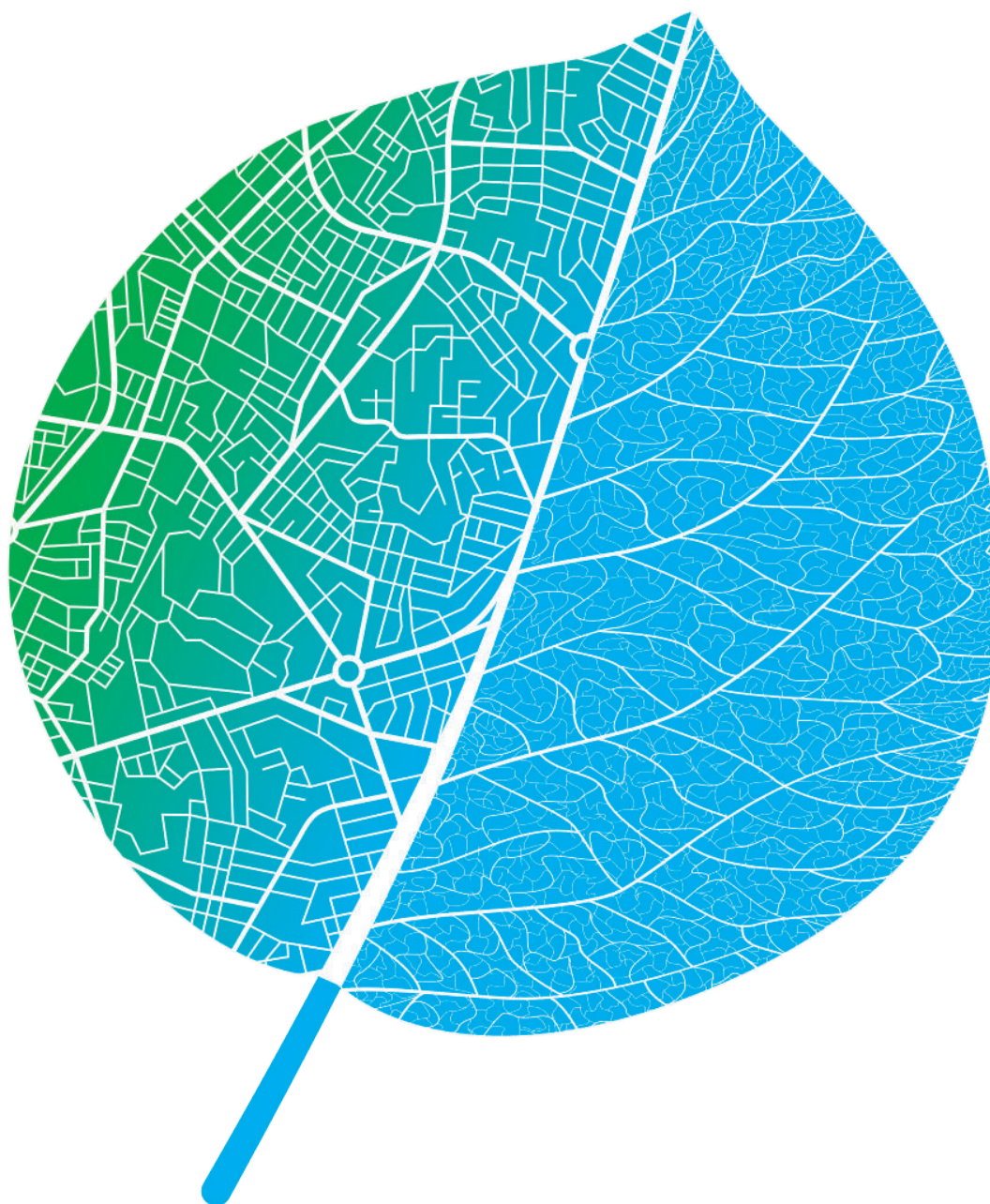


SOSTENIBILITÀ URBANA

Decarbonizzazione, elettrificazione e innovazione:
opportunità e soluzioni per città *future-fit*.



The European House
Ambrosetti



a2a
LIFE COMPANY

SOSTENIBILITÀ URBANA
DECARBONIZZAZIONE, ELETTRIFICAZIONE E
INNOVAZIONE: OPPORTUNITÀ E SOLUZIONI PER
CITTÀ *FUTURE-FIT*

Position Paper

Settembre 2024

Rapporto realizzato da TEHA Group su incarico di A2A S.p.a.

© 2024 A2A S.p.a. e TEHA Group S.p.a. Tutti i diritti riservati. Nessuna parte del rapporto può essere in alcun modo riprodotta senza l'autorizzazione scritta di A2A S.p.a. e TEHA Group S.p.a.

I contenuti del presente rapporto sono riferibili esclusivamente al lavoro di analisi e di ricerca, rappresentano l'opinione di TEHA Group e possono non coincidere con le opinioni e i punti di vista delle persone intervistate e coinvolte nello studio.

INDICE

PREFAZIONI	1
I MESSAGGI CHIAVE DEL <i>POSITION PAPER</i>	5
CAPITOLO 1	17
LE CITTÀ COME “CATALIZZATORI” DI SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE E L’EFFICIENZA COME ELEMENTO FONDANTE DELL’ECOSISTEMA URBANO	
1.1 Il fenomeno dell’urbanizzazione a livello internazionale e i numeri chiave del ruolo “catalizzatore” delle città in Italia	17
1.2 L’efficienza come caratteristica fondante dell’ecosistema urbano	23
1.3 I consumi energetici nelle città italiane a confronto con il resto del Paese	29
1.4 La necessità di combinare efficienza e qualità della vita nelle città	36
CAPITOLO 2	40
I CASI STUDIO E LE PROGETTUALITÀ DIRETTE A COMBINARE SOSTENIBILITÀ E QUALITÀ DELLA VITA NELLE CITTÀ ITALIANE	
2.1 Il rationale della scelta delle città e delle progettualità in ambito urbano	40
2.2 I casi studio per la decarbonizzazione e neutralità climatica delle città: esempi dalle città italiane	41
CAPITOLO 3	60
LE PRINCIPALI LEVE PER ACCRESCERE L’EFFICIENZA DELLE CITTÀ MIGLIORANDO LA SOSTENIBILITÀ URBANA E LA QUALITÀ DELLA VITA	
3.1 Le leve a disposizione per accrescere l’efficienza migliorando la sostenibilità e la qualità della vita nelle città	60
3.2 Gli investimenti necessari a dispiegare le leve di sviluppo identificate	84
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	88

Il presente *Position Paper* è stato realizzato da TEHA Group (da qui in avanti anche “TEHA”) per conto di A2A.

Hanno contribuito allo Studio per conto di A2A:

- **Renato Mazzoncini** (Amministratore Delegato e Direttore Generale)
- **Roberto Tasca** (Presidente)
- **Carlotta Ventura** (*Chief Communications, Sustainability and Regional Affairs Officer*)
- **Filippo Bonaccorsi** (*Chief Public Affairs*)
- **Lorenzo Giussani** (*Head of Strategy & Growth*)
- **Fabio Maisto** (*Head of Regional Affairs*)
- **Valentina Tamburini** (*Head of Strategy*)
- **Giuseppe Mariano** (*Head of Media Relations, Social Networking & Web*)
- **Silvia Merlo** (Responsabile *Media Relations*)
- **Domenico Deleo** (*Strategy*)
- **Lorenza Montaldi** (*Strategy*)
- **Alice Selva** (*Strategy*)

Lo Studio si è avvalso del contributo scientifico dell’Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS). A questo proposito, si ringraziano per i preziosi contributi e i suggerimenti offerti il Prof. **Enrico Giovannini** (Direttore Scientifico, ASviS) e il Dott. **Manlio Calzaroni** (Responsabile area “Attività e Progetti di Ricerca”, ASviS).

Il gruppo di lavoro TEHA Group è formato da:

- **Valerio De Molli** (*Managing Partner & CEO*)
- **Lorenzo Tavazzi** (*Senior Partner e Responsabile Area Scenari & Intelligence*)
- **Francesco Galletti** (*Senior Consultant, Area Scenari e Intelligence*)
- **Nicolò Serpella** (*Senior Consultant, Area Scenari e Intelligence*)
- **Giovanni Abramo** (*Consultant, Area Scenari e Intelligence*)
- **Camilla Ciboldi** (*Analyst, Area Food&Retail e Sustainability*)
- **Jenny Cirincio** (*Analyst, Area Scenari e Intelligence*)
- **Diego Medagli** (*Analyst, Area Scenari e Intelligence*)
- **Silvia Lovati** (*Associate Partner e Responsabile TEHA Club e Relazioni con i media*)
- **Fabiola Gnocchi** (*Team comunicazione*)
- **Ines Lundra** (*Assistant*)

PREFAZIONI

Le città sono il cuore pulsante del mondo moderno, fulcro della vita economica, sociale e culturale del nostro pianeta, ovunque in continua espansione. La densità di persone, edifici e veicoli genera economie di scala che possono rendere questi spazi urbani, contro intuitivamente, attori positivi della lotta contro il cambiamento climatico: qui avviene il maggior consumo di energia e risorse, ma qui si concentra anche l'opportunità di intervenire in modo efficace. Questi luoghi possono diventare laboratori di innovazione, dove politiche sostenibili e tecnologie verdi vengono sperimentate e adottate su larga scala. La partita per raggiungere la neutralità climatica va dunque giocata e vinta soprattutto nelle città.

Con il 60% della popolazione mondiale già residente nei centri urbani e una previsione di crescita al 70% entro il 2050, valore che in Italia sale oltre l'80%, le città continuano ad attrarre popolazione per le opportunità economiche, sociali e culturali che offrono: maggiori possibilità di impiego (le offerte di lavoro pro capite sono tre volte superiori), accesso a servizi sanitari, educativi e culturali avanzati (i posti letto pro capite negli istituti di cura sono 6 volte quelli nel resto del Paese e qui si concentra il 90% degli Atenei), miglioramento complessivo delle condizioni economiche e del benessere delle famiglie. Oggi nei capoluoghi di provincia italiani si genera circa il 60% del Pil nazionale a fronte di un consumo energetico del solo 29%.

Le crescenti tendenze all'urbanizzazione pongono evidentemente delle sfide epocali per le città, chiamate a combinare l'efficienza urbana con la sostenibilità ambientale e una buona qualità della vita, economica, lavorativa e sociale. Infatti, 6 priorità su 10 riportate dai Sindaci europei sono riconducibili a coniugare qualità della vita e sostenibilità.

Per accompagnare questa sfida, la Commissione Europea ha lanciato una iniziativa che vede 100 città europee (12% della popolazione) impegnate in un percorso accelerato di decarbonizzazione e miglioramento delle condizioni di vita, tra queste 9 sono italiane.

Il raggiungimento della neutralità climatica al 2050 richiede evidentemente uno sforzo straordinario che deve essere coordinato tra città, governi centrali e organismi internazionali, da cui ci si aspetta sostegno oltre che linee guida: l'Unione Europea ha infatti posto la sostenibilità al centro della sua agenda politica. Tra gli obiettivi del Green Deal Europeo rientra la definizione del ruolo chiave delle aree urbane attraverso iniziative legislative e finanziarie che interessano i diversi settori strategici, come l'energia, la mobilità, l'edilizia, i rifiuti e l'acqua. Già oggi, in media, nelle città italiane il consumo termico per unità di superficie è di circa un quinto inferiore rispetto al resto d'Italia e grazie alle economie di densità, le reti idriche, elettriche e del gas servono più abitanti per km di rete, è inoltre presente una maggiore offerta di opzioni alternative ai mezzi di trasporto privati di cui gli abitanti fanno maggiore uso rispetto al resto del Paese con conseguente minor impatto ambientale.

Questo studio, realizzato da A2A e The European House – Ambrosetti con il supporto di ASviS – Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, intende offrire una riflessione sul ruolo dei centri urbani nella transizione ecologica e sulle opportunità che quest'ultima può generare in

termini di sviluppo sostenibile. Il documento e le analisi riportate sono frutto della collaborazione tra esperti, rappresentanti istituzionali e operatori del settore.

I risultati dimostrano che, applicando le leve tecnologiche già oggi a disposizione, è possibile ridurre le emissioni delle città di oltre il 50% (in valori assoluti: 32 milioni di tonnellate di CO₂, pari all'anidride carbonica assorbita da 210 milioni di alberi), contribuendo in modo sostanziale al percorso verso la sostenibilità e migliorando la qualità della vita dei propri cittadini. Ne beneficerebbe anche l'attuale mix di consumi delle città, con un aumento del peso di energia elettrica, FER e calore di scarto, di 20 punti percentuali sul totale, riducendo l'uso di combustibili fossili.

La riqualificazione degli edifici è sicuramente una leva utile, ma richiede il supporto del settore pubblico. In termini di efficacia, l'analisi costi-benefici mostra che l'estensione del teleriscaldamento di nuova generazione, alimentato da fonti decarbonizzate (rifiuti, calore di scarto, rinnovabili) e l'elettrificazione dei consumi possono essere una strada più rapida e proficua in termini di abbattimento delle emissioni. Infatti, l'elettrificazione dei trasporti ridurrebbe la CO₂ emessa di oltre 16 milioni di tonnellate l'anno, il fotovoltaico distribuito, il teleriscaldamento e la gestione efficace del ciclo idrico e dei rifiuti possono abbattere l'anidride carbonica di altri 10 milioni di tonnellate all'anno. Strategie di decarbonizzazione che richiedono investimenti annuali per circa 10 miliardi di euro per un totale di 270 miliardi fino al 2050; investimenti attivabili anche grazie alla presenza e alla capacità economico-finanziaria di operatori industriali, tra cui A2A, che possono ricoprire un ruolo di abilitatore e partner contribuendo così ad accelerare il percorso verso la sostenibilità.

Come sempre la realizzazione di queste iniziative non può essere raggiunta che con un lavoro di sistema: richiede un impegno congiunto della pubblica amministrazione, di operatori industriali privati e dei cittadini, con la consapevolezza che solo grazie ad uno sforzo collettivo potremo abitare città non solo ospitali, ma anche fondamentali per l'equilibrio generale del pianeta.

La strada però è ancora lunga: l'ultimo rapporto ASviS sugli obiettivi di sviluppo sostenibile rileva che per il Goal 11 ("Città e comunità sostenibili") il quadro è "decisamente insoddisfacente". La costruzione della sostenibilità urbana deve essere considerato un impegno non procrastinabile, a volte apparentemente faticoso nel breve periodo ma l'unico possibile per una visione di lungo periodo.

Renato Mazzoncini

Amministratore Delegato e Direttore Generale, A2A

“Il cambiamento è la legge della vita e chi guarda solo al passato o al presente è certo di non vedere il futuro.”

John F. Kennedy

Il futuro della popolazione mondiale è “urbano”: oggi, più della metà della popolazione mondiale vive in aree urbane (58,3%), una percentuale doppia rispetto a quello del 1950 (29,6%). In Italia, secondo le stime delle Nazioni Unite, oggi oltre il 70% della popolazione vive in aree urbane, con una previsione di arrivare fino all’80% al 2050.

Risulta evidente, quindi, come l’urbanizzazione rappresenti un processo socioeconomico inevitabile, in grado di trasformare in modo sostanziale la distribuzione spaziale delle comunità dalle aree rurali a quelle urbane e la struttura demografica e occupazionale della società.

Infatti, le città rappresentano luoghi all’interno dei quali, grazie al capitale sociale e alla concentrazione di imprese in esse presenti, possono svilupparsi l’imprenditorialità e l’innovazione tecnologica. Più in generale, rappresentano dei centri di sviluppo all’interno dei quali l’interazione tra le entità economico-produttive e il tessuto istituzionale forniscono l’infrastruttura immateriale necessaria per la condivisione di conoscenze e informazioni. Inoltre, le economie di densità e la propensione all’innovazione tecnologica in esse presenti, possono determinare una disponibilità più ampia di infrastrutture fisiche e servizi (pubblici e privati) di maggiore qualità come, ad esempio, l’istruzione e l’assistenza sanitaria più accessibili rispetto alle aree rurali.

Per questi motivi, insieme ai colleghi di A2A e con il contributo scientifico di ASviS – Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, abbiamo deciso di realizzare un importante Studio che qualifichi la centralità delle città e la loro efficienza, valorizzando la combinazione tra percorsi di decarbonizzazione e miglioramento della qualità della vita. In particolare, il perimetro di analisi dello Studio è quello dei 112 Comuni capoluogo (nel Rapporto definiamo i 112 Comuni capoluogo come “città”), che in Italia coprono il 7% della superficie nazionale, rappresentano il 30% della popolazione e generano il 60% del PIL del Paese.

Tali città si caratterizzano per un’efficienza intrinseca, che nello Studio è stata valutata su tre livelli: termica degli edifici, di servizi a rete e di mobilità. Infatti, le città italiane richiedono minor consumo termico per unità di superficie rispetto al resto del Paese (-21%), generano economie di densità per le reti idriche, elettriche e gas (basti pensare che le utenze allacciate alla rete elettrica e del gas per km di rete sono circa 5 e 3 volte il resto del Paese) e sostengono un minor utilizzo dei mezzi individuali per gli spostamenti (+54% di TPL e di modalità sostenibili in città rispetto al resto d’Italia). Questa efficienza intrinseca, a sua volta, comporta anche un’efficienza complessiva dei consumi rispetto al PIL generato: infatti, le Città in Italia consumano il 29% del totale energetico nazionale a fronte di circa il 60% del PIL.

Nonostante l’efficienza che caratterizza le città, la concentrazione di attività nelle aree urbane rende necessario nei prossimi anni combinare tale efficienza con una crescente sostenibilità

e qualità della vita: nel 2050, con l'attuale *trend* di urbanizzazione, le emissioni delle città italiane potrebbero crescere del 18%.

A tal fine, nello Studio sono state identificate delle città in cui si stanno portando avanti progettualità dirette proprio a coniugare e accrescere qualità della vita e sostenibilità nei propri territori. Nel dettaglio, TEHA ha individuato 7 città esemplificative in tal senso (Milano, Brescia, Messina, Bergamo, Varese, Cremona e Cosenza), trasversalmente all'area geografica di appartenenza e alla classe dimensionale. Ciascuna delle città identificate riporta un diverso ricorso e *mix* di leve sul proprio territorio, come l'installazione di impianti fotovoltaici, il ricorso al teleriscaldamento, l'adozione di modelli virtuosi di *waste management*, l'elettrificazione della flotta TPL, l'abilitazione di un'illuminazione pubblica più sostenibile e la creazione di isole di verde urbano e la piantumazione di alberi.

A partire dall'analisi delle città esemplificative individuate, nello Studio sono state identificate le leve tecnologiche e di servizio che, all'interno del paradigma della *Smart City*, prendendo in considerazione come orizzonte temporale il 2050 o, dove possibile, è stato ipotizzato il pieno dispiegamento del relativo potenziale sulla base della tecnologia attuale. In sintesi, secondo le stime di TEHA, tramite l'applicazione delle leve individuate, si potrebbero ridurre le emissioni nelle città di circa il 50%, incrementando l'elettrificazione, le FER e il calore derivato nel *mix* di consumo delle città di 20 punti percentuali a fronte di un investimento – da qua al 2050 – pari a circa 10 miliardi di Euro all'anno.

In questo scenario, gli operatori industriali hanno un ruolo abilitante e strategico nella realizzazione della *Smart City* e nel rendere possibile il processo di decarbonizzazione e miglioramento dell'efficienza e della qualità della vita nelle città italiane, attivando le leve individuate.

Questo ambizioso Studio non sarebbe stato possibile senza l'impegno dei vertici di A2A, a partire da Renato Mazzoncini, Roberto Tasca, Carlotta Ventura e tutto il *team*, nell'approfondire un tema di importanza strategica presente e futura per il nostro Paese. Ci tengo molto a ringraziare per il contributo scientifico anche Enrico Giovannini e Manlio Calzaroni di ASviS. Infine, un sentito ringraziamento va al *team* TEHA formato dal sottoscritto e da Lorenzo Tavazzi, Nicolò Serpella, Francesco Galletti, Giovanni Abramo, Diego Medagli, Federica Riccio, Jenny Cirincio, Camilla Ciboldi, Silvia Lovati, Fabiola Gnocchi e Ines Lundra.

Valerio De Molli

Managing Partner & CEO, The European House - Ambrosetti e TEHA Group

I MESSAGGI CHIAVE DEL *POSITION PAPER*

- 1. Nel 2007, per la prima volta, la popolazione mondiale che vive in aree urbane ha superato quella che vive in aree rurali. L'urbanizzazione è un trend che riguarda trasversalmente tutte le aree del mondo: dal 1950 ad oggi, la percentuale di popolazione urbana è raddoppiata passando da 29,6% a 58,3% del totale con previsione di arrivare fino al 70% al 2050.**

Nel 2007, per la prima volta nella storia, la popolazione mondiale residente nelle aree urbane ha superato quella nelle aree rurali (**50,1%** contro **49,9%**). Dal 2007 al 2024, la quota di abitanti residenti in aree urbane è salita ulteriormente raggiungendo il **58,3%** e la previsione è che possa raggiungere circa il **70% entro il 2050**. Da questi dati risulta evidente come il futuro della popolazione mondiale sia “urbano”, e dunque il panorama globale sarà caratterizzato da una trasformazione sostanziale non solo della distribuzione spaziale, ma anche della struttura demografica e occupazionale della società.

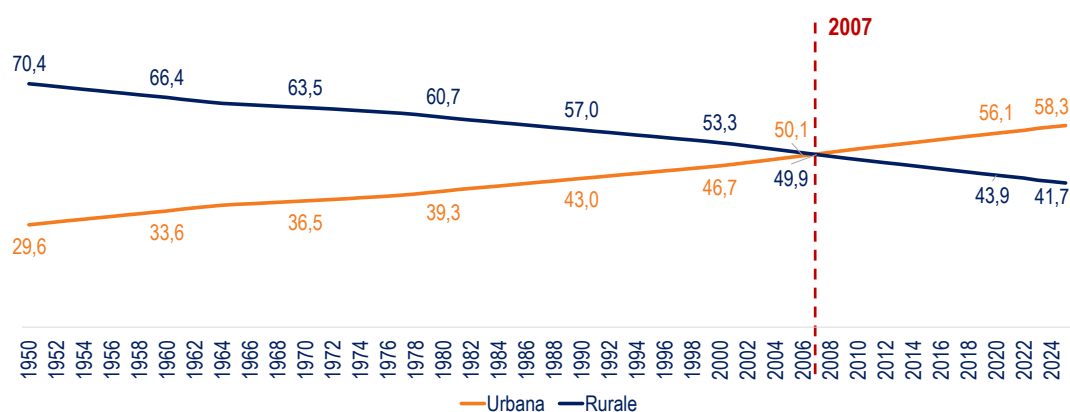


Figura I. Percentuale di popolazione mondiale residente nelle aree urbane e nelle aree rurali (valori percentuali su totale popolazione), 1950-2025. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Nazioni Unite, 2024.

Parallelamente alla crescita generale dell'urbanizzazione, crescono anche i “luoghi” dove tale processo si riverbera con i suoi effetti, ovvero le città. In particolare, lo sviluppo delle città sta favorendo il fenomeno delle “**mega-città**”, ovvero le aggregazioni urbane con più di 10 milioni di abitanti. Attualmente, nel mondo se ne contano **44**, di cui 25 localizzate nel continente asiatico e le altre 19 nel resto del mondo.

L'Italia, ad oggi, presenta la minore percentuale di popolazione residente nelle aree urbane tra i *Big-5* europei (oltre all'Italia, si considerino UK, Francia, Spagna e Germania), pari al **72,6%**. Questo dato è inferiore di 5,4 punti percentuali rispetto a quello registrato in Germania (78,0%), -9,5 punti percentuali rispetto alla Spagna (82,1%), -9,7 punti percentuali rispetto alla Francia (82,3%) e -12,5 punti percentuali rispetto a UK (85,1%). Secondo le stime delle Nazioni Unite, al **2050** in Italia si prevede una percentuale di popolazione residente nelle aree urbane pari all'**81,1%**. Questo valore, superiore di 8,5 punti percentuali rispetto a quello atteso per il 2025, indica una crescita più elevata rispetto a quella dei *peer* europei.

2. I trend di urbanizzazione si legano al ruolo «catalizzatore» economico e sociale delle città. In Italia, nei 112 comuni capoluogo – che coprono il 7% della superficie nazionale – si concentra il 30% della popolazione e il 60% del PIL generato nel Paese.

La crescita costante della popolazione nelle aree urbane è riconducibile al sempre più pronunciato ruolo “**catalizzatore**” economico e sociale dei centri urbani, i quali offrono ai cittadini maggiori e diverse opportunità economiche e l’accesso diretto a un più ampio spettro di servizi. Per qualificare il ruolo “catalizzatore” delle città in Italia, lo Studio ha considerato un perimetro di analisi che considera i **112 comuni capoluogo di provincia**.

All’interno del contesto nazionale, a fronte del **7% di superficie occupata**, le città italiane (intese quindi come i 112 comuni capoluogo) rivestono un ruolo centrale dal punto di vista demografico, sociale ed economico, dal momento che accolgono il **30% della popolazione** e sono responsabili per il **60% del PIL generato dal Paese**. Anche dal punto di vista economico i comuni capoluogo registrano delle *performance* migliori, con una crescita del PIL negli ultimi 10 anni pari al 18% rispetto al 15% osservato nel resto del territorio nazionale.

Inoltre, le **economie di densità** e la propensione all’innovazione tecnologica presenti nelle città determinano una **disponibilità più ampia di infrastrutture fisiche e servizi** rispetto al resto del Paese. Ad esempio, le **offerte di lavoro pro-capite** nelle aree urbane sono **circa tre volte superiori** rispetto a quelle disponibili nel resto del territorio, il **90% degli Atenei** e il **92% degli studenti** iscritti all’Università sono concentrati nelle città, così come il **62% dei teatri** e il **40% delle biblioteche**. Il ruolo delle città emerge anche tenendo in considerazione i servizi socio-sanitari: i **posti letto negli istituti di cura pro-capite** sono circa **6 volte superiori** rispetto alla media nazionale, la **copertura di asili-nido** per abitanti di età 0-2 anni supera di **10 punti percentuali** quella delle altre aree e, infine, i **posti per km** del trasporto pubblico *pro-capite* sono **1,5 volte superiori** rispetto al resto del Paese.

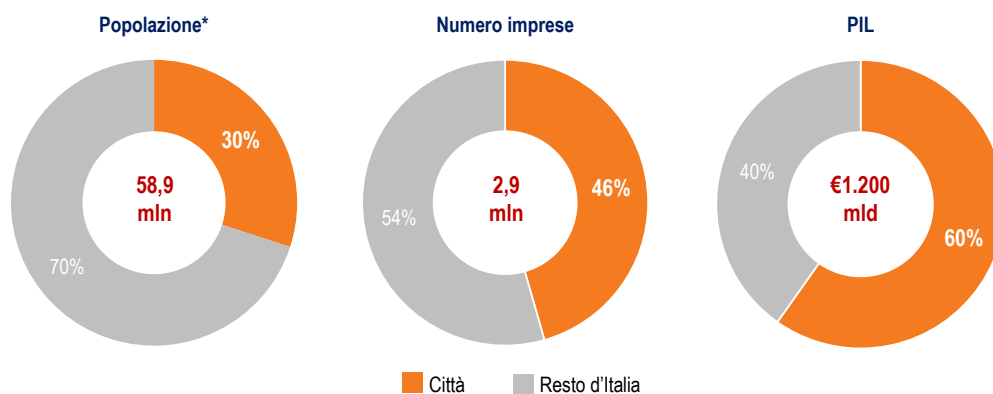


Figura II. A sinistra: popolazione; al centro: numero imprese; a destra: PIL dei comuni capoluogo italiani (valori percentuali sul totale italiano), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati AIDA e ISTAT, 2024.* N.B.: Sono state escluse dal calcolo delle imprese le *holding*. Il PIL qui considerato esclude i settori dell'industria e dell'agricoltura. (*) I 112 Comuni capoluogo rientranti nel perimetro di analisi costituiscono il 9% dei Comuni italiani con più di 10 mila abitanti (1.205 in totale), definiti dall'ONU come aree urbane. In termini di popolazione, i 112 Comuni capoluogo ospitano quasi 18 milioni di abitanti (30% del totale nazionale) a fronte di 41 milioni di abitanti (70% del totale nazionale) residenti nei Comuni con più di 10 mila abitanti.

3. Le città si caratterizzano per un'efficienza intrinseca, valutata su 3 livelli: termica degli edifici, di servizi a rete e di mobilità. Le città italiane richiedono minor consumo termico (-21% per unità di superficie), generano economie di densità per le reti idriche, elettriche e gas (le utenze allacciate alla rete elettrica e del gas per km sono rispettivamente circa 5 e 3 volte il resto del Paese) e necessitano di un minor utilizzo dei mezzi individuali per gli spostamenti (+54% di TPL e di modalità sostenibili in città vs. resto d'Italia).

Le città sono intrinsecamente strutturate per essere efficienti, valorizzando le **economie di rete e di aggregazione**. In questo senso, TEHA ha analizzato l'efficienza delle città lungo tre dimensioni: **termica degli edifici, di servizi a rete e della mobilità**.

L'efficienza termica degli edifici è stata quantificata attraverso l'elaborazione di un modello proprietario basato sul concetto di dispersione della temperatura attraverso le pareti esposte all'esterno: a parità di fascia climatica, fonte energetica utilizzata e classe energetica dell'edificio, un'unità abitativa con un minor numero di pareti esposte all'aria necessita di un consumo energetico inferiore per il riscaldamento di un'unità di superficie, rispetto a un'unità abitativa con più pareti esposte. Di conseguenza, la **quantità di energia consumata per unità di superficie è inversamente proporzionale al numero di unità abitative che compongono un edificio**. Attraverso questo modello è stato calcolato che nelle città sia necessario un dispendio energetico per unità di superficie circa il **21% inferiore** al resto del Paese, principalmente dovuto alla maggiore concentrazione in aree urbane di edifici composti da elevati numeri di unità abitative.

L'efficienza dei servizi a rete è stata analizzata per tre diverse tipologie di servizi: **rete idrica**, rete di **distribuzione elettrica** e rete di **distribuzione gas**. Grazie alle economie di

densità, i servizi a rete nelle città servono più utenze per km quadrato con conseguente maggiore intensità di flusso per km. Per quanto riguarda le **reti idriche**, il numero di abitanti serviti per km è **3,4 volte superiore** nelle città rispetto al resto del Paese, con conseguente **riduzione delle perdite idriche pari a 8,4 punti percentuali**. Relativamente alla rete di **distribuzione elettrica**, il numero di utenze allacciate per km di rete nelle città è di **circa 5 volte superiore** al resto d'Italia, mentre il carico di **energia distribuita** corrisponde a 0,35 GWh/km, ovvero circa il **doppio** rispetto al resto del Paese. Simile è l'evidenza relativa alle reti di distribuzione **gas**: nelle città, il numero di utenze per km di rete risulta **3,0 volte superiore** rispetto al resto d'Italia, mentre il **gas per km di rete distribuito** nelle città risulta superiore di **2,4 volte**.

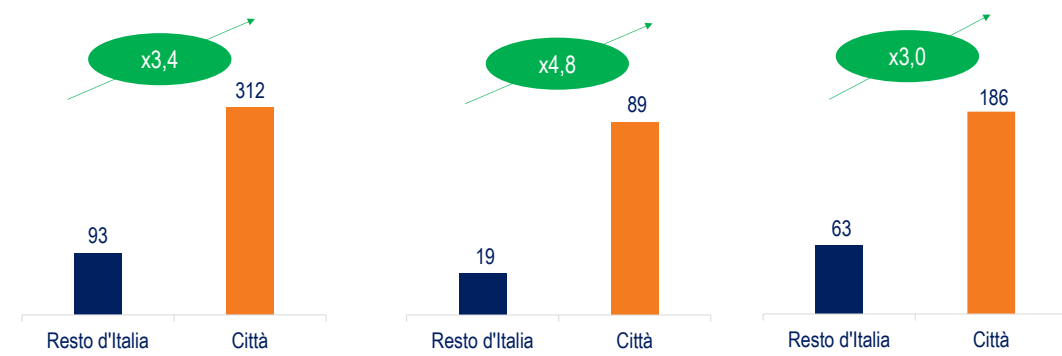


Figura III. A sinistra: abitanti serviti per km di rete idrica (numero di abitanti/km), 2020 o ultimo anno disponibile, Al centro: Utenze allacciate per km di rete elettrica (numero di utenze/km), 2024 e A destra: utenze allacciate per km di rete gas (numero di utenze/km), 2022 o ultimo anno disponibile. *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.*

Per quanto riguarda la **mobilità**, le città presentano una maggiore offerta di opzioni alternative al trasporto privato, come ad esempio il **trasporto pubblico** (con un'offerta **superiore per oltre il 47%** a quella del resto del Paese), i servizi di **sharing** e le **piste ciclabili**. Tale caratteristica si traduce in un minore utilizzo di mezzi di trasporto privati da parte dei cittadini (54% in meno), a favore di alternative più *green*, ovvero mezzi di trasporto pubblici, bicicletta o spostamenti a piedi.

4. L'efficienza intrinseca delle Città comporta anche un'efficienza complessiva dei consumi rispetto al PIL generato. Oggi, infatti, le città consumano il 29% del totale energetico nazionale, a fronte di circa il 60% del PIL.

Le valutazioni sull'efficienza della città e le prospettive di decarbonizzazione e miglioramento delle qualità della vita non possono prescindere da un'analisi dei consumi e delle emissioni delle città in termini assoluti e relativi ai consumi nazionali.

Partendo da questo presupposto, TEHA ha elaborato metodologie proprietarie per il calcolo dei consumi e delle emissioni delle città italiane, associati al perimetro di analisi dello Studio. I consumi sono stati calcolati per fonte energetica: **energia elettrica, prodotti petroliferi, gas naturale, calore derivato e fonti energetiche rinnovabili (FER)**. I dati relativi ai consumi urbani di gas ed elettricità sono forniti direttamente dal

Rapporto “Ambiente Urbano” realizzato da Istat e con dati disaggregati al livello di comune capoluogo. Per quanto riguarda prodotti petroliferi e FER, invece, sono state elaborate analisi *ad hoc*. Per i **prodotti petroliferi**, il ruolo dominante è quello della componente dei **trasporti**; in questo senso TEHA ha elaborato un modello *bottom-up* a partire dalla concentrazione di veicoli nei comuni capoluogo, per calcolare i consumi relativi a tale fonte. Per quanto riguarda le **FER**, invece, il settore dominante è quello **residenziale**, e di conseguenza il calcolo di TEHA ha utilizzato come punto di partenza le tipologie di impianti di riscaldamento negli edifici residenziali situati nelle città e nel resto del Paese. Nel complesso, i consumi cittadini del 2022 ammontano a circa **24 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio** (Mtep), rappresentando circa il **29% dei consumi complessivi nazionali**¹.

In particolare, il mix di consumo è costituito per il **31% da energia elettrica, calore derivato e FER**, per il **32% da prodotti petroliferi** e per il **37% da gas naturale**.

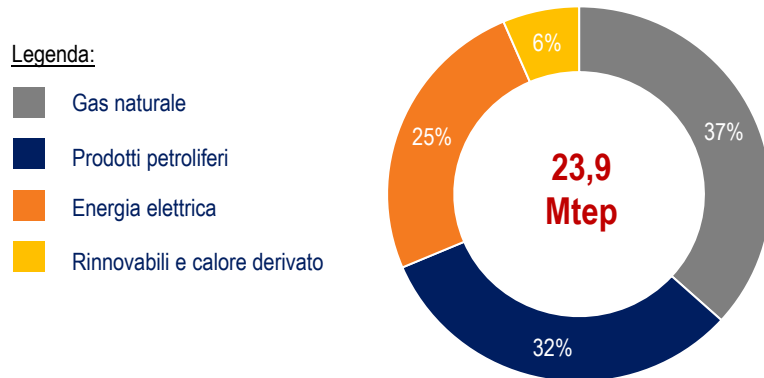


Figura IV. Mix dei consumi finali nei comuni capoluogo per fonte (valore % su totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ACI, Istat e ARERA, 2024.

Dal momento che le città sono responsabili per il **29% dei consumi nazionali** e per il **60% del PIL**, è interessante analizzare **l’efficienza energetica del sistema**, relazionando i consumi energetici e il valore economico. A questo scopo, TEHA ha calcolato un indice di intensità energetica, dato dal rapporto tra consumi energetici (Tep) e milioni di euro di PIL. Le città presentano una significativa efficienza rispetto al resto del Paese, necessitando di circa 32 Tep per produrre un milione di euro di PIL, contro i 116 Tep del resto del Paese.

¹ Il valore per l’incidenza delle città è stato calcolato al netto dei consumi legati a industria e agricoltura. Analizzando tutti i *Climate City Contracts* sottoposti dalle città coinvolte nel programma alla Commissione europea, è emerso che il settore agricolo pesa in media lo 0,5% del consumo energetico finale mentre quello industriale circa il 3%.

