



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation



in collaborazione con



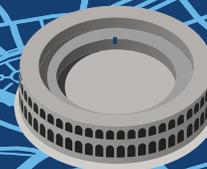
agsm aim

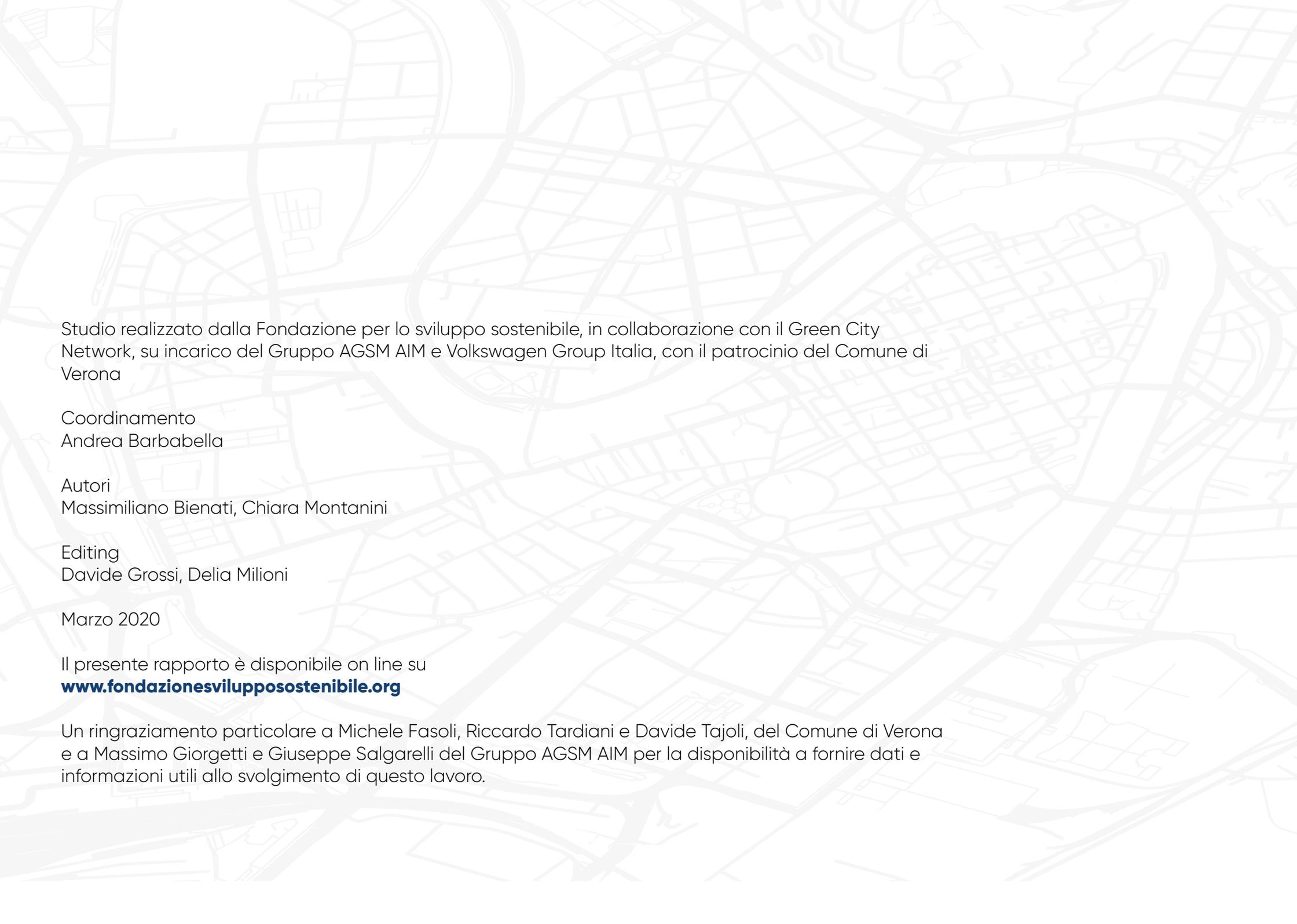
VOLKSWAGEN
GROUP ITALIA S.P.A.

VERSO CITTÀ CARBON NEUTRAL

Muoversi e abitare in una green city
elettrificata, efficiente e rinnovabile

SCENARIO Verona





Studio realizzato dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile, in collaborazione con il Green City Network, su incarico del Gruppo AGSM AIM e Volkswagen Group Italia, con il patrocinio del Comune di Verona

Coordinamento
Andrea Barbabella

Autori
Massimiliano Bienati, Chiara Montanini

Editing
Davide Grossi, Delia Milioni

Marzo 2020

Il presente rapporto è disponibile on line su
www.fondazionevilupposostenibile.org

Un ringraziamento particolare a Michele Fasoli, Riccardo Tardiani e Davide Tajoli, del Comune di Verona e a Massimo Giorgetti e Giuseppe Salgarelli del Gruppo AGSM AIM per la disponibilità a fornire dati e informazioni utili allo svolgimento di questo lavoro.

Executive Summary

**la neutralità
carbonica per
contenere
l'innalzamento
della temperatura
del pianeta
well below 2 °c**

Rispettare l'Accordo di Parigi e contenere l'innalzamento medio della temperatura del pianeta **ben al di sotto dei 2 °C**, richiede un deciso cambio di passo nella transizione verso la decarbonizzazione.

È necessario invertire subito la rotta riducendo drasticamente le emissioni globali di gas serra fino raggiungere la neutralità carbonica entro la metà del secolo in corso.

Nelle città vive oltre la metà della popolazione mondiale, quota destinata a crescere ancora nel tempo, e dalle città derivano il 70% delle emissioni globali di CO₂. Per la dimensione degli impatti che generano e per i potenziali di miglioramento che consentono, il contributo delle città nel percorso di decarbonizzazione è imprescindibile.

La promozione dell'**efficienza energetica**, l'aumento della produzione di energia da **fonti rinnovabili**, **l'elettrificazione** dei consumi finali sono le leve principali su cui agire per garantire la transizione verso la neutralità carbonica. In ambito urbano, la transizione è resa possibile grazie alla mobilità elettrica e condivisa, alla deep renovation degli edifici, allo sviluppo di smart grid, alle tecnologie digitali e l'Internet of things, nonché ovviamente ai comportamenti virtuosi dei singoli.

**efficienza,
elettrificazione,
rinnovabili, smart
grid e digitalizzazione
per le città che si
decarbonizzano**

In questo quadro, lo studio simula la transizione verso una città quanto più possibile carbon neutral in contesto molto diffuso in Italia, quello delle città storiche di medie dimensioni, applicando questa trasformazione al caso specifico della **città di Verona**. Ci siamo concentrati su due aspetti centrali di un contesto urbano, **la mobilità delle persone e le loro abitazioni**, applicando a questi due contesti un mix di soluzioni efficaci per la riduzione delle emissioni serra.

**la città di verona
oggetto di analisi
di scenario per la
decarbonizzazione dei
consumi di energia
finale per muoversi e
abitare**

Nel 2018, Verona ha consumato 417 mila tonnellate equivalenti di petrolio (tep) di energia finale generando emissioni per 1,2 milioni di tonnellate di CO₂. Localmente ha prodotto 18% del fabbisogno finale totale, di cui il 33% da fonti rinnovabili. **MUOVERSI e ABITARE** hanno generato la maggior parte di questo impatto, contribuendo per circa il **70% dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂**.

Per **MUOVERSI** i veronesi utilizzano prevalentemente **l'auto privata** (ne posseggono 165 mila in totale, 635 ogni mille abitanti e ci viaggiano prevalentemente da soli!), bruciando ogni anno più di 200 milioni di litri di carburanti fossili (circa 800 litri per ogni abitante) e generando oltre 450 mila tonnellate di CO₂: un **fardello di 1,76 tCO₂ per ogni abitante**.

**elettrificazione dei
veicoli, shift modale
e sharing mobility
per ridurre di oltre il
70% le emissioni di
CO2 della mobilità
cittadina**

A parità di esigenze di mobilità, un incremento dell'utilizzo di **soluzioni modali condivise**, dal trasporto pubblico, alla sharing mobility, al car-pooling, ecc., e alternative all'auto (biciclette, monopattini, spostamenti a piedi, ecc.) consente fino al **46% di riduzione delle emissioni di CO2**. Diversamente, a mix elettrico nazionale attuale, la sostituzione di tutti i veicoli in circolazione con **veicoli elettrici** porterebbe a un **risparmio del 51% delle emissioni di CO2**.

A mix energetico attuale, in uno scenario completa **elettrificazione dei veicoli** e di incremento di efficienza degli spostamenti attraverso lo **shift modale** e la mobilità condivisa si potrebbe raggiungere il **74% di riduzione delle emissioni di CO2** della mobilità.

I veronesi **ABITANO** in 122 mila abitazioni distribuite in **25 mila edifici**, per la maggior parte certificati come inefficienti dal punto di vista energetico. In totale, i consumi domestici nel 2018, hanno contribuito a generare circa 360 mila tonnellate di CO2, pari a **1,39 tCO2/ab**.

A parità di esigenze domestiche, la **ristrutturazione profonda degli edifici** consente di limitare le dispersioni di calore, generando fino al **60% di risparmio dei consumi energia termica** e riducendo del 25% le emissioni di CO2 domestiche. Diversamente, a mix elettrico nazionale attuale, la **completa l'elettrificazione dei consumi di una abitazione** con impianti e apparecchiature efficienti - a partire dalle pompe di calore elettriche per la produzione di energia termica - e l'**IoT**, consentirebbe di **ridurre le emissioni di CO2 del settore fino al 55%**.

A parità di esigenze domestiche, in uno scenario di **ristrutturazione profonda degli edifici** e di **elettificazione di tutti i consumi finali**, e in particolare della produzione dell'energia termica per il riscaldamento, è possibile risparmiare fino al **64% delle emissioni di CO2 del settore residenziale**.

**deep renovation,
elettificazione dei consumi
finali e IoT per risparmiare
oltre il 60% delle emissioni di
CO2 del settore residenziale**

In uno scenario di Verona con alti tassi di mobilità condivisa, edifici efficienti ed elettificazione dei consumi, il **fabbisogno di energia finale per muoversi e abitare si ridurrebbe del 75%**, passando dagli attuali 294 mila a 70 mila tep, equivalenti a poco più di 800 GWh di energia elettrica: un quantitativo equivalente a **2,5 volte** l'attuale produzione elettrica rinnovabile sul territorio comunale.

Il **40%** di questo fabbisogno può già oggi essere a **zero emissioni** di CO2 grazie proprio alla produzione energetica degli **impianti idroelettrici e fotovoltaici** già oggi installati in città, nonché al potenziale derivante dal recupero dei rifiuti organici comunali.

Immaginando di voler soddisfare il 60% di **fabbisogno residuo** con impianti fotovoltaici, vorrebbe dire moltiplicare per **13 volte la capacità attualmente installata** sugli edifici della città. In termini di spazio, questo si tradurrebbe nell'interessare circa il **2,5% del territorio comunale** con coperture fotovoltaiche.

**efficienza energetica,
sharing, elettificazione,
IoT e nuovi modelli
comportamentali
consentirebbero di ridurre
del 75% il fabbisogno di
energia finale per muoversi
e abitare**

**L'attuale produzione
di elettricità da fonti
rinnovabili coprirebbe
già oggi il 40% del nuovo
fabbisogno**

Nello sforzo verso la decarbonizzazione, Verona, come altre città italiane, sono chiamate a fare la loro parte diventando delle **comunità energetiche** dotandosi di reti di distribuzione smart e favorendo lo sviluppo di **progetti collaborativi** tra residenti, imprese, attività commerciali, per l'installazione di impianti **per l'autoproduzione e la condivisione di energia rinnovabile**.

**Adottando i modelli propri
delle smart city e delle
comunità energetiche si
potrebbe raggiungere la
neutralità carbonica**

INDICE

Introduzione	10
--------------	----

Il quadro globale

La crisi climatica e l'accordo di Parigi	12
Elettrificazione, efficienza e rinnovabili per la decarbonizzazione	14
La mobilità elettrica e condivisa nella transizione	16
Il ruolo propulsivo delle città per la carbon neutrality	18

Scenario Verona

UNO SGUARDO D'INSIEME SULLA CITTÀ	21
Popolazione e struttura urbana	22
Consumi energetici	24
Emissioni di gas serra	26
Produzione energetica locale	28
Progetti innovativi	30
MUOVERSI ELETTRICO E CONDIVISO	37
Spostamenti e mix modale	38
Impatti della mobilità	40
Opportunità e vantaggi dallo shift modale	42
Opportunità e vantaggi dei veicoli elettrici	44
Verso una mobilità elettrica e condivisa	46
ABITARE EFFICIENTE E FULL ELECTRIC	49
Consumi domestici	50
Opportunità e vantaggi della deep renovation degli edifici	52
Opportunità e vantaggi dei consumi elettrici delle abitazioni	54
I vantaggi di consumi elettrici in edifici efficienti	56
MUOVERSI E ABITARE A VERONA CARBON NEUTRAL	59

Le città accolgono oltre il 50% degli abitanti del pianeta, sono responsabili del 60% dei consumi di energia e del 70% delle emissioni di gas serra: tre numeri che danno l'idea di un problema la cui soluzione è, in buona parte, anche quella della questione oggi più urgente: la crisi climatica.

Affrontare questo problema significa, soprattutto, intervenire nella vita di milioni di persone, che nelle città abitano e si muovono, in uno scenario di nuova urbanizzazione che favorisca lo sviluppo di comunità energetiche, in cui a una maggiore efficienza dei consumi, resa possibile dalle tecnologie elettriche e da una più efficace organizzazione dei servizi, a partire dalla mobilità, si affianca lo sviluppo di sistemi diffusi di generazione di energia rinnovabile integrati in reti di distribuzione a smart.

