- il *principio di comparabilità*, secondo cui i criteri dovrebbero essere confrontabili tra loro.

Se necessario, i decisori possono utilizzare alcune metodologie specifiche per la selezione o la distinzione dei criteri, così da razionalizzare al massimo tale fase. Sono stati già impiegati da diversi studi inerenti la sostenibilità energetica i seguenti metodi: il metodo Delphi, che si avvale di un panel di esperti indipendenti; il metodo dei minimi quadratici (*Least Mean Square - LMS*); il metodo di deviazione "min-max"; il metodo dei coefficienti di correlazione.

5.4.1. I pesi dei criteri

Effettuata la selezione dei criteri, il passaggio successivo all'interno di un processo decisionale è la ponderazione dei criteri. Si tratta di fase cruciale nella maggior parte dei metodi MCDA, poiché il peso indica l'importanza relativa tra i criteri all'interno del processo decisionale e sistemi di pesi differenti possono condurre a risultati altrettanto diversi.

In alcune metodologie di valutazione la fase di ponderazione è interna alla procedura; in altre, invece, come ad esempio nel metodo PROMETHEE, si presuppone che il decisore sia in grado di soppesare i criteri in modo appropriato autonomamente e non è prevista alcuna tecnica specifica per la determinazione dei pesi dei criteri.

In questi casi, i pesi dei criteri possono essere ottenuti attraverso procedure diverse. L'assegnazione diretta dei pesi da parte del decisore consiste in un vettore $W = [w_1, \dots, w_k]$ dove w rappresenta il peso (*weight*) del criterio *iesimo* e k è pari al numero totale dei criteri che caratterizzano il problema di natura decisionale. Benché semplice e intuitiva, l'assegnazione diretta nasconde delle insidie, poiché per un soggetto è molto complicato sia distinguere tra due valori di importanza relativa molto simili, sia comparare simultaneamente molti oggetti. In alternativa, la ponderazione dei pesi può essere effettuata per mezzo di valutazione diretta attraverso la formazione di *focus group* con gli attori del processo decisionale o con esperti di diverse discipline. Oppure, infine, potrebbero essere utilizzati dei metodi specifici. In ogni caso, solitamente, per ottenere i pesi dei criteri vengono considerati tre fattori: il grado di varianza dei criteri; l'indipendenza dei criteri; la preferenza soggettiva dei decisori (Dell'Anna et al., 2020; Wang et al., 2009).

Il metodo dei pesi uguali e i metodi di ponderazione in ordine di rango sono particolarmente utilizzati nell'ambito di processi decisionali inerenti questioni di sostenibilità energetica (Wang et al., 2009), come indicato nella Tabella 5.11.

Tabella 5.11. Metodi di determinazione dei pesi maggiormente utilizzati dalla letteratura scientifica per i problemi decisionali relativi all'energia sostenibile (fonte: Wang et al., 2009)

| Categorie | Metodi di determinazione dei pesi | Numero | |
|-------------------------|--|----------------------|---|
| Pesi uguali | - | 10 | |
| | AHP | 8 | |
| | Priorità data a un indicatore soltanto | 7 | |
| Pesi in ordine di rango | Soggettivo | | |
| | Confronto a coppie | 7 | |
| | Simons | 3 | |
| | Altri | - | |
| | Oggettivo | Metodo dell'entropia | 3 |
| | Combinazione | Sintesi additiva | 3 |

Il metodo dei pesi uguali si basa sul principio della ragione insufficiente, che presuppone di assegnare ad ogni criterio la stessa importanza quando il decisore non riesce a trovare alcun motivo per dare la preferenza a un criterio rispetto ad un altro (Odu, 2019; Wang et al., 2009).

I metodi di ponderazione in ordine di rango possono essere classificati in tre categorie:

- *metodi di ponderazione soggettiva*, che dipendono esclusivamente dalla preferenza dei decisori;

- *metodi di ponderazione oggettiva*, che sono ottenuti con metodi matematici basati sull'analisi dei dati iniziali;
- *metodi di ponderazione combinata*, che fondono i precedenti approcci.

Naturalmente, ottenere i pesi dei criteri in presenza di numerosi decisori è più difficile. Spesso, per i responsabili delle decisioni è più agevole assegnare semplicemente ranghi ordinali ai diversi criteri. In tali casi, le ponderazioni dei criteri possono essere derivate dai ranghi dei criteri forniti dai responsabili delle decisioni (ponderazione soggettiva). Di contro, in mancanza di preferenze da parte dei decisori è opportuno basarsi sui dati disponibili (ponderazione oggettiva).

Metodi di ponderazione soggettiva

I metodi di ponderazione soggettiva sono basati sull'opinione del decisore (o di un panel di esperti) espressa, solitamente, rispondendo ad una serie di domande e sono, quindi, più facili e diretti da applicare rispetto ai metodi di ponderazione oggettiva. Tuttavia, richiedono molto tempo per completare la procedura, soprattutto quando sono presenti numerosi con opinioni discordanti (Odu, 2019).

Nell'ambito dei processi decisionali inerenti questioni energetiche e di sviluppo sostenibile l'*Analytic Hierarchy Process* (AHP) è uno dei metodi più utilizzati.

Un altro metodo per ponderare i criteri consiste nell'assegnazione della priorità ad un solo criterio mantenendo i restanti criteri su uno stesso piano.

Nel metodo di confronto a coppie, invece, i decisori sono tenuti ad esprimere la loro preferenza tra due criteri alla volta utilizzando scale, anche diverse, che sono successivamente normalizzate per mostrare la differenza di importanza tra i criteri. Tuttavia, tale approccio non consente di verificare la coerenza delle preferenze dei partecipanti.

Il metodo Simos, così chiamato poiché introdotto da J. Simos nel 1990, consiste nell'associare una "carta da gioco" a ciascun criterio e nel chiedere ai decisori di posizionare queste carte (o criteri) in ordine decrescente di importanza. Se due criteri sono ritenuti ugualmente importanti, gli viene attribuita la stessa posizione in classifica. In un secondo momento, per consentire ai decisori di esprimere l'intensità di preferenza tra i criteri, può essere utilizzata un'altra serie di carte, le "carte bianche", da introdurre tra due carte (criteri) al fine di aumentarne la distanza e, dunque, il peso (le carte bianche tra due criteri possono essere anche più di una). Il fatto che il soggetto sottoposto al test debba maneggiare le carte per classificarle, inserendo anche quelle bianche, permette di comprendere in modo intuitivo lo scopo della procedura e semplificare l'espressione di giudizio da parte del decisore. Al termine del processo, i pesi dei criteri sono calcolati utilizzando le posizioni di rango.

Grazie all'uso intuitivo, il metodo Simos è stato oggetto di studi e modifiche. J. Figueira e B. Joy nel 2002 hanno proposto una versione di *Simos rivista* che consente di superare alcune lacune del sistema matematico del calcolo dei pesi. Tale versione rivista mantiene invariato il metodo di raccolta dei dati, ma modifica alcune regole di calcolo e tiene conto di un nuovo tipo di informazione aggiuntiva fornita dal decisore, che riguarda il rapporto tra i pesi del criterio più importante e quello meno importante nella classifica. Al riguardo, il quesito da chiedere al decisore è il seguente: "*quante volte l'ultimo criterio è più importante del primo nella classifica?*".

Questo rapporto, chiamato *Z*, consente di eliminare l'errata elaborazione dei sottoinsiemi di *ex aequo* del metodo Simos.

Altri metodi di ponderazione soggettiva sono: il *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART); il metodo Swing; il metodo dei minimi quadrati (*Least Mean Square*); il metodo Delphi; ecc. (Figueira e Roy, 2002; Odu, 2019; Wang et al., 2009).

Metodi di ponderazione oggettiva

I metodi di ponderazione oggettiva elaborano i pesi dei criteri utilizzando i dati e le informazioni raccolte in ciascun criterio attraverso modelli matematici, senza la necessità che ci sia alcuna espressione di giudizio da parte del decisore.

In letteratura, i metodi di ponderazione oggettiva applicati nei processi decisionali sull'energia sostenibile sono stati impiegati raramente. Dalla revisione di Wang et al. (2009) solo il metodo dell'entropia è stato utilizzato per ricavare i pesi nei progetti energetici.

Il metodo dell'entropia (*Entropy Weight Method*) è un metodo di ponderazione che misura quanto i criteri riflettono le informazioni del sistema e quanto è grande l'incertezza dei criteri. Rispetto a vari modelli di ponderazione soggettiva, il più grande vantaggio di questo metodo è evitare l'interferenza di fattori umani sul peso dei criteri, migliorando così l'obiettività dei risultati della valutazione globale.

Altri metodi di ponderazione soggettiva sono: il metodo della deviazione minmax; TOPSIS; il metodo di ottimizzazione multi-obiettivo; il metodo del punto ideale; ecc. (Odu, 2019; Wang et al., 2019; Zhu et al., 2020).

Metodi di ponderazione combinata

L'approccio di ponderazione combinata è basato sull'integrazione di metodi di ponderazione soggettiva e metodi di ponderazione oggettiva; tale approccio integra i pesi soggettivi ottenuti dall'opinione del decisore e le informazioni raccolte dai dati dei criteri in forma matematica tramite i metodi oggettivi.

I metodi di ponderazione combinati sono stati gradualmente applicati alla valutazione e al confronto di sistemi complessi, compresi i progetti di sostenibilità energetica.

Tali metodi hanno due combinazioni di base: sintesi moltiplicativa e sintesi additiva. Il coefficiente di combinazione può essere determinato con vari metodi, come: la ponderazione ottimale basata sulla somma dei quadrati; la ponderazione ottimale basata sul *bias* minimo; la ponderazione ottimale basata sul coefficiente di gradazione relazionale.

Dalla revisione di Wang et al. (2009) solo il metodo della sintesi additiva è stato impiegato per ricavare i pesi nei progetti energetici.

5.5. Il ruolo degli stakeholders

I problemi decisionali, come quelli che riguardano la progettazione e l'attuazione di interventi di sostenibilità energetica e di riqualificazione energetica urbana, coinvolgono spesso diversi attori e parti interessate. Ciò si traduce in molteplici obiettivi e punti di vista, anche contrastanti, che rendono difficoltosa la definizione della soluzione migliore.

L'identificazione degli stakeholders è, pertanto, una operazione chiave di ogni processo decisionale ed è anche un passaggio fondamentale per avviare e promuovere forme di

partecipazione pubblica o di cooperazione tra pubblico e privato. D'altronde, gli approcci partecipativi sono adottati sempre più spesso, specialmente in abito urbano, per rafforzare il coinvolgimento dei gruppi sociali interessati nelle scelte che influenzeranno in modo significativo il territorio e le comunità locali. Inoltre, includendo nel processo decisionale portatori di interessi diversi, i *Decision-Makers* (DMs) possono espandere i propri domini di conoscenze (poiché sono facilitati i processi di apprendimento, attraverso lo scambio di conoscenze, valori e risorse) ed ottenere un consenso sociale più ampio (Amal et al., 2022; Dell'Ovo et al. 2020a; Fung, 2015; Marzouki et al., 2022).

Considerando l'intero processo decisionale, la partecipazione degli stakeholder dovrebbe essere prevista già dalle fasi preliminari di un progetto, come risorsa in grado di creare innovazione e suggerire soluzioni per affrontare problemi complessi. In caso di processi partecipativi, le parti interessate lavorano insieme per elaborare strategie efficaci e condivise e il loro impegno può divenire un elemento trainante del successo di altre iniziative simili, influenzare la qualità della vita nelle comunità, consolidare le conoscenze e le opinioni degli altri attori, oltre che responsabilizzarli e aiutarli a raggiungere i loro obiettivi comuni.

È importante sottolineare anche che il riconoscimento del ruolo degli stakeholders all'interno di un problema decisionale consente di sostituire i tradizionali modelli *top-down* con modelli collaborativi basati sulla condivisione di valori e aspettative tra gli attori coinvolti. Prendere in considerazione possibili conflitti o coalizioni tra diversi gruppi di stakeholders è un aspetto strategico per impostare e affrontare i problemi di decisione pubblica aumentando il livello di legittimazione, trasparenza ed efficienza dei processi decisionali e di *governance*.

Come metodologia per comprendere le interazioni e le reti tra gli attori coinvolti in un processo decisionale e stimolarne il coinvolgimento, Dell'Ovo et al. (2020a) propongono di utilizzare la *Scala di Arnstein* (Fig. 5.2).



Figura 5.2. La *Scala di Arnstein* (fonte: Dell'Ovo et al., 2020a)

La *Scala di Arnstein* ha una struttura gerarchica in cui sono presenti sei livelli principali che rappresentano un trade-off tra livello di partecipazione e numero di persone coinvolte: maggiore è il grado di partecipazione e controllo sulle decisioni, minore è il numero di possibili rappresentanti degli stakeholders da coinvolgere nel processo. In altre parole, è possibile rilevare una base di interazione in cui molti diversi portatori di interesse hanno la possibilità

di essere coinvolti; mentre, aumentando il livello di partecipazione, quando sono richieste conoscenze ed esperienze sul problema decisionale, il numero di stakeholders tende a diminuire. All'apice della piramide si trova un singolo attore, che è il decisore, ma senza una base solida, cioè senza un ampio consenso supportato da informazioni, la piramide crollerebbe. Considerando un sistema democratico in cui sono presenti pubblica amministrazione e cittadini, che può corrispondere a quanto accade in un processo decisionale relativo alla riqualificazione energetica di un quartiere, la scala descrive l'interazione sviluppata tra i diversi livelli che riguardano:

- il *rilascio di informazioni*, che legittima la partecipazione informando i cittadini sulle loro responsabilità, opzioni possibili, vantaggi e altro;
- l'*audizione pubblica*, che riguarda la consultazione dell'opinione dei cittadini;
- la *consultazione*, che concerne conoscenze specialistiche degli attori;
- la *collaborazione*, che consiste in una *partnership* tra cittadini e decisori politici;
- la *delega*, che consiste in una negoziazione tra cittadini e funzionari pubblici;
- l'*autogestione*, che controlla una questione specifica, pur mantenendo la capacità di negoziare con soggetti esterni.

Ovviamente non tutte le categorie di stakeholders partecipano all'intero processo decisionale. Dell'Ovo et al. (2020a), hanno, dunque, proposto una combinazione tra il quadro metodologico basato sulla *Scala di Arnstein* e altri modelli, per meglio definire le possibili configurazioni di attori e fasi decisionali (Fig. 5.3).

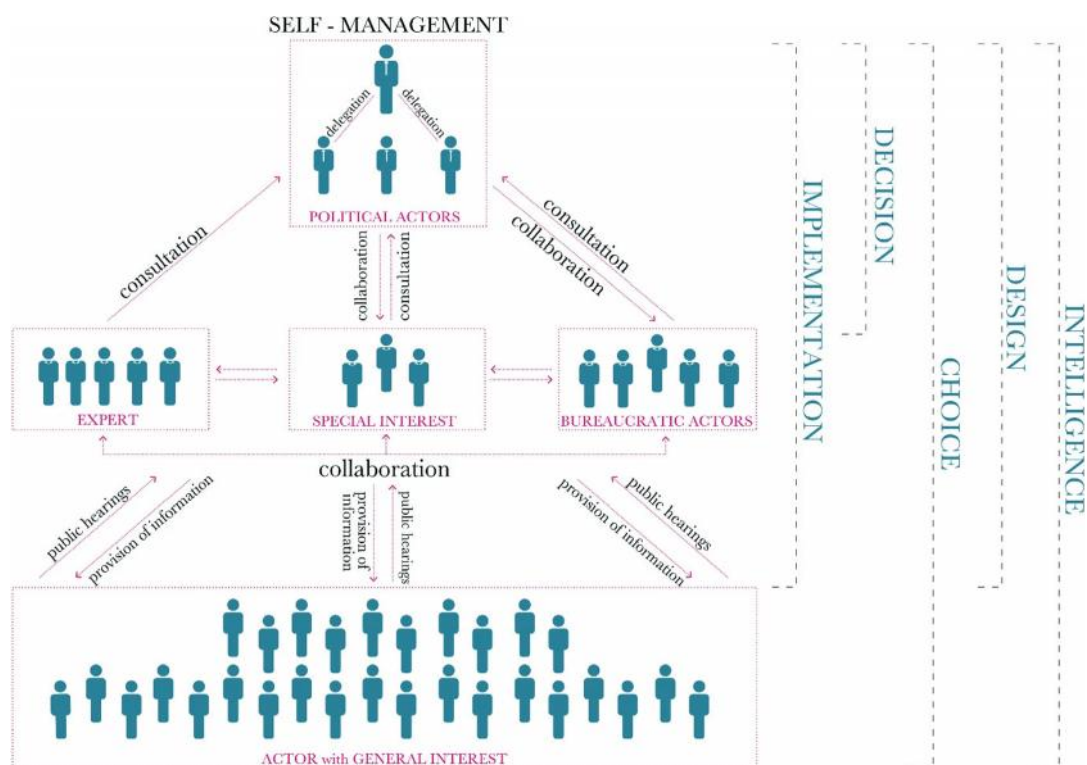


Figura 5.3. Come le parti interessate partecipano al processo decisionale (fonte: Dell'Ovo et al., 2020a)

Gli stakeholders sono stati distinti in: attori politici; esperti; attori con interessi speciali; attori burocratici; portatori di interessi generici. Le fasi decisionali, invece, sono state suddivise in:

intelligence; progettazione; scelta; implementazione; decisione. A partire dalla prima fase di intelligence, in cui vengono enunciati gli obiettivi da raggiungere, sono individuate le cinque categorie di stakeholders; nelle fasi in cui sono richieste competenze specifiche il numero delle categorie coinvolte diminuisce, fino alla decisione, in cui sono coinvolti solo gli attori politici. Tale framework consente di strutturare i cicli di *policy*⁷⁸ in fasi a supporto dei DM, con l'obiettivo di promuovere la trasparenza e la partecipazione.

5.5.1. Analisi degli stakeholders

L'identificazione degli stakeholders può essere ottenuta tramite la *Stakeholders Analysis*. Questa consente di individuare i portatori di interesse di un processo decisionale, di definire il profilo di ciascun attore e di evidenziare i suoi obiettivi, priorità e aspettative. L'analisi permette, inoltre, di inquadrare il potenziale ruolo all'interno del processo decisionale di ogni stakeholder, evidenziando al contempo possibili conflitti tra le parti. Inoltre, attraverso questa analisi è possibile valutare la capacità dei vari attori di influenzare, positivamente o negativamente, la realizzazione di un intervento. Un singolo attore (o un gruppo di attori) può, infatti, condizionare fortemente gli esiti decisionali per soddisfare interessi e obiettivi individuali, sia in base ai propri valori e preferenze, sia in base alle relazioni che ha con gli altri stakeholders. Difatti, l'esistenza di valori e interessi diversi in un problema di scelta tra scenari alternativi implica che, nella maggior parte dei casi reali, non esiste la soluzione ottima; pertanto, è necessario trovare la migliore soluzione di compromesso tra i soggetti coinvolti rispetto ai criteri di valutazione (Bottero et al., 2021; Dente, 2014; Yang 2014).

Per quanto riguarda il processo decisionale, dunque, l'identificazione e la classificazione degli stakeholders aiuta ad evidenziare gli elementi di conflitto tra i portatori d'interesse in una fase iniziale del processo, evitando effetti negativi nelle fasi successive, e agevola la creazione di alleanze e collaborazioni. Scopo di questa analisi è, difatti, il miglioramento della gestione delle parti interessate e la mobilitazione del loro supporto per il raggiungimento di un obiettivo, come nei casi di progetti di riqualificazione urbana (Mendizabal et al., 2018).

Dunque, gli esiti della *Stakeholders Analysis* possono essere utilizzati per stabilire se e in quale modo considerare gli interessi dei soggetti interessati alla realizzazione di interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere e per valutare le reazioni dei portatori di interesse rispetto ai potenziali cambiamenti urbani. In generale, comunque, l'analisi degli stakeholders non esclude che gli interessi di alcune parti possano prevalere su quelli di altri soggetti, ma garantisce che siano presi in considerazione le posizioni di tutti i possibili portatori d'interesse. Difatti, la *Stakeholders Analysis* serve ad individuare anche l'utenza futura del bene o servizio, cioè coloro che potranno godere di benefici diretti o indiretti, o che, al contrario, dovranno sopportare costi diretti o indiretti derivanti dalla realizzazione del progetto (Capolongo et al., 2019).

Tuttavia, la *Stakeholders Analysis* presenta alcuni limiti che possono essere sintetizzati in: necessità di processi iterativi nella raccolta e nell'analisi dei dati; inadeguatezza del feedback dei risultati quando gli stakeholders possono influenzare o controllare i risultati dell'analisi;

⁷⁸ Il ciclo di *policy* in questo caso è concepito come l'insieme delle azioni che conducono dalle fasi di definizione dei problemi a quelle di risoluzione.

incertezza sulla validità e affidabilità dei risultati; potenziali pregiudizi generati da chi guida il processo di analisi (Bottero et al., 2018).

Per ottenere la mappatura e l'analisi degli stakeholders possono essere impiegati diversi metodi. Secondo una *literature review*, che è stata condotta limitatamente ai problemi decisionali inerenti alla valutazione di piani e progetti di efficientamento energetico a scala edilizia, urbana o di quartiere, le metodologie più impiegate in letteratura sono:

- la *matrice di Mendelow*, che considera potere e interessi degli stakeholders (Mendelow, 1991);
- lo *stakeholder circle* di Lynda Bourne, che prevede l'identificazione, la definizione delle priorità, la visualizzazione, il coinvolgimento e il monitoraggio dei portatori di interesse (Bourne, 2006);
- la *griglia tridimensionale di potere-interesse-atteggiamento* di R. Murray-Webster e P. Simon (2006), che definisce otto tipologie di attori.

Una volta individuati gli stakeholders è importante stabilire quanto potere decisionale si è disposti a concedere ai soggetti che parteciperanno al processo. Esistono diverse modalità, infatti, per includere gli stakeholders interessati all'interno delle decisioni:

- è possibile chiedere loro pareri e suggerimenti che, previa valutazione, possono essere o meno presi in considerazione per la decisione finale (*consultazione*);
- si possono definire insieme ai soggetti interessati le alternative di intervento o i criteri di valutazione e i loro pesi (*coinvolgimento*);
- è possibile coinvolgere i soggetti interessati nello sviluppo del processo decisione (*collaborazione*);
- è possibile optare per situazioni più estreme in cui si rimette ai soggetti interessati l'intero processo decisionale, compresa l'assunzione della decisione finale, e l'autorità si riserva soltanto il compito di governare e gestire le successive fasi di attuazione (*empower*).

In ogni caso è indispensabile fornire agli attori informazioni chiare e precise sui potenziali partecipanti, sulle caratteristiche del processo partecipativo (durata, modalità di partecipazione, soggetti che possono prendervi parte, ecc.) e sugli effetti che esso avrà sulla decisione finale (Programma Operativo Nazionale Governance e Azioni di Sistema Fondo Sociale Europeo, 2013).

Mendelow matrix

La *matrice di Mendelow* è usata per analizzare il ruolo e l'importanza di un portatore di interesse all'interno di un processo decisionale. Aubrey Mendelow (1991) suggerisce di analizzare gli stakeholders in base a due elementi fondamentali: il *potere*, cioè la capacità di influenza di un attore o le sue possibilità di mettere in gioco delle risorse; l'*interesse*, cioè quanto un attore è interessato al successo o alla realizzazione di un progetto. A partire da queste informazioni si determina il potenziale livello di impatto di un soggetto su una decisione. A tal fine è necessario costruire una matrice con un sistema di assi cartesiani in cui l'asse orizzontale (x) corrisponde al livello di interesse dello stakeholder e l'asse verticale (y) al livello di potere dello stakeholder di influenzare una decisione. Ad ogni quadrante è associato un tipo di stakeholders e l'approccio più adatto a trattare con lui (Fig. 5.4).

Nella matrice di Mendelow, gli stakeholders del gruppo A hanno bassi livelli di interesse e un potere di influenza limitato verso un determinato progetto. Di conseguenza, la loro

considerazione richiede uno sforzo minimo. Il gruppo *B*, invece, è relativo agli attori con un alto livello di interesse e un basso livello di potere. Questi soggetti non hanno la capacità di influenzare un processo decisionale, ad esempio poiché non controllano risorse utili; tuttavia, potrebbero fare pressione per influenzare le opinioni di altri stakeholders, quindi, è opportuno tenerli ben informati sulle varie fasi del processo decisionale. Al contrario, gli attori del gruppo *C* hanno un alto grado di potere e di influenza, ma bassi livelli di interesse. Tali stakeholders dovrebbero essere trattati con cautela e mantenuti “soddisfatti”, poiché potrebbero sviluppare un proprio interesse e incidere positivamente o negativamente sul processo decisionale. Infine, il gruppo *D* rappresenta gli stakeholders con un elevata motivazione ad esprimere il loro interesse e con un elevato grado di potere e di influenza sulle decisioni. Questi soggetti sono, quindi, gli attori chiave del processo, che devono essere pienamente coinvolti nelle fasi decisionali poiché hanno la capacità di determinare la buona riuscita o il fallimento di un progetto (Mendelow, 1991).

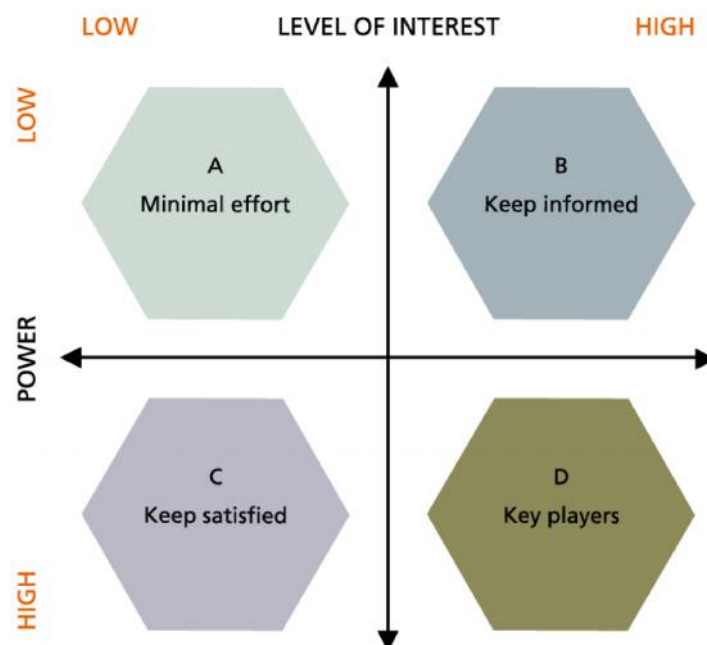


Figura 5.4. Matrice di Mendelow (fonte: Adam et al., 2018)

Dal punto di vista operativo, la *Stakeholders Analysis* tramite la matrice di Mendelow consta dei seguenti passaggi:

- identificazione degli stakeholders interni ed esterni al processo decisionale;
- determinazione del livello di interesse di ogni stakeholder (ad esempio, assegnando un valore in una scala da uno a dieci);
- determinazione del livello di potere di ogni stakeholder (anche in questo caso, assegnando un valore come detto precedentemente);
- discussione sul coinvolgimento di ogni stakeholder nella decisione e determinazione del suo livello di coinvolgimento;
- considerazione degli obiettivi e degli interessi delle parti interessate;
- collocamento degli stakeholders all’interno della matrice;
- creazione di un piano di coinvolgimento degli stakeholders nel processo decisionale.

Stakeholder Circle

La metodologia dello *Stakeholder Circle* è stata introdotta da Lydya Bourne e si basa sul principio che i portatori di interesse di un processo cambiano durante le fasi del ciclo di vita di un progetto e anche in base alle variazioni della struttura organizzativa (Bourne, 2006).

Lo *Stakeholder Circle* valuta l'influenza relativa di ciascuna delle principali parti interessate e pianifica modi per coinvolgere e gestire le loro aspettative e/o contributi. A tal fine prevede lo svolgimento di tre passaggi (Bourne e Walker, 2006):

- identificazione di tutte le parti interessate e documentazione delle loro aspettative ed esigenze;
- assegnazione delle priorità alle parti interessate in base al loro grado di *potere*, *prossimità* e *urgenza*;
- sviluppo di strategie di coinvolgimento degli stakeholders adattati alle aspettative e alle esigenze di questi individui o gruppi.

L'identificazione delle parti interessate è il primo passo che consente di creare un elenco di coloro che sono interessati o che avranno un impatto positivo o negativo su un progetto. L'assegnazione delle priorità di ogni stakeholder si basa sulle valutazioni degli attori rispetto a tre caratteristiche: il *potere*, inteso come capacità di uno stakeholder di modificare o danneggiare un progetto, ma non al punto tale da causarne l'annullamento o il fallimento (graficamente corrisponde alla profondità radiale); la *prossimità*, relativa alla vicinanza di uno stakeholder al progetto (il centro del diagramma rappresenta il progetto, lo spazio tra due cerchi rappresenta la sfera di influenza del progetto, la vicinanza di uno stakeholder al progetto è rappresentata dalla vicinanza del suo segmento al centro del cerchio); l'*urgenza*, cioè l'ampiezza dell'arco del cerchio, che rappresenta il grado di importanza attribuito a uno stakeholder (più ampio è il segmento, maggiore è l'importanza) (Fig. 5.5).

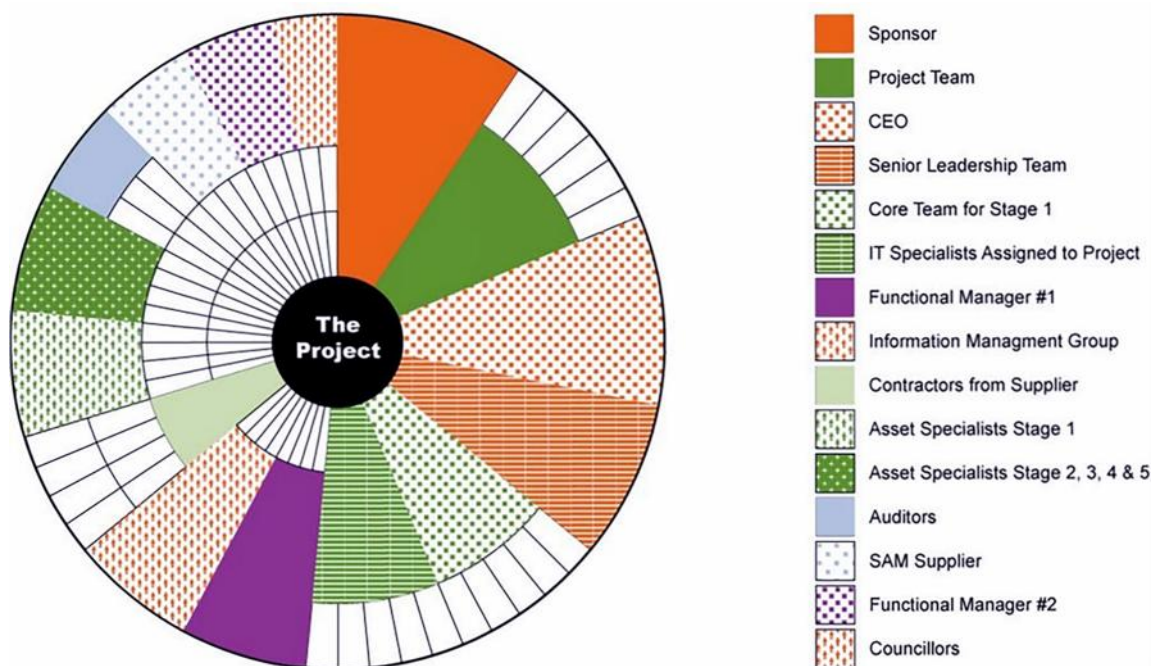


Figura 5.5. *Stakeholder Circle* relativo ad un sistema di gestione delle risorse
(fonte: Bourne e Walker, 2005)

Inoltre, è necessario classificare gli stakeholders in base alla loro importanza e aspettativa e collocarli rispetto al centro del cerchio: *verso l'alto* (attori importanti); *verso il basso* (attori scarsamente importanti); *verso l'esterno* (attori esterni); *lateralmente* (attori trasversali). Infine, i pattern indicano l'“omogeneità” di ciascuna categoria di stakeholder.

La rappresentazione di tutti gli stakeholder in un diagramma circolare consente, dunque, di mappare i portatori di interesse e di comunicare la loro importanza attraverso colore, pattern, dimensione e posizione dei segmenti del *circle* e l'utilizzo del diagramma è di aiuto per rivolgersi alle parti interessate attraverso il più appropriato livello di coinvolgimento, informazione e comunicazione.

Ovviamente, è necessario garantire che le aspettative dei principali stakeholders nei confronti del progetto siano comprese, riconosciute e gestite attraverso lo sviluppo di una comunicazione mirata. Ciò comporta l'integrazione del piano della comunicazione con quelli della pianificazione e rendicontazione di un progetto, attraverso riunioni di gruppo e relazioni periodiche. Dato che l'insieme degli stakeholders può cambiare nel tempo o possono variare le loro caratteristiche durante le diverse fasi del ciclo di vita di un progetto, ogni stakeholder può avere un impatto maggiore o minore e, di conseguenza, il suo livello di importanza e i requisiti di comunicazione cambieranno. Pertanto, il processo di valutazione delle parti interessate potrebbe dover essere ripetuto, in tutto o in parte, a intervalli regolari, in particolare quando gli stakeholders cambiano per riflettere la natura dinamica delle relazioni che si sviluppano intorno a un progetto (Bourne, 2006; Bourne e Walker, 2005).

Griglia tridimensionale di potere-interesse-atteggiamento

La *griglia tridimensionale di potere-interesse-atteggiamento* di R. Murray-Webster e P. Simon (2006), nota anche come *Murray-Simon-Webster Cube*, è un'estensione della matrice di Mendelow e classifica gli stakeholder sulla base di tre caratteristiche chiave: potere; interesse; attitudine. I significati di potere e interesse sono analoghi a quelli definiti da Mendelow; mentre, l'attitudine può essere definita come l'atteggiamento di uno stakeholder nei confronti di un progetto specifico.

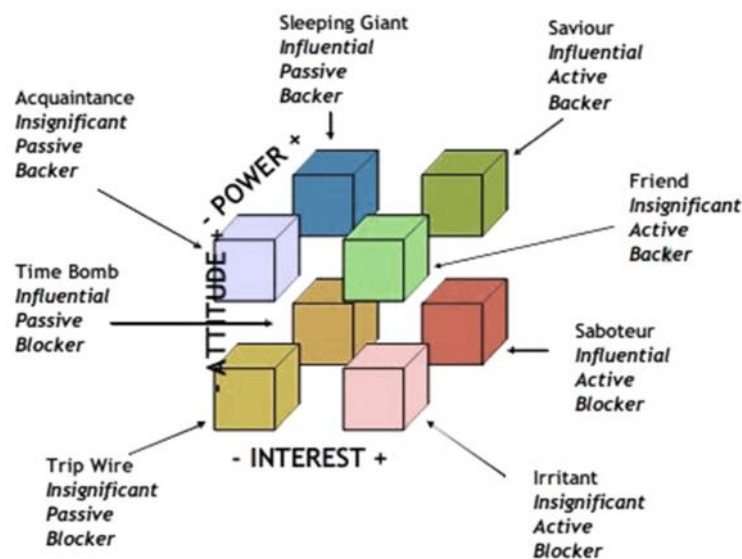


Figura 5.6. Griglia tridimensionale di potere-interesse-atteggiamento (fonte: Murray-Webster e Simon, 2007)

Questa tecnica combina diverse matrici che confluiscono in una griglia 3D avente dimensioni 2x2x2. Ne risultano otto quadranti a cui corrispondono otto differenti tipologie di stakeholders definiti in base ai loro livelli di potere (influyente o insignificante), interesse (attivo o passivo) e attitudine (*backer* o *blocker*), rappresentati da otto figure simboliche che fanno comprendere immediatamente e intuitivamente il ruolo di ogni soggetto all'interno di un processo decisionale (*trip wire*, *time bomb*, *acquaintance*, *sleeping giant*, *saviour*, *friend*, *saboteur*, *irritant*) (Fig. 5.6).

5.6. Considerazioni conclusive

I *Decision-Makers* (DMs) impegnati nei processi decisionali possono essere supportati da molteplici strumenti per la valutazione di politiche, azioni e interventi relativi ai processi di transizione energetica del territorio e delle città (Vergerio et al. 2018).

In generale, gli strumenti di valutazione sono riconducibili a diversi approcci come, ad esempio, le metodologie monetarie, le metodologie di valutazione ambientale e le metodologie multidimensionali (Bottero et al., 2021a). Tuttavia, la valutazione di progetti di transizione energetica a livello urbano e di quartiere necessita di metodologie adatte a considerare la multidimensionalità del problema decisionale, che non può essere adeguatamente rappresentata solamente da indicatori quantitativi fisici (ad es. riduzione dei consumi di energia) e/o quantitativi monetari (ad es. costi di investimento), ma richiede anche indicatori qualitativi che esprimano aspetti sociali, ambientali, estetici e politici (Bottero et al., 2020).

Gran parte della letteratura scientifica relativa alla riqualificazione energetica a scala urbana è incentrata sullo studio delle strategie di progettazione e dei sistemi tecnologici, mentre non esiste un modello consolidato di valutazione alla scala del quartiere che include gli effetti ambientali, sociali, economici, urbani e sulla salute, come richiesto dalla Commissione Europea (Dell'Anna et al., 2020). Comunque, nell'ultimo decennio, sono stati sperimentati diversi modelli di valutazione basati sulle *Multi-Criteria Decision Analysis* e applicati nel settore energetico a scala urbana, edilizia e di quartiere (Bottero et al., 2018b; D'Alpaos e Bragolusi, 2018; Dall'Ò et al., 2013; Della Spina et al., 2016; Diturigliano et al., 2018; Lami et al., 2021; Lombardi et al., 2017; Rosasco e Perini, 2019). Quando si affrontano problemi decisionali complessi, diversamente dagli approcci basati sul ciclo di vita o sui modelli di ACR e ACB, le MCDA consentono, infatti, una valutazione comparativa di misure o progetti alternativi considerando diversi criteri e sono strutturati per aiutare i DMs a integrare le prospettive delle parti interessate (Bertoncini et al., 2022; Bottero e Mondini, 2017b; Dell'Anna et al., 2020).

In sostanza, i metodi MCDA sono strumenti di valutazione che supportano il decisore individuando un percorso razionale per ottenere il risultato migliore e, in questa prospettiva, sono particolarmente utili come strumento per la valutazione della sostenibilità energetica e dei progetti a scala urbana e territoriale, anche perché consentono di coinvolgere nel processo decisionale soggetti con punti di vista differenti e obiettivi conflittuali (Abastante et al., 2017; Dell'Ovo et al., 2020b; Ishizaka e Nemery, 2013; Napoli et al., 2020; Napoli e Schilleci, 2014).

La flessibilità in termini di dati, decisori e contesti e, parallelamente, la capacità di fornire modelli specifici in grado di risolvere problemi reali sono le principali ragioni per cui le MCDA possono essere considerate uno strumento adeguato a supportare la transizione di un quartiere in un NZED.

6



6. SISTEMI NORMATIVI, STRUMENTI FINANZIARI E MODELLO DECISIONALE E PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA DI UN QUARTIERE IN NZED: IL CASO DEL QUARTIERE SAPPUSI DI MARSALA

6.1 Introduzione

L'ultima sezione della tesi riguarda la parte operativa del percorso di ricerca in cui gli esiti delle ricerche precedentemente effettuate sugli strumenti normativi, finanziari e sui modelli multicriteriali a supporto del processo decisionale per la transizione energetica di un quartiere in *Net Zero Energy District* sono applicati ad un caso studio (Fig. 6.1).

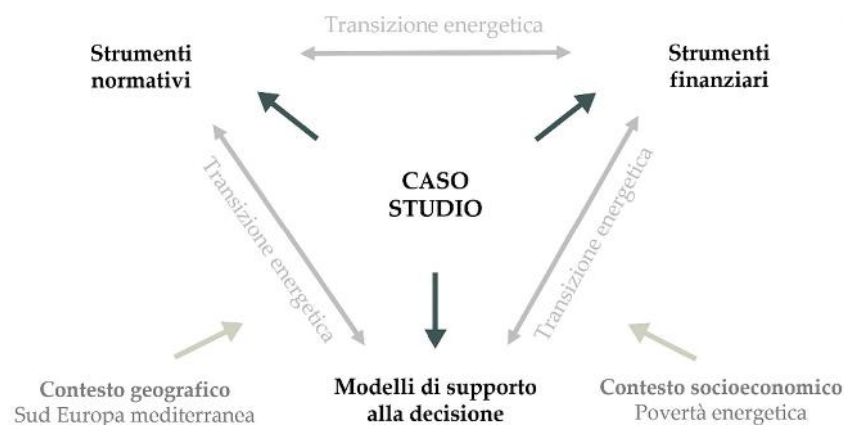


Figura 6.1. Strumenti a supporto di un caso studio (fonte: elaborazione propria)

Il modello è strutturato per essere applicato a un quartiere di una città mediterranea, nel quale sono presenti anche casi diffusi di famiglie in condizioni di povertà energetica. La ricerca delle più efficaci linee di azione costituisce l'occasione per ragionare su criticità e potenzialità, limiti e validità degli strumenti normativi e finanziari di incentivazione allo sviluppo sostenibile e

all'efficiamento energetico applicabili in questo contesto, esemplificativo delle regioni mediterranee del Sud Europa.

Come caso studio è stato scelto il quartiere Sappusi del Comune di Marsala, rispetto al quale è elaborata una metodologia multilivello di supporto al processo decisionale per la transizione energetica di un quartiere in un NZED, selezionando le linee di azioni alternative che tengono conto degli obiettivi di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

6.2 Il caso studio: il quartiere Sappusi a Marsala

Il caso studio è il quartiere Sappusi della municipalità di Marsala, che è una città costiera di medie dimensioni in provincia di Trapani (Fig. 6.2).

