

# Economia circolare ed efficienza energetica: politiche locali

Riccardo Camboni

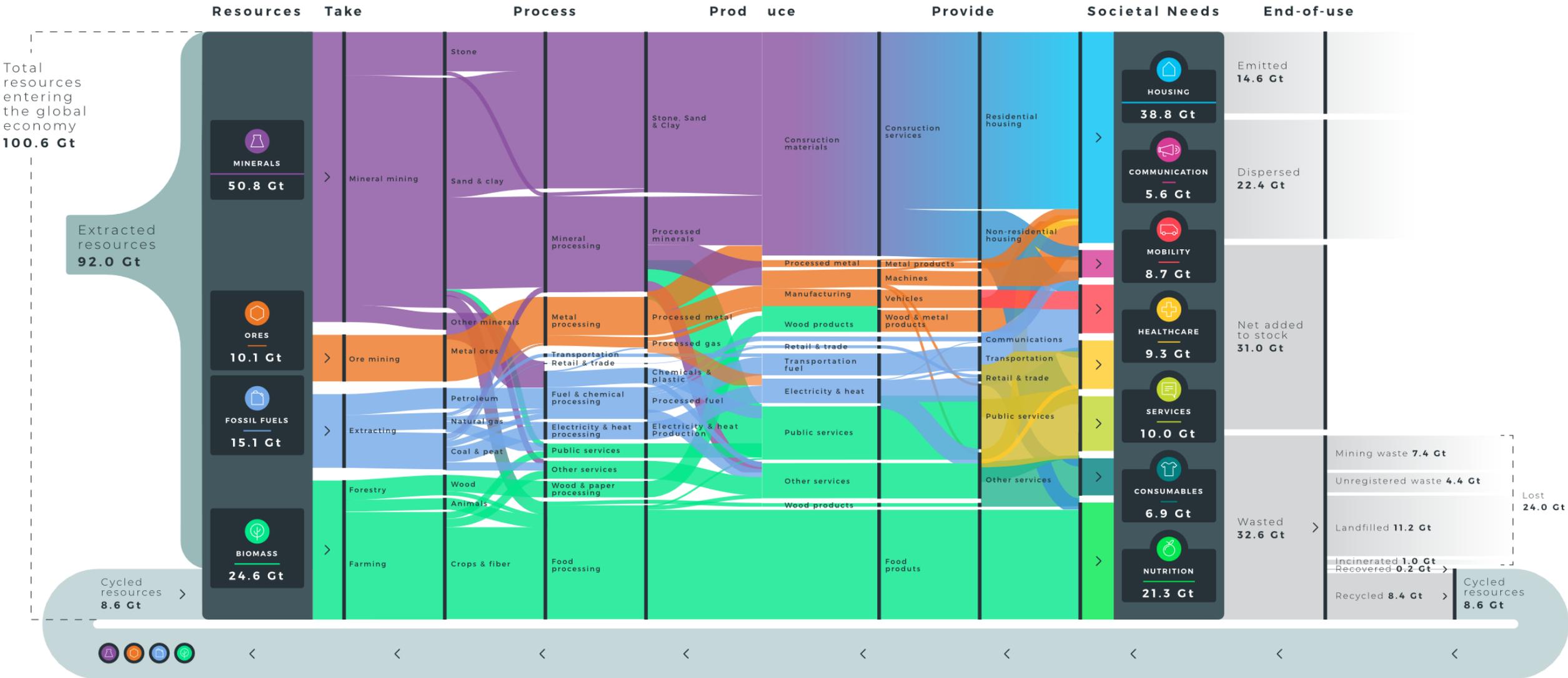


Figure 1 The global resource footprint behind meeting key societal needs showing the numbers that indicate our global economy is only 8.6% circular.

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>RECOVERED</b>                             | <b>RECYCLED</b>         |
| • Waste-to-Energy<br>more than 65% efficient | • Recycling/Reclamation |
| • Biogasification                            | • Backfilling           |
| • Component recovery                         | • Composting            |
|  | • Regeneration          |

# Economia circolare

- **Ridurre il consumo di input**
  - Reuse & Repair
  - Long-lasting design
  - Efficiency
  - ...
- **Aumentare il riuso degli output**
  - Riciclo
  - ...

# Economia circolare

- **Ridurre il consumo di input**
  - Reuse & Repair
  - Long-lasting design
  - **Efficiency**
  - ...
- **Aumentare il riutilizzo degli output**
  - Riciclo
  - ...



# ECONOMIA CIRCOLARE



Riduzione scarti ed emissioni CO2

Riduzione della povertà energetica

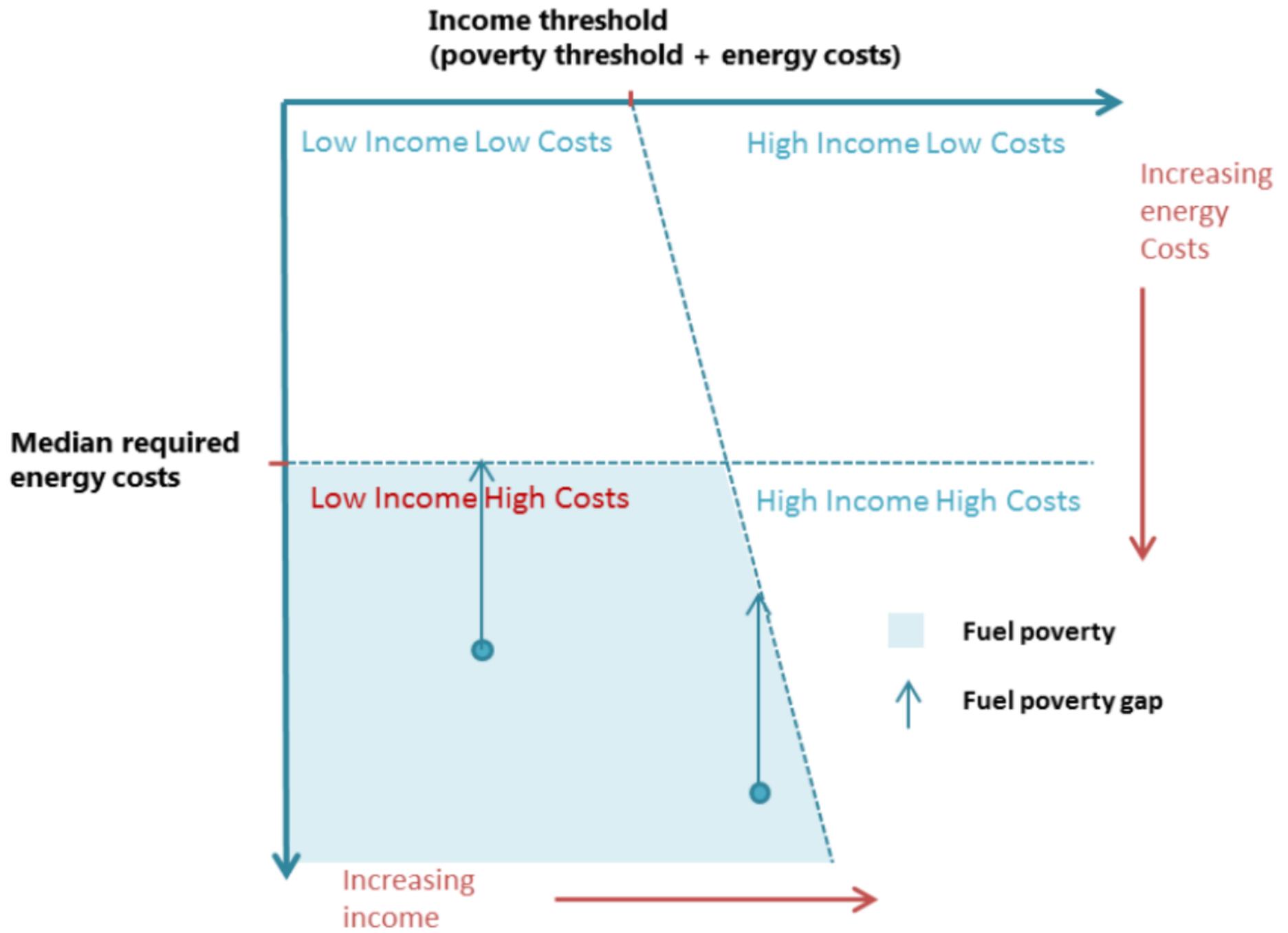
Efficienza  
energetica delle  
abitazioni