Efficienza, elettrificazione, sharing mobility, rinnovabili, digitalizzazione, dunque, sono i pilastri della trasformazione delle città di oggi nelle green city del futuro: città a bassi consumi energetici e carbon neutral grazie a energia rinnovabile prodotta localmente.

Allo stato dell'arte delle tecnologie, si tratta di uno scenario futuribile in cui le città massimizzano l'efficienza ed elettrificano i consumi energetici, rendendo così possibile provvedere autonomamente alla produzione del proprio fabbisogno complessivo da fonti rinnovabili, ad esempio attraverso infrastrutture diffuse integrate negli spazi dell'urbe e nelle aree intorno ad essa. L'energia generata è dispacciata alle utenze attraverso un sistema di smart grid, in grado di gestire in modo efficiente anche la micro-produzione integrata con sistemi di accumulo, tra cui quelli dei veicoli elettrici collegati alla rete, per una gestione ottimale dei picchi di consumo.

Oltre alla riduzione dei consumi e delle emissioni di gas serra, i vantaggi di un modello di città efficiente, elettrificata nelle sue componenti di consumo e in grado di coprire il proprio fabbisogno energetico da fonti rinnovabili, riguardano anche la qualità della vita, con la riduzione degli inquinanti atmosferici locali, l'abbattimento del rumore da traffico veicolare, la liberazione di spazi comuni da veicoli: tutti elementi che incidono in modo determinante sul benessere di una comunità cittadina.

Lo studio si sviluppa in due sezioni. Nella prima, ricordando l'urgenza di agire per mitigare gli effetti del cambiamento climatico nello Scenario Globale, viene evidenziata l'importanza del contributo del vettore elettrico, dell'efficienza e delle rinnovabili per raggiungere importanti traguardi di decarbonizzazione dei consumi energetici, a partire dalle città. Nella seconda, i potenziali vantaggi dell'efficienza e dell'elettrificazione dei consumi vengono analizzati con uno sguardo sulla città di Verona.

L'analisi dello Scenario Verona si concentra sui due principali aspetti della quotidianità cittadina, abitare e muoversi, che da soli coprono il 70% del fabbisogno energetico della città, e si basa sui dati di consumo energetico riportati nel Bilancio Energetico del Comune di Verona per l'anno 2018 e altri elementi conoscitivi messi a disposizione del Comune stesso ai fini della ricerca.

In aggiunta, questi dati sono analizzati con riferimento a informazioni disponibili da statistiche e studi ufficiali sulla popolazione, la struttura urbana e le abitudini di consumo.

Lo scenario Verona, propone un confronto tra gli impatti dei consumi finali di energia per usi domestici e di mobilità oggi, rispetto a quelli di uno scenario a consumi ottimizzati, ossia a seguito di valutazioni specifiche sulle opportunità di rendere più efficiente la mobilità e la vita domestica.

Dalle valutazioni effettuate, tali opportunità riguardano la riorganizzazione della mobilità cittadina nel quadro dello shift modale, la ristrutturazione energetica degli edifici e la completa elettrificazione dei consumi, dei veicoli come degli impianti di riscaldamento degli edifici.

Il confronto di scenario evidenzia come la somma di tutti questi contributi di efficienza consente fino al 75% di riduzione dei consumi finali di energia della città e fino all'80% di riduzione delle emissioni.

Considerando la versatilità del vettore elettrico rispetto alla produzione da fonti rinnovabili e alla gestione digitale in un sistema di smart grid, la riduzione dei consumi rende perseguibili obiettivi di decarbonizzazione dei consumi finali, con un importante contributo della generazione rinnovabile a livello locale.

La crisi climatica e l'Accordo di Parigi

Le emissioni globali di gas serra non accennano a ridursi e temperatura media della terra si è già innalzata di oltre un grado centigrado rispetto all'era pre-industriale.

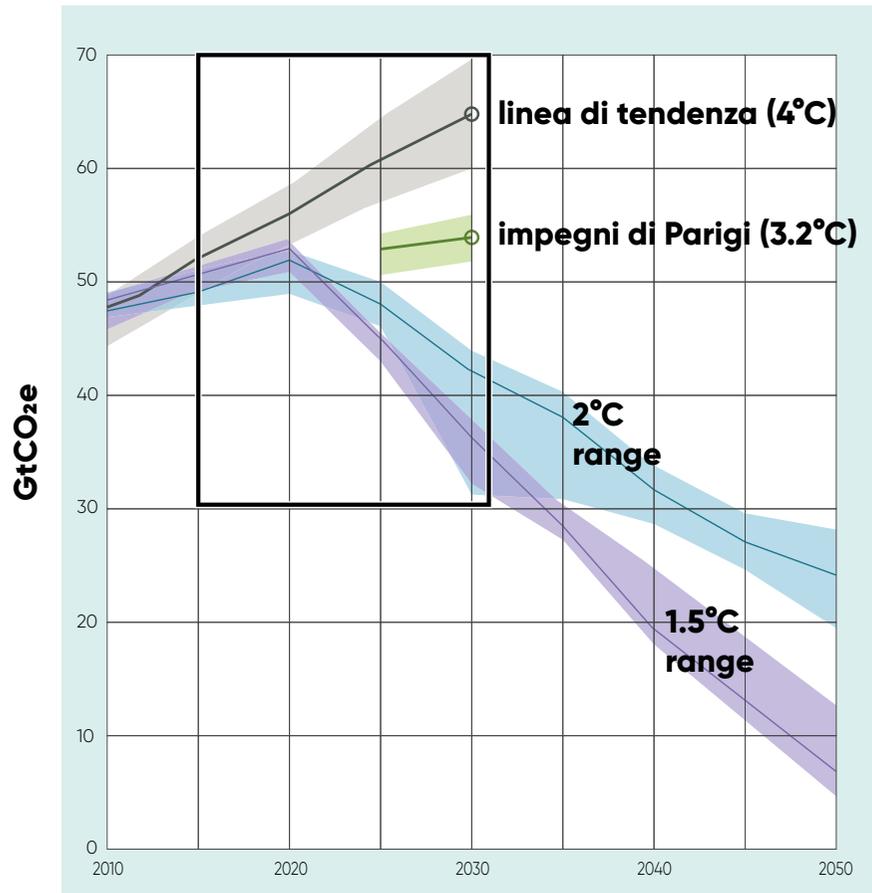
Come ampiamente confermato dalla comunità scientifica mondiale, la causa sono le emissioni di gas serra antropogeniche, che nel 2018 hanno raggiunto il valore record di **oltre 55 miliardi di tonnellate di CO₂eq (GtCO₂eq)**. Secondo l'IPCC, continuando di questo passo, entro il 2050 la temperatura media globale potrebbe innalzarsi fino a 4 °C, con conseguenze catastrofiche imprevedibili.

L'accordo di Parigi siglato nel 2015 impegna 194 Paesi del mondo a **contenere l'aumento della temperatura media globale entro la fine del secolo ben al di sotto dei +2 °C** e facendo ogni sforzo possibile per centrare la soglia di +1,5 °C.

Tuttavia, gli sforzi messi in campo dai governi finora sono del tutto insufficienti ad invertire la rotta e servono interventi molto più incisivi per allinearsi con la traiettoria indicata dall'IPCC per la carbon neutrality, ossia per l'azzeramento delle emissioni nette (al netto degli assorbimenti, sia naturali che artificiali), che consenta di contenere l'innalzamento della temperatura media del pianeta entro la soglia di 1,5 °C.

L'allarme per questa situazione critica è stato lanciato anche dall'establishment dell'economia mondiale rappresentato nel World Economic Forum, che nell'ultimo rapporto "Global Risks 2020: an unsettled world" evidenzia come la pressione esercitata dall'uomo sull'ambiente e le sue conseguenze, con particolare riferimento agli impatti della crisi climatica, rappresentino oggi i rischi principali per l'economia globale.

Emissioni mondiali di gas serra nei diversi scenari UNEP



Fonte: United Nations Environmental Programme

Le prime 5 minacce all'economia mondiale secondo il World Economic Forum (WEF)

	2010	2015	2020
1st	Asset price collapse	Interstate conflict	Extreme weather
2nd	China economic slowdown	Extreme weather	Climate action failure
3rd	Chronic disease	Failure of national governance	Natural disasters
4th	Fiscal crises	State collapse or crisis	Biodiversity loss
5th	Global governance gaps	Unemployment	environmental disasters

Fonte: World Economic Forum

Elettrificazione, efficienza e rinnovabili per la decarbonizzazione

L'elettricità è il vettore energetico chiave della transizione verso la decarbonizzazione. In primo luogo, perché si tratta del vettore più efficace, per rendimento negli utilizzi finali, e più flessibile, per gestione e versatilità d'uso. Ma anche perché la penetrazione delle fonti rinnovabili è più praticabile nella generazione elettrica che negli altri usi, ad esempio termici, sia per la maggiore disponibilità di fonti primarie che per il forte progresso tecnologico, che ha reso alcune fonti competitive con quelle fossili, in primis eolico e fotovoltaico.

Secondo IRENA, l'Agenzia internazionale per le fonti rinnovabili, sul totale dei consumi energetici oggi, quelli elettrici rappresentano il 19% e sono per il 25% soddisfatti da fonti rinnovabili. **Le previsioni al 2050 ci rimandano una domanda di elettricità del 49% del totale dei consumi di energia finale, con una quota di produzione da fonti rinnovabili pari all'86%.**

L'elettrificazione dei consumi energetici, di pari passo con lo sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore della generazione, sarà imprescindibile per la decarbonizzazione dell'economia, ma per raggiungere gli obiettivi di Parigi serve un ulteriore importante contributo di efficienza energetica.

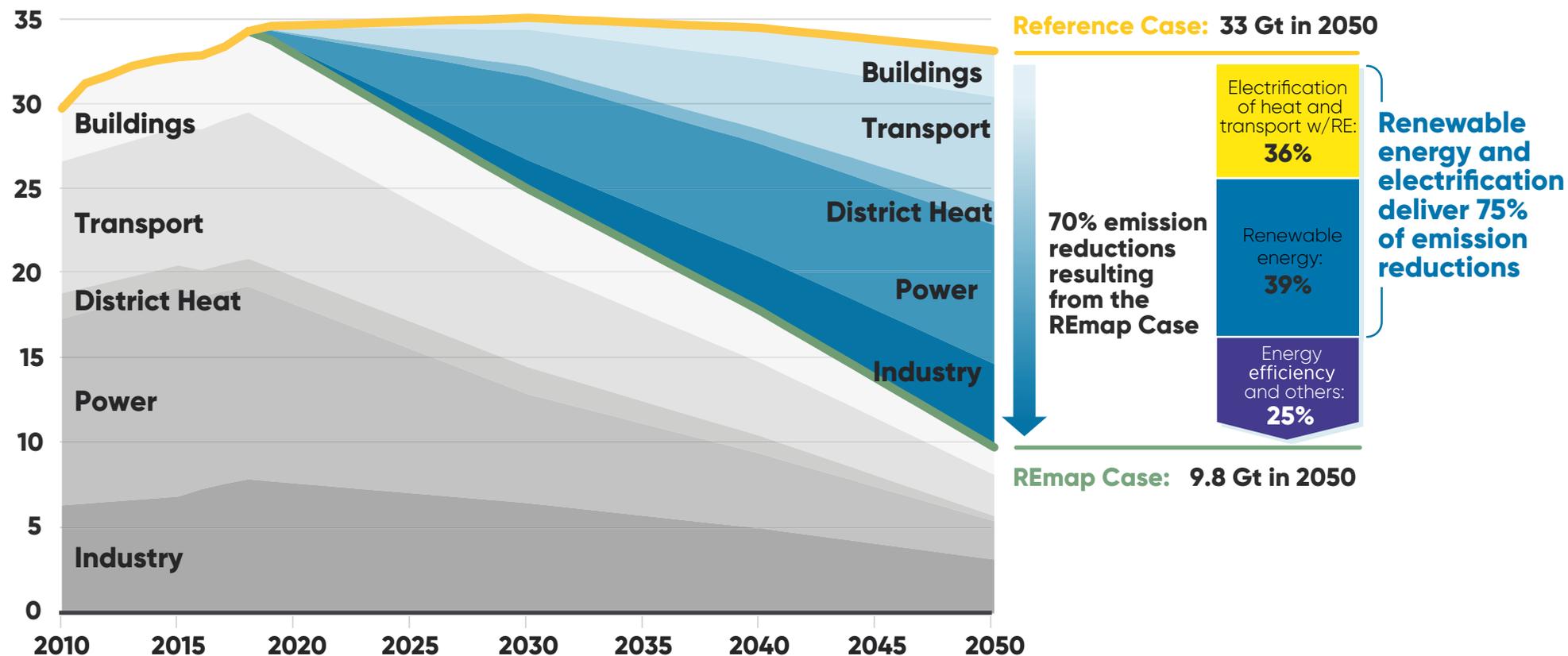
Negli scenari elaborati da IRENA, a politiche correnti le emissioni di CO₂ da consumi energetici finali al 2050 risultano pari a 33 Gt, in una traiettoria corrispondente a un innalzamento atteso della temperatura media della terra superiore a 2,6 °C.

Invece in uno scenario coerente con gli obiettivi di Parigi, per mantenere la temperatura media **“well-below”** i 2 °C, al 2050 le emissioni legate ai consumi energetici dovranno ridursi del 70% rispetto allo scenario a politiche correnti.