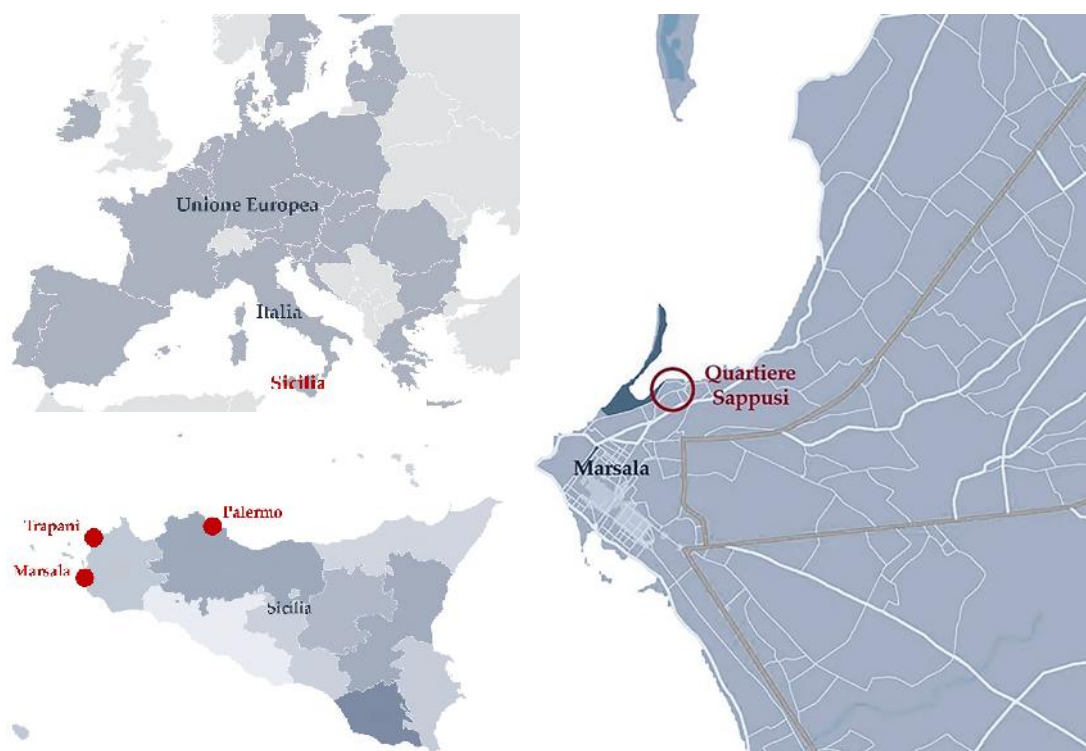


Figura 6.2. Localizzazione di Marsala e del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

Marsala è localizzata sulla fascia costiera occidentale della Sicilia, più precisamente su *Capo Boeo*. Il territorio comunale di circa 242 km² è pianeggiante e privo di corsi d'acqua di rilievo e si estende tra il livello del mare ed un'altitudine massima di 262 metri; il suo clima è caratterizzato da temperature miti nei mesi invernali e da estati calde e prolungate e ricade nella zona climatica B, associata a 816 Gradi Giorno⁷⁹. La città si trova in un'area con condizioni ottimali di irraggiamento ed è caratterizzata da una elevata ventosità, che è tra le maggiori d'Italia, pertanto, possiede un grande potenziale di sfruttamento dell'energia solare ed eolica (Fig. 6.3).

⁷⁹ Allegato A del D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993.

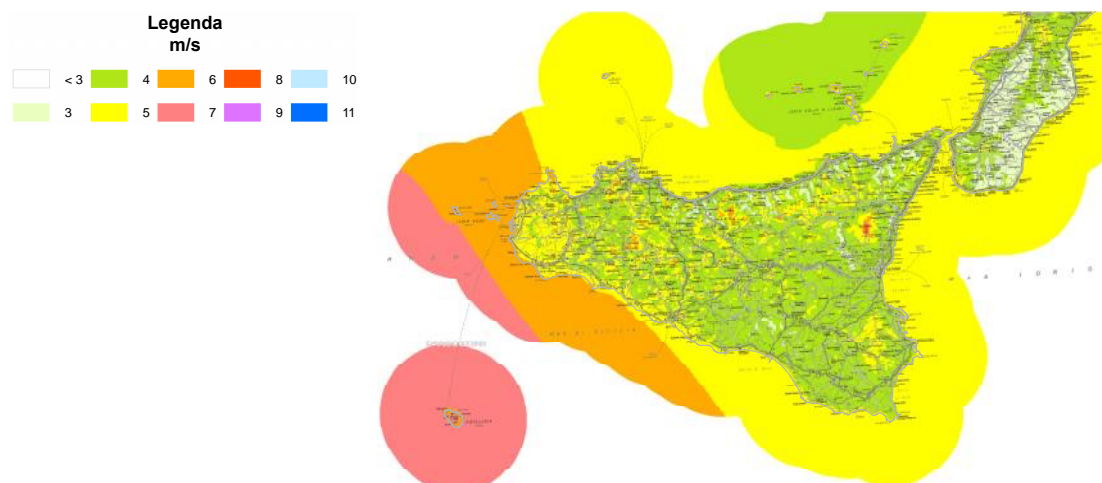


Figura 6.3. Atlante eolico della Sicilia (fonte: Ricerca Sistema Energetico - RSE)

L'economia della città è fortemente legata all'agricoltura, in particolare alle attività vitivinicole, e al turismo. Il suo sistema viario è caratterizzato da tre direttrici principali (verso Trapani a Nord, verso Mazara a Sud e verso Salemi a Est) e da alcune Strade Provinciali che attraversano il territorio. Sono, inoltre, presenti un tratto di linea ferrata e l'*Aeroporto Vincenzo Florio - Trapani Birgi*. La mobilità ciclabile a Marsala è sviluppata in poche zone, tra cui la fascia costiera prospiciente la *Riserva naturale orientata "Isole dello Stagnone di Marsala"* e un tratto del *lungomare Salinella*, che è prospiciente il *Parco della Salinella* e il quartiere Sappusi.

La popolazione, di circa 80.000 abitanti⁸⁰, è concentrata nel centro storico; mentre nel territorio marsalese è presente una urbanizzazione diffusa, in parte formata dai nuclei storici delle contrade e in parte strutturata lungo i principali assi viari.

Gli strumenti urbanistici attualmente vigenti a Marsala sono:

- il *Piano Comprensoriale* del 1977;
- il *Regolamento Edilizio Comunale* del 1980;
- il *Piano Strategico Marsala 2020 - Città Territorio*, pubblicato nel 2011;
- il *Piano Urbano della Mobilità* (PUM), adottato nel 2016.

L'Amministrazione Comunale, nel 2002, aveva avviato l'iter del nuovo *Piano Regolatore Generale* (PRG) che non è stato completato; tuttavia, recentemente sono state espletate le procedure per la redazione di un *Piano Urbanistico Generale* (PUG)⁸¹.

Nel novembre 2012, il Comune ha sottoscritto il *Patto dei Sindaci* (*Covenant of Mayors*) e, rispettandone gli obblighi, nel 2014 ha pubblicato il *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile* (PAES). Con il PAES, Marsala si è impegnata a raggiungere gli obiettivi della *Direttiva 20-20-20* attraverso azioni rivolte alla riduzione delle emissioni di CO₂, di misure di efficienza energetica, sia come consumatore diretto sia come pianificatore del territorio comunale, e azioni di formazione ed informazione della società civile (amministrazioni pubbliche, stakeholders, cittadini).

⁸⁰ Il bilancio demografico dell'ISTAT il 1° gennaio 2021 ha registrato 79.940 abitanti.

⁸¹ In collaborazione con l'Università degli Studi di Palermo.

6.2.1. Sviluppo storico-urbanistico del quartiere Sappusi

Sappusi è un quartiere di edilizia residenziale pubblica che è stato realizzato tra gli anni '60 e '80 in un'area a nord del centro storico urbano. Il quartiere è prospiciente Punta d'Alga e il *Parco della Salinella*. Punta d'Alga è una pre-riserva lagunare che ospita l'antico *Porto di Lilybeo*, l'unico porto fenicio-romano rimasto intatto in tutto il Mediterraneo e sito di interesse storico-archeologico e ambientale che necessita di interventi di recupero e valorizzazione. Il *Parco della Salinella* è un'area verde di circa 13 ettari di grande valore paesaggistico e naturale che si presenta come uno spazio abbandonato e privo di identità (nonostante gli innumerevoli di interventi di sistemazione e di promozione dell'area perpetrati negli anni). Nel quartiere sono presenti alcuni istituti scolastici (un giardino d'infanzia, l'Asilo Nido Comunale, una Scuola Materna ed Elementare e tre istituti superiori) e tre stabilimenti vitivinicoli (la *Cantina Mothia*, la *Cantina Curatolo Arisi* e la *Cantina Pellegrino*). Inoltre, in prossimità si trova l'ex *Idroscalo di Marsala Stagnone*, che è un'ex area militare dell'Aeronautica sede di due hangar progettati dall'Arch. Pier Luigi Nervi negli anni '30 (Fig. 6.4).

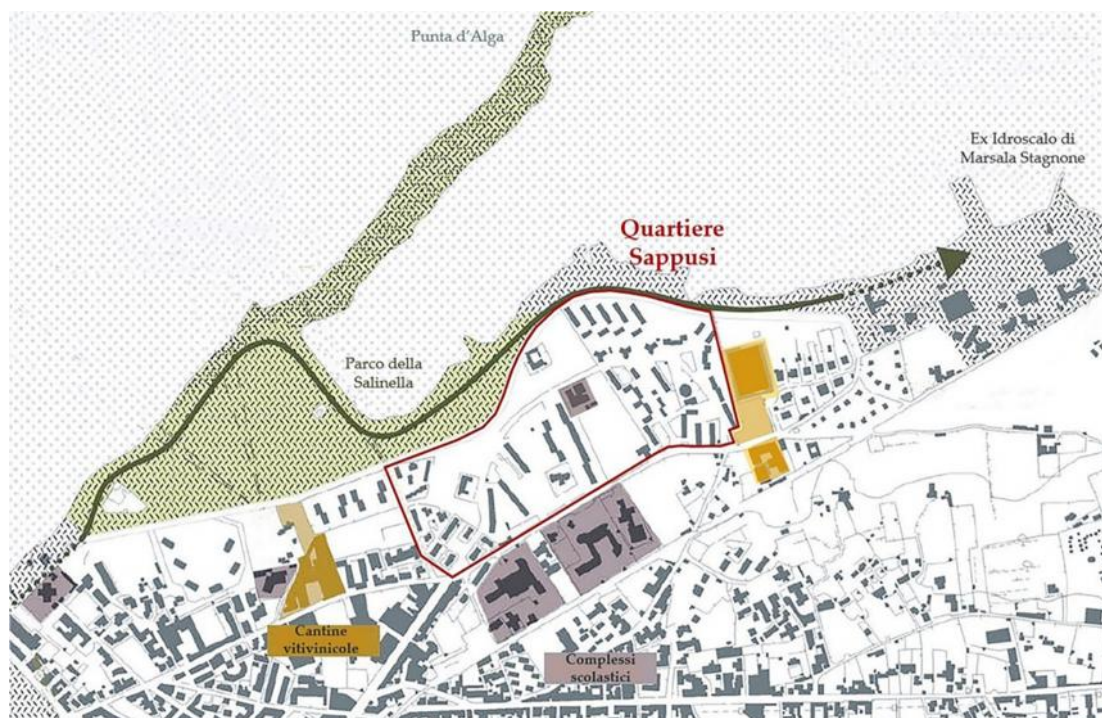


Figura 6.4. Inquadramento urbano del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

Il quartiere è dotato di un'ottima accessibilità al sistema viario, si trova a nord tra il *lungomare Salinella* e la strada provinciale SP21 e al suo interno sono presenti diverse aree di parcheggio. Dal quartiere, proseguendo lungo il litorale a nord, si raggiunge lo "Stagnone", la più grande laguna della Sicilia, che ospita una *Riserva Naturale Orientata* di circa 2.000 ettari ed è composta da alcuni isolotti e da una lunga fascia costiera; mentre, al termine del lungomare Salinella verso la fascia costiera a sud si trova il *Parco Archeologico Lilybeo*. Di fronte al quartiere sono presenti, inoltre, diversi moli custoditi per sosta e attracco di natanti di piccole e medie dimensioni, anche da diporto, e pontili per imbarcazioni da pesca di piccole dimensioni.

Grazie a tutti questi elementi il quartiere, originariamente costruito in una zona periferica e marginale della città, si trova oggi in una posizione di prossimità ad aree di valore archeologico, storico e ambientale, tra cui il *Parco della Salinella*, che è uno dei più grandi della città (Fig. 6.5).



Figura 6.5. Inquadramento del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria su base Google Earth)

Il quartiere è composto da nove gruppi di edifici che sono stati costruiti in fasi diverse sfruttando normative e finanziamenti destinati alla realizzazione di alloggi di edilizia residenziale pubblica (Fig. 6.6). Nello specifico, nel quartiere sono presenti:

- 27 lotti (407 alloggi) realizzati con la Legge Regionale n. 12 del 12 aprile 1952 *“Costruzione di alloggi per le categorie più disagiate”*, gestiti dall’*Istituto Autonomo Case Popolari (IACP)* di Trapani;
- 1 edificio (30 alloggi) realizzato con la Legge n. 1327 del 26 ottobre 1960 *“Autorizzazione di spesa per la concessione, ai sensi del testo unico 28 aprile 1938, n. 1165, e successive modificazioni ed integrazioni, di contributi in annualità per la costruzione di case popolari”*, gestito dall’*Istituto Autonomo Case Popolari (IACP)* di Trapani;
- 9 lotti (72 alloggi) realizzati dallo *ICOGAP* della Regione Siciliana nel 1967;
- 2 edifici (60 alloggi) realizzati con la Legge n. 457 del 5 agosto 1978 (quinto biennio) *“Norme per l’edilizia residenziale”*, gestiti dall’*Istituto Autonomo Case Popolari (IACP)* di Trapani;
- 3 lotti (30 alloggi) realizzati con la Legge Regionale n. 15 del 25 marzo 1986 *“Provvedimenti per l’edilizia abitativa e modifiche alla legge regionale 25 ottobre 1985, n. 40”*, gestiti dall’*Istituto Autonomo Case Popolari (IACP)* di Trapani;
- 3 lotti (40 alloggi) realizzati con la Legge n. 67 del 1988, gestiti dall’*Istituto Autonomo Case Popolari (IACP)* di Trapani;
- 1 edificio (24 alloggi) realizzati con la Legge n. 67 del 1988, gestito dall’*Istituto Autonomo Case Popolari (IACP)* di Trapani;

- 7 edifici (66 alloggi) realizzati tramite il cantiere 2843 di INA-Casa, gestiti dall'Istituto Autonomo Case Popolari (IACP) di Trapani (precedentemente da Gescal – *Gestione Case per i Lavoratori*);
- 8 edifici (44 alloggi) realizzati tramite il cantiere 6805 di INA-Casa, gestiti dall'Istituto Autonomo Case Popolari (IACP) di Trapani (precedentemente da Gescal – *Gestione Case per i Lavoratori*).



Figura 6.6. Composizione del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria su dati IACP di Trapani)

In particolare, gli edifici derivanti dal cantiere 2843 di INA-Casa sono stati realizzati tra il 1950 e il 1951 su progetto dell'Arch. Giuseppe Spatrisano e il complesso è stato inserito all'interno del *Censimento delle architetture italiane dal 1945 ad oggi* promosso dalla *Direzione Generale Creatività Contemporanea* del *Ministero della Cultura*. L'opera, unica della città di Marsala ad essere inserita nel censimento, è stata considerata di rilievo poiché: «riveste un ruolo significativo nell'ambito dell'evoluzione del tipo edilizio di pertinenza, ne offre un'interpretazione progressiva o sperimenta innovazioni di carattere distributivo e funzionale»; è stata progettata da una figura di spicco nel panorama dell'architettura nazionale; ha un «valore qualitativo all'interno del contesto urbano in cui è realizzata» (www.censimentoarchitetturecontemporanee.cultura.gov.it).

Nel quartiere sono presenti le seguenti attrezzature: la *Chiesa della Madonna del Verbo Incarnato*; l'Asilo Nido Comunale "Sappusi"; un edificio scolastico (l'ex Scuola Elementare e Materna "L. Radice") non più in uso poiché dichiarato inagibile alcuni anni fa a causa della presenza di amianto e di problemi strutturali; il *Centro Sociale Sappusi*, dove ha sede l'*Ufficio di Servizio Sociale per i Minorenni* (USSM); un campo da calcetto; un campo di bocce; spazi aperti e aree

verdi in stato di abbandono, fatta eccezione per un'area gioco per bambini di recente installazione (ottobre 2022).

Nel 2009 una parte del quartiere è stato oggetto di interventi di manutenzione straordinaria attraverso il *“Programma innovativo in ambito urbano denominato Contratto di Quartiere II - Sappusi”*. Tale programma ha riguardato un'area dell'insediamento PEEP di edilizia residenziale pubblica e ha sottoposto diversi alloggi gestiti dello IACP di Trapani a manutenzione straordinaria e interventi sperimentali sui rivestimenti di facciata (Fig. 6.7); inoltre, ha effettuato miglioramenti delle urbanizzazioni, rigenerazione degli spazi comuni e pubblici, opere di riqualificazione ambientale del lungomare ed realizzato un parco urbano dotato di attrezzature sportive e moli per attività connesse alla fruizione del mare.

Gli interventi sugli edifici hanno riguardato, nello specifico, i lotti realizzati con L. 457/1978, con L. 67/1988 e una parte di quelli realizzati con L.R. 15/1986. Quest'ultimi (interamente di proprietà dello IACP di Trapani) sono stati oggetto anche di opere di consolidamento strutturale, di rifacimento dei prospetti e di posa in opera di impianti per il risparmio del consumo d'acqua.



Figura 6.7. Alcuni interventi realizzati con il *Contratto di Quartiere II* (fonte: elaborazione propria)

L'area del quartiere Sappusi è stata interessata nel 2013 dal *“Progetto sistema porto e Waterfront - Waterfront Nord. Riqualificazione ambientale e rafforzamento delle funzioni urbane”* del Piano Strategico della città di Marsala, che ha previsto la sistemazione del litorale nella zona di *Punta d'Alga* e del *Parco della Salinella*. Gli interventi realizzati hanno completato il processo di riqualificazione ambientale e di rafforzamento funzionale del versante costiero settentrionale della città ed hanno riguardato la sistemazione del litorale nella zona di *Punta d'Alga* e del *Parco della Salinella*.

Il Comune di Marsala ha presentato una proposta progettuale a valere su PO FESR Sicilia 2014-2020, inerente al *“Recupero funzionale e riuso in collegamento con attività di animazione sociale e partecipazione collettiva dell'area attrezzata Salinella all'interno del piano PEEP Sappusi di Marsala”*, che è stata inserita nella graduatoria delle operazioni ammesse e finanziate (D.D.G. 752/2019). Successivamente, il Comune ha pubblicato nell'ottobre del 2022 un avviso pubblico per l'affidamento della gestione ad Associazioni Sportive Dilettantistiche senza scopo di lucro

(ASD), in comodato d'uso gratuito, di un immobile di proprietà comunale all'interno del quartiere Sappusi, denominato *Area attrezzata Salinella all'interno del Piano P.E.E.P. Sappusi di Marsala*, per favorire la crescita e l'arricchimento sotto il profilo sportivo-socio-educativo-culturale dei cittadini del territorio. Tuttavia, tale area ad aprile 2023 non risulta ancora assegnata.

Dal punto di vista socio-economico il quartiere Sappusi è uno dei quattro quartieri di edilizia economica e popolare della città e, nonostante le recenti iniziative di riqualificazione urbana (come il *Contratto di Quartiere II*) e la presenza di importanti centri di aggregazione sociale e culturale (complessi scolastici, centro sociale e parrocchia), si configura come un luogo fortemente degradato e un incubatore di disagio e marginalità sociale dove si verificano frequenti eventi di microcriminalità (incluso lo spaccio di sostanze stupefacenti). La struttura sociale dei residenti è composita, con cittadini anche a bassissimo reddito, e costituisce un elemento particolarmente critico il basso livello di istruzione e di competenze del capitale umano, specialmente delle giovani generazioni.

6.2.2. Area del caso studio

Gli edifici residenziali del quartiere non presentano tutti lo stesso stato di manutenzione. Gli edifici che sono stati oggetto degli interventi di manutenzione straordinaria tramite il *Contratto di Quartiere II* sono in ottimo stato conservativo; invece, gli edifici che presentano le condizioni manutentive peggiori e maggiori fenomeni di degrado sono quelli corrispondenti ai 27 lotti, per un totale di 407 alloggi, realizzati con la L.R. 12/1952.

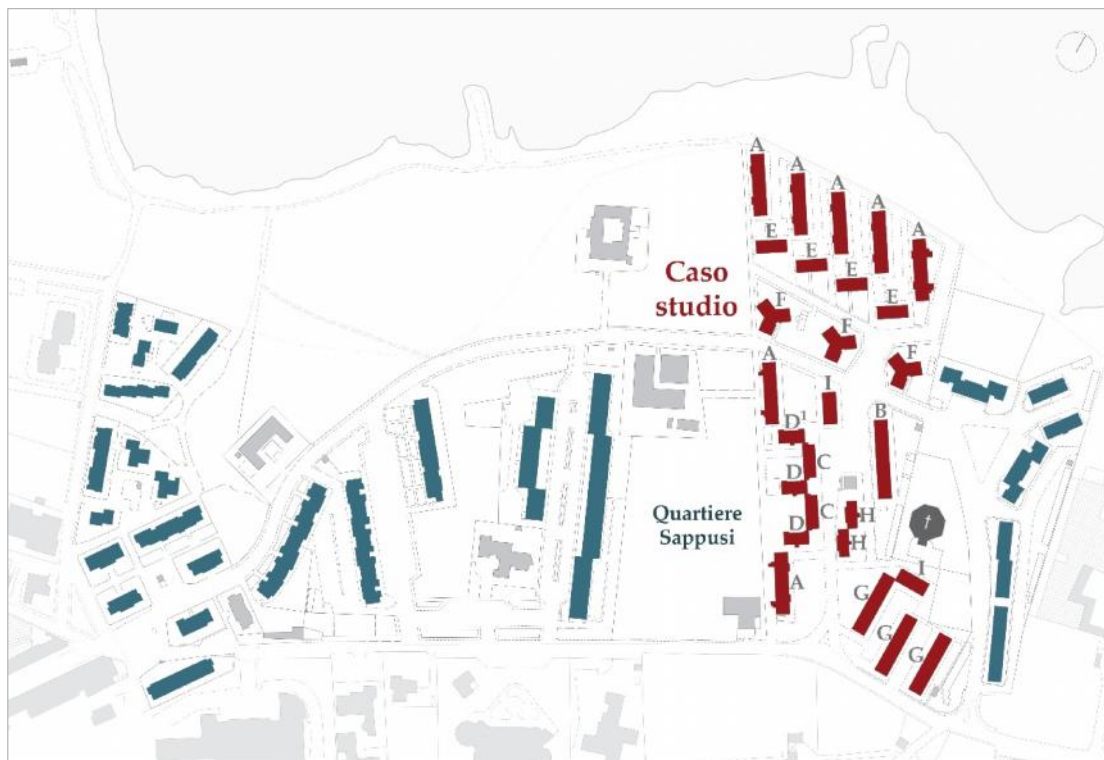


Figura 6.8. Area di studio e tipologie di edifici (fonte: elaborazione propria)

Questi lotti hanno, pertanto, un grande potenziale in termini di efficientamento energetico e sono stati identificati come l'area di studio della ricerca (Fig. 6.8).

Gli edifici dell'area studio (Fig. 6.9) sono realizzati in struttura portante in calcestruzzo armato e appartengono a 10 differenti tipologie, catalogate dalla lettera *A* alla *I*, con numero di piani fuori terra che varia da 4 a 7 (Tab. 6.1). Ad eccezione della tipologia *F*, gli edifici hanno una forma rettangolare e, ad eccezione della tipologia *I* (che presenta coperture a doppia falda), hanno tutti coperture piane. Complessivamente, l'area occupata dai fabbricati è pari a circa 8.000 metri quadrati.



Figura 6.9. Quartiere Sappusi, Comune di Marsala (fonte: elaborazione propria)

Tabella 6.1. Tipologie degli edifici e numerosità degli alloggi
(fonte: elaborazione propria su dati IACP di Trapani)

| Tipologia degli edifici | Edifici n° | Elevazioni fuori terra n° | Alloggi per piano n° | Alloggi per edificio n° | Vani per alloggio n° | Totale alloggi n° |
|-------------------------|------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| <i>A</i> | 7 | 5 | 4 | 20 | 6 | 140 |
| <i>B</i> | 1 | 5 | 6 | 30 | 5 | 30 |
| <i>C</i> | 2 | 5 | 2 | 10 | 6 | 20 |
| <i>D</i> | 2 | 5 | 2 | 10 | 5 | 20 |
| <i>D1</i> | 1 | 4 | 2 | 8 | 5 | 8 |
| <i>E</i> | 4 | 5 | 2 | 8 | 5 | 32 |
| <i>F</i> | 3 | 7 | 3 | 21 | 6 | 63 |
| <i>G</i> | 4 | 5 | 2 | 20 | 6 | 60 |
| <i>H</i> | 2 | 4 | 2 | 8 | 5 | 16 |
| <i>I</i> | 2 | 5 | 2 | 10 | 6 | 20 |

Tabella 6.2. Regime di proprietà degli alloggi del quartiere Sappusi
(fonte: elaborazione propria su dati IACP di Trapani)

| Lotto | Scala | Proprietà privata Alloggi | | IACP Alloggi in locazione | | Totale Alloggi n° | IACP Autorimesse in locazione n° |
|---------------|-------|------------------------------|------------|------------------------------|------------|-------------------------|---|
| | | n° | quota | n° | quota | | |
| 1 | A | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| | B | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| 2 | unica | 7 | 88% | 1 | 22% | 8 | 0 |
| 3 | unica | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 4 | unica | 10 | 100% | 0 | 10% | 10 | 0 |
| 5 | unica | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 6 | unica | 8 | 100% | 0 | 0% | 8 | 0 |
| 7 | A | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| | B | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 8 | unica | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| 9 | A | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| | B | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| | C | 8 | 80% | 2 | 20% | 10 | 0 |
| 10 | unica | 7 | 88% | 1 | 22% | 8 | 0 |
| 11 | unica | 8 | 100% | 0 | 0% | 8 | 0 |
| 12 | unica | 8 | 80% | 2 | 20% | 10 | 0 |
| 13 | A | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| | B | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 14 | A | 8 | 80% | 2 | 20% | 10 | 0 |
| | B | 8 | 80% | 2 | 20% | 10 | 0 |
| 15 | A | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| | B | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 16 | unica | 17 | 81% | 4 | 19% | 21 | 0 |
| 17 | unica | 7 | 88% | 1 | 22% | 8 | 13 |
| 18 | A | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| | B | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 19 | A | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| | B | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| 20 | A | 7 | 70% | 3 | 30% | 10 | 0 |
| | B | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| 21 | A | 9 | 90% | 1 | 10% | 10 | 0 |
| | B | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| 22 | A | 4 | 40% | 6 | 60% | 10 | 0 |
| | B | 10 | 100% | 0 | 0% | 10 | 0 |
| 23 | unica | 7 | 88% | 1 | 22% | 8 | 13 |
| 24 | unica | 6 | 75% | 2 | 25% | 8 | 13 |
| 25 | unica | 7 | 88% | 1 | 22% | 8 | 13 |
| 26 | unica | 17 | 81% | 4 | 19% | 21 | 0 |
| 27 | unica | 21 | 100% | 0 | 0% | 21 | 0 |
| Totale | | 362 | 89% | 45 | 11% | 407 | 52 |

La destinazione d'uso degli edifici è esclusivamente residenziale⁸² e in ogni edificio è presente un ascensore, tranne che per quelli della tipologia C, E, H ed I. Le unità abitative hanno una dimensione medio-grande, articolata in 5-6 vani soleggiati e ventilati, con affacci su almeno due prospetti. Tutti gli alloggi sono dotati almeno di un balcone che, in numerosi casi, è stato chiuso presumibilmente in modo abusivo. Non sono presenti sistemi di riscaldamento centralizzati, né sistemi fotovoltaici o solari termici nelle coperture; tuttavia, sulle facciate sono visibili diverse unità esterne di climatizzatori o condizionatori.

Originariamente tutti gli alloggi erano di proprietà dell'*Istituto Autonomo Case Popolari* della Provincia di Trapani. Successivamente, la maggior parte degli immobili residenziali sono stati venduti a un prezzo convenzionato in conseguenza delle politiche nazionali di alienazione del patrimonio edilizio pubblico. Allo stato attuale, sul totale di 407 alloggi, 362 (pari all'89%) sono di proprietà privata e solamente 45 (pari all'11%) sono ancora di proprietà dello IACP e sono locati a canoni agevolati. Lo IACP possiede anche 52 autorimesse che sonolocate a residenti del quartiere. In dettaglio, il regime di proprietà degli immobili è strutturato secondo quanto riportato nella Tabella 6.2 e si nota che la suddivisione tra proprietà privata e IACP è molto simile in tutti gli edifici, con alte percentuali di proprietà privata che variano da 70% a 100%. Ai fini di un eventuale progetto di riqualificazione e trasformazione in un NZED, è importante conoscere quali sono i vincoli urbanistici e paesaggistici ai quali è soggetta l'area di studio.

Gli edifici rientrano parzialmente entro il limite dei 150 metri di distanza dalla battigia, quindi sono soggetti al vincolo di inedificabilità assoluta ed è concessa solo la ristrutturazione degli edifici esistenti, senza l'alterazione dei volumi già realizzati (art. 15 comma 1, L.R. 78/1976, anche se possono essere concesse deroghe limitatamente a opere pubbliche o di preminente interesse pubblico (art. 57 L.R. 78/1976)⁸³.

Inoltre, l'area del caso studio rientra nel perimetro del Paesaggio Locale 4a "Paesaggio degli agglomerati, centri e nuclei storici e urbani" del *Piano Paesaggistico della Provincia di Trapani*, Ambiti 2 e 3. Tale paesaggio locale è sottoposto ad un livello di tutela 1 (che è il livello meno restrittivo), i cui obiettivi specifici sono la tutela e valorizzazione del patrimonio paesaggistico, anche se sono consentiti il recupero e la riqualificazione dei paesaggi urbanizzati tramite piani e/o progetti finalizzati a dare qualità urbana e forma all'insediamento.

Dunque, per l'installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture degli edifici che rientrano all'interno del limite dei 150 metri dalla battigia è necessario il preventivo rilascio di autorizzazione paesaggistica, che può essere richiesto tramite *Autorizzazione Paesaggistica Semplificata*.

6.3. Strumenti normativi e finanziari per la transizione energetica del quartiere

Come visto nelle prime tre sezioni della tesi, l'obiettivo di transizione energetica di un quartiere in uno NZED può essere supportato da diversi strumenti normativi e finanziari di scala

⁸² Unica eccezione sono i piani terra degli edifici della tipologia E, che sono destinati a posti auto coperti.

⁸³ Oppure ad opere di urbanizzazione primaria e secondaria connesse ad impianti turistico-ricettivi esistenti, nonché ad ammodernamenti strettamente necessari alla funzionalità degli stessi.

comunitaria e nazionale. Per il caso in esame saranno, dunque, valutate le possibilità introdotte da Unione Europea, Stato italiano e Regione Siciliana.

6.3.1. Strumenti dell'UE

L'Unione Europea ha delineato strategie e politiche per favorire la decarbonizzazione del settore edile e delle città e ha fissato gli obiettivi di sostenibilità per il 2030 e il 2050.

Relativamente alla sostenibilità energetica alla scala edilizia, l'UE ha emanato direttive vincolanti per i Paesi membri che hanno contribuito a formare il corpus legislativo idoneo all'efficientamento energetico del patrimonio edilizio nuovo ed esistente. Inoltre, ha promosso e finanziato numerose iniziative per rendere le aree urbane più sostenibili, efficienti e salubri, affrontando al contempo le sfide climatiche.

Gli strumenti utilizzabili per la transizione del quartiere Sappusi in uno NZED sono riconducibili a quattro categorie: iniziative urbane; misure di sostegno finanziario; comunità energetiche; programmi europei (Fig. 6.10).



Figura 6.10. Quadro degli strumenti dell'UE per la transizione energetica in NZED
(fonte: elaborazione propria)

Iniziative urbane per la transizione energetica del quartiere

Le iniziative a scala urbana dell'UE (cfr. Sezione 1), che possono supportare la transizione energetica del quartiere Sappusi sono:

- il *Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia*;
- lo *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership (SCC-EIP)*;
- lo *Smart Cities Marketplace*;
- la *Renovation Wave Initiative*.

Da ciascuna di queste iniziative si possono ottenere benefici o supporti utili per gli interventi di efficientamento energetico urbano, ma è richiesta l'adesione o la partecipazione del Comune a bandi o programmi specifici (Tab. 6.3). Pertanto, queste iniziative sono rivolte a soggetti pubblici e non privati.

Tabella 6.3. Iniziative urbane alla transizione energetica del quartiere Sappusi
(fonte: elaborazione propria)

| Iniziativa | Benefici indiretti | Benefici diretti | Come ottenere i benefici diretti | Ostacoli |
|---|--|--|---|--|
| <i>Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia</i> | Supporto finanziario e tecnico dai <i>Sostenitori del Patto</i> | Accesso a opportunità di finanziamento, servizi di supporto, pubblicazioni su progetti e schemi di finanziamento | Rinnovo dell'adesione al Patto e predisposizione di un PAESC | Riduzione delle emissioni di CO ₂ del 40% entro il 2030 |
| <i>Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership</i> | Formazione e sovvenzione di programmi e progetti per lo sviluppo e l'inserimento delle <i>smart technologies</i> nelle città | Non disponibili | Partecipazione a programmi finanziati da SCC-EIP | Modalità di adesione ai programmi non chiare |
| <i>Smart Cities Marketplace</i> | Ottenimento di supporto tecnico, dati e finanziamenti per progetti di <i>smart city</i> sostenibili | Accesso a database, servizi ed eventi sulla creazione e la ricerca di proposte di <i>smart city</i> bancabili | Registrazione al <i>City Coordinators Group</i> come "observer city" e alla piattaforma <i>Scalable Cities Action Grant</i> | Le sovvenzioni sono ottenute vincendo bandi competitivi |
| <i>Renovation Wave Initiative</i> | Impatto su: strategie nazionali di ristrutturazione degli edifici, direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia, PNEC | Accesso a informazioni e consigli utili tramite "sportelli unici" (non ancora attivi al 2023) | Partecipazioni a bandi tramite <i>Horizon 2020</i> | Le sovvenzioni sono ottenute vincendo bandi competitivi |

Il *Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia* è l'unica iniziativa a cui il Comune di Marsala ha aderito (delibera del Consiglio Comunale n. 120 del 2012). In conseguenza della sottoscrizione al *Covenant of Mayors*, nel 2014 è stato presentato il *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile* (PAES) per raggiungere gli obiettivi della Direttiva 20-20-20, con il quale il Comune di Marsala si è obbligato a realizzare 34 azioni utili alla riduzione di CO₂ e all'efficientamento energetico di diversi settori (cfr. Sezione 4). Tuttavia, il percorso intrapreso con il *Patto* non ha avuto un seguito e il Comune non ha aderito al *Mayors Adapt* per sottoscrivere ulteriori impegni per il 2030. Nell'ipotesi di una proposta di transizione energetica per iniziativa pubblica, il Comune di Marsala potrebbe rinnovare la sua adesione al *Patto*, che gli consentirebbe di:

- beneficiare del supporto finanziario e tecnico ad opera dei *Sostenitori del Patto* (autorità nazionali e sub-nazionali, ONG, ecc.);
- accedere in modo diretto a opportunità di finanziamento;
- utilizzare servizi di supporto, quali *podcast*, *webinar*, seminari nazionali e *tools* specifici (ad esempio, *l'Urban Adaptation Support Tool* e *l'Urban Adaptation Map Viewer*)⁸⁴;
- visionare pubblicazioni sullo sviluppo di progetti, su programmi di finanziamenti dell'UE e su schemi di finanziamento innovativi (accessibili solo tramite la *Private Area Resource Library* di *MyCovenant*).

⁸⁴ Alcuni di questi sono disponibili gratuitamente online all'interno del sito europeo di *Covenant of Mayors* (www.eu-mayors.ec.europa.eu).

Di contro, il Comune dovrebbe sviluppare, entro due anni, un *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima* (PAESC), con l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO₂ di almeno il 40% entro il 2030 e di aumentare la propria resilienza climatica. Inoltre, è interessante sottolineare che i firmatari del *Patto* sono sostenuti in modo specifico nelle loro azioni di contrasto alla povertà energetica.

Lo *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership* (EIP-SCC) è un'iniziativa della CE promuove partenariati strategici tra le città, industrie, banche e istituti di ricerca per lo sviluppo urbano sostenibile e ha dato vita a numerosi programmi (come, ad esempio *Eurocities**), alcuni dei quali potrebbero supportare ulteriormente il Comune di Marsala nella pianificazione, nel finanziamento e nella realizzazione di progetti energetici urbani sostenibili.

- * Se il Comune di Marsala divenisse membro di *Eurocities* (www.eurocities.eu) avrebbe l'opportunità:
- di accedere ad una rete di politici, funzionari ed esperti cittadini di oltre 200 città che si scambiano informazioni utili e molteplici competenze «dalla tecnologia all'avanguardia al coinvolgimento della popolazione locale nel processo decisionale»;
 - di partecipare a forum, gruppi di lavoro e progetti europei;
 - di essere costantemente aggiornato con informazioni sui finanziamenti disponibili.

Sempre nel caso di una conversione del quartiere Sappusi in uno NZED per iniziativa dell'Amministrazione Comunale, Marsala potrebbe aderire allo *Smart Cities Marketplace* registrandosi al *City Coordinators Group* (CCG)⁸⁵ come "observer city" (in alternativa alla registrazione come rappresentante di un *Lighthouse Projects Group*). Questo consentirebbe di:

- avere accesso a database, servizi ed eventi⁸⁶ sulla creazione e ricerca di proposte di *smart city* bancabili;
- di beneficiare di scambi facilitati e cooperazioni con altre città;
- di partecipare all'iniziativa *Scalable Cities**, che fornisce un sostegno su larga scala e a lungo termine alle città e ai progetti coinvolti.

* È aperto (fino al 31 maggio 2023) un bando di sovvenzione dello *Scalable Cities Action Grant* che concede contributi per la replica di misure già sperimentate con successo in progetti di città e comunità *smart*. Il bando prevede l'erogazione di una sovvenzione di massimo € 50.000 per la realizzazione di progetti che accelerano la digitalizzazione del settore energetico, così da aiutare i comuni a ridurre i propri consumi elettrici, attivare investimenti nelle energie rinnovabili e sostenere il trasferimento di conoscenze. Per partecipare è necessario aderire al CCG e registrarsi alla piattaforma dedicata di *Scalable Cities Action Grant*.

⁸⁵ Il *City Coordinators Group* (CCG) riunisce le città per affrontare sfide specifiche e creare uno spazio per la co-progettazione di soluzioni condivise. Il gruppo ha tre obiettivi principali: facilitare la condivisione e lo scambio di conoscenze; promuovere il *networking* e la cooperazione tra le città interessate alla replica delle misure delle *Scalable Cities*; preparare delle raccomandazioni per le istituzioni dell'UE.

⁸⁶ Gli eventi rientrano in tre categorie principali: *meetings di networking e condivisione delle conoscenze* (incontri fisici che si concentrano sulla promozione del *networking* istituzionale con attori esterni); *meetings di co-creazione* (workshop pratici per discutere soluzioni condivise, co-progettare linee guida comuni e sviluppare partnership strategiche tra città); *meetings di advocacy* (atti a sviluppare raccomandazioni per le istituzioni dell'UE sui principali bisogni, sfide e soluzioni delle città).

La *Renovation Wave Initiative* dell'European Green Deal agisce sulle strategie nazionali di ristrutturazione degli edifici a lungo termine, su alcuni aspetti della direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia e su altri aspetti relativi edilizi dei *Piani Nazionali per l'Energia e il Clima* (PNEC). Non prevede, invece, strumenti diretti per la realizzazione di interventi retrofit energetici⁸⁷. Quindi, se il Comune di Marsala o un altro ente volesse intervenire all'interno del quartiere Sappusi potrebbe partecipare ai bandi avviati dall'iniziativa all'interno del programma *Horizon 2020**.

*Ad esempio, il bando "*Affordable housing district demonstrator (IA)*" (aperto fino ad aprile 2023) sul portale dell'UE *Funding & Tender Portal* finanzia interventi dimostrativi innovativi nella ristrutturazione di quartieri di edilizia sociale seguendo i principi dell'iniziativa per l'edilizia abitativa a prezzi accessibili (*Affordable Housing Initiative - AHI*)⁸⁸ e, più in generale, tenendo conto delle tematiche di efficientamento energetico, riduzione dei consumi e abbattimento delle emissioni di CO₂⁸⁹.

Tra le altre iniziative urbane, l'*Agenda Urbana per l'UE*, come l'EIP-SCC, si occupa della formazione di partenariati, ma con un focus sulla collaborazione tra i diversi livelli di governo (da europeo a locale). L'adesione all'*Agenda* da parte del Comune di Marsala non consentirebbe di ottenere dei vantaggi nella realizzazione di progetti come quello di efficientamento energetico di un quartiere, ma potrebbe essere utilizzata per fornire un contributo e uno stimolo alla politica urbana comunitaria condividendo conoscenze, competenze, ma soprattutto difficoltà e limiti riscontrati nel sistema legislativo e di finanziamento dell'UE.

Le iniziative dell'EU precedentemente presentate possono essere utilizzate per effettuare una transizione energetica del quartiere Sappusi in uno NZED soltanto se il progetto di efficientamento è promosso da un ente pubblico come il Comune e, dunque, seguendo un approccio *top-down*. Difatti, la maggior parte degli strumenti disponibili è accessibile tramite bandi o piattaforme rivolte quasi esclusivamente a municipalità o enti territoriali. In particolare, il rinnovo dell'adesione al *Patto dei Sindaci* e l'iscrizione allo *Smart Cities Marketplace* sarebbero, per il Comune di Marsala, elementi fondamentali per aumentare risorse, conoscenze e possibilità di realizzare progetti di efficientamento energetico di un quartiere e, più in generale, di miglioramento dell'efficienza e della sostenibilità della città.

Misure di sostegno finanziario per la transizione energetica del quartiere

I meccanismi finanziari promossi dall'UE (Tab. 6.4) che possono sostenere una riqualificazione energetica come quella che si intende ipotizzare nell'area studio del quartiere Sappusi sono principalmente:

⁸⁷ È nella volontà dell'iniziativa promuovere la formazione di "sportelli unici" per l'edilizia, ma questi a marzo del 2023 non sono ancora stati attivati.

⁸⁸ L'*Affordable Housing Initiative* (AHI) ha l'obiettivo di attivare 100 progetti di riqualificazione di quartieri composti da alloggi a prezzi accessibili. Questi progetti fungeranno da guida e orientamento per ulteriori progetti di riqualificazione in UE, ponendo in primo piano la vivibilità, l'accessibilità e l'efficienza.

⁸⁹ Tra le iniziative della *Renovation Wave*, l'AHI ha finanziato il *Cultural-E*, un progetto che mira a definire soluzioni modulari e replicabili per abitazioni che producono più energia di quella che consumano (*Plus Energy Buildings - PEB*). *Cultural-E* ha un sito demo anche in Italia, in località Castenaso (BO), dove si è proposto di realizzare due palazzine con standard PEB e dal basso impatto ambientale.

- strumenti di finanziamento diretto assegnano fondi tramite la partecipazione a bandi e call specifici promossi da *Horizon 2020* e *LIFE*;
- forme di co-finanziamento che mobilitano capitali privati in progetti di efficienza energetica, come *Contratti di Prestazione Energetica* e *Partenariati Pubblico Privato*;
- altre iniziative, come *ELENA* e *EUFC*, che supportano tecnicamente ed economicamente lo sviluppo di investimenti.

