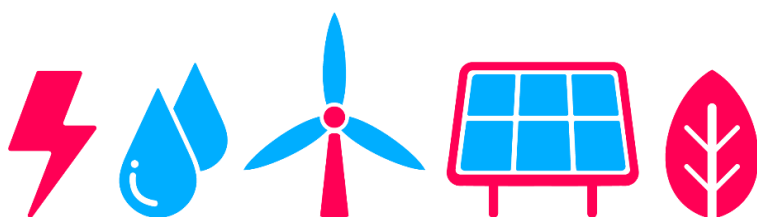


PLAN4COLD

**SOSTEGNO AI COMUNI DELL'EUROPA MERIDIONALE NELLA
DEFINIZIONE DI PIANI LOCALI SOSTENIBILI PER RISCALDAMENTO E
RAFFRESCAMENTO**



Deliverable 2.3 – versione ridotta

Data: 04/03/2026

Grant agreement No: 101167534 — LIFE23-CET-Plan4COLD

Data di inizio del progetto: 1° ottobre 2024

Durata: 36 mesi



Co-funded by
the European Union

Le opinioni espresse appartengono all'autore o agli autori e non riflettono necessariamente quelle dell'Unione Europea o della CINEA. Né l'Unione Europea né l'autorità che concede l'aiuto possono esserne ritenuti responsabili.

DELIVERABLE FACTSHEET

Nome del progetto	Plan4COLD - Sostegno ai comuni dell'europa meridionale nella definizione di Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento
Sito web del progetto	
Coordinatore	ADENE
Titolo del documento	Definizione di SLHCP – Manuale pratico
Deliverable n°	D2.3
Partner responsabile	AMBIT
Collaboratori	Adene, ENA, R2M, AREAM
Work Package	WP2
Task	T2.3
Data di presentazione	13.02.2026
Tipo di deliverable	Manuale

Livello di diffusione	
x	PU – Pubblico
	SEN - Sensibile

Cronologia dei documenti			
Versione	Data	Descrizione	Autore/i
01	27.10.2025	Progetto	Chiara Lazzari (AMBIT)
02	19.12.2025	Seconda bozza	Chiara Lazzari, Riccardo Battisti (AMBIT), Joana Fernandes, Rita Pestana (ADENE) Isabel Rodrigues (ENA), Davide Quaggiotto (R2M) Fabio Pereira (AREAM)
03	04/03/2026	Terza bozza	Chiara Lazzari (AMBIT), Joana

			Fernandes, Rita Pestana (ADENE)
04	17/03/2026	Documento finale	Joana Fernandes (ADENE)

Abbreviazioni e acronimi

ACS: Acqua calda sanitaria

DHC : teleriscaldamento e teleraffrescamento (in inglese, District Heating and Cooling)

EE: Efficienza energetica (in inglese, Energy Efficiency)

EED: Direttiva sull'efficienza energetica (in inglese, Energy Efficiency Directive)

EPBD: Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (in inglese, Energy performance of Buildings Directive)

ETS: Sistema per lo scambio di quote di emissioni nell'Unione europea (in inglese, Emissions Trading System)

FER: Fonti energetiche rinnovabili

GHG: Gas a effetto serra

H&C: Riscaldamento e Raffrescamento (in inglese, Heating&Cooling)

ICP: Indicatore chiave di prestazione

NbS: Soluzioni basate sulla natura (in inglese. Nature-based Solutions)

PAES: Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile

PAESC: Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima

PNIEC: Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima

RED: Direttiva sulle energie rinnovabili (in inglese, Renewable Energy Directive)

RH&C: Riscaldamento e Raffrescamento Rinnovabili (in inglese Renewable heating and Cooling)

SLHCP: Piano locale sostenibile per riscaldamento e raffrescamento (in inglese, Sustainable Local Heating and Cooling Plan)

SuDS: Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (in inglese, Sustainable Urban Drainage Systems)

EXECUTIVE SUMMARY

In questo documento viene proposta una metodologia per lo sviluppo di Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento (Sustainable Local Heating and Cooling Plan - **SLHCP**), elaborata partendo dall'analisi di contesto iniziale effettuata nei Comuni pilota del progetto europeo Plan4COLD, cofinanziato dalla Commissione europea nell'ambito del bando LIFE-CET-LOCAL 2023.

La metodologia fornisce indicazioni operative e procedurali su come impostare, programmare, attuare e monitorare una strategia energetica locale per il riscaldamento e il raffrescamento.

La struttura e i contenuti sono coerenti con l'articolo 25 della Direttiva sull'efficienza energetica (EED) che ne prevede l'obbligo di predisposizione almeno per i comuni con più di 45.000 abitanti, ma opportunamente adattati alle peculiarità territoriali rilevate durante le attività precedenti, al fine di agevolare il compito delle autorità locali coinvolte.

Più in dettaglio, la metodologia descrive tutte le principali fasi da affrontare, specificando le principali fonti di dati e informazioni necessarie e proponendo i possibili e più adeguati approcci metodologici e procedurali per la loro implementazione, in base alle diverse possibili situazioni di partenza.

Nell'**INTRODUZIONE** delle linee guida viene evidenziato il ruolo del riscaldamento e del raffrescamento come fattore chiave della transizione energetica, e fornito anche un quadro sintetico dell'attuale normativa di riferimento a livello europeo, analizzata poi in maniera approfondita nell'**ALLEGATO 1**.

La **PARTE 1** presenta brevemente il concetto di SLHCP, descrivendone le finalità, la portata, l'orizzonte temporale e la struttura ed evidenziandone le fasi chiave:

1. l'analisi iniziale del sistema energetico locale e del settore del riscaldamento e del raffrescamento ("Dove ci troviamo ora");
2. la strategia di intervento del SLHCP e la tabella di marcia per la sua concreta implementazione ("Dove vogliamo andare e come ci arriviamo");
3. il monitoraggio del SLHCP ("Come stiamo andando").

Questa prima parte si chiude con una sezione contenente suggerimenti e consigli pratici che i Comuni dovrebbero tenere in considerazione prima di avviare la preparazione del SLHCP:

- garantire l'impegno politico e creare una struttura di governance del piano;
- coinvolgere i cittadini e i principali portatori di interesse nel processo di sviluppo del Piano
- approfondire la conoscenza delle politiche e strategie di riferimento;
- imparare dalle buone pratiche esistenti e seguire un approccio integrato, in accordo al principio *"l'efficienza energetica al primo posto"*.

La **PARTE 2** si focalizza sull'analisi iniziale del sistema energetico locale e del settore del riscaldamento e del raffrescamento, che prevede la ricostruzione del bilancio energetico (sia sul lato della domanda che su quello dell'offerta) e dell'inventario delle emissioni, oltre che la verifica e valutazione dei fattori esogeni che possono influenzare il sistema quali, i rischi e le vulnerabilità climatiche e la povertà energetica. Un approfondimento specifico riguarda i dati e le informazioni

necessari all'analisi del sistema energetico locale e le modalità di reperimento e raccolta in base alle diverse possibili fonti.

La **PARTE 3** riguarda la definizione della strategia di intervento del SLHCP, basata su tre passaggi chiave - lo scenario business-as-usual, gli scenari di intervento e lo scenario obiettivo - e la preparazione della la tabella di marcia (cosiddetta Roadmap) per la sua concreta attuazione.

Questa sezione delle linee guida presenta, inoltre, una panoramica generale delle possibili azioni e dei possibili interventi, sia sul lato della domanda che offerta di riscaldamento e raffrescamento, con l'obiettivo di guidare i Comuni verso le aree e settori di applicazione prioritari, collegandosi anche al tema della pianificazione e rigenerazione urbana. Approfondisce, infine, le possibili misure che un Comune può e deve promuovere e attivare per lo sviluppo di azioni e interventi sul territorio e l'attuazione concreta della strategia, concentrandosi su strumenti di gestione, controllo e regolamentazione, incentivi e meccanismi finanziari, informazione e formazione. Una presentazione dettagliata delle azioni, degli interventi e delle misure per i diversi settori è fornita negli **ALLEGATI 2 e 3**.

La parte 3 si conclude con il monitoraggio del Piano, fornendo indicazioni su come impostare un sistema di monitoraggio adeguato alla verifica del grado di implementazione e successo della strategia in esso contenuta, suggerendo fasi e tempistiche, nonché gli indicatori chiave di prestazione necessari per una valutazione appropriata dei risultati raggiunti. In questa sezione si chiede ai Comuni di riflettere in primo luogo su dove è arrivato finora il Piano, analizzando quindi quali azioni sono state attuate e come e quali azioni sono ancora in corso e in che modo. Successivamente, i Comuni dovrebbero anche valutare ciò che è già stato raggiunto, quali sono gli effetti di ciascuna azione attuata e in corso e quanto sono lontani dal raggiungere gli obiettivi inizialmente fissati. In definitiva, è necessaria anche un'analisi critica di cosa è andato storto e perché.

La **PARTE 4** si concentra su approcci, metodi e strumenti per preparare il Piano, dalla valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento, all'elaborazione di scenari di intervento, analizzando diversi settori di intervento (residenziale, terziario, manifatturiero ed edifici pubblici) con particolare attenzione anche all'approvvigionamento energetico locale per soddisfare i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento.

Vengono quindi presentati e descritti alcuni strumenti di simulazione e software, evidenziandone le caratteristiche principali, come lo sviluppatore, il tipo di risorsa, la relativa fase di sviluppo del Piano, la disponibilità, l'input richiesto, l'output, i principali vantaggi e svantaggi e includendo la valutazione delle prestazioni e dei punti di forza correlati. Questi strumenti possono aiutare i Comuni a sviluppare alcune delle fasi di preparazione del Piano.

Nell'**ALLEGATO 4** viene presentata una proposta di indice e struttura del documento contenente il SLHCP in accordo alla metodologia Plan4COLD.

Infine, nell'**ALLEGATO 5**, le linee guida forniscono anche indicazioni su dove reperire informazioni aggiuntive e trarre ispirazione da esempi di Piani già realizzati, buone pratiche ed iniziative o progetti di successo, materiali, pubblicazioni, relazioni, manuali, portali tematici online e piattaforme.

INDICE

INTRODUZIONE

1. Riscaldamento & Raffrescamento: fattori chiave della transizione energetica 9

PARTE 1 - IL SLHCP IN SINTESI

1. Il Piano Locale Sostenibile per Riscaldamento e Raffrescamento 11
2. Come preparare un SLHCP – Approccio a 5 fasi 13
 - 2.1 Preparare il terreno - Suggerimenti e aspetti chiave prima di iniziare 14
 - 2.2 La valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento - A che punto siamo ora 17
 - 2.3 La strategia per la redazione del SLHCP - Dove vogliamo andare e come ci arriviamo 17
 - 2.4 Tabella di marcia e attuazione del SLHCP 18
 - 2.5 Il monitoraggio del SLHCP - Come stiamo andando 18

PARTE 2 - IL SISTEMA LOCALE DEL RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO - A che punto siamo

1. Come affrontare la valutazione del sistema locale 20
 - 1.1 Il bilancio energetico - Lato domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento 20
 - 1.2 Il bilancio energetico – L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento ... 24
 - 1.3 L'inventario base delle emissioni per riscaldamento e raffrescamento 25
 - 1.4 Tendenze meteo-climatiche, rischi e vulnerabilità 25
 - 1.5 Un ulteriore approfondimento – Povertà energetica per riscaldamento e raffrescamento 26
 - 1.6 Un ulteriore approfondimento – Mappatura della domanda e dell'offerta locali di riscaldamento e raffrescamento 27
2. Dati e informazioni per l'analisi del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento ... 28
 - 2.1 Dati provenienti dal comune: edifici, attrezzature e strutture pubbliche 29
 - 2.2 Dati provenienti da fonti nazionali e regionali 30
 - 2.3 Dati provenienti dagli operatori del mercato dell'energia 30
 - 2.4 Dati provenienti da fonti e portatori di interesse locali 31

PARTE 3 - LA STRATEGIA DEL SLHCP - Dove vogliamo andare e come ci arriviamo

1. Come affrontare lo sviluppo e il lancio del SLHCP	33
1.1 Lo scenario tendenziale - Dove sta andando il sistema del riscaldamento e raffrescamento locale	33
1.2 Gli scenari di intervento - Dove può andare il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento.....	35
1.3 Lo scenario obiettivo – Dove deve arrivare il sistema del riscaldamento e raffrescamento locale e come.....	37
1.4 La Roadmap – La tabella di marcia per il lancio e l’implementazione del SLHCP....	41
2. Azioni e interventi.....	43
2.1 Rigenerazione urbana	43
2.2 Settore Edilizio - Residenziale e Terziario.....	44
2.3 Settore produttivo - Industria e agricoltura	46
2.4 L’offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento Fonti rinnovabili, soluzioni tecnologiche e sistemi integrati.....	47
3. Misure di sostegno per l’attuazione del SLHCP	52
3.1 Misure di gestione, controllo e regolamentazione.....	52
3.2 Misure finanziarie e di incentivazione	52
3.3 Misure di promozione, facilitazione e marketing sociale	53
4. Monitoraggio del SLHCP - Come stiamo andando.....	55
4.1 Obiettivi, fasi e tempistiche del monitoraggio del SLHCP.....	55

PARTE 4 – METODOLOGIE, PROCEDURE E STRUMENTI DI SIMULAZIONE

4.2 Gli indicatori di monitoraggio	57
1. Metodi e procedure per la ricostruzione del bilancio energetico e l’elaborazione di scenari di intervento	64
1.1 Il settore residenziale.....	64
1.2 Il settore terziario.....	65
1.3 Settore produttivo - Industria e agricoltura	66
1.4 Il parco edilizio pubblico	67
1.5 L’ offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento.....	68
2. Strumenti e software di simulazione	75

INTRODUZIONE

1. Riscaldamento & Raffrescamento: fattori chiave della transizione energetica

In Europa, il riscaldamento e il raffrescamento sono responsabili di oltre il 50% del consumo energetico e delle emissioni di gas a effetto serra. Sebbene la decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento sia in corso, i progressi per ora sono lenti e circa il 75% del consumo energetico del settore dipende ancora dai combustibili fossili, principalmente il gas naturale, mentre la quota di energie rinnovabili sta crescendo molto lentamente e la maggior parte proviene da biomassa solida utilizzata in tutti i settori con diversi sistemi e livelli di efficienza.

Il riscaldamento e il raffrescamento hanno effetti tangibili sui cittadini; rappresentano più del 60% dell'energia utilizzata dalle famiglie incidendo sia sul comfort delle persone che sulla loro salute. I costi per riscaldamento e raffrescamento incidono direttamente anche sulla competitività: il calore di processo rappresenta il 60% di tutta l'energia utilizzata dall'industria nell'UE e il costo dei combustibili fossili per il riscaldamento è in aumento.

Con l'innalzarsi delle temperature sul territorio dell'Unione Europea (il doppio della media mondiale) e le frequenti ondate di calore, il raffrescamento sta diventando un importante problema di sicurezza energetica per i cittadini e il sistema energetico nel suo complesso: la creazione di infrastrutture di raffrescamento anche nelle città sarà essenziale per la salute e per limitare l'impatto economico delle ondate di calore.

La decarbonizzazione del settore del riscaldamento e del raffrescamento è pertanto essenziale nella transizione energetica per raggiungere gli ambiziosi obiettivi europei per il 2050 (neutralità delle emissioni di carbonio) e vi è un enorme potenziale di intervento per aumentarne l'efficienza energetica e la sostenibilità, sia attraverso misure volte a ridurre il consumo finale che attraverso la diffusione di impianti a fonti rinnovabili.

La **strategia dell'UE per la decarbonizzazione** prevede cambiamenti sostanziali nella produzione, distribuzione e consumo di H&C, concentrandosi sull'integrazione di un'elevata quota di FER e calore di scarto nei sistemi di teleriscaldamento e raffrescamento e sulla ristrutturazione del parco immobiliare, il principale consumatore di energia in Europa, responsabile di circa il 40% del consumo totale di energia.

Questa strategia è guidata, tra l'altro, da:

- **Direttiva** riveduta **sull'efficienza energetica II** (EED II, direttiva (UE) [2023/1791](#) - [direttiva \(UE\) 2023/1791 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 settembre 2023, sull'efficienza energetica e che modifica il regolamento \(UE\) 2023/955 \(rifusione\)](#))
- **Direttiva sulle energie rinnovabili III** (RED III, direttiva 2023/2413 - [direttiva sulle energie rinnovabili](#) <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>)

- **Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici IV** (EPBD IV, entrata in vigore il 28 maggio 2024 -[direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia](#))

La legislazione dell'UE può fornire soluzioni a molte delle sfide della decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento. Tuttavia, data la complessità delle questioni, un'attuazione efficace e tempestiva richiederà un notevole sostegno a livello nazionale per massimizzare il potenziale di tali misure. Gli Stati membri devono istituire ampi e solidi quadri normativi e ampi sistemi di sostegno, che garantiscano alle amministrazioni locali le conoscenze, le risorse e le capacità necessarie per preparare e attuare efficacemente i propri piani.

L'attuale stato di avanzamento dei piani locali di riscaldamento e raffrescamento per ciascun Paese dell'UE è illustrato nell'[Energy Cities Tracker](#),¹ che viene regolarmente aggiornato per seguire i progressi compiuti dagli Stati membri nel recepimento dell'obbligo nel loro contesto nazionale nei prossimi due anni.

¹ [https://energy-cities.eu/piano di riscaldamento e raffrescamento locale/](https://energy-cities.eu/piano-di-riscaldamento-e-raffrescamento-locale/)



PARTE 1 - IL SLHCP IN SINTESI

1. Il Piano Locale Sostenibile per Riscaldamento e Raffrescamento

L'articolo 25, paragrafo 6, della Direttiva sull'efficienza energetica (EED) impone, almeno ai Comuni degli Stati membri dell'UE con oltre 45.000 abitanti, di dotarsi di Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento.

Questi piani mirano a decarbonizzare il settore del riscaldamento e del raffrescamento, migliorare l'efficienza energetica, ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e migliorare il benessere dei cittadini e le economie locali, allineando le azioni locali agli obiettivi nazionali.

L'articolo 25, paragrafo 6, stabilisce i requisiti minimi che devono essere inclusi nei piani locali di riscaldamento e raffrescamento:

- partire dalla valutazione dell'attuale domanda locale di riscaldamento e raffrescamento e del relativo consumo energetico, individuando le infrastrutture e i sistemi di approvvigionamento esistenti, compresi il teleriscaldamento, le tecnologie e le energie rinnovabili utilizzate, e valutando le relative emissioni di gas a effetto serra;
- fornire una stima e una mappatura del potenziale di aumento dell'efficienza energetica, anche attraverso la predisposizione al teleriscaldamento a bassa temperatura, la cogenerazione ad alto rendimento, il recupero del calore di scarto e fonti rinnovabili locali per il riscaldamento e il raffrescamento;
- essere conformi al principio "l'efficienza energetica al primo posto" e includere una strategia per l'utilizzo dei potenziali individuati;
- includere un'analisi degli apparecchi e dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento nel parco immobiliare locale, tenendo conto del potenziale specifico dell'area per le misure di efficienza energetica e partendo dagli edifici con le prestazioni peggiori e dalle esigenze delle famiglie vulnerabili;
- essere preparati per il coinvolgimento di tutti i portatori di interesse regionali o locali, compresi gli operatori delle infrastrutture energetiche locali, e garantire la partecipazione dei cittadini;
- tenere conto delle esigenze delle comunità locali e delle diverse unità amministrative locali o regionali;
- valutare il ruolo delle comunità energetiche e di altre iniziative guidate dai consumatori che possono contribuire attivamente all'attuazione di progetti locali di riscaldamento e raffrescamento;
- valutare come finanziare l'attuazione di politiche e misure e individuare meccanismi finanziari che consentano ai consumatori di passare al riscaldamento e al raffrescamento da fonti rinnovabili;

- includere una tabella di marcia per conseguire gli obiettivi dei piani in linea con la neutralità climatica e il monitoraggio dei progressi nell'attuazione delle politiche e delle misure individuate.

In linea con i requisiti dell'articolo 25, paragrafo 6, un Piano locale sostenibile di riscaldamento e raffrescamento (SLHCP) può essere definito come un piano integrato, strategico e operativo che delinea impegni e azioni per affrontare gli obiettivi di decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento e la transizione verso l'energia sostenibile su un territorio.

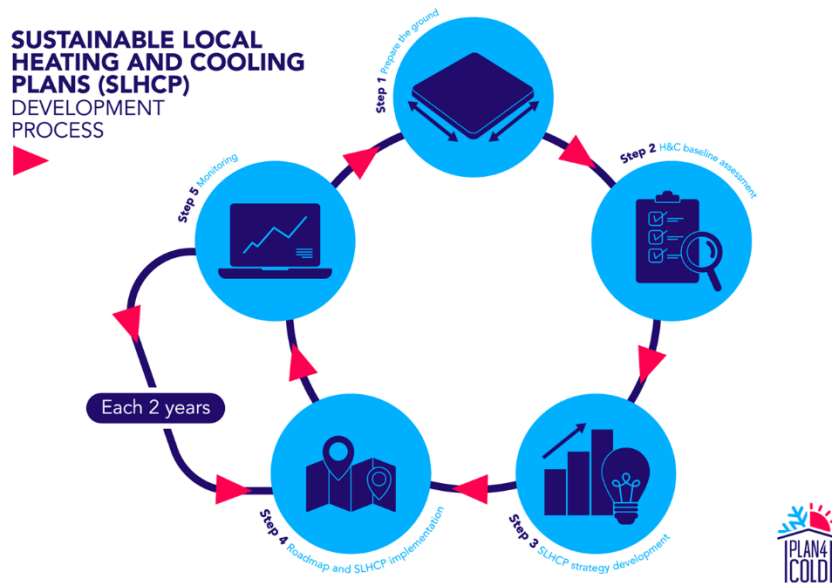
Il SLHCP deve essere sviluppato dal Comune, stabilendo e condividendo con i cittadini e i portatori di interesse locali:

- una visione strategica e obiettivi da raggiungere,
- una serie di azioni e misure di sostegno in diversi settori per raggiungere gli obiettivi,
- una programma per l'attuazione di azioni e misure, in linea con gli obiettivi nazionali e internazionali o eventualmente migliorativo.

Anche se l'articolo 25, paragrafo 6, non definisce un orizzonte temporale per i SLHCP, il **2040** può essere considerato l'anno-obiettivo di riferimento, in conformità con le tempistiche della strategia dell'UE per il percorso di decarbonizzazione.

2. Come preparare un SLHCP – Approccio a 5 fasi

L'elaborazione del SLHCP può essere suddivisa nelle seguenti cinque fasi principali.



2.1 Preparare il terreno - Suggerimenti e aspetti chiave prima di iniziare

● **Garantire impegno politico**

Assicurare il sostegno a tutti i livelli politici e definire fin dall'inizio una chiara struttura di governance all'interno dell'amministrazione.

Per garantire la preparazione di un SLHCP solido ed efficace è fondamentale che gli amministratori e gli organi decisionali del Comune siano pienamente coinvolti nel processo, forniscano orientamenti e sostegno e diano un mandato chiaro ai rispettivi uffici tecnici.

La progettazione e l'implementazione di un SLHCP è un processo complesso e dispendioso in termini di tempo che richiede una pianificazione accurata e una gestione continua. Richiede la collaborazione e il coordinamento tra i vari dipartimenti dell'amministrazione comunale. È quindi essenziale che questi dipartimenti considerino il SLHCP come parte integrante delle proprie attività quotidiane, in linea con i progetti e i programmi in corso o pianificati, piuttosto che come un compito aggiuntivo o imposto.

Un Piano di successo si basa su un approccio intersettoriale e olistico, supportato da una chiara struttura organizzativa con responsabilità assegnate. La mancanza di coordinamento tra i vari livelli politici e i dipartimenti comunali potrebbe costituire un grave ostacolo. È pertanto opportuno garantire le condizioni per promuovere la collaborazione interdipartimentale.

● **Coinvolgere sin dall'inizio e con regolarità**

Raggiungere, coinvolgere e stimolare la partecipazione della comunità locale e dei portatori di interesse nella preparazione del Piano sin dall'inizio per garantire l'impegno degli attori chiave e la trasparenza del processo, nonché la credibilità del Piano e l'accettazione delle azioni previste.

