

PLAN4COLD

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

Autori

Chiara Lazzari | Ambiente Italia
Joana Fernandes and Rita Pestana | ADENE
Davide Quaggiotto | R2M Solutions Srl

Collaboratori

Tiago Marques e Sílvia Remédios | ADENE
Afroditi Kakagia e Vassiliki Drosou | CRES
Nadège Seguel | FEDARENE
Marco Calderoni | R2M Solutions Srl
Alicia Göpner e Felix Platz | Climate Alliance
João Fonseca e Mónica Alves | INOVA+
Chiara Tringali e Matteo Mazzolini | APE FVG
Barbara Sarnari e Vito Azzara | SVIMED
Filipe Oliveira, Fabio Pereira e Ruben Figueira | AREAM
Isabel Rodiguez e Orlando Paraíba | ENA
Emmanouil Varouchakis e Georgia Piligotsi | TUC
Chrysanthi Kiskini e Kyriaki Kissa | RDFCM
Andrea Diaz-Barredo e Indalecio Gonzalez | FAEN
Vedran Krušvar | REA KVARNER

Data: 04/03/2026
Grant agreement n.: 101167534 — LIFE23-CET-Plan4COLD
Data di inizio del progetto: 1° ottobre 2024
Durata: 36 mesi

Cofinanziato dall'Unione europea

Cofinanziato dall'Unione europea. I punti di vista e le opinioni espressi sono tuttavia esclusivamente quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione Europea o di CINEA. Né l'Unione Europea né l'autorità erogatrice possono essere ritenute responsabili in merito.

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 A** 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 riscaldamentoe 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 B** 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 C** riguarda la definizione della strategia di intervento del SLHCP, basata su tre passaggi chia-

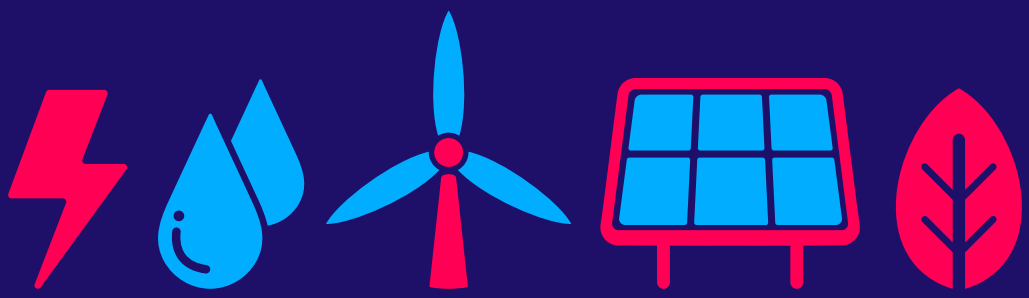
ve - lo scenario business-as-usual, gli scenari di intervento e lo scenario obiettivo - e la preparazione della la tabella di marcia (cosiddetta Roadmap) per la sua concreta attuazione.
Questa sezione delle linee guida presenta, inoltre, una panoramica generale delle possibili azioni e dei possibili 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 C** 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 D** 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

Riscaldamento e raffrescamento: fattori chiave della transizione energetica 8

PARTE A - IL SLHCP IN SINTESI

1. Il Piano Locale Sostenibile per Riscaldamento e Raffrescamento 9

2. Come preparare un SLHCP – Approccio a 5 fasi 11
   2.1 Preparare il terreno - Suggerimenti e aspetti chiave prima di iniziare 11
   2.2 La valutazione iniziale del settore del riscaldamento e raffrescamento - A che punto siamo ora 13
   2.3 La strategia per la redazione del SLHCP - Dove vogliamo andare e come ci arriviamo 14
   2.4 Tabella di marcia e attuazione del SLHCP 15
   2.5 Il monitoraggio del SLHCP - Come stiamo andando 15

PARTE B - IL SISTEMA LOCALE DEL RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO

1. Come affrontare la valutazione del sistema locale 16
   1.1 Il bilancio energetico - Lato domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento 16
   1.2 Il bilancio energetico – L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento 20
   1.3 L'inventario base delle emissioni per riscaldamento e raffrescamento 21
   1.4 Tendenze meteo-climatiche, rischi e vulnerabilità 21
   1.5 Un ulteriore approfondimento – Povertà energetica per riscaldamento e raffrescamento 22
   1.6 Un ulteriore approfondimento – Mappatura della domanda e dell'offerta locsli di riscaldamento e raffrescamento 22

2. Dati e informazioni per l'analisi del sistema locale del riscaldamento e raffrescamento 23
   2.1 Dati provenienti dal Comune: edifici, attrezzature e strutture pubbliche 24
   2.2 Dati provenienti da fonti nazionali e regionali 25
   2.3 Dati provenienti dagli operatori del mercato dell'energia 25
   2.4 Dati provenienti fa fonti e portatori di interesse locali 26

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

1. Come affrontare lo sviluppo e il lancio del SLHCP 28
   1.1 Lo scenario tendenziale - Dove sta andando il sistema del riscaldamento e raffrescamento locale 29
   1.2 Gli scenari di intervento - Dove può andare il sistema locale del riscaldamento e raffrescamento 30
   1.3 Lo scenario obiettivo - Dove deve arrivare il sistema del riscaldamento e raffrescamento locale e come 31
   1.4 La Roadmap - La tabella di marcia per il lancio e l'implementazione del SLHCP 34
2. Azioni e interventi 35
   2.1 Rigenerazione urbana 36
   2.2 Settore Edilizio - Residenziale e Terziario 36
   2.3 Settore produttivo - Industria e agricoltura 38
   2.4 L'offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento Fonti rinnovabili, soluzioni tecnologiche e sistemi integrati 39
3. Misure di sostegno per l'attuazione del SLHCP 42
   3.1 Misure di gestione, controllo e regolamentazione 43
   3.2 Misure finanziarie e di incentivazione 43
   3.3 Misure di promozione, facilitazione e marketing sociale 44
4. Monitoraggio del SLHCP - Come stiamo andando 45
   4.1 Obiettivi, fasi e tempistiche del monitoraggio del SLHCP 45
   4.2 Gli indicatori di monitoraggio 46

PARTE D – METODOLIOGIE, PROCEDURE E STRUMENTI DI SIMULAZIONE

1. Metodi e procedure per la ricostruzione del bilancio energetico e l'elaborazione di scenari di intervento 54
   1.1 Il settore residenziale 54
   1.2 Il settore terziario 55
   1.3 Settore produttivo - Industria e agricoltura 56
   1.4 Il parco edilizio pubblico 56
   1.5 L'offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento 57
2. Strumenti e software di simulazione 62

ALLEGATI

Allegato 1 - Il quadro politico e strategico
Quadro di riferimento europeo
Allegato 2 – Azioni, interventi e tecnologie
Rigenerazione urbana
Settore edilizio - Residenziale e terziario
Settore produttivo - Industria e agricoltura
L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento – Le fonti rinnovabili
L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento - Tecnologie e sistemi integrati
Allegato 3 – Misure e strumenti di supporto
Misure di gestione, controllo e regolamentazione
Misure finanziarie e di incentivazione
Costituzione di una comunità di pratica locale 38
Allegato 4 – Proposta di indice per il Piano d'Azione Locale Sostenibile per il Riscaldamento e il Raffrescamento
Allegato 5 – La cassetta degli attrezzi - Impara e lasciati ispirare
Esempi di buone pratiche nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento
Piattaforme e portali tematici inetrnazionali ed europei
Network e associazioni di settore europee

INTRODUZIONE

Riscaldamento e 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/local-heating-and-cooling-plan/

PARTE A
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.

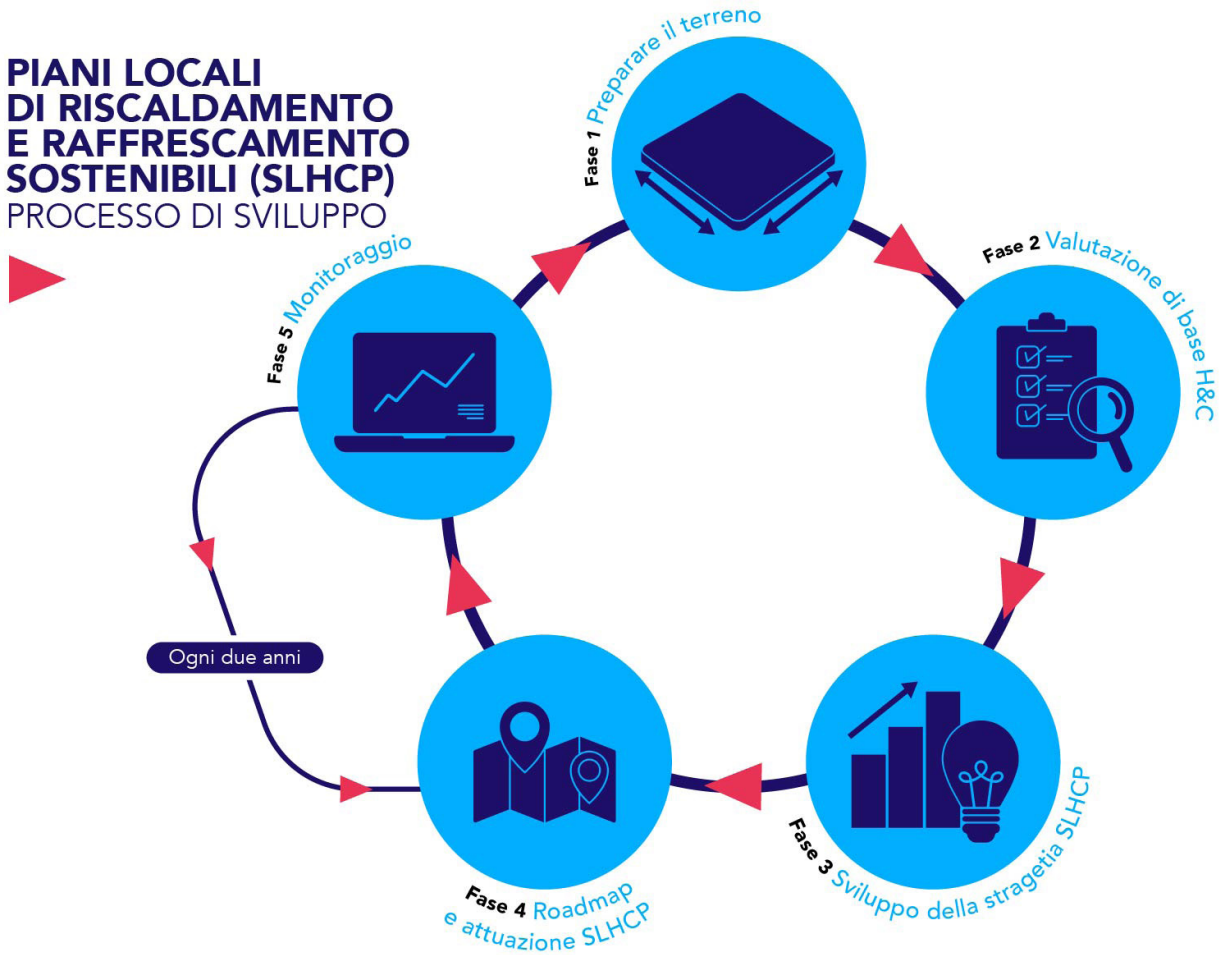
Il SLHCP deve essere sviluppato dal Comune, stabilendo e condividendo con i cittadini e i portatori di interesse locali:

- **una visione strategica e obiettivi da raggiungere;**
- **una serie di azioni e misure di sostegno in diversi settori per raggiungere gli obiettivi;**
- **un 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 emissionio 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 inziale 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 tecno-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 si 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 B
IL SISTEMA LOCALE DEL RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO A CHE PUNTO SIAMO

1. Come affrontare la valutazione del sistema locale

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.

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

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 utilizzati 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 edilizio	**Edifici comunali**	• struttura e prestazioni degli edifici (età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.); • impianti di riscaldamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • dispositivi di raffrescamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.).
	Edifici terziari	• struttura e prestazioni degli edifici (età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.); • impianti di riscaldamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • dispositivi di raffrescamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • catene frigorifere e di refrigerazione (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.).
	Edifici residenziali	• struttura e prestazioni degli edifici (età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.); • impianti di riscaldamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • dispositivi di raffrescamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.).
Settore manifatturiero	**Industria & Agricoltura**	• struttura e prestazioni degli edifici (età, numero di piani, numero di unità, superficie o volume riscaldato, tipologia di involucro, tetto, finestre, ecc.); • impianti di riscaldamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • dispositivi di raffrescamento (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • catene frigorifere e di refrigerazione (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.); • impianti e macchinari della catena produttiva (tipo, età, potenza, efficienza, ecc.).

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 CO_2.
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

2 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/
3 https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC142296

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;
- 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.
È 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]

1.6 Un ulteriore approfondimento – Mappatura della domanda e dell'offerta locali 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

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.

di energia, centri direzionali, distretti commerciali o industriali, ecc.
Attraverso l'utilizzo di banche dati cartografiche ad accesso libero (ad esempio OpenStreetMap[8], QGIS[9], Google Earth[10], Copernicus Land Monitoring Service[11]), 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.

8 https://www.openstreetmap.org/#map=6/43.38/12.00
9 https://qgis.org/
10 https://earth.google.com/web
11 https://land.copernicus.eu/it

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 riscaldamento e raffrescamento e dei fattori socio-economici e climatici che influenzano il sistema energetico. Sarà quindi possibile collegare meglio le 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.

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
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 di 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 raffrescamento soprattutto sono solo da poco tem-

po 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, le associazioni civiche, 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 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/m^2, 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.
Un sistema di censimento energetico dovrebbe 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 e 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.
È 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.[12]
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

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

(per esempio per sottosettori o aree/ambiti territoriali) potrebbe aiutare in modo significativo a pianificare, attuare e monitorare azioni efficaci di efficientamento energetico.

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/m^2 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 determinao 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.

Il progetto Plan4COLD

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 C
LA STRATEGIA DEL SLHCP DOVE VOGLIAMO ANDARE E COME CI ARRIVIAMO

1. Come affrontare lo sviluppo e il lancio della strategia SLHCP

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

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 essere 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

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, da parte 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.

È 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'efficien-

za 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 coivolga 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.

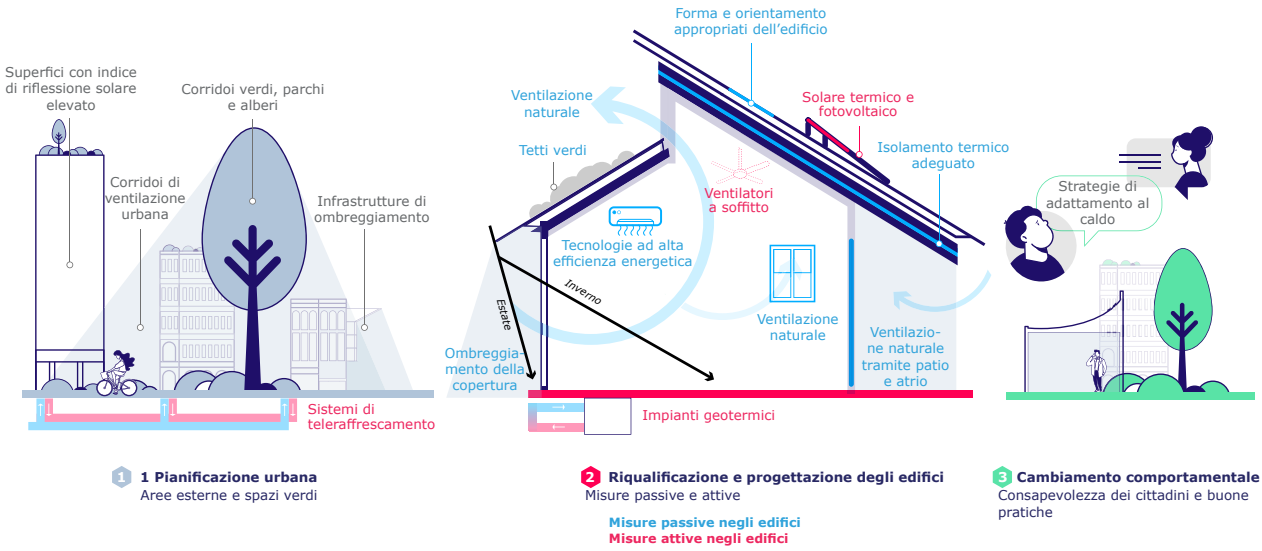


Figura 1 Approccio integrato di Plan4COLD

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 si allinea, inoltre, a molti degli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite[13]: 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 con questo approccio, per la preparazione di uno scenario di intervento dovrebbero essere prese in considerazione tre direttrici fondamentali:

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 direttrice** 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.

La **seconda direttrice** 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 direttrici 1 e 2 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 essere 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 direttrice**, ottenendo così una ulteriore 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

13 https://sdgs.un.org/goals

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 i 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** (includendo 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, economici 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.

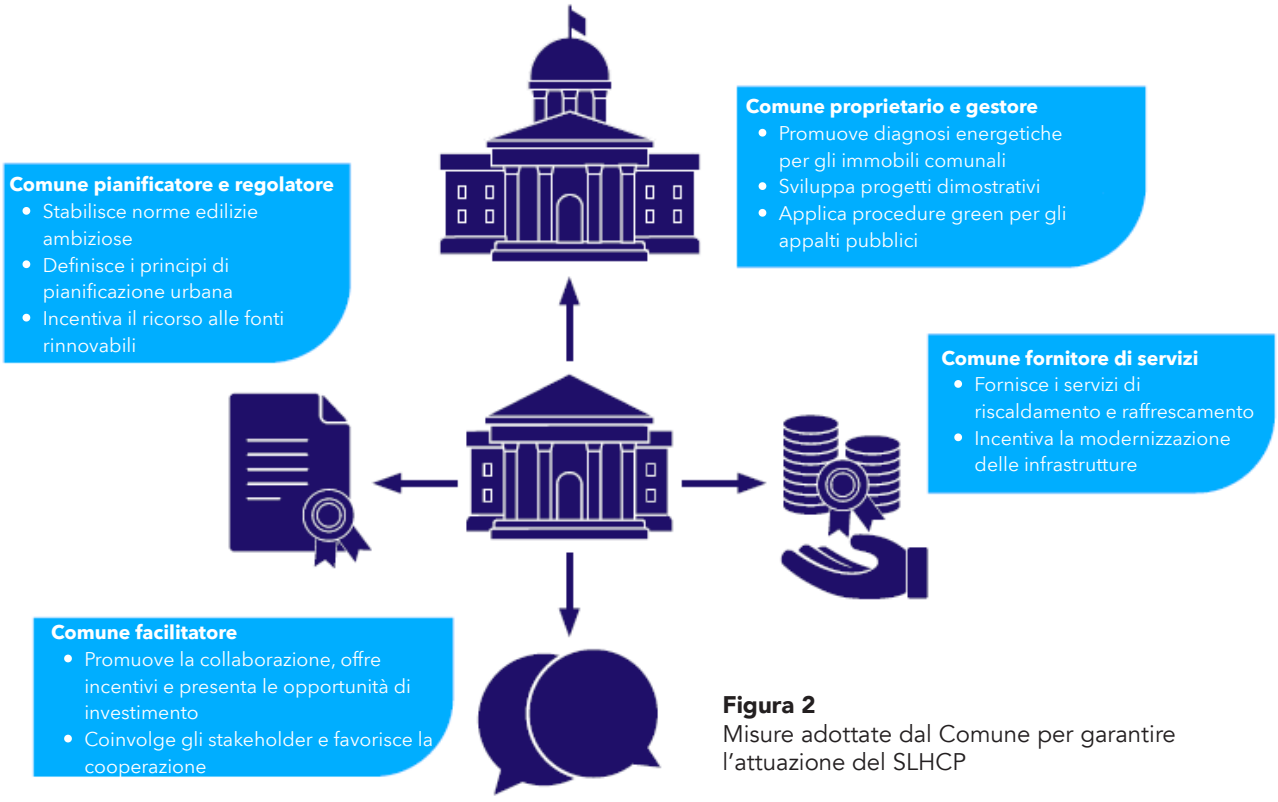


Figura 2
Misure adottate dal Comune per garantire l'attuazione del SLHCP

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 e meccanismi di finanziamento	Strumenti e misure di sostegno

Impatti	Risparmio energetico [MWh]	Produzione di FER [MWh]	Riduzione di emissioni di gas a effetto serra [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.
Nell'**ALLEGATO 2** sono fornite informazioni dettagliate in merito a tecnologie, azioni ed interventi per i diversi settori.

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, molti sono invece 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[14].
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 benefi-

14 Smart Cities Marketplace © Unión Europea, «Building Envelope Retrofit Solution Booklet 2023»

ci 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, sono 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.

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**[15] 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 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.

15 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). https://www.foodcoldchain.org/wp-content/uploads/2021/07/GFCCC-UNEP-Cold-Chain-Database-Methodology-Final.pdf.

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 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 di fasi e processi 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/freddo[16].

16 Franco de los Rios et al., 2024

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, 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 e 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 energetici 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 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

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.

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

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 Sindaci[17] la procedura di monitoraggio del piano può basarsi su due passaggi principali:

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

17 Patto dei Sindaci per il clima e l'energia "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 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 due 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 quattro 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 sovraintendere 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 im-

patto, 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.

TABELLE

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

TIPO DI INDICATORE	INDICATORE
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/reffrescamento (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	**Obiettivi raggiunti** - Riduzione dei consumi (MWh) - Produzione locale di energiada FER (MWh) - Riduzione delle emissioni di CO_2 (tonnellate)
Avanzamento dell'azione	**Stato dell'azione** C - completata A - iniziata/in corso P - programmata/da avviare S - sospesa/rinviata
	Distanza dagli obiettivi e livello di attuazione - Riduzione dei consumi (MWh, %) - Produzione locale di energia da FER (MWh, %) - Riduzione delle emissioni di CO_2 (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	- m^2 di involucro ristrutturata - % 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 dei sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento	- ampliamento della rete urbana - integrazione di FER e calore di scarto	- estensione della rete (km) - volume connesso alla rete (m^3) per uso finale - energia termica fornita agli utilizzatori finali (kWh) - % di energia termica da fonti rinnovabili e calore di scarto - risparmio medio per intervento (MWh)
Riduzione dell'isola di calore	- ristrutturazione urbana - aree verdi urbane	- superfici de-impermeabilizzate (m^2) - superfici più riflettenti (m^2) - aumento degli spazi verdi - NBS e aree verdi realizzate (n. di interventi, m^2)

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 socio-economici chiave come, in particolare, la povertà energetica. Di seguito è riportato un elenco non esaustivo di possibili co-benefici con relativi esempi.[18]

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

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
Sociale	Miglioramento del microclima	Ridotto effetto isola di calore urbano, maggiore ombreggiatura
	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, del l'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

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)

PARTE D
METODOLIOGIE, 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 metododologie 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 lato 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 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/m^2, 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 utilizzate con una certa approssimazione attraverso un processo di scaling adattandole in base al 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 di 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 valutazione 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 metodologia 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 rap-

porti 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 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 complessa, 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 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 rappresentativi 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/m^2, 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'Allegato 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 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 B. 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/m^2, 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 inclusi 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 azimut 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 di 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 superfici e 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, poichè 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'in-

dustria 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 quarta e quinta 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 sistente;
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 B) 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.

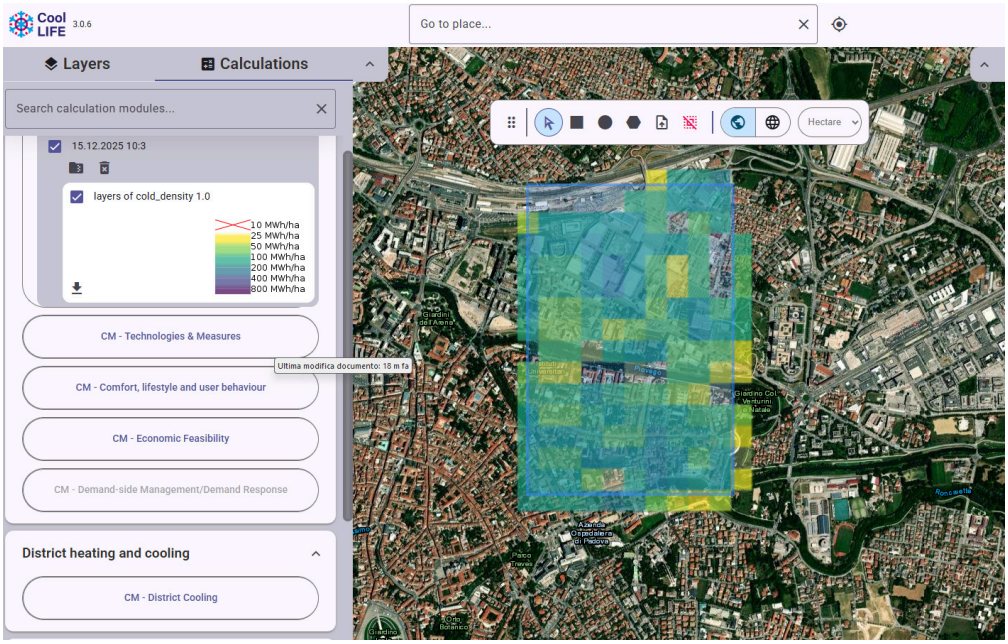
2. Strumenti e software di simulazione

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.

CoolLIFE



BREVE DESCRIZIONE

È uno strumento di pianificazione e analisi progettato per supportare autorità pubbliche, ingegneri e stakeholder nel prendere decisioni per il raffrescamento a basse emissioni di carbonio. Mappa la domanda di raffrescamento dal livello locale (ettaro) fino a quello dell'intera UE, analizzando bisogni attuali/futuri, fattori comportamentali e di comfort, ed offre raccomandazioni economiche, legali, politiche e normative per prendere decisioni più sostenibili.

FASE DEL PIANO H&C

Valutazione di base: Domanda e consumo di H&C
Scenari di intervento e decarbonizzazione: simulazione di riqualificazione degli edifici.