Tabella 6.4. Strumenti finanziari dell'UE utili alla transizione energetica del quartiere Sappusi
(fonte: elaborazione propria)

| Strumento | Obiettivi | Soggetti ammissibili | Modalità di richiesta di finanziamenti | Quota di finanziamento massima | Vincoli e difficoltà |
|--|--|--|---|--------------------------------------|---|
| <i>Horizon 2020</i> | Progetti innovativi e di ricerca | Qualsiasi soggetto giuridico | Partecipazione a bandi del <i>Funding & Tender Portal</i> | 100% | Superamento di bandi competitivi |
| <i>LIFE</i> | Progetti per il clima | Associazioni, organizzazioni non governative, aziende, istituzioni pubbliche | Partecipare a bandi del <i>Funding & Tender Portal</i> | 60% | Superamento di bandi competitivi |
| <i>Contratti di Prestazione Energetica</i> | Interventi di efficientamento energetico | Pubbliche amministrazioni, privati cittadini | Stipula di un contratto con una ESCo | 100% | Difficoltà contrattuali |
| <i>Partenariati Pubblico Privati</i> | Infrastrutture o servizi di interesse pubblico | Soggetti pubblici e privati | Formazione di un partenariato | 100% | Difficoltà operative e di collaborazione |
| <i>ELENA</i> | Assistenza tecnica, legale e finanziaria (studi di fattibilità, audit energetici, <i>business plan</i> , ecc.) | Soggetti pubblici e privati | Presentazione della candidatura | 90% | Accettazione del progetto da parte della CE |
| <i>EUFC</i> | Servizi e attività per lo sviluppo di investimenti | Governi, enti pubblici, enti locali e loro raggruppamenti | Candidarsi come membro di EUFC e dimostrare l'impegno verso il progetto | 100% (fino a un massimo di € 60.000) | PAES e di un PAESC approvati dal <i>Patto dei Sindaci</i> |

Escludendo gli strumenti di finanziamento indiretto⁹⁰, i principali strumenti messi a disposizione dall'UE che possono fornire finanziamenti diretti sono *Horizon 2020* e *LIFE*.

Per accedere ai finanziamenti di *Horizon 2020* o di *LIFE* è necessario rispondere ai bandi pubblicati sul portale *Funding & Tender Portal* presentando progetti che saranno esaminati da esperti valutatori nominati dalla CE. *H2020* e *LIFE* si differenziano rispetto ai soggetti che possono partecipare ai bandi, che sono rispettivamente:

- per *H2020*, soggetti giuridici, imprese, università e centri di ricerca;
- per *LIFE*, associazioni, organizzazioni non governative e senza scopo di lucro, aziende pubbliche e private, autorità e istituzioni pubbliche nazionali, regionali e locali, purché impegnate e portatrici di un valore aggiunto nelle tematiche d'intervento.

⁹⁰ Come quelli derivanti, ad esempio, dal *Fondo Europeo degli investimenti* (FEI); dai *Fondi Strutturali e di Investimento Europei* (SIE) o dal *Piano di Investimenti per un'Europa Sostenibile* (SEIP).

In entrambi i casi, dunque, è necessaria la mediazione di un ente territoriale o di associazioni private per partecipare a bandi che conferiscono finanziamenti ai progetti di transizione energetica, come quello del quartiere Sappusi.

I *Contratti di Prestazione Energetica* (EPC) possono essere applicati alla transizione energetica del quartiere Sappusi. I clienti di una società ESCo sono potenzialmente pubbliche amministrazioni, imprese di ogni dimensione e settore, partite IVA ma anche privati cittadini. Certamente, le caratteristiche delle ESCo sono più adatte a collaborare con imprese e pubbliche amministrazioni come Comune o IACP, piuttosto che con privati cittadini. Tuttavia, la formazione di una comunità organizzata come soggetto giuridico renderebbe possibile l'utilizzo di EPC anche per i residenti del quartiere. Come già visto nella Sezione 1, i contratti stipulabili possono essere di differenti tipologie, in base alle possibilità della ESCo o alla volontà dei clienti. In ogni caso, è importante ricordare che non è richiesto ai clienti di anticipare il capitale iniziale dei lavori necessari per l'efficientamento energetico e che la ESCo può recuperare i suoi investimenti attraverso i risparmi negoziati contrattualmente.

Il *Partenariato Pubblico Privato* (PPP) consente di istituire una cooperazione tra soggetti pubblici e privati con l'obiettivo di finanziare, costruire e gestire infrastrutture o fornire servizi di interesse pubblico. In tal caso è però presupposta la partecipazione di un ente pubblico, ovvero il Comune di Marsala o lo IACP di Trapani, come attore attivo degli interventi di riqualificazione del quartiere Sappusi.

Tra gli altri strumenti disposti dall'UE è interessante ELENA (*European Local ENergy Assistance*), che supporta tecnicamente ed economicamente progetti e piani di investimento nel campo dell'efficienza energetica, dell'energia rinnovabile e del trasporto urbano sostenibile⁹¹. La logica di ELENA è quella di colmare il gap tra la volontà di investimento degli enti locali e regionali e la necessità di risorse e competenze tecniche, legali, finanziarie ed amministrative per preparare e lanciare gli investimenti. Difatti, i fondi ELENA non finanziano gli investimenti veri e propri ma la parte preparatoria relativa all'assistenza tecnica propedeutica alla realizzazione di un progetto (fino ad un massimo del 90% dei costi ammissibili) (cfr. Sezione 1). Lo strumento è disponibile principalmente per enti territoriali o soggetti giuridici idonei; tuttavia, i progetti di assistenza tecnica finanziati da ELENA potrebbero provenire anche da soggetti privati (associazioni miste pubblico/privato, banche, ecc.) o da associazioni private non a scopo di lucro (associazioni di edilizia popolare, associazioni di proprietari di case, ecc.). Dunque, per il caso del quartiere Sappusi i soggetti ammissibili possono essere Comune di Marsala, Provincia di Trapani, Regione Siciliana o IACP della Provincia di Trapani; in alternativa, i cittadini dovrebbero riunirsi e costituire un'associazione specifica.

Infine, EUCEF (*European City Facility*) sostiene governi locali, enti pubblici, enti locali e loro raggruppamenti nell'elaborazione di investimenti nell'energia sostenibile. Dunque, come per ELENA, la sovvenzione non è destinata a finanziare direttamente gli investimenti o i progetti, ma può essere utilizzata per lo sviluppo di: studi di fattibilità (tecnica) e analisi di mercato; analisi delle parti interessate; analisi legali, economiche e finanziarie; analisi dei rischi. Il fine è

⁹¹ Per l'ottenimento del finanziamento è necessario presentare una prima richiesta (all'indirizzo elena@eib.org) attraverso un modulo di pre-candidatura. Se il progetto soddisfa i criteri di ammissibilità ed è selezionato per la valutazione, si presenta il "Modulo di domanda ELENA per progetti energetici e residenziali". Infine, in base della valutazione ottenuta, la CE può approvare o meno il finanziamento.

quello di: predisporre forme di investimento; rafforzare la capacità del personale municipale di sviluppare progetti; fornire strumenti, opportunità di *networking* e trasferimento di conoscenze; facilitare l'accesso (in particolare ai comuni di piccole e medie dimensioni) a finanziamenti privati, flussi di finanziamento dell'UE e simili (come i *Fondi Strutturali e di Investimento Europei*). In questo caso, potrebbe accedere allo strumento il Comune di Marsala, ma dovrebbe candidarsi a divenire membro di EUCF. Al riguardo, i requisiti richiesti sono almeno l'approvazione formale del *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile* (PAES) e del *Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima* (PAESC) nell'ambito del *Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia*; dunque, il Comune di Marsala dovrebbe prima rinnovare il suo impegno con il Patto. Inoltre, in quanto candidato, il Comune dovrebbe dimostrare l'impegno politico nei confronti del progetto attraverso un documento formale.

Comunità energetiche per la transizione energetica del quartiere

L'UE ha fornito il quadro giuridico di riferimento per il consumo collettivo di energia, sul quale hanno legiferato stati e regioni, aprendo alla possibilità di formare una comunità energetica rinnovabile (*Renewable Energy Community - REC*) o una comunità energetica dei cittadini (*Citizens Energy Community - CEC*).

Programmi europei per la transizione energetica del quartiere

I programmi di *My Smart City District* costituiscono una base di supporto tecnico, operativo e procedurale utile alla riqualificazione energetica del quartiere. Gli otto programmi del gruppo, difatti, sono stati finanziati proprio al fine di incentivare la diffusione dei *Net Zero Energy District* (NZED), condividere esperienze, metodologie e buone pratiche e facilitare la replica su larga scala di interventi di efficienza energetica a livello di quartiere.

I programmi sono stati sperimentati in differenti contesti socio-economici europei e hanno posto particolare attenzione agli aspetti economico-finanziari degli interventi. Pertanto, ognuno di questi costituisce una fonte di informazioni utili ed il Comune di Marsala può usufruire del patrimonio di conoscenze ed esperienze prodotto dai programmi di MSCD. Inoltre, alcuni di questi hanno dato vita a campagne di replicazione specifiche ed hanno previsto la possibilità di adesione a *hub* e a sistemi come le *early adopter cities*, utili a quelle comunità e municipalità che hanno provato interesse verso le loro *vision* e strategie e vorrebbero provare a utilizzarle (Fig. 6.11).

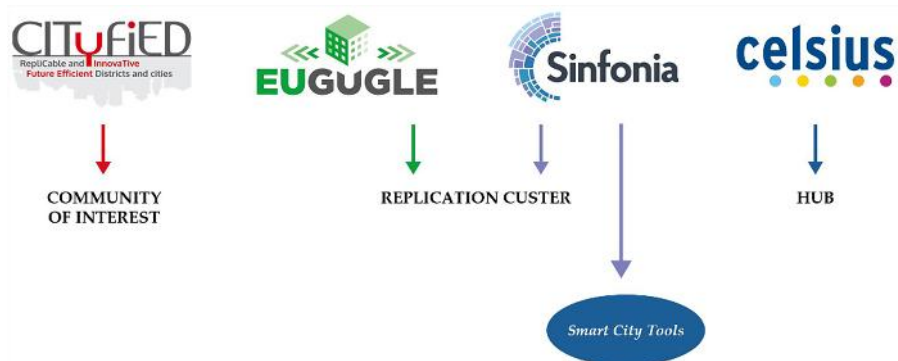


Figura 6.11. Programmi europei utilizzabili per la transizione energetica del quartiere Sappusi
(fonte: elaborazione propria)

Il programma CItYFiED, in particolare, ha creato una *Community of Interest* di cui fanno parte attualmente 44 città di 19 Paesi diversi. L'adesione a questa *Community* da parte del Comune di Marsala consentirebbe:

- accesso diretto ai dati sugli interventi nei siti dimostrativi;
- disponibilità di modelli di *business, partnership e frameworks* necessari per trasformare le aree urbane in distretti a energia quasi zero;
- attività di *benchmarking, networking* e scambio di esperienze con una comunità di stakeholders di *smart city*;
- disponibilità di strumenti di pianificazione e approfondimenti per il retrofitting energetico degli edifici;
- accesso a *workshop e webinar* che forniscono informazioni su modelli di replicazione delle strategie impiegate dal programma;
- maggiore visibilità a livello UE, nazionale, regionale e locale nell'ambito delle attività di diffusione del progetto;
- accesso a uno spazio riservato "CItY Smart" per condividere *best practices* e pubblicare *news* sulla città e progetti.

In modo analogo, i programmi EU-GUGLE e SINFONIA hanno avviato una campagna aperta di replicazione congiunta denominata *Replication Cluster* per mettere a disposizione di altre città e comunità le loro conoscenze ed esperienze e offrire loro un supporto *peer to peer* per attuare strategie di riqualificazione energetica a scala di quartiere e orientarle verso una maggiore sostenibilità urbana. Aderendo al *Replication Cluster*, in Comune di Marsala potrà:

- fare parte di una comunità di città accomunate dagli stessi obiettivi e partecipare alle attività del *cluster*;
- avere accesso a conoscenze (tecniche, sociali, finanziarie, politiche, ecc.) sulla riqualificazione energetica integrata e a larga scala;
- sottoporre il proprio piano di riqualificazione energetica urbana all'esame di città in possesso di maggiore esperienza nel settore ed esaminare il piano di riqualificazione energetica di altre città;
- effettuare visite tecniche nelle città aderenti ai progetti EU-GUGLE e SINFONIA.

L'adesione al *Replication Cluster* è vincolata alla sottoscrizione di una *Dichiarazione d'Interesse* con la quale il Comune si impegna a sostenere gli obiettivi dei progetti EU-GUGLE e SINFONIA (oltre alla designazione di un proprio referente per i futuri scambi e le future comunicazioni).

Il programma SINFONIA, inoltre, si è anche impegnato a produrre gli *Smart City Tools* per aumentare il potenziale di replicazione dei suoi progetti. Come visto nella Sezione 2, solo una parte degli strumenti sono dichiarati disponibili online gratuitamente (Tab. 6.5 e Fig. 6.12).

Infine, il programma Celsius ha attivato un *hub* orientato alla condivisione di conoscenze, buone pratiche soluzioni tecniche integrate e modelli di business (attraverso *newsletter, seminari e workshop*) che possano supportare le città verso la decarbonizzazione. Il programma, tuttavia, è orientato alla diffusione di sistemi teleriscaldamento (e di teleraffrescamento), quindi non è particolarmente indicato al caso studio in esame.

Tabella 6.5. *Smart City Tools* del programma SINFONIA utili alla transizione energetica del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

| Strumento | Descrizione | Finalità | Sito web |
|--|---|---|--|
| <i>Analisi SWOT dei piani Smart City</i> | Strumento di autovalutazione per progetti che si basa su 40 domande (non richiede l'inserimento di dati numerici) | Identificare punti di forza e di debolezza, opportunità e minacce nell'attuazione di un progetto | www.sinfonia.eurac.edu/swot |
| <i>Database delle migliori pratiche disponibili nella ristrutturazione ad alta efficienza energetica</i> | Raccolta di dati descrittivi delle soluzioni di retrofit relative a involucro edilizio e sistemi impiantistici | La sua consultazione potrebbe aiutare a fornire parametri tecnici relativi all'efficienza energetica delle misure considerate | www.sinfonia.passiv.de |
| <i>Buone pratiche per il coinvolgimento degli stakeholders</i> | Strumento che fornisce approfondimenti sul coinvolgimento degli <i>stakeholders</i> durante il periodo di esecuzione di un progetto | Fornire un supporto alla realizzazione della <i>Stakeholder Analysis</i> | www.sinfonia-smartcities.eu/it/stakeholder-engagement-toolkit |

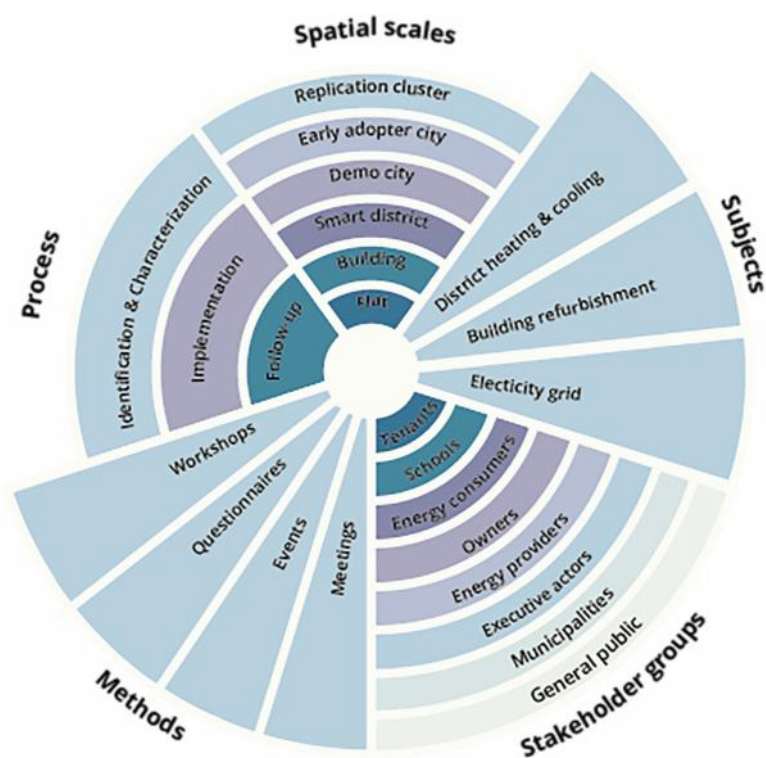


Figura 6.12. *Toolkit* sul coinvolgimento degli stakeholder nei progetti di *smart city* del programma SINFONIA (fonte: www.sinfonia-smartcities.eu/it/stakeholder-engagement-toolkit)

6.3.2. Strumenti dello Stato italiano

Parallelamente all'emanazione di politiche comunitarie, che hanno condotto alla predisposizione di strumenti normativi e finanziari per la transizione energetica, la legislazione italiana ha predisposto strategie atte a decarbonizzare ed efficientare il settore edile. A tal fine, quelle più rilevanti sono il *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima* (PNIEC) e il *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza* (PNRR), che intendono finanziare misure e azioni anche alla scala urbana e per il settore edile.

Tuttavia, gli strumenti che potrebbero essere utilizzati per la transizione energetica di un quartiere, come quello di Sappusi di Marsala, sono principalmente finanziamenti di interventi di retrofit e la possibilità di formare delle comunità energetiche o di autoconsumatori, in modo da contribuire alla costituzione di un sistema di produzione di energia locale e sostenibile (Fig. 6.13).

In alternativa, si potrebbero attivare i *Contratti di Prestazione Energetica* (EPC) con le ESCo o costituire i *Partenariati Pubblico Privati* (PPP).

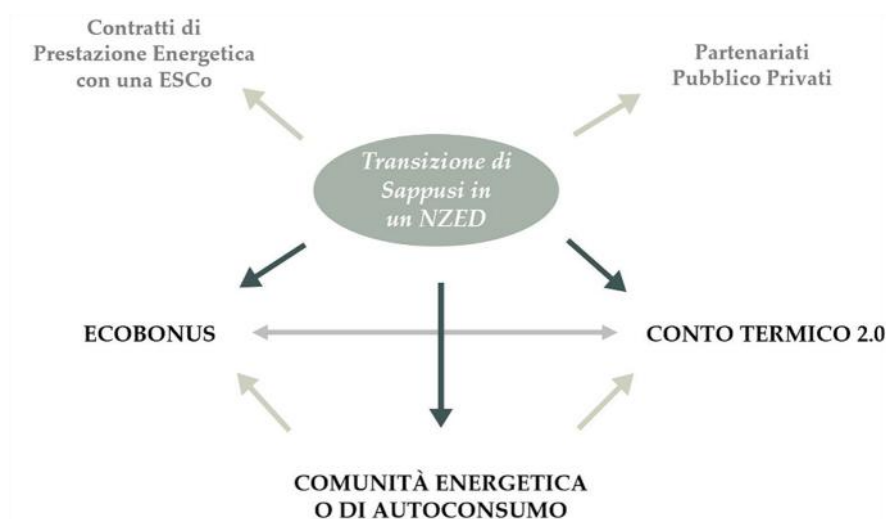


Figura 6.13. Strumenti disponibili in Italia per la transizione energetica del quartiere (fonte: elaborazione propria)

Strumenti finanziari per la transizione energetica del quartiere

Secondo quanto visto nella Sezione 3, gli strumenti finanziari che potrebbero essere attualmente utilizzati per promuovere l'efficiamento energetico del quartiere Sappusi sono:

- l'*Ecobonus*;
- il *Conto Termico 2.0*.

Entrambi potrebbero essere utilizzati sia da soggetti privati, quali i proprietari delle abitazioni o gli inquilini, dalla IACP.

L'*Ecobonus* è una detrazione IRPEF di dieci rate annuali di pari importo che può sostenere dal 50% al 65% della spesa sostenuta per i lavori di risparmio energetico in base alla tipologia degli interventi, come riportato nella Tabella 3.3 (cfr. § 3.2.3). La detrazione d'imposta prevista dall'*Ecobonus* non è cumulabile con altre agevolazioni, per la stessa tipologia di lavori, da ulteriori disposizioni di legge nazionali. Tuttavia, è possibile – se prevista – la cumulabilità con eventuali incentivi regionali, provinciali o locali. In ogni caso, è cumulabile con bonus relativi ad altre tipologie di lavori, dunque, ad esempio, con il *Bonus Casa*, che prevede una detrazione del 50% per i lavori di manutenzione straordinaria e ordinaria degli immobili.

Di contro, il *Conto Termico 2.0* (CT 2.0) è un incentivo che prevede l'erogazione di contributi economici per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili. Tale incentivo varia in funzione del soggetto richiedente:

- i soggetti privati possono presentare le richieste di erogazione degli incentivi per le spese sostenute solo dopo la fine dei lavori, con la modalità di *accesso diretto* e possono ottenere

gli incentivi tramite versamenti un'unica soluzione (fino ad un massimo di € 5.000) o mediante rate annuali di pari importo per una durata compresa tra 2 e 5 anni (la durata del rimborso dipende dalla tipologia e dalla dimensione degli interventi e degli impianti);

- le Pubbliche Amministrazioni possono sfruttare sia la modalità *accesso diretto* sia la modalità *prenotazione* e possono ottenere gli incentivi o in parte all'avvio dei lavori e in parte al termine (modalità *accesso diretto*) o tutti all'avvio dei lavori (modalità *prenotazione*).

La percentuale di incentivazione delle spese ammissibili varia in base agli interventi da un minimo del 40% ad un massimo del 65%, come già riportato nella Tabella 3.4 (cfr. § 3.2.3). Costo unitario ammissibile e quota massima erogabile per tipologia di intervento, invece, dipendono dal soggetto che presenta la richiesta, con differenze tra privato e Pubblica Amministrazione, e da altri fattori quali dimensione degli immobili/edifici e zona climatica.

Anche in questo caso non è possibile cumulare l'incentivo con altre forme di incentivazione statale, ma ciò vale solo per i privati. Dunque:

- i cittadini che desiderano efficientare i loro immobili non possono cumulare tra loro *Ecobonus* e CT 2.0, ma potrebbero usufruire di uno dei due sistemi contemporaneamente ad altre forme di agevolazioni regionali, comunali, ecc.;
- le PA possono cumulare tra loro il CT 2.0 anche con altre forme di incentivi nazionali (ma non per la stessa categoria di intervento), regionali, locali, ecc.

Entrambe le forme di incentivazione rappresentano delle importanti possibilità di finanziamento dei lavori di transizione energetica di Sappusi, soprattutto se il soggetto che richiede l'incentivo è una PA. Tuttavia, entrambe presentano anche dei limiti e degli ostacoli relativi principalmente al fatto che il contesto socioeconomico di riferimento è connotato dal fenomeno della povertà energetica. Difatti, se l'iniziativa di trasformazione energetica del quartiere non fosse di tipo pubblico, i cittadini avrebbero difficoltà, da un alto, ad utilizzare le detrazioni fiscali IRPEF dell'*Ecobonus* e, dall'altro, ad anticipare tutte le spese per la realizzazione dei lavori come previsto dal CT 2.0 (Tab. 6.6)

In generale, la scelta dello strumento più conveniente per l'efficientamento energetico di un quartiere dipende da molteplici fattori, tra cui il soggetto promotore dei lavori e la tipologia di intervento. Le percentuali delle spese compensate da incentivi sono tendenzialmente maggiori nell'*Ecobonus*, anche se i costi massimi ammissibili sono inferiori rispetto al CT 2.0. Di contro, il *Conto Termico 2.0* garantisce il ritorno del capitale in tempi molto più brevi (1, 2 o 5 anni) rispetto all'*Ecobonus* (detrazione in 10 anni). In entrambi i casi, invece, sono previste delle agevolazioni per i lavori condominiali, ovviamente in presenza delle condizioni necessarie. Il limite maggiore dei due strumenti finanziari riguarda la necessità di anticipare completamente le spese dei lavori, poiché l'*Ecobonus* ha abolito lo *sconto in fattura* e il CT 2.0 eroga gli incentivi solo al termine dei lavori (fatta eccezione nel caso in cui a richiederli sono delle PA). Questo può essere un ostacolo considerevole alla realizzazione di interventi di efficientamento energetico per quei cittadini con scarse disponibilità finanziarie o con disagi socio-economici. Inoltre, nel caso dell'*Ecobonus* è necessario sottolineare che, decaduta la possibilità di *cessione del credito*, è indispensabile che la capacità fiscale di chi vuole effettuare i lavori sia adeguata a sostenere le detrazioni previste. Infine, un elemento di confronto interessante è il fatto che il CT 2.0 presenta procedure burocratiche più complesse e lunghe di quelle dell'*Ecobonus*, che ne hanno impedito il pieno sfruttamento sin dalla sua prima introduzione nel 2013.

Tabella 6.6. Vantaggi e limiti degli strumenti finanziari dello Stato italiano per il caso studio
(fonte: elaborazione propria)

| Strumenti finanziari | Vantaggi | Limiti |
|--------------------------|--|---|
| <i>Ecobonus</i> | <ul style="list-style-type: none"> – Cumulabilità con altri incentivi non statali – Cumulabilità con altri incentivi statali per tipologie differenti di interventi (es. <i>Ecobonus</i> per installazione di impianto fotovoltaico e <i>Bonus Casa</i> per lavori di manutenzione straordinaria) – Percentuale di incentivazione maggiore del CT 2.0 per interventi di coibentazione termica, sostituzione infissi, installazione di sistemi di <i>building automation</i> – Utilizzo anche per lavori condominiali | <ul style="list-style-type: none"> – Necessità di anticipare il capitale per l'intero importo dei lavori da realizzare – È ammessa solo la detrazione fiscale dell'IRPEF – Impossibilità di accesso alla detrazione ai cittadini della "no tax area" o a coloro con limitate capacità fiscali – Impossibilità di accesso all'agevolazione se anche solo uno degli immobili di un edificio presenta abusi edilizi o difformità catastali – Tempo di rientro delle spese lungo (10 anni circa) |
| <i>Conto Termico 2.0</i> | <ul style="list-style-type: none"> – Erogazione diretta dell'incentivo – Cumulabilità con altri incentivi non statali – Tempo di rientro delle spese mediamente più breve (5 anni circa) – Utilizzo anche per lavori condominiali | <ul style="list-style-type: none"> – Necessità di anticipare il capitale per coprire tutte le spese di realizzazione dei lavori (per i soggetti privati) – Ottenimento degli incentivi solo dopo la fine dei lavori (per i privati cittadini) – Impossibilità di accesso all'agevolazione se, anche solo uno degli immobili di un edificio presenta abusi edilizi o difformità catastali) – Complesse procedure burocratiche – Lunghi tempi di approvazione |

Comunità energetiche per la transizione energetica del quartiere

La costituzione di una comunità energetica potrebbe contribuire alla transizione energetica del quartiere Sappusi tramite l'installazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

I benefici economici correlati alla formazione di una comunità energetica sono:

- risparmi in bolletta determinati dall'autoproduzione di energia;
- guadagni sull'energia prodotta in eccesso (non consumata) che può essere venduta alla rete;
- guadagni sull'energia prodotta e consumata (grazie agli incentivi del GSE, di importo fisso per i prossimi 20 anni);
- l'utilizzo di una tariffa incentivante.

Inoltre, potrebbero esser raggiunti obiettivi di:

- miglioramento del comfort indoor e outdoor;
- riduzione delle emissioni di CO₂;
- riduzione dei costi dell'energia per le famiglie più vulnerabili;
- incremento del valore del patrimonio edilizio.

Nel caso di installazione di sistemi fotovoltaici per lo sfruttamento dell'energia solare, potrebbero essere richiesti gli incentivi dell'*Ecobonus* e del CT 2.0. Difatti, alcune comunità energetiche in Italia hanno usufruito di varie forme di sovvenzione per la loro realizzazione, spesso combinate tra loro, compresi fondi ottenuti mediante donazioni e *crowdfunding*. Purtroppo, questi incentivi non sono applicabili allo sfruttamento di altre fonti di energia rinnovabile, come quella eolica che, invece, nel caso del quartiere di Sappusi è potenzialmente utilizzabile.

La costituzione di una comunità energetica potrebbe contribuire alla transizione energetica del quartiere Sappusi, tramite un più efficiente e sostenibile sistema di approvvigionamento energetico. Tale comunità potrebbe essere costituita mediante:

- l'iniziativa dell'amministrazione comunale, di un'impresa o altro ente che decide di investire nella formazione di una CER facendosi carico del ruolo di promotore (*top-down*);
- la mobilitazione di residenti che decidono di costituire un soggetto giuridico (*bottom-up*).

Ipotizzando che la fonte energetica rinnovabile selezionata sia quella solare, in modo da sfruttare gli incentivi esistenti, gli impianti fotovoltaici potrebbero essere collocati sulle coperture degli edifici del quartiere⁹².

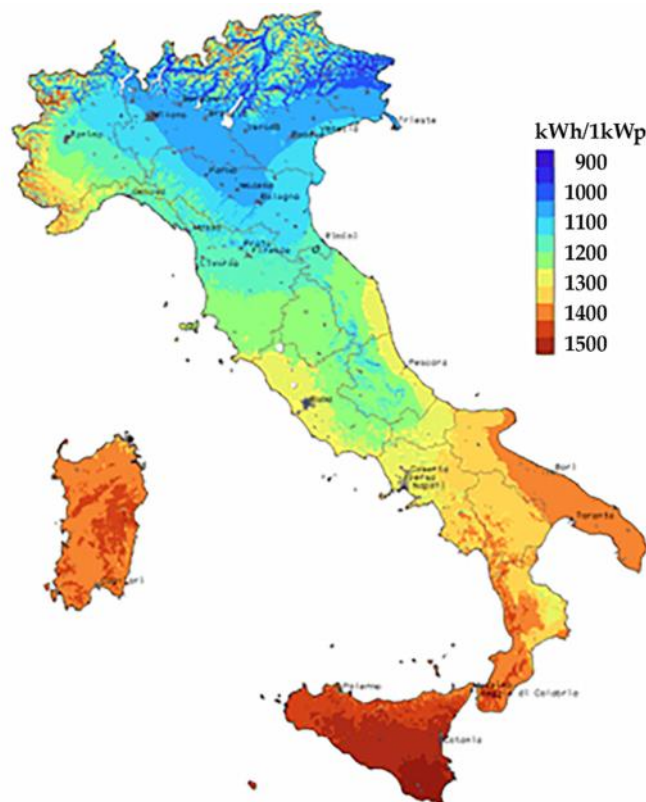


Figura 6.14. Rapporto tra 1kW di potenza installata e kWh prodotti da un impianto fotovoltaico in Italia (fonte: www.eon-energia.com)

⁹² In media, per installare 1 kW (circa 4 pannelli solari) di impianto fotovoltaico su una copertura piana è necessario considerare circa 10 metri quadri, poiché devono essere presi in considerazione i supporti per inclinare i pannelli, così da sfruttare al massimo l'apporto solare (www.allenergia.com). Ovviamente molto può cambiare in base alla tipologia di pannello che si intende utilizzare, dato che ne esistono di diverse tipologie, alcune più o meno performanti di altre e, ovviamente, più o meno costose.

Nel caso studio del quartiere Sappusi bisogna tenere conto che in alcuni edifici siti entro il limite dei 150 metri dalla battigia (copertura pari a circa 3.000 mq) non è consentito installare pannelli fotovoltaici senza previa approvazione da parte della Soprintendenza di Trapani. Nella parte restante del quartiere potrebbero essere disponibili circa 5.000 metri quadri di coperture; dunque, assumendo che sono necessari circa 10mq/kW, potrebbe essere installato un impianto di circa 500 kW, che è inferiore alla potenza massima consentita dalla normativa italiana (1 MW).

Invece, considerando tutta la superficie disponibile nel caso di approvazione da parte della Soprintendenza di Trapani, sono disponibili circa 8.000 metri quadri per installare un impianto di circa 800 kW. Secondo i dati di Eon-Energia, 1 kW di impianto fotovoltaico locato in provincia di Trapani può produrre annualmente circa 1.400 kWh di energia (Fig. 6.14), quindi la comunità energetica nel quartiere Sappusi potrebbe garantire la produzione di 700.000 kWh annui nel primo caso e di 1.120.000 kWh annui nel secondo caso.

Inoltre, secondo i dati del 2021 del *Ministero della Transizione Ecologica*, una famiglia media italiana consuma annualmente 2.700 kWh di energia elettrica. Pertanto, considerando che nel caso studio sono presenti 409 alloggi, il consumo presunto di tutte le famiglie residenti dovrebbe essere di 1.104.300 kWh annui (Tab. 6.7).

Tabella 6.7. Dati sulla CER nel caso studio (fonte: elaborazione propria)

| Alloggi (n.) | Consumo medio per famiglia di energia elettrica (kWh/anno) | Consumo totale (kWh/anno) | Autorizzazione all'installazione di pannelli FT entro i 150 m dal mare | Coperture disponibili per installazione di pannelli FT (mq) | Potenza massima installabile (kW) | Produzione massima di energia (kWh/anno) |
|--------------|--|---------------------------|--|---|-----------------------------------|--|
| 409 | 2.700 | 1.104.300 | No | circa 5.000 | 500 | 700.000 |
| | | | Si | circa 8.000 | 800 | 1.120.000 |

Considerate le condizioni di povertà energetica del quartiere è possibile presupporre che i consumi delle famiglie residenti nell'area del caso studio siano inferiori rispetto a quelli della media italiana. In ogni caso, sarebbe possibile coprire i consumi energetici di tutte le famiglie con l'energia autoprodotta dalla comunità solo nel caso di approvazione, da parte della Soprintendenza, all'installazione di pannelli fotovoltaici anche sulle coperture degli edifici che si trovano entro il limite di 150 metri dalla battigia.

La partecipazione dell'amministrazione comunale di Marsala o dello IACP di Trapani alla comunità energetica potrebbe consentire l'installazione di pensiline fotovoltaiche nei parcheggi pubblici del quartiere oppure l'utilizzo di spazi pubblici limitrofi per collocare, ad esempio, "alberi solari", "alberi eolici", mini pale eoliche oppure mini turbine eoliche urbane ad asse verticale (Fig. 6.15), in modo da aumentare la produzione annua di energia utilizzabile dalla comunità energetica.



Figura 6.15. Albero fotovoltaico *E-tree* (in alto a sinistra), albero eolico *Arbre à Vent* (in basso a sinistra), pali eolici *Green Pea - Hercules Wind Turbine* (a destra)
(fonte: www.e-tree.org; www.sciencesetavenir.fr; www.enessere.com)

6.3.3. Strumenti della Regione Siciliana

Nel 2022 la Regione Siciliana ha predisposto un programma per l'erogazione di contributi a fondo perduto per la formazione di comunità energetiche su iniziativa di amministrazioni comunali, le quali devono assumere il ruolo di promotore, individuare un nucleo iniziale minimo di partecipanti (di cui almeno il 10% in condizioni di povertà energetica) e favorire la formazione di almeno un impianto da mettere nella disponibilità della comunità.

Il Comune di Marsala ha ottenuto un contributo totale di € 24.481,76 basato su un importo fisso di € 9.500,00 e un importo pro-capite variabile proporzionale al suo numero di abitanti (D.D.G. n. 1260/2022). Con tale contributo potrebbe sostenere le spese relative al progetto di fattibilità tecnico-economica e le spese amministrative e legali relative all'accesso al servizio di valorizzazione e incentivazione dell'energia elettrica condivisa della comunità al GSE. Dunque, potrebbe ridurre o annullare tutte quelle spese funzionali alla costituzione del Soggetto Giuridico della comunità energetica e alla sua attivazione, incrementando i margini di convenienza della CER, oltre ad ottenere benefici economici (in qualità di membro), sociali ed ambientali relativi alla presenza di una comunità energetica all'interno del suo territorio.

In merito alla necessità di avere almeno il 10% di partecipanti alla CER in condizioni di povertà energetica, si sottolinea che gli alloggi attualmente di proprietà dello IACP di Trapani nell'area

del caso studio sono l'11%. Si tratta ovviamente di alloggi locati tramite bandi a famiglie a bassissimo reddito e, dunque, in condizioni di povertà. Inoltre, non si può escludere che si trovino nelle stesse condizioni anche altre famiglie che risiedono nel quartiere Sappusi.

6.4. Metodologia multilivello e modello decisionale

I problemi decisionali nella pianificazione urbana e, in particolare, quelli che riguardano la progettazione e l'attuazione di azioni per la transizione energetica a scala di quartiere, sono problemi complessi, poiché coinvolgono aspetti tecnici, economici, ambientali e sociali e interessano numerosi stakeholders, con obiettivi, punti di vista e aspettative anche conflittuali (Becchio et al., 2018b; Bottero et al., 2021a; Dell'Ovo et al., 2020b). Per tale ragione, è necessario combinare strumenti analitici e approcci partecipativi, al fine di rafforzare la legittimità delle scelte e indirizzare le preferenze dei diversi attori verso una visione condivisa secondo una prospettiva di governance multilivello (Becchio et al., 2021).

La ricerca propone una metodologia in cui la scelta della più efficace linea d'azione per la transizione energetica del quartiere Sappusi in un NZED è supportata da un modello decisionale.

Tabella 6.8. Fasi dell'approccio multilivello (fonte: elaborazione propria)

| I Inquadramento |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - definizione del problema: il problema decisionale è definito in termini di obiettivi di efficientamento energetico, ambientale e sociali e di vincoli giuridici, finanziari, economici e tecnici; - Stakeholders Analysis: sono individuati tutti gli attori coinvolti nel processo decisionale e/o interessati alle azioni di transizione energetica del quartiere in NZED; - scelta del metodo multicriteriale: il metodo di analisi multicriteriale è selezionato sulla base delle caratteristiche del problema decisionale, della tipologia degli input, del ruolo degli stakeholders e degli output che si vogliono ottenere. |
| II Costruzione |
| <ul style="list-style-type: none"> - costruzione della matrice delle alternative: le azioni alternative che possono essere attuate per il raggiungimento degli obiettivi sono strutturate secondo potenziali linee d'azione che corrispondono a strategie diverse; - selezione dei criteri: i criteri di valutazione del modello decisionale sono selezionati sulla base della revisione della letteratura e di interviste agli stakeholders; - definizione dei pesi dei criteri: l'importanza relativa dei criteri per il/i decisore/i è stabilita applicando un metodo specifico; - costruzione della matrice di valutazione: la matrice di valutazione è compilata implementando i dati riguardanti le alternative, i criteri e i pesi ottenuti nelle fasi precedenti. |
| III Applicazione e soluzione |
| <ul style="list-style-type: none"> - applicazione del metodo multicriteriale selezionato: il metodo PROMETHEE è applicato per analizzare e confrontare le azioni alternative di riqualificazione energetica a scala di quartiere; - ordinamento delle alternative e scelta: l'applicazione del modello fornisce come risultato la graduatoria parziale delle azioni alternative attraverso i punteggi (PROMETHEE I), la graduatoria totale (PROMETHEE II) e la rappresentazione grafica del problema e delle sue soluzioni (<i>Piano di GAIA</i>); - analisi di sensitività: si analizzano gli effetti delle variazioni dei valori dei pesi e delle soglie (di preferenza e indifferenza) sui risultati per testare la robustezza delle graduatorie. |

La metodologia, a partire dalla definizione del problema, consentirà di esplorare una serie di possibili azioni alternative per valutarne la sostenibilità economica, ambientale e sociale dal punto vista del decisore/i e prevede la combinazione di metodologie diverse organizzate per livelli in modo che gli esiti di una fase siano utilizzati come input nella fase successiva, anche se è contemplata la possibilità di feedback e, quindi, di ritorno alla fase precedente qualora i risultati ottenuti siano ritenuti non soddisfacenti. Il decisore è supportato nelle diverse fasi del processo, dall'individuazione degli obiettivi alla mappatura degli attori coinvolti, dalla generazione di alternative alla scelta della soluzione migliore.

Nello specifico, la metodologia di supporto alla decisione di selezione di interventi di retrofit energetico alla scala del quartiere che si propone è strutturata in tre momenti principali:

- inquadramento del problema decisionale;
- costruzione del modello di valutazione;
- applicazione del modello e soluzione.

Ognuno di questi momenti consta di diverse fasi, come indicato nella Tabella 6.8 e Figura 6.16 (Bottero et al., 2021a; Dell'Ovo e Oppio, 2019; Dell'Ovo et al., 2020b; Dirutigliano et al., 2017).

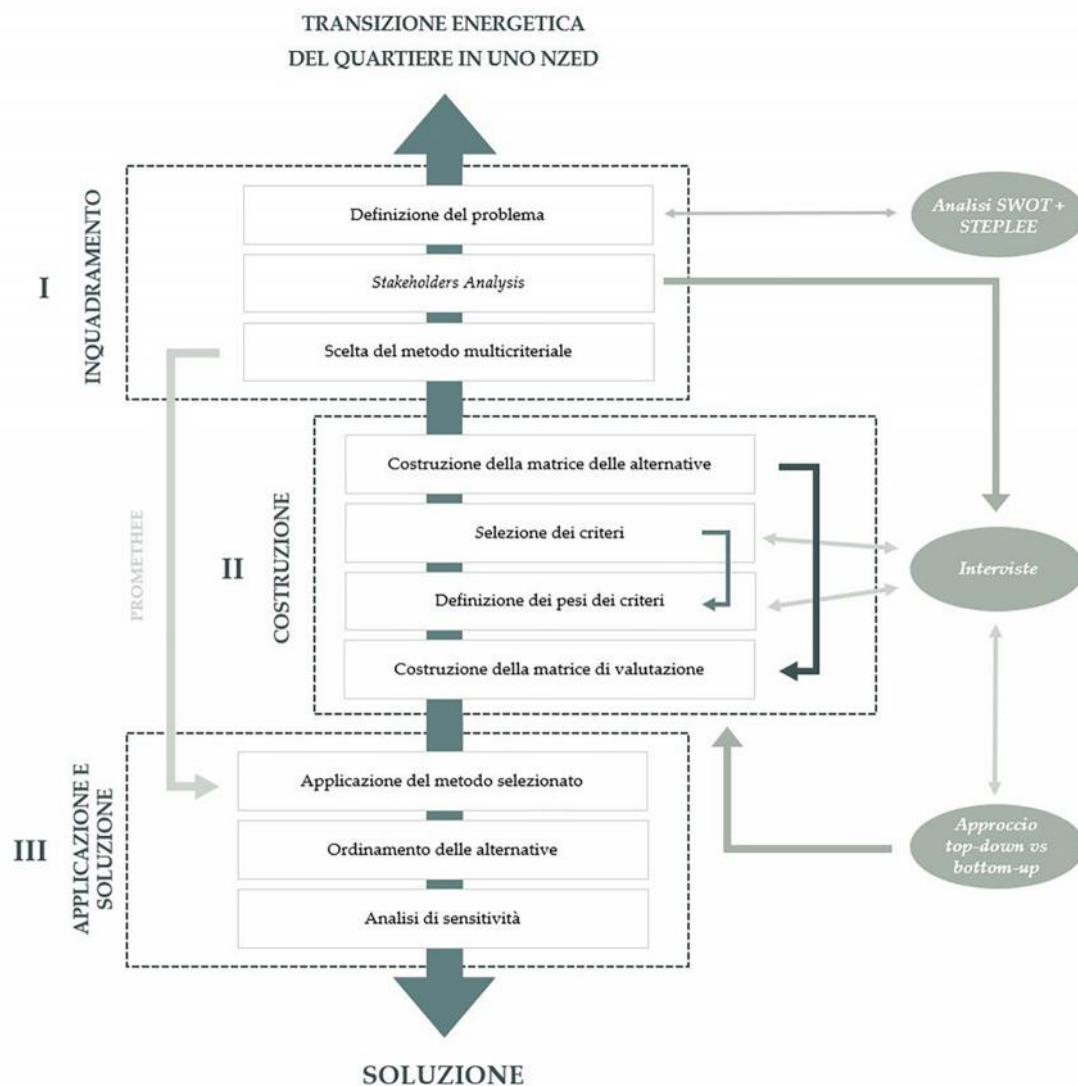


Figura 6.16. Struttura dell'approccio multilivello (fonte: elaborazione propria)

6.4.1. Definizione del problema decisionale

La prima fase consiste nella definizione del problema decisionale nelle sue parti componenti. Al riguardo è fondamentale considerare gli obiettivi (energetici, sociali, ambientali) e i vincoli (finanziari, tecnici, giuridici) del contesto (Dirutigliano et al., 2017).

