

Roadmap per la decarbonizzazione delle città



La battaglia contro il cambiamento climatico sarà vinta, o persa, nelle città

Introduzione di Mika Kulju

Presidente di Danfoss Power Electronics & Drives

Grattacieli, ingorghi, centri commerciali e condizionatori d'aria. Non è difficile capire perché le città sono responsabili dei due terzi del consumo energetico globale e di oltre il 70% delle emissioni di carbonio globali annuali.¹ Oggi più della metà della popolazione mondiale vive nelle città, un numero che secondo le previsioni è destinato ad aumentare fino a quasi il 70% nel 2050², perciò non raggiungeremo gli obiettivi dell'Accordo di Parigi senza una drastica decarbonizzazione delle città.

Molte città in tutto il mondo si sono impegnate a raggiungere ambiziosi obiettivi climatici e stanno adottando misure per ridurre le proprie emissioni. Tuttavia, come evidenziato dall'ultimo rapporto dell'IPCC, l'obiettivo di 1,5 °C sta diventando irraggiungibile ed è probabile che il mondo superi gli 1,5 °C di riscaldamento nel breve termine se «continuiamo a camminare invece di correre».³ Il cambiamento climatico ha già avuto un impatto negativo sul benessere

umano e sulle infrastrutture fondamentali nelle città. Ad esempio, le città hanno visto intensificarsi le ondate di calore e l'inquinamento atmosferico.⁴ Per evitare il peggio della crisi climatica, sono necessari cambiamenti rapidi, profondi e duraturi. O come dice il Segretario generale dell'ONU António Guterres: «Il nostro mondo ha bisogno di un'azione per il clima su tutti i fronti: tutto, ovunque, subito».⁵ L'ambizione di questo libro bianco è dimostrare in che modo nelle città si può fare «tutto, ovunque, subito».

Le città offrono alcune delle migliori possibilità per ottimizzare la pianificazione urbana e accelerare la transizione verde e sono già disponibili tecnologie accessibili ed economicamente vantaggiose in grado di ridurre le emissioni in misura sufficiente per raggiungere gli obiettivi climatici globali.⁶ Offrendo una roadmap per una transizione urbana verde, questo documento illustra il modo in cui le città possono svolgere il ruolo di apripista ambiziose

e motivanti che mettono al centro la tecnologia verde e creano luoghi piacevoli in cui vivere e lavorare. Nei prossimi capitoli analizzeremo approfonditamente le impronte di carbonio di tutti i principali aspetti della nostra vita nelle città: il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici in cui viviamo, i cantieri che costruiscono le nostre abitazioni, le strade e i luoghi di lavoro, i trasporti che ci portano

al lavoro, le infrastrutture che forniscono le merci e gestiscono i rifiuti e i data center che costituiscono la spina dorsale digitale della città. Nei prossimi anni, la battaglia contro il cambiamento climatico sarà vinta, o persa, nelle città. Le soluzioni sono disponibili, ma i leader politici devono agire per applicarle. Iniziamo subito.

«Il nostro mondo ha bisogno di un'azione per il clima su tutti i fronti: tutto, ovunque, subito».

António Guterres, Segretario generale dell'ONU



Basandosi su prove fornite da fonti attendibili, Danfoss Impact è scritto per mostrare come le tecnologie esistenti nel campo dell'efficienza possano ridurre il costo della decarbonizzazione e accelerare l'elettrificazione delle nostre economie.

Questo numero speciale e più lungo di Danfoss Impact si propone di fornire una roadmap concreta per sindaci, decisori locali e urbanisti su come eliminare tutti i principali fattori che determinano l'impronta di carbonio delle città. Il documento esamina il modo in cui le tecnologie disponibili possono migliorare il tenore di vita dei cittadini e, allo stesso tempo, rendere le nostre economie più resilienti e creare posti di lavoro. Offre una visione olistica e concreta delle principali opportunità per la decarbonizzazione delle città.

Tuttavia, le soluzioni illustrate non sono esaustive e il documento non esamina la fornitura e l'espansione delle fonti energetiche rinnovabili. Si tratta di un tema fondamentale, ben documentato e analizzato. Inoltre, sebbene esulino dalle finalità di questo documento, è anche necessario attuare interventi di pianificazione urbana come la creazione di città a misura di pedoni, parchi e spazi aperti, zone umide e agricoltura urbana per ridurre il rischio di alluvioni e l'effetto «isola di calore».⁷

Nelle città, il settore dei trasporti e quello dell'edilizia sono i maggiori responsabili delle emissioni di carbonio, pertanto il documento si concentra su tutte le principali leve per la decarbonizzazione di questi due settori: ridurre gli sprechi di energia attraverso misure di efficienza, elettrificare e integrare i settori per riutilizzare l'energia altrimenti sprecata.

Il documento è stato redatto dal Dipartimento Casi e Analisi del Gruppo Comunicazione e Sostenibilità di Danfoss. È possibile inviare commenti o domande alla Responsabile Analisi, Sara Vad Sørensen, all'indirizzo: sara.sorensen@danfoss.com.

Hai solo 2 minuti?

Ecco i punti salienti



Efficienza energetica. Se tutte le aree urbane e le città in Europa, Stati Uniti e Cina investissero nel riscaldamento e raffrescamento efficienti dal punto di vista energetico degli edifici, ciò contribuirebbe alla riduzione del 20% delle emissioni di cui le aree urbane hanno bisogno per raggiungere l'obiettivo di 1,5 °C dell'Accordo di Parigi.⁸ La riduzione degli sprechi energetici è possibile in tutti i settori e le tecnologie per farlo sono già accessibili.



L'elettrificazione del trasporto urbano ha bisogno di una drastica accelerazione. Allo stesso modo, è fondamentale che la politica si concentri sul potenziale dell'elettrificazione dell'intero settore dei trasporti, compresi i trasporti marittimi e i veicoli pesanti. **Se tutte le aree urbane e le città in Europa, Stati Uniti e Cina elettrificassero i trasporti privati e pubblici, ciò contribuirebbe alla riduzione del 28% delle emissioni di cui le aree urbane hanno bisogno per raggiungere l'obiettivo di 1,5 °C dell'Accordo di Parigi.**⁹ Come vedremo, la tecnologia per l'elettrificazione di automobili, autobus e camion, nonché di attrezzature e trasporti marittimi come imbarcazioni urbane, traghetti e gru, esiste già.



L'integrazione settoriale è un fattore che favorisce l'efficienza energetica e l'elettrificazione e, insieme all'espansione delle energie rinnovabili, può consentire la decarbonizzazione della fornitura elettrica alle città. Nelle aree urbane, l'alta densità di edifici, infrastrutture e servizi consente di collegare i consumatori urbani di energia ai produttori di energia e di convertire e immagazzinare energia. Supermercati, data center e impianti di trattamento delle acque reflue possono essere trasformati da forti consumatori di energia a fornitori di energia.



L'attuazione delle tecnologie esistenti negli edifici, nei trasporti e nell'integrazione settoriale può **colmare metà del divario** per la riduzione delle emissioni urbane di gas serra necessaria per l'obiettivo di 1,5 °C.¹⁰



L'impronta di carbonio delle città: roadmap

A sinistra si può vedere una roadmap per la decarbonizzazione delle città.

Nei prossimi tre capitoli esamineremo aree concrete che si uniscono per formare le principali leve nella decarbonizzazione delle città.

Nel Capitolo 1 analizziamo le emissioni derivanti dal riscaldamento e dal raffreddamento degli edifici in cui viviamo, lavoriamo e trascorriamo il tempo libero.

Nel Capitolo 2 esaminiamo le opportunità di decarbonizzazione del settore dei trasporti, dai veicoli pesanti per l'edilizia alle automobili e gli autobus che ci portano da A a B, dalle infrastrutture al traffico nei porti della città.

Nel Capitolo 3 analizziamo alcuni degli aspetti spesso trascurati dell'impronta di carbonio delle città, come gli impianti di trattamento delle acque reflue che gestiscono i servizi igienico-sanitari, i supermercati che ci forniscono prodotti alimentari e domestici e i data center che fungono da infrastruttura digitale delle città. Ciò che accomuna questi tre ambiti è che tutti evidenziano il potenziale di utilizzo della più grande fonte di energia non sfruttata al mondo: il calore in eccesso.

Il Capitolo 4 riassume le tre leve principali della decarbonizzazione delle città, mentre il Capitolo 5 illustra raccomandazioni politiche concrete che possono accelerare l'implementazione di queste tecnologie.

Decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento nella città

La nostra roadmap per la decarbonizzazione delle città inizia negli edifici in cui viviamo, lavoriamo e trascorriamo la maggior parte del tempo. Case, uffici, ospedali, scuole e fabbriche hanno tutti bisogno di energia per l'elettricità, il riscaldamento e il raffrescamento. A livello globale, gli edifici sono la seconda fonte di emissioni di carbonio legate all'energia. In totale, il 28% delle emissioni globali di CO₂ legate all'energia deriva dal consumo energetico quotidiano negli edifici.¹¹ E, nelle aree urbane, spesso gli edifici sono responsabili di oltre il 50% delle emissioni.¹²

Con il progredire del cambiamento climatico e l'inevitabile aumento delle temperature, si prevede un ulteriore incremento della domanda di energia negli edifici per preservare le condizioni ambientali. Le alte temperature e le ondate di calore hanno già iniziato a far crescere la domanda di condizionamento dell'aria, e continueranno a farlo.¹³ Con il costante aumento della popolazione mondiale, aumenterà anche l'espansione degli edifici necessari per ospitare e servire le comunità in crescita. La riduzione delle emissioni degli edifici è quindi fondamentale per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi.

Una strategia efficace per la decarbonizzazione degli edifici deve affrontare sia le esigenze della domanda che quelle dell'offerta di energia.

Dobbiamo garantire la decarbonizzazione delle fonti energetiche per il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici e impegnarci al contempo a ridurre la domanda complessiva di energia degli edifici.

Secondo l'AIE, se vogliamo raggiungere le emissioni nette zero entro il 2050, quasi l'85% degli edifici deve essere zero-carbon-ready (pronto alle emissioni zero), ovvero altamente efficiente dal punto di vista energetico e utilizzare energia decarbonizzata.¹⁴ Per raggiungere questo obiettivo, la maggior parte degli edifici esistenti dovrebbe essere ammodernata entro il 2050 e tutti i nuovi edifici devono essere costruiti a zero emissioni di carbonio entro il 2030. Ma al momento non siamo sulla strada giusta: a settembre 2022, i tassi di ammodernamento per gli edifici esistenti erano intorno all'1% - e devono raddoppiare - e solo il 5% dei nuovi edifici era a zero emissioni di carbonio.¹⁵ Tuttavia, esistono già le soluzioni per raggiungere l'efficienza necessaria negli edifici.

Per ridurre l'intensità energetica degli edifici, dobbiamo considerare misure sia passive che attive che includono il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti, l'illuminazione, la ventilazione e l'acqua.

Le misure passive, come la progettazione architettonica o i miglioramenti all'involucro edilizio, possono svolgere un ruolo importante

nella riduzione della domanda di riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, illuminazione e altri processi ad alta intensità energetica. In questo documento, tuttavia, ci concentreremo sulle misure attive che consentono di risparmiare energia misurando, monitorando e controllando l'utilizzo di energia di un edificio. Se l'installazione di impianti di illuminazione o di riscaldamento efficienti dal punto di vista energetico è essenziale per ridurre l'uso complessivo di energia, è anche necessario attuare misure attive per garantire che l'illuminazione o il riscaldamento siano accesi solo in base

al fabbisogno. Sia che si tratti di ammodernare gli edifici esistenti o di costruirne di nuovi, le misure attive possono avere un potenziale di risparmio energetico enorme, rapido e conveniente, oggi tutt'altro che realizzato. Nelle pagine seguenti vengono presentate alcune tecnologie esistenti con un grande potenziale di risparmio energetico. E anche se la posizione geografica spesso determina quali misure attive abbiano più senso (ad es., riscaldamento rispetto a raffrescamento), gli esempi che seguono sono particolarmente rilevanti nel contesto del riscaldamento degli edifici.

Edifici





Termostati

Risparmio del 7% dell'energia finale in un edificio plurifamiliare

Uno dei modi più semplici per risparmiare energia è mantenere automaticamente il livello di temperatura di un ambiente utilizzando un termostato. Per quanto semplici possano essere, le valvole termostatiche per radiatori consentono di risparmiare fino al 7% dell'energia finale in un edificio plurifamiliare con un tempo di ammortamento di un anno.¹⁶ Tuttavia, molti edifici ancora non utilizzano questa semplice misura. In tutta l'UE, le valvole termostatiche per radiatori hanno il potenziale di far risparmiare 130 TWh di energia per il riscaldamento all'anno senza influire sul comfort termico delle famiglie.¹⁷ Il risparmio energetico può essere ulteriormente aumentato con un termostato elettronico, che viene regolato digitalmente e che può essere impostato in base al comportamento degli occupanti, ad esempio abbassando la temperatura ambiente quando un edificio è vuoto.