OUTPUT DELLO STRUMENTO

Fabbisogno energetico per il raffrescamento degli spazi negli edifici con misure di efficienza (ventilatori e ombreggiamento) [MWh/anno] Capacità di potenza frigorifera con misure di efficienza (ventilatori e ombreggiamento) [MW]

INPUT RICHIESTA: Area selezionata

PRINCIPALI VANTAGGI

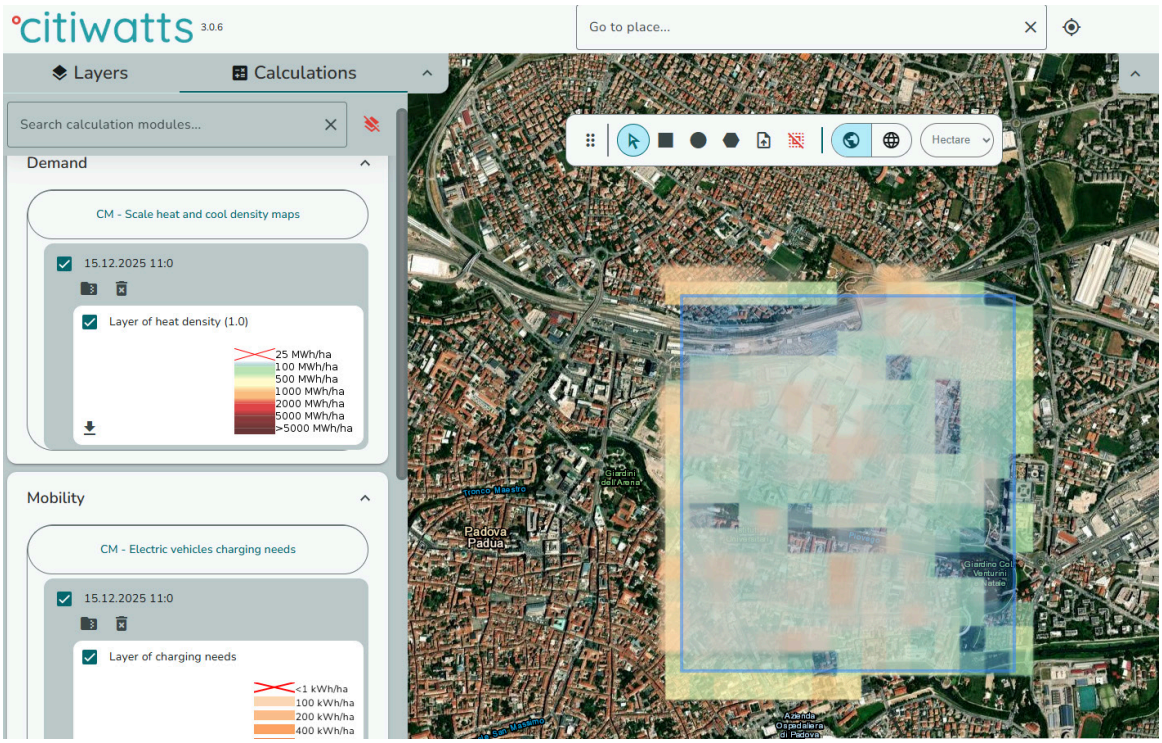
Molto semplice da usare e gratuito
Affronta considerazioni legali, politiche e normative
Tempestivo e rilevante (progetto concluso nell'agosto 2025, con risultati aggiornati)

PRINCIPALI SVANTAGGI

Solo per il raffrescamento (niente riscaldamento)
Nessuna informazione sulle emissioni di CO_2

FONTE: https://tool.coollifeproject.eu/map
SVILUPPATORE: Progetto CoolLife finanziato dall'UE
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Interamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Semplice da usare
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.youtube.com/watch?v=BNxwndkm3zI

Citiwatts



BREVE DESCRIZIONE

Si tratta di un tool open source per la mappatura della domanda di riscaldamento/raffrescamento che consente alle autorità pubbliche anche di individuare, analizzare fonti di calore di scarto per soddisfare il fabbisogno energetico nel propio territorio. Tali risultati aiuteranno le autorità a sviluppare strategie di riscaldamento e raffrescamento su scala locale e regionale che siano in linea con gli obiettivi in materia di FER ed emissioni di CO_2 a livello nazionale ed europeo.

FASE DEL SLHCP

- valutazione stato di fatto: Domanda di energia per H&C;
- scenari di intervento: fonti energetiche rinnovabili, ampliamento delle reti di distribuzione.

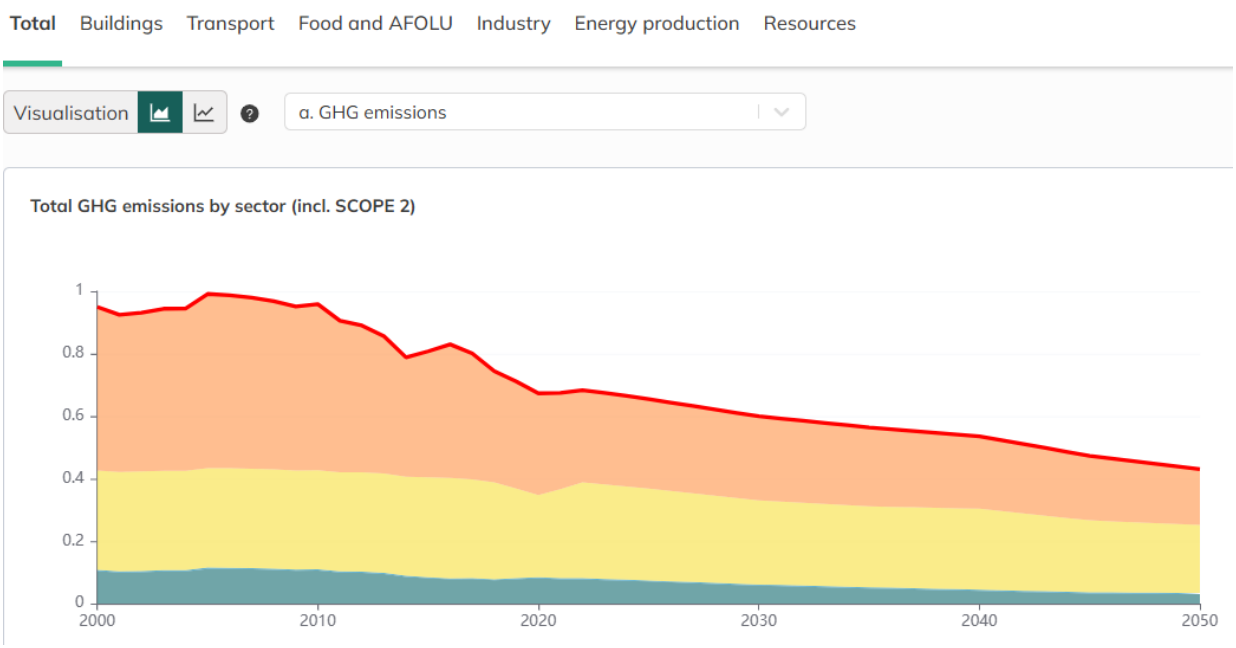
OUTPUT DELLO STRUMENTO

- fabbisogno specifico per riscaldamento e raffrescamento ambienti [MWh/ha];
- domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento degli edifici (totale, residenziale, non residenziale) [MWh];
- calore di scarto da siti industriali (localizzazione, intervallo di temperatura) [GWh/anno];
- calore di scarto dagli impianti di trattamento delle acque reflue (localizzazione) [kW];
- potenziale produzione di energia termica da impianti solari termici (su tetto) [MWh/anno];
- radiazione solare per impianti fotovoltaici [MWh/anno];
- potenziale da energia geotermica superficiale [W/mk].

INPUT RICHIESTA: Area selezionata
PRINCIPALI VANTAGGI: Open-source e gratuito
PRINCIPALI SVANTAGGI: Nessun dato in tempo reale

FONTE: https://citiwatts.cloud/map
SVILUPPATORE: Progetto Hotmaps finanziato dall'UE
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare
TUTORIAL DISPONIBILI: https://wiki.hotmaps.eu/en/Training-Material

EUCityCalculator



BREVE DESCRIZIONE

Tool di simulazione energetica che consente di valutare interventi di riqualificazione energetica e di decarbonizzazione e fornisce un'interfaccia web di facile utilizzo per mostrare i risultati degli scenari. Possibilità per i Comuni di importare automaticamente i dati dal PAESC o di importare manualmente tutti i dati rilevanti.

FASE DEL PIANO H&C

- **analisi dello stato di fatto:** domanda di energia per H&C;
- **scenari di intervento:** simulazione interventi di riqualificazione ed efficientamento degli edifici;
- **valutazione e confronto dei diversi scenari – Roadmap:** confronto energetico, confronto delle emissioni, confronto economico; sviluppo della Roadmap.

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- emissioni di gas a effetto serra a livello comunale (baseline e scenari di intervento) [tCO_2];
- fabbisogno energetico finale a livello comunale (baseline e scenari di intervento) [GWh];
- domanda di energia a livello comunale (baseline e scenari di intervento) [GWh];
- domanda di energia primaria ed emissioni di gas a effetto serra per diversi scenari;
- confronto dei costi per scenario (capex, opex, carburante) [€].

INPUT RICHIESTA: PAESC

PRINCIPALI VANTAGGI

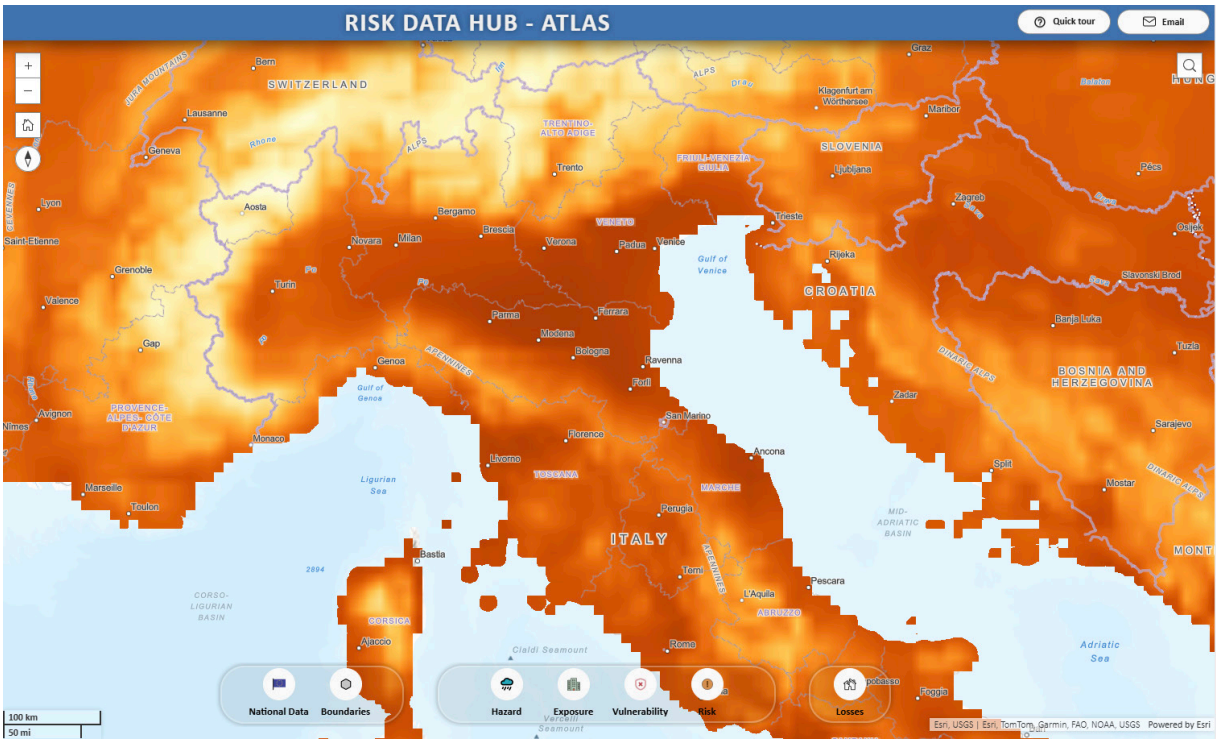
Lo strumento è concepito per facilitare il trasferimento dei dati dal PAESC fornito dal Patto dei Sindaci al tool e il trasferimento dei risultati dallo strumento web (misure e relative implicazioni) al PAESC.

PRINCIPALI SVANTAGGI

È un modello lineare e non fornisce scenari o previsioni ottimizzati. Lo strumento è più difficile da utilizzare quando la città non è inclusa nel database esistente (e ancora più difficile senza un account sul portale CoM), in quanto richiede una significativa preparazione e immissione manuale dei dati prima di accedere alla sua piena funzionalità.

FONTE: https://eucitycalc.climact.com
SVILUPPATORE: Progetto UE
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.youtube.com/watch?v=qtnfTPsX_-E

Risk Data Hub - ATLAS



BREVE DESCRIZIONE

Il Risk Data Hub (RDH) è una piattaforma web geospaziale che raccoglie e standardizza pericoli, esposizione, vulnerabilità e rischi a livello europeo, sviluppata con l'obiettivo di supportare i processi di valutazione e analisi dei rischi climatici. Facilita la raccolta, la condivisione e l'analisi dei dati che sono cruciali per la comprensione e la mitigazione dei rischi. Questo repository offre una varietà di set di dati, strumenti e risorse che possono essere utilizzati da decisori politici, tecnici e ricercatori.

FASE DEL SLHCP

Baseline: valutazione delle vulnerabilità locali

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- ondate di calore estremo [°C];
- inondazioni.

INPUT RICHIESTA: Localizzazione

PRINCIPALI VANTAGGI

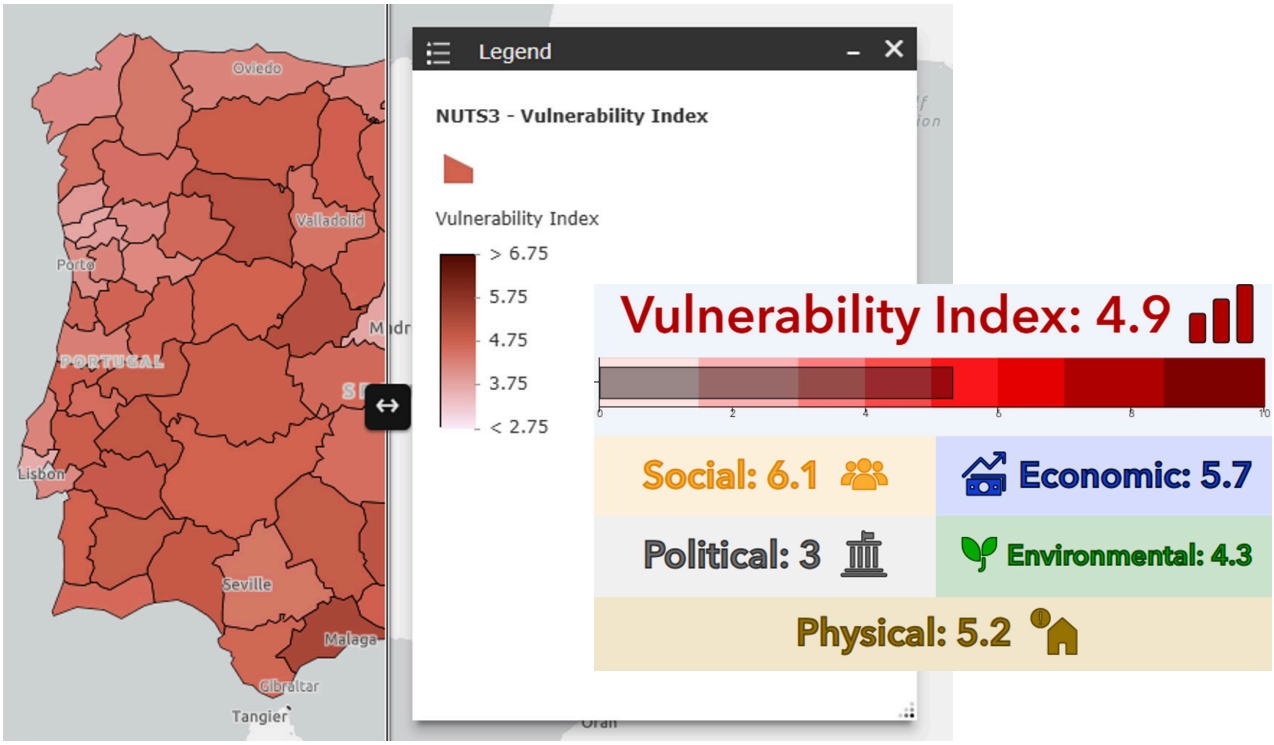
- dati centralizzati e curati a livello UE;
- sostegno al processo decisionale;
- visualizzazione e analisi geospaziale.

PRINCIPALI SVANTAGGI

- limitata attenzione all'incertezza dei dati;
- no dati in tempo reale.

FONTE: https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub#/atlas
SVILUPPATORE: Centro di conoscenze della Commissione europea sulla gestione del rischio di catastrofi
TIPO DI RISORSE: Banca dati
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.youtube.com/watch?v=IJ821FSOJlI

Vulnerability dashboard DRMKC



BREVE DESCRIZIONE

Valuta la vulnerabilità a livello europeo, considerando cinque dimensioni: sociale, economica, politica, ambientale e fisica, senza fare riferimento ad alcun pericolo specifico. L'indice è valutato su una scala da 0 a 10. Esistono serie temporali per gli indicatori all'interno di ciascuna delle cinque dimensioni.

FASE DEL SLHCP

Baseline: valutazione delle vulnerabilità locali

OUTPUT DELLO STRUMENTO

Indice di vulnerabilità che considera cinque dimensioni: sociale, economica, politica, ambientale e fisica.

INPUT RICHIESTA: Localizzazione

PRINCIPALI VANTAGGI

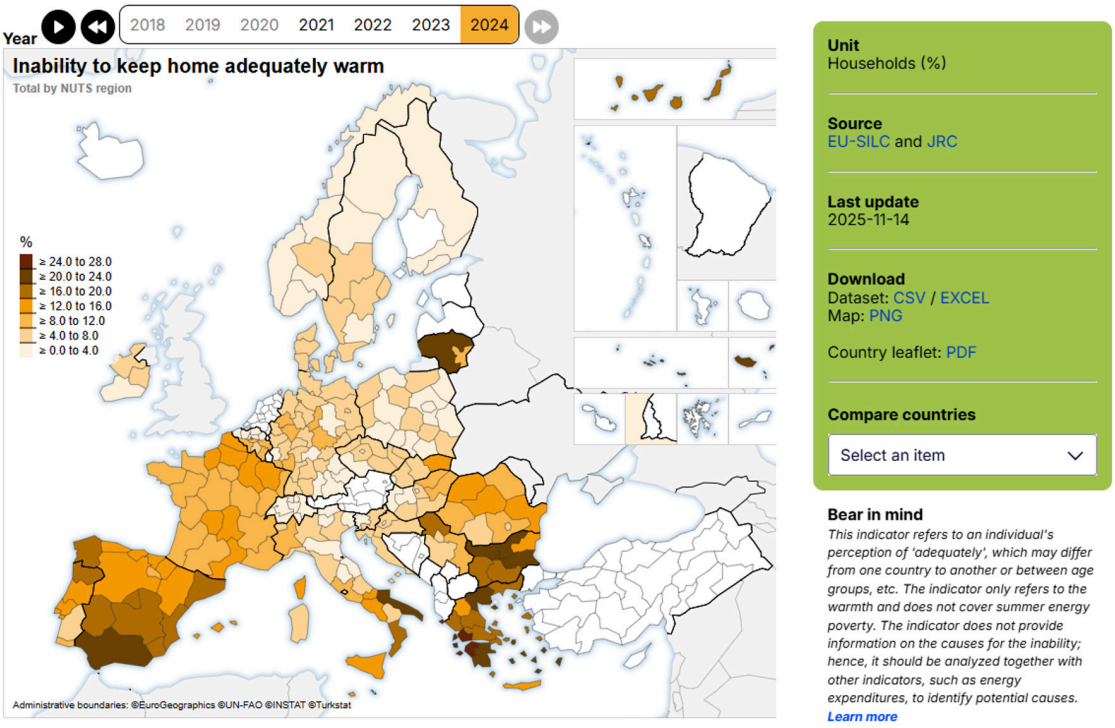
- dati standardizzati e comparabili degli indicatori di vulnerabilità in tutti i paesi e le regioni d'Europa

PRINCIPALI SVANTAGGI

- forte dipendenza dalla disponibilità, dalla qualità e dalla frequenza di aggiornamento delle serie di dati, che può portare a lacune o incertezze per alcune regioni o indicatori

FONTE: https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/risk-data-hub #/ vulnerability/dashboard
SVILUPPATORE: Centro di conoscenze della Commissione europea sulla gestione del rischio di catastrofi
TIPO DI RISORSE: Banca dati
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.youtube.com/watch?v=KFczUZfGTUY

Energy Poverty Advisory Hub



BREVE DESCRIZIONE

In questa banca dati sono disponibili indicatori di povertà energetica organizzati per argomenti per ciascun paese europeo.

FASE DEL SLHCP

Baseline: analisi critica delle vulnerabilità locali

OUTPUT DELLO STRUMENTO

Indicatori riguardanti:
- incapacità di mantenere la casa sufficientemente calda [%];
- popolazione che vive in abitazioni confortevolmente fresche in estate [%];
- popolazione che vive in un'abitazione dotata di impianti di riscaldamento [%];
- popolazione che vive in un'abitazione dotata di aria condizionata [%].

INPUT RICHIESTA: Localizzazione

PRINCIPALI VANTAGGI

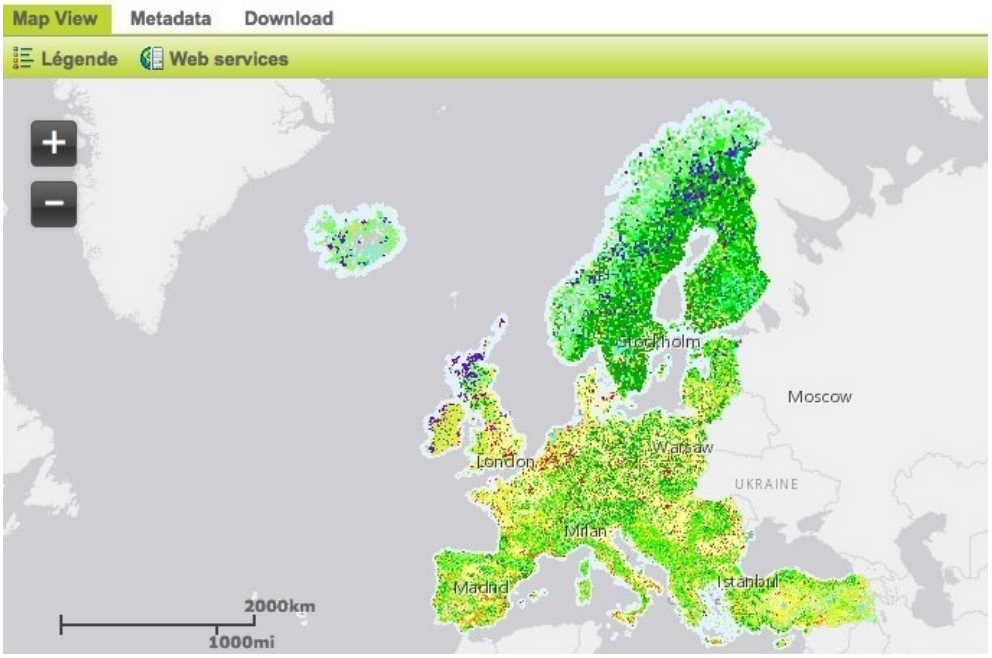
È possibile trovare indicatori di povertà energetica organizzati per argomenti per ciascun paese europeo.

PRINCIPALI SVANTAGGI

- dati centralizzati e curati a livello UE;
- sostegno al processo decisionale;
- visualizzazione e analisi geospaziale.

FONTE: https://energy-poverty.ec.europa.eu/epah-indicators
SVILUPPATORE: La Commissione europea
TIPO DI RISORSE: Banca dati
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare

Servizio di monitoraggio del territorio fornito da Copernicus



BREVE DESCRIZIONE

Il servizio di monitoraggio del territorio di Copernicus fornisce informazioni geospaziali sulla copertura del suolo e sull'uso del suolo in tutta Europa per supportare la pianificazione spaziale e ambientale.

FASE DEL SLHCP

Baseline: Il raster con altezze degli edifici e il vettoriale con destinazione d'uso possono essere utilizzati in strumenti di simulazione energetica per valutare la domanda di energia per H&C.

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- raster con altezza edifici [m];
- vettoriale con destinazione d'uso degli edifici.

INPUT RICHIESTA: Area selezionata

PRINCIPALI VANTAGGI

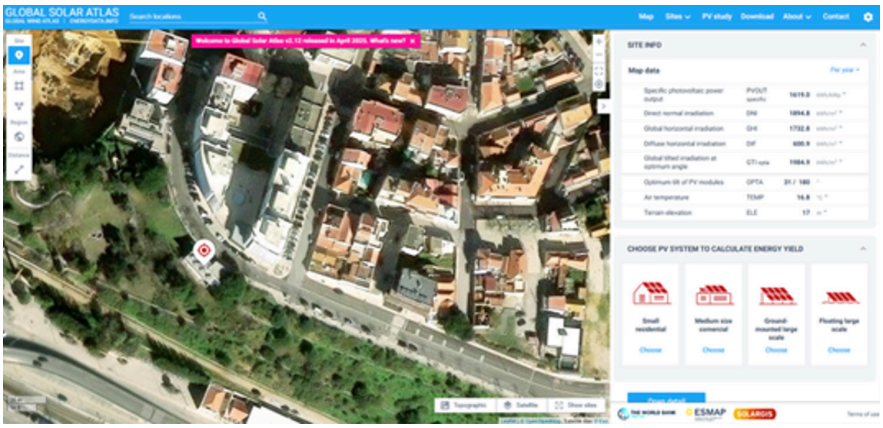
- copertura geospaziale dell'Europa: dati dettagliati sull'uso del suolo e sulla copertura del suolo per le città e le aree periurbane;
- serie di dati ufficiali e gratuiti dell'UE;
- essenziale per la pianificazione energetica urbana: input per la stima della domanda, la valutazione degli spazi verdi.

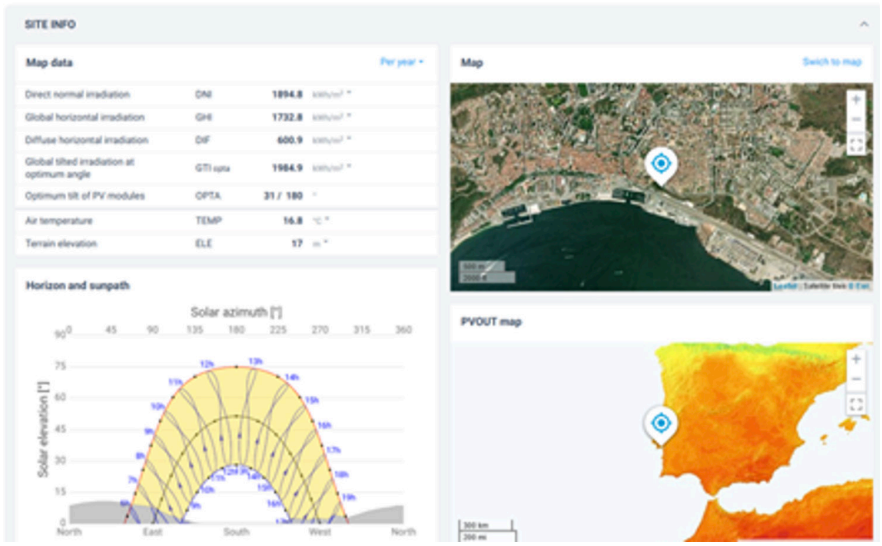
PRINCIPALI SVANTAGGI

- i set di dati vengono aggiornati periodicamente, ma non in tempo reale;
- i risultati devono essere utilizzati in altre piattaforme per simulare sistemi energetici.

FONTE: https://land.copernicus.eu/en/dataset-catalog
SVILUPPATORE: Programma Copernicus dell'UE, attuato dall'Agenzia spaziale europea (ESA) e dall'Agenzia europea dell'ambiente (AEA)
TIPO DI RISORSE: Banca dati
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare

Atlante solare globale





BREVE DESCRIZIONE

Sviluppato dal Gruppo della Banca Mondiale con l'International Solar Alliance (ISA) e Solargis, fornisce calcoli e dati geospaziali globali sul potenziale dell'energia solare.