La strutturazione di un modello decisionale con l'utilizzo di un metodo MCDA consente di rappresentare la multidimensionalità del problema della transizione energetica in un quartiere e la complessità del sistema socio-economico e territoriale coinvolto. Intervenire alla scala di quartiere presuppone, difatti, la considerazione di diverse implicazioni dovute a:

- la presenza di numerosi stakeholders;
- la compresenza di più decisori a livelli diversi;
- la possibilità di effettuare molteplici tipologie di intervento (ad esempio, interventi a varie scale, interventi incompatibili tra loro, ecc.);
- la scelta di criteri di valutazione;
- l'attribuzione di un sistema di ponderazione dei criteri.

La definizione del problema può essere condizionata da ulteriori aspetti dipendenti dalla prospettiva adottata, che può essere pubblica, se riguarda enti pubblici e autorità locali prevalentemente interessate, ad esempio, al raggiungimento di obiettivi UE e nazionali di sviluppo sostenibile e riduzione delle emissioni; oppure privata, se riguarda i proprietari immobiliari o eventuali terzi investitori, prevalentemente interessati al raggiungimento della convenienza economico-finanziaria (Napoli et al, 2020a).

Parallelamente, il processo decisionale può seguire:

- un *approccio top-down*, in cui un'autorità o un ente pubblico decide di promuovere l'investimento nella transizione energetica del quartiere per motivi di politica urbana e cerca di coinvolgere i soggetti privati interessati;
- un *approccio bottom-up*, in cui gruppi di soggetti privati (ad esempio, residenti, imprenditori, ecc.) si mobilitano per la riqualificazione energetica del quartiere con l'obiettivo di migliorare la qualità micro-urbana e la qualità abitativa e/o ridurre i consumi e i costi energetici degli alloggi.

Al riguardo è fondamentale tenere conto che il quartiere Sappusi è abitato da molti nuclei familiari in condizioni di disagio socio-economici, pertanto, nel primo caso potrebbe essere difficoltoso, da parte di soggetti pubblici, ottenere la collaborazione (necessaria) dei residenti del quartiere. Nel secondo caso, invece, sarebbe indispensabile il supporto tecnico ed economico anche delle autorità locali o di terzi investitori, senza i quali i residenti non avrebbero i mezzi per sostenere e organizzare le opere di riqualificazione energetica. La ricerca ha voluto prendere in considerazione entrambi gli approcci (*top-down* e *bottom-up*) per confrontare le differenze in termini di coinvolgimento degli attori, tipologia di interventi da realizzare, scelta dei criteri decisionali, ponderazione dei criteri, ecc., e in termini di influenze sulla scelta della soluzione migliore.

Analisi del quartiere Sappusi

Per comporre il quadro conoscitivo del quartiere Sappusi e acquisire una migliore comprensione degli elementi del problema decisionale, in previsione della successiva definizione di possibili linee d'azione di transizione energetica, possono essere applicati al caso

studio alcuni strumenti già impiegati per problemi decisionali inerenti alla pianificazione urbana sostenibile:

- la *matrice di Wilson*, per misurare il grado di importanza e di incertezza delle variabili urbane per risolvere i problemi (Assumma et al., 2022);
- l'*analisi SWOT*, per indagare i punti di forza (*S-strengths*), debolezza (*W-weaknesses*), opportunità (*O-opportunities*) e minacce (*T-threats*) dell'area di progetto e del contesto urbano e a mettere in evidenza quali criticità dovrebbero essere neutralizzate e, allo stesso tempo, quali potenzialità dovrebbero essere valorizzate (Dell'Ovo e Oppio, 2019);
- l'*analisi STEEP*⁹³, per introdurre nel problema decisionale le cinque componenti principali, ovvero società (*S-social*), tecnologia (*T-technological*), ambiente (*E-environmental*), economia (*E-economic*) e politica (*P-political*) (Bottero et al., 2018);
- la combinazione di alcune delle analisi precedenti, per acquisire una visione più completa del caso studio oppure come strumento per delineare di strategie trasformative (Bottero et al., 2018; Bottero et al., 2021a).

Per supportare la definizione del problema decisionale, è stata svolta un'*analisi SWOT* secondo le aree tematiche dell'*analisi STEEPLE*⁹⁴, che è basata sugli studi preliminari dello stato di fatto del quartiere Sappusi, dei vincoli urbanistici, degli strumenti normativi e finanziari a supporto della transizione energetica alla scala di quartiere e della realizzazione di interventi di retrofit energetico alla scala edilizia della tipologia e limiti delle risorse disponibili.

Tabella 6.9. Risultati dell'analisi combinata SWOT/STEEPLE applicata al caso studio del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

| STEEPLE | SWOT | Descrizione |
|-------------|--|---|
| Sociale | Forza | – Localizzazione con ottima accessibilità |
| | | – Vicinanza a complessi scolastici |
| | Debolezza | – Presenza di un centro sociale |
| | | – Prossimità ad un'area giochi per bambini |
| Opportunità | – Presenza di un campo da calcetto e di un campo da bocce | |
| | – Disponibilità di aree pubbliche per parcheggi | |
| Tecnologico | Minacce | – Scarsa identità sociale |
| | | – Bassa coesione sociale |
| | Forza | – Posizione strategica all'interno della città |
| | | – Presenza di aree libere per svolgere attività e interazione sociale |
| Debolezza | – Possibile incuria delle aree comuni | |
| | – Rischio di realizzare interventi che non promuovono l'integrazione del quartiere | |
| Opportunità | – Difficoltà di coinvolgimento degli abitanti (scarsa fiducia nelle istituzioni) | |
| | – Livello di istruzione medio-basso | |
| Tecnologico | Minacce | – Resistenza dei cittadini alla realizzazione degli interventi |
| | | – Alloggi di dimensione medio-grande |
| | Forza | – Alloggi ben areati e illuminati |
| | | – Scarso stato di manutenzione degli edifici |
| Debolezza | – Scarso livello tecnologico degli impianti delle abitazioni e/o mancanza di adeguati sistemi di climatizzazione (invernale ed estiva) | |
| | – Caratteristiche tipologiche e tecnologiche simili in tutti gli edifici | |
| Opportunità | – Struttura della proprietà mista | |
| | – Crisi energetica e aumento dei costi dell'energia | |

⁹³ Che è un'estensione dell'*analisi PEST* (*P-political*, *E-economic*, *S-social*, *T-technological*).

⁹⁴ Che è un'estensione dell'*analisi STEEP* (*S-social*, *T-technological*, *E-economic*, *E-environmental*, *P-political*).

| STEEPLE | SWOT | Descrizione |
|------------|--------------------|---|
| Economico | Forza | – Vicinanza a moli per piccole imbarcazioni da diporto e da pesca – Disagio socio-economico |
| | Debolezza | – Povertà energetica – Bassi valori di mercato degli immobili |
| | Opportunità | – Utilizzo di finanziamenti e incentivi per la riqualificazione energetica – Attrazioni turistiche diffuse nel territorio circostante – Creazione di nuove opportunità di lavoro verde |
| | Minacce | – Bassa o nulla contribuzione dei cittadini all'investimento per la realizzazione degli interventi – Basso interesse da parte di terzi ad investire nel quartiere |
| Ambientale | Forza | – Presenza di ampi spazi aperti – Vicinanza al Parco della Salinella e alla Riserva naturale orientata "Isole dello Stagnone di Marsala" – Vicinanza alla costa e al lungomare Salinella |
| | Debolezza | – Scarso stato di manutenzione delle aree verdi – Scarsa pulizia delle strade e degli spazi comuni |
| | Opportunità | – Posizione geografica con condizioni ottimali di irraggiamento solare e conseguente elevato potenziale di sfruttamento dell'energia solare – Posizione geografica connotata da elevata ventosità e conseguente elevato potenziale di sfruttamento dell'energia eolica – Previsione di realizzazione di una pista ciclabile nel lungomare Salinella |
| | Minacce | – Abbandono delle aree verdi dopo la riqualificazione |
| Politico | Forza | – Adesione della città di Marsala al <i>Patto dei Sindaci</i> e redazione di PAES con impegno a raggiungere gli obiettivi della Direttiva 20-20-20 attraverso azioni rivolte alla riduzione delle emissioni di CO ₂ – Assegnazione di fondi della Regione Siciliana per la costituzione di una CER |
| | Debolezza | – Mancanza di fiducia nelle istituzioni |
| | Opportunità | – Coinvolgimento del Comune nella formazione di una comunità energetica |
| | Minacce | – Disinteresse politico verso il quartiere |
| Giuridico | Forza | – Nessuna di rilievo |
| | Debolezza | – Strumenti urbanistici non aggiornati (<i>Piano Comprensoriale</i> del 1977 e <i>Regolamento Edilizio Comunale</i> del 1980) |
| | Opportunità | – Avvio delle procedure per dotare Marsala di un Piano Urbanistico Generale (PUG) |
| | Minacce | – Assenza di coordinamento tra Comune e IACP di Trapani per la gestione del quartiere |
| Etico | Forza | – Presenza di una chiesa e oratorio |
| | Debolezza | – Fenomeni di microcriminalità – Presenza di abusi edilizi |
| | Opportunità | – Inclusione sociale attraverso la riqualificazione del quartiere |
| | Minacce | – Gentrificazione |

Nella Tabella 6.9 sono riassunti i principali risultati emersi dalla combinazione delle due analisi.

6.4.2. Stakeholders Analysis

La *Stakeholder Analysis* permette di identificare i portatori di interesse della transizione energetica del quartiere, di definire per ciascun attore caratteristiche, obiettivi, aspettative e il ruolo potenziale loro all'interno del processo decisionale, evidenziando al contempo possibili conflitti tra le parti (Bottero et al., 2021a; Marzouki et al., 2022).

Attraverso quest'analisi è possibile valutare, inoltre, la capacità dei vari attori di influenzare, positivamente o negativamente, la realizzazione di un intervento. Un singolo attore (o un

gruppo di attori) può, infatti, condizionare fortemente gli esiti decisionali, sia per soddisfare interessi e obiettivi individuali in base ai propri valori e preferenze, sia in base alle relazioni che ha con gli altri *stakeholders* (Dente, 2014; Heuninckx et al., 2022).

Le informazioni ricavabili dalla *Stakeholders Analysis* possono essere utilizzate per stabilire in quale modo considerare gli interessi dei diversi soggetti coinvolti nella realizzazione di interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere e per valutare, altresì, gli atteggiamenti degli *stakeholders* rispetto ai potenziali cambiamenti urbani. Una tale analisi non esclude che gli interessi di alcuni soggetti possano prevalere su quelli di altri, ma garantisce almeno che tutti i possibili portatori d'interesse siano rappresentati (Dell'Anna et al., 2022).

Tra le diverse metodologie di mappatura degli *stakeholders* (cfr. Sezione 5) è stata scelta la *matrice di Mendelow*, poiché è quella che consente di mettere maggiormente in evidenza le relazioni tra le parti e la presenza di possibili sinergie o conflitti e appare adatta al caso di studio.

Da un punto di vista metodologico, al fine di costruire la matrice, individuati gli *stakeholders* e la loro categoria di appartenenza (ad esempio, amministrazioni pubbliche, investitori, cittadini, ecc.), sono definite le loro caratteristiche principali in termini di:

- *scala di influenza* (europeo, nazionale, regionale, provinciale, locale);
- *tipo di interesse* alla realizzazione degli interventi (ad es. economico, politico, ambientale, sociale, ecc.);
- *grado di potere* nel processo decisionale (alto, medio o basso);
- *grado di influenza* nel processo decisionale (alto, medio o basso).

In considerazione degli obiettivi e degli interessi delle parti interessate, infine, gli *stakeholders* sono posizionati all'interno della *matrice di Mendelow* (Bottero et al, 2018a).

Relativamente al caso del quartiere Sappusi di Marsala, gli *stakeholders*, cioè gli individui, i gruppi o gli enti che potrebbero avere un qualsiasi forma di interesse nella realizzazione di un progetto efficientamento energetico volto a rendere il quartiere uno NZED o che potrebbero avere una qualsiasi capacità di influenzarlo, sono indicati nella Tabella 6.10.

Gli enti pubblici svolgono un ruolo importante all'interno del loro specifico campo d'azione, possono avere un interesse più o meno intenso e agire a diversi livelli della scala di influenza in base agli strumenti normativi e finanziari che possono essere utilizzati per la realizzazione della transizione energetica del quartiere. A scala territoriale l'intensità del loro interesse tende a diminuire man mano che la loro area di pertinenza si amplia. Così l'UE, pur avendo un grado di potere molto alto, presenta un basso livello di interesse alla realizzazione del progetto; di contro, il Comune di Marsala ha sia un alto grado di potere, sia un alto grado di interesse nella realizzazione di interventi di NZED all'interno del suo territorio. Tra gli enti pubblici, lo IACP di Trapani ha una posizione ambivalente in quanto potrebbe agire sia come ente territoriale, sia come soggetto proprietario di immobili nel quartiere.

I proprietari (residenti e non residenti) degli immobili e i residenti (non proprietari) hanno un ruolo centrale in quanto l'efficientamento energetico degli edifici e l'abbattimento dei consumi energetici sono fortemente dipendenti dalla loro accettazione alla realizzazione degli interventi e dai loro comportamenti come consumatori di energia. Inoltre, è fondamentale considerare che la posizione individuale e le disponibilità finanziarie di ciascuno di loro potrebbero differire e, quindi, devono essere analizzate singolarmente.

Gli investitori terzi sono soggetti che potrebbero partecipare al processo di riqualificazione energetica per interesse economico, come, ad esempio, una ESCo con cui i proprietari degli immobili potrebbero stipulare un *Contratto di Prestazione Energetica*.

La cittadinanza di Marsala potrebbe essere interessata alla realizzazione dell'intervento nel quartiere per il miglioramento generale della qualità urbana e per i co-benefit che ne deriverebbero.

Tabella 6.10. Individuazione degli stakeholders per il caso studio del quartiere Sappusi
(fonte: elaborazione propria)

| Tipologia | Stakeholders |
|--|--|
| Enti pubblici | - Unione Europea |
| | - Stato Italiano |
| | - Regione Siciliana |
| | - Comune di Marsala (sindaco, assessori, responsabile ufficio urbanistica, ecc.) |
| | - IACP di Trapani |
| | - Soprintendenza per i Beni Culturali e Ambientali di Trapani |
| Soggetti privati | - Proprietari residenti (privati) |
| | - Proprietari non residenti |
| | - Residenti non proprietari |
| | - Investitori terzi (ad esempio ESCo) |
| Altri | - Cittadinanza di Marsala |
| | - Sviluppatori del progetto |
| | - Tecnici (architetti, urbanisti, ingegneri) |
| | - Imprese di costruzione |
| | - Istituti finanziari |
| | - Sponsor |
| | - Mass Media/Local Media/Social Media |
| - Associazioni (ambientali, sociali, ecc.) | |

Tabella 6.11. Scala di influenza degli stakeholders per il caso studio del quartiere Sappusi
(fonte: elaborazione propria)

| Stakeholders | Scala di influenza | | | | |
|--|--------------------|-----------|-----------|-------------|----------|
| | Europea | Nazionale | Regionale | Provinciale | Comunale |
| Unione Europea | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Stato italiano | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Regione Sicilia | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Comune di Marsala | | | | | ✓ |
| IACP di Trapani | | | | ✓ | ✓ |
| Soprintendenza di Trapani | | | | ✓ | ✓ |
| Proprietari residenti | | | | | ✓ |
| Proprietari non residenti | | | | | ✓ |
| Residenti non proprietari | | | | | ✓ |
| Investitori terzi (ESCo) | | | | | ✓ |
| Cittadinanza di Marsala | | | | | ✓ |
| Sviluppatori del progetto | | | | | ✓ |
| Tecnici | | | | | ✓ |
| Imprese di costruzione | | | | | ✓ |
| Istituti finanziari | | | | | ✓ |
| Sponsor | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Mass/Local/Social Media | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Associazioni (ambientali, sociali, ecc.) | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Tabella 6.12. Tipologia di interesse degli stakeholders individuati per il caso studio del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

| Stakeholders | Tipologia di interesse | | | | |
|--|------------------------|----------|-----------|---------|------------|
| | Sociale | Politico | Economico | Tecnico | Ambientale |
| Unione Europea | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Stato italiano | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| Regione Sicilia | | ✓ | | | ✓ |
| Comune di Marsala | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| IACP di Trapani | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Soprintendenza di Trapani | | | | ✓ | ✓ |
| Proprietari residenti | ✓ | | ✓ | | |
| Proprietari non residenti | ✓ | | ✓ | | |
| Residenti non proprietari | ✓ | | ✓ | | |
| Investitori terzi (ESCO) | | | ✓ | | |
| Cittadinanza di Marsala | ✓ | | | | ✓ |
| Sviluppatori del progetto | | | | ✓ | |
| Tecnici | | | | ✓ | |
| Imprese di costruzione | | | ✓ | ✓ | |
| Istituti finanziari | | | ✓ | | |
| Sponsor | ✓ | | ✓ | | |
| Mass/Local/Social Media | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Associazioni (ambientali, sociali, ecc.) | ✓ | | | | ✓ |

Tabella 6.13. Grado di potere e di interesse degli stakeholders individuati per il caso studio del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

| Stakeholders | Potere | | | Interesse | | |
|--|--------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | Alto | Medio | Basso | Alto | Medio | Basso |
| Unione Europea | ✓ | | | | | ✓ |
| Stato italiano | ✓ | | | | | ✓ |
| Regione Sicilia | ✓ | | | | ✓ | |
| Comune di Marsala | ✓ | | | ✓ | | |
| IACP di Trapani | ✓ | | | ✓ | | |
| Soprintendenza di Trapani | | | ✓ | | | ✓ |
| Proprietari residenti | ✓ | | | ✓ | | |
| Proprietari non residenti | ✓ | | | ✓ | | |
| Residenti non proprietari | | ✓ | | ✓ | | |
| Investitori terzi (ESCO) | ✓ | | | ✓ | | |
| Cittadinanza di Marsala | | | ✓ | | | ✓ |
| Sviluppatori del progetto | | ✓ | | | ✓ | |
| Tecnici | | ✓ | | | ✓ | |
| Imprese di costruzione | | | ✓ | ✓ | | |
| Istituti finanziari | | ✓ | | | | ✓ |
| Sponsor | | ✓ | | | ✓ | |
| Mass/Local/Social Media | | | ✓ | | | ✓ |
| Associazioni (ambientali, sociali, ecc.) | | ✓ | | | | ✓ |

Le varie tipologie di tecnici che gravitano attorno ad un progetto di efficientamento energetico, ivi compresi gli sviluppatori del progetto, invece, hanno un alto grado di influenza ma un medio livello di interesse, legato essenzialmente alla possibilità di un nuovo lavoro.

Gli istituti finanziari, così come gli investitori terzi, sono soggetti con interessi esclusivamente economici; il loro interesse è basso, ma il loro grado di potere può essere molto alto quando è necessario richiedere i finanziamenti per sostenere il costo iniziale dell'investimento.

Infine, altri soggetti come sponsor, Mass Media/Local Media/Social Media e associazioni potrebbero avere differenti scale di influenza relativamente alla loro capacità di azione.

La scala di influenza e la tipologia di interesse di ogni stakeholder sono riportati nelle Tabelle 6.11 e 6.12; il grado di potere e interesse nella Tabella 6.13 e Figura 6.17.

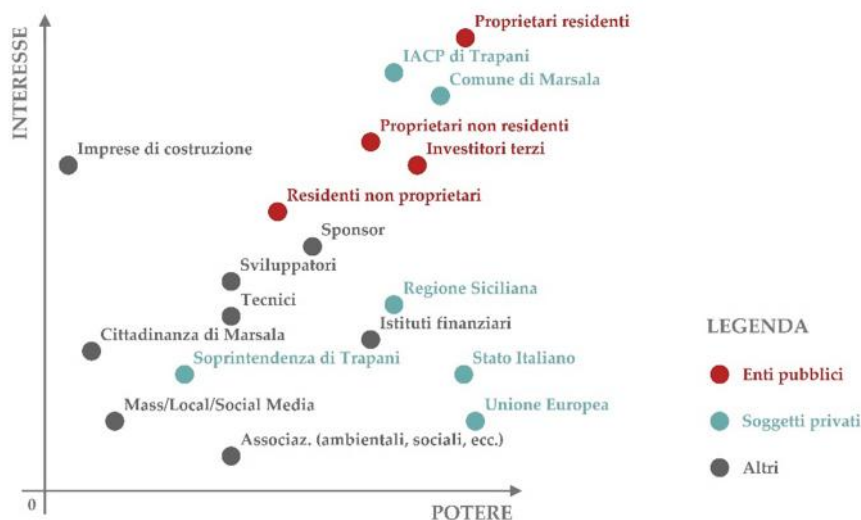


Figura 6.17. Matrice di Mendelow del caso studio del quartiere Sappusi (fonte: elaborazione propria)

Secondo la *matrice di Mendelow*, dunque, i soggetti chiave (*key players*) del processo decisionale per il caso in esame sono: il Comune di Marsala; lo IACP di Trapani; i proprietari degli immobili (residenti e non residenti); gli eventuali investitori terzi. Tali soggetti hanno il potere di influenzare la realizzazione degli interventi e anche un elevato interesse; pertanto, il loro pieno coinvolgimento è indispensabile per garantire un esito positivo alla transizione energetica del quartiere Sappusi.

Una volta individuati i *key players*, è utile avviare un processo di consultazione e coinvolgimento per comprendere come i loro rispettivi punti di vista possano influenzare la scelta della migliore linea d'azione.

In relazione alla scala di intervento, che è quella del quartiere, è stata fatta un'importante distinzione, ipotizzando un duplice possibile approccio al problema decisionale:

- *approccio top-down*, i soggetti promotori dell'iniziativa di transizione energetica del quartiere Sappusi sono enti pubblici che decidono di investire risorse nell'area in esame e cercano di coinvolgere altri soggetti privati e pubblici;
- *approccio bottom-up*, i cittadini si mobilitano e si associano per proporre l'efficientamento energetico del quartiere e ricercano la partecipazione degli enti pubblici territoriale e di altri soggetti privati.

In ogni caso bisogna considerare che differenti decisori possono:

- avere accesso ed utilizzare differenti strumenti normativi e finanziari per supportare la realizzazione dell'opera;
- coinvolgere altri stakeholders in maniera differente e per diverse finalità;
- influenzare la formazione delle possibili linee di intervento tra cui effettuare una scelta;
- scegliere differenti criteri di valutazione da utilizzare nel processo decisionale;

- assegnare pesi differenti di valutazione.

I due possibili approcci, *top-down* e *bottom-up*, sono stati analizzati per evidenziare le possibili variazioni del modello decisionale nei due casi e per rilevare sfide e ostacoli da superare, sia da un punto di vista procedurale, sia socio-economico.

Coinvolgimento degli stakeholders – Approccio top-down

In caso di *approccio top-down*, i lavori di efficientamento energetico di edifici e immobili abitati richiedono necessariamente l'approvazione da parte sia dei proprietari residenti, sia dei residenti non proprietari. Ciò è particolarmente rilevante nell'area del caso studio del quartiere Sappusi, dove l'89% degli immobili è di proprietà privata.

Esperienze in tal senso (come quelle del programma SINFONIA) dimostrano che i residenti non sempre accolgono con entusiasmo interventi nei loro alloggi ed edifici, ma nutrono piuttosto dubbi e riserve. Di conseguenza, per ottenere il loro coinvolgimento si deve agire su diversi livelli:

- a *livello informativo*, programmando regolari assemblee o incontri e distribuendo opuscoli, materiale informativo e “manuali d'uso”. Lo scopo è comunicare soluzioni tecniche, costi, tempistiche, vantaggi e co-benefit dei lavori di retrofit energetico, fornire informazioni sui processi di ristrutturazione, sui dettagli tecnici dei dispositivi che verranno installati, sui possibili disagi da affrontare durante l'esecuzione dei lavori e guidare all'uso corretto dei nuovi impianti e dispositivi;
- a *livello di consultazione*, ad esempio, tramite sondaggi e questionari. L'indagine *ex ante*, prima dell'inizio dei lavori, è utile per ottenere informazioni generali su caratteristiche socio-demografiche, abitudini, conoscenze, opinioni, preferenze, comportamenti energetici, problemi, bisogni e desideri degli abitanti. L'indagine *ex post*, dopo la loro conclusione dei lavori, serve a valutare il grado di soddisfazione sulle misure implementate e ottenere informazioni sull'utilizzo (più o meno efficiente) dei nuovi impianti e sistemi tecnologici;
- a *livello di co-decision-making*, tramite laboratori interattivi, workshop o *focus group* che consentono la condivisione attiva delle conoscenze con gli abitanti, i quali, a loro volta, possono esprimere desideri, aspettative e preoccupazioni riguardo ai lavori da effettuare. In tal caso è anche utile eleggere un rappresentante degli abitanti del quartiere per facilitare la comunicazione tra cittadini ed enti pubblici come il Comune o lo IACP.

Per formare una buona strategia di comunicazione coi residenti del quartiere l'ente promotore dei lavori potrebbe prevedere l'apertura di un ufficio di supporto alla trasformazione del quartiere, utile a fornire informazioni e assistenza ai residenti e ai cittadini, e nominare una figura per assistere quotidianamente gli inquilini, soprattutto nelle fasi di cantiere. Questa figura potrebbe: visitare quotidianamente il cantiere per ascoltare le eventuali lamentele degli inquilini; aiutare l'impresa e gli inquilini a pianificare e organizzare meglio i lavori negli alloggi; consegnare agli inquilini tutti materiali informativi utili; controllare che siano attuate le procedure preventive per minimizzare i disagi ai cittadini; verificare il rispetto di tempistiche e corretta esecuzione dei lavori; migliorare i rapporti tra l'ente e gli abitanti del quartiere aumentando il clima di fiducia.

Un altro strumento di coinvolgimento potrebbe essere anche la realizzazione di un intervento “demo” in un alloggio o edificio, ad esempio di proprietà dello IACP, in via preventiva, per

offrire la possibilità ai residenti del quartiere di visitarlo e rendersi conto direttamente dei sistemi impiantistici e tecnologici di cui potrebbero beneficiare. D'altronde, come già visto in alcuni programmi di *My Smart City District*, la predisposizione di "case dimostrative" è considerata uno strumento idoneo per comunicare ad un pubblico non tecnico i vantaggi delle misure previste.

Figure quali sviluppatori del progetto, tecnici e imprese di costruzione sono, ovviamente, coinvolti in qualunque lavoro di efficientamento energetico di un quartiere e le loro competenze specialistiche sono indispensabili in tutte le fasi del progetto, soprattutto nella ottimizzazione dei tempi e delle fasi di cantiere per minimizzare i disagi ai residenti o agli abitanti costretti a un trasferimento temporaneo. Inoltre, è utile che questi attori forniscano approfondimenti sugli aspetti energeticamente rilevanti della ristrutturazione degli edifici e il funzionamento dei sistemi tecnologici con linguaggio chiaro e comprensibile da tutti.

Il coinvolgimento di cittadinanza, sponsor, media e associazioni è fondamentale per informare in modo proattivo su contenuti, obiettivi, risultati e sfide del progetto, comunicare in modo trasparente le misure pianificate e attuate, sensibilizzare sulle questioni ambientali ed energetiche e consentire lo scambio tra le parti interessate.

Per tali fini (come suggerito dalle *Buone pratiche per il coinvolgimento degli stakeholders* di SINFONIA) le possibili azioni da avviare sono:

- l'organizzazione di *Infoday* e altri eventi per intraprendere dialoghi sulla transizione energetica, incontri di scambio e visite con città o aziende *cluster*, presentazioni in consiglio comunale, ecc.
- l'organizzazione di conferenze stampa, utili per mantenere vivo l'impegno politico e una percezione pubblica positiva del progetto, per presentare ai cittadini le attività svolte e per informare sullo stato di avanzamento del progetto;
- la pubblicazione di aggiornamenti regolari tramite i giornali locali, *social media* e siti web specifici.

Coinvolgimento degli stakeholders – Approccio bottom-up

In un *approccio bottom-up*, ad eccezione dei proprietari non residenti o dei residenti non proprietari (che possono avere una posizione ibrida), la questione dell'accettazione sociale degli interventi è meno rilevante e diventa centrale l'attivazione della partecipazione degli enti pubblici territoriali locali, come il Comune e lo IACP. Senza la loro partecipazione, difatti, in un contesto come quello del quartiere Sappusi dove sono presenti disagi socio-economici, sarebbe impossibile mettere in campo le risorse tecniche ed economiche e le competenze necessarie alla realizzazione degli interventi di retrofit, anche perché la volontà politica è un importante fattore trainante nello sviluppo energetico sostenibile, tanto a livello locale, quanto a livello nazionale e comunitario. Il coinvolgimento di altri attori è comunque necessario per porre attenzione sul progetto e la volontà di alcuni abitanti di mobilitarsi per migliorare le loro condizioni abitative e socio-economiche; questo, difatti, potrebbe attrarre sponsor, investitori terzi o altri soggetti con interessi politici e aumentare le risorse finanziarie disponibili per la realizzazione degli interventi.

Per quanto concerne il coinvolgimento degli attori che intervengono nella fase esecutiva (tecnici, sviluppatori del progetto, ecc.) valgono le stesse considerazioni espresse

precedentemente. Inoltre, anche in un approccio dal basso, potrebbero organizzare campagne educative autogestite, ad esempio, per orientare il comportamento energetico dei consumatori ed influenzare positivamente il risparmio energetico finale.

In entrambi i casi (*approccio top-down* e *approccio bottom-up*), comunque, il coinvolgimento delle parti interessate conduce a una percezione positiva del progetto, incoraggia la collaborazione sociale ed economica tra i gruppi, favorisce lo scambio di conoscenze e la condivisione delle decisioni. D'altronde, il successo di un progetto non dipende solamente da caratteristiche tecniche (ad esempio, adeguato isolamento termico, installazione di un sistema di energia rinnovabile, ecc.), ma anche da fattori sociali, economici, comunicativi e organizzativi.

In generale, infine, per avviare e condurre un buon processo comunicativo atto a coinvolgere gli attori chiave del processo decisionale possono essere seguiti gli step suggeriti dal tool *Buone pratiche per il coinvolgimento degli stakeholders* del programma SINFONIA (Fig. 6.18).

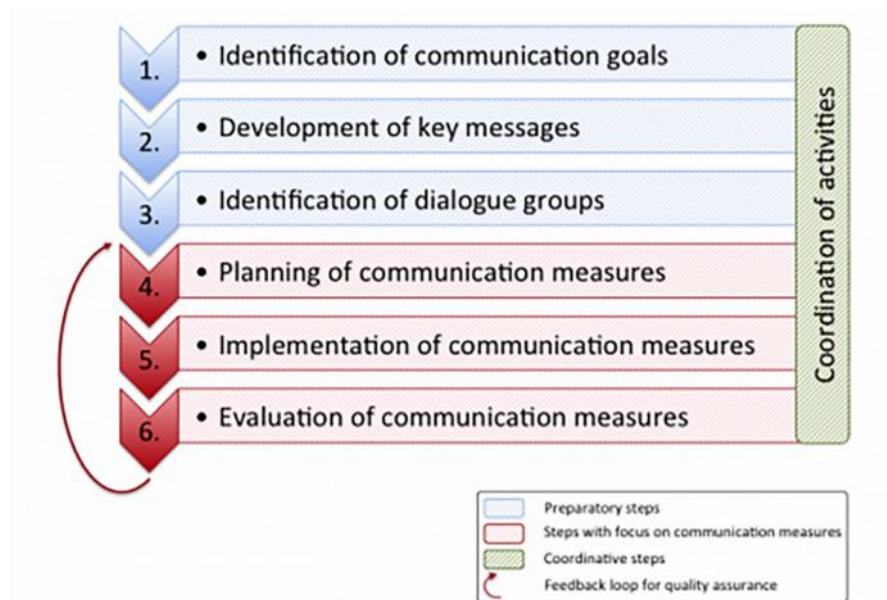


Figura 6.18. Strategia comunicativa proposta dallo strumento *Buone pratiche per il coinvolgimento degli stakeholders* del programma SINFONIA (fonte: www.sinfonia-smartcities.eu)

Gli step 1, 2 e 3 (in blu) rappresentano i passaggi preliminari alla fase effettiva della comunicazione; mentre, gli step 4, 5 e 6 (in rosso) costituiscono le misure pianificazione, attuazione e valutazione. I risultati della valutazione possono attivare un feedback e condurre ad un adeguamento delle misure, così da garantire la massima qualità della strategia comunicativa e, conseguentemente, il coinvolgimento di tutti i gruppi.

6.4.3. Scelta del metodo multicriteriale

La scelta del metodo *Multi-Criteria Decision Analysis* a supporto del processo decisionale è funzionale alla finalità, alla tipologia delle informazioni disponibili e alla modalità di espressione dei giudizi richiesti ai *decision-makers*. Inoltre, il metodo dovrebbe anche essere di immediata comprensione e facile da usare e, eventualmente, replicare in altri contesti.

Come riportato nella Sezione 5, esiste una vasta gamma di modelli decisionali che possono essere classificati per tipologia di problema (*solving, ranking, sorting, description*), per tipologia di dati disponibili e per tipologia di preferenza espressa dai decisori.

La scelta del metodo da applicare nel caso in esame è basata sulle seguenti considerazioni:

- il processo decisionale rientra nel *ranking problem*, in quanto ha come obiettivo l'ordinamento delle linee d'azioni alternative (dalla migliore alla peggiore);
- le informazioni di base richieste dal modello decisionale non devono essere troppo numerose o difficili da reperire. Pertanto, sono stati esclusi i metodi che utilizzano un approccio di aggregazione completa (*full aggregation approach*), che necessitano dati (input) difficoltosi da ottenere (cfr. Tab. 5.4).

Il metodo PROMETHEE è stato scelto per la costruzione del modello decisionale, in quanto è già stata verificata la sua idoneità a supportare problemi decisionali relativi alla pianificazione urbana e a progetti di trasformazioni energetiche (Bertoncini et al., 2022; Bottero et al., 2018; Dell'Anna et al., 2020; Dirutigliano et al., 2017), può essere impiegato anche in mancanza di alcune informazioni, possiede una relativa facilità di utilizzo da parte dei decisori, grazie ai diversi software disponibili⁹⁵, e attraverso procedure meno lunghe e complesse rispetto ad altre analisi multicriteriali e il numero delle sue applicazioni a problemi decisionali del mondo reale in molti campi è aumentato in modo significativo nel tempo (Behzadian et al. 2010). Tuttavia, le sue applicazioni nella pianificazione urbana e territoriale sono piuttosto recenti e meritano di essere ulteriormente sviluppate (Bottero et al., 2018).

Come già descritto (cfr. Sezione 5), PROMETHEE è un metodo di *outranking* per classificare un insieme finito di azioni alternative quando sono coinvolti numerosi criteri, anche conflittuali, e un certo numero di decisori. Si basa sul confronto a coppie per mezzo di gradi e punteggi di preferenza tra alternative. Per implementare tale metodo sono necessari essenzialmente due tipi specifici di informazioni da parte dei decisori: le soglie di indifferenza e di preferenza delle alternative sulla base di ogni criterio. Sia in caso di *approccio top-down* sia di *approccio bottom-up*, dunque, il decisore deve esprimersi sul valore che vuole attribuire a tali soglie. Dunque, PROMETHEE può essere efficacemente applicato anche in mancanza di solide ipotesi sulle preferenze del decisore; inoltre, può essere integrato con metodi partecipativi⁹⁶ (Behzadian et al., 2010; Brans, 1982; Brans et al., 1984, 1986; Brans e Vincke, 1985; Ishizaka e Nemery, 2013; Nemery, 2012).

6.4.4. Matrice delle alternative

La costruzione della *Matrice delle alternative* consiste nella definizione di un insieme coerente di azioni volte alla trasformazione del quartiere in un *Net Zero Energy District*.

⁹⁵ Per facilitare l'implementazione del metodo PROMETHEE sono disponibili diversi pacchetti software, tra questi si citano: PROMCALC, che è stato pubblicato dagli autori del metodo, B. Mareschal e J.P. Brans, e consente di affrontare diversi tipi di problemi multicriteri di PROMETHEE (I, II, V, VI e GAIA); Visual PROMETHEE, che è stato proposto da B. Mareschal e Y. D

e Smet; DECISION LAB; D-Sight; Smart Picker Pro. Tra questi Smart Picker Pro spicca per la sua semplicità e facilità di applicazione e la sua versione demo è scaricabile gratuitamente online.

⁹⁶ Ad esempio, attraverso l'estensione GDSS, PROMETHEE può essere utilizzato per i processi decisionali di gruppo.

Nel caso del quartiere Sappusi le possibili linee d'azione e i singoli interventi sono stati costruiti sulla base degli esiti dell'analisi del quartiere e di quella degli stakeholders. La combinazione delle due analisi, infatti, ha aiutato a decifrare la complessità del problema, identificare gli aspetti generali caratterizzanti la trasformazione da attuare (ovvero fattori ambientali, economici, sociali, di rigenerazione, mobilità e servizi) e, infine, a indentificare possibili scenari⁹⁷ futuri di transizione energetica (Bottero et al., 2018; Bottero et al., 2021a; Dell'Ovo e Oppio, 2019).

In generale, la formazione di alternative progettuali, oltre che dall'analisi del contesto, deve tenere conto del promotore del progetto, e degli altri stakeholders (Abastante et al, 2019).

Nel caso studio del quartiere Sappusi, se il promotore è un ente pubblico (*approccio top-down*), come il Comune di Marsala, questi potrebbe avere maggiore interesse verso l'aumento della sostenibilità (ambientale, sociale ed economica) del suo territorio o considerare la transizione energetica del quartiere una azione attuativa di un piano di livello superiore (ad es. PAES); di contro, se i promotori sono privati cittadini (*approccio bottom-up*), questi potrebbero essere interessati principalmente alla riduzione delle spese energetiche o al miglioramento della vivibilità delle loro abitazioni o degli spazi comuni del quartiere. Ovviamente alcuni interessi di soggetti diversi possono anche collimare.

Come visto precedentemente, inoltre, il tipo di promotore è comunque condizionato dagli strumenti normativi e finanziari utilizzabili per gli interventi: in mancanza di risorse monetarie sufficienti, la selezione delle linee di azione potrebbe essere influenzata dalla disponibilità di agevolazioni fiscali o bonus per alcune categorie di intervento, orientando il progetto verso le finalità (politiche, economiche o ambientali) di chi eroga gli incentivi.

Dunque, le caratteristiche delle opzioni progettuali dipendono dalla interpretazione degli esiti dell'analisi combinata SWOT/STEEPLE (per attivare i punti di forza, minimizzare le debolezze dell'area di progetto, valorizzare le opportunità e risolvere le minacce) e dell'analisi degli stakeholders, ossia dalla conoscenza e dalle relazioni tra dati di diversa natura, come suggerito anche dall'approccio *Value-Focused Thinking* (Dell'Ovo e Oppio, 2019).

Al fine di costruire le alternative progettuali, nella Tabella 6.14 sono riportate le misure di efficientamento energetico che possono essere implementate nel caso del quartiere Sappusi. Tali misure sono state classificate rispetto alla scala di intervento:

- la *scala di edificio*, che comprende anche le misure realizzabili nei singoli alloggi;
- la *scala di quartiere*, che riguarda le misure di sostenibilità energetica urbana, tra le quali è stata prevista anche la possibilità di formare una comunità energetica (CER);
- il *sistema sociale*, che comprende le azioni volte al coinvolgimento e alla partecipazione dei cittadini.

Gli interventi a scala di quartiere e di edificio sono stati, a loro volta, distinti tra:

- *passivi*, inerenti gli elementi non energivori, come gli involucri degli edifici (ad esempio, l'installazione di un cappotto termico e la sostituzione degli infissi), la mobilità sostenibile e le aree verdi;

⁹⁷ Uno scenario può essere inteso come un insieme di eventi ipotetici ambientati nel futuro, coerenti e correlati tra loro che può aiutare a ridurre l'incertezza degli esiti di azioni trasformatrici urbane complesse. Dunque, la pianificazione di scenari stimola un pensiero strategico e aiuta a superare le condizioni di incertezza (Chiffi e Chiodo, 2020).

- *attivi*, relativi all’aumento dell’efficienza degli impianti (ad esempio, la sostituzione o l’installazione degli impianti termici e di produzione di acqua calda sanitaria residenziali o la sostituzione degli apparecchi di illuminazione pubblica con altri più efficienti a risparmio energetico);
- *uso di fonti di energia rinnovabile*, come l’installazione di impianti fotovoltaici, solari termici o mini eolici sia a livello di edificio che di quartiere;
- *Information Communication Technology (ICT)*, in particolare per il controllo dei consumi energetici sia a scala edilizia che urbana (ad esempio, tramite l’installazione di sistemi di *Building Energy Management System - BEMS*).

Tabella 6.14. Interventi realizzabili per la transizione del caso studio del quartiere Sappusi in uno NZED (fonte: elaborazione propria)

| Scala di intervento | Tipologia di intervento | Intervento | Codice |
|---------------------|-------------------------------------|--|--------|
| Edificio | Passivo | Installazione di un sistema coibentazione termica (su superfici verticali, orizzontali e/o oblique) | E_P_01 |
| | | Sostituzione degli infissi | E_P_02 |
| | | Installazione/sostituzione di schermature solari | E_P_03 |
| | | Chiusura di logge o balconi | E_P_04 |
| | | Tetti verdi | E_P_05 |
| | Attivo | Installazione/sostituzione di impianti di climatizzazione invernale | E_A_01 |
| | | Installazione/sostituzione di impianti di climatizzazione estiva | E_A_02 |
| | | Installazione/sostituzione di impianti di produzione di acqua calda sanitaria | E_A_03 |
| | Uso di fonti di energia rinnovabile | Installazione di un impianto fotovoltaico | E_R_01 |
| | | Installazione di un impianto solare termico | E_R_02 |
| | | Installazione di un sistema di accumulo fotovoltaico | E_R_03 |
| | | Installazione di un sistema di accumulo solare termico | E_R_04 |
| | ICT | Installazione di un HEMS (sistema di gestione dell’energia domestica) | E_I_01 |
| | | Installazione di un BEMS (sistema di gestione energetica dell’edificio) | E_I_02 |
| Quartiere | Passivo | Riqualificazione delle aree verdi | Q_P_01 |
| | | Realizzazione di una pista ciclabile | Q_P_02 |
| | Attivo | Efficientamento dell’illuminazione pubblica | Q_A_01 |
| | | Installazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici | Q_A_02 |
| | Uso di fonti di energia rinnovabile | Installazione di sistemi di approvvigionamento energetico urbano (ad es. pensiline fotovoltaiche, alberi solari o eolici) | Q_R_01 |
| | | Installazione di un impianto di approvvigionamento energetico sostenibile per la comunità energetica | Q_R_02 |
| | | Installazione di un sistema di stoccaggio dell’energia per la comunità energetica | Q_R_03 |
| | ICT | Installazione di un CEMS (sistema di gestione dell’energia della comunità energetica) | Q_I_01 |
| Sistema sociale | Sociale | Organizzazione di <i>Infoday</i> e/o laboratori di partecipazione per i residenti e i cittadini | S_S_01 |
| | | Apertura di un ufficio di supporto alla trasformazione del quartiere (utile anche a fornire informazioni e assistenza ai residenti e ai cittadini) | S_S_02 |
| | | Organizzazione di corsi educativi e di formazione sui temi dell’energia e dei consumi | S_S_03 |

Per gli interventi di tipo sociale, invece, sono state ipotizzate azioni di formazione e di orientamento ai cittadini.

