

# Decarbonizzazione dei consumi termici residenziali

Project Summary

Luglio 2024

BIP CONSULTING per



HERE TO DARE

# Contesto di riferimento e obiettivi

## Contesto di riferimento

<b>Contesto europeo</b>	La Direttiva EU (EPBD) prevede che il <b>consumo medio di energia primaria</b> dell'intero parco immobiliare residenziale <b>diminuisca del 16%, rispetto ai valori del 2020, entro il 2030</b>
<b>Contesto italiano</b>	Il <b>PNIEC</b> prevede lo sviluppo di politiche volte alla <b>decarbonizzazione del settore residenziale</b> , promuovendo l' <b>efficientamento energetico</b> e l' <b>elettrificazione dei consumi finali energetici</b> , con l'obiettivo di ridurre del 17% i consumi del settore entro il 2030 (rispetto al 2021)
<b>Sfide dell'elettrificazione</b>	L'elettrificazione del settore residenziale comporta <b>sfide tecniche, sociali ed economiche</b> , richiedendo l'analisi delle <b>specificità di ogni contesto abitativo</b> per offrire soluzioni tecnologiche fattibili e accessibili economicamente per il consumatore



## Obiettivo dello studio:

**Identificare delle soluzioni di decarbonizzazione perseguibili per il settore residenziale italiano che tengano conto del contesto abitativo, socio-demografico ed economico**

## Metodologia



Analisi delle **caratteristiche** e delle **condizioni** del **parco abitativo italiano**, con un focus sui sistemi di riscaldamento e le attuali performance energetiche



Analisi delle **caratteristiche socio-demografiche** della popolazione italiana al fine di evidenziare età, reddito e disponibilità economiche



Analisi della **filiera degli installatori per valutare la capacità di** gestire una crescente domanda di installazione di PdC



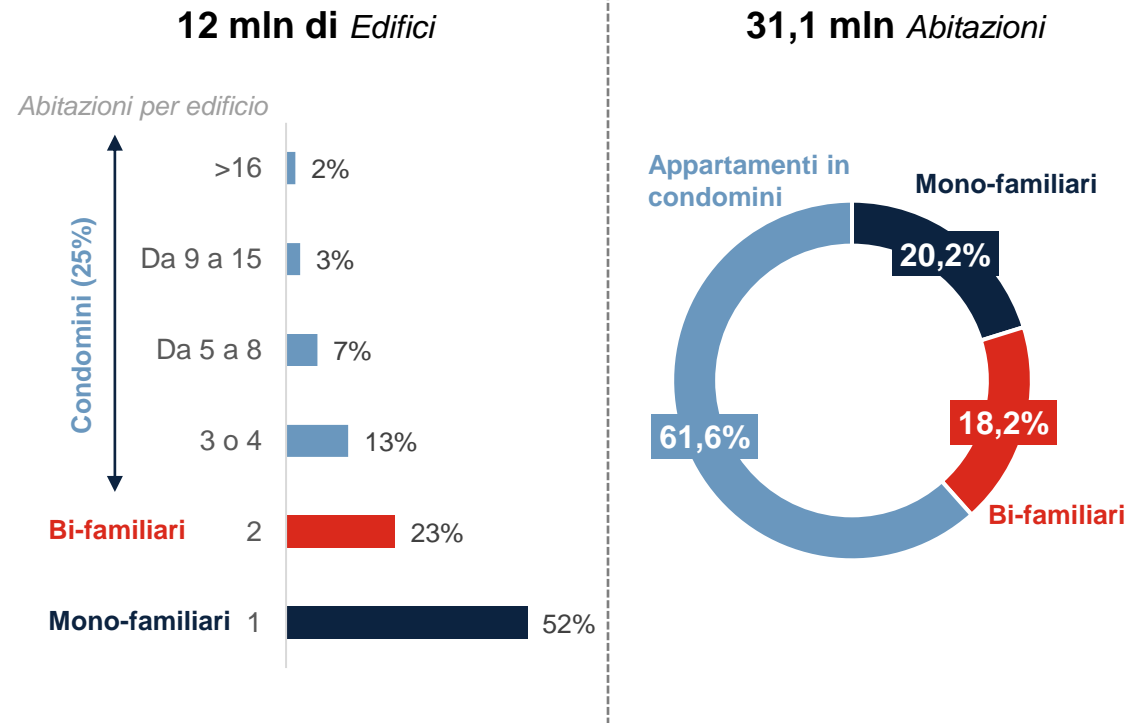
**Valutazione tecnico-economica** delle differenti **soluzioni tecnologiche** finalizzata ad evidenziare le performance tecniche e la competitività economica



Valutare l'**effettiva predisposizione** del contesto nazionale allo **switch tecnologico** e identificare dei **potenziali scenari di sviluppo** per il raggiungimento degli obiettivi di efficienza e decarbonizzazione

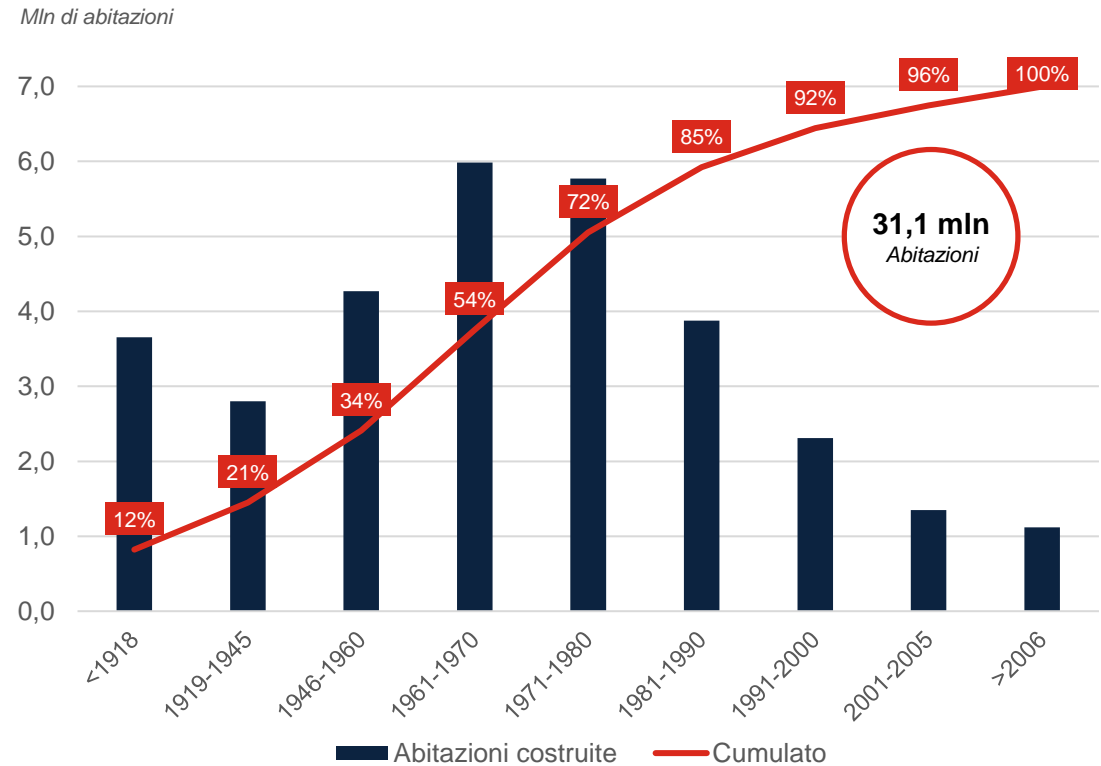
# La soluzione abitativa più diffusa in Italia sono gli appartamenti in condomini ed emerge una marcata anzianità del parco residenziale con oltre il 70% che supera i 45 anni

## Numero di abitazioni per edificio



- Le **case mono-familiari** rappresentano il **52% degli edifici**, tuttavia rappresentano solo il **20% delle abitazioni** totali
- **Oltre il 60% delle abitazioni** si trova in contesti condominiali, seppur rappresentando solo il 25% degli edifici

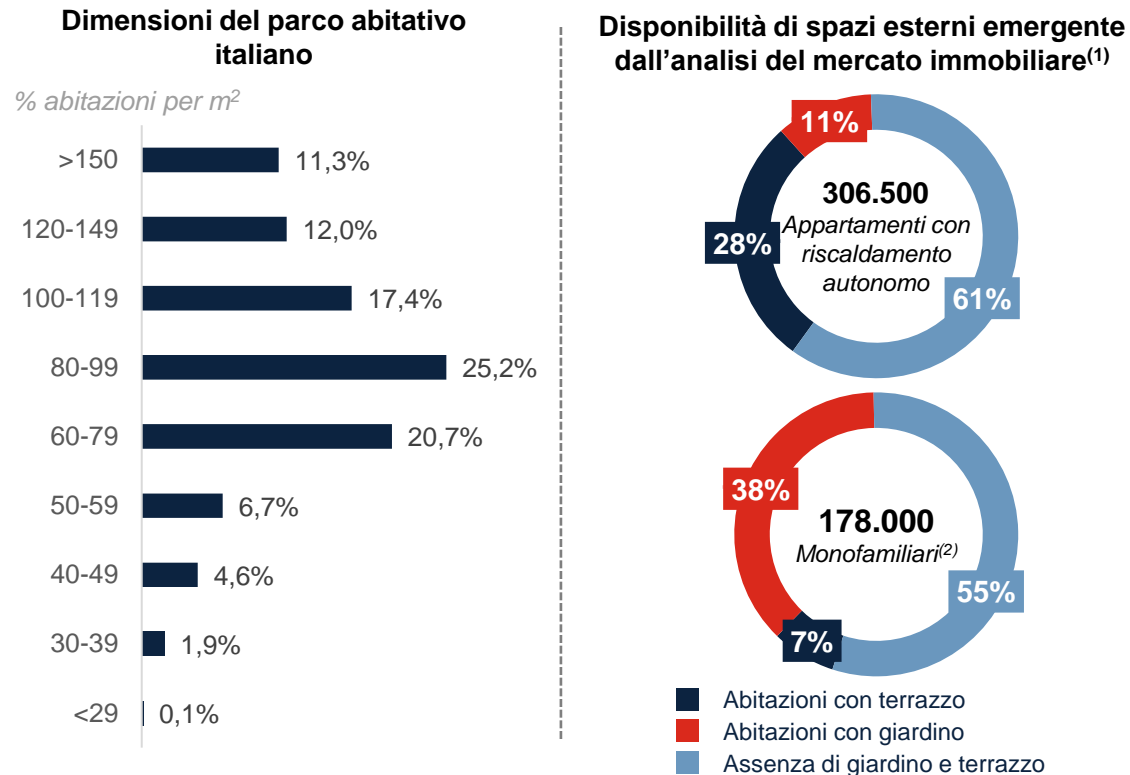
## Abitazioni per epoca di costruzione



- Il parco residenziale italiano mostra una marcata anzianità con **oltre il 70% delle abitazioni costruite prima del 1980** e un'età media delle abitazioni che supera i **45 anni**
- Le abitazioni costruite **dopo il 2000** rappresentano **solo l'8%** del totale

# L'abitazione tipo si attesta tra 60-100 m<sup>2</sup>, emerge una limitata disponibilità di spazi esterni, inoltre, circa il 30% delle abitazioni sono considerate non occupate o ad uso incerto

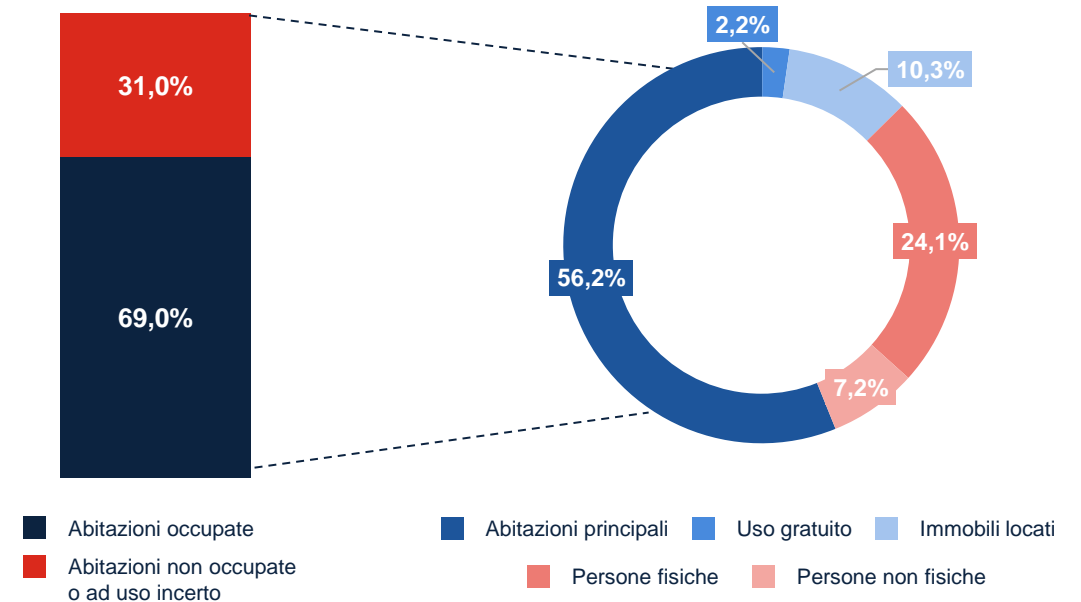
## Dimensioni abitazioni e disponibilità di spazi esterni