Bilanciamento idronico

Risparmio del 10% dell'energia finale in un edificio plurifamiliare

Molte unità di riscaldamento o raffrescamento utilizzano un sistema idronico che trasferisce l'acqua attraverso tubazioni e radiatori per riscaldare o raffrescare gli edifici. La resistenza al flusso all'interno del sistema, se non viene controllata, è fluttuante. Ciò fa sì che i radiatori più vicini alla pompa diventino più caldi della temperatura prevista, mentre quelli più lontani sono più freddi. Questa inefficienza fa sì che l'acqua venga spesso surriscaldata e che vengano installate pompe più grandi per soddisfare i bisogni delle persone che vivono lontano dalla pompa. Oltre all'installazione di termostati, l'installazione di valvole di bilanciamento automatiche con pressostato differenziale consente di ottenere temperature interne ideali, costi di esercizio ridotti e una maggiore efficienza.

In un edificio plurifamiliare, un sistema di bilanciamento idronico può far risparmiare fino al 10% sull'energia finale con un tempo di ammortamento di un anno.¹⁸



Controlli predittivi del modello

Risparmio fino al 20% sui costi energetici di un edificio

I controlli predittivi basati su modello sono gestiti dall'intelligenza artificiale, che utilizza i dati dell'edificio, meteorologici e dell'utente per prevedere la domanda di riscaldamento e ventilazione. Utilizzando tali controlli, gli edifici possono preriscaldarsi prima delle ore di punta o abbassare il riscaldamento quando il sole sta per illuminare le facciate, risparmiando così energia. Le osservazioni su 100.000 appartamenti dotati di questa tecnologia, situati principalmente in Finlandia, mostrano che il consumo energetico per il riscaldamento e la ventilazione si è ridotto in media rispettivamente di oltre il 7% e il 10%.

Contemporaneamente, spostando il consumo nel periodo più economico, il sistema garantisce un risparmio fino al 20% sui costi energetici di un edificio.¹⁹ Nel 2021, un'autorità locale di Londra ha installato controlli predittivi basati su modello in otto edifici residenziali. Nei primi 11 mesi di funzionamento, la tecnologia ha ripagato il suo costo iniziale e ha permesso di risparmiare 600 MWh di calore, l'equivalente del riscaldamento di 50 abitazioni nel Regno Unito per un anno.



Pompe di calore

Risparmio di 2/3 dell'elettricità utilizzata rispetto alle apparecchiature elettriche tradizionali

Le pompe di calore portano il calore a bassa temperatura immagazzinato nell'aria, nelle rocce, nel suolo o nelle acque sotterranee a un livello di temperatura utilizzabile. Gli edifici lo consumano riscaldando gli spazi abitativi, gli uffici e l'acqua. Poiché potenziano il calore anziché generarlo, in media le pompe di calore sono in grado di mantenere caldo un edificio con solo un terzo dell'elettricità utilizzata dalle apparecchiature elettriche tradizionali.

Le pompe di calore possono anche raffrescare, eliminando la necessità di un condizionatore d'aria separato per i 2,6 miliardi di persone che entro il 2050 abiteranno in zone che necessitano sia di riscaldamento che di raffrescamento. L'AIE stima che le pompe di calore abbiano il potenziale per ridurre le emissioni globali di CO₂ di almeno 500 milioni di tonnellate nel 2030, pari alle emissioni annuali di CO₂ di tutte le automobili presenti oggi in Europa.²⁰ Sebbene l'adozione delle pompe di calore sia aumentata negli ultimi anni, nel 2021 rappresentavano ancora meno del 10% delle vendite globali di impianti di riscaldamento, mentre le apparecchiature a combustibili fossili costituivano il 45%.²¹ E questo nonostante i costi energetici inferiori per le famiglie o le aziende medie che utilizzano una pompa di calore rispetto a quelle che utilizzano una caldaia a gas.²²

Decarbonizzazione dei trasporti urbani

I trasporti (dall'auto che guidiamo per andare al lavoro al trasporto delle merci che consumiamo o i veicoli fuoristrada che costruiscono la città) dipendono da enormi quantità di energia. I trasporti rappresentano il 37% delle emissioni di CO₂ dei settori di utilizzo finale e hanno la più alta dipendenza dai combustibili fossili.²³ Nelle grandi città, il 33% di tutte le emissioni

di gas serra è generato dai trasporti.²⁴ I trasporti urbani hanno anche un impatto negativo sulla salute umana, producendo inquinamento acustico e atmosferico nelle città, oltre a generare circa la metà delle emissioni globali di ossido di azoto (NO_x).²⁵ Ogni anno, 7 milioni di persone muoiono prematuramente a causa dell'inquinamento atmosferico.²⁶



In questa sezione valutiamo le sfide e le possibilità per ridurre le emissioni del trasporto urbano. In particolare, ci concentriamo su tre componenti principali delle emissioni dei trasporti urbani: autovetture, veicoli pesanti²⁷ e trasporti all'interno e nei porti della città.

Elettrificazione delle autovetture

Il trasporto su strada è responsabile del 77% delle emissioni dei trasporti.²⁸ La maggior parte di queste emissioni proviene dalle autovetture,²⁹ che contribuiscono a più della metà delle emissioni globali dei trasporti.³⁰ Fortunatamente, negli ultimi anni le vendite di auto elettriche hanno registrato una crescita esponenziale. Le auto elettriche stanno diventando sempre più convenienti, con una ricarica più rapida e stanno migliorando le loro prestazioni. Le vendite globali di auto elettriche sono aumentate fino a costituire il 14% delle vendite totali di auto nel 2022, rispetto a solo l'1% nel 2017, e sono sulla buona strada per raggiungere il 18% delle vendite nel 2023.³¹ L'AIE prevede che entro il 2030 circa un'auto nuova su tre sarà elettrica, con una riduzione delle emissioni annuali equivalente all'intera economia tedesca. In Cina, Europa e Stati Uniti, la quota media di auto elettriche sulle vendite totali è destinata ad aumentare a circa il 60% entro il 2030.³²

Per realizzare un trasporto sostenibile nelle città sono fondamentali auto elettriche convenienti e un'infrastruttura di ricarica accessibile.

In realtà, la transizione verso le auto elettriche è già stata promossa dai governi. Ad esempio, il governo norvegese intende far sì che tutte le nuove autovetture siano elettriche, plug-in o ibride entro il 2025,³³ mentre il governo californiano punta al 2035.³⁴

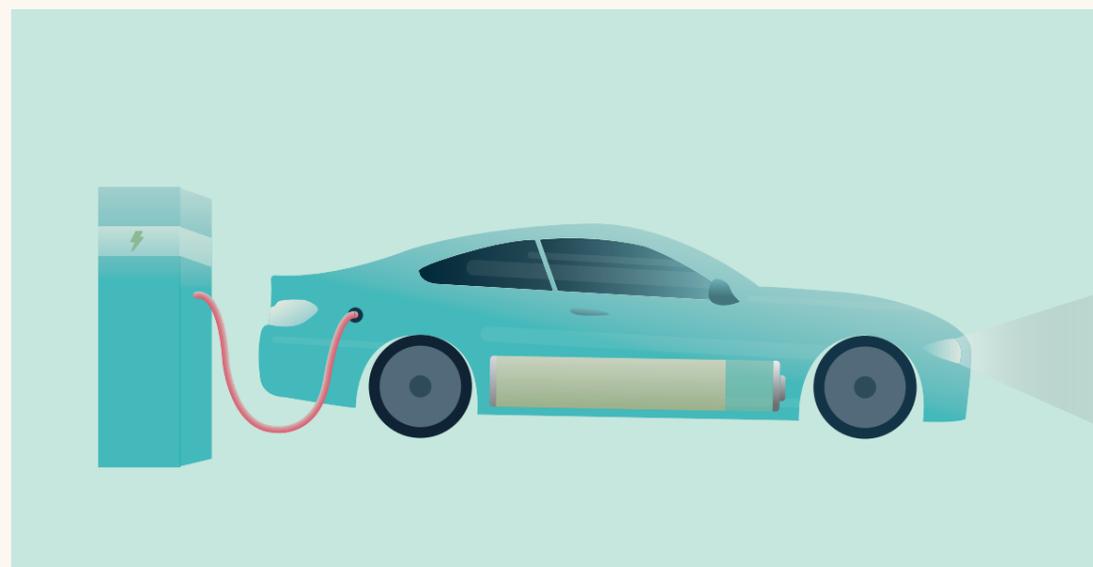
Nonostante questi sviluppi recenti incoraggianti, sono ancora presenti alcuni ostacoli alla transizione delle auto elettriche, in particolare i minerali critici utilizzati nelle batterie dei veicoli elettrici. Le moderne batterie sono realizzate con molti minerali, come litio, nichel e cobalto. Si prevede che la limitata disponibilità di questi componenti rappresenti una sfida per l'adozione dei veicoli elettrici a livello mondiale.³⁵ Un'analisi che prende in esame l'adozione dei veicoli elettrici in Cina, il più grande mercato mondiale per i veicoli elettrici, indica che i prezzi elevati dei materiali critici potrebbero ostacolare l'adozione dei veicoli elettrici in questo Paese, portando a un aumento del 28% delle emissioni di carbonio derivanti dal trasporto su strada nel periodo 2020-2060. Inoltre, un'impennata dei costi di litio, cobalto, nichel e manganese causerebbe una riduzione della percentuale di veicoli elettrici sulle strade cinesi dal 49% al 35% nel 2030 e dal 67% al 51% nel 2060.³⁶

Tuttavia, come si può vedere nel caso dell'elettrificazione delle auto, esistono tecnologie efficienti dal punto di vista energetico in grado di accelerare la diffusione sul mercato dei veicoli elettrici e di ridurre la pressione sulle risorse minerali.

«I responsabili politici, i dirigenti del settore e gli investitori devono essere estremamente vigili e intraprendenti per [...] garantire un approvvigionamento sostenibile di minerali critici».³⁷

Fatih Birol, Direttore esecutivo dell'AIE

Caso: l'efficienza energetica può accelerare l'elettrificazione delle automobili



L'elettronica di potenza utilizzata in un'auto elettrica può avere un impatto notevole sulla sua efficienza energetica. Più specificamente, i moduli di potenza efficienti dal punto di vista energetico possono influire sulla quantità di potenza persa quando questa viene trasferita dalla batteria al motore.³⁸ In un'auto elettrica, l'elettricità viene immagazzinata in una batteria e quindi fatta passare attraverso una trasmissione, mentre il modulo di potenza controlla il flusso di potenza tra la batteria e il motore elettrico. I moduli di nuova generazione in carburo di silicio, i cosiddetti moduli di potenza SiC, riducono la potenza dissipata sotto forma di calore e assicurano una perdita di energia inferiore del 60-80% rispetto ai moduli tradizionali. I moduli SiC possono inoltre contribuire a ridurre il peso e le dimensioni di altri componenti, come il sistema di raffreddamento, e ciò può ridurre ulteriormente il peso complessivo del veicolo e quindi renderlo più efficiente dal punto di vista energetico.