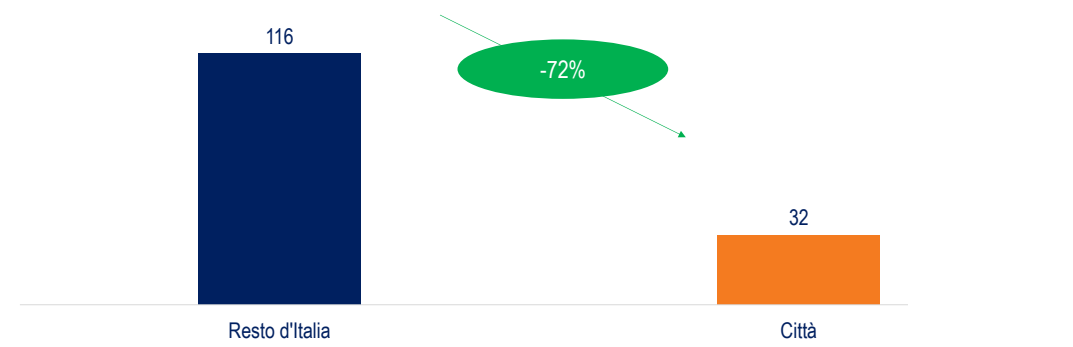


Figura V. Indice di intensità energetica in città e nel resto d'Italia (consumo finale di energia, TEP/PIL in milioni di euro), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Eurostat, Istat e fonti varie, 2024.

- 5. La concentrazione di attività nelle aree urbane rende necessario combinare l'efficienza con una crescente sostenibilità e qualità della vita: nel 2050, con l'attuale trend di urbanizzazione, le emissioni dei capoluoghi italiani potrebbero crescere del 18%². Infatti, 6 priorità su 10 tra quelle riportate dai sindaci europei sono riconducibili al giusto equilibrio tra qualità della vita e sostenibilità. Per valorizzare questa necessità, la Commissione europea ha lanciato una iniziativa che vede 100 città europee (12% della popolazione europea) impegnate in un percorso di decarbonizzazione e miglioramento della qualità della vita.**

Nonostante, come riportato nei Messaggi Chiave 3 e 4, le città dimostrino un'efficienza intrinseca, secondo i dati riportati nei Messaggi Chiave 1 e 2 dovranno accogliere un numero sempre crescente di persone nei prossimi anni. Questo incremento della popolazione urbana metterà a dura prova le infrastrutture urbane, richiedendo pianificazione e risorse idonee a mantenere livelli di efficienza adeguati. Considerando l'attuale trend di urbanizzazione e ipotizzando una crescita degli abitanti nei comuni capoluogo italiani dai 17,7 milioni del 2025 ai **20,9 milioni del 2050**, le emissioni di CO₂ in queste aree potrebbero crescere del **18%**. È dunque sempre più importante per le città **combinare l'efficienza con crescenti livelli di sostenibilità e qualità della vita.**

A testimonianza dell'urgenza e importanza di migliorare la qualità della vita anche attraverso la decarbonizzazione e la maggiore sostenibilità delle città, i risultati emersi dall'Eurocities Pulse Mayors Survey del 2024 mostrano come i sindaci europei, intervistati riguardo le priorità per la propria città, abbiano inserito ai primi 6 posti della *top ten* opzioni riconducibili a sostenibilità e qualità della vita. In particolare, il **cambiamento climatico** è emerso come la priorità principale (67%), seguito da **equità e inclusione sociale** (31%), **abitazione a prezzi accessibili** (30%), **mobilità sostenibile** (28%), **pianificazione urbana e infrastrutture** (24%) e **sicurezza delle città** (20%).

² È stato ipotizzato il mantenimento delle emissioni *pro capite* attuali.



Figura VI. Percentuale di risposte alla domanda «Qual è, secondo Lei, la priorità per la sua città?» (valori percentuali, prime 10 risposte), 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Eurocities, Pulse Mayors Survey, 2024.

La maggiore sostenibilità nelle città rappresenta un tema centrale anche nelle attese dei sindaci europei rispetto ai temi prioritari che dovranno essere affrontati dalla prossima Commissione europea. In particolare, le nuove aspettative riguardano maggiori investimenti in mobilità urbana sostenibile (55%), l'accesso agli alloggi a prezzi accessibili (54%) e una strategia e una visione a lungo termine per l'Ue e le città (49%). In questo senso, la Commissione europea, consapevole delle sfide che attendono le città nei prossimi anni, nell'aprile 2022 ha selezionato **100 città dell'Unione e 12 di Paesi associati a Horizon Europe** che contribuiranno all'obiettivo di creare centri urbani *smart* e a impatto climatico zero entro il 2030. In particolare, con riferimento all'Italia, sono state selezionate 9 città: Bergamo, Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino.

Secondo un sondaggio della Commissione somministrato nel 2023, nel nostro Paese il **79,5% dei cittadini** si dichiara **soddisfatto** di vivere nella propria città; tuttavia, questa percentuale ci colloca al terzultimo posto tra i Paesi UE-27. In questo quadro, l'Italia si rivela un Paese con **ampi margini di sviluppo** e in cui interventi che combinino potenziale di decarbonizzazione e miglioramento della qualità della vita possono avere un impatto maggiore.

6. Già oggi vi sono in Italia delle città in cui si stanno portando avanti progettualità dirette a coniugare e accrescere qualità della vita e sostenibilità nei propri territori. TEHA ne ha individuate 7 esemplificative in tal senso, con l'obiettivo di stimolare il dibattito sulle potenzialità degli interventi di transizione energetica ed economia circolare.

Con l'obiettivo, da un lato, di valorizzare attraverso **esempi concreti** l'importanza di combinare l'efficienza intrinseca dei sistemi urbani con interventi diretti alla riduzione delle emissioni inquinanti generate nelle città e, dall'altro lato, di delineare una **base rispetto alle leve di sviluppo** che saranno identificate e quantificate per la generalità

delle città italiane nel Messaggio Chiave 7, TEHA ha identificato **7 città italiane**, da nord a sud del Paese, in cui si stanno portando avanti progettualità per accrescere la qualità della vita e il livello di sostenibilità: **Milano, Brescia, Messina, Bergamo, Varese, Cremona e Cosenza**.

Milano è una delle città italiane più all'avanguardia per decarbonizzazione e miglioramento della qualità della vita, vantando il più grande impianto **fotovoltaico** su tetto del Paese³, **390 km** di rete di **teleriscaldamento**, lo **0% dei rifiuti conferiti in discarica** – il 63% destinato al recupero di materia e il 37% alla termovalorizzazione, con recupero di energia e calore – il **94% di illuminazione pubblica a LED** e una **mobilità elettrica** che la pone nella **top ten** delle metropoli europee, sostenuta da crescenti investimenti nella rete elettrica per soddisfare la crescente elettrificazione dei consumi.

La città di **Brescia** si distingue per il sistema Ambiente-Energia caratterizzato da un'ampia diffusione del **teleriscaldamento**, ben **682 km** di rete che portano calore in circa il 70% della volumetria riscaldabile dell'area urbana, e dalla circolarità del **waste management**: lo **0%** dei rifiuti è conferito in discarica e il **76%** dell'energia prodotta deriva dalla loro valorizzazione.

Messina è stata protagonista di notevoli investimenti e progressi tra il 2018 e il 2024, riguardanti principalmente l'illuminazione pubblica, la raccolta differenziata e il potenziamento ed elettrificazione della flotta di trasporto pubblico.

Nella città di **Bergamo** il **termovalorizzatore**, attivo dal 2003, permette un conferimento in discarica pari allo **0%** e costituisce la principale fonte di generazione di calore nel comune. Inoltre, è in fase di sviluppo la realizzazione, da parte di Uniacque Bergamo, di un impianto **fotovoltaico** a tetto con potenza di 6 MW.

Varese è la prima città in Lombardia per diffusione di impianti **fotovoltaici** di piccola taglia, contando inoltre 2 impianti di **teleriscaldamento**, la totalità dell'illuminazione pubblica a **LED**, e rientrando nei primi 15 comuni capoluogo italiani per elettrificazione della flotta di trasporto pubblico.

Anche **Cremona** è un esempio virtuoso per quanto riguarda la transizione verso una mobilità pubblica elettrica, con l'obiettivo di raggiungere il **100% entro il 2026**. Inoltre, la città è dotata di 59 km di rete di teleriscaldamento servita dal termovalorizzatore che gestisce i rifiuti del territorio, del 91% di illuminazione pubblica a **LED** e di 600 km di fibra.

Cosenza vanta un tasso di raccolta differenziata ben al di sopra della media dei comuni capoluogo e una flotta di mezzi di trasporto pubblico con livelli di emissioni inferiori rispetto alla norma del settore.

³ Si fa riferimento all'impianto installato a Rho Fiera, che conta 50.000 pannelli fotovoltaici per una produzione annuale attesa di 22 GWh.

7. Ad oggi sono disponibili una serie di leve tecnologiche e di servizio che rappresentano le soluzioni più efficienti, in termini di costo-beneficio, per la riduzione delle emissioni e per le quali gli operatori industriali possono fungere da abilitatori e *partner*. Tali leve potrebbero ridurre le emissioni nelle città di circa il 50%, con un investimento annuo di 10 miliardi di euro, incrementando l'elettrificazione, le FER e il calore derivato nel mix di consumo delle città di oltre 20 punti percentuali.

Gli esempi dei sette capoluoghi presentati nel Messaggio Chiave 6 indicano la strada da seguire verso un percorso che vede le città italiane impegnarsi nella decarbonizzazione, sostenibilità e miglioramento della qualità della vita nel loro complesso. Di conseguenza, TEHA ha identificato una serie di leve tecnologiche e di servizio in grado di **accrescere la loro efficienza e competitività, migliorando al tempo stesso la qualità della vita dei cittadini e la sostenibilità urbana**, che ricadano all'interno del più ampio paradigma di **Smart City**⁴. Le principali leve analizzate da TEHA sono presentate nella Figura VII.

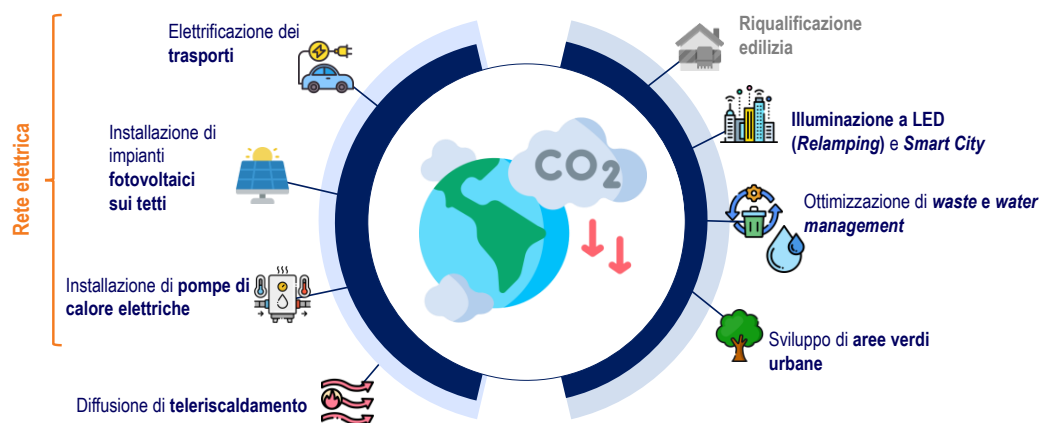


Figura VII. Le principali leve per il miglioramento della qualità della vita e la neutralità climatica nelle città. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024. N.B.: In blu le leve tecnologiche e di servizio focus dello Studio. Con il termine Città italiane si fa riferimento al perimetro dello Studio dei 112 comuni capoluogo.

Nello specifico, i primi tre interventi identificati nello schema – ovvero **elettrificazione dei trasporti, installazione di impianti fotovoltaici sui tetti e pompe di calore elettriche** – sono accomunati dall'essere abilitati e supportati dal contestuale **rafforzamento e potenziamento della rete di distribuzione elettrica**, che infatti assume un **ruolo strategico e di strumento abilitante** per tutte queste leve. Il potenziamento della rete appare fondamentale alla luce della crescente elettrificazione dei consumi e del conseguente aumento della domanda di energia elettrica, che si traduce in un **aumento del picco di carico**, previsto passare dai 50 GW del 2023 ai circa 86 del 2050.

⁴ Con *Smart City* si intende l'ecosistema di infrastrutture urbane in cui coesistono servizi digitali avanzati e soluzioni sostenibili e che rappresenta l'orizzonte evolutivo verso cui tendono le città.

L'elettrificazione dei trasporti su strada è un *driver* rilevante per la decarbonizzazione dei consumi energetici, soprattutto all'interno del contesto europeo, dove il trasporto su strada incide per circa un quinto delle emissioni di CO₂ dell'intera UE. Il *framework* metodologico adottato per il calcolo delle opportunità di decarbonizzazione del settore dei trasporti nei comuni capoluogo ha considerato i cambiamenti nel parco circolante: la **riduzione del parco autoveicoli e la progressiva sostituzione di auto, Light Commercial Vehicle (LCV) e autobus con relativi modelli elettrici**. L'elettrificazione del settore dei trasporti potrebbe determinare una riduzione delle relative emissioni di CO₂ pari a **16,4 milioni di tonnellate**, circa il **27%** delle emissioni totali dei comuni capoluogo considerati nello Studio.

Sfruttando il massimo potenziale del **fotovoltaico**⁵, sui tetti dei comuni capoluogo italiani è possibile installare circa **15 GW di potenza fotovoltaica**, pari a circa tre volte la capacità totale installata in Italia nel 2023. Tali impianti potrebbero generare **17,2 TWh** di energia elettrica, evitando **4,8 milioni di tonnellate di CO₂**, circa l'**8%** delle emissioni totali dei comuni capoluogo.

Le **pompe di calore elettriche** rappresentano un'alternativa più efficiente, elettrica e rinnovabile alle caldaie a gas. Lo scenario elaborato da TEHA prevede l'installazione di pompe di calore in tutti gli edifici riqualificati tra il 2024 e il 2050 assumendo un tasso di riqualificazione derivante dalla direttiva "case green" fino al 2030, e un tasso dalla velocità leggermente ridotta negli anni successivi, portando a una riduzione delle emissioni del settore residenziale di **4,8 milioni di tonnellate di CO₂**, circa l'**8%** delle emissioni totali delle città.

Raggiungendo il massimo potenziale di teleriscaldamento nei territori italiani si potrebbe arrivare a una fornitura di calore pari a **4 volte i livelli attuali**, abilitando una riduzione delle emissioni di CO₂ nelle città di **1,7 milioni di tonnellate**.

Ottimizzare servizi come l'illuminazione pubblica, *water* e *waste management*, inoltre, apporterebbe una riduzione significativa delle emissioni di CO₂ nelle città. Ipotizzando la sostituzione della totalità dei punti luce pubblici con **illuminazioni a LED** i consumi del settore diminuirebbero del **42% rispetto ai livelli attuali**. Per quanto riguarda il **waste management**, TEHA ha previsto **l'azzeramento del tasso di conferimento in discarica** di tutti i rifiuti prodotti nei comuni capoluogo italiani entro il 2050. In questo scenario potenziale il 65% dei rifiuti urbani sarebbe destinato al riciclo e il 35% al recupero energetico, riducendo le emissioni di CO₂ di **2,8 milioni di tonnellate**, pari a circa al 4,5% delle emissioni totali delle città. Con riferimento al **water management** invece, TEHA ipotizza un allineamento di tutti i capoluoghi italiani alle 5 città del Paese più virtuose in termini di perdite idriche percentuali. In questo modo, a parità di volumi di acque immessi

⁵ Tale calcolo prende in considerazione l'effettiva adeguatezza di un tetto all'installazione di impianti fotovoltaici, sulla base di caratteristiche quali l'orientamento del tetto ed eventuali vincoli di natura urbanistica, ambientale o architettonica.

nella rete, si **risparmierebbe circa il 37% dei volumi idrici consumati attualmente nelle città.**

Infine, significativa per la riduzione delle emissioni è la quantità di alberi presenti nelle città, dal momento in cui hanno una consistente capacità di assorbimento dei gas serra e altri inquinanti, quali PM₁₀ e PM_{2.5}. TEHA ha calcolato che, se tutte le città italiane si allineassero al **numero di alberi pro capite** dei 3 comuni capoluogo più virtuosi, entro il 2050 si pianterebbero circa **7,8 milioni di alberi**. Se questi ultimi fossero selezionati tra le specie con il maggior tasso di assorbimento di anidride carbonica annuo, entro il 2050 le piante assorbirebbero circa **1,1 milioni di tonnellate di CO₂** in più rispetto al 2022.

Complessivamente, le leve tecnologiche e di servizio identificate da TEHA porterebbero a una **riduzione delle emissioni di CO₂ pari a circa il 52% delle emissioni totali delle città nel 2022.**

Tale decremento deriverebbe anche dalla variazione del *mix* energetico delle città, abilitata dalle leve qui identificate. L'incidenza dell'energia elettrica e di calore derivato e rinnovabili aumenterebbe di **20 punti percentuali** (da 31% a 51%), mentre l'incidenza di prodotti petroliferi e gas naturale si ridurrebbe dal 69% del 2022 al 49% nello scenario potenziale elaborato da TEHA.

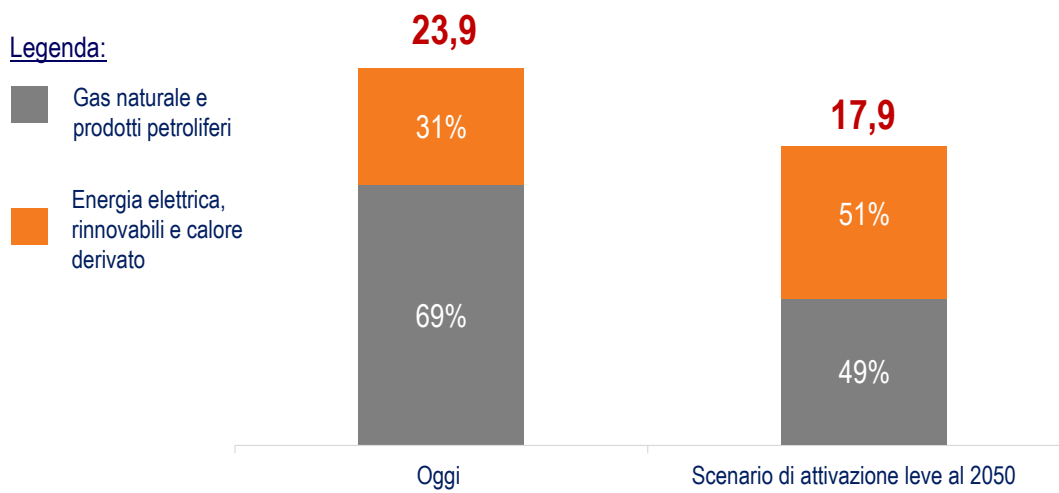


Figura VIII. Mix dei consumi energetici delle città per fonte prima e dopo lo scenario di attivazione delle leve al 2050 (milioni di tonnellate di petrolio equivalente e valore % su totale). Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

L'abilitazione delle leve tecnologiche e di servizio identificate, a cui si aggiunge il fattore abilitante costituito dalla rete elettrica, richiederebbe **investimenti** per un valore complessivo di circa **270 miliardi di euro**, ovvero **10 miliardi di euro all'anno**. Nel contesto dei costi delineato, gli operatori industriali possono assumere un ruolo diretto o agire come *partner* abilitatori nell'attivazione delle leve individuate.

Leva	Investimento (miliardi di euro)	Ruolo degli operatori industriali
Trasporti (mezzi privati)	~165	Abilitatore e <i>partner</i>
Fotovoltaico sui tetti	~30	Abilitatore e <i>partner</i>
Pompe di calore	~9	Abilitatore e <i>partner</i>
Verde Urbano	~0,4	Abilitatore e <i>partner</i>
Potenziamento rete elettrica	~38	Investimenti diretti
Trasporti (punti di ricarica e TPL <i>green</i>)	~15	Investimenti diretti
Teleriscaldamento	~12	Investimenti diretti
Waste e <i>water management</i>	~2	Investimenti diretti

=
~270 miliardi di euro
(~10 miliardi di euro all'anno)

Figura IX. Gli investimenti necessari per l'abilitazione delle leve tecnologiche e di servizio identificate da TEHA. *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.*

CAPITOLO 1

LE CITTÀ COME “CATALIZZATORI” DI SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE E L’EFFICIENZA COME ELEMENTO FONDANTE DELL’ECOSISTEMA URBANO

1. Il primo Capitolo del *Position Paper* si propone di qualificare la **rilevanza delle dinamiche di urbanizzazione** in atto a livello internazionale, europeo e italiano mettendo in luce come le città siano oggi capaci di combinare un ruolo di “**catalizzatore dello sviluppo** economico e sociale con la **dimensione dell’efficienza** derivante dalle economie di aggregazione che si originano dai servizi a rete, dal trasporto pubblico e dall’efficienza termica degli edifici nella conformazione urbana a confronto con il resto del Paese. Il primo Capitolo è, inoltre, funzionale a qualificare il perimetro delle città italiane considerate nel *Position Paper* – ovvero i 112 comuni capoluogo – quantificandone i numeri chiave nelle diverse dimensioni di riferimento.

1.1 IL FENOMENO DELL’URBANIZZAZIONE A LIVELLO INTERNAZIONALE E I NUMERI CHIAVE DEL RUOLO “CATALIZZATORE” DELLE CITTÀ IN ITALIA

Il fenomeno dell’urbanizzazione

2. Come riportato nel *World Urbanization Prospects* elaborato dal Dipartimento degli Affari Economici e Sociali delle Nazioni Unite nel 2018, il futuro della popolazione mondiale è “**urbano**”: oggi, **più della metà** della popolazione mondiale vive in aree urbane (58,3%), un valore doppio rispetto a quello del 1950 (29,6%). Nel complesso, l’**urbanizzazione** è quindi un processo socioeconomico in grado di trasformare in modo sostanziale la distribuzione spaziale delle comunità dalle aree rurali a quelle urbane e la **struttura demografica e occupazionale** della società.
3. Infatti, le città rappresentano luoghi all’interno dei quali, grazie al capitale sociale e alla concentrazione di imprese in esse presenti, possono svilupparsi l’imprenditorialità e l’innovazione tecnologica. Più in generale, rappresentano dei **centri di sviluppo** all’interno dei quali l’interazione tra le relazioni economico-produttive e il tessuto istituzionale forniscono l’**infrastruttura immateriale** necessaria per la condivisione di conoscenze e informazioni. Inoltre, le economie di densità e la propensione all’innovazione tecnologica in esse presenti, possono determinare una disponibilità più ampia di **infrastrutture fisiche** e **servizi (pubblici e privati)** di maggiore qualità come, ad esempio, l’istruzione e l’assistenza sanitaria più accessibili rispetto alle aree rurali.
4. A testimonianza della pervasività e rapidità del processo di urbanizzazione in atto a livello globale, come evidenziano i dati forniti dalle Nazioni Unite, nel 2007 per la prima volta la percentuale della popolazione mondiale residente nelle **aree urbane** ha superato **quella presente nelle aree rurali**, con un valore pari a **50,1%** nelle prime contro il 49,9% nelle seconde. Dal 2007 al 2024, la popolazione residente in aree urbane è quindi salita ulteriormente, raggiungendo un tasso del 58,3%.

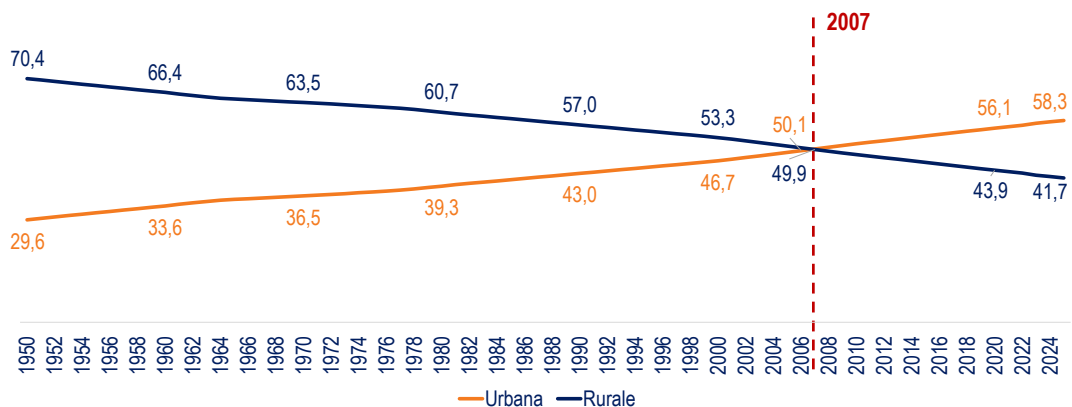


Figura 1. Percentuale di popolazione mondiale residente nelle aree urbane e nelle aree rurali (valori percentuali su totale popolazione), 1950-2025. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Nazioni Unite, 2024.* N.B.: La definizione di popolazione urbana delle Nazioni Unite si basa su diversi criteri, l'applicazione dei quali (sia quando applicati singolarmente o nel momento in cui viene realizzato un mix di due o più) varia a seconda della metodologia adottata dai singoli Paesi. I principali criteri adottati sono i riferimenti amministrativi, la densità/grandezza della popolazione, le caratteristiche del perimetro urbano (presenza di determinati servizi come la pavimentazione delle strade, fornitura di acqua e luce, ecc.).

5. Inoltre, le proiezioni delle Nazioni Unite evidenziano un ulteriore aumento percentuale della popolazione urbana: dal 58,3% attuale si prevede di raggiungere il **68,4% entro il 2050**. Guardando alle singole aree geografiche, la crescita più ampia della percentuale di popolazione residente nelle aree urbane dal 1950 a oggi caratterizza il Sud America (+42,8 p.p.), l'Asia (+36,4 p.p.) e l'Africa (+31,6 p.p.), tutte geografie con valori superiori rispetto alla media mondiale (pari a +28,7 p.p.). Un dato inferiore rispetto alla media mondiale si registra, invece, nel continente europeo (+24,4 p.p.), in Nord America (+19,7 p.p.) e in Oceania (+6,0 p.p.), territori che partivano già da valori più elevati rispetto alle aree elencate in precedenza. Nella proiezione tra 2024 e 2050, invece, la crescita media globale (10,1 p.p.) è superata solo da Africa (13,0 p.p.) e Asia (12,2 p.p.), regioni che, secondo le previsioni, guideranno quindi la crescita demografica futura.

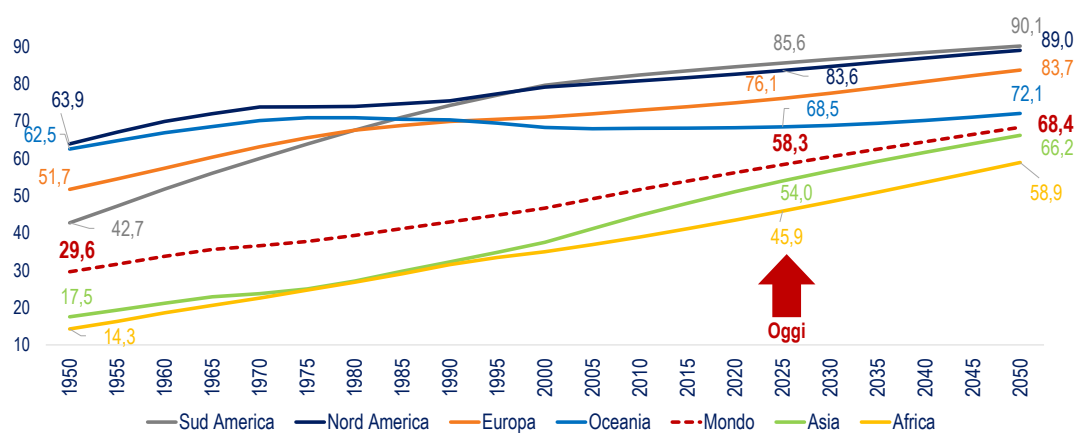


Figura 2. Percentuale di popolazione mondiale residente nelle aree urbane per area geografica (valori percentuali su totale popolazione), 1950-2050^E. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Nazioni Unite, 2024.*

6. Emergono, inoltre, delle notevoli differenze nella **rapidità del processo di urbanizzazione** tra le regioni del Pianeta più sviluppate e quelle meno sviluppate. In primo luogo, occorre evidenziare come la popolazione urbana delle **regioni meno sviluppate**⁶ dal 1970 a oggi sia **creciuta molto più rapidamente** rispetto a quella delle regioni più sviluppate, aumentando di conseguenza la propria quota percentuale di popolazione urbana, passata dal 17,7% del 1950 all'attuale **54,3%** (+36,6 p.p.): un dato **superiore** rispetto alla **media mondiale** (+28,7 p.p.). Allo stesso tempo, la quota di popolazione urbana delle regioni più sviluppate, che rappresentava nel 1950 il 54,8%, è attualmente pari all'**80,2%** (+25,4 p.p.).
7. Segnali di divergenza nella traiettoria di urbanizzazione della popolazione delle due aree del Pianeta iniziano a emergere a partire dal 1970, quando la popolazione urbana delle regioni meno sviluppate aveva superato, in valori assoluti, quella delle regioni più sviluppate (**680 milioni** contro **674 milioni**), con una differenza crescente nel periodo successivo. Nel 2020, il numero di abitanti delle città nelle regioni meno sviluppate risultava **circa il triplo** rispetto a quello delle regioni più sviluppate (**3,3 miliardi di abitanti** contro **1 miliardo**).

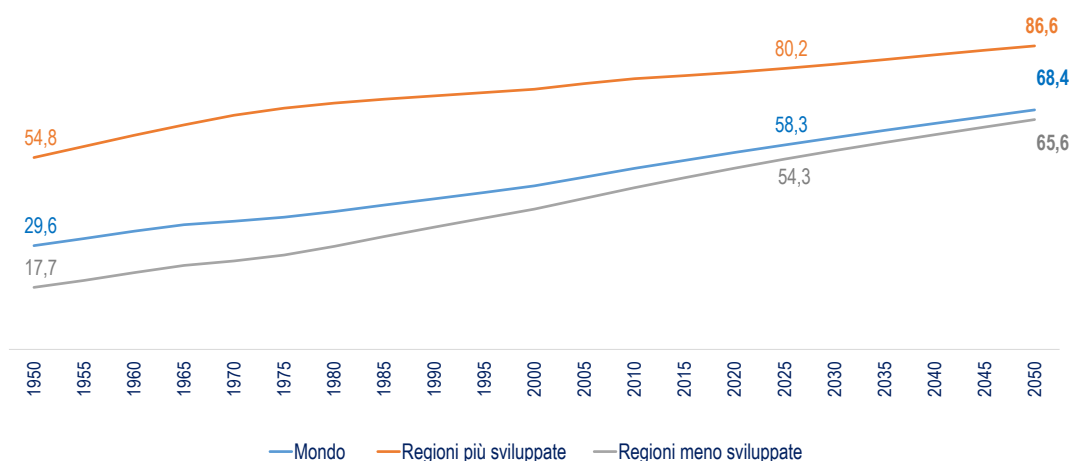


Figura 3. Percentuale di popolazione residente nelle aree urbane nelle regioni più e meno sviluppate del mondo (valori percentuali su totale della popolazione), 1950-2050^E. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Nazioni Unite, 2024.* N.B: Il perimetro delle Regioni più sviluppate del Pianeta, così come indicato dalle Nazioni Unite, include Europa, Nord America, Australia/ Nuova Zelanda e Giappone, mentre quello delle Regioni meno sviluppate include l’Africa, l’Asia (escluso il Giappone), l’America Latina e i Caraibi.

8. Parallelamente alla crescita generale dell’urbanizzazione, crescono anche i “luoghi” dove tale processo si riverbera con i suoi effetti, ovvero le **città**. In particolare, la crescita delle metropoli sta portando ad affermarsi sempre più il fenomeno delle “**mega città**”, ovvero le aggregazioni urbane che contano **più di 10 milioni di abitanti**. A oggi, esse risultano **44**, di cui **25 localizzate nel continente asiatico** e le restanti 19 nel resto del mondo. La

⁶ Il perimetro delle regioni più sviluppate del Pianeta, così come indicato dalle Nazioni Unite, include Europa, Nord America, Australia/ Nuova Zelanda e Giappone.

prima mega città al mondo è Tokyo, considerata nel complesso insieme a Yokohama, seguita a breve distanza da Jakarta e Dehli. Con riferimento alle altre aree geografiche:

- **Il Cairo** è la prima città africana, in 9^a posizione con 22,7 milioni di abitanti;
- **Città del Messico** è la prima città del Centro-Sud America, in 10^a posizione con 21,9 milioni di abitanti;
- **New York** è la prima città del Nord America, in 13^a posizione con 21,4 milioni di abitanti;
- **Parigi** è la prima città europea, in 36^a posizione con 11,1 milioni di abitanti considerando tutta la popolazione dell'area urbana collegata alla capitale francese.

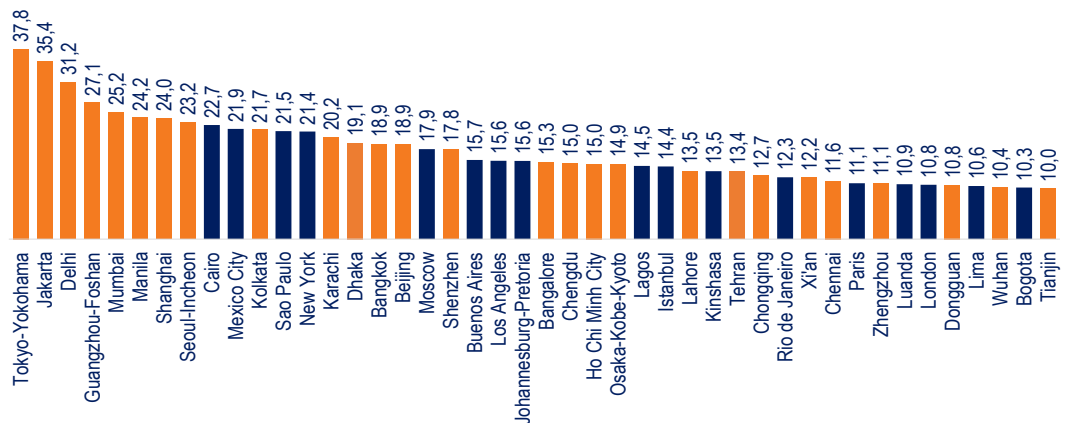


Figura 4. Popolazione nelle “mega-città” del mondo (valori in milioni), 2023. N.B.: In arancione sono indicate le “mega-città” asiatiche. Fonte: elaborazione The European House – Ambrosetti su dati “Demographia World Urban Areas”, Oxford Economics e Nazioni Unite, 2024.

- Il fenomeno urbano delle “**mega-città**” appare ancora più consistente considerando **l’evoluzione quantitativa** registrata dal 1950, quando solo Tokyo e New York rientravano in questa categoria. Occorre evidenziare, inoltre, la rilevanza del fenomeno anche dal **punto di vista demografico**. Attualmente, nelle “mega-città” vivono **circa 800 milioni di persone**, ovvero il **9,5%** della popolazione mondiale ma – secondo le previsioni fornite da Oxford Economics⁷ – al 2050 il numero di “mega-città” è previsto passare dalle 44 attuali a 67, per un aumento del peso sulla popolazione mondiale fino al **10,6%**. In aggiunta, da un punto di vista geografico, è interessante notare come la crescita più rapida interesserà in particolare il **continente africano**, dove si prevede che il numero aumenterà da appena 5 nel 2024 (Cairo, Johannesburg, Lagos, Kinshasa e Luanda) a **12** nel 2050.
- Focalizzando l’analisi dei *trend* urbani in Europa, e considerando i **Big-5 europei** (per dimensione economica misurata attraverso il PIL), ovvero UK, Francia, Spagna, Germania e Italia, occorre evidenziare come attualmente il nostro Paese presenti la minore percentuale di popolazione residente nelle aree urbane, pari al **72,6%**. Questo dato è

⁷ Oxford Economics, “Regional Outlook – Global, Rise of new megacities will drive urban growth”, 26 gennaio 2024.

inferiore di -5,4 p.p. rispetto a quello registrato in Germania (78,0%), -9,5 p.p. rispetto alla Spagna (82,1%), -9,7 p.p. rispetto alla Francia (82,3%) e -12,5 p.p. rispetto a UK (85,1%).

- Secondo le previsioni delle Nazioni Unite, inoltre, al 2050 si prevede in Italia una percentuale di popolazione residente nelle aree urbane pari all'**81,1%**⁸, un valore **superiore di 8,5 p.p.** rispetto al 2025. Considerando anche che, a oggi, l'Italia presenta un valore più basso di urbanizzazione rispetto ai *peer* europei, tale crescita risulta la più elevata tra i *Big-5* al 2050: UK (+5,1 p.p.), Francia (+6,0 p.p.), Spagna (6,0 p.p.) e Germania (+6,3 p.p.).