Il coinvolgimento degli stakeholder è il punto di partenza per stimolare i cambiamenti comportamentali necessari per integrare le azioni tecniche contenute nel Piano. Questa è la chiave per la sua attuazione coordinata.

È probabile che i cittadini e i portatori di interesse siano influenzati dalle soluzioni elaborate, ma possono anche contribuire al raggiungimento degli obiettivi. Prima di elaborare un piano dettagliato, è necessario conoscere il parere dei cittadini e delle parti interessate.

Pertanto, i cittadini e i portatori di interesse dovrebbero essere coinvolti in tutte le fasi chiave del processo di elaborazione del Piano. Plan4COLD suggerisce la creazione di Local Communities of Practice (LCoP) come metodologia vincente per interagire con successo con i principali stakeholder.

L'obiettivo principale del coinvolgimento e dell'impegno delle LCoP dovrebbe essere almeno:

- *raccogliere informazioni sul livello di consapevolezza e conoscenza in merito alla crisi climatica e alla transizione energetica;*

- *condividere dati e informazioni sui principali aspetti qualitativi e quantitativi delle tendenze attuali del sistema energetico del riscaldamento e raffrescamento;*
- *accogliere suggerimenti sulle principali criticità, sui principali ostacoli e sulle principali opportunità relative all'attuazione di interventi nel settore del riscaldamento e raffrescamento;*
- *mettere a disposizione dati e informazioni su eventuali programmi, azioni e interventi già intrapresi o pianificati;*
- *analizzare e discutere le misure e azioni di efficientamento energetico possibili o necessarie;*
- *analizzare e discutere le misure e le politiche di sostegno necessarie per garantire l'attuazione e la diffusione concrete delle azioni.*

Identificare e mappare gli stakeholder è il primo passo per lo sviluppo di un Piano co-creato, condiviso e inclusivo. La creazione di un elenco completo delle parti interessate è un prerequisito affinché i Comuni avviino e sviluppino un processo di coinvolgimento efficace. A tal fine è disponibile uno strumento di mappatura excel per supportare l'identificazione e la definizione delle priorità degli stakeholder da invitare. L'Allegato 3 fornisce una breve nota concettuale su come assemblare una LCoP.

Poiché i diversi attori individuati possono differire in termini di caratteristiche, impatto e interessi in gioco, è importante mapparli in base alle loro caratteristiche e al ruolo in relazione alle questioni chiave da affrontare.

Per preparare un Piano condiviso e inclusivo, si deve cercare la massima partecipazione dei portatori di interessi e dei cittadini. La partecipazione può essere ottenuta in diversi modi e approcci e si possono prendere in considerazione diversi livelli di coinvolgimento:

- *informazione e comunicazione (opuscoli, newsletter, social network, visite al sito, ecc.);*
- *informazioni e feedback (sito web, incontri pubblici, sondaggi e questionari, ecc.);*
- *coinvolgimento e consultazione (workshop, focus group, forum, ecc.);*
- *coinvolgimento esteso (comitati consultivi comunitari, pianificazione reale, ecc.).*

● **Approfondire le conoscenze sulle politiche e sul contesto strategico di riferimento**

Mappare il quadro esistente delle principali politiche e normative nazionali, regionali o locali e tenere traccia delle sue possibili evoluzioni, per garantire che il Piano sia integrato e coordinato con tutti i livelli di governance e con tutti i settori e gli obiettivi politici connessi all'energia.

● **Non è necessario partire da zero**

Basarsi sul lavoro già svolto

Le città firmatarie del Patto dei Sindaci sono già dotate di piani d'azione per l'energia sostenibile (PAES) o piani d'azione per l'energia sostenibile e il clima (PAESC) che possono costituire un buon punto di partenza per la definizione del SLHCP.

Devono inoltre essere presi in considerazione tutte le strategie o i piani energetici locali eventualmente già esistenti che possono rappresentare un utile riferimento fornendo:

- *un insieme preliminare di possibili fonti di dati;*
- *una grande quantità di dati e informazioni di base per la valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento;*
- *metodi di calcolo affidabili e procedure di stima applicabili o facilmente adattabili;*
- *informazioni utili su tendenze o aspetti critici all'interno del sistema riscaldamento e raffrescamento locale attraverso il loro monitoraggio;*
- *una serie di azioni e misure di base che possono già essere incluse nello scenario obiettivo del Piano opportunamente rimodulate, rafforzate o integrato se necessario.*

● **Imparare dalle buone pratiche e da ciò che è già stato fatto**

Non serve necessariamente reinventare la ruota.

La normativa in materia di pianificazione energetica è chiaramente in ritardo rispetto alla realtà, dato che in diversi paesi dell'UE, come Germania, Danimarca e Paesi Bassi, esistono già da alcuni anni esempi di piani di riscaldamento. Risulta quindi utile:

- Raccogliere e analizzare le buone pratiche esistenti, trarne ispirazione e adattare gli approcci, le metodologie e i modelli già sviluppati;
- imparare dai progetti, dalle misure e dalle buone pratiche già implementate nel campo del riscaldamento e raffrescamento in altri Comuni;
- ampliare e approfondire le conoscenze tecniche in materia di energia e clima entrando in contatto e interagendo con le reti e i progetti europei in corso, oppure avvalendovi dei risultati di quelli già conclusi, relativi alla pianificazione energetica locale, alle energie rinnovabili, alle misure di efficienza energetica, alle tecnologie abilitanti, ecc.

● **Adottare e seguire un approccio integrato e sistemico**

Nel definire la strategia di intervento del SLHCP, attenersi al «principio dell'efficienza energetica prima di tutto» e adottare un approccio sistemico e integrato basato sui seguenti requisiti fondamentali:

- ridurre il fabbisogno di riscaldamento o raffrescamento riducendo al minimo l'effetto isola di calore su scala urbana e migliorando le prestazioni termiche degli edifici attraverso misure passive;
- Coprire il fabbisogno ridotto di riscaldamento e raffrescamento con la minor quantità di energia applicando tecnologie, impianti e procedure più efficienti e più adatte;
- ridurre la domanda di energia destinata a riscaldamento e raffrescamento modificando i comportamenti degli utenti;
- decarbonizzare l'energia prodotta per soddisfare il fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento aumentando la quota di FER locali
- ricordare che l'elettrificazione degli usi finali per riscaldamento e raffrescamento non implica necessariamente la decarbonizzazione.

2.2 La valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento - A che punto siamo

La seconda fase, **valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento**, prevede un'analisi approfondita e una solida valutazione della situazione attuale del sistema locale, sia per quanto riguarda la domanda che l'offerta di energia, e dei fattori tecnologici, socio-economici, ambientali che li determinano o influenzano.

Dovrà essere inclusa anche un'analisi dei principali fattori e rischi climatici a livello urbano come passo importante per la definizione di un approccio sistemico alla predisposizione di un SLHCP.

Il risultato di questa analisi sarà un bilancio energetico che fornirà dati aggiornati sul consumo finale di energia relativo agli usi per riscaldamento e raffrescamento, per tipo di fonte, settore o attività (domanda) e sulla produzione di energia per riscaldamento e raffrescamento da fonti rinnovabili e non rinnovabili (offerta). Sulla base dei risultati del bilancio energetico, è possibile preparare un inventario base delle emissioni, determinando la quota relativa delle emissioni di gas a effetto serra di ciascun settore.

Comprendendo i contributi relativi, le fonti e i fattori determinanti all'origine dell'attuale settore del riscaldamento e raffrescamento, il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni possono fornire indicazioni fondamentali per individuare i «punti critici» e le opportunità di miglioramento ed efficientamento del sistema, rappresentando così il punto di partenza per la definizione della strategia di intervento verso la decarbonizzazione.

I concetti chiave alla base della valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento

- *Dove c'è bisogno di calore e freddo, per chi e perché*
- *Come vengono forniti e distribuiti calore e freddo*
- *Quale e quanta energia è necessaria per soddisfare il fabbisogno di calore e freddo e come viene prodotta*
- *Quali fattori esogeni influenzano il fabbisogno di calore e freddo*

2.3 La strategia per la redazione del SLHCP - Dove vogliamo andare e come ci arriviamo

A partire dalla valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento, la terza fase, **la strategia e lo sviluppo del Piano locale sostenibile per il riscaldamento e raffrescamento**, prevede la progettazione e lo sviluppo di una solida strategia operativa per la decarbonizzazione del sistema locale, basata su fattibilità, sostenibilità e coerenza. A tal fine, saranno previste tre fasi in modo che, sulla base del contesto specifico locale, possano essere debitamente affrontate le esigenze e gli obiettivi specifici.

- **Fase 1 – Scenario “business-as-usual”**

Verrà fornito un quadro delle tendenze in atto o previste all'interno del sistema locale, per quanto riguarda la domanda e l'offerta di energia, e dei fattori che le determineranno o influenzeranno in assenza del SLHCP.

- **Fase 2 - Scenario di intervento**

Una volta definito lo scenario business-as-usual, verrà indagato il margine di azione a livello locale e individuato il portfolio di azioni e interventi possibili o necessari per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti in ogni settore all'interno del sistema riscaldamento e raffrescamento. L'elaborazione dello scenario di intervento prevede la valutazione del potenziale di efficientamento energetico, in base ai diversi utilizzi finali e servizi, unitamente alla valutazione della disponibilità potenziale di FER sul territorio.

- **Fase 3 - Scenario obiettivo**

Gli input e i risultati degli scenari di intervento saranno integrati in un piano d'azione strategico per la decarbonizzazione del sistema locale. Il piano individuerà i settori prioritari in cui agire, classificherà e darà priorità agli interventi da avviare, definirà i relativi obiettivi quantitativi specifici per quanto riguarda il risparmio energetico, l'aumento della quota di FER e la riduzione dei gas a effetto serra e proporrà una serie di misure e politiche per sostenere e garantire l'attuazione concreta degli interventi. La selezione delle azioni prioritarie si baserà su soluzioni realizzabili ad alto impatto, integrando eventualmente, oltre alla fattibilità tecnico-economica, anche altri fattori chiave quali la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, la riduzione dei costi dell'energia, la prevenzione della povertà energetica, il miglioramento della qualità dell'aria a livello locale e il sostegno alle economie locali.

I concetti chiave alla base della definizione della strategia del SLHCP

- *Dove sta andando il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento*
- *Fino a dove può andare il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento*
- *Dove voglio che vada il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento e di cosa ho bisogno per arrivarci*

2.4 Tabella di marcia e attuazione del SLHCP

La quarta fase, la **tabella di marcia e l'attuazione del SLHCP**, prevede la definizione di un percorso di attuazione del SLHCP che dovrà fornire tutte le istruzioni tecniche e non tecniche, ed includere un programma temporale di riferimento. La cosiddetta **tabella di marcia** serve ad avviare ed implementare operativamente ogni azione prevista nel SLHCP.

2.5 Il monitoraggio del SLHCP - Come stiamo andando

La quinta fase è la procedura di **monitoraggio del Piano**, definita per seguire l'implementazione della strategia del Piano, valutare periodicamente l'evoluzione del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento, lo stato di avanzamento delle azioni e i progressi verso gli obiettivi definiti.

La procedura di monitoraggio baserà sulla selezione di indicatori chiave di prestazione (quantitativi o qualitativi) che saranno regolarmente aggiornati secondo una frequenza ben definita al fine di garantirne l'efficacia e basati sullo stesso approccio e sulle stesse metodologie utilizzati per la definizione del bilancio energetico e degli scenari di intervento.

Il processo di monitoraggio consente di capire se il Comune è sulla buona strada per raggiungere gli obiettivi definiti, identificare i fattori che influenzano i risultati e capire dove sono necessarie revisioni o aggiustamenti alla strategia.

I concetti chiave alla base del processo di monitoraggio

- *Dov'è arrivato finora il sistema del riscaldamento e raffrescamento*
- *Dov'è arrivato finora il SLHCP, cosa è stato attuato e cosa è già stato raggiunto*
- *Cosa è andato storto e perché*
- *Dove e come la strategia del Piano deve essere rivista e potenziata*

PARTE 2 - IL SISTEMA LOCALE DEL RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO A CHE PUNTO SIAMO

1. Come affrontare la valutazione del sistema locale

CONCETTI CHIAVE

Dove è necessario il riscaldamento e il raffrescamento, perché e per chi
settori, attività, usi finali

Come viene fornito e distribuito il riscaldamento e raffrescamento
tecnologie, dispositivi e apparecchiature

Quale e quanta energia è necessaria per soddisfare il fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento
consumi finali di energia

Come e dove viene prodotta l'energia necessaria per soddisfare il fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento
approvvigionamento energetico

Quali fattori esterni influenzano i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento
le tendenze climatiche locali

Questa sezione delle linee guida si concentra sulla seconda fase del processo di definizione del SLHCP, che prevede un'analisi approfondita e una valutazione accurata della situazione attuale del sistema locale di riscaldamento e raffrescamento, per quanto riguarda la domanda e l'offerta di energia, nonché dei fattori tecnologici, socioeconomici e ambientali che li determinano o li influenzano. Sulla base dei risultati dell'analisi, sarà possibile preparare un inventario base delle emissioni di gas a effetto serra determinate da ciascun settore all'interno del sistema del riscaldamento e raffrescamento locale.

1.1 Il bilancio energetico - Lato domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento

L'analisi del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento comporta la definizione di un **bilancio energetico** che raccoglie dati aggiornati sul consumo finale di energia per alimentare

il fabbisogno e gli usi di riscaldamento e raffrescamento, disaggregato per fonti e settore o attività (domanda), e sulla produzione di riscaldamento e raffrescamento da fonti rinnovabili e non rinnovabili (offerta).

Più in dettaglio, dovrà essere creata una banca dati, riconducibile a una **matrice vettori/settori**, che metta in relazione le diverse fonti energetiche e i diversi combustibili con i settori socioeconomici in cui vengono utilizzati e consumati. Sulla base del bilancio energetico, sarà possibile determinare la quota relativa di emissioni di ciascun settore. Comprendere i relativi contributi, le fonti e i fattori alla base dell'attuale inventario energetico relativo a riscaldamento e raffrescamento può fornire informazioni cruciali per individuare i "punti critici" e le opportunità di efficientamento.

Il livello di dettaglio da raggiungere deve riguardare almeno tutti i principali vettori energetici rilevabili statisticamente e i principali settori di utilizzo, come descritto nella tabella 1.

Tabella 1 – La domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento - Settori, attività e usi finali

Edifici pubblici, attrezzature e strutture

Consumo di energia finale negli edifici e negli impianti di proprietà comunale o gestiti dal Comune o da altre autorità regionali o nazionali, e relativo al riscaldamento o al raffrescamento degli ambienti e alla produzione di acqua calda sanitaria (ad esempio uffici, scuole, stazioni di polizia, ospedali).

Edifici, attrezzature e strutture terziarie

Consumo finale di energia negli edifici e negli impianti del settore terziario (ad esempio uffici di imprese private, banche, edifici commerciali e al dettaglio, scuole private, ospedali, edifici istituzionali che non sono gestiti o di proprietà del Comune) e relativo al riscaldamento o raffrescamento degli ambienti e alla produzione di acqua calda sanitaria.

Edifici residenziali

Consumo di energia finale associato agli edifici utilizzati principalmente a fini residenziali e relativi al riscaldamento o al raffrescamento degli ambienti e alla produzione di acqua calda sanitaria. Vanno considerati gli edifici di edilizia popolare, sia di proprietà del Comune che di altri enti pubblici, a livello regionale e nazionale, nonché gli edifici di proprietà privata.

Industria

Consumo di energia finale associato alle industrie manifatturiere e delle costruzioni non coperte dall'EU ETS o da regimi analoghi e relativo al riscaldamento o al raffrescamento ambienti, alla produzione di acqua calda sanitaria, alla refrigerazione, alla catena del freddo e calore per processi produttivi. Si consiglia di non considerare le industrie che rientrano nell'EU ETS o simili (oltre 20 MW come potenza termica assorbita). In via eccezionale, questi possono essere inclusi se sono stati contabilizzati in precedenti piani, o in precedenti inventari delle emissioni, in modo da garantire la coerenza tra i diversi documenti.

Agricoltura, silvicoltura e pesca

Consumo di energia finale associato agli edifici, agli impianti e ai macchinari del settore primario (agricoltura, silvicoltura e pesca), come gli impianti zootecnici e la macchine agricole, e relativo al

riscaldamento e al raffrescamento degli ambienti, alla produzione di acqua calda sanitaria, alla refrigerazione, alla catena del freddo e ai processi produttivi.

Per ciascuno dei settori di cui sopra, i dati sul consumo finale di energia per riscaldamento e raffrescamento dovrebbero essere disaggregati per **fonte energetica o combustibile**. In sostanza, la quantità annua di energia utilizzata in ciascuno dei settori di attività dovrebbe essere quantificata per tutte le principali fonti o combustibili.

Tutti i consumi finali devono essere forniti nella stessa unità di misura, di solito il MWh, e pertanto saranno in alcuni casi necessarie delle conversioni, considerando per alcune fonti i dati sono spesso disponibili in termini di massa o volume. Una conversione adeguata è essenziale per garantire stime accurate delle emissioni di gas a effetto serra. In genere, i dati sul consumo di fonti/carburante devono essere convertiti utilizzando il potere calorifico netto (PCN), che esprime il contenuto energetico per unità di massa o volume (ad esempio, in MWh/t, MJ/l). I valori PCN predefiniti per i diversi tipi di combustibili sono forniti dall'IPCC (2006) e sono disponibili anche valori specifici per paese.

Tabella 2- La domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento - Fonti di energia

Elettricità

Include l'energia elettrica fornita e utilizzata all'interno del Comune per il riscaldamento e raffrescamento, indipendentemente dalla sua origine (ad esempio, rete nazionale o fonti locali).

Calore/freddo

Comprende il calore/freddo fornito e utilizzato nei punti di utilizzo finale (consumatori finali, edifici, impianti) all'interno del Comune (ad esempio da teleriscaldamento o teleraffrescamento, cogenerazione o recupero del calore di scarto). Ciò può includere il calore/freddo da produzione locale, che dovrebbe essere preso in considerazione anche nella sezione "Generazione e fornitura locale di energia" dell'inventario. Il riscaldamento degli edifici generato attraverso sistemi su piccola scala non è incluso in questa voce (ad esempio, caldaie a gas naturale negli edifici).

Combustibili fossili

Include tutti i combustibili fossili forniti e utilizzati nel territorio per riscaldamento e raffrescamento. Ad esempio, negli edifici, i combustibili fossili possono essere utilizzati per cucinare o per il riscaldamento degli spazi o produzione dell'acqua sanitaria. I combustibili fossili sono spesso utilizzati anche nei processi dei settori industriale e primario. I dati sui combustibili fossili sono generalmente forniti per i seguenti tipi: gas naturale, GPL, gasolio, olio combustibile e altri.

Fonti energetiche rinnovabili

Include tutta l'energia proveniente da fonti rinnovabili fornita e utilizzata nei punti di consumo finale sul territorio (singoli utenti, edifici, impianti). Comprendono tutti i biocarburanti (combustibili liquidi, gassosi o solidi prodotti a partire dalla biomassa) e l'energia solare termica e geotermica. I biocarburanti comprendono (e dovrebbero essere disaggregati per) diverse fonti

o vettori: biocarburanti liquidi e gassosi, quali biobenzina, biodiesel e biogas; biomassa solida, come i rifiuti solidi urbani organici, il legno e i rifiuti di legno.

Nota: Le fonti energetiche e i combustibili qui descritti sono comunemente utilizzate nel contesto dell'Unione Europea. È tuttavia importante garantire che il SLHCP e i suoi inventari riflettano adeguatamente il contesto locale, in modo che le emissioni di gas a effetto serra risultanti siano accurate e coerenti.

Oltre all'individuazione delle componenti socioeconomiche che richiedono l'uso di fonti energetiche (settori, attività e usi finali), dovrebbe essere prevista anche l'analisi delle modalità di fornitura e distribuzione del riscaldamento e raffrescamento. Ciò comporta l'analisi delle componenti tecnologiche (impianti, dispositivi, attrezzature, strutture e materiali edilizi, ecc.) che rispondono a questa esigenza, considerando la loro tipologia, la loro efficienza, il tasso di diffusione all'interno dei settori e delle attività. Ciò garantirà una valutazione più solida e una modellizzazione e una comprensione più accurate della situazione attuale della domanda locale di riscaldamento e raffrescamento, contribuendo così a una migliore calibrazione degli scenari di intervento del Piano.

Tabella 3 - Servizi energetici. Tecnologie, dispositivi e attrezzature

Settore edile	Edifici comunali	• Struttura e prestazioni degli edifici (<i>età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.</i>) • Impianti di riscaldamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Dispositivi di raffrescamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>)
	Edifici terziari	• Struttura e prestazioni degli edifici (<i>età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.</i>) • Impianti di riscaldamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Dispositivi di raffrescamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Catene frigorifere e di refrigerazione (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>)
	Edifici residenziali	• Struttura e prestazioni degli edifici (<i>età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.</i>) • Impianti di riscaldamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Dispositivi di raffrescamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>)
Settore manifatturiero	Industria	• Struttura e prestazioni degli edifici (<i>età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.</i>)

	Agricoltura	• Impianti di riscaldamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Dispositivi di raffrescamento (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Catene frigorifere e di refrigerazione (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>) • Impianti e macchinari della catena produttiva (<i>tipo, età, potenza, efficienza, ecc.</i>)
--	--------------------	---

1.2 Il bilancio energetico – L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento

Devono inoltre essere acquisite e sistematizzate informazioni relative agli impianti **di produzione e trasformazione di energia** presenti sul territorio, considerando le tecnologie, la potenza installata, il tipo e la quantità di fonti primarie utilizzate, la quantità di energia termica o elettrica prodotta.

Devono essere rilevate tutte le unità di generazione che forniscono direttamente energia da utilizzare per il riscaldamento e raffrescamento all'interno del Comune e raccolti separatamente dati di dettaglio per ciascuna di esse..

Tabella 4 – Approvvigionamento energetico. Produzione locale di energia

Produzione e fornitura locale di energia elettrica	Fonti energetiche rinnovabili	Produzione locale di energia elettrica da fonti rinnovabili (tra cui energia eolica, idroelettrica, fotovoltaica, geotermica, biocarburanti).
	Cogenerazione di calore ed energia	Produzione locale di energia elettrica da unità di cogenerazione.
	Unità esclusivamente elettriche	Produzione locale di energia elettrica da centrali esclusivamente elettriche che non rientrano nell'EU ETS (con un limite di capacità di 20 MW).
Produzione locale e fornitura di calore/freddo	Cogenerazione di calore ed energia	Produzione locale di calore/freddo da unità di cogenerazione fornita all'interno del territorio attraverso reti di distribuzione.
	Calore di scarto	Calore locale generato da industrie o servizi terziari, come data center, impianti di trattamento delle acque reflue che possono potenzialmente essere integrati in un sistema di distribuzione di teleriscaldamento e teleraffrescamento.

	Impianti e reti di teleriscaldamento o teleraffrescamento	Qualsiasi altra generazione locale di calore/freddo distribuita e fornita attraverso reti per essere utilizzata all'interno del territorio locale.
--	--	--

1.3 L'inventario base delle emissioni per riscaldamento e raffrescamento

A partire dai dati sul consumo finale di energia per fonti e settore e sulla produzione di energia locale da fonti rinnovabili e non, applicando adeguati fattori, sarà possibile stimare le emissioni di gas serra associate al sistema locale di riscaldamento e raffrescamento e preparare un **inventario base**.

La contabilizzazione delle emissioni di gas a effetto serra dipende fortemente dall'approccio metodologico e dai dati selezionati in relazione ai fattori di emissione di gas a effetto serra. I Comuni possono scegliere tra l'approccio basato sulle attività, in linea con gli orientamenti dell'IPCC (IPCC, 2006, volumi 2 e 5),² concentrandosi sulle emissioni dirette associate alla conversione dell'energia, (come l'uso di combustibili), o l'approccio basato sul Life Cycle Assessment - LCA (aggiunta di emissioni associate alla catena di approvvigionamento energetico). Se è selezionato l'approccio basato sulle attività e se i settori e le azioni nel Piano sono limitati alle attività connesse all'energia, essi possono scegliere di contabilizzare solo la CO₂.