I moduli di potenza efficienti dal punto di vista energetico possono ridurre efficacemente le dimensioni delle batterie del 5-10%, a seconda delle specifiche tecniche e dell'applicazione dell'auto. In alternativa, la minore perdita di potenza aumenta l'autonomia di guida del 4-10% senza nemmeno modificare le dimensioni delle batterie, aumentando ulteriormente l'accettazione della mobilità elettrica nella società.^{39,40,41,42}

5-10%
di riduzione delle dimensioni delle batterie resa possibile dalle misure di efficienza energetica

Decarbonizzazione dei veicoli pesanti

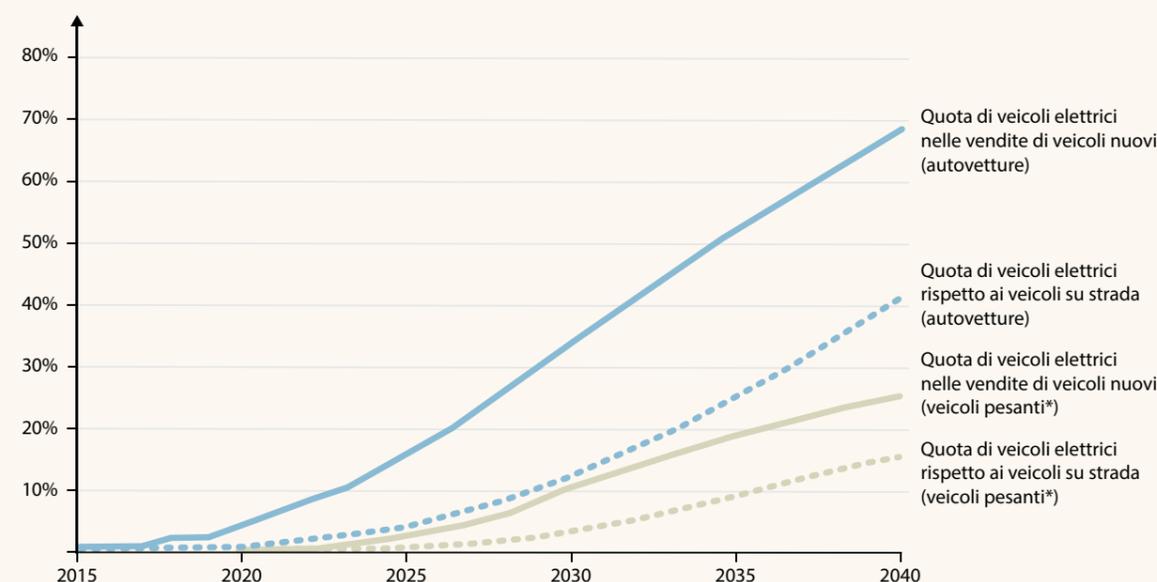
Mentre le vendite di autovetture hanno subito una drastica accelerazione, lo stesso non vale per i veicoli pesanti. Camion, autobus urbani e a lunga percorrenza sono responsabili di oltre il 6% delle emissioni totali di gas serra dell'UE e di oltre il 25% delle emissioni di gas serra derivanti dal trasporto su strada.⁴³ La situazione è probabilmente la stessa nel resto del mondo. In Cina, ad esempio, i veicoli pesanti hanno prodotto circa la metà delle emissioni di gas serra di tutti i tipi di veicoli.⁴⁴

Nel 2022 sono stati venduti in tutto il mondo quasi 66.000 autobus elettrici, che rappresentano solo circa il 4,5% di tutte le vendite di autobus. L'elettrificazione delle flotte di autobus comunali rappresenta un'opportunità unica per ridurre

le emissioni nel settore dei trasporti, migliorando al contempo la qualità dell'aria nelle città.⁴⁵ Inoltre, se vogliamo raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, nei prossimi vent'anni gli investimenti in autobus elettrici dovranno raddoppiare.⁴⁶

Se si considerano altri veicoli pesanti, come i macchinari per l'edilizia, i progressi nell'elettrificazione sono ben lontani da quelli delle autovetture elettriche (vedere la Figura 1). Per raggiungere gli obiettivi climatici globali è necessaria un'attenzione immediata alle possibilità di ridurre le emissioni di carbonio dei veicoli pesanti. L'efficienza energetica è la chiave per ridurre immediatamente le emissioni e spiana la strada all'elettrificazione dei trasporti pesanti. Diamo un'occhiata ai macchinari per l'edilizia, e in particolare all'escavatore, per comprendere le sfide e le opportunità.

Figura 1: Autovetture vs. veicoli pesanti



Fonte: BNEF, 2021

*I veicoli pesanti sono veicoli fuoristrada di peso superiore a 15 tonnellate.

Le macchine edili di tutto il mondo emettono 400 MT di CO₂ all'anno,⁴⁷ pari alle emissioni dell'aviazione internazionale.⁴⁸ Il 50% di queste emissioni proviene dagli escavatori.⁴⁹ A prima vista, può sembrare semplice seguire lo stesso percorso delle autovetture: renderle elettriche con alimentazione a batteria e ricaricarle con energia ottenuta da fonti rinnovabili. Ma è più facile a dirsi che a farsi.

Innanzitutto, rispetto alle autovetture, il lavoro degli escavatori è molto più pesante e prolungato tra una ricarica e l'altra, perciò hanno bisogno di batterie estremamente grandi per ottenere la produttività equivalente al gasolio. Di conseguenza, gli escavatori completamente elettrici consumano molte risorse per la batteria e hanno un prezzo di acquisto elevato, perciò il costo totale di proprietà nel corso della loro vita utile supera ancora di gran lunga quello delle macchine diesel.

In secondo luogo, non tutti i cantieri in cui si utilizzano gli escavatori dispongono di energia di ricarica sufficiente per supportare una flotta di escavatori ad alimentazione elettrica. I cantieri che dispongono di molta energia elettrica in loco sono spesso molto grandi, come le cave, e richiedono la sostituzione delle batterie sul campo all'inizio e alla fine di ogni turno e la loro ricarica nel deposito. Dato che le batterie pesano tonnellate, questo aspetto comporta sfide operative.

In terzo luogo, l'energia verde nella rete non è illimitata e la quantità aggiuntiva di questa energia necessaria per elettrificare la flotta di escavatori non è di poco conto: una stima approssimativa indica che se tutti gli escavatori del mondo fossero elettrici, consumerebbero la stessa quantità di energia generata da tutte le turbine eoliche offshore oggi disponibili nel mondo.⁵⁰

Nonostante queste sfide, il settore sta già puntando sull'elettrificazione. Oggi esistono macchine elettriche molto piccole, fino a 3 tonnellate, che spesso lavorano nei centri delle città. Tuttavia, per avere un impatto significativo sulle emissioni di CO₂ del settore, sono necessarie soluzioni per macchine più grandi, superiori a 10 tonnellate, poiché queste macchine rappresentano solo il 56% delle unità vendute ma contribuiscono al 92% delle emissioni di CO₂.⁵¹

La chiave per la loro decarbonizzazione sono le tecnologie efficienti dal punto di vista energetico che possono ridurre immediatamente l'uso di gasolio negli escavatori e, allo stesso tempo, affrontare alcune delle sfide dell'elettrificazione. Il miglioramento dell'efficienza riduce le dimensioni delle batterie necessarie, la quantità di potenza di ricarica richiesta e la quantità di generazione di energia rinnovabile necessaria per ottenere lo stesso impatto.

Nel caso dei cantieri, esaminiamo l'escavatore per capire quali soluzioni possono essere impiegate oggi per ridurre lo spreco di energia e il consumo di gasolio nei veicoli pesanti, aprendo la strada a un'elettrificazione completa di questi veicoli, come si può vedere nella Figura 2. Fino a poco tempo fa, i cantieri a basse emissioni sembravano un miraggio, ma le innovazioni del mercato stanno accelerando e cambiando il settore edile. Molte città di tutto il mondo stanno ora dando priorità a diversi modi per ridurre le emissioni e l'inquinamento del settore edile. Tuttavia, la velocità deve aumentare immediatamente se vogliamo raggiungere gli obiettivi climatici globali.

Caso: Decarbonizzazione dei cantieri



La portata dell'attività edilizia globale è destinata ad aumentare notevolmente nei prossimi decenni e la decarbonizzazione dei veicoli pesanti, come gli escavatori, è fondamentale se le città vogliono ridurre le emissioni di gas serra.

L'efficienza degli attuali sistemi di escavatori è solo del 30%, perciò il 70% dell'energia prodotta dal motore viene sprecato anziché aiutare la benna dell'escavatore a spostare la terra. Per individuare le perdite di energia in un veicolo pesante non è sufficiente osservarne il motore. Nelle macchine edili, l'impianto idraulico è composto da una pompa che pressurizza i fluidi (olio) per trasmettere la potenza dal motore ed eseguire operazioni come il sollevamento o lo scavo. Indipendentemente dal fatto che il veicolo sia dotato di motore elettrico o di motore a combustione, il suo consumo energetico può essere notevolmente ridotto adottando misure di efficienza energetica. Ad esempio, il consumo energetico può essere ridotto significativamente quando il veicolo non è in funzione grazie a soluzioni quali pompe a portata variabile, pompe a portata digitale, pompe a velocità variabile e motori decentralizzati. Inoltre, le perdite

sull'impianto idraulico, sono essenziali per molti veicoli di cantiere, possono essere ridotte significativamente con le tecnologie esistenti e i sistemi di recupero dell'energia possono riciclare l'energia nel sistema.

Queste misure di efficienza energetica consentono agli escavatori di svolgere una maggiore quantità di lavoro con un motore più piccolo e meno carburante e riducono la capacità della batteria necessaria per la loro elettrificazione fino al 24,8%.⁵²

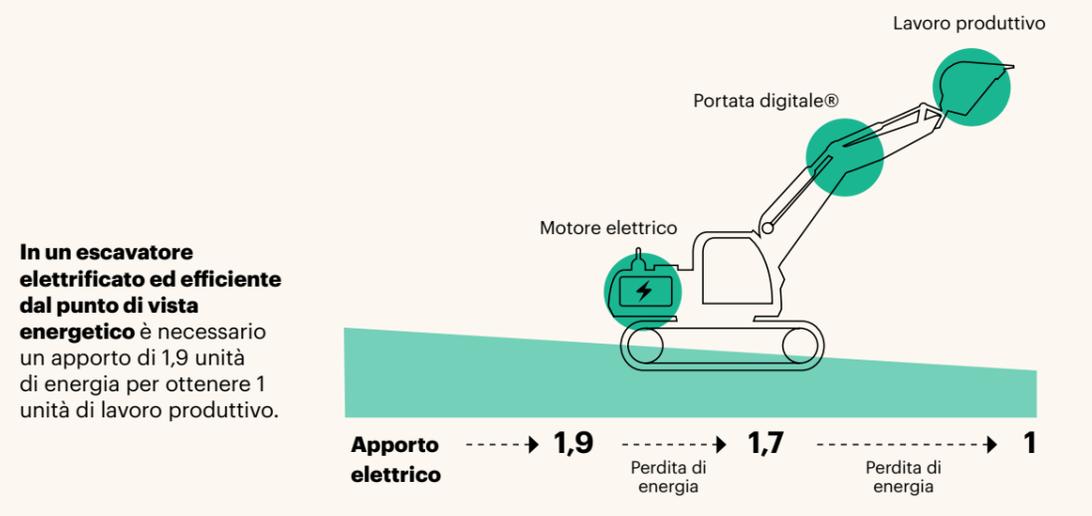
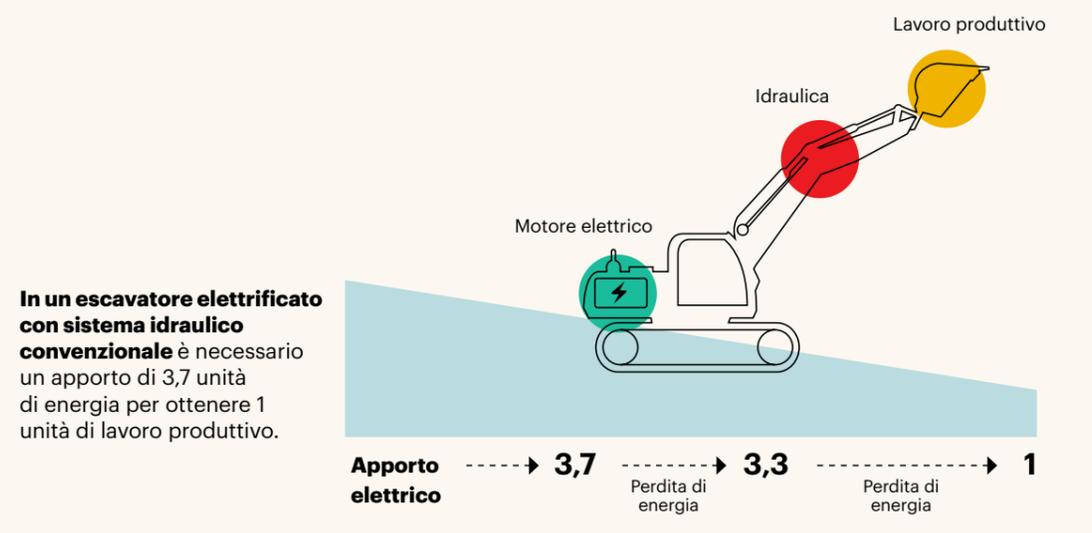
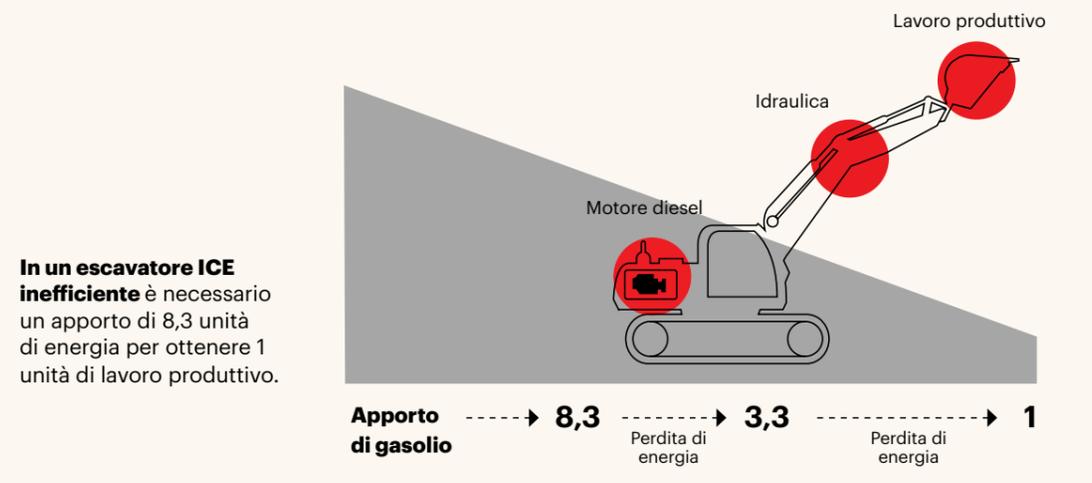
La tecnologia si sta sviluppando rapidamente e alcune di queste misure possono consentire un risparmio di carburante del 15-30% negli escavatori di oltre 15 tonnellate, aumentando al contempo la capacità di lavoro delle macchine. Presto sarà possibile applicare questa tecnologia a escavatori di tutte le dimensioni e persino ottenere risparmi di carburante fino al 50%.⁵³

15-30%

di risparmio di carburante grazie all'efficienza energetica

Figura 2. L'escavatore completamente elettrico

Combinando elettrificazione e soluzioni ad alta efficienza energetica, è necessario solo il 25% di energia per spostare la stessa quantità di terra. Questo esempio mette in evidenza il potenziale di efficienza energetica e di elettrificazione di un escavatore convenzionale da 16 tonnellate.