FASE DEL SLHCP

Scenari di intervento: fonti energetiche rinnovabili

OUTPUT DELLO STRUMENTO

Irraggiamento (normale diretto, orizzontale globale, orizzontale diffuso) [kWh/m^2]

INPUT RICHIESTA: Localizzazione

PRINCIPALI VANTAGGI

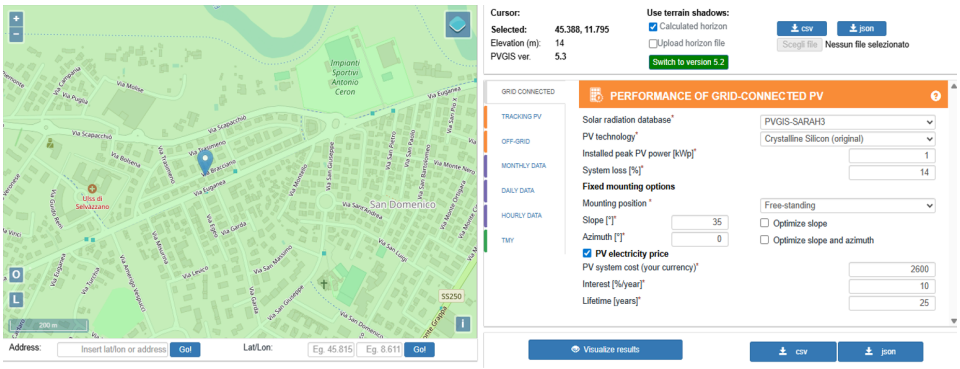
Strumento molto facile da usare

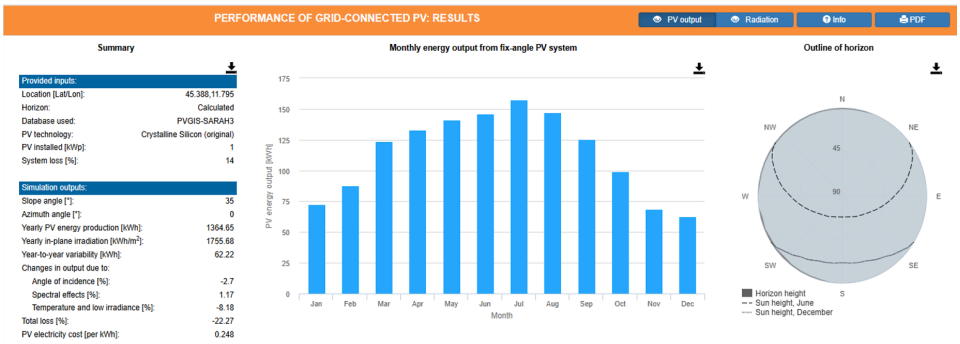
PRINCIPALI SVANTAGGI

- il calcolo dell'output dell'impianto fotovoltaico è molto approssimativo;
- non sono forniti i costi dell'elettricità prodotta dal fotovoltaico.

FONTE: https://globalsolaratlas.info/map
SVILUPPATORE: Solargis
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare

PVGIS





BREVE DESCRIZIONE

Applicazione web che consente all'utente di ottenere dati sulla radiazione solare e sulla produzione di energia di un sistema fotovoltaico (PV), incluso il costo dell'elettricità fotovoltaica in qualsiasi parte del mondo. Selezionando la posizione e alcuni parametri, è in grado di fornire stime sulla produzione mensile e annuale di energia elettrica per diverse tipologie di impianto FV (a terra, integrato su copertura, off-grid, ecc.).

FASE DEL SLHCP

Scenari di intervento: Fonti energetiche rinnovabili

OUTPT DELLO STRUMENTO

- produzione mensile e annuale di energia elettrica [kWh];
- irradiazione mensile e annuale sul piano per angolo fisso [kWh/m^2];
- costo dell'energia elettrica fotovoltaica [€/kWh].

INPUT RICHIESTA

- localizzazione impianto FV, potenza installata, perdite del sistema, opzioni di montaggio;
- posizione, inclinazione e angolo di azimut;
- costo dell'impianto fotovoltaico, interessi, tempo di vita utile.

PRINCIPALI VANTAGGI

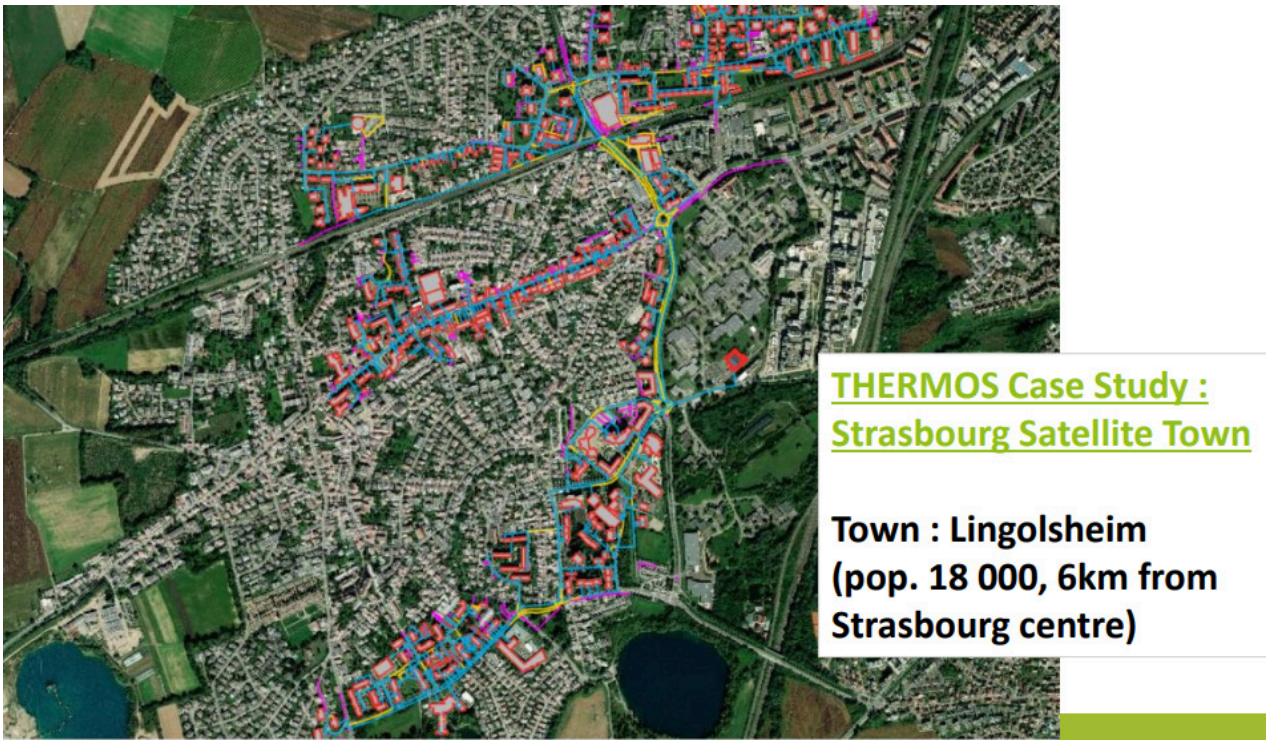
Consente di scaricare i dati orari

PRINCIPALI SVANTAGGI

Scelta limitata tra le tecnologie fotovoltaiche (silicio cristallino, CIS, CdTe).

FONTE: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/
SVILUPPATORE: Centro comune di ricerca della Commissione europea
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica (RES)
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.youtube.com/watch?v=Zm4NLbvOwjw

THERMOS



BREVE DESCRIZIONE

THERMOS è un web tool per la pianificazione energetica che fornisce un'analisi dettagliata dello sviluppo delle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento. Il software è stato progettato per ottimizzare la pianificazione di reti di teleriscaldamento, al fine di agevolare l'introduzione di nuovi sistemi di riscaldamento e raffrescamento a basse emissioni di carbonio, nonché il potenziamento, la ristrutturazione ed l'espansione dei sistemi esistenti.

FASE DEL SLHCP

Scenari di intervento e decarbonizzazione: Potenziamento delle reti di teleriscaldamento

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento degli edifici [MWh/anno];
- design della rete ottimizzato (compreso il modello di alimentazione);
- perdite di calore della rete [kWh];
- emissioni di gas serra [t/anno];
- costi (totale e specifico) e ricavi [€].

INPUT RICHIESTA

- area selezionata;
- calore in eccesso dagli impianti di trattamento delle acque reflue dei siti industriali.

PRINCIPALI VANTAGGI

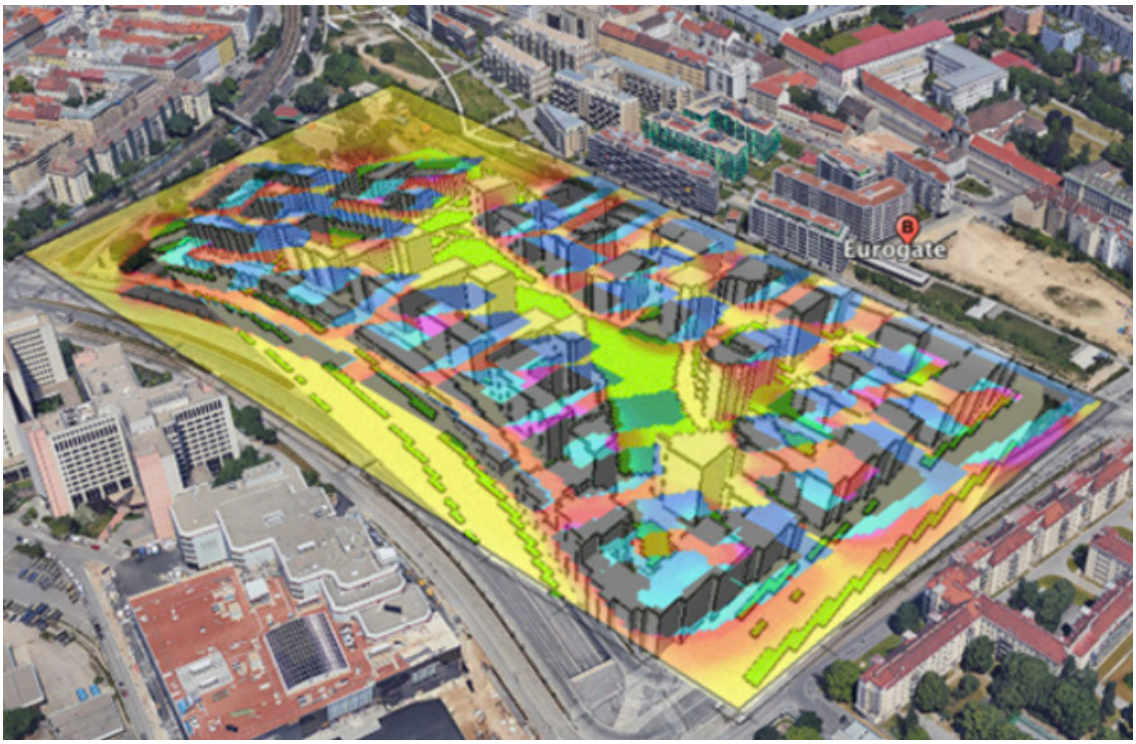
Gratuito e open source

PRINCIPALI SVANTAGGI

Non può considerare gli edifici collegati alla rete come prosumer

FONTE: https: //www.thermos-project.eu/thermos-tool/tool-access/
SVILUPPATORE: THERMOS Progetto finanziato dall'UE
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica (DHCN)
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Necessità di fare pratica
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.thermos-project.eu/supporto agli strumenti/materiali di formazione/

GREENPASS®



BREVE DESCRIZIONE

GREENPASS è un tool per quantificare le vulnerabilità locali e simulare gli effetti delle Nature-based Solution sulle aree urbane, consentendo una pianificazione di città più vivibili e resilienti ai cambiamenti climatici. L'analisi delle caratteristiche di resilienza climatica è conforme alla tassonomia dell'UE.

FASE DEL SLHCP

Baseline: analisi critica delle vulnerabilità locali

OUTPT DELLO STRUMENTO

- comfort termico esterno (isole di calore) [%];
- misure di mitigazione e adattamento raccomandate;
- costi di implementazione di misure di mitigazione e adattamento [€].

INPUT RICHIESTA

- area selezionata;
- file GIS dell'altezza degli edifici;
- presenza e tipo di soluzioni basate sulla natura.

PRINCIPALI VANTAGGI

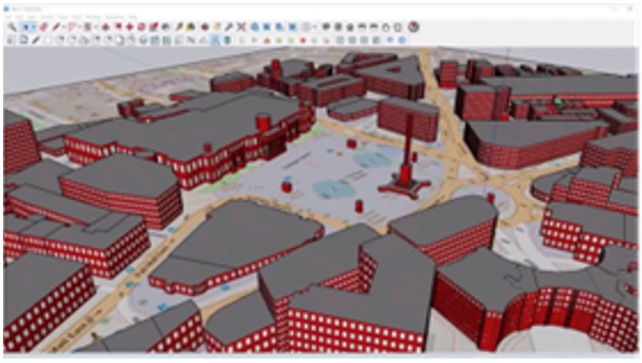
Utilizzo di soluzioni basate sulla natura

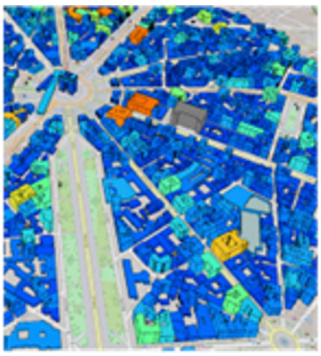
PRINCIPALI SVANTAGGI

Non gratuito

FONTE: https://www.greenpass.io/
SVILUPPATORE: GreenPass
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica (RES)
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Licenza necessaria
FACILITÀ DI UTILIZZO: Necessità di fare pratica
TUTORIAL DISPONIBILI: https://support.greenpass.io/portal/en/home

IES iCD (Progettazione intelligente delle comunità)







BREVE DESCRIZIONE

Si tratta di uno strumento di pianificazione urbana 3D che consente di modellare lo scenario di Baseline e di applicare scenari di riqualificazione a livello urbano mediante simulazione energetica dinamica. Permette di importare la geometria degli edifici da OpenStreetMap e di utilizzare un database ASHRAE integrato per le diverse tipologie di edificio.

FASE DEL SLHCP

- baseline: domanda di energia per H&C;
- scenari di intervento: simulazione di interventi di riqualificazione di edifici e di installazione impianti a fonti energetiche rinnovabili;
- valutazione e confronto dei diversi scenari–Roadmap: benefici energetici, riduzione delle emissioni di CO_2, costi di investimento.

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- comfort termico esterno (isole di calore) [°C];
- consumi energetici degli edifici (riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, elettricità, illuminazione) [MWh/anno];
- confronto della domanda di energia primaria per scenario [GWh];
- confronto delle emissioni per scenario [kgCO_2].

INPUT RICHIESTA

- area selezionata;
- file GIS dell'altezza degli edifici;
- file GIS di destinazione d'uso edifici;

PRINCIPALI VANTAGGI

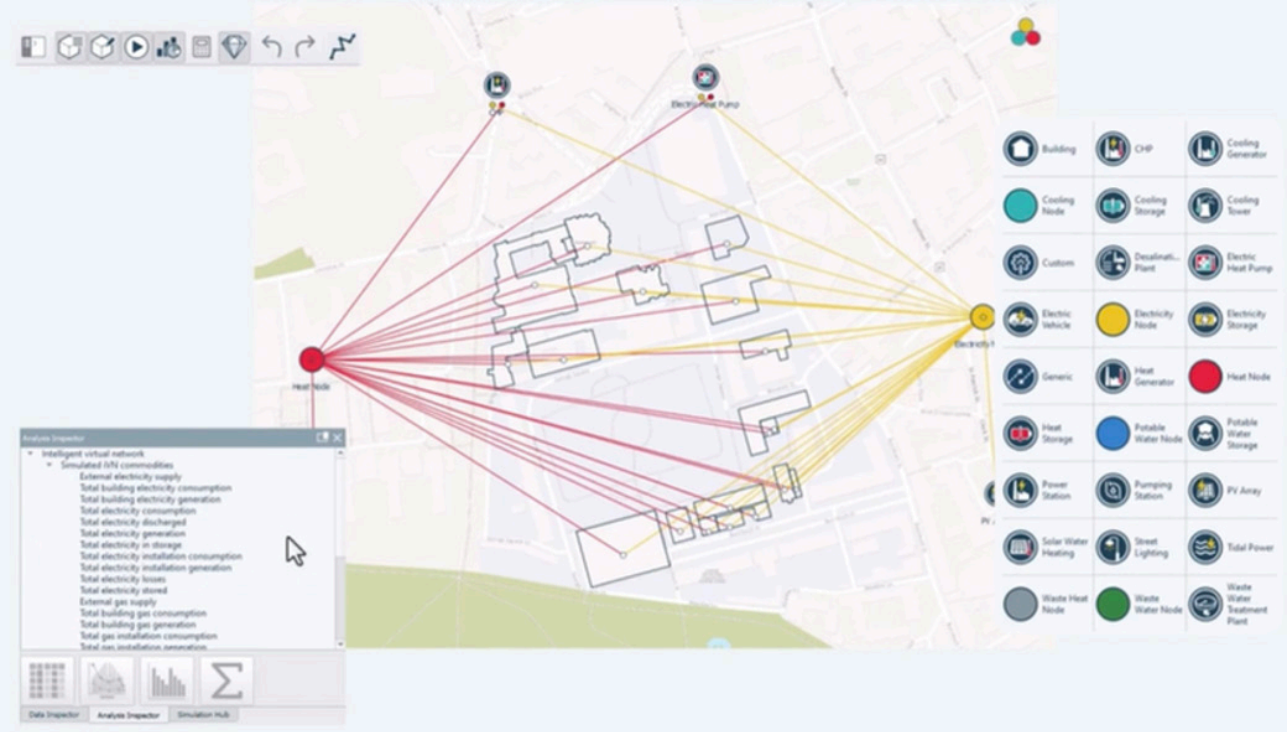
- disponibilità immediata di un report;
- possibilità di importare dati (geometria dell'edificio, utilizzo) da OpenStreetMap;
- possibilità di utilizzare il database interno basato sullo standard ASHRAE 90.1-2016.

PRINCIPALI SVANTAGGI

Come per tutti i modelli energetici degli edifici urbani (UBEM), l'accuratezza può essere influenzata dalle semplificazioni necessarie per l'analisi su larga scala.

FONTE: https://www.iesve.com/products/icd
SVILUPPATORE: IES
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica (edifici)
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Non gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Necessità di fare pratica
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.iesve.com/support/icd

IES iVN (Rete virtuale intelligente)



BREVE DESCRIZIONE

IES iVN è un software che consente di modellare e ottimizzare reti energetiche integrate – considerando l'elettricità, il vettore termico e l'acqua - simulando il modo in cui interagiscono tra loro e con il fabbisogno energetico degli edifici collegati. È utilizzato soprattutto per la simulazione delle comunità energetiche.

FASE DEL SLHCP

Valutazione e confronto di diversi scenari: Simulazione di comunità energetiche.

OUTPT DELLO STRUMENTO

Autoconsumo di energia elettrica prodotta dal fotovoltaico.

INPUT RICHIESTA

Simulazione energetica eseguita con iCD

PRINCIPALI VANTAGGI

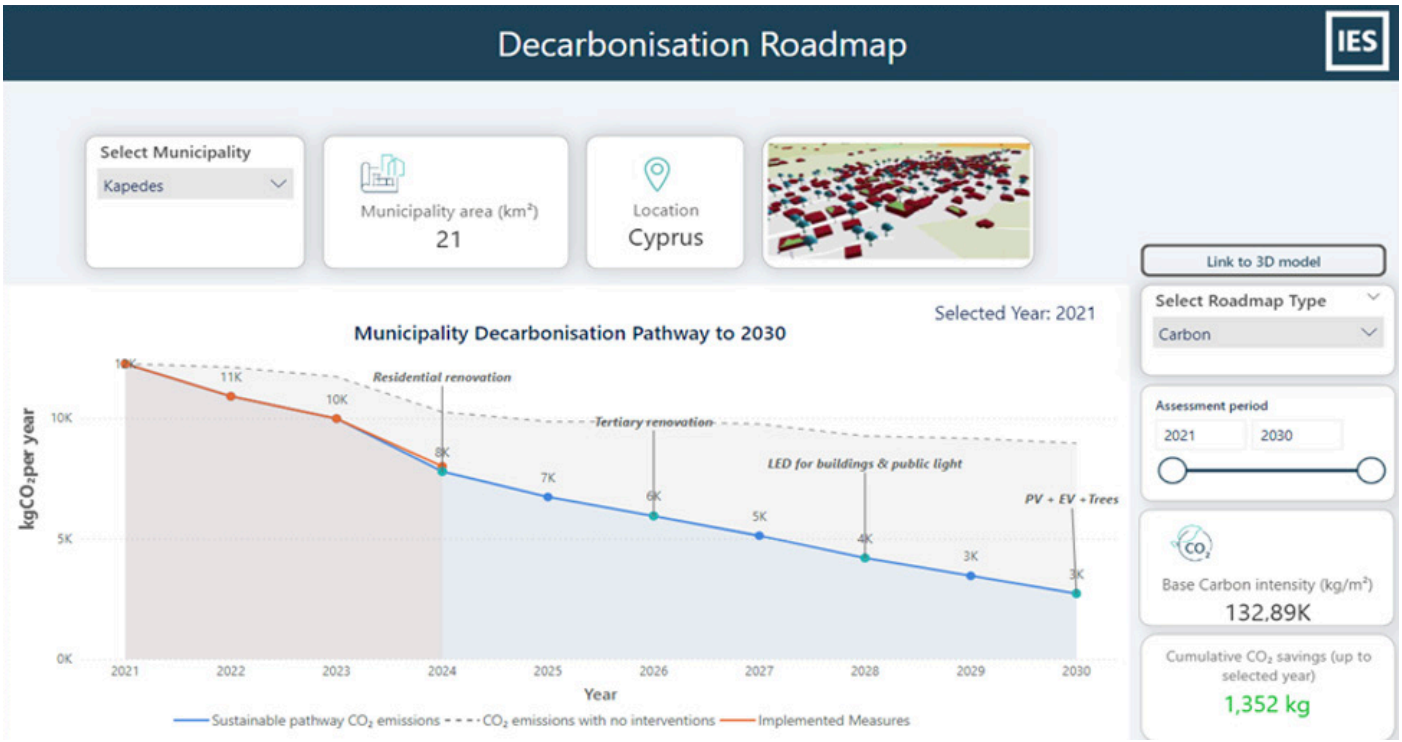
- modellizzazione di rete integrata per diversi vettori energetici;
- analisi e reportistica completa.

PRINCIPALI SVANTAGGI

- complessità e curva di apprendimento;
- dipendenza dai dati disponibili.

FONTE: https://www.iesve.com/products/ivn
SVILUPPATORE: IES
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica (edifici)
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Non gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Necessità di fare pratica
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.iesve.com/support/ivn

Power BI



BREVE DESCRIZIONE

Si tratta di un tool di analisi e visualizzazione dei dati basato su Microsoft Power BI. Tramite la dashboard è possibile visualizzare grandi set di dati relativi a scenari di riqualificazione energetica e di decarbonizzazione in roadmap, per supportare l'analisi dei sistemi energetici e il processo decisionale.

FASE DEL SLHCP

Valutazione e confronto dei diversi scenari – Roadmap: Elaborazione della roadmap

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- visualizzazione di diverse roadmap relative alla domanda di energia primaria [MWh/anno];
- visualizzazione di diverse roadmap relative alle emissioni di CO_2 [$kgCO_2$/anno].

INPUT RICHIESTA

- la domanda di energia primaria deriva da iCD.

PRINCIPALI VANTAGGI

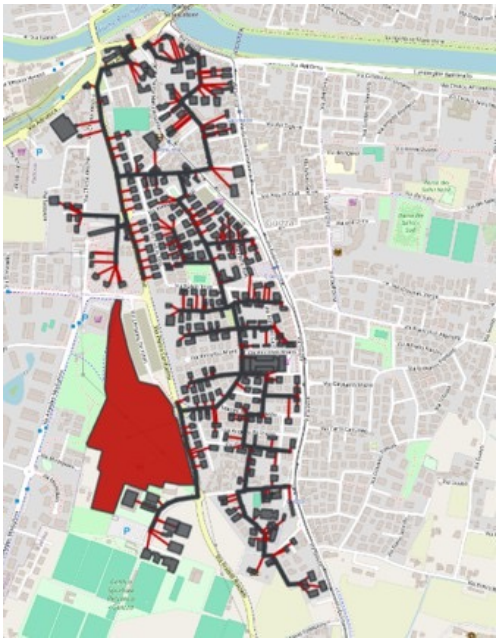
- dashboard intuitiva e interattiva;
- supporta il confronto degli scenari;

PRINCIPALI SVANTAGGI

- si tratta principalmente di uno strumento di supporto alle decisioni e di visualizzazione piuttosto che di un motore di simulazione o ottimizzazione autonomo.

FONTE: https://www.microsoft.com/it-it/power-platform/products/power-bi?market=it
SVILUPPATORE: Microsoft
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Licenza necessaria
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facilità d'uso
TUTORIAL DISPONIBILI: https://learn.microsoft.com/en-us/training/modules/get-started-with-power-bi/

nPro



FONTE: https://app.npro.energy/
SVILUPPATORE: nPro Energy
TIPO DI RISORSE: Strumento di simulazione energetica (DHCN)
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Licenza necessaria
FACILITÀ DI UTILIZZO: Necessità di fare pratica
TUTORIAL DISPONIBILI: https://www.youtube.com/@npro_energy%20/videos

BREVE DESCRIZIONE

nPro è un web tool per ottimizzare i processi di pianificazione delle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento locali minimizzando le emissioni di CO_2 e i costi di investimento. In particolare permette la progettazione di nuove reti e la simulazione del potenziamento, ristrutturazione ed espansione delle reti esistenti

FASE DEL SLHCP

Scenari di intervento: fonti energetiche rinnovabili, ampliamento delle reti di distribuzione
Valutazione e confronto dei diversi scenari – Roadmap: confronto su benefici energetici, emissioni CO_2 e su costi economici

OUTPT DELLO STRUMENTO

- fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento degli edifici [MWh/anno];
- design DHC ottimizzato (incluso il modello del Energy Hub);
- perdite di calore della rete [kWh];
- emissioni di CO_2 [tCO_2/anno];
- costi (totale e specifico) [€];
- estrazione di calore/(iniezione) da campo geotermico (profilo orario) [MWh];
- produzione di calore da impianti solari termici (profilo orario) [MWh].

INPUT RICHIESTA

- area selezionata;
- calore di scarto da siti industriali e impianti di trattamento delle acque reflue;
- specifiche termiche del terreno (per pompe di calore geotermiche);
- inclinazione e angolo di azimut (per impianti solari termici).

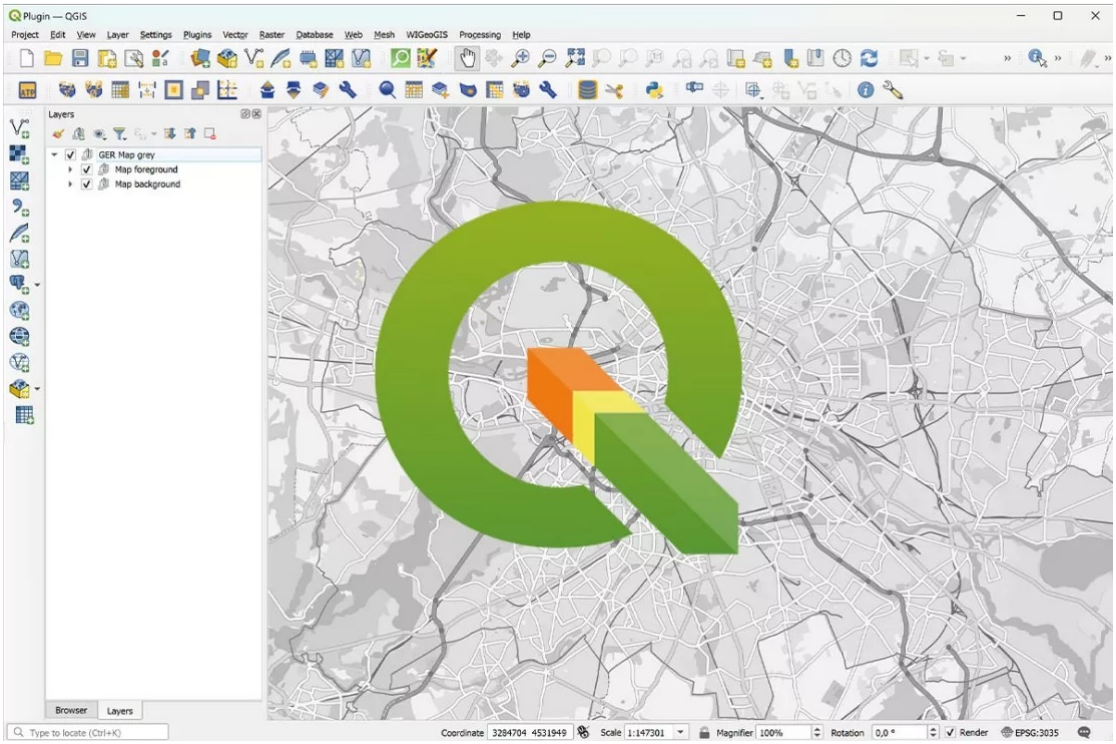
PRINCIPALI VANTAGGI

- pianificazione di diversi modelli energetici, tra cui il teleriscaldamento, teleraffrescamento e l'integrazione delle fonti energetiche rinnovabili;
- output grafici utili per il processo decisionale a livello locale;
- report immediatamente disponibili;
- può considerare gli edifici collegati alla rete come prosumer.