Dopo aver selezionato l'approccio, il Comune può selezionare o calcolare i propri coefficienti di emissione. Possono essere utilizzati fattori predefiniti (ad esempio quelli forniti dal JRC o da altre organizzazioni di riferimento) o definiti fattori specifici che riflettano meglio lo specifico contesto locale.

Per una corretta preparazione dell'inventario delle emissioni relative a riscaldamento e raffrescamento, può essere adottata la guida del Patto dei Sindaci "Come preparare un inventario delle emissioni di gas a effetto serra".³

1.4 Tendenze meteo-climatiche, rischi e vulnerabilità

Per ottenere un quadro chiaro ed esaustivo dei fattori che possono determinare o influenzare il sistema di riscaldamento e raffrescamento locale, la prima fase per la preparazione del SLHCP dovrebbe includere anche l'analisi dei principali fattori climatici e dei rischi ad essi connessi a livello urbano, quale passo importante verso la definizione di un approccio sistemico ai Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento:

- Intervalli di temperatura stagionali
- Caratteristiche di temperatura e umidità
- Variazioni stagionali
- Gradi-giorno di raffrescamento
- Frequenza e andamento degli episodi di caldo estremo

² <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

³ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC142296>

- Mappatura delle isole di calore.

L'analisi dovrebbe fornire il quadro generale dei maggiori pericoli legati al clima sul territorio, concentrandosi principalmente sulle temperature e sulle ondate di calore, per valutare il profilo di rischio e vulnerabilità del Comune, nonché evidenziare i settori, le aree e i gruppi di popolazione più vulnerabili ed esposti.

Oltre ai PAESC o ai piani di adattamento locali, se esistenti, le autorità nazionali e regionali sono fonti di informazione affidabili per quanto riguarda le tendenze climatiche e meteorologiche e i relativi pericoli e rischi. I portali tematici, i dipartimenti e le agenzie possono infatti fornire una vasta gamma di dati a diversi livelli e frequenza, garantendo così ai Comuni un quadro di contesto affidabile.

Inoltre, sono disponibili diversi strumenti e portali ufficiali dell'UE a sostegno della valutazione dei rischi a livello locale, tra cui il **Risk Data Hub** (<https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub/#/>) del Disaster Risk Management Knowledge Centre, una piattaforma ad accesso libero progettata per centralizzare e standardizzare i dati su rischi, danni e perdite a livello paneuropeo e sviluppata con l'obiettivo di sostenere i processi di valutazione e analisi dei rischi. Offre numerosi set di dati, strumenti e risorse che possono essere utilizzati da responsabili politici, ricercatori e professionisti per comprendere e mitigare i rischi. Non sono però inclusi dati sulle isole di calore in ambito urbano.

1.5 Un ulteriore approfondimento – Povertà energetica per riscaldamento e raffrescamento

L'analisi del sistema energetico locale dovrebbe inoltre fornire un quadro dei fenomeni di povertà energetica legati al riscaldamento e raffrescamento, comprendente, ove possibile, la portata, le cause e i fattori che le determinano.

Poiché la povertà energetica è un fenomeno complesso e multidimensionale guidato da molteplici fattori trasversali, che vanno dalle condizioni climatiche agli aspetti socio-economici, la sua valutazione è particolarmente importante per capire come questi elementi interagiscono tra loro e influiscono sul contesto locale.

La guida "*Come sviluppare un'analisi della povertà energetica*"⁴ fornisce approcci, metodologie e modelli efficaci e testati per una solida valutazione e monitoraggio della povertà energetica a livello locale. La guida è stata recentemente pubblicata dal Patto dei Sindaci ed è reperibile anche nell'*Energy Poverty Advisory Hub (EPAH)*⁵ della Commissione europea e nel [quadro operativo degli indicatori di povertà energetica](#),⁶ in cui sono reperibili indicatori organizzati per argomenti per ciascun paese europeo.

E' inoltre possibile acquisire utili input, suggerimenti e buone pratiche entrando in contatto e interagendo con i progetti LIFE in corso o beneficiando dei risultati di quelli già conclusi.⁷

⁴ <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC142169>

⁵ <https://energy-poverty.ec.europa.eu/>

⁶ energy-poverty.ec.europa.eu/epah-indicators

⁷ Banca dati pubblica LIFE - <https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/search>.

1.6 Un ulteriore approfondimento – Mappatura della domanda e dell'offerta locli di riscaldamento e raffrescamento

Sulla base del bilancio energetico, ove possibile e opportuno, può essere effettuata una mappatura che mostri la distribuzione spaziale della domanda e dell'offerta di riscaldamento e raffrescamento (consumo ripartito per settore e vettore, impianti di produzione di energia, distribuzione di fonti rinnovabili, ecc.), dei servizi legati al settore del riscaldamento e raffrescamento e dei fattori socioeconomici, territoriali e climatici (ad esempio isole di calore), in modo da “collocare” sul territorio i principali fenomeni energetici e le cause che li sottendono.

Il dettaglio della mappatura dipenderà dai diversi settori e aree di riferimento e dai dati che saranno resi disponibili. Può essere caratterizzata da elementi areali o puntiformi. Gli elementi areali possono essere rappresentati, ad esempio, da confini comunali, isole censuarie o altri agglomerati urbani (ad esempio distretti o quartieri), aree agricole e forestali. Gli elementi puntuali possono essere rappresentati da infrastrutture specifiche come edifici comunali o pubblici, impianti di produzione di energia, centri direzionali, distretti commerciali o industriali, ecc.

Attraverso l'utilizzo di banche dati cartografiche ad accesso libero (ad esempio OpenStreetMap,⁸ QGIS, Google Earth, Copernicus Land Monitoring Service),⁹ delle piattaforme e dei portali comunali esistenti (ad esempio i SIT) e di strumenti GIS, sarà possibile:

- sovrapporre e integrare diverse tematiche locali (energia e contesto) e rilevare e individuare i principali parametri che li caratterizzano,
- individuare e localizzare aree del territorio con caratteristiche omogenee ed evidenziarne l'impatto energetico relativo sul contesto territoriale complessivo;
- individuare le aree di vulnerabilità (ad esempio isole di calore, povertà energetica, ecc.);
- confrontare i contributi dei settori o delle fonti energetiche nelle aree territoriali individuate.

La mappatura di riscaldamento e raffrescamento può essere uno strumento molto utile per i decisori e una fonte di informazioni sulla domanda e l'offerta di energia locale. Una mappa relativa a riscaldamento e raffrescamento mostra la distribuzione spaziale del fabbisogno energetico (utilizzato per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici o nei processi industriali) in ciascuna area. È utile per analizzare diversi scenari in diversi settori e diverse aree del territorio e per attuare misure di efficienza energetica mirate.

La mappatura è un modo per visualizzare i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento e la localizzazione delle fonti energetiche per di riscaldamento e raffrescamento e dei fattori socio-economici e climatici che influenzano il sistema energetico. Sarà quindi possibile collegare meglio criticità, le opportunità e le risorse per ridurre i costi energetici e le emissioni di gas serra. La mappatura è anche un potente strumento per individuare le aree che richiedono interventi per migliorare l'efficienza energetica e può anche aiutare a indagare fenomeni socio-economici come la povertà energetica.

⁸ <https://www.openstreetmap.org/#map=6/43.38/12.00>

⁹ <https://land.copernicus.eu/it>

2. Dati e informazioni per l'analisi del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento

CONCETTI CHIAVE

La raccolta dei dati è parte integrante

della preparazione del bilancio energetico e dell'inventario delle emissioni

Devono essere identificate e attivate fonti dati di riferimento affidabili S

a livello nazionale, regionale e locale

Sono da preferire fonti dati specifiche per il contesto locale

rispetto a quelle nazionali e regionali

Non c'è bisogno partire da zero!

PAESC e PAES possono rappresentare un buon punto di partenza per la raccolta dati

In fase di preparazione del SLHCP, è necessario raccogliere e utilizzare informazioni e dati sulla quantità di energia per riscaldamento e raffrescamento richiesta, sugli impianti di fornitura e distribuzione sullo stato degli usi finali, dei servizi e delle tecnologie disponibili.

In molti paesi, regioni e città, il riscaldamento e il e raffrescamento soprattutto è solo da poco tempo oggetto di politiche e strategie mirate.

Le politiche energetiche si sono più spesso concentrate su strategie settoriali riguardanti l'energia elettrica e il gas naturale sul lato dell'offerta e l'efficienza degli edifici sul lato della domanda. Pertanto, la conoscenza dello stato attuale del settore è spesso carente. Talvolta vengono misurate le forniture di elettricità e gas, ma solo come dati aggregati sull'approvvigionamento energetico che mescolano insieme uso cucina, illuminazione, riscaldamento e altri usi finali quindi difficili da utilizzare per la valutazione dei fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento.

Quantificare e mappare la domanda di riscaldamento e raffrescamento e le fonti energetiche utilizzate è un compito difficile.

La verifica della disponibilità di dati affidabili è un passaggio fondamentale prima di avviare la definizione di una strategia a lungo termine. La raccolta, integrazione e sistematizzazione di dati frammentati e dispersi può richiedere molto tempo e implicare il coinvolgimento di molti attori e fonti diversi come i servizi comunali, i proprietari di edifici, i gestori di impianti, le società di servizi pubblici, le società energetiche e i gestori dei sistemi di distribuzione, i gruppi civili, le imprese industriali ecc.

Questa sezione fornisce raccomandazioni e suggerimenti su dove possono essere trovati i dati e le informazioni di base e come possono essere richiesti e raccolti al fine di garantire un'analisi del sistema solida e completa.

2.1 Dati provenienti dal comune: edifici, attrezzature e strutture pubbliche

L'attivazione di un sistema di monitoraggio energetico rigoroso e affidabile negli edifici comunali è importante non solo per ricostruire i bilanci energetici e delle emissioni e seguirne l'evoluzione nel tempo, ma anche per migliorare la gestione energetica degli stessi. Un efficace monitoraggio consente, per esempio, l'individuazione di edifici o processi associati ad un elevato consumo energetico (hotspot), che possono essere obiettivo prioritario di azioni di efficienza energetica nell'ambito del SLHCP.

Dovrebbe quindi essere organizzato e aggiornato regolarmente un sistema di censimento centralizzato degli edifici comunali, che raccoglie e gestisce i dati e le informazioni energetici. Il sistema può essere configurato e implementato, in base alle seguenti fasi:

- Identificare gli uffici e le persone che ricevono e gestiscono i dati energetici (*ad esempio le bollette*)
- Identificare tutti gli edifici, le attrezzature e gli impianti di proprietà o in gestione del Comune
- Identificare tutti i punti di approvvigionamento energetico e i tipi di energia utilizzati (*ad esempio energia elettrica, gas naturale, calore da reti di teleriscaldamento, gasolio, ecc.*)
- Raccogliere dati e informazioni dalle bollette energetiche relativamente al consumo di fonti energetiche, con frequenza annuale e, eventualmente, anche mensile, che possono supportare la valutazione o la simulazione dei fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento.
- Raccogliere dati e informazioni sulla struttura degli edifici e sulle caratteristiche principali (*numero di piani, superficie e volumi riscaldati/raffrescati, epoca di costruzione, materiali isolanti, classe di efficienza energetica, ecc.*)
- Raccogliere dati e informazioni su impianti, dispositivi e apparecchiature installati (*anno di installazione, combustibile utilizzato, tipo di tecnologia, potenza installata, efficienza media, ecc.*)
- Raccogliere informazioni sulle modalità di utilizzo degli edifici (*giorni e orari di apertura, numero di occupanti, ecc.*).

Attraverso tale sistema è possibile impostare un modello preliminare del comportamento energetico di ciascun edificio, rilevare criticità per quanto riguarda le prestazioni di impianti, apparecchiature o dispositivi e valutare la qualità energetica, principalmente attraverso indicatori di prestazione semplificati (ad esempio kWh/m², ecc.).

Inoltre, se regolarmente aggiornato, il sistema può fornire un utile strumento di monitoraggio, verificando nel tempo l'efficacia e i benefici energetici ed economici di eventuali misure adottate o interventi realizzati.

Se i dati delle bollette non sono disponibili o non sono facilmente accessibili, i consumi energetici possono essere richiesti direttamente ai fornitori o rivenditori di energia elettrica, gas o altro combustibile.

Una sistema di censimento energetico dovrebbero essere predisposto anche per altri edifici di proprietà pubblica, in particolare quelli gestiti da autorità regionali o nazionali, sebbene le informazioni possano essere più disperse e quindi di più difficile reperimento.

2.2 Dati provenienti da fonti nazionali e regionali

Grazie a diverse direttive dell'UE, molti Stati membri e governi regionali hanno sviluppato strumenti banche dati per sostenere i Comuni nella preparazione di piani e programmi energetici, fornendo statistiche o informazioni periodicamente aggiornate sui consumi finali di combustibili e fonti energetiche, sugli usi finali dell'energia, sui servizi e sul mercato, sui sistemi di produzione di energia a diversi livelli territoriali.

Agenzie e osservatori sull'energia, sui gas serra e sul clima (a livello nazionale e regionale) possono fornire dati pertinenti per diverse regioni, aree e settori. Questi possono includere piattaforme regionali o locali basate su modelli di collaborazione per la condivisione dei dati.

E' quindi importante verificare ciò che è già disponibile da censimenti, catasti, portali statistici di autorità e organismi nazionali e regionali, ministeri dell'energia, dell'ambiente o dell'economia, organizzazioni, agenzie territoriali ed energetiche e autorità di regolamentazione.

In tale contesto, è particolarmente importante fare riferimento a piani e analisi effettuati a livelli sovraordinati, ad esempio a livello regionale o nazionale, poiché potrebbero costituire una fonte di informazioni ufficiale di riferimento.

In particolare, i Piani nazionali per il clima e l'energia (PNEC) e i piani regionali per l'energia o il clima possono includere dati e informazioni utili a diversi livelli di granularità, sulla base dei quali è possibile elaborare stime o calcoli affidabili.

2.3 Dati provenienti dagli operatori del mercato dell'energia

Con la liberalizzazione del mercato del gas e dell'elettricità, il numero di parti interessate legate alle forniture energetiche è aumentato e i dati dei fornitori e degli operatori energetici sono diventati sempre più protetti e difficili da raccogliere.

In base alla norma della Direttiva EU 2023/1791 sull'efficienza energetica, i gestori del mercato dell'energia designati dallo Stato dovrebbero fornire, su richiesta, informazioni statistiche aggregate sui loro clienti finali. Sebbene riconosca specificamente il ruolo delle aree urbane nel conseguimento degli obiettivi di efficienza energetica, la Direttiva non mira esplicitamente alla condivisione dei dati energetici tra i fornitori di energia e autorità locali. Tuttavia, vi sono casi in cui le leggi nazionali hanno specificamente introdotto disposizioni che facilitano l'accesso dei Comuni ai dati sull'energia.¹⁰

I Comuni possono quindi individuare e chiedere dati ai fornitori di energia attivi sul loro territorio o, in alternativa, raccogliere dati dai gestori delle reti energetiche.

In linea di principio, i dati energetici dovrebbero essere specifici per il territorio locale e disaggregati almeno per settore (residenziale, terziario e industriale, ecc.) e per ciascuna fonte e vettore di energia (elettricità, calore, gas naturale, ecc.). Un maggiore livello di disaggregazione (per esempio per sottosettori o aree/ambiti territoriali) potrebbe aiutare in modo significativo a pianificare, attuare e monitorare azioni efficaci di efficientamento energetico.

¹⁰ Ad esempio, la legge francese sui dati energetici <https://redi4heat.ehpa.org/wp-content/uploads/2024/07/Best-Practice-1.pdf>

Le informazioni sulla produzione locale di energia elettrica e di calore e freddo sono spesso disponibili o possono essere messe a disposizione dagli operatori energetici attivi sul territorio e dai gestori di impianti.

Per i grandi impianti, i dati sulla generazione locale (distribuita o centralizzata) possono solitamente essere ottenuti attraverso il contatto diretto con gli operatori (ad esempio, azienda energetica municipalizzata o un'azienda privata) o con i gestori della rete. In caso contrario, i dati possono essere ottenuti attraverso indagini che coinvolgono produttori o fornitori locali.

È consigliabile formalizzare accordi tra il Comune e i fornitori di dati per facilitare la cooperazione e garantire la disponibilità regolare dei dati e la coerenza in tutta l'attuazione del SLHCP.

2.4 Dati provenienti da fonti e portatori di interesse locali

Quando i dati provenienti da statistiche, operatori di mercato o altre organizzazioni non sono adeguati per qualità, disaggregazione e dettaglio, può essere necessario integrarli con informazioni raccolte attraverso indagini locali e il coinvolgimento diretto del territorio e i portatori di interesse locali. Questo è tipicamente il caso delle fonti energetiche che possono avere molti fornitori locali (come il legno o il GPL) e delle fonti energetiche e delle tecnologie che forniscono freddo, o di alcuni settori o attività complessi come quello industriale e terziario, con molti sottosettori, attività o processi.

Le modalità di indagine dipendono dal tipo di informazioni statistiche già disponibili a livello comunale che possono essere combinate con i dati locali. Oltre al tipo e alla quantità di energia utilizzata e alla produzione locale di energia (ad esempio solare fotovoltaico, cogenerazione), possono essere richiesti anche altre informazioni e dati relativi agli usi finali e ai servizi legati al settore del riscaldamento e raffrescamento, utilizzabili per elaborare indicatori di prestazione di riferimento (ad esempio kWh/abitazione, kWh/m² di superficie raffreddata, ecc.).

Le indagini possono in particolare raccogliere dati e informazioni su come vengono forniti e distribuiti calore e freddo, in particolare richiedendo informazioni sulle componenti tecnologiche (impianti, dispositivi, attrezzature, strutture e materiali edilizi, ecc.) che determinano il fabbisogno di riscaldamento o raffrescamento.

I dati raccolti attraverso le indagini dovrebbero consentire al Comune di fornire un quadro generale degli usi finali di energia nel settore del riscaldamento e raffrescamento a livello locale, per attività, fonte e vettore di energia. Ciò garantirà una valutazione più solida e una modellizzazione più accurata della situazione attuale della domanda locale di riscaldamento e raffrescamento, contribuendo così concretamente a una migliore calibrazione degli scenari di intervento del SLHCP.

Per realizzare le indagini si possono seguire diversi approcci e metodologie (interviste telefoniche, riunioni in presenza, questionari online, tavoli di lavoro, ecc.), strettamente dipendenti dai dati o dalle informazioni specifiche necessarie, dai settori o dalle attività di riferimento e dai portatori di interesse e gli attori chiave da intercettare e coinvolgere.

- Per i settori e i vettori energetici con molti piccoli utenti finali distribuiti (ad esempio, il settore residenziale), l'indagine può essere indirizzata a un campione rappresentativo della

popolazione, distribuito su tutte le aree, distretti o quartieri del Comune, ma dovrebbe essere garantita la raccolta di un campione rilevante e sufficientemente rappresentativo di risposte.

- Per i settori e le fonti energetiche per cui il numero di attori di riferimento è più limitato, può essere utile realizzare l'indagine principalmente attraverso le loro associazioni. Questo può essere il caso, ad esempio, delle PMI o del cosiddetto "terziario di piccole e medie dimensioni" (negozi, uffici, ma anche B&B, alberghi, bar e ristoranti).
- Per i settori e le fonti di energia in cui vi sono molti portatori di interessi (produttori e/o consumatori finali), ma per i quali la maggior parte degli usi e consumi energetici afferisce solo ad alcuni di essi, è importante individuare e coinvolgere almeno tutti gli operatori/consumatori più grandi (ad esempio supermercati, ospedali, università, società di edilizia abitativa, grandi edifici adibiti a uffici, grandi centrali elettriche o impianti di produzione). Possono essere identificati attraverso conoscenze locali, dati statistici o commerciali, o richieste specifiche alle associazioni di categoria.

Nell'ambito del progetto **Plan4COLD** è stato definito e valutato un quadro preliminare di dati e informazioni già disponibili riguardanti il fabbisogno energetico, la domanda e la produzione di energia nel settore del riscaldamento e raffrescamento, dal livello nazionale a quello regionale e locale, rivolgendosi ai Comuni coinvolti.

Per ciascuna categoria di dati esaminati sono stati individuati e verificati diversi fattori, tra cui:

- Tipo di fonte
- Scala geografica
- Disponibilità
- Accessibilità
- Formato
- Livello di aggregazione
- Frequenza

I dati e le informazioni esaminati sono stati quindi valutati, cercando di identificare le principali criticità anche relativamente alla loro raccolta e organizzazione e sono state predisposte delle schede con le informazioni di dettaglio raccolte per ciascuna categoria e tipo di fonte dati.

Queste schede saranno revisionate e aggiornate durante la preparazione dei SLHCP, al fine di stabilire finalmente un quadro completo di fonti di dati e informazioni disponibili per quanto riguarda il settore del riscaldamento e raffrescamento e supportare un'implementazione e un monitoraggio efficaci.

PARTE 3 - LA STRATEGIA DEL SLHCP

DOVE VOGLIAMO ANDARE E COME CI ARRIVIAMO

1. Come affrontare lo sviluppo e il lancio del SLHCP

CONCETTI CHIAVE

Dove sta andando il sistema del riscaldamento e raffrescamento

tendenze energetiche, socioeconomiche e climatiche

Dove può andare il sistema del riscaldamento e raffrescamento

*dove, come e di quanto i fabbisogni di energia possono essere ridotti
dove, come e di quanto l'efficienza negli usi finali può essere aumentata
come e di quanto la produzione di energia da FER può esser aumentata*

Dove deve arrivare il sistema del riscaldamento e raffrescamento

*la vision del SLHCP
la strategia del SLHCP – obiettivi, azioni e misure di supporto
i settori d'intervento e le azioni prioritarie
i costi, gli impatti e i benefici attesi
le risorse e misure di sostegno
la programmazione del SLHCP– la tabella di marcia*

Non è necessario partire da zero!

PAESC/PAES possono rappresentare un buon punto di partenza e fornire dati e spunti utili

Questa sezione delle linee guida si concentra sulla terza fase del processo di definizione del SLHCP, proponendo un approccio strutturato su come impostare e sviluppare una solida strategia di intervento, basata sulla fattibilità, la sostenibilità e la coerenza, e su come programmare e avviarne l'attuazione.

A tal fine, vengono proposti tre passaggi fondamentali:

Fase 1 – Definizione dello scenario tendenziale o “business-as-usual”

Fase 2 – Definizione dello scenario di intervento

Fase 3 – Definizione dello scenario obiettivo

1.1 Lo scenario tendenziale - Dove sta andando il sistema del riscaldamento e raffrescamento locale

Basandosi sull'analisi del contesto locale e sui risultati delle valutazioni iniziali relative al settore del riscaldamento e raffrescamento (fase 1), come primo passo nella definizione della strategia dovrà essere definito **uno scenario tendenziale (o business-as-usual)**, in grado di fornire un quadro qualitativo e, ove possibile, quantitativo dell'evoluzione del sistema locale, sia per quanto riguarda la domanda che l'offerta di riscaldamento e raffrescamento, considerando le tendenze in atto e i fattori che potranno determinarla o influenzarla in assenza del SLHCP.

In uno scenario business-as-usual si presume che non vengano intraprese azioni specifiche con l'obiettivo di modificare le dinamiche energetiche che caratterizzano il settore del riscaldamento e raffrescamento e che la sua evoluzione dipenda da meccanismi e fattori legati alle attuali tendenze climatiche, socio-economiche e di mercato, nonché da eventuali strumenti di pianificazione urbana e territoriale e di regolamentazione e misure legislative, comprese quelle a livello sovralocale.

Lo scenario business-as-usual implica, ad aprte del comune, essenzialmente una “due-diligence”, che possa valutare le esigenze future del settore del riscaldamento e raffrescamento e gli impatti della sua crescita tendenziale, individuando le variabili e gli attori chiave ad esse connessi.

Tale valutazione costituisce un punto di partenza fondamentale per una pianificazione olistica e una base solida su cui definire azioni e misure prioritarie all'interno del SLHCP.