Secondo IRENA, il 75% di questo obiettivo può essere raggiunto per l'azione combinata delle rinnovabili, sia nel settore energetico che nelle applicazioni dirette, e dell'elettrificazione -in particolare per i trasporti e per i consumi di energia termica, grazie alla crescente diffusione di **veicoli elettrici** e delle **pompe di calore**, sia in ambito domestico che commerciale e industriale.

Il rimanente 25% per raggiungere l'obiettivo può venire da una riduzione dei consumi finali attraverso l'efficienza energetica sia in ambito industriale, per quel che riguarda processi e macchinari per la produzione, sia in ambito residenziale, con azioni di **deep renovation** degli edifici e la sostituzione di impianti e apparecchiature obsolete con nuove **apparecchiature a basso consumo**.

Emissioni di CO2 globali da consumi energetici finali



I VANTAGGI DEL VETTORE ELETTRICO NELLA DECARBONIZZAZIONE

- efficienza nei consumi
- flessibilità nella gestione
- versatilità nella trasformazione
- ampia disponibilità di tecnologie per la generazione da fonti rinnovabili

La mobilità elettrica e condivisa nella transizione

Per spostare persone e merci viene consumato circa **un quarto della domanda di energia mondiale, per il 90% bruciando benzina, gasolio, nafta, gas naturale, GPL in motori endotermici**: i motori delle nostre auto, per intenderci, la cui efficienza di trasformazione dell'energia dei combustibili che riempiono il serbatoio in energia di movimento è mediamente inferiore al 30%, mentre la maggior parte è calore disperso.

In questo quadro, i **trasporti sono responsabili di circa il 25% delle emissioni carboniche mondiali**, unico settore economico le cui emissioni sono continuate a crescere dal 1990.

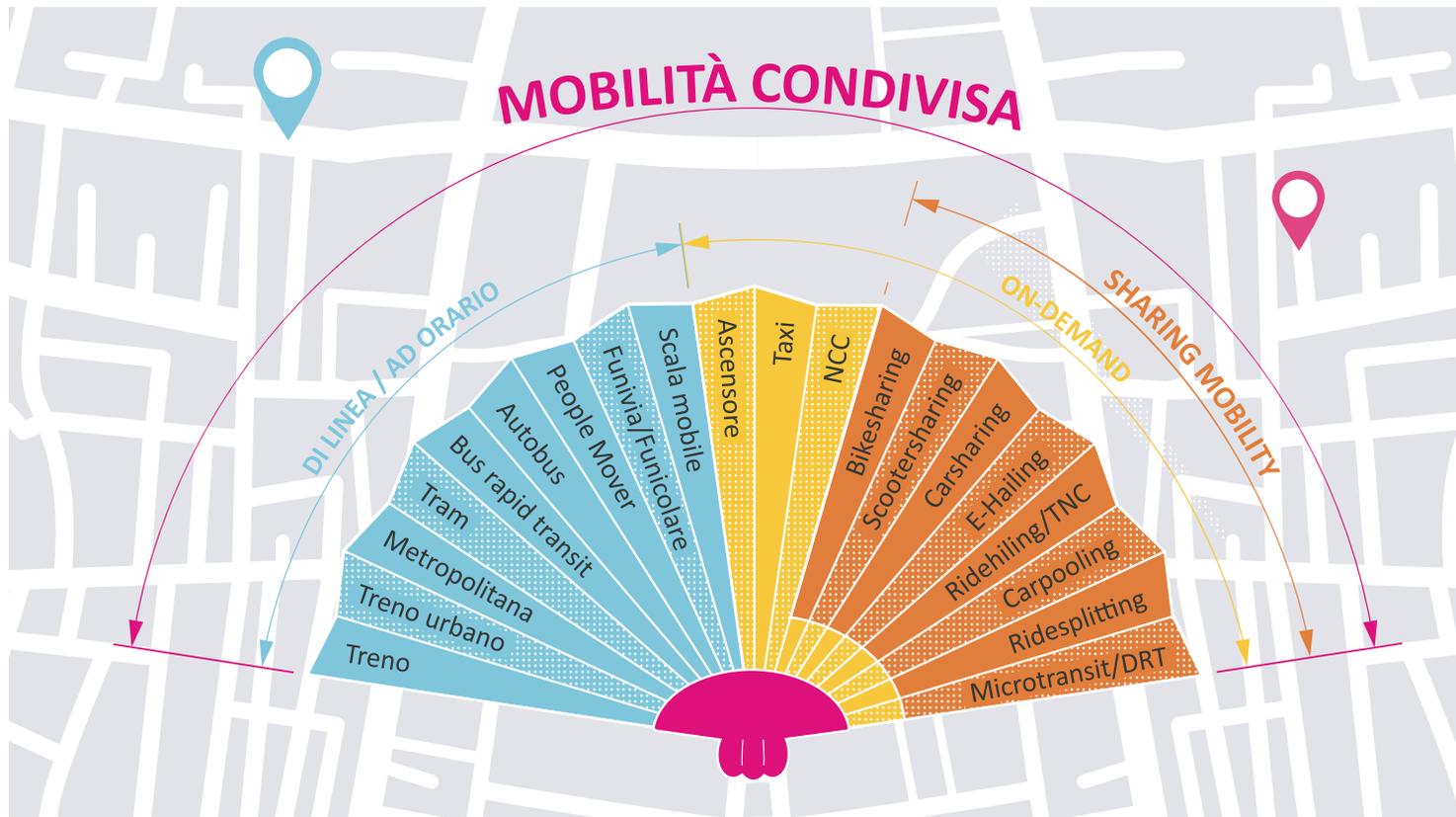
I veicoli elettrici hanno un'efficienza superiore a quelli a combustione interna, sia per quel che riguarda i consumi finali che quelli di ciclo di vita, e l'elettrificazione del parco veicoli attuale è certamente parte della soluzione per ridurre i consumi finali e gli impatti del settore dei trasporti, e tanto più quanto il mix di generazione elettrica sarà rinnovabile.

Entro quando questa soluzione inizierà ad incidere sulla riduzione delle emissioni del settore dipende dalla velocità di **penetrazione nel mercato dei veicoli elettrici nelle diverse tecnologie disponibili** (a batteria, ibride plug-in, fuel cells): alcuni scenari prevedono la **completa elettrificazione delle nuove immatricolazioni delle auto** a partire dal 2040.

Ma l'elettrificazione dei veicoli non è l'unica soluzione per ridurre gli impatti del settore dei trasporti. Se si tratta di mobilità urbana, infatti, **in molte città risultano inefficienti anche le modalità con cui i cittadini corrispondono all'esigenza di spostarsi**, ossia utilizzando prevalentemente auto private con il solo conducente a bordo.

Oltre alle abitudini consolidate, la causa di queste inefficienze è spesso dovuta a una carenza di opportunità di scelte modali diversificate e condivise rese disponibili nel tessuto urbano: a partire da un **sistema di servizio pubblico** efficiente e capillare e dall'offerta di soluzioni di **sharing mobility** on demand, che consentano di innescare comportamenti virtuosi di **shift modale**.

Le opzioni di mobilità condivisa secondo l'Osservatorio Nazionale Sharing Mobility



Il ruolo propulsivo delle comunità energetiche nelle città verso la carbon neutrality

Secondo le previsioni di crescita demografica delle Nazioni Unite, entro il 2050 il pianeta sarà popolato da 9,7 miliardi di persone, che diventeranno 11,2 miliardi entro la fine del secolo, che perlopiù si distribuiranno nelle città. Già oggi, **oltre il 50% dei 7,7 miliardi di abitanti della terra vivono in aree urbane**, consumano il 65% delle risorse energetiche e sono responsabili del 70% delle emissioni di CO₂.

Sempre di più, dunque, le **città sono e saranno al centro del problema climatico**, la cui soluzione non può che passare da una riorganizzazione dei sistemi urbani per rendere più efficienti e sostenibili i consumi energetici.

Una riorganizzazione in chiave di efficienza del modo con cui miliardi di persone si spostano, abitano, lavorano in ambito urbano, che diventa possibile grazie allo **shift modale**, alla **sharing mobility**, alla **deep renovation** degli edifici, alle **tecnologie digitali**, oltre che a **comportamenti virtuosi** dei singoli.

Il tutto accompagnato dall'elettrificazione dei consumi finali, sia in ambito domestico che per i trasporti, provvedendo alla produzione del proprio fabbisogno in un modello di **comunità energetiche**, in cui gruppi di residenti, imprese, attività commerciali, sviluppano

progetti locali per la l'autoproduzione e la condivisione di energia in un nuovo regime basato sulla **generazione distribuita da fonti rinnovabili**.

Nella **transizione verso la neutralità carbonica**, le città sfruttano gli spazi disponibili, come ad esempio i tetti delle case, le coperture delle stazioni, dei capannoni commerciali, dei palazzetti sportivi, ma anche aree industriali dismesse, per **dotarsi di un mix di infrastrutture di generazione di energia rinnovabile**, in prevalenza elettricità con tecnologie fotovoltaiche, idroelettriche, eoliche.

L'energia prodotta viene dispacciata alle utenze attraverso un sistema di smart grid in grado di gestire in modo efficiente anche la **micro-produzione domestica integrata con sistemi di accumulo, tra cui quelli dei veicoli elettrici collegati alla rete**, per una gestione ottimale dei picchi di consumo e dell'intermittenza, tipica delle fonti rinnovabili.

Gli impegni messi in campo dai Governi nell'ambito dell'Accordo di Parigi verso la decarbonizzazione sono ancora non adeguati. Per questo motivo è importante che si moltiplichino le **iniziative di leadership nel contrasto alla crisi climatica da parte di città, regioni e imprese**.

Le città sono cruciali per il contrasto al cambiamento climatico:

sia per gli impatti...

50% della popolazione mondiale

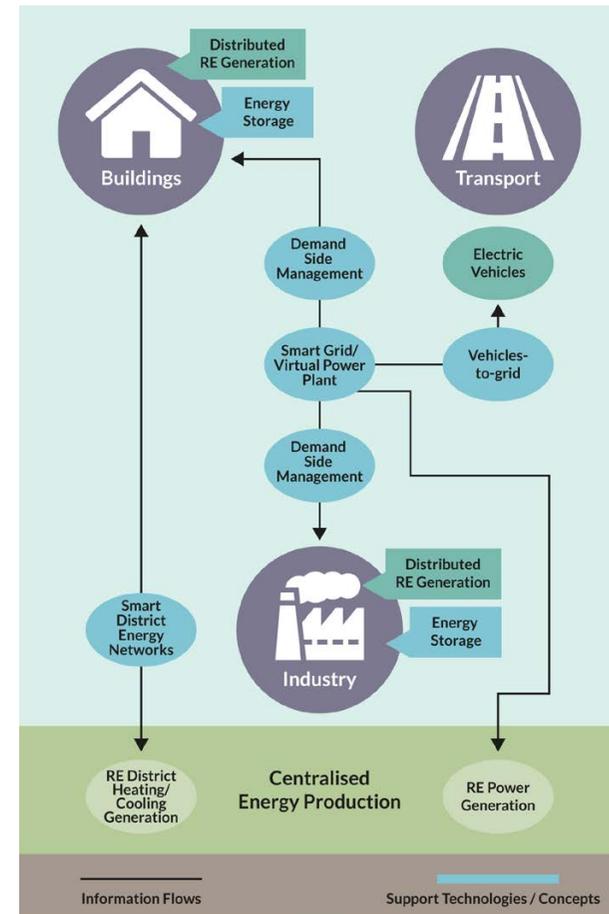
65% della domanda energetica globale

70% delle emissioni di CO₂ per uso energetico

...che per le opportunità di decarbonizzazione:

- Rinnovabili elettriche e generazione distribuita
- Smart grid e smart energy network
- Efficienza energetica degli edifici
- Mobilità elettrica e condivisa

Tecnologie e concetti per un sistema energetico urbano integrato



A faint, light gray background map of Verona, Italy, showing the city's street grid and the Adige river winding through it. The map is centered on the city and covers the entire page.

Scenario Verona



UNO SGUARDO D'INSIEME SULLA CITTÀ

- **Popolazione e struttura urbana**
- **Consumi energetici**
- **Emissioni di gas serra**
- **Produzione energetica locale**
- **Progetti innovativi**

Popolazione e struttura urbana

La città di Verona si estende intorno al suo centro storico, **patrimonio Unesco**, su una **superficie di circa 200 km quadrati**, con 23 quartieri tra loro collegati da **centinaia di km di strade** e circondati da **480 ettari di aree verdi**. Il **clima** è piuttosto **mite** con una temperatura media annuale (2018) di 13,8 °C.

I suoi **258 mila abitanti** vivono in **122 mila abitazioni** distribuite in **25 mila edifici**, in buona parte storici. Sui tetti degli edifici, sia privati che pubblici, sono installati circa **400 mila metri quadrati di impianti fotovoltaici** per la produzione di energia elettrica.

Data anche la sua posizione, al limitare est della Pianura Padana, ai piedi delle Alpi, e lo scarso vento che la spazza,

la **qualità dell'aria** della città **non è delle migliori**, con una media annua (2018) ben **oltre i 35 giorni** di presenza di polveri sottili **PM10 oltre i limiti di legge**.

Per spostarsi utilizzano **167 mila automobili private** (di cui le poche elettriche possono già godere di alcune colonnine di ricarica pubbliche distribuite sul territorio), qualche migliaio di moto e motorini e **180 autobus del servizio pubblico**.

Per spostarsi in modo alternativo, oltre alle gambe per camminare, gli abitanti di Verona possono pedalare, utilizzando le **200 biciclette** messe a disposizione dal Comune **per un uso condiviso**.