Decarbonizzazione dei trasporti e delle attrezzature marittimi

I porti fungono da hub essenziali per il trasporto di merci e persone nelle aree urbane. Quasi l'80% del commercio globale in termini di volume e il 70% in termini di valore avviene attraverso la navigazione internazionale e tutte queste merci passano ogni giorno per i porti.⁵⁴ Il settore del trasporto marittimo contribuisce a circa il 2,9% delle emissioni globali di gas serra⁵⁵ e il trasporto marittimo nazionale ne rappresenta circa un quinto.⁵⁶

C'è un grande potenziale non sfruttato per ridurre l'impatto climatico del settore marittimo e le opportunità sono pronte per essere colte. Generalmente le navi hanno una vita utile di 25-30 anni e di solito sono alimentate da motori diesel.⁵⁷ Questo vincolo del carbonio (il cosiddetto carbon lock-in) può essere contrastato ammodernando la flotta esistente, riducendo immediatamente il consumo di carburante e quindi l'impronta di carbonio del settore. Inoltre, esistono già soluzioni per elettrificare completamente le imbarcazioni e le operazioni nei porti e la ricarica ecologica da terra può ridurre le emissioni delle navi quando sono ormeggiate.

Vale la pena notare che, sebbene i porti possano non essere inclusi nel bilancio delle emissioni del carbonio di una città, le loro emissioni hanno un impatto negativo significativo sull'ambiente locale e sulla salute pubblica e i decisori urbani hanno spesso buone possibilità di lavorare con le autorità portuali per ridurre le emissioni e l'inquinamento provenienti dai porti.

Considerando le operazioni nei porti, sia i carrelli a cavaliere che le gru operano nei porti per molte ore al giorno. Un carrello a cavaliere è un veicolo a terra utilizzato per caricare e scaricare container dalle navi e per impilare e trasportare container su brevi distanze. Anche se sia le gru che i carrelli a cavaliere sono tradizionalmente azionati da motori diesel, è assolutamente possibile aumentare l'efficienza di questi veicoli ed elettrificarli completamente con la tecnologia attuale.

Ad esempio, Shanghai Zhenhua Heavy Industries Co. (ZPMC) è uno dei maggiori costruttori di macchinari

portuali al mondo. L'azienda propone molti macchinari portuali ibridi e completamente elettrici. Uno di questi prodotti è il carrello a cavaliere elettrificato, che è già in funzione nel porto di Barcellona in Spagna e nel porto di Durban in Sudafrica.

L'elettrificazione delle attrezzature portuali può ridurre le emissioni, i livelli di rumorosità e i costi di esercizio rispetto alle attrezzature diesel.

Analogamente, esistono già soluzioni per ridurre le emissioni delle imbarcazioni marittime. Oggi è già possibile elettrificare le imbarcazioni che effettuano brevi tratte vicino alle coste, come traghetti, rimorchiatori e navi per il trasporto di alimenti. Queste imbarcazioni possono essere alimentate completamente a batteria e ricaricate mentre sono ferme nei porti utilizzando fonti di energia.

A Grovfjord, in Norvegia, l'allevamento di salmoni è tra i principali motori dell'economia locale. Nel fiordo è ora in funzione una delle prime navi da lavoro completamente elettriche al mondo, la Astrid Helene. La nave è ricca di attrezzature pesanti, compresa una gru. Tuttavia, essendo completamente elettrica, non produce rumori dal motore né fumi di gasolio. Queste caratteristiche possono essere copiate nelle navi da lavoro delle città di tutto il mondo.⁵⁸

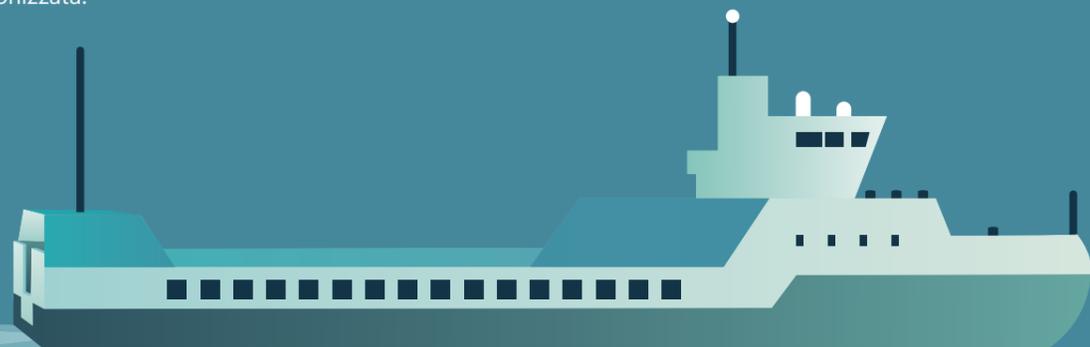
In molte città, i traghetti sono fondamentali per il trasporto di passeggeri, merci e veicoli su brevi tratte marittime e interne. Nel 2019, si stima che siano stati trasportati 4,27 miliardi di passeggeri e 373 milioni di veicoli sui traghetti in tutto il mondo, soprattutto in Asia.⁵⁹ La maggior parte dei traghetti utilizza gasolio, che emette carbonio e inquina l'aria, un problema notevole perché molti traghetti operano vicino ai centri delle città. Le soluzioni esistenti e convenienti consentono di costruire nuovi traghetti completamente elettrici, nonché di ammodernare i traghetti esistenti per ridurre le emissioni.

I miglioramenti tecnologici e delle batterie permettono ora alle imbarcazioni più grandi di operare su tratte più lunghe utilizzando energia completamente elettrica o elettrica ibrida. Inoltre, c'è un grande potenziale per ridurre le emissioni delle navi mentre sono ormeggiate, come si può vedere nel caso del porto di Scheveningen.

Ammodernamento dei traghetti nei porti di Taiwan

La durata di imbarcazioni come i traghetti va da 25 a 30 anni, talvolta anche di più. Pertanto, l'ammodernamento dei traghetti attraverso soluzioni ibride è fondamentale per ridurre le emissioni del trasporto marittimo. La città portuale taiwanese di Kaohsiung si affida ai traghetti marittimi per trasportare le merci attraverso il suo porto affollato; le emissioni di questi traghetti contribuiscono in modo significativo all'inquinamento atmosferico locale.

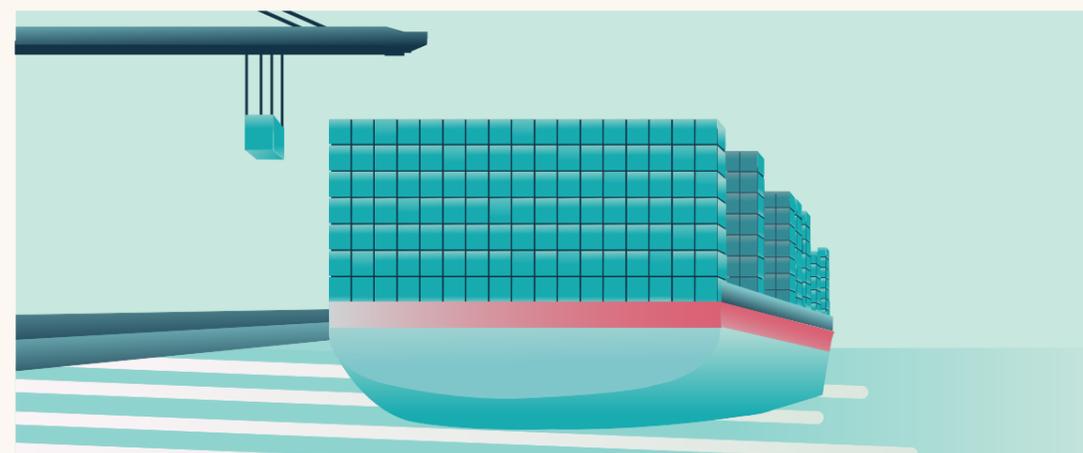
Per migliorare la qualità dell'aria, l'amministrazione comunale ha richiesto a una compagnia marittima taiwanese di ridurre le emissioni della sua flotta di traghetti, tra cui la popolare linea di traghetti passeggeri dell'isola di Cijian. Di conseguenza, nel 2017 il traghetto «Happiness» da 100 tonnellate e 23 metri di lunghezza, che trasporta circa 15.000 pendolari al giorno, è diventato il primo traghetto ibrido elettrico dell'Asia.⁶⁰ Il nuovo sistema garantisce una navigazione completamente elettrica per metà del tempo di funzionamento del traghetto. Grazie a questa iniziativa, Happiness ha ridotto il consumo di carburante diesel di oltre il 30%⁶¹ e si stima che l'utilizzo di carburante potrebbe essere dimezzato rispetto al traghetto diesel originale.⁶² La riduzione del consumo di gasolio diminuisce le emissioni di gas serra e contribuisce a migliorare la qualità dell'aria nella regione. Ora Happiness ottiene l'energia dalla ricarica da terra, una fonte che può essere decarbonizzata.



Ellen, il traghetto completamente elettrico più lungo del mondo

Tra le isole di Ærø e Als, nel sud della Danimarca, passeggeri e veicoli sono trasportati da «Ellen», un traghetto completamente elettrico di medie dimensioni. Durante il funzionamento, Ellen riduce le emissioni di CO₂ dell'80% e l'inquinamento atmosferico del 75-95% rispetto alla migliore alternativa tecnologica disponibile al momento della valutazione e garantisce una riduzione delle emissioni di CO₂ dell'87% e dell'inquinamento atmosferico dell'86-99% rispetto al traghetto più vecchio esistente.⁶³ I costi di esercizio di Ellen sono significativamente inferiori rispetto alle alternative convenzionali, garantendo un tempo di ammortamento dell'investimento aggiuntivo di 5-8 anni di esercizio.⁶⁴

Caso: Ricarica ecologica da terra nel porto di Scheveningen, Paesi Bassi



L'alimentazione da terra può ricaricare le batterie delle imbarcazioni completamente elettriche e ibride utilizzando l'energia elettrica della rete mentre si trovano in porto. L'alimentazione da terra può inoltre fornire elettricità dalle reti locali alle imbarcazioni alimentate a combustibili fossili, anziché utilizzare i generatori diesel a bordo, per alimentare tutte le apparecchiature presenti, dalle macchine per il caffè delle navi agli apparecchi di comunicazione, l'illuminazione e la ventilazione.⁶⁵ L'utilizzo dell'alimentazione da terra permette di evitare il consumo di gasolio durante l'ormeggio, e ciò si traduce in una notevole riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico locale. Poiché i porti si trovano spesso vicino ad ambienti urbani, ciò ha un impatto positivo sui residenti locali.

Il porto di Scheveningen si trova in posizione centrale sulla costa olandese vicino all'Aia e ospita oltre 7.500 imbarcazioni ogni anno. Si compone di tre aree portuali. Sebbene l'energia elettrica a terra nel Secondo Porto sia già disponibile per postazioni di taglio, piccoli pescherecci e imbarcazioni da diporto, un nuovo importante impianto su scala industriale negli altri due porti amplia la capacità per molte più imbarcazioni, comprese le grandi imbarcazioni commerciali.