Lo sviluppo dello scenario business-as-usual deve partire dall'analisi del contesto locale, dai risultati del bilancio energetico e delle emissioni, dal **monitoraggio** del PAES/PAESC, se esistente, e/o di eventuali progetti, interventi, misure già attuati, in corso o in via di realizzazione sul territorio, promossi dall'amministrazione locale o da attori privati. In questo modo sarà possibile:

- ottenere informazioni sui risultati già conseguiti, sugli scostamenti dagli obiettivi previsti, sulle eventuali misure correttive e supplementari necessarie;
- valutare la replicabilità di azioni, misure e interventi in altri settori e contesti o valutare le possibilità di miglioramento necessarie;
- fare riferimento alle tendenze già in atto e valutarne l'effetto sul contesto territoriale generale ai fini della definizione degli obiettivi del Piano.

Occorre poi prestare attenzione anche alle condizioni che possono portare cambiamenti nei prossimi anni sul territorio e, di conseguenza, sul sistema del riscaldamento e raffrescamento locale.

Per individuare le prospettive future, sarà fondamentale comprendere i fattori che influenzano **le tendenze climatiche locali**, l'andamento meteorologico a lungo termine, nonché l'andamento di domanda e offerta di calore nel contesto urbano.

Le **tendenze di sviluppo della città**, in particolare la crescita demografica, dovrebbero essere integrate in qualsiasi piano o strategia per gestire in modo sostenibile il fabbisogno urbano di riscaldamento e raffrescamento. Sarà necessario, quindi, valutare in che modo si strutturerà il territorio nei prossimi anni, quali saranno le caratteristiche della futura domanda di riscaldamento e raffrescamento (evoluzione della popolazione e della struttura demografica, offerta di alloggi in termini di nuove volumetrie, ecc.) e i livelli di utilizzo/diffusione di impianti e apparecchiature.

Le tendenze in atto o previste, come l'immigrazione o l'incremento demografico, sono indicatori importanti della crescita della domanda di riscaldamento e raffrescamento e dei relativi impatti. L'aumento della popolazione comporta, infatti, generalmente cambiamenti nell'uso del suolo ed è direttamente collegato (nella maggior parte dei casi ne è il principale motore) ai piani di sviluppo di una città. Altri fattori che possono influenzare o indirizzare lo sviluppo di un'area urbana possono includere poli tecnologici, distretti commerciali o l'incremento dei trasporti e delle comunicazioni.

E' inoltre importante comprendere il **quadro politico di riferimento** per quanto riguarda impegni, normative, strategie e obiettivi sovralocali che si intersecano o interagiscono con il settore del riscaldamento e raffrescamento. Ciò può includere piani e documenti normativi nazionali o regionali rilevanti, come indirizzi strategici sulla transizione energetica e la neutralità climatica, la promozione dell'efficienza energetica negli edifici e soluzioni a basso impatto climatico (*regolamenti edilizi, requisiti energetici per gli edifici, criteri minimi di prestazione energetica per le apparecchiature utilizzate nel settore, ecc.*), nonché gli strumenti di supporto economico e le opportunità di finanziamento esistenti o in fase di definizione. Comprendere il contesto nazionale e regionale e le sue priorità è importante per allineare il SLHCP e l'azione del Comune.

Infine, dovrebbero essere presi in considerazione e valutati anche **i piani e le strategie locali esistenti**. Ciò dovrebbe includere politiche, obiettivi e mandati che sono sotto il controllo del governo locale, come ad esempio piani di sviluppo, piani di governo del territorio, piani urbanistici, piani territoriali, piani di gestione dei rifiuti e altri documenti strategici che possono incidere sulla politica energetica locale. Tale analisi contribuirà a individuare potenziali sinergie, sovrapposizioni e lacune nell'attuale quadro di pianificazione, nonché tra i diversi livelli di governance, garantendo in tal modo che lo SLHCP sia coerente con gli sforzi di programmazione esistenti e si basi su di essi. Dovrebbero essere presi in considerazione anche i risultati e le sfide affrontate dai processi di pianificazione già in essere, in quanto possono fornire preziosi spunti e insegnamenti per lo sviluppo del nuovo Piano.

1.2 Gli scenari di intervento - Dove può andare il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento

Una volta definito lo scenario di riferimento "business-as-usual", occorre analizzare l'ambito di azione a livello locale per identificare un potenziale portfolio di interventi in grado di ridurre le emissioni di gas a effetto serra in ciascun settore afferente il sistema riscaldamento e raffrescamento.

Questa fase dovrà prevedere la valutazione del potenziale di intervento per l'incremento dell'efficienza energetica in ogni settore, in base ai diversi usi finali e servizi, oltre alla valutazione della disponibilità potenziale di FER sul territorio. Andranno poi quantificati gli impatti e i benefici legati ai vari interventi, in termini di riduzione dei fabbisogni e dei consumi finali di energia per riscaldamento e raffrescamento, la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e l'incremento della produzione locale di energia da fonti rinnovabili.

La definizione degli scenari di intervento deve seguire un **approccio sistemico ed integrato** basato su un nuovo modello di pianificazione, che **integri la sostenibilità energetica** nella progettazione **urbana**.

A tal fine, l'**approccio Plan4COLD** per definire i Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento considera tre dimensioni fondamentali: **pianificazione urbana**, che coinvolga le aree non edificate, gli spazi esterni e le aree verdi, la **progettazione** e la **riqualificazione di edifici e infrastrutture**, il **cambiamento di comportamento** attraverso il coinvolgimento delle comunità locali e la crescita di consapevolezza fra i cittadini.

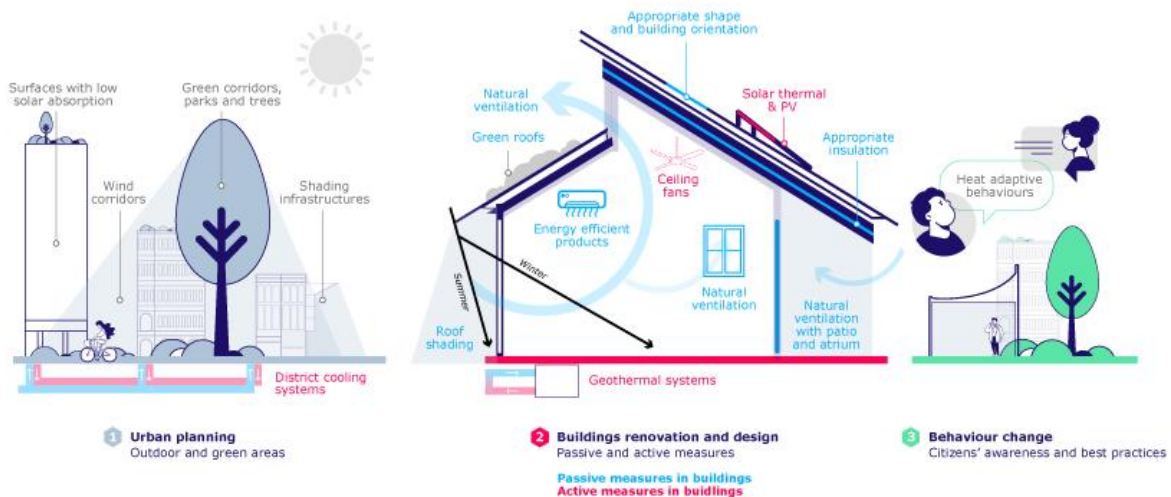


Figura 1 – Approccio integrato di Plan4COLD

L'approccio sistemico ed integrato proposto fanno riferimento al principio **"efficienza energetica al primo posto"** che pone l'efficienza energetica al centro delle strategie di intervento per raggiungere la sostenibilità energetica.

Il concetto guida di tale principio prevede che la riduzione del fabbisogno e del consumo di energia attraverso la pianificazione urbana, la progettazione di edifici e spazi pubblici, materiali, tecnologie, pratiche e comportamenti efficienti sia il modo più conveniente e sostenibile per soddisfare il fabbisogno energetico e promuovere lo sviluppo di fonti di energia rinnovabili, garantendo la loro sostenibilità economica rispetto ai combustibili fossili e un approvvigionamento energetico locale più pulito ed economico. Tale principio si adatta e rispetta, inoltre, molti degli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite¹¹: *energia pulita e a prezzi accessibili* (SDG 7), *città e comunità sostenibili* (SDG 11), *azione per il clima* (SDG 13), *salute e benessere* (SDG 3), *lavoro dignitoso e crescita economica* (SDG 8), *riduzione delle disuguaglianze* (SDG 10).

In accordo a questo approccio, per la preparazione di uno scenario di intervento dovrebbero essere presi in considerazione tre direttrici fondamentali:

¹¹ <https://sdgs.un.org/goals>

1. Ridurre i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento
2. Soddisfare i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento con il minor consumo di energia
3. Decarbonizzare l'energia necessaria per soddisfare il fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento aumentando la quota di FER locali.

La **prima direttiva** alla base dell'approccio integrato, prevede l'adozione di misure passive e riguarda nello specifico:

- la riduzione dell'effetto isola di calore su scala urbana, attraverso la realizzazione di spazi e infrastrutture resilienti al calore (ad esempio *nature-based solutions- NBS*);
- il miglioramento delle prestazioni energetiche delle strutture edilizie;
- la riduzione al minimo dei carichi meccanici per riscaldamento o raffrescamento;
- un cambiamento fondamentale delle conoscenze, dei comportamenti e delle pratiche degli utenti finali e dei consumatori.

Esistono già diverse strategie di intervento che possono contribuire in modo significativo a mantenere le aree urbane più fresche, riducendo nel contempo le esigenze di raffrescamento o riscaldamento meccanico.

Queste strategie possono essere raggruppate in tre categorie principali: pianificazione urbana resiliente al calore (*distribuzione delle superfici non edificate e delle densità degli edifici*), soluzioni basate sulla natura – Nature Based Solution (*spazi verdi e tettoia arborea*) e superfici fredde (*modalità costruttive e materiali da costruzione*).

I principi fondamentali delle misure passive per ridurre i carichi meccanici di raffrescamento o riscaldamento possono includere l'orientamento dell'edificio, utilizzo di materiali e caratteristiche progettuali appropriati per l'involucro dell'edificio (*isolamento, finestre e ombreggiatura per ridurre al minimo lo scambio di calore/freddo dovuto alla trasmittanza termica*) e la ventilazione naturale laddove la temperatura, l'umidità e la qualità dell'aria lo consentano.

Il **seconda direttiva** prevede l'adozione e la diffusione di tecnologie, impianti e operazioni efficienti e adeguate, in grado di fornire la necessaria quantità di calore e freddo con il minor consumo di energia.

Insieme, le direttive 1 e 2 uno e due hanno un forte effetto complessivo: il contenimento dell'isola di calore a livello urbano e strutture edilizie termicamente più efficienti implicano un minor fabbisogno di raffrescamento (o di riscaldamento) che può coperto con impianti e sistemi più efficienti.

La nuova domanda di energia può essere poi coperta attraverso l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili locali, **terza direttiva**, ottenendo così una ulteriormente riduzione delle emissioni di gas serra e degli impatti ambientali legati agli usi finali per riscaldamento e raffrescamento e dei relativi costi energetici.

1.3 Lo scenario obiettivo – Dove deve arrivare il sistema del riscaldamento e raffrescamento locale e come

Il terzo passaggio per lo sviluppo della strategia del SLHCP prevede l'integrazione di tutti gli input provenienti dagli scenari di intervento in una visione d'insieme coerente per la città e, sulla base

di questo, la definizione di obiettivi strategici attuabili. Ciò indicherà la direzione che l'autorità locale intende seguire, stabilendo le priorità strategiche e i settori di intervento, e costituirà il principio guida per lo sviluppo del SLHCP.

La visione deve essere in linea con l'articolo 25 della Direttiva sull'efficienza energetica e con gli obiettivi delle strategie europee, e prevedere un percorso di decarbonizzazione per il settore del riscaldamento e raffrescamento locale, in grado di garantire la riduzione delle emissioni di gas serra, risparmio energetico, produzione di energia rinnovabile, sostenibilità socio-economica e ambientale. Inoltre, la visione dovrà essere allineata con le strategie già esistenti e gli obiettivi già fissati, in modo da garantire coerenza e sinergie tra le iniziative, oltre che con i Piani Nazionali per l'Energia e il Clima.

La visione può essere impostata considerando diversi obiettivi: **la riduzione dei consumi di energia, l'aumento della quota di FER, l'eliminazione delle fonti fossili, la decarbonizzazione e l'azzeramento delle emissioni, il comfort dei cittadini, la riduzione della povertà energetica**, ecc.

La visione deve essere definita tenendo conto del quadro di riferimento nazionale, delle strategie locali già in essere e che incidono su riscaldamento e raffrescamento e , in particolare di quanto emerso dall'analisi del sistema energetico locale (baseline), in modo da individuare le esigenze e i punti di forza del territorio, in particolare per quanto riguarda in margini di efficientamento del settore del riscaldamento e raffrescamento, lato domanda e offerta, nei diversi settori di attività

Una volta che la visione è ben definita, sarà necessario tradurla in una strategia equilibrata, ambiziosa e raggiungibile, individuando **i settori chiave** in cui agire, **selezionando e classificando le priorità di intervento**, secondo criteri incentrati su soluzioni realizzabili ad alto impatto, anche dal punto di vista finanziario, e definendo i relativi obiettivi e traguardi specifici da raggiungere.

Alcune azioni possono derivare dall'estensione, dalla rimodulazione o dalla ricalibrazione di azioni già incluse nel PAES/PAESC (o in altre strategie energetiche locali esistenti), mentre altre possono essere definite ex novo, tenendo conto del quadro di riferimento europeo e nazionale, nonché dei recenti sviluppi tecnologici, di mercato e operativi.

Dato il potenziale portafoglio di azioni previsto nello scenario di intervento, oltre agli impatti diretti (risparmio energetico, riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, produzione di energia rinnovabile), la selezione delle azioni prioritarie all'interno di ciascun settore chiave deve prevedere la valutazione della **fattibilità** (inclusendo i relativi costi e la stima degli investimenti necessari) e la selezione dei necessari **strumenti e misure di sostegno** aggiuntivi che il comune può promuovere per garantirne lo sviluppo e l'attuazione concreta.

La definizione delle priorità di intervento è fortemente dipendente dal contesto locale e dalle indicazioni politiche. Per questo deve essere concepito come un **processo dinamico e flessibile** che può cambiare nel tempo.

Data la complessità dei sistemi locali di riscaldamento e raffrescamento e i costanti cambiamenti che potrebbero verificarsi in esso e nei fattori esterni, l'elenco delle azioni prioritarie dovrebbe

essere periodicamente monitorato e perfezionato o rivisto, se e dove necessario, per cogliere ulteriori opportunità e trarre insegnamenti dalle esperienze precedenti.

Inoltre, per la preparazione della strategia, **il coinvolgimento dei portatori di interessi, in particolare attraverso la LCoP e gli approcci partecipativi**, è fondamentale per garantire l'impegno degli attori chiave e la trasparenza del processo, nonché la credibilità della strategia del SLHCP e l'accettazione delle azioni. È probabile che i cittadini e le parti interessate siano influenzati dalle soluzioni elaborate, ma possono anche contribuire al raggiungimento degli obiettivi, pertanto dovrebbero essere coinvolti in tutte le fasi chiave del processo di elaborazione.

I costi delle tecnologie e degli interventi per la valutazione economica possono basarsi sui prezziari pubblici regionali e nazionali o su qualsiasi altro valore medio di mercato tratto dalla letteratura scientifica, da studi settoriali o direttamente fornito da associazioni di categoria o da reti di tecnologie nazionali e dell'UE.

Per azioni specifiche, che coinvolgono singoli utenti o gruppi di utenti (ad esempio edifici pubblici), l'analisi costi-benefici necessaria per la classificazione delle azioni dovrebbe prendere in considerazione un confronto dei costi per gli interventi in esame, i risparmi attesi e la differenza tra i costi operativi e di manutenzione prima e dopo. Devono essere calcolati anche i parametri finanziari classici (VAN – Valore Attuale Netto, TIR – Tasso Interno di Rendimento, PBT – Tempo di rientro, ecc.), tenendo conto di eventuali meccanismi di incentivazione applicabili. Per le azioni diffuse, l'analisi costi-benefici può essere prodotta utilizzando la stessa metodologia, ma sulla base di un campione di interventi standard, e i risultati possono essere estesi, parametricamente, al numero di interventi previsti per l'attuazione.

Oltre agli impatti diretti, il processo di classificazione e definizione delle priorità di intervento dovrebbe anche individuare e analizzare, a seconda della visione, delle priorità e degli obiettivi strategici definiti nel Piano, altri possibili impatti indiretti o benefici collaterali che possono comprendere fattori ambientali, sociali, economiche o di governance:

- **Benefici sociali** connessi al benessere locale, alla qualità della vita e al miglioramento della salute, alla riduzione della povertà energetica e delle disuguaglianze, all'aumento della coesione sociale e del senso di comunità, all'informazione e alla consapevolezza.
- **Benefici economici** per la comunità locale, come la creazione di posti di lavoro e la promozione di opportunità per le piccole imprese, la riduzione dei costi delle infrastrutture, l'aumento della competitività.
- **Benefici ambientali** connessi al miglioramento della qualità dell'aria, alla riduzione dell'inquinamento idrico e del suolo, alla conservazione della biodiversità, agli ecosistemi e alla protezione delle acque.

Come meglio specificato nel capitolo 3 e nell'ALLEGATO 3, **le misure di sostegno** possono essere raggruppate in tre categorie principali:

- Misure di gestione, controllo e regolamentazione
- Misure finanziarie e di incentivazione
- Misure di supporto, promozione e responsabilizzazione

riferite al ruolo che un ente locale può e deve svolgere nella pianificazione energetica, come descritto di seguito.

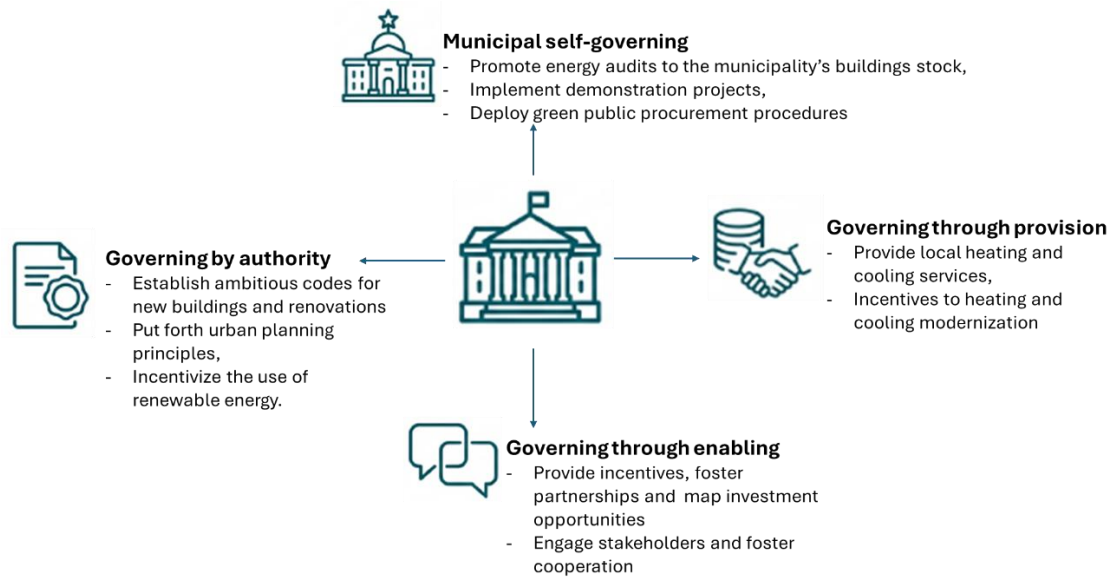


Figura 2 - Misure adottate dal Comune per garantire l'attuazione del SLHCP

Proprietario e gestore

I Comuni e le autorità locali hanno la responsabilità e la possibilità di controllare e gestire le proprie attività e di effettuare investimenti strategici in beni di proprietà diretta o in aree di intervento sotto la loro diretta competenza o controllo. Le principali misure che possono essere promosse in questo contesto sono le diagnosi energetiche, progetti dimostrativi su strutture pubbliche e negli appalti pubblici, che possono essere utilizzati per gestire in modo più efficiente il patrimonio immobiliare di proprietà. Inoltre, questa modalità di governance può basarsi su modifiche, riorganizzazioni e innovazioni istituzionali. La sensibilizzazione dei funzionari pubblici e la comunicazione trasversale tra i diversi dipartimenti sono misure fondamentali per attuare il Piano e progredire verso la sostenibilità.

Fornitore di servizi

L'autorità locale è un fornitore di servizi urbani e, in quanto tale, esercita il controllo o l'influenza sullo sviluppo delle infrastrutture. La fornitura diretta di meccanismi di finanziamento o l'investimento diretto nelle infrastrutture urbane sono alcune delle principali azioni che un Comune può mettere in campo. Ciò può includere l'istituzione di fondi di rotazione, l'attuazione di modelli di partenariato pubblico-privato (PPP) o l'emissione di green bond (obbligazioni verdi) per finanziare progetti su larga scala, interventi di efficienza energetica o infrastrutture verdi.

Pianificatore e regolatore

È necessaria una stretta interazione e un forte allineamento tra il SLHCP e le altre politiche, strategie e piani urbani e territoriali per i quali l'amministrazione ha una responsabilità diretta, proponendo l'integrazione e l'adattamento dei relativi obiettivi generali e settoriali. Oltre al ruolo

di attuatore, facilitatore e fornitore, le autorità locali possono governare attraverso l'autorità, stabilendo regolamenti e definendo principi di pianificazione urbana. Esse possono revisionare i regolamenti edilizi per promuovere il miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici, incentivare l'installazione di impianti a energie rinnovabili nel patrimonio edilizio per la generazione distribuita o promuovere la diffusione di infrastrutture verdi/blu attraverso piani di rigenerazione urbana.

Sulla base di strumenti quali ordinanze, prescrizioni, obblighi, procedure autorizzative, ecc., le autorità locali possono favorire mercati di nicchia e tecnologie emergenti, per i quali non esistono ancora misure di sostegno, oltre a indirizzare opportunamente processi decisionali relativi alla generazione locale di energia.

Promotore, coordinatore e partner - Governance attraverso la facilitazione

In qualità di facilitatore, l'ente locale svolge un ruolo attivo nel favorire la cooperazione tra cittadini, operatori del mercato, imprese locali e attori chiave della filiera del riscaldamento e raffrescamento locale, garantendo la disponibilità delle risorse economiche necessarie per l'attuazione concreta delle azioni e fornendo inoltre i meccanismi di leva che assicurano la sostenibilità complessiva nel lungo periodo.

L'autorità locale può inoltre svolgere un ruolo cruciale nella creazione di un ponte tra investitori e investimenti attraverso la promozione di iniziative trasversali di informazione, formazione e social marketing per sensibilizzare l'opinione pubblica, responsabilizzare e ampliare le conoscenze e le competenze tecniche locali in materia di FER, efficienza energetica negli usi finali, costi e meccanismi di sostegno finanziario, procedure di rilascio delle autorizzazioni, pratiche comportamentali per un uso corretto delle tecnologie e delle attrezzature e riduzione dei rifiuti.

1.4 La Roadmap – La tabella di marcia per il lancio e l'implementazione del SLHCP

La creazione di un Piano locale sostenibile per il riscaldamento e raffrescamento è un passo significativo nella transizione verso la sostenibilità ambientale e la decarbonizzazione di un territorio, ma i risultati e i benefici reali arriveranno solo se verrà attuato in modo efficace. Pertanto, la quarta fase del processo di preparazione del Piano riguarda la definizione di un percorso di attuazione, la cosiddetta **tabella di marcia per l'attuazione del SLHCP**, che fornirà tutte le indicazioni e le informazioni, tecniche e non, necessarie per avviare e rendere operativa ogni azione selezionata, come ad esempio:

- Settore/sottosettore di riferimento
- Ambito di intervento e obiettivi principali
- Responsabilità all'interno del Comune
- Soggetti interessati e attori coinvolti
- Fattibilità tecnico-economica (compresi i costi di investimento stimati)
- Fonti/meccanismi di finanziamento e possibili strumenti di sostegno
- Impatti previsti e benefici attesi
- Tempistiche e fasi di sviluppo
- Quadro normativo di riferimento (direttive, legislazione, ecc.)