- Il **60%** delle **abitazioni** presenta una **superficie inferiore** a **100 m<sup>2</sup>**
- Le abitazioni nelle **classi** con una **superficie di 60-79 m<sup>2</sup> e 80-99 m<sup>2</sup>** sono le **più diffuse** sul territorio nazionale con una quota complessiva pari a **46%**
- Il **60%** degli **appartamenti con riscaldamento autonomo non presenta un giardino privato o terrazzo<sup>(1)</sup>**, la mancanza di spazi esterni limita le alternative tecnologiche per il riscaldamento<sup>(3)</sup>

## Stato di occupazione delle abitazioni - 2020

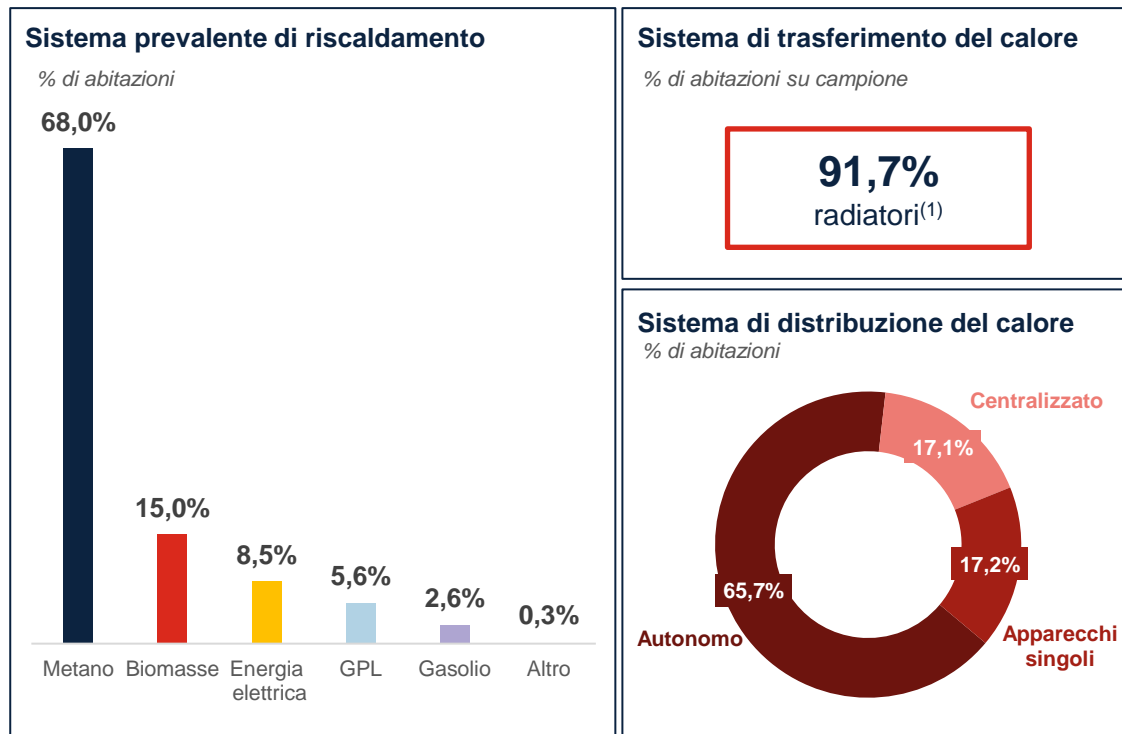
% di abitazioni



- Le **abitazioni occupate stabilmente sono il 70%**, il restante 30% è rappresentato da abitazioni ad uso incerto o non stabilmente occupate
- Gli immobili adibiti ad **abitazione principale** rappresentano circa il **56%** del **parco abitativo**
- La **predisposizione ad investire** in soluzioni di decarbonizzazione **sarà inferiore** nel caso di **abitazioni non considerate principali** (es. seconde case, immobili allocati)

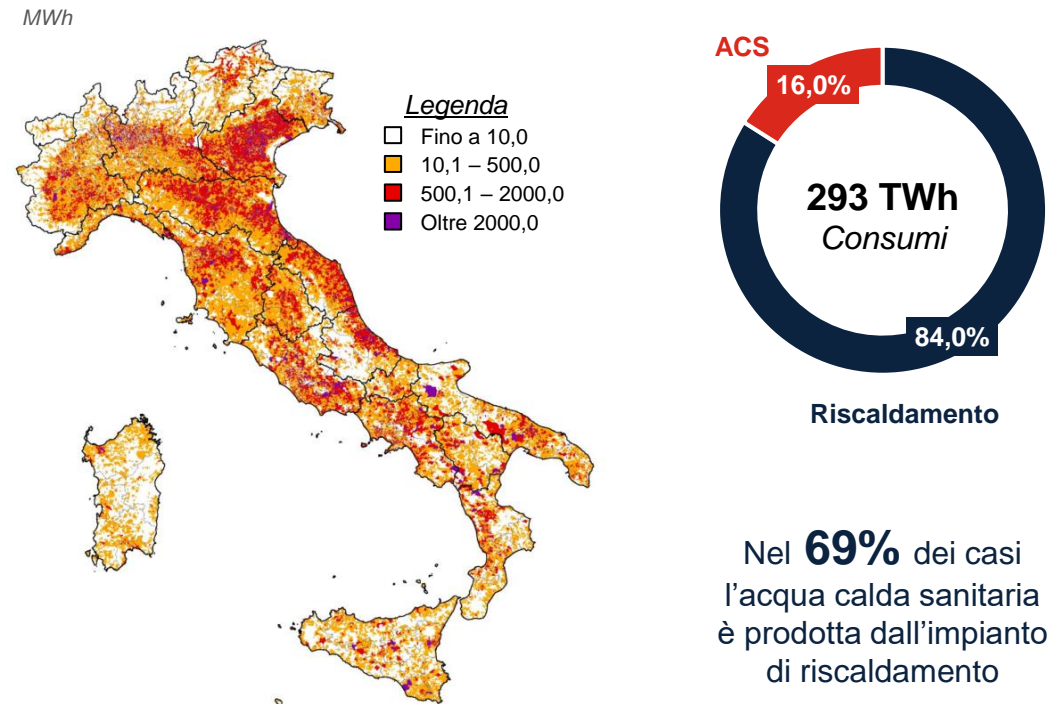
# Alimentazione a metano, riscaldamento autonomo e radiatori sono le soluzioni tecniche più diffuse, inoltre, l'ACS spesso è prodotta dagli stessi impianti di riscaldamento

## Sistemi di riscaldamento



- Per il **70%** delle **abitazioni** il **riscaldamento** è alimentato a **gas naturale**
- Il **riscaldamento autonomo** è il principale sistema di distribuzione del calore (**66%**)
- I **radiatori** emergono come il **principale sistema di trasferimento** del calore (**92%**)
- Il **69%** degli **impianti di riscaldamento** viene utilizzato per **produrre acqua calda sanitaria (ACS)**

## Fabbisogno e consumi residenziali per riscaldamento e ACS - 2018

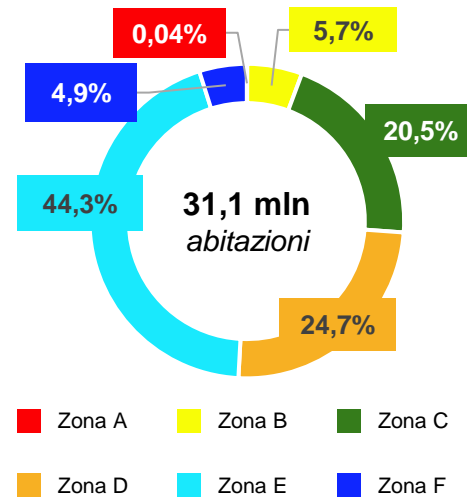
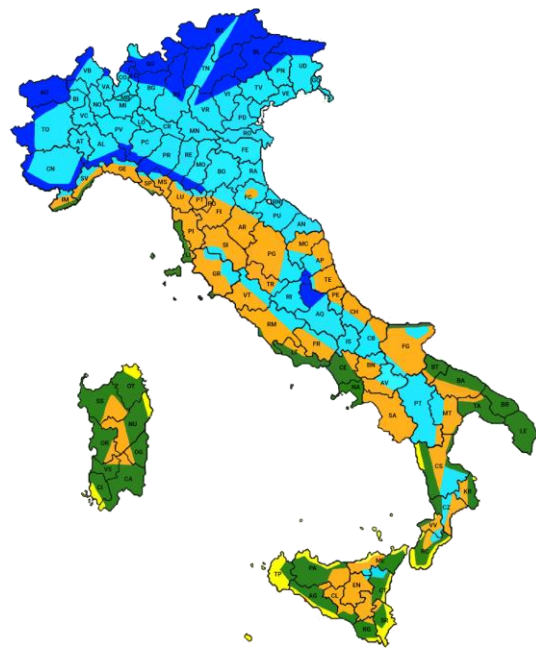


- Il **riscaldamento** rappresenta la voce di consumo **preponderante** nel settore residenziale, con una **quota dell'84%** a fronte di un **consumo complessivo** di settore pari a circa **293 TWh**
- I **consumi** risultano **localizzati** principalmente al **Nord**, con **Lombardia, Piemonte e Veneto (41% dei consumi complessivi)** che emergono come le regioni più energivore dal punto di vista dei consumi residenziali

# Oltre il 50% delle abitazioni sono localizzate in aree fredde con oltre 2.100 gradi-giorno, per di più, il 50% delle abitazioni si colloca nelle classi energetiche peggiori (F – G)

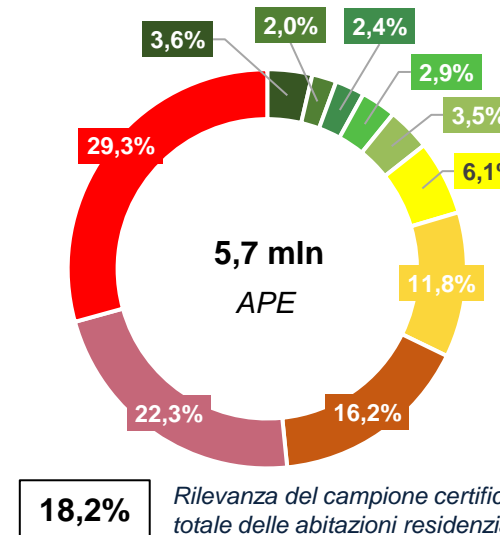
## Ripartizione del parco edilizio residenziale per zona climatica

Mln di abitazioni



## Classi energetiche<sup>(1)</sup> su base nazionale

% di abitazioni



Classe energetica	Consumo specifico (kWh/m <sup>2</sup> )
A4	$EP_{gl,nren} \leq 0,4$
A3	$0,4 < EP_{gl,nren} \leq 0,6$
A2	$0,6 < EP_{gl,nren} \leq 0,8$
A1	$0,8 < EP_{gl,nren} \leq 1,0$
B	$1,0 < EP_{gl,nren} \leq 1,2$
C	$1,2 < EP_{gl,nren} \leq 1,5$
D	$1,5 < EP_{gl,nren} \leq 2,0$
E	$2,0 < EP_{gl,nren} \leq 2,6$
F	$2,6 < EP_{gl,nren} \leq 3,5$
G	$EP_{gl,nren} > 3,5$

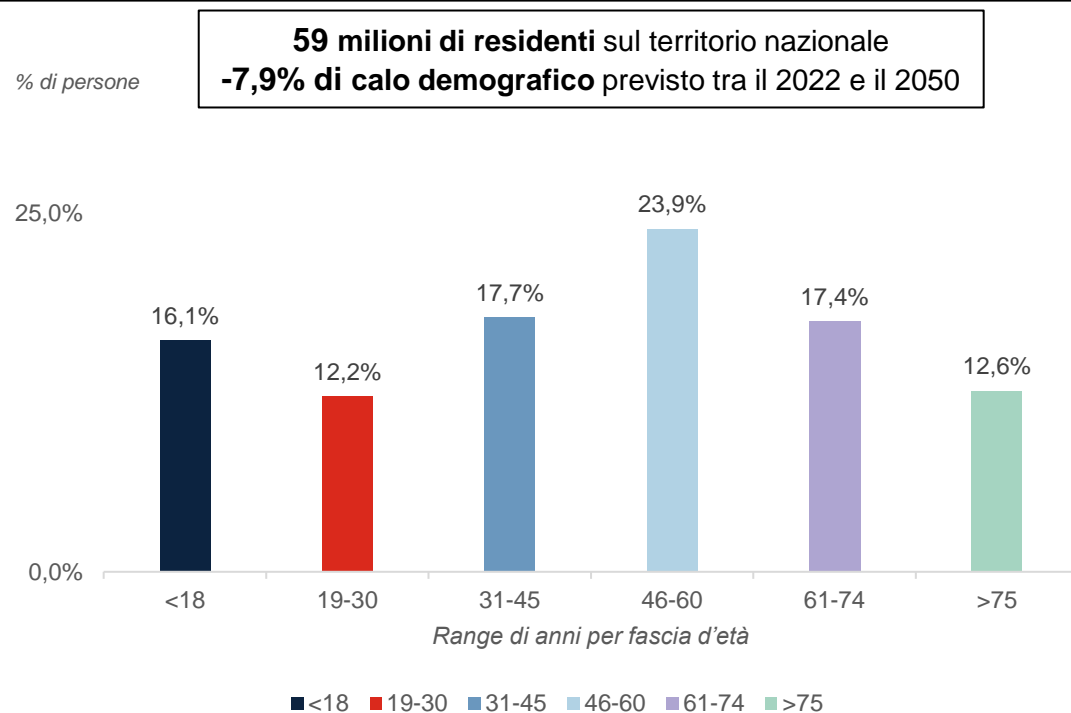
*I valori da APE risultano sovrastimati rispetto ai valori reali di consumo a causa delle effettive condizioni di utilizzo ed algoritmi di calcolo delle prestazioni energetiche*