## Povert  energetica

FAMIGLIA / CONSUMATORE **NON** HA  
*“the ability to pay for necessary level of  
consumption within normal spending patterns”*

- Prezzo dell’energia
- Reddito, dimensione e tipo della famiglia
- Efficienza energetica dell’abitazione
- Condizioni climatiche
- Risorse e infrastrutture energetiche locali



# Costi di riscaldamento: Consumo reale vs Consumo standard

Consumo reale, dipende da

1. Preferenze individuali
2. Efficienza energetica dell'abitazione e area climatica
3. Caratteristiche della famiglia (dimensione, **reddito**, età)

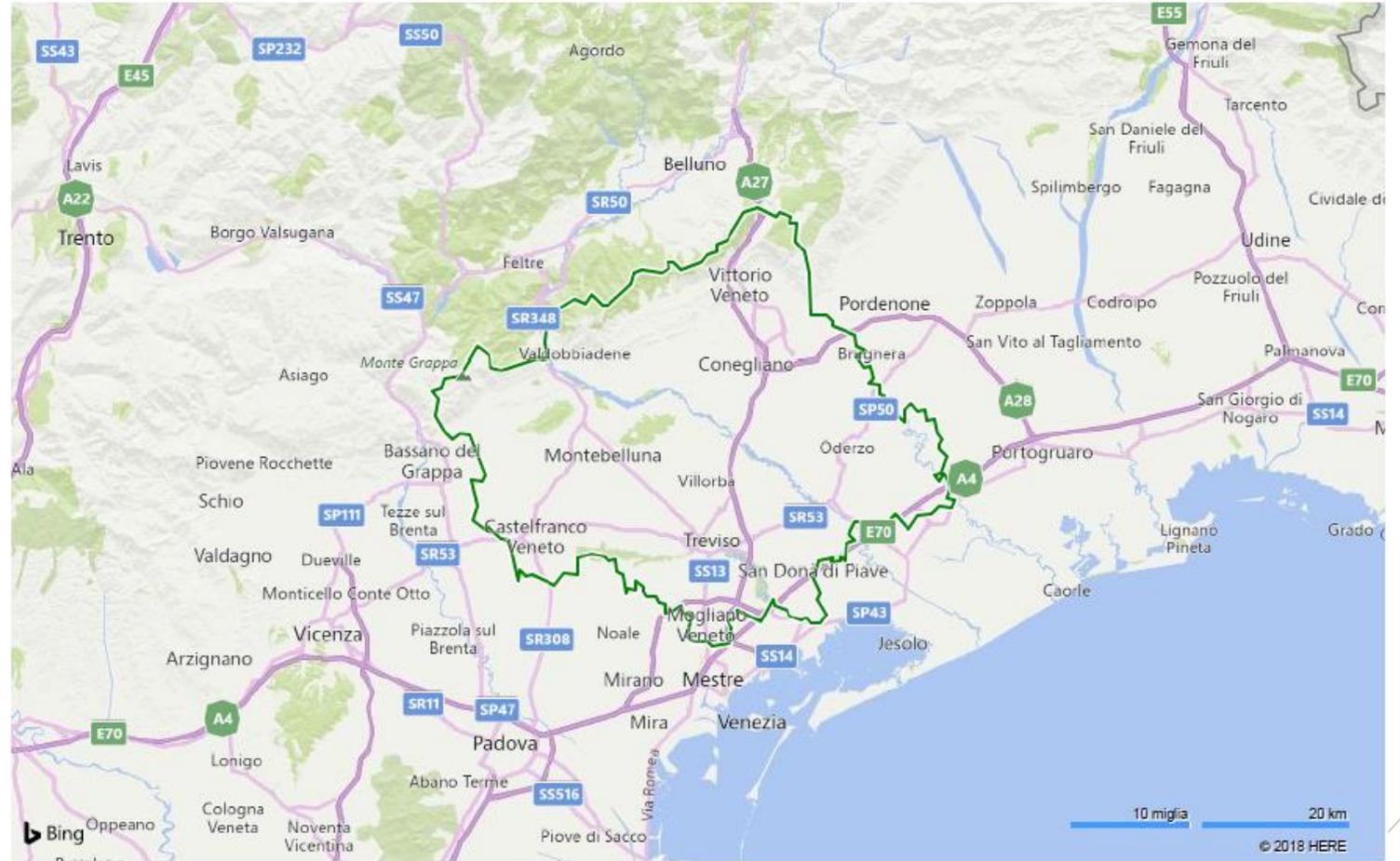
Consumo standard dipende da

1. Efficienza energetica dell'abitazione e area climatica
2. Caratteristiche della famiglia (dimensione, età)

→ E' possibile costruire una misura equa ed obiettiva dei costi di riscaldamento

→ **FUEL POVERTY** come un potential bill-to-income-ratio

A small area  
experiment:  
Provincia di  
Treviso



## **Attestati Prestazione Energetica APE (2015)**

- Coordinate geografiche (punto)
- Informazioni generali su abitazioni
- Fonte energia per riscaldamento e produzione acqua calda
- *Classe energetica + Indice Efficienza Energetica (kwh/m<sup>2</sup>) + CO2 kg/m<sup>2</sup>*
- *Consumi, per fonte di energia, per mantenere l'appartamento a 20° per 24h*
- *Potenziati guadagni da efficientamento energetico + Indice Efficienza Energetica (kwh/m<sup>2</sup>) + CO2 kg/m<sup>2</sup> post-interventi*