Grazie al nuovo impianto di alimentazione da terra, le navi possono smettere di utilizzare generatori diesel rumorosi e inquinanti mentre sono ormeggiate nel porto. Ciò elimina l'inquinamento atmosferico e riduce il rumore e le vibrazioni quando i motori delle navi sono fermi. In media, le navi nel porto di Scheveningen consumano più di 100 MWh al mese attraverso la nuova alimentazione elettrica da terra.

Con una media di un litro per tre kWh, ciò si traduce in un risparmio mensile di oltre 33.000 litri di gasolio marino di alta qualità⁶⁶, dando luogo a una drastica riduzione dell'inquinamento atmosferico e a un risparmio di circa il 60% di CO₂ equivalente con l'attuale mix energetico olandese.⁶⁷

33.000
litri

di gasolio marino di alta qualità risparmiati al mese

Il futuro dei trasporti decarbonizzati



L'importanza dell'elettrificazione va ben oltre l'elettrificazione delle autovetture. La tecnologia per l'elettrificazione e la decarbonizzazione di autobus, camion ed escavatori, così come di attrezzature e imbarcazioni marittime come gru, carrelli a cavaliere, navi urbane e da lavoro e traghetti esiste già.



Una maggiore efficienza può accelerare l'elettrificazione dei trasporti. Sia nelle autovetture che nei veicoli pesanti e nel trasporto marittimo, le misure di efficienza possono ridurre le dimensioni delle batterie necessarie, limitando così il fabbisogno di materie prime. Inoltre, l'aumento dell'efficienza può ridurre il fabbisogno di infrastrutture di carica e aumentare la produttività e l'autonomia del veicolo.



L'elettrificazione non è una questione di «tutto o niente». Per alcuni veicoli che non possono ancora essere completamente elettrificati, come i macchinari per l'edilizia e le navi più grandi, è possibile ridurre le dimensioni del motore diesel ed elettrificare i componenti critici della macchina, ottenendo un vantaggio significativo dalla maggiore efficienza di un sistema elettrico.



Mentre sono ormeggiate, le imbarcazioni possono essere alimentate con energia sostenibile grazie a tecnologie prontamente disponibili, riducendo significativamente le emissioni e l'inquinamento nelle aree urbane.

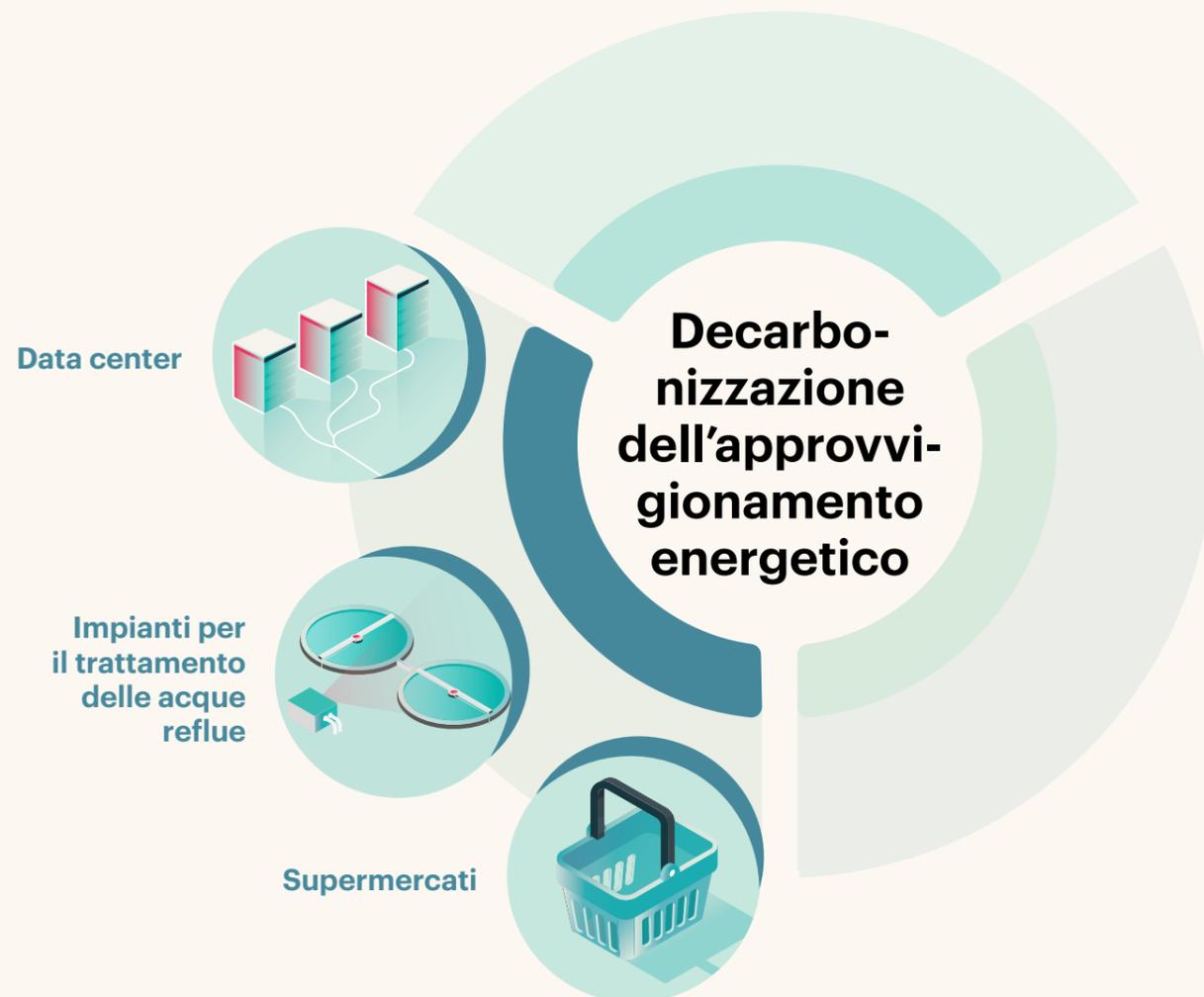
«L'efficienza energetica riguarda più che la semplice riduzione della domanda. Senza di essa, le città non saranno in grado di accelerare l'elettrificazione».

Kim Fausing, Presidente e CEO di Danfoss

Decarbonizzazione dell'approvvigionamento energetico nelle città

Nell'ultima tappa della roadmap della decarbonizzazione, ci concentriamo sulla fornitura di energia alle città. Vedremo come le attività che fanno parte integrante della vita nelle città, come lo shopping e la gestione dei rifiuti, possono essere decarbonizzate considerando l'uso dell'energia nelle città in modo olistico.

La crisi energetica globale ha innescato uno slancio senza precedenti per l'espansione delle energie rinnovabili. Nei prossimi cinque anni il mondo è destinato ad aggiungere la stessa quantità di energia rinnovabile degli ultimi 20 anni.⁶⁸



Non serve dire che la scalabilità delle energie rinnovabili svolgerà un ruolo cruciale nella decarbonizzazione delle città e che sono necessarie ancora più infrastrutture per l'energia rinnovabile. Tuttavia, se non utilizziamo l'energia verde in modo efficiente, l'espansione dell'uso delle energie rinnovabili al ritmo attuale non sarà nemmeno lontanamente sufficiente per raggiungere gli obiettivi climatici globali.

Il calore in eccesso può soddisfare una parte sostanziale delle esigenze di riscaldamento e raffrescamento nelle città. Solo nell'UE, la quantità di calore in eccesso corrisponde quasi al fabbisogno energetico totale per il riscaldamento e l'acqua calda negli edifici residenziali e dei servizi;⁶⁹ il quadro è probabilmente lo stesso a livello globale. Per sfruttare il calore in eccesso, è fondamentale un approccio olistico all'uso dell'energia nelle città. Informazioni più dettagliate sul potenziale del calore in eccesso sono disponibili su Danfoss Impact Numero 2.

Cos'è il calore in eccesso? Ogni macchina in funzione genera calore. Basta pensare al calore emesso dal frigorifero. Lo stesso vale su scala più ampia per tutti i supermercati, i data center, le fabbriche e gli impianti di trattamento delle acque reflue della città. Come vedremo, questo calore può essere riutilizzato.

L'utilizzo del calore in eccesso costituisce la terza e cruciale leva nella roadmap per la decarbonizzazione delle città. Nel seguito ci concentriamo su tre fonti specifiche di calore in eccesso nelle città e analizziamo come può essere utilizzato.

Un approccio olistico all'approvvigionamento energetico urbano

Storicamente, il calore in eccesso proveniente da acciaierie e centrali elettriche è stato riutilizzato grazie alle temperature molto elevate. Ma con l'evoluzione della tecnologia, molte altre fonti che producono calore in eccesso a temperature più basse sono diventate riutilizzabili; ciò significa che anche le città senza grandi industrie dispongono di numerose fonti di calore in eccesso che aggiungono una notevole quantità di energia. Il calore in eccesso proveniente da impianti

di trattamento delle acque reflue, data center, supermercati e stazioni della metropolitana sono esempi di fonti di calore in eccesso presenti in tutte le città.

Esistono diversi modi per utilizzare il calore in eccesso. Il modo più semplice per utilizzare il calore in eccesso è quello di reintegrarlo negli stessi processi. Una misura per utilizzare il calore residuo internamente è l'installazione di un'unità di recupero termico. Le unità di recupero termico rendono utilizzabile il calore residuo per processi a un livello di temperatura simile o inferiore. Come si può vedere nel caso dei supermercati, il calore in eccesso può essere utilizzato per riscaldare il negozio e produrre acqua calda domestica. Tuttavia, la densità delle infrastrutture nelle città consente di utilizzare il calore in eccesso in modo ancora più sistematico e su scala più ampia attraverso l'integrazione settoriale e il teleriscaldamento.

L'integrazione settoriale, o accoppiamento settoriale, si riferisce al processo di ottimizzazione della combinazione di almeno due diversi settori della domanda e della produzione di energia (ossia elettricità, riscaldamento, raffrescamento, trasporto e processi industriali). L'integrazione settoriale consiste nel massimizzare le sinergie tra i settori, oltre a convertire e immagazzinare energia. Ciò può avvenire su piccola e su larga scala attraverso la pianificazione urbana e le reti di teleriscaldamento. La pianificazione urbana può sfruttare il potenziale dell'integrazione settoriale e del calore in eccesso collegando i produttori di energia ai consumatori di energia attraverso una rete intelligente. Possono verificarsi grandi sinergie quando un produttore di calore in eccesso, ad esempio un data center, si trova vicino a entità che possono acquistare e utilizzare grandi quantità di calore in eccesso (ad esempio, l'orticoltura). L'analisi delle possibilità di tali sinergie tra produttori e utilizzatori di energia nella pianificazione urbana si chiama pianificazione di cluster industriali e contribuisce alla decarbonizzazione del nostro sistema energetico. Inoltre, è stato dimostrato che la collaborazione tra aziende vicine offre vantaggi economici sia all'acquirente che al venditore.

I vantaggi dell'integrazione settoriale possono essere incrementati ulteriormente attraverso il teleriscaldamento.

Energia di teleriscaldamento: Decarbonizzazione del riscaldamento e del raffrescamento urbano

Il teleriscaldamento è un sistema collettivo che fornisce riscaldamento o raffrescamento a un'intera area. Una rete di teleriscaldamento attinge il calore da una combinazione di fonti, come quelle rinnovabili (ad es., solare, geotermica e biomassa) e quelle fossili (ad es., centrali elettriche) e lo distribuisce attraverso le tubature agli utenti finali sotto forma di acqua riscaldata. Un sistema di teleraffrescamento, invece, raffresca l'acqua in un impianto centrale e la distribuisce attraverso le tubature agli utenti finali.

Oggi la quasi totalità della produzione globale di energia distrettuale è affidata ai combustibili fossili. Secondo l'AIE, il mondo deve raddoppiare la quota di fonti verdi nel teleriscaldamento entro il 2030 per raggiungere le emissioni nette zero.⁷⁰ Raggiungendo questo obiettivo, contribuiremo ad abbattere le emissioni di gas serra derivanti dalla produzione di calore di oltre un terzo.

Oggi i sistemi di teleriscaldamento consentono una fornitura di calore decarbonizzabile. Uno dei principali punti di forza dei sistemi

di teleriscaldamento è la capacità di integrare diverse fonti di calore, che possono eliminare i combustibili fossili dal mix di riscaldamento e raffrescamento. Con l'evoluzione della tecnologia del teleriscaldamento, sempre più fonti di calore sostenibile sono in grado di entrare nel sistema. Oggi il cosiddetto sistema di teleriscaldamento di quarta generazione consente di integrare fonti di calore a bassissima temperatura nel sistema di teleriscaldamento e di fornire riscaldamento a nuovi edifici in grado di funzionare a basse temperature. Il fatto che sempre più fonti di energia sostenibile possano essere utilizzate nel teleriscaldamento e nel teleraffrescamento pone questi sistemi al centro della transizione verde.