- Il **50%** delle abitazioni è localizzato in **zone climatiche** che presentano **oltre 2.100 gradi-giorno** all'anno (**zone E – F**), caratterizzate da un **maggior numero di ore di funzionamento** degli impianti di riscaldamento
- Le abitazioni in zone **medio-temperate (zone C – D)** sono circa il **45%**

- **L'80%** delle abitazioni nel campione ha una **classe energetica inferiore o uguale alla D**, in particolare il 50% si colloca nelle **classi energetiche peggiori (F-G)**
- La Direttiva EPBD prevede che il **consumo medio di energia primaria** del settore residenziale **diminuisca del 16%**, rispetto ai valori del 2020, entro il 2030 (55% ottenibile attraverso la ristrutturazione del 43% degli edifici con prestazioni peggiori)

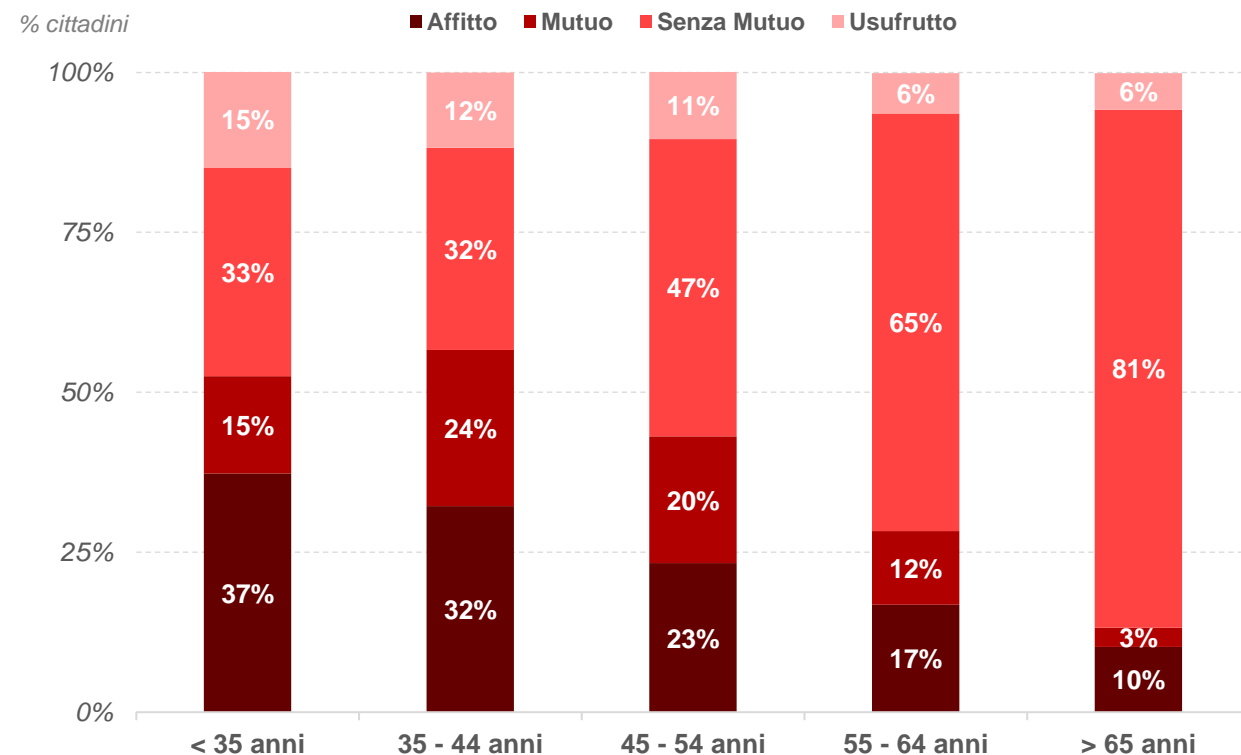
# Il tasso di anzianità in Italia è molto elevato, più del 30% della popolazione è over 60, inoltre, il 58% degli italiani vive in immobili di proprietà, posseduti in gran parte dai più anziani

## Popolazione residente per fasce d'età - 2022



- La popolazione con età compresa fra **46 e 60 anni** è la più **rilevante** a livello nazionale (**24%**)
- Tuttavia, i cittadini con **più di 60 anni** rappresentano **più del 30%** della popolazione
- Le **prospettive demografiche** indicano un **calo** del **7,9%** nel periodo **2022-2050**, raggiungendo **54,4 milioni** di abitanti al termine dello stesso

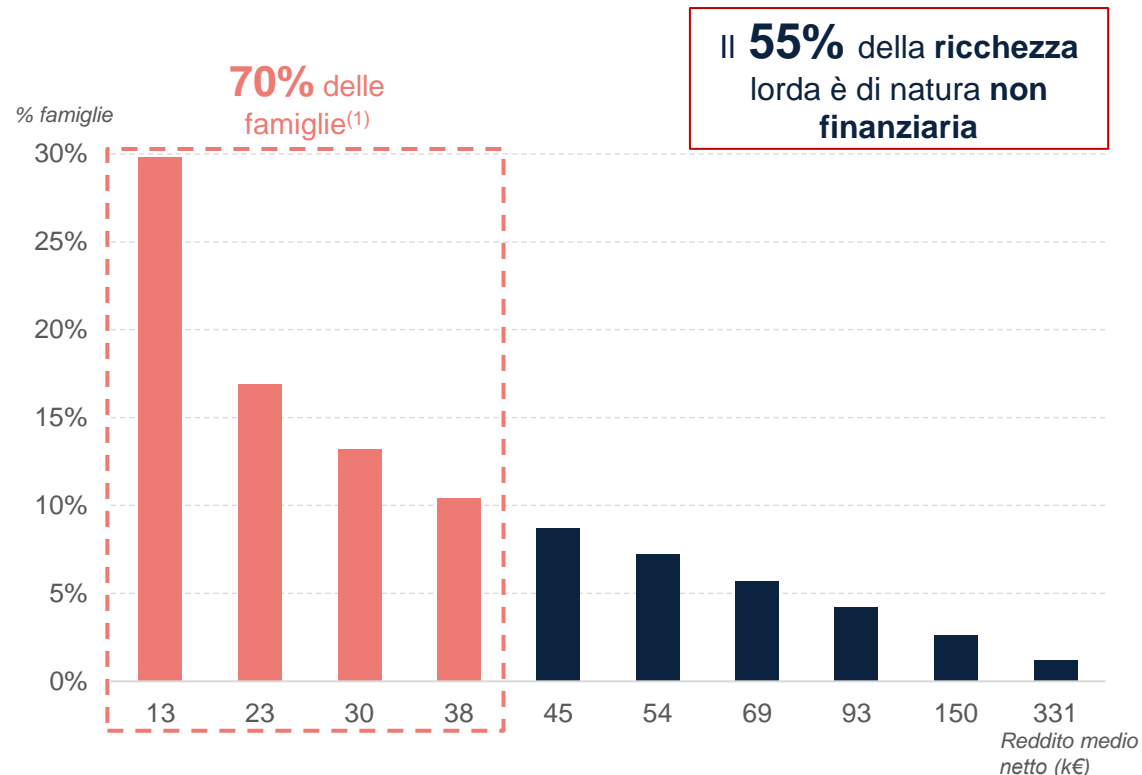
## Caratterizzazione proprietà per età anagrafica<sup>(1)</sup>



- L'**81%** degli **over 65** vive in un'**abitazione di proprietà senza mutuo**, mentre solo il 10% vive in affitto
- L'**affitto** emerge come soluzione **dominante** nelle classi più **giovani**, con oltre il **37%** degli **Under 35** ed il **32%** della popolazione **fra i 35 e i 44 anni**
- I cittadini fra i **35 ed i 54 anni** presentano le **maggiori quote** di residenti in un'**abitazione di proprietà** per la quale stanno ancora pagando un **mutuo**

# Su 24,6 mln di famiglie, il 70% ha un reddito medio insufficiente per l'acquisto di una PdC, con un reddito netto di 40.000 € sarebbe necessario investire la totalità dei risparmi annui

## Redditi medi netti e quote di famiglie per decimi di reddito – 2020



- Su un totale di **24,6 milioni**, si registra una **prevalenza** di famiglie formate da **1 e 2 componenti (58%)**
- Il **70%** delle famiglie presenta un **reddito medio netto inferiore a 40.000 €**
- Solo il **14%** delle famiglie presenta un **reddito medio netto superiore a 68.000 €**
- La **ricchezza media familiare** risulta altamente **polarizzata**, dove la **maggioranza delle famiglie si colloca al di sotto dei valori medi**

## Famiglie con capacità economica sufficiente ad investire in PdC

**Ipotesi**

<b>Costi</b>	In <b>assenza di incentivi e accesso ai finanziamenti</b> , si stima un <b>investimento medio</b> compreso fra <b>10.000 – 15.000 €</b> per l' <b>acquisto e l'installazione</b> di una PdC in un'abitazione
<b>Spesa media familiare</b>	Con riferimento al 2022, si evidenzia una <b>spesa media delle famiglie</b> pari a 2.625 € al mese, circa <b>31.500 € all'anno</b>

▼

Reddito netto minimo richiesto	Quota di famiglie senza disponibilità
<b>40.000 €</b>	<b>70%</b>

In questo **scenario limite**, l'**investimento in PdC** sarebbe equivalente al **100%** del risparmio annuo

- Si considera un **costo medio complessivo** per l'installazione di una PdC compreso fra i **10.000 € e i 15.000€**
- A livello nazionale, la **spesa media annua** ammonta a circa **31.500 €**
- Solo il **30%** delle famiglie dispone delle **risorse finanziarie sufficienti** ad installare una PdC



# Caratterizzazione delle principali tecnologie domestiche di generazione del calore

		Input energetico	Efficienza media in zona E <sup>(1)</sup>	Serbatoio ACS <sup>(2)</sup>	Ingombri	Pro	Contro	<b>Legenda</b>
Caldaie	Caldaia a gasolio		88% - 90%	✓	● ~ 0,6 m <sup>3</sup> + Serbatoio gasolio	<ul style="list-style-type: none"> <li>CapEx contenuti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comporta elevate emissioni (maggiori rispetto gas naturale e GPL), riducibili attraverso combustibili rinnovabili</li> </ul>	
	Caldaia a gas		95% - 97%	✗	● ~ 0,1 – 0,2 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produzione istantanea di calore per ACS</li> <li>CapEx contenuti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissioni di CO<sub>2</sub>, riducibili attraverso l'utilizzo di combustibili rinnovabili</li> </ul>	 Metano Biometano
	Caldaia a GPL		95% - 97% <sup>(5)</sup>	✗	● ~ 0,1 – 0,2 m <sup>3</sup> + Serbatoio GPL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produzione istantanea di calore per ACS</li> <li>CapEx contenuti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comporta emissioni, riducibili attraverso l'utilizzo di combustibili rinnovabili</li> </ul>	 GPL / Bio-GPL rDME
Pompe di calore <sup>(3)</sup>	PdC aria-acqua		240%	✓	● ~ 0,4 – 0,6 m <sup>3</sup> + Locale Tecnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenute emissioni di CO<sub>2</sub></li> <li>Alta efficienza di targa (COP), da verificare a seconda delle condizioni climatiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compatibilità con sistemi di trasferimento del calore</li> <li>Ingombri significativi</li> <li>Prestazioni inferiori in climi rigidi</li> <li>CapEx elevati</li> </ul>	 Idrogeno
	PdC a gas		160%	✓	● ~ 0,4 – 0,6 m <sup>3</sup> + Locale Tecnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adatta anche per climi rigidi</li> <li>Buona efficienza complessiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingombri significativi</li> <li>Non applicabile in ogni caso</li> <li>CapEx elevati</li> </ul>	 Elettricità
Ibrido	Caldaia e PdC		170%	✗	● ~ 0,1 – 0,2 m <sup>3</sup> ~ 0,4 – 0,6 m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produzione istantanea di calore per ACS</li> <li>Buona efficienza complessiva</li> <li>Flessibilità garantita dalla caldaia anche con temperature rigide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CapEx elevati</li> </ul>	<b>Ingombro:</b> Basso ● Medio ● Elevato ●

