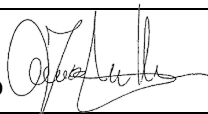


	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 1/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE

REV. 0	30/03/2025	Emissione	
REDAZIONE	Scenario Transizione Energetica	DATA 31/03/2025	FIRMA Francesco Maiello 
VERIFICA	Sviluppo Asset Energia Elettrica	DATA 31/03/2025	FIRMA Paolo Tedeschi 
APPROVAZIONE	Asset Management	DATA 31/03/2025	FIRMA Riccardo Pollini

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 2/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Indice

0	Executive Summary	7
1	Il panorama energetico.....	8
2	Modello di simulazione Scenario Energetico	10
2.1	Struttura del modello	10
2.2	Fattori di Cambiamento.....	11
2.3	Evoluzione dei consumi	14
3	Evoluzione dei consumi per Tipologia d'Uso	16
3.1	Riscaldamento Domestico	19
3.1.1	Definizione della baseline di riferimento	19
3.1.2	Definizione delle variabili evolutive.....	20
3.1.3	Definizione dei driver	20
3.1.4	Stima dei consumi to-be	21
3.1.5	Stima dello scenario evolutivo.....	22
3.2	Riscaldamento Non Domestico	25
3.2.1	Definizione della baseline	25
3.2.2	Definizione delle variabili evolutive.....	25
3.2.3	Definizione dei driver	26
3.2.4	Stima dei consumi to-be	26
3.2.5	Stima dello scenario evolutivo.....	27
3.3	Riscaldamento Acqua Calda Sanitaria	30
3.3.1	Definizione della baseline	30
3.3.2	Definizione delle variabili evolutive.....	30
3.3.3	Definizione dei driver	31
3.3.4	Stima dei consumi to-be	31
3.3.5	Stima dello scenario evolutivo.....	32
3.4	Processi Industriali.....	34
3.4.1	Definizione della baseline	34

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 3/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.4.2	Definizione delle variabili evolutive.....	34
3.4.3	Definizione dei Driver.....	35
3.4.4	Stima dei consumi to-be	35
3.4.5	Stima dello scenario evolutivo.....	35
3.5	Mobilità Pubblica.....	38
3.5.1	Definizione della baseline	38
3.5.2	Definizione delle variabili evolutive.....	38
3.5.3	Definizione dei driver	39
3.5.4	Stima dei consumi to-be	39
3.5.5	Stima dello scenario evolutivo.....	40
3.6	Mobilità Privata	42
3.6.1	Definizione della baseline	42
3.6.2	Definizione delle variabili evolutive.....	43
3.6.3	Definizione dei driver	43
3.6.4	Stima dei consumi to-be	44
3.6.5	Stima dello scenario evolutivo.....	44
3.7	Cucina	49
3.7.1	Definizione della baseline	49
3.7.2	Definizione delle variabili evolutive.....	49
3.7.3	Definizione dei driver	50
3.7.4	Stima dei consumi to-be	50
3.7.5	Stima dello scenario evolutivo.....	51
3.8	Energia Domestica e Non Domestica.....	52
3.8.1	Definizione della baseline	53
3.8.2	Definizione delle variabili evolutive.....	53
3.8.3	Definizione dei driver	54
3.8.4	Stima dei consumi to-be	54
3.8.5	Stima dello scenario evolutivo.....	55
3.9	Produzione e Autoconsumo	56
3.9.1	Definizione della baseline	57

I contenuti del presente documento sono riservati ai loro destinatari e di proprietà del Gruppo Hera. Ogni divulgazione, riproduzione, distribuzione non autorizzata o non conforme alle finalità è proibita, anche ai sensi dell'art. 2043 del Codice civile e dell'art. 167 del d.lgs. 196/2003.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 4/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.9.2	Definizione delle variabili evolutive.....	58
3.9.3	Definizione dei Driver.....	58
3.9.4	Stima dei consumi to-be	59
3.9.5	Stima dello scenario evolutivo.....	59
4	Evoluzione del picco	61
4.1	Costruzione delle curve di potenza elettrica annuali.....	61
4.2	Evoluzione delle curve per gli anni di riferimento 2030-2050.....	62
4.3	Curve di potenza giornaliera nel giorno di picco massimo.....	64
4.3.1	Area Imola	65
4.3.2	Area Modena Appennino	67
4.3.3	Area Modena Pianura	69

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 5/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Lista delle figure:

Figura 1 - Vettori energetici ed usi finali inclusi nel modello.....	12
Figura 2 - Fattori di cambiamento per uso con vettore energetico di riferimento	13
Figura 3 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica, gas e teleriscaldamento con percentuali di cambiamento per tutto il perimetro di INRETE distribuzione.	14
Figura 4 - Sintesi dei Consumi AS-IS (2023), attesi al 2030 ed al 2050	14
Figura 5 - Consumi elettrici nei tre anni di riferimento	15
Figura 6 - Consumi di gas nei tre anni di riferimento	15
Figura 7 - Consumi di teleriscaldamento nei tre anni di riferimento	15
Figura 8 – Evoluzione dei consumi totali di energia (gas, energia elettrica, teleriscaldamento) tra il 2023 ed il 2050 per uso finale	17
Figura 9 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica tra il 2023 ed il 2050 per uso finale.....	17
Figura 10 - Evoluzione dei consumi di gas tra il 2023 ed il 2050 per uso finale	18
Figura 11 - Evoluzione dei consumi di TLR tra il 2023 ed il 2050 per uso finale	18
Figura 12 - Esempio di calcolo di abitazione che cambia caldaia da gas ad elettrica	21
Figura 13 - Consumi di energia elettrica e gas per il riscaldamento domestico	23
Figura 14 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per il riscaldamento non domestico	28
Figura 15 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per l'acqua calda sanitaria	32
Figura 16 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per i processi industriali	37
Figura 17 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e idrogeno per la mobilità pubblica	41
Figura 18 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e metano per la mobilità privata	47
Figura 19 - Evoluzione del prelievo di energia elettrica in base al luogo di ricarica.....	48
Figura 20 - Evoluzione del numero di abitazioni.....	51
Figura 21 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per la cucina	52
Figura 22 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica domestica e non domestica	55
Figura 23 - Curva di potenza del gas	62
Figura 24 - Curva di potenza dell'energia elettrica	63
Figura 25 - Profilo orario del giorno di massimo picco elettrico per il territorio di Imola.....	65
Figura 26 - Profilo orario del giorno di massimo picco gas per il territorio di Imola	66

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 6/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Figura 27 - Profilo orario del giorno di massimo picco elettrico per il territorio di Modena - zona appennino.....	67
Figura 28 - Profilo orario del giorno di massimo picco gas per il territorio di Modena - zona appennino	68
Figura 29 - Profilo orario del giorno di massimo picco elettrico per il territorio di Modena - zona pianura.....	69
Figura 30 - Profilo orario del giorno di massimo picco gas per il territorio di Modena - zona pianura	70

Lista delle tabelle:

Tabella 1 - Valori di sintesi dei consumi stimati per il riscaldamento domestico	22
Tabella 2 - Valori di sintesi dei consumi stimati per il riscaldamento non domestico.....	27
Tabella 3 -Valori di sintesi dei consumi stimati per l'acqua calda sanitaria	32
Tabella 4 - Percentuali di decremento dei consumi di GAS per i processi industriali	36
Tabella 5 - Percentuali di decremento dei consumi EE per i processi industriali.....	36
Tabella 6 - incidenza autobus al 2030 e 2050 per categoria di autobus	40
Tabella 7 - Percentuali attese di automobili al 2030 e 2050	44
Tabella 8 - Percentuali attese di motocicli al 2030 e 2050	45
Tabella 9 – Impatto sui consumi della mobilità sostenibile e smart working.....	45
Tabella 10 – Incidenza al 2030 e 2050 dei luoghi di ricarica per tipologia di ricarica	45
Tabella 11 – Differenze tra la potenza richiesta nei casi con e senza autoconsumo	59

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 7/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

0 Executive Summary

Il presente documento di scenario energetico territoriale è strutturato in quattro capitoli.

Il primo capitolo descrive il contesto energetico e i macro-trend nei quali opera INRETE, evidenziando la necessità di potenziare le reti di distribuzione per supportare la transizione energetica, anticipando le necessità dei territori, prevedendo l'integrazione delle fonti rinnovabili e garantendo, sicurezza, efficienza e resilienza agli utenti della rete. Il PNRR è l'elemento cardine che incentiva investimenti per la decarbonizzazione e in direzione di questi ingenti capitali INRETE adotta strategie innovative basate sulla digitalizzazione, l'economia circolare e le nuove tecnologie. Gli obiettivi principali includono il miglioramento della rete, l'uso di tecnologie smart e l'ampliamento delle infrastrutture.

Il secondo capitolo descrive il modello di cui si è dotata INRETE che seguendo i criteri generali condivisi dai DSO ed illustrati a riscontro dell'articolo 61 comma 3 della delibera 617/2023 come modificata dalla delibera 392/2024, declina territorialmente le attese di sviluppo dello scenario energetico nazionale costituendo un modello di analisi dei dati e della penetrazione della transizione energetica nel territorio servito, e stimando localmente i fabbisogni e l'evoluzione dei consumi energetici fino al 2050, al fine di costruire una base di riferimento per le analisi e le pianificazioni strategiche. Le previsioni future della domanda vedono una crescita nei consumi di energia elettrica e una contestuale riduzione nell'uso del gas, in un quadro generale di efficientamento del sistema con un passaggio graduale ma continuo verso soluzioni più sostenibili e meno energivore.

Il terzo capitolo illustra la declinazione puntuale di tutti gli elementi di input, driver e fattori di cambiamento che alimentano il modello di analisi stimando l'evoluzione dei consumi energetici fino al 2050. Nello specifico si combinano dati storici, l'evoluzione tecnologica ed efficienza energetica. L'analisi si articola in cinque fasi, quali: l'identificazione della baseline, identificazione delle variabili evolutive, la stima dei consumi futuri e la costruzione dello scenario evolutivo atteso.

Il quarto capitolo illustra l'evoluzione delle curve di consumo orarie basandosi sull'analisi dei dati storici e proiettando le curve as-is nelle annualità future sulla base dei consumi attesi per le medesime annualità. L'analisi dei dati evidenzia che ad una riduzione della potenza di picco del GAS, nello stesso periodo, si contrappone un sensibile aumento della potenza elettrica.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 8/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

1 Il panorama energetico

Definire una visione prospettica degli scenari energetici intercettando le future tendenze richiede necessariamente un'analisi del quadro generale che ha coinvolto e sta coinvolgendo i territori nei quali INRETE Distribuzione energia S.p.A. opera come distributore elettrico.

I rapidi cambiamenti nel settore energetico, influenzati da fattori globali come la crisi climatica e le politiche energetiche europee, impongono una nuova riflessione sul ruolo della rete di distribuzione al fine di poter affrontare le sfide della transizione energetica, garantendo altresì che le infrastrutture siano pronte a supportare una crescente domanda di energia e a connettere i nuovi impianti di produzione a fonti rinnovabili.

Gli eventi calamitosi e le dinamiche globali degli ultimi anni hanno profondamente mutato il contesto nel quale agiscono i distributori energetici e pertanto, la pianificazione degli investimenti nella rete di distribuzione, cuore pulsante ed elemento cardine della transizione ecologica, diventa sempre più essenziale. Tali investimenti saranno pertanto finalizzati a infrastrutturare e rafforzare un nuovo sistema di utilizzo dell'energia, in ogni ambito.

Uno degli elementi che sta favorendo il new deal ecologico degli Stati europei è il PNRR. Grazie al suo impatto economico su progetti di economia circolare, ha trovato applicazione anche in iniziative ed azioni volte a favorire la decarbonizzazione, innescando un volano capace di supportare e, ove possibile di anticipare, i cambiamenti della domanda in termini di utilizzo e consumi.

A livello nazionale, l'arrivo di ingenti risorse pubbliche ha incentivato anche investimenti privati, diversificando le necessità in ogni ambito, da quello sociale a quello produttivo, passando anche per la mobilità. Le infrastrutture energetiche, quindi, saranno il mezzo fondamentale per accompagnare i nuovi scenari in un contesto in continuo ed inedito cambiamento, che dovrà accogliere le crescenti domande di energia e di produzione in una realtà caratterizzata da una crescente produzione diffusa.

In virtù del quadro generale e delle prospettive sociali ed economiche, ne consegue che, più che in passato, la necessità di investire oculatamente nelle reti è un obiettivo primario a più livelli e di interesse pubblico.

Il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione passerà anche attraverso elementi complementari quali:

- Digitalizzazione e intelligenza artificiale che consentiranno una migliore gestione ed efficienza delle reti in ottica manutentiva, predittiva e di servizi di flessibilità.
- Progressivo ingresso e miglioramento di nuove tecnologie nel campo delle rinnovabili e nello stoccaggio dell'energia che consentirà di decentralizzare il sistema elettrico a favore di uno distribuito.
- Integrazione delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER), tra i due vettori energetici principali anche grazie allo sviluppo delle tecnologie degli elettrolizzatori o della produzione di green gas in generale che costituiranno uno degli anelli di congiunzione.

INRETE si allinea con le ambizioni europee in ambito di decarbonizzazione e riduzione dei gas serra, favorendo la generazione distribuita mediante la connessione di impianti ad energie rinnovabili e

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 9/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

avviando una importante sperimentazione che prevede test di immissione di idrogeno nel vettore gas a percentuali crescenti al fine di poter arrivare un domani alla creazione di un nuovo mix energetico;

Con l'intenzione di adottare un modello selettivo degli investimenti a favore delle esigenze dei Territori e degli stakeholder, INRETE si è dotata di uno strumento di analisi di scenario che consenta uno studio approfondito dei dati volto a intercettare l'incremento atteso della domanda per ogni tipologia di vettore energetico.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 10/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

2 Modello di simulazione Scenario Energetico

INRETE di è dotata di un modello di simulazione che consenta di analizzare l'evoluzione, nei territori di riferimento della società, della domanda di energia elettrica (EE), gas naturale (GAS) e teleriscaldamento (TLR) su un arco temporale che si estende fino al 2050. La baseline del modello è rappresentata dai consumi attuali 2023 suddivisi per usi finali. La stessa viene fatta evolvere attraverso l'applicazione di diversi driver, ottenendo grazie al modello una stima dei futuri fabbisogni energetici.

L'obiettivo del modello è quindi quello di supportare analisi energetiche e pianificazioni strategiche, valutando l'impatto di cambiamenti tecnologici, misure di efficienza energetica e trasformazioni infrastrutturali nel tempo.

2.1 Struttura del modello

Il modello di analisi della domanda energetica si basa su una matrice di relazione tra vettori energetici e usi finali, che permette di stimare l'evoluzione dei consumi nei diversi settori.

La stima viene effettuata considerando tre principali vettori energetici:

- Gas naturale
- Energia elettrica
- Teleriscaldamento

Questi vettori forniscono energia per diversi usi finali, tra cui il riscaldamento domestico e non domestico, l'acqua calda sanitaria, la cucina, la mobilità e i processi industriali.

Il modello incorpora i principali fattori di cambiamento che influenzano la domanda energetica nel tempo, come:

- L'evoluzione delle tecnologie (es. maggiore diffusione delle pompe di calore e delle caldaie a condensazione).
- L'efficienza degli edifici (miglioramenti nell'isolamento e nella gestione dei consumi).
- L'espansione del teleriscaldamento, che modifica la ripartizione dell'energia utilizzata per il riscaldamento.
- L'elettrificazione progressiva in settori come la mobilità e i processi industriali.

L'analisi permette quindi di stimare il fabbisogno energetico futuro e di valutare l'impatto delle diverse politiche di decarbonizzazione e di transizione energetica, offrendo un quadro chiaro delle trasformazioni prevedibili per i consumi finali.

Inoltre, dal momento che l'energia rinnovabile impiega e impiegherà un ruolo sempre più centrale, il modello incorpora il fenomeno dell'autoconsumo sottraendolo dal fabbisogno energetico complessivo. Questo permette di calcolare i consumi finali netti.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 11/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Infine, Il modello non include la produzione di idrogeno tramite elettrolizzatori, concentrandosi esclusivamente sulla stima della domanda energetica per i settori analizzati senza considerare scenari di conversione dell'elettricità in idrogeno.

2.2 Fattori di Cambiamento

Nel modello, i fattori di cambiamento rappresentano le variabili che influenzano l'evoluzione della domanda energetica nei diversi settori di utilizzo finale.

Questi fattori determinano la trasformazione dei consumi nel tempo, agendo su tre principali vettori energetici: elettricità, gas e teleriscaldamento.

I principali fattori di cambiamento considerati includono:

- Transizione tecnologica (es. diffusione delle pompe di calore, incremento del teleriscaldamento, crescita delle cucine a induzione).
- Efficientamento energetico (es. miglioramento delle prestazioni degli edifici che migliorano la propria classe energetica).
- Elettrificazione dei consumi (es. sostituzione di impianti a gas con soluzioni elettriche, sviluppo della mobilità elettrica).
- Autoproduzione e autoconsumo (es. maggiore utilizzo di energia prodotta da impianti fotovoltaici).
- Cambiamenti infrastrutturali (es. espansione del teleriscaldamento e introduzione di sistemi di gestione dei consumi).