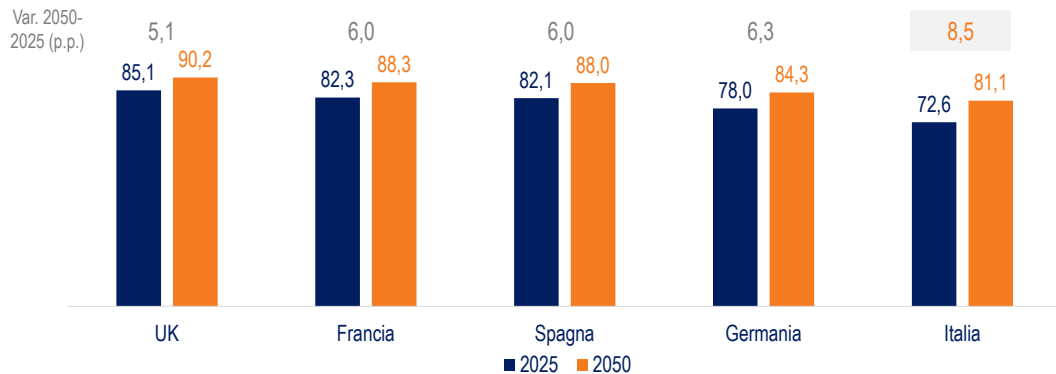


Figura 5. Percentuale di popolazione residente nelle aree urbane nei *Big-5* europei (valori percentuali su totale popolazione), 2025-2050. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Nazioni Unite, 2024.

I numeri chiave delle città italiane considerate nello Studio

- La crescita costante della popolazione nelle aree urbane, evidenziata in precedenza, è riconducibile al sempre più pronunciato **ruolo “catalizzatore”** economico e sociale svolto dai centri urbani, i quali offrono ai cittadini maggiori e diverse **opportunità economiche** e l'accesso diretto a un più **ampio spettro di servizi**.
- Per qualificare il “ruolo catalizzatore” delle città in Italia, lo Studio ha considerato un perimetro di analisi che considera i **112 comuni capoluogo di provincia**⁹. Essi occupano

⁸ I dati ONU sono l'unica fonte che permette un confronto a livello europeo. Per l'Italia, i dati Istat risultano più conservativi. Già al 2020 l'ONU riporta una sovrastima del valore Istat di 1,6 p.p. (71% ONU vs. 69,4% Istat). Ciò impatta sulle stime dei prossimi decenni: al 2031 (rispetto al 2021), Istat stima un aumento della percentuale di popolazione residente in aree urbane pari a +0,5 p.p. (vs. +3,3 p.p. previsto dall'ONU al 2030 rispetto al 2020). In generale, l'ONU stima un aumento di +3,3 p.p. ogni decennio fino al 2050: utilizzando la variazione stimata dall'Istat, al 2050 la popolazione urbana in Italia sarebbe pari al 72,5%, circa 10 p.p. in meno rispetto al valore ONU.

⁹ La scelta di utilizzare i comuni capoluogo come approssimazione per le città deriva dal fatto che essi rappresentano – nella quasi totalità dei casi – il livello territoriale più granulare per cui sono presenti i dati nelle principali fonti pubbliche disponibili. Inoltre, prendere in considerazione i comuni capoluogo permette di effettuare dei confronti con il resto della propria provincia, offrendo la possibilità di avere più viste trasversali per avere dei risultati concreti che possano supportare le scelte strategiche e operative di *policy-maker* e operatori industriali.

il **7%** della **superficie nazionale** e, nello specifico, **69** presentano una popolazione inferiore ai 100mila abitanti, **37** una popolazione compresa tra i 100mila e 500mila abitanti e **6** una popolazione superiore ai 500mila abitanti. Pertanto, nel proseguo del *Position Paper* i termini “città” e “comuni capoluogo” verranno usati come sinonimi.

14. All'interno del contesto nazionale, a fronte del citato **7% di superficie occupata**, le città italiane rivestono un ruolo centrale dal punto di vista demografico, sociale ed economico. Partendo dal primo punto menzionato, occorre osservare come all'interno delle stesse si concentri il **30% della popolazione nazionale**, mentre dal punto vista economico sul loro territorio sia presente il **45,6%** del totale delle imprese e venga **generato il 60% del PIL del Paese**.

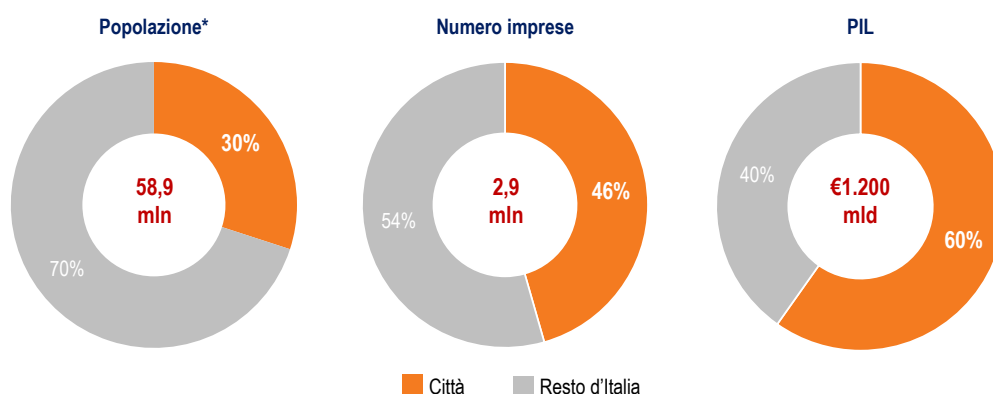


Figura 6. Popolazione, Numero di imprese e PIL generato nei comuni capoluogo italiani (valori percentuali sul totale italiano), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Aida e Istat, 2024.* N.B.: Sono state escluse dal calcolo delle imprese le *holding*. Il PIL qui considerato esclude i settori dell'industria e dell'agricoltura. (*) I 112 comuni capoluogo rientranti nel perimetro di analisi costituiscono il 9% dei comuni italiani con più di 10 mila abitanti (1.205 in totale), definiti dall'ONU come aree urbane. In termini di popolazione, i 112 Comuni capoluogo ospitano quasi 18 milioni di abitanti (30% del totale nazionale) a fronte di 41 milioni di abitanti (70% del totale nazionale) residenti nei Comuni con più di 10 mila abitanti

15. Oltre alla rilevanza in termini “statici” delle città in Italia, dal punto di vista economico i comuni capoluogo registrano *performance* migliori rispetto al resto del Paese. A testimonianza di ciò, è possibile osservare come, nell'ultimo decennio, il PIL delle città sia aumentato del **18%** contro una media del resto del Paese del **15%**.

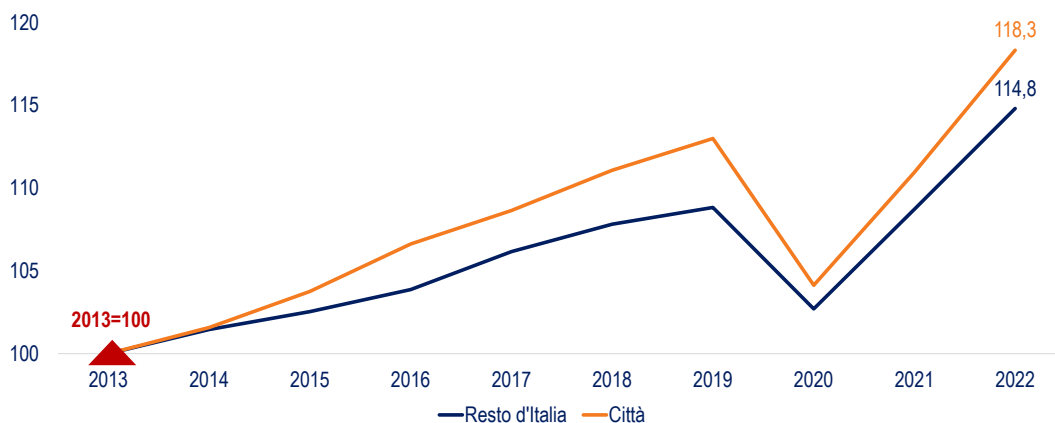


Figura 7. PIL generato nei comuni capoluogo italiani vs. resto d'Italia (2013=100, prezzi correnti), 2013-2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Aida e Istat, 2024. N.B.: Data l'assenza di dati storici sul PIL di tutti i comuni capoluogo, è stata utilizzata come proxy il PIL dei comuni capoluogo delle Città Metropolitane, il riferimento amministrativo più granulare per effettuare l'analisi.

16. Come è stato osservato in precedenza, l'elemento peculiare delle città è rappresentato dalla presenza di **molteplici servizi di cura, assistenza, culturali e di formazione** più facilmente **accessibili** ai cittadini e che qualificano il ruolo catalizzatore svolto dalle città nel contesto del Paese.
17. A titolo esemplificativo, dal punto di vista delle **opportunità lavorative**, le offerte di lavoro *pro-capite* nelle città sono circa tre volte superiori rispetto a quelle disponibili nel resto del Paese, mentre con riferimento all'**offerta culturale** il **90%** degli **Atenei** e il **92%** degli studenti iscritti all'Università sono concentrati nelle città. Inoltre, nelle città italiane vi è il **62%** dei **teatri presenti** in Italia e il **40%** delle **biblioteche**. Il ruolo delle città emerge anche tenendo in considerazione i **servizi sociosanitari**. Infatti, i **posti letto** negli istituti di cura *pro-capite* sono circa **6 volte superiori** rispetto al resto del Paese, così come la **copertura di asili-nido** per abitanti di età 0-2 anni è del **35%** contro la media nazionale del 25%. Maggiormente capillare nelle città risultano, infine, i **posti per km del trasporto pubblico pro-capite**, che sono **1,5 volte superiori** al confronto con le altre realtà della penisola.

1.2 L'EFFICIENZA COME CARATTERISTICA FONDANTE DELL'ECOSISTEMA URBANO

18. Le città sono chiamate a gestire un numero crescente di abitanti e attività economiche, garantendo al contempo una buona qualità della vita e servizi adeguati, sia pubblici che privati. Per rispondere a questa sfida, le aree urbane sono intrinsecamente strutturate in modo da massimizzare l'efficienza, valorizzando i vantaggi delle economie di rete e di aggregazione. La dimensione dell'efficienza intrinseca delle città è probabilmente meno conosciuta rispetto ad altre componenti del fenomeno urbano. Per mettere in luce come esse siano capaci di dispiegare efficienza, nello Studio quest'ultima è stata declinata lungo 3 diverse dimensioni: **termica degli edifici**, dei **servizi a rete** e di **mobilità**.

19. Considerando la prima dimensione, ovvero quella relativa all'efficienza termica degli edifici, potrebbe sembrare scontato che la distribuzione delle unità abitative nelle aree urbane comporti efficienze energetiche nei consumi necessari per il riscaldamento per ogni unità di superficie abitata. Si tratta, però, di una quantificazione che su scala italiana non è mai stata fin qui condotta e che lo Studio ha deciso di approssimare con la metodologia analitica specifica descritta nel successivo Box 1.

Box 1: La metodologia TEHA per misurare l'efficienza termica degli edifici nelle città: i benefici di scala interni agli edifici

TEHA ha elaborato un modello proprietario per stimare la maggiore **efficienza termica** degli edifici caratterizzati da un addensamento di unità abitative, più diffusi in città rispetto alla media nazionale. Prendendo in considerazione un edificio con **base b e altezza per piano h** , quest'ultimo presenta una superficie esposta uguale a $b^2 + 4b \times h$, dove 4 è il numero di lati dell'edificio.

Successivamente, si è ipotizzato che per il riscaldamento e per il raffrescamento dell'edificio siano necessarie **e unità di energia per unità di superficie**: tale fattore di consumo energetico è generico perché l'efficienza dell'addensamento di unità abitative è calcolata **a parità di fonte** utilizzata per il riscaldamento o il raffrescamento, di **classe energetica** dell'edificio e di **fascia climatica** di riferimento.

L'utilizzo di energia per unità di superficie è dunque $e(4b) + \frac{eb^2/h}{n}$ *, ovvero **inversamente proporzionale al numero di unità abitative addensate nell'edificio (n)**.

Con l'obiettivo di ottenere una visualizzazione quantitativa dell'efficienza energetica dello sviluppo verticale degli edifici, TEHA ha calcolato il **consumo di energia per unità di superficie** considerando che la metratura media di un appartamento a livello nazionale è **117 m² ($b=10,8$)**, mentre nelle città è di circa **100 m² ($b=10$)****.

N.B. il calcolo del modello si basa sul Paper "Optimal Energy Taxation in Cities" di Borck & Brueckner (2016).

(*) Dove e è il fattore di consumo energetico. (**) Fonte: Agenzia delle Entrate, 2022.

20. A parità di fonte energetica, infatti, il **consumo energetico** medio per unità di superficie dell'edificio diminuisce in funzione del **numero di unità abitative**. Come illustrato nella Figura seguente, infatti, all'aumentare del numero di unità abitative il **consumo energetico** di un'unità di superficie registra una diminuzione del **43%**, passando da 100 (assunto come valore base del consumo energetico per un edificio con un'unità abitativa) a 57 nel caso di 20 unità abitative nello stesso edificio.

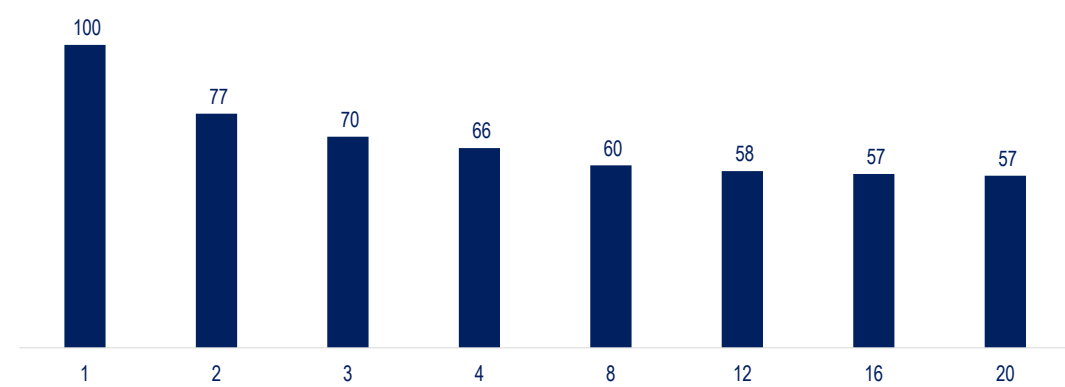


Figura 8. Consumo energetico di un'unità di superficie nel modello TEHA per numero di unità abitative nell'edificio (consumo per unità di superficie di edificio di 1 unità abitativa=100), 2021. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.

21. Tale dato va letto insieme a quanto emerge dalla Figura successiva. Infatti, è proprio nelle città che vi è la maggiore concentrazione degli edifici con più unità abitative: qui si trova (in percentuale sul totale della propria provincia di riferimento) **oltre la metà** degli edifici con **più di 9 unità** abitative e più del **60%** degli edifici con **più di 16 unità abitative**.

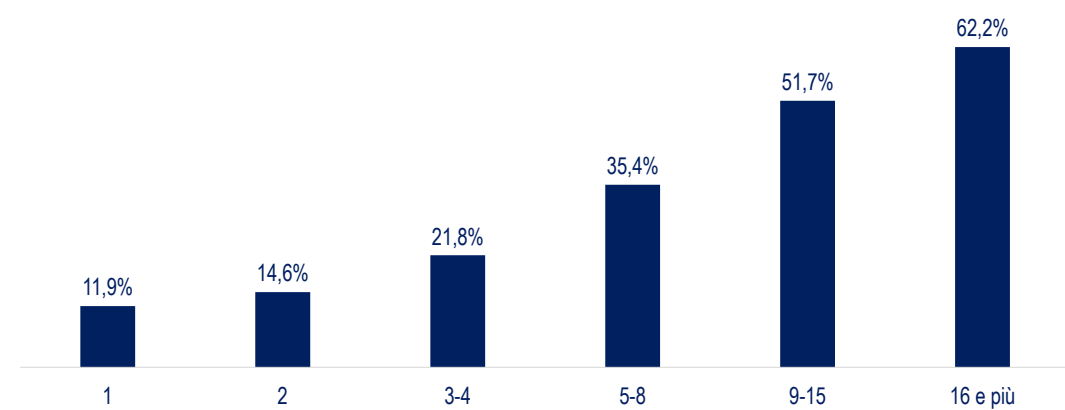


Figura 9. Concentrazione nelle città di edifici per numero di unità abitative per edificio (valori percentuali sul totale provincia), 2021. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.

22. Combinando i due fattori appena riportati (il consumo energetico degli edifici che diminuisce all'aumentare delle unità abitative e l'elevata presenza nelle città di numerose unità abitative per edificio), è possibile ottenere un'evidenza chiave sull'efficienza intrinseca delle città rispetto al resto del territorio: in media, nelle città italiane, il **consumo energetico per unità di superficie** risulta inferiore di circa un quinto, ovvero del **21,1%**, rispetto al resto d'Italia.

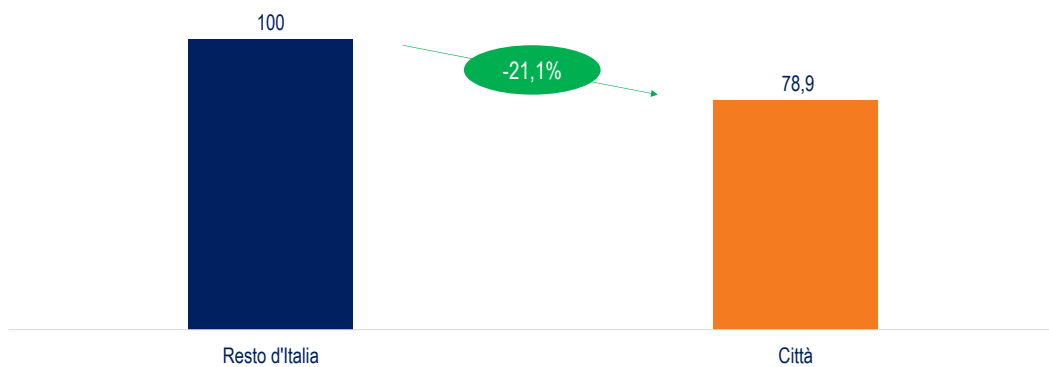


Figura 10. Consumo energetico medio per unità di superficie (consumo per unità di superficie a seconda della composizione media centri abitati nel resto d'Italia =100), 2021 o ultimo anno disponibile. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024. N.B.: Quando possibile, il calcolo sul “Resto d’Italia” esclude i valori relativi alle città. I dati medi sono stati calcolati considerando la distribuzione media nelle città, rispetto alla media nazionale, degli edifici suddivisi per numero di unità abitative contenute.

23. Passando alla **seconda dimensione** individuata relativamente all’efficienza delle città, cioè quella legata ai **servizi a rete**, quest’ultima è stata indagata rispetto a tre diversi servizi: rete idrica, rete di distribuzione elettrica e reti di distribuzione gas. Si tratta di servizi essenziali per la vita di tutti i giorni, il cui buon funzionamento – tra le altre cose – incide anche sulla qualità della vita dei cittadini che ne usufruiscono.
24. *In primis*, grazie alle **economie di densità**, le reti idriche nelle città raggiungono più abitanti per km di rete, con una minore dispersione idrica. In particolare, questa tipologia di reti serve nelle città circa 312 abitanti per km, un valore di circa 3,4 volte superiore rispetto al resto d’Italia, il cui valore risulta di 93 abitanti per km. Inoltre, le città riportano una percentuale di **dispersione idrica** del 36,2%, inferiore di 8,4 p.p. rispetto a quella registrata nel resto d’Italia pari al 44,6%.

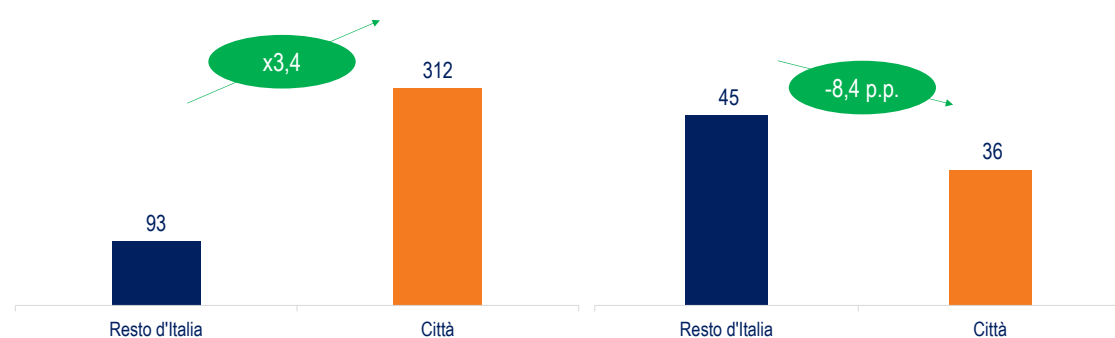


Figura 11. A sinistra: abitanti serviti dalla rete idrica per km di rete nelle città e nel resto d’Italia (numero di abitanti per km), 2020 o ultimo anno disponibile. A destra: dispersione idrica nelle città e nel resto d’Italia (valori percentuali su totale), 2020 o ultimo anno disponibile. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat e altre fonti, 2024. N.B.: Quando possibile, il calcolo sul “Resto d’Italia” esclude i valori relativi alle città.

25. Relativamente alla rete di distribuzione elettrica, il **numero di utenze allacciate** per km di rete è anche in questo caso ampiamente superiore alla media nazionale: **89,1** contro

18,3, un valore superiore di circa **5 volte**. Inoltre, l'**energia distribuita nella rete elettrica** nelle città, pari a **0,35 GWh/km di rete**, risulta **2 volte superiore** rispetto alla media del resto d'Italia di 0,16 GWh/Km.

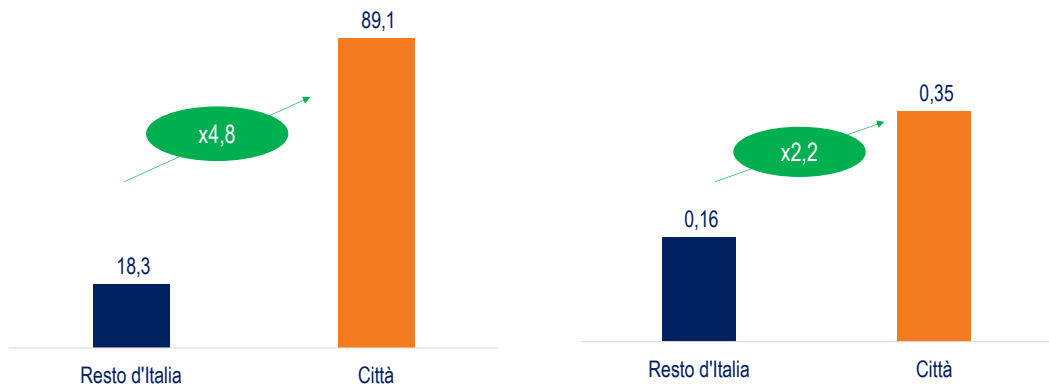


Figura 12. A sinistra: Utenze allacciate alla rete di distribuzione per km di rete nelle città e nel resto d'Italia (numero di utenze/km di rete), 2024. A destra: Energia distribuita nella rete di distribuzione elettrica nelle città e nel resto d'Italia (GWh/km), 2024. *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.* N.B.: Quando possibile, il calcolo sul “Resto d'Italia” esclude i valori relativi alle città. I dati sono stati calcolati a partire da un campione di città rappresentativo del contesto nazionale per segmentazione geografica e classe dimensionale. Viene qui considerata la rete di distribuzione elettrica.

26. Un'evidenza simile rispetto a quella della rete elettrica è quella relativa alle **reti di distribuzione gas**. Infatti, nelle città il **numero di utenze allacciate per km di rete**, pari a **186,1**, risulta **3 volte superiore** rispetto al resto d'Italia (63), mentre i **volumi di gas distribuiti per km di rete** pari a **244 mila Sm³/km** risulta **superiore di 2,4 volte** rispetto alle altre aree del territorio italiano, dove il valore è pari a 100 mila Sm³/km.

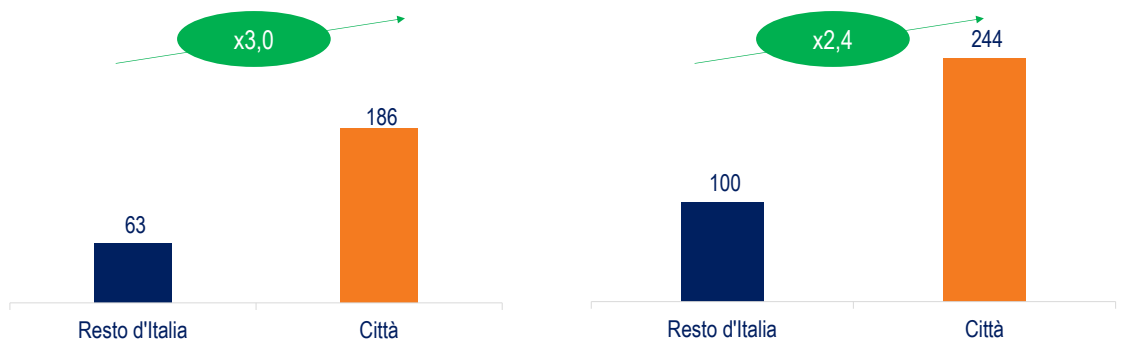


Figura 13. A sinistra: Utenze allacciate per km di rete (numero di utenze/km di rete), 2022 o ultimo anno disponibile. A destra: Volumi di gas distribuiti per km di rete (migliaia di Sm³/km di rete), 2022 o ultimo anno disponibile. *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.* N.B.: quando possibile, il calcolo sul “Resto d'Italia” esclude i valori relativi alle città. I dati sono stati calcolati a partire da un campione di città rappresentativo del contesto nazionale per segmentazione geografica e classe dimensionale. Viene qui considerata la rete di distribuzione. (*) Sm³ sono metri cubi *standard*, misura utilizzata per il volume del gas normalizzato a condizioni *standard* di temperatura e pressione.

27. Infine, considerando la terza e ultima dimensione dell'efficienza intrinseca individuata, quella cioè relativa alla **mobilità**, le città riportano valori più virtuosi con riferimento alle forme di trasporto più sostenibili. In primo luogo, in città è presente una maggiore offerta di mezzi alternativi a quelli privati, oltre che una presenza maggiore di modalità di spostamento a basso impatto ambientale.
28. Infatti, in città l'offerta di trasporto collettivo sotto forma di **Trasporto Pubblico Locale** (TPL), con 6.986 posti km per abitante, risulta superiore del 47,1% rispetto al resto d'Italia, in cui si registra un valore di 4.748 posti km per abitante. Allo stesso tempo, in città vi è anche un'offerta più elevata di **servizi di sharing mobility**, pari a 91 veicoli per 10.000 abitanti contro i 62 del resto d'Italia, ovvero un valore superiore del 47,5%. Infine, in città la **densità di piste ciclabili** è superiore del 51,8% rispetto a quella registrata nel resto del territorio nazionale, con valori rispettivamente pari a 41,6 km per 100 km² e 27,4 km per 100 km².

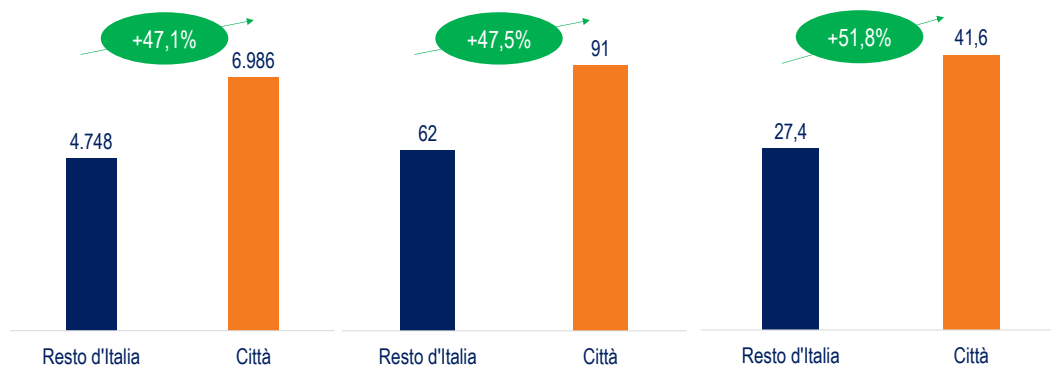


Figura 14. A sinistra: Offerta TPL (posti km per abitante), 2022, Al centro: Offerta servizi di *sharing* (veicoli totali per 10.000 abitanti), 2022 e A destra: Densità di piste ciclabili (km per 100 km²), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024. N.B.: quando possibile, il calcolo sul “Resto d’Italia” esclude i valori relativi alle città.

29. Grazie alla maggiore disponibilità di servizi di mobilità collettiva e sostenibile, gli abitanti delle città utilizzano per il **37%** degli spostamenti **soluzioni a basso impatto** (come quelle garantite dal trasporto collettivo o dalla bicicletta), mentre nel resto d'Italia tale valore scende al **24%**.

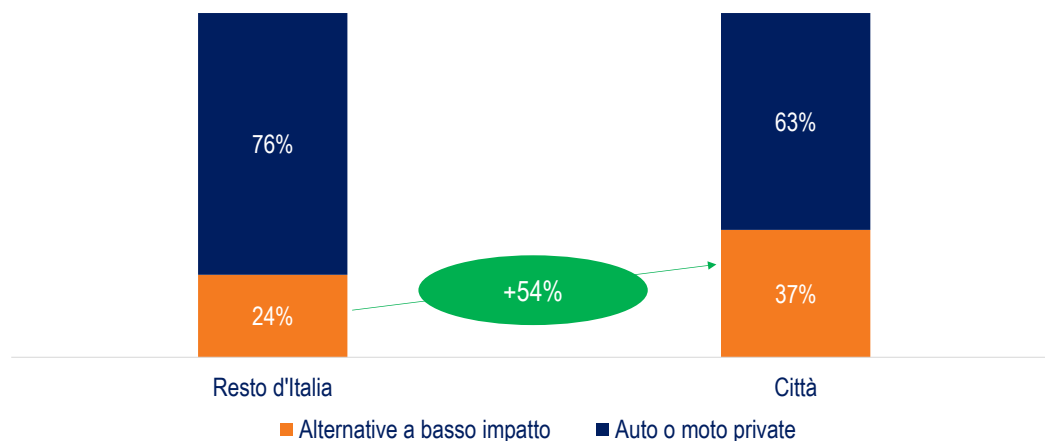


Figura 15. Distribuzione percentuale degli spostamenti per modalità di trasporto utilizzata (valori percentuali su totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024. N.B.: quando possibile, il calcolo sul “Resto d’Italia” esclude i valori relativi alle città. (*) Per mezzi a basso impatto vengono intesi mezzi di trasporto collettivo, ma anche biciclette e spostamenti a piedi.

1.3 I CONSUMI ENERGETICI NELLE CITTÀ ITALIANE A CONFRONTO CON IL RESTO DEL PAESE

30. L’efficienza intrinseca delle città, come emersa dai paragrafi precedenti, porta direttamente a domandarsi quale sia l’incidenza dei rispettivi consumi energetici sul totale nazionale, con l’obiettivo di qualificare e valorizzare il ruolo potenziale che questi territori hanno in Italia nel promuovere soluzioni tecnologiche di decarbonizzazione e il conseguente miglioramento della qualità della vita dei cittadini.
31. Nel dettaglio, l’impostazione del *framework* metodologico adottato per il calcolo dei consumi nelle città italiane si compone di **due fasi principali**. In primo luogo, è stata effettuata l’analisi del **mix energetico dei consumi finali** in Italia a livello complessivo e per settore, identificando a livello urbano: *i*) i **settori con maggiore impatto di consumo**; *ii*) le **fonti energetiche associate** ai consumi nei settori a maggior impatto. In secondo luogo, è stato effettuato il calcolo dei **consumi energetici nelle città italiane** attraverso la **quantificazione dei consumi a livello urbano** nei 112 comuni capoluogo del **settore civile** (caldaie a gas e a gasolio, pompe di calore, biomasse ecc.) e dei **trasporti** (autobus, autovetture, infrastrutture di ricarica elettrica).
32. Prima di illustrare i risultati delle analisi sviluppate all’interno dello Studio relativamente all’incidenza delle città sui consumi, occorre sottolineare che queste ultime fanno riferimento al **consumo finale energetico**, inteso come l’energia totale consumata dagli utenti finali, senza considerare il settore della generazione energetica.
33. Per quanto riguarda il dettaglio del **consumo finale energetico nazionale**, nel 2022 è derivato per il **64% da fonti fossili**, ovvero petrolio e prodotti petroliferi e gas naturale. Il primo – con 40.175 ktep – rappresenta il **36,8%** del consumo finale energetico nazionale, mentre il secondo – con 29.769 ktep – incide per il **27,2%**. A seguire vi sono l’energia

elettrica (22,7%), le rinnovabili e i bioliquidi (9,9%), il calore derivato (3,0%), i rifiuti a recupero energetico (0,3%) e i combustibili solidi (0,2%).

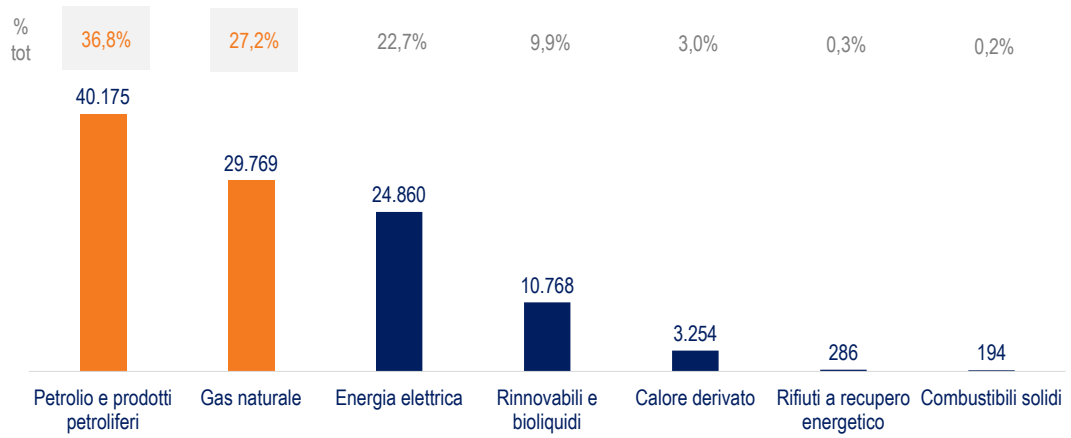


Figura 16. Consumo finale energetico per fonte di energia in Italia (valori in ktep), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ARERA, 2024.* N.B.: Il calore derivato è l'energia termica prodotta da impianti di conversione energetica alimentati da fonti rinnovabili e destinata al consumo di terzi (ad esempio, impianti a biomassa collegati a reti di teleriscaldamento).

34. Analizzando la composizione del bilancio energetico nazionale è possibile osservare come nel 2022 la **produzione nazionale di fonti energetiche**, definita anche come **energia primaria**, sia stata pari a 33.752 ktep¹⁰. Nel complesso, il **mix di energia primaria prodotta in Italia** è composto per oltre tre quarti da fonti rinnovabili e bioliquidi (**76%**), per il **13%** da petrolio e prodotti petroliferi, per l'**8%** gas naturale e per il **3%** da rifiuti a recupero energetico.

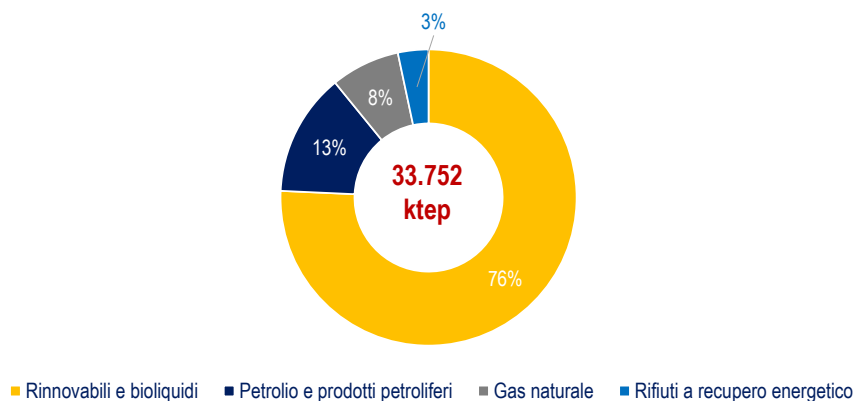


Figura 17. Mix di energia primaria per fonte di energia prodotta in Italia (valori in ktep), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ARERA, 2024.*

35. Tornando al bilancio energetico del 2022, il **saldo energetico** della bilancia commerciale – composto dalla differenza tra le importazioni (151.863 ktep) e le esportazioni (33.005 ktep) – con l'aggiunta della variazione delle scorte (-3.435 ktep) risulta pari a **115.423**

¹⁰ Il tep rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo ed è utilizzata principalmente nei bilanci energetici. Il ktep corrisponde a 1.000 tep.

ktep. Sottraendo a tale valore anche i 5.125 ktep di bunkeraggi marittimi e aviazione internazionale, si arriva ad un **consumo interno lordo** pari a **144.051 ktep**.