Fonte: DEA, Market Scouting – Ariston, Vaillant, Riello, Daikin

<sup>(1)</sup>Le performance sono state valutate sotto forma di efficienza; nel caso di caldaie a gas si considera il Potere Calorifico Superiore per caldaie a condensazione; nel caso delle PdC si considera il COP

<sup>(2)</sup>Taglia tipo serbatoio ACS: 250 L per appartamenti di 80-90 mq per 2/3 persone per nucleo familiare

<sup>(3)</sup>Introduzione refrigeranti naturali: il carico termico smaltito risulta inferiore ai fluidi refrigeranti attuali; a parità di carico termico bisogna sovradimensionare l'unità esterna

<sup>(4)</sup>Considerati gli ingombri previsti per una pompa di calore aria-acqua e una caldaia a gas

<sup>(5)</sup>Performance calcolate su miscele di GPL e bio-GPL, ma è possibile valutare ulteriori scenari relativi alla distribuzione di miscele (drop-in) di etere dimetilico rinnovabile (rDME) finalizzate alla riduzione dell'impronta carbonica del prodotto

# Per l'installazione di PdC l'intero processo, dal sopralluogo al collaudo, richiede tempi di molto superiori rispetto alle caldaie, oltre che generare significativi disagi abitativi

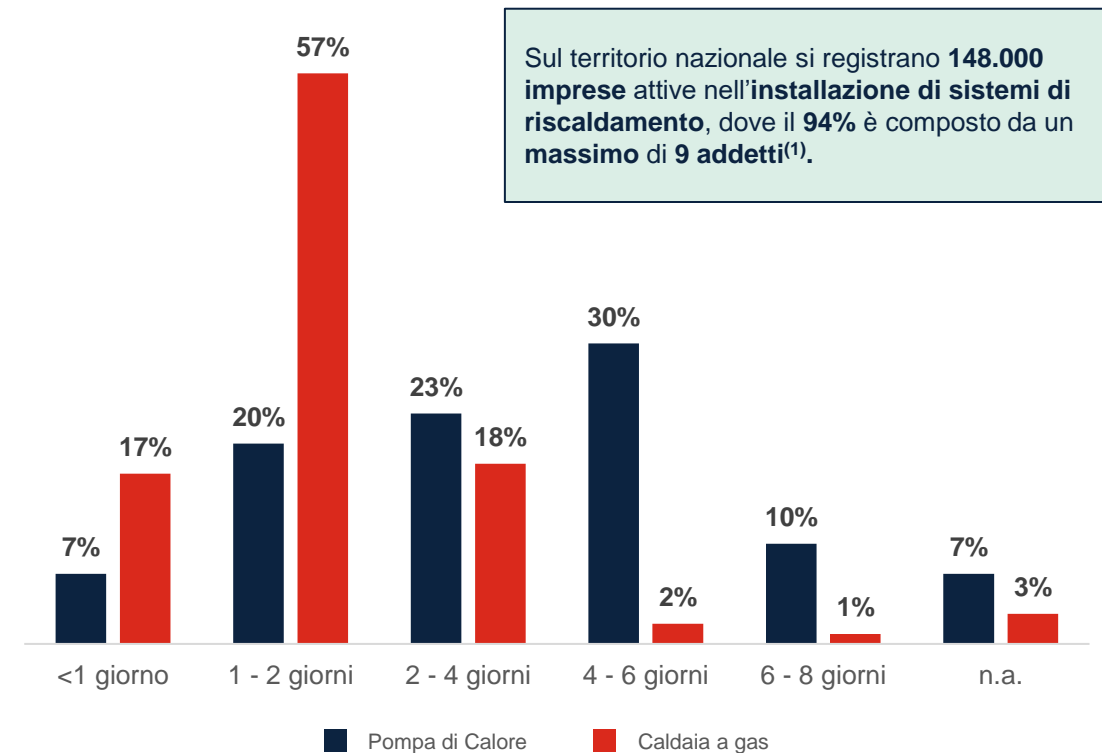
## Principali step per l'installazione delle PdC

Fase	Descrizione	Tempistiche	Disagio abitativo
Sopralluogo iniziale	Tecnico specializzato verifica l'idoneità dell'abitazione e valuta le esigenze energetiche	1-2 settimane dal primo contatto	
Progettazione e preventivo	Dimensionamento dell'impianto in base alle esigenze specifiche e definizione del preventivo	1-2 settimane da sopralluogo	
Ordine PdC	In seguito all'accordo sul preventivo si provvede ad ordinare la PdC, la cui disponibilità è variabile	2-4 settimane	
Preparazione del sito	Predisposizione dell'immobile all'installazione della PdC attraverso lavori edili	2-5 giorni	
<b>Installazione</b>	Installazione dell'unità e delle connessioni elettriche ed idrauliche	1-8 giorni	
Collaudo e messa in funzione	Verifica del corretto funzionamento dell'impianto	1-2 giorni	

L'intero processo richiede in media **12 settimane** con picchi fino a 7 mesi

- Si evidenzia un **processo lungo e complesso**, che coinvolge **molteplici figure professionali**, tra cui installatori, elettricisti e idraulici
- Al **termine del processo** è possibile che siano richiesti **ulteriori interventi** per il ripristino dell'abitazione (tra cui **imbiancatura e pulizia**) che possono comportare **disagi**

## Tempi medi di installazione per le diverse tecnologie



Sul territorio nazionale si registrano **148.000 imprese** attive nell'**installazione di sistemi di riscaldamento**, dove il **94%** è composto da un massimo di **9 addetti**<sup>(1)</sup>.

- L'**installazione delle pompe di calore** richiede **tempistiche più lunghe** rispetto alle **caldaie a gas**
- Oltre ai tempi d'installazione, occorre tenere in considerazione le **tempistiche legate alla progettazione** dell'impianto
- Ogni installazione richiede in media **due installatori e un elettricista**

# I casi studio in esame permettono di rappresentare le principali caratteristiche dell'esistente parco residenziale italiano che richiede un intervento di miglioramento energetico

	Tipologia abitativa	Zona climatica	Tecnologia di riscaldamento attuale	Sistema distribuzione calore	Sistema trasferimento calore	Classe energetica	Soluzioni tecnologiche in esame					
							Caldaia a gas	PdC	Caldaia a gasolio	Caldaia a GPL	Sistemi ibridi	
Casi studio selezionati	<b>Caso 1: Appartamento urbano (centralizzato)</b>	Appartamento in condominio	E	Caldaia a gas (non a condensazione)	Centralizzato	Radiatore	G	✓	✓			✓
	<b>Caso 2: Appartamento urbano (autonomo)</b>	Appartamento in condominio	E	Caldaia a gas (non a condensazione)	Autonomo	Radiatore	G	✓	✓			✓
	<b>Caso 3: Monofamiliare (on-grid)</b>	Casa indipendente	E	Caldaia a gas (non a condensazione)	Autonomo	Radiatore	G	✓	✓			✓
	<b>Caso 4: Monofamiliare (off-grid)</b>	Casa indipendente	E	Caldaia a GPL (non a condensazione)	Autonomo	Radiatore	G		✓	✓	✓	✓

## Assunzioni generali:

- L'analisi prevede lo sviluppo di una valutazione del Total Cost of Ownership (TCO) delle diverse alternative in esame, evidenziando l'impatto emergente per ogni componente di costo
- Si assume che l'investimento preveda la sostituzione della tecnologia esistente giunta a fine vita utile
- Il fattore di sconto dei flussi di cassa è pari al 3%
- Si assume una durata dell'investimento pari a 14 anni (dal 2025 al 2039); laddove la vita utile della tecnologia risulti superiore è stato introdotto un terminal value
- Non si considerano incentivi a supporto dei casi in esame
- I consumi standard (da APE) sono stati riparametrati sui consumi reali (riferiti all'annualità 2021<sup>(2)</sup>) che tengono conto delle effettive condizioni di utilizzo degli immobili

## Assunzioni tecniche:

- Nella zona climatica E è stato considerato un SCOP medio di 2,2 (da studi sperimentali<sup>(1)</sup>) per le PdC aria-acqua accoppiata con radiatori
- Per le soluzioni con PdC, nell'investimento si considera anche il sistema di accumulo per ACS
- Non si considerano le soluzioni a biomassa per contesti mono-familiari date le elevate emissioni di particolato soggette a vincoli regionali e vista l'eventuale priorità di utilizzo in contesti montani nelle reti di teleriscaldamento
- Al fine di simulare l'utilizzo di combustibili rinnovabili a livello residenziale, si ipotizza che vi sia la possibilità di acquistare Garanzie di Origine (GO)

# In contesti urbani con riscaldamento centralizzato, la caldaia a gas naturale risulta la soluzione più competitiva, anche con l'utilizzo di gas rinnovabili

Caso 1: appartamento urbano con riscaldamento centralizzato

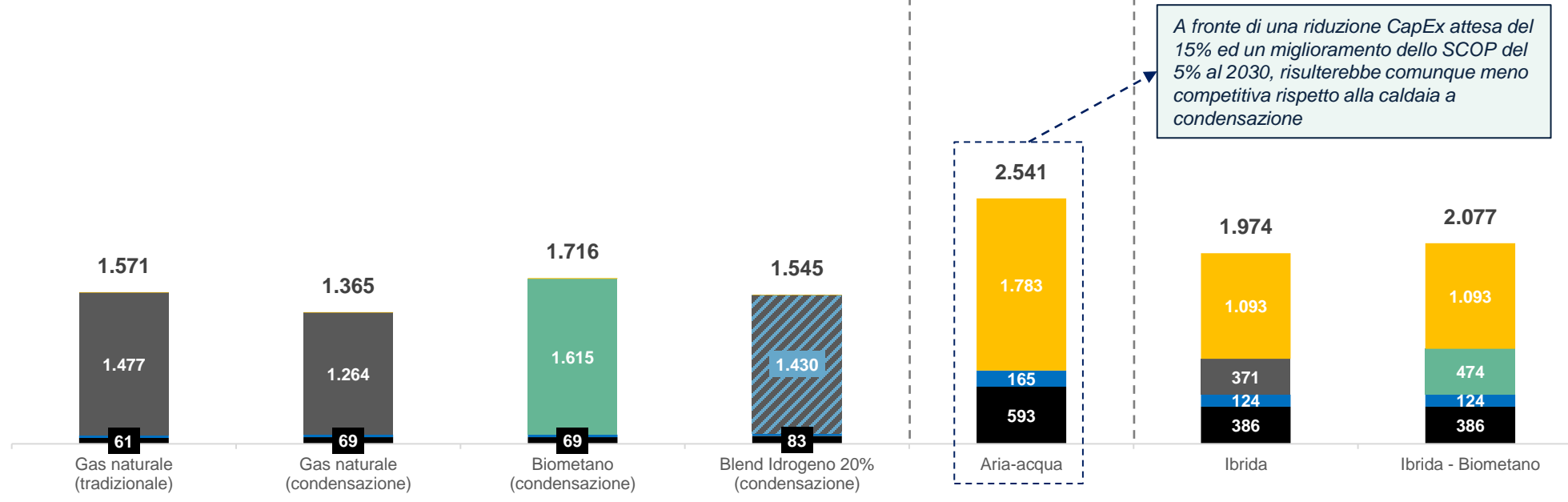
2025    14 anni

INPUT CASO STUDIO	
Zona climatica	E
Classe energetica	G
Tipologia abitativa	Condominio
Riscaldamento	Centralizzato
Superficie	80 mq
Fabbisogno riscaldamento	10.080 kWh <sub>th</sub> /anno
Fabbisogno ACS	2.049 kWh <sub>th</sub> /anno

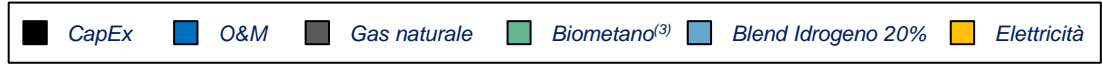
Costo annuo

	Caldaia a gas				Pompa di calore	Ibrida	
CapEx (k€)	1,0	1,1	1,1	1,4	8,7	5,6	5,6
EPNR <sup>(1)</sup> (MWh/y)	14,8	12,6	0,03	11,8	9,2	9,4	5,7
Emissioni (kgCO <sub>2</sub> /y)	2.913	2.493	3	2.320	809	1.227	496
Upgrade di classe stimato <sup>(2)</sup>	G	G	A	F	E	E	C

€/anno



A fronte di una riduzione CapEx attesa del 15% ed un miglioramento dello SCOP del 5% al 2030, risulterebbe comunque meno competitiva rispetto alla caldaia a condensazione