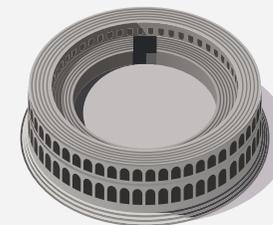
Popolazione e struttura urbana



258.000 abitanti



206 km² di territorio
480 ettari di aree verdi



Centro storico Patrimonio Unesco



30.000 edifici
122.000 abitazioni



13,8 °C
temperatura media annua



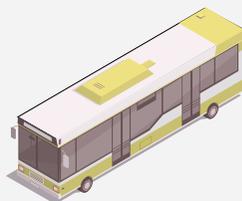
400.000 m²
di pannelli fotovoltaici



>35 giorni/anno
con PM10 oltre i limiti di legge



165.000 auto
635 auto/1000 abitanti



26 linee di TPL
180 autobus



Bike sharing pubblico
200 biciclette
100 km piste ciclabili



26
Punti di ricarica pubblici

Consumi energetici

Nel 2018, il **fabbisogno energetico** della città, ossia la quantità di energia di cui necessitano i suoi cittadini per abitare, spostarsi, lavorare, imparare, divertirsi, curarsi, ecc., in una parola, vivere, è stato pari a circa **417 mila tonnellate equivalenti di petrolio** (tep), che per il 36% hanno soddisfatto esigenze di trasporto e per il 34% quelle residenziali. I consumi per esigenze industriali sono stati del 19%, quelli del terziario il 9% e quelli Comunali, inclusa l'illuminazione pubblica, il 2%.

Nel dettaglio, i consumi elettrici, che rappresentano il 26% del totale dei consumi energetici, sono stati pari a **1,4 TWh** (miliardi di kWh), di cui per tre quarti sono serviti a soddisfare esigenze industriali (51%) e commerciali (24%), mentre la rimanente parte è stata quasi del tutto assorbita dalle abitazioni dei residenti (21%).

Una quota residua di elettricità è stata utilizzata per soddisfare il fabbisogno energetico di edifici, attrezzature e impianti Comunali (3%), nonché di trasporto, sia privato che commerciale (1%).

I consumi di **metano fossile**, che hanno soddisfatto ben il 39% della domanda totale di energia, hanno sfiorato i **200 miliardi di metri cubi**, prevalentemente assorbiti dal settore residenziale (74%), mentre la rimanente parte è stata assorbita dall'industria (14%), dalle varie esigenze del settore terziario (6%), dei trasporti (4%) e del Comune (2%).

In aggiunta ai consumi di metano, le esigenze di mobilità e trasporti hanno assorbito ulteriori consumi di **carburanti fossili** per per più di **190 milioni di litri**, di cui il 66% diesel, il 25% benzina e il 9% GPL e metano.

Consumi energetici

417 mila tep*
di energia consumata

*tep: Tonnellate equivalenti di petrolio

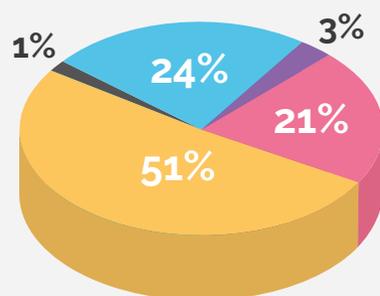


ELETTRICITÀ

26%



1,3 miliardi di kWh

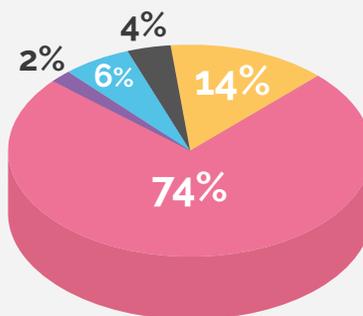


METANO

39%



197 milioni di m³

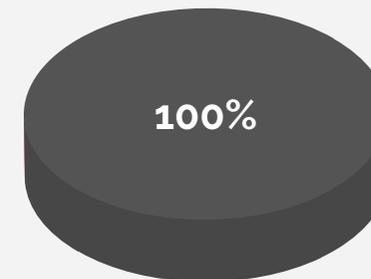


CARBURANTI

35%



192 milioni di litri



■ TRASPORTI

■ RESIDENZIALE

■ INDUSTRIA

■ TERZIARIO

■ COMUNE

Emissioni di gas serra

Il fabbisogno energetico della città per tutte le esigenze dei suoi cittadini, ha generato **l'emissione** in atmosfera di oltre **1,2 milioni di tonnellate di CO₂**, di cui per il 33% provenienti dai consumi elettrici, per il 31% da consumi di metano, per il 25% da gasolio, per l'8% da benzina e per il 2% da GPL¹.

Per la maggior parte le emissioni sono **legate ai consumi di carburanti per la mobilità e i trasporti**, che fanno registrare il 37% del totale delle emissioni, in prevalenza associate ai consumi di mezzi privati (98%), rispetto a quelle del trasporto pubblico locale (2%). Per il 68% le emissioni dei trasporti sono legate a consumi di gasolio, per il 23% alla benzina, per il 9% a gas fossili (metano e GPL) e solo per l'1% ai consumi elettrici.

Per quel che riguarda le **emissioni associate ai consumi residenziali** (30% del totale), risulta che **oltre i tre quarti (77%)**

riguardano l'utilizzo di **gas naturale**, e per la rimanente parte (23%) di elettricità.

Tali proporzioni si ribaltano **guardando alle emissioni dei settori industria** (21% del totale) e terziario (10%), che sono prevalentemente associate a **consumi elettrici** (80%) rispetto a quelli di gas naturale (20%).

Seppure con proporzioni leggermente diverse, anche le emissioni associate alle **esigenze del Comune** per i servizi ai cittadini (2% del totale) sono prevalentemente dovute a consumi elettrici (58%), in larga parte per l'illuminazione pubblica, rispetto a quelle di gas naturale (42%), utilizzate per il riscaldamento degli edifici e per il trasporto pubblico locale.

1. I valori di emissioni elaborati nello studio si discostano da quelli pubblicati nel Bilancio Energetico 2018 del Comune di Verona, in quanto rispetto ad esso lo studio adotta come fattore di emissione dei consumi elettrici da rete il valore pubblicato da ISPRA per il mix energetico nazionale (cfr. 308 gCO₂/kWh, anno 2018)

Emissioni di gas serra

1,2 milioni di tonnellate
di CO₂ emessa



TRASPORTI
37%



459 kt

RESIDENZIALE
30%



365 kt

INDUSTRIA
21%



233 kt

TERZIARIO
10%

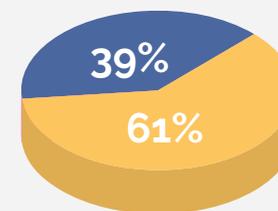
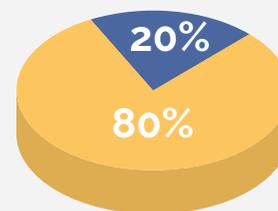
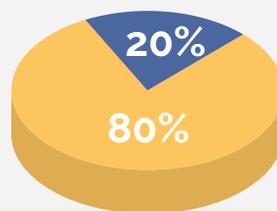
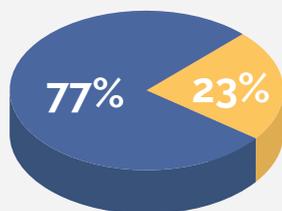
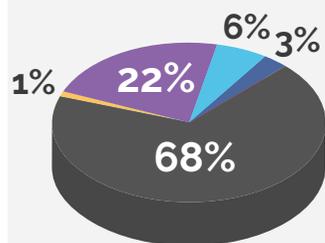


127 kt

COMUNE
2%



18 kt



ELETTRICITÀ

METANO

GASOLIO

BENZINA

GPL

Produzione energetica locale



La produzione di energia sul territorio comunale è stata pari a **75 mila tonnellate equivalenti di petrolio** (tep), che rappresentano circa il 18% del fabbisogno totale di energia della città. Per il 62% si tratta di energia elettrica, di cui oltre la metà prodotta da fonti rinnovabili (solare fotovoltaico e idroelettrico), e per il 38% di calore, che solo in minima parte (1%) è prodotto da fonti rinnovabili (biogas).

Il 67% dell'energia è prodotta in **8 impianti di cogenerazione**, di cui 28,8 ktep sottoforma di calore e 21,2 ktep di energia elettrica. Fatto salvo per l'impianto installato presso il depuratore cittadino, che sfrutta il biogas derivato dal trattamento dei fanghi di depurazione delle acque, tutti gli impianti funzionano a gas metano.

Diversamente l'energia termica prodotta dagli altri cinque impianti di co-generazione, di cui 3 operanti in regime di *Emission Trading System* (ETS), viene veicolata nelle reti di teleriscaldamento della città, per soddisfare, a oggi, il fabbisogno di calore di circa 1.300 edifici.

In aggiunta ai 21,2 ktep di elettricità prodotta dagli impianti di co-generazione, 21,5 ktep sono generati da 3 impianti idroelettrici attivi lungo il corso del fiume Adige e 3,4 ktep dagli oltre 39 mila kWp di impianti fotovoltaici installati sui tetti delle abitazioni, dei capannoni commerciali e industriali, degli impianti comunali.

In 10 anni, dal 2007 al 2017, la produzione cumulata di energia elettrica da fotovoltaico è stata pari a circa 280 GWh.

Produzione energetica locale

75 mila tep di energia prodotta (2017)



CALORE

38%

di cui **1%** da RES (biogas)



ELETTRICITÀ

62%

di cui **54%** da RES (solare, idroelettrico, biogas)

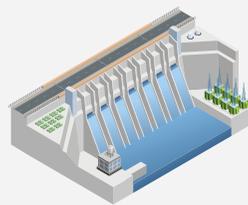
67%
COGENERAZIONE
8 impianti



 28,8 ktep

 21,2 ktep

29%
IDROELETTRICO
3 impianti



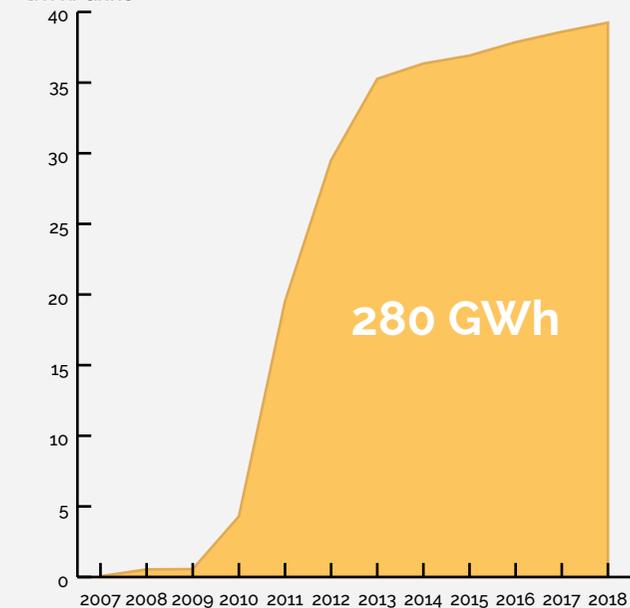
 21,5 ktep

4%
FOTOVOLTAICO
39.000 kWp installati



 3,4 ktep

GW/h/anno



Progetti innovativi

Nel corso degli anni, la città di Verona ha lanciato diversi progetti innovativi a supporto delle esigenze della comunità cittadina, come ad esempio l'allacciamento di nuovi edifici alle reti di **teleriscaldamento cittadine**, attive fin dal 1974, o il percorso verso una città **plastic free**, voluto dal Sindaco e che prevede il coinvolgimento sia delle attività commerciali e artigianali del settore alimentare e gli esercizi che somministrano bevande, sia degli organizzatori degli eventi realizzati su suolo pubblico. Oppure ancora la mappatura delle aree di verde pubblico, il wifi libero per residenti e visitatori, il rilascio della **Verona smart App** (oltre 200 mila download) per accedere a servizi e informazioni sulla città, e l'estensione al territorio comunale dei servizi della App **Tap&Park** per il pagamento della sosta e l'autorizzazione all'accesso a zone ZTL.

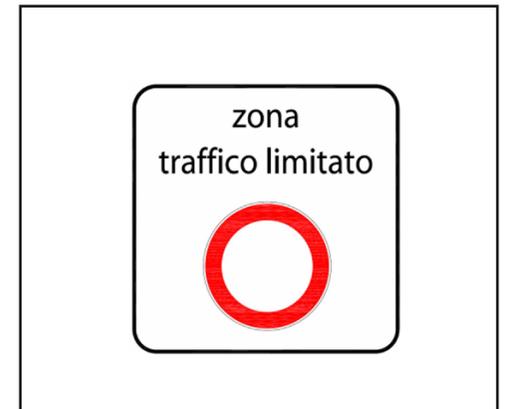
A sostegno di una mobilità sostenibile e alternativa dal 2012 è attivo in città un servizio comunale di **bike sharing**, che sarà prossimamente potenziato rendendo disponibili anche **biciclette a pedalata assistita**, mentre recentemente è stata

approvata la circolazione, in via sperimentale, di dispositivi per la micromobilità, **monopattini elettrici e segway**.

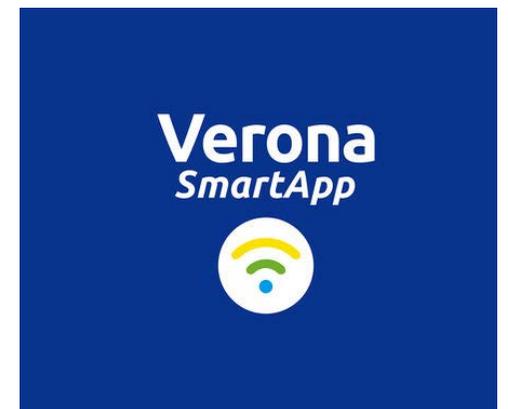
Dal 2017 Verona promuove il **mobility day**, un programma di giornate dedicate in cui ampie zone della città vengono chiuse al traffico privato, per stimolare i cittadini a utilizzare i mezzi pubblici per godersi la città libera dalle auto.