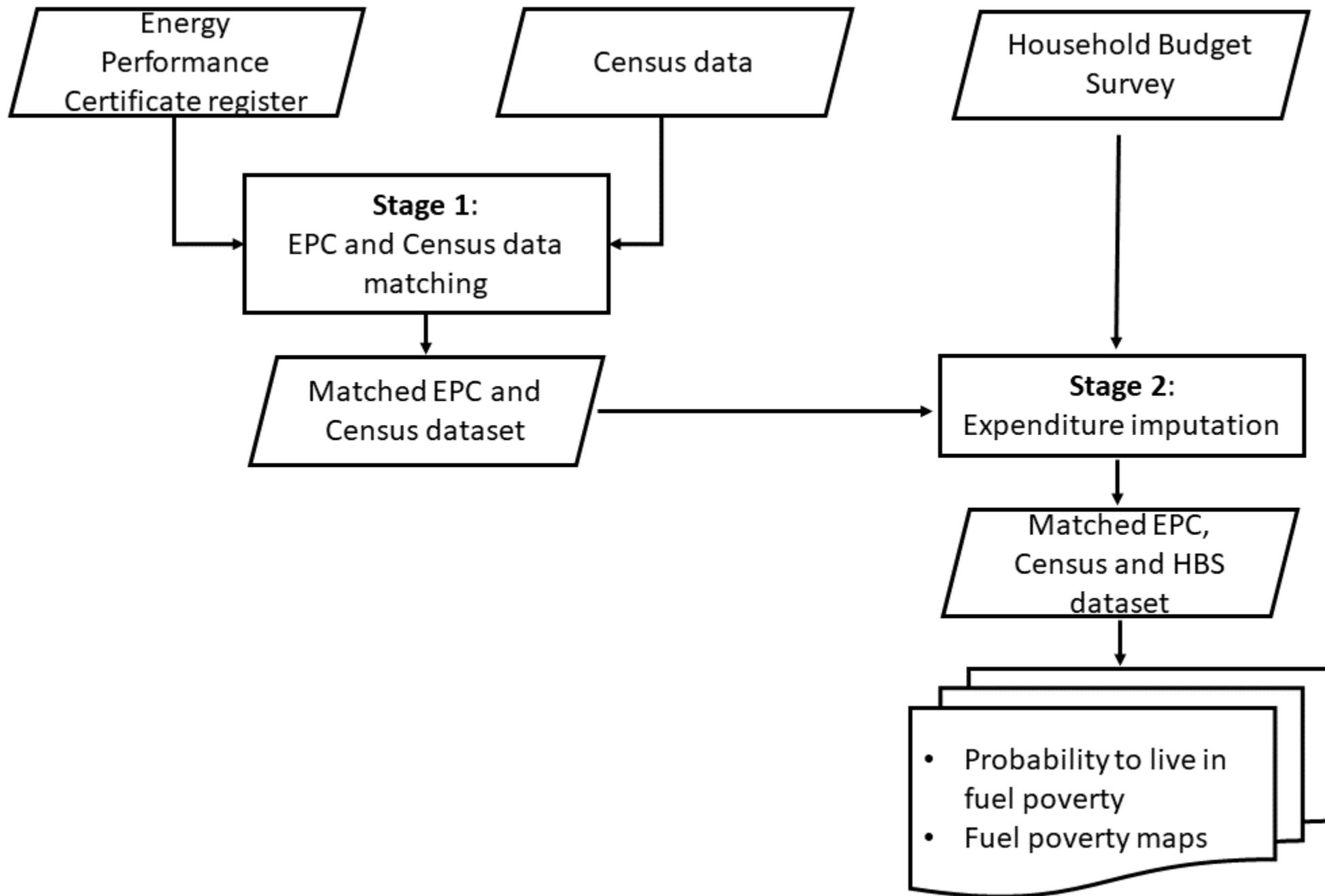
## **Censimento (famiglia e abitazioni) (2011)**

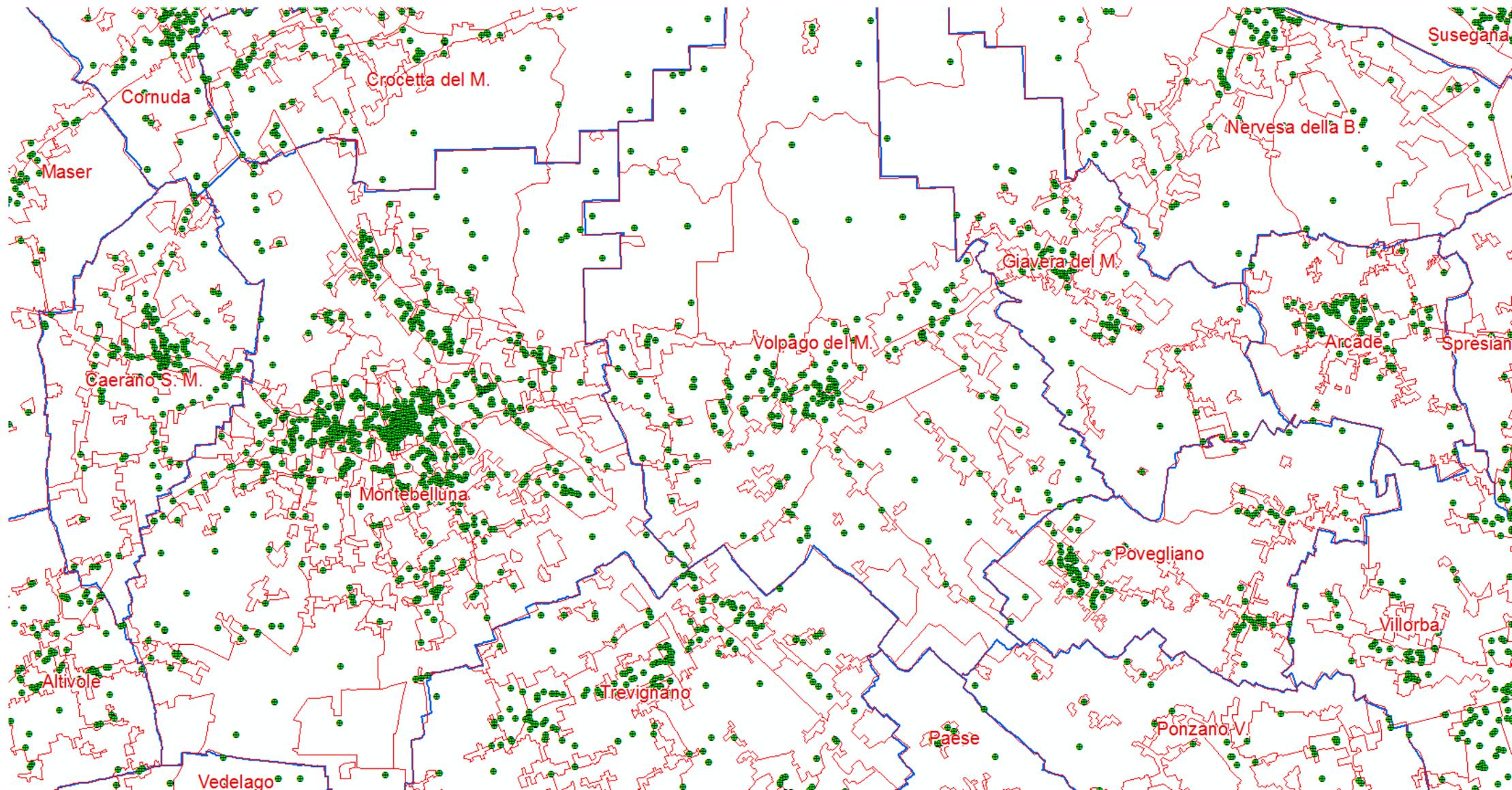
- Piccola area geografica (sezione censimento)
- Informazioni generali su abitazioni
- Fonte energia per riscaldamento e produzione acqua calda
- *Caratteristiche socio-economiche della famiglia*