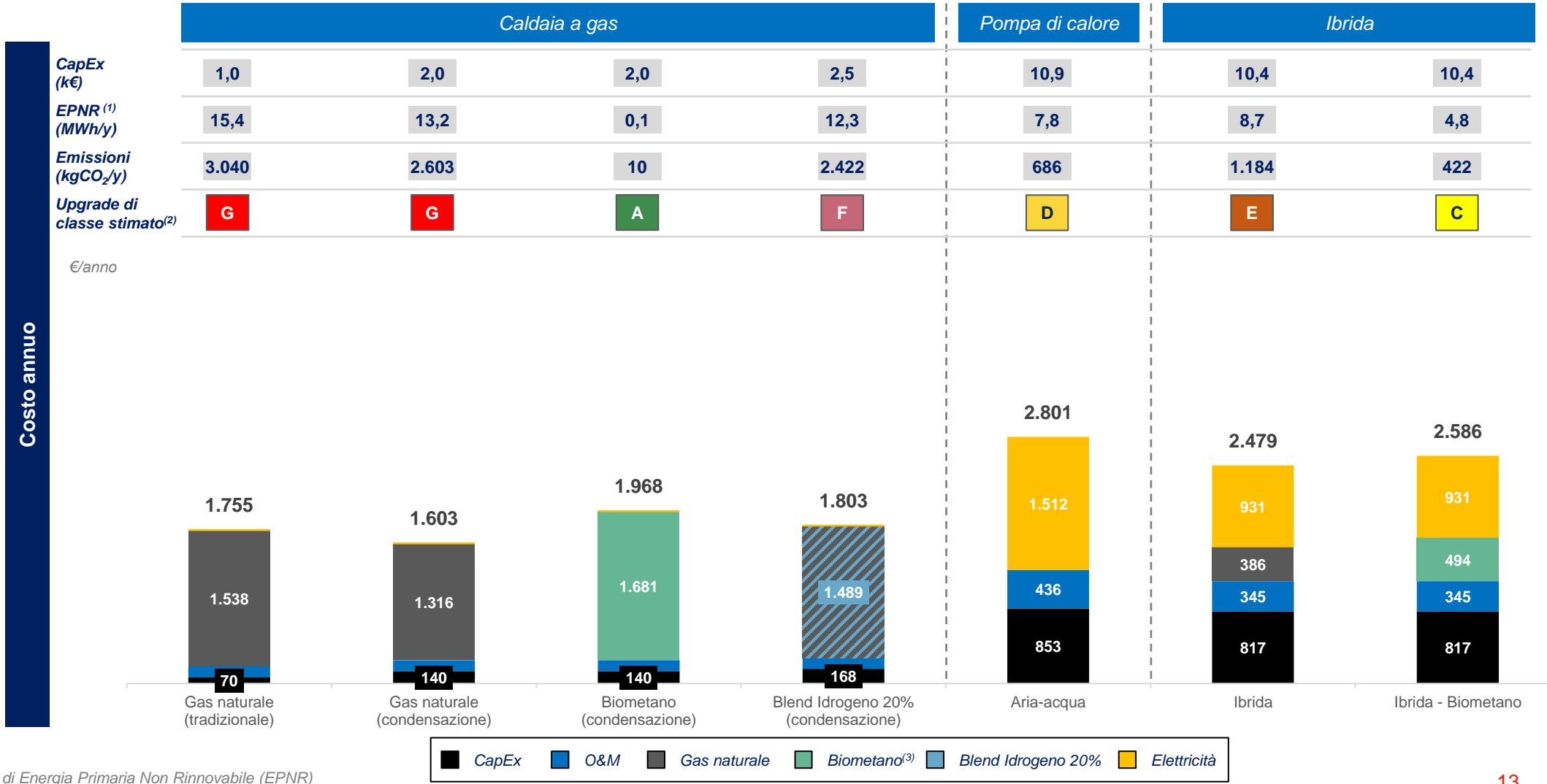
<sup>(1)</sup> Consumi di Energia Primaria Non Rinnovabile (EPNR)  
<sup>(2)</sup> Valutazione effettuata sulla base dei consumi mediari riportati da ENEA  
<sup>(3)</sup> In ipotesi di utilizzo delle GO commerciali

# Per appartamenti termo-autonomi, la caldaia a gas rimane economicamente conveniente e offre potenzialità di riduzione delle emissioni attraverso l'utilizzo di gas rinnovabili

Caso 2: appartamento urbano con riscaldamento autonomo

2025    14 anni

INPUT CASO STUDIO	
Zona climatica	E
Classe energetica	G
Tipologia abitativa	Condominio
Riscaldamento	Autonomo
Superficie	80 mq
Fabbisogno riscaldamento	10.080 kWh <sub>th</sub> /anno
Fabbisogno ACS	2.049 kWh <sub>th</sub> /anno



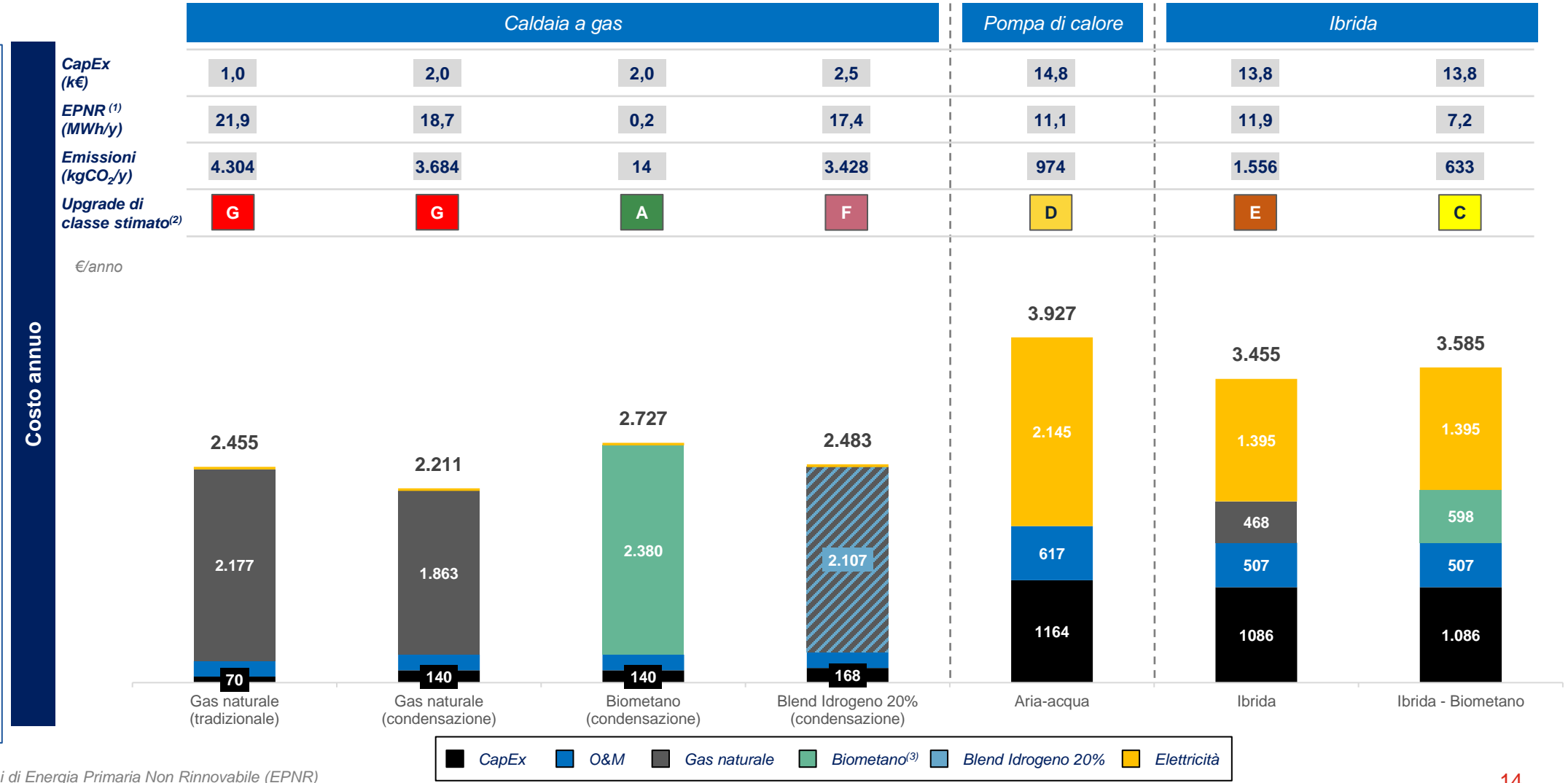
<sup>(1)</sup> Consumi di Energia Primaria Non Rinnovabile (EPNR)  
<sup>(2)</sup> Valutazione effettuata sulla base dei consumi mediari riportati da ENEA  
<sup>(3)</sup> In ipotesi di utilizzo delle GO commerciali

# In abitazioni monofamiliari connesse alla rete gas, la caldaia si conferma la soluzione economicamente migliore e permette di ridurre le emissioni attraverso i gas rinnovabili

## Caso 3: monofamiliare on-grid

2025	14 anni
------	---------

INPUT CASO STUDIO	
Zona climatica	E
Classe energetica	G
Tipologia abitativa	Monofamiliare
Riscaldamento	Autonomo
Superficie	120 mq
Fabbisogno riscaldamento	15.120 kWh <sub>th</sub> /anno
Fabbisogno ACS	2.049 kWh <sub>th</sub> /anno



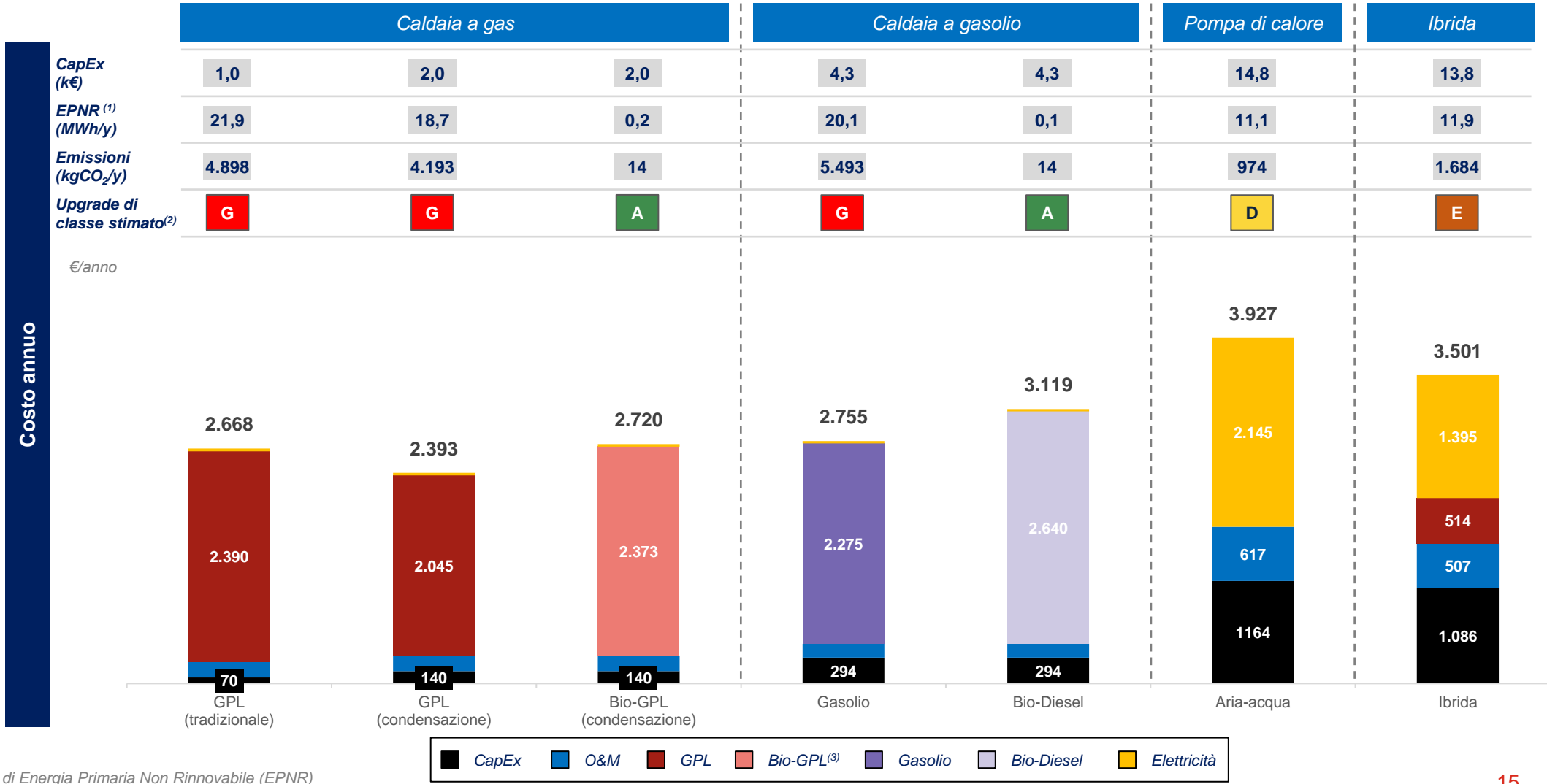
<sup>(1)</sup> Consumi di Energia Primaria Non Rinnovabile (EPNR)  
<sup>(2)</sup> Valutazione effettuata sulla base dei consumi mediari riportati da ENEA  
<sup>(3)</sup> In ipotesi di utilizzo delle GO commerciali

# In contesti off-grid, la PdC risulta meno competitiva rispetto alla caldaia a GPL, che si conferma la soluzione economicamente più performante