Le linee alternative di azione sono ottenute dalla combinazione coerente degli interventi potenziali tenendo conto che, per il raggiungimento dell'obiettivo centrale del problema decisionale, cioè per la trasformazione del caso studio del quartiere Sappusi in uno NZED, ogni alternativa deve garantire un basso (o nullo) fabbisogno energetico, sia in regime invernale che estivo. Ciò potrebbe essere ottenuto grazie a buone prestazioni termiche degli edifici (basse trasmittanze ed elevata inerzia termica), un ampio utilizzo di fonti rinnovabili, impianti ad alta efficienza energetica o tramite una combinazione di questi elementi (cfr. Sezione 4). Dunque, ogni linea d'azione alternativa potrebbe comprendere interventi facenti parte di differenti scale e tipologie.

Ovviamente ciascun intervento di riqualificazione energetica può assumere innumerevoli configurazioni, a seconda della scelta di materiali, tipologie di installazioni e soluzioni tecniche alle quali corrispondono differenti prestazioni termiche di un immobile o edificio e diversi valori di risparmio energetico. Per indagare tali aspetti e, altresì, per valutare la convenienza economica di ogni intervento in relazione al risparmio che ne potrebbe conseguire, dovrebbero essere condotti audit energetici, progetti preliminari di retrofit e valutazioni sui flussi di costi e ricavi.

Tuttavia, le caratteristiche dei singoli interventi non sono state specificate e quantificate, in quanto la ricerca è orientata alla definizione di una metodologia di supporto al/i decisore/i per la transizione energetica alla scala di quartiere.

Costruzione della matrice – Approccio top-down e bottom up

Per l'area studio del quartiere Sappusi sono state ipotizzate quattro linee d'azione alternative attraverso la selezione/combinazione di singoli interventi per raggiungere l'obiettivo di *Net Zero Energy District*, nel rispetto dei principi della sostenibilità e tenendo conto che le azioni di riqualificazione energetica nelle città contemporanea debbono essere considerate anche importanti occasioni di rigenerazione urbana. Inoltre, le linee d'azione sono state pensate secondo una visione di medio-lungo periodo, considerandone l'impatto sugli elementi sociali, ambientali ed economici del sistema urbano di Marsala.

Le alternative sono state strutturate, inoltre, per poter effettuare la transizione del quartiere in uno NZED considerando sia nel caso di *approccio top-down* sia in quello di *approccio bottom-up* la necessità di coinvolgere gli altri soggetti per la realizzazione degli interventi. Dunque, le alternative tengono conto di tutti i *key players* e riflettono la tipologia di interesse (sociale, politica, economica, tecnica, ambientale) dei diversi attori, per come emerso dalla *stakeholders analysis* (cfr. Tab. 6.12).

Le quattro linee d'azione ipotizzate sono (Fig. 6.19 e Tab. 6.15):

- L_01 *Efficientamento energetico edilizio*. Questa linea d'azione si pone come obiettivo la massimizzazione dell'efficientamento energetico degli edifici del quartiere per ridurre il consumo di energia e le emissioni inquinanti. Gli interventi sono focalizzati sia alla riduzione della domanda di energia attraverso la realizzazione di misure passive e attive a scala edilizia, sia all'aumento dell'offerta di energia da fonti rinnovabili attraverso la realizzazione di impianti fotovoltaici e solari. Questa linea d'azione corrisponde alla

- possibile volontà, da parte del Comune o dello IACP, di raggiungere gli obiettivi energetici fissati dall'UE e dal Governo, e, da parte dei cittadini, di utilizzare le sovvenzioni attualmente disponibili a livello nazionale per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico che possono migliorare la qualità degli immobili e ridurre la spesa annua per l'energia;
- L_02 CER. Questa linea d'azione si fonda sulla costituzione di una *Comunità Energetica Rinnovabile*. Gli interventi, in questo caso, sono concentrati sull'aumento dell'approvvigionamento energetico da fonti di energia rinnovabile a livello locale e sulla collaborazione tra enti pubblici, proprietari e residenti del quartiere, per prevedere l'installazione degli impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici e di alberi solari o alberi eolici in aree comuni pubbliche e private. In questa linea d'azione tutti i membri della CER (sia pubblici che privati) potrebbero beneficiare dei vantaggi da questa garantiti;
 - L_03 *Quartiere green*. Lo scopo di questa alternativa progettuale è il rinnovamento dell'identità del quartiere trasformandolo in un'area a zero emissioni e valorizzando la sua localizzazione urbana e la vicinanza a parchi urbani e al lungomare Salinella. Gli interventi, dunque, consistono nella riqualificazione delle aree comuni, nell'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, nella realizzazione di tetti verdi, ma anche nell'efficientamento degli edifici per ridurre il consumo energetico. Questa linea d'azione, inoltre, mira a massimizzare i co-benefit ambientali, ma anche sociali ed economici, di interventi energetici sostenibili;
 - L_04 *Comfort indoor e outdoor*. L'intento principale di questa linea d'azione è quello di migliorare la vivibilità del quartiere e degli alloggi, con particolare attenzione al comfort indoor e outdoor. Gli interventi si concentrano, pertanto, su misure attive e passive alla scala edilizia e su misure di riqualificazione degli spazi comuni del quartiere, così da migliorare la qualità della vita dei cittadini dentro e fuori le loro abitazioni e rendere più fruibili le aree comuni.

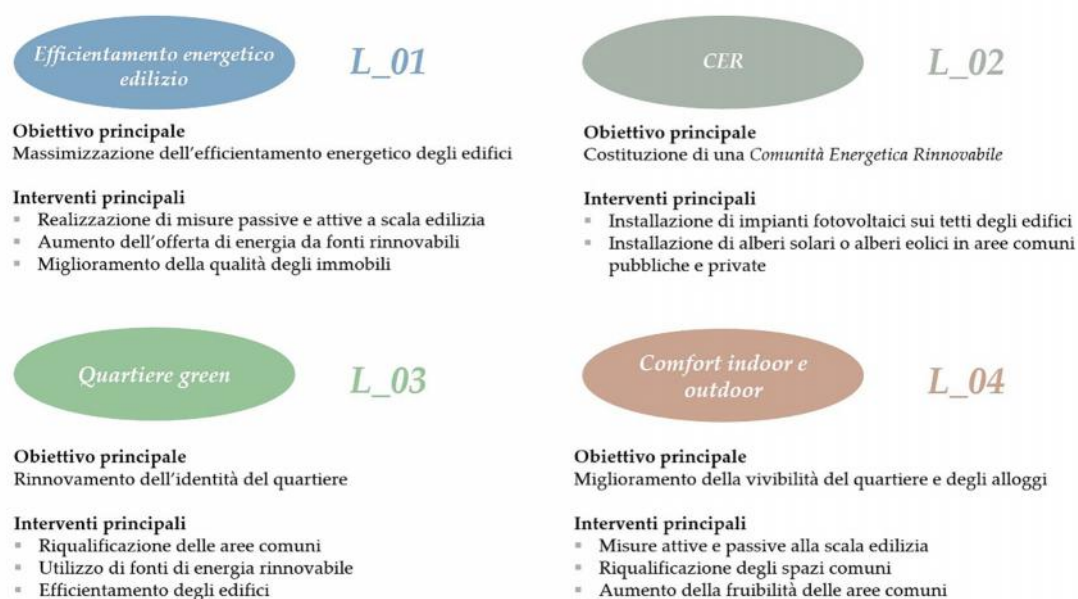


Figura 6.19. Linee d'azione ipotizzate per la transizione del quartiere Sappusi in uno NZED (fonte: elaborazione propria)

Tabella 6.15. Matrice delle alternative (fonte: elaborazione propria)

| Intervento | Codice | L_01 | L_02 | L_03 | L_04 |
|--|--------|--------------------------------|------|-----------------|--------------------------|
| | | Efficienza energetica edilizio | CER | Quartiere green | Comfort indoor e outdoor |
| Installazione di un sistema coibentazione termica (su superfici verticali, orizzontali e/o oblique) | E_P_01 | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Sostituzione degli infissi | E_P_02 | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Installazione/sostituzione di schermature solari | E_P_03 | ✓ | | ✓ | |
| Chiusura di logge o balconi | E_P_04 | | | ✓ | |
| Tetti verdi | E_P_05 | | | ✓ | |
| Installazione/sostituzione di impianti di climatizzazione invernale | E_A_01 | ✓ | | | ✓ |
| Installazione/sostituzione di impianti di climatizzazione estiva | E_A_02 | ✓ | | | ✓ |
| Installazione/sostituzione di impianti di produzione di acqua calda sanitaria | E_A_03 | ✓ | | | ✓ |
| Installazione di un impianto fotovoltaico | E_R_01 | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Installazione di un impianto solare termico | E_R_02 | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Installazione di un sistema di accumulo fotovoltaico | E_R_03 | ✓ | | | |
| Installazione di un sistema di accumulo solare termico | E_R_04 | ✓ | | | |
| Installazione di un HEMS (sistema di gestione dell'energia domestica) | E_I_01 | ✓ | ✓ | | |
| Installazione di un BEMS (sistema di gestione energetica dell'edificio) | E_I_02 | | ✓ | | |
| Riqualificazione delle aree verdi | Q_P_01 | | | ✓ | ✓ |
| Realizzazione di una pista ciclabile | Q_P_02 | | | ✓ | ✓ |
| Efficientamento dell'illuminazione pubblica | Q_A_01 | | ✓ | ✓ | |
| Installazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici | Q_A_02 | | ✓ | ✓ | |
| Installazione di sistemi di approvvigionamento energetico urbano (ad es. pensiline fotovoltaiche, alberi solari o eolici) | Q_R_01 | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Installazione di un impianto di approvvigionamento energetico sostenibile per la comunità energetica | Q_R_02 | | ✓ | | |
| Installazione di un sistema di stoccaggio dell'energia per la comunità energetica | Q_R_03 | | ✓ | | |
| Installazione di un CEMS (sistema di gestione dell'energia della comunità energetica) | Q_I_01 | | ✓ | | |
| Organizzazione di <i>Infoday</i> e/o laboratori di partecipazione per i residenti e i cittadini | S_S_01 | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Apertura di un ufficio di supporto alla trasformazione del quartiere (utile anche a fornire informazioni e assistenza a residenti e a cittadini) | S_S_02 | ✓ | | | ✓ |
| Organizzazione di corsi educativi e di formazione sui temi dell'energia e dei consumi | S_S_03 | ✓ | ✓ | ✓ | |

6.4.5. Le interviste agli attori del processo decisionale

Il passo successivo del processo decisionale consiste nel selezionare i criteri di valutazione delle alternative. Per effettuare questa fase e la successiva ponderazione dei criteri sono state condotte delle interviste ad alcuni potenziali attori chiave del processo decisionale.

Le interviste hanno riguardato alcuni attori afferenti al Comune di Marsala e allo IACP di Trapani e un piccolo campione di cittadini proprietari di immobili siti nel quartiere Sappusi o ivi residenti. Nello specifico, sono state condotte *interviste semi-strutturate*, in cui è stato utilizzato un elenco di quesiti a risposta aperta che ha consentito di orientare il dialogo senza precludere la possibilità di espressione libera dell'intervistato. Questa forma di intervista dà all'intervistatore la libertà di approfondire determinati argomenti, di cambiare l'ordine delle domande o anche di dedicare più tempo ad alcuni argomenti piuttosto che ad altri in base alle risposte ottenute e alla disponibilità dell'intervistato. L'obiettivo, d'altronde, era quello di raccogliere *feedback*, preferenze, riflessioni e commenti sui temi oggetto di discussione.

Per quanto concerne i soggetti del Comune di Marsala e dello ICAP di Trapani le interviste sono state condotte a due (solo intervistato e intervistatore) e faccia a faccia, quindi, attraverso un'interazione diretta con l'interlocutore, così da sfruttare tutti i vantaggi e le potenzialità della comunicazione interpersonale. Sono stati intervistati nove soggetti e, in particolare (Tab. 6.16):

- un responsabile del settore Pianificazione Territoriale del Comune di Marsala;
- l'assessore in carica all'Urbanistica del Comune di Marsala;
- due ex assessori all'Urbanistica del Comune di Marsala;
- l'ex Direttore dei Lavori del progetto realizzato nel quartiere Sappusi attraverso il "Contratto di Quartiere II", che è stato anche tecnico dell'ufficio Grandi Opere e dell'ufficio Urbanistica del Comune di Marsala;
- due tecnici del Comune di Marsala, di cui uno del SUE (*Sportello Unico per l'Edilizia*) e uno del SUAP (*Sportello Unico delle Attività Produttive*);
- due dirigenti dello IACP di Trapani.

Tabella 6.16. Composizione del campione di attori intervistati (fonte: elaborazione propria)

| Intervistati | Ente di riferimento | | Ruolo | |
|--------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| | Comune di Marsala n°(%) | IACP di Trapani n°(%) | Dirigenziale n°(%) | Tecnico n°(%) |
| Totale | 7 (77,7%) | 2 (22,2%) | 5 (55,5) | 4 (44,4%) |

Il campione dei soggetti intervistati è stato diversificato (nei limiti della disponibilità dei soggetti contattati) al fine di ottenere una varietà di ruoli, punti di vista e sensibilità rispetto al tema della transizione energetica del quartiere.

Sono stati previsti due cicli distinti di interviste, di cui il primo finalizzato alla selezione dei criteri, e il secondo alla ponderazione dei criteri.

Le interviste del primo ciclo sono state così (semi)strutturate:

- presentazione della tematica e del caso studio;
- descrizione del processo decisionale;
- presentazione e descrizione dei criteri con relative misurazioni, unità di misura e direzioni;
- richiesta di selezione di n. 8-10 criteri tra quelli presenti;

- quesiti sulla esaustività e comprensibilità dei criteri;
- quesiti sulle politiche dell'ente di appartenenza in tema di riqualificazione energetica a scala di quartiere;
- quesiti sulla conoscenza dei vantaggi delle comunità energetiche e su un potenziale interesse dell'ente a costituire o aderire ad una comunità energetica.

Il secondo ciclo di interviste ha riguardato esclusivamente la ponderazione dei criteri, in cui sono stati coinvolti un campione di proprietari di immobili nel quartiere Sappusi.

Anche in quest'ultimo caso sono state condotte interviste di tipo semi-strutturato e faccia a faccia, ma coinvolgendo anche due persone per volta (in base alla composizione del nucleo familiare di appartenenza).

I soggetti intervistati sono stati dieci suddivisi in sei nuclei familiari e tutti proprietari di un immobile all'interno del quartiere. La composizione del campione di cittadini intervistati è riportata nelle Tabella 6.17.

Tabella 6.17. Composizione del campione di cittadini intervistati (fonte: elaborazione propria)

| Nuclei familiari n° | Soggetti intervistati n° | Sesso | | Proprietari residenti nel quartiere n°(%) | Proprietari non residenti nel quartiere n°(%) |
|------------------------|-----------------------------|------------|------------|--|--|
| | | M n°(%) | F n°(%) | | |
| 6 | 10 | 6 (60%) | 4 (40%) | 8 (80%) | 2 (20%) |

L'intervista ha riguardato la ponderazione dei criteri e la risposta ad alcuni quesiti aperti volti a comprendere la disponibilità dei proprietari ad effettuare interventi di riqualificazione energetica dei loro immobili o a far parte di una comunità energetica.

Le interviste, pertanto, sono state così (semi)strutturate:

- presentazione della tematica e del caso studio;
- descrizione del processo decisionale;
- presentazione e descrizione dei criteri con relative misurazioni, unità di misura e direzioni;
- richiesta di ponderazione dei criteri;
- quesiti sulla conoscenza delle comunità energetiche e sull'eventuale interesse a prendervi parte;
- quesiti sulla disponibilità ad effettuare interventi di retrofit energetico nei loro immobili e a sostenere il costo dell'investimento.

Le interviste sono state anche l'occasione per comprendere meglio il punto di vista degli attori pubblici e privati rispetto a un progetto di retrofit energetico a scala di quartiere.

Gli attori pubblici hanno manifestato un interesse di medio livello e tutti hanno dichiarato che il loro ente di appartenenza (Comune di Marsala o IACP di Trapani) sarebbe interessato ad effettuare la riqualificazione energetica a scala di quartiere. Secondo gli intervistati i fattori critici che potrebbero ostacolare l'avvio e l'attuazione di un processo trasformativo come quello proposto sono:

- la mancanza di fondi adeguati a sostenere la progettazione e la realizzazione di interventi di riqualificazione a scala urbana e di quartiere;
- le difficoltà operative connesse ad un'azione di riqualificazione di 362 alloggi privati e che coinvolgerebbe almeno altrettanti proprietari;

- il rischio (percepito come molto elevato) di avviare un processo di transizione energetica che potrebbe bloccarsi a causa di conflitti e difficoltà connesse al grande numero di soggetti e cittadini coinvolti;
- carenza di tecnici e personale con le qualifiche specifiche per gestire un progetto con queste caratteristiche.

Particolarmente interessante è stata l'intervista all'ex direttore dei lavori del "*Contratto di Quartiere II*", in cui sono emerse specifiche problematiche connesse alla realizzazione di lavori di efficientamento energetico negli immobili del quartiere. Secondo questa intervista le difficoltà maggiori, oltre all'ottenimento di fondi per la realizzazione degli interventi, sono legate all'accettazione sociale da parte dei cittadini a realizzare interventi negli edifici e, soprattutto, all'interno delle immobili. Le resistenze al riguardo dipendono dalla priorità data alla risoluzione di problemi di degrado edilizio (come, ad esempio, malfunzionamento degli ascensori esistenti, gradini rotti), piuttosto che alle misure di efficientamento energetico.

Altri ostacoli sono relativi alla necessità di spostare gli inquilini in alloggi temporanei durante alcune fasi dei lavori. Difatti, anche se il Comune aveva predisposto gli alloggi necessari, alcune famiglie non volevano lasciare l'alloggio poiché, in realtà, erano occupanti abusivi. Inoltre, in altri due casi le difficoltà erano dovute alla presenza di persone agli arresti domiciliari, il cui spostamento ha necessitato di autorizzazioni specifiche da parte delle autorità competenti, causando ritardi nell'esecuzione dei lavori.

Dalle interviste è emersa anche la necessità, secondo alcuni attori del Comune di Marsala, di fornire nuove opportunità lavorative nel quartiere (che attualmente sono legate all'attività della pesca e di diporto nel tratto di lungomare prospiciente il quartiere). Ad esempio, la riqualificazione dei parchi urbani e delle aree verdi potrebbe stimolare la nascita di nuove attività commerciali o di servizio agli spazi ludici, sportivi e ricreativi. Tuttavia, è stata espressa anche l'esigenza di migliorare la percezione del quartiere, che è attualmente associata alla presenza diffusa di fenomeni di micro-criminalità, e quindi è poco attrattiva per l'avvio di nuove attività.

Rispetto agli attori pubblici, i cittadini hanno manifestato mediamente un maggiore interesse per le tematiche connesse alla transizione energetica. Al riguardo, alte percentuali di intervistati hanno dichiarato di essere favorevoli alla realizzazione di misure di efficientamento energetico negli edifici (80%) e nel proprio immobile (60%). Di questi, comunque, solo la metà avrebbe le risorse finanziarie necessarie. Dai quesiti sulle comunità energetiche risulta che nessuno degli intervistati sapeva cosa fossero (0%), ma una volta descritte il 70% ha asserito che sarebbe disposto a prendervi parte e il 40% a sostenere le spese iniziali di investimento.

Rispetto alla possibilità di investire negli immobili di loro proprietà per migliorare l'efficientamento energetico, molti hanno dichiarato che non lo considerano conveniente a causa dei bassissimi valori di mercato degli immobili residenziali localizzati nel quartiere. In particolare, un proprietario non residente nel quartiere ha affermato di aver effettuato lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria ma che non riesce a vendere l'immobile da due anni perché le qualità tecnologiche non sono apprezzate dal mercato immobiliare a causa della localizzazione nel quartiere.

Secondo l'*Osservatorio del Mercato Immobiliare* (OMI) dell'Agenzia delle Entrate le quotazioni del 2° semestre del 2022 della zona periferica D2, "Zona anulare a ridosso della zona semicentrale", per abitazioni di tipo economico in stato conservativo normale variano da un minimo di 500 €/mq ad un massimo di 750 €/mq e sono, quindi, valori bassi. Tuttavia, da una ricerca condotta nel mese di marzo 2023 su un campione di 32 offerte di vendita di abitazioni nel quartiere Sappusi, è emerso che il valore degli immobili varia da un minimo di 225 €/mq, ad un massimo di 570 €/mq, per una media di 396 €/mq. Dunque, questi valori sono ancora inferiori alle quotazioni dell'OMI, soprattutto se si considera che si tratta di valori di offerta, che potrebbero ulteriormente ridursi in conseguenza della fase di contrattazione.

Le interviste, oltre ad aver permesso di sviluppare le fasi di selezione e ponderazione dei criteri (descritte a seguire), sono state particolarmente utili per inquadrare e comprendere le problematiche e le difficoltà inerenti il caso in esame.

6.4.6. Selezione dei criteri

A partire dai risultati di una *Literature Review* sulle *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) (Wang et al. nel 2009), è emerso che i criteri maggiormente utilizzati per i problemi decisionali relativi all'energia e alla sostenibilità sono quelli riportati nella Tabella 5.10 (cfr. § 5.4). Al fine di aggiornare la review, è stata condotta una ricerca sui contributi scientifici pubblicati dopo il 2009 aventi ad oggetto modelli decisionali atti a valutare lo sviluppo sostenibile alla scala urbana (o di quartiere) oppure l'efficientamento energetico o entrambi. Tra le diverse banche dati scientifiche disponibili, è stata utilizzata la banca dati SCOPUS.

Le parole chiave principali utilizzate sono state: "decision making" o "decision making process". A queste sono state associate di volta in volta le parole: "energy" e/o "retrofit" (o "retrofitting") e/o "sustainability" (o "renewable") e/o "urban" (o "district"). La ricerca di queste parole è stata limitata a titolo, abstract e parole chiave.

Dei numerosi contributi corrispondenti ai parametri, sono stati analizzati 39 documenti, di cui 16 sono stati ritenuti utili per la selezione dei criteri di valutazione (Ali et al., 2020; Bertoncini et al., 2022; Bottero et al., 2021; Dall'Ò et al., 2013; Dirutigliano et al., 2017; Egusquiza et al., 2022; Ertay et al., 2013; Ezbakhe e Pérez-Foguet, 2021; Foroozesh et al., 2022; Hurlimann et al., 2021; Ke et al., 2022; Lin et al., 2021; Lombardi et al., 2017; Manupati et al., 2018; Napoli et al., 2020a; Stachura et al., 2021). L'esito di tale revisione è sintetizzato in Tabella 6.18, in cui i criteri sono organizzati per ambito tecnico, economico, ambientale, sociale, architettonico e politico. Si rileva che, tra i documenti analizzati, quattro casi hanno applicato il metodo PROMETHEE, tre casi il metodo ELECTRE III e due casi il metodo MACBETH. Inoltre, oltre l'80% dei contributi analizzati (14 su 17) è stata pubblicata dopo il 2018.

Dal confronto tra le due *literature reviews* è stata effettuata una selezione dei criteri più frequentemente utilizzati e maggiormente idonei al caso studio, nel rispetto del principio sistemico e dei principi di coerenza, di indipendenza, di misurabilità e di comparabilità e sulla base del problema decisionale e delle principali caratteristiche del quartiere (ad esempio il criterio relativo al consumo di suolo è assente poiché nel caso di Sappusi non è prevista l'urbanizzazione di altre aree). Tali criteri sono stati suddivisi in base al loro dominio di appartenenza: tecnico; economico; ambientale; sociale; architettonico; politico (Tab. 6.19).

Tabella 6.18. Criteri di valutazione maggiormente utilizzati dalla letteratura scientifica per i processi decisionali inerenti problemi energetici a scala urbana (fonte: elaborazione propria)

| Ambiti | Criteri | Numero |
|----------------|--|--------|
| Tecnico | Risparmio energetico (primario o finale) | 8 |
| | Sostenibilità delle risorse energetiche | 5 |
| | Affidabilità tecnica | 5 |
| | Compatibilità tecnica con l'esistente | 5 |
| | Sicurezza dell'approvvigionamento energetico | 5 |
| | Vita utile | 4 |
| | Competenza locale | 3 |
| | Impatto energetico | 2 |
| | Resilienza del sistema energetico | 2 |
| | Durata lavori | 2 |
| | Rischio | 2 |
| | Efficienza energetica | 3 |
| | Classe energetica | 1 |
| | Altro | 8 |
| Economico | Costo di investimento | 10 |
| | Costo di gestione e manutenzione | 7 |
| | Promozione sviluppo economico | 7 |
| | Tempo di ritorno | 6 |
| | Valore di mercato degli immobili | 3 |
| | Disponibilità di fondi, detrazioni, incentivi | 3 |
| | Affidabilità dell'investimento (o rischi economici) | 3 |
| | Valore Attuale Netto | 2 |
| | Costo equivalente del risparmio energetico | 2 |
| | Costo equivalente delle emissioni di CO ₂ evitate | 1 |
| | Fattibilità economica | 1 |
| | Tasso di rendimento interno | 1 |
| | Costo di sostituzione | 1 |
| | Altro | 4 |
| Ambientale | Emissioni ambientali | 10 |
| | Emissioni di CO ₂ | 6 |
| | Produzione di rifiuti | 4 |
| | Consumo di suolo | 4 |
| | Aree verdi | 3 |
| | Consumo di risorse | 2 |
| | Impatto sull'ambiente globale | 2 |
| | Qualità ambientale | 1 |
| | Resilienza ambientale | 1 |
| | Altro | 3 |
| Sociale | Occupazione/creazione nuovi posti di lavoro | 7 |
| | Accettazione sociale | 6 |
| | Qualità abitativa interna/comfort interno degli immobili | 3 |
| | Benessere sociale | 2 |
| | Immagine sociale | 2 |
| | Identità locale | 2 |
| | Tutela dei diritti delle parti interessate | 1 |
| Altro | 2 | |
| Architettonico | Impatto architettonico e/o visivo | 4 |
| | Miglioramento della mobilità | 3 |
| | Miglioramento dell'accessibilità | 1 |
| | Altro | 2 |
| Politico | Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile | 3 |
| | Accettazione politica | 2 |

Tabella 6.19. Criteri di valutazione selezionati per il quartiere (fonte: elaborazione propria)

| Ambiti | Codice | Criteri |
|----------------|--------|---|
| Tecnico | Te_01 | Risparmio energetico |
| | Te_02 | Risparmio di fonti di energia non rinnovabile |
| | Te_03 | Classe energetica |
| Economico | Ec_01 | Costo dell'investimento |
| | Ec_02 | Costo di gestione e manutenzione |
| | Ec_03 | Valore Attuale Netto finanziario (VAN _f) |
| | Ec_04 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus |
| | Ec_05 | Plus-valorizzazione degli immobili |
| Ambientale | Am_01 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ |
| | Am_02 | Aree verdi |
| Sociale | So_01 | Accettazione sociale |
| | So_02 | Benefici sociali |
| | So_03 | Occupazione |
| Architettonico | Ar_01 | Qualità urbana |
| | Ar_02 | Impatto visivo |
| | Ar_03 | Comfort indoor |
| Politico | Po_01 | Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile |

Tali criteri possono essere così descritti:

- il criterio *Risparmio energetico* rappresenta la differenza tra il consumo di energia primaria prima e dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Risparmio di fonti di energia non rinnovabile* rappresenta la differenza tra l'energia consumata da fonti non rinnovabili prima e dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Classe energetica* indica la classe energetica di un immobile o di un edificio (da A4 a G) dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Costo dell'investimento* rappresenta il costo iniziale per la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Costo di gestione e manutenzione* indica i costi necessari alla gestione, all'esercizio e alla manutenzione degli interventi e delle opere realizzate durante la loro vita utile;
- il criterio *Valore Attuale Netto finanziario (VAN_f)* esprime la convenienza finanziaria della realizzazione degli interventi in termini di differenza tra ricavi e costi attualizzati;
- il criterio *Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus* considera la disponibilità di strumenti di sostegno economico-finanziario alla realizzazione degli interventi;
- il criterio *Plus-valorizzazione degli immobili* rappresenta l'apprezzamento differenziale degli immobili da parte del mercato immobiliare dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Riduzione delle emissioni di CO₂* rappresenta la differenza tra le emissioni di CO₂ prima e dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Aree verdi* considera i co-benefit legati alla valorizzazione e/o alla maggiore estensione delle aree pubbliche e private destinate a verde del quartiere dopo la realizzazione degli interventi (ad esempio, miglioramento della vivibilità outdoor, ombreggiamento, contrasto alla formazione di "isole di calore", ecc.);
- il criterio *Accettazione sociale* esprime fa riferimento alle condizioni che favoriscono l'accettazione dei cittadini e degli abitanti del quartiere alla realizzazione degli interventi;

- il criterio *Benefici sociali* considera tutti i co-benefit di tipo sociale che potrebbero derivare dalla realizzazione degli interventi (ad esempio, inclusione sociale, identità sociale, sensibilizzazione sui temi della sostenibilità e dell'ambiente, ecc.);
- il criterio *Occupazione* rappresenta gli effetti diretti e indotti sull'occupazione connessi alla realizzazione degli interventi;
- il criterio *Qualità urbana* esprime il miglioramento della qualità e vivibilità del quartiere e dei suoi spazi pubblici dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Impatto visivo* considera l'impatto visivo sulle forme architettoniche della realizzazione degli interventi nel quartiere;
- il criterio *Comfort indoor* esprime il miglioramento delle condizioni di comfort indoor delle singole unità abitative dopo la realizzazione degli interventi;
- il criterio *Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile* considera il potenziale contributo al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile fornito dalla realizzazione degli interventi.

Per ciascun criterio sono stati esplicitati la tipologia di misurazione (qualitativa o quantitativa), l'unità o la scala di misurazione e la direzione della preferenza (da massimizzare o minimizzare) (Tab. 6.20).

Tabella 6.20. Tipo di misurazione, unità di misura e direzione dei criteri di valutazione selezionati per il quartiere (fonte: elaborazione propria)

| Codice | Criteri | Misurazione | Unità di misura | Direzione |
|--------|---|--------------|-------------------------|--------------|
| Te_01 | Risparmio energetico | Quantitativa | kWh/annuo | Massimizzare |
| Te_02 | Risparmio di fonti di energia non rinnovabile | Quantitativa | kWh/annuo | Massimizzare |
| Te_03 | Classe energetica | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| Ec_01 | Costo dell'investimento | Quantitativa | € | Minimizzare |
| Ec_02 | Costo di gestione e manutenzione | Quantitativa | € | Minimizzare |
| Ec_03 | Valore Attuale Netto finanziario (VAN _t) | Quantitativa | € | Massimizzare |
| Ec_04 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| Ec_05 | Plus-valorizzazione degli immobili | Quantitativa | €/mq | Massimizzare |
| Am_01 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ | Quantitativa | tCO ₂ /annuo | Massimizzare |
| Am_02 | Aree verdi | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| So_01 | Accettazione sociale | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| So_02 | Benefici sociali | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| So_03 | Occupazione | Quantitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| Ar_01 | Qualità urbana | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| Ar_02 | Impatto visivo | Qualitativa | Scala ordinale | Minimizzare |
| Ar_03 | Comfort indoor | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |
| Po_01 | Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile | Qualitativa | Scala ordinale | Massimizzare |

La revisione della letteratura ha consentito, dunque, di effettuare una prima selezione dei criteri più adeguati da utilizzare all'interno del modello decisionale per il confronto delle linee d'azione alternative e la valutazione di interventi di riqualificazione energetica a scala di quartiere.

Dato che il numero di criteri è troppo elevato per garantire uno svolgimento ottimale del processo decisionale, soprattutto nella fase di espressione delle preferenze da parte dei decisori, come precedentemente accennato, è stata avviata una fase di consultazione con i principali attori del processo, in modo da individuare quali criteri sono considerati “*fundamental point of view*” irrinunciabili per valutare alternative di intervento.

Selezione dei criteri – Approccio top-down

Nell’ipotesi che il processo decisionale segua un *approccio top-down*, i promotori del progetto di transizione energetica del quartiere Sappusi sono enti pubblici quali il Comune di Marsala e lo IACP di Trapani.

Gli esiti delle preferenze espresse dai nove soggetti intervistati in merito ai criteri sono riportati nelle Tabelle 6.21 e 6.22 in base alla amministrazione pubblica di appartenenza e al ruolo di attore: ruolo dirigenziale nel Comune di Marsala (responsabile, assessore o ex assessore); ruolo di tecnico nel Comune di Marsala; ruolo dirigenziale dello IACP di Trapani.

Tabella 6.21. Preferenze espresse dai soggetti intervistati in merito ai criteri
(fonte: elaborazione propria)

| Codice | Criteri | Preferenze dirigenti Comune (n°/tot.) | Preferenze tecnici Comune (n°/tot.) | Preferenze dirigenti IACP (n°/tot.) | Preferenze totali (n°/tot.) |
|--------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Te_01 | Risparmio energetico | 4/4 | 3/3 | 0/2 | 7/9 |
| Te_02 | Risparmio di fonti di energia non rinnovabile | 2/4 | 1/3 | 0/2 | 3/9 |
| Te_03 | Classe energetica | 0/4 | 1/3 | 2/2 | 3/9 |
| Ec_01 | Costo dell’investimento | 4/4 | 3/3 | 2/2 | 9/9 |
| Ec_02 | Costo di gestione e manutenzione | 1/4 | 1/3 | 2/2 | 4/9 |
| Ec_03 | Valore Attuale Netto finanziario | 3/4 | 2/3 | 0/2 | 5/9 |
| Ec_04 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus | 4/4 | 2/3 | 2/2 | 8/9 |
| Ec_05 | Plus-valORIZZAZIONE degli immobili | 0/4 | 0/3 | 2/2 | 2/9 |
| Am_01 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ | 3/4 | 3/3 | 0/2 | 6/9 |
| Am_02 | Aree verdi | 1/4 | 2/3 | 0/2 | 3/9 |
| So_01 | Accettazione sociale | 3/4 | 2/3 | 0/2 | 5/9 |
| So_02 | Benefici sociali | 4/4 | 1/3 | 2/2 | 7/9 |
| So_03 | Occupazione | 0/4 | 2/3 | 2/2 | 4/9 |
| Ar_01 | Qualità urbana | 4/4 | 1/3 | 1/2 | 6/9 |
| Ar_02 | Impatto visivo | 3/4 | 2/3 | 1/2 | 6/9 |
| Ar_03 | Comfort indoor | 0/4 | 2/3 | 2/2 | 4/9 |
| Po_01 | Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile | 4/4 | 2/3 | 2/2 | 8/9 |

Il criterio che ha ricevuto il maggior numero di preferenze è stato il criterio economico *Costo dell’investimento* (nove su nove), seguito da *Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus* e dal criterio politico *Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile* (otto su nove). I criteri *Risparmio energetico* e *Benefici sociali* hanno ricevuto sette preferenze su nove; mentre, il criterio ambientale *Riduzione delle emissioni di CO₂* e quelli di ambito architettonico *Impatto visivo* e *Qualità urbana*

hanno ricevuto sei preferenze. In posizione mediana i criteri *Accettazione sociale* e *Valore Attuale Netto finanziario (VAN_f)*, con cinque preferenze ciascuno. I criteri *Comfort indoor*, *Occupazione*, *Costo di gestione e manutenzione* (quattro su nove), *Classe energetica*, *Aree verdi*, *Risparmio di fonti di energia non rinnovabile* (tre su nove) e *Plus-valorizzazione degli immobili* (due su nove), invece, hanno ricevuto meno del 50% delle preferenze.

Tabella 6.22. Graduatoria delle preferenze espresse dai soggetti intervistati in merito ai criteri (fonte: elaborazione propria)

| Posizione graduatoria | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------|-------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| Codice criterio | Ec_01 | Ec_04 Po_01 | Te_01 So_02 | Am_01 Ar_01 Ar_02 | Ec_03 So_01 | Ec_02 So_03 Ar_03 | Te_02 Te_03 Am_02 | Ec_05 |
| N° preferenze | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |

Pertanto, poiché un elevato numero di criteri rende difficile la comparazione e l'espressione dei giudizi da parte dei decisori, sono stati selezionati soltanto i criteri delle prime cinque posizioni in graduatoria (Tab. 6.23).

Tabella 6.23. Criteri di valutazione selezionati per il quartiere Sappusi nel caso di *approccio top-down* (fonte: elaborazione propria)

| Ambiti | Codice | Criteri |
|----------------|--------|---|
| Tecnico | Te_01 | Risparmio energetico |
| Economico | Ec_01 | Costo dell'investimento |
| | Ec_03 | Valore Attuale Netto finanziario (VAN _f) |
| | Ec_04 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus |
| Ambientale | Am_01 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ |
| Sociale | So_01 | Accettazione sociale |
| | So_02 | Benefici sociali |
| Architettonico | Ar_01 | Qualità urbana |
| | Ar_02 | Impatto visivo |
| Politico | Po_01 | Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile |

Se si analizza la distribuzione delle preferenze espresse dagli intervistati emergono alcuni elementi rilevanti.

Le preferenze delle figure dirigenziali e tecniche del Comune sono piuttosto allineate, anche se i soggetti con ruoli dirigenziali hanno mostrato maggiore sensibilità verso la necessità di garantire il maggior numero di benefici sociali e una migliore qualità urbana agli abitanti del quartiere; mentre, i "tecnici" hanno ritenuto opportuno considerare anche aspetti relativi all'occupazione e al comfort interno degli immobili.

Secondo quanto è emerso durante le interviste, è molto differente, invece, la *ratio* posta alla base delle scelte dei soggetti afferenti allo IACP. Difatti, lo IACP, essendo proprietario di migliaia di alloggi nella provincia di Trapani, è in grado di riqualificare gli immobili solamente se riesce ad accedere a fondi resi disponibili da bandi specifici (ad eccezione per la

manutenzione ordinaria). La concessione di tali fondi è vincolata al rispetto di obiettivi come, ad esempio, l'aumento della classe energetica degli immobili, il miglioramento della qualità interna degli alloggi, il contributo agli obiettivi nazionali di sviluppo sostenibile. Pertanto, l'orientamento dei dirigenti dello IACP nella scelta dei criteri segue questo presupposto generale. È interessante sottolineare che per questi attori il *Costo di gestione e manutenzione* è ritenuto molto più importante del *Costo dell'intervento*, proprio in virtù delle loro responsabilità di proprietari di molti alloggi; per lo stesso motivo, sono gli unici intervistati che hanno espresso preferenze sul criterio *Plus-valorizzazione degli immobili*.

Tutti gli intervistati hanno espresso dieci preferenze (il numero massimo consentito) e nessuno di loro ha ritenuto che i criteri della lista iniziale fossero insufficienti per valutare un intervento di transizione energetica di un quartiere, oppure che fosse necessario introdurre altri criteri. Inoltre, sempre all'unanimità, gli intervistati hanno ritenuto che l'ambito economico sia quello maggiormente critico e difficoltoso da gestire nel processo decisionale di un intervento alla scala di quartiere, e ciò è dovuto, soprattutto, agli alti costi iniziali di realizzazione di interventi di retrofit a scala urbana, ma anche alle difficoltà di ottenimento di fondi o incentivi adeguati.

Selezione dei criteri – Approccio bottom up

Nel caso di *approccio bottom-up* i criteri sono stati selezionati tenendo conto dei possibili interessi dei cittadini e le interviste sono state effettuate solo successivamente per l'attribuzione dei pesi.

Parallelamente all'*approccio top-down*, i criteri selezionati sono stati dieci (Tab. 6.24). Particolare rilevanza è stata attribuita ai criteri dell'ambito economico (quattro su dieci) e ai criteri che rappresentano le ricadute dirette e tangibili nel quartiere e nelle abitazioni (come il *Comfort indoor* e la *Plus-valorizzazione degli immobili*). Di contro, ad esempio, non è stato preso in considerazione il criterio dell'*Accettazione sociale*, poiché nel caso della mobilitazione dal basso si presuppone che esista già una volontà diffusa di riqualificazione energetica del quartiere.

Tabella 6.24. Criteri di valutazione selezionati per il quartiere Sappusi in caso di *approccio bottom-up* (fonte: elaborazione propria)

| Ambiti | Codice | Criteri |
|----------------|--------|--|
| Tecnico | Te_01 | Risparmio energetico |
| | Ec_01 | Costo dell'investimento |
| Economico | Ec_03 | Valore Attuale Netto finanziario (VANf) |
| | Ec_04 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus |
| | Ec_05 | Plus-valorizzazione degli immobili |
| Ambientale | Am_01 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ |
| | Am_02 | Aree verdi |
| Sociale | So_02 | Benefici sociali |
| Architettonico | Ar_02 | Impatto visivo |
| | Ar_03 | Comfort indoor |

Nella Tabella 6.25 sono riportati i criteri selezionati nei due casi di *approccio top-down* e di *approccio bottom-up*.

Tabella 6.25. Criteri di valutazione selezionati per il quartiere Sappusi
in caso di *approccio top-down* e *approccio bottom-up* (fonte: elaborazione propria)

| Ambiti | Codice | Criteri | Approccio top-down | Approccio Bottom-up |
|----------------|--------|---|--------------------|---------------------|
| Tecnico | Te_01 | Risparmio energetico | ✓ | ✓ |
| | Te_02 | Risparmio di fonti di energia non rinnovabile | | |
| | Te_03 | Classe energetica | | |
| Economico | Ec_01 | Costo dell'investimento | ✓ | ✓ |
| | Ec_02 | Costo di gestione e manutenzione | | |
| | Ec_03 | Valore Attuale Netto finanziario (VAN _t) | ✓ | ✓ |
| | Ec_04 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus | ✓ | ✓ |
| | Ec_05 | Plus-valorizzazione degli immobili | | ✓ |
| Ambientale | Am_01 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ | ✓ | ✓ |
| | Am_02 | Aree verdi | | ✓ |
| Sociale | So_01 | Accettazione sociale | ✓ | |
| | So_02 | Benefici sociali | ✓ | ✓ |
| | So_03 | Occupazione | | |
| Architettonico | Ar_01 | Qualità urbana | ✓ | |
| | Ar_02 | Impatto visivo | ✓ | ✓ |
| | Ar_03 | Comfort indoor | | ✓ |
| Politico | Po_01 | Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile | ✓ | |

6.4.7. Definizione dei pesi dei criteri

Selezionati i criteri di valutazione, il passaggio successivo è la determinazione del sistema dei pesi. Si tratta di una fase cruciale nella maggior parte dei metodi multicriteriali, poiché l'attribuzione di pesi differenti può condurre a risultati altrettanto diversi (Wang et al., 2009). Per il caso studio è stato deciso l'utilizzo di un metodo di ponderazione soggettiva che consente di fissare i pesi dei criteri e di determinarne la priorità, in base alle preferenze dei decisori. A tal fine, è stato selezionato il metodo Simos-Roy-Figueira (SRF) delle "carte da gioco, poiché ritenuto il più adeguato al confronto con gli attori del Comune e dello IACP e coi cittadini del quartiere durante le interviste" (Figueira e Roy, 2002; Lombardi et al., 2017).