Si propone nel seguito un modello di riferimento per raccogliere i dati e le informazioni chiave per la definizione della tabella di marcia.

Titolo dell'azione				
Settore		Sottosettore/attività		
Ambito di applicazione e obiettivi principali				
Descrizione				
Promotore/i		Organismo/i responsabile/i		
Dipartimento/i interessato/i		Portatori di interessi coinvolti		
Quadro normativo di riferimento (direttive, legislazione, ecc.)				
Stima dei costi di investimento		Fasi e tempi		
Fonti di finanziamento, meccanismi di finanziamento		Strumenti e misure di sostegno		
Impatti	Risparmio energetico [MWh]	Produzione di FER [MWh]	Emissioni di gas a effetto serra riduzione [t]	Riduzione dei costi energetici [€]
Benefici collegati	Sociali			
	Economici			
	Ambientali			

2. Azioni e interventi

Per supportare i Comuni e le autorità locali nella definizione della strategia di Piano e nella selezione degli strumenti e delle misure più adatti per la sua attuazione, è necessaria una comprensione olistica degli interventi chiave e delle opzioni tecnologiche che possono essere disponibili a livello locale.

In questa sezione delle Linee Guida viene presentata una panoramica delle possibili azioni e dei possibili interventi per la decarbonizzazione del settore del riscaldamento e raffrescamento, con l'obiettivo di fornire orientamenti verso potenziali aree e settori di applicazione.

Informazioni di dettaglio in merito a tecnologie, azioni ed interventi è fornito, per i diversi settori nell'**ALLEGATO 2**.

2.1 Rigenerazione urbana

Oltre alla posizione geografica e alle condizioni climatiche, diverse altre variabili influenzano il modo in cui le aree urbane accumulano e/o possono affrontare calore in eccesso. Queste includono, tra le altre, destinazione d'uso del suolo (distribuzione di superfici edificate e non, aree verdi e parchi), la densità edilizia, le tecniche di costruzione e i materiali comunemente utilizzati.

Esistono strategie di intervento consolidate che possono contribuire in modo significativo a mantenere le aree urbane più fresche, riducendo al contempo le esigenze di raffrescamento degli edifici mediante impianti dedicati.

Esse comprendono una vasta gamma di soluzioni e interventi. Sebbene alcuni di questi possano richiedere politiche mirate, modifiche normative e una pianificazione accurata, molte sono invece quelle rapidamente applicabili e realizzabili nella maggior parte delle zone climatiche.

Ciò che è chiaro, tuttavia, è che tutti questi interventi mitigano l'effetto dell'isola di calore urbana e molti di essi aumentano il comfort termico interno ed esterno agli edifici.

Le strategie e gli interventi possono essere raggruppati in tre categorie tra loro interconnesse:

- **Assetto urbano** – Modifiche adeguate alle norme in materia di destinazione d'uso del suolo e progettazione dell'urbanizzato, che diano priorità alle aree e infrastrutture verdi e promuovano indirizzi e misure di invarianza idraulica e conservazione delle risorse idriche, potranno contribuire a cambiare il modo in cui vengono progettati gli spazi urbani e progettati e costruiti gli edifici.
- **Strutture e materiali** - In un ambiente urbano, le superfici che contribuiscono all'effetto isola di calore urbano (strade, marciapiedi, parcheggi, muri e tetti degli edifici, persino gli esterni delle auto) possono essere sostituite o modificate per riflettere il calore invece di assorbirlo.
- **Nature-based solutions (NBS)** - Gli elementi naturali offrono benefici di raffrescamento grazie all'evapotraspirazione e all'ombra diretta nel caso di alberi e altra vegetazione (foreste, zone umide, aree verdi e parchi, impianti naturali di trattamento delle acque reflue, corridoi ecologici, ecc.) fungendo da serbatoi di calore nel caso dei corpi idrici.

2.2 Settore Edilizio - Residenziale e Terziario

Gli edifici sono responsabili di circa il 40% del consumo energetico dell'UE e il 75% del riscaldamento e del raffrescamento degli edifici è prodotto a partire da combustibili fossili. Quasi il 35% degli edifici esistenti in Europa ha più di 50 anni e quasi il 75% di essi è considerato inefficiente.¹²

Nelle città europee oltre la metà dei consumi energetici e delle emissioni di gas a effetto serra afferiscono al comparto edilizio che rappresenta quindi una componente critica dei contesti urbani.

Gli edifici hanno una vita media piuttosto lunga, che copre molti decenni, e quindi le misure di efficienza a cui vengono sottoposti possono portare benefici significativi che durano molto nel tempo.

Poiché la maggior parte del patrimonio edilizio europeo è già stato costruito, nell'ambito di una strategia per la decarbonizzazione del settore del riscaldamento e raffrescamento, prioritari piani di intervento scalabili per la ristrutturazione profonda degli edifici esistenti.

Considerando la vasta gamma di destinazioni d'uso (edifici, residenziali, terziari, pubblici, commerciali, ecc.), numerose sono le misure attraverso le quali è possibile ridurre i consumi di energia e le emissioni di gas serra per soddisfare i fabbisogni di riscaldamento e raffrescamento del comparto edilizio, prendendo in considerazione interventi sull'**involucro** da un lato e sulle **componenti tecnologiche** dall'altro e prevedendo l'integrazione di **fonti rinnovabili** per coprire la nuova domanda di energia.

L'involucro dell'edificio è costituito da **tetto, pareti, pavimenti, finestre e porte** e funge da "pelle" dell'edificio, regolando il contatto e lo scambio di energia con l'esterno. Gli interventi per migliorare le prestazioni termiche e ridurre al minimo i carichi meccanici di riscaldamento o raffrescamento, le cosiddette **misure passive**, devono essere il primo passo nel processo di riqualificazione energetica di un edificio e possono includere:

- isolamento termico di pareti verticali, pavimenti, tetti e fondazioni
- sostituzione di superfici vetrate e finestre e installazione di ombreggiature solari
- aperture per la ventilazione naturale

Le misure passive possono arrivare a ridurre i carichi di raffrescamento di quasi il 25%, con risparmi significativi, oltre che in termini di emissioni, anche di investimento e costi energetici.

Secondo un approccio integrato, l'applicazione di misure passive deve essere prevista insieme ad interventi di **riqualificazione** degli **impianti** e dei **dispositivi installati** basati sull'installazione di tecnologie o sistemi operativi **nuovi** e **più efficienti** in grado di coprire il fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento con la minor quantità possibile di energia.

¹² Smart Cities Marketplace © Unione europea, "Building Envelope Retrofit Solution Booklet 2023"



Ridurre i carichi energetici nella catena del riscaldamento e raffrescamento è importante perché il ciclo di sostituzione e rinnovo di impianti e apparecchiature, in genere di circa 10-15 anni, è molto più breve rispetto a quello degli edifici (circa 50 anni).

I dispositivi meccanici per riscaldamento e raffrescamento di edifici comprendono: **caldaie a condensazione a gas naturale, caldaie a biomassa legnosa, impianti solari termici, pompe di calore, ventilatori, refrigeratori d'aria e condizionatori d'aria e sistemi HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) complessi o centralizzati.**

Le tecnologie impiegate nel settore del riscaldamento e raffrescamento possono riguardare inoltre anche **la refrigerazione e le catene del freddo**¹³ per la conservazione di alimenti o prodotti specifici in strutture terziarie come supermercati e magazzini alimentari, ma anche servizi pubblici come ospedali, centri sanitari, farmacie, ecc. Vanno inoltre considerati anche **sistemi di gestione e controllo della domanda di energia**, inclusa l'automazione degli edifici.

Queste tecnologie offrono interessanti opportunità di miglioramento dell'efficienza complessiva di un edificio o di un gruppo di edifici, grazie alla disponibilità di materiali, apparecchiature e soluzioni ormai ampiamente testati.

Si prevede che **gli impianti di climatizzazione** continueranno a rappresentare una scelta importante per il raffrescamento degli ambienti nel settore edilizio anche in futuro, poiché sono facili da usare, scalabili e affidabili in tutte le condizioni climatiche e in tutte le applicazioni. Purtroppo, esiste ancora un divario significativo tra i sistemi di condizionamento più efficienti disponibili sul mercato e quelli più acquistati dagli utenti, in particolare nel settore residenziale.

La climatizzazione e la refrigerazione sono usi ad alta intensità energetica, perché in genere alimentate con energia elettrica prodotta ancora prevalentemente con combustibili fossili nella maggior parte dei paesi EU, determinando emissioni indirette di gas a effetto serra.

Va inoltre considerato che a tali sistemi sono associati sostanze refrigeranti responsabili di emissioni dirette di gas serra e che, inoltre, smaltiscono il calore residuo all'esterno, contribuendo al surriscaldamento dell'ambiente urbano.

Pertanto, anche se le tecnologie di raffrescamento sono una necessità per migliorare il comfort termico ed il controllo della temperatura negli edifici, la loro accurata selezione è essenziale per guidare la transizione verso soluzioni efficienti e appropriate.

L'incidenza dell'elettrificazione in termini di decarbonizzazione deve quindi rappresentare un aspetto cruciale nella valutazione della sostenibilità degli impianti e dei dispositivi di raffrescamento e refrigerazione che vengono installati.

Con una vasta gamma di tecnologie disponibili, la scelta della soluzione più adatta ed efficiente dipenderà da diversi fattori, ma in particolare dall'uso finale specifico (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda, cottura, refrigerazione, ecc.), oltre che dal tipo e dalle dimensioni dello spazio costruito (residenziale, terziario, ecc.), vale a dire se il riscaldamento e/o

¹³ La catena del freddo può essere meglio definita come: "La serie di azioni e attrezzature applicate per mantenere un prodotto entro una specifica gamma di basse temperature dalla raccolta/produzione al consumo, compresi l'allevamento/pesca, la trasformazione alimentare, la conservazione frigorifera, il trasporto, i servizi alimentari e gli usi domestici, nonché prodotti specializzati come medicinali e vaccini" (UNEP OzonAction 2020a).

raffrescamento deve essere fornito, ad esempio, per una stanza, una singola abitazione o edificio, più edifici o a livello di distretto.

La pianificazione di azioni integrate per gruppi di edifici richiede un approccio sistemico che consideri le complesse interazioni tra strutture edilizie, ambiente urbano, servizi e comunità locale.

Una delle sfide principali consiste nel potenziare e amplificare le azioni per ottenere un impatto su larga scala, rispondendo nel contempo alle esigenze e alle condizioni specifiche di ogni singola struttura. Tuttavia, ciò presenta anche un'opportunità per ottenere economie di scala e benefici collettivi. Inoltre, gruppi di edifici possono essere utilizzati anche per testare e dimostrare nuove tecnologie e approcci, creando opportunità di innovazione e apprendimento e per sperimentare nuove misure di efficienza energetica applicabili a sistemi più complessi e/o ad interi distretti.

2.3 Settore produttivo - Industria e agricoltura

Il **settore industriale** è uno dei maggiori consumatori di energia nell'UE e rappresenta oltre il 25% del consumo finale di energia. Nelle città europee, l'industria rappresenta il 12,5% del consumo energetico e il 13% delle emissioni totali di gas a effetto serra.

Il **calore di processo** è il principale uso finale nel settore industriale dell'UE, cui afferisce oltre la metà della domanda di energia e che dipende ancora prevalentemente dai combustibili fossili.

Anche nel **settore agricolo**, il calore di processo è spesso l'uso finale più energivoro, generalmente connesso alla trasformazione dei prodotti agricoli e zootecnici.

In entrambi i comparti, altri utilizzi finali rilevanti nel settore del riscaldamento e del raffrescamento includono la climatizzazione invernale ed estiva degli ambienti, la refrigerazione e la conservazione di prodotti (catena del freddo).

L'energia è una componente importante dei costi di produzione in molti settori industriali, anche se la sua incidenza può variare notevolmente in base alla dimensione delle imprese, al tipo e alla complessità dei processi produttivi, alle tecnologie, alle pratiche operative e ai modelli gestionali. Per le industrie cosiddette a "elevata intensità energetica", la gestione dei costi energetici può essere una questione di sopravvivenza. Le industrie più pesanti (prodotti chimici, metalli, cellulosa e carta, raffinazione e cemento) sono caratterizzate da costi fissi elevati e processi ad alta intensità di capitale, in cui i miglioramenti dell'efficienza spesso richiedono notevoli investimenti iniziali.

Per i settori cosiddetti "a minore intensità energetica" (come elettronica, meccanica, tessile, alimentare e delle bevande), l'energia incide generalmente in misura minore sui costi complessivi di gestione. Tuttavia, presentano un notevole potenziale per ottenere risparmi energetici economicamente vantaggiosi nel breve termine, con costi di investimento inferiori. La gestione dei costi è fondamentale anche nelle industrie meno energivore, non solo per migliorarne la competitività, ma anche per raggiungere obiettivi economici più significativi.

In generale, nell'ambito di una strategia energetica locale per il riscaldamento e raffrescamento il comparto produttivo può giocare tre principali ruoli cui afferiscono diverse possibili linee di intervento:

- come utente finale e consumatore di energia, che deve quindi essere analizzato e valutato in base al suo potenziale di miglioramento dell'efficienza;

- Come possibile fornitore di energia attraverso, ad esempio, il recupero del calore di scarto di processo o dei residui di lavorazione dei prodotti;
- come ambito di riconversione o riqualificazione, anche in relazione ai siti dismessi di interesse nei piani urbanistici e territoriali.

È possibile adottare diverse misure e tecnologie a livello locale per ridurre la domanda di energia del settore e migliorarne l'efficienza complessiva: l'adozione di **apparecchiature e motori efficienti, l'ottimizzazione dei processi produttivi, l'integrazione di FER e di tecnologie a basse emissioni di carbonio, strumenti digitali** per ottimizzare il controllo e la gestione dei processi e fasi produttivi.

L'elettrificazione può giocare un ruolo chiave per l'efficientamento energetico e la decarbonizzazione del comparto industriale. Impianti e apparecchiature elettrici (pompe di calore, caldaie/forni, riscaldamento a resistenza, forni ad arco e tecnologie di induzione) possono soddisfare la domanda di calore o di freddo a un'ampia gamma di temperature e sono in genere più efficienti di quelli basati sui combustibili fossili. Tuttavia non sono sempre l'ideale o l'unica soluzione possibile e andrebbe sempre valutata la loro sostenibilità complessiva.

In questo contesto sono rilevanti anche gli approcci basati sulla **simbiosi industriale**, grazie ai quali industrie situate nelle immediate vicinanze possono collaborare per scambiarsi risorse, materiali o sottoprodotti, condividere impianti e servizi, al fine di ridurre al minimo gli sprechi, ottimizzare l'utilizzo delle risorse e costi di gestione.

Il potenziale di incremento dell'efficienza nel settore produttivo è certamente molto elevato. Tuttavia, per un Comune, lo sviluppo di un'efficace strategia di intervento locale può essere più difficile e complesso rispetto ad altri settori, a causa dell'elevata varietà di sottosettori e aree di attività e dei soggetti e portatori di interesse con cui interagire, caratterizzati da dinamiche e peculiarità che possono variare notevolmente.

Azioni e interventi adeguati possono quindi essere selezionati e valutati solo sulla base di una profonda conoscenza del contesto produttivo locale e della relativa catena del riscaldamento e del raffrescamento al suo interno.

2.4 L'offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento

Fonti rinnovabili, soluzioni tecnologiche e sistemi integrati

I sistemi di produzione di energia per riscaldamento e raffrescamento sono spesso basati sui combustibili fossili, contribuendo all'emissione di gas a effetto serra e all'inquinamento atmosferico.

La produzione locale da fonti fossili nelle città dell'UE ha raggiunto circa il 98% della produzione locale totale di calore/freddo, rappresentando una quota pari a circa il 25% del consumo totale di calore/freddo¹⁴.

Le amministrazioni locali possono svolgere un ruolo chiave per promuovere lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili e la diffusione di sistemi di produzione e distribuzione più efficienti,

¹⁴ Franco de los Rios et al., 2024



sostenibili e resilienti in grado di garantire l'accesso a un'energia più pulita e meno cara, migliorare la sicurezza energetica e la salute pubblica e sostenere l'economia locale. Tuttavia, la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili a livello locale, sia elettriche che termiche, deve necessariamente essere valutata sulla base di ipotesi realistiche, prendendo in considerazione e valutando fattori quali la disponibilità di superfici, l'uso del suolo, la potenziale alterazione degli habitat e i possibili impatti ambientali e sociali a livello locale.

Per affrontare queste sfide, i comuni possono promuovere impianti e soluzioni che utilizzano aree e superfici esistenti, contribuendo a ridurre la necessità di nuove aree o di una riconversione di quelle esistenti, favorendo nel contempo una maggiore produzione di energia. Inoltre, possono sostenere lo sviluppo di sistemi che integrano diverse fonti energetiche rinnovabili e diverse tecnologie come le pompe di calore, le reti di teleriscaldamento, ottimizzando l'uso dell'elettricità o del calore o del freddo prodotti.

Questa e le seguenti sezioni hanno lo scopo di fornire un quadro delle principali misure chiave per promuovere l'adozione di fonti rinnovabili, tecnologie efficienti e sistemi energetici urbani integrati per una offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento sostenibile.

Energia solare - L'energia solare è la risorsa rinnovabile in più rapida crescita, che fornisce energia pulita e inesauribile e riduce significativamente le emissioni di gas serra. Le tecnologie chiave includono il **solare fotovoltaico (PV)** e il **solare termico** che convertono la luce solare direttamente in elettricità o calore disponibili per varie applicazioni.

Il fotovoltaico (PV) è uno degli approcci più promettenti per la produzione di energia elettrica soprattutto grazie a un significativo calo dei costi negli ultimi decenni. La maggior parte dei sistemi fotovoltaici viene utilizzata per generare energia elettrica connessa a una rete elettrica, mentre esiste anche un mercato più piccolo per l'energia off-grid, in particolare nelle aree remote e nei paesi in via di sviluppo. I pannelli possono essere installati sui tetti, a terra o su superfici come strade e rotonde, ferrovie, corpi idrici, aree dismesse o sottoutilizzate.

L'integrazione in strutture edilizie o di arredo urbano è generalmente l'area di intervento più promettente e i moduli fotovoltaici possono anche diventare "elementi architettonici" (il cosiddetto Building Integrated photovoltaics -BIPV) andando a sostituire parti di una struttura come tegole o vetrate, pareti, facciate semitrasparenti, lucernari e sistemi di ombreggiatura. Un'altra applicazione interessante è l'**agrivoltaico**, che consente la produzione simultanea di cibo ed energia ed è in grado di migliorare le condizioni di crescita, l'efficienza dell'uso del suolo e la resa delle colture.

La diffusione degli impianti fotovoltaici a livello locale richiede un'attenta valutazione di numerosi fattori e permangono comunque alcuni aspetti di criticità legati principalmente ad una produzione di energia non continua e costante durante il giorno (l'impianto produce quando c'è sole), alla bassa efficienza di conversione, agli ostacoli tecnici per l'integrazione negli edifici, alla disponibilità di aree adeguate, all'impatto sulle pratiche agricole e l'uso del suolo, ecc.

I sistemi solari termici (ST) possono essere impiegati in varie applicazioni e, in termini di efficienza, richiedono generalmente una superficie tre volte inferiore rispetto ai pannelli fotovoltaici per generare la stessa quantità di energia. Attualmente, il solare termico è utilizzato principalmente per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) e il riscaldamento degli ambienti

in case singole e plurifamiliari. Un impianto di grandi dimensioni può però fornire calore per applicazioni industriali (come il preriscaldamento delle materie prime, la fornitura di acqua calda o la generazione di vapore per vari processi produttivi), può essere utilizzato nel settore agricolo e zootecnico (ad esempio per processi di essiccazione, per riscaldare cibo o bevande per gli animali, per riscaldare le serre, ecc.), in case plurifamiliari, ospedali, alberghi e case di riposo e può anche essere integrato in una rete di teleriscaldamento. Inoltre, i pannelli solari termici possono essere efficacemente combinati con altre fonti rinnovabili come biomassa, pompe di calore, biogas e sistemi fotovoltaici (sistemi fotovoltaici/termici), migliorando l'efficienza complessiva del sistema di produzione, aumentandone la resilienza e favorendone la decarbonizzazione.

Geotermia - L'energia geotermica è una fonte rinnovabile che sfrutta l'energia termica immagazzinata nelle rocce e nei fluidi nelle profondità della crosta terrestre. I pozzi perforati collegano il fluido alla superficie terrestre, consentendone l'utilizzo per scopi quali la generazione di energia elettrica o la fornitura di calore diretto per il teleriscaldamento, il riscaldamento dell'acqua o i processi industriali. Un importante vantaggio dell'energia geotermica, rispetto ad altre fonti energetiche rinnovabili, è che non dipende dalle condizioni meteorologiche e può quindi contribuire a compensare i rischi associati a un sistema energetico basato su forniture variabili di altre fonti energetiche.

Biomassa - La biomassa è definita come materiale biologico prodotto direttamente o indirettamente dalla fotosintesi. Esempi sono il legno e gli scarti della lavorazione del legno, le colture energetiche, i residui delle colture, i residui organici provenienti dall'industria, dall'agricoltura, dal settore domestico, ecc.

La biomassa è strettamente legata ai settori dell'agricoltura, della silvicoltura e della gestione dei rifiuti, può essere convertita in combustibile solido, liquido o gassoso ed è oggi la principale fonte di energia elettrica e calore rinnovabili per l'industria e l'edilizia e per i trasporti.

Le tecnologie per la produzione di calore ed energia da biomassa sono già ben sviluppate e competitive in molte applicazioni e possono anche essere combinate in modo sinergico con altri impianti a fonti rinnovabili, come ad esempio il solare termico, garantendo un sostanziale incremento dell'efficienza e sostenibilità complessiva del sistema, in termini di consumo di risorse ed emissioni.

Sebbene la biomassa sia interessante come combustibile rinnovabile, il suo utilizzo come risorsa energetica non è privo di potenziali impatti ambientali. La sottrazione di terreni coltivabili, la modifica dell'uso del suolo, l'impoverimento dei nutrienti e il deterioramento della qualità dell'acqua sono potenziali effetti ambientali derivanti dalla produzione di materie prime da biomassa e dall'utilizzo di residui agricoli e forestali a fini energetici. L'entità di tali impatti dipende in larga misura dall'ambito territoriale e deve essere valutata a livello locale. I processi biochimici per la conversione dei materiali da biomassa in combustibile possono inoltre produrre inquinanti atmosferici, rifiuti solidi e acque reflue, che possono avere anch'essi un impatto negativo sull'ambiente.

Calore di scarto - Con calore di scarto si indicano i flussi di calore derivanti da un qualsiasi processo che non possono essere recuperati per il processo stesso, ma potrebbe essere riutilizzati per altri scopi. Ci sono molti processi industriali che rilasciano calore nell'ambiente che potrebbe essere recuperato tra cui quelli di raffinerie, produzione di cemento e acciaierie. Altri tipi di fonti

di calore di scarto a bassa temperatura (inferiori a 70 °C) sono i data-center, i supermercati, gli impianti di trattamento delle acque reflue e persino la ventilazione della metropolitana.

Il calore di scarto può essere ri-utilizzato in vari modi, tra cui l'immissione in reti di teleriscaldamento, la fornitura di calore diretto a edifici e l'alimentazione di processi industriali. Altri usi potenziali del calore di scarto includono il riscaldamento delle serre e degli impianti di acquacoltura, l'alimentazione dei processi di desalinizzazione e di trattamento delle acque. Inoltre, può essere utilizzato per produrre combustibili come metanolo e biodiesel e per alimentare la produzione di idrogeno attraverso l'elettrolisi. Il calore di scarto può essere utilizzato anche per il raffrescamento grazie ai refrigeratori ad assorbimento.