La Figura 1 sintetizza l'impatto dei vari fattori di cambiamento sui diversi vettori energetici in modo differenziato per ogni tipologia di uso finale.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 12/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Usi finali							
Vettori energetici	Riscaldamento domestico	Riscaldamento non domestico	Acqua calda sanitaria	Elettrodomestici luce e condizionatori	Cucina	Mobilità	Processi produttivi
	↓ Efficienza edifici ↑ Popolazione ↓ Espansione TLR ↓ Pompe di calore EE ↓ Pompe di calore Gas ↓ Caldaie a condensazione	↓ Efficienza edifici ↑ Popolazione ↓ Espansione TLR ↓ Pompe di calore EE ↓ Pompe di calore Gas ↓ Caldaie a condensazione	↑ Popolazione ↓ Espansione TLR ↓ Pompe di calore EE ↓ Pompe di calore Gas ↓ Caldaie a condensazione	N/A	↓ Popolazione ↓ Cucine induzione	↑ Popolazione ↓ Smart mobility ↑ Mobilità gas	↓ Elettrificazione/idrogenazione dei processi ↓ Efficienza processi produttivi
	↓ Efficienza edifici ↓ Popolazione ↓ Flessibilità dei servizi (incl. Batterie) ↑ Pompe di calore EE ↓ FV (+ batterie)	↓ Efficienza edifici ↓ Popolazione ↓ Flessibilità dei servizi (incl. Batterie) ↑ Pompe di calore EE ↓ FV (+ batterie)	↑ Popolazione ↓ Flessibilità dei servizi (incl. Batterie) ↓ FV (+ batterie)	↑ Popolazione ↓ Condizionatori ↓ Efficienza edifici ↓ Gestione consumi ↓ Flessibilità dei servizi (incl. Batterie) ↓ FV (+ batterie)	↑ Popolazione ↓ Flessibilità dei servizi (incl. Batterie) ↑ Cucine induzione ↓ FV (+ batterie)	↑ Popolazione ↓ Smart mobility ↓ Flessibilità dei servizi (incl. Batterie) ↑ Mobilità elettrica	↑ Elettrificazione dei processi ↓ Efficienza processi ↓ FV (+ batterie)
	↓ Efficienza edifici ↑ Espansione TLR ↑ Popolazione	↓ Efficienza edifici ↑ Espansione TLR	↑ Espansione TLR ↑ Popolazione	N/A	N/A	N/A	N/A
	↓ Efficienza edifici ↑ FV (+ batterie)	↓ Efficienza edifici ↑ FV (+ batterie)	↑ FV (+ batterie)	↓ Efficienza edifici ↑ FV (+ batterie)	↑ FV (+ batterie)	↑ FV (+ batterie)	↓ Efficienza processi ↑ FV (+ batterie)

LEGENDA
 Fattori di cambiamento che impattano sulla domanda di servizi finali
 Fattori di cambiamento che impattano sul mix di vettori
 Fattori di cambiamento che impattano solo sulla capacità della rete

Figura 1 - Vettori energetici ed usi finali inclusi nel modello

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 13/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

La Figura 2 mostra una matrice che collega i fattori di cambiamento ai diversi usi finali, evidenziando quali ambiti energetici vengono impattati. Ogni fattore può portare a un incremento o a una riduzione dei consumi, a seconda della sua natura e dell'evoluzione tecnologica prevista nel modello.

Fattore di cambiamento per uso finale e vettore	Vettore energetico	Riscaldamento domestico	Riscaldamento non domestico	Acqua calda sanitaria	Elettrodomestici luce e condizionatori	Cucina	Mobilità	Processi produttivi
FV (autoconsumo)	⚡							
Popolazione	⚡ ⬇️ ⚡⚡⚡							
Mobilità elettrica	⚡							
Mobilità gas	⬇️							
Mobilità idrogeno								
Autonomia veicoli	⚡ ⬇️							
Mix energetico TPL	⚡ ⬇️							
Smart mobility	⚡ ⬇️							
Efficienza energetica (edifici)	⚡ ⬇️ ⚡⚡⚡							
Pompe di calore EE	⚡ ⬇️							
Caldaie a condensazione	⚡ ⬇️ ⚡⚡⚡							
Caldaie a gasolio	⚡ ⬇️ ⚡⚡⚡							
Pompe di calore Gas	⬇️							
Espansione TLR	⚡ ⬇️ ⚡⚡⚡							
Cucina a induzione	⚡ ⬇️							
Gestione consumi (Appliance)	⚡							
Condizionatori	⚡							
Efficienza processi	⚡ ⬇️							
Elettrificazione processi	⚡ ⬇️							
Idrogenazione processi	⬇️							

⚡ Elettricità ⬇️ Gas ⚡⚡⚡ TLR Usato finale impattato Usato finale non impattato

Figura 2 - Fattori di cambiamento per uso con vettore energetico di riferimento

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 14/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

2.3 Evoluzione dei consumi

L'analisi dei consumi energetici fino al 2050 mostra una riduzione della domanda di gas e un incremento dell'uso di energia elettrica, riflettendo la transizione verso un sistema energetico di elettrificazione dei consumi. A titolo illustrativo si riporta di seguito l'evoluzione del profilo dei consumi nei territori gestiti da INRETE, suddiviso per energia elettrica, gas e teleriscaldamento.

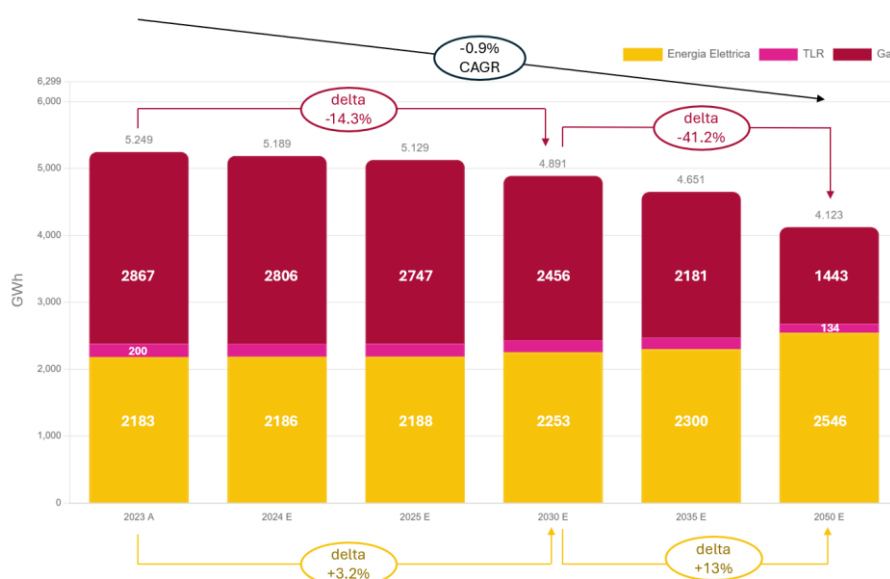


Figura 3 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica, gas e teleriscaldamento con percentuali di cambiamento per tutto il perimetro di INRETE distribuzione.

Il grafico è riassunto, nei suoi valori principali agli anni di riferimento 2030 e 2050, nelle tabelle di seguito:

Consumi 2023 5.249 GWh				di cui EE 2.183 GWh				di cui Gas 268 MSmc				di cui TLR 199 GWh			
	2023	2030	2050		2023	2030	2050		2023	2030	2050		2023	2030	2050
Consumi	5.249	4.891	4.123	Consumi	2.183	2.253	2.546	Consumi	268	230	135	Consumi	199	182	134
%Δ	+1,2%	-5,7%	-20,5%	%Δ	-0,1%	+3,1%	+16,5%	%Δ	+2,2%	-12,5%	-48,6%	%Δ	+1,3%	-7,5%	-31,9%

Figura 4 - Sintesi dei Consumi AS-IS (2023), attesi al 2030 ed al 2050

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 15/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Energia Elettrica (EE)

Il consumo di energia elettrica è atteso in crescita del 16,5% tra il 2023 e il 2050, passando da 2183 GWh nel 2023 a 2.546 GWh nel 2050. Tale incremento stimato è legato all'elettificazione degli usi finali, con una progressiva sostituzione delle tecnologie basate su combustibili fossili con soluzioni elettriche più efficienti. Il trend mostra una crescita costante nel tempo.

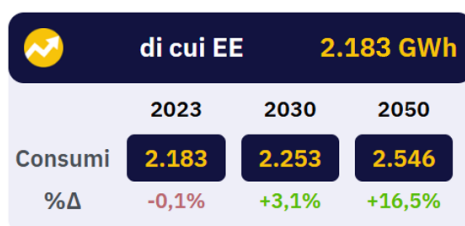


Figura 5 - Consumi elettrici nei tre anni di riferimento

Gas

Il consumo di gas diminuisce del 49% tra il 2023 e il 2050, passando da 268 MSmc nel 2023 a 135 MSmc nel 2050. Il calo stimato è dovuto alla sostituzione progressiva delle tecnologie a gas con alternative elettriche, come le pompe di calore e alla maggiore efficienza degli edifici.

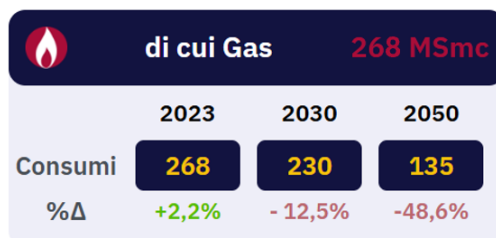


Figura 6 - Consumi di gas nei tre anni di riferimento

Teleriscaldamento

Il consumo di teleriscaldamento subisce un calo di circa il 32% tra il 2023 e il 2050, passando da 199 GWh a 134 GWh. Questa riduzione è legata principalmente alla progressiva sostituzione di tecnologie centralizzate a gas con soluzioni elettriche più efficienti (come le pompe di calore), all'aumento dell'efficienza degli edifici e al conseguente minor fabbisogno di calore.



Figura 7 - Consumi di teleriscaldamento nei tre anni di riferimento

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 16/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3 Evoluzione dei consumi per Tipologia d'Uso

In questa sezione, si approfondisce il meccanismo di calcolo utilizzato dal modello per stimare l'evoluzione dei consumi energetici in base ai diversi usi finali.

L'approccio adottato per i calcoli combina dati storici, parametri di evoluzione tecnologica ed efficienza energetica, oltre a scenari di crescita definiti dal DSO, per fornire previsioni attendibili sulla domanda energetica fino al 2050.

Per ciascun uso finale viene seguito lo stesso framework di analisi che prevede cinque step:

- **definizione della baseline:** definizione dei consumi iniziali per ciascun uso in base ai dati storici ed alle tecnologie attualmente in uso
- **definizione delle variabili evolutive:** identificazione dei fattori che hanno impatto sui fabbisogni energetici futuri
- **definizione dei driver da applicare:** identificazione dei driver che verranno applicati alla baseline per stimare la domanda futura di energia
- **stima dei consumi to-be:** identificazione degli step logici propedeutici all'elaborazione delle stime
- **stima dello scenario evolutivo:** definizione dei principali driver utilizzati per la costruzione dello scenario di riferimento e stima dei consumi

Nelle sezioni seguenti, analizzeremo in dettaglio ciascuno step del framework di analisi per ciascun uso, evidenziando gli input richiesti, le logiche di calcolo adottate e gli output prodotti.

Ciò consentirà di comprendere il modo in cui i consumi energetici vengono modellati e come il sistema sia in grado di simulare diversi scenari evolutivi.

Come quadro di sintesi delle analisi meglio dettagliate nel seguito, si riportano le rappresentazioni grafiche del cambiamento atteso del profilo dei consumi dal 2023 al 2050 evidenziando l'evoluzione del consumo energetico (complessivo, solo elettrico, solo gas o solo teleriscaldamento) e gli impatti positivi e negativi prodotti da ciascun uso finale e per i vari vettori energetici.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 17/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Evoluzione dei consumi totali

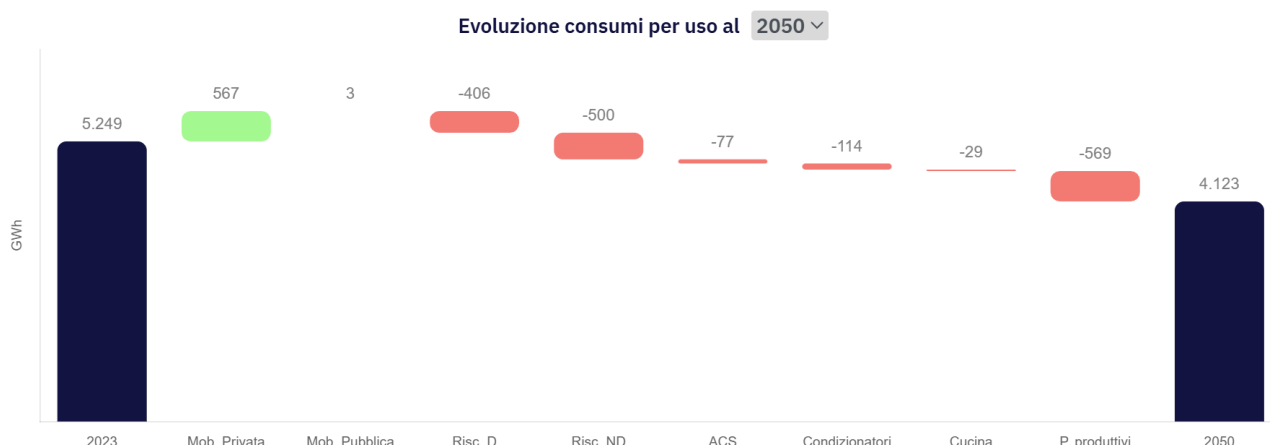


Figura 8 – Evoluzione dei consumi totali di energia (gas, energia elettrica, teleriscaldamento) tra il 2023 ed il 2050 per uso finale

In figura 8 si evidenziano i diversi impatti prospettici dei vari usi energetici finali caratterizzati da una crescita dei consumi connessi alla mobilità elettrica e da un efficientamento dei consumi nel Residenziale, terziario e nei processi produttivi accompagnato da uno switch tra i vettori energetici di riferimento.

Dettaglio evoluzione dei consumi energia elettrica

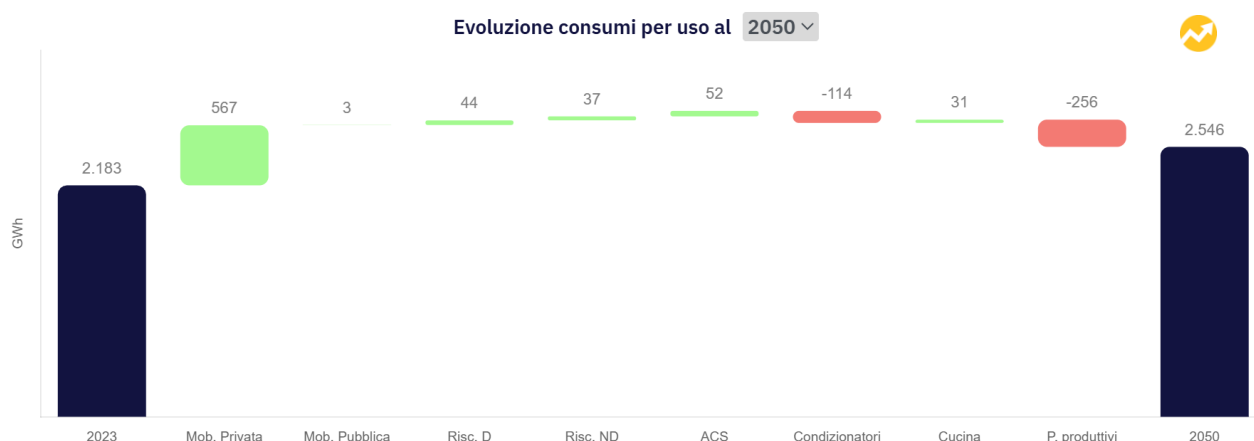


Figura 9 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica tra il 2023 ed il 2050 per uso finale

Nella figura 9 è sintetizzata l'evoluzione attesa dei consumi elettrici che coerentemente a quanto mostrato dalla figura precedente sono caratterizzati dall'impatto della mobilità elettrica e dal progressivo trend di sostituzione del vettore gas da parte del vettore elettrico

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 18/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Dettaglio evoluzione dei consumi di gas

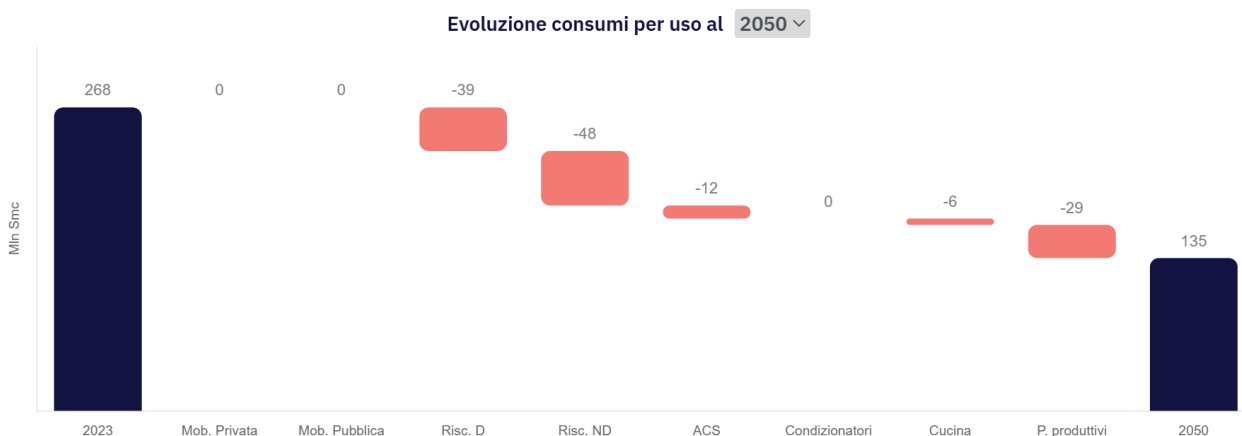


Figura 10 - Evoluzione dei consumi di gas tra il 2023 ed il 2050 per uso finale

Nella Figura 10 è evidenziato il calo atteso del vettore gas, significativo in quasi tutti i settori, dovuto al passaggio a soluzioni elettriche (pompe di calore, induzione ecc.) e alla riduzione dei fabbisogni termici per efficientamento dei sistemi di riscaldamento e dei processi industriali.

Dettaglio evoluzione dei consumi per il teleriscaldamento

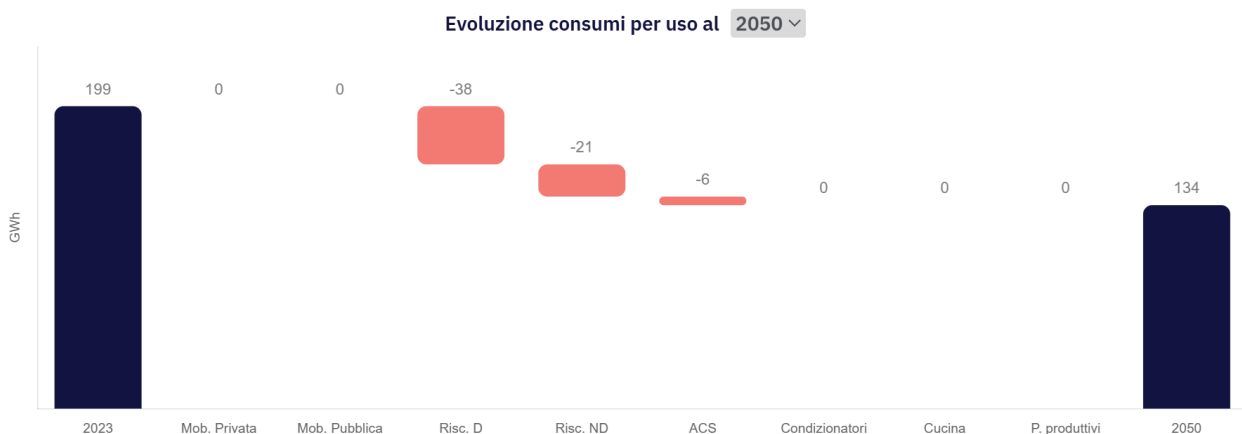


Figura 11 - Evoluzione dei consumi di TLR tra il 2023 ed il 2050 per uso finale

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 19/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Anche per il Teleriscaldamento si nota nella Figura 11 un decremento, collegabile all'ulteriore efficientamento degli edifici e alla ipotizzabile diffusione di tecnologie di riscaldamento individuali/elettriche.