## **Indagine sui consumi delle famiglie (ISTAT)**

- Dati regionali
- Informazioni generali su abitazioni
- Fonte energia per riscaldamento e produzione acqua calda
- *Caratteristiche socio-economiche della famiglia*
- Spese per consumi delle famiglie

**DATASET**

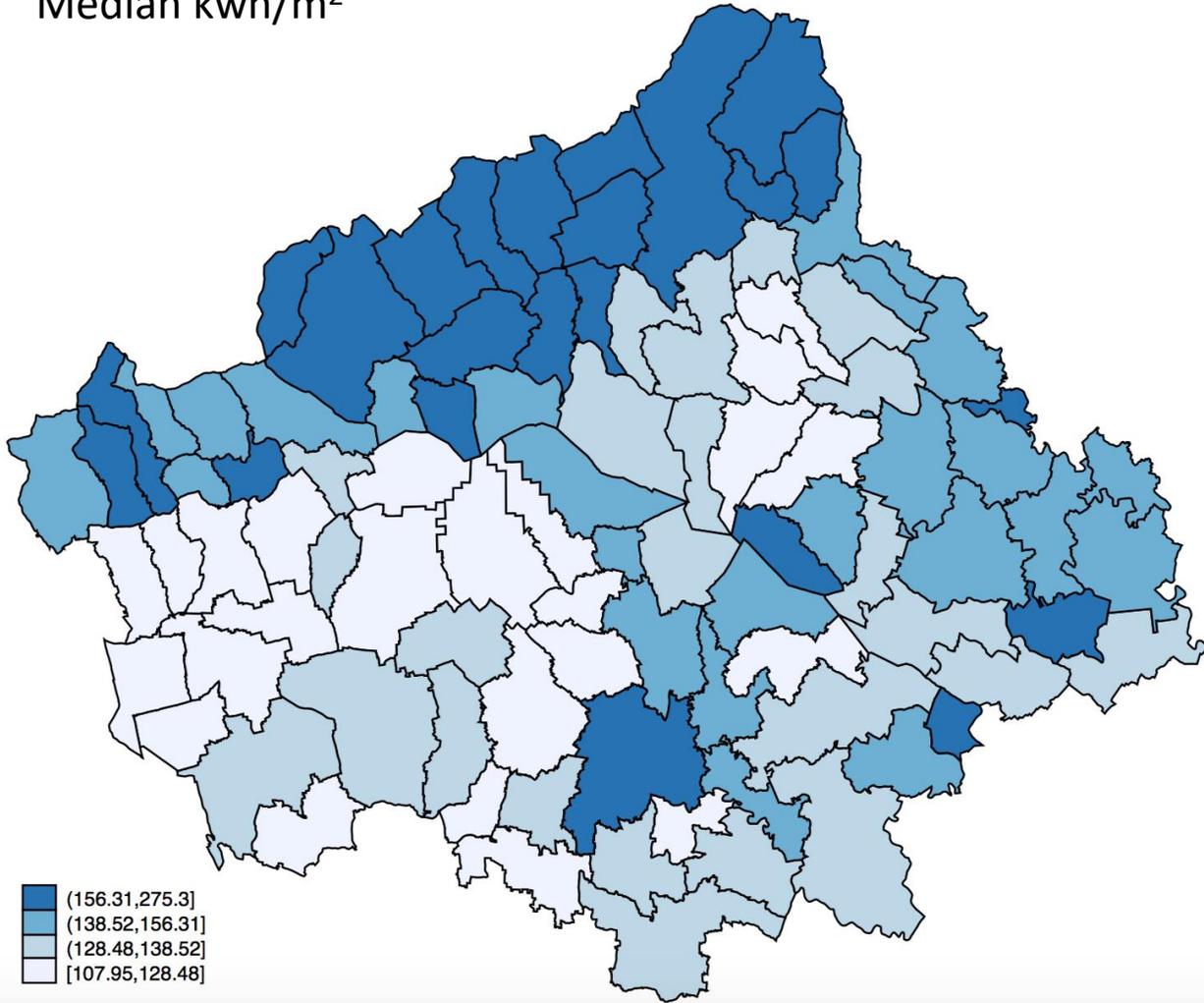