36. Aggiungendo a tale valore la differenza tra le uscite dalla trasformazione (136.557 ktep) e gli ingressi in trasformazione (115.867 ktep) e sottraendo invece i 6.972 ktep del settore energetico, i 2.916 ktep delle perdite di distribuzione e i 4.433 ktep del consumo finale non energetico, si arriva infine al **consumo finale energetico** – che, si ricorda, rappresenta l'energia totale consumata dagli utenti finali, pari nel 2022 a **109.307 ktep**.
37. Prima di focalizzare l'analisi dal punto di vista **settoriale**, occorre specificare che dal perimetro dello Studio – che analizza i consumi energetici nelle città – sono stati esclusi i settori dell'agricoltura e dell'industria. Questa scelta si giustifica con la limitata incidenza di questi due settori in ambito urbano ed è stata confermata grazie all'analisi di dettaglio dei diversi *Climate City Contract*¹¹ per cui le città europee coinvolte nel programma lanciato a livello comunitario hanno ricevuto approvazione da parte della Commissione europea. Da questa analisi, infatti, è emerso come il settore agricolo e il settore industriale pesino in media rispettivamente solo lo 0,5% e il 3% del consumo finale delle città. Pertanto, vengono considerati all'interno del perimetro solamente i **settori dei trasporti, dei servizi e il residenziale**.
38. Nel 2022, i consumi finali di energia nel settore dei **trasporti a livello nazionale** ammontano complessivamente a **36.758 ktep**, un valore in aumento del **+5,3%** rispetto all'anno precedente. Nello specifico, il **petrolio e i prodotti petroliferi** con **33.576 ktep** coprono circa il **91,3%** dei consumi energetici del settore, a cui seguono le rinnovabili e bioliquidi (3,8%), l'energia elettrica (2,5%) e il gas naturale (2,4%).
39. I consumi energetici relativi al settore dei **servizi**, invece, sono pari nel 2022 a **16.144 ktep** e risultano in diminuzione del 2,9% rispetto all'ultimo anno. Il *mix* energetico del settore risulta per il **44,7%** coperto dall'energia elettrica e dal gas naturale per il **33,6%**, mentre le fonti rinnovabili e bioliquidi rappresentano il 16,0% e il calore derivato il 2%.
40. Infine, i consumi energetici del settore **residenziale**, complessivamente pari a **29.305 ktep** (-2,9% rispetto al 2021) risultano composti per il 51,6% da gas naturale, per il 21,2% dalle rinnovabili e bioliquidi, per il 19,1% dall'energia elettrica, per il 5,5% dal petrolio e prodotti petroliferi e per il 2,5% dal calore derivato.

¹¹ Si tratta di un "patto territoriale" siglato da un comune che rappresenta un'assunzione di responsabilità nella riduzione delle emissioni di CO₂, non solo da parte dell'Amministrazione, ma da parte dei soggetti, compresi quelli privati, che hanno deciso e che decideranno di partecipare alla sfida della transizione ecologica. A fine luglio 2024, i *Climate City Contract* approvati dalla Commissione europea sono 30 su un totale di 100 città europee coinvolte nel programma.

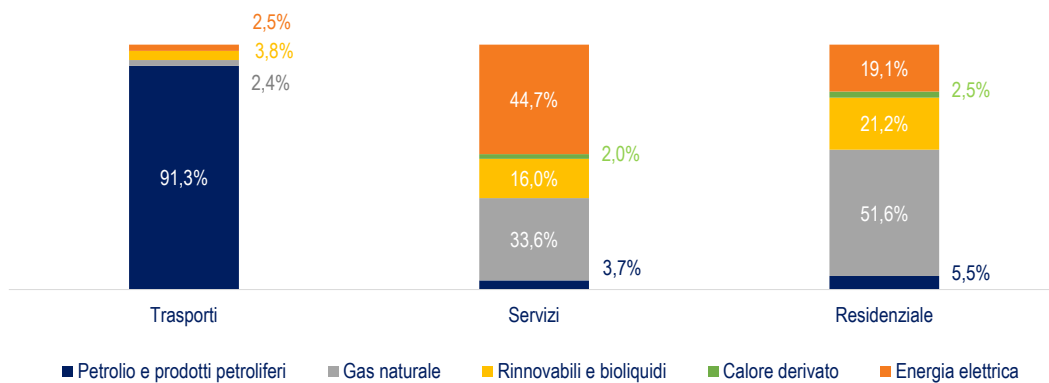


Figura 18. Consumo finale energetico nei diversi settori per fonte di energia in Italia (valore percentuale sul totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ARERA, 2024.

41. Dopo aver approfondito la ripartizione dei consumi finali energetici in Italia per tipo di fonte e settore oggetto di analisi dello Studio, TEHA ha elaborato una serie di **modelli proprietari ad hoc** per stimare la quota parte di tali **consumi nei 112 comuni capoluogo** oggetto dello Studio. In particolare, l’elaborazione di tali modelli è partita dalla realizzazione di una matrice che ha permesso di “incrociare” ciascuna fonte energetica per il rispettivo settore in cui viene consumata.

Fonte energetica/ Settore	Residenziale	Servizi	Trasporti
Petrolio	La ripartizione dei consumi nel settore civile per soluzione di riscaldamento è fornita da Istat (Fonte: Censimento Popolazione e Abitazioni)		Analisi del parco circolante, km medi percorsi nel perimetro urbano, classe emissiva Euro, categorie per comune
Gas	I consumi di gas ed elettricità sono disponibili dal database di Istat (Fonte: Rapporto «Ambiente Urbano»)		
Elettricità			
Rinnovabili	La componente di calore rinnovabile da pompe di calore è disponibile nei rapporti di Assoclisma, mentre la componente di calore rinnovabile da biomasse da fonte Istat (Fonte: Censimento Popolazione e Abitazioni)	Riparametrazione della quota nazionale di <i>biofuel</i> utilizzati nel settore dei trasporti (pari a circa il 4%) per comune capoluogo sulla base del parco circolante	

Figura 19. Vista di sintesi della metodologia applicata per derivare i consumi energetici nelle città. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ARERA, 2024.

42. Come rappresentato nella Figura precedente, i dati relativi ai consumi urbani di gas ed elettricità sono stati ottenuti direttamente dal Rapporto “Ambiente Urbano” realizzato da Istat e con dati disaggregati al livello del comune capoluogo. In altre dimensioni, a partire dai trasporti in cui vi è un ruolo largamente predominante della componente petrolifera, sono stati elaborati modelli *ad hoc*, le cui principali assunzioni sono riportate nei 2 box seguenti.

Box 2. La metodologia di TEHA per stimare i consumi di petrolio nelle città italiane: focus sul settore dei trasporti

L'83,6% dei consumi energetici totali di petrolio in Italia deriva dal settore dei trasporti, dove il petrolio rappresenta il 91,3% dei consumi energetici totali. Nel dettaglio, guardando al complesso dei soli settori che afferiscono al perimetro urbano (trasporti, servizi e residenziale) l'utilizzo di prodotti petroliferi si suddivide in 93,8% del totale nel **settore dei trasporti**, 1,7% per i **servizi** e 4,5% per il **residenziale**.

Per stimare i consumi di petrolio nei trasporti nelle città italiane, il **punto di partenza** è la definizione del perimetro di trasporto urbano, che comprende **autovetture, autobus, motocicli e veicoli commerciali**: a partire dai **dati ACI e Istat**, è stato infatti possibile quantificare il numero di tali mezzi nelle città italiane.

Pertanto, al fine di stimare i consumi energetici finali per tutte le città italiane a partire dal totale dei veicoli presenti nei comuni capoluogo, sono stati presi in considerazione con analisi *bottom-up*:

- il **fattore emissivo** (grammi di CO₂ per km percorso) dei mezzi per ogni categoria emissiva (Euro 0, Euro 1, ecc.);
- i **km effettivamente percorsi dai mezzi per ciascuna classe emissiva** (derivati dal *database* delle emissioni di ISPRA e dai rispettivi fattori emissivi);
- i **km medi percorsi nel perimetro urbano** (a partire dalla suddivisione di spostamenti urbani/extrurbani)*.

Per convertire le emissioni di CO₂ in Tep di prodotti petroliferi consumati, infine, è stato utilizzato un **fattore di conversione** da letteratura, attraverso il ricorso a fonti come l'IPCC, i *Climate City Contracts* e l'IEA. Infine, con l'obiettivo di effettuare un doppio controllo sui numeri ottenuti, le emissioni medie per tipo di veicolo ottenute sono state **confrontate con i tassi emissivi riportati in alcuni *Climate City Contract*** approvati dalla Commissione UE.

	Autovetture	Veicoli Commerciali	Autobus
Metodologia TEHA	141	244	825
Firenze	197	235	1.082
Madrid	152	208	745
Valladolid	157	216	1.740
Zaragoza	153	260	796
Salonicco	155	220	1.455

Figura 20. Fattori emissivi medi per veicoli (g di CO₂ per km percorso). Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ACI, Istat, Isfort-Audimob e *Climate City Contract*, 2024.

(*) Per l'anno 2020, è stato calcolato uno sconto di circa il 20% sui km medi annui percorsi, dovuto alle restrizioni sugli spostamenti implementate durante il periodo della pandemia Covid-19.

Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

Box 3. La metodologia di TEHA per stimare i consumi nei settori residenziali e dei servizi di petrolio e di FER nelle città italiane

I settori **residenziale** e dei **servizi**, relativamente alle fonti energetiche utilizzate, riportano una maggiore diversificazione rispetto a quello dei trasporti. Infatti, in questi due settori le **rinnovabili** rappresentano rispettivamente il **16%** e il **21,2%** dei consumi energetici, mentre il **petrolio** ha un ruolo più limitato, venendo impiegato – rispettivamente – per il **5,5%** e per il **3,7%** dei consumi totali.

Pertanto, TEHA ha adottato due diverse metodologie per la stima dei consumi di rinnovabili e petrolio nei settori residenziale e dei servizi, sulla base dei dati disponibili e prendendo in considerazione le differenze tra le due fonti energetiche.

Il *database* di riferimento è quello di Istat, e in particolare il «**Censimento Popolazione e Abitazioni**», dove è presente la **ripartizione dei consumi nel settore civile per soluzione di riscaldamento**:

- il numero di abitazioni con impianto di riscaldamento preso in considerazione è di **circa 26 milioni**;
- con riferimento al **petrolio**, i dati Istat risultano sufficienti alla stima dei consumi energetici;
- con riferimento alle **rinnovabili**, i dati Istat riportano solo i valori relativi alle biomasse e sono quindi complementati con i dati del Libro Bianco sulle Pompe di Calore di Assoclimate relativi, quindi, alle pompe di calore (che complessivamente hanno fornito nel 2021 energia rinnovabile per un totale di 2,4 Mtep in prevalenza nel terziario).

Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Assoclimate e Istat, 2024.

43. Nel complesso, la messa a fattor comune dei vari modelli elaborati da TEHA restituisce un quadro in cui i comuni capoluogo italiani consumano il **29%** dell'energia nazionale, in valore assoluto per un totale di circa **24 Mtep**. Nello specifico, l'**energia elettrica** incide per il **43%** dei rispettivi consumi del Paese, il **gas naturale** per il **41%**, i **prodotti petroliferi** per il **21%** mentre le **rinnovabili e il calore derivato** per il **14%**.

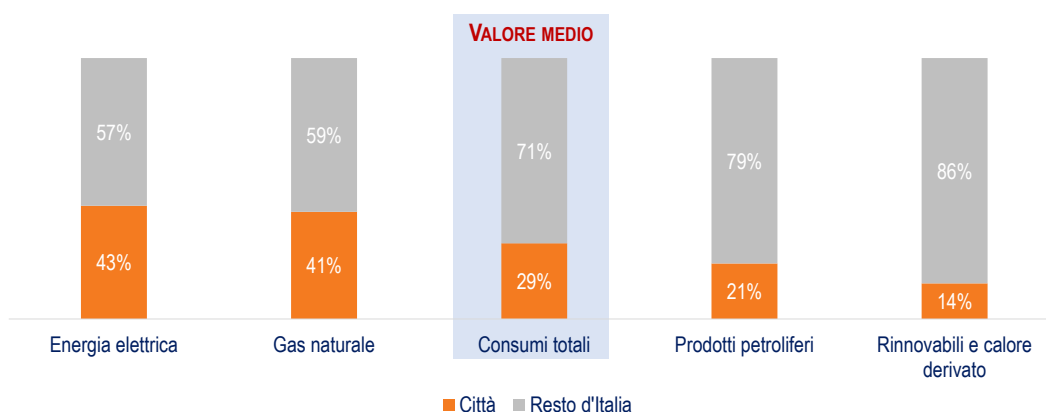


Figura 21. Incidenza dei consumi delle città sul totale nazionale (valori percentuali sul totale).
Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ACI, Istat, ARERA e ASVIS, 2024. N.B.: Il valore per i consumi totali è stato calcolato pesando le varie fonti energetiche in base all'incidenza di ciascuna.

44. Più nel dettaglio guardando al *mix* di **consumo energetico finale** dei comuni capoluogo italiani, si osserva come la prima fonte sia (con 8.784,8 Mtep) il gas naturale, con una quota del **37%**. Seguono i prodotti petroliferi con il **32%**, l'energia elettrica con il **25%** e le rinnovabili e calore derivato con il **6%**.

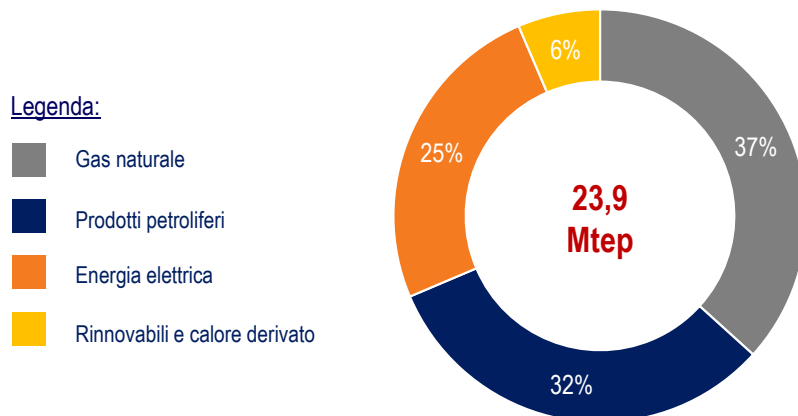


Figura 22. Incidenza dei consumi dei comuni capoluogo per fonte (valori percentuali sul totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ACI, Istat, ARERA e ASVIS, 2024.

45. Una volta derivati i consumi energetici, è dunque possibile valutare **l'efficienza complessiva** delle città italiane. Infatti, dall'indicatore di **intensità energetica** – derivato dal rapporto tra i consumi energetici finali e il PIL generato nelle città e nel resto del Paese – emerge una significativa efficienza delle città a confronto con le altre aree del territorio italiano. L'indicatore così costruito, infatti, mostra nelle città un valore pari a **32 Tep/PIL**, inferiore del **72%** rispetto al resto d'Italia in cui si registra un indice di intensità energetica pari a **116 Tep/milione di euro di PIL**.

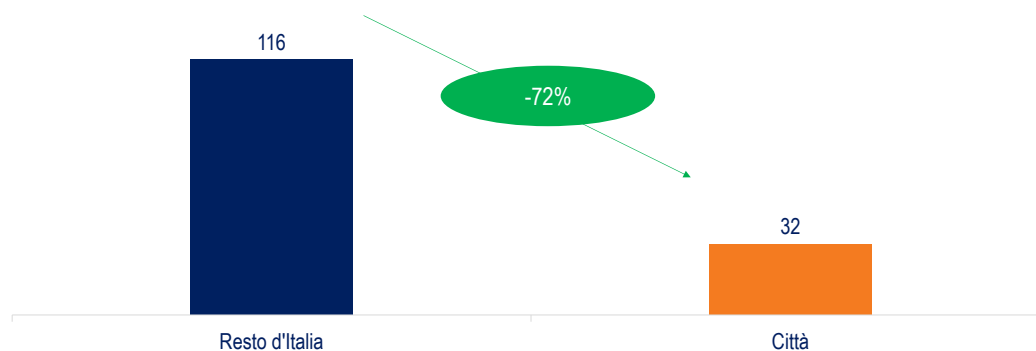


Figura 23. Indice di intensità energetica in città e nel resto d'Italia (consumo finale di energia*, Tep/PIL in milioni di euro), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Eurostat, Istat e fonti varie, 2024 (*) Il consumo finale di energia comprende l'energia fornita al consumatore finale per tutti gli usi energetici. N.B.: l'indice di intensità energetica viene considerato come una *proxy* dell'efficienza energetica.

1.4 LA NECESSITÀ DI COMBINARE EFFICIENZA E QUALITÀ DELLA VITA NELLE CITTÀ

46. La forte concentrazione di attività economico-produttive e l'ampia offerta di servizi presenti nelle aree urbane evidenzia la necessità di combinare, insieme al fattore dell'**efficienza**, una **crescente sostenibilità e qualità della vita**. Da un'analisi di tipo "What if" emerge come, considerando l'attuale **trend di urbanizzazione** e ipotizzando una crescita degli abitanti nei comuni capoluogo italiani dai **17,7 milioni** del 2025 ai **20,9 milioni** del 2050, le **emissioni di CO₂** potrebbero crescere del **18%**, passando dai **62,2 milioni di tonnellate di CO₂ del 2025** ai **73,4 milioni di tonnellate del 2050**¹².

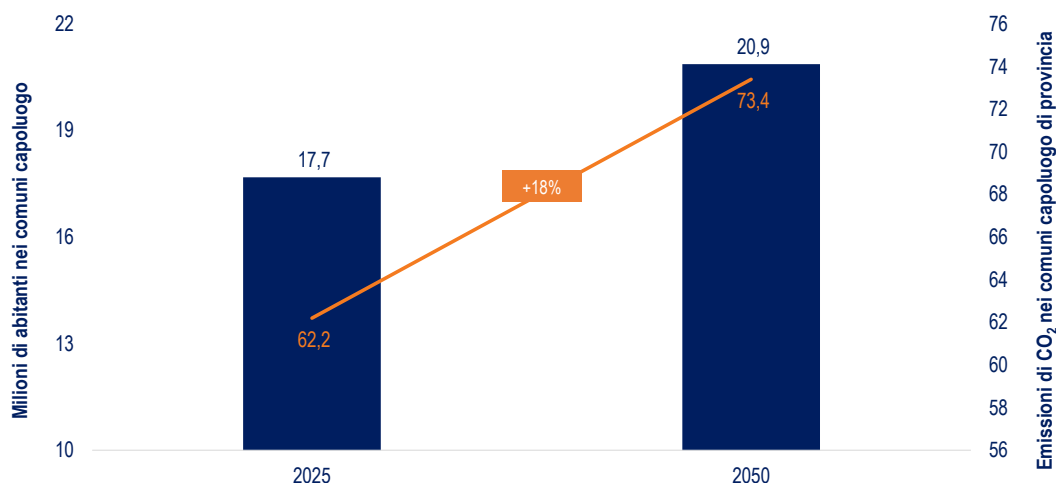


Figura 24. Abitanti nei comuni capoluogo (istogramma - milioni) ed emissioni totali nei comuni capoluogo (grafico a linea - milioni di tonnellate di CO₂), 2025-2050. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024. N.B.: per costruire il grafico è stata considerata la proiezione Istat di 54,2 milioni di abitanti in Italia nel 2050 e una crescita di 8,5 p.p. della popolazione residente nelle aree urbane. È stato ipotizzato il mantenimento delle emissioni *pro-capite* attuali.

47. A testimonianza dell'urgenza e dell'importanza di migliorare la qualità della vita anche attraverso la decarbonizzazione e la maggiore sostenibilità delle città, non sorprendono i risultati emersi dall'*Eurocities Pulse Mayors Survey* del 2024. Dall'indagine, condotta annualmente tra i sindaci europei, è possibile osservare come alla domanda su quali fossero le priorità per la propria città, **6 risposte su 10** siano riconducibili al coniugare **sostenibilità e qualità della vita**. In particolare, la principale è ampiamente il **cambiamento climatico** (67%), seguita da **equità e inclusione sociale** (31%), **abitazione a prezzi accessibili** (30%), **mobilità sostenibile** (28%), **pianificazione urbana e infrastrutture** (24%) e **sicurezza delle città** (20%). Tra le altre priorità, invece, vi sono il consolidamento del *budget* cittadino (18%), la democrazia e i servizi per i cittadini (15%), l'attrattività delle città (15%) e la cooperazione multi-livello (13%).

¹² Nel calcolo dell'analisi "What if" è stato ipotizzato il mantenimento delle emissioni *pro capite* attuali.

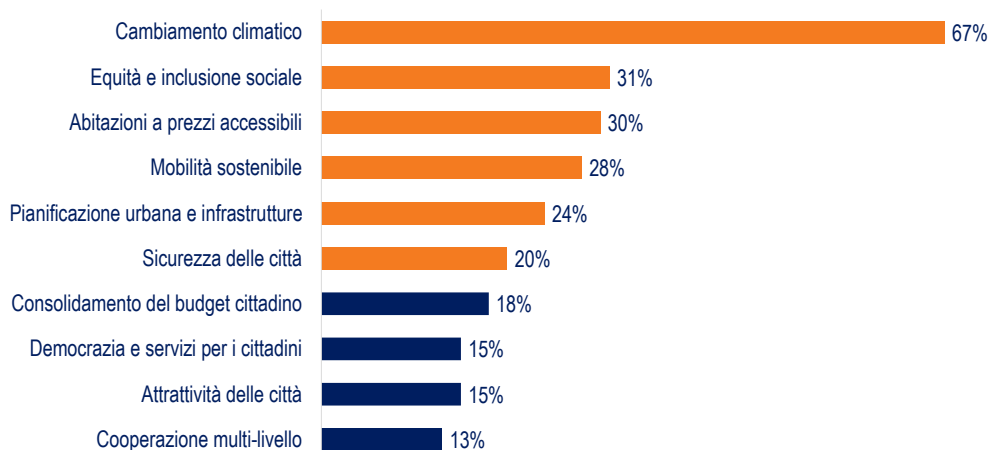


Figura 25. Percentuale di risposte alla domanda «Qual è, secondo Lei, la priorità per la sua città?» (valori percentuali, prime 10 risposte), 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Eurocities, Pulse Mayors Survey, 2024.

48. La maggiore sostenibilità nelle città rappresenta, inoltre, un tema centrale anche nelle attese dei sindaci delle città europee rispetto ai **temi prioritari che dovranno essere affrontati dalla prossima Commissione europea**. In particolare, le nuove aspettative riguardano maggiori investimenti in mobilità urbana sostenibile (55%), l'accesso agli alloggi a prezzi accessibili (54%) e una strategia e una visione a lungo termine per l'UE e le città (49%).

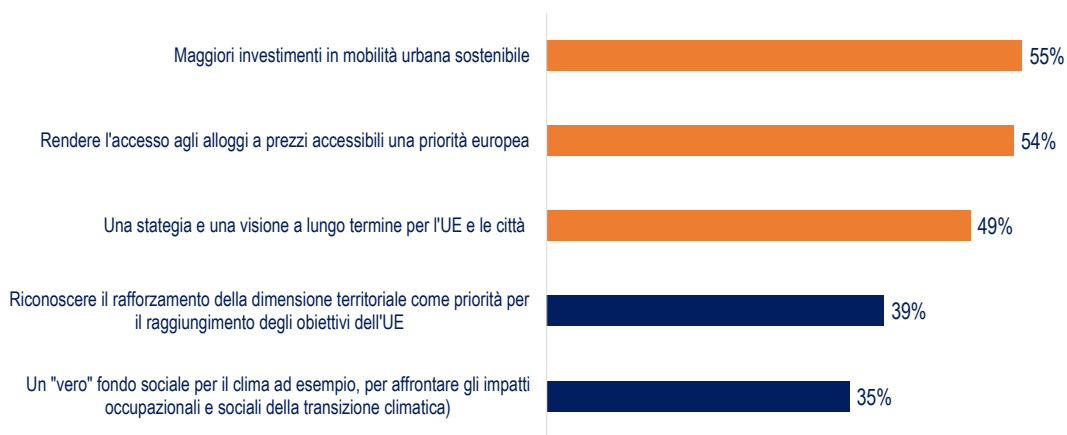


Figura 26. Percentuale di risposte alla domanda «Quali sono, secondo Lei, la priorità per la prossima Commissione europea?» (valori percentuali), 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Eurocities, Pulse Mayors Survey, 2024.

49. Occorre considerare, inoltre, come **alcune città europee** si stiano già muovendo in tal senso, avviando diverse iniziative finalizzate a favorire una crescente qualità della vita con la riduzione delle emissioni inquinanti. A titolo esemplificativo:

- dal 2017, **Stoccolma** alimenta **autobus e metropolitane** esclusivamente attraverso **energie rinnovabili**. Attualmente, ogni giorno circa **800.000 persone** utilizzano **il trasporto pubblico senza generare emissioni** dannose per l'ambiente;

- dal 2015, **Parigi** ha stanziato oltre 400 milioni di euro per **potenziare le infrastrutture ciclabili** e sussidiare l'acquisto di *e-bike* per i residenti. Di conseguenza, il **traffico ciclistico** è cresciuto mentre **l'utilizzo di auto** si è ridotto, contribuendo a **ridurre le emissioni** di gas inquinanti e climalteranti della città di **circa il 20%**;
 - **Amsterdam** punta a diventare una **città «circolare» entro il 2050**. La città ha mappato i vari flussi di materiali al fine di preservare materie prime in circolo, in particolare nelle catene del valore dei **flussi di rifiuti alimentari e organici, beni di consumo e urbanistica**. Ogni settore produttivo ha delineato obiettivi precisi di circolarità all'interno dell'**Amsterdam Circular Strategy 2020-2025**.
50. Consapevole delle sfide che attendono i centri urbani nei prossimi anni, nell'aprile 2022 la Commissione europea ha selezionato **100 città dell'Unione e 12 città di Paesi associati a Horizon Europe** che contribuiranno all'obiettivo di creare città *smart* e a impatto climatico zero entro il 2030. In particolare, con riferimento all'Italia, ne sono state selezionate **9**: Bergamo, Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino.
51. Le città selezionate dovranno redigere i cosiddetti **Climate City Contracts (CCC)**, che includeranno un piano generale per la neutralità climatica per gli edifici, i trasporti, la gestione dei rifiuti e i relativi piani di investimento. A fine luglio 2024 sono stati approvati dalla Commissione europea **30 CCC** (tra cui quelli relativi alle città di Parma e Firenze). I CCC, che coinvolgono Istituti di ricerca, cittadini e settore privato prevedono nello specifico:
- **impegni strategici condivisi**, individuati in un processo che vede *stakeholder* locali, regionali e nazionali;
 - **piano d'Azione** che definisce un insieme di interventi per raggiungere l'obiettivo della *Mission* al 2030;
 - **piano di investimenti**, configurato come un vero e proprio *business plan* che guida gli interventi e fornisce una valutazione dei costi e dell'impatto delle azioni.
52. L'obiettivo dei Climate City Contracts non è solo quelle di raggiungere – attraverso azioni mirate – la decarbonizzazione e aumentare la propria sostenibilità, ma anche quello di migliorare la **qualità della vita dei cittadini**.
53. Secondo la rilevazione «*Quality of life in European cities*» del 2023 condotta dalla Commissione europea (con il contributo dell'Istat per la parte italiana) e comprendente una selezione di **85 città europee**, di cui **26 italiane** (Ancona, Bari, Bergamo, Bologna, Bolzano, Brescia, Cagliari, Catania, Firenze, Genova, Messina, Milano, Napoli, Palermo, Parma, Perugia, Pescara, Reggio di Calabria, Roma, Sassari, Taranto, Torino, Trento, Trieste, Venezia, Verona) volta ad accrescere la conoscenza sulla qualità della vita percepita dai cittadini, circa 8 su 10 (il **79,5%**) si dichiarano **soddisfatti** di vivere nella propria città.

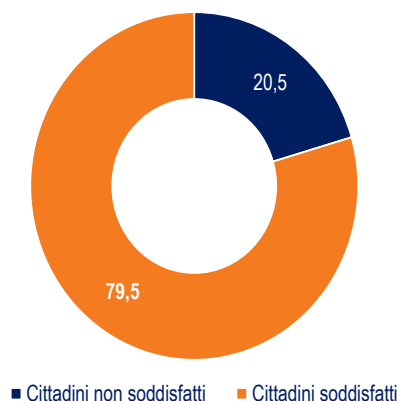


Figura 27. Cittadini italiani che dichiarano di essere soddisfatti di vivere nella propria città (valori percentuali sul totale dei rispondenti), 2023. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati “Quality of life in European cities” 2023 della Commissione Europea e Istat, 2024.

54. Se a prima vista ciò appare come un’evidenza positiva, considerando il più ampio contesto europeo, emergono per l’Italia dei notevoli margini di crescita. Infatti, con il **79,5%**, l’Italia si colloca **terzultima nell’Unione europea**, prima di Ungheria (78,4%) e Grecia (72,7%), per **soddisfazione dei cittadini rispetto alla qualità della vita nella città in cui vivono**. Si tratta di un valore inferiore di 8,1 punti percentuali rispetto alla media europea dell’87,6% e lontano 14 punti percentuali dal *best performer*, ovvero la Danimarca.

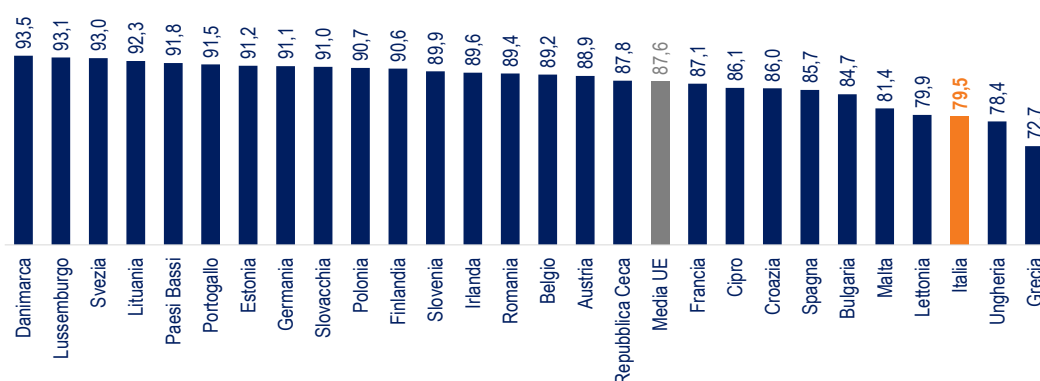


Figura 28. Cittadini che dichiarano di essere soddisfatte di vivere nella propria città per Paese europeo (valori percentuali sul totale dei rispondenti), 2023. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati “Quality of life in European cities” 2023 della Commissione Europea e Istat, 2024.

55. In sintesi, la combinazione di efficienza delle città, legata alle economie di aggregazione di cui al paragrafo 1.2., e di necessità di migliorare la qualità della vita, è oggi una priorità d’azione per le città europee. In questo quadro, l’Italia è certamente un Paese con ampi margini di sviluppo e i cui interventi che combinino potenziale di decarbonizzazione e miglioramento della qualità della vita possono avere un impatto maggiore.

CAPITOLO 2

I CASI STUDIO E LE PROGETTUALITÀ DIRETTE A COMBINARE SOSTENIBILITÀ E QUALITÀ DELLA VITA NELLE CITTÀ ITALIANE

2.1 IL RAZIONALE DELLA SCELTA DELLE CITTÀ E DELLE PROGETTUALITÀ IN AMBITO URBANO

56. Il capitolo del *Position Paper* dedicato ai casi studio ha una duplice finalità. Da un lato, valorizzare attraverso **esempi concreti** l'importanza che nella costruzione di "Sustainable Cities" riveste la capacità di combinare l'efficienza dei sistemi urbani con il miglioramento della qualità della vita offerta ai cittadini attraverso interventi diretti alla riduzione delle emissioni inquinanti generate nelle città. Dall'altro lato, questi casi concreti forniscono una **base rispetto alle leve di sviluppo** che saranno identificate e quantificate per la generalità delle città italiane nel terzo capitolo. In altri termini, i casi studio rappresentano un'applicazione tangibile dei risultati ottenibili attraverso l'implementazione delle leve di intervento e degli investimenti collegati che saranno presentati nel capitolo successivo.
57. Il presente Studio non ambisce a fornire una tassonomia esaustiva di tutti gli interventi realizzati finora nelle città italiane, ma offre invece una selezione di **buone pratiche** già implementate. Queste pratiche si riferiscono a specifiche **leve già disponibili per contribuire alla decarbonizzazione dei centri urbani**, che possono potenzialmente essere riprese e generalizzate sul sistema delle città italiane.
58. Attraverso la raccolta e presentazione dei casi studio rappresentati nel capitolo è, inoltre, evidenziato il **ruolo di abilitatore e partner progettuale che può essere rivestito dagli operatori industriali**. Questi attori si dimostrano capaci di catalizzare e guidare lo sviluppo dei territori, supportando gli spazi urbani nell'affrontare le sfide della transizione energetica e dell'economia circolare e contribuendo a plasmare i nuovi scenari di innovazione e digitalizzazione nei servizi offerti, anche in risposta alle emergenti esigenze dei cittadini.
59. Alla luce di quanto riportato finora, TEHA ha individuato **7 città italiane** – rappresentative di diverse aree geografiche e dimensioni demografiche – che stanno attualmente implementando progettualità da considerare come punto di riferimento per stimolare il dibattito sulle potenzialità degli interventi di transizione energetica ed Economia Circolare. Le città in questione sono, in ordine decrescente di dimensione: **Milano, Brescia, Messina, Bergamo, Varese, Cremona e Cosenza**. Come verrà illustrato nei paragrafi successivi, ciascuna delle realtà urbane individuate si caratterizza per l'adozione di approcci diversificati alla decarbonizzazione del proprio territorio: dal trattamento dei rifiuti alla mobilità elettrica, dall'efficientamento dell'illuminazione pubblica al ricorso alle fonti di energia rinnovabile.



Figura 29. Le 7 città italiane individuate da TEHA in cui si stanno portando avanti progettualità dirette ad accrescere qualità della vita e sostenibilità (illustrativo), 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024. NB. Le città sono rappresentate in ordine dimensionale.

60. Pertanto, a ogni città verrà dedicato un paragrafo *ad hoc*, in cui verranno evidenziate le principali soluzioni adottate per aumentare la sostenibilità e la qualità della vita dei cittadini.

2.2 I CASI STUDIO PER LA DECARBONIZZAZIONE E NEUTRALITÀ CLIMATICA DELLE CITTÀ: ESEMPI DALLE CITTÀ ITALIANE

Il caso di Milano

61. Tra le città italiane prese in considerazione nel presente Studio, la città di Milano emerge come il caso più emblematico per la diversificazione e l'ampiezza delle strategie adottate in materia di decarbonizzazione e circolarità. Il capoluogo lombardo si distingue per un approccio che spazia dall'azzeramento del conferimento dei rifiuti urbani in discarica alla realizzazione del più grande impianto fotovoltaico su tetto in Italia quale è oggi l'impianto del complesso espositivo di Fiera Milano.
62. *In primis*, a Milano è attivo fin dal 2001 il **termovalorizzatore "Silla 2"**, collocato nella zona nord-ovest della città: qui, attraverso la combustione di rifiuti non recuperabili come materia viene generato vapore per produrre energia elettrica e termica per la chiusura virtuosa del ciclo dei rifiuti. Da quando è attivo, l'impianto ha trattato circa **11 milioni di tonnellate di rifiuti**, pari alla superficie di tre discariche di grandi dimensioni. Infatti, le tre linee dell'impianto sono in grado di trattare annualmente **circa 550.000 tonnellate di rifiuti** (pari a circa il **90%** del totale dei rifiuti prodotti dal solo Comune di Milano, ovvero la produzione annua di rifiuti di 1,1 milioni di persone).
63. In termini di benefici ambientali, ciò si traduce in:
- **470.000 tonnellate di CO₂** evitate ogni anno, pari a oltre la metà (il **52%**) del totale prodotto nel Comune di Milano;
 - **311.000 MWh** di energia elettrica immessi in rete ogni anno, pari al consumo domestico di **115.000 famiglie**;

- **98.000 Tep** di energia da fonti fossili risparmiata annualmente;
 - **462.000 MWht** di calore immesso nella rete di teleriscaldamento (pari al consumo annuo di **38.000 famiglie**).
64. Come anche osservato per altre città dove è presente un termovalorizzatore, oltre alla chiusura virtuosa del ciclo di rifiuti, esso abilita benefici di due tipi. In primo luogo, oggi Milano presenta un tasso di raccolta differenziata superiore rispetto alla media dei comuni capoluogo: 62,1% contro 55,1%. Il **37%** dei rifiuti viene oggi destinato a **recupero di energia**, di fatto portando a un conferimento in discarica pari allo **0%** (contro una media nazionale del 18%).
65. Inoltre, i **rifiuti** sono la fonte usata per quasi un terzo (il 29%) dell'energia prodotta a Milano, contribuendo alla produzione di **779 GWh su 2.678 GWh** complessivi. Nel dettaglio, i rifiuti contribuiscono alla produzione di **344 GWh di energia elettrica** (il **20%** di quella prodotta in totale nel Comune) e di **435 GWh di energia termica** (il **47%** del totale prodotto).