3.1 Riscaldamento Domestico

Il modello di previsione dei consumi per il riscaldamento domestico simula l'evoluzione della domanda di energia nel settore residenziale considerando diversi fattori:

- lo stato attuale del parco edilizio, ossia il numero di abitazioni esistenti e le tecnologie di riscaldamento installate
- le caratteristiche energetiche degli edifici, come il livello di efficienza delle caldaie, delle pompe di calore e del teleriscaldamento
- i consumi storici di gas ed elettricità destinati al riscaldamento
- le previsioni di evoluzione tecnologica e infrastrutturale, tra cui la diffusione di sistemi più efficienti e la crescita del teleriscaldamento

Il calcolo della domanda energetica avviene attraverso due passaggi principali:

1. Determinazione del mix tecnologico di riscaldamento, ovvero la suddivisione tra caldaie a gas tradizionali, caldaie a condensazione, pompe di calore elettriche, pompe di calore a gas e teleriscaldamento.
2. Evoluzione dei consumi nel tempo, che dipende dalla sostituzione degli impianti esistenti con soluzioni più efficienti, dall'aumento dell'efficienza degli edifici grazie alle ristrutturazioni e dall'incremento del numero di abitazioni.

3.1.1 Definizione della baseline di riferimento

La baseline viene definita in base a diversi dati storici acquisiti da database interni e sistemi di monitoraggio che includono:

- consumi energetici totali per il riscaldamento (gas, teleriscaldamento)
- distribuzione delle tecnologie di riscaldamento nelle abitazioni, ossia la quota di edifici riscaldati con caldaie tradizionali, caldaie a condensazione, pompe di calore o teleriscaldamento
- efficienza media degli impianti, che influisce direttamente sulla quantità di energia richiesta per soddisfare il fabbisogno termico
- stima del numero di abitazioni esistenti, utilizzata per determinare il consumo medio per unità abitativa

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 20/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- Efficienza energetica degli edifici, utilizzata assieme al rendimento degli impianti di riscaldamento per stabilirne i consumi. In particolare, il mix degli edifici è definito sulla base degli Attestati di Prestazione Energetica (APE) rilasciati in Emilia-Romagna.

Il punto di partenza utilizzato per valutare l'efficienza degli edifici è stato il Catasto Energetico SACE, un sistema digitale istituito dalla Regione Emilia-Romagna che raccoglie e gestisce in maniera centralizzata tutti gli APE emessi sul territorio. Ogni APE fornisce informazioni dettagliate sulla prestazione energetica dell'edificio, come l'indice EP (espresso in kWh/m²/anno), la classe energetica (da A4 a G – dove A4 è l'edificio più efficiente e G il meno), le caratteristiche dell'involucro edilizio e il rendimento degli impianti di riscaldamento. Questi dati ufficiali e aggiornati permettono di definire con precisione il mix degli edifici, evidenziando la distribuzione delle diverse classi energetiche e, di conseguenza, di stimare il consumo energetico medio per unità abitativa.

3.1.2 Definizione delle variabili evolutive

Il fabbisogno energetico prospettico del settore residenziale tiene conto delle seguenti tre variabili:

1. transizione tecnologica
 - progressiva sostituzione degli impianti di riscaldamento meno efficienti con nuove tecnologie
 - evoluzione della quota di abitazioni collegate al teleriscaldamento
 - maggiore penetrazione delle pompe di calore nei nuovi edifici
2. efficienza energetica
 - ristrutturazioni e isolamento funzionali alla riduzione dei consumi specifici per abitazione
 - miglioramento dell'efficienza media degli impianti di riscaldamento
3. aumento del parco edilizio
 - crescita del numero di abitazioni nel tempo che ha impatti sul fabbisogno totale di energia

3.1.3 Definizione dei driver

La previsione di consumi, dunque, si basa sull'applicazione dei seguenti driver:

- tasso di crescita delle abitazioni: rappresenta l'aumento del numero di unità abitative nei prossimi decenni
- tasso di ristrutturazione edilizia: incide sull'efficienza energetica del patrimonio edilizio e sulla conseguente riduzione dei consumi per gli impianti di riscaldamento
- penetrazione delle pompe di calore: permette di stimare l'elettrificazione progressiva del riscaldamento
- aumento della copertura del teleriscaldamento: determina la progressiva riduzione del consumo di gas naturale

Applicando tali driver, il modello simula l'evoluzione della domanda energetica prevedendo una progressiva sostituzione delle tecnologie più obsolete con quelle più efficienti.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 21/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Ad esempio, se il tasso di diffusione delle pompe di calore viene ipotizzato in crescita, il consumo di gas naturale diminuirà nel tempo a favore dell'energia elettrica. Allo stesso modo, un aumento della percentuale di edifici collegati al teleriscaldamento ridurrà la domanda di gas per il riscaldamento domestico.

3.1.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver identificati alla baseline permette al modello di calcolare la domanda di energia prospettica effettuando i seguenti passaggi:

1. determinazione del fabbisogno totale di energia termica, considerando la superficie abitativa totale e il fabbisogno termico specifico per metro quadro
2. calcolo del consumo di energia primaria per ogni vettore energetico, dividendo il fabbisogno termico per il rendimento medio degli impianti
3. ripartizione del consumo tra gas, elettricità e teleriscaldamento, in base alla penetrazione delle diverse tecnologie

Poiché i dati di input non forniscono direttamente il consumo di energia elettrica per il riscaldamento, il modello effettua il calcolo partendo dal consumo di gas. In particolare, viene determinato il consumo medio di gas per abitazione e successivamente convertito in un consumo equivalente di energia elettrica, tenendo conto del rendimento degli impianti. Questo processo permette di stimare quanta elettricità sarebbe necessaria per fornire lo stesso apporto termico di un impianto a gas, adattando il calcolo all'efficienza delle pompe di calore o delle caldaie elettriche.

Esempio pratico

Supponiamo che un'abitazione con un impianto a gas consumi 10.000 kWh di energia termica all'anno.

- Se la caldaia a gas ha un'efficienza dell'85%, il consumo effettivo di gas sarà:

$$10.000 \div 0,85 = 11.765 \text{ kWh di gas}$$

- Se la stessa abitazione passasse a una **pompa di calore elettrica** con un coefficiente di prestazione (COP) di 3,5 (cioè per ogni kWh elettrico consumato, fornisce 3,5 kWh di calore), il consumo elettrico necessario per generare lo stesso calore sarebbe:

$$10.000 \div 3,5 = 2.857 \text{ kWh di elettricità}$$

Figura 12 - Esempio di calcolo di abitazione che cambia caldaia da gas ad elettrica

Se nel corso del tempo il numero di edifici collegati al teleriscaldamento cresce e la quota di pompe di calore aumenta, il consumo di gas naturale diminuirà gradualmente, mentre la domanda di elettricità aumenterà.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 22/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.1.5 Stima dello scenario evolutivo

Sulla base delle considerazioni effettuate nei precedenti paragrafi, di seguito si riporta la sintesi dell'evoluzione dei consumi stimata e delle principali assunzioni effettuate

Sintesi dei consumi stimati

Tabella 1 - Valori di sintesi dei consumi stimati per il riscaldamento domestico

Voci	UoM	As-is	2030	2050
Unità abitative con pompe di calore elettriche	#	~ 5.500	~21.000	~73.000
Evoluzione consumi totali riscaldamento domestico	GWh - EE	4.7	23.3	48.6
	MSmc - Gas	65.8	54.4	27.3
Distribuzione consumi per classe energetica nel riscaldamento domestico	% Alta	7.19%	11.8%	27%
	% Media	28,8%	32,2%	43,6%
	% Bassa	64%	56%	29,3%

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 23/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

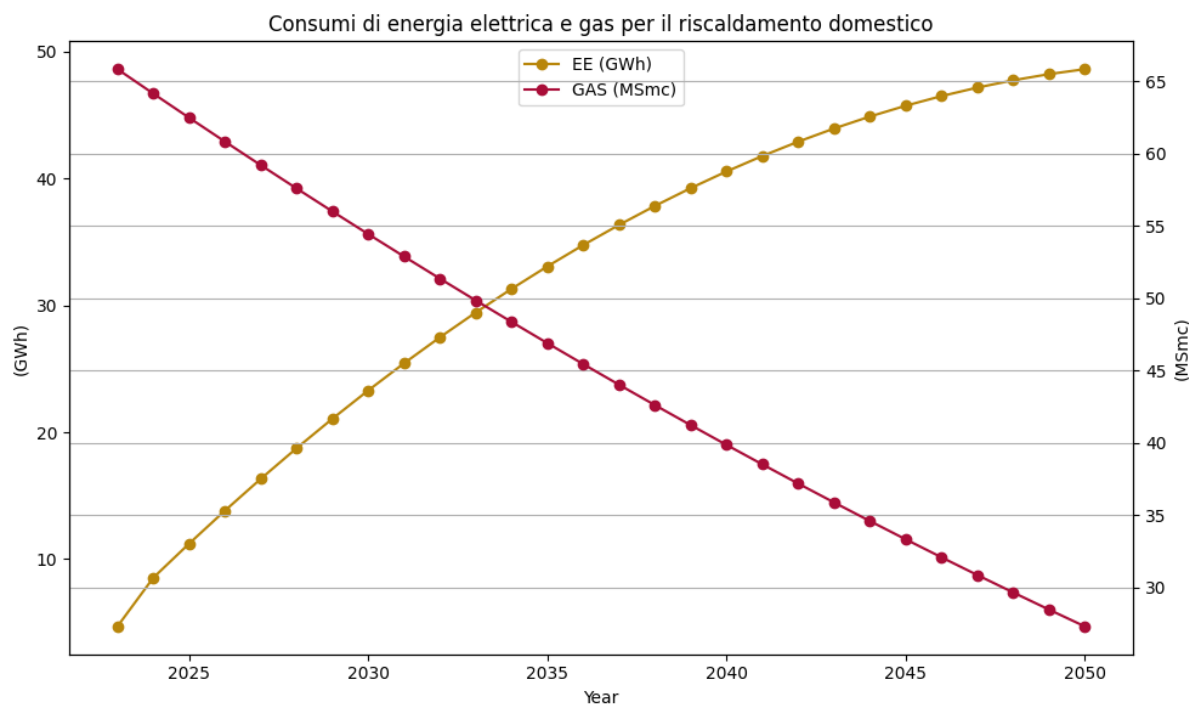


Figura 13 - Consumi di energia elettrica e gas per il riscaldamento domestico

Sintesi delle assunzioni effettuate

- **Tasso di crescita delle abitazioni:** Il modello assume una crescita costante dello 0,07% annuo nel numero di abitazioni, basandosi sui dati ISTAT. Questo valore viene applicato come tasso di crescita annuo composto (CAGR), implicando un incremento progressivo e costante della quantità di edifici residenziali nel tempo.
- **Tasso di ristrutturazione edilizia:** Il modello prevede che, grazie agli interventi di efficientamento energetico, le abitazioni compiano salti di classe energetica. In particolare, il tasso di ristrutturazione è suddiviso tra tasso annuo “importante” e tasso annuo “light”. Per ristrutturazione “importante” si intende la ristrutturazione che porta l'edificio in classe alta (A,B), mentre per ristrutturazione light si intende la ristrutturazione che garantisce il doppio salto di classe energetica. La percentuale di CAGR associata alla ristrutturazione domestica “importante” è dello 0.3% mentre quella light è del 1.5%. Questo significa che ogni anno il numero di ristrutturazioni “light” crescerà più velocemente rispetto a quelle “importanti”.
- **Diffusione delle pompe di calore:** La ripartizione degli impianti di riscaldamento nel 2050 segue lo scenario Terna-Snam, prevedendo che il 37,09% degli edifici utilizzi caldaie a condensazione, il 5,32% pompe di calore a gas, il 44,55% pompe di calore elettriche e il 13,04% teleriscaldamento. Nel caso in cui il teleriscaldamento non sia disponibile, la distribuzione delle altre tecnologie viene ricalcolata sul 100%, risultando in una nuova ripartizione: 42,65% caldaie a condensazione, 6,12% pompe di calore a gas e 51,23% pompe di calore elettriche.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 24/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- **Aumento della copertura del teleriscaldamento:** La quota di edifici serviti dal teleriscaldamento è fissata al 13,04% entro il 2050, in linea con le proiezioni dello scenario Terna-Snam. Se il teleriscaldamento non fosse disponibile, la domanda di riscaldamento verrebbe assorbita dalle altre tecnologie in base alla ripartizione indicata nel punto precedente.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 25/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.2 Riscaldamento Non Domestico

Il modello di previsione dei consumi per il **riscaldamento non domestico** simula l'evoluzione della domanda di energia negli edifici non residenziali, come uffici, scuole e strutture commerciali. Il calcolo avviene tenendo conto di diversi fattori:

- lo stato attuale degli edifici non residenziali, ossia il numero di unità immobiliari esistenti e la distribuzione delle tecnologie di riscaldamento installate.
- le caratteristiche energetiche degli impianti, inclusi il livello di efficienza delle caldaie, delle pompe di calore e del teleriscaldamento.
- i consumi storici di gas ed elettricità per il riscaldamento
- le previsioni di evoluzione tecnologica e infrastrutturale, come la diffusione di impianti più efficienti e l'espansione della rete di teleriscaldamento

Il calcolo della domanda energetica per il riscaldamento non domestico segue dunque due passaggi fondamentali:

1. Determinazione del mix tecnologico di riscaldamento, ovvero la ripartizione tra caldaie a gas tradizionali, caldaie a condensazione, pompe di calore elettriche, pompe di calore a gas e teleriscaldamento.
2. Evoluzione dei consumi nel tempo, che dipende dalla sostituzione degli impianti esistenti con tecnologie più efficienti, dall'aumento dell'efficienza degli edifici e dalla crescita del numero di unità immobiliari.

3.2.1 Definizione della baseline

La situazione iniziale viene definita sulla base di dati storici e parametri tecnici, comprendendo:

- Consumi energetici totali per il riscaldamento, suddivisi tra le diverse fonti utilizzate, come gas e teleriscaldamento.
- Distribuzione delle tecnologie installate, per stabilire la quota di edifici che utilizzano ciascuna soluzione.
- Efficienza media degli impianti, che incide sulla quantità di energia necessaria a soddisfare la domanda termica.
- Numero di unità immobiliari non residenziali, funzionale alla determinazione del consumo medio per edificio e per stimarne le necessità future

3.2.2 Definizione delle variabili evolutive

I consumi futuri nel settore non residenziale dipendono da tre elementi principali:

1. Evoluzione delle tecnologie

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 26/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- Progressiva sostituzione dei sistemi di riscaldamento meno efficienti con soluzioni più performanti.
- Aumento della quota di edifici allacciati alla rete di distribuzione del calore.
- Maggiore diffusione delle pompe di calore nei nuovi edifici non residenziali.

2. Efficienza energetica

- Interventi di ristrutturazione e miglioramento dell'isolamento, che riducono il fabbisogno specifico di energia per edificio.
- Incremento delle prestazioni medie degli impianti di riscaldamento.

3. Espansione del settore edilizio

- crescita del numero di edifici non residenziali abitazioni nel tempo che ha impatti sul fabbisogno totale di energia

3.2.3 Definizione dei driver

La previsione dell'evoluzione dei consumi si basa sui seguenti fattori:

- Aumento del numero di edifici, che riflette la crescita del settore e il conseguente incremento della domanda di riscaldamento.
- Tasso di ristrutturazione, che incide sull'efficienza del patrimonio edilizio e sulla riduzione dei consumi nel tempo.
- Diffusione delle pompe di calore, per valutare il processo di elettrificazione del riscaldamento.
- Crescita della rete di distribuzione teleriscaldamento, che comporta una progressiva riduzione dell'utilizzo del gas naturale.

L'applicazione di questi fattori consente di simulare un graduale rinnovamento delle tecnologie adottate, prevedendo la progressiva eliminazione delle soluzioni più obsolete in favore di impianti più efficienti.

Ad esempio, se si ipotizza una maggiore diffusione delle pompe di calore, la domanda di gas naturale diminuirà nel tempo, mentre l'energia elettrica assumerà un ruolo più rilevante. Analogamente, una maggiore copertura della rete di distribuzione del calore comporterà una riduzione del consumo di gas negli edifici non residenziali.

3.2.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver alla baseline permette di calcolare la domanda futura di energia attraverso i seguenti passaggi:

1. Determinazione del fabbisogno termico totale, considerando il numero di edifici non residenziali e la loro superficie riscaldata.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 27/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

2. Calcolo del consumo di energia primaria per ciascuna fonte energetica, dividendo il fabbisogno termico per il rendimento medio degli impianti.
3. Ripartizione della domanda tra le diverse fonti di energia, in base all'evoluzione delle tecnologie installate.

Se nel tempo cresce la quota di edifici alimentati da pompe di calore, si assisterà a una riduzione del consumo di gas e a un aumento della richiesta di elettricità. Allo stesso modo, un incremento degli edifici connessi alla rete di distribuzione del calore ridurrà ulteriormente il fabbisogno di gas naturale nel settore non residenziale.