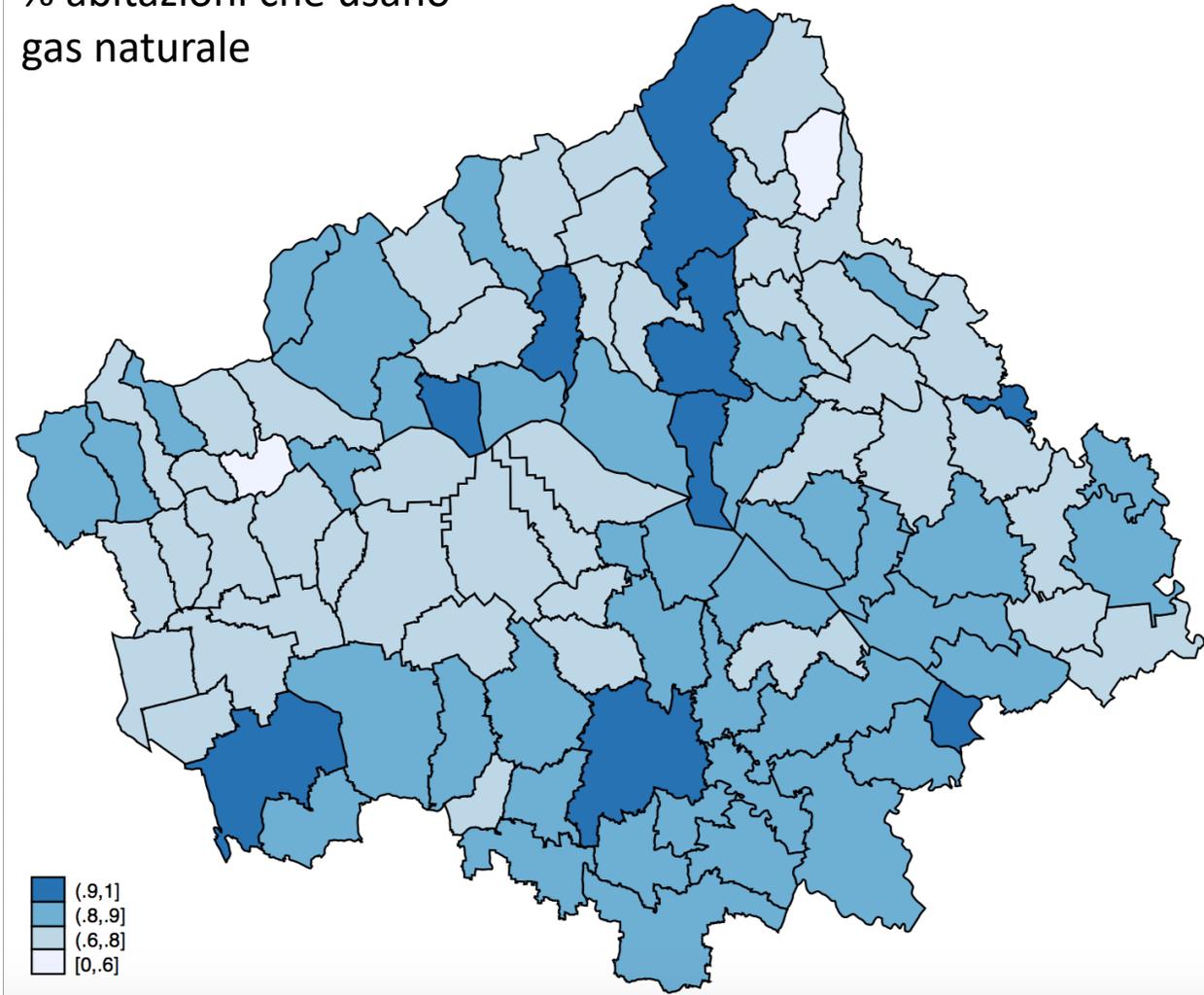
Unione dei dati: Censimento + APE

Punti verdi: APE; linee rosse: sezioni di censimento; linee viola: confini comunali

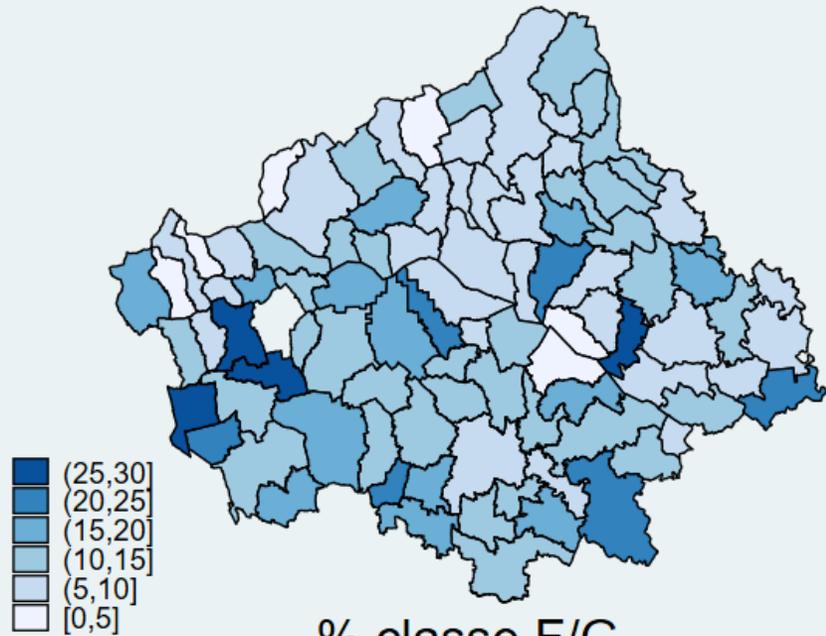
Energy Efficiency Index  
Median kwh/m<sup>2</sup>