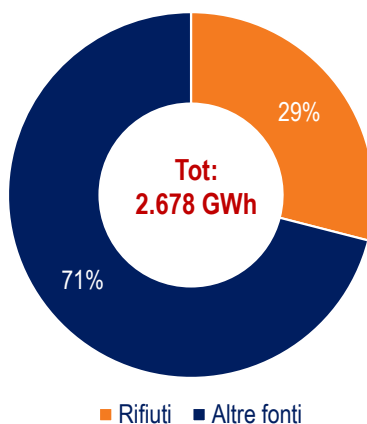


Figura 30. Energia prodotta nel Comune di Milano per tipologia di fonte (valori percentuali su totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

66. Il secondo beneficio abilitato dalla presenza del termovalorizzatore “Silla 2” è che esso costituisce una fonte di alimentazione per la **rete di teleriscaldamento della città**, che si estende per 390 km e serve 250.000 appartamenti equivalenti e il polo fieristico di Rho-Pero. Oltre a questo impianto, la rete di teleriscaldamento di Milano può anche contare su:
- **accumuli termici** (2x1.500 m³) presso la Centrale di Famagosta, per un totale di circa 1.500 famiglie equivalenti servite;
 - **recupero calore da scambio termico** pari a **+30 MWt**, per un totale di circa **3.000 famiglie** equivalenti servite;
 - **calore da acquedotto**, con **+3 MWt** di recupero calore di scarto provenienti dalla stazione MM di via Salemi, per un totale di circa 500 famiglie equivalenti servite.
67. La rete di teleriscaldamento porta con sé molteplici vantaggi ambientali, permettendo al Comune di Milano di evitare ogni anno **111.000 tonnellate di CO₂** (il **12,2%** del totale prodotto nel Comune), **97 tonnellate** di emissioni di **NO_x** evitate (il **30,7%** del totale

prodotto nel Comune) e **23 tonnellate** di emissioni di **SO₂** evitate (pari a **2 volte** il totale prodotto nel Comune).

68. Un ulteriore esempio della virtuosità della città di Milano nel campo della sostenibilità energetica è rappresentato dall'innovativo progetto che vedrà la luce nel 2026: il **Data Center “Avalon 3” di Retelit** (in collaborazione con A2A e DBA Group), punto di connessione internet più grande d'Italia situato nella zona sud-ovest di Milano. In tale contesto, il **calore di scarto**¹³ generato dal *Data Center*, che ha una superficie di 3.500 m² e 3,2 MW di potenza, verrà **recuperato e redistribuito tramite la rete di teleriscaldamento di A2A**. Questo progetto consentirà di servire circa 1.250 famiglie nel Municipio 6 e, oltre a ridurre lo spreco di calore, contribuirà al risparmio energetico con 1.300 Tep risparmiate. Porterà inoltre a una significativa riduzione delle emissioni di CO₂, pari a 3.300 tonnellate all'anno.
69. Nel contesto specifico della produzione di energia, Milano si distingue ulteriormente per l'implementazione di progettualità virtuose, orientate a una maggiore sostenibilità ambientale attraverso la decarbonizzazione. In tal senso, a maggio 2024 è stato inaugurato **il più grande impianto fotovoltaico su tetto del Paese**, valorizzando i padiglioni fieristici del complesso di Rho Fiera.
70. L'impianto è costituito da **50.000 pannelli fotovoltaici**, per un totale di superficie dei padiglioni coperta pari a **330.000 m²**, equivalente a 45 campi da calcio. La produzione attesa è di **21,6 GWh**, pari al consumo di circa 8.000 famiglie, che lo rende il **1° per rendimento tra quelli dei quartieri fieristici europei**, davanti a Barcellona (5,9 GWh), Stoccarda (4,3 GWh) e Monaco (2,7 GWh). In termini di benefici ambientali, si stima che ogni anno l'impianto permetterà di evitare 10.000 tonnellate di CO₂.
71. L'infrastruttura, i cui lavori di costruzione sono partiti nel 2020, è stata completata in tre fasi: nell'aprile 2022 è stata consegnata la **prima parte**, ovvero 12 sezioni per un'area di 200mila mq, una potenza di 8,2 MWp e una produzione annua di energia stimata di circa 10 GWh; la **seconda fase**, conclusasi nel febbraio 2024, ha visto la realizzazione di ulteriori 5 sezioni su 60mila mq, con 4 MWp di potenza e una produzione stimata di circa 5 GWh; con l'**ultima fase**, che segna il completamento dell'opera, sono state aggiunte 4 sezioni, con 5,8 MWp di potenza e una produzione stimata di 7 GWh.
72. Tuttavia, la realizzazione di impianti alimentati grazie alle energie rinnovabili non permette – da sola – di rendere la transizione energetica possibile. Per raggiungere tale obiettivo, occorre una **rete di distribuzione elettrica** efficace ed efficiente, oltre che resiliente ai cambiamenti climatici. In questa prospettiva, Milano sta adottando misure concrete per aumentare la potenza della propria rete elettrica.

¹³ Secondo l'International Energy Agency (IEA), entro il 2026 la domanda energetica dei *data center* potrebbe più che duplicarsi. I processi di raffreddamento dei componenti dei *data center* rilasciano grandi quantità di calore decarbonizzato che andrebbero disperse.

73. La **crescente elettrificazione dei consumi** e la **diffusione della generazione rinnovabile** da parte di piccoli produttori sul territorio, infatti, sta determinando un crescente flusso di energia elettrica nella rete di distribuzione sempre più difficile da prevedere. Ciò riguarda anche Milano, sempre più elettrificata, la cui richiesta di energia elettrica **si prevede passerà dai 1.600 MW attuali a oltre 2.500 MW al 2050**.
74. L'obiettivo della città nei prossimi anni è, pertanto, di **aumentare la potenza della rete elettrica**, sviluppandola e rinnovandola con nuove cabine primarie che possano garantire una **riduzione dei carichi sulla linea** e la **riduzione dei guasti che provocano le interruzioni di fornitura**.
75. A tal fine, sono stati già realizzati negli ultimi anni e sono tuttora in corso diversi investimenti in cabine primarie e secondarie, oltre che in km di rete elettrica:
- sono state realizzate due nuove **cabine primarie a servizio della città** (a Rozzano e a San Cristoforo), portando a 13 il numero di quelle attive;
 - è stata realizzato e installato presso lo Smart Lab di Unareti un prototipo di **cabina secondaria completamente interrata e impermeabile**, capace di resistere alla polvere e di sopportare l'immersione completa in acqua fino a un metro di profondità per 30 minuti.
76. Inoltre, alla luce delle sfide che attendono la città e la sua rete elettrica, è in corso a Milano il progetto pilota **MiNDFlex** (Milan's Network Develops Flexibility), che avrà durata di 3 anni e un perimetro geografico crescente partendo dalla sottostazione elettrica di Ponzio sita in zona Città Studi, arrivando a coprire tutta la città di Milano nel prossimo futuro. In particolare, il progetto permetterà di testare una **nuova metodologia di gestione della rete elettrica**, modulando lo scambio di energia elettrica delle utenze con la rete di distribuzione locale.
77. Uno dei principali settori in cui vi sarà una crescente richiesta di elettrificazione è quello della **mobilità**, con Milano che nel 2024 è entrata nella **top-10** delle metropoli europee più all'avanguardia secondo la Clean Cities Campaign¹⁴, classificandosi al **7° posto** tra le Città europee (dietro Copenaghen, Oslo, Parigi, Amsterdam, Amburgo e Helsinki) e al **1° posto** tra quelle italiane. In particolare, la "virtuosità" di Milano relativamente alla mobilità elettrica è osservabile lungo tre filoni: TPL, *sharing mobility* e parco auto e infrastrutture di ricarica.
78. In particolare, a oggi, gli autobus elettrici rappresentano oltre il 28% della flotta TPL del Comune di Milano, un valore significativamente superiore all'8,2% medio del Paese. Inoltre, l'obiettivo è di raggiungere il **50% entro il 2026** e il **100% entro il 2030**. L'elevata penetrazione dei bus elettrici sulla flotta totale si ha anche grazie alla presenza di **2**

¹⁴ La Clean Cities Campaign è una coalizione europea di oltre 70 ONG che redige una classifica delle città in cui la mobilità a zero emissioni è più sviluppata.

stazioni di ricarica per autobus, per un totale di **140 colonnine**, a cui si aggiungono **16 charger hi-tech**.

79. Relativamente alla *sharing mobility*, a Milano sono attivi due modelli di mobilità condivisa – *Station-based* e *Free-floating* – che oggi riguardano quattro tipi di veicoli: auto, scooter, monopattini, biciclette. Il comune sta anche puntando sulla **e-share mobility**, per un totale di **0,46 shared EV ogni 1.000 abitanti**.
80. Per quanto riguarda il parco circolante privato e le infrastrutture di ricarica: oggi Milano è il **3° comune italiano** per numero di **auto elettriche** e sul suo territorio sono presenti **6,6 punti di ricarica per km²**. Inoltre, in città è attivo un nuovo modello di infrastrutture di ricarica, interamente alimentate da **energie rinnovabili**, che non implica limiti di sosta e che non impatta sulla rete elettrica cittadina.
81. Infine, ma non meno importante, a Milano il **94%** dell'illuminazione pubblica è a LED, pari a quasi **190.000 punti luce**, di cui 154.502 nel solo Comune di Milano e 33.240 nell'intera Provincia, con conseguenti benefici in termini di maggiore efficienza energetica e sicurezza nelle strade.

Il caso di Brescia

82. Anche Brescia presenta sul proprio territorio un diffuso ricorso a diverse soluzioni per aumentare la sostenibilità e la qualità della vita dei propri cittadini. Analogamente a quanto fatto per il precedente caso di Milano, occorre partire dal recupero energetico dai rifiuti, che costituisce la prima fonte di generazione di calore della città e che rende possibile l'azzeramento del conferimento in discarica dei rifiuti urbani.
83. Oggi, infatti, il termovalorizzatore tratta oltre **720.000 tonnellate di rifiuti ogni anno**, una cifra equivalente alla quantità di rifiuti generata da circa **1,4 milioni di persone**. Di recente, inoltre, l'impianto è stato potenziato con l'installazione di un nuovo sistema catalitico ad altissima efficienza per l'abbattimento degli ossidi di azoto e l'installazione di un innovativo sistema di recupero termico. Infine, nel 2023 sono stati completati i lavori di *revamping* del **trattamento fumi** su tutte e tre le linee, permettendo – a parità di rifiuti trattati – il riutilizzo del calore dai fumi del camino equivalente al fabbisogno di 12.500 famiglie. In generale, ciò permette di produrre 164 GWh all'anno di calore aggiuntivo, per un aumento del rendimento del termovalorizzatore del 14%, portandolo al 98%, e una riduzione del 40% delle emissioni medie a camino.
84. Grazie a tale sistema, oggi i rifiuti rappresentano la prima fonte energetica per il Comune, con un valore pari al **76%** del totale. In altre parole, a Brescia i rifiuti abilitano la produzione di **530 GWh di energia elettrica**, pari al consumo medio di **circa 200.000 famiglie**, il **35%** della popolazione della provincia di Brescia. I rifiuti permettono anche la produzione di **745 GWh di energia termica** (il **79%** dell'energia termica prodotta in città).
85. In termini di benefici ambientali, la valorizzazione energetica dei rifiuti permette di evitare **682.000 tonnellate di CO₂ all'anno** (1,6 volte le emissioni totali prodotte dal

Comune di Brescia), mentre – dal suo avvio ad oggi– l’impianto ha complessivamente consentito di evitare il conferimento in discarica di **oltre 17 milioni di tonnellate di rifiuti**, una superficie pari a circa **200 campi da calcio**.

86. Efficacia della raccolta differenziata e presenza del termovalorizzatore permettono oggi a Brescia di **azzerare il conferimento in discarica**. Il 74% dei rifiuti urbani è infatti destinato al recupero di materia, mentre oltre un quarto (il **26%**) è avviato a recupero di energia. Parallelamente, il Comune di Brescia si caratterizza per un tasso di raccolta differenziata particolarmente virtuoso rispetto al resto dei comuni capoluogo: 68%, contro una media italiana del 55%.

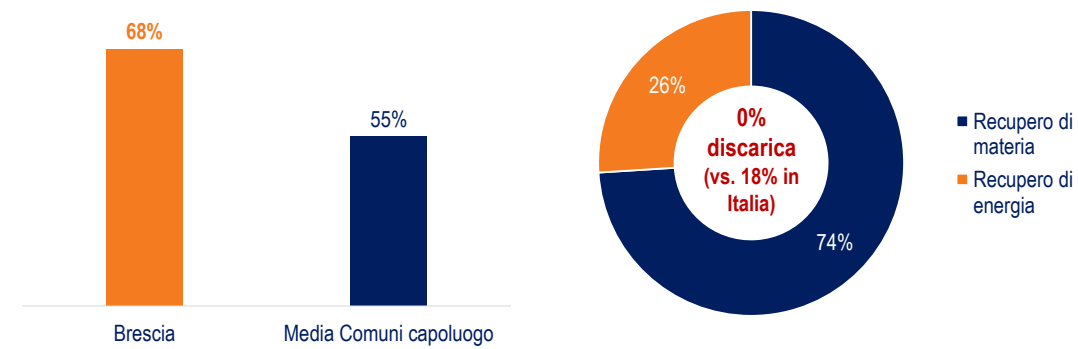


Figura 31. A sinistra: Tasso di raccolta differenziata nel Comune di Brescia e media dei comuni capoluogo (valori percentuali), 2023 e A destra: Suddivisione delle modalità di trattamento dei rifiuti urbani di Brescia (valori percentuali su totale), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.*

87. Oltre al beneficio derivante dall’assenza del conferimento in discarica, il termovalorizzatore abilita il funzionamento della rete di teleriscaldamento di Brescia, immettendo 745 GWh di energia termica, pari al consumo annuo di circa **70.000 famiglie** (l’80% delle famiglie residenti nel Comune di Brescia) e coprendo i fabbisogni di circa il **70% della volumetria edificata riscaldabile della città**. L’infrastruttura di Brescia è infatti molto estesa, dilungandosi per **682 km**, per un totale di **179.167 appartamenti** equivalenti e **21.759 utenti serviti**.
88. A sua volta, essa ha **impatti positivi sull’ambiente e sulla qualità della vita dei cittadini**, abilitando un risparmio annuo di 115.648 tonnellate di CO₂ e di 105,3 tonnellate di NO_x. Come si può osservare guardando al sistema integrato Ambiente-Energia, anche la rete di teleriscaldamento di Brescia non si basa su una singola “risorsa”, ovvero il termovalorizzatore, ma può contare su diverse fonti energetiche e di recupero sinergiche tra loro. Nel dettaglio:
- **Acciaieria Ori Martin**, che recupera calore di scarto per 6 MW;
 - **Centrale Nord Accumuli**, che dispone di accumuli termici pari a 2x2.500 m³;
 - **recupero da fumi** (termo-utilizzatore), che condensa fumi per 60 MW;
 - **teleraffrescamento**, che trasforma l’energia termica in energia frigorifera grazie a gruppi frigoriferi ad assorbimento;

- **Centrale Lamarmora Accumuli**, che dispone di accumulo termico pari a 5.000 m³ e di un impianto fotovoltaico da 300 kW;
 - **Acciaieria Alfa Acciai**, che recupera calore di scarto pari a 10 MW.
89. Complessivamente, tali fonti di energia – complementari all’attività del termovalorizzatore – soddisfano il bisogno di **circa 22.500 famiglie** (un quarto delle famiglie residenti nel Comune di Brescia).

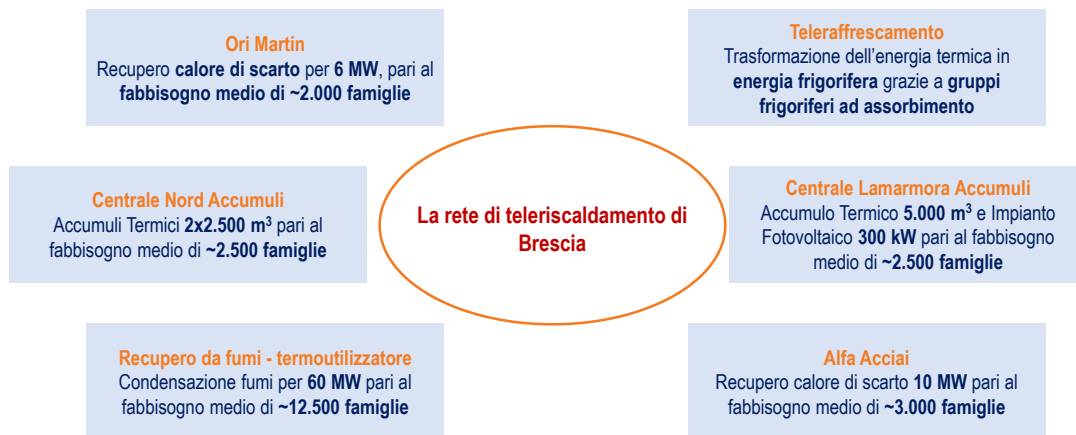


Figura 32. Le fonti energetiche e di recupero che contribuiscono ad alimentare la rete di teleriscaldamento di Brescia (illustrativo), 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

90. Un'altra soluzione che contribuisce alla riduzione delle emissioni presente nel Comune di Brescia è il *relamping*. A titolo esemplificativo, nel 2021 è stato avviato un progetto di **riqualificazione degli impianti di illuminazione delle scuole** comunali, grazie a un Partenariato Pubblico Privato (PPP). Il piano, da oltre 6 milioni di euro, prevede **l'installazione di sistemi a LED** ad alta efficienza e la successiva gestione e manutenzione per 22 anni. Inoltre, l'impianto illuminante è dotato di **rilevatori di luminosità e di presenza**: il sistema si attiva quando si entra in un ambiente e, in base ai livelli esterni, regola automaticamente l'intensità della luce.
91. I primi risultati di tale progettualità sono stati misurati nel 2023 e indicano un sostanziale supporto di tale tecnologia alla decarbonizzazione e all'efficientamento energetico della città, migliorando al tempo stesso la qualità della vita dei suoi abitanti. Nel dettaglio, si stima:
- un minore **consumo elettrico** degli impianti di illuminazione del **49%**;
 - una minore **energia consumata** dalle scuole per il **32%**;
 - una **spesa energetica** inferiore del **33%**, con un **risparmio** di circa **100.000 euro**;
 - una quantità di **emissioni di CO₂** evitate pari a **155.000 kg**.
92. In generale, a Brescia il **94%** dell'illuminazione pubblica è oggi a LED, per un totale di oltre 42.000 punti luce. Ciò ha garantito una diminuzione di **oltre il 40%** dei consumi, corrispondente a oltre 1.300 Tep, ovvero alla circolazione annua di oltre 1.500 automobili e all'emissione di oltre 2.700 tonnellate di CO₂ nell'atmosfera.

93. Infine, occorre sottolineare la virtuosità di Brescia all'interno del contesto nazionale relativamente al **fotovoltaico**. Infatti, secondo l'ultimo "**Rapporto Statistico 2023 – Solare Fotovoltaico**" del Gestore dei Servizi Energetici (GSE), Brescia è la seconda provincia in Italia (dopo Roma) per impianti fotovoltaici in esercizio, con una quota del 3,6% sul totale nazionale. In termini di contributo alla potenza fotovoltaica nazionale, Brescia è addirittura **prima**, con un valore pari al 2,9% del totale italiano.
94. La distribuzione della potenza è condizionata dalla presenza delle installazioni ubicate a terra di **grossa taglia**, con Brescia anche in questo caso prima a livello nazionale con il 4,3% del totale. Tra i più importanti vi sono quelli installati sul tetto dell'azienda Eredi Gnutti Metalli, che producono 9,9 GWh all'anno, evitando ogni anno circa 5.000 tonnellate di CO₂.
95. Ulteriori e rilevanti contributi in tal senso vengono dai pannelli installati nel quartiere *smart* "villaggio" **Violino**, dove già circa 10 anni fa si è proceduto con l'installazione di impianti fotovoltaici sulle case delle famiglie, e dal futuro impianto fotovoltaico sul tetto del **deposito della metropolitana**, con una **potenza di 1,2 MW** utile a coprire parte del fabbisogno della metro.
96. Un ultimo elemento da evidenziare relativamente alla virtuosità di Brescia nell'adozione di misure a favore della decarbonizzazione urbana è la sostenibilità del proprio parco TPL. Nel febbraio 2023 sono stati presentati **30 nuovi autobus a metano**, a cui se ne sono aggiunti poco dopo altri 8 e altri 23 nel 2024, per un totale di 61 mezzi. L'acquisto è stato possibile grazie ai finanziamenti del Piano Strategico Nazionale Mobilità Sostenibile, pari a oltre 13 milioni di euro in totale per i 61 autobus. Grazie a questo ultimo acquisto, gli autobus alimentati a metano nella flotta di Brescia Trasporti sono oggi 189 (di fatto l'intero parco circolante) e l'età media della flotta scende sotto gli 8 anni, attestandosi intorno a 7,26, un valore del 30% inferiore alla media nazionale (10,3).

Il caso di Messina

97. **Messina** si configura come un caso studio significativo nel Sud Italia, dove le diverse progettualità avviate negli ultimi anni per incrementare la sostenibilità ambientale e la competitività del territorio – anche nell'ottica di un miglioramento della qualità della vita dei cittadini – hanno già prodotto risultati tangibili.
98. Un esempio emblematico di questo impegno è rappresentato dall'appalto assegnato da parte del Comune di Messina nel luglio 2019. Il progetto, dal valore di **30 milioni di euro** da realizzarsi nell'arco di 6 anni, prevede l'installazione di **oltre 28 mila nuove luci a LED gestite da remoto**. L'intervento include, inoltre, la riqualificazione o sostituzione della maggior parte dei pali esistenti e la posa di nuove linee elettriche. Nel dettaglio, il nuovo sistema di illuminazione si distingue per una **migliore concentrazione del fascio luminoso**, evitando la dispersione della luce verso l'alto, con un effetto complessivo di maggiore luminosità e minore inquinamento visivo.

99. I benefici di tale scelta e ricambio tecnologico sono molteplici e per il Comune di Messina si tradurranno *in primis* in un risparmio sui consumi elettrici pari a circa il **65%**, una volta che il nuovo meccanismo di illuminazione sarà “a regime”.
100. Rilevanti sono poi anche i vantaggi ambientali: la trasformazione del sistema di illuminazione pubblica consentirà infatti di ridurre di circa **2.400 tonnellate le emissioni di CO₂**. Inoltre, la maggior durata dei LED, fino a **5 volte** quella delle lampade tradizionali, **diminuisce le attività legate alla loro sostituzione**, con un conseguente risparmio in termini di rifiuti generati.
101. Un altro settore strategico su cui oggi Messina sta concentrando sforzi significativi, anche in termini di decarbonizzazione, è il Trasporto Pubblico Locale. Al 2022, infatti, il parco mezzi TPL di Messina risulta tra i più sostenibili del Paese: il **78,8%** degli autobus è Euro 6 e il **15,3%** sono autobus elettrici o ibridi elettrici, contro una media italiana rispettivamente del 48,5% e dell’8,2%.

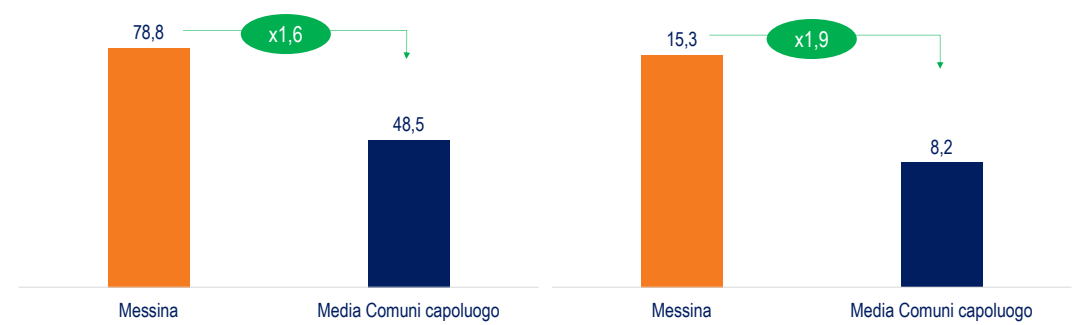


Figura 33. A sinistra: Autobus Euro 6 nel Comune di Messina e in media nei comuni capoluogo (valori percentuali su totale), 2022 e A destra: Autobus elettrici/ibridi nel Comune di Messina e in media nei comuni capoluogo (valori percentuali su totale), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.*

102. Parallelamente a ciò, si registra un aumento dell’offerta di TPL: nel 2023 si è avuto un **incremento del 50% nei km offerti**, da 4,3 milioni di km del 2018 fino a 6,5 milioni nel 2023. Tuttavia, non è solo questo dato che oggi fa di Messina un *benchmark* da analizzare relativamente alla volontà di favorire il ricorso al TPL, ma anche la tecnologia messa in campo: l’applicazione “**Atm MovUp**” permette a cittadini e turisti di ricevere informazioni su linee e orari aggiornati in tempo reale (ad esempio in caso di scioperi o modifiche), indicando come arrivare in qualsiasi punto della città, oltre a consentire di pagare dal telefono la sosta dove necessario o in alcuni parcheggi in struttura.
103. Un’ulteriore misura adottata dal Comune per favorire il ricorso al TPL è stato il lancio – nel 2023 e grazie ai fondi europei – dell’abbonamento **MoveMe**, abbassando il prezzo per l’abbonamento annuale da **250 a 20 euro**. Nel dettaglio, nelle prime due “finestre” sono stati emessi oltre 20.000 abbonamenti, mentre nell’ultima di dicembre sono arrivate circa 12.000 domande, per un totale di 28.000 abbonamenti a prezzo scontato. Il risultato più tangibile è stato il **raddoppio delle sottoscrizioni al TPL in un solo anno**: da 19.854 nel gennaio-ottobre 2022 a 39.378 in quello tra gennaio e ottobre 2023 (+98,3%).

104. In generale, la maggiore sostenibilità e offerta del TPL si legano a una strategia più ampia adottata dal Comune, nell'ottica di favorire un sistema generale di mobilità sempre imperniato sul trasporto pubblico sostenibile.
105. *In primis*, a bordo di tutti i bus è oggi presente un **sistema di infomobilità** che consente di **monitorare posizione, percorsi e velocità dei mezzi in movimento**. Inoltre, sia sui bus sia sui tram sono stati installati sistemi **conta passeggeri** e di **videosorveglianza**, cui si aggiungono i tornelli per i bus elettrici. Il vantaggio del sistema di conta passeggeri è che permette di **registrare le fermate con maggiore afflusso di entrata e uscita** e analizzarle per sviluppare piani di trasporto disegnati per la città. Al tempo stesso, la videosorveglianza garantisce ai cittadini una **maggiore sicurezza**, soprattutto negli orari “non di punta” e in cui il flusso di passeggeri è più limitato.
106. Due ulteriori innovazioni abilitate dalla digitalizzazione riguardano la possibilità su tutti i bus e tram di acquistare i biglietti a bordo senza maggiorazione attraverso qualsiasi mezzo di **pagamento cashless** e la realizzazione in corso di un **sistema di parcheggio intelligente**. Tale sistema si baserà su oltre **5.000 sensori**, che, tramite *app*, consentiranno agli automobilisti di sapere in anticipo dove sono gli stalli liberi in centro città, evitando di girare a vuoto e congestionare il traffico.
107. Accanto ai progressi compiuti nel miglioramento (qualitativo e quantitativo) dell'offerta di TPL, negli ultimi anni Messina si caratterizza anche per passi avanti sostanziali per quanto riguarda la **raccolta differenziata**. Il percorso è partito nel gennaio 2019, quando la raccolta dei rifiuti era svolta per l'**82%** con cassonetti stradali e solo la componente residua (18%) era oggetto di raccolta differenziata. Il primo *step* del percorso ha quindi riguardato la graduale rimozione dei cassonetti stradali e l'attivazione del servizio di raccolta porta a porta. Il processo è stato piuttosto veloce, con **l'ultimo cassonetto stradale che è stato rimosso a maggio 2021**.
108. Nel dettaglio, il Comune di Messina è stato in grado di triplicare in soli 3 anni il proprio tasso di raccolta differenziata, superando il valore medio della Regione Sicilia nel 2022 e colmando un *gap* che nel 2019 era di 20 punti percentuali. Inoltre, l'incremento del periodo 2019-2022 risulta essere il **più elevato tra i comuni capoluogo delle province siciliane**.

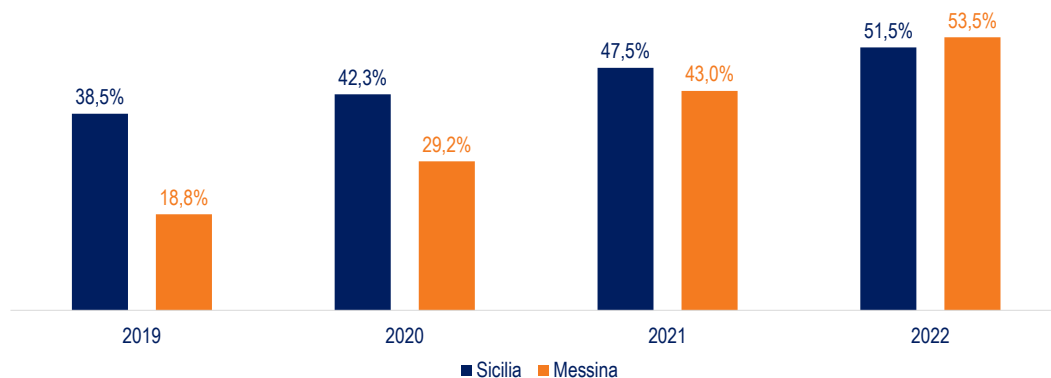


Figura 34. Tasso di raccolta differenziata nel Comune di Messina e nella Regione Sicilia (valori percentuali), 2019-2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.

109. Nel complesso, oggi Messina è **8^a per raccolta differenziata tra tutte le città con oltre 200.000 abitanti** e **2^a** solo a Bari tra i capoluoghi del Sud con più di 100.000 abitanti **per raccolta di carta e cartone**. Grazie a tali risultati, Comieco ha scelto di presentare proprio a Messina il suo ventisettesimo rapporto annuale e Corepla vi ha lanciato una campagna di comunicazione destinata ai cittadini per diffondere buone pratiche di sostenibilità.
110. Oltre ai benefici economico-ambientali, i progressi di Messina dal punto di vista della raccolta differenziata hanno permesso al Comune di evitare – nel periodo 2017-2023 – costi di conferimento in discarica pari a **43 milioni di euro**, consentendo di affrontare l'innalzamento dei costi di smaltimento con un minore impatto rispetto agli altri comuni metropolitani della Sicilia.

Il caso di Bergamo

111. Oggi Bergamo si caratterizza per un ampio e diffuso ricorso a più leve per la decarbonizzazione. *In primis*, è anche qui da evidenziare l'importanza del recupero energetico dai rifiuti grazie alla presenza del **termovalorizzatore**, attivo dal 2003 e con sistema di accumulo termico a partire dal 2022, che abilita un duplice beneficio in ottica circolare per la città. L'impianto costituisce infatti la **prima fonte di generazione di calore della città** e permette di registrare un **conferimento in discarica pari allo 0%**.
112. Partendo dalla circolarità in termini di rifiuti, i termovalorizzatori presenti nella provincia bergamasca ne trattano oltre 150.000 tonnellate, ripartite tra le 54.273 tonnellate di rifiuti urbani trattate dal termovalorizzatore di Bergamo e le 98.120 tonnellate di rifiuti speciali trattate dal termovalorizzatore di Filago. La presenza del termovalorizzatore permette al territorio di **azzerare il conferimento in discarica**, dal momento in cui tutti gli scarti prodotti sono avviati per il 75% a recupero di materia e per il 25% a recupero di energia.
113. Inoltre, i rifiuti costituiscono da soli circa **2/3** delle fonti utilizzate nel Comune per produrre energia per un valore pari a **198 GWh** (dei 312 GWh prodotti nel complesso dal Comune) di cui **74 GWh di energia elettrica** (il **90%** di quella prodotta nel Comune) e **124 GWh di energia termica** (il **54%** di quella prodotta nel Comune). Infine, occorre

sottolineare come il mancato conferimento in discarica e il recupero di energia permettono a Bergamo di evitare annualmente **41.101 tonnellate di CO₂**, circa un terzo (il 28,8%) delle emissioni totali prodotte nel Comune.

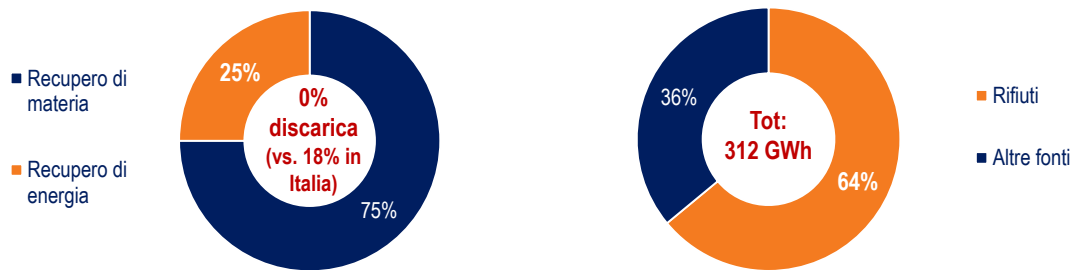


Figura 35. A sinistra: Destinazione dei rifiuti nel Comune di Bergamo (valori percentuali su totale), 2022 e A destra: Energia prodotta nel Comune di Bergamo per tipo di fonte (valori percentuali su totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

114. Oltre a quanto riportato finora, si sottolinea anche l'elevata virtuosità della raccolta dei rifiuti e l'alto tasso di raccolta differenziata. Nel 2022, nel Comune di Bergamo sono state raccolte **57.957 tonnellate** di rifiuti urbani, di cui **44.630** avviate a recupero di materia ed energia, per un tasso di raccolta differenziata del **77%**, 22 punti percentuali superiore rispetto alla media dei comuni capoluogo in Italia (55,1%).
115. Oltre all'implementazione di un ciclo virtuoso nella gestione dei rifiuti, Bergamo si caratterizza anche per un parco automezzi sostenibile per la raccolta, in quanto composto da **77 mezzi a basso impatto** (metano ed Euro 6) e **18 mezzi elettrici**. Inoltre, i cestoni per l'indifferenziato sono dotati di un **pannello fotovoltaico** che **alimenta il dispositivo di compattazione del rifiuto**, evidenziando ulteriormente l'integrazione di tecnologie rinnovabili nella gestione del servizio.
116. L'energia prodotta dal termovalorizzatore, inoltre, viene immessa negli 85 km della rete di **teleriscaldamento** della città, per un totale di 33.000 appartamenti equivalenti serviti. Il ricorso a tale tecnologia permette di evitare annualmente **17.831 tonnellate** di emissioni di **CO₂** (il **12,5%** del totale prodotto dal Comune) e **18,2 tonnellate** di emissioni di **NO_x** (**29,5%** del totale prodotto dal Comune).
117. Gli effetti positivi legati all'attività del termovalorizzatore fanno sì che si continui oggi a prevedere investimenti per un suo potenziamento. A titolo esemplificativo, nel 2022 è entrato in funzione un **sistema di accumulo termico** che permette di **conservare l'energia termica per essere utilizzata dall'utenza quando necessaria**. Per il nuovo sistema è stato realizzato un serbatoio in acciaio di 18 m di diametro e quasi 20 m di altezza, dimensionato in modo da poter recuperare anche il calore della connessione con il termovalorizzatore di Rea Dalmine, operativa dalla prossima stagione termica. L'investimento previsto è di **4,2 milioni di euro** e permetterà un'energia massima accumulabile di **160 MWh e 5.000 m³ di volume lordo di accumulo**.
118. Per concludere il caso di Bergamo, occorre valorizzare tre ulteriori leve. *In primis*, è in fase di sviluppo l'**installazione di 6 MW di fotovoltaico a tetto** sui nuovi impianti di

depurazione intercomunale della città da parte di Uniacque Bergamo. Il progetto prevede non solo l'installazione ma anche la gestione degli impianti per un periodo di 20 anni. In secondo luogo, a Bergamo il **94%** dell'illuminazione pubblica è attualmente a LED, per un totale di circa 20.000 punti luce che a oggi escludono soltanto la zona di Bergamo Alta.