PRINCIPALI SVANTAGGI

- software commerciale: richiede licenza;
- gli utenti devono comprendere i principi di modellizzazione del sistema energetico per utilizzarlo appieno.

QGIS (Sistema di informazione geografica)



BREVE DESCRIZIONE

Si tratta di un tool gratuito e open source che consente agli utenti di visualizzare, creare, modificare, e analizzare dati geospaziali attraverso un'interfaccia intuitiva, supportando una vasta gamma di formati di dati e strumenti per la mappatura, analisi e supporto decisionale.

FASE DEL SLHCP

Baseline: domanda di energia per H&C

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- file GIS dell'altezza degli edifici;
- file GIS di destinazione d'uso degli edifici.

INPUT RICHIESTA

- raster con altezza edifici;
- vettoriale con destinazione d'uso degli edifici.

PRINCIPALI VANTAGGI

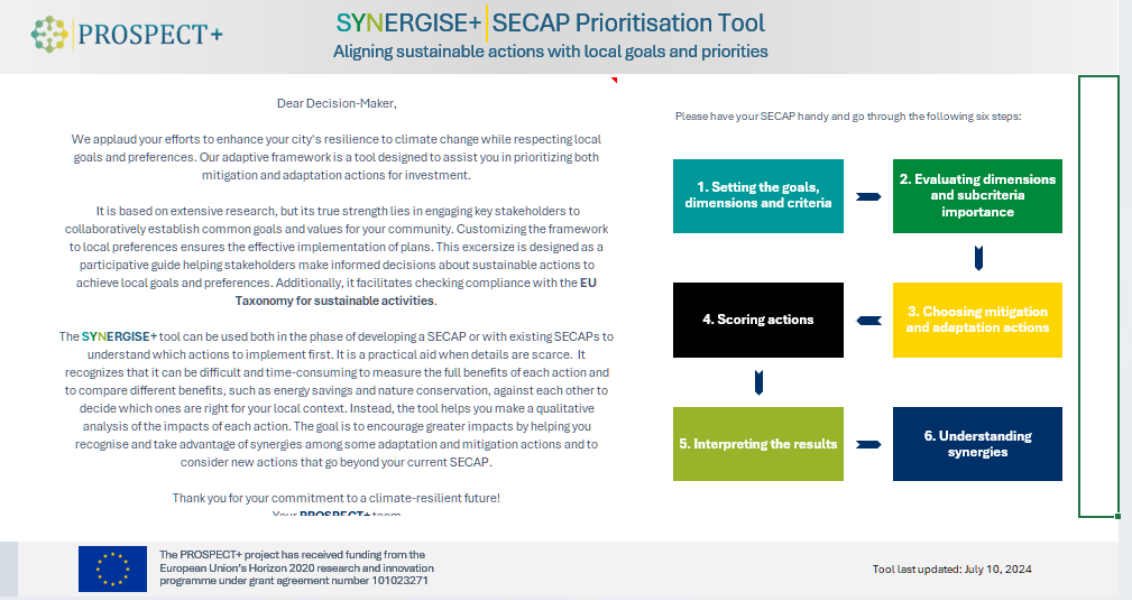
- è gratuito e open-source;
- supporta una grande varietà di formati e standard di dati territoriali, garantendo una forte interoperabilità;
- ha una comunità di utenti e sviluppatori ampia e attiva, che migliora continuamente il software e fornisce un'ampia documentazione.

PRINCIPALI SVANTAGGI

La formazione sullo strumento può essere lunga a causa della vasta gamma di strumenti e opzioni

FONTE: https://qgis.org/
SVILUPPATORE: Team di sviluppo QGIS
TIPO DI RISORSE: strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Necessità di pratica
TUTORIAL DISPONIBILI: https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/training_manual/index.html

SYNERGISE+



BREVE DESCRIZIONE

Un pratico strumento basato su Excel progettato per aiutare i decisori a dare priorità alle azioni dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC/SECAP). Lo strumento aiuta ad allineare gli obiettivi e le preferenze locali con gli obiettivi di resilienza climatica e facilita l'analisi qualitativa delle azioni di mitigazione e adattamento utilizzando le informazioni di cui le città già dispongono su tutte le azioni. È progettato per essere uno strumento completo, in grado di guidare le città attraverso l'intera gamma di opzioni decisionali, da quelle semplici a quelle complesse, aiutandole a creare un approccio su misura adatto alle loro esigenze e preferenze uniche.

FASE DEL SLHCP

Valutazione e confronto di diversi scenari: Simulazione di comunità energetiche.

OUTPT DELLO STRUMENTO

Al risultati dell'utilizzo dello strumento SYNERGISE+ vengono visualizzati in molteplici modi, fornendo diverse interpretazioni visive che permettono ai decisori di comprendere quale sia l'effetto delle azioni contenute nei propri PAESC e, quindi, di rilevare se la realizzazione delle misure sta procedendo adeguatamente e/o cosa potrebbe essere invece migliorato.

INPUT RICHIESTA

Disporre di un PAESC o di altri piani di sostenibilità ed essere in possesso di un elenco di portatori di interesse chiave da coinvolgere nel processo decisionale.

PRINCIPALI VANTAGGI

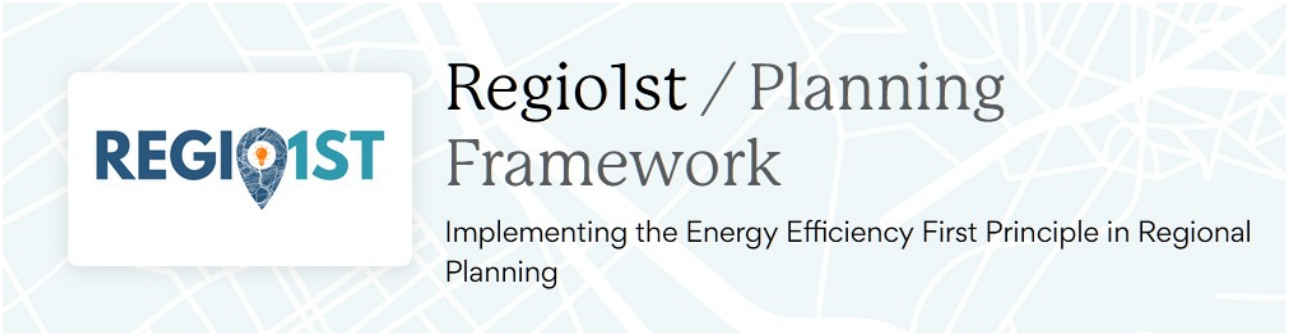
La guida mira a migliorare il processo decisionale in due fasi critiche:
1. pianificazione – aiutare le città a selezionare le azioni per i Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC)
2. attuazione – aiutare le città che affrontano vincoli di bilancio a dare priorità agli investimenti in base a criteri specifici.

PRINCIPALI SVANTAGGI

Necessità di disporre di un PAESC e di conoscerne molto bene i contenuti.

FONTE: https://www.h2020prospect.eu/synergie
SVILUPPATORE: Progetto PROSPECT+, finanziato dall'UE
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Di facile utilizzo / Intuitivo
TUTORIAL DISPONIBILI: https://h2020prospect.eu/sites/default/files/tools/SYNERGISE%2B/PROSPECT%2B_D5.4_decision-making_guide_Final_v02.pdf

REGIO1a



BREVE DESCRIZIONE

L'inquadramento di pianificazione REGIO1st fornisce un approccio strutturato e completo per sviluppare e attuare strategie energetiche regionali sostenibili e convenienti dal punto di vista economico, prioritorizzando il risparmio energetico negli edifici, la flessibilità dei sistemi e altre soluzioni di efficienza energetica in linea con il principio dell'Efficienza Energetica al Primo Posto (EE1st - Energy Efficiency First).

FASE DEL SLHCP

Semplifica e ottimizza l'intero processo di pianificazione energetica

OUTPUT DELLO STRUMENTO

Una tabella di marcia (roadmap) completa per sviluppare e attuare strategie e piani regionali sostenibili, efficaci sotto il profilo dei costi ed efficienti dal punto di vista energetico, in linea con il principio dell'Efficienza Energetica al Primo Posto.

PRINCIPALI VANTAGGI

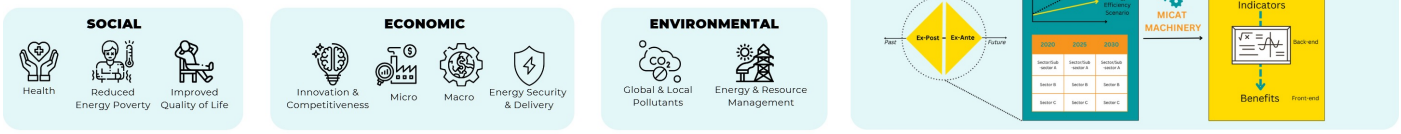
- fornisce una tabella di marcia completa ai pianificatori energetici regionali per sviluppare e attuare strategie e piani sostenibili, convenienti ed efficienti dal punto di vista energetico, in linea con il principio dell'Efficienza Energetica al Primo Posto;
- fornisce un quadro strutturato di supporto alle decisioni, articolato in fasi quali la preparazione, il coinvolgimento dei portatori di interesse (stakeholder) e l'analisi costi-benefici;
- include strumenti che possono assistere i pianificatori nelle diverse fasi del processo, come la raccolta dati, la modellazione degli scenari, l'analisi costi-benefici, l'analisi costi-benefici sociali e l'analisi decisionale multicriterio.

PRINCIPALI SVANTAGGI

Destinato esclusivamente alle autorità pubbliche regionali e/o alle agenzie regionali.

FONTE: https://regio1st-planning-framework.fedarene.org/tools
SVILUPPATORE: Progetto REGIO1st, finanziato dall'UE
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: Completamente gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Di facile utilizzo / Intuitivo
TUTORIAL DISPONIBILI:
- https://regio1st-planning-framework.eu.buildspaceproject.eu/sites/default/files/manual/D2.2%20Regio1st%20Planning%20Framework%20Guiding%20document_final.pdf
- https://regio1st-planning-framework.fedarene.org/training-material
- https://regio1st-planning-framework.fedarene.org/video-tutorials

MICATool



BREVE DESCRIZIONE

Uno strumento online ad accesso pubblico e facile da usare che consente l'analisi olistica e la quantificazione dei molteplici impatti associati all'efficienza energetica. Permette di condurre analisi solide basate su diversi scenari politici per confrontare e valutare la rilevanza di vari indicatori e impatti sociali, economici e ambientali.

FASE DEL SLHCP

- prioritizzazione delle azioni e definizione dello scenario obiettivo – valutazione degli impatti multipli e selezione delle azioni più vantaggiose, confronto tra diverse impostazioni delle politiche;
- monitoraggio SLHCP.

OUTPT DELLO STRUMENTO

Tre concetti operativi concreti per l'analisi degli impatti multipli: analisi specifiche su dipendenza dalle importazioni, resilienza del sistema energetico e impatti sulla biodiversità. Analisi semplificate per diversi scenari di dati e politiche, al fine di confrontare e valutare la rilevanza dei molteplici impatti e rafforzare la rendicontazione e il monitoraggio dell'efficienza energetica nei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC).

INPUT RICHIESTA

È necessario inserire come dati di input i risparmi energetici delle misure e la potenza degli impianti FER (Fonti di Energia Rinnovabile).

PRINCIPALI VANTAGGI

Fornisce un'analisi completa degli impatti multipli per casi d'uso o scenari:

Indicatori sociali
- riduzione della povertà energetica;
- impatti sulla salute derivanti dal miglioramento del microclima interno;
- riduzione della mortalità in eccesso legata alle basse temperature negli ambienti interni;
- riduzione della mortalità dovuta alla diminuzione dell'inquinamento atmosferico;
- giornate lavorative perse evitate grazie alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

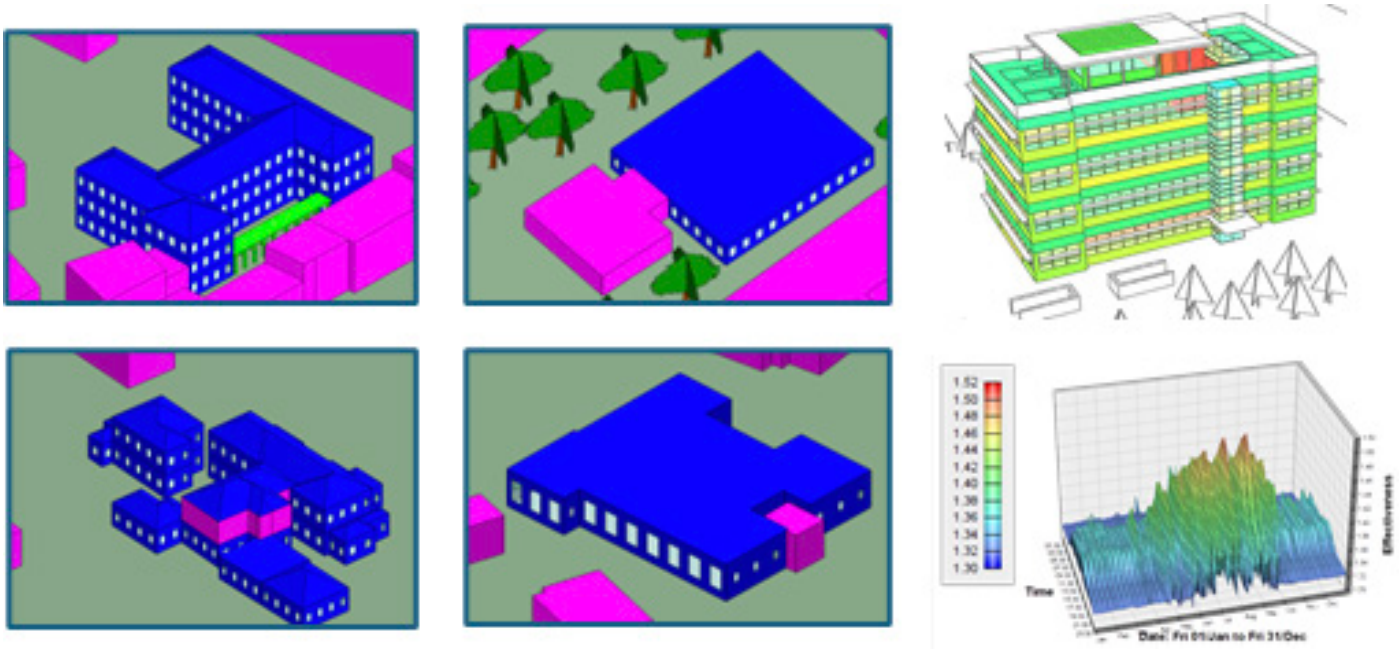
Indicatori economici
- impatto sul PIL;
- effetti sull'occupazione;
- impatto sull'intensità energetica;
- valore patrimoniale degli immobili;
- fatturato dei beni legati all'efficienza energetica;
- dipendenza dalle importazioni;
- diversificazione dei fornitori;
- investimenti evitati in capacità produttiva aggiuntiva.

Indicatori ecologici
- risparmio energetico;
- impatto sugli obiettivi FER;
- riduzione delle emissioni di gas serra;
- riduzione dell'inquinamento atmosferico.

PRINCIPALI SVANTAGGI

Necessità di inserire in input informazioni e dati quantitativi relativi agli scenari di intervento.

Data Driven Tool



BREVE DESCRIZIONE

Lo strumento affronta la mancanza di dati granulari a livello comunale basandosi su un database interno. I set di dati degli edifici vengono utilizzati per impostare algoritmi di apprendimento automatico che classificano gli edifici in cluster, ciascuno rappresentato da un archetipo. Le simulazioni energetiche vengono eseguite su questi archetipi, coprendo una vasta gamma di misure di efficienza. Quando un utente inserisce un nuovo edificio, il sistema lo assegna al cluster più vicino ed estrapola i risultati dall'archetipo corrispondente.

FASE DEL SLHCP

Baseline: domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento
Scenari di intervento: fonti energetiche rinnovabili
Valutazione e confronto dei diversi scenari: confronto dei benefici in termini energetici, di emissioni di Co2 ed economici.

OUTPUT DELLO STRUMENTO

- stima di base;
- riduzione della domanda di energia per riscaldamento e raffrescamento.

INPUT RICHIESTA

- destinazione d'uso degli edifici;
- volume riscaldato e raffreddato;
- anno di costruzione ed eventuale ristrutturazione;
- sistema HVAC e di riscaldamento.

PRINCIPALI VANTAGGI

- sarà gratuito e open-source;
- stimerà i risparmi energetici e l'impatto di interventi per edifici specifici, fornendo risultati anche quando i dati di input sono limitati.

PRINCIPALI SVANTAGGI

- è in fase di sviluppo.

SVILUPPATORE: R2M Solution
TIPO DI RISORSE: Strumento di pianificazione
DISPONIBILE O LIBERO / LICENZA: gratuito
FACILITÀ DI UTILIZZO: Facile da usare



PLAN4COLD

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

A L L E G A T I

INDICE

Allegato 1 - Il quadro politico e strategico **2**
Quadro di riferimento europeo 2

Allegato 2 - Azioni, interventi e tecnologie **2**
Rigenerazione urbana 3
Settore edilizio - Residenziale e terziario 4
Settore produttivo - Industria e agricoltura 7
L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento - Le fonti rinnovabili 9
L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento - Tecnologie e sistemi integrati 12

Allegato 3 - Misure e strumenti di supporto **15**
Misure di gestione, controllo e regolamentazione 15
Misure finanziarie e di incentivazione 17
Costituzione di una comunità di pratica locale 20

Allegato 4 - Proposta di indice per il Piano d'Azione Locale Sostenibile per il Riscaldamento e il Raffrescamento **24**

Allegato 5 - La cassetta degli attrezzi - Impara e lasciati ispirare **25**
Esempi di buone pratiche nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento 25
Piattaforme e portali tematici inetrnazionali ed europei 26
Network e associazioni di settore europee 28

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

Plan4COLD
Sostegno ai Comuni dell'Europa meridionale nella definizione di Piani locali sostenibili per riscaldamento e raffrescamento

ACS: Acqua calda sanitaria
DHC: Teleriscaldamento e teleraffrescamento (District Heating and Cooling)
EE: Efficienza energetica
EED: Direttiva sull'efficienza energetica
EPBD: Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (Energy Performance of Buildings Directive)
ETS: Sistema per lo scambio di quote di emissioni nell'Unione europea (Emissions Trading System)
FER: Fonti energetiche rinnovabili
GHG: Gas a effetto serra (Greenhouse Gasses)
H&C: Riscaldamento e Raffrescamento (Heating&Cooling)
ICP: Indicatore chiave di prestazione
NBS: Soluzioni basate sulla natura (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 (Renewable Energy Directive)
RH&C: Riscaldamento e Raffrescamento Rinnovabili (Renewable Heating & Cooling)
SLHCP: Piano locale sostenibile per riscaldamento e raffrescamento (Sustainable Local Heating and Cooling Plan)
SuDS: Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (Sustainable Urban Drainage Systems)

Allegato 1

Il quadro politico e strategico

Prima di avviare la preparazione di un Piano Locale del riscaldamento e raffrescamento è opportuno delineare il quadro delle politiche e delle strategie vigenti a livello europeo e nazionale per garantire che l'attuazione della strategia proposta al suo interno sia coerente con gli orientamenti sovraordinati e con gli impegni già assunti dall'amministrazione a livello locale.

Quadro di riferimento europeo

Il principale riferimento normativo in ambito europeo è la **Direttiva 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)), che impone agli Stati membri di innalzare gli obiettivi di risparmio energetico all'interno dei propri Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC). Tra le varie misure, la Direttiva richiede di monitorare e rendicontare puntualmente i consumi di energia primaria e finale nei settori chiave.
Gli Stati membri sono inoltre tenuti a integrare nei NECP un'iniziativa mirata alla riduzione del fabbisogno di energia termica, basata su una valutazione completa del riscaldamento e del raffreddamento, compresa un'analisi costi-benefici che tenga conto di vari fattori, ad esempio le condizioni climatiche locali, e che porti alla definizione di un piano di riscaldamento e raffreddamento (art. 25). Il piano deve essere elaborato almeno nei comuni con una popolazione totale superiore a 45.000 abitanti. Particolare attenzione è rivolta alle opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica attraverso il teleriscaldamento a bassa temperatura, la cogenerazione ad alta efficienza, il recupero del calore di scarto e le fonti di energia rinnovabile (art. 26). La EED II accelera inoltre il passo verso la sostenibilità del settore pubblico, imponendo alle autorità locali ritmi più serrati nel miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici e un aumento progressivo della quota di energia rinnovabile utilizzata.

Strettamente collegata alla EEDII è la **Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia IV** (EPBD IV, entrata in vigore il 28 maggio 2024 - Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia). Questa direttiva punta alla totale decarbonizzazione del parco immobiliare europeo entro il 2050. A tal fine, gli Stati membri sono tenuti a redigere, entro il 31 dicembre 2026, un **Piano Nazionale di Ristrutturazione** che delinei la traiettoria necessaria al raggiungimento di tali ambiziosi obiettivi.
La direttiva si focalizza sull'incremento del tasso di riqualificazione nell'UE, con particolare attenzione agli edifici con le prestazioni energetiche più scarse (*worst-performing buildings*) di ogni Paese. Il provvedimento si articola su quattro pilastri strategici:

1. **riqualificazione energetica;**
2. **decarbonizzazione;**
3. **modernizzazione e digitalizzazione;**
4. **finanziamenti e assistenza tecnica.**

L'EPBD IV introduce inoltre una serie di obblighi sia per il settore pubblico che per quello privato, promuovendo l'uso degli **Attestati di Prestazione Energetica (APE)** e dei **Passaporti degli Edifici** (*Building Passports*) come strumenti per accelerare il ritmo delle ristrutturazioni. Parallelamente, viene attribuita un'importanza cruciale all'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici. Nello specifico, a partire dal 2030, tutti i nuovi edifici dovranno essere a **emissioni zero (ZEB)**, standard che per gli edifici pubblici diventerà obbligatorio già a partire dal 2028.

La **Direttiva sulle Fonti Rinnovabili III** (RED III, Direttiva 2023/2413 - Direttiva sulle Fonti Rinnovabili III) definisce il quadro giuridico dell'Unione Europea per lo sviluppo delle energie rinnovabili in tutti i settori. Essa introduce un obiettivo vincolante per le rinnovabili pari ad almeno il **42,5% del consumo finale lordo di energia entro il 2030**, con l'ambizione di raggiungere il 45%, e fissa traguardi specifici per i settori del riscaldamento e raffrescamento (H&C), dei trasporti, dell'industria, dell'edilizia e delle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento (DHC).
La direttiva punta inoltre a semplificare le procedure amministrative, riducendo le barriere che in precedenza ostacolavano gli investimenti. Anche il monitoraggio e l'efficienza degli edifici rivestono un ruolo centrale in questo provvedimento. Di conseguenza, la direttiva sottolinea la necessità comune di promuovere lo sviluppo di **infrastrutture di teleriscaldamento e teleraffrescamento efficienti** alimentate da energia rinnovabile. L'obiettivo per ogni Stato membro è incrementare la quota di energia rinnovabile nel settore H&C di almeno lo **0,8% annuo nel periodo 2021-2025** e dell'**1,1% annuo nel periodo 2026-2030**, prendendo come riferimento i livelli del 2020.

La **Strategia dell'Unione Europea per il Riscaldamento e il Raffrescamento**, prevista per l'inizio del 2026, ha l'obiettivo specifico di accelerare la decarbonizzazione e migliorare l'efficienza attraverso sistemi di teleriscaldamento e di recupero del calore di scarto, promuovendo al contempo l'adozione di tecnologie pulite negli edifici e nell'industria.
In conformità con l'Articolo 25 della Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED), gli Stati membri sono tenuti a condurre una **valutazione globale del riscaldamento e del raffrescamento** e a notificarne il completamento alla Commissione. Tali valutazioni devono essere effettuate con cadenza quinquennale, in concomitanza con l'aggiornamento dei **Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima (PNIEC).**

Allegato 2

Azioni, interventi e tecnologie

Una comprensione olistica dei principali interventi e delle opzioni tecnolo-

giche disponibili a livello locale è fondamentale per supportare i Comuni e le autorità locali nella definizione della strategia per lo sviluppo dei Piani locali per il riscaldamento e raffrescamento. Tale conoscenza permette di selezionare gli strumenti e le misure più idonei all'attuazione del piano e al raggiungimento della decarbonizzazione del sistema di riscaldamento e raffrescamento. Per questo motivo, la presente sezione delle linee guida approfondisce le azioni chiave, con l'obiettivo di fornire un orientamento sulle potenziali aree di applicazione.

Rigenerazione urbana

Oltre alla posizione geografica e alle condizioni climatiche, diverse variabili influenzano il modo in cui le aree urbane percepiscono e accumulano il calore in eccesso. Tra queste figurano, tra le altre, l'attuale copertura del suolo (distribuzione delle superfici urbane, degli spazi verdi e della chioma arborea), la densità edilizia, le tecniche costruttive e i materiali comunemente utilizzati. Esistono strategie consolidate e comprovate che agiscono su queste variabili, contribuendo significativamente a mantenere le aree urbane più fresche e riducendo, al contempo, il fabbisogno di raffrescamento meccanico degli edifici.
Tali strategie comprendono un'ampia gamma di interventi, che vanno dall'ottimizzazione della morfologia dell'ambiente, alla modifica della composizione e dei colori di strade, marciapiedi e altre superfici, fino all'incremento quantitativo e qualitativo degli spazi verdi.
Sebbene alcuni di questi interventi possano richiedere politiche mirate, modifiche normative e una pianificazione accurata, molti sono invece quelli rapidamente applicabili e realizzabili nella maggior parte delle zone climatiche
È comunque evidente che tutti questi interventi mitigano l'effetto isola di calore urbana (UHI) e molti di essi aumentano il comfort termico sia interno che esterno.
Le strategie e gli interventi possono essere raggruppati in tre principali categorie tra loro correlate:

- assetto urbano resiliente al calore;
- superfici e materiali (Cool surfaces);
- nature-based Solutions (NBS).

Assetto urbano

La pianificazione dell'uso del suolo e il controllo della progettazione rappresentano, in genere, la leva principale per mitigare le future sfide legate all'effetto **isola di calore urbana**. Opportuni cambiamenti nella destinazione d'uso del suolo e nei regolamenti edilizi - che diano priorità agli spazi e alle infrastrutture verdi e promuovano una progettazione urbana attenta alla gestione delle acque (*water-sensitive urban design*) - contribuiranno a trasformare le modalità di progettazione e costruzione di edifici e comunità. Questi controlli devono essere calibrati su scale diverse - **città, distretto e quartiere** - per massimizzarne l'efficacia e garantire che la densità e la forma dei nuovi sviluppi urbanistici siano adeguate alle future condizioni climatiche.