3.2.5 Stima dello scenario evolutivo

Sulla base delle considerazioni effettuate nei precedenti paragrafi, di seguito si riporta la sintesi dell'evoluzione dei consumi stimata e delle principali assunzioni effettuate

Sintesi dei consumi stimati

Tabella 2 - Valori di sintesi dei consumi stimati per il riscaldamento non domestico

Voci	UoM	As-is	2030	2050
Evoluzione consumi totali riscaldamento non domestico	GWh - EE	4.8	23.4	41.8
	MSmc - Gas	72.14	57.2	23.9
Distribuzione consumi per classe energetica nel riscaldamento non domestico	% Alta	6,5%	13,67%	37,6%
	% Media	26,6%	32%	50,1%
	% Bassa	66,9%	54,3%	12,2%

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 28/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

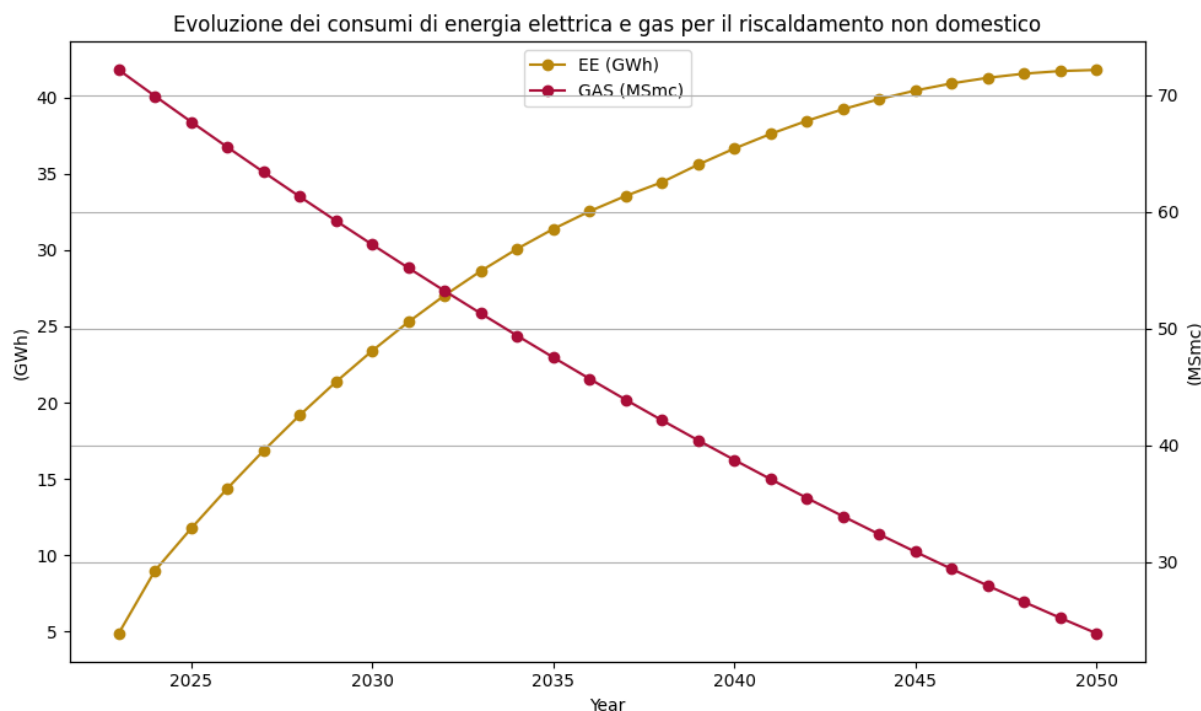


Figura 14 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per il riscaldamento non domestico

Sintesi delle assunzioni effettuate

- **Tasso di crescita delle abitazioni:** Il modello assume una crescita costante dello 0,07% annuo nel numero di abitazioni, basandosi sui dati ISTAT. Questo valore viene applicato come tasso di crescita annuo composto (CAGR), implicando un incremento progressivo e costante della quantità di edifici residenziali nel tempo.
- **Tasso di ristrutturazione:** Il modello prevede che, grazie agli interventi di efficientamento energetico, gli edifici non residenziali compiano salti di classe energetica. In particolare, il tasso di ristrutturazione è suddiviso tra tasso annuo “importante” e tasso annuo “light”. Per ristrutturazione “importante” si intende la ristrutturazione che porta l'edificio in classe alta (A,B), mentre per ristrutturazione light si intende la ristrutturazione che garantisce il doppio salto di classe energetica. La percentuale di CAGR associata alla ristrutturazione non domestica “importante” è dello 0.6% mentre quella light è del 2.1%. Questo significa che ogni anno il numero di ristrutturazioni “light” crescerà più velocemente rispetto a quelle “importanti”.
- **Diffusione delle pompe di calore:** La ripartizione degli impianti di riscaldamento nel 2050 segue lo scenario Terna-Snam, prevedendo che il 37,02% degli edifici utilizzi caldaie a condensazione, il 5,32% pompe di calore a gas, il 44,48 % pompe di calore elettriche e il 13,18% teleriscaldamento. Nel caso in cui il teleriscaldamento non sia disponibile, la distribuzione delle altre tecnologie viene ricalcolata sul 100%, risultando in una nuova

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 29/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

ripartizione: 42,64% caldaie a condensazione, 6,13% pompe di calore a gas e 51,23% pompe di calore elettriche.

- **Aumento della copertura del teleriscaldamento:** La quota di edifici serviti dal teleriscaldamento è fissata al 13,18% entro il 2050, in linea con le proiezioni dello scenario Terna-Snam. Se il teleriscaldamento non fosse disponibile, la domanda di riscaldamento verrebbe assorbita dalle altre tecnologie in base alla ripartizione indicata nel punto precedente.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 30/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.3 Riscaldamento Acqua Calda Sanitaria

Il modello di previsione della domanda energetica per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria stima l'evoluzione dei consumi considerando diversi fattori:

- Numero di edifici e abitazioni esistenti, che determinano il fabbisogno di acqua calda.
- Tecnologie utilizzate per il riscaldamento dell'acqua, come caldaie a gas, pompe di calore e teleriscaldamento.
- Efficienza degli impianti installati, che incide direttamente sul consumo energetico.
- Consumi storici di energia per il riscaldamento dell'acqua, utilizzati come riferimento per il modello.
- Evoluzione della domanda energetica nel tempo, legata a fattori tecnologici e strutturali.

Il calcolo della domanda energetica per l'acqua calda sanitaria segue dunque due passaggi fondamentali:

1. Definizione della distribuzione tecnologica, ovvero la suddivisione tra caldaie a gas, pompe di calore elettriche, pompe di calore a gas e teleriscaldamento.
2. Proiezione dei consumi futuri, basata sulla sostituzione degli impianti meno efficienti, sull'aumento dell'efficienza media degli edifici e sulla crescita del numero di unità abitative.

3.3.1 Definizione della baseline

La baseline viene definita sulla base di dati storici e parametri tecnici, comprendendo:

- Consumi totali di energia per il riscaldamento dell'acqua, suddivisi tra gas, elettricità e teleriscaldamento.
- Distribuzione delle tecnologie installate, per determinare la quota di abitazioni che utilizzano ciascuna soluzione.
- Efficienza media degli impianti, che influisce sulla quantità di energia necessaria per produrre acqua calda.
- Numero di abitazioni esistenti, utilizzato per calcolare il consumo medio per unità abitativa.

3.3.2 Definizione delle variabili evolutive

L'evoluzione dei consumi per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria è influenzata da tre aspetti principali:

1. Transizione tecnologica
 - Graduale sostituzione degli impianti meno efficienti con soluzioni più performanti.
 - Aumento della quota di abitazioni connesse alla rete di teleriscaldamento.
 - Maggiore utilizzo delle pompe di calore nei nuovi edifici.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 31/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

2. Efficienza energetica

- Miglioramenti nelle prestazioni degli impianti esistenti.
- Riduzione del fabbisogno specifico per abitazione grazie a interventi di ristrutturazione.

3. Crescita del numero di abitazioni

- crescita del numero di abitazioni nel tempo che ha impatti sul fabbisogno totale di energia

3.3.3 Definizione dei driver

L'andamento dei consumi futuri viene determinato dai seguenti fattori:

- Tasso di crescita del numero di abitazioni, che rappresenta l'espansione del settore residenziale.
- Tasso di ristrutturazione edilizia, che incide sull'efficienza energetica degli edifici.
- Diffusione delle pompe di calore, per stimare il processo di elettrificazione del riscaldamento dell'acqua.
- Aumento della copertura del teleriscaldamento, che porta a una riduzione progressiva del consumo di gas.
- Efficienza degli impianti futuri, per prevedere il miglioramento delle prestazioni tecnologiche e la conseguente riduzione dei consumi.

L'applicazione di questi driver consente di simulare l'evoluzione del mix tecnologico, con una progressiva riduzione dell'uso di impianti meno efficienti e una crescita dell'utilizzo di soluzioni a minore impatto energetico. Ad esempio, se aumenta la quota di pompe di calore, si prevede una riduzione del consumo di gas naturale e un incremento della domanda di elettricità.

3.3.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver alla baseline permette di calcolare la domanda futura di energia attraverso i seguenti passaggi:

1. Determinazione del fabbisogno totale di energia termica, basato sul numero di abitazioni e sul consumo medio per unità abitativa.
2. Calcolo del consumo di energia primaria per ciascun vettore energetico, dividendo il fabbisogno termico per il rendimento medio degli impianti.
3. Ripartizione della domanda tra gas, elettricità e teleriscaldamento, in base all'evoluzione delle tecnologie installate.

Se nel tempo cresce la quota di edifici alimentati da pompe di calore, si verificherà una riduzione del consumo di gas e un aumento della richiesta di energia elettrica.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 32/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Analogamente, se si amplia la rete di teleriscaldamento, il fabbisogno di gas per il riscaldamento dell'acqua diminuirà ulteriormente.

3.3.5 Stima dello scenario evolutivo

Sulla base delle considerazioni effettuate nei precedenti paragrafi, di seguito si riporta la sintesi dell'evoluzione dei consumi stimata e delle principali assunzioni effettuate.

Sintesi dei consumi stimati

Tabella 3 -Valori di sintesi dei consumi stimati per l'acqua calda sanitaria

Voci	UoM	As-is	2030	2050
Evoluzione consumi totali acqua calda sanitaria	GWh - EE	3	18	55
	MSmc - Gas	29.6	26.6	18

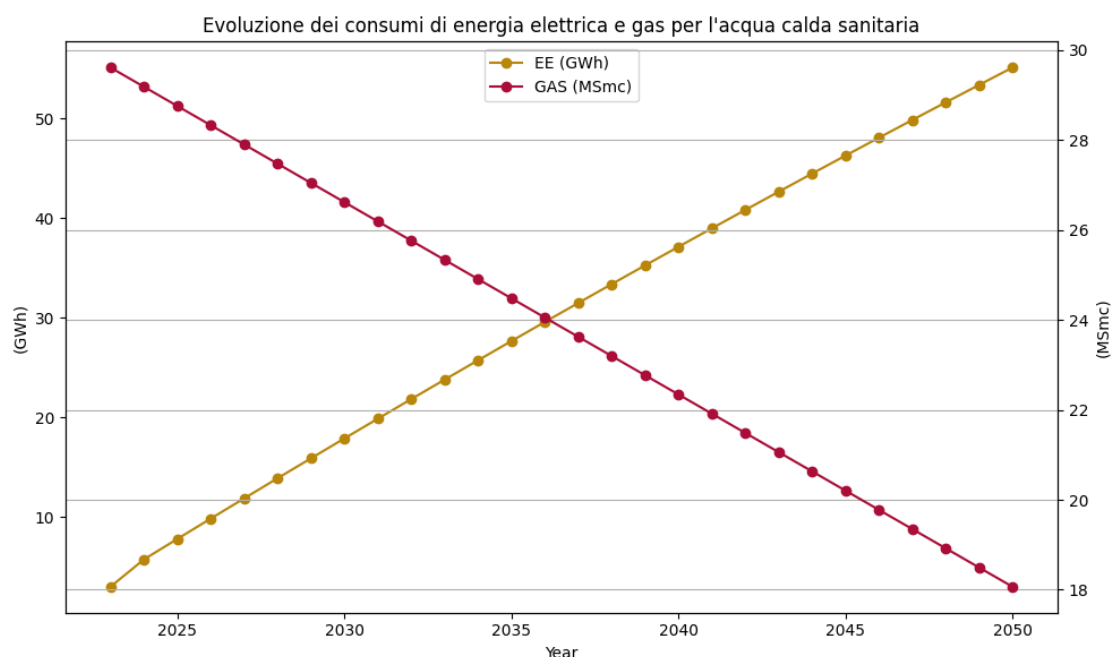


Figura 15 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per l'acqua calda sanitaria

Sintesi delle assunzioni effettuate

I contenuti del presente documento sono riservati ai loro destinatari e di proprietà del Gruppo Hera. Ogni divulgazione, riproduzione, distribuzione non autorizzata o non conforme alle finalità è proibita, anche ai sensi dell'art. 2043 del Codice civile e dell'art. 167 del d.lgs. 196/2003.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 33/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- **Tasso di crescita delle abitazioni:** Il modello assume una crescita costante dello 0,07% annuo nel numero di abitazioni, basandosi sui dati ISTAT. Questo valore viene applicato come tasso di crescita annuo composto (CAGR), implicando un incremento progressivo e costante della quantità di edifici residenziali nel tempo.
- **Tasso di ristrutturazione:** Suddiviso tra CAGR “importante” e CAGR “light” viene assunto nel caso importante negli edifici residenziali dello 0.3% mentre 1.5% nel caso light. Per ristrutturazione importante si intende la ristrutturazione che porta l'edificio in classe alta.
- **Diffusione delle pompe di calore:** La ripartizione degli impianti di riscaldamento nel 2050 segue lo scenario Terna-Snam, prevedendo che il 35,57% degli edifici utilizzi caldaie a condensazione, il 5,11% pompe di calore a gas, il 42,73% pompe di calore elettriche e il 16.6% teleriscaldamento. Nel caso in cui il teleriscaldamento non sia disponibile, la distribuzione delle altre tecnologie viene ricalcolata sul 100%, risultando in una nuova ripartizione: 42,64% caldaie a condensazione, 6,12% pompe di calore a gas e 51,24% pompe di calore elettriche.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 34/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.4 Processi Industriali

Il modello stima l'evoluzione dei consumi energetici nei processi industriali, considerando diversi fattori legati all'efficienza energetica e alla variazione della domanda nei vari settori industriali.

Il modello si articola in due fasi principali:

1. Determinazione dell'evoluzione dei consumi energetici nei diversi settori industriali, considerando l'incremento dell'efficienza e l'eventuale riduzione della domanda.
2. Proiezione della riduzione dei consumi dovuta ai miglioramenti tecnologici e alle politiche di efficienza energetica, applicando un tasso di riduzione differenziato per ciascun settore.

3.4.1 Definizione della baseline

La baseline è costruita considerando i dati di consumo attuali e la suddivisione tra le diverse fonti energetiche:

- Consumo iniziale di energia nei processi industriali, distinto tra energia elettrica e gas naturale.
- Distribuzione del consumo tra i diversi settori industriali, come trasporti, costruzioni, metallurgia, materiali non metallici, chimica e agroalimentare.
- Efficienza attuale dei processi industriali, che determina il rapporto tra energia utilizzata e output produttivo.
- Quota di energia autoconsumata rispetto alla domanda totale, per valutare quanto viene coperto da produzione locale di energia rinnovabile.

Questi valori costituiscono il riferimento per la simulazione dell'evoluzione dei consumi futuri.

3.4.2 Definizione delle variabili evolutive

L'evoluzione del consumo energetico nei processi industriali è determinata da due aspetti principali:

1. Miglioramento dell'efficienza energetica
 - Applicazione di tassi di riduzione del consumo specifici per ogni settore.
 - Variazione della domanda energetica in funzione dell'innovazione tecnologica.
 - Progressiva sostituzione delle tecnologie meno efficienti.
2. Transizione verso un consumo energetico più sostenibile
 - Maggiore utilizzo di energia elettrica rispetto al gas naturale.
 - Riduzione dell'intensità energetica dei processi industriali.
 - Introduzione di politiche di decarbonizzazione nei settori industriali.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 35/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.4.3 Definizione dei Driver

L'evoluzione dei consumi futuri nei processi industriali è guidata da cinque fattori chiave:

- Efficienza energetica nei settori industriali, calcolata con tassi di riduzione differenziati per ciascun settore.
- Evoluzione della domanda industriale di energia, che dipende dalla crescita o contrazione dei vari settori industriali.
- Quota di energia autoconsumata, per valutare quanto della domanda può essere coperta con produzione locale.

L'applicazione di questi driver permette di modellare una riduzione progressiva dell'uso di fonti fossili e un incremento dell'efficienza energetica.

3.4.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver ai dati di baseline consente di calcolare l'evoluzione dei consumi futuri attraverso i seguenti passaggi:

1. Determinazione della riduzione della domanda energetica, in base ai tassi di miglioramento dell'efficienza.
2. Proiezione della ripartizione tra energia elettrica e gas naturale, calcolando la transizione dai combustibili fossili alle fonti rinnovabili.
3. Calcolo del consumo energetico per settore, applicando il tasso di riduzione annuo differenziato per ogni categoria produttiva.
4. Stima dell'autoconsumo nei processi industriali, in funzione della produzione locale di energia rinnovabile.

Se nel tempo cresce l'efficienza energetica e aumenta la quota di energia elettrica rispetto al gas naturale, si prevede una riduzione dei consumi complessivi.

Analogamente, se aumenta la quota di energia autoconsumata, la domanda di energia dalla rete si ridurrà ulteriormente.

3.4.5 Stima dello scenario evolutivo

Le variabili principali di modellazione dei processi industriali selezionabili negli scenari in dashboard riguardano l'efficienza energetica attesa al 2030 del GAS e dell'elettrico per i seguenti settori.

I dati utilizzati per effettuare le proiezioni provengono dallo studio dell'RSE "L'efficienza energetica nell'industria". Poiché tali dati forniscono una proiezione di riduzione dei consumi solo fino al 2030, per la stima del decremento dei consumi al 2050 sono stati applicati gli stessi tassi di riduzione identificati in tale studio in maniera lineare.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 36/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Tabella 4 - Percentuali di decremento dei consumi di GAS per i processi industriali

Settore GAS	Decremento Consumi al 2030 in % (fonte RSE)	Decremento Consumi al 2050 in % (assunzione lineare)
Costruzioni	-10.6%	-40.8%
Metallurgia	-7%	-27%
Materiali non metallici	-8.06%	-31%
Chimica	-5%	-19.3%
Carta e stampa	18.6%	72%
Agri-food	-12%	-46.2%
Cogenerazione	-10%	-38.5%
Altro	-10.45%	-40.3

Tabella 5 - Percentuali di decremento dei consumi EE per i processi industriali

Settore EE	Decremento Consumi al 2030 in % (fonte RSE)	Decremento Consumi al 2050 in % (assunzione lineare)
Costruzioni	-9.5%	-36.6%
Metallurgia	-6%	-23.1%
Materiali non metallici	-5.53%	-21.3%
Chimica	-9.2%	-35.5%
Carta e stampa	-12.6%	-48.6%
Agri-food	-5%	-19.3%
Cogenerazione	0	0%
Altro	-6.85%	-26.4%

I contenuti del presente documento sono riservati ai loro destinatari e di proprietà del Gruppo Hera. Ogni divulgazione, riproduzione, distribuzione non autorizzata o non conforme alle finalità è proibita, anche ai sensi dell'art. 2043 del Codice civile e dell'art. 167 del d.lgs. 196/2003.