Ponderazione dei criteri – Approccio top-down

Dopo la selezione dei criteri è stato programmato un nuovo ciclo di interviste ai rappresentanti del Comune di Marsala e dello IACP di Trapani per procedere alla ponderazione dei criteri. Seguendo la procedura del metodo Simos-Roy-Figueira (Figueira e Roy, 2002), è stato chiesto agli intervistati di:

- ordinare, tramite le carte, i criteri dal meno importante al più importante e attribuendo la stessa posizione in classifica ai criteri ritenuti di pari importanza;
- introdurre tra due carte una o più carte bianche per aumentare, se ritenuto necessario, la distanza tra i criteri;
- esplicitare il rapporto Z, cioè esprimere numericamente quante volte l'ultimo criterio è ritenuto più importante del primo nella classifica.

Per il calcolo dei pesi è stata utilizzata la piattaforma web DecSpace⁹⁸ (www.app.decspacedev.sysresearch.org/#). Gli esiti della ponderazione normalizzati e suddivisi per attore sono riportati nelle Figure 6.20 e 6.21, i pesi complessivi dei criteri sono indicati in Figura 6.22.

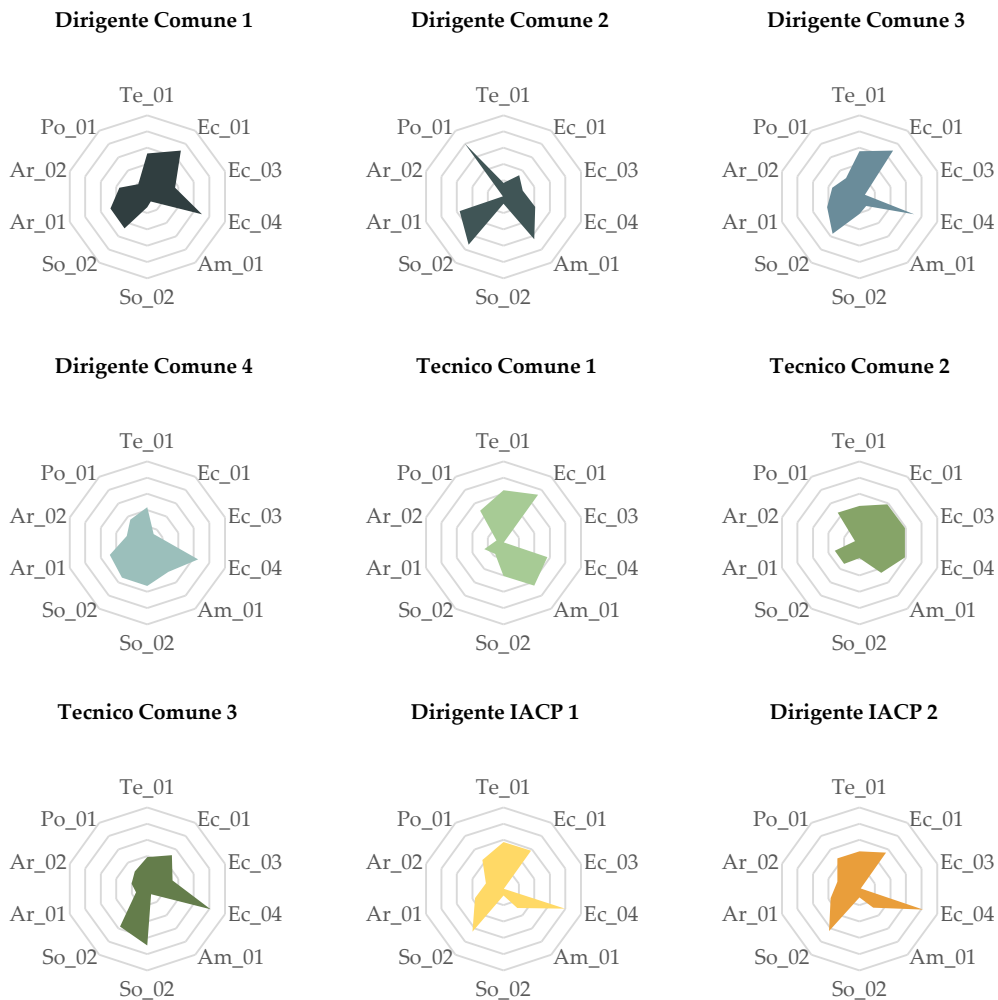


Figura 6.20. Ponderazione dei criteri di valutazione per singolo attore - *approccio top-down* (fonte: elaborazione propria)

È possibile constatare dalle Figure 6.20 e 6.21, che tutti gli intervistati sono stati concordi nel considerare il criterio economico *Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus* come quello più importante, seguito dai criteri *Costo dell'investimento* e *Benefici sociali*. Il criterio politico *Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile*, che, durante la fase di selezione, aveva ricevuto otto preferenze su nove, si trova immediatamente dopo. Sono stati ritenuti meno importanti, invece, il criterio *Accettazione sociale*, *Impatto visivo* e *Valore Attuale Netto finanziario*.

⁹⁸ DecSpace è un'applicazione web che utilizza i metodi MCDA per supportare un utente (il decisore) durante un processo.

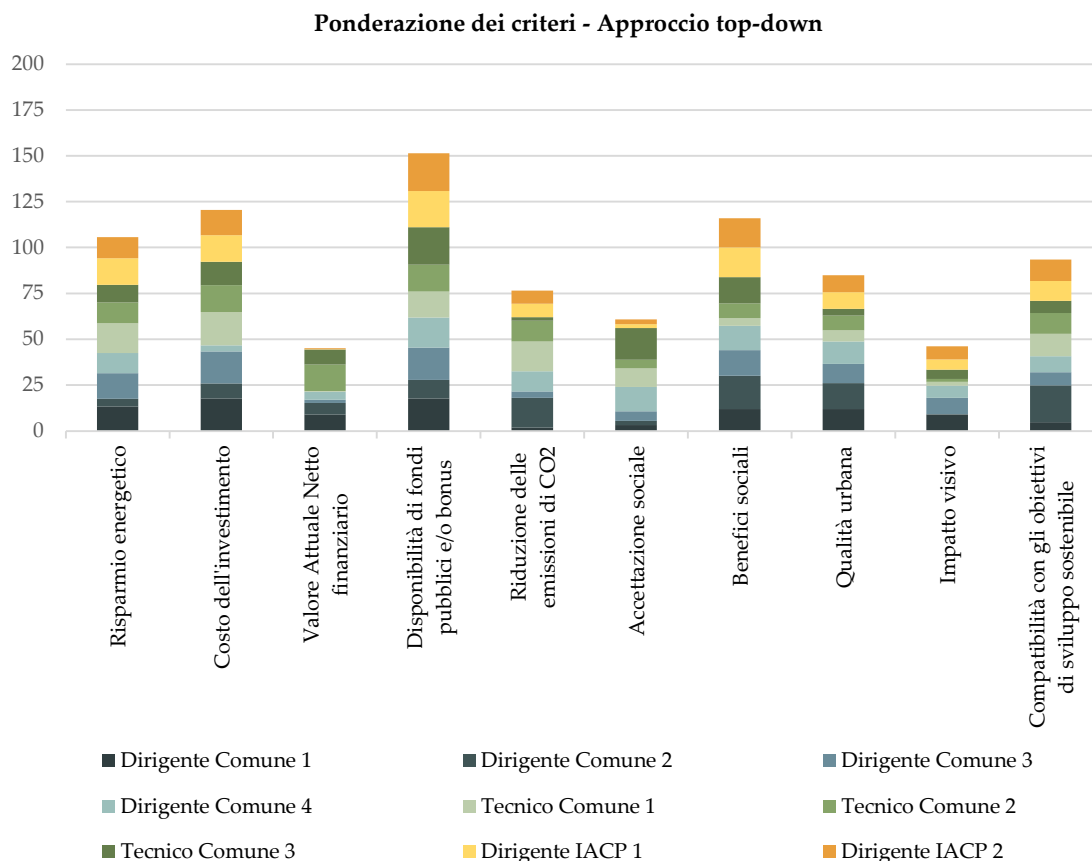


Figura 6.21. Ponderazione complessiva dei criteri di valutazione - *approccio top-down*
(fonte: elaborazione propria)

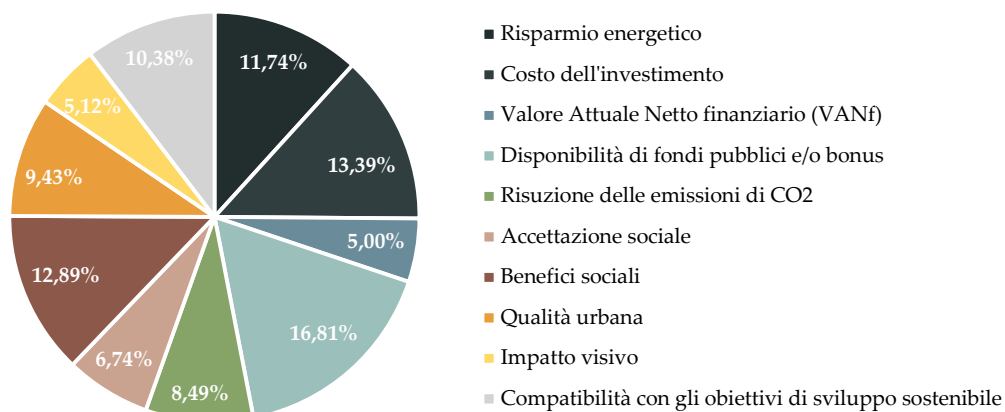


Figura 6.22. Ponderazione complessiva dei criteri di valutazione - *approccio top-down*
(fonte: elaborazione propria)

Riguardo ai pesi è interessante sottolineare che, durante le consultazioni, la maggior parte degli attori intervistati ha affermato che un processo di transizione energetica del quartiere sarebbe auspicabile principalmente come occasione di rigenerazione urbana, piuttosto che come mera azione di efficientamento energetico, poiché il superamento delle criticità sociali dell'area è considerato prioritario a quello delle criticità energetiche. Al riguardo, alcuni attori dirigenziali del Comune hanno anche sottolineato l'importanza di puntare a campagne di sensibilizzazione

sulle tematiche ambientali, agendo in contemporanea su molteplici gli aspetti che ruotano attorno alla questione energetica.

Ponderazione dei criteri – Approccio bottom-up

Nell’ipotesi che il processo decisionale segua un *approccio bottom-up* sono state effettuate delle interviste ad un piccolo campione di residenti o proprietari di immobili nel quartiere di Sappusi per ponderare i criteri rispettando il loro punto di vista. Inoltre, sono stati consultati nuovamente pure i soggetti afferenti allo IACP in qualità di proprietari di alcuni immobili nel quartiere.

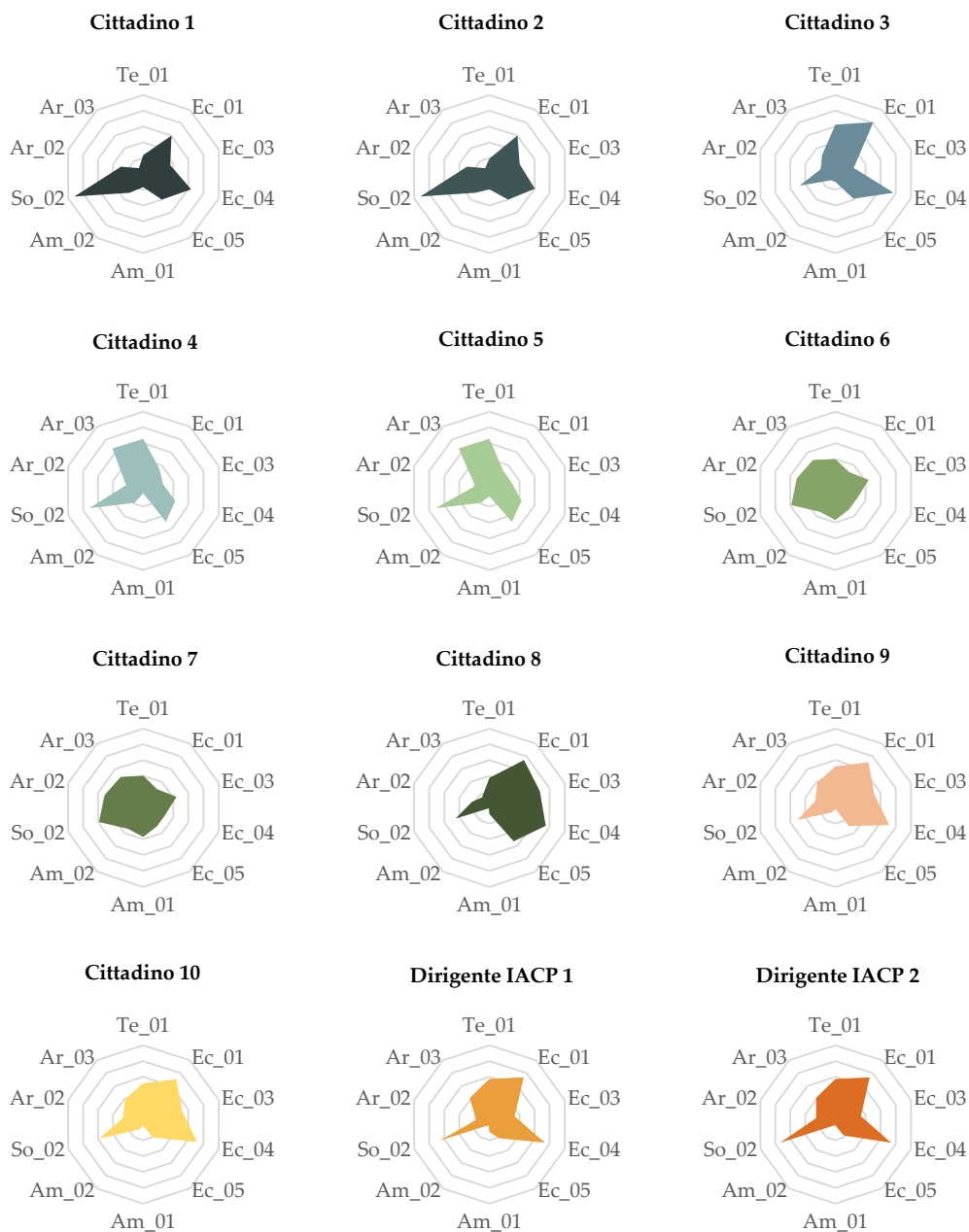


Figura 6.23. Ponderazione dei criteri di valutazione per singolo attore - *approccio top-down* (fonte: elaborazione propria)

Anche in questo caso è stato applicato il metodo Simos-Roy-Figueira (Figueira e Roy, 2002) e la stessa procedura indicata precedentemente, ivi compreso l'utilizzo di *DecSpace* per il calcolo dei pesi.

Gli esiti della ponderazione normalizzati e suddivisi per soggetto intervistato sono riportati nelle Figure 6.23 e 6.24; i pesi complessivi dei criteri sono indicati in Figura 6.25.

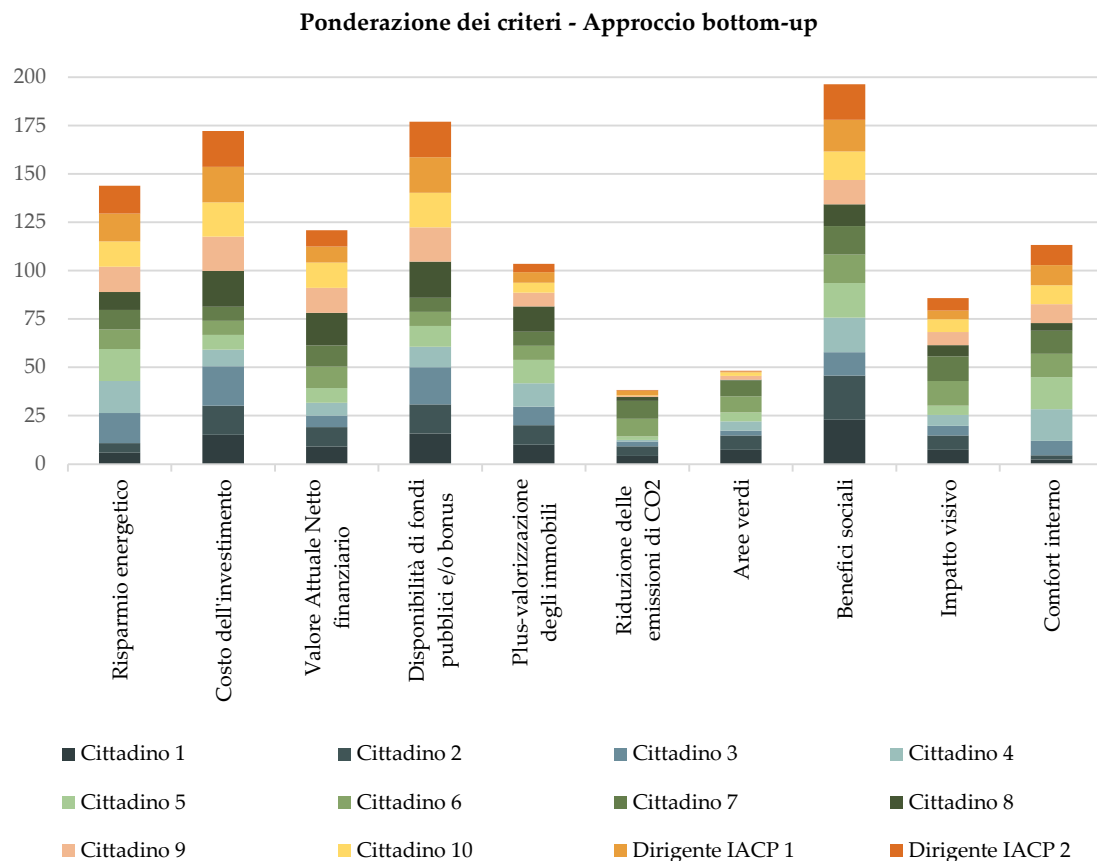


Figura 6.24. Ponderazione complessiva dei criteri di valutazione - *approccio bottom-up*
(fonte: elaborazione propria)

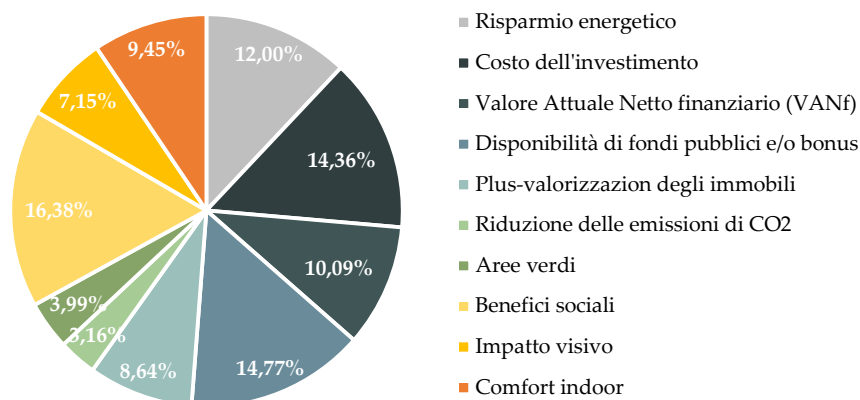


Figura 6.25. Ponderazione complessiva dei criteri di valutazione - *approccio bottom-up*
(fonte: elaborazione propria)

Secondo questo approccio, il criterio ritenuto più importante è stato *Benefici sociali*, seguito dai criteri di ambito economico *Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus* e *Costo dell'investimento*; al riguardo è interessante sottolineare che i tre criteri che hanno ottenuto un maggiore peso sono gli stessi sia per l'approccio *top-down* sia per l'approccio *bottom-up*. Inoltre, il criterio *Impatto visivo* non è stato considerato fondamentale dagli stakeholder coinvolti neanche in questo caso. Tuttavia, agli ultimi posti si trovano i criteri di ambito ambientale *Aree verdi* e *Riduzione delle emissioni di CO₂*, ritenuti meno importanti dai cittadini rispetto agli aspetti sociali ed economici. Dal confronto tra le due ponderazioni ottenute (Tab. 6.26) è possibile rilevare che i tre criteri avente peso maggiore sono gli stessi sia in caso di *approccio top-down* che di *approccio bottom-up*. Le problematiche principali del caso in esame sono, dunque, condivise dalla maggior parte degli attori chiave. Tuttavia, è interessante sottolineare che nell'approccio *bottom-up* il criterio che ha ottenuto il peso maggiore è *Benefici sociali*. Durante la fase di consultazione coi cittadini, difatti, è emerso che la "questione sociale", connessa alla presenza di situazioni di degrado, di episodi di conflittualità e microcriminalità, è molto sentita tra i residenti del quartiere. Il potenziale contributo della riqualificazione energetica anche al contrasto di questi fenomeni, al miglioramento della vivibilità degli ambienti indoor e outdoor e, in generale, alla rigenerazione del quartiere ha, pertanto, indotto molti degli intervistati a ritenere prioritaria la massimizzazione dei benefici sociali, anche rispetto ai criteri economici relativi *Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus* e *Costo dell'investimento*. Di contro, i cittadini hanno dato notevole importanza al criterio *Valore Attuale Netto finanziario* che, nel caso di *approccio top-down*, aveva ottenuto il peso più basso.

Tabella 6.25. Ponderazione dei criteri di valutazione per il quartiere Sappusi in caso di *approccio top-down* e *approccio bottom-up* (fonte: elaborazione propria)

| <i>Approccio top-down</i> | | <i>Approccio bottom-up</i> | |
|---|----------------------|--|----------------------|
| Criteri in ordine di importanza | Peso dei criteri (%) | Criteri in ordine di importanza | Peso dei criteri (%) |
| Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus | 16,81 | Benefici sociali | 16,38 |
| Costo dell'investimento | 13,39 | Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus | 14,77 |
| Benefici sociali | 12,89 | Costo dell'investimento | 14,36 |
| Risparmio energetico | 11,74 | Risparmio energetico | 12,00 |
| Compatibilità con gli obiettivi di sviluppo sostenibile | 10,38 | Valore Attuale Netto finanziario | 10,09 |
| Qualità urbana | 9,43 | Comfort indoor | 9,45 |
| Riduzione delle emissioni di CO ₂ | 8,49 | Plus-valorizzazione degli immobili | 8,64 |
| Accettazione sociale | 6,74 | Impatto visivo | 7,15 |
| Impatto visivo | 5,12 | Riduzione delle emissioni di CO ₂ | 3,99 |
| Valore Attuale Netto finanziario | 5,00 | Aree verdi | 3,16 |

La presenza di problematiche sociali è, secondo i cittadini, anche una delle cause principali delle basse quotazioni degli immobili del quartiere all'interno del mercato immobiliare di Marsala. Per questo motivo, parte degli intervistati ha dichiarato che, pur avendo la

disponibilità finanziaria, non effettuerebbe la ristrutturazione del proprio immobile in quanto il conseguente aumento di valore di mercato non sarebbe tale da remunerare le spese sostenute. Al quarto posto, in entrambi i casi, è presente il criterio tecnico *Risparmio energetico*. La posizione degli altri criteri, invece, si distacca rispetto ai due approcci.

Infine, è interessante sottolineare che, in caso di *approccio bottom-up*, il “distacco” tra i pesi dei criteri ritenuti più importanti e quelli meno preferiti è più ampio rispetto al caso precedente. I cittadini, infatti, hanno fatto un utilizzo maggiore del set di “carte bianche” durante le interviste rispetto agli attori di Comune e IACP, specialmente per aggiungere distanza tra i criteri da loro ritenuti più importanti e quelli di ambito ambientale che, come visto, si sono posizionati agli ultimi posti con punteggi inferiori al 4% (3,99% per il criterio *Aree verdi* e 3,16% per *Riduzione delle emissioni di CO₂*).

6.4.8. Matrice di valutazione

Questa fase consiste nella valutazione delle performance delle alternative rispetto ai criteri di valutazione e nell’attribuzione di una funzione di preferenza con relative soglie a ciascun criterio. In sostanza si valuta, in modo quantitativo o qualitativo, fino a che punto ciascuna combinazione di interventi contribuisce a massimizzare o a minimizzare la funzione di ogni singolo criterio. Sarà poi finalmente possibile formare la *matrice di valutazione* da inserire all’interno del modello decisionale insieme ai pesi dei criteri.

Matrice di valutazione – Approccio top-down

La struttura della matrice decisionale ottenuta in caso di *approccio top-down* per le quattro linee d’azione e secondo i criteri e i pesi stabiliti dagli stakeholders del Comune di Marsala e dello IACP di Trapani è riportata nella Tabella 6.26.

Tabella 6.26. Schema della matrice decisionale in caso di *approccio top-down*
(fonte: elaborazione propria)

| Criteri | Te_01 | Ec_01 | Ec_03 | Ec_04 | Am_01 | So_01 | So_02 | Ar_01 | Ar_02 | Po_01 |
|-----------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pesi | 11,74 | 13,39 | 5,00 | 16,81 | 8,49 | 6,47 | 12,89 | 9,43 | 5,12 | 10,38 |
| Linee d’azione | <i>L_01</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | <i>L_02</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | <i>L_03</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | <i>L_04</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

All’interno della matrice devono essere inseriti i valori relativi alle performance delle linee d’azione alternative dal punto di vista dei criteri di valutazione.

Le performance delle linee d’azione rispetto al criterio *Risparmio energetico* (Te_01) possono essere computate attraverso audit e ipotesi di progetto preliminare di retrofit energetico, in modo da stimare la riduzione dei consumi in kWh/annuo delle singole misure previste da ogni linea d’azione; sulla base delle stesse ipotesi possono essere stimate le performance delle linee di azione rispetto alla *Riduzione delle emissioni di CO₂* (Am_02). Per il criterio *Costo dell’investimento* (Ec_01), in presenza di un progetto preliminare, il costo totale può essere

ottenuto applicando costi parametrici alle singole misure previste da ogni linea d'azione⁹⁹. Per la valutazione delle performance secondo il criterio *Valore Attuale Netto finanziario* (Ec_03) deve essere effettuata l'*Analisi Costi Ricavi*, applicando anche in questo caso una stima parametrica rispetto alle caratteristiche di un progetto preliminare. Infine, per le valutazioni qualitative delle performance delle linee d'azione, le scale ordinali possono essere tarate rispetto a ogni criterio (Ec_04, So_01, So_02, Ar_01, Ar_03, Po_01).

Matrice di valutazione – Approccio bottom-up

La struttura della matrice decisionale ottenuta in caso di *approccio bottom-up* per le quattro linee d'azione e secondo i criteri e i pesi stabiliti dai cittadini e dallo IACP di Trapani è riportata nella Tabella 6.27.

Tabella 6.27. Schema della matrice decisionale in caso di *approccio bottom-up*
(fonte: elaborazione propria)

| Criteria | Te_01 | Ec_01 | Ec_03 | Ec_04 | Ec_05 | Am_01 | Am_02 | So_02 | Ar_02 | Ar_03 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pesi | 12,00 | 14,36 | 10,09 | 14,77 | 8,64 | 3,16 | 3,99 | 16,38 | 7,15 | 9,45 |
| <i>L_01</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Linee d'azione <i>L_02</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| <i>L_03</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| <i>L_04</i> | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Anche in questo caso, ovviamente, la matrice andrebbe completata coi valori relativi alle performance delle linee d'azione alternative dal punto di vista dei criteri di valutazione.

Oltre a quanto già definito precedentemente per i criteri dell'approccio *top-down*, le performance delle linee d'azione rispetto al criterio di *Plus-valorizzazione degli immobili* (Ec_05) dovrebbero essere ottenute attraverso la stima dei prezzi edonici. Le performance secondo il criterio *Aree verdi* (Am_02), che è un criterio qualitativo, possono essere valutate rispetto ad una scala ordinale. Infine, le performance relativi al criterio *Comfort indoor* (Ar_03) potrebbero essere stimate sia secondo una scala ordinale sia, in modo più specialistico, attraverso il calcolo dell'indice *Predicted Mean Vote* (PMV) o dell'indice *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD)¹⁰⁰.

Funzioni di preferenza – Approccio top-down e bottom-up

La funzione di preferenza è utilizzata per determinare quanto un'alternativa *a* è preferita ad un'alternativa *b* e traduce la differenza nelle valutazioni delle due alternative in un grado di preferenza.

Calcolare i gradi di preferenza significa, dunque, calcolare come un'opzione è preferita ad un'altra dal punto di vista del decisore rispetto ad un determinato criterio. Queste preferenze

⁹⁹ I costi parametrici possono essere reperiti da sezioni speciali di prezzi regionali dei lavori pubblici, quando disponibili, oppure desunti dall'analisi di interventi simili o da prezzi specialistici (Roscelli, 2014).

¹⁰⁰ Il *Predicted Mean Vote* (PMV) è un indice di valutazione dello stato di comfort ambientale di un individuo che tiene conto delle variabili soggettive e ambientali di un luogo. Mentre, il *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) è un indice di valutazione atto stima la percentuale di persone insoddisfatte in un determinato ambiente.

sono rappresentate in una scala numerica compresa tra 0 e 1. Pertanto, per calcolare i gradi di preferenza è necessario definire un punteggio compreso tra 0 e 1:

- un grado di preferenza è pari a 1 se c'è una preferenza totale o forte per una delle opzioni;
- un grado di preferenza è pari a 0, se non c'è alcuna preferenza tra due opzioni;
- infine, un grado di preferenza è pari ad un valore compreso tra 0 e 1, se c'è una preferenza non totale tra due opzioni.

La metodologia (Brans, 1982; Brans et al., 1984, 1986) prevede sei tipi di funzioni di preferenza:

- funzione di preferenza *usual*;
- funzione di preferenza *u-shape*;
- funzione di preferenza *v-shape*;
- funzione di preferenza *level*;
- funzione di preferenza *linear*;
- funzione di preferenza *gaussian*.

Queste possono essere ricondotte a due funzioni di preferenza: la funzione lineare e la funzione gaussiana (Ishizaka e Nemery, 2013). La funzione di preferenza lineare richiede l'esplicitazione di due parametri: una soglia di indifferenza q e una soglia di preferenza p . Al di sotto della soglia di indifferenza q , il grado di preferenza è 0 e il decisore non percepisce alcuna differenza tra due opzioni. Al di sopra della soglia di preferenza p , il grado di preferenza è 1 e il decisore percepisce una preferenza totale. Nell'intervallo tra q e p la funzione fornisce il valore della preferenza. La funzione gaussiana, invece, richiede l'esplicitazione di un solo parametro: il punto di flessione s (Fig. 6.26).

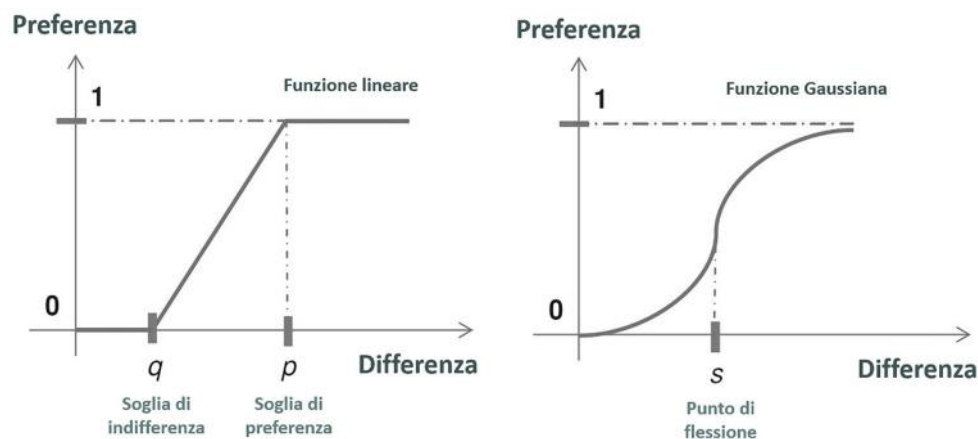


Figura 6.26. Funzione di preferenza lineare e funzione di preferenza gaussiana
(fonte: elaborazione propria)

Le altre funzioni proposte possono essere considerate casi particolari della funzione lineare (Ishizaka e Nemery, 2013) (Fig. 6.27). Nella funzione di preferenza *usual* $q = p = 0$, ciò implica che qualsiasi differenza tra due opzioni, anche piccolissima, genera una forte preferenza per un'opzione. Nella funzione di preferenza *v-shape* non esiste una zona di indifferenza perché $q = 0$, e quindi ogni differenza è considerata proporzionalmente. Invece, nella funzione di preferenza *level* la preferenza è data da una *step function* e può assumere solo i valori 0, 0,5 e 1.

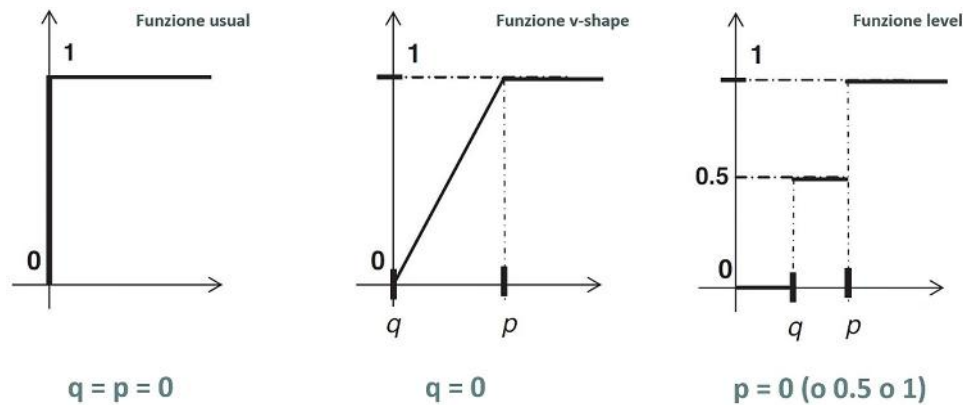


Figura 6.27. Casi particolari di funzioni di preferenza lineare (fonte: elaborazione propria)

La scelta del tipo di funzione di preferenza dipende dal modo in cui il decisore percepisce la variazione dell'indice di ogni criterio e stabilisce il valore dei parametri p e q o s .

La scelta dei valori soglia è, ovviamente, un passaggio critico nel quale i decisori dovrebbero avvalersi del supporto di esperti, anche attraverso *focus group* (Dirutigliano et al., 2018), sia in caso di *approccio top-down* che di *approccio bottom-up*.

6.4.9. Applicazione del metodo PROMETHEE

Completata la matrice, PROMETHEE può essere utilizzato per ottenere l'ordinamento delle alternative secondo i criteri e dei pesi precedentemente determinati. Come già accennato precedentemente (cfr. Sezione 5), il metodo PROMETHEE si articola in tre fasi principali:

- il calcolo dei *gradi di preferenza unicriterion* per ogni coppia ordinata di azioni su ciascun criterio;
- il calcolo dei *flussi unicriterion*, per valutare in che misura un'opzione è preferita rispetto a tutte le altre azioni (o come è preferita da tutte le altre azioni) per ogni singolo criterio;
- il calcolo dei *flussi globali*, per valutare in che misura un'opzione è preferita rispetto a tutte le altre azioni (o come è preferita da tutte le altre azioni) per tutti i criteri contemporaneamente.

Il calcolo dei gradi di preferenza unicriterion avviene attraverso la definizione della funzione di preferenza associata ad ogni criterio.

Nella seconda fase, i gradi di preferenza si riassumono nei cosiddetti *flussi unicriterion*, che possono essere positivi (o in uscita), negativi (o in entrata) o netti. Il *flusso unicriterion positivo* di un'alternativa è un punteggio compreso tra 0 e 1 e indica quanto un'alternativa è preferita a tutte le altre rispetto un particolare criterio. Più alto è il flusso positivo, più l'opzione è preferita rispetto alle altre. Il *flusso unicriterion negativo* di un'alternativa è un punteggio compreso tra 0 e 1 e indica quanto le altre alternative sono preferite a quella presa in considerazione rispetto ad un particolare criterio. Più alto è il flusso negativo, meno l'opzione è preferita rispetto alle altre. In entrambi i casi si tratta di un comportamento medio ottenuto dalla media di tutte le preferenze (escluso il grado di preferenza rispetto a sé stesso). Il *flusso unicriterion netto* di un'alternativa, invece, è un punteggio compreso tra -1 e 1 si ottiene sottraendo i flussi negativi dai flussi positivi e rappresenta l'equilibrio tra la forza globale e la debolezza globale di un'alternativa.

Infine, i pesi consentono di aggregare, tramite una somma ponderata, tutti i flussi unicriterion in *flussi globali* (*flusso globale positivo*, *flusso globale negativo*, *flusso globale netto*) che tengono conto di tutti i criteri contemporaneamente.

I flussi unicriterion e globali possono essere calcolati utilizzando un software come Smart Picker Pro (www.smart-picker.com).

Ovviamente l'applicazione del metodo non varia in caso di *approccio top-down* o di *approccio bottom-up*.

6.4.10. Ordinamento delle alternative

PROMETHEE produce come output: la classifica PROMETHEE I e la classifica PROMETHEE II (Brans, 1982; Brans et al., 1984, 1986; Brans e Mareschal, 2005; Brans e Vincke, 1985; Mareschal e Smet, 2009).

La classifica PROMETHEE I si basa solo sui flussi globali positivi e negativi e può essere di tipo parziale, poiché ammette l'incomparabilità tra le alternative. Infatti, nel confronto a coppie, l'analisi dei flussi positivi e negativi di due alternative può determinare quattro diversi scenari:

- un'alternativa ha un rango migliore di un'altra se i suoi flussi positivi e negativi globali sono entrambi migliori;
- un'alternativa ha un rango peggiore di un'altra se i suoi flussi positivi e negativi globali sono entrambi peggiori;
- due alternative sono incomparabili se una ha un punteggio positivo globale migliore ma un punteggio negativo globale peggiore (o viceversa);
- due alternative sono indifferenti se hanno flussi positivi e negativi identici.

Diversamente, la classifica PROMETHEE II si basa solo sui flussi globali netti e conduce ad un ordinamento completo delle alternative dalla migliore alla peggiore (poiché l'incomparabilità non può verificarsi)¹⁰¹.

Nel caso studio in esame, l'*approccio top-down* e l'*approccio bottom-up* hanno prodotto due matrici di valutazione che sono diverse nei criteri selezionati e nei sistemi di pesi. È molto probabile che questa differenza si riproponga nella determinazione delle funzioni di preferenza e nell'espressione dei giudizi di preferenza, conducendo a graduatorie dissimili delle linee d'azione.

6.4.11. Analisi di sensitività

Infine, per gli esiti di entrambi gli approcci, è importante testare la robustezza delle classifiche ottenute rispetto agli input conducendo un'analisi di sensitività. Al riguardo, ad esempio, il software *Smart Picker Pro* consente al decisore di cambiare i parametri in modo dinamico mentre analizza contemporaneamente i diversi *ranking* e di visualizzare le relative variazioni sia nella classifica PROMETHEE II sia nel *Piano di GAIA* (ma non direttamente nella classifica PROMETHEE I).

¹⁰¹ Il software *Smart Picker Pro* consente di ottenere le classifiche in forma grafica e numerica; inoltre, supporta il *Piano di GAIA* con una rappresentazione grafica bidimensionale del problema decisionale.

6.5. Discussione

La prima parte della ricerca ha analizzato gli strumenti normativi e finanziari promossi dall'Unione Europea, dall'Italia e dalla Spagna che sono disponibili per trasformare un quartiere in uno *Net Zero Energy District* (NZED).

L'UE ha emanato diverse direttive e stabilito norme vincolanti nel campo dell'efficienza energetica che generano forti impatti sul settore edilizio ed urbano, al fine limitare i consumi energetici, mitigare il cambiamento climatico e abbattere le emissioni di CO₂. All'interno di tale strategia, la scala del quartiere ha assunto col tempo un ruolo chiave per la decarbonizzazione delle città (Becchio et al., 2018a). Diversamente da quanto fatto per i *Net Zero Energy Building*, la CE si è adoperata per promuovere iniziative, bandi, progetti e ricerche sui NZED (Saheb et al., 2019), piuttosto che fissare regole e vincoli. Inoltre, sono stati aumentati i fondi pubblici disponibili per lo sviluppo sostenibile e l'efficienza energetica e sono stati promossi strumenti di finanziamento, sia diretti che indiretti, per facilitare la realizzazione di investimenti nell'efficientamento energetico urbano, mobilitando il settore privato. L'UE ha, quindi, cercato di creare un sistema in cui investitori privati e settore pubblico possono accedere a varie forme di finanziamento (come i *Contratti di Prestazione Energetica*) e ottenere supporto tecnico ed economico per l'identificazione, strutturazione ed esecuzione di progetti energetici sostenibili (attraverso programmi come ELENA).

In sostanza, gli strumenti normativi e finanziari predisposti dall'UE possono fornire diverse tipologie di supporto alla transizione energetica di un quartiere in uno NZED, ma non sono ancora adeguatamente strutturati per far fronte alla grande varietà di contesti locali e all'esigenza di flessibilità dei finanziamenti a soggetti privati, come è emerso dall'analisi dei Programmi Europei di *My Smart City District* (MSCD), i quali hanno sperimentato strategie e misure di efficientamento energetico alla scala del quartiere in differenti contesti socio-economici europei (Barbaro e Napoli, 2021; Napoli et al., 2021).

Per quanto concerne la povertà energetica, l'UE non ha ancora indicato uno standard per la sua definizione e misurazione, compromettendo e rallentando la formazione di un corpus legislativo atto a contrastare il fenomeno e la diffusione di azioni mirate. Di contro, ha promosso l'autoconsumo di energia individuale e collettivo e fornito il quadro giuridico di riferimento per la formazione di comunità energetiche.

Passando dal livello comunitario a quello nazionale, e raffrontando l'Italia con un altro paese dell'Europa meridionale, la Spagna, emergono significative similitudini tra i rispettivi quadri strategici e normativi. Entrambi i Paesi si sono dotati di normative *ad hoc* per concedere sovvenzioni, sussidi, prestiti agevolati e incentivi fiscali per l'efficientamento energetico edilizio e hanno sovvenzionato programmi per l'abbattimento dei consumi urbani di energia; ma, nessuno dei due ha elaborato degli strumenti specifici per la scala del quartiere. In ogni caso, l'Italia ha predisposto incentivi di tipologia e importi più adeguati sia per la realizzazione di interventi di retrofit energetico edilizio, sia per la formazione di comunità energetiche, rispetto a quanto fatto dalla Spagna.

La seconda parte della ricerca ha cercato di comprendere in quale modo i modelli di analisi multicriteriale possono supportare la transizione di un quartiere in uno NZED. A tal fine è stato utilizzato un approccio multilivello per giungere alla scelta della più efficace linea

d'azione tra un gruppo di alternative, secondo i principi di sostenibilità economica, ambientale e sociale e sapendo che il processo decisionale deve includere molteplici stakeholders.

Nell'ambito della valutazione della sostenibilità urbana, negli ultimi anni sono stati proposti diversi modelli e framework per supportare progettisti, pianificatori e decisori nelle scelte relative alle trasformazioni energetiche (Becchio et al., 2018b; Stanica et al., 2021; Vergerio et al., 2018) e le tecniche di *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) sono state ampiamente utilizzate in questo campo (Bertoncini et al., 2022; Bottero et al., 2018b; Bottero et al., 2021; Dell'Anna et al., 2020; Dirutigliano et al., 2017; Lombardi et al., 2017; Napoli et al., 2020).