Superfici e materiali

In un ambiente urbano, le superfici che contribuiscono all'effetto isola di calore (strade, marciapiedi, parcheggi, pareti e tetti degli edifici, persino le carrozzerie delle auto) superano di gran lunga quelle che lo riducono (parchi, prati, alberi, giardini, specchi d'acqua). I materiali di pavimentazione convenzionali, che tipicamente coprono circa il 40% di una città, possono raggiungere temperature estive di picco fino a 65°C, riscaldando l'aria sovrastante per convezione.
Molte delle superfici edificate possono essere sostituite o modificate per riflettere il calore anziché assorbirlo. Esistono due strategie principali per aumentare la riflettanza delle superfici: l'utilizzo di materiali di colore più chiaro o l'applicazione di rivestimenti e strati superficiali protettivi (coating). La sostituzione o l'adeguamento (retrofit) delle superfici esistenti con superfici ad alta riflettanza può ridurre drasticamente l'effetto isola di calore urbana. Inoltre, diminuendo il fabbisogno di raffrescamento meccanico, queste soluzioni contribuiscono a ridurre il calore di scarto immesso nell'ambiente e a mitigare ulteriormente le isole di calore.
I tetti freddi (cool roofs) sono applicabili a quasi tutte le tipologie edilizie; esiste un'ampia varietà di prodotti altamente riflettenti disponibili per quasi ogni tipo di copertura e sono generalmente convenienti in termini di costi. I tetti possono essere verniciati di bianco o con altre pitture ad alta riflettanza, oppure ricoperti con membrane, tegole o scandole riflettenti. Queste soluzioni permettono di riflettere una quota maggiore di luce solare e assorbire meno calore rispetto a un tetto standard, riducendo il consumo energetico dell'edificio fino al 20%.
È più semplice optare per una soluzione "cool" in fase di progettazione di un nuovo edificio o durante il rifacimento completo di una copertura, ma esistono opzioni basate su rivestimenti specifici anche di tetti esistenti. Attualmente, i materiali per coperture piane (o a bassa pendenza) sono più riflettenti ed economici per metro quadro rispetto a quelli per tetti a falda inclinata, sebbene la tecnologia per entrambi i sistemi sia in costante evoluzione.

Le pareti fredde (cool walls) seguono gli stessi principi dei cool roofs e offrono i medesimi benefici. Tuttavia, presentano alcuni costi aggiuntivi rispetto alle superfici tradizionali: la maggior parte dei materiali è più costosa, richiedono installazione e manutenzione specifica e potrebbero comportare un leggero aumento del fabbisogno di riscaldamento invernale. I costi iniziali variano sensibilmente a seconda dei mercati e possono rappresentare una sfida laddove la disponibilità di prodotti è limitata. Ciononostante, le superfici fredde offrono una vasta gamma di vantaggi, tra cui:

- riduzione diretta e indiretta del consumo energetico per il raffrescamento;
- riduzione dei picchi di carico elettrico;
- bollette energetiche più basse;
- in alcuni casi, una maggiore durata dei materiali di rivestimento grazie alla minore escursione termica.

Soluzioni basate sulla natura (NBS): spazi verdi e blu

Gli elementi naturali offrono benefici in termini di raffrescamento attraverso l'evapotraspirazione e l'ombreggiamento diretto (nel caso di alberi e vegetazione), oppure agendo come pozzi termici (heat sinks) nel caso degli specchi d'acqua. Di conseguenza,

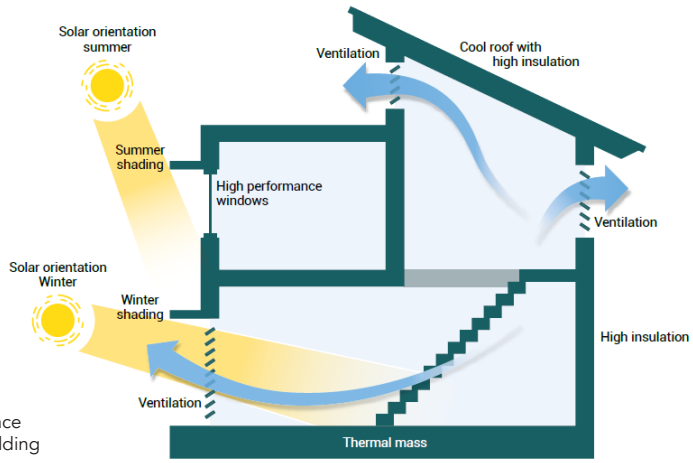
l'integrazione di vegetazione e corpi idrici - definiti anche Nature-based Solutions (NBS) - a livello urbano può ridurre sensibilmente sia la temperatura ambiente **sia quella delle superfici e, di conseguenza, il fabbisogno di raffrescamento degli edifici.**
Le NBS comprendono foreste urbane, zone umide, cinture verdi e parchi periurbani, così come impianti di fitodepurazione, tetti e pareti verdi, corridoi ecologici e altre infrastrutture verdi, blu o ibride.
Sebbene le specie autoctone siano solitamente le più adatte al clima locale, potrebbe rendersi necessario integrare specie provenienti da zone climatiche simili a quelle previste per il futuro, dando priorità a piante resilienti alla siccità, agli incendi o ad altri impatti climatici.
La diversificazione delle specie contribuisce inoltre a rafforzare la resilienza dell'ecosistema locale.
Le soluzioni basate sulla natura risultano tra gli strumenti più efficaci sia per ridurre la domanda di raffrescamento che per migliorare il comfort termico esterno. Esse offrono inoltre numerosi benefici per la salute fisica e mentale, sono economicamente vantaggiose e presentano pochi svantaggi rispetto ad altri interventi di raffrescamento.
I tetti e le pareti verdi combinano i vantaggi della vegetazione con quelli delle superfici riflettenti (cool surfaces): impediscono l'apporto di calore solare agli edifici, migliorandone le proprietà termiche e acustiche, rinfrescano l'aria circostante tramite l'evapotraspirazione, trattengono e riutilizzano le acque meteoriche e favoriscono la biodiversità urbana.
Questi sistemi variano dai tetti verdi estensivi (caratterizzati da uno strato sottile di vegetazione) ai tetti verdi intensivi (che includono alberi e arbusti). Sono particolarmente indicati in città con precipitazioni sufficienti e richiedono strutture edilizie in grado di sostenerne il peso.
I tetti verdi sono più costosi delle superfici riflettenti e richiedono una manutenzione costante; tuttavia, se correttamente dimensionati e manutenuti, possono prolungare la vita utile della copertura sottostante.
Le pareti verdi sono sistemi verticali di piante fissati a pareti interne o esterne, oppure strutture autoportanti. Tipicamente installate sugli edifici, possono essere integrate anche nel paesaggio stradale (ad esempio su colonne o recinzioni lungo strade trafficate). Un grande vantaggio delle pareti verdi esterne è la loro elevata visibilità, che le rende ottimi esempi di "buone pratiche" per il pubblico. Essendo una misura meno comune rispetto ad altre, i mercati sono ancora poco sviluppati e i costi risultano spesso elevati.

Settore edilizio - Residenziale e terziario

Il settore edilizio rappresenta una componente critica delle aree urbane, essendo responsabile di oltre la metà del consumo energetico e di circa il 50% delle emissioni totali di gas a effetto serra (GHG) nelle città dell'Unione Europea.
A livello europeo, gli edifici assorbono circa il 40% del consumo energetico complessivo, mentre il 75% del fabbisogno per il riscaldamento e il raffrescamento è ancora soddisfatto da combustibili fossili. Il quadro è aggravato dalla vetustà del patrimonio immobiliare: quasi il 35% degli edifici in Europa ha, infatti, più di 50 anni e circa il 75% dell'intero parco edilizio è considerato energeticamente inefficiente[1]
Gli edifici hanno un lungo ciclo di vita che si estende per decenni; pertanto, la realizzazione di interventi di riqualificazione ed efficientamenteo possono generare benefici significativi e duraturi nel tempo. Ad oggi, il tasso di riqualificazione edilizia è ancora piuttosto contenuto: incrementarlo contribuirebbe a un uso più efficiente dell'energia e alla riduzione delle emissioni di gas serra (GHG), migliorando al contempo il comfort degli ambienti interni.
Data l'eterogeneità delle tipologie edilizie (residenziale, terziario, pubblico), il settore può ridurre le emissioni legate al fabbisogno di riscaldamento e raffrescamento attraverso diverse misure di retrofit energetico. Queste si dividono in interventi sull'involucro edilizio, da un lato, e sui componenti tecnologici (impianti e dispositivi) dall'altro.
L'involucro funge da "pelle" dell'edificio, regolando il contatto e lo scambio energetico con l'esterno. Gli interventi volti a migliorarne le prestazioni termiche e a minimizzare i carichi meccanici per climatizzazione (riscaldamento o raffrescamento) - cosiddette misure passive - devono costituire il primo step del processo di riqualificazione. Tali misure possono includere:

- utilizzo di materiali isolanti e soluzioni progettuali appropriate (coibentazione, infissi e schermature solari) per minimizzare la trasmittanza termica;
- sistemi di ventilazione naturale, laddove le condizioni di temperatura, umidità e qualità dell'aria lo consentano.

Le misure passive possono ridurre i carichi di raffrescamento di oltre il 20%, garantendo risparmi sui costi di investimento, sui costi energetici e sulle emissioni di gas serra.
Una volta ridotto il fabbisogno termico, è necessario introdurre tecnologie efficienti, impianti dimensionati in modo ottimale e sistemi di gestione e controllo dell'edificio (BMS) per fornire l'energia necessaria con il minor consumo di energia possibile.



1 Smart Cities Marketplace © European Union, "Building Envelope Retrofit Solution Booklet 2023"

Ridurre i carichi a monte è fondamentale, poiché il ciclo di sostituzione di impianti e apparecchiature è tipicamente di circa 10-15 anni, una durata molto più breve rispetto a quella degli edifici (50 anni).
Infine, l'integrazione di fonti energetiche rinnovabili (FER) locali per soddisfare il fabbisogno residuo può contribuire in modo determinante all'ulteriore abbattimento dell'impatto ambientale degli usi finali per riscaldamento e raffrescamento, riducendo contestualmente i costi energetici.

Misure passive

L'applicazione di **materiale isolante** è la misura più comune per migliorare la resistenza termica dell'involucro edilizio, riducendo così le dispersioni di calore. L'isolamento agisce come una barriera al flusso termico: limita la dispersione di calore in inverno per mantenere caldi gli ambienti e riduce l'apporto di calore in estate mantenendoli freschi. Le specifiche misure di isolamento dipendono dalla tipologia strutturale, dal tipo di materiale isolante scelto e dalla sua collocazione all'interno della struttura stessa.
Per quanto riguarda le facciate, lo strato isolante può essere posizionato all'esterno (isolamento a cappotto), all'interno o nell'intercapedine della parete. Dal punto di vista della fisica dell'edificio, l'isolamento esterno rappresenta l'opzione preferibile per due ragioni fondamentali:

- garantisce la realizzazione di un manto isolante continuo attorno all'edificio, eliminando i ponti termici (punti di discontinuità dove il calore fuisce più facilmente);
- "avvolge" completamente la massa termica della struttura edilizia, permettendo a quest'ultima di fungere da accumulo di calore (o di fresco) all'interno del volume protetto. Questo meccanismo riduce le fluttuazioni di temperatura e, di conseguenza, migliora sensibilmente il comfort termico globale.

L'isolamento della copertura è generalmente più critico rispetto a quello delle pareti e rappresenta spesso la prima misura da adottare quando si stabiliscono le priorità degli interventi di retrofit. Allo stesso tempo, il tempo di ritorno dell'investimento (payback time) per l'isolamento del tetto è solitamente (molto) più breve rispetto a quello delle pareti. Le modalità di isolamento dipendono dalla tipologia del tetto; le tecniche appropriate per le coperture piane differiscono sostanzialmente da quelle per i tetti a falda.

Isolamento sottotetto. Esistono due approcci principali per l'isolamento dei sottotetti:

- sottotetto "freddo" - l'isolamento viene posizionato sul pavimento del sottotetto anziché nella struttura del tetto. In questo modo il volume del sottotetto rimane freddo (non riscaldato), isolando termicamente solo i piani abitativi sottostanti;
- sottotetto "caldo" - l'isolamento termico viene integrato direttamente nella struttura della falda (o estradosso). Questo approccio permette di utilizzare il sottotetto come spazio abitabile (mansarda) anziché limitarne l'uso a semplice deposito.

Le **finestre** rappresentano in genere una fonte significativa di apporto di calore e di freddo in un edificio; pertanto, l'impiego di materiali appropriati per i serramenti è una questione cruciale. Le strategie comuni includono l'utilizzo di finestre a doppio o triplo vetro e l'impiego di vetrate ad alte prestazioni in grado di controllare la conduttanza termica e il guadagno solare. Anche il comfort interno ne risulterà accresciuto, poiché la radiazione fredda proveniente dalle finestre durante l'inverno diminuirà sostanzialmente.
Tuttavia, potrebbe essere necessario stabilire un limite alle prestazioni termiche dei serramenti in base alle caratteristiche termiche delle altre parti dell'involucro edilizio. L'installazione di finestre a triplo (o anche doppio) vetro in pareti scarsamente isolate può infatti innescare fenomeni di condensa sulle pareti stesse.

I **sistemi di schermatura** possono limitare la quantità di radiazione solare che penetra nell'edificio. Essi possono essere interni o esterni, oltre che fissi o dinamici.
Le schermature esterne sono più efficienti di quelle interne, poiché impediscono alla radiazione solare di entrare negli spazi interni, dove verrebbe assorbita e trasformata da luce in calore (effetto serra). Le schermature fisse possono essere progettate in modo intelligente (es. frangisole o aggetti): grazie alla bassa altezza zenitale del sole in inverno, la luce solare penetra nell'edificio garantendo apporti termici gratuiti, mentre con l'elevata altezza zenitale estiva, la radiazione viene bloccata.

Sistemi di ventilazione. Il movimento dell'aria rinfresca le persone aumentando l'evaporazione, mentre la ventilazione raffresca l'edificio in modo naturale rimuovendo il calore quando le temperature ambientali esterne sono inferiori. Quando la temperatura esterna, l'umidità e la qualità dell'aria lo consentono, il free-cooling attraverso l'apertura delle finestre (noto anche come "ventilazione naturale") può essere tutto ciò che serve per migliorare le condizioni termoigrometriche negli spazi chiusi.

Tecnologie per il riscaldamento e il raffrescamento

Secondo un approccio integrato, le misure passive devono essere integrate con rinnovo e la riqualificazione degli impianti e dei dispositivi installati, nonché l'applicazione di nuove tecnologie, sistemi di distribuzione e di gestione più efficienti. L'obiettivo è soddisfare il fabbisogno di calore e freddo richiesto con il minor dispendio possibile di energia ed emissioni.
Con un'ampia gamma di tecnologie disponibili, la scelta della soluzione più idonea ed efficiente dipenderà da diversi fattori, in particolare dalla destinazione d'uso dell'edificio (residenziale, terziario, ecc.) e dalla scala dell'area interessata dall'intervento (ovvero se il servizio debba essere fornito a un singolo locale, a un intero edificio o a un complesso di edifici).
I sistemi meccanici per la fornitura di calore e freddo spaziano da singole caldaie, pompe di calore, ventilatori, climatizzatori evaporativi e condizionatori d'aria, fino a complessi sistemi HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) o impianti centralizzati. Inoltre gli interventi possono comprendere misure per garantire l'efficienza operativa, incluse le pratiche di manutenzione, la gestione della domanda (demand-side management) e l'automazione degli edifi-

ci (BACS - Building Automation and Control Systems).
Per quanto riguarda i sistemi di riscaldamento più tradizionali, qualora le fonti rinnovabili non siano disponibili localmente, dovrebbero essere prese in considerazione le **caldaie a condensazione**, prevedendo anche il passaggio dal gasolio al gas naturale (fuel shift).
Gli impianti a fonti rinnovabili individuali, come gli impianti a **biomassa** e il **solare termico**, possono svolgere un ruolo importante in una strategia locale di riqualificazione edilizia a basse emissioni di carbonio e risultano una delle principali alternative alle tecnologie basate sui combustibili fossili. Entrambe possono essere utilizzate per la produzione di calore e acqua calda sanitaria (ACS), trovano impiego in diverse applicazioni e possono essere combinate per creare **sistemi ibridi**.

L'uso della **biomassa legnosa** per riscaldamento è molto diffuso in tutta Europa, in particolare nel settore domestico, principalmente in sistemi di piccola taglia a caricamento manuale. Questi presentano solitamente prestazioni energetiche e ambientali limitate (le emissioni di polveri sottili possono essere significative in caso di cattiva manutenzione o combustione inefficiente). Tuttavia, sono già disponibili sul mercato tecnologie affidabili che garantiscono elevati livelli di efficienza, investimenti contenuti e basse emissioni, nel pieno rispetto dei limiti normativi (es. certificazione ambientale).

Gli impianti **solari termici** possono essere integrati nelle strutture edilizie o installati a terra. Un aspetto chiave da considerare è la disponibilità di superfici idonee all'installazione (in termini di inclinazione e orientamento per massimizzare la radiazione solare, oltre a eventuali vincoli architettonici e strutturali).
La combinazione di pannelli solari termici e caldaia a biomassa per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda rappresenta una soluzione estremamente efficiente e sostenibile, che permette di ridurre il consumo di biomassa e massimizzare la riduzione delle emissioni. Di fatto, il solare termico può coprire la maggior parte del fabbisogno energetico durante l'estate e i mesi più caldi, mentre la caldaia a biomassa interviene solo in inverno o quando l'irraggiamento solare è insufficiente.

Le **pompe di calore** rappresentano una tecnologia versatile e fondamentale per la decarbonizzazione del settore del riscaldamento e raffrescamento nell'Unione Europea. Trovano applicazione in svariati contesti, dagli edifici residenziali alle strutture industriali, e possono essere integrate con altre tecnologie a basse emissioni di carbonio.
Le pompe di calore presentano un'efficienza energetica da 3 a 5 volte superiore a quella dei sistemi a combustione o elettrici, poiché il loro funzionamento si basa sul trasferimento di calore (da o verso l'edificio) anziché sulla sua generazione diretta. Risultano particolarmente indicate come alternativa ai sistemi autonomi a GPL o a gasolio negli edifici non allacciati alla rete del gas naturale.
Per garantire livelli di efficienza adeguati, la loro applicazione richiede preferibilmente sistemi di emissione a bassa temperatura (pannelli radianti o ventilconvettori) e, in ogni caso, elevate prestazioni termiche dell'involucro edilizio.
Le pompe di calore sono solitamente collegate a un serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria e ai relativi sistemi di distribuzione; alcuni modelli sono in grado di fornire anche il raffrescamento degli ambienti e possono essere efficacemente combinati con impianti solari termici. In tale configurazione, il solare termico può coprire una quota significativa del fabbisogno di acqua calda, alleggerendo il carico di lavoro della pompa di calore e riducendo il consumo di energia elettrica.
Esistono tre tipologie principali di pompe di calore; la scelta del sistema più idoneo dipenderà dalla domanda termica, dallo spazio disponibile e dalla presenza di energia rinnovabile nelle immediate vicinanze.

Le pompe di calore aria-acqua estraggono il calore dall'aria esterna per riscaldare l'acqua destinata ai radiatori o ai sistemi di riscaldamento a pavimento. Alcuni modelli sono in grado di fornire anche il raffrescamento degli ambienti. La loro vita utile media è stimata in 15-18 anni.

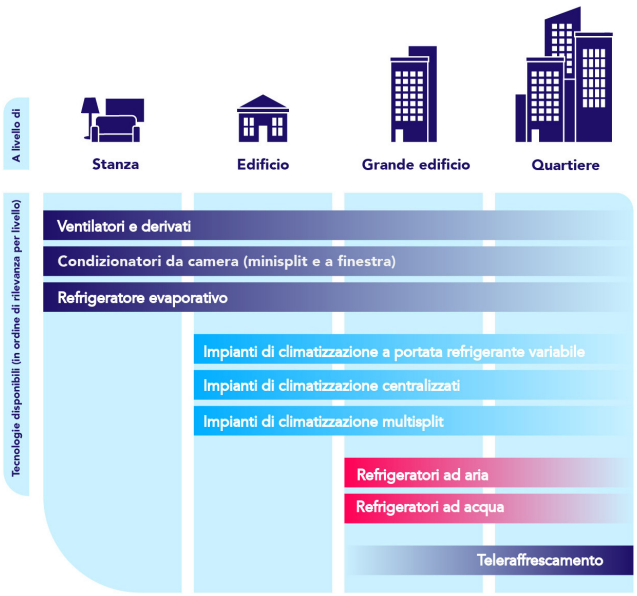
Le pompe di calore geotermiche prelevano il calore dal sottosuolo, mentre quelle idroniche assorbono l'energia termica da corpi idrici superficiali nelle vicinanze (fiumi, laghi, stagni) o dalle acque sotterranee (falda).
Questi sistemi sono più efficienti delle pompe di calore ad aria, poiché le temperature del terreno e dell'acqua rimangono relativamente costanti rispetto alle fluttuazioni dell'aria esterna. La loro vita utile media è di 20-25 anni, ma le sonde (i circuiti interrati che assorbono il calore dal terreno) possono durare oltre i 50 anni.

Le pompe di calore aria-aria utilizzano il calore dell'aria esterna per riscaldare l'abitazione attraverso ventilatori interni (split) o bocchette di ventilazione canalizzate. Rappresentano la soluzione ideale per edifici privi di radiatori o impianti a pavimento e possono fungere anche da condizionatori per il raffrescamento estivo. Alcuni modelli possono essere combinati con serbatoi di accumulo per fornire acqua calda sanitaria. La loro vita utile media è di 12-15 anni.

Le pompe di calore operano generalmente con un'elevata efficienza e sono in grado di ridurre le emissioni di gas serra nella maggior parte dei comuni, ad eccezione di quelli che si affidano in modo significativo ai combustibili fossili per la propria produzione di energia elettrica.
Un punto cruciale riguarda quindi la reale sostenibilità di tali soluzioni, poiché l'**elettrificazione non implica automaticamente la decarbonizzazione**. Affinché le pompe di calore siano realmente sostenibili, l'elettricità che le alimenta deve provenire da fonti energetiche rinnovabili. Se alimentate da energia elettrica a basse emissioni, le pompe di calore possono diventare una delle tecnologie chiave nella transizione verso un sistema di riscaldamento e raffrescamento sicuro e sostenibile.

Le **misure di raffrescamento attivo** prevedono l'impiego di mezzi meccanici per rimuovere o trasferire il calore da uno spazio interno verso l'esterno. Per fornire raffrescamento e ventilazione negli edifici sono disponibili diverse opzioni meccaniche, come i sistemi a compressione di vapore, i ventilatori e i raffrescatori evaporativi. I sistemi di condizionamento a compressione di vapore rappresentano oggi l'approccio dominante per il raffrescamento degli ambienti e includono diverse tecnologie di varia complessità, tra cui condizionatori (split), impianti di climatizzazione con unità centrale, sistemi a portata di refrigerante variabile e refrigeratori (chiller).
Sebbene ogni categoria di apparecchiature per il raffrescamento includa diverse classi di efficienza, le tipologie più efficienti sono spesso i ventilconvettori e i sistemi di raffrescamento evaporativo. Tuttavia, questi approcci non offrono la stessa versatilità dei sistemi a compressione di vapore in tutte le condizioni climatiche odierne. All'interno della categoria dei sistemi a compressione di vapore, i più efficienti sono quelli in grado di utilizzare pozzi termici (heat sinks) — tipicamente acqua o scambio geotermico — per aumentare l'efficienza del ciclo di condensazione.
Tra le apparecchiature di raffreddamento ad aria, le differenze di efficienza tra le soluzioni disponibili (come i compressori e i ventilatori a velocità variabile rispetto a quelli a velocità fissa) sono meno marcate.
Le apparecchiature di raffrescamento come ventilatori, raffrescatori evaporativi e condizionatori (split) sono utilizzate a tutti i livelli; tuttavia, il loro impiego è più diffuso alla scala di singolo locale, nel settore residenziale e nelle piccole attività commerciali.
Man mano che la scala edilizia cresce (uffici, grandi complessi commerciali e siti industriali), le apparecchiature come i sistemi condizionatori multi-split, i sistemi a portata di refrigerante variabile (VRF) e i chiller (refrigeratori d'acqua) diventano la scelta più comune. Questo dipende principalmente da un migliore controllo, dalla facilità di manutenzione e dalla maggiore efficienza complessiva dei sistemi centralizzati rispetto alle singole unità indipendenti.
Quando la scala si amplia fino a includere sistemi multi-edificio, gli approcci basati sul teleriscaldamento e teleraffrescamento (District Heating & Cooling) possono diventare una scelta percorribile, a condizione che vi sia una densità urbana sufficiente.

Gli usi finali per riscaldamento e raffrescamento possono riguardare anche **la refrigerazione e le catene del freddo**[2] fondamentali per la conservazione di alimenti o prodotti specifici in strutture del terziario - come supermercati e magazzini alimentari - ma anche nei servizi pubblici, tra cui ospedali, centri sanitari e farmacie.
Esistono numerose innovazioni tecnologiche volte sia al miglioramento dell'efficienza delle apparecchiature, sia alla riduzione del carico termico lungo l'intera catena del freddo. L'obiettivo è garantire che tali processi avvengano in modo sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico, riducendo al minimo il consumo energetico. Tra le misure più rilevanti si annoverano l'utilizzo di materiali isolanti avanzati; l'applicazione di sistemi di refrigerazione ad alta efficienza; sistemi di monitoraggio intelligente della temperatura; l'utilizzo di refrigeranti a basso Potenziale di riscaldamento globale (*GWP - Global Warming Potential*).



2 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).

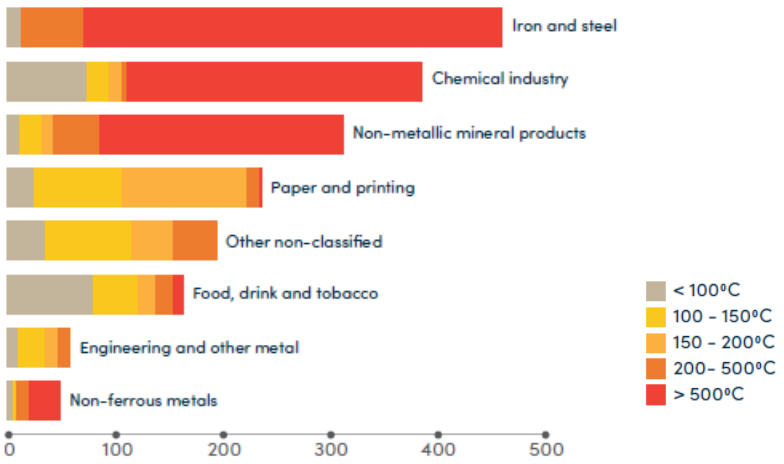
Cool Coalition "Battere il caldo. un manuale sul raffrescamento sostenibile per le città"- https://coolcoalition.org/

Settore produttivo Industria e agricoltura

Il settore industriale è uno dei maggiori consumatori di energia nell'Unione Europea, rappresentando il 25,1% del consumo finale di energia. Nelle città europee, l'industria incide per il 12,5% sui consumi energetici e per il 13% sulle emissioni totali di gas serra.
Il **calore di processo** è il principale uso finale nel settore industriale, cui afferisce oltre la metà della domanda di energia e che dipende ancora prevalentemente dai combustibili fossili.
Tra i settori a più alta intensità energetica figurano l'industria siderurgica, quella chimica e quella dei prodotti non metallici, caratterizzate principalmente da processi ad alta temperatura (> 500 °C).
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 usi finali rilevanti includono la climatizzazione invernale ed estiva degli ambienti, la refrigerazione e la conservazione di prodotti (catena del freddo).