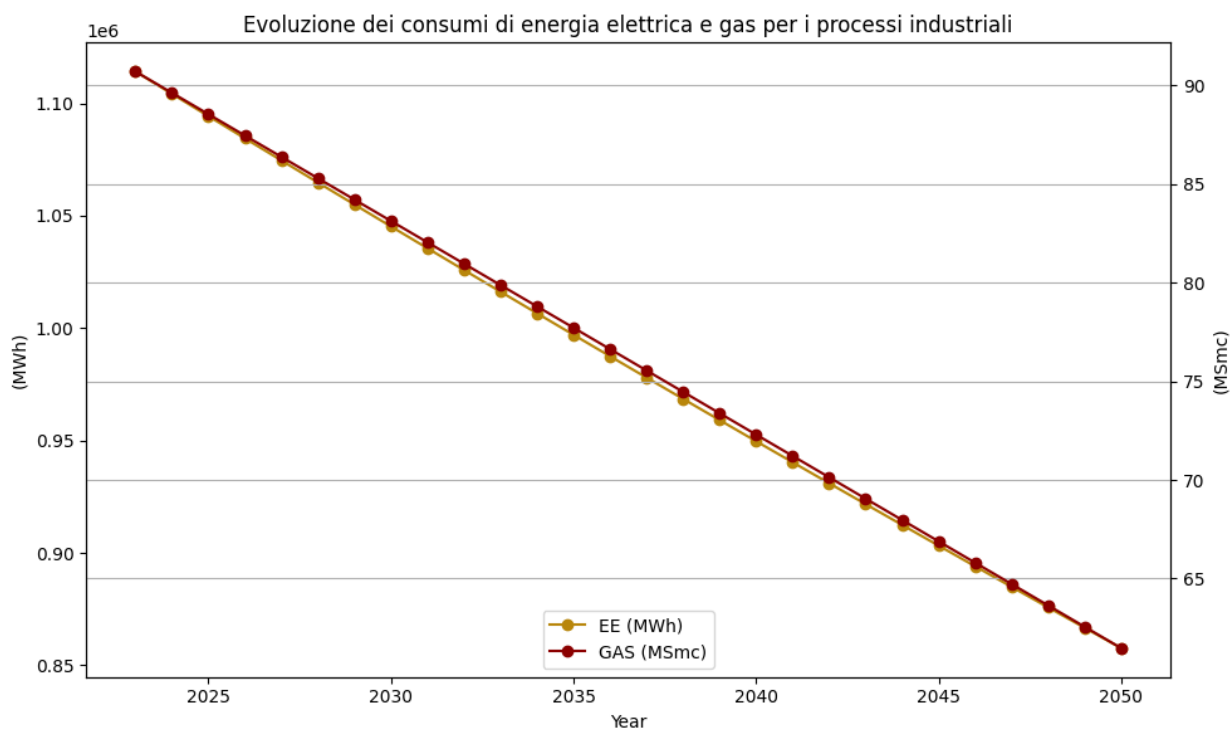


Figura 16 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per i processi industriali

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 38/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.5 Mobilità Pubblica

Il modello stima l'evoluzione dei consumi energetici legati alla mobilità pubblica, considerando diversi fattori che influenzano la domanda di energia e la transizione verso mezzi di trasporto più efficienti.

Il modello si articola in due fasi principali:

1. Determinazione dell'evoluzione del mix energetico nel trasporto pubblico, considerando la progressiva transizione verso veicoli elettrici e a idrogeno.
2. Proiezione della variazione dei consumi in funzione dell'espansione della rete di trasporto pubblico e dell'evoluzione della flotta di autobus e tram.

Il modello prevede una transizione graduale verso un trasporto pubblico a basse emissioni, con un aumento della quota di veicoli elettrici e a idrogeno e una progressiva espansione della rete. I consumi energetici vengono ridotti grazie a miglioramenti tecnologici e all'ottimizzazione dell'efficienza.

3.5.1 Definizione della baseline

La baseline è costruita sulla base dei dati iniziali relativi alla mobilità pubblica:

- Dimensione iniziale della flotta, suddivisa tra diverse tipologie di trasporto: filotranviario, autobus su gomma e metropolitana.
- Mix energetico attuale della flotta, che determina la suddivisione tra veicoli alimentati a diesel, elettricità e idrogeno.
- Consumo medio per chilometro per ciascuna tipologia di mezzo, utilizzato per stimare il fabbisogno energetico annuale.
- Distanza media percorsa dai mezzi pubblici, che influenza direttamente la domanda di energia.

Questi valori costituiscono il punto di partenza per la simulazione dell'evoluzione dei consumi nel settore del trasporto pubblico.

3.5.2 Definizione delle variabili evolutive

L'evoluzione del consumo energetico nella mobilità pubblica è determinata da tre aspetti principali:

1. Transizione tecnologica
 - Progressiva riduzione dell'uso di combustibili fossili nel trasporto pubblico.
 - Aumento della quota di veicoli elettrici e a idrogeno all'interno della flotta.
 - Sostituzione graduale dei mezzi più vecchi e meno efficienti con nuove tecnologie.
2. Espansione della rete di trasporto pubblico
 - Incremento della copertura della rete filotranviaria e metropolitana.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 39/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- Potenziamento delle linee di autobus a emissioni zero.
- Aumento della capacità di trasporto per ridurre il traffico privato.

3. Efficienza energetica

- Riduzione del consumo medio per chilometro grazie a veicoli più performanti.
- Ottimizzazione delle tratte e riduzione dei consumi complessivi.

3.5.3 Definizione dei driver

L'evoluzione futura dei consumi nella mobilità pubblica è guidata dai seguenti fattori:

Mix energetico della flotta, che determina la ripartizione tra veicoli diesel, elettrici e a idrogeno.

- Incremento della rete di trasporto pubblico, che porta a una crescita della flotta e della distanza percorsa.
- Efficienza energetica dei nuovi mezzi, per stimare la riduzione progressiva dei consumi specifici per chilometro.
- Quota di veicoli a emissioni zero, che influisce sulla domanda di elettricità e idrogeno rispetto ai combustibili fossili.
- Politiche di incentivazione del trasporto pubblico, che possono accelerare la transizione tecnologica e la crescita del settore.

L'applicazione di questi driver consente di simulare l'evoluzione della mobilità pubblica in un contesto di progressiva decarbonizzazione.

3.5.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver alla baseline permette di calcolare l'evoluzione dei consumi attraverso i seguenti passaggi:

1. Determinazione dell'incremento della rete di trasporto pubblico, calcolando l'espansione della rete filo tranviaria, metropolitana e su gomma.
2. Proiezione della variazione della flotta, in funzione della crescita della rete e del mix energetico.
3. Calcolo della riduzione dei consumi specifici, grazie all'adozione di veicoli più efficienti e alla sostituzione di mezzi obsoleti.
4. Distribuzione del fabbisogno energetico tra elettricità, idrogeno e altri combustibili, in base all'evoluzione della tecnologia della flotta.

Se aumenta la quota di veicoli elettrici e a idrogeno, si prevede una riduzione del consumo di combustibili fossili e un aumento della domanda di elettricità e idrogeno.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 40/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Analogamente, se la rete di trasporto pubblico si espande, il fabbisogno complessivo di energia crescerà, ma con una maggiore efficienza media.

3.5.5 Stima dello scenario evolutivo

Nel modello attuale, i driver relativi all'evoluzione della rete filo tranviaria, metropolitana sono impostati a 0% nello scenario di riferimento per tutti i perimetri selezionati. Ciò significa che, il modello non considererà alcuna espansione di queste infrastrutture al 2050.

Tuttavia specificatamente per gli autobus, che sono il driver principale che modella nello scenario di riferimento i consumi della mobilità pubblica nel tempo, si prevede un'incidenza sulla base delle informazioni reperite dai gestori riportate sinteticamente nella seguente tabella:

Tabella 6 - incidenza autobus al 2030 e 2050 per categoria di autobus

Variabile	UoM	2030	2050
Incidenza bus elettrici	%	12.8%	15%
Incidenza bus non elettrici	%	87.18%	0%
Incidenza bus a idrogeno	%	0%	85%

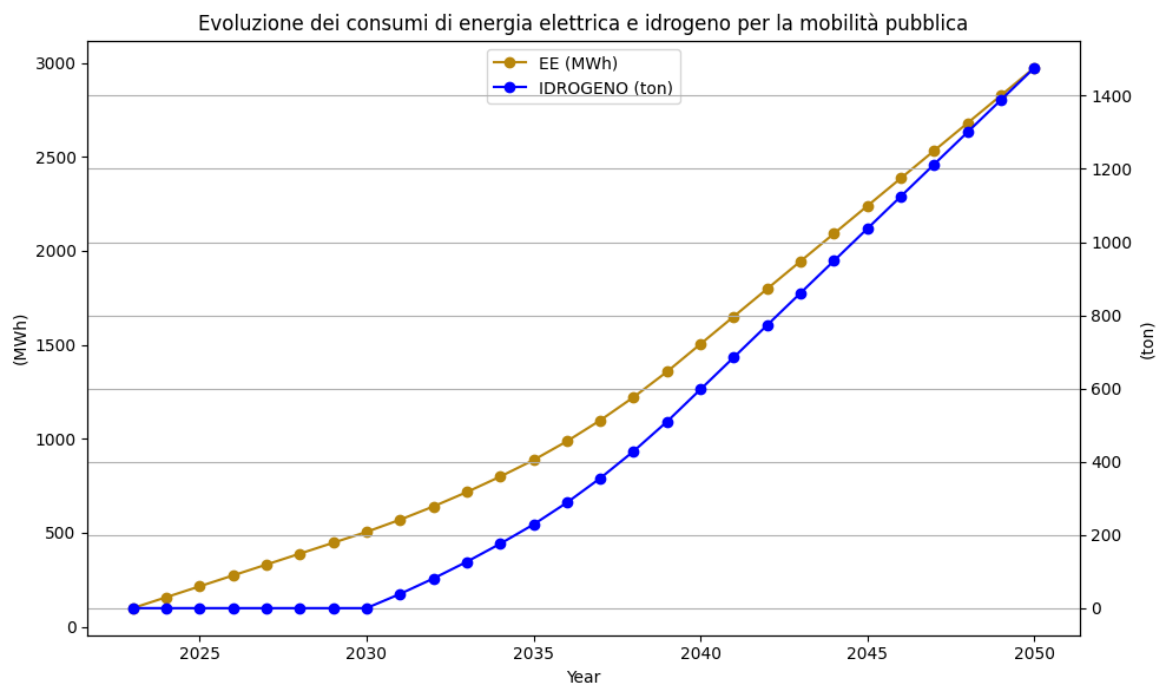


Figura 17 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e idrogeno per la mobilità pubblica

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 42/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.6 Mobilità Privata

Il modello stima l'evoluzione della domanda energetica legata alla mobilità privata, considerando diversi fattori che influenzano l'adozione di tecnologie più efficienti e il cambiamento delle abitudini di spostamento.

Il modello si basa principalmente sulle seguenti logiche:

1. Determinazione dell'evoluzione del parco veicoli privati, suddiviso tra auto, veicoli commerciali e moto, con particolare attenzione alla transizione verso veicoli elettrici e a idrogeno.
2. Proiezione della domanda energetica futura, in funzione della variazione del parco circolante, dell'evoluzione del consumo specifico per chilometro e delle modalità di ricarica.

Il modello prevede una progressiva riduzione dei consumi di combustibili fossili, con un aumento della quota di veicoli elettrici e a idrogeno. La domanda energetica viene modellata in funzione della transizione tecnologica, della variazione della distanza percorsa e della distribuzione della ricarica tra le diverse modalità disponibili.

Per una descrizione più dettagliata dei consumi di ricarica relativi alla mobilità elettrica sul territorio, è in fase di ultimazione uno specifico Modulo del modello generale denominato "B2-Mobilità Elettrica", che tiene conto dello sviluppo infrastrutturale e della localizzazione dei punti di ricarica.

Il Modulo B2 consentirà di modellare in dettaglio l'allocazione geografica dei consumi in base a:

- Tipologie di punti di ricarica, distinguendo tra ricarica domestica, aziendale, pubblica e su strada.
- Capacità e taglio delle infrastrutture di ricarica (ricariche low, fast, super-fast), per stimare il fabbisogno energetico in funzione delle potenze disponibili.
- Sviluppo della rete di ricarica, considerando l'espansione dell'infrastruttura e il suo impatto sulla distribuzione della domanda energetica.

3.6.1 Definizione della baseline

La baseline è costruita utilizzando i dati iniziali sulla mobilità privata:

- Dimensione iniziale del parco veicoli, suddiviso tra auto, veicoli commerciali e moto.
- Distribuzione del parco veicoli per tipo di alimentazione, distinguendo tra combustibili fossili, elettricità e idrogeno.
- Distanza media percorsa annualmente per ogni tipologia di veicolo, usata per calcolare la domanda di energia.
- Consumo medio per chilometro per ciascun tipo di veicolo e tecnologia, per determinare l'efficienza attuale della mobilità privata.
- Luogo di ricarica prevalente per i veicoli elettrici, suddiviso tra ricarica domestica, aziendale e pubblica.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 43/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Questi parametri costituiscono il riferimento iniziale per la simulazione dell'evoluzione della domanda energetica nella mobilità privata.

3.6.2 Definizione delle variabili evolutive

L'evoluzione del consumo energetico nella mobilità privata è determinata da quattro aspetti principali:

1. Transizione tecnologica del parco veicoli
 - Progressiva riduzione della quota di veicoli a combustione interna.
 - Aumento della quota di veicoli elettrici e a idrogeno.
 - Sostituzione graduale dei veicoli meno efficienti con tecnologie più sostenibili.
2. Evoluzione del comportamento di mobilità
 - Riduzione della distanza media percorsa grazie a politiche di mobilità sostenibile.
 - Maggiore utilizzo della mobilità condivisa e delle alternative al trasporto privato.
 - Effetti dello smart working sulla riduzione degli spostamenti giornalieri.
3. Efficienza energetica dei nuovi veicoli
 - Riduzione del consumo medio per chilometro con l'introduzione di modelli più performanti.
 - Ottimizzazione delle modalità di ricarica per ridurre le perdite energetiche.
4. Evoluzione della rete di ricarica
 - Aumento della disponibilità di stazioni di ricarica pubblica e aziendale.
 - Maggiore incidenza della ricarica domestica nella domanda totale di energia.

3.6.3 Definizione dei driver

L'evoluzione futura dei consumi nella mobilità privata è guidata dai seguenti fattori:

- Crescita della quota di veicoli elettrici e a idrogeno, che determina la transizione energetica del parco circolante.
- Variazione della distanza media percorsa, influenzata dall'evoluzione delle abitudini di mobilità.
- Riduzione del consumo specifico per chilometro, grazie ai miglioramenti tecnologici nei nuovi veicoli.
- Distribuzione della ricarica tra ambiente domestico, aziendale e pubblico, che influisce sull'impatto della mobilità privata sulla rete elettrica.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 44/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- Effetti dello smart working e delle politiche di mobilità sostenibile, che possono ridurre la necessità di spostamenti giornalieri.

L'applicazione di questi driver permette di simulare la progressiva decarbonizzazione della mobilità privata e la riduzione dei consumi energetici nel settore.

3.6.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver alla baseline permette di calcolare l'evoluzione della domanda di energia attraverso i seguenti passaggi:

1. Proiezione dell'evoluzione del parco veicoli, suddividendo la crescita tra auto, veicoli commerciali e moto.
2. Ripartizione del parco circolante tra veicoli a combustione, elettrici e a idrogeno, per stimare l'impatto della transizione tecnologica.
3. Calcolo della variazione della distanza percorsa, tenendo conto dei cambiamenti nei comportamenti di mobilità.
4. Determinazione della domanda di energia, moltiplicando il numero di veicoli per il consumo medio e la distanza percorsa.
5. Distribuzione della domanda di ricarica tra le diverse modalità (domestica, aziendale, pubblica), per valutare l'impatto sulle infrastrutture elettriche.

Se aumenta la quota di veicoli elettrici e a idrogeno, si prevede una riduzione del consumo di combustibili fossili e un aumento della domanda di elettricità. Analogamente, se diminuisce la distanza media percorsa, il fabbisogno totale di energia sarà inferiore rispetto alla baseline.

3.6.5 Stima dello scenario evolutivo

Le proiezioni sulla mobilità per il 2030 e il 2050 sono basate su dati provenienti da report di principali player operanti in tale segmento, tra cui UNIPOL e ACI. I parametri considerati includono la crescita del numero di veicoli, la diffusione delle diverse alimentazioni, il consumo medio e l'impatto di fattori esterni come la mobilità sostenibile e lo smart working. Le stime prevedono una crescita marginale del parco veicoli (CAGR 23-50: 0,07%), un aumento della penetrazione dell'elettrico per auto e veicoli commerciali, ma nessun cambiamento nelle abitudini di percorrenza legate alla sostenibilità ambientale. Lo smart working, invece, porterà a una riduzione limitata dei km percorsi entro il 2050.

Evoluzione del mix del parco circolante – Automobili

Tabella 7 - Percentuali attese di automobili al 2030 e 2050

Tipologia di automobili	Mix 2030	Mix 2050
Automobili elettriche (%)	13.49%	85%

I contenuti del presente documento sono riservati ai loro destinatari e di proprietà del Gruppo Hera. Ogni divulgazione, riproduzione, distribuzione non autorizzata o non conforme alle finalità è proibita, anche ai sensi dell'art. 2043 del Codice civile e dell'art. 167 del d.lgs. 196/2003.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 45/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Automobili altro (%)	84.72%	15%
Automobili metano (%)	1.79%	0%

Evoluzione del mix del parco circolante – Motocicli

Tabella 8 - Percentuali attese di motocicli al 2030 e 2050

Tipologia di motocicli	Mix 2030	Mix 2050
Moto elettriche (%)	10%	85%
Moto altro	90%	15%

Impatto della mobilità sostenibile e dello smart working sui km percorsi

Tabella 9 – Impatto sui consumi della mobilità sostenibile e smart working

Parametro	CAGR 2023-2030	CAGR 2023-2050
Riduzione km percorsi per cambio abitudini di percorrenza legate alla sostenibilità ambientale	0%	0%
Riduzione km percorsi per via dello smart working	-1%	-3.1%

Per quanto concerne le modalità di ricarica dei veicoli elettrici, le infrastrutture sono suddivise tra Home, Business e On-The-Road, con la seguente ripartizione:

Tabella 10 – Incidenza al 2030 e 2050 dei luoghi di ricarica per tipologia di ricarica

Parametro	Mix 2030	Mix 2050
Luogo di ricarica Home	40%	32.16%

I contenuti del presente documento sono riservati ai loro destinatari e di proprietà del Gruppo Hera. Ogni divulgazione, riproduzione, distribuzione non autorizzata o non conforme alle finalità è proibita, anche ai sensi dell'art. 2043 del Codice civile e dell'art. 167 del d.lgs. 196/2003.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 46/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Luogo di ricarica Business	25%	25%
Luogo di ricarica On-the-road	35%	42.84%

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 47/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

La figura seguente mostra l'evoluzione dei consumi di energia elettrica e metano nella mobilità privata fino al 2050. Si osserva un incremento del consumo di energia elettrica, che supera i 500.000 MWh intorno al 2035, continuando poi a crescere costantemente. Il consumo di metano, invece, segue una traiettoria opposta: dopo un picco iniziale, inizia un declino graduale fino a scomparire quasi completamente entro il 2050.