Un altro vantaggio fondamentale del teleriscaldamento è che supporta il bilanciamento della rete. Una delle sfide principali della decarbonizzazione della nostra rete e dell'aumento dell'elettrificazione è garantire che l'offerta soddisfi la domanda. Considerando il sistema energetico in modo olistico e collegando diverse fonti di energia, il teleriscaldamento consente un utilizzo flessibile dell'energia. Permette di compensare le differenze tra domanda e offerta in modo da poter sfruttare la massima capacità della rete. Con il progressivo aumento dell'uso delle energie rinnovabili e l'accelerazione dell'elettrificazione, il bilanciamento dei picchi sarà particolarmente importante.

Caso: i sistemi di teleraffrescamento consumano metà dell'energia dei condizionatori d'aria



In un sistema di teleraffrescamento, l'acqua refrigerata viene fornita da un impianto di raffrescamento centrale agli edifici commerciali e residenziali attraverso tubature. L'acqua fredda per il teleraffrescamento è fornita da risorse naturali di acqua fredda gratuite (mare, laghi, fiumi o bacini sotterranei) o ottenuta dal calore residuo proveniente dalla produzione di energia o dalle industrie, o tramite refrigeratori elettrici centralizzati. L'acqua fredda nell'impianto di teleraffrescamento può essere prodotta di notte e distribuita nelle ore di punta durante il giorno. Ciò riduce le necessità dei raffrescamento in termini di capacità durante le ore di picco della domanda e riduce i costi di esercizio, poiché l'elettricità è più economica e le temperature ambiente notturne sono inferiori.

Circa il 10% della domanda mondiale di elettricità proviene dal raffrescamento degli ambienti e l'AIE stima che entro il 2050 circa due terzi delle famiglie di tutto il mondo potrebbero avere un condizionatore d'aria.⁷¹

Secondo studi internazionali, la domanda di raffrescamento di edifici commerciali e residenziali crescerà esponenzialmente nei prossimi anni, soprattutto nei Paesi ad alto reddito e nelle economie emergenti in India, Cina e Indonesia.⁷² Tuttavia, i sistemi di teleraffrescamento consumano metà dell'energia dei condizionatori d'aria e ridurranno anche il consumo di gas fluorurati dannosi per l'ambiente.⁷³

I sistemi di teleraffrescamento esistenti in città come Parigi, Dubai, Helsinki, Copenaghen e Port Louis hanno dimostrato che il teleraffrescamento può avere un'efficienza più che doppia rispetto ai sistemi tradizionali e decentralizzati.⁷⁴ A Dubai, ad esempio, il 70% dell'elettricità viene consumato dai condizionatori d'aria e, per soddisfare la domanda di raffrescamento, la città ha sviluppato una delle più grandi reti di teleraffrescamento al mondo. Entro il 2030, il 40% della domanda di raffrescamento della città sarà soddisfatto dal teleraffrescamento.⁷⁵

Data center: da utilizzatori di energia a produttori di energia

Esistono migliaia di data center in tutto il mondo, molti dei quali si trovano nelle città.⁷⁶ I data center sono semplicemente edifici che forniscono spazio, energia e raffrescamento per l'infrastruttura di rete e sono occupati da server in quantità variabile. Poiché i dati sono diventati la linfa vitale dell'odierna economia digitale globale, i data center sono fondamentali per il funzionamento delle nostre vite e attività quotidiane. Anche i data center sono grossi consumatori di elettricità. L'alimentazione e il raffrescamento di migliaia di server richiede molta elettricità. Secondo l'AIE, nel 2021 i data center hanno consumato 220-320 TWh di elettricità, pari a circa l'1% della domanda finale di elettricità a livello globale,⁷⁷ una quantità di elettricità sufficiente per 20-30 milioni di famiglie statunitensi.⁷⁸ Per ridurre l'impronta di carbonio, è fondamentale ottimizzare sia l'efficienza energetica dei sistemi di raffrescamento nei data center che utilizzare il loro calore in eccesso. Esistono numerosi esempi che mostrano come il calore in eccesso dei data center possa essere riutilizzato per riscaldare gli edifici vicini attraverso una microrete o esportato nella rete di teleriscaldamento più ampia.

A Francoforte sul Meno sono in corso diversi progetti per aiutare la città a prelevare il calore in eccesso dai data center e a utilizzarlo per soddisfare l'intera domanda di calore di abitazioni private e uffici. Si stima che entro il 2030 il calore residuo dei data center di Francoforte potrebbe soddisfare l'intera domanda di calore della città proveniente dalle abitazioni private e dagli edifici adibiti a uffici.⁷⁹

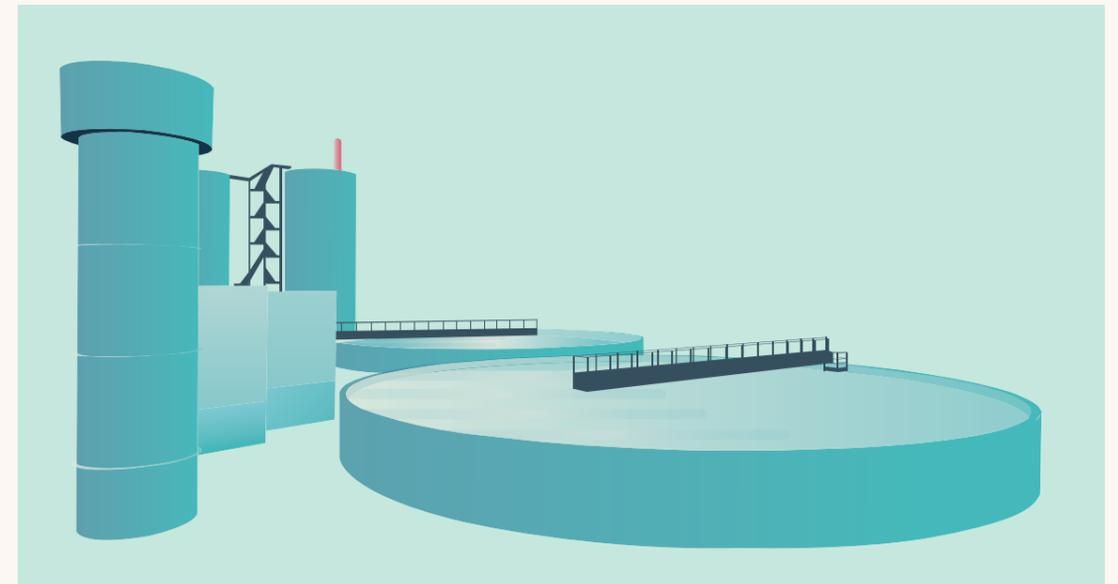
A Dublino, Amazon Web Services ha realizzato la prima soluzione sostenibile personalizzata d'Irlanda per fornire calore a basse emissioni di carbonio a una periferia in crescita della città. Inizialmente il data center, completato di recente, fornirà calore a 47.000 m² di edifici del settore pubblico. Fornirà calore anche a 3.000 m² di spazi commerciali e 135 appartamenti in affitto a prezzi accessibili. Questo progetto ridurrà le emissioni di CO₂ di 1.500 tonnellate all'anno.⁸⁰

Impianti urbani di trattamento delle acque reflue come produttori di energia

La fornitura di acqua e servizi igienico-sanitari è una parte indispensabile ma spesso trascurata delle infrastrutture urbane. Per fornire ai cittadini l'accesso all'acqua potabile e ai servizi igienico-sanitari sono necessarie enormi quantità di energia. Gli impianti di trattamento delle acque reflue sono presenti nella maggior parte delle città del mondo. E poiché sono spesso gestiti dai comuni, possono rappresentare fino al 20% delle bollette elettriche comunali.⁸¹

Esiste un grande potenziale di risparmio energetico nel settore idrico attraverso l'uso sistematico dell'energia in eccesso. Le acque reflue contengono notevoli quantità di energia incorporata. È possibile estrarre i fanghi dalle acque reflue e pomparli nei digestori. Questi fanghi producono biogas, soprattutto metano, che può essere bruciato per produrre calore ed elettricità. Prima che l'acqua pulita venga rilasciata, può essere raffreddata con una pompa di calore, che fornisce calore alla rete di teleriscaldamento locale. Di conseguenza, gli impianti di trattamento delle acque reflue hanno il potenziale di passare da consumatori a produttori di energia.

Caso: Produzione di energia dalle acque reflue



Nella città di Aarhus, in Danimarca, l'impianto di trattamento delle acque reflue di Marselisborg, gestito da Aarhus Vand, è riuscito a ridurre il consumo energetico aumentando al contempo la produzione di energia. Nel periodo compreso tra il 2016 e il 2021, l'impianto di trattamento delle acque reflue di Marselisborg ha prodotto quasi il 100% di energia in più rispetto a quella necessaria per il trattamento delle acque reflue. L'energia prodotta soddisfaceva il fabbisogno dell'intero ciclo idrico di un'area urbana di 200.000 persone, compresa la distribuzione di acqua potabile e il recupero delle acque reflue dalle abitazioni, separando quindi essenzialmente l'acqua dall'energia. Il ritorno su questo investimento è stato di 4,8 anni. Si stima che l'ottimizzazione e la digitalizzazione dei processi abbiano contribuito al 70% dei miglioramenti.⁸²

L'Obiettivo 6.3 di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite raccomanda una riduzione del 50% delle acque reflue non trattate entro il 2030.⁸³ Dotando gli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti

e futuri di tecnologie all'avanguardia, si potrebbero risparmiare 300 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂ equivalente all'anno. Inoltre, ciò permetterebbe di risparmiare 350 TWh di energia all'anno,⁸⁴ ovvero circa un decimo dell'approvvigionamento energetico della Germania.⁸⁵ Infine, il calore in esubero proveniente dagli effluenti può essere pompato nelle reti di teleriscaldamento, soddisfacendo potenzialmente il 10-15% della domanda globale di calore per uso residenziale.⁸⁶

300
milioni di
tonnellate

di emissioni di
CO₂ equivalente
risparmiabili all'anno

Caso: gli acquisti nei negozi di alimentari possono riscaldare la tua casa



I supermercati sono parte integrante delle città di tutto il mondo, fornendo un comodo accesso ai prodotti alimentari e per la casa. Tuttavia, sono anche tra gli edifici commerciali a più alta intensità energetica.⁸⁷

Nel Regno Unito, i supermercati consumano circa il 3% della produzione di elettricità del Paese.⁸⁸ La maggior parte del consumo energetico di un supermercato è destinato a mantenere freschi gli alimenti nelle vetrine refrigerate e nei congelatori. Può sembrare illogico, ma le vetrine refrigerate, i congelatori e i frigoriferi producono una notevole quantità di calore. Chiunque abbia percepito il calore emesso dal proprio frigo può confermarlo. Questi sistemi di raffreddamento generano notevoli quantità di calore in eccesso, che spesso viene rilasciato direttamente nell'atmosfera.

Ma non è necessario che sia così. La tecnologia di recupero termico esistente è in grado di riutilizzare il calore in eccesso proveniente dalle vetrine refrigerate per riscaldare l'acqua utilizzata nel supermercato e l'edificio,

mentre il calore in eccesso non riutilizzato nel supermercato può essere immesso nella rete di teleriscaldamento. In una cittadina nel sud della Danimarca, il supermercato locale SuperBrugsen ha risparmiato una notevole quantità di energia monitorando i sistemi di raffreddamento e riutilizzando e vendendo il calore in eccesso prodotto da questi sistemi. **Dal 2019, il 78% del consumo di calore di SuperBrugsen è coperto dal calore riutilizzato proveniente dai processi di raffreddamento.** Inoltre, tramite la rete di teleriscaldamento, il supermercato ha venduto ad altri edifici locali 134 MWh.⁸⁹

78%

del consumo di calore coperto dal calore riutilizzato proveniente dai processi di raffreddamento

Risparmiare energia. Elettrificare. Integrare.