## Caso 4: monofamiliare off-grid

2025	14 anni
------	---------

INPUT CASO STUDIO	
Zona climatica	E
Classe energetica	G
Tipologia abitativa	Monofamiliare
Riscaldamento	Autonomo
Superficie	120 mq
Fabbisogno riscaldamento	15.120 kWh <sub>th</sub> /anno
Fabbisogno ACS	2.049 kWh <sub>th</sub> /anno



<sup>(1)</sup> Consumi di Energia Primaria Non Rinnovabile (EPNR)  
<sup>(2)</sup> Valutazione effettuata sulla base dei consumi mediari riportati da ENEA  
<sup>(3)</sup> In ipotesi di utilizzo delle GO commerciali

# Anche nelle condizioni più favorevoli in termini di reddito e di struttura, le barriere allo sviluppo delle PdC rimangono preponderanti rispetto ai fattori facilitanti

Tema	Fattori di valutazione nell'installazione di PdC	Sviluppo PdC	
		Barriera	Facilitatore
 Mappatura abitazioni	<b>Anzianità</b> – Prevalenza di edifici con <b>elevate dispersioni</b> , la sola PdC non è sufficiente per il salto di classe richiesto	█	
	<b>Sistemi centralizzati</b> - Nei <b>condomini</b> con <b>riscaldamento centralizzato</b> , gli interventi richiedono <b>consenso unanime</b>	█	
	<b>Spazi</b> - <b>Limitazioni di spazio</b> per installazione unità esterna	█	
 Socio-demografico	<b>Reddito</b> - <b>Scarsa disponibilità economica</b> per gran parte della popolazione per far fronte ad investimenti rilevanti per le PdC	█	
	<b>Età popolazione</b> – Popolazione più anziana <b>meno predisposta al cambiamento</b> e ad investire in efficienza	█	
	<b>Elevati costi iniziali</b> – L'investimento iniziale richiesto particolarmente elevato <b>disincentiva la predisposizione</b> all'intervento	█	
 Fattibilità tecnica	<b>Zona climatica</b> - <b>Calo delle performance</b> in <b>climi rigidi</b> , con aumento dei consumi e del discomfort termico	█	
	<b>Accoppiamento impianto</b> - <b>Minor adattabilità dei radiatori</b> con sistemi a <b>bassa temperatura</b>	█	
	<b>Reti elettriche</b> – Necessità di <b>potenziamenti rilevanti</b> per adeguare la potenza richiesta nel caso di diffusione massiva di PdC	█	
 Filiera	<b>Installatori</b> – L' <b>attuale filiera di installatori non è abbastanza formata</b> per l'installazione su larga scala di sistemi a PdC	█	
	<b>Customer experience</b> – <b>Tempistiche particolarmente lunghe</b> dal sopralluogo all'installazione, impattando sul comfort abitativo	█	
	<b>Potenziale riduzione dei costi</b> - Tecnologia in <b>forte espansione</b> con <b>potenzialità di diminuzione dei costi di fornitura</b>		█
 TCO	<b>TCO complessivo</b> – Le PdC scontano un elevato <b>CapEx (30% del TCO)</b> rispetto alle caldaie a condensazione	█	
	<b>Costi operativi</b> - <b>Costi significativi per manutenzione e riparazione in caso di rotture</b>	█	
	<b>Emissioni</b> – Basse emissioni utilizzando RES, benché emerga <b>sfasamento temporale tra consumi termici e produzione RES</b>		█



# Su 10,3 mln abitazioni in classi F – G, la PdC sarebbe tecnicamente perseguibile in 5,9 mln, che si riducono a 1,76 mln se si considerano fattori economici legati al reddito

**STEP 1** - Su 31,1 mln sono state considerate solo le abitazioni **fuori dai centri storici e stabilmente occupate** (19,3 mln), poiché la normativa EPBD richiede **interventi** su abitazioni occupate almeno 4 mesi all'anno

**STEP 2** - Sono state **escluse** quelle nelle **classi energetiche A – E** (9 mln) e considerate solo quelle in **F e G** (10,3 mln), poiché **necessitano di interventi** in via prioritaria

**STEP 3** - Su 10,3 mln abitazioni **residue**, sono state **escluse** quelle in **zona climatica F ed E con più di 2.800 gradi giorno** (0,7 mln)

**STEP 4** - Delle 9,6 mln di abitazioni residue, sono state escluse quelle **senza spazi esterni** (3,7 mln) per vincoli tecnici e ambientali

**STEP 5** - Per la **quota aggredibile** dalle PdC, è stata esclusa la quota di **famiglie con reddito medio annuo inferiore a 40.000 € (70,3%)**, ritenuto **insufficiente** per affrontare gli **investimenti**

Parco abitativo nazionale  
31,1 mln abitazioni

Abitazioni non occupate e in centri storici  
(11,8 mln abitazioni)

Abitazioni occupate  
(19,3 mln abitazioni)

Classi energetiche A – E  
(9,0 mln abitazioni)

Classi energetiche F – G  
(10,3 mln abitazioni)

Zona F e E (GG >2.800)  
(0,7 mln abitazioni)

Zone A, B, C, D, E (GG <2.800)  
(9,6 mln abitazioni)

UtENZE con impianti centralizzati  
(1,6 mln abitazioni)

Abitazioni con spazio insufficiente  
(3,7 mln abitazioni)

UtENZE con impianti termo-autonomi con spazio  
(4,3 mln abitazioni)

Il numero finale perseguibile di PdC potrebbe essere inferiore a causa di:

- Minore predisposizione al cambiamento delle persone più anziane
- Vincoli tecnici dovuti all'accoppiamento impianto-radiatori
- Vincoli tecnici e amministrativi per condomini centralizzati (da considerare anche la possibilità allaccio alle reti di teleriscaldamento in caso di disponibilità <sup>(1)</sup>)

~1,76 mln  
~10,6% delle abitazioni in classe F-G sono potenzialmente aggredibili da PdC

Reddito non adeguato  
(70,3%<sub>famiglie</sub>)

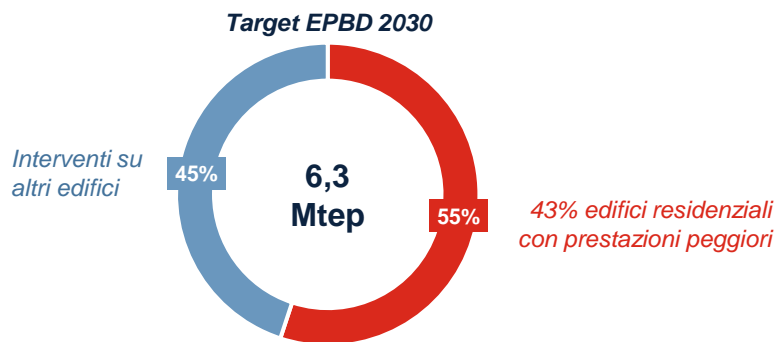
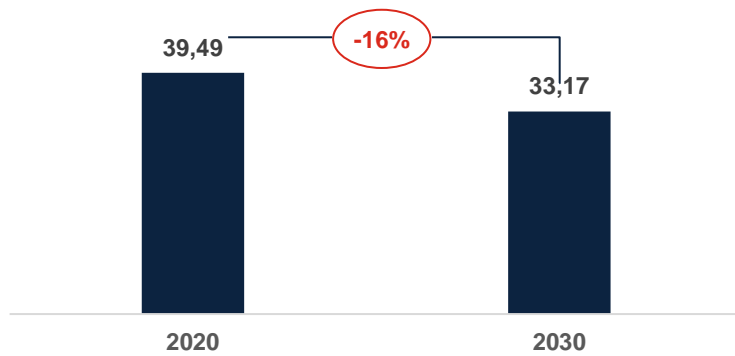
Reddito adeguato  
(29,7%<sub>famiglie</sub>)

<sup>(1)</sup> Secondo uno studio condotto da AIRU, in uno scenario di minimo costo per il sistema, al 2030 il teleriscaldamento potrebbe coprire il 18% della domanda complessiva (principalmente condomini centralizzati)

# La sostituzione del parco caldaie tradizionali con caldaie a condensazione permetterebbe di raggiungere circa il 40% del target EPBD in termini di riduzione di energia primaria

## Consumi residenziali di energia primaria – Direttiva EPBD

Consumi energia primaria residenziale (Mtep)



Il 55% del calo del consumo medio di energia primaria deve essere conseguito intervenendo sul 43% degli edifici residenziali con le prestazioni peggiori. Entro il 2035, la direttiva prevede un'ulteriore riduzione rispetto al 2020 pari al 20-22% dei consumi di energia primaria.

## Risultati e considerazioni

Si stimano circa 12 milioni di caldaie tradizionali installate<sup>(1)</sup>

Scenari di sostituzione	Impianti sostituiti	Inv. necessario	Risparmio energia primaria <sup>(2)</sup>	Mld€/Mtep	Tempi
<b>Scenario 1 - Caldaie a condensazione</b>	12,0 mln	24,0 mld	2,3 Mtep	10,6	
<b>Scenario 2 – Ibrido*</b>	3,6 mln	30,3 mld	0,6 Mtep	54,7	
<b>Scenario 3 – PdC elettriche</b>	1,8 mln	17,6 mld	0,5 Mtep	35,2	
<b>Scenario 4 – Caldaie a condensazione e PdC (edifici separati)</b>	12,0 mln (di cui 1,8 mln in PdC)	38,1 mld	2,4 Mtep	15,7	

\*Nello scenario di sostituzione con impianti ibridi, è stata esclusa la quota di famiglie con reddito non adeguato (70% in analogia con le PdC) a causa di CapEx elevati

- Lo scenario con **sole caldaie a condensazione** risulta la **migliore** soluzione a livello di **rapporto investimento/risparmio** (10,6 mld/Mtep)
- Una **sostituzione mista con caldaie a condensazione e PdC**, fino al limite della quota aggredibile calcolata (1,76 mln), comporterebbe **maggiori risparmi di energia primaria** a fronte di un **investimento superiore di circa il 59%**

# Principali evidenze



- L'anzianità degli immobili, da cui deriva una **limitata coibentazione termica**, la **prevalenza di abitazioni in condomini con riscaldamento autonomo e limitati spazi esterni** pongono delle difficoltà tecniche per l'installazione di PdC
- Sul territorio nazionale si registra una significativa presenza di **abitazioni nei centri storici** (ca. **3,1 mln**), inoltre il **tasso di occupazione delle abitazioni** è pari al **70%**
- La verifica dei consumi **reali** ha evidenziato **valori inferiori** rispetto a quanto certificato dall'**APE**, suggerendo la necessità di una riconciliazione dei dati di consumo



- **L'età media** in Italia è **particolarmente alta**, le fasce di popolazione più anziana dispongono di redditi più alti e detengono la quota maggiore di immobili di proprietà
- La **ricchezza** delle **famiglie** risulta estremamente **polarizzata**, dove il **70%** delle stesse presenta un **reddito medio netto inferiore a 40.000 € annui**
- Le condizioni socio-economiche (**reddito, istruzione e disponibilità liquide**) **limitano** la **propensione ad investire in tecnologie** alternative per la riduzione delle emissioni che richiedono un elevato investimento iniziale



- Il **94%** delle **imprese** addette all'installazione degli **impianti di riscaldamento** è di **piccola dimensione (0-9 dipendenti)**, la cui **bassa specializzazione** nell'installazione di **PdC limita la diffusione** della tecnologia **su larga scala**
- **L'intero processo, dalla pianificazione all'avviamento effettivo**, delle PdC richiede **tempistiche nettamente superiori** rispetto ai sistemi a caldaia, con una **media di 12 settimane** e **picchi fino a 7 mesi**
- L'installazione delle **PdC** possono richiedere **costosi interventi edili all'interno delle abitazioni**, generando **notevoli disagi abitativi** ed incrementando i **costi emergenti**



- Dall'analisi del **TCO** si evince che le **caldaie a condensazione** sono la **soluzione più competitiva e, se alimentate a gas rinnovabili, riducono significativamente le emissioni**
- Le **PdC risultano meno competitive**, mentre le **soluzioni ibride** rappresentano una **valida alternativa per contenere i costi** rispetto alle PdC e **ridurre le emissioni**
- **L'utilizzo di miscele** contenenti combustibili rinnovabili **consente di utilizzare impianti esistenti e al contempo ridurre le emissioni**
- La sostituzione di una **caldaia tradizionale con caldaia a condensazione** potrebbe portare **risparmi** in termini di costi annui (ca. -14%) a fronte di un limitato incremento CapEx



- **L'elettrificazione non è sempre tecnicamente perseguibile**, inoltre, **aspetti socio-demografici e disponibilità economica** rappresentano **fattori ostativi** rilevanti
- Le PdC nel caso utilizzino energia rinnovabile potrebbero ridurre le emissioni, tuttavia, operano principalmente quando la maggior parte dell'energia **rinnovabile non è disponibili, prelevando quindi energia elettrica prevalentemente fossile** dalla rete
- Delle 16,6 mln di abitazioni in classe F-G, solo in **5,9 mln la PdC potrebbe essere una soluzione tecnicamente perseguibile**, tuttavia queste si riducono a **ca. 1,76 mln** se si considerano **fattori di reddito delle famiglie**.