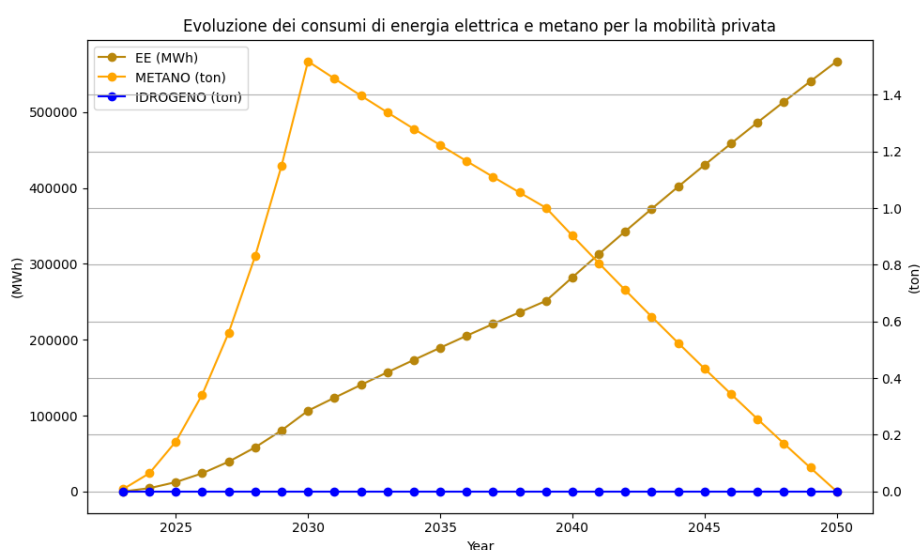


Figura 18 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e metano per la mobilità privata

La Figura 19 analizza la ripartizione del prelievo di energia elettrica in base al luogo di ricarica. I tre principali segmenti — Home (domestico), Business (luoghi di lavoro) e On-the-Road (infrastrutture pubbliche di ricarica) — mostrano una crescita parallela, sebbene il prelievo On-the-Road superi progressivamente le altre due modalità, raggiungendo il livello più alto entro il 2050.

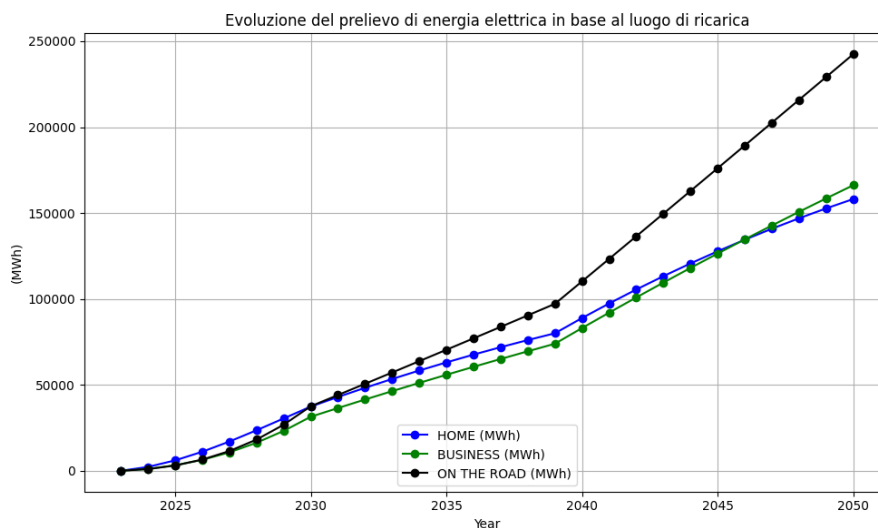


Figura 19 - Evoluzione del prelievo di energia elettrica in base al luogo di ricarica

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 49/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.7 Cucina

Il modello stima l'evoluzione dei consumi energetici legati alla cottura dei cibi nelle abitazioni, considerando la transizione tecnologica da fornelli a gas a sistemi elettrici, come piani a induzione.

Il modello si sviluppa in due fasi principali:

1. Determinazione della domanda energetica iniziale, basata sul numero di abitazioni e sulla distribuzione delle tecnologie di cottura.
2. Proiezione della variazione della domanda energetica nel tempo, in funzione dell'evoluzione del parco abitativo, dell'efficienza dei sistemi di cottura e della transizione verso soluzioni elettriche.

3.7.1 Definizione della baseline

La baseline è costruita sulla base dei seguenti parametri:

- Numero totale di abitazioni, che determina il fabbisogno energetico per la cucina.
- Distribuzione delle tecnologie di cottura, che distingue tra utilizzo del gas e dell'elettricità.
- Efficienza media degli impianti di cottura, per determinare il consumo specifico per unità abitativa.
- Quota di nuove abitazioni previste, utilizzata per stimare l'aumento della domanda nel tempo.
- Consumo medio iniziale di energia per tipologia di impianto (gas/elettrico), che rappresenta il riferimento per il calcolo della domanda totale.

Questi valori servono come punto di partenza per stimare come varierà la domanda di energia nel settore della cucina nei prossimi anni.

Il modello prevede una transizione graduale dai fornelli a gas ai piani a induzione, con una progressiva elettrificazione della domanda di energia. Il consumo viene modellato in funzione della crescita del numero di abitazioni, della diffusione delle tecnologie elettriche e della riduzione del consumo specifico grazie all'efficienza degli impianti.

3.7.2 Definizione delle variabili evolutive

L'evoluzione dei consumi energetici per la cucina è determinata da tre aspetti principali:

1. Transizione tecnologica
 - Progressiva sostituzione dei fornelli a gas con piani a induzione.
 - Aumento della quota di nuove abitazioni dotate esclusivamente di sistemi elettrici.
 - Variazione del mix tra gas ed elettricità nella cottura domestica.
2. Crescita del numero di abitazioni

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 50/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- L'incremento del numero di abitazioni determina un aumento della domanda complessiva di energia.
- L'influenza delle nuove costruzioni è particolarmente rilevante per la diffusione delle tecnologie elettriche.

3. Efficienza energetica degli impianti di cottura

- Riduzione del consumo specifico per unità abitativa grazie a miglioramenti tecnologici.
- Maggiore diffusione di elettrodomestici efficienti, come forni e piani a induzione di ultima generazione.

3.7.3 Definizione dei driver

L'evoluzione futura dei consumi nel settore della cucina è guidata dai seguenti fattori:

- Quota di nuove abitazioni con impianti elettrici, che influenza la transizione dal gas all'elettricità.
- Tasso di sostituzione degli impianti esistenti, che determina la velocità con cui la tecnologia si rinnova.
- Efficienza dei nuovi impianti di cottura, che permette di stimare la riduzione progressiva del consumo per unità abitativa.
- Politiche di incentivazione dell'elettificazione della cucina, che possono accelerare l'abbandono del gas.

L'applicazione di questi driver permette di modellare una progressiva riduzione del consumo di gas e un incremento della domanda di elettricità, ottimizzando la stima dei consumi futuri nel settore cucina.

3.7.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver alla baseline permette di calcolare l'evoluzione della domanda energetica attraverso i seguenti passaggi:

1. Calcolo dell'aumento del numero di abitazioni, per stimare l'incremento della domanda complessiva.
2. Determinazione della variazione del mix di cottura (gas vs elettricità), per modellare la transizione verso sistemi elettrici.
3. Proiezione della riduzione del consumo specifico per abitazione, in funzione dell'adozione di tecnologie più efficienti.
4. Ripartizione della domanda di energia tra gas ed elettricità, per valutare l'evoluzione della composizione della domanda.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 51/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Se aumenta la quota di abitazioni dotate di piani a induzione, si prevede una riduzione del consumo di gas e un incremento della richiesta di energia elettrica. Analogamente, se gli impianti di cottura diventano più efficienti, il consumo specifico per unità abitativa diminuirà, influenzando la domanda complessiva.

3.7.5 Stima dello scenario evolutivo

Il parametro di percentuale di abitazioni con impianto di cucina a induzione è fissato nello scenario di riferimento al 58.02% nel 2050. Inoltre, nello scenario di riferimento si prevede anche un'evoluzione del numero di abitazioni che segue la seguente evoluzione:

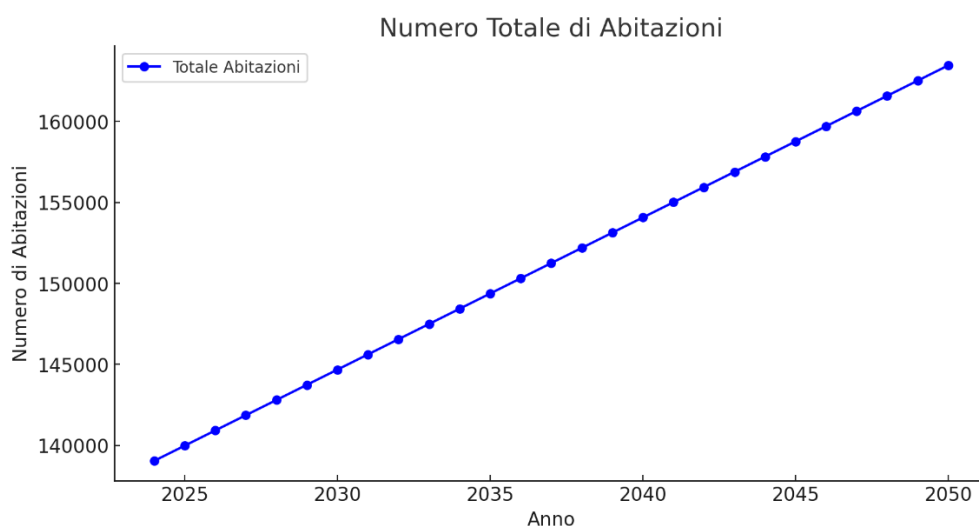


Figura 20 - Evoluzione del numero di abitazioni

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 52/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Di seguito, dunque, si riportano i consumi di energia elettrica e gas per l'uso cucina:

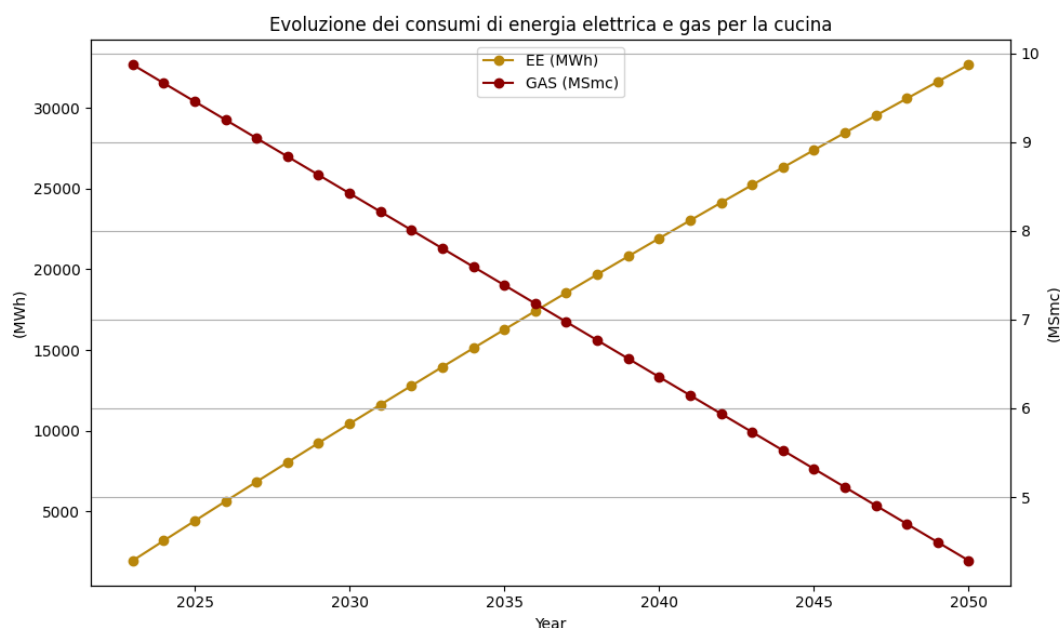


Figura 21 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica e gas per la cucina

3.8 Energia Domestica e Non Domestica

Il modello stima l'evoluzione dei consumi di energia nei settori domestico e non domestico, escludendo gli utilizzi specifici già trattati in altre sezioni (come riscaldamento, mobilità e processi industriali). Questo include principalmente consumi elettrici legati agli usi generali degli edifici, come illuminazione, elettrodomestici, sistemi di ventilazione e domotica.

Il modello si sviluppa in due fasi principali:

1. Determinazione della domanda energetica iniziale, calcolata in funzione del numero di unità abitative e immobiliari non domestici e della loro distribuzione per tipologia di impianto.
2. Proiezione della variazione della domanda energetica nel tempo, basata su evoluzione del parco edilizio, efficienza degli impianti e diffusione della domotica e delle tecnologie di gestione dei consumi.

Il modello prevede l'evoluzione della domanda energetica negli edifici residenziali e non residenziali, escludendo riscaldamento domestico e non domestico, mobilità, cucina e processi industriali. La domanda è modellata in funzione della crescita del settore edilizio, della diffusione dei sistemi di gestione intelligente e dell'incremento dell'uso del condizionamento. Il modello permette quindi di stimare l'impatto complessivo della domanda per l'energia non usata negli usi precedentemente elencati sul sistema energetico.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 53/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.8.1 Definizione della baseline

La baseline è costruita sulla base di parametri che caratterizzano la domanda di energia negli edifici residenziali e non residenziali:

- Numero totale di unità abitative e immobiliari non domestici, utilizzato per stimare il consumo medio per edificio.
- Distribuzione del mix impiantistico tra edifici dotati di sistemi di gestione energetica e quelli privi di ottimizzazione, che influisce direttamente sui consumi.
- Consumo medio iniziale di energia elettrica per unità immobiliare, che rappresenta il riferimento per calcolare la domanda totale.
- Quota di energia destinata ai sistemi di condizionamento e altri utilizzi generici, per distinguere i principali fattori di consumo all'interno del settore DND.
- Efficienza media degli edifici e degli impianti installati, per determinare la quantità di energia richiesta per gli usi generali.

Questi valori servono da punto di partenza per stimare come evolverà la domanda nei prossimi anni.

3.8.2 Definizione delle variabili evolutive

L'evoluzione della domanda di energia nei settori domestico e non domestico è influenzata da tre aspetti principali:

1. Diffusione delle tecnologie di gestione dei consumi (domotica e smart grid)
 - Progressiva adozione di sistemi di automazione che regolano i consumi elettrici.
 - Ottimizzazione della domanda grazie a sensori, dispositivi connessi e algoritmi di gestione dell'energia.
2. Incremento della diffusione dei sistemi di condizionamento e ventilazione
 - Maggiore utilizzo di climatizzatori e impianti di raffrescamento negli edifici residenziali e non residenziali.
 - Aumento della domanda legata all'elettificazione di questi usi, in sostituzione dei sistemi tradizionali.
3. Crescita del numero di edifici e unità abitative
 - L'espansione del settore residenziale e commerciale determina un aumento della domanda complessiva di energia.
 - La variazione del mix edilizio può influenzare la ripartizione tra consumi residenziali e non residenziali.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 54/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.8.3 Definizione dei driver

L'evoluzione futura dei consumi nel settore energia domestica e non domestica è guidata dai seguenti fattori:

- Tasso di crescita del numero di abitazioni e immobili non domestici, che rappresenta l'aumento della base di utenza.
- Diffusione dei sistemi di gestione intelligente dell'energia, per stimare il risparmio energetico dovuto all'ottimizzazione dei consumi.
- Incremento della quota di edifici dotati di climatizzazione, che porta a un aumento della domanda specifica per questi usi.
- Efficienza energetica degli edifici esistenti e nuovi, per prevedere il miglioramento delle prestazioni e la conseguente riduzione della domanda.
- Evoluzione delle tecnologie di condizionamento, che influenza il consumo specifico di energia per il raffrescamento e la ventilazione.

L'applicazione di questi driver permette di simulare come varia la domanda di energia negli edifici residenziali e non residenziali, ottimizzando la modellazione della rete elettrica.

3.8.4 Stima dei consumi to-be

L'applicazione dei driver alla baseline permette di calcolare l'evoluzione dei consumi attraverso i seguenti passaggi:

1. Calcolo dell'incremento del numero di unità abitative e immobiliari, per stimare l'aumento della domanda complessiva di energia.
2. Determinazione della quota di edifici con sistemi di gestione intelligente, per valutare la riduzione dei consumi dovuta all'ottimizzazione energetica.
3. Proiezione dell'aumento della domanda per il condizionamento, considerando la crescita della diffusione di climatizzatori e sistemi di ventilazione.
4. Ripartizione della domanda energetica tra consumi per condizionamento e altri usi, per modellare l'evoluzione dei diversi fattori di consumo.
5. Calcolo della domanda totale di energia elettrica, tenendo conto della crescita del settore edilizio e dell'adozione di tecnologie più efficienti.

Se aumenta la quota di edifici dotati di domotica e sistemi di gestione intelligente, si prevede una riduzione della domanda complessiva.

Analogamente, se cresce il numero di edifici climatizzati, il fabbisogno di energia per il condizionamento aumenterà, influenzando il mix dei consumi totali.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 55/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.8.5 Stima dello scenario evolutivo

I due parametri driver dello scenario di riferimento riguardanti l'energia domestica e non domestica sono l'atterraggio al 2050 della percentuale di abitazioni con impianto di condizionamento fissata al 51.8% e l'efficientamento atteso complessivo della domotica al -8%. Quest'ultimo valore in particolare indica che rispetto al consumo attuale, ci si aspetta che al 2050 i consumi relativi alla domotica diminuiscano dell'8%.

I consumi totali di energia elettrica per l'energia domestica e non domestica sono rappresentati nel grafico sottostante.

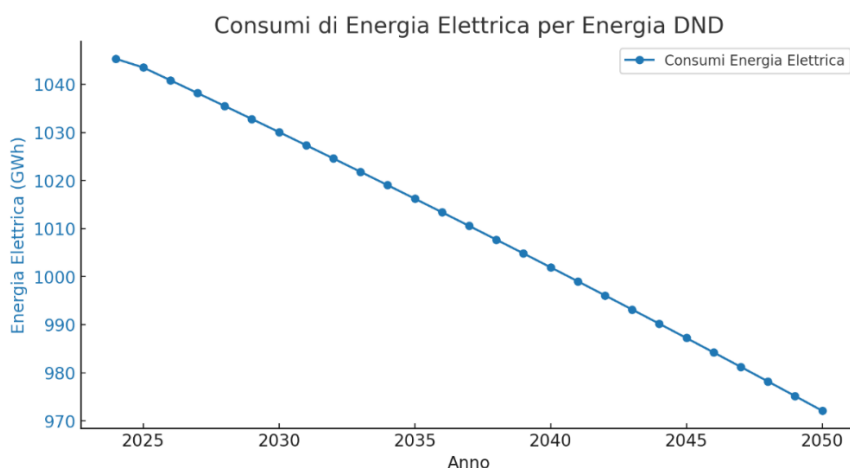


Figura 22 - Evoluzione dei consumi di energia elettrica domestica e non domestica

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 56/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.9 Produzione e Autoconsumo

Il modello prevede l'evoluzione della quantità di energia prodotta localmente e utilizzata direttamente dagli utenti finali. L'autoconsumo viene calcolato sulla base della produzione rinnovabile disponibile e della sua distribuzione tra le diverse categorie di consumo energetico (tra gli usi).