Sul fronte trasporti pubblici locali, è stata recentemente approvato il progetto di **nuova filovia**, che si sviluppa con collegamenti a parcheggi di scambio per favorire l'intermodalità, come previsto dalle linee guida europee per la mobilità urbana sostenibile. In tal senso, è in corso di elaborazione il **Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile (PUMS)**, attraverso un innovativo percorso partecipativo che coinvolge tutti i principali portatori di interesse.

Tra le altre azioni messe in campo a sostegno della mobilità del futuro, assume particolare rilievo il progetto **Electrify Verona**, che si pone l'obiettivo di supportare la transizione verso una mobilità privata elettrica dei propri residenti.



Progetti innovativi



Progetti innovativi

Focus Electrify Verona

Nel 2017 il Comune di Verona, con il Gruppo AGSM AIM e Volkswagen Group Italia, hanno lanciato un progetto di infrastrutturazione della città a sostegno delle future esigenze di **ricarica delle auto elettriche ed elettrificate plug-in** sul territorio cittadino.

Con l'obiettivo di stimolare la transizione verso la mobilità privata elettrica, il progetto prevede un'offerta integrata di **stazioni pubbliche di ricarica veloce a 22 kW**, installate su colonnine dedicate e su pali dell'illuminazione pubblica, appositamente progettati e dotati di trasmettitore wifi e telecamere di sorveglianza (pali smart).

In aggiunta, il progetto prevede l'offerta di installazione gratuita di **wall box** per la ricarica domestica con l'opportunità di attivare il pagamento di un canone mensile fisso per un numero di ricariche illimitato anche dalle stazioni pubbliche.

Sono, inoltre previsti parcheggi dedicati e permessi di accesso ZTL per auto elettriche.

Il servizio di segnalazione della disponibilità delle centraline pubbliche agli utenti è integrato nelle funzionalità della Verona Smart App.

La gestione delle stazioni e l'erogazione dell'energia è in carico al Gruppo AGSM AIM.

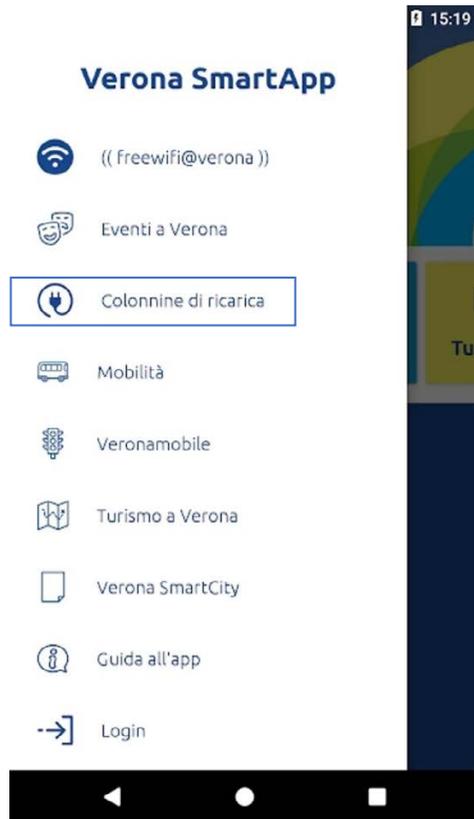


Electrify Verona



agsm aim

VOLKSWAGEN
GROUP ITALIA S.P.A.



VERONA SMART APP
per la gestione del servizio

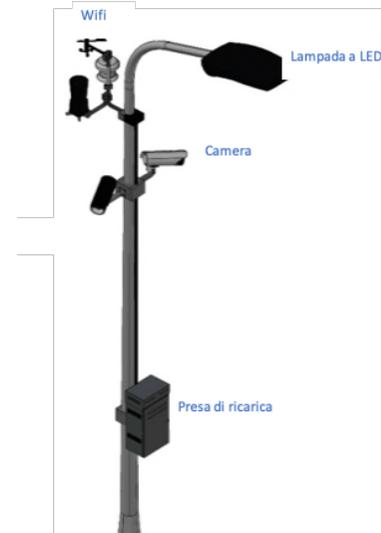
**Colonnine di ricarica
veloce 2 x 22 kW**



**Stalli dedicati e
gratuiti per auto
elettriche**



**Pali smart con presa
di ricarica, Wifi e
telecamere di sicurezza**



**Accesso ZTL libero
per le auto elettriche**



**Wall box per
ricariche a casa**



Progetti innovativi

Focus

Electrify Verona

Attivo dal 2017, Electrify Verona si pone l'ambizioso obiettivo di rendere disponibili al pubblico **100 punti di ricarica veloce** per auto elettriche ed elettrificate plug-in entro il 2021.

In questa tabella di marcia, alla fine del **2019**, risultano installati e attivi **26 punti di ricarica**, distribuiti su **12 colonnine**, ciascuna dotata di due prese di ricarica e **2 pali smart**, ciascuno dotato di una presa. Alla stessa data risultano essere stati installati 36 Wall Box presso abitazioni private.

Come da piano di progetto, entro il **2020**, è prevista l'installazione di altre **18 colonnine** di ricarica a doppia presa e **3 pali smart** a singola presa. Lo stesso obiettivo è pianificato per l'anno 2021. Dal 2017 alla fine del 2019 l'energia erogata per la ricarica di auto elettriche ed elettrificate plug-in risultava pari a oltre **116 MWh**.

A fronte di questi consumi il costo complessivo per l'energia erogata nei tre anni ammonta a oltre 30 mila Euro. Per quel che riguarda il solo 2019, sono state registrate un totale di **6.580 ricariche effettuate**, in progressione crescente verso i mesi finali dell'anno, quando il maggior numero di centraline di ricarica era disponibile, per un totale di **85,6 MWh erogati** e un costo complessivo di quasi 24 mila Euro¹.

Come da piano di progetto, che prevedeva una fase di avviamento con **ricariche gratuite** per gli utenti, a oggi tale costo è stato interamente sostenuto dal Gruppo AGSM AIM.

Il passaggio da servizio di ricarica gratuito a quello a pagamento è previsto a partire dal mese di settembre 2020.

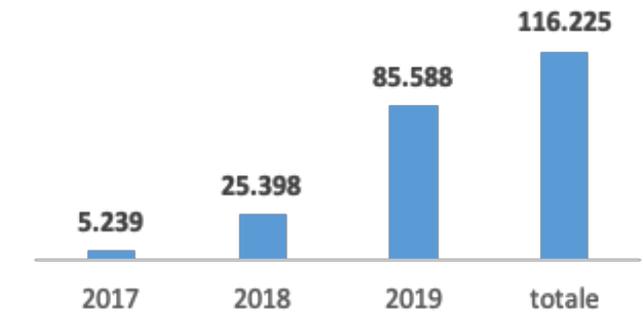
1. Informazioni elaborate da dati resi disponibili dal Gruppo AGSM AIM.



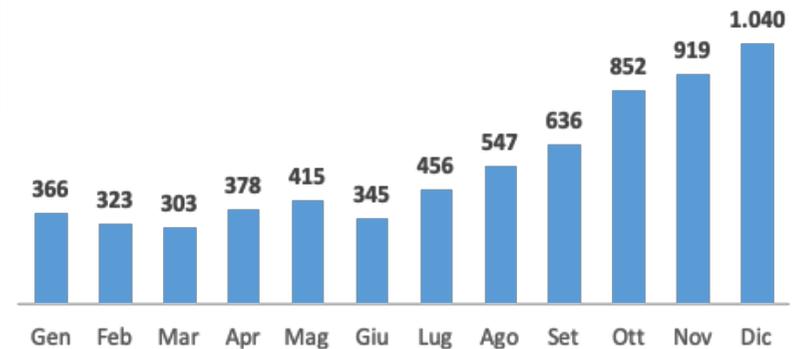
Electrify Verona



Andamento consumi 2017 – 2019 (kWh)



Andamento ricariche 2019 (Nr.)





MUOVERSI ELETTRICO E CONDIVISO

- **Spostamenti e mix modale**
- **Impatti della mobilità**
- **Opportunità e vantaggi dallo shift modale**
- **Opportunità e vantaggi dei veicoli elettrici**
- **Verso una mobilità elettrica e condivisa**

Spostamenti e mix modale oggi

Come per tutti i cittadini di tutte le città del mondo, le esigenze di mobilità riguardano in larga parte gli spostamenti per andare al lavoro o a scuola, oppure per andare a fare la spesa, a spedire un pacco, dal medico, in Comune, oppure ancora per andare a cena fuori, o in palestra, o al cinema, o a farsi un giro in centro.

A Verona, in media, gli spostamenti per esigenze di **lavoro** sono il 50% del totale, per la **gestione familiare** il 23%, per motivi di **studio** il 15% e per il **tempo libero** il 12%. Il 90% di tali spostamenti avvengono in ambito urbano.

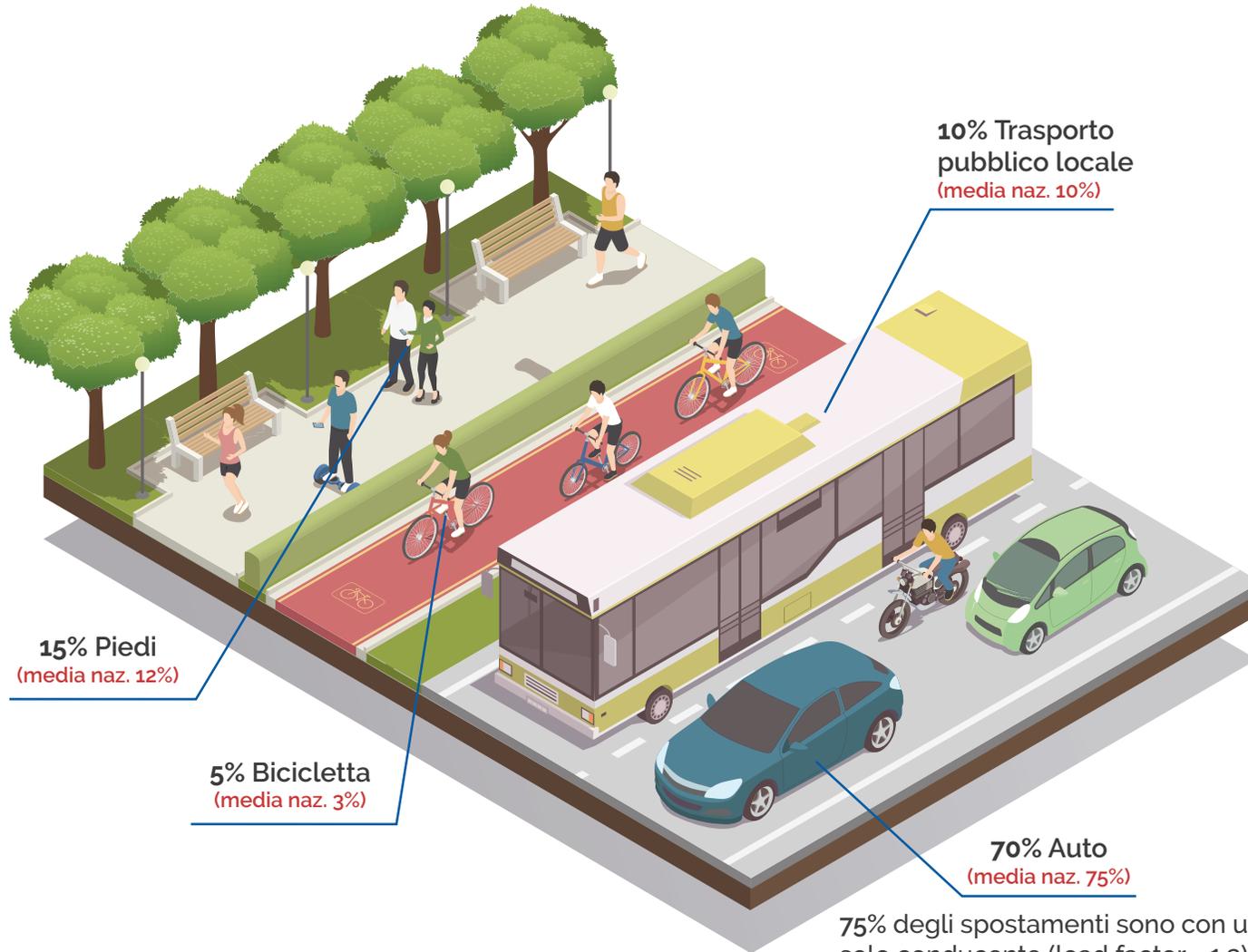
Tutti questi spostamenti vengono effettuati per il 70% con **auto private**, un dato che, seppur di poco inferiore alla media nazionale, conferma la tendenza dei veronesi a **spostarsi in auto, anche per percorsi brevi**.

Circa il 60% degli spostamenti, infatti, avviene in un raggio di 5 km, il che consentirebbe l'utilizzo di mezzi alternativi, come ad esempio il **trasporto pubblico locale**, che invece è utilizzato per soddisfare solo il 10% delle esigenze di mobilità, in linea con la media nazionale. Per contro, gli spostamenti a **piedi** (15%) o in **bicicletta** (5%) risultano leggermente superiori alla media nazionale.

Sempre con riferimento agli spostamenti con auto privata, è da segnalare che in media il 75% avviene **con solo conducente**, un dato mediamente inferiore alla media nazionale, ma comunque significativo, soprattutto se letto insieme al dato relativo agli spostamenti per lavoro in auto, che avvengono con solo conducente nel 95% dei casi¹.