L'energia rappresenta una componente fondamentale dei costi di produzione in molti settori industriali, sebbene la sua incidenza vari sensibilmente da uno all'altro. Tali differenze possono dipendere dalle dimensioni dell'azienda, dalla tipologia e complessità dei processi produttivi, dalle tecnologie adottate, dalle pratiche operative e dalle modalità gestionali.
L'efficientamento energetico offre un modo per ridurre strutturalmente

Estimated total final energy demand for process heating in 2019 by temperature & energy carrier in EU-27 (Source: Fraunhofer-Ise)



i costi energetici annui, garantendo al contempo lo stesso livello di produzione o, in molti casi, migliorandolo. Investire nell'efficienza può inoltre aiutare le imprese a creare o salvaguardare posti di lavoro, ridurre le emissioni e ottenere un vantaggio competitivo più duraturo.
Il peso dell'efficienza varia drasticamente in base all'intensità energetica. Per i settori ad alto consumo energetico, la gestione dei costi energetici può essere una questione di sopravvivenza. Questi settori, come quello chimico, metallurgico, della cellulosa e della carta, della raffinazione e del cemento, sono caratterizzati da costi fissi elevati e da processi ad alta intensità di capitale, in cui i miglioramenti in termini di efficienza richiedono spesso ingenti investimenti iniziali. Per i settori a minore intensità energetica, come l'elettronica, la meccanica, l'industria automobilistica, il tessile e la trasformazione di alimenti e bevande, l'energia incide generalmente meno sui costi complessivi. Tuttavia, queste industrie presentano un potenziale significativo per ottenere risparmi energetici economicamente vantaggiosi nel breve termine, con investimenti di capitale inferiori. La gestione dei costi nelle industrie a minore intensità energetica è fondamentale non solo per migliorarne la competitività, ma anche per raggiungere obiettivi economici più ampi.

Il settore industriale possiede un potenziale significativo per ridurre la domanda di energia e migliorare l'efficienza, che può essere attivato attraverso azioni coordinate a livello locale:

- adozione di macchinari efficienti in sostituzione di motori, inverter e caldaie obsolete;
- ottimizzazione delle linee produttive per ridurre gli sprechi termici;
- integrazione di energie rinnovabili (es. solare termico di processo) e tecnologie a basse emissioni;
- implementazione di sistemi di monitoraggio dei consumi e procedure di gestione energetica.

L'elettrificazione rappresenta un pilastro essenziale per la decarbonizzazione dell'industria. Le pompe di calore ad alta temperatura (HTHP) e le caldaie o forni elettrici potrebbero soddisfare fino al 45% della domanda di calore industriale per temperature comprese tra 200 e 500 °C. Inoltre, quasi il 40% del calore richiesto dalle industrie è a temperature inferiori a 150-200 °C, un target facilmente raggiungibile utilizzando pompe di calore industriali.
Nelle applicazioni industriali, le pompe di calore sono progettate per soddisfare esigenze più complesse e temperature più elevate rispetto al settore civile. Le configurazioni comuni includono:

- liquido/acqua-liquido/acqua;
- aria/gas-liquido/acqua;
- liquido/acqua-aria/gas;
- aria/gas-aria/gas.

Per temperature superiori, le tecnologie a resistenza, i forni ad arco elettrico e tecnologie a induzione possono raggiungere rispettivamente i 1.800 °C e i 3.000 °C, rendendole idonee per la fusione di metalli e materie plastiche.
I processi elettrificati sono intrinsecamente più efficienti di quelli basati sui combustibili fossili, riducendo consumi ed emissioni totali; tuttavia, non rappresentano sempre la soluzione ideale o l'unica possibile. Un punto cruciale riguarda la sostenibilità effettiva: l'elettrificazione non implica automaticamente la decarbonizzazione. Per essere autenticamente sostenibile, l'elettricità di alimentazione deve provenire da fonti energetiche rinnovabili.

Esistono diverse soluzioni tecnologiche alternative o supplementari in grado di aumentare l'efficienza degli usi finali. Alcune sono misure di facile implementazione (quick-win), che presentano tipicamente bassi costi iniziali e richiedono interventi limitati, traducendosi in tempi di ritorno brevi e benefici immediati:

- regolamentazione dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC);
- riduzione delle perdite nei sistemi ad aria compressa, uno degli interventi con il più alto rapporto costi-benefici, dato che le perdite d'aria sono comuni e dispendiose;
- ripristino della coibentazione su tubazioni e serbatoi per evitare dispersioni termiche;
- adeguamento della potenza degli asset al carico reale di lavoro;
- Sostituzione dei motori obsoleti con modelli ad alta efficienza.

Gli interventi di riqualificazione profonda comportano modifiche strutturali e durature, garantendo però benefici superiori in termini di efficienza energetica e produttiva. Infatti, a differenza dei risultati immediati ottenibili con semplici accorgimenti, questi ammodernamenti richiedono di norma investimenti in nuovi macchinari e l'adeguamento delle linee di produzione.
Esempi di interventi di riqualificazione profonda includono:

- recupero del calore di scarto attraverso l'utilizzo di scambiatori di calore progettati ad hoc, recuperatori su forni/essiccatori e pompe di calore ad assorbimento;

- installazione di impianti FER o recupero energetico dai residui di lavorazione;
- riprogettazione dei processi per ridurre il consumo energetico e eliminare i colli di bottiglia della linea di produzione;
- automazione e controlli avanzati per l'ottimizzazione in tempo reale dell'uso dell'energia;
- isolamento termico dell'involucro edilizio e interventi sulla struttura dei fabbricati;
- installazione di sistemi per lo stoccaggio del calore e bilanciare domanda e offerta energetica.

Tra le fonti rinnovabili, il solare termico è particolarmente idoneo per i processi industriali, le attività agricole e zootecniche che richiedono temperature fino a 500 °C, come il preriscaldamento delle materie prime, la fornitura di acqua calda o la generazione di vapore.
Le applicazioni si dividono in base ai range di temperatura:

- bassa temperatura (<75 °C) - Riscaldamento di serre, lavaggi industriali, trattamenti termici e processi di essiccazione;
- media temperatura (75 °C - 150 °C) - Bollitura, pastorizzazione, sterilizzazione, candeggio e tintura;
- alta temperatura (150 °C - 400 °C) - Distillazione, fusione di nitrati, produzione di cellulosa ed essiccazione di vernici.

L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento – Le fonti rinnovabili

Questa sezione e la successiva intendono fornire quadro delle principali misure per promuovere la diffusione delle fonti rinnovabili e dei sistemi energetici urbani integrati, al fine di creare una filiera locale del riscaldamento e raffrescamento sostenibile.

Fotovoltaico

La tecnologia fotovoltaica è uno degli approcci più promettenti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile soprattutto grazie a un sisgnificativo 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. Oltre a tetti e tegole, i moduli possono essere integrati in pareti esterne, facciate semitrasparenti, lucernari e sistemi di schermatura solare.
L'integrazione del solare negli edifici riduce le bollette energetiche, migliora l'efficienza e le prestazioni ambientali. Un'adozione diffusa protegge inoltre i consumatori dalle fluttuazioni dei prezzi e aiuta a combattere la povertà energetica.
La Direttiva sulla Prestazione Energetica nell'Edilizia (EPBD), all'Articolo 10, impone una maggiore diffusione di installazioni solari sui nuovi edifici e su alcuni edifici non residenziali esistenti, laddove tecnicamente ed economicamente fattibile. Essa garantisce che i nuovi edifici siano "solar-ready", ovvero predisposti per ospitare impianti solari in base all'irraggiamento specifico del sito, facilitando future installazioni senza costose modifiche strutturali.
Tuttavia, permangono ancora numerose sfide. La variabilità dell'approvvigionamento di energia solare, la bassa efficienza di conversione e la complessità dell'integrazione dei sistemi negli edifici esistenti rappresentano ostacoli tecnici.
Dal punto di vista economico, nonostante la riduzione dei costi e i bassi costi operativi, l'investimento iniziale rimane relativamente elevato rispetto ad altre fonti energetiche. Ad esempio, sebbene il BIPV non sia una novità, rimane un mercato di nicchia, con una domanda limitata e specializzata e solo una manciata di produttori, in gran parte a causa dei diversi requisiti normativi e delle esigenze di certificazione per tali prodotti, nonché della frammentazione del mercato. Infine, sono necessari più lavoratori qualificati per raggiungere gli obiettivi dell'UE in materia di diffusione delle energie rinnovabili, anche nel settore solare.

Agrivoltaico

L'agrivoltaico combina l'attività agricola con la produzione di elettricità fotovoltaica. Questo approccio innovativo consente la produzione simultanea di cibo ed energia, mitigando le preoccupazioni relative alla competizione per l'uso del suolo tra pannelli solari e attività agricole.
Inoltre, i sistemi agrivoltaici possono fornire ombreggiamento alle colture, proteggendole dallo stress termico e dalle intemperie, offrendo al contempo opportunità per la realizzazione di serre composte da pannelli fotovoltaici semitrasparenti.
L'installazione di sistemi agrivoltaici richiede un'attenta valutazione di diversi fattori. Identificare aree idonee - come terreni agricoli, aree dismesse (brownfields) o altre zone sottoutilizzate - è un passaggio cruciale, così come lo è l'analisi dell'impatto sulle pratiche di gestione del suolo agricolo.

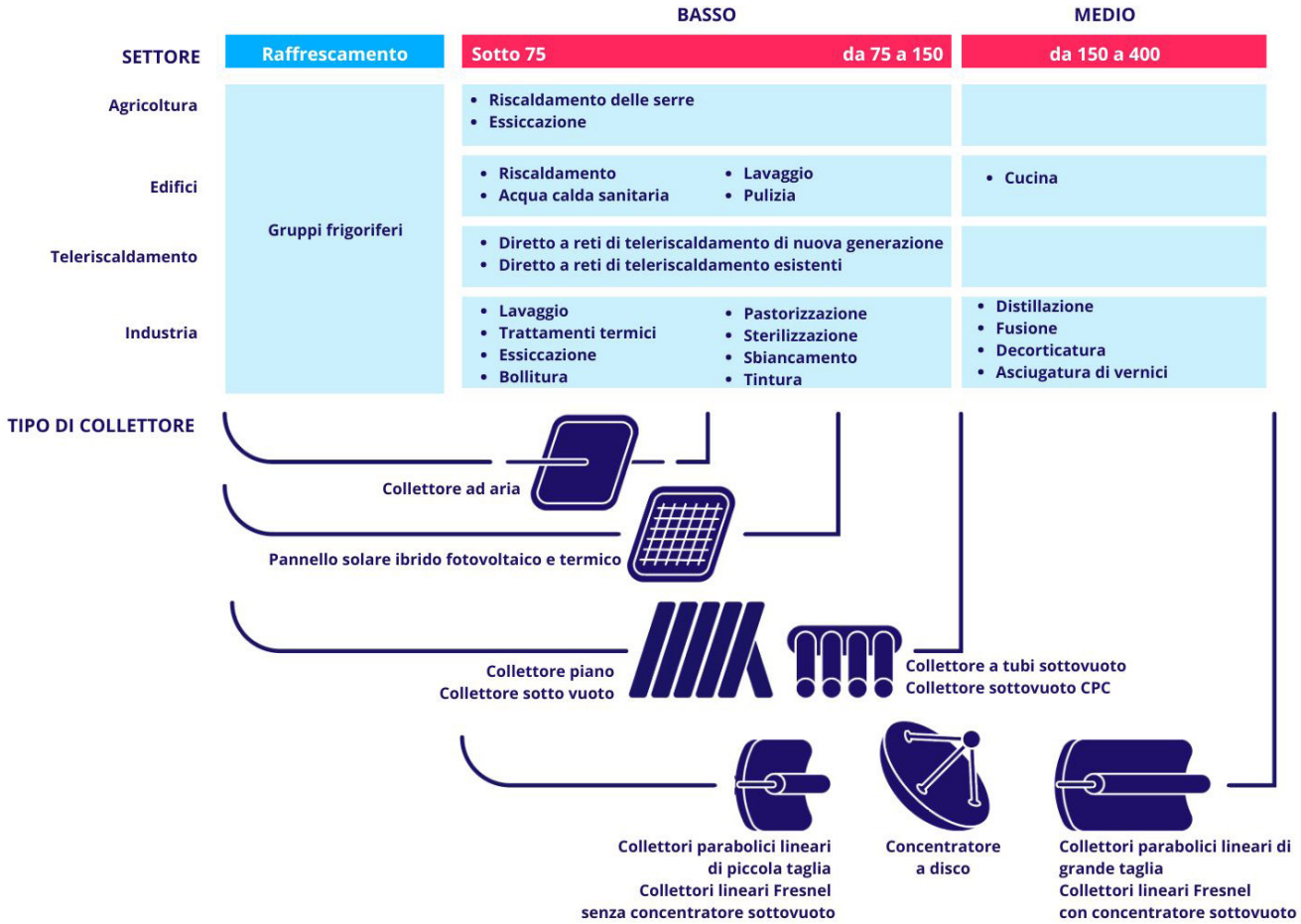
Sistemi solari termici

L'energia solare termica, insieme alla biomassa e alla geotermia, può rappresentare una delle principali fonti di riscaldamento e raffrescamento in Europa. I sistemi solari termici convertono la luce solare direttamente in calore, rendendolo disponibile per varie applicazioni. I principali segmenti di mercato includono: edifici residenziali e del terziario, industria, agricoltura e allevamento, teleriscaldamento.
Attualmente, le applicazioni del solare termico sono utilizzate principalmente per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) e il riscaldamento degli ambienti in abitazioni singole e plurifamiliari, sebbene gli usi su larga scala abbiano registrato una forte crescita negli ultimi anni. Essi possono fornire calore per applicazioni industriali (SHIP - Solar Heat for Industrial Processes), come il preriscaldamento delle materie prime, la fornitura di acqua calda o la generazione di vapore per vari pro-

cessi produttivi. In agricoltura, il solare termico può essere impiegato, ad esempio, per l'essiccazione dei raccolti, il riscaldamento di alimenti/bevande per il bestiame o la climatizzazione delle serre.
Impianti solari termici di grandi dimensioni possono anche essere integrati in reti di teleriscaldamento esistenti. Ulteriori opzioni sono i sistemi collettivi utilizzati in condomini, ospedali, hotel e case di riposo. In termini di efficienza, i pannelli solari termici richiedono un terzo della superficie rispetto ai pannelli fotovoltaici per generare la stessa quantità di energia.
Il solare termico può operare in sinergia con diverse tecnologie e può essere efficacemente combinato con altre rinnovabili come biomasse, pompe di calore e biogas, migliorando l'efficienza complessiva del sistema.
La combinazione di solare termico e pompe di calore offre una soluzione di riscaldamento particolarmente efficace.

Nel loro insieme, questi sistemi ad alta efficienza e a basse emissioni di carbonio sono già in uso in molti edifici europei. I collettori solari, in grado di convertire fino all'80% della radiazione solare in calore utilizzabile, possono preriscaldare l'acqua calda sanitaria o fornire riscaldamento agli ambienti. Inoltre, il calore può essere utilizzato per azionare una macchina termica di raffreddamento e fungere così da fonte energetica per il raffrescamento. Ciò riduce il carico sulla pompa di calore, consentendole di funzionare in modo più efficiente. Di conseguenza, il sistema combinato consuma meno elettricità, con una conseguente riduzione delle bollette energetiche e una maggiore protezione dalle fluttuazioni dei prezzi dell'energia.
Inoltre, questi sistemi ibridi sono progettati per garantire una lunga durata: gli impianti solari termici possono funzionare in modo affidabile per 25-30 anni, mentre le pompe di calore, se non sottoposte a sovraccarichi, mantengono prestazioni elevate per 15-20 anni. Riducendo lo stress sui singoli componenti, questa configurazione migliora la durata e riduce le esigenze di manutenzione, rendendo il sistema più conveniente nel corso del suo ciclo di vita.
Alla luce della revisione della direttiva EPBD e dell'impegno volto a decarbonizzare il patrimonio edilizio europeo, gli impianti ibridi che combinano energia solare termica e pompe di calore rappresentano una soluzione scalabile, affidabile e a prova di futuro che merita un'attenzione ben maggiore nelle strategie di riqualificazione.

Oltre ai sistemi solari termici puri, i sistemi fotovoltaici/termici (PV/T) rappresentano un'opzione per l'utilizzo dell'energia solare per produrre simultaneamente elettricità ed energia termica con un unico modulo.



Fonte: Solar heat Europe "Market Outlook 2024/2025"
(Prospettive di mercato 2024/2025) - www.solarheateurope.eu

Geotermia

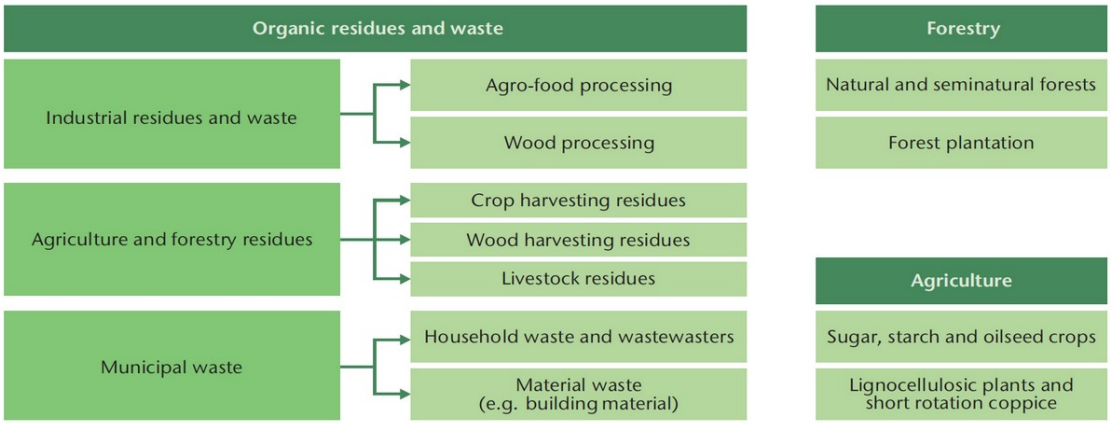
L'energia geotermica è una fonte rinnovabile ricavata dall'energia termica immagazzinata nelle rocce e nei fluidi presenti nelle profondità della crosta terrestre. Pozzi perforati collegano il fluido alla superficie terrestre, consentendone l'utilizzo per diversi scopi, come la generazione di elettricità o la fornitura diretta di calore per il teleriscaldamento, il riscaldamento dell'acqua o i processi industriali.
La geotermia rappresenta quindi un'opportunità rilevante per incrementare la diffusione delle rinnovabili e la decarbonizzazione del settore energetico, non solo attraverso la produzione di elettricità, ma anche per il riscaldamento e il raffrescamento.
Un grande vantaggio dell'energia geotermica, rispetto ad altre fonti rinnovabili, è che non dipende dalle condizioni meteorologiche (è una fonte "baseload" o a carico di base). Pertanto, può aiutare a compensare i rischi associati a un sistema energetico basato su forniture variabili di altre fonti. Quando viene utilizzata per il riscaldamento, la geotermia offre guadagni di efficienza fornendo calore direttamente, senza necessità di processi di conversione complessi. Esistono diverse tecnologie geotermiche con differenti livelli di maturità. Ad oggi, la quota di energia geotermica nel mix rinnovabile dell'UE è ridotta rispetto ad altre fonti come l'eolico e il fotovoltaico, a causa di diverse sfide e ostacoli legati a rischi tecnici ed economici: elevati costi iniziali di investimento, legati in particolare alle fasi di perforazione ed l'esplorazione; carenza di conoscenze e dati geologici dettagliati sul sottosuolo; scarsa disponibilità di lavoratori qualificati nel settore.
Tuttavia, la geotermia ha un grande potenziale di crescita nel contesto del Green Deal europeo e può fornire un contributo rilevante per il raggiungimento della neutralità carbonica entro il 2050.

Biomassa

La biomassa è definita come materiale biologico prodotto direttamente o indirettamente dalla fotosintesi. Gli esempi includono il legno e i residui legnosi, le colture energetiche, i residui colturali e i rifiuti/residui organici provenienti dall'industria, dall'agricoltura, dalla gestione del paesaggio ecc.
La biomassa può essere convertita in combustibili solidi, liquidi o gassosi ed è attualmente la principale fonte di energia rinnovabile, contribuendo alla generazione di energia elettrica, alla produzione di calore per l'industria e l'edilizia e alla fornitura di carburanti. Secondo i modelli dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), la bioenergia è una componente essenziale del futuro sistema energetico globale a basse emissioni di carbonio, necessaria per rispettare gli impegni sul cambiamento climatico.
Le caratteristiche chiave della bioenergia sono:

- **maturità tecnologica:** soluzioni già disponibili ed affermate sul mercato;
- **versatilità d'uso:** applicabilità in tutti i settori energetici (elettricità, calore diretto e trasporti);
- **compatibilità:** facile integrazione con le infrastrutture esistenti (es. caldaie o reti di teleriscaldamento);
- **programmabilità e stoccabilità:** capacità di supportare l'integrazione delle fonti rinnovabili intermittenti (come solare ed eolico), garantendo la stabilità della rete elettrica.

La bioenergia spazia da un'ampia gamma di materie prime a diversi processi di conversione e destinazioni d'uso energetiche. Essa interagisce strettamente con i settori dell'agricoltura, della silvicoltura e della gestione dei rifiuti; le sue prospettive di sviluppo sono intrinsecamente legate alla crescita di una più ampia bioeconomia.



Fonte: IEA Bioenergy - www.ieabioenergy.com

Le tecnologie per la produzione di calore ed energia da biomassa sono già ben sviluppate e competitive in numerose applicazioni. Inoltre, è in fase di sviluppo un'ampia gamma di altre tecnologie di conversione che promettono efficienze migliori, prestazioni ambientali superiori e costi ridotti.
L'uso della biomassa in reti di teleriscaldamento o centrali termiche di quartiere rappresenta una scelta ottimale se vengono soddisfatti alcuni requisiti fondamentali.
Innanzitutto deve essere garantito un approvvigionamento locale (filiera corta) per evitare produzioni energetiche non sostenibili e stimolare l'economia del territorio.
In secondo luogo è necessario utilizzare caldaie all'avanguardia in termini di efficienza di conversione e sistemi di filtraggio/abbattimento delle emissioni.
L'uso di impianti centralizzati moderni ed efficienti alimentati a biomassa è più economico e sostenibile rispetto all'utilizzo di numerosi impianti individuali.
Infine la produzione di energia da

biomassa può essere combinata in modo sinergico con altre fonti per ridurre il consumo di combustibile e le relative emissioni; ad esempio, accoppiando questi sistemi a un impianto solare termico.

La bioenergia può espandersi solo se fornita e utilizzata in modo sostenibile. Essa contribuisce effettivamente alla mitigazione dei cambiamenti climatici quando:

- deriva da rifiuti/residui o è prodotta in conformità con una gestione sostenibile delle risorse e con pratiche forestali e agricole corrette;
- l'approvvigionamento avviene riducendo al minimo le emissioni derivanti dal cambiamento d'uso del suolo (LUC - Land Use Change), ad esempio attraverso la co-produzione di colture alimentari, l'utilizzo di terreni non produttivi o il miglioramento dei rendimenti colturali;
- la trasformazione della materia prima in prodotti energetici (vettore termico, elettrico o biocarburante) avviene con rendimenti elevati;
- viene utilizzata per rimpiazzare combustibili ad elevate emissioni di gas serra, come carbone o olio combustibile.

Sebbene la biomassa sia una fonte rinnovabile particolarmente interessante, il suo utilizzo come risorsa energetica non è privo di potenziali impatti ambientali. La produzione di materie prime da biomassa e l'utilizzo di residui agricoli e forestali a fini energetici possono causare, infatti, alterazione del suolo e disturbo degli ecosistemi, depauperamento dei nutrienti (impoverimento del terreno), compromissione della qualità dell'acqua.
L'entità di questi impatti dipende fortemente dal sito specifico e deve essere valutata a livello locale.
I processi biochimici per la conversione dei materiali da biomassa in combustibile producono inquinanti atmosferici, rifiuti solidi e acque reflue, che possono avere un impatto negativo sull'ambiente.
La conversione termochimica della biomassa in combustibili, ad esempio, produce inquinanti atmosferici quali particolato, monossido di carbonio, idrogeno solforato e sostanze organiche policicliche.
Gli impatti ambientali derivanti dalla produzione e dalla conversione della biomassa possono essere ridotti al minimo attuando una pianificazione accurata e pratiche di conservazione, impiegando tecnologie di controllo ambientale adeguate e valorizzando eventuali sottoprodotti e residui generati.

Calore di scarto

Il calore in eccesso o di scarto comprende tutti i flussi termici derivanti da uno specifico processo che non possono essere recuperati per il processo stesso, ma che possono essere riutilizzati per altri scopi. Questa definizione include anche il calore in eccesso derivante dalla produzione di elettricità in una centrale elettrica.
Il recupero del calore di scarto può essere impiegato in vari modi, tra cui l'immissione nelle reti di teleriscaldamento, il riscaldamento diretto degli edifici e l'alimentazione di processi industriali. Altri potenziali utilizzi includono il riscaldamento di serre e impianti di acquacoltura, l'alimentazione di processi di dissalazione e trattamento delle acque.
Inoltre, il calore di scarto può essere utilizzato per produrre combustibili come metanolo e biodiesel, e per alimentare la produzione di idrogeno tramite elettrolisi.
Per integrare questi approcci, il recupero termico può essere combinato con tecnologie di stoccaggio energetico (Thermal Energy Storage), al fine di ottimizzarne l'uso, aumentare la flessibilità e fornire un approvvigionamento energetico stabile e affidabile.
Esiste una miriade di processi industriali che rilasciano calore nell'ambiente e che possono essere valorizzati. Fonti convenzionali comprendono raffinerie, cementifici e acciaierie e forniscono calore a temperature sufficientemente elevate da poter essere utilizzato direttamente da una rete di teleriscaldamento tramite un semplice scambiatore di calore. Queste fonti possono anche essere impiegate per produrre freddo grazie ai chiller ad assorbimento, che convertono il calore in raffrescamento con un consumo elettrico molto limitato.
Fonti non convenzionali di calore a bassa temperatura (inferiore a 70 °C), sono data center, supermercati, impianti di trattamento delle acque reflue o la ventilazione della metropolitana.
Sfruttando il calore di scarto proveniente dai processi industriali, dalla generazione di energia e da altre fonti, è possibile ridurre significativamente i consumi energetici e le emissioni di gas serra per riscaldamento e raffrescamento in areee urbane, ma è necessario individuare le fonti di calore residuo, valutarne accuratamente le potenzialità energetiche e le possibilità di recupero e utilizzo.

L'offerta di energia per riscaldamento e raffrescamento - Tecnologie e sistemi integrati

Pompe di calore

Le pompe di calore combinano un'elevata efficienza di conversione energetica con la capacità di utilizzare il calore aerotermico, geotermico o idrotermico a livelli di temperatura utili. Rappresentano una tecnologia energetica versatile in grado di fornire sia riscaldamento che raffrescamento in una grande varietà di contesti edilizi e applicazioni, potendo essere integrate con tecnologie intelligenti (smart) e sistemi di accumulo.
Le pompe di calore possono inoltre garantire flessibilità al sistema elettrico, contribuendo alla gestione della variabilità della domanda di riscaldamento e raffrescamento. Per queste ragioni, hanno il potenziale per diventare la tecnologia di riferimento nel settore del riscaldamento e raffrescamento, anche a livello di singolo edificio.
Le pompe di calore utilizzano elettricità (pompe di calore a compressione) o energia termica (pompe di calore ad assorbimento) come fonte energetica primaria e sono in grado di elevare la temperatura di calore a bassa temperatura o di produrre freddo.