- Rispetto al 2020, la **Direttiva EPBD** richiede una **riduzione del 16%** dei **consumi medi di energia primaria residenziale** entro il **2030 (- 6,3 Mtep)**, dove il **55%** di tale riduzione deve provenire dall'intervento sul **43%** degli **edifici residenziali** con le **prestazioni peggiori**
- Scenari che prevedono **l'adozione di caldaie a condensazione** nel parco esistente permetterebbero di **ottenere buoni risparmi di energia primaria con un costo inferiore e in tempi minori** rispetto a scenari con forte l'elettrificazione

# Raccomandazioni finali



## Perseguire il principio di neutralità tecnologica

- **Prediligere soluzioni di efficienza e decarbonizzazione** seguendo il principio di **neutralità tecnologica** piuttosto che perseguire l'elettrificazione in modo incondizionato
- Le **caldaie alimentate a gas rinnovabili e le soluzioni ibride** rappresentano una valida alternativa in grado di **ridurre i consumi, le emissioni e allo stesso tempo minimizzare gli impatti sugli edifici esistenti**
- Incentivare lo **sviluppo della filiera produttiva** di tecnologie per la decarbonizzazione al fine di **ridurre i costi di investimento** per rendere le soluzioni più facilmente accessibili
- Lo sviluppo di **competenze lungo la filiera degli installatori** è fondamentale al fine di supportare anche lo sviluppo di sistemi più complessi e migliorare la customer experience



## Favorire la penetrazione di combustibili rinnovabili

- Favorire l'utilizzo di combustibili rinnovabili permette di decarbonizzare i consumi termici residenziali **senza onerosi investimenti a carico dell'utenza in coibentazione o modifiche tecniche sostanziali**
- L'utilizzo di gas rinnovabili permette di sfruttare infrastrutture esistenti **limitando significativi investimenti in potenziamenti o nuove infrastrutture**
- Al fine di **favorire l'utilizzo di gas rinnovabili nel settore residenziale** è necessario predisporre un **sistema di allocazione delle GO** applicabile ai consumi degli edifici
- L'**integrazione** di combustibili rinnovabili **nella rete permette di favorire lo sviluppo del *sector coupling* gas-elettrico** che consente di convertire l'eccesso di produzione da rinnovabili (over-generation) in idrogeno (o combustibili alternativi) permettendo di evitare il *curtailment* e quindi di migliorare l'efficienza complessiva del sistema energetico



## Privilegiare il rapporto costo/benefici

- Le **caldaie a condensazione** costituiscono l'**alternativa più economica** per ridurre i consumi del parco di riscaldamento a livello nazionale sia livello di TCO che a livello riduzione di energia primaria ottenibile a parità di investimento
- L'installazione di **caldaie a condensazione** permette di **minimizzare l'impatto sugli edifici esistenti** e garantisce **minori tempistiche di realizzazione**



# Grazie

The information contained in this document is given without any liability whatsoever to Business Integration Partners S.p.A. or any of its controlled, controlling or related entities (collectively, "BIP Group") or their respective managers, directors, officers, employees, consultants or advisers and is not intended to constitute consultancy, legal, tax or accounting advice or opinion. No representation, warranty or undertaking, expressed or implied, is made as to the accuracy, completeness or thoroughness of the content of the information in this document or any other written or oral information made available. BIP Group disclaims any responsibility for any errors or omissions in the information contained in this document.

The recipient should obtain and rely on its own professional advice from its other professional advisers in respect of the addressee's objectives or needs.

This document does not carry any right of publication. This document is incomplete without reference to, and should be viewed solely in conjunction with, the oral briefing provided by BIP Group.

This document is private and confidential and cannot be distributed, reproduced or used for any other purpose without the prior written consent of BIP Group.

# Glossario

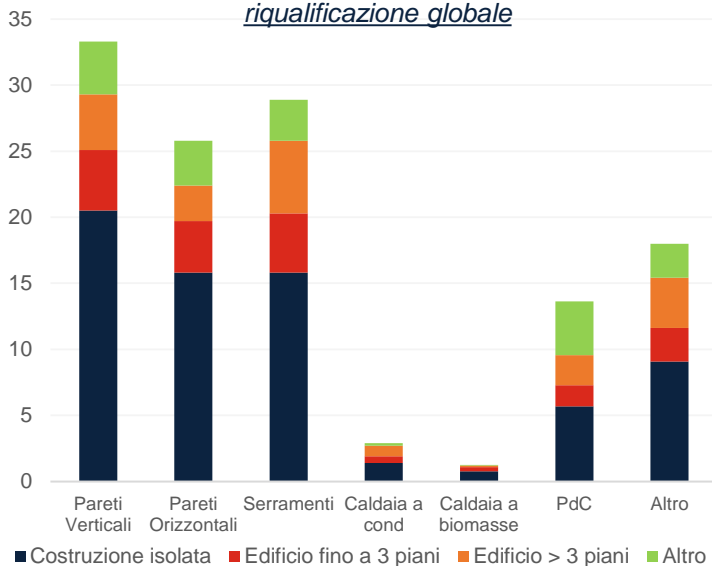
Terminologia	Definizione
Direttiva EPBD	<i>Energy Performance of Buildings Directive</i> , normativa dell'Unione Europea che mira a migliorare l'efficienza energetici degli edifici europei
PNIEC	Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, documento redatto da ogni Stato membro dell'Unione Europea in cui vengono stabiliti obiettivi nazionali e misure per la transizione energetica
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i> , metodo di calcolo che comprende tutti i costi associati all'acquisto, utilizzo e sostituzione di un bene o servizio durante il suo ciclo di vita
PdC	Pompa di calore
ACS	Acqua calda sanitaria
APE	Attestato di Prestazione Energetica, è un documento ufficiale che descrive le caratteristiche energetiche di un edificio o di un'unità immobiliare
COP	<i>Coefficient of Performance</i> , è un indice di efficienza utilizzato per valutare le prestazioni di dispositivi di raffrescamento e riscaldamento (pompe di calore)
FER	Fonti di Energia Rinnovabile
ETS	<i>Emission Trading System</i> , strumento di politica ambientale utilizzato per ridurre le emissioni di gas a effetto serra
LCOtE	<i>Levelized Cost of Thermal Energy</i> , è una misura per valutare il costo complessivo delle produzione di energia di un impianto lungo la sua vita utile

# Per raggiungere al 2030 gli obiettivi EU sarebbero necessari circa 320 mld € solo per la riduzione dei consumi degli edifici residenziali con le prestazioni peggiori (~16 mln)

## Costo upgrade classe energetica

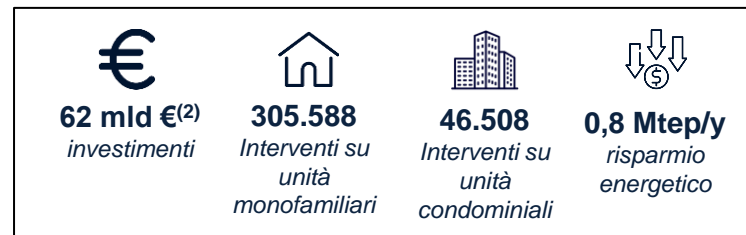
Il costo stimato<sup>(1)</sup> per un **upgrade** dalla **classe energetica G** ad una **classe energetica A** si aggira tra **75.000€** e **115.000€** per **case unifamiliari**, e tra **400.000€** e **600.000€** per i **condomini** (rif: edificio di 4 piani, con 16 appartamenti in totale, da 80 m<sup>2</sup> ciascuno)

Investimenti [M€] con Ecobonus (anno 2022) per riqualificazione globale

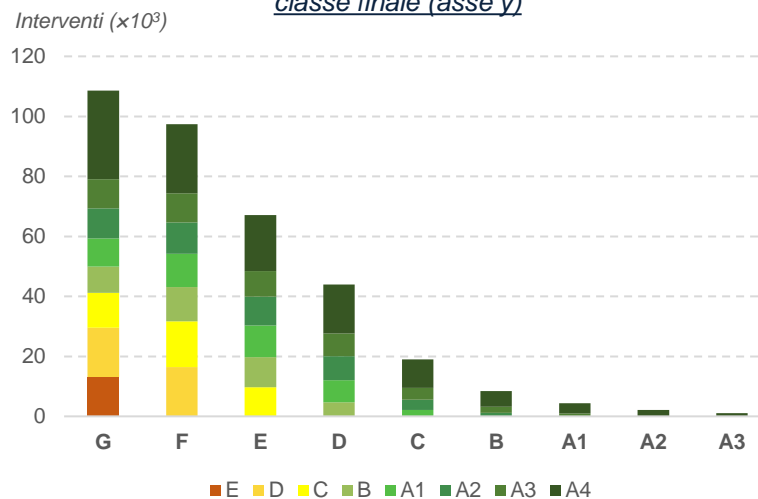


- Il **differenziale medio di prezzo** tra un'abitazione nelle fasce **A1-A4** e in fascia **G** è pari a circa il **25%** a parità di altre caratteristiche. Differenziale eterogeneo tra province e può **variare tra il 7 e 35%**

## Superbonus – Interventi e costi



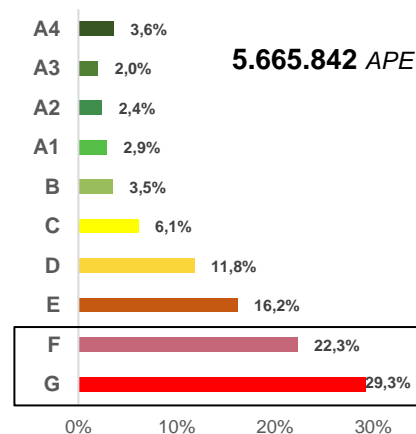
Salti di classe energetica: classe di partenza (asse x) e classe finale (asse y)



- Su un totale di **352.101** passaggi di classe energetica, il **67%** ha raggiunto almeno la classe **A1**
- Solo il **2%** degli edifici **condominiali** ed il **15%** degli edifici **monofamiliari**, ha raggiunto la classe **A**, partendo dalla classe **G**

## Target settore residenziale al 2030

La Direttiva EU (*EPBD*) prevede che il **consumo medio di energia primaria** dell'intero parco immobiliare residenziale **diminuisca del 16%**, rispetto ai valori del 2020, entro il **2030**. Il **55%** del calo del consumo medio di energia primaria **deve essere conseguito attraverso la ristrutturazione del 43%** degli edifici residenziali con le prestazioni peggiori



**16 mln di abitazioni in classi F e G**

Applicando la ripartizione del campione all'intero stock residenziale italiano

- Considerando una **spesa minima di 10.000 €** (per una PdC<sup>(3)</sup>) ed una **spesa massima di 30.000 €** (cappotto e/o serramenti), per singola abitazione, l'**impatto finanziario** (su 16 mln di abitazioni) della direttiva EPBD ammonterebbe tra i **160 ed i 480 mld €** <sup>(4)</sup>

# Le caldaie a condensazione con serramenti rappresentano l'alternativa più rapida e meno costosa a livello nazionale



Si ipotizza di raggiungere il target minimo della **Direttiva EPBD (-6,3 Mtep)** in **4 scenari**, a partire dalla **sostituzione delle caldaie a gas tradizionali (ca. 12 mln)**.  
Le **sole tecnologie impiantistiche non raggiungono il target**, è necessario introdurre **soluzioni miste** con i sistemi di **coibentazione**

	CapEx <sup>(1)</sup> (€)	Spesa risparmio energetico (€/MWh)	Risparmio energia primaria <sup>(3)</sup>	Scenario 1			Scenario 2			Scenario 3			Scenario 4			
				Caldaie a condensazione e serramenti			Sistemi ibridi e serramenti			Coibentazione completa			PdC <sup>(2)</sup> e cappotto			
				Abitazioni mln	Risparmio Mtep	Costo Mld €	Abitazioni mln	Risparmio Mtep	Costo Mld €	Abitazioni mln	Risparmio Mtep	Costo Mld €	Abitazioni mln	Risparmio Mtep	Costo Mld €	
Impianti	Caldaia a condensazione	2.000	913	14%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ibrido	8.500	4.705	12%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	PdC aria – acqua	10.000	3.030	22%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coibentazione	Serramenti	8.500	3.733	15%	12,1	2,0	102,9	14,1	2,4	120,0	9,1	1,5	77,4	-	-	-
	Cappotto termico	40.000	6.587	40%	-	-	-	-	-	-	9,1	4,8	364,3	9,7	5,1	389,3
Impianti e coibentazione	Caldaia cond. e serramenti	10.500	2.537	27%	12,0	4,3	126,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ibrido e serramenti	17.000	4.459	25%	-	-	-	12,0	3,9	204,0	-	-	-	-	-	-
	PdC e cappotto.	50.000	6.209	53%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,2	88,0
<b>Totale</b>				<b>24,1</b>	<b>6,3</b>	<b>228,9</b>	<b>26,1</b>	<b>6,3</b>	<b>324,0</b>	<b>9,1</b>	<b>6,3</b>	<b>441,7</b>	<b>11,5</b>	<b>6,3</b>	<b>477,3</b>	
<b>Tempistiche</b>																
<b>Costo specifico [Mld€/Mtep]</b>				<b>36,3</b>			<b>51,4</b>			<b>70,1</b>			<b>75,8</b>			

<sup>(1)</sup> Gli interventi sui serramenti mirano a raggiungere il target della normativa EPBD (6,3 Mtep)

<sup>(2)</sup> Si considera il massimo di PdC installabili identificato in precedenza (1,76 mln), difficilmente raggiungibile

<sup>(3)</sup> Il risparmio è calcolato rispetto ai consumi della caldaia a gas tradizionale



Tempistiche brevi



Tempistiche medie



Tempistiche lunghe



# I consumi per riscaldamento domestico da certificazione energetica derivano da calcoli standardizzati ed appaiono sovrastimati rispetto ai consumi reali

## Contesto: consumi reali vs standard

### Introduzione al problema

I dati di consumo per il riscaldamento domestico derivanti da certificazione energetica sono riferiti a calcoli standardizzati, finalizzati al confronto di diversi immobili ai fini della certificazione energetica.