La metodologia proposta da questa ricerca adotta un sistema multilivello (Bottero et al., 2018a; Bottero et al., 2018b; Bottero et al., 2021; Dell'Ovo e Oppio, 2019; Dirutigliano et al., 2017; Napoli et al., 2020), che include approcci e analisi di tipo differente e sperimenta, secondo un *approccio top-down* e un *approccio bottom-up*, la strutturazione parallela di due possibili conformazioni del problema decisionale sulla transizione energetica del quartiere. Ciò ha permesso di sottolineare convergenze/divergenze tra punti di vista, aspettative, esigenze e difficoltà relative ai due percorsi decisionali.

Come caso studio, inoltre, è stato scelto un quartiere di una città che si trova nel contesto geografico e climatico dell'Europa mediterranea e che è connotato dal fenomeno della povertà energetica; su entrambi questi aspetti, ancora scarsamente indagati in letteratura, la ricerca ha voluto fornire un contributo.

Dal punto di vista operativo, dopo aver definito il processo decisionale è stata effettuata l'analisi SWOT/STEPLEE del quartiere, che ha consentito di identificare potenzialità e criticità dell'area di studio. Data la frammentazione dei portatori di interessi all'interno del contesto urbano, è stata effettuata una *Stakeholders Analysis* che ha messo in luce i *key players* del processo decisionale (consultati attraverso interviste) ed ha fornito gli input per definire le possibili linee d'azione utili al raggiungimento dell'obiettivo finale – la transizione energetica del quartiere Sappusi in uno NZED – tenendo conto degli obiettivi e dei sistemi di valori dei soggetti coinvolti.

Successivamente, sulla base della definizione del problema decisionale e dell'analisi della letteratura, sono stati individuati criteri quantitativi e qualitativi di tipo tecnico, economico, ambientale, sociale, architettonico e politico idonei al caso studio e sono stati sottoposti ai *key players* (pubblici e privati) per la loro selezione e ponderazione. Nello specifico, sono stati consultati due diversi gruppi di attori rispetto agli approcci considerati (*top-down* e *bottom-up*) e ciò ha condotto alla formazione di due differenti insiemi di criteri, con differenti pesi relativi. Al riguardo, è rilevante sottolineare che i tre criteri aventi peso maggiore sono stati gli stessi in entrambi i casi considerati (*Disponibilità di fondi pubblici e/o bonus, Costo dell'investimento e Benefici Sociali*), seguiti dal criterio tecnico *Risparmio energetico*; dunque, gli aspetti e le problematiche principali del caso in esame sono condivise dalla maggior parte degli attori chiave. Tuttavia, mentre i cittadini intervistati hanno considerato prioritaria la massimizzazione dei benefici sociali, gli attori dirigenziali e tecnici degli enti pubblici intervistati hanno dato priorità agli aspetti economici. Il peso degli altri criteri, invece, è differente rispetto ai due approcci. In particolare, i cittadini hanno dato un'importanza quasi nulla ai criteri di ambito ambientale.

L'applicazione di due approcci (*top-down* e *bottom-up*) al processo decisionale ha, dunque, condotto alla costruzione di due *matrici di valutazione* distinte, connotate da criteri e pesi differenti.

La tecnica multicriteriale selezionata per ottenere il *ranking* delle linee di azione alternative è PROMETHEE, che è già stata impiegata a supporto di problemi decisionali relativi alla pianificazione urbana e di progetti di trasformazioni energetiche (Bertoncini et al., 2022; Bottero et al., 2018b; Dell'Anna et al., 2020; Dirutigliano et al., 2017); pertanto, la scelta di questa tecnica è avvenuta a fronte della possibilità di integrazione con metodi partecipativi e di impiego anche in mancanza di solide ipotesi sulle preferenze del decisore, oltre che della sua relativa facilità di utilizzo, e può condurre i decisori pubblici e/o privati alla scelta della più efficace linea d'azione per trasformare il quartiere Sappusi in un *Net Zero Energy District*, confrontando una serie di possibili alternative.

Lo sviluppo della metodologia multilivello e la sua applicazione al caso studio hanno messo in evidenza numerosi fattori critici, di tipo normativo, procedurale, economico e sociale, sui quali si deve intervenire per evitare che rallentino o ostacolino il processo di transizione energetica dei quartieri in NZED.

6.5.1. Criticità, proposte operative e linee di ricerca per la transizione energetica di un quartiere in NZED

Per la realizzazione di progetti di retrofit energetico a scala di quartiere è necessario affrontare molteplici questioni interconnesse, di tipo tecnologico e impiantistico (che questa ricerca non ha indagato), normativo, economico-finanziario e sociale. Gli strumenti normativi e finanziari attualmente disponibili a scala comunitaria e nazionale non sono ancora pienamente adeguati a sostenere la transizione di un quartiere in NZED, soprattutto se sono presenti condizioni di disagio socio-economico. Dalla ricerca, d'altronde, è emerso che la diffusione della transizione energetica dei quartieri è ostacolata principalmente da barriere finanziarie, a loro volta dipendenti alla mancanza di fondi e/o alla carenza di capitale umano che le pubbliche amministrazioni dovrebbero dedicare all'elaborazione di progetti per intercettare/impiegare i finanziamenti disponibili. Un altro grande ostacolo alla riqualificazione energetica è, inoltre, costituito dalla resistenza dei proprietari degli immobili e degli utenti finali ad accettare i disagi temporanei e i costi di investimento iniziale richiesti dalla realizzazione degli interventi, ma anche dalla complessità e incertezza delle procedure burocratiche necessarie per accedere a eventuali incentivi pubblici.

Le principali criticità, comuni all'*approccio top-down* e all'*approccio bottom-up* del processo decisionale, che devono essere affrontate per attuare la transizione energetica di un quartiere in NZED, possono essere raggruppate in tre grandi aree:

- A. Accessibilità a finanziamenti pubblici e privati e a informazioni e competenze specialistiche.*
- B. Coinvolgimento dei key players e numerosità degli stakeholders.*
- C. Ricerche e metodologie di valutazione sui NZED.*

Per fronteggiare le criticità relative all'accessibilità a finanziamenti pubblici e privati e a informazioni e competenze specialistiche possono essere attuate le seguenti azioni:

A.01. Semplificare e promuovere la continuità temporale (nel medio termine) di norme e procedure sugli incentivi pubblici per diminuire la percezione del rischio degli investitori legata all'incertezza sulla disponibilità degli strumenti finanziari e sull'impiego efficiente in progetti futuri del know-how acquisito da esperienze precedenti.

A.02. Riattivare le modalità "sconto in fattura" e "cessione del credito" nell'utilizzo dell'Ecobonus per i soggetti in condizioni di povertà energetica, per evitare che coloro che appartengono alla "no tax area" o che hanno redditi bassi rimangano esclusi dalle detrazioni previste.

A.03. Predisporre accordi con istituti di credito per la formazione di strumenti di finanziamento flessibili degli interventi di retrofit ad alta efficienza energetica alla scala del quartiere, così da non compromettere la realizzazione complessiva di un progetto per la presenza (soprattutto in caso di struttura frammentata della proprietà immobiliare) di soggetti con bassi rating di credito.

A.04. Promuovere, anche a livello nazionale, strumenti finanziari per compensare i costi delle attività propedeutiche alla realizzazione di progetti di transizione energetica (redazione di studi di fattibilità, analisi di mercato, analisi delle parti interessate, analisi dei rischi, analisi legali, economiche e finanziarie, ecc.), per ridurre i costi iniziali di investimento e aumentare la convenienza, ma prevedendo differenziazioni tra soggetti pubblici o privati riguardo alle quote di finanziamento, modalità agevolate di accesso al credito, contributo in conto capitale, contributo in conto interessi, tempo di ritorno del capitale, ecc.

A.05. Semplificare le procedure di approvazione e attivazione delle comunità energetiche per accelerare la transizione verso l'uso di risorse energetiche rinnovabili.

A.06. Aderire a iniziative e programmi urbani (come, ad esempio, il Patto Europeo dei Sindaci per il Clima e l'Energia e lo Smart Cities Marketplace) che garantiscono ai membri un contributo significativo di risorse, conoscenze e supporto per migliorare l'efficienza energetica e la sostenibilità della città (in caso di approccio top-down).

A.07. Promuovere all'interno delle Pubbliche Amministrazioni la formazione di figure professionali adeguate a sviluppare azioni di efficientamento energetico urbano e a intercettare i finanziamenti dei bandi promossi dall'UE (come Horizon 2020) che, specialmente nelle regioni meridionali, sono sovente inutilizzati (in caso di approccio top-down).

A.08. Aderire a cluster di città interessate a progetti di transizione energetica per la condivisione di conoscenze, esperienze, buone pratiche e modelli di business (in caso di approccio top-down).

A.09. Promuovere l'utilizzo di forme di co-finanziamento che mobilitano capitali privati in progetti di efficienza energetica, come i Contratti di Prestazione Energetica e i Partenariati Pubblico Privati.

A.10. Lanciare campagne di raccolta fondi mediante crowdfunding o donazioni per la realizzazione di azioni puntuali e di immediata attuazione (in caso di approccio bottom-up).

Per contenere le criticità relative al coinvolgimento dei *key players* e alla numerosità degli stakeholders, si possono realizzare numerose azioni:

B.01. *Predisporre interventi “demo” in uno o più immobili per offrire la possibilità ai proprietari e ai residenti del quartiere di constatare direttamente quale sia la qualità abitativa e i sistemi impiantistici e tecnologici di cui potrebbero beneficiare.*

B.02. *Potenziare attività di comunicazione mirate sui benefici conseguiti da interventi di transizione energetica e di formazione di comunità energetiche già conclusi, in modo da aumentare la circolazione delle conoscenze, attivare azioni emulative, contrastare un eventuale clima di diffidenza e sfiducia verso il progetto e aumentare le probabilità di accettazione dei lavori e di coinvolgimento attivo delle parti.*

B.03. *Rilevare direttamente le caratteristiche economiche, sociali ed energetiche delle comunità locali (proprietari residenti e nuclei familiari) attraverso questionari o interviste. Queste informazioni consentono di progettare i lavori sulla base delle risorse disponibili, delle specificità degli immobili da riqualificare e dei soggetti coinvolti; inoltre, permettono di strutturare in modo più adeguato il processo decisionale.*

B.04. *Individuare gli stakeholder del progetto e definire la loro scala di influenza, il tipo di interesse, il grado di potere e il grado di influenza, in modo da strutturare adeguatamente il processo decisionale per la scelta della migliore linea d'azione.*

B.05. *Strutturare un processo decisionale partecipato, coinvolgendo i *key players* nella selezione e ponderazione dei criteri di valutazione. La consultazione dei diversi gruppi di attori chiave, soprattutto nella fase di ponderazione, difatti, può aiutare a determinare gli aspetti ritenuti prioritari e orientare le decisioni nel rispetto delle opinioni e degli interessi dei futuri fruitori degli interventi.*

B.06. *Individuare, all'inizio del processo decisionale, una strategia di coordinamento tra i *key players* e gli altri stakeholders (responsabili del progetto, imprese, direzione lavori, progettisti architettonici, responsabili della sicurezza, ecc.) coinvolti nel progetto, strutturando modalità comunicative diversificate per rivolgersi a stakeholders diversi.*

B.07. *Nominare una figura specifica oppure istituire un ufficio di supporto alla transizione energetica del quartiere, così da fornire informazioni utili e assistenza ai proprietari (sia pubblici sia privati) di immobili e ai residenti non proprietari.*

B.08. *Impegnarsi a rispettare le tempistiche dei lavori che richiedono il trasferimento temporaneo dei residenti (proprietari e non proprietari) degli immobili durante determinate fasi dei lavori.*

B.09. *Organizzare Infoday, laboratori, incontri e distribuire materiale informativo al fine di: comunicare soluzioni tecniche, costi, tempistiche, vantaggi e co-benefit dei lavori di retrofit energetico; fornire informazioni sui processi di ristrutturazione, sui dettagli tecnici dei dispositivi che verranno installati; avvisare tempestivamente sui possibili disagi da affrontare durante l'esecuzione dei lavori.*

B.10. *Offrire corsi educativi e di formazione sui temi dell'energia e dei consumi e distribuire manuali d'uso e indicazioni tecniche per guidare all'uso corretto dei nuovi impianti e dispositivi poiché il comportamento energetico dei consumatori può influenzare notevolmente il risparmio energetico finale.*

Le criticità inerenti alle ricerche e metodologie di valutazione sui NZED possono essere superate con le seguenti azioni:

C.01. *Incrementare gli studi sulla valutazione dei co-benefit (ad es. miglioramento dei parametri di comfort indoor e outdoor, plusvalorizzazione degli immobili, ecc.) per ottenere una quantificazione monetaria dei vantaggi privati e sociali connessi agli investimenti in interventi di efficientamento energetico, che è utile per le analisi costi/benefici.*

C.02. *Studiare le condizioni di convenienza economica delle comunità energetica in contesti climatici, urbani e sociali diversi a partire dai benefici finanziari derivanti: dai risparmi in bolletta determinati dall'autoproduzione di energia; dai ricavi sull'energia prodotta in eccesso (non consumata) che può essere venduta alla rete; dagli incentivi sull'energia prodotta e consumata (incentivi del GSE); dall'applicazione di tariffe incentivanti.*

C.03. *Valutare le modalità di ripartizione dei benefici/costi diretti generati dal retrofit energetico tra i soggetti che possiedono e i soggetti che utilizzano gli immobili, al fine di evitare/compensare eventuali asimmetrie distributive.*

C.04. *Stimare l'intensità delle misure di sostegno finanziario per i proprietari degli immobili in condizioni di povertà energetica, che devono partecipare alle spese di diverse tipologie di lavori di efficientamento energetico degli edifici.*

C.05. *Promuovere la stima delle misure di sostegno finanziario agli inquilini che subiscono il rincaro dei canoni di locazioni dopo la riqualificazione energetica degli immobili e/o del quartiere, per evitare/limitare l'insorgere di fenomeni di gentrification.*

C.06. *Analizzare in modo sistematico i mercati immobiliari locali per stimare l'elasticità del prezzo di mercato, non soltanto rispetto alla classe energetica dell'edificio, ma anche, in prospettiva, rispetto alla qualità localizzativa di un quartiere NZED.*

C.07. *Indagare le condizioni di fattibilità tecnica, economica e giuridica della realizzazione di NZED in contesti urbani ad elevato valore storico-architettonico (centri storici) o ambientale.*

C.08. *Approfondire gli studi sulle differenze tra approccio top-down e approccio bottom-up nei processi decisionali inerenti, nello specifico, la transizione energetica alla scala del quartiere.*

6.6. Conclusioni

Il tema generale del progetto di ricerca è la transizione energetica considerata come linea di azione centrale dello sviluppo urbano sostenibile. La ricerca è focalizzata sulla scala del quartiere, intermedia tra quella urbana e quella edilizia, e ha considerato come caso studio un'area del quartiere Sappusi di Marsala, un quartiere localizzato nel contesto geografico

dell'Europa mediterranea e caratterizzato da condizioni di disagio socio-economico e di povertà energetica.

Per rispondere alle domande di ricerca iniziali (*D.1* e *D.2*) sono stati indagati tre diversi ambiti strettamente interrelati: il sistema normativo; gli strumenti finanziari; i modelli a supporto del processo decisionale.

Al fine di rispondere al quesito *D.1. Come promuovere la diffusione del Net Zero Energy District (NZED)?* (Fig. 6.28) è stata condotta un'analisi sulle esperienze europee di progetti di efficientamento energetico a scala di quartiere realizzate dai programmi del gruppo *My Smart City District (MSCD) (D.1.1)* e sono state analizzate le potenzialità e le criticità fornite dal sistema normativo (*D.1.2*) e dagli strumenti finanziari (*D.1.3*) vigenti in UE, in Italia e in Spagna a sostegno dei progetti di NZED.

I casi studio di MSCD hanno consentito di esaminare diverse strategie e linee d'azioni efficaci per la transizione energetica di diversi quartieri di città europee e di individuare i principali fattori chiave per la realizzazione degli interventi e per il raggiungimento della fattibilità economica. Nello specifico, al di là degli aspetti tecnici e tecnologici relativi ai sistemi costruttivi ed impiantistici, è emerso che i fattori più rilevanti sono: (i) il contesto socio-economico del quartiere e la struttura della proprietà degli immobili; (ii) la disponibilità di contributi pubblici; (iii) il ruolo dei finanziatori privati (banche).

Gli attuali strumenti normativi e finanziari, sia a livello comunitario che nazionale, difatti, non presentano ancora una strutturazione tale da poter: (i) gestire e affrontare le specificità connesse a una struttura frammentata della proprietà a scala di quartiere; (ii) consentire l'accesso ai contributi pubblici per la riqualificazione energetica a tipologie diverse di soggetti (ad esempio, le detrazioni fiscali non possono essere utilizzate da coloro che fanno parte della "no tax area"); (iii) influenzare le forme di finanziamento concesse dagli istituti di credito, i quali non propongono condizioni particolari e agevolate per la concessione di prestiti per gli interventi di retrofit energetico.

Dunque, dalla ricerca è emerso che gli strumenti normativi e finanziari attualmente disponibili consentono di promuovere e finanziare gli interventi di retrofit energetico alla scala dell'edificio, ma che mancano ancora strumenti specifici adeguati alla scala del quartiere. Infatti, all'interno del quadro politico comunitario, non sono state emanate direttive né sono state previste norme dedicate alla transizione di quartieri esistenti in *Net Zero Energy District* (a differenza di quanto fatto, invece, per la diffusione dei *Net Zero Energy Building*). Nonostante l'assenza di strumenti normativi mirati, la CE ha finanziato bandi, ricerche e progetti rivolti alla scala urbana intermedia del quartiere. Inoltre, allo scopo di promuovere la transizione dell'Europa verso una società a basse emissioni di carbonio, l'UE ha promosso diversi strumenti di finanziamento per supportare la realizzazione di investimenti in progetti di transizione energetica cercando di stimolare sia il settore pubblico che gli investitori privati.

Il percorso segnato dall'UE ha condizionato quello di Italia e Spagna, le quali hanno promosso diverse strategie e politiche energetiche per la riqualificazione urbana ed edilizia, ma non hanno predisposto strumenti *ad hoc* per la scala del quartiere. Tuttavia, in entrambi i paesi, c'è stato negli ultimi anni un sostanziale incremento di programmi di finanziamento per interventi ed azioni di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, specialmente nel settore abitativo.

Per rispondere al quesito **D.2. Come i modelli di analisi multicriteriale possono supportare il processo decisionale per la transizione di un quartiere in Net Zero Energy District (NZED)?** (Fig. 6.28) è stata proposta una metodologia multilivello che integra i metodi di analisi multicriteriale (*Multiple-Criteria Decision Analysis – MCDA*) con diversi altri approcci. Tale metodologia è stata strutturata in tre momenti principali (*Inquadramento del problema decisionale, Costruzione del modello di valutazione, Applicazione del modello e soluzione*) composti da diverse fasi, prevedendo che gli esiti di una fase siano utilizzati come dati di input nella fase successiva e la possibilità di feedback, ovvero di ritorno alla fase precedente qualora i risultati ottenuti siano ritenuti non soddisfacenti.

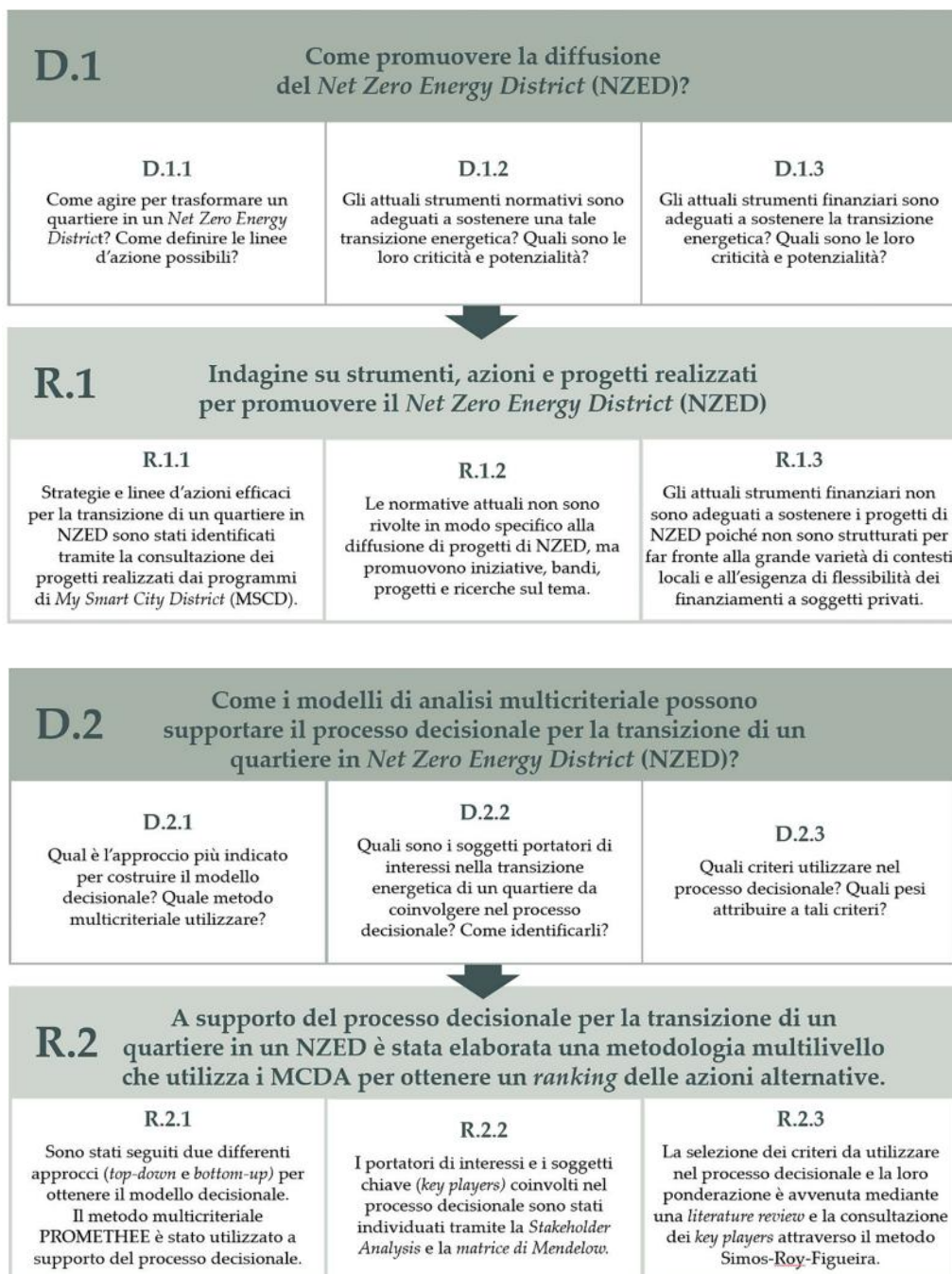


Figura 6.28. Domande e risposte della ricerca (fonte: elaborazione propria)

La ricerca ha evidenziato che le opportunità consentite dagli strumenti normativi e finanziari attualmente disponibili differiscono notevolmente tra soggetti pubblici e soggetti privati, condizionando le possibilità di promozione e finanziamento degli interventi di retrofit energetico in base ai soggetti promotori. Pertanto, sono stati sperimentati due possibili approcci al problema decisionale relativo alla transizione di un quartiere in NZED: un *approccio top-down*, in cui i soggetti promotori dell'iniziativa di transizione energetica sono enti pubblici che decidono di investire risorse nell'area in esame e cercano di coinvolgere altri soggetti privati e pubblici; un *approccio bottom-up*, in cui i cittadini si mobilitano e si associano per proporre l'efficientamento energetico del quartiere e ricercano la partecipazione degli enti pubblici territoriale e di altri soggetti privati. Ciò ha dato forma a due possibili conformazioni del problema decisionale. In entrambi i casi, per supportare i *Decision Makers* (DMs) nella selezione della più efficace linea d'azione all'interno di un processo decisionale urbano di transizione energetica, è stato utilizzato il metodo PROMETHEE, in quanto è già stata verificata la sua idoneità a supportare problemi decisionali relativi alla pianificazione urbana e al settore energetico e può essere impiegato anche in mancanza di solide ipotesi sulle preferenze da parte dei decisori (D.2.1). Il modello decisionale proposto ha considerato sia l'*approccio top-down* che l'*approccio bottom-up* dopo aver svolto una *Stakeholders Analysis* ed aver individuato i potenziali attori chiave del processo decisionale attraverso l'impiego della *matrice di Mendelow* (D.2.2). Gli stessi *key players* sono stati coinvolti direttamente nella selezione e nella ponderazione dei criteri decisionali attraverso interviste specifiche e l'utilizzo del metodo Simos-Roy-Figueira per stabilire il peso dei criteri (D.2.3).

La metodologia è stata strutturata per il quartiere Sappusi di Marsala, ma ha caratteristiche tali da poter essere replicata in altri quartieri e in altre città.

6.6.1. Prospettive di ricerca future

Dai risultati delle diverse fasi dello studio, sono emerse tre grandi tematiche in cui sono presenti numerose criticità per le quali deve essere ricercata una convergenza tra convenienza economica, sostenibilità ambientale, equità sociale, norme giuridiche e procedure amministrative. Tali tematiche sono: *Accessibilità a finanziamenti pubblici e privati e a informazioni e competenze specialistiche; Coinvolgimento dei key players e numerosità degli stakeholders; Ricerche e metodologie di valutazione sui NZED.*

Le criticità attuali rappresentano, di fatto, le sfide con cui la ricerca scientifica dovrà confrontarsi nei prossimi anni e, in particolare, definiscono nuovi quesiti per la disciplina estimativa, riproponendo la validità delle analisi del mercato immobiliare e dei procedimenti di stima "tradizionali" (ad esempio, stima dell'apprezzamento delle caratteristiche posizionali estrinseche e tecnologiche) in contesti diversi, come quello di un quartiere NZED e di edifici ad elevate prestazioni energetiche, ma richiedendo, allo stesso tempo, l'integrazione di approcci diversi per gestire e valutare la complessità delle questioni inerenti alla transizione energetica.

Ad esempio, ulteriori sviluppi della ricerca potrebbero prevedere l'integrazione nelle metodologie di valutazione sui NZED degli aspetti tecnici e tecnologici di riqualificazione energetica. In letteratura, difatti, è emerso che non sono molto numerosi gli studi di metodologie di analisi e di valutazione in ambito energetico adeguate alla scala di quartiere.

Un'apertura degli studi condotti all'interno di questo percorso di ricerca su queste questioni consentirebbe di sostituire le linee d'azione previste per il caso studio con progetti analoghi ed applicare il metodo sviluppato per ottenere un effettivo *ranking* delle alternative.

Anche la valutazione economica e sociale degli effetti dell'approvvigionamento energetico a scala di quartiere meriterebbe di essere maggiormente approfondita dalla ricerca scientifica, per fornire supporto alla diffusione di impianti di produzione locale di energia sostenibile e alla formazione delle comunità energetiche all'interno dei tessuti urbani. Le comunità energetiche, in particolare, costituiscono una nuova modalità condivisa di consumo e di produzione di energia, e richiederanno, quindi, studi e approfondimenti nei prossimi anni al fine di colmare le attuali lacune legislative comunitari e nazionali e di affrontare altre criticità che ancora le caratterizzano (come, ad esempio, le condizioni di accesso al mercato dell'energia, la tipologia e l'entità degli incentivi finanziari, ecc.).

Infine, la questione della povertà energetica, fenomeno in rapida crescita in tutta l'UE, richiederà nei prossimi anni studi e ricerche anche in ambito urbanistico ed estimativo, al fine creare le condizioni per rendere l'energia e i servizi energetici accessibili per tutti. Rispetto alla povertà energetica, difatti, ci sono incertezze riguardanti sia la definizione sia la misurazione del fenomeno, con conseguenze dirette sull'efficacia di politiche e normative di contrasto al fenomeno. La mancanza di uno standard ufficiale nella legislazione dell'UE sulla povertà energetica ha rallentato la formazione di un corpus legislativo europeo e nazionale e la diffusione di azioni mirate. Sono necessarie, pertanto, indagini e ricerche per la definizione di ulteriori strumenti normativi e finanziari adeguati a contesti urbani caratterizzati da condizioni di fragilità economica e/o sociale. In particolare, si ritiene che la promozione della riqualificazione energetica residenziale e della formazione di comunità energetiche possa consentire di proseguire la transizione energetica nel rispetto dei principi di sostenibilità ambientale, convenienza economica e inclusione sociale. Il percorso verso l'inclusività energetica è ancora lungo ed è importante che la ricerca si dedichi allo sviluppo e all'analisi di strumenti per una "giusta transizione".



7. BIBLIOGRAFIA

7.1. Città, territorio e rigenerazione urbana

- Alberti, M., & Marzluff, J. M. (2004). Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions, *Urban Ecosystems*, 7(3), 241–265.
- Balducci, A., De Leonardis, O., & Fedeli, V. (a cura di, 2018). *Terzo rapporto sulle città. Mind the gap. Il distacco tra politiche e città*. Il Mulino.
- Boyle, L., Michell, K., & Viruly, F. (2018). A critique of the application of Neighborhood Sustainability Assessment Tools in urban regeneration. *Sustainability*, 10, 1005.
- Bulkeley, H. (2016). *Cities and climate change*. Routledge.
- De Freogorio Hurtando, S. (2017). EU urban policy in Spain: from URBAN to the Sustainable integrated urban development strategies (ISUDS). *Urban regeneration in the EU*, 10 (1), 47-74.
- Haarstad H., & Wathne M. W. (2019). Are smart city projects catalyzing urban energy sustainability? *Energy Policy*, 129, 918–925.
- Porter, L., & Shaw, K. (2013). *Whose urban renaissance? An international comparison of urban regeneration strategies*. Routledge.
- Riva Sanseverino, E., Scaccianoce, G., Vaccaro, V., Carta, M., & Riva Sanseverino, R. (2015). Smart Cities and Municipal Building Regulation for Energy Efficiency. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 6(4), 56–82.
- Schilleci, F. (2012). *Ambiente ed ecologia. Per una nuova Visione del Progetto Territoriale*. Franco Angeli.
- Tropeano, I., Gigliotti, M., Cosentini, S., Passarelli, D., & Sapone, M. (2016). La resilienza quale paradigma per una nuova cultura progettuale ecosostenibile. In: Angrilli, M., & Zoppi, C. (a cura di), *Workshop 5.B. Per città più resilienti: progetto urbano per l'efficienza energetica e i cambiamenti climatici* (pp. 963–967). Planum Publisher.
- Vinci, I. (2020). *Progettare lo sviluppo sostenibile nelle città. Temi, metodi e strumenti*. Carrocci editore.
- Zazzerro, E. (2014). *Ecoquartieri. Temi per il progetto urbano sostenibile*. Maggioli Editore.

7.2. Energia, economia e valutazioni

- Abastante, F., Lami, I. M., & Lombardi, P. (2017). An integrated participative spatial decision support system for smart energy urban scenarios: A financial and economic approach. *Buildings*, 7(4), 103.
- Abastante, F., Lami, I. M., Lombardi, P., & Toniolo, J. (2019). Scelte energetiche a scala di quartiere: non solo una questione monetaria. Un approccio SDSS per la definizione di scenari energetici urbani. *Valori e Valutazioni*, 22, 109–120.
- Abdul Hamid, A., Farsäter, K., Wahlström, Å., & Wallentén, P. (2018). Literature review on renovation of multifamily buildings in temperate climate conditions. *Energy and Buildings*, 172, 414–431.
- Ali, U., Shamsi, M. H., Bohacek, M., Hoare, C., Purcell, K., Mangina, E., & O'Donnell, J. (2020). A data-driven approach to optimize urban scale energy retrofit decisions for residential buildings. *Applied Energy*, 267, 114861.

- Amaral, A. R., Rodrigues, E., Rodrigues Gaspar, A., & Gomes, Á. (2018). Review on performance aspects of nearly zero-energy districts. *Sustainable Cities and Society*, 43, 406–420.
- Aristondo, O., & Onaindia, E. (2023). Decomposing energy poverty in three components. *Energy*, 263, 125572.
- Assumma, V., Bottero, M., De Angelis, E., Lourenço, J. M., Monaco, R., & Soares, A. J. (2022). Scenario building model to support the resilience planning of winemaking regions: The case of the Douro territory (Portugal). *Science of The Total Environment*, 838, 155889.
- Azurza-Zubizarreta, O., Basurko-Perezdearenaza, I., Zelarain, E., Villamor, E., Akizu-Gardoki, O., Villena-Camarero, U., Campos-Celador, A., & Barcena-Hinojal, I. (2021). Urban Energy Transitions in Europe, towards Low-Socio-Environmental Impact Cities. *Sustainability* 2021, 13(21), 11641.
- Bana e Costa, C.A., & Vansnick, J.C. (1999). The MACBETH approach: Basic ideas, software and an application. In: Meskens, N. & Roubens, M., (Eds.), *Advances in Decision Analysis* (pp. 131–157). Kluwer Academic Publishers.
- Bana e Costa, C.A., & Vansnick, J.C. (1994). MACBETH – An interactive path towards the construction of cardinal value functions. *International transactions in operational Research*, 1(4), 489–500.
- Barbaro, S., & Napoli, G. (2021). The Financial Costs in Energy Efficient District. Alternative Scenarios from the Demo Sites of the CITYFiED Program. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Garau, C., Blečić, I., Taniar, D., Apduhan, B.O., Rocha, A.M., Tarantino, E., Torre, C.M. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 93–108). Springer International Publishing.
- Barbaro, S., Napoli, G., Giuffrida, S., & Trovato, M., R., (2020). Smart city ed efficientamento energetico: opportunità e sfide dall’European Green Deal e dai programmi europei. *LaborEst*, 20, 92–98.
- Becchio, C., Bertoncini, M., Boggio, A., Bottero, M., Corgnati, S. P., & Dell’Anna, F. (2019a). The impact of users’ lifestyle in zero-energy and emission buildings: An application of cost-benefit analysis. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 100, 123–131.
- Becchio, C., Bottero, M. C., Corgnati, S. P., & Dell’Anna, F. (2018a). Evaluating Health Benefits of Urban Energy Retrofitting: An Application for the City of Turin. In: Bisello, A., Vettorato, D., Laconte, P., & Costa, S. (Eds.), *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions* (pp. 281–304). Springer International Publishing.
- Becchio, C., Bottero, M. C., Corgnati, S. P., & Dell’Anna, F. (2018b). Decision making for sustainable urban energy planning: an integrated evaluation framework of alternative solutions for a NZED (Net Zero-Energy District) in Turin. *Land Use Policy*, 78, 803–817.
- Becchio, C., Bottero, M., Corgnati, S. P., Dell’Anna, F., Delmastro, C., Pesce, E., & Vergerio, G. (2019b). A cost-benefit analysis based model to evaluate the retrofit of a reference district. *Building Simulation Conference Proceedings*, 5, 3516–3523.
- Becchio, C., Bottero, M. C., Corgnati, S. P., Dell’Anna, F., Pederiva, G., & Vergerio, G. (2021). Proposal for an Integrated Approach to Support Urban Sustainability: The COSIMA Method Applied to Eco-Districts. In: Bisello, A., Vettorato, D., Haarstad, H., Borsboom-van Beurden, J. (Eds.), *Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions. SSPCR 2019. Green Energy and Technology* (pp. 37–47). Springer, Cham.
- Becchio, C., Corgnati, S. P., Delmastro, C., Fabi, V., & Lombardi, P. (2016). The role of nearly-zero energy buildings in the transition towards Post-Carbon Cities. *Sustainable Cities and Society*, 27, 324–337.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 198–215.
- Bertoncini, M., Boggio, A., Dell’Anna, F., Becchio, C., Bottero, M. (2022). An application of the PROMETHEE II method for the comparison of energy requalification strategies to design Post-Carbon Cities. *AIMS Energy* 2022 4:553, 10(4), 553–581.
- Besagni, G., & Borgarello, M. (2019a). Measuring fuel poverty in Italy: A comparison between different indicators. *Sustainability*, 11, 2732.
- Besagni, G., & Borgarello, M. (2019b). The socio-demographic and geographical dimensions of fuel poverty in Italy. *Energy Research and Social Science*, 49, 192–203.

- Betto, F., Garengo, P., & Lorenzoni, A. (2020). A new measure of Italian hidden energy poverty. *Energy Policy*, 138, 111237.
- Bisello, A. (2020). Assessing multiple benefits of housing regeneration and smart city development: The european project Sinfonia. *Sustainability*, 12(19), 1–28.
- Bottero, M., Assumma, V., Caprioli, C., & Dell'Ovo, M. (2021a). Decision making in urban development: The application of a hybrid evaluation method for a critical area in the city of Turin (Italy). *Sustainable Cities and Society*, 72, 103028.
- Bottero, M., Bravi, M., Dell'Anna, F., & Marmolejo-Duarte, C. (2020). Energy efficiency choices and residential sector: Observable behaviors and valuation models. In: Mondini, G., Oppio, A., Stanghellini, S., Bottero, M., Abastante, F. (Eds.), *Values and Functions for Future Cities. Green Energy and Technology*, (pp. 167–179) Springer, Cham.
- Bottero, M., Bravi, M., Mondini, G., & Talarico, A. (2017a). Buildings energy performance and real estate market value: An application of the spatial auto regressive (SAR) model. In: Stanghellini, S., Morano, P., Bottero, M., Oppio, A. (Eds.), *Appraisal: From Theory to Practice. Green Energy and Technology* (pp. 221–230). Springer, Cham.
- Bottero, M., Dell'Anna, F., & Morgese, V. (2021b). Evaluating the Transition Towards Post-Carbon Cities: A Literature Review. *Sustainability* 2021, 13(2), 567.
- Bottero, M., D'Alpaos, C., & Dell'Anna, F. (2019). Boosting investments in buildings energy retrofit: The role of incentives. In: Calabrò, F., Della Spina, L., Bevilacqua, C. (Eds.), *New Metropolitan Perspectives. ISHT 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies* (pp. 593–600). Springer International Publishing.
- Bottero, M., D'Alpaos, C., & Oppio, A. (2018). Multicriteria evaluation of urban regeneration processes: An application of PROMETHEE method in northern Italy. *Advances in Operations Research*, 2018, 9276075.
- Bottero, M., Lami, I., & Lombardi, P. (2008). *Analytic Network Process. La valutazione di scenari di trasformazione urbana e territoriale*. Alianea Editrice.
- Boulding, K. (1966). The economics of the coming spaceship Earth. *Resources for the Future*, In: Jarrett, H. (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy* (pp. 3–14). Resources for the Future/Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Bourne, L. (2006). *Project relationships and the Stakeholder Circle*. PMI Research Conference: New Directions in Project Management, Montréal, Québec, Canada.
- Bourne, L., & Walker, D.H.T. (2005). Visualising and mapping stakeholder influence. *Management Decision*, 43 (5), 649–660.
- Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Tsoukias, A., & Vincke, P. (2006). *Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria. Stepping stones for the analyst*. Springer International Publishing.
- Brans, J.P. (1982). L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE. In: Nadeau, R. & Landry, M. (Eds.) *L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir* (pp. 183–213). Presses de l'Université Laval, Québec.
- Brans, J.P., Mareschal, B. & Vincke, P.H. (1984). PROMETHEE: A new family of outranking methods in multi-criteria analysis. In: Brans J.P. (Ed.) *Operational Research '84* (pp. 477–490). Amsterdam, North-Holland.
- Brans J.P., & Vincke, P. (1985). A preference ranking organisation method: The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making. *Management Science*, 31(6), 647–656.
- Brans, J. P., Vincke, P., & Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The Promethee method. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 228–238.
- Calise, F., Cappiello, F. L., Cimmino, L., Dentice d'Accadia, M., & Vicidomini, M. (2022). Dynamic modelling and thermoeconomic analysis for the energy refurbishment of the Italian building sector: Case study for the “Superbonus 110 %” funding strategy. *Applied Thermal Engineering*, 213, 118689.
- Camagni, R., Capello, R., & Nijkamp, P. (1998). Towards sustainable city policy: an economy-environment technology nexus. *Ecological Economics*, 24(1), 103–118.
- Caneparo, L., & Rolfo, D. (2017). Dalla riqualificazione energetica alla riqualificazione della città: strumenti per finanziare la qualità urbana. *Territorio Italia*, 1, 97–116.