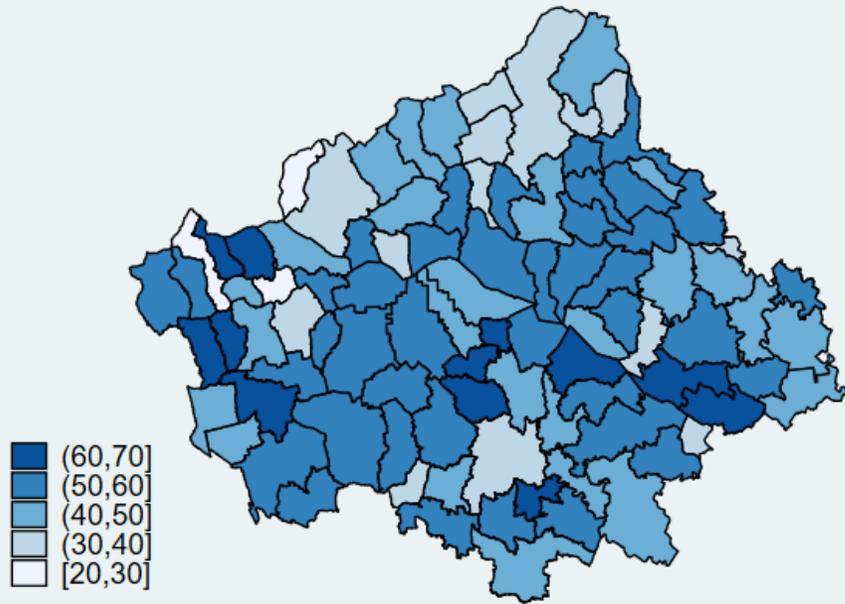
% abitazioni che usano  
gas naturale



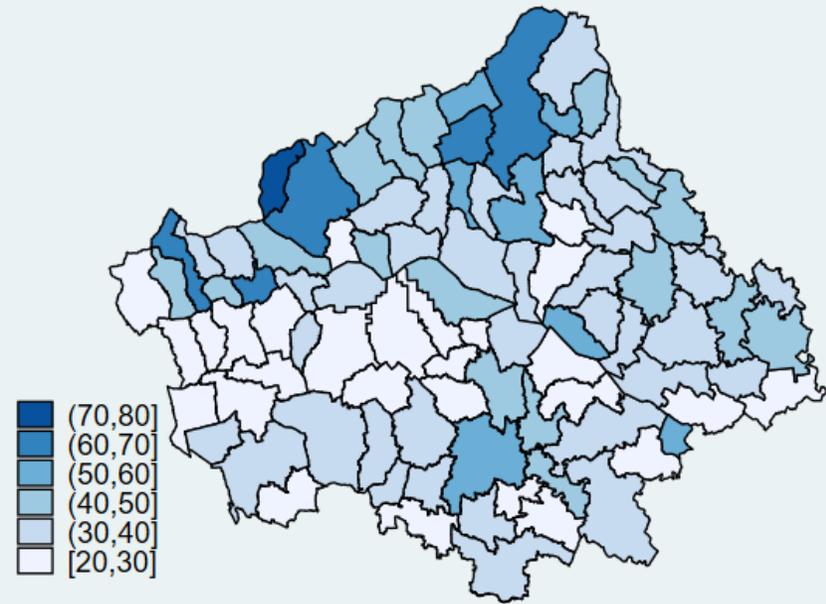
% classe A/B



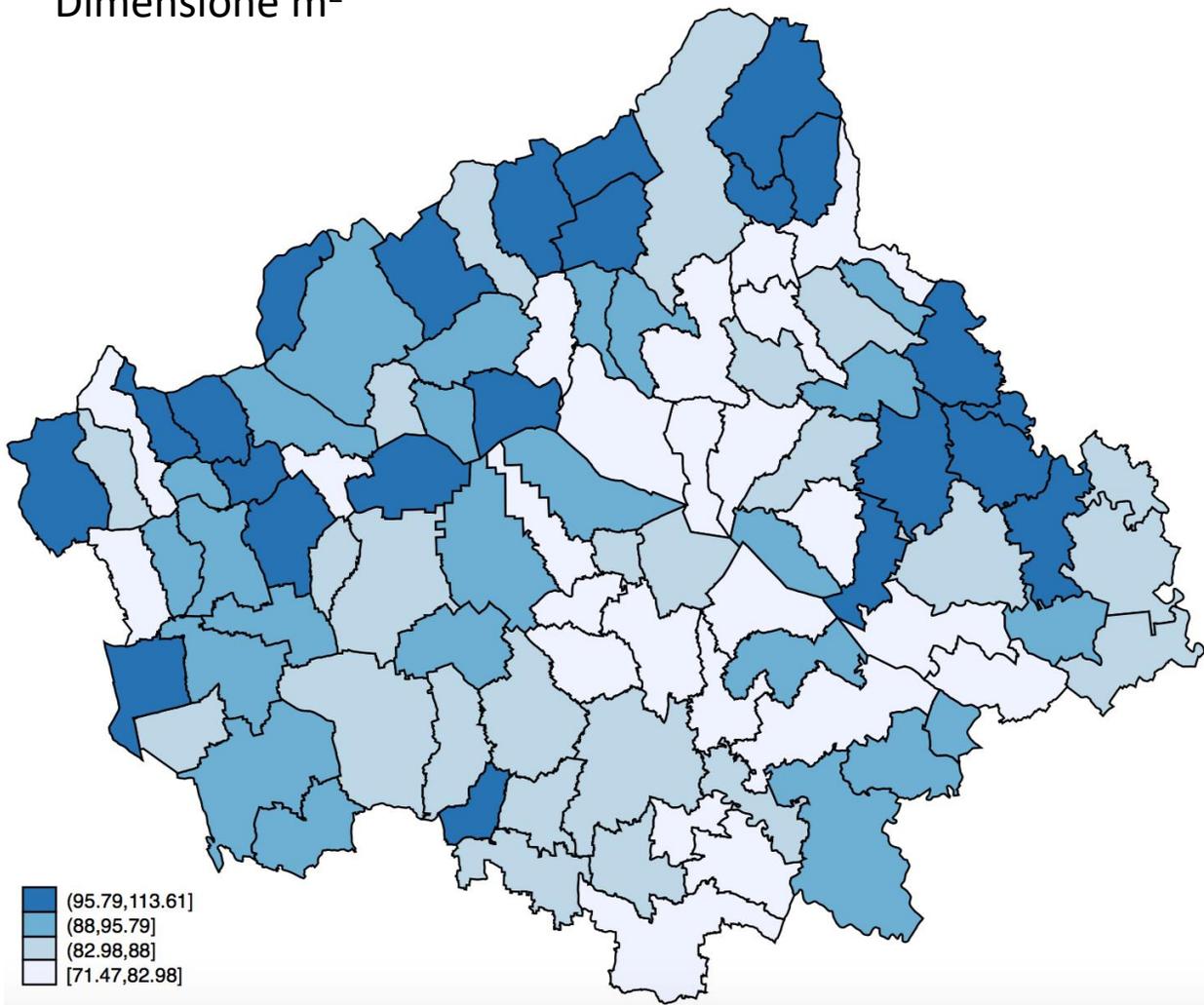
% classe C/E



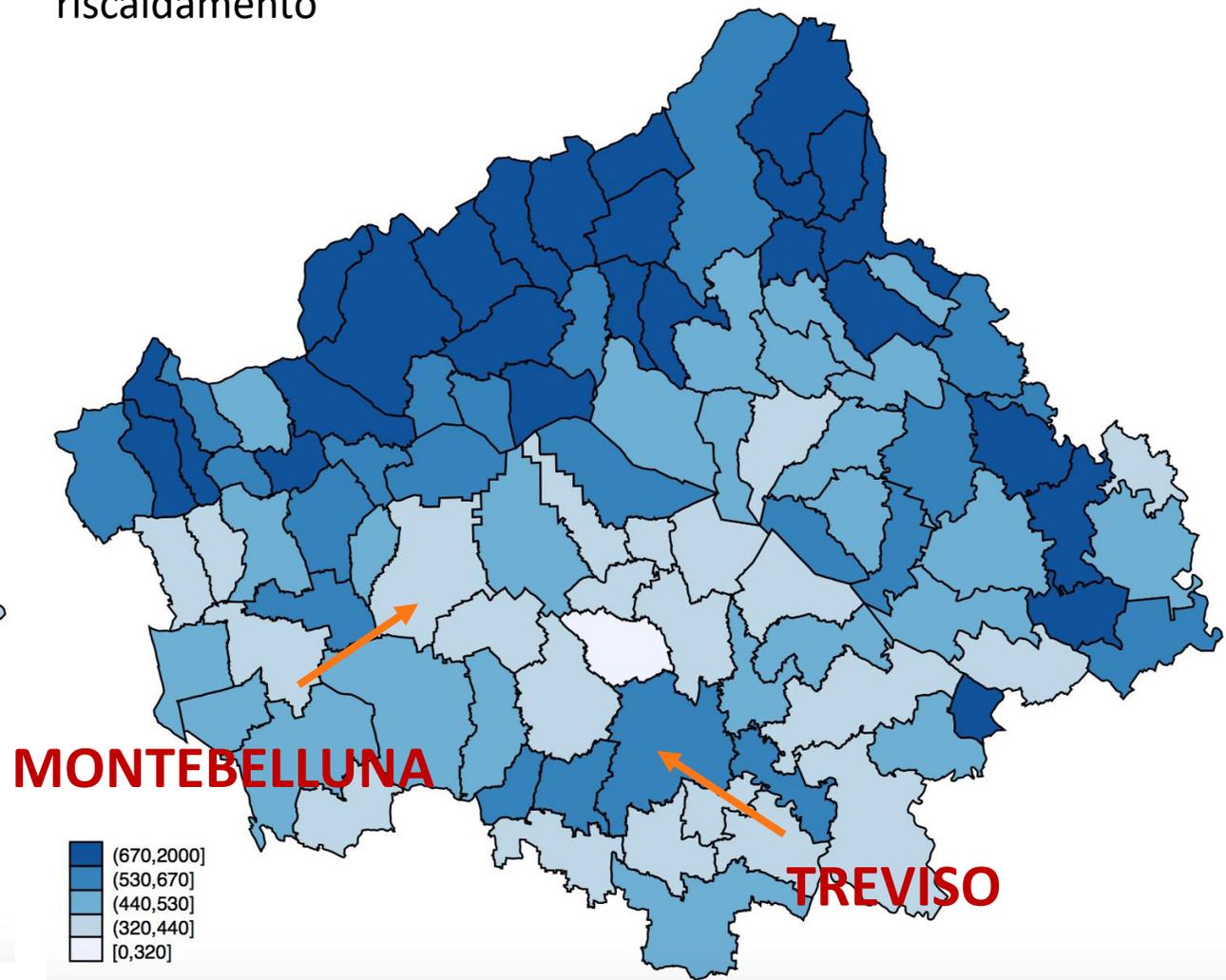