Le pompe di calore a compressione utilizzano l'elettricità per innalzare il potenziale termico di una sorgente a bassa temperatura, impiegando un compressore meccanico che agisce su un fluido refrigerante. Questi refrigeranti possono essere naturali (come CO_2 o ammoniaca) o sintetici (come gli idrofluorocarburi). Attualmente vi è una forte tendenza verso l'uso di refrigeranti naturali, poiché

non danneggiano l'ozono e hanno un potenziale di riscaldamento globale trascurabile.
Nelle reti di teleriscaldamento, le pompe di calore elettriche rappresentano una tecnologia di conversione cruciale tra il settore elettrico e quello termico (sector coupling). Se combinate con adeguati sistemi di accumulo termico, offrono la flessibilità necessaria per integrare fonti elettriche rinnovabili variabili (come eolico e fotovoltaico).
L'installazione di grandi pompe di calore collegate a sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento può prevenire le elevate perdite nella rete di distribuzione che si verificherebbero se pompe di calore fossero distribuite come singole installazioni autonome su larga scala nelle aree urbane.
L'efficienza di una pompa di calore elettrica è misurata dal COP (Coefficient of Performance), ovvero il rapporto tra l'energia termica prodotta e l'elettricità consumata.
A prescindere dalla sorgente, le pompe di calore operano con un'efficienza maggiore quando forniscono calore a bassa temperatura. Questa è la motivazione principale per il passaggio dai sistemi di vecchia generazione verso quelli di quarta generazione (4GDH). Temperature operative inferiori consentono inoltre l'uso di una gamma più ampia di tecnologie e refrigeranti, molti dei quali hanno limiti termici superiori di funzionamento.
Le pompe di calore ad assorbimento sono invece alimentate da energia termica. Il loro consumo elettrico è minimo o, in alcuni casi, nullo. Queste macchine sfruttano il fenomeno per cui il calore viene rilasciato quando una sostanza viene assorbita in un'altra (solitamente coppie acqua/bromuro di litio o ammoniaca/acqua). La loro efficienza non è elevata quanto quella dei modelli a compressione, attestandosi solitamente intorno a 1,7.
Una variante è rappresentata dai chiller ad assorbimento, in grado di produrre freddo utilizzando calore ad alta temperatura. Per queste macchine esiste un limite inferiore per la temperatura della sorgente termica, che si attesta intorno agli 80 °C. Le macchine ad assorbimento offrono la possibilità di sfruttare fonti termiche economiche per innalzare il potenziale di una sorgente a bassa temperatura (aumentando la resa termica totale) o produrre raffrescamento. Le potenziali fonti di calore includono caldaie a biogas o biomassa, solare termico (collettori piani o a concentrazione), calore geotermico diretto, calore di scarto da processi industriali, cicli termici di centrali elettriche o incenerimento rifiuti.

Stoccaggio di energia elettrica

L'accumulo di energia (storage), finalizzato al suo utilizzo nel momento e nel luogo in cui è più necessaria, è fondamentale per sostenere l'aumento della produzione di energia rinnovabile, l'efficienza energetica e la sicurezza degli approvvigionamenti.
La rapida diffusione di fonti energetiche rinnovabili variabili richiederà una maggiore flessibilità, consentendo al sistema energetico di adattarsi alle mutevoli esigenze della rete e di gestire la variabilità e l'incertezza della domanda e dell'offerta di energia. In ogni istante, il consumo di elettricità deve corrispondere perfettamente alla generazione della stessa. Questo equilibrio è necessario in tutte le reti elettriche per mantenere una fornitura stabile e sicura. L'accumulo di energia può regolare la domanda e l'offerta consentendo di immagazzinare grandi quantità di energia elettrica in eccesso in diversi periodi di tempo.
Oltre a rappresentare un'importante soluzione di flessibilità, l'accumulo di energia può ridurre le fluttuazioni dei prezzi, abbassare i prezzi dell'elettricità durante i periodi di picco e dare ai consumatori la possibilità di adattare i propri consumi energetici ai prezzi e alle proprie necessità. Può inoltre facilitare l'elettrificazione di diversi settori economici, in particolare l'edilizia e i trasporti.

Stoccaggio termico

Per accelerare la decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento, l'accumulo di energia termica (TES) svolge un ruolo importante, in particolare nelle città in cui la densità di popolazione è sufficientemente alta per adottare sistemi di riscaldamento urbano. Il TES consente di disaccoppiare la generazione di caldo/freddo dal consumo, favorendo una maggiore flessibilità nei sistemi energetici. Queste tecnologie possono adattarsi a diverse scale temporali, dall'accumulo a breve termine (orario) a quello stagionale, collegando meglio l'offerta alla domanda, riducendo i tagli alla produzione (curtailment) ed evitando la necessità di costosi potenziamenti della rete elettrica.
Il TES consiste in un sistema in grado di accumulare energia termica e di metterla da parte per un uso successivo e utilizza solitamente l'acqua come fluido di stoccaggio, grazie alla sua elevata capacità termica e al prezzo contenuto, ma a volte anche il terreno.
Il TES può essere utilizzato non solo per immagazzinare il calore prodotto da fonti rinnovabili termiche, come il solare o la geotermia, ma anche per catturare l'eccesso di produzione elettrica eolica o fotovoltaica una volta convertita in calore grazie a una pompa di calore o a un boiler elettrico. Quest'ultima opzione ha il vantaggio di accoppiare i settori dell'elettricità e del calore. Inoltre, l'accumulo di energia termica è notevolmente più economico rispetto all'accumulo di elettricità, come le batterie o il pompaggio idroelettrico.
Le dimensioni dell'accumulo termico possono variare notevolmente, da poche centinaia di metri cubi a centinaia di migliaia di metri cubi. Dimensioni di stoccaggio maggiori permetterebbero dui superare una delle principali barriere all'integrazione di quote significative di fonti di calore rinnovabili nelle reti di teleriscaldamento: la discrepanza stagionale tra i profili di domanda e offerta e la reciproca competizione durante il periodo estivo.

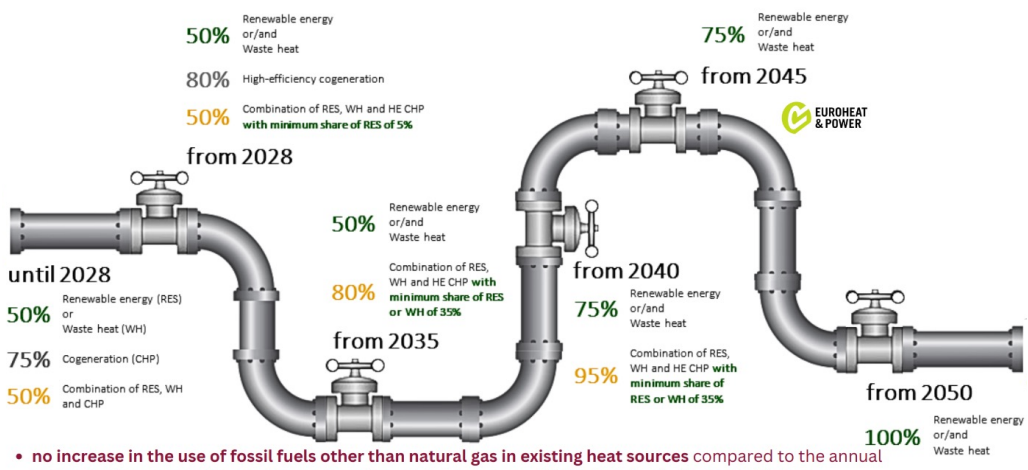
Teleriscaldamento e teleraffrescamento

Il teleriscaldamento è un sistema di distribuzione del calore generato in uno o più siti centralizzati (o decentralizzati) e trasportato attraverso una rete di tubazioni di trasmissione e distribuzione coibentate. Questo sistema può garantire riscaldamento ambienti e acqua calda sanitaria (ACS) per edifici residenziali e del terziario

utilizzando molteplici fonti energetiche, impianti e tecnologie: solare termico, risorse geotermiche, calore di scarto industriale, caldaie di back-up e accumulo stagionale. Potrebbero essere utilizzate altre tecnologie come la cogenerazione, le pompe di calore e il calore di scarto proveniente dal settore dei servizi.
Il teleraffrescamento può essere visto come una rete termica inversa che funziona secondo principi simili a quelli del teleriscaldamento. Il teleraffrescamento distribuisce acqua refrigerata a edifici residenziali e commerciali, uffici e fabbriche. Nei sistemi di teleraffrescamento, l'acqua refrigerata viene prodotta in una centrale frigorifera che tipicamente comprende più refrigeratori elettrici raffreddati ad acqua, sebbene talvolta possano essere utilizzati refrigeratori ad assorbimento alimentati da fonti di calore disponibili localmente. L'acqua refrigerata viene quindi distribuita attraverso reti di tubazioni coibentate. Scambiatori di calore distribuiscono l'acqua refrigerata alle unità di trattamento dell'aria o ai ventilconvettori, che a loro volta forniscono il raffrescamento richiesto dall'edificio. L'acqua fornita, dopo aver assorbito il calore rifluisce alla centrale attraverso una tubazione di ritorno separata, dove viene nuovamente refrigerata e ridistribuita.
Un vantaggio chiave delle reti di teleriscaldamento e raffrescamento è che possono fornire una soluzione valida per l'uso efficiente di molteplici fonti di energia rinnovabile su larga scala, che non sarebbero adatte all'uso in sistemi autonomi, tra cui: biomassa, geotermia e solare termico, calore di scarto dalla produzione di elettricità o inceneritori, processi industriali, data center, acque reflue, ecc.

I sistemi di teleriscaldamento di prima generazione (1880-1930) erano caratterizzati da una fornitura ad alta temperatura tramite vapore, mentre i sistemi di seconda generazione (1930-1980) utilizzavano acqua calda sotto pressione, operando con temperature massime di mandata superiori a 100 °C.
I sistemi di terza e quarta generazione (sul mercato dal 1980) operano con temperature di distribuzione più basse. La terza generazione, che opera tra 100 °C e 70 °C, fornisce calore principalmente da combustibili fossili o fonti di biomassa centralizzate; questi sistemi sono efficaci ma meno efficienti dal punto di vista energetico e richiedono un isolamento robusto per ridurre al minimo le perdite. La quarta generazione è rappresentata da sistemi più moderni che utilizzano temperature inferiori a 70 °C, spesso sfruttando fonti di energia rinnovabile e calore di scarto, allineandosi meglio agli standard edilizi di risparmio energetico.
Per i sistemi di teleraffrescamento, la prima generazione utilizzava il refrigerante come fluido di distribuzione, mentre dalla seconda generazione in poi viene utilizzata l'acqua, il che consente temperature di mandata potenzialmente più elevate e una maggiore disponibilità di fonti energetiche. Questa tendenza rende persino possibile la condivisione della rete di distribuzione del teleriscaldamento e del teleraffrescamento per quei paesi con stagioni di fornitura di riscaldamento/raffrescamento distinte.
L'approccio più recente, la quinta generazione, pone l'accento su temperature ultra-basse (10–30 °C) combinate con pompe di calore localizzate. Questi sistemi operano in modo molto efficiente e consentono flussi di energia bidirezionali, permettendo la condivisione del calore e l'integrazione con fonti rinnovabili decentralizzate. Sono altamente adattabili e ideali per i nuovi sviluppi urbani.

Sfruttando la biomassa, la geotermia, il solare termico e il calore di scarto, si prevede che le reti di teleriscaldamento/raffrescamento diventino la spina dorsale del processo di decarbonizzazione del settore del riscaldamento/raffrescamento; in questo senso, la transizione verso la quarta e la quinta generazione sarà cruciale, poiché operano a temperature più basse e massimizzano l'efficienza delle fonti energetiche rinnovabili.
Il percorso di transizione è definito dall'art. 26 della revisione della Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED), che stabilisce i criteri e gli obiettivi per raggiungere il "teleriscaldamento e teleraffrescamento efficiente". Questi obiettivi prevedono l'uso di quote crescenti di fonti rinnovabili, calore di scarto e cogenerazione ad alto rendimento, per soddisfare traguardi intermedi a partire dal 2027, fino a raggiungere l'obiettivo finale nel 2050, quando le reti DHC dovranno essere alimentate esclusivamente da fonti rinnovabili, da calore di scarto o da una combinazione di entrambi.



- **no increase in the use of fossil fuels other than natural gas in existing heat sources** compared to the annual consumption averaged over the previous three calendar years of full operation before refurbishment
- any **new heat sources** in that system **do not use fossil fuels**, **except natural gas** until 2030

Fonte: "District Heating in the Energy Transition: State of play and outlook" di Euroheat & Power. Criteri temporali per la definizione di teleriscaldamento e teleraffrescamento efficiente stabiliti dall'Articolo 26 della Direttiva Europea sull'Efficienza Energetica (EED) – Direttiva (UE) 2023/1791

Allegato 3

Misure e strumenti di supporto

Questa sezione delle linee guida presenta il quadro delle misure che un comune può promuovere e attivare per lo sviluppo di azioni e interventi sul territorio e per l'attuazione concreta della strategia del Piano locale del riscaldamento e raffrescamento.

- **misure di gestione, controllo e regolamentazione;**
- **Misure finanziarie e di incentivo;**
- **misure di promozione, facilitazione e marketing sociale.**

Misure di gestione, controllo e regolamentazione

Le misure di governance e istituzionali sono essenziali per sostenere la transizione verso un sistema di riscaldamento e raffrescamento a basse emissioni di carbonio. Posono comprendere lo sviluppo e l'attuazione di codici e standard edilizi, come quelli relativi all'efficienza energetica, alle fonti energetiche rinnovabili e alla bioedilizia. I programmi di certificazione possono fornire un quadro di riferimento per valutare e riconoscere gli edifici a basse emissioni. Inoltre, politiche e regolamenti, come le leggi urbanistiche e i requisiti per i permessi di costruzione, possono essere utilizzati per incoraggiare la realizzazione di nuovi edifici sostenibili e la riqualificazione di quelli esistenti.

Adozione di requisiti più stringenti per città o aree di sviluppo urbano

Operando all'interno del quadro più ampio dei regolamenti nazionali, le città possono, in alcuni casi, scegliere di adottare requisiti più strinegnti per accelerare la transizione verso edifici efficienti. Spesso definiti **"stretch codes"**, questi regolamenti introducono standard più ambiziosi da applicare a nuovi edifici di una certa dimensione o come requisito vincolante per le nuove costruzioni in zone di sviluppo urbanistico.

I codici "stretch" possono anche essere **volontari**, con incentivi collegati al loro raggiungimento. Tali standard volontari possono gradualmente diventare pratica comune, momento in cui viene introdotto il livello successivo di miglioramento. Le città possono stabilire cicli di aggiornamento regolari (ad esempio ogni tre anni) come tappe verso l'obiettivo finale di edifici a emissioni zero o quasi zero.

Regolamenti volti a garantire una migliore efficienza energetica degli edifici

Nel caso in cui le città non dispongano del potere normativo per definire propri requisiti o per "inasprire" quelli stabiliti da livelli di governo superiori, i **regolamenti comunali (by-laws)** o le ordinanze rappresentano un'opzione preziosa. Questi possono avere un ambito d'azione limitato, puntando a specifici elementi edilizi (come tetti verdi o tetti riflettenti/"cool roofs"), oppure possono integrare una gamma più ampia di standard obbligatori e volontari.

Standard di prestazione edilizia per il patrimonio esistente

Sebbene i regolamenti edilizi si applichino sia alle nuove costruzioni che agli edifici esistenti, i loro benefici tendono a concentrarsi sulle prime o sulle ristrutturazioni importanti. Questo accade perché è più semplice ed economico integrare tali standard in un progetto di (ri)costruzione integrale.
Nelle città con un consistente patrimonio edilizio esistente, il miglioramento delle sue prestazioni energetiche costituisce spesso un elemento di forte criticità. Vista l'urgenza di ridurre le emissioni su larga scala, risultano necessari approcci più aggressivi tra i quali l'adoazione di **"Standard di Prestazione Energetica" (Building Performance Standard - BPS)** obbligatori che prevedano:

- impegno a lungo termine: l'amministrazione stabilisce uno standard di alta prestazione con obiettivi intermedi che diventano più stringenti nel tempo;
- flessibilità: vengono richiesti cambiamenti significativi, ma si lascia ai proprietari la libertà di scegliere le tecnologie e le strategie operative ed economiche più efficaci per raggiungere gli obiettivi.

Sistemi di valutazione e certificazione di bioedilizia

Molti schemi di valutazione e certificazione della bioedilizia, sia nazionali che internazionali, sono già ampiamente utilizzati (come **LEED o BREEAM**). Questi schemi possono essere volontari o obbligatori e possono essere impiegati in aggiunta o in sostituzione degli allegati energetici dei regolamenti edilizi. Risultano particolarmente utili per le città che hanno poteri normativi limitati. Inoltre, il livello minimo di certificazione richiesto può essere inasprito nel tempo per migliorare ulteriormente le prestazioni degli edifici.

Campagne di diagnosi energetiche

Il termine "diagnosi energetica" è comunemente usato per descrivere un'ampia gamma di studi energetici che possono includere l'analisi dei dati dell'edificio e delle utenze, lo studio delle apparecchiature installate, l'analisi delle bollette energetiche e delle condizioni operative con l'obiettivo di identificare le misure di efficientamento economicamente convenienti. Diagnosi accurate possono fornire dati e informazioni di dettaglio sull'edificio, permettendo un'analisi approfondita delle prestazioni energetiche e dei parametri che le influenzano e, di conseguenza, l'individuazione degli interventi correttivi e migliorativi più idonei. Le diagnosi possono essere condotte su base volontaria; tuttavia, per massimizzarne la diffusione e l'efficacia, dovrebbero essere rese obbligatorie per le principali tipologie edilizie e per edifici che superano una certa dimensione o età, proponendo cicli di 5 o 10 anni. Le amministrazioni possono anche decidere di fornire diagnosi gratuite o di finanziare campagne per alcune specifiche destinazioni d'uso, così da promuoverne la diffusione.

Appalti pubblici e regole contrattuali

Le amministrazioni possono stabilire capitolati d'appalto, così come regole contrattuali, che promuovano

il riscaldamento e raffrescamento urbano sostenibile nella manutenzione ordinaria, nei programmi di riqualificazione e rinnovo e nei bilanci di previsione per gli edifici e i beni gestiti dal comune. Alcuni esempi includono: specifiche in materia di progettazione efficiente dal punto di vista energetico e di materiali per tutte le nuove costruzioni; richieste di informazioni a fornitori qualificati che segnalino la domanda del mercato per soluzioni di raffrescamento urbano sostenibile; assumere solo tecnici formati o abilitati per gli edifici comunali.

Queste regole e procedure di appalto rappresentano inoltre un'opportunità per eventualmente avviare progetti pilota volti a dimostrare l'efficacia delle strategie messe in campo dall'amministrazione. L'adeguamento dei regolamenti e delle procedure interne è spesso un passo fondamentale per promuovere una politica di appalti pubblici sostenibili e può prevedere tra gli altri:

- il coinvolgimento di società di servizi energetici (ESCO) e la promozione di partenariati pubblico-privati;
- l'introduzione di criteri di valutazione delle offerte che favoriscano il minor rapporto costi/benefici anziché richiedere offerte al massimo ribasso, che in genere non sono in grado di garantire la maggior efficienza dal punto di vista energetico);
- la trasparenza nelle procedure e la selezione di requisiti di gara ben allineati con le possibili soluzioni tecniche e i possibili modelli di business;
- l'attivazione di gare d'appalto aggregate che coinvolgano più settori dell'amministrazione comunale, oppure anche un gruppo di comuni, in modo da sfruttare un maggiore potere di acquisto e poter beneficiare di economie di scala.

Possono essere seguiti diversi approcci per la selezione dei criteri o requisiti da introdurre nelle gare d'appalto, in base al tipo di edificio, servizio o prodotto:

- richiedere che apparecchiature, impianti, materiali e tecnologie raggiungano un determinato livello in base ai sistemi di etichettatura o classificazione energetica esistenti;
- predisporre ed aggiornare un catalogo delle specifiche tecniche o standard di efficienza energetica per le apparecchiature che vengono acquistate più frequentemente;
- assegnare punteggi extra o preferenze di prezzo per i prodotti più efficienti dal punto di vista energetico;
- tenere un database di prodotti specifici, come apparecchiature e materiali da costruzione, che soddisfano le specifiche di efficienza energetica a livello normativo.

Offerta locale di energia per riscaldamento e raffrescamento

I Comuni possono predisporre ordinanze che impongono l'uso di energia rinnovabile e richiedono alle famiglie l'acquisto di energia verde. Queste ordinanze possono essere collegate alle leggi energetiche nazionali o regionali e applicate attraverso i regolamenti edilizi. In questo modo, le amministrazioni possono promuovere l'adozione di tecnologie a energia rinnovabile e ridurre la dipendenza dalle fonti fossili.

Oltre alle ordinanze, i comuni possono anche adattare e aggiornare i propri documenti di pianificazione e regolamentazione urbanistica ed edilizia per sostenere lo sviluppo di sistemi energetici distribuiti e consentire l'installazione di sistemi a energia rinnovabile, come pannelli fotovoltaici e turbine eoliche.

In tale contesto potranno, ad esempio, essere rimossi gli obblighi di allacciamento degli edifici alle reti di gas naturale e introdotti quelli di allacciamento a un'eventuale rete di teleriscaldamento.

I Comuni possono inoltre promuovere modelli di pianificazione territoriale integrata per individuare i siti potenzialmente più idonei all'installazione di impianti di produzione energetica, garantendo la disponibilità e la compatibilità degli spazi in ambito urbano.

Le amministrazioni possono anche adottare misure per facilitare lo sviluppo di sistemi energetici distribuiti semplificando le procedure amministrative. Tali misure potranno includere, ad esempio, agevolazioni fiscali o la riduzione dei tempi per l'ottenimento dei permessi qualora le proposte prevedano miglioramenti dell'efficienza energetica o l'uso di fonti rinnovabili.

Soluzioni basate sulla natura (NBS)

Le soluzioni basate sulla natura (Nature-based Solutions - NBS) offrono un ottimo rapporto qualità-prezzo e un forte ritorno sull'investimento. In genere sono più economiche rispetto a molti approcci infrastrutturali per la gestione del rischio climatico e offrono significativi benefici economici legati al miglioramento della salute fisica e mentale, oltre alla crescita dell'economia locale. Tuttavia, la governance e il finanziamento a lungo termine delle NbS rappresentano una sfida significativa per molte città; spesso è più facile ottenere finanziamenti per progetti una tantum o per la piantumazione iniziale che per la loro manutenzione continua.
Per iniziare a implementare le NBS su vasta scala e gettare le basi per la loro continua espansione, ripristino, conservazione e manutenzione, le maggiori opportunità sono le seguenti.

- **redazione di un Piano del Verde o integrazione delle NBS nei masterplan cittadini esistenti.** Questa misura è fondamentale per garantire la continuità a lungo termine, poiché la natura richiede anni o decenni per svilupparsi e deve pertanto essere strutturata all'interno dei processi di governance cittadina;
- **promuovere o rendere obbligatoria la realizzazione di tetti verdi attraverso incentivi e regolamenti edilizi.** Poiché queste coperture contribuiscono a ridurre i consumi energetici per il riscaldamento e il raffrescamento, la loro adozione può essere integrata all'interno degli standard di efficienza energetica previsti per gli interventi sul patrimonio edilizio, sia nuovo che esistente;
- **politiche e regolamenti sull'uso del suolo, comprese le disposizioni relative ai benefici per la collettività.** I piani territoriali e gli strumenti urbanistici potranno essere aggiornati introducendo obblighi, incentivi o premialità edificatorie per i progetti che garantiscano una quota definita di superfici naturali o permeabili;
- **risorse e linee di finanziamento dedicate alle NBS.** Le amministrazioni potranno destinare alle soluzioni basate sulla natura una quota dei bilanci dei settori comunali competenti (come salute, protezione civile, trasporti e pianificazione urbana), oltre a sviluppare un portafoglio strutturato di progetti verdi sostenibili in grado di attrarre investimenti privati;
- **investire nello sviluppo delle competenze necessarie per la progettazione e la manutenzione delle NBS.** In particolare, occorre rafforzare le professionalità legate all'arboricoltura, all'architettura del paesaggio e alla selvicoltura urbana, promuovendo la conoscenza delle specie autoctone e di quelle maggiormente resilienti ai cambiamenti climatici e agli stress ambientali;
- **coinvolgimento del settore assicurativo.** Il comparto assicurativo mostra un interesse crescente verso il sostegno alle NBS, lette come strumenti efficaci per la mitigazione dei rischi e la riduzione delle vulnerabilità climatiche.

Misure finanziarie e di incentivazione

Di seguito viene fornito un breve ma completo quadro dei possibili meccanismi e strumenti di finanziamento, raggruppati in tre categorie principali: tradizionali, innovativi e alternativi.

Strumenti e meccanismi tradizionali

I meccanismi di finanziamento pubblico, come contributi a fondo perduto, incentivi fiscali e prestiti agevolati, svolgono un ruolo chiave nel sostenere i progetti di riqualificazione energetica e lo sviluppo di infrastrutture per le energie rinnovabili.

I contributi permettono di alleggerire l'onere finanziario iniziale, rendendo i progetti più accessibili e attraenti per gli investitori privati. Gli incentivi fiscali forniscono benefici economici mirati a promuovere tecnologie efficienti e pratiche sostenibili. I prestiti agevolati offrono condizioni favorevoli che consentono ai comuni di pianificare progetti su scala più ampia.

Anche il settore privato può contribuire con strumenti flessibili come il leasing e le obbligazioni tradizionali, studiati per soddisfare le richieste di ingenti capitali dei grandi progetti. Questi meccanismi permettono ai comuni di accedere a risorse finanziarie aggiuntive, bilanciando il rischio e ottimizzando le opportunità di investimento.

Infine, i modelli di finanziamento misto integrano risorse pubbliche e capitali privati per superare i limiti dei modelli tradizionali e degli interventi frammentati. Strumenti come i fondi rotativi (revolving funds) e il project financing non solo riducono i rischi percepiti dagli investitori, ma consentono anche di ampliare iniziative più complesse e innovative, migliorando l'efficienza complessiva degli investimenti.

Schema	Fonte di finanziamento	Tipologia contrattuale	Descrizione
Programmi di sovvenzione	Pubblica	Non rimborsabile	Programmi organizzati che assegnano finanziamenti a fondo perduto a specifici progetti o settori ammissibili.
Leasing	Privata	Debito	Finanziamento per attrezzature o infrastrutture in cui il concedente mantiene la proprietà del bene.
Project financing	Mista	Debito	Finanziamento di un progetto basato sui flussi di cassa previsti spesso utilizzato per grandi progetti infrastrutturali.
Contributi pubblici	Pubblica	Non rimborsabile	Sovvenzioni specifiche erogate da istituzioni pubbliche per sostenere iniziative mirate a beneficio della collettività.
Fondi rotativi	Mista	Debito	Fondi che si auto-alimentano man mano che i prestiti vengono rimborsati, consentendo l'erogazione di nuovo credito.
Prestiti agevolati	Mista	Debito	Prestiti erogati a tassi di interesse inferiori a quelli di mercato per sostenere progetti sostenibili.
Incentivi fiscali	Pubblica	Basata sugli incentivi	Misure fiscali, come crediti d'imposta o detrazioni, progettate per incoraggiare investimenti in settori o tecnologie specifiche.
Finanziament tramite incremento fiscale	Pubblica	Basata sugli incentivi	Metodo di finanziamento pubblico che utilizza le future entrate fiscali di un'area specifica per finanziarne le infrastrutture.
Obbligazioni tradizionali	Mista	Debito	Titoli a reddito fisso emessi da governi o società per azioni per raccogliere capitali.
Finanziamento da parte del fornitore	Privata	Capitale/debito	Finanziamento offerto dal fornitore per l'acquisto di beni o servizi.

Fonte: JRC – Covenant of Mayors Guidebook, documento complementare 5 *"Strumenti finanziari per azioni di mitigazione, adattamento e povertà energetica"*

Strumenti innovativi[3]

In un contesto di risorse finanziarie limitate, i modelli di finanziamento innovativi offrono soluzioni flessibili ai Comuni interessati a realizzare progetti di efficienza energetica, sostenibilità e contrasto alla povertà energetica. Tali modelli mobilitano capitali privati, coinvolgono gli attori del territorio e si basano su rendimenti legati alle prestazioni; in questo modo superano le barriere finanziarie, riducono i rischi e accelerano interventi che altrimenti resterebbero bloccati dai vincoli di bilancio. Pur garantendo notevoli vantaggi, questi strumenti richiedono una pianificazione accurata, in quanto comportano una maggiore complessità gestionale, la necessità di quantificare con precisione i risultati e un'interazione più articolata con investitori e partner privati.