- Capolongo, S., Sdino, L., Dell'Ovo, M., Moioli, R., & Della Torre, S. (2019). How to assess urban regeneration proposals by considering conflicting values. *Sustainability*, 11(14), 3877.
- Caprioli, C., Bottero, M., & Mondini, G. (2020). Urban Ecosystem Services: A Review of Definitions and Classifications for the Identification of Future Research Perspectives. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Garau, C., Blečić, I., Taniar, D., Apduhan, B.O., Rocha, A.M., Tarantino, E., Torre, C.M. (Eds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020. Lecture Notes in Computer Science 12253* (pp. 332–344). Springer, Cham.
- Caprioli, C., & Bottero, M. (2021). Addressing complex challenges in transformations and planning: A fuzzy spatial multicriteria analysis for identifying suitable locations for urban infrastructures. *Land Use Policy*, 102, 105147.
- Caputo, P., Costa, G., & Ferrari, S. (2013). A supporting method for defining energy strategies in the building sector at urban scale. *Energy Policy*, 55, 261–270.
- Casalicchio, V., Manzolini, G., Prina, M. G., & Moser, D. (2022). From investment optimization to fair benefit distribution in renewable energy community modelling. *Applied Energy*, 310, 118447.
- Castaño-Rosa, R., Solís-Guzmán, J., Rubio-Bellido, C., Marrero, M. (2019). Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review. *Energy and Buildings*, 193, 36–48.
- Chang, M., Thellufsen, J. Z., Zakeri, B., Pickering, B., Pfenninger, S., Lund, H., & Østergaard, P. A. (2021). Trends in tools and approaches for modelling the energy transition. *Applied Energy*, 290, 116731.
- Connolly, D., Lund, H., & Mathiesen, B.V. (2016). Smart Energy Europe: The technical and economic impact of one potential 100% renewable energy scenario for the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1634–1653.
- Copiello, S., Gabrielli, L., & Micelli, E. (2021). Building Industry and Energy Efficiency: A Review of Three Major Issues at Stake. In: Gervasi, O., Murgante, B., Msra, S., Garau, C., Blečić, I., Taniar, D., Apduhan, B.O., Rocha, A.M., Tarantino, E., Torre, C.M. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science 12954* (pp. 226–240). Springer, Cham.
- Crow, D. A., Albright, E. A., & Koebele, E. A. (2019). Stakeholder Participation and Strategy in Rulemaking: A Comparative Analysis. *State Politics & Policy Quarterly*, 19(2), 208–235.
- D'Alpaos, C. D., & Bragolusi, P. (2018). Approcci valutativi alla riqualificazione energetica degli edifici: stato dell' arte e futuri sviluppi. *Valori e Valutazioni*, 20, 79–94.
- Dall'O, G., Galante, A., & Torri, M. (2012). A methodology for the energy performance classification of residential building stock on an urban scale. *Energy and Buildings*, 48, 211–219.
- Dall'O, G., Norese, M. F., Galante, A., & Novello, C. (2013). A Multi-Criteria Methodology to Support Public Administration Decision Making Concerning Sustainable Energy Action Plans. *Energies*, 6(8), 4308–4330.
- De Fino, M., Sciotti, A., Cantatore, E., & Fatiguso, F. (2017). Methodological framework for assessment of energy behavior of historic towns in Mediterranean climate. *Energy and Buildings*, 144, 87–103.
- De Tommasi, L., Ridouane, H., Giannakis, G., Katsigarakis, K., Lilis, G. N., & Rovas, D. (2018). Model-based comparative evaluation of building and district control-oriented energy retrofit scenarios. *Buildings*, 8(7), 91.
- Dell'Anna, F., Bottero, M., Becchio, C., Corgnati, S. P., & Mondini, G. (2020). Designing a decision support system to evaluate the environmental and extra-economic performances of a nearly zero-energy building. *Smart and Sustainable Built Environment*, 9(4), 413–442.
- Dell'Anna, F., Marmolejo-Duarte, C., Bravi, M., & Bottero, M. (2022). A choice experiment for testing the energy-efficiency mortgage as a tool for promoting sustainable finance. *Energy Efficiency*, 15(5), 1–22.
- Dell'Ovo, M., & Oppio, A. (2019). L'approccio Value-Focused Thinking a supporto dei processi progettuali: il caso della rigenerazione dell'area di Foz do Tua in Portogallo. *Valori e Valutazioni*, 23, 91–106.
- Dell'Ovo, M., Oppio, A., & Capolongo, S. (2020a). Policy Implications. How to Support Decision-Makers in Setting and Solving Complex Problems. In: Dell'Ovo, M., Oppio, A., Capolongo, S. (Eds.), *Decision*

- Support System for the Location of Healthcare Facilities. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology* (pp. 113–121). Springer, Cham.
- Dell'Ovo, M., Oppio, A., & Capolongo, S. (2020b). Structuring the Decision Problem. A Spatial Multi-methodological Approach. *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*, 29–51.
- Della Spina, L., Ventura, C., & Vighianisi, A. (2016). A multicriteria assessment model for selecting strategic projects in Urban areas. In: Gervasi, O., Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M., Torre, C.M., Tanir, D., Apduhan, B.O., Stankova, E., Wang, S. (Eds.), *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2016. Lecture Notes in Computer Science 9788* (pp. 414–427). Springer, Cham.
- Delmastro, C., Mutani, G., & Corgnati, S. P. (2016). A supporting method for selecting cost-optimal energy retrofit policies for residential buildings at the urban scale. *Energy Policy*, 99, 42–56.
- Dente, B. (2014). *Understanding policy decisions*. Springer Briefs in Applied Sciences and Technology.
- Dirutigliano, D., Delmastro, C., & Torabi Moghadam, S. (2017). Energy efficient urban districts: A multi-criteria application for selecting retrofit actions. *International Journal of Heat and Technology*, 35, 49–557.
- Dirutigliano, D., Delmastro, C., & Torabi Moghadam, S. (2018). A multi-criteria application to select energy retrofit measures at the building and district scale. *Thermal Science and Engineering Progress*, 6, 457–464.
- Dubois, M., & Allacker, K. (2015). Energy savings from housing: Ineffective renovation subsidies vs efficient demolition and reconstruction incentives. *Energy Policy*, 86, 697–704.
- Egusquiza, A., Brostrom, T., & Izkara, J.L. (2022). Incremental decision making for historic urban areas' energy retrofitting: EFFESUS DSS. *Journal of Cultural Heritage*, 54, 68–78.
- ErTay T., Kahraman C., & Kaya İ. (2013). Evaluation of renewable energy alternatives using MACBETH and fuzzy AHP Multicriteria Methods: the case of Turkey. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(1), 38–62.
- Ezbakhe, F., & Pérez-Foguet, A. (2021). Decision analysis for sustainable development: The case of renewable energy planning under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 291(2), 601–613.
- Escobar, P., Martínez, E., Saenz-Díez, J. C., Jiménez, E., & Blanco, J. (2020). Profitability of self-consumption solar PV system in Spanish households: A perspective based on European regulations. *Renewable Energy*, 160, 746–755.
- Faiella, I., & Lavecchia, L. (2021). Energy poverty. How can you fight it, if you can't measure it? *Energy and Buildings*, 233, 1–11.
- Fattinanzi E., & Mondini G. (a cura di, 2015). *L'analisi multicriteri tra valutazione e decisione*. DEI Editore.
- Figueira, J., & Roy, B. (2002). Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simos' procedure. *European Journal of Operational Research*, 139(2), 317–326.
- Fung, A. (2015). Putting the Public Back into Governance: The Challenges of Citizen Participation and Its Future. *Public Administration Review*, 75(4), 513–522.
- Gagliano, A., Giuffrida, S., & Nocera, F. (2017). Energy efficient measure to upgrade a multistory residential in a nZEB. *AIMS ENERGY*, 5(4), 601–624.
- Gallego-Castillo, C., Heleno, M., & Victoria, M. (2021). Self-consumption for energy communities in Spain: A regional analysis under the new legal framework. *Energy Policy*, 150, 112144.
- Giorgi, S., Lavagna, M., Campioli, A., Dello, A., & Dell, S. (2017). Cycle thinking: Fondamenti, interpretazioni e analisi del ciclo di vita. *Ingegneria Dell'Ambiente*, 4(3), 263–276.
- Giuffrida, S. (2009). Giudizio di convenienza economica ed energetica nella riqualificazione del patrimonio residenziale pubblico e privato in alcuni quartieri tipici della città di Catania. *Laborest*, 3, 25–39.
- Giuffrida, S., Nocera, F., Trovato, M.R. Napoli, G., & Barbaro, S. (2021). Energy equalization and the case of the “nzeb hotels”. In: Bevilacqua, C., Calabrò, F., Della Spina, L. (Eds.), *New Metropolitan Perspectives. NMP 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies 178* (pp. 1268–1258). Springer International Publishing.

- Hervás Soriano, F., & Mulatero, F. (2011). EU Research and Innovation (R&I) in renewable energies: The role of the Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan). *Energy Policy*, 39(6), 3582–3590.
- Heuninckx, S., Boveldt, G., Macharis, C., & Coosemans, T. (2022). Stakeholder objectives for joining an energy community: Flemish case studies. *Energy Policy*, 162, 112808.
- Horak, D., Hainoun, A., Neugebauer, G., & Stoeglehner, G. (2022). A review of spatio-temporal urban energy system modeling for urban decarbonization strategy formulation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162, 112426.
- Hurlimann, A.C., Moosavi, S., & Browne, G. R. (2021). Climate change transformation: A definition and typology to guide decision making in urban environments. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102890.
- Ke, Y., Liu, J., Meng, J., Fang, S., & Zhuang, S. (2022). Comprehensive evaluation for plan selection of urban integrated energy systems: A novel multi-criteria decision-making framework. *Sustainable Cities and Society*, 81, 103837.
- Koutra, S., Becue, V., Gallas, M. A., & Ioakimidis, C.S. (2018). Towards the development of a net-zero energy district evaluation approach: A review of sustainable approaches and assessment tools. *Sustainable Cities and Society*, 39, 784–800.
- Iazzolino, G., Sorrentino, N., Menniti, D., Pinnarelli, A., De Carolis, M., & Mendicino, L. (2022). Energy communities and key features emerged from business models review. *Energy Policy*, 165, 112929.
- Ibañez Iralde, N. S., Pascual, J., & Salom, J. (2021). Energy retrofit of residential building clusters. A literature review of crossover recommended measures, policies instruments and allocated funds in Spain. *Energy and Buildings*, 252, 111409.
- Ishizaka, A., & Labib, A. (2009). Analytic Hierarchy Process and Expert Choice: Benefits and Limitations. *ORInsight*, 22(4), 201–220.
- Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis. Methods and Software*. Wiley.
- Jenkins, K., McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H., & Rehner, R. (2016). Energy justice: A conceptual review. *Energy Research & Social Science*, 11, 174–182.
- Koutra, S., Becue, V., Gallas, M. A., & Ioakimidis, C.S. (2018). Towards the development of a net-zero energy district evaluation approach: A review of sustainable approaches and assessment tools. *Sustainable Cities and Society*, 39, 784–800.
- Lami, I. M., Bottero, M., & Abastante, F. (2021). Multiple Criteria Decision Analysis to Assess Urban and Territorial Transformations: Insights from Practical Applications. *Greening of Industry Networks Studies*, 8, 93–117.
- Lin, S.H., Huang, X., Fu, G., Chen, J.T., Zhao, X., Li, J.H., & Tzeng, G.H. (2021). Evaluating the sustainability of urban renewal projects based on a model of hybrid multiple-attribute decision-making. *Land Use Policy*, 108, 105570.
- Lombardi, P., Abastante, F., Torabi Moghadam, S., & Toniolo, J. (2017). Multicriteria Spatial Decision Support Systems for Future Urban Energy Retrofitting Scenarios. *Sustainability*, 9(7), 1252.
- López Prol, J., & Steininger, K. W. (2020). Photovoltaic self-consumption is now profitable in Spain: Effects of the new regulation on prosumers' internal rate of return. *Energy Policy*, 146, 111793.
- Lund, H., Thellufsen, J. Z., Østergaard, P. A., Sorknæs, P., Skov, I. R., & Mathiesen, B. V. (2021). EnergyPLAN – Advanced analysis of smart energy systems. *Smart Energy*, 1, 100007.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and Buildings*, 55, 889–902.
- Mangialardo, A., & Micelli, E. (2017). La partecipazione crea valore? Modelli di simulazione per la valorizzazione dal basso del patrimonio immobiliare pubblico. *Valori e Valutazioni*, 19, 41–52.
- Mangialardo, A., Micelli, E., & Saccani, F. (2019). Does sustainability affect real estate market values? Empirical evidence from the office buildings market in Milan (Italy). *Sustainability*, 11(1), 12.
- Manjon, M. J., Merino, A., & Cairns, I. (2022). Business as not usual: A systematic literature review of social entrepreneurship, social innovation, and energy poverty to accelerate the just energy transition. *Energy Research & Social Science*, 90, 102624.

- Manupati, V. K., Ramkumar, M., & Samanta, D. (2018). A multi-criteria decision making approach for the urban renewal in Southern India. *Sustainable Cities and Society*, 42, 471–481.
- Mareschal, B., & De Smet, Y. (2009). Visual PROMETHEE: Developments of the PROMETHEE & GAIA multicriteria decision aid methods. *IEEM 2009 - IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1646–1649.
- Markandya, A., Ortiz, R. A., Mudgal, S., & Tinetti, B. (2009). Analysis of tax incentives for energy-efficient durables in the EU. *Energy Policy*, 37(12), 5662–5674.
- Marzouki, A., Mellouli, S., & Daniel, S. (2022). Understanding issues with stakeholders participation processes: A conceptual model of SPPs' dimensions of issues. *Government Information Quarterly*, 39(2), 101668.
- Massimo, D.E., Malerba, A., & Musolino, M. (2019). Valutazione energetica comparativa degli edifici per la Post Carbon City. *LaborEst*, 19, 63–70.
- Mendizabal, M., Heidrich, O., Feliu, E., García-Blanco, G., & Mendizabal, A. (2018). Stimulating urban transition and transformation to achieve sustainable and resilient cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 410–418.
- Mendelow, A. (1991). *Stakeholder mapping*. Proceedings of the 2nd International Conference on Information Systems. Cambridge.
- Micelli, E., & Scaffidi, F. (2022). Sustainability in Urban Regeneration: Real or Propaganda?. In: Abastante, F., Bottero, M., D'Alpaos, C., Ingaramo, L., Oppio, A., Rosato, P., & Salvo, F. (Eds), *Urban Regeneration Through Valuation Systems for Innovation. Green Energy and Technology* (pp. 75–89). Springer, Cham.
- Moore, R. (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. *Energy Policy*, 49, 19–26.
- Moroni, S., Alberti, V., Antonucci, V., & Bisello, A. (2019). Energy communities in the transition to a low-carbon future: A taxonomical approach and some policy dilemmas. *Journal of Environmental Management*, 236, 45–53.
- Mondini, G. (2019). Valutazioni di sostenibilità: dal rapporto Brundtland ai Sustainable Development Goal. *Valori e Valutazioni*, 23, 129–138.
- Murray-Webster, R., & Simon, P. (2006). Making sense of Stakeholder Mapping. *Project Manager Today* 8(11).
- Nadler, M., & Nadler, C. (2018). Promoting investment in sustainable urban development with JESSICA: Outcomes of a new EU policy initiative. *Urban Studies*, 55(9), 1839–1858.
- Napoli, G., Barbaro, S., Giuffrida, S., & Trovato, M.R. (2021). The European Green Deal: New challenges for the economic feasibility of energy retrofit at district scale. In: Bevilacqua, C., Calabrò, F., Della Spina, L. (Eds.), *New Metropolitan Perspectives. NMP 2020. Smart Innovation, Systems and Technologies 178* (pp. 1248–1258). Springer International Publishing.
- Napoli, G., Bottero, M., Ciulla, G., Dell'anna, F., Figueira, J.R., Greco, S. (2020a). Supporting public decision process in buildings energy retrofitting operations: the application of a Multiple Criteria Decision Aiding model to a case study in Southern Italy, *Sustainable Cities and Society*, 60, 102214.
- Napoli, G., Corrao, R., Scaccianoce, G., Barbaro, S., & Cirrincione, L. (2022). Public and Private Economic Feasibility of Green Areas as a Passive Energy Measure: A Case Study in the Mediterranean City of Trapani in Southern Italy. *Sustainability (Switzerland)*, 14(4).
- Napoli, G., & Schilleci, F. (2014). An Application of Analytic Network Process in the Planning Process: The Case of an Urban Transformation in Palermo (Italy). In: Murgante, B., Misra, S., Rocha, A.M., Torre, C., Rocha, J.G., Tanir, D., Apduhan, B.O., Gervasi, O. (Eds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2014. Lecture Notes in Computer Science 8581* (pp. 300–314) Springer, Cham.
- Napoli, G., Gabrielli, L., & Barbaro, S. (2017). The efficiency of the incentives for the public buildings energy retrofit. The case of the Italian regions of the objective convergence. *Valori e Valutazioni*, 18, 25–39.
- Napoli, G., Giuffrida, S., & Trovato, M. R. (2019). A paradigm interpreting the city and the analytic network process for the management of urban transformations. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 100, 672–680.

- Napoli, G., Mamì, A., Barbaro, S., & Lupo, S. (2020b). Scenarios of climatic resilience, economic feasibility and environmental sustainability for the refurbishment of the early 20th century buildings. In: Mondini, G., Oppio, A., Stanghellini, S., Bottero, M., Abastante, F. (Eds.), *Values and Functions for Future Cities. Green Energy and Technology* (pp. 89–115). Springer International Publishing.
- Nemery, P., Ishizaka, A., Camargo, M., & Morel, L. (2012). Enriching descriptive information in ranking and sorting problems with visualizations techniques. *Journal of Modelling in Management*, 7(2), 130–147.
- Odu, G. O. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23(8), 1449–1457.
- Oppio, A., Dell’Ovo, M., Caprioli, C., & Bottero, M. (2022). A Proposal to Assess the Benefits of Urban Ecosystem Services. In: Calabrò, F., Della Spina, L., Piñeira Mantiñán, M.J. (Eds.), *New Metropolitan Perspectives. NMP 2022. Lecture Notes in Networks and Systems 482* (pp. 1947–1955). Springer, Cham.
- Oppio, A., Dell’Ovo, M., Torrieri, F., Miebs, G., & Kadziński, M. (2020). Understanding the drivers of Urban Development Agreements with the rough set approach and robust decision rules. *Land Use Policy*, 96, 104678.
- Oppio, A., Forestiero, L., Sciacchitano, L., & Dell’Ovo, M. (2021). Come valutare la qualità urbana: un approccio di analisi decisionale spaziale multi-criteriale per gli spazi aperti pubblici. *Valori e Valutazioni*, 28, 21–30.
- Paiho, S., Ketomäki, J., Kannari, L., Häkkinen, T., & Shemeikka, J. (2019). A new procedure for assessing the energy-efficient refurbishment of buildings on district scale. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101454.
- Pearce, D., & Glies Atkinson, S.M. (2006). Willingness to Pay vs. Willingness to Accept. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Publishing OECD.
- Pereira, D. S., Marques, A. C., & Fuinhas, J. A. (2019). Are renewables affecting income distribution and increasing the risk of household poverty? *Energy*, 170, 791–803.
- Pye, S., & Dobbns, A. (2015). Energy poverty and vulnerable consumers in the energy sector across the EU: analysis of policies and measures. *Policy Report*, 2.
- Rizzo F. (1989). *Economia del patrimonio architettonico ambientale*. Franco Angeli.
- Rosasco, P., & Perini, K. (2019). Selection of (Green) Roof Systems: A Sustainability-Based Multi-Criteria Analysis. *Buildings 2019*, 9(5), 134.
- Roscelli R. (a cura di, 2014). *Manuale di estimo. Valutazioni economiche ed esercizio della professione*. UTET Università.
- Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). *La Revue d’Informatique et de Recherche Opérationnelle*, 8, 57–75.
- Roy, B. & Bouyssou, D. (1993). *Aide Multicritère à La Décision, Méthodes Et Cas*. Economica, Paris.
- Ruggeri, A. G., Gabrielli, L., & Scarpa, M. (2020). Energy retrofit in european building portfolios: A review of five key aspects. *Sustainability*, 12, 7465.
- Saaty, T. L. (1986). A note on the AHP and expected value theory. *Socio-Economic Planning Sciences*, 20(6), 397–398.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26.
- Saaty, T.L. (2006). The Analytic Network Process. In: Saaty, T.L., Vargas, L.G. (Eds.), *Decision Making with the Analytic Network Process. International Series in Operations Research & Management Science 95* (pp. 1–26). Springer, Boston.
- Schucht, S., Colette, A., Rao, S., Holland, M., Schöpp, W., Kolp, P., Klimont, Z., Bessagnet, B., Szopa, S., Vautard, R., Brignon, J. M., & Rouil, L. (2015). Moving towards ambitious climate policies: Monetised health benefits from improved air quality could offset mitigation costs in Europe. *Environmental Science and Policy*, 50, 252–269.
- Sibilla, M., & Kurul, E. (2020). Transdisciplinarity in energy retrofit. A Conceptual Framework. *Journal of Cleaner Production*, 250, 119461.

- Stachura, P., & Kuligowska, K. (2021). Multi-criteria analysis of urban policy for sustainable development decision-making: A case study for Warsaw city, Poland. *Procedia Computer Science*, 192, 259–269.
- Stanica, D.I., Karasu, A., Brandt, D., Kriegel, M., Brandt, S., & Steffan, C. (2021). A methodology to support the decision-making process for energy retrofitting at district scale. *Energy and Buildings*, 238, 110842.
- Trovato, M.R., & Giuffrida, S. (2021). Circular economy in urban and environmental valuation. In: Costanzo, V., Marletta, L., & Evola, G. (Eds.), *Urban Heat Stress and Mitigation Solutions. An Engineering Perspective* (pp. 344–369). Routledge, Taylor & Francis.
- Trovato, M.R., Micalizzi, P., & Giuffrida, S. (2021). Assessment of Landscape Co-Benefits in Natura 2000 Site Management Plans. *Sustainability*, 13(10), 5707.
- Vassileva, I., & Campillo, J. (2014). Increasing energy efficiency in low-income households through targeting awareness and behavioral change. *Renewable Energy*, 67, 59–63.
- Vergerio, G., Becchio, C., Delmastro, C., Lanzini, A., Corgnati, S. P., & Borchiellini, R. (2018). A decision-making process to support public administrations in defining local energy policies. *Thermal Science and Engineering Progress*, 6, 398–409.
- Villca-Pozo, M., & Gonzales-Bustos, J. P. (2019). Tax incentives to modernize the energy efficiency of the housing in Spain. *Energy Policy*, 128, 530–538.
- Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F., & Zhao, J. H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263–2278.
- Zheng, H.W., Shen, G.Q.P., Song, Y., Sun, B., & Hong, J. (2017). Neighborhood sustainability in urban renewal: An assessment framework. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(5), 903–924.
- Yang, R. J. (2014). An investigation of stakeholder analysis in urban development projects: Empirical or rationalistic perspectives. *International Journal of Project Management*, 32(5), 838–849.

7.3. Report e riferimenti normativi

- Agenzia Nazionale Efficienza Energetica (2021). *Strumenti per il contrasto alla povertà energetica*.
- Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente – ARERA (2020). *Delibera 318/2020/R/eel*.
- Associazione Nazionale Costruttori Edili – ANCE (2019). *Indagine conoscitiva sulle prospettive di attuazione e di adeguamento della strategia energetica nazionale al Piano Nazionale per l’Energia e il Clima per il 2030*.
- Assist2gether (2020). *A summary of the National and European measures addressing vulnerable consumers and energy poverty*.
- Barrocco, F., Borghetti, A., Cappellaro, F., Carani, C., Chiarini R., D’Agosta G., De Sabbata P., Napolitano, F., Nigliaccio, G., Nucci C. A., Orozco Corredor, C., Palumbo, C., Pizzuti, S., Pulazza G., Romano, S., Tossani, F., Valpreda, E. (2020). *Le comunità energetiche in Italia. Una guida per orientare i cittadini nel nuovo mercato dell’energia*.
- Cavalli, L., Lizzi, G., & Vergalli, S. (2019). *Lotta alla povertà energetica*. Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM).
- Circular Economy Network (2020). *Rapporto sull’economia circolare in Italia. Con Focus sulla bioeconomia*.
- Comitato Termotecnico Italiano (2007). *Cogenerazione: Impianti di piccola cogenerazione alimentati a combustibili liquidi e gassosi - Misurazioni ex-ante delle prestazioni energetiche*.
- Commission of the European Communities (2007). *A European Strategic Energy Technology Plan (Set-Plan) “Towards a low carbon future”*. COM(2007) 723 final, Brussels.
- Commission of the European Communities (2009). *Investing in the Development of Low Carbon Technologies (SET-Plan)*. COM(2009) 519 final, Brussels.
- Comune di Marsala (2014) *Piano d’Azione per l’Energia e Sostenibile*.
- Comune di Trapani (2019) *Piano d’Azione per l’Energia e Sostenibile*.
- Connolly, D. (2015). *Finding and Inputting Data into EnergyPLAN (The FIDE Guide)*.

- Directorate-General for Energy (2015). *Vulnerable Consumer Working Group - Working Paper on Energy Poverty*.
- Direttore Generale delle Finanze, & Ragioniere Generale dello Stato (2017). *Decreto Ministeriale 22 dicembre 2017*.
- Energy Efficiency Financial Institution Group (2014). *Energy Efficiency – the first fuel for the EU Economy. How to drive new finance for energy efficiency investments*.
- EU Smart Cities Information System (2020). *Upscaling urban residential retrofit for the EU's low carbon future: Challenges and opportunities*.
- European Commission (2011). *Energy Roadmap 2050*. COM(2011) 885 final, Brussels.
- European Commission (2012). *Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership*. COM(2012) 4701 final, Brussels.
- European Commission (2013). *Attuazione della direttiva sull'efficienza energetica - orientamenti della Commissione*. COM(2013) 762 final, Brussels.
- European Commission (2013). *Guidance for National Energy Efficiency Action Plans*. SWD(2013) 180 final, Brussels.
- European Commission (2013). *Sostegno finanziario all'efficienza energetica negli edifici*. COM(2013) 225 final, Brussels.
- European Commission (2014). *A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030*. COM(2014) 330 final, Brussels.
- European Commission (2014). *European Energy Security Strategy*. COM(2014) 015 final, Brussels
- European Commission (2014). *Commission Regulation (EU) No 651/2014*.
- European Commission (2015). *Energy Union Package. A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy*. COM(2015) 80 final, Brussels.
- European Commission (2015). *Vulnerable Consumer Working Group Working Paper on Energy Poverty*.
- European Commission (2016). *Clean Energy for All Europeans*. COM(2016) 860 final, Brussels.
- European Commission (2018). *A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. COM(2018) 773 final, Brussels.
- European Commission (2019). *The European Green Deal*. COM(2019) 640 final, Brussels.
- European Commission (2020). *Recommendation 2020/1563/UE*.
- European Commission (2020). *Sustainable Europe Investment Plan. European Green Deal Investment Plan*. COM/2020/21.
- European Commission (2020). *A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives*. COM/2020/662 final, Brussels.
- European Commission (2022). *EU external energy engagement in a changing world*. COM/2022/23 final, Brussels.
- European Commission (2022). *EU "Save Energy"*. COM/2022/240 final, Brussels.
- European Parliament (2012). *The treaty on the functioning of the European Union*.
- European Parliament (2002). *Decision 2002/91/CE*.
- European Parliament (2009). *Directive 2009/28/EU*.
- European Parliament (2009). *Directive 2009/29/EU*.
- European Parliament (2010). *Directive 2010/31/EU*.
- European Parliament (2012). *Directive 2012/27/EU*.
- European Parliament (2018). *Directive 2018/844/EU*.
- European Parliament (2018). *Directive 2018/1999/EU*.
- European Parliament (2018). *Directive 2018/2001/EU*.
- European Parliament (2018). *Directive 2018/2002/EU*.

- European Parliament (2019). *Directive 2019/941/EU*.
- European Parliament (2019). *Directive 2019/942/EU*.
- European Parliament (2019). *Directive 2019/943/EU*.
- European Parliament (2019). *Directive 2019/944/EU*.
- European Parliament (2019). *Directive 2021/1119/EU*.
- European Parliament (2021). *Establishing the Just Transition Fund*. Regulation 2021/1056/EU.
- Faiella, I., Lavecchia, L. (a cura di, 2014). *Questioni di Economia e Finanza. La povertà energetica in Italia*.
- Faiella, I., Lavecchia, L., Miniaci, R., & Valbonesi, P. (a cura di, 2019). *Rapporto sullo stato della povertà energetica in Italia*.
- Faiella, I., Lavecchia, L., Miniaci, R., & Valbonesi, P. (a cura di, 2020). *La povertà energetica in Italia. Secondo rapporto dell'Osservatorio Italiano sulla povertà energetica (OIPE)*.
- Governo italiano (2021). *Italia Domani. Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*.
- Hernández Aja, A., Córdoba Hernández, R. Román López, M. E., Sánchez-Guevara Sánchez, C., Rodríguez Suárez, I., Álvarez del Valle, L., Carmona Mateos, F., Diana Errazti, A., Gayoso Heredia, M., & Torres Solar, F. J. (2018). *Fórmulas innovadoras de gestión y financiación en actuaciones de regeneración de barrios*.
- Hills, J. (2011). *Fuel Poverty: The problem and its measurement*.
- Hills, J. (2012). *Getting the measure of fuel poverty: final report of the Fuel Poverty Review*. Centre for Analysis of Social Exclusion, London School of Economics and Political Science, London, UK.
- Jefatura del Estado (1991). *Ley 19/1991*.
- Jefatura del Estado (2022). *Ley 10/2022*.
- Legambiente (2021). *Comunità rinnovabili. Sole, vento, acqua, terra, biomasse. Lo scenario della generazione distribuita nel territorio italiano*.
- Ministerio da Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). *Libro Verde de Sostenibilidad Urbana y Local en la era de la Información*.
- Ministerio de Fomento (2019). *Agenda Urbana Española 2019*.
- Ministerio de Fomento (2019). *Impacto económico de la rehabilitación energética de viviendas en España en el periodo 2021-2030*.
- Ministerio de la Presidencia (2004). *Real Decreto 6/2004*.
- Ministerio de la Presidencia (2007). *Real Decreto 47/2007*.
- Ministerio de la Presidencia (2010). *Real Decreto 6/2010*.
- Ministerio de la Presidencia (2013). *Real Decreto 235/2013*.
- Ministerio de la Presidencia (2015). *Real Decreto 900/2015*.
- Ministerio de la Presidencia (2018). *Real Decreto 15/2018*.
- Ministerio de la Presidencia (2019). *Real Decreto 244/2019*.
- Ministerio de la Presidencia (2020). *Real Decreto 737/2020*.
- Ministerio de la Presidencia (2021). *Real Decreto 477/2021*.
- Ministerio de la Presidencia (2022). *Real Decreto 377/2022*.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2020). *ERESEE 2020*.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). *Borrador Actualizado del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). *Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas*.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). *Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente*.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2017). *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile*.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, & Ministero dello Sviluppo Economico (2017). *Verso un modello di economia circolare per l'Italia - Documento di inquadramento e posizionamento strategico*.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, & Ministero delle Politiche agricole, Alimentari e Forestali (2021). *Strategia Italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra*.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, & RSE – Ricerca Sistema Energetico (2017). *Elementi per una roadmap della mobilità sostenibile*.

Ministero dello Sviluppo Economico (2020). *Decreto Ministeriale 16 settembre 2020*.

Ministero dello Sviluppo Economico, & Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2007). *Decreto Ministeriale 19 febbraio 2007*.

Ministero dello Sviluppo Economico, & Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2009). *Decreto Ministeriale 26 giugno 2009*.

Ministero dello Sviluppo Economico, & Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, (2017). *Strategia Energetica Nazionale*.

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, & Ministero delle Politiche agricole, Alimentari e Forestali (2012). *Decreto Ministeriale 28 dicembre 2012*.

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, & Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2012). *Notifica delle misure e dei metodi adottati dagli Stati membri per l'applicazione dell'articolo 7 della Direttiva 2012/27/UE*.

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, & Ministero delle Politiche agricole, Alimentari e Forestali (2016). *Decreto Ministeriale 16 febbraio 2016*.

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, & Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015). *Decreto Ministeriale 26 giugno 2015*.

Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, & Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2019). *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, Italia*.

OpenExp (2019). *European Energy Poverty Index (EEPI). Assessing member states' progress in alleviating the domestic and transport energy poverty nexus*.

Presidente della Repubblica (1976). *Legge 30 marzo 1976, n. 373*.

Presidente della Repubblica (1991). *Legge 9 gennaio 1991, n. 10*.

Presidente della Repubblica (1993). *Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412*.

Presidente della Repubblica (1993). *Decreto-Legge 19 maggio 2020, n. 34*.

Presidente della Repubblica (2004). *Legge 23 agosto 2004, n. 239*.

Presidente della Repubblica (2005). *Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192*.

Presidente della Repubblica (2006). *Legge 27 dicembre 2006, n. 296*.

Presidente della Repubblica (2009). *Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59*.

Presidente della Repubblica (2011). *Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28*.

Presidente della Repubblica (2013). *Decreto del Presidente della Repubblica 16 aprile 2013, n. 75*.

Presidente della Repubblica (2013). *Decreto-Legge 4 giugno 2013, n. 63*.

Presidente della Repubblica (2013). *Legge 3 agosto 2013, n. 90*.

Presidente della Repubblica (2019). *Decreto-Legge 30 dicembre 2019, n. 162*.

Presidente della Repubblica (2020). *Decreto-Legge 19 maggio 2020, n. 34*.

Presidente della Repubblica (2020). *Decreto Legislativo 10 giugno 2020, n. 48*.

Presidente della Repubblica (2020). *Decreto Legislativo 14 luglio 2020, n. 73*.

- Presidente della Repubblica (2021). *Decreto Legislativo 8 novembre 2021, n. 199*.
- Presidente della Repubblica (2023). *Decreto-Legge 16 febbraio 2023, n. 11*.
- Rademaekers, K., Yearwood, J., Ferreira, A., Pye, S., Hamilton, I., Agnolucci, P., Grover, D., Karasek, J., & Anisimova, N. (2014). *Selecting Indicators to Measure Energy Poverty*.
- Regione Siciliana (2022). *Promuovere la Sostenibilità energetico-ambientale nei comuni siciliani attraverso le Comunità di Energie Rinnovabili e Solidali*.
- Rugiero, S., Ferrucci, G., & Angelini P.P. (2018). *Gli anziani e la povertà energetica. Per una politica integrata di misure di contrasto alla povertà*, Fondazione Giuseppe di Vittorio, Roma.
- RSE - Ricerca Sistema Energetico, & Utilitas (2022). *Orange Book. Le comunità energetiche in Italia*.
- Saheb, Y., Shnapp, S., & Paci, D. (2019). *From nearly-zero energy buildings to net-zero energy districts - Lessons learned from existing EU projects*. Publications Office of the European Union.
- United Nations (1998). *Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change*.
- United Nations (2015). *Paris Agreement*.
- Urban@it (2021). *Sesto Rapporto sulle città. Le città protagoniste dello sviluppo sostenibile*. Il Mulino.
- WCED (1987). *Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development*.
- JRC Technical Reports (2019). *From nearly-zero energy buildings to net-zero energy districts*.

7.4. Sitografia

- Affordable Housing Institute. Disponibile su: <https://affordablehousinginstitute.org>
- Agenda Urbana Española. Disponibile su: <https://www.aue.gob.es>
- Allenergya. Disponibile su: <https://www.allenergya.com>
- Assist2gether. Disponibile su: <https://www.assist2gether.eu>
- Azienda Europea dell' Ambiente. Disponibile su: <https://www.eea.europa.eu/it>
- Build Up. The European Portal for Energy Efficiency in Building. Disponibile su: <https://www.buildup.eu>
- Celsius. Disponibile su: <https://www.celsiuscity.eu>
- Censimento architetture contemporanee. Disponibile su: <https://censimentoarchitetturecontemporanee.cultura.gov.it/scheda-opera?id=2731>
- CITYFiED. Disponibile su: <https://www.cityfied.eu>
- City-Zen. Disponibile su: <https://www.cityzen-smartcity.eu>
- CONCERTO. Disponibile su: <https://www.concertoplus.eu>
- Covenant of Mayors for Climate & Energy. Disponibile su: <https://www.covenantofmayors.eu/en>
- Cultural-E. Disponibile su: <https://www.cultural-e.eu>
- Ecobonus. Disponibile su: <https://www.eco-bonus.it>
- DecSpace. Disponibile su: www.app.decspacedev.sysresearch.org/#
- European Energy Efficiency Fund. Disponibile su: <https://www.eeef.eu>
- ENEA. Disponibile su: <https://www.enea.it/it>
- Enel. Disponibile su: <https://www.enel.it>
- Enel Green Power. Disponibile su: <https://www.enelgreenpower.com/it>
- Energy, Climate change, Environment. Disponibile su: <https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment>
- Energy Poverty Advisory Hub. Disponibile su: www.energy-poverty.ec.europa.eu
- Enpor. Disponibile su: <https://www.enpor.eu>
- Entsoe. Disponibile su: <https://www.entsoe.eu>

Eon-Energia. Disponibile su: <https://www.eon-energia.com>

Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada. Disponibile su: <https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos>

EU-GUGLE. Disponibile su: <https://www.eu-gugle.eu>

EUR-Lex. Disponibile su: <https://www.eur-lex.europa.eu>

Euro Cities. Disponibile su: <https://eurocities.eu>

Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. Disponibile su: <https://www.gazzettaufficiale.it>

Immobiliare.it. Disponibile su: <https://www.immobiliare.it>

Infobuildenergia. Disponibile su: <https://www.infobuildenergia.it>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Disponibile su: <https://www.idae.es>

ITACA. Disponibile su: <https://www.itaca.org>

Making City. Disponibile su: <http://makingcity.eu/the-project>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Disponibile su: <https://www.miteco.gob.es>

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Disponibile su: <https://www.mitma.gob.es>

Ministero dello Sviluppo Economico (MISE). Disponibile su: <https://www.mise.gov.it>

My Smart City District. Disponibile su: <https://www.mysmartcitydistrict.eu>

Osservatorio del Mercato Immobiliare. Disponibile su: <https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/schede/fabbricatiterreni/omi/banche-dati/quotazioni-immobiliari>

Patto dei Sindaci. Disponibile su: <https://www.pattodeisindaci.eu>

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Disponibile su: <https://planderecuperacion.gob.es>

Portale4e. Disponibile su: <http://www.portale4e.it/index.aspx>

R2CITIES. Disponibile su: <https://www.r2cities.eu>

READY. Disponibile su: <https://www.smartcity-ready.eu>

Re-hab. Crisis Urbana, Rehabilitación y Regeneración. Disponibile su: <http://vps181.cesvima.upm.es/rehab>

Sinfonia. Disponibile su: <https://www.sinfonia-smartcities.eu>

Smart Cities Marketplace. Disponibile su : <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu>

Smart picker pro. Disponibile su: <https://www.smart-picker.com>

Sustainable Development Goals. Disponibile su: <https://www.un.org/sustainabledevelopment>

URBACT – Driving change for better cities. Disponibile su: <https://urbact.eu>

ZenN. Disponibile su: <https://www.zenn-fp7.eu>

ABBREVIAZIONI

| | |
|-------|----------------------|
| art. | articolo |
| c. | comma |
| cfr. | confronta |
| D.L. | Decreto-legge |
| D.lgs | Decreto legislativo |
| D.M. | Decreto Ministeriale |
| ecc. | eccetera |
| Ed. | edizione |
| es. | esempio |
| Fig. | Figura |
| ingl. | inglese |
| L. | Legge |
| n. | numero |
| n.d. | non disponibile |
| p. | pagina |
| pp. | pagine (intervallo) |
| Tab. | Tabella |
| vol. | volume |

ACRONIMI

| | |
|----------|---|
| ACB | Analisi Costi Benefici |
| ACE | Attestato di Certificazione Energetica |
| ACER | Agency for the Cooperation of Energy Regulators |
| ACR | Analisi Costi Ricavi |
| AFCP | After Fuel Cost Poverty |
| AHP | Analytic Hierarchy Process |
| ANEE | Agenzia Nazionale Efficienza Energetica |
| ANP | Analytic Network Process |
| APE | Attestato di Prestazione Energetica |
| ARERA | Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente |
| ASVIS | Allenza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile |
| AUE | Agenda Urbana Spagnola |
| BEI | Banca Europea degli Investimenti |
| BEMS | Building Energy Management System |
| BPIE | Buildings Performance Institute Europe |
| BIPV | Building Integrated Photovoltaics |
| BT | Bassa Tensione |
| CCG | City Coordinators Group |
| CCS | Carbon Capture and Storage |
| CE | Commissione Europea |
| CEB | Council of Europe Development Bank |
| CEC | Citizens Energy Community |
| CHP | Cogeneration Heat and Power |
| CENER | Centro Nacional de Energías Renovables |
| CITYFiED | Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities |
| CT | Conto Termico |
| CTE | Código Técnico de la Edificación |
| CTI | Comitato Termotecnico Italiano |
| DEA | Data Envelopment Analysis |
| DEEP | De-risking Energy Efficiency Platform |
| DEMS | District Energy Management System |

| | |
|----------|---|
| DM | Decision Maker |
| DMU | Decision-Making Unit |
| EED | Energy Efficiency Directive |
| EEMS | Estrategia Española de Movilidad Sostenible |
| EEPI | European Energy Poverty Index |
| EESUL | Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local |
| EGDIP | European Green Deal Investment Plan |
| EIP-SCC | Smart Cities and Communities - European Innovation Partnership |
| ELECTRE | ELimination Et Choix Traduisant la REalite |
| ELENA | European Local ENergy Assistance |
| ELoGE | European Label of Governance' Excellence |
| ENEA | Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile |
| EPBD | Energy Performance of Buildings Directive |
| EPC | Contratti di Prestazione Energetica |
| EPOV | EU Energy Poverty Observatory |
| ERESEE | Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación |
| ERRP | Entorno Residencial de Rehabilitación Programada |
| ETICS | Exterior Thermal Insulation Composite System |
| ESCo | Energy Service Company |
| EU | European Union (nei testi in inglese) |
| EU-GUGLE | European cities serving as Green Urban Gate towards Leadership in sustainable Energy |
| EU-SILC | European Union Survey on Income and Living Conditions |
| EUCF | European City Facility |
| FC | Fondo di Coesione |
| FEAMP | Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca |
| FEASR | Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale |
| FEI | Fondo Europeo degli investimenti |
| FEIS | Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici |
| FEN | Fabbisogno Energetico Normalizzato |
| FESR | Fondo Europeo di Sviluppo Regionale |
| FIRE | Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia |
| FMI | Fondo Monetario Internazionale |
| FNEE | Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica |
| FSE | Fondo Sociale Europeo |
| FTT | Finanziamento Tramite Terzi |
| GBER | Regolamento Generale di Esenzione per Categoria |
| GME | Gestore dei Mercati Energetici |
| GSE | Gestore dei Servizi Energetici |
| H2020 | Horizon 2020 |
| HEMS | Home Energy Management System |
| HEP | Hidden Energy Poverty |
| IACP | Istituto Autonomo Case Popolari |
| ICT | Information Communication Technology |
| IDAE | Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía |
| IEE | Intelligent Energy Europe |
| IEM | Internal Markets Electricity |
| IRPEF | Imposta sul reddito delle persone fisiche |
| ISEE | Indicatore di Situazione Economica Equivalente |
| IVA | Imposta sul Valore Aggiunto |
| JESSICA | Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas |
| JTF | Just Transition Fund |
| JTM | Just Transition Mechanism |
| LCA | Life Cycle Assessment |
| LIHC | Low-Income High-Cost |
| MACBETH | Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique |
| MAUT | Multi-Attribute Utility Theory |
| MCDA | Multi-Criteria Decision Analysis |
| MITMA | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana |

| | |
|-------------|---|
| MHLV | Monthly Hourly Load Values |
| MSCD | My Smart City District |
| MT | Media Tensione |
| NZEB | Net Zero Energy Buildings |
| NZED | Net Zero Energy District |
| OIPE | Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica |
| ONG | Organizzazione Non Governativa |
| ONU | Organizzazione delle Nazioni Unite |
| PA | Pubblica Amministrazione |
| PAES | Piano d'Azion e per l'Energia Sostenibile |
| PAESC | Piano d'Azion e per l'Energia Sostenibile e il Clima |
| PANER | Plan de Acción Nacional de Energías Renovables |
| PAREER | Programa de Ayudas Para la Rehabilitación Energética de Edificios Existentes |
| PBP | Pay Back Period |
| PEEP | Programmi di edilizia economica e popolare |
| PIL | Prodotto Interno Lordo |
| PIMA | Plan de Impulso al Medio Ambiente |
| PNACC | Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 |
| PNAEE | Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética |
| PNIEC (ita) | Piano Nazionale per l'Energia e il Clima |
| PNIEC (esp) | Plan Nacional Integrado de Energía y Clima |
| PNRR | Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza |
| PPP | Partenariato Pubblico Privato |
| PREE | Programa Rehabilitación Energética de Edificios |
| PROMETHEE | Preference Ranking Organization METHod for Enriched Evaluation |
| PRTR | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia |
| R2CITIES | Residential Renovation Towards Nearly Zero Energy Cities |
| READY | Resource Efficient cities implementing ADvanced smart citY solutions |
| REC | Renewable Energy Community |
| RED | Renewable Energy Directive |
| RITE | Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios |
| RNL | Reddito Nazionale Lordo |
| SC | Societal Challenge |
| SCIS | Smart Cities Information System |
| SEIP | Sustainable Europe Investment Plan |
| SDGs | Sustainable Development Goals |
| SEN | Strategia Energetica Nazionale |
| SFSB | Smart Finance for Smart Buildings |
| SNSvS | Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile |
| STEEP | Social Technological Economic Environmental Political |
| STEEPLE | Social Technological Economic Environmental Political Legal Ethical |
| STREPIN | Strategia Italiana per la Riqualificazione Energetica del Parco Immobiliare Nazionale |
| SWOT | Strengths Weaknesses Opportunities Threats |
| TEE | Titoli di Efficienza Energetica |
| TEP | Tonnellata Equivalente di Petrolio |
| TFUE | Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea |
| TIAD | Testo Integrato dell'Autoconsumo Diffuso |
| TOPSIS | Technique of Order Preference Similarity to the Ideal Solution |
| TRI | Tasso di Rendimento Interno |
| TSI | Technical Support Instrument |
| UE | Unione Europea |
| UHI | Urban Heat Island |
| USOS-GRID | Urban Service-Oriented Sensible Grid |
| VAN | Valore Attuale Netto |
| VET | Valore Economico Totale |
| WP | Work Packages |
| ZenN | Nearly Zero Energy Neighborhoods |