1. I dati riportati sono la sintesi di un'indagine statistica condotta dal Comune di Verona sulle abitudini quotidiane di spostamento dei cittadini.

Spostamenti e mix modale oggi



75% degli spostamenti sono con un solo conducente (load factor = 1,3). Nel caso di spostamenti per lavoro la percentuale è pari al 95%.

ESIGENZE DI SPOSTAMENTO



90%
Ambito urbano



50%
Lavoro



23%
Gestione familiare



15%
Studio



12%
Tempo libero



Il 60% degli spostamenti sono sotto i 5 km e durano meno di 15 minuti

Impatti della mobilità¹

Il parco auto circolante del Comune di Verona riguarda **167 mila autovetture**, di cui mediamente il 47% sono alimentate a gasolio, il 39% a benzina, il 13% a gas (metano 5%, GPL 8%) e circa l'1% sono elettriche o ibride².

Gli **spostamenti effettuati con mezzi privati** nel 2018, ammontano a quasi **2,4 miliardi di km** (o 3,2 miliardi di passeggero-km, pax-km), per un consumo complessivo di oltre **200 milioni di litri di carburanti** e un'efficienza modale media stimata in 142 gCO₂/pax-km. Le emissioni in atmosfera hanno riguardato **445 mila tonnellate di CO₂**, 1.100 tonnellate di **ossidi di azoto** e 191 tonnellate di **polveri sottili**.

Gli spostamenti con servizio pubblico, garantito da **180 autobus** distribuiti su 28 linee circolanti su un circuito di 260 km di strade, sono stati pari a circa **8 milioni di km**, con un consumo di circa **5 milioni di litri di carburanti** e un'efficienza

modale media di 67 gCO₂/pax-km⁴ (2,1 volte più alta di quella registrata per gli spostamenti in auto). Le emissioni associate al servizio di trasporto pubblico ammontano a circa 10 mila tonnellate di CO₂, 51 t di ossidi di azoto e 4 t di polveri sottili.

Nel complesso, gli **impatti** dovuti alle attuali esigenze di **mobilità dei veronesi**, ammontano a 152 mila tep di energia consumata (pari a circa 205 milioni di litri di carburanti), con un contributo di **456 mila tonnellate di emissioni di CO₂**. Espressi per abitante, il conto risulta in un consumo di 0,59 tep/ab (circa 790 litri/ab) e 1,76 tCO₂/ab di emissioni.

Naturalmente, gli **spostamenti effettuati in bicicletta e a piedi**, che soddisfano circa il 20% delle esigenze di mobilità in ambito urbano, sono a **impatto zero**.

1. L'analisi è basata sui consumi di carburanti per i trasporti su gomma, come riportati nel bilancio energetico del Comune per l'anno 2018.

2. La distribuzione % per categoria di alimentazione è riferita alla consistenza del parco auto nella Provincia.

3. Per il calcolo dell'efficienza modale espressa dall'indicatore gCO₂/pax-km, è stato utilizzato un fattore di carico medio (load factor) di 1,3 passeggeri per ogni veicolo per ogni spostamento (dato medio da indagine statistica del Comune)

4. Calcolata considerando un fattore di carico medio del 30% del totale dei posti disponibili su un autobus standard.

Impatti della mobilità



167 mila auto, in prevalenza a gasolio e benzina (87%)

- 2,4 miliardi di km percorsi da veicoli (3,2 miliardi pax-km)
- 200 milioni di litri di carburanti consumati
- 140 gCO₂/pax-km di efficienza modale

EMISSIONI

445 mila t di CO₂ | 1.100 t di NOx | 191 t di PM10



180 bus in servizio su **28 linee** per **260 km** di circuito urbano

- 8 milioni di km percorsi da veicoli (160 milioni di pax-km)
- 5 milioni di litri di carburanti consumati
- 65 gCO₂/pax-km di efficienza modale

EMISSIONI

10 mila t di CO₂ | 51 t di NOx | 4 t di PM10



200 biciclette da bike sharing comunale

- 100 km di piste ciclabili
- 4 ettari di aree pedonali

EMISSIONI

ZERO



**IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno**

0,59 tep/ab

di energia da carburanti
consumata
(790 litri/ab/anno)

1,76 tco₂/ab

di emissioni

Opportunità e vantaggi dello shift modale



Ridefinire l'assetto della mobilità urbana in chiave sostenibile è una priorità europea e una sfida, in particolare per le città che sempre di più soffrono di problemi di inquinamento e congestione da traffico, due elementi con un forte impatto sulla qualità della vita dei cittadini.

Un piano strategico per la mobilità sostenibile nelle città si deve comporre di misure tese a soddisfare la variegata domanda di mobilità delle persone promuovendo l'intermodalità, potenziando l'offerta di sistemi di trasporto di massa, favorendo lo sviluppo della mobilità condivisa.

In questa transizione, la tecnologia digitale delle App per la mobilità gioca un ruolo strategico rendendo fruibile agli utenti una efficace pianificazione degli spostamenti cosiddetti *door-to-door*.

Gli effetti dello *shift modale* presi in considerazione nello scenario Verona si basano su ipotesi di riorganizzazione e di potenziamento dell'offerta del servizio pubblico, di diffusione di servizi di *sharing mobility* e di *car-pooling*, nonché dalle ricadute positive di politiche di supporto alla mobilità ciclo-pedonale.

In questo quadro, a parità di esigenze di mobilità della Verona di oggi, le ipotesi di scenario per lo shift modale porterebbero a evitare percorrenze con veicoli a motore per uno sviluppo di oltre **un miliardo di km**, consentendo di ridurre fino al 50% il numero di veicoli circolanti.

Tradotto in termini energetici, l'effetto è misurabile in circa 70 mila tep di energia finale risparmiata (circa 90 milioni di litri di carburanti), e una **riduzione del 46% delle emissioni di CO₂** rispetto alla situazione attuale, che passerebbero da 1,76 a 0,95 tCO₂/ab.

Opportunità e vantaggi dallo shift modale



IPOTESI DI SCENARIO

- + 50% di passeggeri su trasporto pubblico locale
- + 50% di load factor auto (da 1,3 a 2 passeggeri per veicolo)
- + 30% di spostamenti brevi in bicicletta, a piedi e con mezzi alternativi



**IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno**

-46% emissioni CO₂

da 1,76 a 0,95 tCO₂/ab

1,1 miliardi di km di percorrenze
veicolari evitate

Fino al **50 % di riduzione** dei veicoli
circolanti

70 mila tep di energia risparmiata

136 gCO₂/pax-km di intensità
carbonica

Opportunità e vantaggi dei veicoli elettrici

Elettrificare la mobilità, significa fare un salto in avanti in termini di rendimento di trasformazione dell'energia in movimento.

Per le auto diesel, ad esempio, il coefficiente di rendimento reale tank-to-wheel¹, non supera il 30% (il 15% per un veicolo a benzina), ossia per ogni unità di energia contenuta nel combustibile solo un quarto viene restituita come energia di movimento del veicolo, mentre il resto viene dispersa come calore.

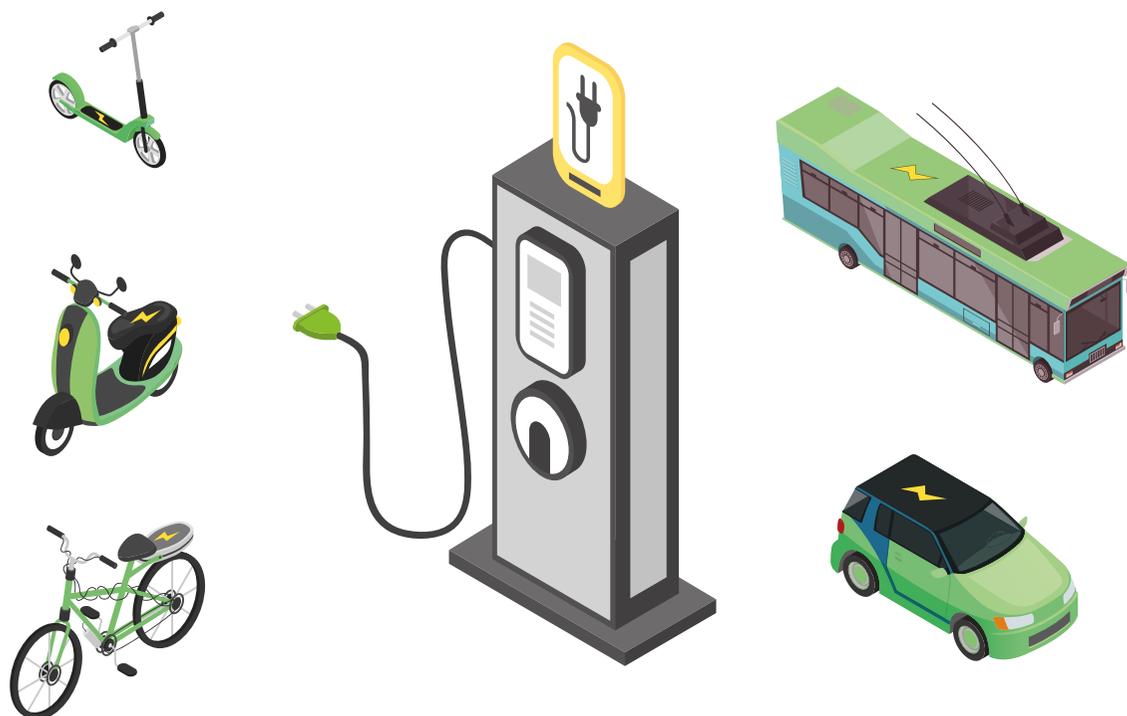
Diversamente, per le auto con motore elettrico il rendimento di trasformazione dell'energia elettrica immagazzinata nella batteria in energia di movimento alle ruote può raggiungere

il 90%, ossia un'efficienza di 3,5 volte superiore rispetto a quella di un veicolo diesel (e fino a 6 volte quella di un veicolo a benzina).

In questo quadro, a parità di esigenze di mobilità della Verona di oggi, nell'ipotesi di **sostituire tutti i veicoli** a motore endotermico, dagli autobus del trasporto pubblico alle auto private, **con veicoli elettrici** da 2 a 3,5 volte più efficienti, consentirebbe di **risparmiare circa 90 mila tep di energia** (pari a circa 100 milioni di litri di carburanti), **riducendo le emissioni di CO₂ sui consumi finali del 51%**, che passerebbero da 1,76 a 0,87 tCO₂/ab.

1) Letteralmente dal serbatoio alla ruota, ossia la trasformazione dell'energia contenuta in un serbatoio di accumulo, sia esso un recipiente per carburanti liquidi o gassosi, o una batteria per l'elettricità, in energia di movimento alle ruote.

Opportunità e vantaggi dei veicoli elettrici



IPOSTESI DI SCENARIO

Sostituzione di **tutti** i veicoli circolanti con con veicoli elettrici a mix elettrico attuale.



**IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno**

-51% emissioni CO₂

da 1,76 a 0,87 tCO₂/ab

ZERO emissioni di inquinanti locali

Riduzione **rumore** traffico veicolare

90 mila tep di energia risparmiata

98 gCO₂/pax-km di intensità carbonica

Verso una mobilità elettrica e condivisa



Un maggior ricorso al servizio di trasporto pubblico, insieme a un incremento della mobilità condivisa e a forme di spostamento alternative, consentono di ridurre i km complessivamente percorsi con veicoli e, per conseguenza, i consumi energetici e le emissioni.

Consumi ed emissioni, che possono essere ulteriormente ridotti sostituendo i tradizionali veicoli a combustione interna con veicoli elettrici, grazie alla maggiore efficienza energetica di questi ultimi.

Nelle ipotesi presentate per lo scenario Verona, **la combinazione di questi due effetti**, consentirebbe di amplificare l'efficienza sui consumi, e, per conseguenza, **i vantaggi sulle emissioni di CO₂**, che passerebbero dalle

1,76 tCO₂/ab attuali a 0,47 tCO₂/ab con **una riduzione netta del 74%**.

Ma non solo. Grazie allo **shift modale e alla mobilità condivisa**, infatti, si assisterebbe anche a una **netta riduzione del numero di veicoli circolanti**, stimata nello scenario in circa il 50% rispetto alla situazione attuale: un dato che, per dare un'idea, corrisponderebbe a eliminare dal traffico medio cittadino una fila di oltre 800 km di auto.

Inoltre, con l'elettrificazione verrebbero **eliminate le emissioni di inquinanti nocivi da veicoli**, tra cui NO_x, PM₁₀ e PM_{2,5}, frutto avvelenato della combustione di carburanti fossili, e il rumore da traffico veicolare risulterebbe decisamente inferiore, migliorando la qualità della vita dei cittadini.

Verso una mobilità elettrica e condivisa

MUOVERSI OGGI



IMPATTI
PER ABITANTE ogni anno



1,76 tCO₂/ab



ELETTRICO E CONDIVISO



IMPATTI
PER ABITANTE ogni anno



0,47 tCO₂/ab

1,1 miliardi di km di percorrenze veicolari evitate

Fino al **50 %** di riduzione dei veicoli circolanti

ZERO emissioni di inquinanti locali

Riduzione **rumore** traffico veicolare

120 mila tep di energia risparmiata

67 gCO₂/pax-km di intensità carbonica



ABITARE EFFICIENTE E FULL ELECTRIC

- **Consumi domestici**
- **Opportunità e vantaggi della deep renovation degli edifici**
- **Opportunità e vantaggi dei consumi elettrici delle abitazioni**
- **I vantaggi di consumi elettrici in edifici efficienti**

Consumi domestici

I 258 mila abitanti di Verona, la dodicesima città più popolosa d'Italia, vivono in poco più di 120 mila abitazioni, per un totale di oltre 11 milioni di metri quadrati di superfici coperte (mediamente 90 m² per abitazione), distribuite in oltre 25 mila edifici.