Il modello prevede due logiche di calcolo principali:

1. Determinazione della quantità di energia fotovoltaica prodotta, attraverso una progressione nel tempo della capacità installata
2. Assegnazione dell'energia autoconsumata ai diversi settori, in base alla ripartizione iniziale e alla sua evoluzione nel tempo

Quindi il modello prevede un aumento lineare della produzione fotovoltaica e una redistribuzione progressiva dell'autoconsumo tra i settori.

La ripartizione dell'autoconsumo avviene determinando, a partire dai consumi elettrici attuali per ogni uso (come il riscaldamento domestico, non domestico, ACS, cucina e altri), delle percentuali iniziali che indicano quanto dell'energia totale prodotta dovrebbe essere destinata a ciascuna categoria in maniera proporzionale ai consumi per uso; queste percentuali sono poi confrontate i valori di consumo al 2050, e nel corso degli anni il modello esegue una interpolazione lineare per fare una transizione graduale dalla distribuzione iniziale a quella target. In pratica, ogni anno viene calcolata una quota "intermedia" per ogni uso, che, applicata alla produzione totale di autoconsumo di quell'anno, permette di suddividere dinamicamente l'energia in modo da riflettere l'evoluzione delle tecnologie nel tempo.

Il meccanismo di stima ipotizzato per identificare la quota di energia fotovoltaica immessa in rete, si basa su una modellazione di dettaglio dell'allocazione dell'energia immessa in rete in funzione di:

- Distribuzione geografica della produzione fotovoltaica, basata sulla presenza e sulla capacità installata degli impianti sul territorio.
- Bilancio locale tra produzione e autoconsumo, determinando la quantità di energia effettivamente immessa nella rete per ciascuna area di riferimento.
- Ripartizione su scala di cabina secondaria, per una rappresentazione più puntuale della dinamica dell'immissione in rete nei diversi nodi del sistema elettrico.

L'ultimazione di uno specifico Modulo del modello generale denominato "B1 - Analisi di Forecast delle Connessioni Attive", consentirà di evolvere significativamente le logiche di calcolo sopra descritte. Il Modulo B1, infatti, valuterà la fattibilità prospettica dello sviluppo di impianti fotovoltaici su tutti i POD esistenti sulla base di algoritmi che tengono conto di molteplici fattori (es. propensione al consumo, propensione alla spesa, reddito medio e caratteristiche catastali e strutturali degli edifici).

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 57/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

3.9.1 Definizione della baseline

La baseline è definita dai seguenti parametri:

- Quantità iniziale di energia fotovoltaica prodotta localmente, rappresentata nell'input iniziale.
- Distribuzione dell'energia tra i diversi utilizzi finali, suddivisa in riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria, cucina, processi industriali e altri settori.
- Ripartizione dell'autoconsumo tra gli utilizzi finali, calcolata sulla base dei consumi totali di energia e della loro suddivisione tra i vari settori.
- Questi valori iniziali costituiscono il punto di partenza per la simulazione dell'evoluzione dell'autoconsumo.

In particolare, per il calcolo della quantità di energia fotovoltaica prodotta localmente la metodologia è stata la seguente: partendo da una curva di produzione percentuale di energia fotovoltaica.

Per stimare la quantità di energia fotovoltaica autoconsumata nella baseline, è stata adottata la seguente metodologia:

1. Determinazione della curva di produzione fotovoltaica
 - Sono state considerate le curve orarie di produzione di energia di vari POD (punti di prelievo con impianti fotovoltaici attivi).
2. Conversione in percentuali annuali
 - I valori assoluti di produzione sono stati trasformati in valori percentuali, rapportando ogni valore orario alla produzione totale annua.
 - Questo passaggio permette di ottenere una curva che esprime la distribuzione relativa della produzione nell'arco dell'anno.
3. Utilizzo delle curve di allocazione dei consumi
 - Sono state utilizzate curve specifiche per ripartire i consumi nei vari settori energetici, ovvero:
 - Condizionamento
 - Riscaldamento e acqua calda sanitaria
 - Cucina
 - Processi produttivi
 - Queste curve rappresentano il fabbisogno energetico nelle diverse ore dell'anno per ciascun settore, consentendo di stimare quanto dell'energia prodotta localmente venga immediatamente utilizzata per questi scopi.
4. Calcolo dell'energia assorbita dalla rete e impatto dell'autoconsumo
 - Per ogni ora dell'anno, si confronta la quantità di energia fotovoltaica disponibile con la richiesta di energia per ogni settore.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 58/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

- Se in una certa ora la produzione è inferiore ai consumi, il fabbisogno residuo viene coperto prelevando energia dalla rete.
- Se invece la produzione è superiore ai consumi, l'energia in eccesso può essere immessa in rete o accumulata (se presenti sistemi di accumulo).

5. Determinazione della curva di consumo netto

- Una volta sottratta la quota di autoconsumo dalla curva complessiva dei consumi, si ottiene la curva finale del consumo netto, ovvero l'energia effettivamente richiesta alla rete.
- Questo consente di stimare l'impatto dell'autoconsumo fotovoltaico sulla riduzione del fabbisogno energetico da rete

3.9.2 Definizione delle variabili evolutive

L'autoconsumo è influenzato principalmente da due aspetti:

1. Aumento della produzione fotovoltaica
 - La quantità di energia disponibile per l'autoconsumo cresce linearmente dal valore iniziale fino a un valore atteso nel 2050.
 - Questa crescita viene calcolata con una interpolazione lineare tra i due estremi temporali.
2. Evoluzione della ripartizione dell'autoconsumo tra i vari utilizzi
 - La quota di energia assegnata a ogni settore viene adattata nel tempo, passando da una suddivisione iniziale a una finale prevista per il 2050.
 - Questa variazione è calcolata linearmente per ciascun anno della simulazione.

3.9.3 Definizione dei Driver

L'andamento dell'autoconsumo nel tempo dipende da due fattori chiave:

- Incremento della produzione fotovoltaica locale, che determina la quantità totale di energia disponibile per il consumo diretto.
- Modifica della ripartizione tra i diversi utilizzi, basata sulla variazione delle necessità energetiche nei diversi settori. In particolare la suddivisione viene effettuata tra:
 - Riscaldamento domestico
 - Riscaldamento non domestico
 - Riscaldamento acqua calda sanitaria
 - Cucina
 - Energia domestica e non domestica
 - Processi produttivi

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 59/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

Questi driver vengono applicati per ricalcolare, anno dopo anno, la quota di energia autoconsumata nei vari ambiti.

3.9.4 Stima dei consumi to-be

L'autoconsumo futuro viene stimato attraverso i seguenti passaggi:

1. Calcolo della produzione disponibile per ogni anno, determinando la quantità di energia fotovoltaica generata tra il valore iniziale e quello previsto per il 2050.
2. Ricalcolo della quota di energia autoconsumata per ogni settore, applicando la variazione della distribuzione dell'autoconsumo prevista nel tempo.
3. Determinazione dell'energia effettivamente utilizzata per il riscaldamento, l'acqua calda sanitaria, la cucina e i processi industriali, in funzione delle variazioni della produzione fotovoltaica e della domanda.

Se la produzione fotovoltaica cresce, si prevede un incremento dell'energia autoconsumata. Se cambia la ripartizione dell'autoconsumo tra i settori, la distribuzione dell'energia tra le diverse esigenze si adatta di conseguenza.

3.9.5 Stima dello scenario evolutivo

Sulla base delle considerazioni effettuate nei precedenti paragrafi, di seguito si riporta la sintesi dell'evoluzione della potenza richiesta per gli usi con e senza l'autoconsumo. Per **energia DND** si intende l'energia domestica e non domestica, che in sintesi riguarda i consumi elettrici legati agli usi generali degli edifici, come illuminazione, elettrodomestici, sistemi di ventilazione e domotica.

Tabella 11 – Differenze tra la potenza richiesta nei casi con e senza autoconsumo

Tipologia d'uso	Anno	Potenza con Autoconsumo (MW)	Potenza senza Autoconsumo (MW)
Processi Industriali	2030	240.0	244.6
Processi Industriali	2050	191.8	205.7
Energia DND	2030	224.6	237.8
Energia DND	2050	229.6	258.9
Cucina	2030	4.79	4.8
Cucina	2050	15.0	15.1

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 60/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

In questa tabella si confrontano i valori di potenza massima richiesta per Processi Industriali, Energia DND e Cucina in due anni (2030 e 2050), distinguendo tra uno scenario con autoconsumo e uno senza.

Per i Processi Industriali, si denota una potenza “con Autoconsumo” inferiore di qualche MW rispetto a quella “senza Autoconsumo”, indice che l’energia autoprodotta riduca leggermente il carico di picco sulla rete, con un divario di circa 4-5 MW sia nel 2030 che nel 2050.

L’Energia domestica e non domestica mostra invece uno scostamento più contenuto nel 2030 (poco meno di 8 MW) ma molto più marcato nel 2050 (circa 29 MW), evidenziando come l’autoconsumo diventi più rilevante in questo settore con il passare del tempo e porti a un calo significativo del picco di potenza prelevata dalla rete.

Per la Cucina, infine, la differenza tra “con” e “senza Autoconsumo” risulta minima sia nel 2030 (4.79 vs 4.8 MW) sia nel 2050 (15.0 vs 15.1 MW), evidenziando come in questo ambito l’autoproduzione incida solo marginalmente sul valore di picco.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 61/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

4 Evoluzione del picco

L'analisi dell'evoluzione del picco di potenza richiede una comprensione dettagliata delle dinamiche di consumo energetico e delle loro variazioni nel tempo. Dopo aver descritto i consumi nelle loro diverse componenti per uso, in questo capitolo vengono introdotte e analizzate le curve di potenza, sia elettriche che relative al gas. Queste curve rappresentano il profilo orario della domanda energetica, evidenziando come i consumi si distribuiscano nell'arco dell'anno e quali siano le variazioni attese nei diversi scenari evolutivi.

Le curve di potenza sono strumenti fondamentali per comprendere l'impatto delle trasformazioni energetiche in corso, come l'elettificazione dei consumi, l'incremento della produzione da fonti rinnovabili e la diffusione dell'autoconsumo. L'obiettivo è quello di proiettare tali curve nel futuro, valutando gli effetti delle tendenze tecnologiche e delle politiche energetiche sulla domanda di energia e sulla gestione dei picchi di potenza.

Il modello fornisce delle rappresentazioni grafiche che mostrano i consumi in formato orario lungo tutto l'anno. Tali output grafici sono dunque l'illustrazione di 8760 (365 giorni * 24 h) data point calcolati come consumo annuo suddiviso in curve percentuali di consumo orarie.

Queste curve evolvono secondo analisi effettuate dal DSO e basate su dati di input propri e su analisi Desk-Research, che hanno proiettato i picchi di potenza tra l'anno di partenza, il 2030 e il 2050, utilizzando come base le curve as-is proiettate per le annualità future sulla base dei consumi attesi. Dati questi consumi, la curva dei picchi di potenza di GAS è attesa diminuire di circa il 58% tra il 2024 ed il 2050 passando da 108 Mcm a 45 Mcm mentre la curva dei picchi di potenza della distribuzione elettrica è attesa al 2050 in aumento di circa il 28% rispetto al 2024.

4.1 Costruzione delle curve di potenza elettrica annuali

Per stimare l'evoluzione del picco elettrico, le curve di potenza sono state costruite partendo da un'analisi dei consumi orari e delle loro variazioni nel tempo. Si riporta di seguito l'approccio seguito per la costruzione delle curve di potenza aggregate per il perimetro di competenza:

1. **Raccolta dati storici e previsionali:** Sono state utilizzate serie storiche di consumo elettrico provenienti sia da letture misurate direttamente che da analisi desk. Le curve raccolte sono composte da $365 * 24$ valori percentuali, che rappresentano il consumo orario rispetto al consumo totale annuo.
2. **Proiezione delle curve nel futuro:** Le curve di consumo vengono proiettate negli anni futuri mantenendo invariato il loro pattern percentuale orario. In altre parole, il modello utilizza la stessa distribuzione percentuale dei consumi orari, ma applicandola a valori assoluti di consumo modificati in base ai trend previsti.
3. **Aggregazione ponderata dei consumi:** Le curve dei diversi utilizzi energetici vengono combinate in base alla loro incidenza relativa, producendo curve aggregate che riflettono l'evoluzione della domanda nel tempo. Questo porta a variazioni nei picchi di potenza, che

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 62/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

possono differire a seconda del perimetro geografico considerato e della distribuzione dei consumi nei vari settori.

Questo procedimento è applicato sia per calcolare i consumi in curva elettrici che gas.

4.2 Evoluzione delle curve per gli anni di riferimento 2030-2050

Per favorire una corretta comprensione dell'output che il modello è in grado di restituire, si riportano di seguito i risultati dell'evoluzione delle curve per gli anni di riferimento 2030 e 2050 per il perimetro INRETE.

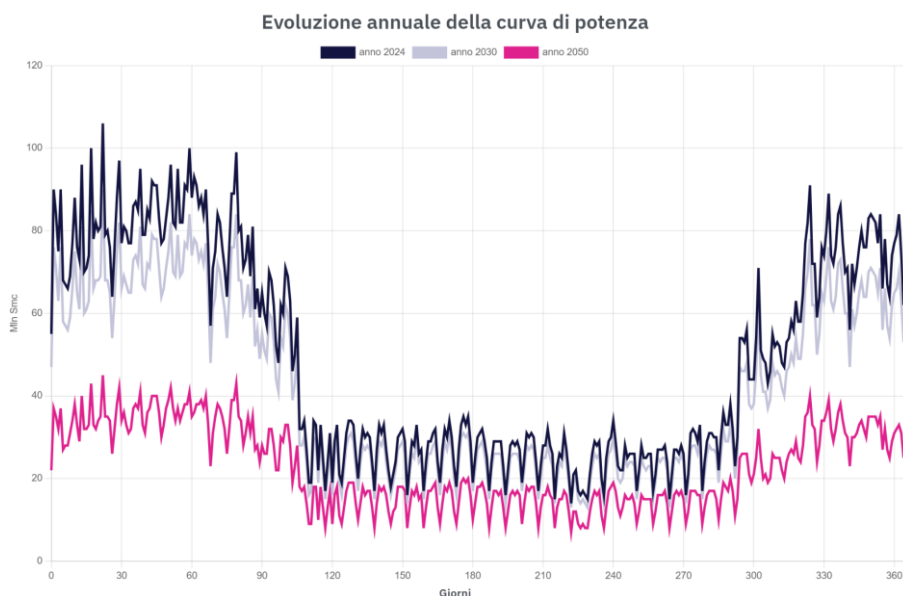


Figura 23 - Curva di potenza del gas

La curva di prelievo gas mostra una riduzione significativa della potenza massima richiesta nel corso degli anni, con un calo marcato tra il 2030 e il 2050. In particolare la curva relativa al 2023 presenta picchi di 108MSmc, principalmente dovuta al riscaldamento nei mesi invernali e nelle prime fasi dell'anno. Nel 2030 la curva segue ancora un andamento simile, ma con valori leggermente inferiori.

Nel 2050 è atteso invece un importante calo della potenza, in linea con la riduzione dei consumi di gas.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 63/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

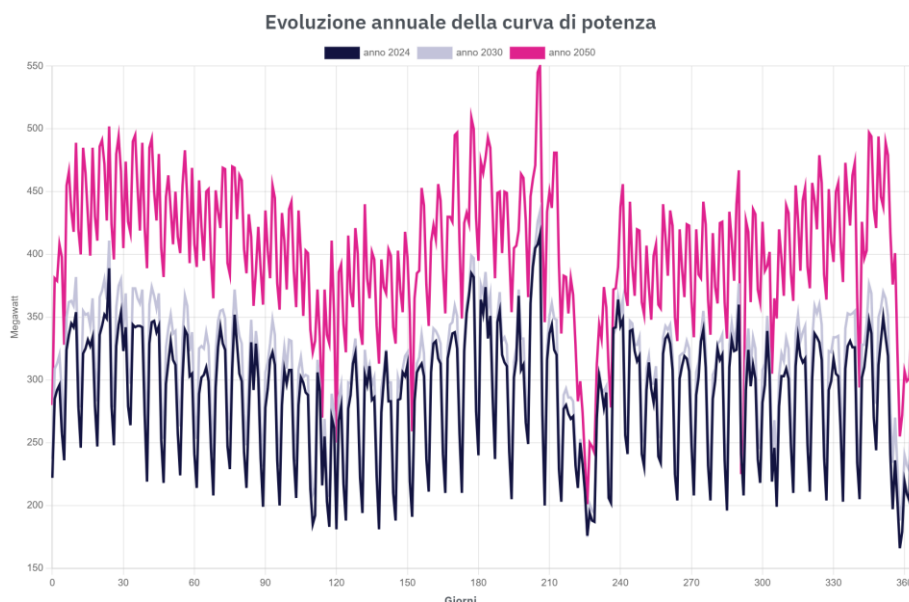


Figura 24 - Curva di potenza dell'energia elettrica

Il grafico rappresenta l'evoluzione della potenza elettrica richiesta negli anni 2023, 2030 e 2050. A differenza della curva del gas, qui si nota un trend opposto: la potenza elettrica aumenta progressivamente nel tempo.

La curva del 2023 mostra una richiesta di potenza con oscillazioni marcate, tipiche di variazioni giornaliere dei consumi.

Nel 2030 si registra un aumento della potenza richiesta, in virtù di una maggiore elettrificazione dei consumi. Nel 2050 la curva mostra un incremento significativo della potenza massima rispetto agli anni precedenti, con un aumento dei picchi giornalieri fino a 550 MW.

Questo andamento è coerente con la riduzione del consumo di gas: man mano che l'elettrificazione avanza, le richieste di potenza elettrica crescono per compensare l'abbandono dei combustibili fossili.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 64/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

4.3 Curve di potenza giornaliera nel giorno di picco massimo

L'analisi delle curve di potenza giornaliera consente di individuare i momenti di massimo prelievo della rete e comprendere come questi varino nel tempo. In questo capitolo vengono analizzate le curve di potenza relative ai giorni in cui si registra il picco annuale di domanda elettrica, con l'obiettivo di evidenziare la distribuzione oraria dei consumi e il loro impatto sulla rete.