119. L'installazione di tali punti luce ha permesso, da un lato, di ridurre di oltre il **50%** il consumo di energia elettrica, pari a circa 1.900 Tep risparmiate ogni anno; dall'altro, è stata evitata l'emissione di **1.600 tonnellate di CO₂** grazie al minor consumo di energia elettrica.
120. Infine, è da sottolineare la virtuosità del TPL di Bergamo, che a oggi vede il **58,6%** della propria flotta *diesel-free* e prevede di raggiungere il 100% entro il 2030. In particolare, a settembre 2023 sono stati presentati **10 nuovi autobus elettrici**, che si sono aggiunti ai 12 entrati in servizio nel 2018. I nuovi mezzi sono dotati di 10 pacchi di batterie da 350 kW che garantiscono un'autonomia di marcia di circa 400 km e sono principalmente impiegati sulle linee C e 1. Posizionate sopra l'autobus e nella parte inferiore, sono dotate di barre antintrusione e brevettate da un sistema di sicurezza ignifugo.
121. La ricarica del mezzo con colonnine elettriche da 120 kW dura 3 ore, ma può essere dimezzata qualora siano disponibili due colonnine di ricariche che ne raddoppino la potenza. Gli autobus hanno una lunghezza di 12 metri e una velocità massima di 85 km/h, dispongono di 3 porte per l'accesso e possono trasportare fino a 83 passeggeri. L'acquisto dei mezzi rientra nel piano aziendale di rinnovo della flotta di ATB (Azienda Trasporti Bergamo) e beneficia dei fondi stanziati dal Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile (DPCM 17/04/2019) e dal decreto attuativo 234/2020.
122. In particolare, il percorso di elettrificazione della flotta TPL non riguarda solo il rinnovamento dei mezzi, ma anche una **modifica strutturale del deposito**, in cui installare i sistemi di ricarica *roll-up* che consentiranno di ottimizzare gli spazi riservati agli stalli degli autobus. Sono inoltre stati avviati i lavori per la nuova linea e-BRT (Bus Rapid Transit), sistema di autobus elettrici per lo più in sede propria che sarà realizzato tra Bergamo, Dalmine e Verdellino.

Il caso di Varese

123. Così come le altre città presentate in questo capitolo, anche la città di **Varese** si caratterizza per la presenza sul proprio territorio di più iniziative e progettualità dirette a una maggiore sostenibilità del territorio e al miglioramento della qualità della vita.
124. In continuità con le altre città analizzate finora, risulta utile partire dalla gestione del ciclo dei rifiuti e dalla sua circolarità: il Comune di Varese riporta un **tasso di raccolta differenziata del 70%**, ben oltre la media dei comuni capoluogo che risulta pari al 55%.

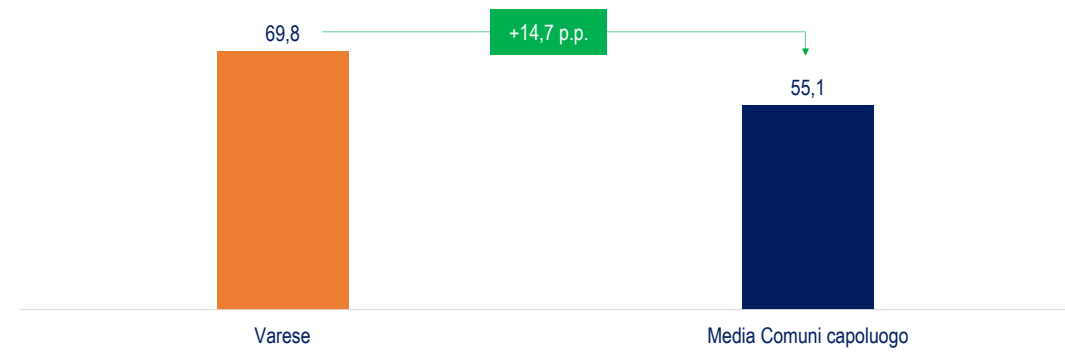


Figura 36. Tasso di raccolta differenziata nel Comune di Varese e media dei comuni capoluogo (valori percentuali), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Comune di Varese e ISPRA, 2024.*

125. Nonostante il Comune possa già ritenersi in tal senso un caso virtuoso, sta continuando a promuovere iniziative e progettualità *ad hoc* per aumentare la circolarità del proprio ciclo dei rifiuti. Nel dettaglio, dal **1° aprile 2024** è stato introdotto il ritiro per l'**indifferenziato solo nei sacchi rossi con tag** distribuiti alle famiglie, vietando gli altri sacchi non conformi. Inoltre, è stata potenziata la **raccolta del vetro**, portandola da quindicinale a settimanale, ed è stata introdotta la possibilità per i privati di accedere con furgoni di proprietà, a noleggio o in prestito, presso la **piattaforma ecologica** locale.
126. Dal **1° gennaio 2025**, in aggiunta, verrà introdotta la **tariffa puntuale**, un sistema di quantificazione dei rifiuti prodotti dalla singola utenza che consente di determinare una tariffa proporzionale, per la parte variabile, alla quantità di rifiuti prodotta dall'utente. L'introduzione della tariffa ha l'obiettivo di **mappare la produzione di rifiuti** da parte delle singole utenze e **aumentare la consapevolezza** dell'importanza della differenziazione, abbassando i costi di smaltimento e raccolta, migliorando i servizi e riducendo il fenomeno dell'abbandono.
127. Ciò detto, occorre specificare come la tariffa **non comporterà un aumento della TARI per tutti i cittadini** ma solo una diversa distribuzione della parte variabile. Secondo le stime del Comune, l'introduzione della tariffa permetterà anche di **aumentare la raccolta differenziata del 13%** e potrà essere rimossa gradualmente una volta che il circolo virtuoso sarà ritenuto attivato, ovvero quando si riterrà raggiunto un buon livello di responsabilizzazione da parte dei cittadini.
128. Oltre all'efficiente ed efficace gestione del ciclo dei rifiuti, oggi il Comune di Varese si caratterizza anche per la presenza di due importanti **impianti di teleriscaldamento**. Il più recente è "Centrale Ospedale", ultimato nel dicembre 2011 e locato presso il nuovo ospedale di Varese.
129. Nell'impianto è in servizio un **motore cogenerativo della potenza nominale di 1 MWe**, dimensionato per soddisfare gli autoconsumi elettrici della nuova centrale termofrigorifera con un **recupero termico di 1 MWt**, equamente ripartito tra produzione di vapore per usi tecnologici e acqua calda. Nel dettaglio, vapore e acqua calda per integrazione al teleriscaldamento sono prodotti tramite **tre caldaie alimentate a doppio combustibile**, per una potenza complessiva pari a circa **27 MWt**.

130. L'impianto, quindi, si avvale della cosiddetta "**trigenerazione**", ovvero la produzione combinata di **energia elettrica, termica e frigorifera**. Infatti, grazie alla presenza di **sei gruppi frigoriferi** (due alimentati ad acqua calda, due alimentati a vapore e due frigo-compressori) di potenza installata complessiva pari a **13 MWf**, l'acqua calda proveniente dalla rete di teleriscaldamento cittadina può essere utilizzata anche nei mesi estivi per soddisfare il fabbisogno di vapore, acqua calda e acqua gelida per gli usi tecnologici, sanitari e di climatizzazione, servendo sia il nuovo sia il vecchio complesso ospedaliero.
131. Il primo impianto di teleriscaldamento è, invece, quello di via Rossi, realizzato agli **inizi degli anni '90** e funzionante in **assetto cogenerativo**. Il "cuore" dell'impianto è costituito da una **turbina a gas della potenza nominale di 5 MWe** (immessa direttamente nella rete di distribuzione in alta tensione pari a 132 kV con:
- **1 caldaia a recupero da 11 MWt;**
 - **1 post-combustore da 4 MWt;**
 - **5 caldaie di integrazione per i carichi termici di picco a doppio combustibile (gas naturale e gasolio) della potenza complessiva di 37 MWt.**
132. In particolare, nella fase precedente al recupero termico, i fumi esausti del turbogas sono abbattuti del carico inquinante di ossidi di azoto (ai limiti di zona imposti dalla Regione Lombardia) nel sistema *Selective Catalytic Reduction* installato nel 2008.
133. Infine, l'impianto è anche dotato di **due serbatoi di stoccaggio dell'acqua calda** a 90°C per una capacità totale di 430 m³, e da un **sistema di pompaggio** dell'acqua calda nella **rete di teleriscaldamento** cittadina, azionato da variatori di frequenza, della portata massima di 1800 m³ all'ora.
134. Complessivamente, si stima che ogni anno i due impianti di teleriscaldamento permettano di evitare il ricorso a circa **40.000 Tep** e di evitare l'emissione di oltre **170.000 tonnellate di CO₂**.
135. Dal punto di vista della generazione di energia, inoltre, a Varese viene fatto ampio ricorso anche alla fonte **solare**. Ad esempio, nella stessa centrale di via Rossi citata precedentemente, è stato aggiunto nel 2015 un **impianto solare termico**, allora entrato in funzione come **il più grande del sud Europa** (per teleriscaldamento). Nel dettaglio, l'impianto produce **calore da fonte solare attraverso tecnologia fotovoltaica**, quindi completamente rinnovabile, e adotta le migliori tecnologie disponibili, essendo composto da **73 collettori solari termici**, per una superficie captante lorda totale di circa **990 m²**. Relativamente alla sua capacità, l'impianto può produrre in un anno **450 MWh di energia termica**, pari al **fabbisogno di acqua calda sanitaria di 150 appartamenti**, e si stima che ogni anno permetta di risparmiare il ricorso a 43 Tep evitando l'emissione di oltre 100 tonnellate di CO₂.
136. Un ulteriore aspetto da considerare relativamente al Comune di Varese è l'**elettrificazione del TPL**, ancora in corso ma oggi a uno stato piuttosto avanzato rispetto al resto del Paese. Al 2022, infatti, la percentuale di autobus elettrici/ibridi

circolanti nel Comune di Varese è del 16,2%, di fatto il doppio rispetto alla media dei comuni capoluogo (8,2%), posizionandosi al **13° posto** su 112.

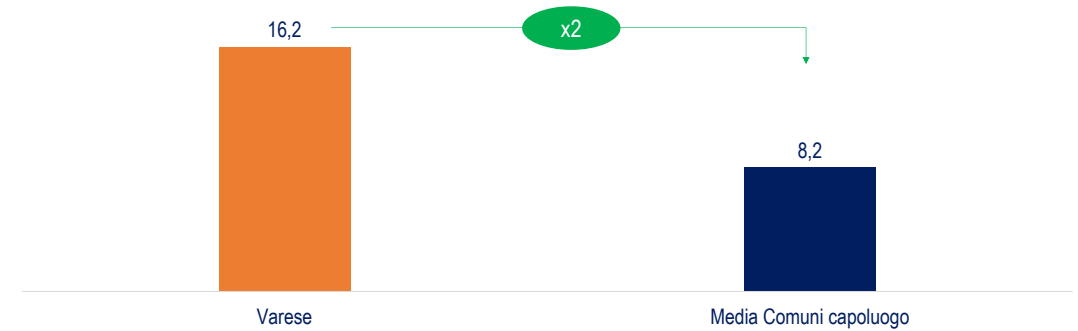


Figura 37. Autobus elettrici/ibridi nel comune di Varese e in media nei comuni capoluogo (valori percentuali su totale), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.

137. A conferma di tale *trend* di elettrificazione in corso, a giugno 2024 sono arrivati a Varese i primi **2 bus elettrici** acquistati dal Comune grazie ai fondi del PNRR, ed entro la fine dell'anno è previsto l'arrivo di altri **7**, portando a 9 il numero totale per un investimento complessivo di **5 milioni di euro**. In particolare, si stima che l'utilizzo di questi 9 mezzi elettrici permetterà di evitare l'emissione in atmosfera di circa **8.000 kg di NO_x** e di **250 kg di PM₁₀**. Un risultato che si somma ai benefici ottenuti dal rinnovamento della flotta già avviato dal 2021 con l'introduzione di **11 mezzi ibridi**, permettendo di risparmiare annualmente **400 tonnellate di CO₂** e **4 tonnellate di inquinanti atmosferici come PM₁₀ e NO_x**.
138. Le ultime due iniziative e progettualità portate avanti a Varese su cui vale la pena soffermarsi in questa sede sono il **relamping** e la diffusa presenza di **verde urbano**. Relativamente al primo ambito, a ottobre 2018 è stato lanciato il progetto "**Varese Cambia Luce**" e già nell'aprile 2019 risultavano sostituiti **oltre 6.000 punti luce con tecnologia LED** (il **60%** della copertura della città). A oggi risultano sostituiti tutti gli **11.000 punti luce** della città, per un totale di 1,4 MW di potenza installata e un minore **consumo elettrico** derivante dagli impianti di illuminazione stimato tra il **-60%** e il **-70%**. In sintesi, i numeri chiave della riqualificazione hanno riguardato la sostituzione di oltre 3.300 pali e di circa 800 mensole e il rifacimento di 23.000 km di linee aeree, per un totale complessivo a oggi di oltre 200 quadri elettrici e 216 km di linea di distribuzione.
139. Relativamente, invece, al secondo punto, il **verde comunale** a Varese occupa **807.870 mq** (80 ettari), distribuiti su un totale di **237** aree di diversa dimensione e tipologia, cui si aggiungono 460.700 mq (46,7 ettari) di **boschi comunali**. Nel dettaglio, la superficie urbana si sostanzia in **53** giardini di pertinenza di scuole elementari, medie, materne, asili nido, edifici pubblici; **38** giardini e **aree verdi di quartiere**; **37** filari arborei stradali; **33** aiuole e piazze irrigue; **20** aree a gestione estensiva; **13** aree esterne ai cimiteri e al patrimonio arboreo; **6** parchi storici.

Il caso di Cremona

140. **Cremona** presenta a oggi un'implementazione estensiva e diversificata delle principali tecnologie volte alla decarbonizzazione. Ad esempio, il **91%** dell'illuminazione pubblica è a LED (con vantaggi paragonabili a quanto osservato precedentemente per Bergamo e Brescia), mentre la rete di teleriscaldamento si snoda per 59 km e sono circa **600.000 metri i cavi in fibra ottica** posati e circa **100 le telecamere** collegate (sempre in fibra ottica), permettendo un monitoraggio veloce e sicuro della città.
141. Un altro punto di forza da evidenziare per il Comune di Cremona è l'**elettificazione della flotta TPL**. Infatti, entro il 2026 sarà costituita da **32 autobus elettrici**, dotati di batteria da **348 kWh** e **300 km** di autonomia. Di questi, **19 mezzi elettrici** saranno introdotti grazie ai finanziamenti derivanti dal **Piano strategico nazionale di mobilità sostenibile** (6,2 milioni di euro), mentre i restanti **13** saranno introdotti grazie ai fondi del **PNRR** (6 milioni di euro). Nel dettaglio, la completa elettificazione del parco autobus permetterà a Cremona di elettrificare completamente la propria **flotta TPL**, abilitando un risparmio annuo di oltre **1.500 tonnellate di CO₂** (lo **0,4%** delle emissioni totali della città e il **2%** delle emissioni totali del settore dei trasporti della città).
142. Oltre all'elettificazione del TPL e in aggiunta agli elementi sopra riportati, un ruolo rilevante nell'aumentare la sostenibilità e circolarità di tutto il territorio è giocato dal **termovalorizzatore di Cremona**, entrato in esercizio nel 1997 e localizzato in un'area a circa 2 km a sud-est dell'abitato della città. Rappresenta infatti una delle principali risorse energetiche per il servizio di teleriscaldamento locale ed è autorizzato al trattamento di rifiuti solidi urbani, rifiuti speciali non pericolosi, rifiuti sanitari e fanghi da depurazione.
143. Annualmente, il termovalorizzatore tratta **70.000 tonnellate di rifiuti** non altrimenti riciclabili, permettendo di produrre **25 GWh di energia elettrica** (il **6%** del totale consumato dalla città) e **60 GWh di energia termica** (il **10%** del totale consumato dalla città). In sintesi, la presenza del termovalorizzatore permette di risparmiare ogni anno il consumo di **7.000 Tep**, pari all'**11%** del totale consumato dalla città.
144. Cremona, inoltre, si posiziona ben al di sopra della media dei comuni capoluogo italiani relativamente al tasso di raccolta differenziata, con un valore superiore di **23 punti percentuali**: 78% contro 55,1%.

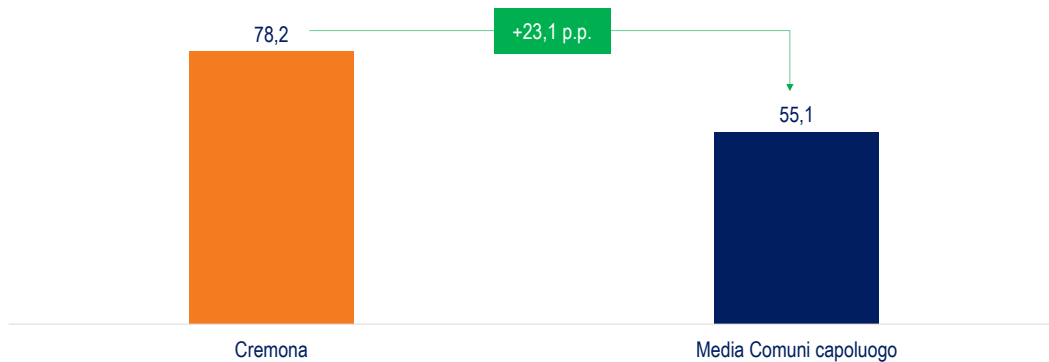


Figura 38. Tasso di raccolta differenziata nel Comune di Cremona e in media nei Comuni capoluogo (valori percentuali), 2023. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Ispra, 2024.*

Il caso di Cosenza

145. Nel Mezzogiorno, oltre al caso messinese, risulta utile soffermarsi su quello della Città di **Cosenza**, in Calabria. Oggi, il Comune riporta infatti un **tasso di raccolta differenziata** del 60%, posizionandosi circa 5 punti percentuali al di sopra della media dei comuni capoluogo (55,1%).

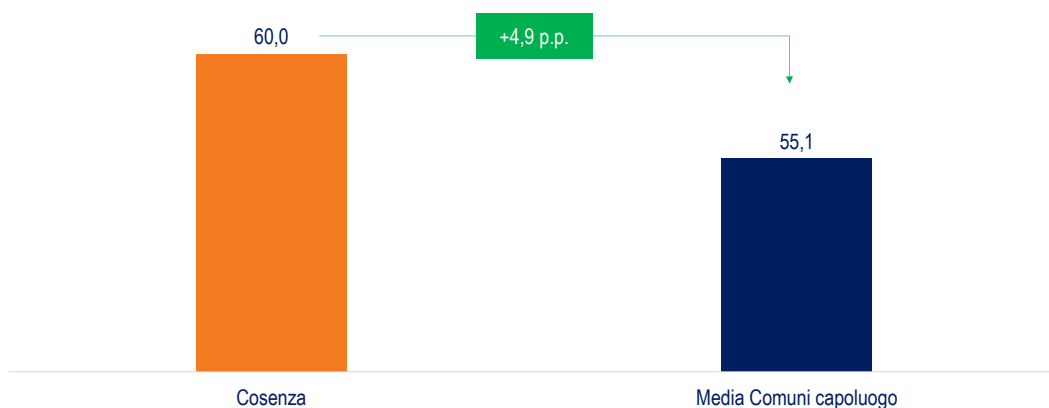


Figura 39. Tasso di raccolta differenziata nel Comune di Cosenza e in media nei comuni capoluogo (valori percentuali), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Ispra, 2024.*

146. Inoltre, anche con riferimento alla sostenibilità della propria flotta TPL, la città si posiziona al di sopra della media con un parco autobus a metano/GPL pari a **due terzi del totale**, un valore quasi doppio ai comuni capoluogo, dove è pari a poco più di un terzo.

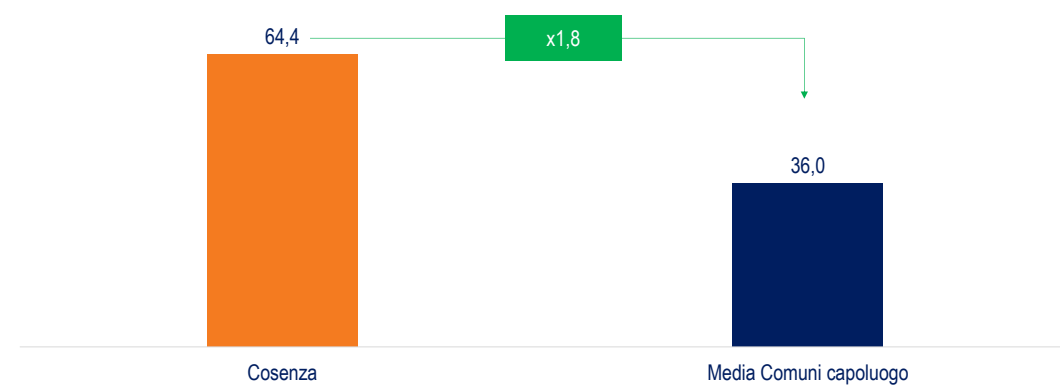


Figura 40. Autobus a metano/GPL nel Comune di Cosenza e in media nei comuni capoluogo (valori percentuali su totale), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.*

147. In tale contesto, tuttavia, occorre sottolineare come il processo di elettrificazione del TPL di Cosenza risulti ancora in ritardo rispetto al resto dei comuni capoluogo. Nonostante ciò, il Comune ha effettuato l'acquisto di **20 mezzi ibridi**, di cui ad aprile 2024 sono diventati operativi **i primi due**. Inoltre, sempre rimanendo all'interno del settore della mobilità elettrica, Cosenza risulta la prima provincia calabrese per diffusione dei **punti di ricarica**, elemento abilitante dell'elettrificazione del parco auto.

148. Infine, un ultimo aspetto virtuoso da sottolineare relativamente alla presenza di alcune leve utili alla sostenibilità e decarbonizzazione è quello relativo alla presenza di **verde urbano**. Infatti, Cosenza è il 1° comune capoluogo per **numero di alberi per abitante**, con un valore pari a **72** contro la media nazionale di 46.

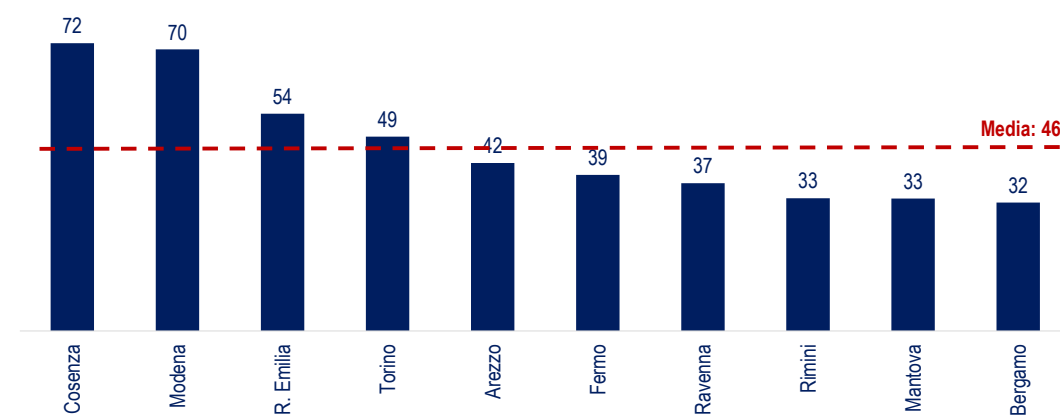


Figura 41. Primi 10 comuni capoluogo per numero di alberi per abitante (unità), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, CNR e Coldiretti, 2024.*

CAPITOLO 3

LE PRINCIPALI LEVE PER ACCRESCERE L'EFFICIENZA DELLE CITTÀ MIGLIORANDO LA SOSTENIBILITÀ URBANA E LA QUALITÀ DELLA VITA

149. Dopo aver dimostrato nel primo capitolo come la combinazione tra efficienza intrinseca delle città e qualità della vita dei cittadini risulti essere una priorità per lo sviluppo urbano di oggi, e aver messo in luce nel capitolo successivo alcuni esempi di progettualità concrete realizzate da una selezione di città italiane, il terzo capitolo del *Position Paper* si propone di **identificare le leve tecnologiche e di servizio che le città possono sfruttare** per portare avanti i rispettivi percorsi di sviluppo.
150. In un contesto che vede le città affrontare un percorso evolutivo verso il paradigma di *Smart City* dove servizi digitali avanzati e sostenibilità coesistono, sono oggi disponibili una serie di leve tecnologiche e di servizio che possono **accrescere l'efficienza delle città, migliorando al tempo stesso la sostenibilità urbana e la qualità della vita**. In particolare, come si vedrà ampiamente nel paragrafo 3.1., installazione di pannelli fotovoltaici, elettrificazione dei trasporti, efficienza termica (attraverso le leve di teleriscaldamento, pompe di calore elettriche e riqualificazione degli edifici), ottimizzazione dei servizi di *water* e *waste management*, sostituzione dei punti luce con illuminazione a LED (*relamping*) e sviluppo di verde urbano sono qui identificate come le **8 principali leve** capaci di sostenere tali percorsi di sviluppo. Successivamente, il sottocapitolo 3.2. quantifica anche gli investimenti associati al dispiegamento di tali leve, con ipotesi che saranno dettagliate nel corso del capitolo.

3.1 LE LEVE A DISPOSIZIONE PER ACCRESCERE L'EFFICIENZA MIGLIORANDO LA SOSTENIBILITÀ E LA QUALITÀ DELLA VITA NELLE CITTÀ

151. In premessa al presente paragrafo dello Studio, occorre specificare come all'interno del più ampio paradigma di *Smart City* ricadano le leve **tecnologiche e di servizio** in grado di accrescere l'efficienza e la competitività delle città, migliorando al tempo stesso la qualità della vita dei cittadini e la sostenibilità urbana.
152. Con *Smart City* si intende quell'ecosistema di infrastrutture urbane in cui coesistono **servizi digitali avanzati** e **soluzioni sostenibili**, e che rappresenta l'**orizzonte evolutivo** verso cui tendono i centri urbani. Le città intelligenti (o *Smart City*) utilizzano **dispositivi IoT** (*Internet of Things*) per la raccolta e l'analisi dei dati, i quali vengono utilizzati per migliorare le infrastrutture, i servizi pubblici e per rendere più immediate le attività quotidiane, incrementando la sicurezza pubblica, i flussi di traffico e la qualità dell'ambiente. Accanto all'utilizzo delle **tecnologie ICT**, una *Smart City* si contraddistingue anche per una **maggiore sostenibilità**, ovvero per un migliore utilizzo delle risorse e per minori emissioni. Nel complesso, una *Smart City* è una città che è in grado di gestire le risorse in modo intelligente, diventando **economicamente sostenibile** ed **energeticamente autosufficiente**. Questo concetto, dunque, presenta un perimetro

più ampio rispetto alla sola innovazione tecnologica, in quanto racchiude al proprio interno un nuovo modo di concepire la **realtà urbana**, incentrato sul **benessere dei cittadini** e **l'efficienza energetica**.

153. Il percorso evolutivo delineato dalle leve tecnologiche e di servizio identificate nello Studio – oltre alla loro focalizzazione prioritaria sul ruolo dei trasporti e sull'efficienza termica degli edifici residenziali – è inoltre coerente con i percorsi evolutivi definiti dalle città europee nei **Climate City Contract**¹⁵, che combinano al proprio interno la dimensione di sviluppo tecnologico e digitale e contestualmente l'efficientamento dei consumi energetici e la riduzione delle emissioni inquinanti.

154. Come rappresentato dalla figura successiva le **8 principali leve** identificate per il miglioramento della qualità della vita e la neutralità climatica delle città italiane sono:

- elettrificazione dei trasporti;
- installazione dei pannelli fotovoltaici sui tetti degli edifici;
- installazione di pompe di calore elettriche negli edifici residenziali;
- diffusione di teleriscaldamento;
- *relamping* e servizi di *smart city*;
- ottimizzazione di *waste* e *water management*;
- sviluppo di aree verdi urbane;
- riqualificazione degli edifici residenziali.

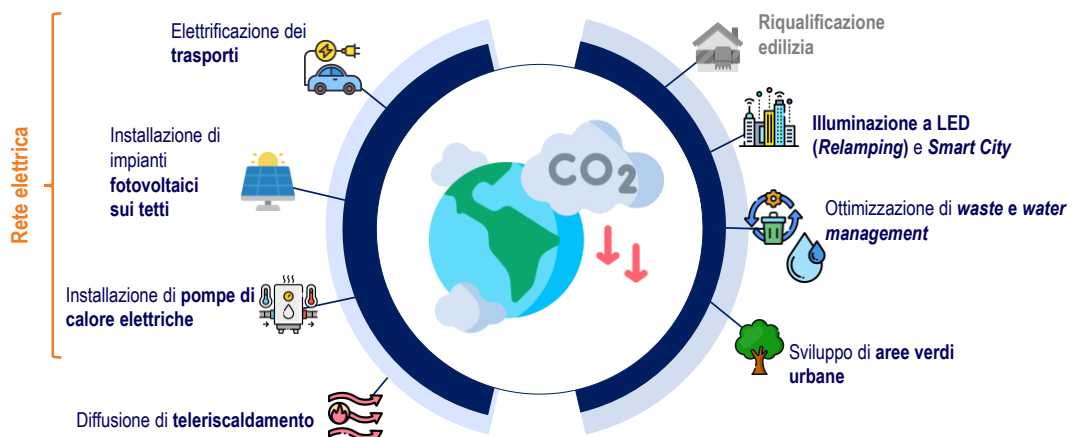


Figura 42. Le principali leve per il miglioramento della qualità della vita e la neutralità climatica nelle città. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024. N.B.: In blu le leve tecnologiche e di servizio focus dello Studio. Con il termine Città italiane si fa riferimento al perimetro dello Studio dei 112 comuni capoluogo.

¹⁵ Si rimanda alla Sezione 1.4. del seguente *Position Paper* per una trattazione più estesa dei *Climate City Contract*.

A questo proposito, va sottolineato che lo Studio TEHA si focalizza sulle prime 7 leve elencate, ovvero le **leve tecnologiche e di servizio**. Queste leve, come si vedrà successivamente, si caratterizzano per essere le **soluzioni più efficienti**, in termini di **costo-beneficio**, per la riduzione delle emissioni. D'altra parte, non va dimenticato che un ulteriore passo importante per la decarbonizzazione delle città riguarda il settore residenziale, mediante interventi di **riqualificazione edilizia** (in particolare, cappotto termico e chiusure vetrate).

155. Più nel dettaglio, i primi tre interventi identificati nello schema, ovvero **elettrificazione dei trasporti, installazione di impianti fotovoltaici sui tetti e pompe di calore elettriche**, sono tutti accomunati dall'essere abilitati e supportati dal contestuale **rafforzamento e potenziamento della rete di distribuzione elettrica**, che infatti assume un **ruolo strategico** e abilitante a tutte queste leve.

156. A conferma di questo ruolo, basti citare quanto riportato dell'*European Network of Transmission System Operators* (ENTSO-E), ovvero il *network* europeo dei gestori di sistemi di trasmissione di energia elettrica, secondo cui per raggiungere i *target* di decarbonizzazione previsti a livello europeo l'**elettricità** dovrà coprire, al 2050, il **60% dei consumi finali dell'Ue**. Nello specifico, il peso dell'energia elettrica sui consumi dovrà aumentare di 38 punti percentuali passando dal 22% del 2022 al 60% del 2050. In Italia, sempre secondo lo scenario evolutivo di ENTSO-E, il vettore elettrico è previsto raggiungere il **55%** al 2050, con un aumento di **23 punti percentuali** rispetto al 2022. Di contro, è prevista una riduzione del peso percentuale del **petrolio e dei prodotti da esso derivati** sui consumi finali europei, passando dal 37% del 2022 fino al **3,0%** del 2050. Anche la quota percentuale di **gas** sul totale dei consumi finali europei dovrebbe ridursi dal 28% del 2022 fino al **3,0%** del 2050.

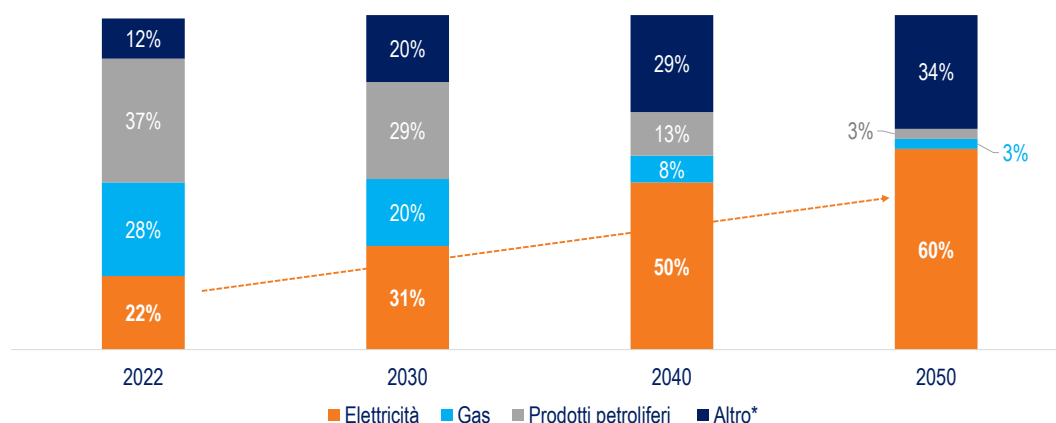


Figura 43. Scenario evolutivo del mix dei consumi finali per fonte in Europa (valori %), 2022 - 2030 - 2040 - 2050. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ENTSO-E, 2024. (*) La categoria «Altro» include: idrogeno, bioenergie, *biofuels*, calore. N.B. Gli scenari vengono dal Piano Decennale di ENTSO - E.

157. Tuttavia, la **crescente elettrificazione** dei consumi implica anche un aumento della **domanda di energia elettrica** e, di conseguenza, **dei picchi di carico della rete**

elettrica, che potrebbe passare – secondo la stima di crescita fornita da Terna e Snam¹⁶ – dai 50GW del 2023 ai 71GW del 2040. L’ulteriore proiezione di crescita al 2050 è stata stimata ipotizzando un CAGR¹⁷ costante del +2% rispetto allo scenario Terna-Snam. Tale aumento rende dunque necessario un generale **potenziamento della rete elettrica**, in modo da poterne garantire insieme stabilità e capacità e soprattutto, il soddisfacimento della domanda complessiva.

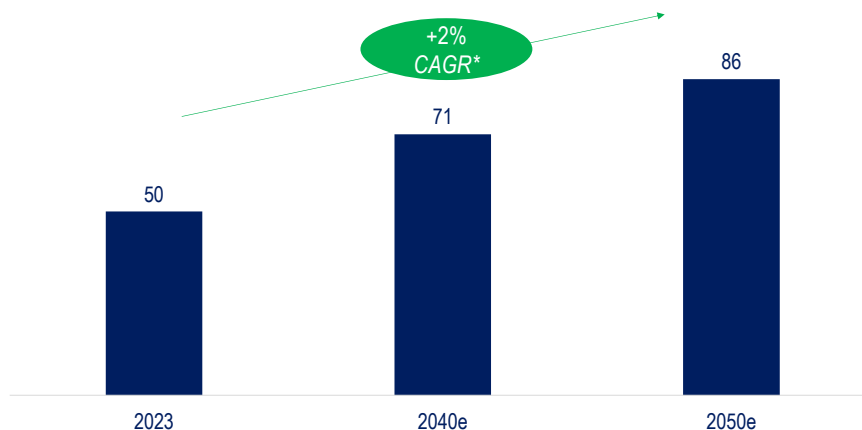


Figura 44. Stima dell’evoluzione del picco di carico della rete elettrica nazionale (GW), 2023 – 2040e – 2050e. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Terna e Snam, 2024. (*) Compounded Average Growth Rate (Tasso annuo di crescita composto).

Elettrificazione dei trasporti

158. L’elettrificazione dei trasporti su strada è una leva fondamentale per la decarbonizzazione del settore, in un contesto europeo in cui il trasporto su strada incide per circa un quinto delle emissioni complessive di CO₂. Questa direzione di sviluppo è stata ulteriormente rafforzata con l’approvazione – a ottobre 2022 – del **bando a nuove immatricolazioni di veicoli a combustione interna** (auto e veicoli commerciali leggeri) **a partire dal 2035** come strumento per accelerare la transizione al *Net-Zero* al 2050.
159. Come presentato nel primo Capitolo, per il calcolo delle emissioni del settore trasporti in città allo *status quo*, si è proceduto a partire dai consumi del settore. Il *framework* metodologico adottato per il calcolo delle opportunità di decarbonizzazione del **settore dei trasporti nei comuni capoluogo** ha seguito **tre fasi principali** descritte più dettagliatamente nel successivo *Box 4*. In primo luogo, sono stati considerati i **cambiamenti nel parco circolante** di autovetture e veicoli commerciali leggeri (LCV o *Light Commercial Vehicle*), tenendo conto nello specifico di:
- **riduzione del parco circolante** di autovetture dovuta ai cambiamenti nei sistemi di mobilità, basandosi sullo scenario PNIEC inviato dal Governo italiano alla Commissione europea a fine giugno 2024 e ipotizzando di svilupparlo in un orizzonte

¹⁶ Scenario SNAM-Terna, *National Trend Italia*, 2021.