La maggior parte degli edifici residenziali sono di costruzione antecedente l'introduzione di norme quadro, sia nazionali che comunitarie, che regolano le modalità progettuali e la gestione integrata del sistema edificio per l'efficienza energetica.

In altri termini, oltre l'**80% delle abitazioni è poco efficiente dal punto di vista del risparmio energetico**, sia per quel che riguarda l'isolamento termico, sia per quel che riguarda le dotazioni impiantistiche per il riscaldamento degli alloggi e la produzione di acqua calda sanitaria, che per oltre il 90% utilizzano caldaie a gas metano.

Mediamente in un anno, **ogni abitazione consuma 1,16 tep di energia, di cui l'84% per usi termici**, in gran parte per il riscaldamento degli alloggi (81%), per un totale di circa 145 milioni di metri cubi di metano bruciati, corrispondenti a oltre 500 m³ per ogni abitante.

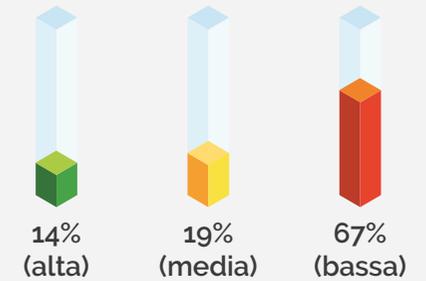
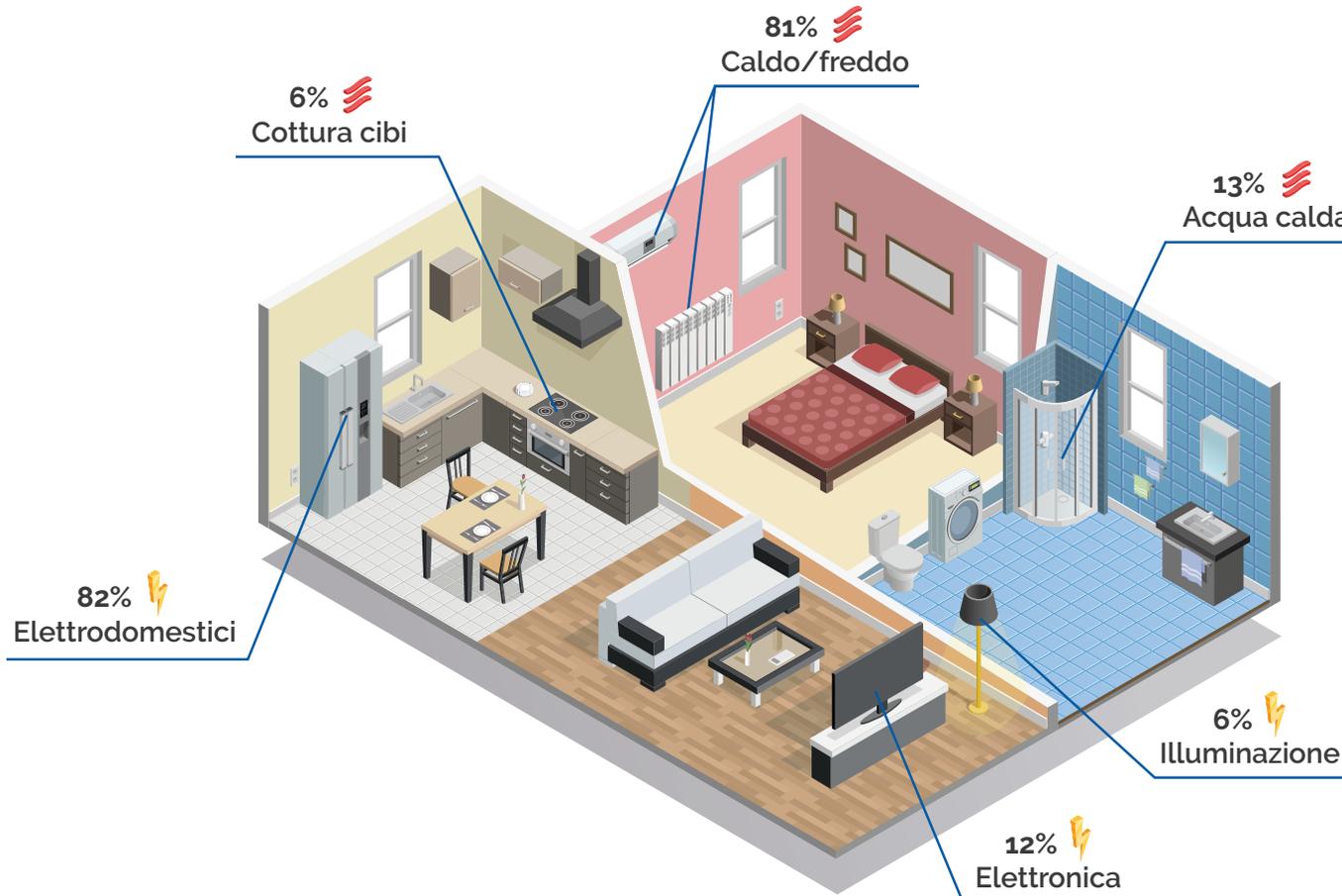
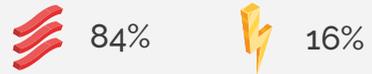
Il rimanente **16% dei consumi delle abitazioni riguarda gli usi elettrici**, in prevalenza per il funzionamento degli elettrodomestici (82%).

In totale, i consumi di energia della città per usi domestici riguardano ogni anno **142 mila tonnellate equivalenti di petrolio e generano emissioni dirette per quasi 360 mila tonnellate di CO₂**.

In termini di impatti pro capite, **mediamente ogni Veronese consuma per abitare di 0,55 tep/ab di energia, per 1,4 tCO₂/ab di emissioni annue**.

Consumi domestici

1,16 tep/abitazione



IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno

Consumi finali annuali:
0,55 tep/ab

Emissioni:
1,39 tCO₂/ab

Opportunità e vantaggi della deep renovation degli edifici

La principale causa di inefficienza energetica degli edifici è la **dispersione termica** attraverso i muri perimetrali, il tetto, le aperture e gli infissi. Dispersione, che riguarda sia il calore da riscaldamento nei periodi invernali che il freddo da climatizzazione nei periodi estivi.

Porre rimedio in modo efficace a questo aspetto, significa primariamente intervenire con una **ristrutturazione energetica profonda (deep renovation)**, coibentando l'involucro esterno degli edifici con sistemi isolanti (cappotti termici) realizzati utilizzando le varie tecniche edili disponibili: dall'intonaco sulle pareti verticali esterne con terre crude, all'applicazione di pannelli isolanti, possibile sia sulle pareti esterne che interne, all'insufflaggio di materiali sciolti nelle intercapedini, alla posa di feltri calpestabili nei solai, ecc.

Come **materiali isolanti** si dovrebbero preferire quelli tipicamente utilizzati dalla bio-edilizia, come la canapa, il lino, il sughero, il legno, le fibre di cellulosa, l'argilla, che

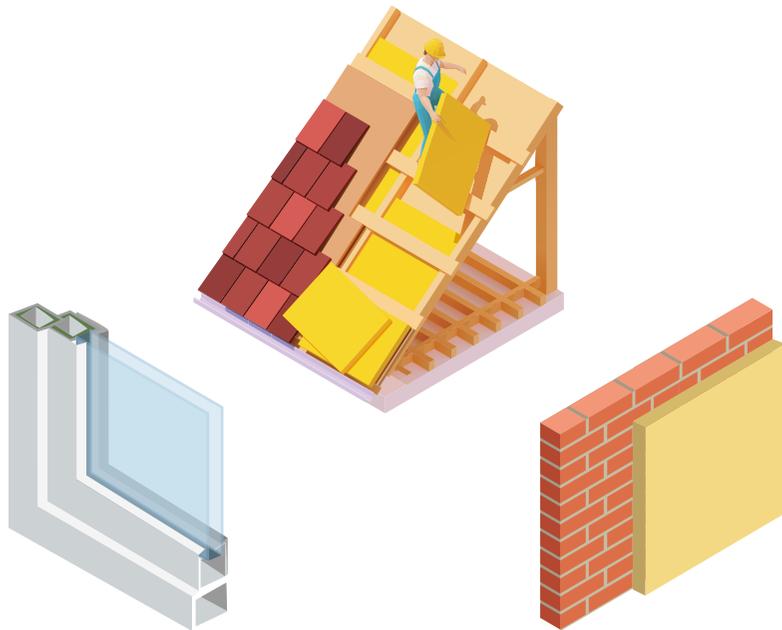
offrono prestazioni uguali, se non superiori, ai materiali di derivazione sintetica.

Per quel che riguarda l'isolamento efficace delle aperture, porte e finestre, esistono soluzioni a vetri doppi o tripli, nonché sistemi di isolamento degli infissi dalle perdite d'aria utilizzando guarnizioni di tenuta.

La deep renovation è definita dalla **Commissione europea** come *ristrutturazione di un edificio, economicamente vantaggiosa, che **riduce il consumo finale di energia fino al 60% rispetto alla condizione precedente all'intervento.***

Applicando conservativamente un parametro del 40% in riduzione ai soli consumi termici, nello scenario Verona, l'energia totale necessaria alle esigenze domestiche si ridurrebbe di circa 0,31 tep per un consumo complessivo di 0,85 tep. Per conseguenza, **le emissioni di CO2 complessive si ridurrebbero del 25%**, passando dalle attuali 1,39 a poco più di una tonnellata di CO2 per abitante ogni anno.

Opportunità e vantaggi della deep renovation degli edifici



Isolamento termico di pareti, intercapedini, soffitti, solai, spifferi d'aria, secondo i principi della bio-edilizia e con l'utilizzo di materiali rinnovabili quali canapa, lino, fibre di cellulosa, lana di pecora, terra cruda, ecc.

IPOTESI DI SCENARIO

-40% di di consumi finali termici con **edifici e abitazioni di classe APE efficienti**



**IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno**

-25%
emissioni CO₂
da 1,39 a 1,03 tco₂/ab

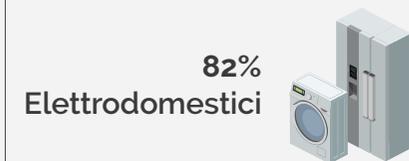
0,85 tep/abitazione

 78%

 22%



72%
Caldo/freddo



82%
Elettrodomestici



19%
Acqua calda



6%
Illuminazione



9%
Cottura cibi



12%
Elettronica

Opportunità e vantaggi dei consumi elettrici delle abitazioni

A parità di esigenze domestiche una consistente riduzione dei consumi termici di riscaldamento e raffrescamento può essere perseguita attraverso le **pompe di calore** (PdC): macchine termodinamiche in grado di produrre calore, o freddo, sfruttando il lavoro meccanico (ad es. di un compressore elettrico) e la differenza di temperatura tra due ambienti, ossia energia rinnovabile.

Il rendimento delle pompe di calore si misura attraverso un *coefficient of performances* (COP), ossia il rapporto tra l'energia termica prodotta e quella necessaria a far funzionare la macchina stessa, che dipende dalla tecnologia dell'impianto (elettrico o a gas), dal tipo di scambio tra gli ambienti (aria-aria, aria-acqua, acqua-acqua, ecc.) e dalla loro differenza di temperatura.

Le pompe di calore elettriche, oltre a essere particolarmente versatili e poter essere gestite in autoproduzione di elettricità da fonti rinnovabili, garantiscono prestazioni particolarmente elevate, con un rendimento COP variabile tra 2 e 5 a seconda

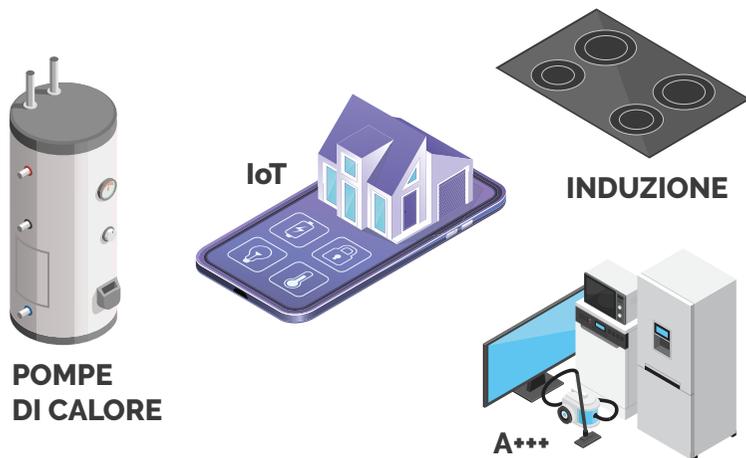
delle condizioni operative (per le normali caldaie a gas a condensazione il rendimento non può superare l'unità).

Per quel che riguarda i consumi tipicamente elettrici, ulteriori opportunità di riduzione dei consumi residenziali, riguardano i vantaggi associati al passaggio a **tecnologie elettriche a induzione** per la cottura dei cibi, nonché l'ulteriore efficienza energetica attesa dalle apparecchiature elettriche di **classe A+++**.

Inoltre, la versatilità delle tecnologie elettriche, consente di sfruttare appieno l'opportunità di **programmazione intelligente dei consumi resa possibile dall'Internet of Things**.

Nelle ipotesi adottate nello scenario Verona per tutti questi aspetti, **a parità di comfort domestico** e senza considerare eventuali interventi di deep renovation, il risparmio sui consumi garantito dal passaggio a tecnologie completamente elettriche equivale a **una riduzione del 55% delle emissioni di CO₂**.