3 I manuali di apprendimento Prospect+ forniscono casi e risultati attuali sull'attuazione di regimi di finanziamento innovativi - https://h2020prospect.eu/learning-handbooks

Schema	Fonte di finanziamento	Tipologia contrattuale	Descrizione
Finanziamento misto	Mista	Ibrido	Combinazione di fondi pubblici e privati per ottenere un maggiore impatto nel finanziamento di progetti di sostenibilità.

Obbligazioni blu	Mista	Debito	Obbligazioni emesse per sostenere la conservazione degli oceani e dei corsi d'acqua e le attività marittime sostenibili.
Meccanismi di prezzatura del carbonio (ETS, certificati verdi e bianchi, leva fiscale)	Pubblica	Basato sul mercato	Sistemi in cui le emissioni di carbonio vengono tassate o scambiate, fornendo incentivi per la riduzione delle emissioni.
Meccanismi di prezzatura del carbonio (ETS, certificati verdi e bianchi, leva fiscale)	Mista	Debito	Obbligazioni allineate agli obiettivi climatici, che finanziano progetti come energie rinnovabili, mitigazione e adattamento.
Obbligazioni per la resilienza climatica	Mista	Debito	Obbligazioni dedicate al finanziamento di progetti volti ad aumentare la resilienza climatica in aree vulnerabili.
Mutui per l'efficienza energetica	Privata	Debito	Mutui che offrono condizioni migliori per l'acquisto di case efficienti dal punto di vista energetico o per interventi di riqualificazione.
Contratti di Rendimento Energetico (EPC)	Privata	Basata sulle prestazioni	Accordi in cui gli interventi di efficienza energetica vengono pagati attraverso i risparmi energetici futuri.
Società di servizi energetici (ESCO)	Privata	Basata sulle prestazioni	Società che finanziano progetti di efficienza energetica e ricevono pagamenti basati sui risparmi energetici ottenuti.
Modello "Intracting" (Fondo rotativo interno	Pubblica	Basata sulle prestazioni	Modello di finanziamento interno per progetti di efficienza energetica di enti pubblici.
Cessione del credito a forfait (Forfaiting)	Privata	Debito	Transazione finanziaria in cui un'impresa vende i propri crediti con uno sconto per ottenere liquidità immediata.
Obbligazioni verdi (Green bonds)	Mista	Debito	Obbligazioni emesse per finanziare progetti con benefici ambientali, come le infrastrutture per le energie rinnovabili.
Prestiti verdi (Green loans)	Privata	Debito	Prestiti a condizioni favorevoli per sostenere progetti ambientali, come installazioni di impianti a energia rinnovabile.
Meccanismi assicurativi per l'adattamento climatico	Mista	Trasferimento del rischio	Prodotti assicurativi che mitigano i rischi finanziari derivanti da disastri climatici, come assicurazioni parametriche o catastrophe bonds.
Cattura del plusvalore urbanistico (Land Value Capture)	Pubblica	Basata sulle entrate	Metodo in cui l'aumento del valore dei terreni dovuto a investimenti pubblici (es. infrastrutture) viene recuperato e reinvestito in ulteriori progetti sostenibili.
Mini-bond (Green Mini-bond)	Mista	Debito	Obbligazioni su piccola scala emesse da PMI o comuni per raccogliere capitali per infrastrutture, interventi di efficienza energetica o sostenibilità
Finanziamento in bolletta	Privato	Debito	Finanziamento in cui il costo degli interventi di efficienza energetica viene rimborsato attraverso le bollette delle utenze.
Pay-for-performance (P4P)	Mista	Basata sui risultati	Modelli di pagamento in cui il compenso è basato sul raggiungimento di specifici risultati energetici o ambientali.

Partenariati Pubblico-Privati (PPP)	Mista	Ibrida	Accordi di collaborazione tra il settore pubblico e quello privato per finanziare e gestire progetti di infrastrutture pubbliche.
Strumenti di condivisione del rischio e garanzie	Privata	Debito	Strumenti progettati per mitigare il rischio per gli investitori, spesso attraverso garanzie parziali o assicurazioni.
Obbligazioni sociali	Mista	Debito	Obbligazioni utilizzate per finanziare progetti con impatti sociali positivi, come l'edilizia popolare o la sanità.
Obbligazioni sostenibili	Mista	Debito	Obbligazioni che combinano il finanziamento di progetti ambientali e sociali, in linea con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs).
Modelli di finanziamento tramite terzi	Privata	Debito	Accordi di finanziamento in cui una terza parte fornisce il capitale iniziale per i progetti, tipicamente nel campo dell'efficienza energetica.

Fonte: Joint Research Centre - Covenant of Mayors Guidebook, documento complementare 5 *"Strumenti finanziari per azioni di mitigazione, adattamento e povertà energetica"*

Strumenti alternativi

I modelli di finanziamento alternativo offrono soluzioni per il finanziamento di progetti energetici sostenibili, migliorando il coinvolgimento della comunità e rafforzando il legame tra investimenti e benefici locali. Sebbene questi modelli possano ampliare significativamente le fonti di finanziamento, richiedono una gestione attenta e una strategia di coinvolgimento ben strutturata per garantirne il successo e la sostenibilità.

Schema	Fonte di finanziamento	Tipologia contrattuale	Descrizione
Crowdfunding	Privata	Capitale/debito	Raccolta di piccole quantità di capitale da un gran numero di persone, spesso attraverso piattaforme online.
Cooperative energetiche	Privata/ basata sui cittadini	Capitale	Organizzazioni basate sulla comunità che condividono i fondi per finanziare progetti di energia rinnovabile ed efficienza energetica.
Acquisti collettivi (Pooled procurement)	Mista	Appalto	Un gruppo di organizzazioni collabora per acquistare beni o servizi collettivamente, spesso per ottenere un risparmio economico o una riduzione dei prezzi.
Carbon finance	Privato/ misto	Basata sul mercato	Monetizzazione delle riduzioni di emissioni di gas serra attraverso crediti di carbonio in mercati volontari o regolamentati (es. Articolo 6 dell'Accordo di Parigi). Fornisce finanziamenti aggiuntivi per progetti di mitigazione.

Costituzione di una comunità di pratica locale

Scopo: Istituire una Comunità di Pratica Locale (LCoP) multi-stakeholder che supporti lo sviluppo, l'attuazione e il miglioramento continuo dei piani locali di riscaldamento e raffrescamento, in linea con i requisiti della Direttiva sull'Efficienza Energetica.

Contesto e motivazioni

I piani locali di riscaldamento e raffrescamento sono ora obbligatori ai sensi dell'articolo 25 della Direttiva sull'Efficienza Energetica (EED 2023) per i comuni e le regioni di tutta l'UE. Tali piani devono valutare la domanda attuale e futura di riscaldamento e raffrescamento, mappare le fonti rinnovabili e di calore di scarto disponibili, identificare le zone prioritarie per le reti distrettuali e definire misure concrete per decarbonizzare il settore.
Lo sviluppo di piani solidi e attuabili richiede una collaborazione costante tra diversi stakeholder che detengono i vari tasselli del puzzle: i comuni controllano la pianificazione territoriale e possiedono gli edifici pubblici, le utility gestiscono le reti e le forniture energetiche, operatori del settore immobiliare influenzano le decisioni in merito a interventi di ristrutturazione, l'industria detiene il potenziale di calore di scarto, mentre le comunità e i cittadini determinano l'accettazione sociale. Una Comunità di Pratica fornisce lo spazio di dialogo strutturato in cui questi attori possono co-creare strategie basate su prove di fatto e costruire le relazioni necessarie per l'attuazione.

Obiettivi

La Comunità di Pratica Locale per il riscaldamento e il raffrescamento mira a:

- sviluppare congiuntamente i contenuti dei piani locali di riscaldamento e raffrescamento attraverso l'analisi partecipativa di dati, scenari e misure prioritarie;
- garantire l'allineamento tra i piani locali di riscaldamento e raffrescamento (H&C) e altri documenti strategici (Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima - PAESC, piani territoriali, strategie di inclusione sociale);
- favorire la convergenza degli attori locali su interventi d'estensione delle reti, riqualificazione edilizia, zonizzazione e progetti di sviluppo comunitario;
- apportare contributi tecnico-pratici alla definizione delle politiche regionali e nazionali nei settori del riscaldamento e raffrescamento sostenibili;
- facilitare l'apprendimento continuo e l'aggiornamento dei piani in base all'evoluzione delle tecnologie, delle politiche e delle condizioni locali.

Ambito di applicazione e aree di intervento

La LCoP supporterà tutte le fasi della pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento:

- inizializzazione e mobilitazione: Mappatura degli stakeholder, chiarimento dei mandati, definizione della governance;
- raccolta dati e mappatura: Validazione del patrimonio edilizio, della domanda, delle infrastrutture di fornitura, delle fonti di calore rinnovabile e di scarto, delle vulnerabilità sociali;
- valutazione delle opzioni e sviluppo degli scenari: Analisi congiunta del teleriscaldamento/teleraffrescamento, delle soluzioni a livello di edificio, delle comunità energetiche e delle misure sociali;
- redazione del piano e consultazione: Co-progettazione degli obiettivi, delle zone prioritarie, del portafoglio progetti, dei meccanismi di governance e finanziamento;
- monitoraggio dell'attuazione e revisione: Monitoraggio dei progressi, gestione adattiva e preparazione degli aggiornamenti periodici del piano.

Gruppi target di portatori d'interesse

L'adesione dovrebbe garantire la rappresentanza di tutte le categorie interessate:

Portatore d'interesse	Rappresentanti e soggetti coinvolti
Autorità pubbliche	Dipartimenti comunali (energia, urbanistica, edilizia, politiche sociali); governo regionale; agenzie energetiche locali/regionali.
Infrastrutture energetiche	Gestori dei sistemi di distribuzione (DSO), operatori di teleriscaldamento e teleraffrescamento, società di servizi energetici (ESCO).
Industria e commercio	Grandi utenti energetici, siti industriali con potenziale di calore di scarto, fornitori di tecnologie.
Settore residenziale	Fornitori di edilizia sociale, associazioni di proprietari di edifici, gestori immobiliari.
Comunità e cittadini	Comunità energetiche, gruppi di consumatori, associazioni di quartiere, rappresentanti degli utenti vulnerabili.
Fornitori di conoscenze	Università, istituti di ricerca, consulenze tecniche, esperti di mappatura e modellazione.

Per supportare l'identificazione e la definizione delle priorità degli stakeholder da invitare alla LCoP, si raccomanda l'uso dello strumento di mappatura degli stakeholder reso disponibile da Plan4COLD.

Governance e modello operativo

- **Mandato e autorità:** La LCoP opera nell'ambito di un mandato chiaro volto a "sostenere la preparazione, l'attuazione e l'aggiornamento del piano locale di riscaldamento e raffrescamento", con un collegamento formale ai processi decisionali municipali (commissioni consiliari, gruppi di lavoro tecnici).
- **Adesione:** Aperta a tutte le organizzazioni di stakeholder rilevanti; i partecipanti si impegnano a un coinvolgimento regolare e alla risoluzione collaborativa dei problemi.
- **Coordinamento:** Un piccolo segretariato (solitamente ospitato dal Comune o dall'agenzia energetica locale) fornisce supporto logistico, facilitazione degli incontri e documentazione.
- **Processo decisionale:** La LCoP opera attraverso la ricerca del consenso; i risultati consistono in raccomandazioni e documenti sviluppati congiuntamente che confluiscono nelle procedure formali di pianificazione.
- **Cadenze degli incontri:** Riunioni plenarie 3-4 volte l'anno, allineate alle fasi di pianificazione; i gruppi di lavoro tematici (dati, scenari, finanziamenti, coinvolgimento della comunità) si riuniscono secondo necessità tra le sessioni plenarie.
- **Comunicazione:** Spazio di lavoro online condiviso per lo scambio di documenti, la collaborazione asincrona e la comunicazione tra i membri.

Attività principali e risultati

La LCoP organizzerà il proprio lavoro intorno a risultati concreti e utilizzabili che supportino direttamente il processo di pianificazione:

Fase di pianificazione	Attività della CoP	Risultati
Inizializzazione	Workshop di mappatura degli stakeholder; definizione della governance.	Termini di riferimento; registro degli stakeholder; piano di lavoro.
Dati e mappatura	Sessioni di validazione dei dati; revisione degli studi di mappatura del calore.	Dataset validati; mappe del calore; analisi dei gap.
Valutazione delle opzioni	Workshop sugli scenari; visite in loco; approfondimenti tecnologici.	Criteri e indicatori; valutazioni degli scenari; elenco delle aree prioritarie.
Redazione del piano	Workshop di co-progettazione; sessioni di revisione e commento.	Bozza delle misure e degli obiettivi; portafoglio progetti; modelli di governance.
Consultazione	Eventi di coinvolgimento pubblico; sintesi dei feedback.	Contributi consolidati degli stakeholder; sezioni del piano revisionate.
Attuazione	Riunioni di revisione del monitoraggio; scambi di apprendimento.	Rapporti di progresso; lezioni apprese; raccomandazioni per l'aggiornamento.

Collegamenti con i decisori politici e operatori finanziari

La CoP collegherà attivamente la pianificazione locale a un supporto politico e finanziario più ampio:

- **quadri UE:** Allineamento con le linee guida del Patto dei Sindaci, gli strumenti dei progetti Act!onHeat e Plan4Cold e il Playbook delle Comunità di Pratica del JRC [1] [4] [5];
- **supporto nazionale e regionale:** Coinvolgimento di agenzie energetiche nazionali, ministeri ed enti regionali per garantire la coerenza con le strategie nazionali di riscaldamento e raffrescamento;
- **opportunità di finanziamento:** Identificazione e ricerca collettiva di finanziamenti dell'Unione Europea (Horizon Europe, LIFE, Interreg, CEF, fondi di coesione), nazionali e comunali per studi, progetti pilota e infrastrutture;
- **scambio di conoscenze:** Partecipazione a reti transnazionali di CoP e piattaforme di apprendimento tra città (city-to-city learning) per importare le migliori pratiche e condividere le innovazioni locali.

Fattori di successo e rischi

Fattori di successo	Rischi e mitigazione
Mandato chiaro che collega la CoP al processo di pianificazione	Rischio: La CoP è considerata solo consultiva, i risultati ignorati. Mitigazione: Formalizza il ruolo nelle procedure comunali e nelle decisioni dei consigli
Rappresentanza equilibrata e partecipazione attiva di tutte le principali parti interessate	Dominanza da parte di un singolo attore o scarso coinvolgimento. Mitigazione: Presidenza a rotazione, impegni di partecipazione chiari, valore visibile derivante dai primi risultati prodotti
Segretariato dedicato con capacità di facilitazione	Rischio: Sovraccarico amministrativo o progettazione degli incontri inefficace. Mitigazione: Garantire risorse stabili e supporto professionale per la facilitazione.
Risultati concreti e tempestivi allineati alle scadenze di pianificazione	Rischio: Risultati troppo generici o prodotti in ritardo rispetto alle necessità. Mitigazione: Co-progettare un piano di lavoro dettagliato insieme al team di pianificazione comunale.
Fiducia e comunicazione aperta tra i vari attori	Rischio: Conflitti di interesse o accaparramento delle informazioni. Mitigazione: Definizione di regole di base sulla trasparenza, la riservatezza e la risoluzione collaborativa dei problemi.

Tempistiche e prossimi passi

Mesi 1-2: identificazione degli stakeholder chiave; attività di sensibilizzazione iniziale e contatti diretti; redazione della bozza dei termini di riferimento (ToR).

Mese 3: riunione di avvio (kick-off) per concordare mandato, governance e piano di lavoro; istituzione formale del segretariato; attivazione dello spazio di lavoro online condiviso.

Mesi 4-6: riunioni dei gruppi di lavoro per la validazione dei dati; revisione tecnica degli studi esistenti e delle mappe del calore.

Mesi 7-9: workshop partecipativi per lo sviluppo di scenari energetici; identificazione e zonizzazione delle aree prioritarie per il teleriscaldamento/teleraffrescamento.

Mesi 10-12: sessioni di lavoro congiunte per definire le misure del piano; sviluppo dei modelli di governance e dei meccanismi finanziari.
Mesi 13-15: supporto agli eventi di consultazione pubblica; revisione e perfezionamento del piano in base ai feedback ricevuti.
Mese 16+: adozione formale del piano da parte delle autorità competenti; transizione verso la modalità di monitoraggio dell'attuazione; riunioni periodiche di revisione per garantire il miglioramento continuo.

Conclusioni

Una Comunità di Pratica Locale (LCoP) per la pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento trasforma un esercizio di pianificazione obbligatorio in un'opportunità di autentica collaborazione multi-stakeholder e apprendimento collettivo. Coinvolgendo sistematicamente coloro che attueranno il piano e coloro che ne beneficeranno, la LCoP costruisce qualità tecnica, legittimità politica e l'accettazione sociale: indispensabile per l'espansione delle reti di teleriscaldamento e per gli interventi di riqualificazione edilizia necessarie per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione dei sistemi locali di riscaldamento e raffrescamento.

Questo modello può essere replicato in comuni e regioni, con un coordinamento e uno scambio di conoscenze tra le CoP locali a livello nazionale ed europeo per accelerare la transizione verso un riscaldamento e un raffrescamento sostenibili in tutta Europa.

Riferimenti

Act!onHeat. (2024). Piani locali di riscaldamento e raffrescamento in linea con la direttiva Efficienza energetica 2023: Check list e guida. https://actionheat.eu/resources/local-heating-and-cooling-plans-line-eed-2023-checklist-test-compliance-requirements
Città dell'energia. (2023). Pianificazione locale del riscaldamento e del raffrescamento negli Stati membri dell'UE: Analisi complessiva. https://energy-cities.eu/wp-content/uploads/2023/10/Overall-Analysis-Local-Heating-and-Cooling-plans.pdf
Plan4Cold. (2023). Progetto Plan4Cold: Sostenere gli enti locali e regionali nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento. Alleanza per il clima. https://www.climatealliance.org/plan4cold.html
Centro comune di ricerca della Commissione europea. (2024). Le comunità di pratica Playbook: Metodologia per la creazione e la gestione di comunità di pratica efficaci. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea. https://op.europa.eu/webpub/jrc/communities-of-practice-playbook/it/methodology.html

Allegato 4

Proposta di indice per il Piano d'Azione Locale Sostenibile per il Riscaldamento e il Raffrescamento

Indice

1. Introduzione

a. Caratterizzazione del contesto locale
b. Quadro politico in materia di energia e clima
c. Obiettivi e approcci della pianificazione locale del riscaldamento e del raffrescamento
d. Obiettivi comunali e obiettivi del piano
e. Struttura di governance del piano

2. Mappatura degli stakeholder

a. Mappatura degli stakeholder chiave
b. Coinvolgimento e partecipazione degli stakeholder
c. Partecipazione dei cittadini

3. Valutazione dello stato di fatto - Baseline

a. Domanda di energia
b. Offerta di energia
c. Inventario delle emissioni di gas serra

4. Scenari di intervento

a. Scenario tendenziale – Business as Usual
b. Vision e scenario obiettivo
   i. **Azioni e interventi**
      Riqualificazione urbana
      Edifici e infrastrutture per settore
      Comportamento utenti finali
   ii. **Misure di supporto**

5. La programmazione del piano

a. La roadmap e le schede d'azione
b. Organizzazione del processo di attuazione e cronoprogramma

6. Monitoraggio e aggiornamento

a. Definizione degli indicatori chiave di prestazione (KPI)
b. L'aggiornamento del bilancio energetico e dell'inventario emissioni
c. Il monitoraggio delle azioni
d. Revisione e aggiornamento del piano

7. Conclusioni

Allegati

Allegato 5

La cassetta degli attrezzi - Impara e lasciati ispirare

Esempi di buone pratiche nella pianificazione del riscaldamento e del raffrescamento

Buone pratiche in Baden-Württemberg (DE)

https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/6db8a6-7f53-45a1-a633-d207ac486554/content

Buone pratiche in Austria

https://managenergy.ec.europa.eu/publications/watch-now-empowering-regions-heating-cooling_en
https://www.energiesparverband.at/fileadmin/esv/Broschueren/Videos/Solar_576_web.mp4

Mejores prácticas del proyecto Decarb City Pipes 2050

Bilbao - https://decarbcitypipes2050.eu/bilbao/
Bratislava - https://decarbcitypipes2050.eu/bratislava/
Dublín - https://decarbcitypipes2050.eu/dublin/
Múnich - https://decarbcitypipes2050.eu/munich/
Rotterdam - https://decarbcitypipes2050.eu/rotterdam/
Vienna - https://decarbcitypipes2050.eu/vienna/
Winterthuer - https://decarbcitypipes2050.eu/winterthur/

Buone pratiche dal progetto Act!onHeat

https://actionheat.eu/sites/default/files/media/Act%21onHeat%20D6.6_case%20study%20collection.pdf

LEA – Agenzia per l'energia dell'Assia (DE)
Veka – Agenzia fiamminga per l'energia e il clima (BE)
SOL - Le Syndicat de l'Ouest Lyonnais (FR)
MANU - Accademia Macedone delle Scienze e delle Arti (NM)
REGEA - Agenzia per l'energia della Croazia nordoccidentale (HR)
Energieinstitut Vorarlberg - Agenzia per l'energia della regione del Vorarlberg (AT)
Città di Zelzate (BE)
Città di Poznań (PL)
Città di Sint-Niklaas (BE)

Buone pratiche da Energie Cities EU Tracker

https://energy-cities.eu/local-heating-and-cooling-plan/

Buone pratiche dalla Campagna "The Cities Heat Detox"

https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/The-Cities-Heat-Detox

Buone pratiche dalla Campagna "City Refresh"

https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/Cities-Refresh

Piattaforme e portali tematici internazionali ed europei

NASA – Earth Data

https://www.earthdata.nasa.gov/topics/land-surface/land-surface-temperature

Ufficio per il clima dell'ESA – Agenzia Spaziale Europea https://climate.esa.int/en/#/

- Progetti Essential Climate Variable (ECV)
https://climate.esa.int/en/projects/
- Panoramica dei dati climatici
https://climate.esa.int/en/climate-data-records-at-a-glance/
- Dati
https://climate.esa.int/en/data/

L'ECMWF - Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine

https://www.ecmwf.int/

Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP)

https://www.unep.org/

- Orologio di raffrescamento globale 2025
https://www.unep.org/resources/global-cooling-watch-2025
- Alleanza Globale per l'Edilizia e l'Edilizia
https://globalabc.org/
- Tabella di marcia dell'azione per il clima per l'edilizia e l'edilizia
https://globalabc.org/climate-action-roadmaps-buildings-and-construction

Banca Mondiale

https://www.worldbank.org/ext/en/home

- Manuale sulla gestione del calore urbano nel Sud del mondo
https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/publication/handbook-on-urban-heat-management-in-the-global-south?cid=ECR_LI_worldbank_EN_EXT

IRENA - Agenzia internazionale per le energie rinnovabili

https://www.irena.org/Publications

- Integrazione delle rinnovabili a bassa temperatura nei sistemi energetici distrettuali: Linee guida per i decisori politici
https://www.irena.org/%20%20%20%20publications/2021/March/Integrating-low-temperature-renewables-in-district-energy-systems
- Processi partecipativi per la pianificazione energetica strategica: Un kit di strumenti per i pianificatori energetici nazionali
https://www.irena.org/Publications/2025/Sep/Participatory-processes-for-strategic-energy-planning-A-toolkit-for-national-energy-planners

C40 Knowledge Hub

https://www.c40knowledgehub.org/s/?language=es_US

- Come adattare la tua città al caldo estremo
https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q0000001lR5WAI/adapting-to-climate-change?language=en_US
- Toolkit per il raffrescamento urbano
https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Nature-based-solutions-How-cities-can-use-nature-to-manage-climate-risks?language=en_US
- Soluzioni basate sulla natura
https://www.c40knowledgehub.org/s/topic/0TO1Q000000x1ZXWAY/naturebased-solutions?language=en_US

Piattaforma Nature-based Solutions

https://www.nature-basedsolutions.com/about

IEA, Agenzia Internazionale per l'Energia – Sistema energetico

https://www.iea.org/energy-system

- **Città TCP – Technology Collaboration Programme**
https://cities-tcp.org/tasks-tcp-cities/
- **Rinnovabili**
https://www.iea.org/energy-system/renewables
- **Edifici**
https://www.iea.org/energy-system/buildings
- **Programma di collaborazione per le tecnologie di riscaldamento e raffrescamento solare (SHC TCP)**
https://www.iea-shc.org/
- **Programma di collaborazione in materia di bioenergia e tecnologia (TCP)**
https://www.ieabioenergy.com/
- **Sostenibilità sociale del teleriscaldamento & teleraffrescamento**
https://dbdh.org/wp-content/uploads/2026/02/IEA_DHC_XIV-07_Social_Sustainability_Final_Report.pdf

Smart Cities Marketplace

https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/

Commissione EU – Portale Efficienza energetica

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency_en

- **Prestazione energetica degli edifici**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings_en
- **Riscaldamento e raffrescamento**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heating-and-cooling_en
- **Pompe di calore**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heat-pumps_en
- **Finanziamento**
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/financing_en

BUILD UP - Il portale europeo per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili negli edifici

https://build-up.ec.europa.eu/es/home

- **Barometro degli edifici sani 2024**
https://build-up.ec.europa.eu/system/files/2024-04/Healthy-Buildings-Barometer-2024-final-for-screen-single-pages-20240404-1.pdf

Osservatorio delle tecnologie per l'energia pulita

https://setis.ec.europa.eu/publications-and-documents/clean-energy-technology-observatory_en

Archivio delle pubblicazioni del JRC

https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/

- **Orientamenti tecnici a livello dell'UE sull'adattamento degli edifici ai cambiamenti climatici**
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2023-04/Technical%20Guidance%20adapting%20buildings.pdf

La coalizione per il risparmio energetico

https://energycoalition.eu/

BPIE - Buildings Performance Institute Europe

https://www.bpie.eu/

- Pacchetti strategici per una ristrutturazione socialmente giusta degli edifici residenziali
https://www.bpie.eu/publication/policy-packages-socially-just-renovation-epbd/

Efficient Buildings Europe
https://efficientbuildings.eu/

Cool Heating Coalition
https://coolheatingcoalition.eu/

RHC - Piattaforma europea per la tecnologia e l'innovazione in materia di riscaldamento e raffrescamento rinnovabili
https://www.rhc-platform.org/

IEECP - Istituto per la politica europea dell'energia e del clima
https://ieecp.org/

European Urban Initiative - Il polo europeo per lo sviluppo urbano sostenibile
https://www.urban-initiative.eu/#

Climate Action Network (CAN) Europe - Rete per l'azione per il clima Europa
https://caneurope.org/

CoM - The Cities Heat Detox Kit
https://eu-mayors.ec.europa.eu/es/The-Cities-Heat-Detox

CoM - City Refresh Kit
https://eu-mayors.ec.europa.eu/es/Cities-Refresh

Pubblicazioni della Commissione Europea

- Percorsi di riscaldamento e raffrescamento rinnovabili
https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0f8e4ae2-8e77-11ee-8aa6-01aa75ed71a1/language-en

- Sostegno politico alla decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento
https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5118ffc-eabd-11ec-a534-01aa75ed71a1/language-en

- Il piano europeo per l'edilizia abitativa a prezzi accessibili
https://housing.ec.europa.eu/european-affordable-housing-plan_en

Network e associazioni di settore europee

Euroheat & Power
https://www.euroheat.org/

- Polo di conoscenza
https://www.euroheat.org/dhc/knowledge-hub
- Piattaforma DHC+
https://www.euroheat.org/dhc/about-dhc

EHPA - Associazione europea delle pompe di calore
https://ehpa.org/

EGEC - Consiglio europeo per l'energia geotermica
https://www.egec.org/

Bioenergy Europe
https://bioenergyeurope.org/

SolarThermalWorld
https://solarthermalworld.org/

SolarPower Europe
https://www.solarpowereurope.org/

Solar Heat Europe
https://solarheateurope.eu/

ESIA - Alleanza europea per l'industria solare fotovoltaica
https://solaralliance.eu/

Rivista Hot|Cool
https://dbdh.org/hot-cool-magazine/