¹⁷ *Compounded Average Growth Rate* (Tasso annuo di crescita composto).

temporale al 2050 e nel contesto dei comuni capoluogo italiano. Secondo lo scenario, il parco auto nazionale si ridurrà di circa **35 mila autovetture all'anno** e inoltre circa **323 mila** auto all'anno saranno **sostituite** con **veicoli elettrici**;

- gli stessi *trend* sono stati applicati alla categoria dei veicoli commerciali leggeri (LCV), ipotizzando circa 227.000 LCV elettrici aggiuntivi al 2050;
- la riduzione del parco autovetture rende necessario il potenziamento del TPL; infatti, è stata ipotizzata una **crescita del 31% del parco autobus**, con l'ingresso di **18.253 nuovi veicoli**, di cui **78% elettrici**, 18% a metano e 4% ibridi al 2050;
- l'evoluzione della sostituzione di **auto e LCV** con modelli **elettrici** e secondo ipotesi che tengano conto, nell'evoluzione delle immatricolazioni, del numero di veicoli elettrici previsti dal PNIEC (ovvero **6,6 milioni**) e del bando alle nuove immatricolazioni di autoveicoli a combustione interna sancito in Europa dal 2035 in avanti.

Box 4. La metodologia di TEHA per il calcolo della riduzione delle emissioni del settore dei trasporti

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare la potenziale riduzione delle emissioni di CO₂ del settore dei trasporti nei comuni capoluogo italiani organizzata in 5 step metodologici:

1. quantificazione delle **emissioni del settore trasporti a oggi**, partendo dal parco circolante di autovetture, LCV e autobus e collegate ai consumi energetici descritti nel Capitolo 1;
2. quantificazione delle emissioni nei comuni capoluogo del parco circolante delle **autovetture** ipotizzando nelle città circa **3,9 milioni di autovetture in meno e 7,3 milioni di autovetture elettriche** al 2050;
3. quantificazione delle emissioni nei comuni capoluogo del parco circolante dei **veicoli commerciali leggeri**, ipotizzando circa **227.000 veicoli commerciali leggeri elettrici** aggiuntivi** al 2050;
4. quantificazione delle emissioni del parco circolante degli **autobus** nei comuni capoluogo, ipotizzando la **sostituzione** di circa **20.000** mezzi con nuovi modelli (89% elettrici o a idrogeno, 18% a metano, 4% ibridi) al 2050 e la crescita del parco autobus per compensare la riduzione del parco veicoli;
5. quantificazione delle **emissioni totali previste nello scenario potenziale al 2050 per il settore dei trasporti** nei comuni capoluogo e la differenza con le emissioni a oggi.

Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

N.B. il calcolo del modello si basa sulle teorie sviluppate nel Paper "Optimal Energy Taxation in Cities" di Borck & Brueckner (2016). (*) Dove è il fattore di consumo energetico. (**) Fonte: Agenzia delle Entrate, 2022.

In secondo luogo, sono state prese in considerazione le evoluzioni nel parco circolante degli **autobus** ipotizzando un **ammodernamento** con nuovi mezzi elettrici, che oggi sono i principali destinatari dei fondi per l'acquisto di nuovi veicoli previsti dal PNRR e dal Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile. Infine, la terza e ultima fase ha

riguardato il calcolo della **riduzione delle emissioni** ottenibile grazie al dispiegamento di queste condizioni.

160. Sulla base della metodologia descritta al *Box* precedente, l'elettificazione del settore dei trasporti potrà determinare una **riduzione** delle emissioni di CO₂ del settore in ambito urbano del **73%**, passando da circa **22 milioni di tonnellate** di CO₂ del 2023 alle **6 milioni di tonnellate** del 2050. Nel complesso, l'evoluzione del settore dei trasporti porterà a una **riduzione delle emissioni di CO₂** pari a **16,4 milioni di tonnellate**, circa il **27%** delle emissioni totali dei comuni capoluogo considerati nello Studio.

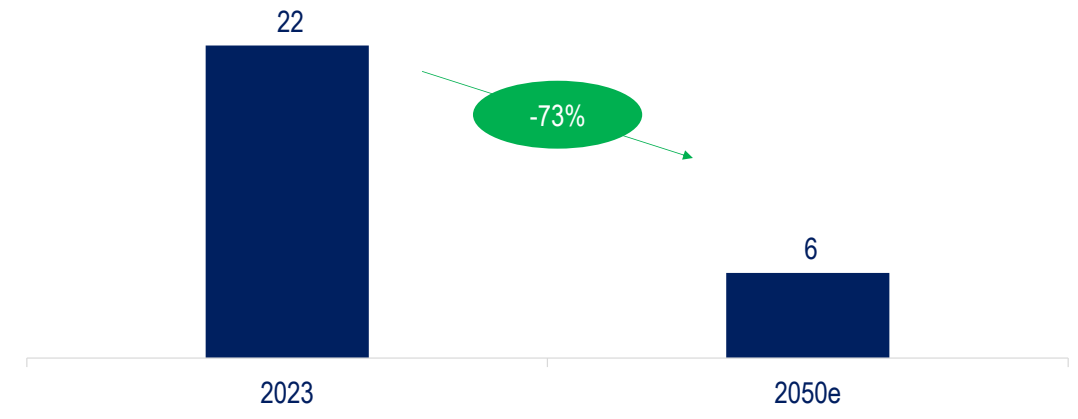


Figura 45. Emissioni del settore trasporti nei comuni capoluogo nello *status quo* e nello scenario potenziale al 2050 (milioni di tonnellate di CO₂), 2023 –2050e. Fonte: elaborazione A2A e TEHA Group su fonti varie, 2024.

161. Un aspetto strettamente collegato al contesto di elettrificazione dei trasporti qui delineato riguarda la **diffusione dei punti di ricarica**, ovvero le infrastrutture progettate per **fornire energia 100% green** alle vetture elettriche per ricaricare le loro batterie.
162. I punti di ricarica per le batterie dei veicoli elettrici rappresentano infrastrutture cruciali per supportare la transizione verso una **mobilità sostenibile**. A seconda della potenza, è possibile classificare **due principali tipologie**: a **ricarica lenta**, con una potenza fino a **22 kW** e a **ricarica rapida**, con una potenza superiore a **50 kW**. Si può operare, inoltre, la distinzione tra **punti di ricarica pubblici**, il cui utilizzo è disponibile per una generalità di utenti e sono collocati in area pubblica o privata ma a pubblico accesso (ad esempio nelle strade e nei parcheggi comuni), e **punti di ricarica privati**, destinati cioè a un numero ristretto di utenti, in ambito domestico, condominiale o aziendale.
163. Per sostenere la dinamica di elettrificazione descritta in precedenza, i **punti di ricarica pubblici** nei comuni capoluogo sono previsti crescere esponenzialmente passando dai **14mila registrati** nel 2023 ai **209mila** del 2050. La crescita di queste infrastrutture riguarda sia la componente pubblica che quella privata, con *wallbox* installate in città previsti in crescita da 99mila di oggi a oltre 3,3 milioni del 2050.

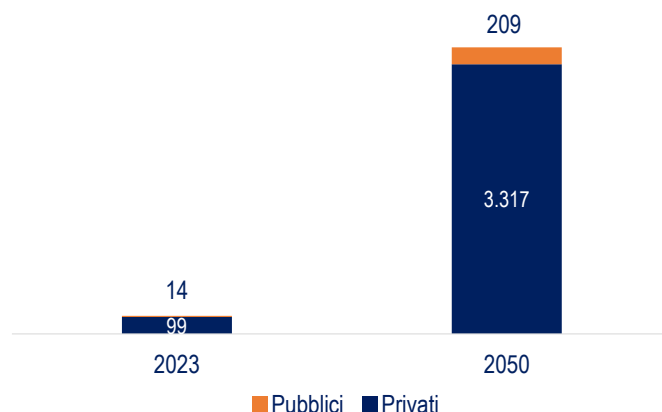


Figura 46. Punti di ricarica elettrica* pubblici e privati nei comuni capoluogo analizzati (migliaia di unità), 2023 – 2050e. Fonte: elaborazione A2A e TEHA Group su dati MASE e MOTUS-E, 2024. (*) Numero calcolato a partire dal rapporto numero auto/punti di ricarica, considerando una maggiore difficoltà di accesso nelle città a punti di ricarica privati.

Installazione dei pannelli fotovoltaici sui tetti degli edifici residenziali

164. Con l’obiettivo di **massimizzare le installazioni di FER**, i tetti degli edifici residenziali possono rappresentare una **leva importante di crescita** per gli impianti fotovoltaici di piccole dimensioni. Il *framework* metodologico adottato per calcolare le opportunità di **sviluppo del fotovoltaico** sui tetti nelle città italiane, descritto più dettagliatamente nel successivo *Box 5*, ha previsto **tre fasi principali**¹⁸.
165. In primo luogo, è stata avviata una **procedura di screening** per valutare e selezionare gli stabili idonei a «ospitare» gli impianti fotovoltaici. Nello specifico, sono stati identificati il **numero di edifici** residenziali nei comuni capoluogo sui quali installare nuovi impianti ed è stata quantificata la **superficie effettivamente disponibile** per l’installazione. In secondo luogo, è stata effettuata l’**analisi delle variabili** necessarie per stimare l’opportunità di sviluppo del fotovoltaico sui tetti attraverso l’identificazione della **potenza media** da installare. Infine, sono state valutate le **opportunità di sviluppo** per il fotovoltaico nelle città, tramite la quantificazione della **potenza massima installabile** sugli stabili residenziali nei territori presi in esame.

¹⁸ La metodologia impiegata è coerente con il *Position Paper* realizzato da TEHA Group in collaborazione con A2A nel 2022 “Verso l’autonomia energetica italiana, acqua, vento, sole, rifiuti le nostre materie prime. Il fondamentale contributo delle regioni per il raggiungimento dei nostri obiettivi”.

166. Sulla base della metodologia sopra descritta, la **potenza fotovoltaica installabile** sui tetti¹⁹ dei comuni capoluogo italiani è di circa **15 GW** (circa 3 volte la potenza fotovoltaica aggiuntiva installata in Italia nel 2023) e presenta la seguente distribuzione territoriale: **7,5 GW** nel Nord Italia, **4,5 GW** nel Centro e **3,0 GW** nel Sud e Isole. Ipotizzando un *capacity factor* del **13,1%**, tali impianti fotovoltaici potrebbero generare **energia elettrica** per **17,2 TWh**²⁰. Le emissioni evitate sono quantificabili in **4,8 milioni di tonnellate di CO₂** ovvero circa l'**8%** delle emissioni complessive dei comuni capoluogo²¹.

Box 5. La metodologia di TEHA per il calcolo della potenza solare installabile sui tetti degli edifici residenziali

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare la **potenza solare installabile sui tetti degli edifici residenziali** nei comuni capoluogo articolato in 6 passaggi:

1. quantificazione dei **tetti di edifici residenziali sprovvisti di pannelli fotovoltaici** e normalizzazione delle superfici alla luce del **tasso di abusivismo edilizio**;
2. quantificazione della **disponibilità potenziale di edifici residenziali** (distinti in edifici residenziali con ≤ 2 piani e > 2 piani)*;
3. quantificazione della superficie di **tetti con orientamento adeguato** (pari al **50%** del totale) e degli edifici effettivamente utilizzabili alla luce dei **vincoli di natura urbanistica, ambientale e architettonica** (pari al **50%** del totale);
4. quantificazione della **superficie media richiesta per singolo pannello fotovoltaico**, ipotizzando un'efficienza di 0,20kW per mq;
5. quantificazione del **numero di pannelli fotovoltaici installabili**, rapportando la superficie di tetto effettivamente utilizzabile (calcolata ai punti 1-4) alla superficie richiesta per singolo pannello;
6. quantificazione della **potenza installabile sugli edifici**, ipotizzando una potenza media per singolo pannello fotovoltaico.

(*) *Ipotesi sulla superficie media delle coperture utilizzabili: edifici residenziali ≤ 2 piani (95mq), > 2 piani (342mq).*

Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024

N.B. il calcolo del modello si basa sulle teorie sviluppate nel *Paper "Optimal Energy Taxation in Cities"* di Borck & Brueckner (2016). (*) Dove e è il fattore di consumo energetico. (**) Fonte: Agenzia delle Entrate, 2022.

¹⁹ Tetti di edifici residenziali (gli edifici non residenziali non sono stati considerati poiché i dati relativi alla loro suddivisione territoriale non sono disponibili). Tuttavia, risultano pesare solamente per l'11% del totale degli edifici del Paese.

²⁰ Il *capacity factor* esprime il rapporto tra l'energia elettrica effettivamente prodotta in un determinato periodo di tempo e la potenza di generazione nominale dell'impianto, è stato moltiplicato per le ore in un anno per ottenere il funzionamento di un pannello fotovoltaico (1.148 ore circa). Questo monte ore moltiplicato per la capacità di 15 GW restituisce la potenza di 17,2 TWh.

²¹ Calcolate secondo il fattore emissivo di 280 g per kWh.

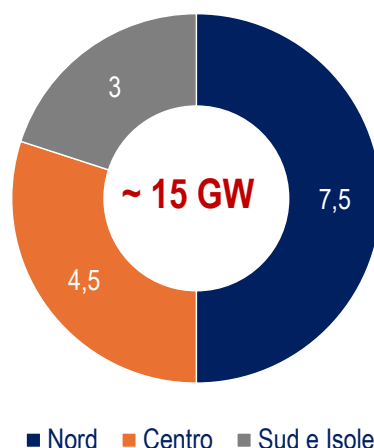


Figura 47. Potenza solare installabile sui tetti* dei comuni capoluogo per macroarea (GW), 2022. (*) Tetti di edifici residenziali (gli edifici non residenziali non sono stati considerati poiché i dati relativi alla loro suddivisione territoriale non sono disponibili). Tuttavia, risultano pesare solamente per l'11% del totale degli edifici del Paese. *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.*

Installazione di pompe di calore elettriche negli edifici residenziali

167. La pompa di calore rappresenta una macchina elettrica capace di trasferire calore da un ambiente a bassa temperatura a uno a temperatura più elevata. Le seguenti **caratteristiche distintive** delle pompe di calore elettriche le rendono una **tecnologia essenziale per la decarbonizzazione**:

- **riduzione emissioni:** a parità di kWh termico, una pompa di calore elettrica **riduce le emissioni di CO₂ del 65%** rispetto ad una caldaia tradizionale a condensazione (75% rispetto a una caldaia non a condensazione);
- **efficienza energetica:** una pompa di calore abilita un **risparmio di energia primaria pari al 58,5%** per il riscaldamento di un edificio residenziale, rispetto ad un impianto tradizionale;
- **alimentazione da fonti rinnovabili:** l'integrazione di una **pompa di calore con il fotovoltaico** consente di aumentare il **risparmio in bolletta fino all'80%** (vs. **11%** con la sola pompa di calore);
- **flessibilità e versatilità:** le pompe di calore sono una tecnologia consolidata che può essere impiegata sia per **riscaldare**, sia per **raffreddare** gli edifici, adattandosi a **diversi contesti e condizioni climatiche**. Per tale motivo rappresentano una soluzione adatta per una vasta gamma di applicazioni residenziali, commerciali e industriali;
- **costi:** le pompe di calore si confermano tra le **soluzioni di efficienza energetica più economiche nel settore residenziale**. Sebbene l'installazione di pompe di calore richieda un **investimento iniziale più elevato** rispetto ai sistemi di riscaldamento

tradizionali, nel **medio-lungo termine** si ottengono **risparmi significativi sui costi energetici** grazie alla maggiore efficienza e all'utilizzo di energia rinnovabile.

Box 6. La metodologia di TEHA per il calcolo del potenziale impiego di pompe di calore elettriche e la relativa riduzione delle emissioni

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare il **potenziale impiego di pompe di calore elettriche** nei comuni capoluogo italiani e la relativa riduzione delle emissioni articolato in **5 passaggi**:

1. quantificazione del numero di **caldaie non a condensazione, alimentate a gas o a petrolio** presenti all'interno degli edifici residenziali in Italia (fonte: European Heating Industry – EHI, Assoclimate e Istat)*;
2. quantificazione del numero di **edifici residenziali** nei comuni capoluogo italiani;
3. ipotesi di installazione di pompe di calore negli stabili con **caldaie non a condensazione** riqualificati ogni anno (in linea con il tasso di riqualificazione previsto dalla specifica leva della riqualificazione degli edifici);
4. quantificazione del **potenziale impiego di pompe di calore elettriche** nei comuni capoluogo;
5. quantificazione delle **emissioni di CO₂** allo *status quo* e nel caso in cui il potenziale delle pompe di calore elettriche venga sfruttato pienamente.

() Gli edifici non residenziali non sono stati considerati poiché i dati relativi alla loro suddivisione territoriale non sono disponibili. Tuttavia, risultano pesare solamente per l'11% del totale degli edifici del Paese.*

Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

168. Il *framework* metodologico adottato per calcolare le opportunità di **sviluppo delle pompe di calore elettriche** negli edifici residenziali delle città italiane, descritto più dettagliatamente nel successivo *Box 6*, ha previsto **tre fasi principali**. La prima, consiste nella **procedura di screening** per selezionare gli edifici idonei all'installazione di una pompa di calore, tramite l'identificazione del **numero di edifici residenziali** nei comuni capoluogo italiani e la quantificazione degli **impianti di riscaldamento a gas o a petrolio** oggi esistenti. In secondo luogo, è stato **calcolato il potenziale** di installazione di pompe di calore elettriche attraverso l'ipotesi di installazione di pompe di calore negli edifici che oggi prevedono caldaie non a condensazione e in linea con le ipotesi formulate per il tasso di riqualificazione degli edifici. Infine, il terzo e ultimo *step* della metodologia consiste nel calcolo della **riduzione delle emissioni** attraverso la quantificazione delle **emissioni di CO₂** da **riscaldamento** nei comuni capoluogo allo *status quo* e considerando il pieno sfruttamento del potenziale impiego delle **pompe di calore** e del **potenziale di riduzione delle emissioni**.

169. Sulla base della metodologia sopra descritta, lo sfruttamento del potenziale delle pompe di calore elettriche nelle città italiane potrebbe portare a una riduzione delle emissioni di

CO₂ del settore residenziale nei comuni capoluogo di circa **4,8 Mt²²** (pari a circa l'**8%** delle emissioni complessive).

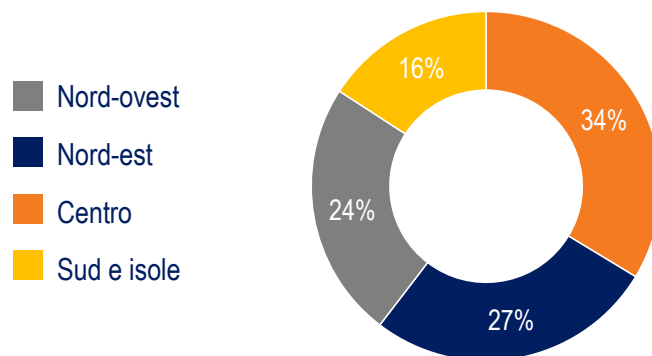


Figura 48. Potenziale di sostituzione di caldaie non a condensazione con pompe di calore elettriche nei comuni capoluogo per macroarea (milioni di unità e valori %), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Assoclimate e ISTAT, 2024.

Diffusione di sistemi di teleriscaldamento

170. Il **teleriscaldamento** rappresenta un sistema impiantistico che, tramite la sua rete di tubazioni di acqua calda, distribuisce sul territorio urbano qualunque fonte di calore recuperata verso i consumatori, per il riscaldamento, raffreddamento e produzione di acqua calda sanitaria. Si tratta di una **modalità semplice, green ed economica per climatizzare gli edifici, siano essi a uso residenziale che destinati ai servizi**. L'utente finale, dunque, viene servito da un calore proveniente da fonti collocate in un punto diverso del territorio e che altrimenti verrebbero disperse in ambiente e non adeguatamente valorizzate tramite sistemi individuali. In questo senso, il teleriscaldamento rappresenta una valida misura di efficientamento di sistema a livello urbano e assume un ruolo significativo nel percorso di decarbonizzazione e riduzione dell'uso di combustibili fossili nel settore termico. L'interesse nei confronti di questa tecnologia è notevolmente cresciuto in tempi recenti, anche grazie alle sue caratteristiche di flessibilità e capacità di recuperare calore di scarto e rinnovabile.
171. Per quanto riguarda il calcolo del potenziale di teleriscaldamento, nelle città prese in considerazione per questo Studio, e la relativa riduzione delle emissioni, il *framework* metodologico, descritto più nel dettaglio nel successivo *Box 7*, ha previsto **tre fasi principali**. In primo luogo, è stata effettuata la **procedura di screening** per valutare e selezionare gli edifici idonei a essere teleriscaldati attraverso l'identificazione del **numero di edifici** residenziali nei comuni capoluogo italiani e degli **edifici con una sola abitazione** o con impianto di **riscaldamento centralizzato**. La seconda fase ha riguardato il **calcolo del potenziale di teleriscaldamento** nelle **province italiane** e nei **comuni capoluogo**. Infine, l'ultima fase della metodologia riguarda il calcolo della

²² Ipotizzando un fattore emissivo delle pompe di calore elettriche aria/acqua pari 0,018 kg CO₂/kWh e delle caldaie non a condensazione di 0,219 kg CO₂/kWh.

riduzione delle emissioni attraverso la quantificazione delle **emissioni di CO₂** legate al **riscaldamento** nelle città allo *status quo* e nello scenario in cui viene sfruttato appieno il potenziale del teleriscaldamento e la quantificazione, per differenza, del **potenziale di riduzione delle emissioni**.

Box 7. La metodologia di TEHA per il calcolo del potenziale di teleriscaldamento nelle città italiane e la relativa riduzione delle emissioni

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare il **potenziale di teleriscaldamento** nei comuni capoluogo italiani e la relativa riduzione delle emissioni articolato in 4 passaggi metodologici:

1. quantificazione del numero di **edifici residenziali*** nei comuni capoluogo italiani;
2. quantificazione del numero di **edifici idonei a essere serviti da una rete di teleriscaldamento** (abitazioni individuali o edifici con impianto di **riscaldamento centralizzato**);
3. quantificazione del **potenziale di teleriscaldamento** nelle province italiane** e riparametrazione con riferimento ai comuni capoluogo;
4. quantificazione del potenziale di teleriscaldamento nelle città totale e la relativa **riduzione delle emissioni di CO₂** rispetto allo *status quo*.

() Gli edifici non residenziali non sono stati considerati, poiché i dati relativi alla loro suddivisione territoriale non sono disponibili. Tuttavia, risultano pesare solamente per l'11% del totale degli edifici del Paese. (***) Basato su elaborazioni del Politecnico di Milano e AIRU.*

Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Politecnico di Milano e AIRU «Valutazione del potenziale di diffusione del teleriscaldamento efficiente sul territorio nazionale» (2023) e Istat, 2024.

172. Sulla base della metodologia come sopra descritta, il potenziale del teleriscaldamento in Italia è stimato in **53 TWh**, un valore **4,4 volte** superiore rispetto all'energia fornita attualmente, pari a circa **12 TWh**. Analizzando nello specifico la composizione del potenziale di teleriscaldamento fornita alle utenze a livello italiano, è possibile osservare come il **38%** derivi dal **calore di recupero ad alta temperatura**, il **32%** dalla **geotermia**, il **32%** dal **calore di recupero a bassa temperatura**, il **2%** dal **calore ambientale**, mentre l'**1%** dal **solare termico**.

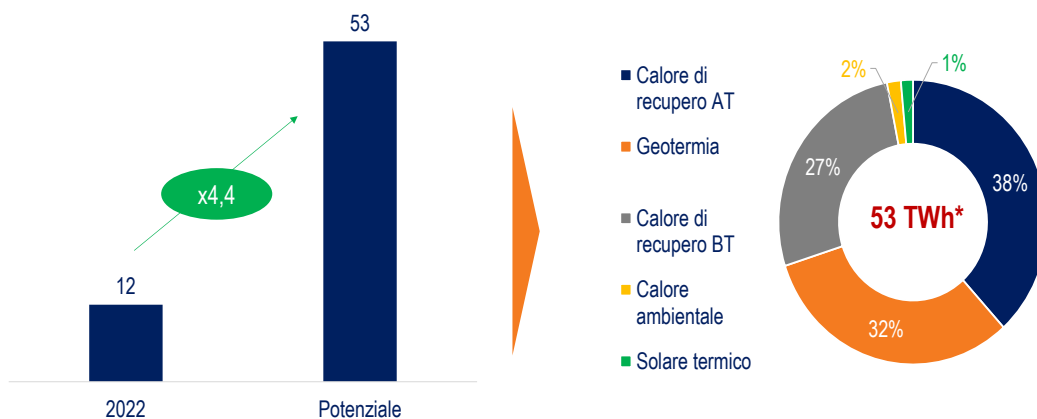


Figura 49. A sinistra: Energia fornita dal teleriscaldamento in Italia a oggi vs. potenziale di teleriscaldamento in Italia (TWh), 2022 e potenziale e A destra: Composizione del potenziale di teleriscaldamento fornita alle utenze a livello italiano (valori %), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Politecnico di Milano e AIRU «Valutazione del potenziale di diffusione del teleriscaldamento efficiente sul territorio nazionale» (2023) e Istat, 2024.* N.B.: Il calore di recupero ad alta temperatura comprende calore fornito da impianti industriali, termovalorizzatori, impianti termoelettrici in assetto non cogenerativo e cogeneratori esistenti. Il calore di recupero a bassa temperatura è dato da impianti industriali a bassa temperatura e depuratori. (*) 53 TWh corrispondono a 59 TWh da immettere nella rete di teleriscaldamento al netto delle perdite termiche dovute a distribuzione e trasporto.

173. Il potenziale di teleriscaldamento nei comuni capoluogo italiani è pari a circa **9,7 TWh** così territorialmente distribuito: **37%** nel Nord-Ovest, **25%** nel Centro, **21%** nel Nord-Est e **17%** nel Sud e isole. Sfruttare appieno tale potenziale, pari all'**81%** dell'energia di **teleriscaldamento** fornita a **oggi** in tutta Italia e al **10%** dei **consumi termici delle città**, permetterebbe di evitare l'emissione di **1,7 milioni di tonnellate di CO₂²³**, pari a circa il **3%** delle loro emissioni complessive.

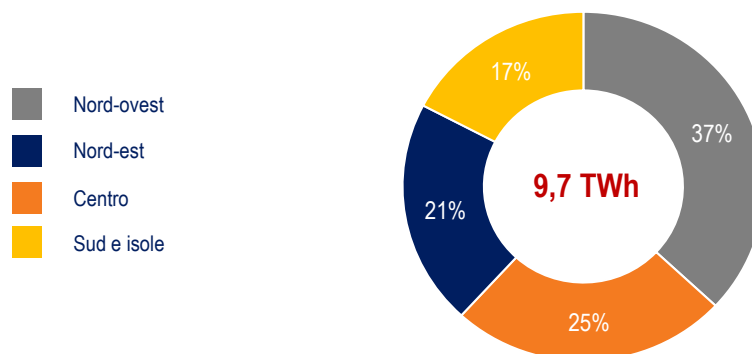


Figura 50. Potenziale di teleriscaldamento nei comuni capoluogo italiani suddiviso per macroarea (valori %) *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati AIRU e ISTAT, 2024.*

²³ Calcolate secondo diversi esempi reali riportati nel rapporto del Politecnico di Milano e AIRU (2024).

Relamping e servizi di Smart City

174. Il **relamping** rappresenta uno degli interventi chiave per un'illuminazione più efficiente, sostenibile ed economica. Inoltre, costituisce un passo importante in materia di **efficienza energetica**, in quanto consiste nella sostituzione di corpi illuminanti tradizionali come le lampade alogene, a incandescenza o fluorescenti con **lampade a LED** (*Light Emitting Diode*) di ultima generazione in modo da ottenere una diminuzione dei consumi energetici e quindi delle emissioni.
175. Il *framework* metodologico per il calcolo della potenziale riduzione delle emissioni grazie al *relamping* dell'illuminazione pubblica si compone di **tre fasi principali**. In primo luogo, è stata eseguita la procedura **screening** dei punti luce delle città italiane tramite il calcolo dei **punti luce** di illuminazione pubblica **nei comuni capoluogo** e della relativa incidenza di punti luce di illuminazione pubblica a **LED** all'interno degli stessi. Sulla base dei dati raccolti è stata formulata l'ipotesi di **penetrazione delle lampade a LED pari al 100%** attraverso l'ipotesi di **totale sostituzione dei punti luce pubblici con apparecchi a LED** e la quantificazione di **punti luce da sostituire con luci a LED** per raggiungere la sostituzione totale. Infine, è stato effettuato il calcolo del risparmio dei consumi e delle emissioni attraverso la quantificazione dei consumi elettrici e delle relative emissioni nello *status quo* e nella suddetta ipotesi di sostituzione di tutti i punti luce con soluzioni a LED.
176. Secondo l'impianto metodologico così descritto, i punti di luce dell'illuminazione nei comuni capoluogo sono quantificabili in circa **2,4 milioni**, di cui il **61%** a LED e il restante 39% non a LED. Qualora tutta l'illuminazione pubblica delle città fosse effettuata tramite la tecnologia a **LED**, le emissioni²⁴ dovute ai consumi elettrici dell'illuminazione pubblica si ridurrebbero di **0,4 milioni di tonnellate**, pari a circa lo **0,6%** delle emissioni totali dei comuni capoluogo.

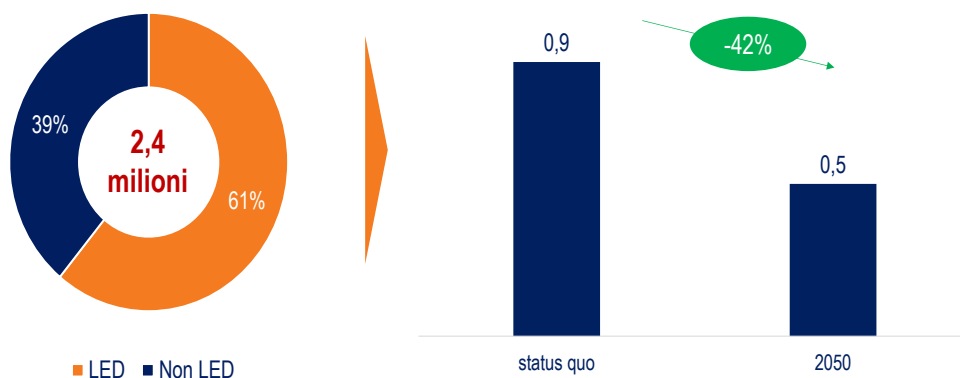


Figura 51. A sinistra: Punti luce dell'illuminazione pubblica nei comuni capoluogo (unità e valori %), 2022 e A destra: Consumi dell'illuminazione pubblica nei Comuni capoluogo a oggi (*status quo*) e al 2050 (TWh), 2022. *Fonte: elaborazione TEHA Group su dati PNIEC e ISTAT, 2024.*

²⁴ Secondo il fattore emissivo di 280 g/kWh. Il calcolo della riduzione dei consumi è stato sviluppato ipotizzando che le lampade a LED consumino il 65% in meno di quelle tradizionali.

177. Inoltre, la **transizione da città tradizionale a Smart City** rappresenta un'opportunità per **migliorare la qualità della vita** e **l'efficienza energetica** dei comuni capoluogo. Gli elementi caratteristici della *Smart City*, infatti, sono propri portare con sé non solo un miglioramento della qualità della vita per i cittadini (basti pensare all'evoluzione e al progresso della telemedicina), ma anche ad aumentare i livelli di efficienza energetica (ad esempio, grazie all'autoregolazione dei consumi). Nello specifico è possibile considerare **quattro dimensioni di intervento** per la realizzazione della *Smart City*: **mobilità, sicurezza, salute ed energia**.

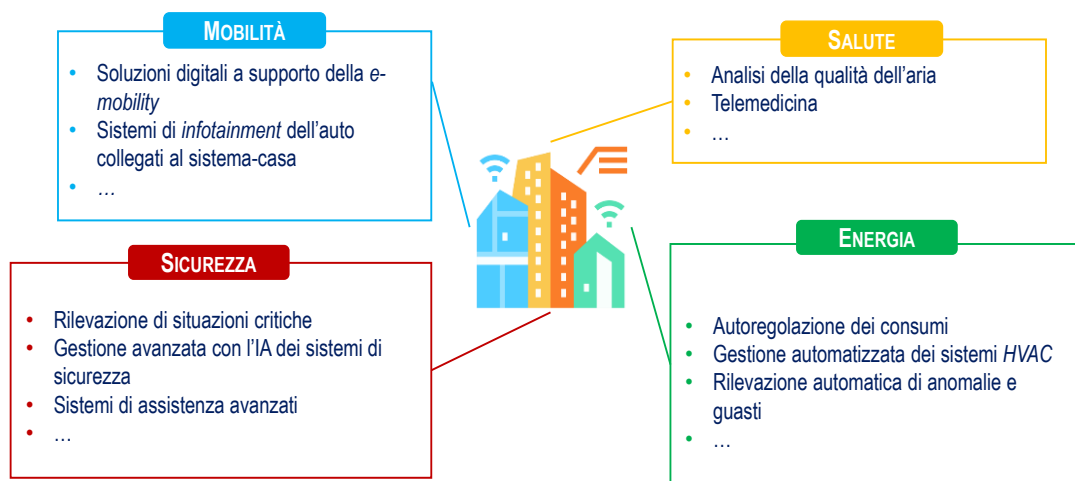


Figura 52. Le aree di intervento per la realizzazione della *Smart City*, 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

178. Considerando l'aspetto della **mobilità**:

- integrazioni di **soluzioni digitali a supporto della mobilità elettrica**, quali ad esempio punti di ricarica per veicoli elettrici in **luoghi strategici** (es. centri commerciali), integrati con *app*, che permettano agli utenti di localizzare stazioni di ricarica, vedere la loro disponibilità in tempo reale e pianificare viaggi e sistemi di *smart parking*, che indicano in **tempo reale la disponibilità di posti auto**. Se **integrati con apposite app**, permettono di **prenotare** il posto auto in anticipo;
- sistemi di *infotainment* **dell'auto collegati al sistema casa intelligente**: i conducenti possono controllare dispositivi intelligenti a casa, come luci, termostati, e serrature.

179. Per quanto riguarda la dimensione relativa alla **sicurezza** esistono diverse **tecnologie smart**, tra cui: impianti di allarme e antintrusione, videosorveglianza, serrature *smart*, dispositivi di sicurezza²⁵. A questi si aggiungono aspetti importanti quali:

- **gestione avanzata con l'IA** di tutti i sistemi di sicurezza, in grado di verificare falsi allarmi o situazioni dannose (es. movimenti anomali intorno alla casa) e attivare l'allarme;

²⁵ Come, ad esempio, rilevatori di fumo, allarmi antincendio, assistenza vocale in caso di emergenza.

- **videosorveglianza da remoto** che, abbinata a **serrature intelligenti**, permette all'utente di poter aprire la porta della propria abitazione attraverso lo *smartphone* (es. in caso di consegna a domicilio);
- **sistemi di assistenza vocale in caso di emergenza** funzionali a monitorare lo stato di salute degli occupanti, avvisare i familiari e notificare tempestivamente la richiesta di soccorso.

180. Per quanto riguarda l'aspetto della **salute**:

- **sistemi IAQ**: le tecnologie IAQ (*Indoor Air Quality*) permettono di **monitorare e regolare la salubrità** degli ambienti interni della casa. I sistemi IAQ **rilevano la presenza di inquinanti** generati all'interno o provenienti dall'esterno dell'edificio, come CO₂ e particolato, **ristabilendo la corretta qualità dell'aria**;
- **telemedicina**: la telemedicina è in grado di **rivoluzionare l'assistenza sanitaria domiciliare**, consentendo **visite mediche virtuali** e il **monitoraggio continuo** di numerosi parametri vitali attraverso i **dispositivi indossabili** in grado di rilevare anomalie e inviare direttamente un segnale ai familiari.

181. Considerando l'aspetto dell'**energia**, infine, esistono diverse **tecnologie smart** legate all'**efficientamento dei consumi**, tra cui: sistemi HVAC (*Heating, Ventilation & Air Conditioning*), termostati e contatori *smart*, sistemi di accumulo. Le tecnologie *smart* sono inoltre in grado di abilitare;

- l'**autoregolazione dei consumi** in base all'andamento della produzione di impianti rinnovabili;
- la **gestione automatizzata dei sistemi HVAC** in base alle condizioni interne ed esterne, programmabili da remoto;
- la **rilevazione automatica di anomalie o guasti** agli elementi impiantistici (es. spegnimento inverter dell'impianto).

Waste e water management

182. L'**azzeramento del conferimento in discarica** rappresenta un obiettivo importante nell'ambito del *waste management* e della sostenibilità ambientale. Più nello specifico, fa riferimento a quella strategia che intende ridurre a zero la quantità di rifiuti solidi urbani e industriali destinati alle discariche. Questo concetto implica una gestione dei rifiuti accurata e sostenibile, che punti a **massimizzare il riciclo** e il **recupero delle risorse** cercando, al contempo, di minimizzare l'impatto ambientale, per esempio ricorrendo alla termovalorizzazione e producendo così nuova energia.