L'individuazione del giorno di picco massimo è fondamentale per la pianificazione della capacità della rete e per la gestione dell'equilibrio tra domanda e offerta. Le curve giornaliere vengono ricavate dalle serie orarie di consumo e consentono di valutare come l'autoconsumo, l'elettificazione e le variazioni della domanda influenzino il profilo di potenza massima nel corso degli anni.

Tale rappresentazione è una vista di approfondimento rispetto al capitolo precedente che mostra, partendo dalle curve del capitolo 4.2 i giorni di registrazione del picco massimo, proiettandoli poi in futuro. I grafici prodotti dalla dashboard sono poi suddivisi per sotto-perimetri geografici.

A titolo illustrativo, e con il fine di illustrare qualitativamente le funzionalità e le proprietà "locali" del modello, che produce questi output per i perimetri di analisi specifici (non aggregati), si riportano di seguito le stime delle curve di potenza giornaliera calcolate nel giorno di massimo picco per il perimetro dell'Area Imola, dell'area Modena appennino e dell'Area Modena pianura.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 65/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

4.3.1 Area Imola

La Figura 25 e la Figura 26 di seguito riportate mostrano rispettivamente il profilo orario del giorno di massimo picco elettrico e del giorno di massimo picco gas per il territorio di Imola, offrendo un confronto tra l'andamento della domanda nei diversi anni di riferimento.

Il picco elettrico riportato nella figura 25 evidenzia una crescita progressiva della potenza richiesta tra il 2023 e il 2050, con il picco giornaliero che si verifica nelle ore pomeridiane e una tendenza all'aumento della domanda complessiva. Il massimo assorbimento di potenza si registra costantemente il 26 luglio, con valori che passano da 96,171 MW nel 2023 a 108,547 MW nel 2050. L'incremento annuo composto (CAGR) tra il 2023 e il 2050 è dello 0,45%, con una variazione più marcata tra il 2030 e il 2050 rispetto alla decade precedente. Questo andamento è coerente con la progressiva elettrificazione dei consumi e la maggiore dipendenza dalla rete elettrica.

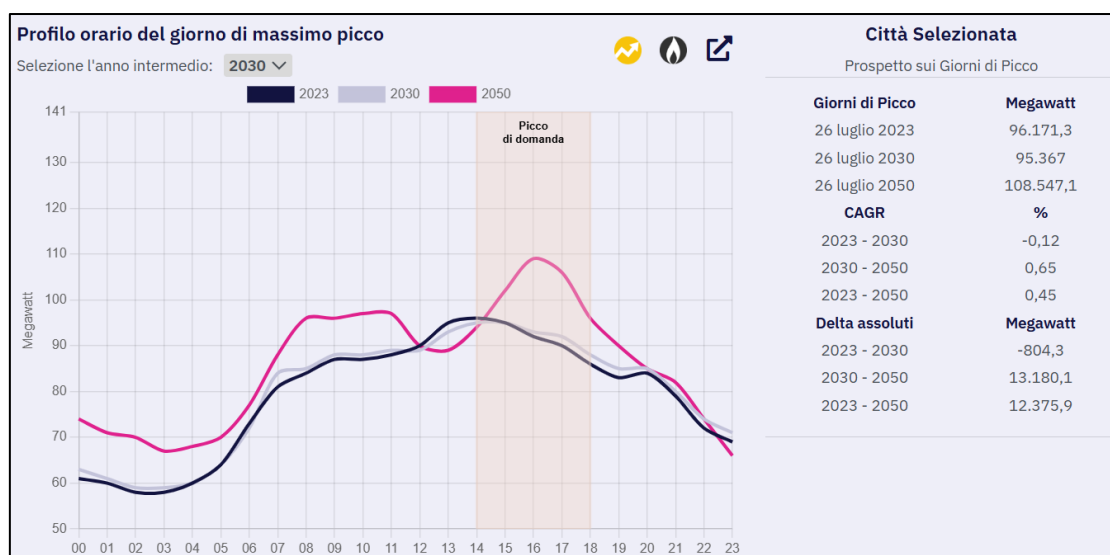


Figura 25 - Profilo orario del giorno di massimo picco elettrico per il territorio di Imola

Il profilo del gas (Figura 26) segue invece un andamento opposto, mostrando una riduzione significativa dei consumi tra il 2023 e il 2050. Il picco giornaliero si registra nelle prime ore della giornata del 23 gennaio, riflettendo la maggiore incidenza della domanda di gas nei mesi invernali. Il consumo massimo passa da 24,121 Mln Smc/h nel 2023 a 9,567 Mln Smc/h nel 2050, evidenziando un decremento costante della domanda con un tasso di riduzione annuo del -3,37%. Questa contrazione è attribuibile alla sostituzione del gas con vettori energetici alternativi, come l'elettricità per il riscaldamento e i processi industriali, nonché all'incremento dell'efficienza energetica.

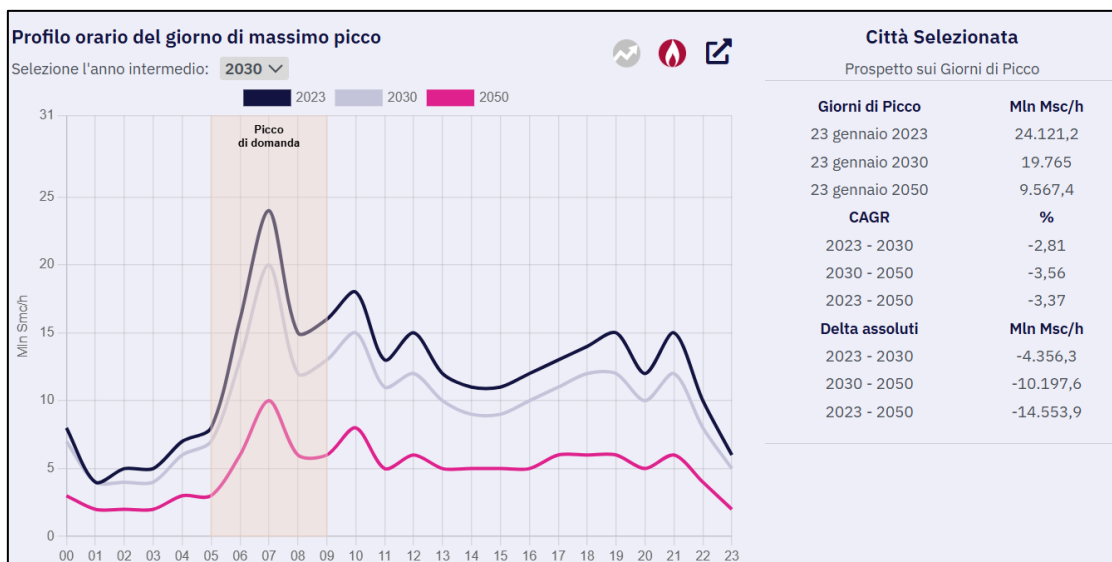


Figura 26 - Profilo orario del giorno di massimo picco gas per il territorio di Imola

Il confronto tra i due grafici evidenzia quindi il progressivo spostamento della domanda energetica da un sistema basato sul gas a uno sempre più elettrificato. Mentre il picco di potenza elettrica tende ad aumentare, la riduzione del consumo di gas suggerisce una transizione accelerata verso soluzioni più sostenibili.

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 67/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

4.3.2 Area Modena Appennino

Le Figure 27 e 28 mostrano rispettivamente il profilo orario del giorno di massimo picco elettrico e del giorno di massimo picco gas per il territorio di Modena - zona appennino, offrendo un'analisi dell'evoluzione della domanda nei diversi anni di riferimento.

Il piccolo elettrico riportato nella figura 27 evidenzia una crescita costante della potenza richiesta tra il 2023 e il 2050, con il massimo assorbimento che si registra il 25 luglio in tutti gli anni considerati. Il valore di picco aumenta da 93,529 MW nel 2023 a 109,780 MW nel 2050, con un incremento annuo medio (CAGR) dello 0,6%. L'aumento più marcato avviene tra il 2030 e il 2050, periodo in cui si registra una crescita dello 0,77% annuo e un incremento assoluto di oltre 15,5 MW. L'andamento della curva mostra una maggiore concentrazione della domanda nelle ore pomeridiane, con un picco accentuato nel 2050 rispetto agli anni precedenti, segnale di una progressiva elettrificazione dei consumi e di un maggiore carico sulla rete nelle ore centrali della giornata.

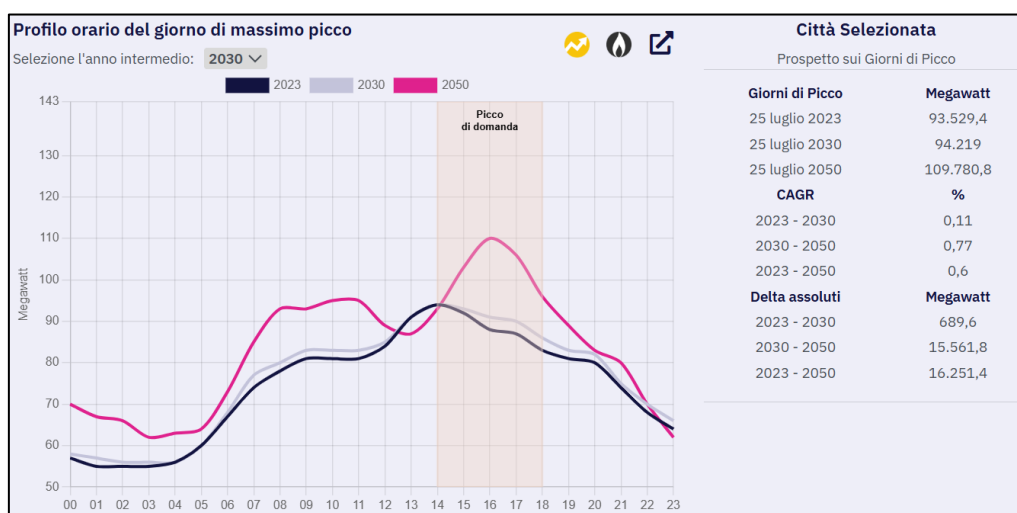


Figura 27 - Profilo orario del giorno di massimo picco elettrico per il territorio di Modena - zona appennino

Il profilo del gas, rappresentato in Figura 28, mostra invece un andamento opposto, con una riduzione progressiva della domanda tra il 2023 e il 2050. Il massimo consumo giornaliero si verifica il 23 gennaio, confermando la stagionalità invernale della domanda di gas. Il valore di picco si riduce da 17,484 Mln Smc/h nel 2023 a 8,129 Mln Smc/h nel 2050, con un tasso medio annuo di decrescita (CAGR) del -2,8%. Il calo più significativo si registra nel periodo 2030-2050, con una riduzione annua del -2,93%, corrispondente a una diminuzione di oltre 6 Mln Smc/h. Questo trend è indicativo della progressiva sostituzione del gas con vettori alternativi.

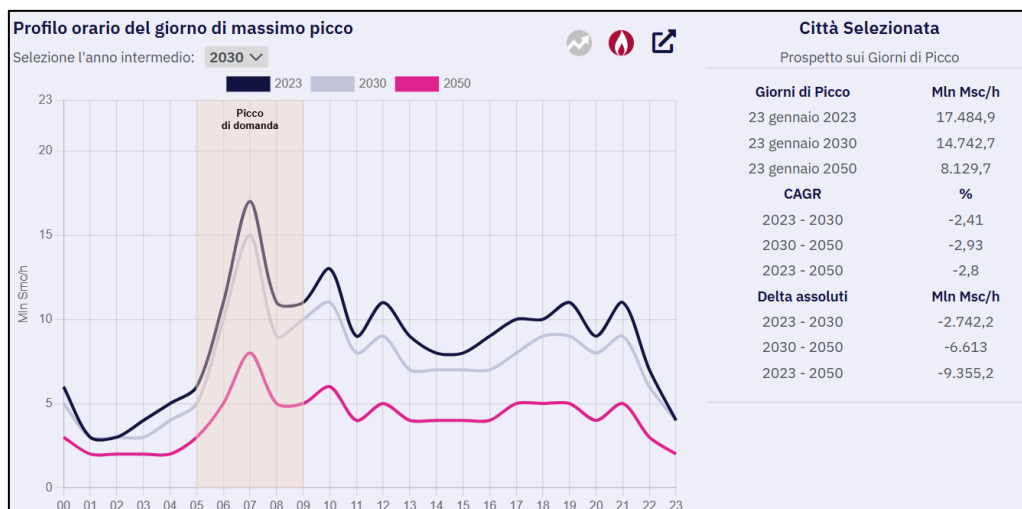


Figura 28 - Profilo orario del giorno di massimo picco gas per il territorio di Modena - zona appennino

	DOCUMENTO DI SCENARIO ENERGETICO TERRITORIALE		
	Rev. 0	Marzo 2025	PAGINA 69/70
Allegato D	Piano per lo sviluppo delle reti elettriche gestite da INRETE Distribuzione Energia S.p.A.		

4.3.3 Area Modena Pianura

Le Figure 29 e 30 mostrano rispettivamente il profilo orario del giorno di massimo picco elettrico e del giorno di massimo picco gas per il territorio di Modena - zona pianura, evidenziando l'evoluzione della domanda nei diversi anni di riferimento.

Nel profilo elettrico riportato nella figura 29, il massimo assorbimento di potenza si registra nei mesi estivi, con il giorno di picco che cade il 26 luglio nel 2023 e nel 2030, mentre nel 2050 avviene in una giornata invernale, il 18 gennaio.

La potenza massima cresce da 255,601 MW nel 2023 a 297,372 MW nel 2050, con un tasso medio di crescita annuo (CAGR) dello 0,56%. L'incremento più significativo si verifica nel periodo 2030-2050, con una variazione dello 0,79% annuo e un aumento assoluto di oltre 43 MW. La curva oraria mostra come nel 2050 la domanda si distribuisca in modo più pronunciato nelle ore mattutine, rispetto ai picchi più contenuti degli anni precedenti, evidenziando un cambiamento nei profili di carico dovuto alla crescente elettrificazione.

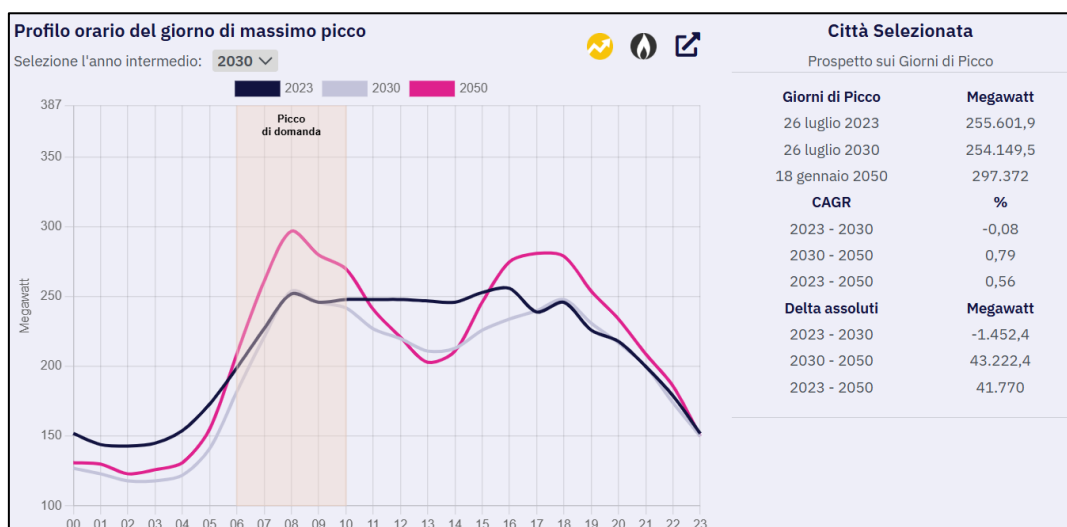


Figura 29 - Profilo orario del giorno di massimo picco elettrico per il territorio di Modena - zona pianura

Il profilo del gas, rappresentato in Figura 30, mostra invece un calo significativo della domanda tra il 2023 e il 2050, con una riduzione della potenza di picco da 74,714 Mln Smc/h nel 2023 a 35,087 Mln Smc/h nel 2050. Il tasso di riduzione annuo (CAGR) è del -2,76%, con una contrazione più marcata tra il 2030 e il 2050, dove si registra una decrescita annua del -2,89%. Il massimo consumo continua a verificarsi nei mesi invernali, con il picco registrato il 23 gennaio in tutti gli anni considerati, ma con un progressivo calo dell'intensità della domanda. La diminuzione complessiva tra il 2023 e il 2050 è di circa 39,6 Mln Smc/h.

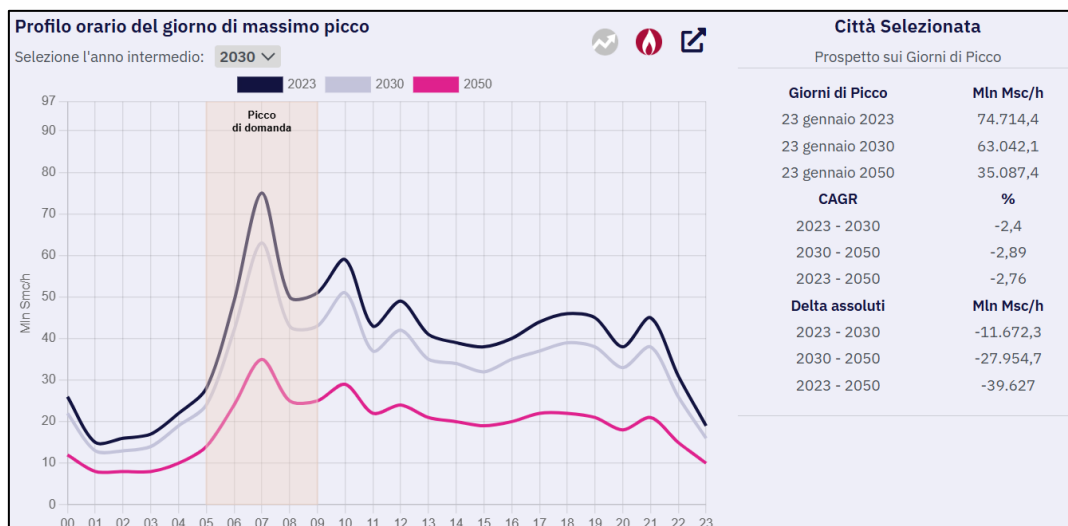


Figura 30 - Profilo orario del giorno di massimo picco gas per il territorio di Modena - zona pianura