Pompe di calore - Le pompe di calore combinano un'elevata efficienza energetica con la capacità di utilizzare il calore aerotermico, geotermico o idrotermico a livelli di temperatura utili. Esse rappresentano una tecnologia energetica versatile, in grado di utilizzare elettricità o energia termica come fonte primaria, di fornire sia riscaldamento che raffrescamento in un'ampia varietà di contesti edilizi e applicazioni, e di integrarsi con tecnologie intelligenti e sistemi di accumulo. Se abbinate a un adeguato sistema di accumulo termico, offrono la flessibilità necessaria per l'integrazione di fonti sulle energie rinnovabili. Indipendentemente dalla fonte, le pompe di calore funzionano con maggiore efficienza quando vengono utilizzate per fornire calore a una temperatura più bassa piuttosto che a una temperatura più alta.

L'accumulo di energia - La crescente diffusione di fonti energetiche rinnovabili nel settore del riscaldamento e raffrescamento richiederà necessariamente una sempre maggiore flessibilità dei sistemi energetico per adattarsi e gestire la variabilità e l'incertezza dell'offerta e della domanda di energia.

Oltre ad essere un'importante soluzione di flessibilità, **lo stoccaggio di energia elettrica** può ridurre le fluttuazioni dei prezzi, abbassare i prezzi dell'energia elettrica durante le ore di punta e consentire ai consumatori di adattare il loro consumo ai prezzi e alle loro esigenze. Può inoltre facilitare l'elettrificazione di diversi settori quali, in particolare quello edilizio e quello dei trasporti.

Lo stoccaggio di energia termica (TES) può svolgere un ruolo rilevante, in particolare nelle città in cui la densità urbanistica è abbastanza elevata e tale da permettere lo sviluppo di sistemi energetici di distretto.

In questo caso lo stoccaggio permette di accumulare energia termica per colmare il divario stagionale tra i profili di domanda e offerta e per far fronte alla concorrenza tra questi ultimi durante l'estate. Solitamente viene utilizzata l'acqua come fluido di accumulo, grazie alla sua elevata capacità termica e al suo basso costo, ma anche il terreno può svolgere questa funzione. Le dimensioni degli accumuli termici variano notevolmente (da poche centinaia di metri cubi a centinaia di migliaia) e possono coprire un intervallo temporale molto ampio, che va dall'orario allo stagionale. Il TES è notevolmente più economico rispetto agli accumuli di energia elettrica come le batterie o gli impianti idroelettrici di pompaggio.

Teleriscaldamento e teleraffrescamento - Il teleriscaldamento e/o teleraffrescamento è un sistema di distribuzione del calore e/o del freddo, generati in uno o più siti (anche decentrati) e trasportati attraverso una rete di tubi di trasmissione e distribuzione coibentati e apparecchiature

ausiliarie. Questi sistemi possono soddisfare i fabbisogni di riscaldamento o raffrescamento degli ambienti, acqua calda sanitaria (ACS), calore di processo o refrigerazione.

Un vantaggio importante delle reti di teleriscaldamento/raffrescamento è che sono una soluzione collaudata per un utilizzo efficiente di più fonti energetiche rinnovabili su larga scala, che non sarebbero adatte per uno sfruttamento in sistemi autonomi, tra cui biomassa, geotermico e solare termico, calore di scarto dalla produzione di energia elettrica, inceneritori, processi industriali, data center, impianti depurazione acque reflue, ecc.

La realizzazione di un sistema di teleriscaldamento/teleraffrescamento e l'integrazione di fonti rinnovabili o calore di scarto offrono molteplici vantaggi a livello locale, tra cui:

- Standard di efficienza più elevati.
- Maggiore flessibilità e resilienza rispetto alle possibili variazioni delle condizioni climatiche e di mercato, della disponibilità di risorse e delle esigenze degli utenti finali.
- Gestione semplificata e conseguente riduzione dei costi operativi e di manutenzione.
- Riduzione significativa della concentrazione di alcuni inquinanti e miglioramento della qualità dell'aria.

Lo sviluppo tecnologico ha portato ad un miglioramento dell'efficienza e all'utilizzo di temperature di mandata sempre più basse: dai sistemi di teleriscaldamento di *prima generazione*, caratterizzati da una mandata ad alta temperatura derivante dal vapore, ai sistemi di *terza e quarta generazione* che funzionano con temperature di distribuzione più basse, aprendo la strada a un migliore utilizzo di rinnovabili termiche e calore di scarto a bassa temperatura, fino ai sistemi di *quinta generazione*, basati su temperature ultra-basse (10–30 °C) combinate con pompe di calore localizzate.

Sfruttando la biomassa, la geotermia, il solare termico e il calore di scarto, si prevede che le reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento diventeranno la spina dorsale del riscaldamento e del raffrescamento urbani e la transizione verso la quinta generazione sarà fondamentale, perché opera a temperature più basse e massimizza l'efficienza delle fonti energetiche rinnovabili in conformità dell'articolo 26 della revisione della Direttiva sull'efficienza energetica, stabilendo i criteri e le misure per raggiungere un "teleriscaldamento e teleraffrescamento efficienti" e la completa decarbonizzazione entro il 2050.

Lo sviluppo di un sistema di teleriscaldamento/raffrescamento in ambito urbano richiede un'attenta pianificazione, coordinamento e investimenti. È necessario uno studio di fattibilità approfondito per individuare le potenziali fonti di calore e freddo e valutare la domanda e per elaborare un progetto generale che definisca i requisiti infrastrutturali, individui tutte le parti interessate e ne definisca i possibili ruoli. Sono inoltre necessari investimenti significativi nelle infrastrutture, comprese le condutture e i sistemi di distribuzione.

3. Misure di sostegno per l'attuazione del SLHCP

Questa sezione delle Linee Guida fornisce una panoramica sulle misure aggiuntive che un'Amministrazione locale può e deve promuovere e attivare per favorire lo sviluppo di azioni e interventi sul territorio e supportare quindi l'attuazione concreta della strategia del SLHCP per il riscaldamento e raffrescamento.

Le misure (che sono descritte in dettaglio nell'**ALLEGATO 3**) possono essere raggruppate in tre categorie principali come di seguito descritto.

3.1 Misure di gestione, controllo e regolamentazione

Procedure di gestione energetica e di rilascio di autorizzazioni, procedure per appalti pubblici verdi (Green Public Procurement), revisione e aggiornamento di piani e regolamenti edilizi, urbanistici e territoriali, sistemi di certificazione, ecc.

Misure istituzionali di governance sono essenziali per sostenere la transizione verso sistemi di riscaldamento e raffrescamento a basse emissioni di carbonio. Possono comprendere lo sviluppo e l'attuazione di codici e norme in materia di edilizia, come quelli relativi all'efficienza energetica, alle fonti energetiche rinnovabili e al Green Building.

Programmi di diagnosi energetica e sistemi di certificazione, possono fornire un quadro per la valutazione e il riconoscimento di edifici efficienti e a basse emissioni di carbonio. Inoltre, le politiche e i regolamenti, come le leggi sulla zonizzazione e i requisiti autorizzativi, possono essere utilizzati per incoraggiare lo sviluppo di edifici a basse emissioni di carbonio, la riqualificazione degli edifici esistenti per migliorarne l'efficienza energetica, favorire lo sfruttamento e diffusione di fonti rinnovabili, promuovere lo sviluppo di infrastrutture energetiche sostenibili.

3.2 Misure finanziarie e di incentivazione

Strumenti di supporto economico quali obbligazioni verdi, crediti d'imposta e sovvenzioni, fondi rotativi, Contratti di Prestazione Energetica (EPC), partenariati pubblico-privato, sistemi partecipati e cooperativi quali crowdfunding/investing/lending, ecc.

Il ruolo delle amministrazioni pubbliche è fondamentale per colmare il divario tra pianificazione finanziaria e attuazione, garantendo che le strategie di investimento si traducano in azioni efficaci e coerenti. Le loro responsabilità comprendono l'individuazione delle fonti di finanziamento, la promozione dei partenariati e la garanzia di un'allocazione efficiente delle risorse per massimizzare i benefici energetici, climatici e sociali.

Gli strumenti di supporto economico pubblici sono in genere basati su sovvenzioni e si concentrano sui benefici pubblici senza richiedere rendimenti finanziari, mentre quelli promossi da privati comportano, invece, di solito investimenti con un rendimento atteso e spesso si rivolgono a progetti in grado di garantire sostenibilità economica.

I comuni, oltre a canali di finanziamento diretto, possono promuovere e attivare una gamma piuttosto ampia di strumenti aggiuntivi e integrativi, tra i quali gli strumenti fiscali, come i prelievi verdi, i regimi di finanziamento a fini di incremento fiscale e le obbligazioni verdi, che possono

generare entrate aggiuntive e fungere da garanzia, influenzando le scelte di investimento privato in linea con gli obiettivi di sostenibilità.

Inoltre, i comuni possono collaborare con attori privati attraverso partenariati pubblico-privato e modelli di investimento da parte di terzi. Grazie alla loro profonda conoscenza del contesto locale, possono attivare efficacemente questi meccanismi, garantendo la condivisione di rischi e benefici e promuovendo la fiducia tra cittadini, investitori privati e tecnici.

Tuttavia, nonostante la loro posizione strategica, i comuni si trovano spesso ad affrontare ostacoli istituzionali, normativi, burocratici e tecnici che ostacolano l'attuazione degli strumenti finanziari, e risulta quindi necessario promuovere approcci innovativi come le cooperative energetiche e le piattaforme di crowdfunding che consentano ai cittadini di investire direttamente in progetti locali, promuovendo il senso di appartenenza e il coinvolgimento.

Mentre i modelli tradizionali forniscono una solida base per progetti più consolidati, strumenti innovativi e alternativi sono essenziali per affrontare le sfide emergenti e promuovere una diffusione di azioni e interventi su ampia scala e sul lungo periodo.

Un mix strategico di questi strumenti, combinato con un'efficace gestione del rischio e una pianificazione finanziaria mirata, può fornire le risorse necessarie per implementare con successo la strategia del piano del riscaldamento e raffrescamento..

3.3 Misure di promozione, facilitazione e marketing sociale

Accordi di partenariato, tavoli di lavoro e comunità di pratica, campagne di comunicazione e informazione, iniziative di formazione e capacity building, servizi di sportello, promozione di progetti pilota, ecc.

La sensibilizzazione, la crescita della consapevolezza e della conoscenza, l'impegno e il coinvolgimento svolgono un ruolo fondamentale per il successo di un piano del riscaldamento e raffrescamento o di qualsiasi strategia energetica locale.

Misure volte a promuovere un cambiamento dei comportamenti attraverso approcci sociali e non tecnologici, possono contribuire in modo significativo alla riduzione dei consumi energetici negli usi finali e alla diffusione delle fonti rinnovabili.

A tal fine, la strategia dovrebbe includere anche iniziative trasversali di informazione, formazione e marketing sociale, con l'obiettivo di aumentare la consapevolezza e creare un ponte tra investitori e investimenti attraverso la responsabilizzazione e l'ampliamento delle conoscenze locali e delle competenze tecniche in materia di FER, efficienza energetica negli usi finali, costi e meccanismi di sostegno, procedure autorizzative, pratiche per un uso corretto delle tecnologie e delle attrezzature e la riduzione degli sprechi. Tali misure consentono a cittadini e imprese di assumere il controllo del loro consumo energetico, prendere decisioni informate e accedere alle risorse disponibili.

Attraverso iniziative quali **lo sportello unico (One-stop-shop), servizi di consulenza energetica, i caffè energetici di prossimità e programmi mirati di risparmio energetico**, i comuni possono promuovere una cultura della consapevolezza energetica, fornire un sostegno su misura alle famiglie vulnerabili e promuovere soluzioni energetiche inclusive e sostenibili.

Impegnandosi con le comunità locali, sfruttando le reti sociali esistenti e fornendo informazioni e orientamenti accessibili, queste misure possono contribuire a colmare il divario tra la politica energetica e la pratica.

Iniziative e programmi di **capacity building e formazione specialistica** possono aumentare il grado di successo di azioni e interventi nel settore del riscaldamento e del raffrescamento aumentando e potenziando le capacità e le competenze dei diversi attori e portatori di interesse locali.

In primo luogo, tali iniziative dovrebbero rivolgersi a funzionari e i dipendenti comunali o di enti pubblici in generale coinvolgendo più dipartimenti, settori e uffici (ambiente ed energia, patrimonio, servizi generali, lavori pubblici, autorizzazioni, pianificazione territoriale, trasporti) data la trasversalità del settore del riscaldamento e del raffrescamento

Inoltre, le autorità locali possono promuovere percorsi formativi specialistici per aggiornare e aumentare le competenze di tecnici, professionisti, consulenti. Questi programmi possono coprire una vasta gamma di argomenti, come: la progettazione e installazione di tetti e facciate verdi, impianti di teleriscaldamento/raffrescamento e altre infrastrutture; la gestione efficiente e la manutenzione di strutture edilizie; l'impatto dell'innalzamento delle temperature sulla salute, ecc.

Per modellizzare, progettare e testare specifici interventi e/o tecnologie potranno inoltre essere promossi **progetti pilota** dalle stesse amministrazioni in collaborazione con altri enti pubblici e/o portatori di interesse privati (singole imprese, associazioni di categoria, istituti di credito, fondazioni).

4. Monitoraggio del SLHCP - Come stiamo andando

CONCETTI CHIAVE

A che punto è arrivato il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento

Aggiornamento del bilancio energetico e dell'inventario delle emissioni

A che punto è l'implementazione del SLHCP

Quali azioni sono state realizzate, come e da chi

Quali azioni sono state avviate, come e da chi

Quali sono i risultati già raggiunti

Quali gli impatti delle azioni realizzate o in corso

Quale ancora la distanza dagli obiettivi del SLHCP

Cosa è andato storto e perché

Dove e come la strategia del SLHCP deve essere rivista e potenziata

Questa sezione delle Linee Guida introduce alcuni concetti base per l'impostazione della procedura di monitoraggio, la quinta e ultima fase del processo di preparazione del SLHCP.

4.1 Obiettivi, fasi e tempistiche del monitoraggio del SLHCP

Il Piano va quindi considerato come un **documento in continua evoluzione**, e deve essere periodicamente verificato ed aggiornato per migliorarne l'efficacia.

Definire ed applicare una procedura di monitoraggio fornisce un'opportunità all'amministrazione per valutare la strategia e le azioni tenendo conto dei progressi compiuti, delle nuove conoscenze e competenze disponibili, delle innovazioni tecnologiche e delle opportunità finanziarie a disposizione.

Attraverso il monitoraggio è possibile valutare periodicamente lo stato di avanzamento delle azioni, i risultati già raggiunti e i progressi verso il conseguimento degli obiettivi di Piano. In altre parole, il processo di monitoraggio consente di capire se il Comune è sulla buona strada per raggiungere gli obiettivi prefissati e di individuare i fattori che possono andare a incidere sui risultati.

In accordo con i requisiti del Patto dei Sindaci¹⁵ la procedura di monitoraggio del piano può basarsi su due passaggi principali:

¹⁵ Patto dei sindaci per il clima & Energy "Quick Reference Guide Monitoring PAESC implementation" (Guida di riferimento rapido per il monitoraggio dell'attuazione del PAESC)

- **il monitoraggio del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento**
- **il monitoraggio delle azioni**

Il monitoraggio del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento prevede l'aggiornamento del bilancio energetico e dell'inventario delle emissioni al fine di seguire e valutare le tendenze locali e i processi in corso, sia dal lato della domanda che da quello dell'offerta di calore e freddo.

Il monitoraggio delle azioni è invece finalizzato a seguire lo sviluppo della strategia pianificata, registrare e valutare gli interventi e le iniziative già realizzati, avviati, o in corso, analizzare i risultati già conseguiti, rilevare ritardi o scostamenti dagli obiettivi e individuare eventuali misure correttive e supplementari. Più in dettaglio, ciò implica la valutazione dei seguenti aspetti principali:

- Stato di attuazione delle azioni incluse nel piano
- Gli effetti complessivi delle azioni attuate/in corso in termini di riduzione dei consumi e delle emissioni, aumento della produzione di FER, benefici socioeconomici e per la salute
- La distanza rispetto agli obiettivi previsti dal piano di ciascuna azione

Tale valutazione contribuirà quindi anche a individuare gli ostacoli e le sfide e a evidenziare i punti di forza e di debolezza del piano stesso.

Per garantirne l'efficacia, il monitoraggio del Piano deve essere pianificato e realizzato con una **frequenza ben definita**. Se non specificamente indicato a livello normativo, si può suggerire di:

- aggiornare annualmente il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni;
- verificare ogni 2 anni lo stato di attuazione delle azioni;
- aggiornare il piano ogni cinque anni, beneficiando dei risultati del monitoraggio per individuare e proporre i necessari adeguamenti.

Nonostante l'importanza di un monitoraggio periodico frequente, in caso di carenza di personale o risorse finanziarie, l'amministrazione potrà prevedere un intervallo di tempo più lungo tra un monitoraggio e l'altro, ma in ogni caso non oltre i 4 anni.

I vantaggi di un monitoraggio regolare sono:

- una dettagliata e continua comprensione dei fattori che influenzano le dinamiche del settore del riscaldamento e raffrescamento sul territorio
- un contributo periodico ai processi decisionali dell'amministrazione, che consente una reazione rapida e, se necessario, l'adeguamento del piano;
- comunicazione trasparente, crescita della credibilità, maggiore coinvolgimento e accettazione.

All'interno della struttura di governance del Piano, deve essere identificato il **responsabile** del monitoraggio, che dovrà sovrintendere l'intero processo, dall'impostazione della metodologia alla rendicontazione vera e propria che potrà prevedere la predisposizione di un **rapporto sull'esito del monitoraggio** e la sua approvazione in Consiglio Comunale per garantire trasparenza e confermare l'impegno.

4.2 Gli indicatori di monitoraggio

Per garantire una procedura di monitoraggio concreta e applicabile, è necessario definire e aggiornare periodicamente una **serie di indicatori chiave** (sia quantitativi che qualitativi) verificabili, quantificabili o rendicontabili e revisionabili.

La selezione degli indicatori più adatti deve basarsi sullo stesso approccio e sulle stesse metodologie utilizzati per la definizione dello scenario di base e degli scenari di intervento, ma può essere rimodulata in funzione dello stato di avanzamento delle azioni e delle informazioni e dei dati disponibili.

Per quanto riguarda il **monitoraggio delle azioni**, gli indicatori possono essere organizzati nelle seguenti categorie:

- Indicatori di impatto (misurare i benefici diretti finali)
- Indicatori di attuazione
- Indicatori dei benefici collaterali (effetti indiretti dell'azione).

Gli indicatori di **impatto** si concentrano sugli effetti diretti connessi a un'azione e valutano il contributo di questa agli obiettivi del piano relativi alla riduzione di consumi ed emissioni e all'incremento della produzione da rinnovabili.

Gli indicatori per monitorare l'**attuazione** delle azioni si concentrano sui parametri relativi allo sviluppo della stessa. Normalmente questi indicatori sono più facili da monitorare rispetto agli indicatori di impatto, in quanto verificano e quantificano (quando possibile) direttamente i risultati primari di un'azione o le misure necessarie per mettere in atto un'azione.

Di seguito sono presentati alcuni esempi di indicatori di monitoraggio per illustrare gli aspetti che possono essere misurati a livello di singola azione e/o quantificati a livello complessivo. Questi esempi non sono esaustivi e i parametri di monitoraggio possono variare a seconda del contesto locale di ciascun comune.

Tabella 5 - Aggiornamento del bilancio energetico e dell'inventario delle emissioni

<i>Tipo</i>	<i>Indicatore</i>
Consumi per riscaldamento e raffrescamento	- Totale per fonte (MWh/anno) - Totale per settore (MWh/anno) - Totale pro capite (MWh/anno*abitante) - Per settore e fonte (MWh/anno)
Produzione locale di calore e freddo da fonti rinnovabili	- Produzione per fonte (MWh/anno) - Produzione per reti teleriscaldamento/raffrescamento (MWh/anno) - Quota di produzione sul totale (%)
Emissioni locali per riscaldamento e raffrescamento	- Per l'energia elettrica (tonnellate/anno) - Per calore/freddo (tonnellate/anno)
Emissioni specifiche per riscaldamento e raffrescamento	- Totale pro capite (tonnellate/anno*abitante) - Totale per unità di energia consumata (tonnellate/MWh) - Per settore (tonnellate/MWh)

Tabella 6 - Monitoraggio delle azioni – indicatori di impatto (da elaborare per ciascuna azione)

Tipo di indicatore	Indicatore
Efficacia dell'azione	<u>Obiettivi raggiunti</u> - Riduzione dei consumi (MWh) - Produzione locale di energia da FER (MWh) - Riduzione delle emissioni di CO₂ (tonnellate)
Avanzamento dell'azione	<u>Stato dell'azione</u> C - completata A - iniziato/in corso P - programmata/da avviare S - sospesa/rinviata <u>Distanza dagli obiettivi e livello di attuazione</u> - Riduzione dei consumi (MWh, %) - Produzione locale di energia da FER (MWh, %) - Riduzione delle emissioni di CO₂ (tonnellate, %)

Tabella 7 - Monitoraggio delle azioni – indicatori di attuazione

Archiviazione dell'azione	Intervento	Indicatore
Riqualificazione dell'involucro edilizio	- Isolamento delle pareti - Isolamento del pavimento/tetto - Riqualificazione dei serramenti	- m² di involucro ristrutturato - % di miglioramento del comfort - Numero di interventi attuati - Risparmio medio per intervento (MWh)
Riqualificazione e rinnovo impianti termici	- Sostituzione impianti (>15 anni) - Sostituzione della fonte energetica	- numero e tipo di impianti sostituiti e di impianti installati - efficienza media per tipo di impianto - potenza installata per tipo di impianto (kW) - Risparmio medio per intervento (MWh)
Riqualificazione dei sistemi di produzione di acqua calda sanitaria (ACS)	- Sostituzione di boiler elettrici con pompe di calore - Sostituzione di boiler a gas con solare termico	- numero di interventi attuati - risparmio medio per intervento (MWh)
Riqualificazione dei sistemi di raffrescamento	- Sostituzione di vecchi impianti con impianti più efficienti - Sostituzione vecchi impianti con pompe di calore	- numero di interventi attuati - risparmio medio per intervento (MWh)
Impianti fotovoltaici integrati negli edifici	- su edifici residenziali - su strutture terziarie o produttive	- numero di impianti installati - potenza installata (kW)
Ampliamento e riqualificazione sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento	- ampliamento della rete urbana - integrazione di FER e calore di scarto	- estensione della rete (km) - volumetria connessa alla rete (m³) per destinazione d'uso - energia termica fornita agli utenti finali (kWh) - % di energia da FER e calore di scarto - risparmio medio per intervento (MWh)

Riduzione dell'isola di calore	- ristrutturazione urbana - aree verdi urbane	- superfici de-impermeabilizzate (m²) - superfici più riflettenti (m²) - aumento degli spazi verdi - NBS e aree verdi reslizzate (n. di interventi, m²)
--------------------------------	--	---

Oltre a permettere di raggiungere gli obiettivi prefissati, l'attuazione delle azioni può portare al raggiungimento di benefici correlati che a loro volta dovrebbero essere monitorati attraverso degli indicatori specifici. La tipologia e la portata degli effetti possono variare a seconda del contesto locale e della relativa azione e riguardare aspetti ambientali e/o socioeconomici chiave come, in particolare, la povertà energetica. Di seguito è riportato un elenco non esaustivo di possibili co-benefici con relativi esempi.¹⁶

Tabella 8 – Co-benefici, classificazione e descrizione

	Co-beneficio	Descrizione
Ambientale	Miglioramento della qualità dell'aria	Riduzione dei livelli di particolato, biossido di azoto e ozono
	Riduzione dell'inquinamento atmosferico	Diminuzione dei composti organici volatili e di altri inquinanti
	Conservazione della biodiversità	Conservazione degli habitat naturali, protezione delle specie minacciate di estinzione, promozione degli ecosistemi urbani
	Conservazione delle acque	Uso efficiente delle risorse idriche, riduzione della produzione di acque reflue, miglioramento della qualità dell'acqua
	Miglioramento del microclima	Ridotto effetto isola di calore urbano, maggiore ombreggiatura
Sociale	Miglioramento della salute pubblica	Riduzione dei tassi di mortalità, miglioramento della salute mentale e aumento dell'attività fisica
	Maggiore coesione sociale e senso di comunità	Obblighi sociali più forti, coinvolgimento della comunità e senso di appartenenza tra i residenti
	Miglioramento della qualità della vita	Miglioramento dell'accesso a servizi, servizi e opportunità, con conseguente aumento del benessere generale
	Educazione e sensibilizzazione	Maggiore conoscenza e consapevolezza della sostenibilità, dell'efficienza energetica e della protezione dell'ambiente
	Potenziamento della comunità	Maggiore partecipazione dei residenti ai processi decisionali, maggiore impegno civico e senso di titolarità
	Riduzione della povertà e della disuguaglianza	Creazione di posti di lavoro, migliore accesso ai servizi e sostegno mirato alle popolazioni vulnerabili
	Conservazione e promozione culturale	Tutela e celebrazione del patrimonio locale, delle tradizioni e dell'identità culturale
Economico	Creazione di posti di lavoro	Nuove opportunità di lavoro in settori sostenibili, come le energie rinnovabili, le infrastrutture verdi e l'ecoturismo
	Stimolare le economie locali	Aumento degli investimenti locali, crescita economica e competitività
	Aumento dei valori delle proprietà	Aumento del valore immobiliare, maggiori entrate fiscali e migliore estetica urbana
	Riduzione dei costi infrastrutturali	Riduzione dei costi di manutenzione e operativi legati a edifici efficienti dal punto di vista energetico, reti intelligenti e infrastrutture verdi
	Attrarre imprese e talenti	I comuni che investono nella sostenibilità e nell'innovazione possono attrarre imprese, imprenditori e lavoratori qualificati
	Miglioramento dell'efficienza delle risorse	Riduzione del consumo di energia e acqua, riduzione della produzione di rifiuti e utilizzo ottimizzato delle risorse
	Aumento della competitività	I comuni che danno priorità alla promozione della sostenibilità possono diventare più attraenti per investitori, imprese e residenti

Fonte: Joint Research Centre – Covenant of Mayors Guidebook, documento complementare 4 "How to plan mitigation, adaptation and energy poverty actions" (Come pianificare le azioni di mitigazione, adattamento e povertà energetica)

¹⁶ Commissione europea - Come pianificare azioni di mitigazione, adattamento e lotta alla povertà energetica Guida del Patto dei sindaci | Documento complementare 4

PARTE 4 – METODOLOGIE, PROCEDURE E STRUMENTI DI SIMULAZIONE

CONCETTI CHIAVE

Possono essere adottati approcci *bottom-up* o *top-down*
per quantificare la domanda e l'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento

Approcci *bottom-up* che utilizzano dati specifici del contesto locale
devono essere preferiti, ove possibile

Procedure di calcolo diretto o strumenti/software di simulazione
possono essere applicati per valutazioni quantitative o stime

Non c'è bisogno di reinventare la ruota!
PAESC/PAES possono fornire metodologie testate e affidabili
Diversi strumenti e software di simulazione sono già disponibili e applicabili

Questa sezione delle Linee Guida descrive possibili approcci, metodologie e strumenti di simulazione per la ricostruzione del bilancio energetico e l'inventario delle emissioni, per la costruzione degli scenari di intervento e per la quantificazione dei relativi obiettivi in termini di riduzione dei consumi finali e delle emissioni, nonché di aumento della produzione da FER.