Tali dati appaiono ampiamente **sovrastimati rispetto ai consumi reali** e andrebbero riconciliati con i consumi energetici reali totali nazionali.

### Metodologia di verifica

Metodologia top-down

Rendicontazione consumo storico

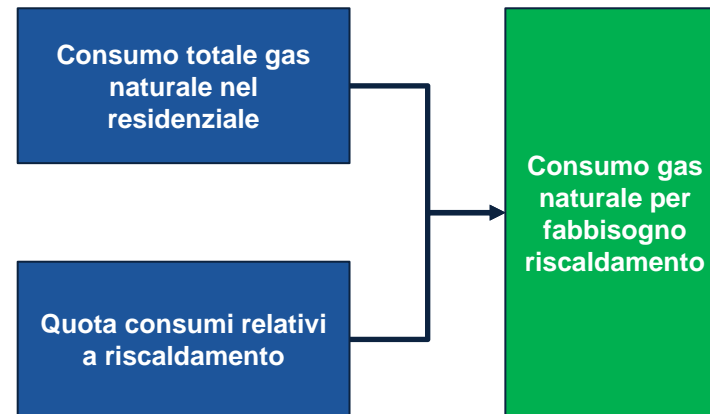
vs

Metodologia bottom-up

Consumo standard con certificazione APE<sup>(1)</sup>

## Metodologia top-down

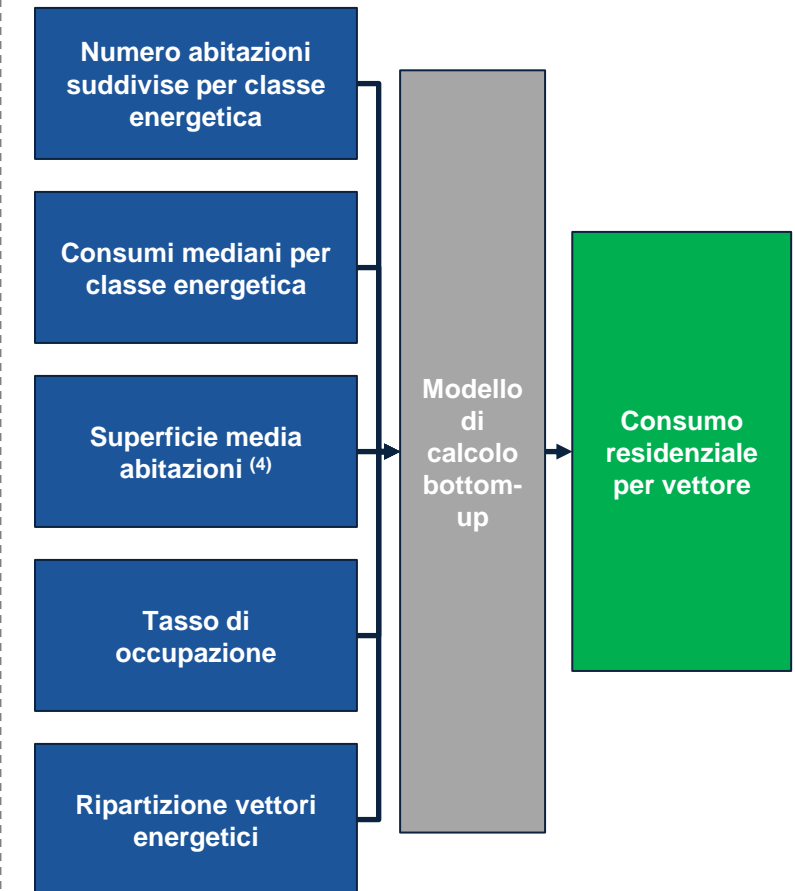
### Consumi nazionali:



### Consumi per appartamento (ARERA):

- Il consumo C3 («Riscaldamento, cottura cibi e acqua calda sanitaria») ammonta a **1.039 m<sup>3</sup>/anno** per appartamento, mentre il C2 («Cottura cibi e acqua calda sanitaria») a **204 m<sup>3</sup>/anno**; quindi, il **consumo per il solo riscaldamento**, soddisfatto con il gas naturale, può essere stimato in circa **800 m<sup>3</sup>/anno per appartamento** (pari a circa **95 kWh/m<sup>2</sup>** ipotizzando una superficie di 80 m<sup>2</sup>).

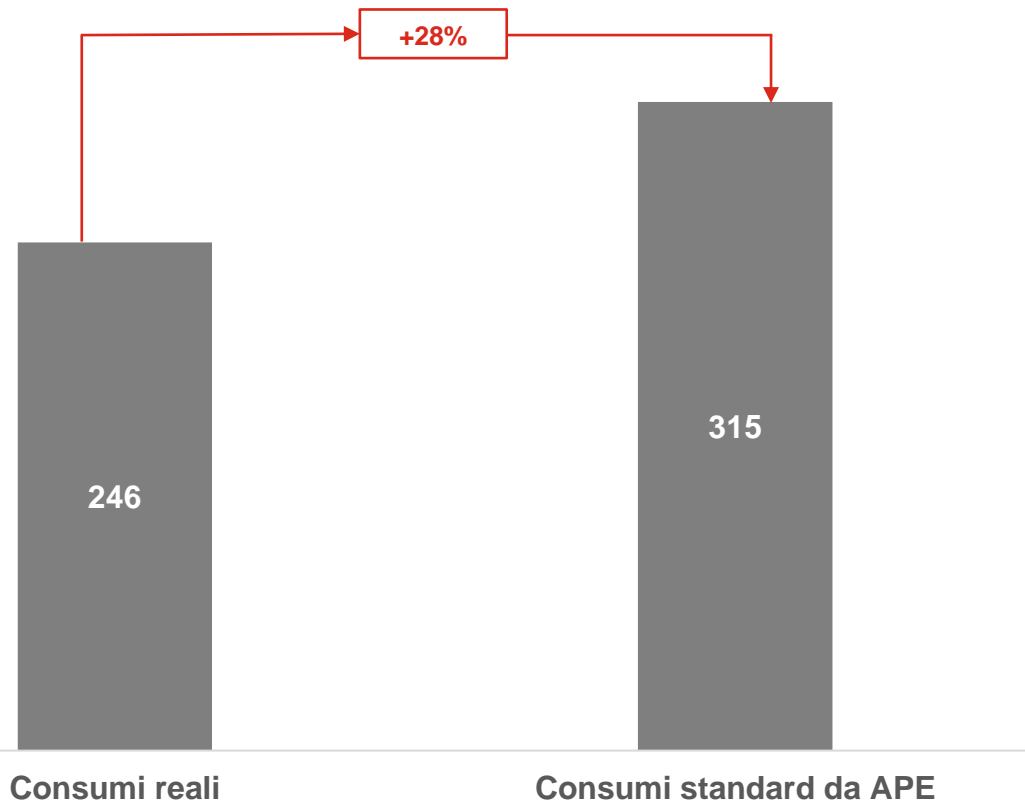
## Metodologia bottom-up



# I consumi standard (da APE) sono stati riparametrati sui consumi reali che tengono conto delle effettive condizioni di utilizzo degli immobili

## Consumi per riscaldamento domestico: reali<sup>(1)</sup> vs standard

TWh

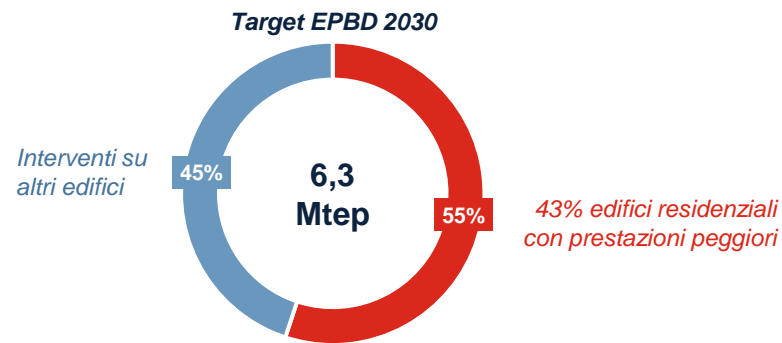
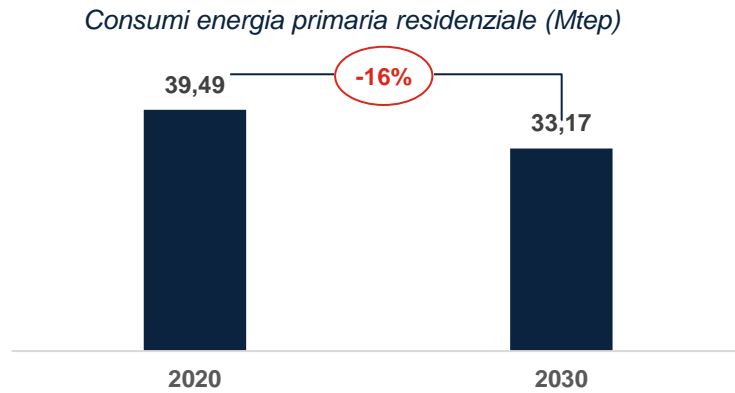


- La **sovrastima** è dovuta principalmente a:
  - effettive **condizioni di utilizzo**, diverse da quelle standard;
  - **algoritmi di calcolo** delle prestazioni energetiche
  - **utilizzo di altri combustibili** (biomasse, split) oltre al gas negli stessi contesti abitativi.
- Elementi da tenere in considerazione:
  - il **tasso di occupazione** può influenzare pesantemente il consumo energetico delle abitazioni;
  - l'effetto delle **misure comportamentali** che può avere un effetto notevole come si può desumere dalla riduzione dei consumi di gas in Italia a seguito dei provvedimenti conseguenti al conflitto Russo-Ucraino

- Al fine di valutare correttamente la competitività tecnica ed economica delle tecnologie e gli scenari futuri, lo studio utilizza i valori reali di consumo in sostituzione dei valori standard forniti dai certificati APE

# La sostituzione del parco caldaie tradizionali con caldaie a condensazione permetterebbe di raggiungere circa il 60% del target EPBD in termini di riduzione di energia primaria

## Consumi residenziali di energia primaria – Direttiva EPBD



Il 55% del calo del consumo medio di energia primaria deve essere conseguito intervenendo sul 43% degli edifici residenziali con le prestazioni peggiori. Entro il 2035, la direttiva prevede un'ulteriore riduzione rispetto al 2020 pari al 20-22% dei consumi di energia primaria.

## Risultati e considerazioni

Si stimano circa 12 milioni di caldaie tradizionali installate<sup>(1)</sup>

Scenari di sostituzione	Impianti sostituiti	Inv. necessario	Risparmio energia primaria <sup>(2)</sup>	Mld€/Mtep	Tempi
Scenario 1 - Caldaie a condensazione	12,0 mln	24,0 mld	3,6 Mtep	6,7	
Scenario 2 – Ibrido*	3,6 mln	30,3 mld	0,9 Mtep	34,6	
Scenario 3 – PdC elettriche	1,8 mln	17,6 mld	0,8 Mtep	22,3	
Scenario 4 – Caldaie a condensazione e PdC (edifici separati)	12,0 mln (di cui 1,8 mln in PdC)	38,1 mld	3,8 Mtep	9,9	

\*Nello scenario di sostituzione con impianti ibridi, è stata esclusa la quota di famiglie con reddito non adeguato (70% in analogia con le PdC) a causa di CapEx elevati

- Lo scenario con sole caldaie a condensazione risulta la migliore soluzione a livello di rapporto investimento/risparmio (6,7 mld/Mtep)
- Una sostituzione mista con caldaie a condensazione e PdC, fino al limite della quota aggredibile calcolata (1,76 mln), comporterebbe maggiori risparmi di energia primaria a fronte di un investimento superiore di circa il 59%

<sup>(1)</sup> Si è fatto riferimento ai consumi standard da APE (19.000 kWh th/anno per un'abitazione di 80 mq)

<sup>(2)</sup> Non si considera l'energia ambiente nel calcolo dell'energia primaria secondo quanto ipotizzato dalle linee guida europee; inoltre, è stata considerata la traiettoria di diminuzione del fattore di en. primaria secondo disposizioni PNRR