Opportunità e vantaggi dei consumi elettrici delle abitazioni



IPOTESI DI SCENARIO

3,5 di fattore di rendimento pompe di calore elettriche per riscaldamento

2,5 di fattore di rendimento per pompe di calore elettriche per acqua calda sanitaria

2 di fattore di rendimento per cucine a induzione

+20% di efficienza energetica per apparecchi elettrici A+++

+20% di risparmio energetico con sistemi di gestione e IoT



IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno

-55%
emissioni CO₂

da 1,39 a 0,62 tCO₂/ab

0,37 tep/abitazione

 66%

 34%



74%
Caldo/freddo

82%
Elettrodomestici



17%
Acqua calda

6%
Illuminazione



9%
Cottura cibi

12%
Elettronica



I vantaggi di consumi elettrici in edifici efficienti

A parità di esigenze di comfort, la **ristrutturazione profonda** degli edifici consente di limitare le dispersioni di energia termica delle abitazioni, riducendo i consumi energetici per la produzione del calore per il riscaldamento degli ambienti. Consumi che possono essere ulteriormente ridotti sfruttando la **maggiore efficienza di impianti e apparecchiature elettriche**. La versatilità delle tecnologie elettriche, inoltre, permette di sfruttare appieno le potenzialità della digitalizzazione e dell'**internet of things**, per una gestione dei consumi mirata a minimizzare ulteriormente gli sprechi.

Nello scenario Verona, la combinazione di questi due effetti consentirebbe, in una abitazione tipo, il risparmio di 0,87 tep di consumi energetici, che passerebbero dagli attuali 1,16 tep a 0,30 tep (-75%).

Il maggior contributo a questa riduzione riguarda i consumi a uso termico, che passerebbero agli attuali 0,98 tep (1,16×84%)

a 0,12 tep (0,30×58%), grazie prevalentemente al contributo di efficienza della deep renovation e della sostituzione delle caldaie a gas con pompe di calore elettriche.

Per quel che riguarda i consumi per usi già oggi elettrici, i consumi di scenario passerebbero dagli attuali 0,19 tep (1,16×16%) a 0,13 tep (0,30×42%), prelevati in prevalenza per esigenze di funzionamento degli elettrodomestici, che coprono mediamente l'82% di questi consumi.

In termini di impatti per abitante, il passaggio ad abitazioni elettrificate in edifici efficienti e con una gestione smart dei consumi, porterebbe a **ridurre del 64% le emissioni di CO₂ per abitante** che passerebbero dalle attuali 1,39 a 0,50 tCO₂/ab.

I vantaggi di consumi elettrici in edifici efficienti

ABITARE OGGI



IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno

1,39 tCO₂



ELETTRICO, EFFICIENTE, SMART



IMPATTI
PER ABITANTE
ogni anno

0,50 tCO₂

1,16 tep/abitazione

 84%

 16%



81%
Caldo/freddo

82%
Elettrodomestici




13%
Acqua calda

6%
Illuminazione




6%
Cottura cibi

12%
Elettronica


0,30 tep/abitazione

 58%

 42%



63%
Caldo/freddo

82%
Elettrodomestici




24%
Acqua calda

6%
Illuminazione




13%
Cottura cibi

12%
Elettronica




MUOVERSI E ABITARE A VERONA CARBON NEUTRAL

- **Emissioni e consumi oggi**
- **Emissioni e consumi efficienti ed elettrici**
- **Emissioni e consumi efficienti, elettrici e rinnovabili**

Emissioni e consumi per abitare e muoversi oggi



Muoversi e abitare nelle città oggi determina una pressione consistente sul clima e sull'ambiente locale, che a cascata si ripercuote sulla qualità della vita dei cittadini.

A Verona i **consumi energetici** per le esigenze di mobilità e domestiche, sfiorano le **300 mila tonnellate equivalenti di petrolio ogni anno**.

La gran parte di questi consumi riguardano i carburanti, liquidi e gassosi, di origine fossile che alimentano le automobili utilizzate per spostarsi, o le caldaie a gas di cui sono provviste le abitazioni per il riscaldamento degli ambienti.

La loro combustione genera **emissioni carboniche** per 813

mila tonnellate di CO₂, **un fardello di 3,14 tonnellate per ogni cittadino**, cui si aggiungono migliaia di tonnellate di altri inquinanti nocivi, come le polveri sottili e gli ossidi di azoto, che contribuiscono a renderne l'aria poco salubre.

Fare efficienza per ridurre il fabbisogno complessivo di energia, intervenendo da un lato sulle abitudini di consumo, soprattutto per quel che riguarda la mobilità, pur senza sacrificare le reali necessità di spostamento, e dall'altro su tecnologie elettriche a maggiore efficienza, come i veicoli elettrici o le pompe di calore, consente una netta riduzione del fabbisogno energetico della città e, per conseguenza, delle sue emissioni carboniche.

Emissioni e consumi per abitare e muoversi oggi

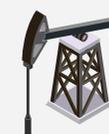


OGGI

EMISSIONI TOTALI
813 mila tco₂

EMISSIONI PER ABITANTE
3,14 tco₂/ab

FABBISOGNO DI ENERGIA
294 mila tep
suddivisa tra:



49%



43%



8%

Scenario da consumi efficienti ed elettrici

In uno scenario di completa elettrificazione dei consumi, accompagnato da misure di efficienza, sia per quel che riguarda la mobilità, attraverso il potenziamento del servizio di trasporto pubblico locale e lo shift modale, sia per quel che riguarda gli edifici e le abitazioni, con interventi di deep renovation contro la dispersione del calore, il fabbisogno energetico annuo della città si ridurrebbe del 75% passando dagli attuali 294 mila tep a **70 mila tep, pari a circa 810 GWh di elettricità.**

In una Verona efficiente ed elettrificata nei consumi finali, il fabbisogno di 70 mila tep elettrici corrisponde a **circa 2,5 volte l'attuale potenziale di produzione da fonti rinnovabili**

della città, dato dalla somma della produzione elettrica degli impianti idroelettrici e fotovoltaici già oggi installati in città e dal potenziale derivante dal trattamento dei rifiuti organici, a oggi non sfruttato. In totale si tratta del 40% del fabbisogno complessivo, pari a 27,5 mila tep di energia elettrica (ca. 320 GWh).

Con il rimanente 60% (ca. 490 GWh) prelevato dalla rete nazionale, stante la quota attuale di rinnovabili nel mix elettrico, **le emissioni di CO2 della città** passerebbero da 813 mila a 151 mila tCO₂, pari a 0,59 t per ogni cittadino, ossia **l'80% in meno rispetto al fardello di oggi.**

Scenario da consumi efficienti ed elettrici



IMPATTI
ogni anno

EMISSIONI TOTALI
151 mila tCO₂

EMISSIONI PER ABITANTE
0,59 tCO₂/ab

FABBISOGNO DI ENERGIA
70 mila tep (-75%)



100%

Energia prodotta da:
60% rete elettrica nazionale
31% idroelettrico
5% fotovoltaico
4% biometano*

*Incluye il potenziale da biometano per il trattamento di rifiuti organici generati in città

Scenario da consumi elettrici efficienti e rinnovabili. La città diventa una comunità energetica

Muoversi e abitare in una città carbon neutral, richiede che tutta l'energia necessaria a svolgere queste attività sia generata da fonti rinnovabili.

Certamente, nei prossimi anni, grazie alla spinta dell'accordo di Parigi e agli impegni assunti a livello Comunitario, il mix energetico nazionale vedrà incrementare sensibilmente la quota di energie rinnovabili, che oggi copre circa il 18% del fabbisogno di energia complessiva: un dato che, seppure importante, il più alto in Europa, negli ultimi anni ha sensibilmente rallentato la sua crescita.

Secondo **Italy for Climate**, l'iniziativa promossa dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile per l'attuazione di un'agenda italiana per il clima in linea con l'accordo di Parigi, per raggiungere **la neutralità carbonica al 2050 lo sviluppo delle rinnovabili richiederebbe un incremento medio di 2 Mtep ogni anno**, ossia quattro volte tanto rispetto alla crescita registrata negli ultimi anni.

Si tratta di uno sforzo ragguardevole, cui le città, in virtù dei loro elevati consumi energetici, sono chiamate a contribuire diventando delle **comunità energetiche**, dotandosi di reti di distribuzione smart e favorendo lo sviluppo di **progetti collaborativi** tra residenti, imprese, attività commerciali, per l'installazione di impianti per **l'autoproduzione e la condivisione di energia rinnovabile**.

Nello scenario di una Verona efficiente ed elettrificata nei consumi finali, al netto del potenziale di produzione rinnovabile già oggi disponibile (27,5 mila tep elettrici), arrivare alla **neutralità carbonica** significherebbe coprire un **fabbisogno residuo di elettricità rinnovabile** pari a 42 mila tep, o 490 GWh: un quantitativo addizionale di elettricità **pari a 13 volte la produzione fotovoltaica della città nel 2018**, che potrebbe essere generato con l'installazione di ulteriori 5 milioni di metri quadrati di impianti fotovoltaici, equivalente al 2,5% del territorio comunale.

Scenario da consumi elettrici efficienti e rinnovabili. La città diventa una comunità energetica



FABBISOGNO RESIDUO
DI ENERGIA

42 mila tep

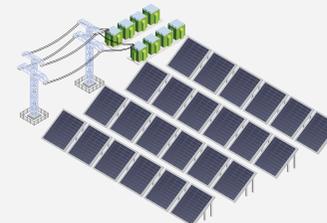


100%

NUOVA CAPACITÀ FOTOVOLTAICA EQUIVALENTE NECESSARIA:



13 volte la capacità
fotovoltaica già
installata sugli edifici



2,5% del territorio
comunale di
installazioni a terra

Bibliografia

- "The Global Risks 2020", World Economic Forum, 2020
- "Global Energy Transformation. The REmap transition pathway", IRENA, 2019
- "Renewable energy in cities", IRENA, 2016
- "World Energy Outlook 2018", IEA, 2018
- "Electrification of the transport system", EU Commission, 2017
- "Electric energy for smarter cities. The future of energy and mobility", World Economic Forum, 2018
- "Smart grid and renewables", IRENA, 2013
- "Global Energy System based on 100% renewable energy", Lut University & Energy Watch Group, 2019
- "Smart cities: digital solutions for a more livable future", McKinsey, 2018
- "Integrating solar energy in Rome's built environment: A perspective for distributed generation on global scale", R. Ciriminna et al., Advanced Sustainable Systems, 2018
- "Call for climate action", Italy 4 Climate Initiative, 2019
- "Linee guida per le green city", Green City Network, 2018
- "Terzo rapporto nazionale sulla sharing mobility", Osservatorio sharing mobility, 2018
- "Linee guida per la mobilità elettrica. Il futuro della mobilità sostenibile parte dai Comuni", Ancitel, 2017
- "15° rapporto sulla mobilità degli italiani", Isfort, 2018
- "Bilancio Energetico 2018", Comune di Verona
- "Bilancio 2018", Azienda Trasporti Verona
- "Linee guida per la presentazione del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) e dei rapporti di monitoraggio", EU Commission, Covenant of Mayors, 2014
- "Carta della Mobilità Edizione 2019", Azienda Trasporti Verona, 2019
- "Mobilità Urbana a Verona", Comune di Verona, 2012
- "Censimento Istat 2011"
- "Ecosistema urbano. Rapporto sulle performance ambientali delle città 2018", Legambiente, 2018
- "Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives", EEA, 2018
- "Well-to-wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context", EU Commission, JRC, 2014
- "Estimation of CO2 Emissions of Internal Combustion Engine Vehicle and Battery Electric Vehicle Using LCA", R. Kawamoto et al., Sustainability, 2018
- "On WTW and TTW specific energy consumption and CO2 emissions of conventional, series hybrid and fully electric buses", C. Villante et al., SAE International Journal of Alternative Powertrains, 2018

Bibliografia

- "Performance comparison of conventional, hybrid, hydrogen and electric urban buses using well to wheel analysis", J. Correa et al. Energy, 2017
- "Low-carbon cars in Italy: A socio-economic assessment", Cambridge Econometrics, 2018
- "Auto elettrica e decarbonizzazione", RSE, 2019
- "E-mobility revolution", The European House Ambrosetti, 2017
- "L'innovazione per i sistemi di mobilità elettrica. Esperienze ATM", ATM 2017
- "Fino all'ultimo chilometro - Speciale auto elettriche", Quattroruote, 2019
- "Libro bianco sull'auto elettrica", Cives, 2017
- "Rapporto Annuale Efficienza Energetica", ENEA 2019
- "Rapporto Efficienza Energetica", Confindustria, 2017
- "Edifici energeticamente efficienti", RSE, 2016
- "I condizionatori dell'aria: raffrescatori e pompe di calore", ENEA, 2015
- "Isolamento termico degli edifici", Provincia Autonoma di Trento, Ufficio risparmio energetico, 2007
- "Esiti di un confronto: Pompe di calore vs caldaie a condensazione", Aermec, 2008

Siti web consultati

www.verona.comune.it
www.agsm.it
www.pdc.minambiente.it
www.istat.it
www.fondazionevilupposostenibile.org
www.italyforclimate.org
www.greencitynetwork.it
www.aci.it
www.unioncameredelveneto.it
www.qualenergia.it
www.rienergia.it
www.ingenio-web.it
www.quattroruote.it
www.wsp.com
www.tesla.com
www.energycentral.com
www.euroserv-er.org
www.agenziacasaclima.it
www.rcinews.it



Studio realizzato dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile, in collaborazione con il Green City Network, su incarico del Gruppo AGSM AIM e Volkswagen Group Italia, con il patrocinio del Comune di Verona



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Via Garigliano 61 A - Roma

info@susdef.it - Tel. +39 06 84 14 815

www.fondazionevilupposostenibile.org