Per procedere con lo sviluppo del SLHCP e valutare la fattibilità delle azioni, è necessario raccogliere ed elaborare informazioni e dati relativi al fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento, alle opzioni di offerta di energia, alla tipologia di usi e utenti finali, allo stato del parco edilizio e degli impianti, ecc. È inoltre importante considerare altri aspetti chiave per identificare cambiamenti di rilevanza più ampia, come l'aumento della quota di fonti rinnovabili, la crescita della domanda energetica, le tendenze climatiche, ecc. La localizzazione della domanda e dell'offerta sul territorio è anch'essa di fondamentale importanza, poiché permette di metterle in relazione e di valutarne la fattibilità.

Come approccio generale per la definizione e la quantificazione degli obiettivi del Piano, indipendentemente dallo specifico settore o attività, dovrebbero quindi essere considerati i seguenti passaggi principali e concetti chiave.

Per la **Fase 2 - Valutazione della Baseline**, si dovrebbe tenere in considerazione quanto segue:

- **Localizzare, quantificare e valutare la domanda di riscaldamento e raffrescamento; (Mappatura del caldo e del freddo)**

Valutare l'effettiva domanda di riscaldamento e raffrescamento e mapparla sul territorio, considerando gli usi finali all'interno dei settori chiave dell'area urbana. Questa analisi e quantificazione dovrebbe includere anche i dati sui consumi locali di energia elettrica per il raffrescamento, in modo da identificare e gestire le criticità della domanda di energia elettrica

a livello locale, invece di affidarsi esclusivamente ai miglioramenti e allo sviluppo della rete nazionale.

- **Identificare le fonti locali rinnovabili per la produzione di energia**

Identificare e quantificare le possibili fonti di energia rinnovabile disponibili sul territorio del comune per il settore del riscaldamento e raffrescamento come l'energia solare, geotermica, le biomasse e il calore di scarto. Inoltre, identificare e localizzare anche le infrastrutture esistenti (ad esempio reti di gas naturale o di teleriscaldamento e teleraffrescamento).

Per la **Fase 3, strategia e sviluppo del SLHCP**, dovrebbero essere presi in considerazione i seguenti aspetti:

- **Quantificare e valutare il potenziale di risparmio ed efficientamento del sistema di riscaldamento e raffrescamento prima di individuare soluzioni Isto offerta di energia**

Considerare il potenziale di risparmio energetico all'interno del sistema di riscaldamento e raffrescamento prima di sviluppare nuove soluzioni per la fornitura di energia. Le misure di efficienza energetica hanno un effetto sull'intera catena di approvvigionamento e non sono da considerarsi sostitutive, bensì complementari. Una diminuzione della domanda di energia può tradursi in una minore capacità necessaria lato produzione e distribuzione, per i nuovi sistemi energetici da pianificare o nei progetti di riqualificazione. Questo è un concetto molto importante da integrare, poiché le nuove infrastrutture possono così essere dimensionate sui nuovi livelli di domanda. Inoltre, una minore domanda di energia può favorire una quota maggiore di fonti energetiche rinnovabili.

- **Definire scenari per l'approvvigionamento energetico del sistema di riscaldamento e raffrescamento**

L'obiettivo della stima della domanda, dell'offerta e del potenziale di risparmio energetico negli usi finali è definire scenari che valorizzino le risorse disponibili a livello locale. Ciò garantisce sistemi di produzione, distribuzione e consumo più efficienti, sostenibili e resilienti, assicurando l'accesso a un'energia più pulita e meno cara e promuovendo, ove possibile, l'attivazione di filiere integrate con l'economia locale.

Nel definire questi scenari, non dovrebbero essere considerate solo le logiche di mercato e le prospettive commerciali, ma anche e soprattutto aspetti **socio-economici**. Andrebbe in particolare valutata la connessione o interazione con altri ambiti, come la fornitura di elettricità o gas, poiché il settore del riscaldamento e raffrescamento non è un elemento isolato del sistema energetico locale e possono quindi sorgere forme di competizione.

Inoltre, fattori quali il cambiamento climatico, l'inquinamento atmosferico, la salute, l'equità e la creazione di posti di lavoro devono essere sempre presi in considerazione, fornendo così indicazioni su quale scenario tecnico si allinei meglio agli obiettivi e alle prospettive stabiliti dal Piano.

Il bilancio energetico e l'inventario delle emissioni (baseline) devono costituire il punto di partenza per la valutazione e la quantificazione dei risultati di ognuna delle suddette fasi. L'analisi del sistema energetico del riscaldamento e raffrescamento deve essere quindi approfondita e ampliata, laddove necessario in base al livello di dettaglio già raggiunto nella Fase 2 del Piano, attraverso la raccolta e l'elaborazione di ulteriori dati e informazioni.

In molti paesi, regioni e città, il settore del riscaldamento e raffrescamento non è stato tradizionalmente oggetto di una governance specifica. Le politiche energetiche si ritrovano il più delle volte in politiche settoriali focalizzate sull'energia elettrica e sul gas dal lato dell'offerta e sull'efficienza degli edifici dal lato della domanda. Spesso la fornitura di elettricità e gas viene misurata, ma solitamente solo come dati aggregati che includono i consumi per cucina, illuminazione, riscaldamento e altri usi finali. Di conseguenza, la conoscenza dello della situazione attuale del settore risulta spesso carente o parziale, e quindi non utilizzabile o non particolarmente utile fini della pianificazione strategica.

In generale, si dovrebbe compiere ogni sforzo per seguire un **approccio bottom-up**, prendendo in considerazione le componenti tecnologiche (impianti, dispositivi, attrezzature, dimensioni, struttura e materiali degli edifici, ecc.) e la loro evoluzione prevista, basandosi possibilmente su **dati e input specifici del contesto locale**.

In un approccio bottom-up la domanda locale di riscaldamento e raffrescamento (fabbisogni e consumi finali) e l'offerta possono essere modellizzate e simulate basandosi sull'analisi delle componenti tecnologiche che costituiscono i mezzi per soddisfare il fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento all'interno di ogni settore e attività, considerando la loro tipologia, età, efficienza o prestazioni energetiche, il livello di diffusione, ecc.

Attraverso questa procedura, è possibile elaborare stime per quantificare la **domanda di energia utile** per il riscaldamento e raffrescamento per settore/sottosettore e uso finale. Inoltre, è possibile elaborare indicatori di prestazione per valutare la qualità energetica media (kWh/m², kWh/abitanti, kWh/dipendente, kWh/kW, ecc.).

Pertanto, un approccio dal basso richiede un maggiore sforzo e l'impiego di più risorse, ma può garantire una valutazione più solida e una comprensione più approfondita della situazione attuale all'interno del sistema locale, contribuendo così concretamente a una migliore calibrazione degli scenari di intervento del SLHCP in una fase successiva.

L'approccio bottom-up può essere attuato a diversi livelli di dettaglio e seguendo metodologie diverse, a seconda dello specifico settore/attività, delle informazioni reperibili o disponibili e delle risorse disponibili all'interno dell'amministrazione locale.

In generale, questo approccio si adatta meglio a sottosettori o attività che coinvolgono un numero limitato di strutture, utenti o fornitori (ad esempio il parco edilizio comunale o pubblico, le strutture o i distretti industriali e commerciali, i grandi edifici per uffici, i singoli impianti di produzione ecc.), dove le fonti di dati sono più facilmente individuabili, i relativi portatori di interesse più facilmente coinvolgibili e le quantità di riferimento direttamente misurabili. In questo contesto, è possibile applicare ed elaborare procedure più accurate, fornendo una modellizzazione e una valutazione dettagliata delle prestazioni energetiche attuali e future.

Qualora i dati di riferimento non siano disponibili, lo siano solo parzialmente o non possano essere misurati direttamente (questo può essere il caso di settori con un gran numero di utenti distribuiti quali il residenziale e il terziario), la modellizzazione bottom-up delle prestazioni energetiche, applicata a un campione di edifici o impianti sufficientemente rappresentativi del contesto locale, può rappresentare una via percorribile per stimare, attraverso l'aggregazione, il fabbisogno complessivo del settore.

La modellizzazione o la stima richiedono dati e informazioni che possono essere forniti da una gamma piuttosto ampia di fonti a livello nazionale, regionale o locale, che possono variare notevolmente a seconda del Paese e anche del comune.

Fonti ufficiali come il censimento della popolazione e delle abitazioni, i Sistemi Informativi Territoriali (SIT), il catasto degli impianti termici e la banca dati degli attestati di prestazione energetica (APE), integrati con informazioni e benchmark provenienti da fonti ufficiali, studi, ricerche e letteratura scientifica, possono essere utilizzati con una certa approssimazione attraverso un processo di *scaling* adattandole in base ai variabili rilevanti a livello locale o, meglio ancora, integrandole con i risultati di indagini e attività sul campo condotte con stakeholder locali, in modo da ottenere informazioni sufficientemente dettagliate per ricostruire la domanda di riscaldamento e raffrescamento.

Se non è possibile raccogliere dati e informazioni a livello locale o se questi sono completamente mancanti, è possibile seguire **procedure semplificate** per la stima del fabbisogno, dei consumi e della produzione di energia per il settore del riscaldamento e raffrescamento. Tali procedure si basano principalmente su set di dati o parametri energetici di riferimento derivanti da studi e ricerche di settore, registri o censimenti, piani o strategie a livello regionale, nazionale o persino europeo. Questi possono essere utilizzati per calcolare delle *proxy* a livello comunale utilizzando informazioni statistiche (ad esempio popolazione, numero di abitazioni, numero di imprese e dipendenti, gradi giorno, ecc.) o come riferimenti per stabilire tendenze di aumento/diminuzione e incidenze percentuali. Questo approccio fornisce un risultato meno accurato e non è in grado di evidenziare adeguatamente le peculiarità locali.

Per le valutazioni o le stime quantitative, possono essere applicate sia procedure di calcolo dirette, basate su algoritmi specifici, sia **strumenti e software di simulazione**.

Diversi strumenti, implementati principalmente nell'ambito di progetti UE, sono già disponibili e applicabili per la costruzione scenari di intervento. Essi possono inoltre offrire una modellizzazione top-down della distribuzione spaziale, attuale o prevista, della domanda di riscaldamento e raffrescamento e delle fonti rinnovabili locali, permettendo di individuare aree di intervento prioritarie, fare delle valutazioni economiche e anche confrontare diversi scenari.

Nell'ambito del progetto Plan4Cold, alcuni di questi strumenti sono stati analizzati ed è stata effettuata una selezione preliminare, come dettagliato nel capitolo 4.

1. Metodi e procedure per la ricostruzione del bilancio energetico e l'elaborazione di scenari di intervento

Di seguito, per i principali settori di intervento vengono forniti ulteriori spunti e suggerimenti sulle possibili metodologie di stima e sulle procedure di calcolo utilizzabili per la modellizzazione della domanda e offerta di riscaldamento e raffrescamento nei diversi ambiti di attività.

1.1 Il settore residenziale

Nel settore edilizio, e in particolare in quello residenziale, la costruzione di nuovi edifici a elevati standard energetici e l'efficientamento di quelli esistenti sono necessari per raggiungere l'obiettivo di riduzione dei consumi energetici per riscaldamento e raffrescamento e delle relative emissioni.

La costruzione di nuovi edifici a basso consumo energetico è più facile da realizzare, in parte anche perché sostenuta da una legislazione che spinge l'intero settore in questa direzione. La regolamentazione dei nuovi edifici è necessaria perché ogni edificio costruito con uno standard inferiore a quello disponibile rappresenta un'opportunità mancata che continuerà a consumare più energia del necessario per decenni. Tuttavia, dato che i nuovi edifici rappresenteranno solo una piccola percentuale del parco edilizio totale, il maggior potenziale di risparmio risiede negli edifici esistenti.

Il settore residenziale può ridurre le proprie emissioni dovute ai consumi per riscaldamento e raffrescamento attraverso diverse misure di retrofit energetico, intervenendo da un lato sull'involucro edilizio e dall'altro sulle componenti tecnologiche dell'edificio, come gli impianti termici e i dispositivi elettrici. Più in dettaglio, gli interventi chiave dovrebbero includere principalmente:

- la riqualificazione degli involucri edilizi (pareti, tetti, solai, infissi);
- il rinnovo e il miglioramento dell'efficienza degli impianti di riscaldamento e raffrescamento e degli impianti di produzione di acqua calda sanitaria, attraverso la graduale sostituzione di quelli più vecchi o meno efficienti;
- l'eliminazione della quota residua di impianti alimentati con prodotti petroliferi (GPL, gasolio da riscaldamento, ecc.).

Il punto di partenza per la definizione degli scenari d'intervento deve essere necessariamente una valutazione quanto più dettagliata possibile della situazione attuale del parco edilizio. Ciò implica la raccolta e l'elaborazione di dati e informazioni riguardanti almeno:

- Per gli edifici: età, volumetria e superficie riscaldata, numero di piani, ecc.
- Per gli impianti e i dispositivi: anno di installazione, combustibile utilizzato, tipo di impianto/caldaia (autonomo, centralizzato, a condensazione, tradizionale, rinnovabile, ecc.), potenza installata, volume servito, rendimento medio e/o classe di efficienza, ecc.

Possono essere utilizzate fonti di dati ufficiali come il censimento della popolazione e delle abitazioni, i Sistemi Informativi Territoriali (SIT), il Catasto degli Impianti Termici (CIT) integrati con le informazioni provenienti dal database degli Attestati di Prestazione Energetica (APE), nonché parametri di riferimento provenienti da fonti ufficiali nazionali o regionali, studi e ricerche o letteratura scientifica.

Ai fini di una corretta definizione e quantificazione dello scenario di intervento, sarebbe utile monitorare anche le tendenze locali già in atto e raccogliere informazioni sul tasso medio annuo di riqualificazione degli involucri e degli impianti installati, nonché sul livello di efficienza già raggiunto a livello locale. Per questo tipo di analisi, oltre ai PAESC e ai relativi rapporti di monitoraggio se disponibili, le possibili fonti di informazione possono essere i rapporti nazionali o regionali riguardanti le statistiche sui programmi di detrazione fiscale o sussidi. Questi forniscono solitamente il numero totale di interventi all'anno e il risparmio energetico medio ottenibile per ogni tipo di intervento (pareti, tetti, infissi, caldaie a condensazione, pompe di calore, impianti a biomassa, impianti geotermici, solare termico, ecc.).

Integrando queste fonti con i risultati di indagini e attività sul campo con le comunità locali e i principali portatori d'interesse, è possibile definire un modello del parco edilizio locale, o almeno di un campione di edifici sufficientemente rappresentativo e scalabile, che sia credibile seppur semplificato, per quanto riguarda i fabbisogni e la domanda di riscaldamento e raffrescamento. In questo modo, si possono valutare in via preliminare le prestazioni energetiche e identificare il possibile ambito di intervento.

Un possibile approccio per finalizzare la definizione e la quantificazione dello scenario potrà ad esempio prevedere un incremento del tasso annuo dei alcuni interventi, ipotizzando un relativo valore di risparmio medio in linea con le tendenze rilevate.

Le ipotesi formulate dovranno essere coerenti con il quadro normativo regionale, nazionale ed europeo, nonché con i relativi obiettivi settoriali. In particolare, la Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD IV – nota anche come Direttiva Case Green) e gli eventuali Piani Nazionali di Riqualificazione (Renovation Plan) che la recepiscono, potranno essere assunti come riferimento chiave per la definizione delle linee strategiche di intervento e della relativa roadmap.

1.2 Il settore terziario

Così come per il settore residenziale, un'efficace strategia di intervento nel settore terziario dovrebbe concentrarsi principalmente sulle strutture e sugli impianti esistenti. Ciò premesso, un aspetto fondamentale deve essere considerato nell'approcciare la definizione e la quantificazione di uno scenario obiettivo: l'elevata complessità che generalmente caratterizza questo settore. La presenza di numerosi e diversi sottosettori e attività può infatti rendere più difficile e complesso, rispetto ad altri ambiti, la definizione di piano di riqualificazione ed efficientamento che sia al contempo completo ed efficace.

La maggior parte degli interventi considerati per l'edilizia residenziale è indubbiamente applicabile anche a gran parte del cosiddetto "terziario di piccole e medie dimensioni" (negozi, uffici, ma anche B&B, hotel, bar e ristoranti), specialmente se inseriti in contesti condominiali.

Al contrario, per quanto riguarda le strutture terziarie di grandi dimensioni e/o con usi specifici (come il riscaldamento, il raffrescamento e/o la refrigerazione nei centri commerciali, nei supermercati, nella grande distribuzione, nei distretti logistici e direzionali, negli ospedali, ecc.), i possibili interventi non sono solitamente standardizzabili. Di conseguenza, essi possono essere identificati e valutati solo attraverso una chiara conoscenza delle attività, dei servizi e dei processi specifici (che possono risultare anche molto complessi) e delle tipologie di usi energetici del ad essi correlati.

Dovrebbe quindi essere previsto uno screening preliminare, attraverso il lavoro sul campo e l'interazione con i portatori d'interesse locali, per individuare le principali tipologie di strutture, processi e servizi, nonché gli impianti, i dispositivi e le tecnologie per il riscaldamento e raffrescamento installati e l'energia necessaria per il loro funzionamento.

Sulla base dei risultati dello screening, sarà possibile selezionare alcune strutture e impianti pilota sufficientemente rappresentative del settore locale (per tipologia, dimensioni, attività e processi) e sviluppare su di essi un'analisi approfondita con l'obiettivo di valutare (o misurare direttamente) i consumi energetici dovuti al riscaldamento e al raffrescamento, allocarli a specifici servizi o attività e valutarne la qualità energetica o il livello di efficienza attraverso specifici indicatori di prestazione (kWh/m², kWh/abitanti, kWh/dipendente, kWh/kW, ecc.).

Tali indicatori possono costituire il riferimento per la costruzione dello scenario obiettivo, ipotizzando un'evoluzione verso valori migliori in linea con i parametri di riferimento esistenti e, in ogni caso, in conformità con i target settoriali previsti dal quadro normativo (attuale e futuro) oltre che per la stima, mediante aggregazione, dei nuovi consumi complessivi attesi.

In alternativa, a seconda delle risorse e delle informazioni disponibili, si può prevedere un approccio più avanzato focalizzato sulla selezione e valutazione di misure specifiche, o gruppi di misure, e sul calcolo dei relativi risparmi energetici, considerando parametri di riferimento normativi e/o benchmark.

A un livello ancora più di dettaglio, è possibile adottare un approccio basato su diagnosi energetiche delle strutture selezionate, o almeno su alcune di esse, per una modellazione e valutazione dettagliata delle prestazioni energetiche e una simulazione approfondita degli interventi necessari o prioritari. Dovrebbero essere incluse misure e interventi sia sul lato della domanda termica che elettrica, insieme all'integrazione di sistemi a energia rinnovabile (solare termico, fotovoltaico, geotermico a bassa entalpia).

Questo approccio implica generalmente l'applicazione di procedure di calcolo piuttosto complesse, basate su algoritmi specifici, o l'utilizzo di software di simulazione, per i quali sono richieste competenze tecniche specifiche e, in generale, l'acquisto di una licenza.

1.3 Settore produttivo - Industria e agricoltura

I settori agricolo e industriale possono essere molto importanti per l'economia locale e il loro contributo in termini di consumi energetici per riscaldamento e raffrescamento, riduzione delle emissioni e aumento della produzione da FER può essere rilevante e contribuire concretamente

allo sviluppo di un Piano più organico ed efficace, incentrato sui sistemi energetici integrati e sull'economia circolare.

Un aspetto piuttosto critico nella definizione dei possibili scenari di intervento e delle strategie di riqualificazione riguarda la loro complessità, dovuta alla presenza di numerosi e diversissimi settori, sottosettori, attività e processi, nonché alla coesistenza di strutture di piccole e medie dimensioni e di grandi fabbriche e aziende.

Pertanto, può essere applicato lo stesso approccio seguito per il settore terziario e descritto precedentemente, basandosi su un solido lavoro sul campo e su procedure di indagine, sull'interazione con i principali portatori di interesse, sulla definizione di indicatori di prestazione e sulla modellazione o simulazione delle prestazioni energetiche attuali e future, considerando le disposizioni incluse nel Clean Industrial Deal e nel quadro normativo nazionale di riferimento.

Come meglio descritto nell'Alegato 2, per entrambi i settori dovrebbero essere considerati altri possibili ambiti chiave di intervento, focalizzati sul concetto di sistemi di produzione energetica integrati e sulla circolarità, riguardanti la produzione e la fornitura di energia da FER (ad esempio, il **recupero del calore di processo** e/o dei residui dei processi produttivi) e la riqualificazione urbana (applicazione di NBS e SUDs, recupero di aree dismesse/*brownfields*).