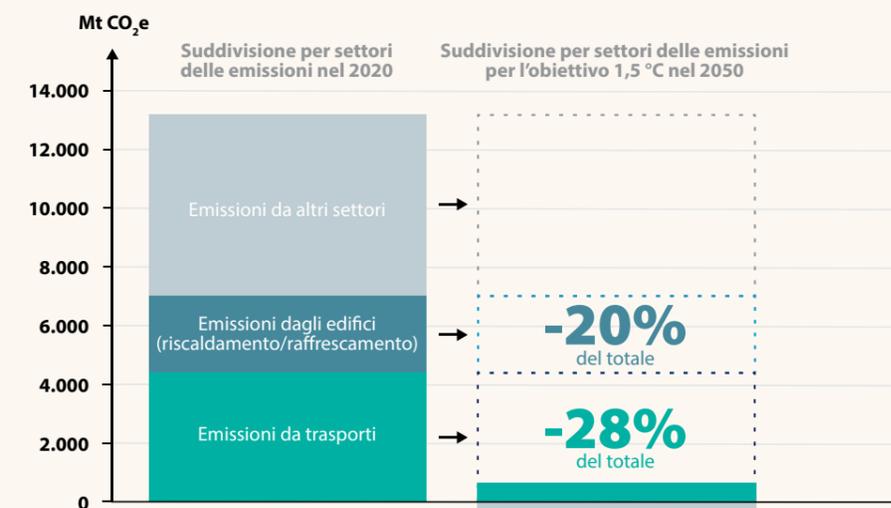
Tre azioni per decarbonizzare le città

Osservando i vari esempi e settori esaminati sopra, possiamo vedere tre tendenze chiave alla base del successo della transizione verde nelle città: 1) Risparmiare energia, 2) Elettrificare e 3) Integrare.

Sulla base degli scenari dell'Agenzia internazionale dell'energia (AIE) e dell'IPCC, un'analisi di Navigant ha quantificato l'impatto della tecnologia sull'obiettivo di 1,5 °C per alcune città in Europa, Stati Uniti e Cina.⁹⁰ Le emissioni derivanti dai trasporti e dal riscaldamento e raffreddamento degli edifici rappresentano più della metà delle emissioni urbane. Affinché le città raggiungano l'obiettivo di 1,5 °C nel 2050, è necessario eliminare il 28% delle emissioni dei trasporti, il 20% del riscaldamento e del raffreddamento degli edifici

e il 52% degli altri settori, compresa l'elettrificazione dei veicoli pesanti. Lo studio di Navigant indica che gli edifici efficienti dal punto di vista energetico e l'elettrificazione dei trasporti, entrambi resi possibili dall'integrazione settoriale, possono colmare metà del divario nelle riduzioni delle emissioni di gas serra necessarie per rimanere al di sotto dell'obiettivo di 1,5 °C. E questo considerando solo le tecnologie esistenti. A ciò si aggiungono le misure di efficienza energetica in altri settori, ad esempio quello dei veicoli pesanti, che possono contribuire ulteriormente. Scopriamo più da vicino questi tre principali motori della riduzione delle emissioni urbane.

Figura 3: verso l'obiettivo di 1,5 °C nelle aree urbane



Il 28% delle riduzioni delle emissioni proverrà dai trasporti, il 20% dal riscaldamento e il raffreddamento degli edifici e il 52% da altri settori. I trasporti non possono raggiungere zero emissioni.⁹¹

Risparmiare energia

Le misure di efficienza energetica possono ridurre notevolmente la quantità di energia che usiamo nelle città, permettere di risparmiare sui costi e migliorare la salute e il benessere dei cittadini urbani. Anche se le misure di efficienza sono spesso associate agli edifici, è possibile ridurre gli sprechi di energia in molti aspetti della nostra vita nelle città. Come abbiamo visto per i cantieri, una migliore efficienza di sistema nei veicoli pesanti può diminuire significativamente il consumo di gasolio e spianare la strada all'elettrificazione riducendo le dimensioni delle batterie necessarie nell'escavatore più efficiente. Lo stesso vale per le autovetture, dove moduli di potenza efficienti possono aumentare l'autonomia dell'auto, aumentando efficacemente l'adozione sul mercato dei veicoli elettrici. Inoltre, qualsiasi applicazione, dai data center agli impianti di trattamento delle acque reflue e ai supermercati, può ridurre il consumo energetico attraverso il monitoraggio e la regolazione dell'uso dell'energia.

Tuttavia, se consideriamo i soli edifici, questi rappresentano il 28% di tutte le emissioni globali di CO₂ correlate all'energia⁹² e il 40% dell'uso di energia primaria urbana.⁹³ L'inefficienza del riscaldamento e del raffrescamento degli edifici sono quindi le principali cause di emissioni e inquinamento atmosferico a livello globale.

Affinché le città rimangano al di sotto di 1,5 °C entro il 2050, il 20% della riduzione delle emissioni deve provenire dagli edifici, compresa una serie di misure di efficienza energetica, come descritto nel Capitolo 1. Ciò equivarrebbe a ridurre 2.500 milioni di tonnellate di emissioni annuali nel 2020 a 0 milioni di tonnellate entro il 2050, che da sole rappresentano il 10% delle emissioni annuali odierne delle aree urbane in tutto il mondo. Ciò richiederà la massiccia adozione della tecnologia esistente per il riscaldamento e il raffrescamento efficienti dal punto di vista energetico degli edifici nelle città. Questo significa che il tasso di ristrutturazione

degli edifici, che ora è spesso inferiore all'1%, dovrà aumentare fino a circa il 2-3% affinché le città raggiungano l'obiettivo di 1,5 °C.⁹⁴ Di conseguenza, diverse città dovranno triplicare le attuali attività di ristrutturazione. E anche in questo caso, la trasformazione del parco immobiliare esistente potrebbe richiedere 30 anni o più.

L'efficienza energetica è fondamentale per raggiungere i nostri obiettivi di emissioni nette zero. Infatti, a livello globale, una maggiore efficienza energetica può permettere di ottenere un terzo della riduzione delle emissioni necessaria per le emissioni nette zero.⁹⁵ Senza un costante aumento dell'efficienza energetica, semplicemente non potremo sviluppare le energie rinnovabili abbastanza rapidamente per raggiungere gli obiettivi climatici globali. Le misure di efficienza energetica riducono la pressione sulle reti elettriche e aumentano la quota di energia rinnovabile nel mix energetico delle città. Inoltre, una maggiore attenzione agli sprechi di energia diventerà sempre più importante nella futura lotta contro il cambiamento climatico a causa dell'aumento della popolazione e della crescente domanda di energia. Ad esempio, la domanda di raffrescamento aumenterà significativamente nelle città, dove l'effetto «isola di calore» urbana può aumentare le temperature di 3-4 °C rispetto alle aree circostanti. Inoltre, i vantaggi dell'efficienza energetica vanno oltre il clima. Una maggiore efficienza e la conseguente domanda di energia evitata potrebbero contribuire a ridurre le bollette energetiche globali delle famiglie di almeno 650 miliardi di dollari all'anno entro il 2030,⁹⁶ promuovendo al contempo la salute e il benessere dei miliardi di persone che vivono nelle città.

Elettrificare

L'elettrificazione svolgerà un ruolo centrale nella transizione verde. È necessaria una drastica accelerazione, soprattutto nel trasporto urbano.

Allo stesso modo, è necessaria un'attenzione urgente per accelerare l'elettrificazione dei trasporti pesanti e dell'industria marittima. Come abbiamo visto, esistono già le tecnologie necessarie per l'elettrificazione completa di camion, imbarcazioni urbane e da lavoro e traghetti, nonché di attrezzature che operano nei porti come carrelli a cavalletto e gru.

Se tutte le aree urbane in Europa, Stati Uniti e Cina elettrificassero i trasporti privati e pubblici, contribuirebbero alla riduzione del 28% delle emissioni di cui le aree urbane hanno bisogno per raggiungere l'obiettivo di 1,5 °C dell'Accordo di Parigi.⁹⁷ E ciò senza considerare il potenziale di elettrificazione dei veicoli pesanti. Tuttavia, il contributo varia per regione e per città: 17% in Europa, 24% negli Stati Uniti e 37% in Cina.⁹⁸

Con la progressiva decarbonizzazione della produzione di elettricità, dovremo elettrificare anche le industrie e gli edifici nelle città che in precedenza erano alimentati da combustibili fossili. Ad esempio, la sostituzione delle caldaie a combustibili fossili con pompe di calore più efficienti mostra come l'efficienza energetica e l'elettrificazione siano in molti casi due facce della stessa medaglia. L'elettrificazione può portare alla riduzione delle emissioni sia sostituendo l'energia da combustibili fossili con la produzione di elettricità da fonti rinnovabili, sia risparmiando energia grazie alla maggiore efficienza delle tecnologie elettriche. Ad esempio, le navi elettriche alimentate a batterie hanno un'efficienza quasi doppia rispetto alle navi con motore a combustione interna e la maggiore efficienza compenserà il prezzo più elevato delle navi elettriche considerando una vita utile di 20-25 anni.⁹⁹

Elettrificando i trasporti, possiamo ridurre le emissioni di gas serra e l'inquinamento atmosferico, che minaccia sempre più la salute dei cittadini nelle città. Le tecnologie di elettrificazione attualmente disponibili hanno il potenziale per ridurre le emissioni di NO_x del 90% per passeggero-chilometro entro il 2050.¹⁰⁰

Integrare

L'integrazione settoriale è un fattore che favorisce l'efficienza energetica e l'elettrificazione. Nelle aree urbane, l'alta densità di edifici, infrastrutture e servizi ci consente di collegare i consumatori urbani di energia ai produttori di energia e di sfruttare sottoprodotti come il calore in eccesso. L'integrazione settoriale è quindi un modo efficace per risparmiare grandi quantità di energia, aumentando così la quota di energie rinnovabili nel mix energetico urbano e accelerando la transizione verso un sistema energetico elettrificato alimentato da energie rinnovabili.

L'integrazione settoriale, e più in particolare i sistemi di teleriscaldamento, rappresentano un modo efficace per convertire e immagazzinare energia e stabilizzare la rete, aspetto che sarà più importante solo in futuro, poiché la fornitura fluttuante di energia rinnovabile nel sistema energetico aumenterà significativamente. Una delle sfide principali della decarbonizzazione della nostra rete e dell'aumento dell'elettrificazione è garantire che l'offerta soddisfi la domanda. Collegando diverse fonti di energia, l'integrazione settoriale con l'accumulo di energia termica consente un utilizzo flessibile dell'energia e consente di compensare le differenze tra offerta e domanda in modo da poter sfruttare la massima capacità della rete.

Come abbiamo visto nei supermercati, nei data center e negli impianti di trattamento delle acque reflue, nelle nostre città ci sono molte fonti di calore in eccesso non sfruttate che possono essere utilizzate altrove. **Infatti, secondo una recente stima, il calore in eccesso proveniente da fonti accessibili nelle aree urbane può soddisfare il 10% del fabbisogno energetico totale dell'Unione europea.**¹⁰¹ Utilizzando il calore in eccesso per il riscaldamento e il raffrescamento, possiamo risparmiare l'elettricità di valore più elevato (sempre più verde) per i settori dei trasporti e dell'industria.

Raccomandazioni per la **politica**



Una profonda decarbonizzazione delle città richiede un approccio completo e olistico che coinvolga varie parti interessate, tra cui governi locali, aziende e residenti. Nel seguito vengono presentate alcune delle iniziative più importanti, anche se l'elenco non è esaustivo.



Strategie sistematiche di risparmio energetico possono far risparmiare energia in tutti i settori

- La riduzione degli sprechi di energia in tutti i settori inizia con la mappatura dell'uso dell'energia per identificare le aree di miglioramento. Richiedere la pianificazione energetica, definire obiettivi e piani ambiziosi e attuabili a breve, medio e lungo termine e un adeguato quadro normativo per incentivare gli investimenti.
- Cogliere prima i progetti di rapida riuscita, che possono sfruttare i finanziamenti per ristrutturazioni più radicali o per progetti di nuova costruzione sostenibili. I progetti di rapida riuscita includono l'ottimizzazione dei sistemi di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione nel patrimonio edilizio pubblico (vedere a pag. 10-11). Queste misure possono essere attuate immediatamente con tempi di ammortamento molto brevi e senza compromettere gli sforzi di risparmio energetico a lungo termine.
- Progettare e attuare codici energetici obbligatori per gli edifici nuovi ed esistenti per accelerare la transizione verso zero emissioni di carbonio e aumentare il tasso di rinnovamento del patrimonio edilizio.
- Stabilire standard minimi di prestazione energetica per supportare l'adozione di apparecchiature efficienti dal punto di vista energetico. Le etichette energetiche possono stimolare ulteriormente il mercato e sono particolarmente adatte ai prodotti pronti per l'uso, con i consumatori finali come gruppi di destinatari principali.
- Definire strategie di ristrutturazione a lungo termine, tra cui regolamenti e incentivi adeguati per stimolare la ristrutturazione, utilizzare le energie rinnovabili e aumentare i tassi di ristrutturazione degli edifici esistenti. Attualmente i tassi di ristrutturazione sono spesso inferiori all'1%, ma devono aumentare almeno del 2-3% all'anno nella maggior parte delle regioni per raggiungere l'obiettivo di 1,5 °C entro il 2050.¹⁰²
- Incentivare la sostituzione dei sistemi tecnici degli edifici alimentati da combustibili fossili per il riscaldamento degli ambienti, l'acqua calda domestica e il raffrescamento con sistemi che utilizzano energie rinnovabili, come le pompe di calore o le reti di teleriscaldamento.
- Assicurare o facilitare l'accesso ai finanziamenti per l'attuazione. Un modo per farlo è utilizzare o richiedere modelli di business finanziari innovativi come le società di servizi energetici (ESCO).