183. Per quanto riguarda il **waste management**, il *framework* metodologico per il calcolo della potenziale riduzione delle emissioni grazie al ridotto conferimento in discarica dei rifiuti, descritto più nel dettaglio nel successivo *Box 8*, si compone di **tre fasi principali**. In primo luogo, il calcolo dell'attuale **conferimento in discarica** dei rifiuti urbani attraverso la quantificazione dei **rifiuti prodotti nei comuni capoluoghi italiani** e il relativo tasso di conferimento in discarica ed emissioni a esso associate. Il secondo *step* metodologico ha previsto l'ipotesi di **azzeramento del tasso di conferimento in discarica**, mentre il terzo e ultimo passaggio la quantificazione della generazione elettrica collegata al recupero energetico dei rifiuti conferiti in discarica e il calcolo delle emissioni associate al nuovo *mix* di **gestione dei rifiuti urbani**²⁶.

Box 8. La metodologia di TEHA per il calcolo del potenziale di riduzione delle emissioni grazie al ridotto conferimento in discarica dei rifiuti urbani

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare il **potenziale di riduzione del conferimento in discarica di rifiuti urbani** nei comuni capoluogo italiani e la relativa riduzione delle emissioni che prevede 6 passaggi differenziati:

1. quantificazione dei **rifiuti urbani** nei comuni capoluogo e relativo tasso di conferimento in discarica;
2. ipotesi di **azzeramento** del tasso di conferimento in discarica per tutti i comuni capoluogo italiani;
3. calcolo del **potenziale di recupero energetico***, pari a:
Potenziale max recupero energetico = (1-0,65)*RU – Conf. Discarica;
4. calcolo della **generazione elettrica** nei **termovalorizzatori**;
5. calcolo delle **emissioni** dovute ai rifiuti in **discarica** e dovute alla produzione elettrica;
6. calcolo, per differenza, della **riduzione delle emissioni** dovute al nuovo *mix* di gestione dei rifiuti urbani.

(*) *Calcolato assumendo che il volume dei rifiuti urbani rimanga invariato e che si ricicli il 65% dei rifiuti (obiettivo del Circular Economy Package promosso dall'Unione Europea).*

Fonte: elaborazione TEHA Group su dati REF Ricerche, ISTAT e ISPRA, 2024.

184. A partire dalla metodologia così definita emerge come i comuni capoluogo italiani producano a oggi circa **9,4 milioni di tonnellate** di rifiuti urbani. Nello specifico, il conferimento di questi ultimi risulta così distribuito: **49%** riciclo, **24%** discarica e **27%** recupero energetico. Annullare il ricorso alla discarica in questi territori comporterebbe una **riduzione delle emissioni**²⁷ di CO₂ di **2,8 milioni di tonnellate**, pari al 4,5% delle emissioni prodotte complessivamente.

²⁶ La metodologia è coerente con quanto elaborato da TEHA Group e A2A nel *Position Paper* del 2021: “*Da NIMBY a PIMBY: economia circolare come volano della transizione ecologica e sostenibile del Paese e dei suoi territori*”.

²⁷ Calcolate secondo un tasso emissivo per i rifiuti in discarica di 1.371 kg di CO₂/tonnellata, per i rifiuti inceneriti di 554 kg di CO₂/MWh, per il mix di generazione elettrica attuale di 280 kg di CO₂/MWh.

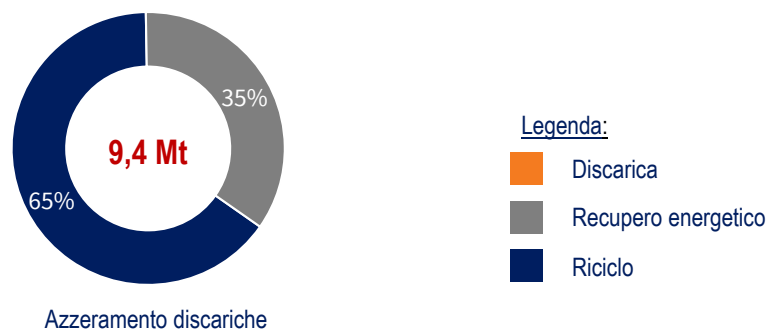


Figura 53. Conferimento dei rifiuti urbani nell'ipotesi di azzeramento delle discariche e sfruttamento del potenziale di recupero energetico (milioni di tonnellate e valori %), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati REF Ricerche, PNIEC e ISPRA, 2024.

185. Nella sezione successiva verrà analizzato il tema del *Water management* con l'obiettivo di comprendere come poter gestire correttamente l'acqua, una risorsa finita e sempre più fondamentale per il futuro. La **riduzione delle perdite idriche** rappresenta un intervento di fondamentale importanza per diversi motivi che spaziano dalla conservazione delle risorse naturali, alla qualità della vita e alla sostenibilità economica.

Box 9. La metodologia di TEHA per il calcolo del potenziale di riduzione delle perdite di rete idrica e la relativa riduzione delle emissioni

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare il potenziale di riduzione delle perdite di rete idrica nei comuni capoluogo italiani e la relativa riduzione delle emissioni che si articola in 5 passaggi:

1. quantificazione delle **perdite di rete idrica** come rapporto fra l'acqua immessa in rete e l'acqua consumata;
2. ipotesi di **allineamento** delle perdite di rete idrica alla media dei 5 comuni capoluogo italiani più virtuosi;
3. quantificazione dell'acqua risparmiata e pronta per l'utilizzo e consumo da parte dei cittadini;
4. quantificazione **dell'energia associata alla gestione dell'acqua** e della differenza fra lo *status quo* e lo scenario di allineamento ai *top-5* comuni capoluogo;
5. quantificazione della **CO₂ associata a un m³ di perdita di rete idrica** e della differenza fra lo *status quo* e lo scenario di allineamento ai *top-5* comuni capoluogo.

Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024

186. Il *framework* metodologico per il calcolo del potenziale di riduzione delle perdite di rete idrica, esplicitato più nel dettaglio nel *Box 9*, si compone di **tre fasi principali**. In primo luogo, è stato effettuato il **calcolo delle perdite idriche** nei comuni capoluogo a partire dai dati Istat, come differenza fra acqua immessa nella rete idrica e consumi di acqua. In secondo luogo, è stato effettuato il **calcolo del potenziale** di riduzione delle perdite idriche, attraverso l'ipotesi di **allineamento dei comuni capoluogo** alla media delle **prime 5 città** italiane per minor tasso di **perdite idriche** e la quantificazione dell'**acqua**

che sarebbe **disponibile al consumo** nello scenario virtuoso così derivato. Infine, il terzo e ultimo passaggio metodologico consiste nel **calcolo dell'energia** per la gestione dell'acqua tramite la quantificazione dei consumi energetici a essa associati e alla **differenza di consumi energetici e delle emissioni** allo *status quo* e nel caso di allineamento delle perdite idriche al *target* europeo.

187. Nella modellazione così proposta, le **perdite idriche** nei comuni capoluogo italiani sono quantificabili in circa **821 milioni di m³** di acqua, di cui il **42%** è localizzato nel **Sud e Isole**, il **28%** nel **Centro**, il **16%** nel **Nord-Ovest** e il **15%** nel **Nord-Est**. Se i comuni capoluogo si allineassero ai comuni *top five* italiani per minor tasso di perdite idriche – ovvero Como (9%), Pavia (9%), Monza (11%), Lecce (12%) e Pordenone (12%) – si risparmierebbero **565 milioni di m³ di acqua**. Nel caso in cui ci si allineassero ai *top five performer*, a parità di acqua immessa in rete sarebbero risparmiati volumi idrici pari a circa il **37% dei consumi attuali**. Inoltre, questo comporterebbe la **riduzione delle emissioni**²⁸ di CO₂ nell'aria associate alle perdite idriche di **0,07 Mt**, ovvero circa lo **0,1%** delle emissioni dei comuni capoluogo.

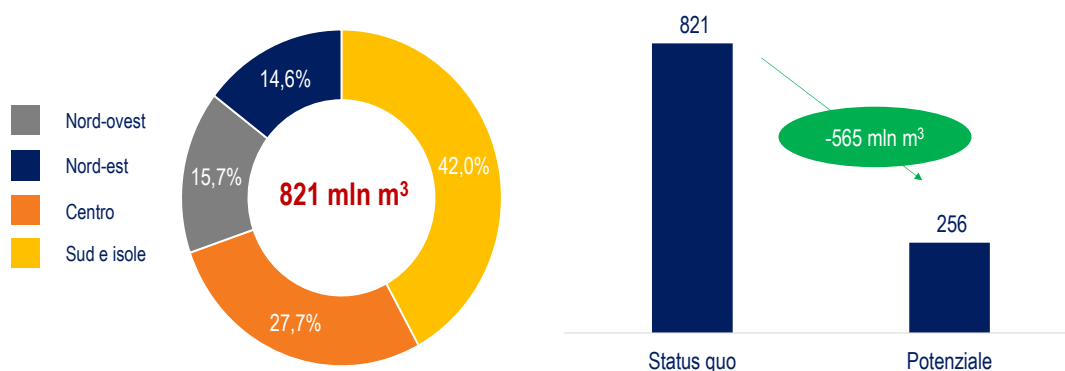


Figura 54. A sinistra: Perdite idriche per macroarea nei comuni capoluogo italiani (milioni di m³ e valori %), 2022 e A destra: Perdite idriche nei comuni capoluogo italiani a oggi se si allineassero ai *top-5 performer* (milioni di m³), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Istat, 2024.

Sviluppo aree verdi urbane

188. In premessa a questa sezione, occorre osservare come le aree verdi producono numerose **esternalità positive** all'interno dei centri urbani, in quanto:

- **migliorano la qualità dell'aria** catturando i principali **inquinanti** atmosferici, come NO_x, PM₁₀ e PM_{2,5};

²⁸ Calcolate secondo il consumo medio per m³ di acqua recuperato pari a 0,46 kWh/m³ (stimato da ARERA) e il fattore emissivo di 280 g/kWh.

- mantengono la **temperatura più fresca**: forniscono **ombra** e rilasciano vapore acqueo, riducendo l'effetto "isola di calore" urbano²⁹;
- supportano la **biodiversità urbana**, offrendo *habitat* e sostentamento a diverse specie animali;
- favoriscono **attività all'aperto** (es. sport, picnic, passeggiate, etc.) utili per il mantenimento di uno **stile di vita sano**;
- costituiscono **luoghi di coesione** sociale tra i cittadini, rafforzando così il **senso di comunità**.

189. Infine, per quanto riguarda lo sviluppo di **aree verdi urbane**, gli *step* metodologici per il calcolo del potenziale di assorbimento e riduzione delle emissioni a seguito della piantumazione di alberi è composta, anche in questo caso, da **tre fasi principali**. In primo luogo, la quantificazione del numero di **alberi oggi presenti nei comuni capoluogo** con relativa ipotesi di allineamento alla media delle **prime 3 città italiane per numero di alberi ogni 100 abitanti**. Il secondo *step* metodologico riguarda il calcolo delle potenziali **emissioni catturabili dagli alberi** tramite l'ipotesi che nei comuni capoluogo siano piantate le **10 specie "anti smog"**, così come indicate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, e la quantificazione della capacità media di cattura della CO₂ di un albero. Infine, il terzo e ultimo *step* metodologico consiste nel calcolo della riduzione delle emissioni attraverso la quantificazione delle emissioni di CO₂ catturate dagli alberi nei comuni capoluogo a oggi e nello scenario potenziale di allineamento alle città *best performer*.

190. In particolare, se tutti i comuni capoluogo si allineassero ai *top-3* per numero di alberi per abitante secondo i dati Istat – visibili nella Figura successiva, ovvero Cosenza (72,0), Modena (70,4) e Reggio Emilia (54,3) – si avrebbe un potenziale di **10,7 milioni di alberi**, un valore **4 volte superiore** al numero di alberi piantati oggi, pari a **2,9 milioni**.

²⁹ Questo effetto consiste nell'aumento di temperatura che si ha nell'ambiente cittadino rispetto a quello rurale.

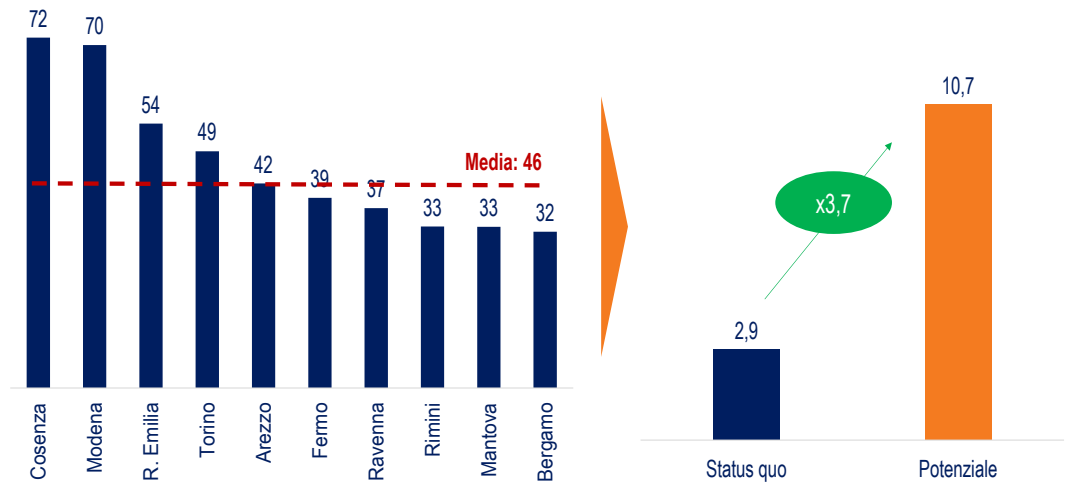


Figura 55. A sinistra: Primi 10 comuni capoluogo per numero di alberi per abitante (unità), 2022 e A destra: Numero di alberi piantati nei comuni capoluogo a oggi e scenario di allineamento alla media dei Top-3 (milioni), 2022. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati CNR, Coldiretti e Istat, 2024.

191. Dalla metodologia precedentemente descritta emerge che attualmente le emissioni di CO₂ catturate dagli alberi nei comuni capoluogo equivalgono a circa **0,30 milioni di tonnellate di CO₂**. Se il potenziale³⁰ di verde urbano venisse pienamente sfruttato, la quantità di emissioni catturate potrebbero raggiungere **1,4 milioni di tonnellate**, un valore 3,7 volte superiore rispetto allo *status quo*. In questo scenario, si eviterebbe l'emissione di **1,1 milioni di tonnellate di CO₂** (pari a circa il **2%** delle emissioni dei comuni capoluogo).

³⁰ L'aumento della cattura delle emissioni di CO₂ è maggiore rispetto all'aumento del numero di alberi perché si ipotizza di piantare alberi delle specie definite «anti smog», la cui cattura media annuale è calcolata su 20 anni di vita dell'albero (a regime). Lo *status quo* è calcolato sugli alberi che a oggi sono maggiormente piantati nelle città. È utile ricordare che le piante «anti smog» hanno effetto anche sugli inquinanti.



Figura 56. Emissioni di CO₂ catturate dagli alberi nei comuni capoluogo a oggi e se venisse sfruttato il potenziale di verde urbano. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati CNR, Coldiretti e Istat, 2024. (*) L'aumento della cattura delle emissioni di CO₂ è maggiore rispetto all'aumento del numero di alberi perché si ipotizza di piantare alberi delle specie definite «anti smog», la cui cattura media annuale è calcolata su 20 anni di vita dell'albero (a regime). Lo *status quo* è calcolato sugli alberi che a oggi sono maggiormente piantati nelle città. N.B.: Le piante «anti smog» hanno effetto anche sugli inquinanti.

Box 10. I 10 alberi definiti «anti smog» dal Consiglio Nazionale delle Ricerche

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) ha individuato le **dieci specie di alberi «anti-smog»**, ovvero in grado di catturare notevoli quantità di CO₂. Al primo posto della lista si colloca l'**Acero riccio** (*Acer platanoides*), in grado di assorbire fino a **190 kg** di CO₂ all'anno. A seguire: la **Betulla Verrucosa** (*Betula pendula*) e il **Cerro** (*Quercus cerris*) con 155 kg di CO₂ all'anno, il **Ginko** (*Ginkgo Biloba*), il **Tiglio nostrano** (*Tilia Plathyphyllos*), il **Bagolaro** (*Celtis australis*), il **Tiglio selvatico** (*Tilia cordata*), l'**Olmo comune** (*Ulmus minor*) e il **Frassino comune** (*Fraxinus exclesior*) con **140 kg** di CO₂ all'anno e per ultimo l'**Ontano nero** (*Alnus glutinosa*) con **130 kg** di CO₂ all'anno.

Albero	Kg di CO ₂ catturata in un anno
Acero riccio	190
Betulla Verrucosa	155
Cerro	155
Ginko	140
Tiglio nostrano	140
Bagolaro	140
Tiglio selvatico	140
Olmo comune	140
Frassino comune	140
Ontano nero	130

Figura 57. I 10 alberi definiti «anti smog» dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Fonte: elaborazione TEHA Group su dati CNR, 2024

Fonte: elaborazione TEHA Group su dati ISTAT, CNR e Coldiretti, 2024.

Riqualificazione degli edifici residenziali

192. La riqualificazione degli edifici residenziali rappresenta un tema di grande importanza per diversi motivi, che spaziano dall'**efficienza energetica** alla **sostenibilità ambientale**, passando per il miglioramento della **qualità della vita** degli abitanti. La riqualificazione degli edifici urbani rappresenta un insieme vario di interventi. Tuttavia, nei paragrafi che seguono, ne vengono prese in considerazione due tipologie specifiche: il **cappotto termico** e il **rinnovo delle chiusure delle vetrate**, in modo da isolare l'effetto di questi due interventi.

Box 11. La metodologia di TEHA per il calcolo del potenziale della riqualificazione degli edifici e la relativa riduzione delle emissioni

TEHA ha messo a punto un modello per calcolare la **potenziale riqualificazione degli edifici** residenziali nei comuni capoluogo italiani e la relativa riduzione delle emissioni che prevede 6 passaggi metodologici puntuali:

1. quantificazione del numero di **edifici residenziali** nei comuni capoluogo italiani (fonte: Istat)*;
2. quantificazione della suddivisione degli edifici nei comuni capoluogo italiani per **classe energetica** (A-G) (fonte: ENEA);
3. **ipotesi di riqualificazione (cappotto termico e chiusure vetrate) degli edifici seguendo le indicazioni della direttiva case green** (riqualificare il 43% degli edifici di classe G entro il 2030) e ipotizzando un tasso di riqualificazione per gli anni successivi pari all'**1,2%** ovvero un valore medio tra il periodo *pre-superbonus* e quello degli anni interessati dal *superbonus* stesso;
4. quantificazione degli edifici **potenzialmente da riqualificare** nei comuni capoluogo;
5. ipotesi di una **riduzione dei consumi del 65%** a seguito degli interventi considerati di riqualificazione degli edifici;
6. quantificazione delle **emissioni di CO₂** allo *status quo* e nel caso in cui gli edifici identificati selezionati vengano riqualificati entro il 2050.

() Gli edifici non residenziali non sono stati considerati, poiché i dati relativi alla loro suddivisione territoriale non sono disponibili. Tuttavia, risultano pesare solamente per l'11% del totale degli edifici del Paese.*

Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024

193. Il *framework* per il calcolo del potenziale della riqualificazione degli edifici, descritto più nel dettaglio nel Box 11, ha previsto **tre passaggi metodologici**. In primo luogo, è stata effettuata una **procedura di screening** per selezionare gli edifici idonei alla riqualificazione attraverso l'identificazione del **numero di edifici** residenziali nei comuni capoluogo italiani e la quantificazione degli **edifici per classe di energia elettrica (A-G)**. In secondo luogo, è stato effettuato il **calcolo del potenziale** di riqualificazione attraverso la quantificazione degli **edifici da riqualificare nelle città** e l'ipotesi di implementazione di un **cappotto termico e il rinnovo delle chiusure delle vetrate** negli edifici riqualificati. Infine, il terzo e ultimo *step* ha riguardato il calcolo della riduzione delle emissioni tramite la quantificazione delle **emissioni di CO₂** da riscaldamento nei comuni capoluogo allo *status quo* e se venisse sfruttato appieno il potenziale di

riqualificazione degli edifici e per differenza del **potenziale di riduzione delle emissioni**.

194. Secondo lo scenario elaborato da TEHA, gli edifici potenzialmente interessati dai processi di riqualificazione nelle città italiane sono pari a circa **248.000 unità** al 2030 e circa **556.000 mila unità** al 2050, per un totale di **804.000 unità**. In questo scenario, le **emissioni** di CO₂ del settore residenziale nei comuni capoluogo diminuirebbero di circa **5,1 milioni di tonnellate** (pari a circa l'**8%** delle emissioni dei comuni capoluogo).

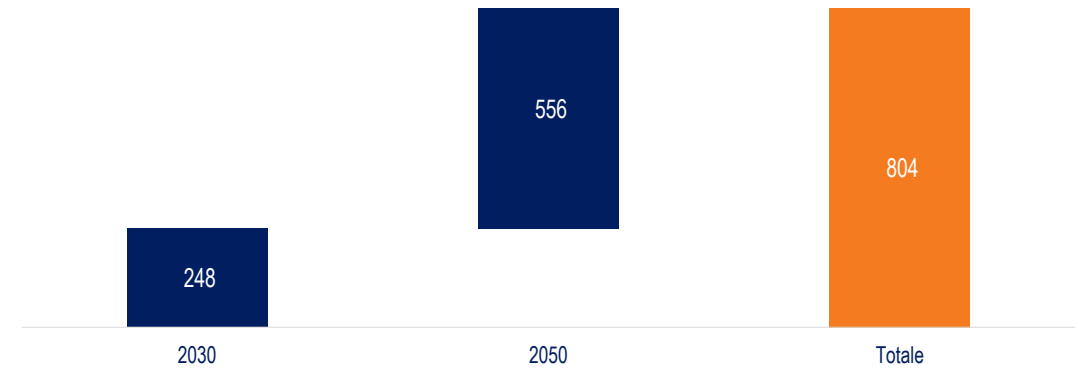


Figura 58. Edifici da riqualificare nelle città secondo lo scenario TEHA al 2030 e al 2050 (migliaia di unità). Fonte: elaborazione TEHA Group su dati Politecnico di Milano e ISTAT, 2024.

Vista di sintesi: le emissioni risparmiate grazie alle leve identificate

195. Qualora tutte le leve tecnologiche e di servizio identificate venissero attivate, le emissioni di nei comuni capoluogo passerebbero dalle attuali **62 Mton** a **30 Mton** con una riduzione del **52%** (circa 32 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂). La riqualificazione degli edifici abiliterebbe la riduzione di ulteriori 5 Mton, portando le emissioni complessive a circa 25 Mton.

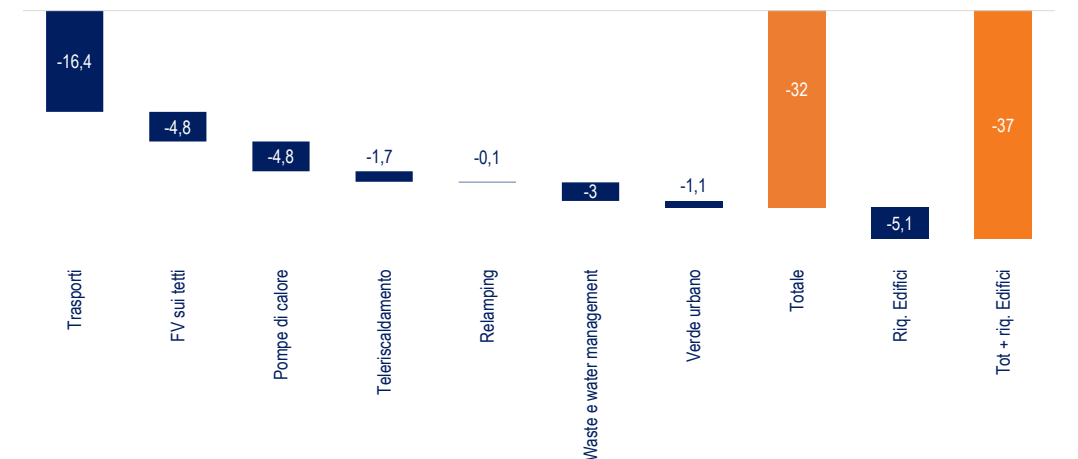


Figura 59. Riduzione delle emissioni di CO₂ nel perimetro urbano grazie alle leve identificate (milioni di tonnellate di CO₂), ultimo anno disponibile. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

196. Inoltre, le leve identificate possono aumentare l'incidenza dell'energia pulita nel *mix* dei consumi dei comuni capoluogo. Infatti, nel *mix* dei consumi dei comuni capoluogo

l'**incidenza di energia elettrica**, delle **FER e del calore derivato** è attualmente pari al **31%**, **attivando** le leve identificate, l'**incidenza** aumenterebbe di **20 punti percentuali** rispetto allo scenario attuale, raggiungendo il **51%**. Di contro, diminuirebbe sensibilmente l'incidenza di **prodotti petroliferi e gas naturale** passando dall'attuale **69%** al **49%** (-20 punti percentuali).

197. Nel complesso, il consumo delle città – oggi quantificabile in circa **23,9 Mtep** – dopo lo scenario di attivazione delle leve passerebbe a **17,9 Mtep**. Pertanto, un'efficienza energetica di circa il **25%** rispetto ad oggi produrrebbe una significativa riduzione delle emissioni inquinanti pari a circa il **51%**, confermando il potenziale di amplificazione che le leve identificate possono avere per sostenere i percorsi di crescente sostenibilità delle città italiane.

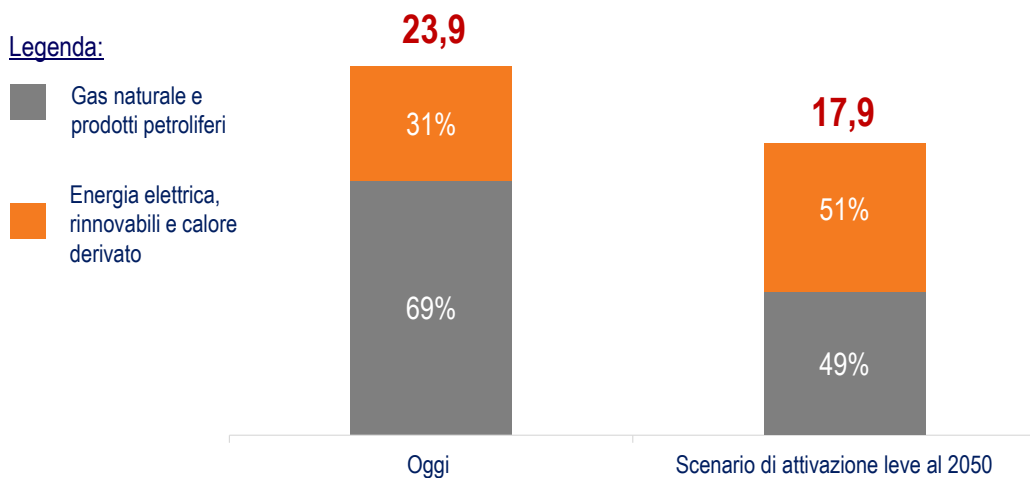


Figura 60. Incidenza dei consumi delle città per fonte prima e dopo lo scenario di attivazione delle leve al 2050 (milioni di tonnellate di petrolio equivalente e valore % su totale), *Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.*

3.2 GLI INVESTIMENTI NECESSARI A DISPIEGARE LE LEVE DI SVILUPPO IDENTIFICATE

198. L'attivazione di ciascuna delle leve espone in precedenza richiede un **costo** che dev'essere necessariamente sostenuto dal sistema-Paese. Per quantificare gli investimenti collegati alle 7 leve tecnologiche e di servizio identificate nella sezione 3.1., a cui si aggiunge il fattore abilitante costituito dalla rete elettrica i cui investimenti di adeguamento sono stati aggiunti alle leve, TEHA ha adottato le seguenti ipotesi i cui valori puntuali fanno riferimento a dati provenienti da operatori privati, associazioni di categoria, Istituzioni di ricerca o, laddove disponibile, fonti pubbliche:

- **rete elettrica:** l'investimento è stato calcolato secondo un costo di **4,2 milioni di euro** per ogni MW aggiuntivo di picco di carico della rete (riferimento: Eurelectric)³¹;
- **trasporti:** l'investimento è stato calcolato considerando:

³¹ Eurelectric, Report *Grids for speed*.

- il costo per i **punti di ricarica aggiuntivi**. In particolare, è stato calcolato il costo dei punti di ricarica pubblici (con potenza di 11 kW) pari a **6.750 euro** e di *wallbox* private (con potenza di 7,4 kW) pari a **1.850 euro**;
 - il costo di ammodernamento della **flotta autobus**, calcolato sulla base dei dati pubblicati da operatori di settore riguardanti il costo di autobus elettrici e autobus a metano nei decenni 2020, 2030 e 2040;
 - il costo dell'**elettrificazione di auto private e LCV**, sulla base di costi medi di veicoli elettrici (autovetture e veicoli commerciali leggeri) riportati da operatori del settore, nei decenni 2020, 2030, 2040;
- **fotovoltaico sui tetti**: il dato relativo all'investimento è stato calcolato ipotizzando una potenza media per impianto FV di 3 kW e assumendo un costo medio per impianto pari a **6.000 euro**;
 - **pompe di calore**: l'investimento per le nuove pompe di calore è basato sul costo medio (**6.500 euro** per impianto e installazione) di pompe di calore aria-aria e aria-acqua (fonte: Commissione Europea e Assoclimate)³²;
 - **teleriscaldamento**: il calcolo dell'investimento è stato sviluppato basandosi sul costo di 2,3 milioni di euro per MW termico e di 1.200 milioni di euro per TWh di calore rinnovabile prodotti (fonte: AIRU)³³;
 - **relamping**: l'investimento è stato calcolato ipotizzando un costo per lampada LED (costo della lampada, costo dell'installazione e costo di smaltimento della lampada sostituita) pari a **250 euro**;
 - **waste e water management**:
 - l'investimento in *waste management* è stato calcolato ipotizzando un costo per la realizzazione di un impianto di termovalorizzazione pari a **500 milioni di euro per 500mila tonnellate di rifiuti**;
 - l'investimento in *water management* è stato calcolato considerando un costo di **1,8 euro al m³** per ogni m³ recuperato (fonte: piani industriali dei principali operatori del settore);

³² Commissione europea – Joint Research Centre, *Heat pumps in the European Union – Status report on technology development, Trends, Value chains and Markets*, 2022.

³³ Politecnico di Milano, Dipartimento di energia – Valutazione del potenziale di diffusione del teleriscaldamento efficiente sul territorio nazionale, Rapporto 2023.

- **verde urbano:** l'investimento è stato calcolato secondo un costo di **50 euro** per la piantumazione di un albero (fonte: PNRR)³⁴.

199. Nell'ambito degli investimenti evidenziati, gli **operatori industriali possono avere un ruolo abilitante** e dalla forte valenza strategica a supporto del processo di decarbonizzazione e miglioramento dell'efficienza e qualità della vita nelle città italiane, contribuendo a supportare e ad attivare le leve individuate.

200. In conclusione, i benefici evidenziati richiedono dunque **investimenti complessivi per circa 270 miliardi di euro**, ovvero circa **10 miliardi di euro** all'anno fino al 2050. Occorre qui evidenziare che gli investimenti nelle leve tecnologiche e di servizio rappresentano le soluzioni più efficienti, in termini di costo-beneficio, per la riduzione delle emissioni.

201. Su queste dimensioni, inoltre, gli operatori industriali possono ricoprire un **ruolo sia di abilitatore e partner sia di investitori diretti**. Nel primo caso, si fa riferimento alle leve dei trasporti (circa 165 miliardi di euro di investimenti), del fotovoltaico sui tetti (circa 30 miliardi di investimenti), delle pompe di calore (circa 9 miliardi di investimenti) e del verde urbano (circa 0,4 miliardi di investimenti). Nel secondo caso, ci si riferisce al potenziamento della rete elettrica (circa 38 miliardi di euro di investimenti), ai trasporti intesi come punti di ricarica e TPL *green* (circa 23 miliardi di euro di investimenti), al teleriscaldamento (circa 12 miliardi di euro di investimenti), al *waste e water management* (circa 2 miliardi di euro di investimenti) e al *relamping* (circa 0,2 miliardi di euro).

Leva	Investimento (miliardi di euro)	Ruolo degli operatori industriali
Trasporti (mezzi privati)	~165	Abilitatore e partner
Fotovoltaico sui tetti	~30	Abilitatore e partner
Pompe di calore	~9	Abilitatore e partner
Verde Urbano	~0,4	Abilitatore e partner
Potenziamento rete elettrica	~38	Investimenti diretti
Trasporti (punti di ricarica e TPL <i>green</i>)	~15	Investimenti diretti
Teleriscaldamento	~12	Investimenti diretti
<i>Waste e water management</i>	~2	Investimenti diretti

=

~270 miliardi di euro
(~10 miliardi di euro all'anno)

Figura 61. Gli investimenti diretti per attivare le leve tecnologiche e di servizio nelle città (miliardi di euro), 2024. Fonte: elaborazione TEHA Group su fonti varie, 2024.

³⁴ Piantare 6,6 milioni di alberi entro il 2024 nelle 14 città metropolitane italiane, per uno stanziamento complessivo di 330 milioni di euro, rappresenta l'obiettivo della misura "Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano" del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (M2C4 3.1).

202. In aggiunta agli investimenti richiesti per abilitare le 7 leve tecnologiche e dei servizi identificate da TEHA, gli operatori industriali potrebbero ricoprire un ruolo di abilitatori e *partner* anche per quanto riguarda il processo di riqualificazione degli edifici, che si stima richiederebbe ulteriori investimenti pari a circa 360 miliardi di euro³⁵.

³⁵ Gli investimenti relativi alla riqualificazione degli edifici sono calcolati ipotizzando un costo di 500 euro al m² (per gli interventi relativi a cappotto termico e serramenti), una media di 90 m² ad appartamento e 10 unità abitative ad edificio (fonte: Energy Strategy, Politecnico di Milano).

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- AIRU, *“Il riscaldamento urbano - Annuario 2023”*, 2023
- ARERA, *“Orientamenti in materia di scenari per i piani di sviluppo delle reti energetiche”*, 2024
- ARERA, *“Regolazione tariffaria dei servizi di distribuzione e misura dell’energia elettrica per il periodo 2024-2027”*, 2024
- Assoclimate, *“Libro Bianco sulle pompe di calore - Quarta edizione”*, 2023
- ASVIS, *“Le buone pratiche dei territori”*, 2022
- Borck & Brueckner, *“Optimal Energy Taxation in Cities”*, 2016
- C40, *“Urban Nature Accelerator”*, 2023
- CEWEP, *“Waste-to-energy climate roadmap - The path to Carbon Negative”*, 2022
- CRESME, *“Il valore dell’abitare - La sfida della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio italiano”*, 2024
- Demographia, *“Demographia World Urban Areas”*, 2023
- Energy & Strategy, *“Smart Mobility Short Report 2023 - la “via italiana” per la decarbonizzazione dei trasporti nel nuovo scenario geo-politico internazionale”*, 2023
- Energy & Strategy, *“Energy Efficiency - Report 2024”*, 2024
- Eurelectric, *“Grids for Speed”*, 2024
- Eurelectric, *“Wired for tomorrow: unleashing the power of digitalization in grids”*, 2024
- Euro Cities Pulse, *“Eurocities Pulse Mayor Survey - A state of cities report through the voices of Mayors”*, 2024
- GoMobility, *“Data Mobility Report 2023 - La Mobilità delle 14 città metropolitane d’Italia”*, 2023
- GF Piping Systems, *“Solving Water Loss for life - Soluzioni per la performance della rete idrica”*, 2023
- GSE, *“Rapporto Statistico 2021 - Energia da Fonti Rinnovabili in Italia”*, 2021
- GSE, *“Sistemi di teleriscaldamento e teleraffrescamento in Italia”*, 2021
- ISFORT, *“20° rapporto sulla mobilità degli italiani”*, 2023

- ISPRA, *“Rapporto rifiuti urbani”*, 2023
- ISTAT, *“Previsione della popolazione residente e delle famiglie”*, 2021
- ISTAT, *“Offerta di nidi e servizi integrativi per la prima infanzia”*, 2022
- Kyoto Club, *“Analisi Sintetica dei PUMS – Città metropolitana di Messina”*, 2023
- Legambiente, *“Ecosistema Urbano – rapporto sulle performance ambientali delle città”*, 2023
- Legambiente, *“Una strategia per la decarbonizzazione dei sistemi di riscaldamento degli edifici in Italia”*, 2021
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, *“La sicurezza energetica nazionale nel 2022”*, 2022
- Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, *“Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima”*, 2024
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *“Gli investimenti e le riforme PNRR per le infrastrutture idriche”*, 2023
- Ministero dello Sviluppo Economico, *“Strategia per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale”*, 2020
- Oxford Economics, *“Rise of new megacities will drive global urban growth”*, 2024
- Politecnico di Milano, *“Valutazione del potenziale di diffusione del teleriscaldamento efficiente sul territorio nazionale”*, 2023
- Statista, *“Global Megacities”*, 2022
- Terna, *“Rapporto sui consumi medi degli impianti di rete - Soluzioni tecniche convenzionali per la connessione alla RTN”*, 2022