1.4 Il parco edilizio pubblico

Sebbene dal punto di vista energetico abbia un impatto relativamente contenuto sul sistema locale del riscaldamento e raffrescamento, le misure di efficientamento sugli edifici e sulle strutture pubbliche - come scuole, ospedali e uffici - possono essere estremamente efficaci in quanto fungono da esempio, mostrandone i benefici e influenzando il comportamento dei cittadini e degli altri portatori di interesse. Ad esempio, gli edifici pubblici possono essere utilizzati come progetti dimostrativi per nuove tecnologie e approcci, illustrando i vantaggi della sostenibilità e dell'efficienza energetica a un pubblico più ampio. In questo contesto, l'edilizia residenziale pubblica gestita o di proprietà dei comuni svolge un ruolo importante. Inoltre, tali interventi possono migliorare la qualità energetica del patrimonio pubblico, garantendo al contempo un risparmio economico.

Il punto di partenza per la definizione degli scenari di intervento dovrebbe prevedere la creazione di un sistema di censimento centralizzato degli edifici, per archiviare e gestire regolarmente dati e informazioni energetiche, come illustrato al paragrafo 2.1, PARTE 2. Attraverso tale sistema, è possibile definire un modello semplificato del comportamento energetico di ciascun edificio, identificare le criticità relative alle prestazioni di impianti, attrezzature o dispositivi e valutare la qualità energetica, principalmente attraverso indicatori di prestazione semplificati (ad esempio kWh/m², ecc.).

A un livello più semplice, se non sono disponibili tutti i dati per tutti gli edifici, il sistema può essere applicato solo a un gruppo di essi (appartenenti a una stessa tipologia, con i costi energetici più elevati, che richiedono manutenzione straordinaria, già inclusi nel piano triennale delle opere pubbliche, ecc.). L'attenzione potrebbe concentrarsi, ad esempio, sugli edifici scolastici, poiché solitamente sono tra i più rappresentativi, i più energivori e i più soggetti a cambiamenti.

Gli indicatori di prestazione possono costituire una via percorribile per la preparazione dello scenario target, ipotizzando un'evoluzione verso valori migliori in linea con i parametri di riferimento esistenti. In alternativa, è possibile individuare gli edifici e/o i processi associati ai consumi energetici più elevati (hotspot), valutare i possibili interventi prioritari (o gruppi di interventi), e calcolare i relativi risparmi energetici considerando i parametri normativi di riferimento e/o i benchmark.

In alternativa, si possono considerare anche gli obiettivi settoriali della Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici, introducendo gradualmente, per gli edifici non residenziali, standard minimi di prestazione energetica basati su soglie definite e che dovranno portare alla ristrutturazione del 16% degli edifici con le prestazioni peggiori entro il 2030 e del 26 % entro il 2033. Questi obiettivi possono essere presi come riferimento, ipotizzando la riqualificazione di una parte degli edifici appartenenti alle classi energetiche più basse.

A un livello più avanzato, possono essere implementate campagne di diagnosi energetiche, coinvolgendo prioritariamente le strutture più energivore (hotspot). Le diagnosi energetiche, comprese analisi tecniche ed economiche e valutazioni costi-benefici, possono fornire una grande quantità di dati reali sui consumi energetici, sulle opportunità per aumentare l'efficienza e sui corrispondenti risparmi economici. Attraverso le diagnosi, gli interventi possibili o necessari possono essere classificati in base al rapporto costi/benefici, permettendo di selezionare un insieme di misure integrate in grado di garantire il maggior vantaggio economico, o il minor investimento, a parità di energia risparmiata.

Dovrebbero essere incluse misure e interventi sia sul lato della domanda termica che elettrica, insieme all'integrazione di sistemi a energia rinnovabile (solare termico, fotovoltaico, geotermico a bassa entalpia).

Questo approccio può richiedere risorse economiche da parte dell'ente locale e il coinvolgimento di professionisti qualificati. Infatti, esso prevede generalmente l'applicazione di procedure di calcolo piuttosto complesse, basate su algoritmi specifici, o l'utilizzo di software di simulazione. Per entrambi sono richieste competenze tecniche specifiche e, in generale, è necessario l'acquisto di una licenza.

1.5 L'offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento

L'Europa ha l'ambizione di essere il Paese numero uno al mondo nelle energie rinnovabili. Per raggiungere questo obiettivo, la produzione di calore e freddo da fonti energetiche rinnovabili deve essere fortemente promossa e potenziata. Inoltre, l'energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili deve essere integrata nel sistema energetico in modo efficiente, conveniente e sostenibile, così da valorizzare le opportunità in base alle caratteristiche locali e le risorse disponibili.

Le opzioni per la transizione verso sistemi di produzione di energia locali e sostenibili spaziano dagli impianti FER decentralizzati alle soluzioni integrate, come le reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento.

Le tecnologie FER decentralizzate offrono la possibilità di produrre riscaldamento e raffrescamento con un impatto ambientale molto inferiore rispetto alle tecnologie energetiche

convenzionali. Inoltre, la generazione distribuita consente di ridurre le perdite di trasporto e distribuzione, aumentando al contempo la diffusione di fonti energetiche rinnovabili su piccola scala.

Sistemi a energia solare

Per quanto riguarda i sistemi a energia solare (solare termico, fotovoltaico, ibrido ST-PV), gli interventi chiave dovrebbero riguardare principalmente l'integrazione nel parco edilizio (soprattutto sui tetti), fornendo energia termica e/o elettrica a singole strutture o gruppi di esse per usi residenziali, terziari o produttivi (riscaldamento, raffrescamento, refrigerazione, processi produttivi). Ciò è in linea con i requisiti dell'Articolo 10 dell'EPBD e con la maggior parte delle normative nazionali e degli schemi di incentivazione esistenti (ad esempio PNIEC, PNRR) che impongono una maggiore diffusione di impianti solari sui nuovi edifici e su determinati edifici non residenziali esistenti, laddove tecnicamente ed economicamente fattibile.

In fase di pianificazione dei possibili interventi, va considerato che il fotovoltaico e il solare termico possono entrare in competizione per le superfici di installazione e che, in termini di efficienza, i pannelli solari termici richiedono una superficie tre volte inferiore rispetto ai pannelli fotovoltaici per generare la stessa quantità di energia. D'altra parte, mentre il solare termico è legato a utenze specifiche, il fotovoltaico ha un potenziale di diffusione più ampio, essendo solitamente collegato alla rete elettrica e potendo essere installato anche su numerose strutture di arredo urbano, come ad esempio le pensiline di parcheggi.

Di norma, la definizione degli scenari di intervento per i sistemi a energia solare deve basarsi su ipotesi realistiche, considerando le superfici disponibili non ancora occupate e valutando se e quale parte di esse sia effettivamente utilizzabile per nuove installazioni. Va inoltre considerato che:

- in alcuni edifici le installazioni non sono possibili a causa di vincoli architettonici o criticità strutturali;
- in alcuni edifici le superfici dei tetti non sono idonee a causa di pendenza o orientamento non ottimali
- in alcuni edifici le installazioni possono incontrare ostacoli dovuti a problemi tecnici, operativi o gestionali (es. strutture con proprietà frazionata e condomini).

Il punto di partenza per la definizione degli scenari di intervento deve quindi essere necessariamente la valutazione dello stato attuale degli impianti installati e l'individuazione delle superfici dei tetti disponibili all'interno del parco edilizio. Tale analisi deve basarsi sui PAES/PAESC e sui relativi rapporti di monitoraggio, se esistenti, su set di dati ufficiali o statistiche (a livello nazionale, regionale o comunale), prevedendo inoltre un lavoro approfondito sul campo, il coinvolgimento delle comunità locali e indagini presso i principali portatori di interesse, al fine di ottenere una panoramica di base più credibile ed esaustiva.

Per quanto riguarda le superfici dei tetti esistenti e disponibili, fonti utili di informazioni possono essere i piani regolatori comunali e i sistemi informativi geografici (GIS), OpenStreetMap o database geografici simili, e il Censimento della popolazione e delle abitazioni.

I sistemi solari termici di piccola e media scala possono essere applicati principalmente nel settore residenziale e nel piccolo terziario per la produzione di acqua calda sanitaria, in sostituzione degli scaldabagni elettrici o come integrazione alle caldaie a gas naturale.

Per il monitoraggio delle tendenze locali attuali e la valutazione del tasso medio annuo di installazione o sostituzione, le possibili fonti di informazione, oltre ai PAESC, possono essere i catasti regionali degli impianti termici e i rapporti nazionali o regionali relativi alle statistiche sui programmi di detrazione fiscale o sussidi, che forniscono solitamente il numero totale di interventi annui e il risparmio energetico medio ottenibile.

Un possibile approccio per finalizzare la definizione e la quantificazione degli scenari può quindi prevedere un incremento del tasso annuo di installazioni/sostituzioni, ipotizzando un relativo risparmio energetico medio in linea con le tendenze attuali rilevate o una percentuale media di fabbisogno di acqua calda (per abitante o abitazione) coperta dal solare, in conformità con le normative e/o le disposizioni dei regolamenti edilizi (il 60% può essere preso come valore di riferimento).

In alternativa, è possibile considerare il numero totale di abitazioni e ipotizzare diverse percentuali di installazione, a seconda delle tipologie edilizie. Ad esempio, è plausibile ipotizzare una percentuale più elevata negli edifici mono o bifamiliari rispetto a quelli plurifamiliari, a causa di problematiche tecniche, operative e gestionali. Tali percentuali dovranno inoltre tenere conto della quota di superfici/tetti non accessibili a causa di vincoli architettonici, pendenza o azimuth inadeguati, o perché già occupati da altri impianti.

Per quanto riguarda i **sistemi integrati di solare termico (ST) su larga scala** che alimentano strutture industriali e/o agricole (noti come SHIP - Solar Heat for Industrial Processes), gli interventi non sono solitamente standardizzati, poiché dipendono dalla tipologia e dalle dimensioni delle attività e dei processi produttivi coinvolti. L'ambito di intervento, i relativi risparmi energetici e l'aumento della quota di fonti energetiche rinnovabili possono quindi essere identificati e valutati solo attraverso un'analisi dettagliata delle specifiche attività, dei servizi, dei processi e della tipologia di usi energetici per riscaldamento e raffrescamento ad essi correlati. Il coinvolgimento e l'impegno diretto dei portatori di interesse delle filiere produttive locali saranno quindi cruciali per la modellazione o la simulazione dei possibili interventi e per la definizione degli scenari del Piano.

Per quanto riguarda i **sistemi fotovoltaici integrati**, oltre ai PAESC, sono solitamente disponibili diverse fonti a livello nazionale o regionale (catasti solari, statistiche sulle fonti energetiche rinnovabili, piani energetici regionali, ecc.) che forniscono dati sugli impianti installati a livello comunale e sulla relativa potenza, costituendo così un'utile base informativa sulla situazione locale attuale.

Per la definizione degli scenari di intervento, il parametro principale da considerare è il numero di nuove possibili installazioni, direttamente collegato al numero e alla superficie dei tetti. Se i dati sulle superfici dei tetti sono disponibili, è possibile formulare ipotesi sulla percentuale effettivamente sfruttabile, considerando anche la tipologia di edifici o strutture interessate. Nel settore residenziale, ad esempio, come per i sistemi solari termici, è realisticamente possibile ipotizzare una percentuale più elevata per gli edifici mono o bifamiliari rispetto a quelli plurifamiliari.

Per il settore residenziale si può seguire un approccio semplificato alternativo, partendo dal numero totale di abitazioni e ipotizzando che un impianto fotovoltaico possa coprire il fabbisogno elettrico annuo di una singola casa (o almeno il fabbisogno elettrico annuo per gli usi dedicati a

riscaldamento e raffrescamento). Anche in questo caso si può ipotizzare il coinvolgimento di una percentuale maggiore di abitazioni in edifici mono o bifamiliari rispetto a quelli plurifamiliari. Le percentuali dovranno tenere conto delle superfici/tetti non accessibili. Per il fabbisogno elettrico annuo per riscaldamento e raffrescamento, si può considerare un valore medio derivato dalla valutazione della baseline o dallo scenario business-as-usual.

Inoltre, dovrebbe essere presa in considerazione la diffusione di sistemi fotovoltaici integrati nelle strutture del terziario e produttive, incluse le aziende agricole e le strutture agricole. Si tratta, infatti, di strutture che dispongono mediamente di un'elevata disponibilità di superfici sui tetti e risultano quindi particolarmente idonee per l'installazione di impianti a potenza elevata, oltre a essere più facilmente individuabili sul territorio.

Gli impianti solari termici (ST) e fotovoltaici (PV) di grande taglia possono essere installati anche a terra, garantendo un'elevata produttività poiché è possibile garantire inclinazione e orientamento ottimali. Pertanto, un aspetto fondamentale da considerare è l'uso del suolo e i relativi possibili vincoli ambientali. Dovrebbero essere preferite le aree abbandonate/non produttive o le aree dismesse (siti contaminati, discariche e aree dislocate lungo il sistema infrastrutturale) e, per quanto riguarda il fotovoltaico, anche i sistemi agrivoltaici. Per l'individuazione e la mappatura di tali aree, le principali fonti di riferimento possono essere i piani regolatori comunali o i piani di riqualificazione urbana ed edilizia.

Per l'implementazione dell'agrivoltaico a livello locale, è necessario prevedere un'analisi preliminare approfondita di diversi fattori, in particolare dei possibili impatti sulle pratiche agricole, poiché non tutte le colture risultano idonee. Detto questo, il potenziale di diffusione di questo tipo di impianti dipenderà fortemente dalle analisi agronomiche preliminari e non è possibile procedere ad alcuna valutazione quantitativa ex ante.

Biomassa

Le biomasse e le bioenergie rappresentano un'opzione concreta, per il settore del riscaldamento e raffrescamento, in termini di potenziale energetico rinnovabile e sviluppo tecnologico. Inoltre, esse possono contribuire attivamente al rilancio delle attività agricole, forestali e zootecniche, che rappresentano una parte importante delle economie locali in molti paesi europei e un elemento prioritario per la tutela dei territori e degli ecosistemi.

Le biomasse agroforestali possono avere origini diverse (legno e residui legnosi, colture energetiche, residui colturali e rifiuti/residui organici dell'industria e dell'agricoltura) e diversi utilizzi possibili. Esse possono essere classificate in base al settore di origine (residui e rifiuti industriali o residui agricoli e forestali) e alla tipologia di prodotti energetici che se ne possono ricavare.

Per individuare e mappare la disponibilità locale di biomassa e quantificare il relativo potenziale energetico, occorre prevedere una valutazione dettagliata della situazione dei settori di origine e delle attività ad essi collegate. Tale valutazione dovrebbe basarsi su un'analisi territoriale approfondita, debitamente integrata da indagini e dal coinvolgimento diretto dei principali portatori di interesse della filiera agroforestale locale, in modo da ottenere una panoramica di base più credibile ed esaustiva.

Dovrebbe essere raccolta ed elaborata una grande quantità di dati e informazioni, tra cui ad esempio:

- Tipologia ed estensione delle **aree forestali**, procedure di gestione, quantità di residui prodotti, destinazione o riutilizzo
- Numero e tipologia di **aziende agricole**, estensione delle superfici agricole, tipologia e quantità di residui, destinazione o riutilizzo
- Numero e tipologia di **industrie**, processi produttivi, tipologia e quantità di residui prodotti, destinazione o riutilizzo.

Le possibili fonti di dati ufficiali per l'analisi possono includere i Sistemi Informativi Forestali Regionali (SIFOR), i piani di gestione, i piani agricoli, i censimenti e le statistiche nazionali e regionali, gli inventari della copertura e dell'uso del suolo e l'inventario dell'uso del suolo (ad esempio Corine Land Cover), nonché i PAES/PAESC.

Dovrebbe inoltre essere sviluppata un'attenta analisi del quadro normativo e strategico settoriale esistente per individuare possibili vincoli ambientali, nonché strumenti e misure di supporto e identificare i confini per assicurare l'attuazione di azioni efficaci.

Il risultato di questa analisi territoriale fornirà una quantificazione e una mappatura preliminare della biomassa disponibile a livello locale che può essere utilizzata a fini energetici.

Qualora i dati di riferimento non fossero disponibili o lo fossero solo parzialmente, si potrà concentrare l'analisi esclusivamente su un campione di aziende e strutture sufficientemente rappresentative del contesto locale. I risultati relativi al loro potenziale di residui potranno poi essere parametrizzati in base al numero totale di aziende.

In alternativa, è possibile fare riferimento alla letteratura scientifica ufficiale per individuare dei valori di benchmark affidabili, applicandoli quindi come parametri di riferimento alle diverse tipologie di aziende individuate sul territorio. Infine, possono essere utilizzati anche strumenti di simulazione che valutano il potenziale di sfruttamento della biomassa attraverso una modellazione top-down della distribuzione spaziale.

Calore di scarto

Oltre al calore residuo o in eccesso derivante dai processi industriali, altre tipologie di fonti di calore di scarto non convenzionali a bassa temperatura (inferiore a 70 °C) sono rappresentate da data center, supermercati, impianti di trattamento delle acque reflue o sistemi di ventilazione della metropolitana.

Un'efficace integrazione del calore di scarto nei sistemi di riscaldamento e raffrescamento richiede una conoscenza approfondita della filiera locale del calore di scarto e lo sviluppo di un piano e per recuperarlo e utilizzarlo come fonte di energia.

Ciò detto, per la definizione di possibili scenari di intervento occorre implementare un'analisi territoriale dettagliata e approfondita, debitamente integrata da indagini e dal coinvolgimento diretto dei principali portatori di interesse, in modo da fornire una mappatura chiara ed esaustiva delle fonti e valutarne il relativo potenziale energetico.

Il calore in eccesso e di scarto proveniente dalle industrie o da altre strutture di servizio è un dato estremamente specifico del processo. Pertanto, le informazioni dovrebbero essere raccolte a livello di singolo sito onde evitare di trascurare elementi rilevanti.

Le aziende con i profili più interessanti possono essere individuate, contattate e attivate attraverso i registri delle imprese, le camere di commercio locali o le associazioni di categoria.

Va considerato che il coinvolgimento e l'impegno delle aziende potrebbero non essere processi semplici, poiché queste generalmente presentano interessi che possono entrare in conflitto con la ricerca. Solitamente sono, infatti, focalizzate sui propri processi e attività e tendono a essere restii a condividere dati che potrebbero fornire ai concorrenti informazioni che compromettano la propria competitività.

Qualora i dati di riferimento non fossero disponibili o lo fossero solo parzialmente, l'indagine può concentrarsi su un campione di aziende e strutture sufficientemente rappresentative del contesto locale. I risultati relativi al loro potenziale di calore di scarto potranno poi essere parametrati in base al numero totale di aziende.

In alternativa, è possibile individuare dei benchmark di riferimento a partire dalla letteratura scientifica ufficiale applicandoli come parametri di riferimento alle diverse tipologie di imprese rilevate sul territorio.

Infine, possono essere utilizzati anche strumenti di simulazione che valutano il potenziale di sfruttamento del calore di scarto attraverso una modellazione top-down della distribuzione spaziale.

Sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento

Sfruttando le biomasse, la geotermia, il solare termico e il calore di scarto, si prevede che le reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento diventino la spina dorsale dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento urbani a basse emissioni di carbonio. In questo contesto la transizione verso la 4^a e 5^a generazione di teleriscaldamento e teleraffrescamento sarà fondamentale, poiché operano a temperature più basse e massimizzano l'efficienza delle fonti energetiche rinnovabili. Per la definizione degli scenari di intervento, si possono considerare tre situazioni principali:

1. la riqualificazione di un sistema esistente,
2. lo sviluppo di un nuovo sistema in un'area urbana già edificata
3. lo sviluppo di un nuovo sistema in un'area di nuova espansione.

I parametri e i requisiti tecnici necessari per una valutazione preliminare di fattibilità di un sistema di teleriscaldamento e teleraffrescamento devono derivare da un'accurata indagine territoriale, volta a modellare e mappare la domanda di calore e raffrescamento locale.

Il bilancio energetico (vedi Parte 2) dovrebbe essere il punto di partenza e lo screening iniziale in essa contenuto va eventualmente approfondito e migliorato, raccogliendo ed elaborando dati aggiuntivi, laddove necessario, riguardanti la situazione attuale del parco edilizio e la sua evoluzione prevista:

- per quanto riguarda gli edifici: epoca di costruzione, dimensioni, superfici, numero di piani, ecc.
- per quanto riguarda impianti e dispositivi: anno di installazione, combustibile utilizzato, tipologia di sistema/caldaia (autonoma, centralizzata, a condensazione, tradizionale, a fonti rinnovabili, ecc.), potenza installata, volume servito, efficienza media e/o classe di efficienza, ecc.

Qualora i dati di riferimento non fossero disponibili, lo fossero solo parzialmente o non potessero essere misurati direttamente, è possibile applicare procedure di stima basate su informazioni fornite da una gamma piuttosto ampia di fonti a livello nazionale, regionale o locale, che possono variare notevolmente a seconda del paese e del comune. Fonti ufficiali come il Censimento della

popolazione e delle abitazioni, i Sistemi Informativi Territoriali (SIT), il Catasto degli Impianti Termici (CIT), il database degli Attestati di Prestazione Energetica (APE) - integrati con informazioni e benchmark tratti da fonti ufficiali, studi, ricerche e letteratura scientifica - possono essere utilizzati con una certa approssimazione attraverso tecniche di parametrizzazione (*scaling*). In questo modo i dati vengono adattati sulla base di variabili rilevanti a livello locale o, meglio ancora, integrati con i risultati di indagini e lavori sul campo presso i principali portatori d'interesse, così da stabilire informazioni sufficientemente granulari per modellare la domanda di riscaldamento e raffrescamento.

L'indagine territoriale dovrebbe comprendere anche l'individuazione e la mappatura delle principali fonti rinnovabili disponibili localmente e le aree idonee alla produzione di energia termica.

Attraverso l'indagine sarà possibile selezionare le aree urbane più idonee in termini di disponibilità di fonti energetiche rinnovabili e di presenza (attuale o futura) di utenze con un elevato fabbisogno termico annuo e con caratteristiche o requisiti energetici particolarmente adatti al collegamento a una rete di teleriscaldamento (ad esempio: assenza di fornitura di gas naturale, sistemi di riscaldamento inefficienti o a fine vita, impianti di riscaldamento già centralizzati, ecc.).

Sulla base dell'individuazione dei potenziali utenti, è possibile dimensionare l'impianto, identificarne l'ubicazione, quantificare la quantità di energia rinnovabile necessaria per la sua alimentazione e tracciare in via preliminare la rete, considerando come parametro di riferimento la "densità di calore lineare", ossia il rapporto tra l'energia termica annua fornita e l'estensione della rete (kWh/m).

Il valore limite della densità di calore lineare può essere ipotizzato pari a 1 000 kWh/m e può essere utilizzato per una valutazione iniziale della redditività economica del progetto. Una bassa densità di calore lineare comporta elevate perdite e, di conseguenza, una bassa redditività. I progetti di teleriscaldamento con bassa densità di calore lineare saranno difficili da realizzare sia dal punto di vista tecnico che economico.

In fase di pianificazione del progetto, si deve considerare l'utilizzo di quote crescenti di FER, calore di scarto e cogenerazione ad alto rendimento per soddisfare gli obiettivi intermedi dell'Art. 26 della Direttiva sull' Efficienza Energetica (EED), a partire dal 2027, fino a raggiungere l'obiettivo finale nel 2050, anno in cui le reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento dovranno essere alimentate esclusivamente da FER, calore di scarto, o una combinazione di entrambi.

2. Strumenti e software di simulazione

Per le valutazioni o le stime quantitative, possono essere applicate sia procedure di calcolo diretto, basate su algoritmi specifici, sia **strumenti** e **software** di simulazione.

Nell'ambito del progetto Plan4COLD, sono stati analizzati diversi strumenti e software ed è stata definita una selezione di essi, concentrandosi principalmente su quelli open source, user-friendly e gratuiti.

In questa sezione delle Linee guida, gli strumenti selezionati per coprire le diverse fasi di sviluppo del SLHCP vengono brevemente descritti, evidenziandone le caratteristiche principali, quali: sviluppatore, tipo di risorsa, fase del Piano a cui si applica, disponibilità (gratuita / licenza), input richiesti, output forniti, principali vantaggi e svantaggi, includendo inoltre la valutazione delle relative prestazioni e dei punti di forza.