Elettrificare i trasporti attraverso investimenti, regolamenti e incentivi

- Investire subito nell'elettrificazione della flotta cittadina (veicoli, autobus, imbarcazioni urbane, traghetti). Ricordare che anche l'elettrificazione parziale dei trasporti pesanti comporta notevoli risparmi sui costi e sull'energia e può essere realizzata immediatamente.
- Investire in infrastrutture di ricarica elettrica e incentivare l'installazione di punti di ricarica in luoghi (semi)pubblici come edifici adibiti a uffici, parcheggi, supermercati e attrazioni turistiche. Introdurre incentivi al parcheggio e altri incentivi fiscali per il passaggio all'elettrificazione dei trasporti.
- Se la politica nazionale lo consente, utilizzare la regolamentazione locale e le opzioni di autorizzazione per creare cantieri a basse o zero emissioni ed elettrificare il traffico per il trasporto la consegna merci all'interno delle città.
- Utilizzare gli accordi di franchising con gli operatori di trasporto pubblico per far rispettare gli obiettivi di emissioni zero per autobus, taxi e altro ancora.
- Incentivare l'installazione dell'alimentazione da terra nei porti e presentare un piano per fare in modo che tutte le imbarcazioni utilizzino l'alimentazione elettrica a terra quando sono ormeggiate.



La pianificazione energetica olistica può sfruttare le sinergie tra i settori

- In generale, la pianificazione obbligatoria del riscaldamento e del raffrescamento consentirà alle città di valutare il potenziale e di utilizzare al meglio le risorse disponibili a livello locale. La pianificazione deve riguardare tutti i componenti del sistema energetico urbano: edifici residenziali e dei servizi, calore ed energia, industria, trasporti, acqua e trattamento dei rifiuti.
- A seconda del sistema energetico esistente, la pianificazione energetica può rivelare sia il potenziale su piccola scala (come la definizione di incentivi adatti per il recupero termico) sia il potenziale di opportunità su larga scala, come la messa in opera del teleriscaldamento. È fondamentale che l'ambito della pianificazione in materia di calore sia ampio e dettagliato e includa anche potenziali fonti future di calore in eccesso, come gli impianti Power-to-X.
- Ampliare e decarbonizzare il teleriscaldamento e il teleraffrescamento ove possibile, compresa la combinazione con pompe di calore, e aprire la strada collegando gli edifici pubblici.

Riferimenti

1. IEA (2021). Empowering Cities for a Net Zero Future, p. 3
2. IEA (2021). Empowering Cities for a Net Zero Future, p. 3
3. Bloomberg (2023). Warming Above 1.5C Likely in Near Term Unless World Acts Now, UN Says
4. IPCC (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change, p. 16
5. UN General Secretary (2023). Antoniou Guterres: Comments on Release latest IPCC report.
6. IPCC (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change, p. 68
7. IPCC (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change, p. 22
8. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 6
9. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 18
10. Navigant (2020). How to reach the 1,5C target in urban areas, p. 3
11. World Green Buildings (2019). Bringing embodied carbon upfront, p. 16
12. C40 Cities (2018). 19 Global Cities Commit to Make New Buildings "Net-Zero Carbon" by 2030
13. Harvard School of Engineering and Applied Sciences (2022). In a hotter world, air conditioning isn't a luxury, it's a lifesaver.
14. IEA (2021). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector, p. 143
15. IEA (2022). Technology and Innovation: Pathways for Zero-carbon-ready Buildings by 2030 - Introduction
16. Ecofys (2017). Optimizing the energy use of technical building systems – unleashing the power of the EPBD's Article 8, p. 55-60
17. Eu.bac (2017). White Paper on Room Temperature Controls, p. 4
18. Optimising the energy use of technical building systems, Ecofys, p. 59 (apo-nid205381.pdf)
19. Danfoss. Leanheat – for building owners
20. IEA (2022). Heat Pumps, p. 110
21. IEA (2022). Heat Pumps
22. IEA (2022). Heat Pumps, p. 15
23. IEA (2022) Transport: Tracking progress
24. OECD (2020). Decarbonising Urban Mobility with Land Use and Transport Policies, p. 4
25. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 17
26. WHO (2021). New WHO Global Air Quality Guidelines aim to save millions of lives from air pollution.
27. European Commission (2014). Questions and Answers on the Commission strategy for reducing Heavy-Duty vehicles' fuel consumption and CO2 emissions: HDVs comprise of busses, trucks and coaches (more than 3.5 tonnes or 8 seats)
28. IEA (2022). Transport: Tracking progress
29. Due to a variance in terminology across sources, we refer to both "passenger vehicles" and "cars" in this section. Generally, cars, light trucks, and light vans are categorized as passenger vehicles, while heavy vans, city buses, long-distance buses, and semi-trucks (lorries) are categorized as "heavy duty vehicles" alongside construction vehicles and other large machinery.
30. IEA (2022). Transport sector CO2 emissions by mode in the Sustainable Development Scenario, 2000-2030.
31. IEA (2023). Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions, p. 14
32. IEA (2023). Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions, p. 15
33. Regjeringen.no (2021). Norway is electric
34. California Air Resources Board (2022). California moves to accelerate to 100% new zero-emission vehicle sales by 2035
35. The Economist (2023). Cobalt, a crucial battery material, is suddenly superabundant
36. Wang, H., Feng, K., Wang, P. et al. (2023). China's electric vehicle and climate ambitions jeopardized by surging critical material prices. Nature Communications, 14 (1246).
37. IEA (2022). Global electric car sales have continued their strong growth in 2022 after breaking records last year
38. Businesswire (2022). Global and China Automotive IGBT and SiC Industry Report 2022
39. IDTechEx (2023). Power Electronics for Electric Vehicles 2023-2033 (Sample pages) p. 6
40. Power Electronics Europe (2018). Issue 3 p 22-25. SiC-Based Power Modules Cut Costs for Battery-Powered Vehicles
41. Power Electronic News (2022). The Role of SiC in E-Mobility
42. Danfoss calculations.
43. European Commission (2023). European Green Deal: Commission proposes 2030 zero-emissions target for new city buses and 90% emissions reductions for new trucks by 2040.
44. International Council on Clean Transportation (2022). The evolution of heavy-duty vehicles in China: A retrospective evaluation of CO2 and pollutant emissions from 2012 to 2021., p. 4
45. GlobalNewsWire (2022). Global Electric Bus Markets Report 2022-2027 – Reduction in Battery Prices & Increasing Demand for Emission-Free and Energy-Efficient Mass Transit Solutions
46. World Resources Institute (2019). Barriers to Adopting Electric Buses, p. 5
47. IDTechEx (2022). Electric Construction Machines Vital for Greener Construction.
48. JRC (2022). CO2 emissions of all world countries.
49. KOMATSU (2010). Introduction of Komatsu genuine hydraulic oil KOMHYDRO HE.
50. Danfoss (2023). FPC2023 Danfoss, p. 12.
51. Danfoss (2023). FPC2023 Danfoss, p. 9.
52. Danfoss (2022). Danfoss Digital Displacement & Editron: An efficient electro-hydraulic system for mobile applications.
53. Construction Europe (2023). Danfoss Q&A: Technology to reduce excavator energy consumption.
54. UNCTAD (2015). Review of Maritime Transport
55. European Commission (2023). Reducing emissions from the shipping sector
56. IMO (2020). Fourth IMO Greenhouse Gas Study, p. 2, Table 1. The global shipping emissions are 1056 Mt CO2, the average emissions from vessel-based and voyage-based international shipping are 829.5 Mt, leaving 226.5 Mt as domestic shipping emissions – about one fifth of the global shipping emissions.
57. Safety4Sea (2020). Do you know what happens to a ship when it's too old to sail anymore?
58. Danfoss (2019). Goodbye to NOx gases: on board a fully electric workboat.
59. Interferry (2021). Economic Impact of the global ferry industry, p. 4
60. SOIC (2019). Youtube video: Ferry happiness
61. Happiness Is a Hybrid-Electric Ferry - IEEE Spectrum
62. Ship Technology (2017). New hybrid electric ferry launched in Taiwan.
63. Eferry (2020). E-ferry project - Evaluation of the E-ferry, p. 118-119. The CO₂ and air pollution savings are derived from Table 52. E-ferry green electricity is considered zero emission, so the table presents absolute emissions. The savings are expressed as percentage reduction from an LMG50.1 to an e-ferry running on electricity from the Danish grid mix 2019.
64. Eferry (2020). E-ferry project - Evaluation of the E-ferry, p. 108-109
65. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 22
66. Danfoss (2018). Scheveningen harbor environmentally upgrades with clean shore power, p. 2
67. Marine diesel: 3.10669 kg CO2e/Liter marine diesel (DEFRA conversion factors 2022) x 33,000 Litres saved marine diesel = 102,521 kg CO2e. Electricity: 0.402 kg CO2e/kWh (European Environmental Agency's Netherland GHG emission intensity of electricity generation) x 100,000 kWh = 40,200 kg CO2e. The savings are 61% from marine diesel emissions to electricity emissions.
68. IEA (2022). Renewable power's growth is being turbocharged as countries seek to strengthen energy security
69. Connolly, D., et al. (2013). Heat Roadmap Europe 2: Second Pre-Study for the EU27. Department of Development and Planning, Aalborg University, p. 54
70. IEA (2022). District Heating
71. IEA (2018). The Future of Cooling, p. 26 & 59
72. IEA (2018). The Future of Cooling, p. 11
73. Danfoss (2016). Making the case for district cooling, p. 3
74. Danfoss (2016). Making the case for district cooling, p. 3
75. MarkNtel (2023). UAE District Cooling Market Research Report: Forecast (2023-2028)
76. Statista (2022). Data Centers – statistics & facts
77. IEA (2022). Data Centres and Data Transmission Networks
78. EIA (2022). How much electricity does an American home use?. A US household uses 10,632 kWh/year. Datacenters consume 220-320 TWh/year and 1 TWh = 1x10⁹ kWh. 220x10⁹ kWh / 10,632 kWh/household = 20x10⁶ households and 320x10⁹ kWh / 10,632 kWh/household = 30x10⁶ household. Thus 20 to 30 million households can be powered by 220 to 320 TWh.
79. eco Association of the Internet Industry (2021). Data centres as Gamechangers for Urban Energy Supply: City of Frankfurt am Main Could Cover Most of its Heating Needs by 2030 with Waste Heat.
80. SDCC (2023). Tallaght District Heating Network and Energy Centre officially opened.
81. Copeland & Carter (2017). Energy-Water Nexus: The Water Sector's Energy Use, Congressional Research Service, p. 6
82. Danfoss (2022). A path to an energy neutral water sector
83. United Nations (2022). Goal 6 Ensure access to water and sanitation for all
84. DHI A/S (2022). Analysis of the potential contribution to energy and climate neutrality from Danish technology within the global wastewater sector, p. 4
85. IEA (2022). Europe. Germany's total energy supply in 2020 was 11,654,314 TJ, equivalent to 3237 TWh. 350 TWh / 3237 TWh = 0.11, or about one tenth.
86. DHI A/S (2022). Analysis of the potential contribution to energy and climate neutrality from Danish technology within the global wastewater sector, p. 4
87. Government of Canada (2019). Energy benchmarking for supermarkets and food stores
88. The Grocer (2022). How supermarkets can recycle energy to beat rising costs
89. Danfoss (2022). The local supermarket, the power of excess heat, p. 4
90. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 5: London (UK), Rotterdam (The Netherlands), New York (US), and Shanghai (China).
91. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 5
92. World Green Buildings (2019). Bringing embodied carbon upfront, p. 16
93. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 6
94. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 7
95. IEA (2022). The Value of urgent action on energy efficiency, p. 7
96. IEA (2022). The Value of urgent action on energy efficiency, p. 3
97. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 18
98. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 18
99. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 22
100. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 17
101. Lygnerud, K. & Langer S. (2022). Urban Sustainability: Recovering and Utilizing Urban Excess heat. Energies 15(24), 9466
102. Navigant (2020). How to reach the 1,5 °C target in urban areas, p. 7

whyee.com

Scopri di più su come le soluzioni per l'efficienza energetica possono accelerare la transizione verde.