% classe F/G

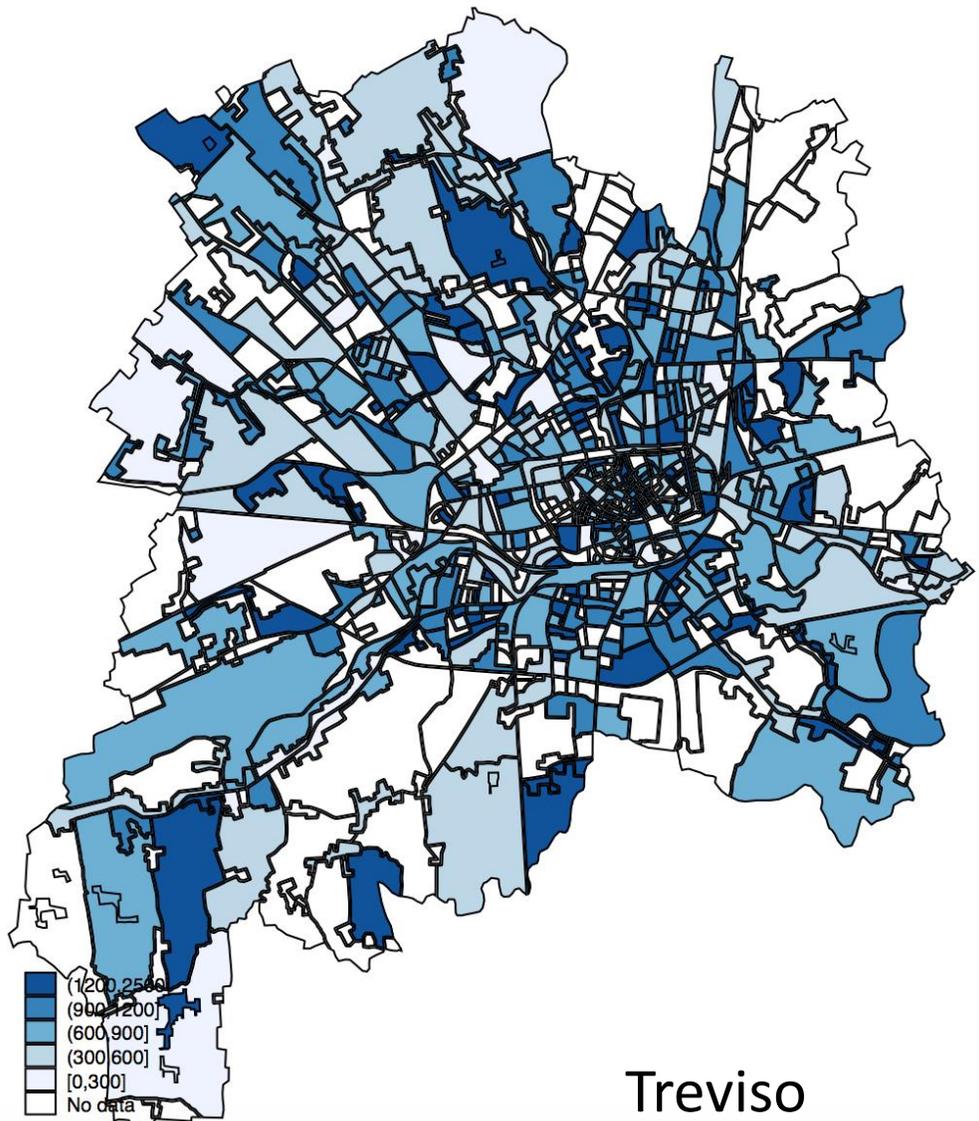


Dimensione m<sup>2</sup>



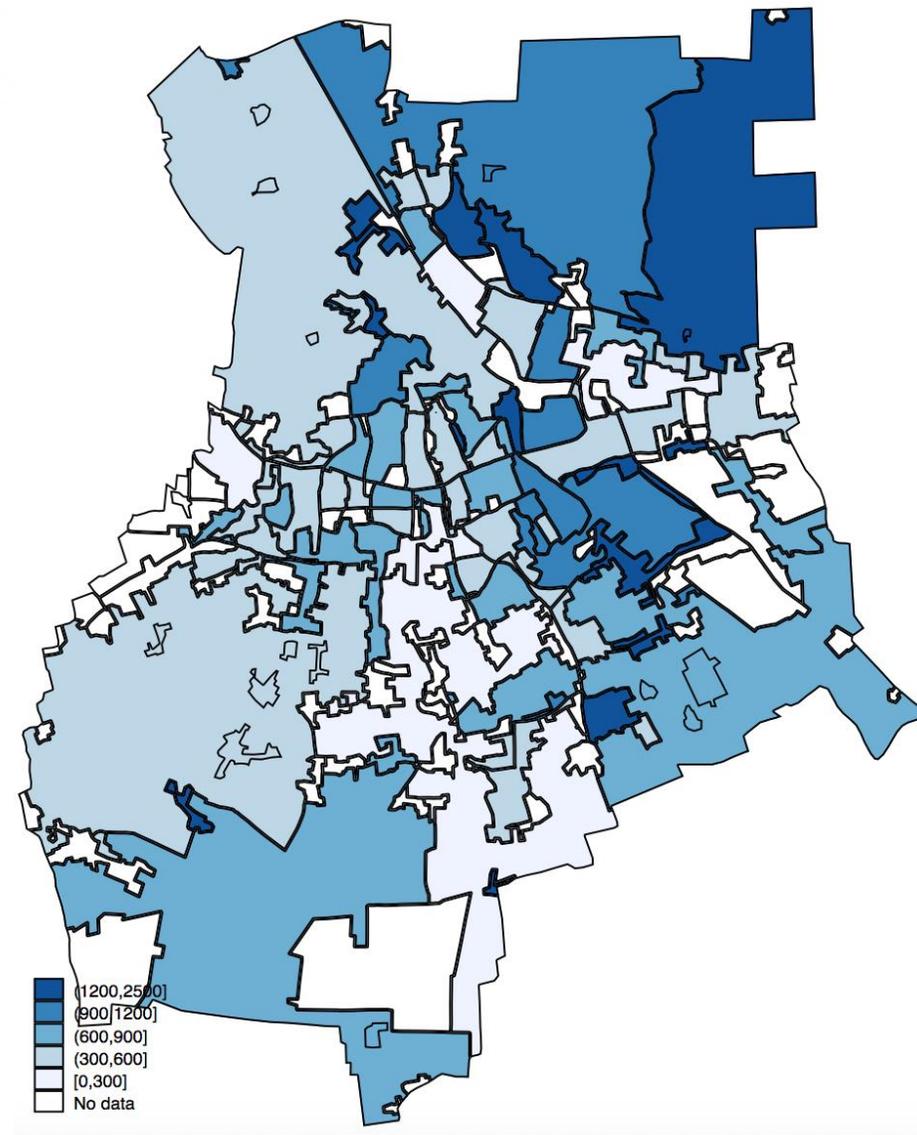
Costo mediano riscaldamento





Treviso

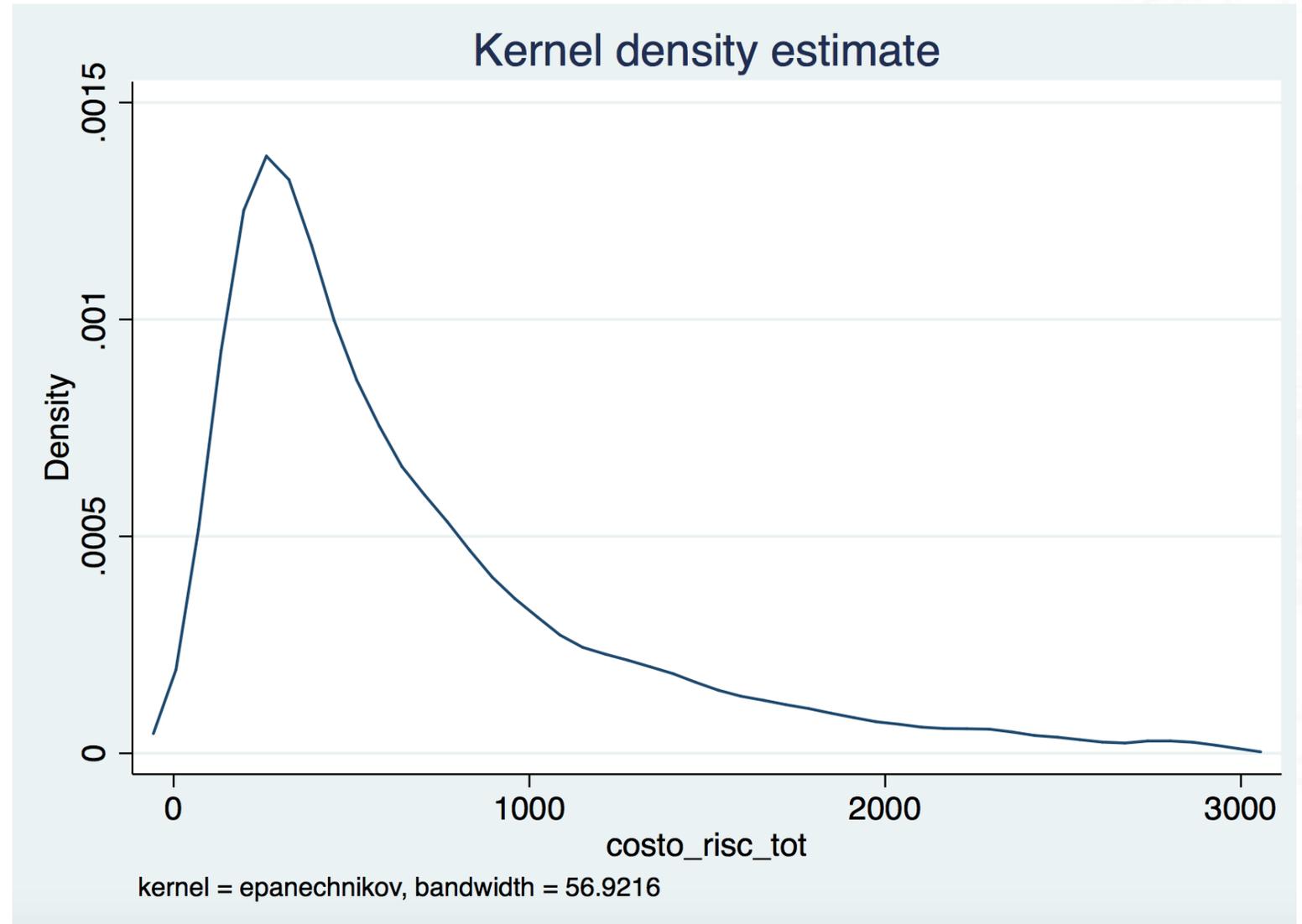
**Costo  
 standard di  
 riscaldamento  
 i.e.  
 POTENTIAL  
 BILL**



Montebelluna

# Distribuzione dei costi di riscaldamento

- AVERAGE COST: 820€
- MEDIAN COST: 504€
- 10° PCT: 168€
- 90° PCT: 1674€

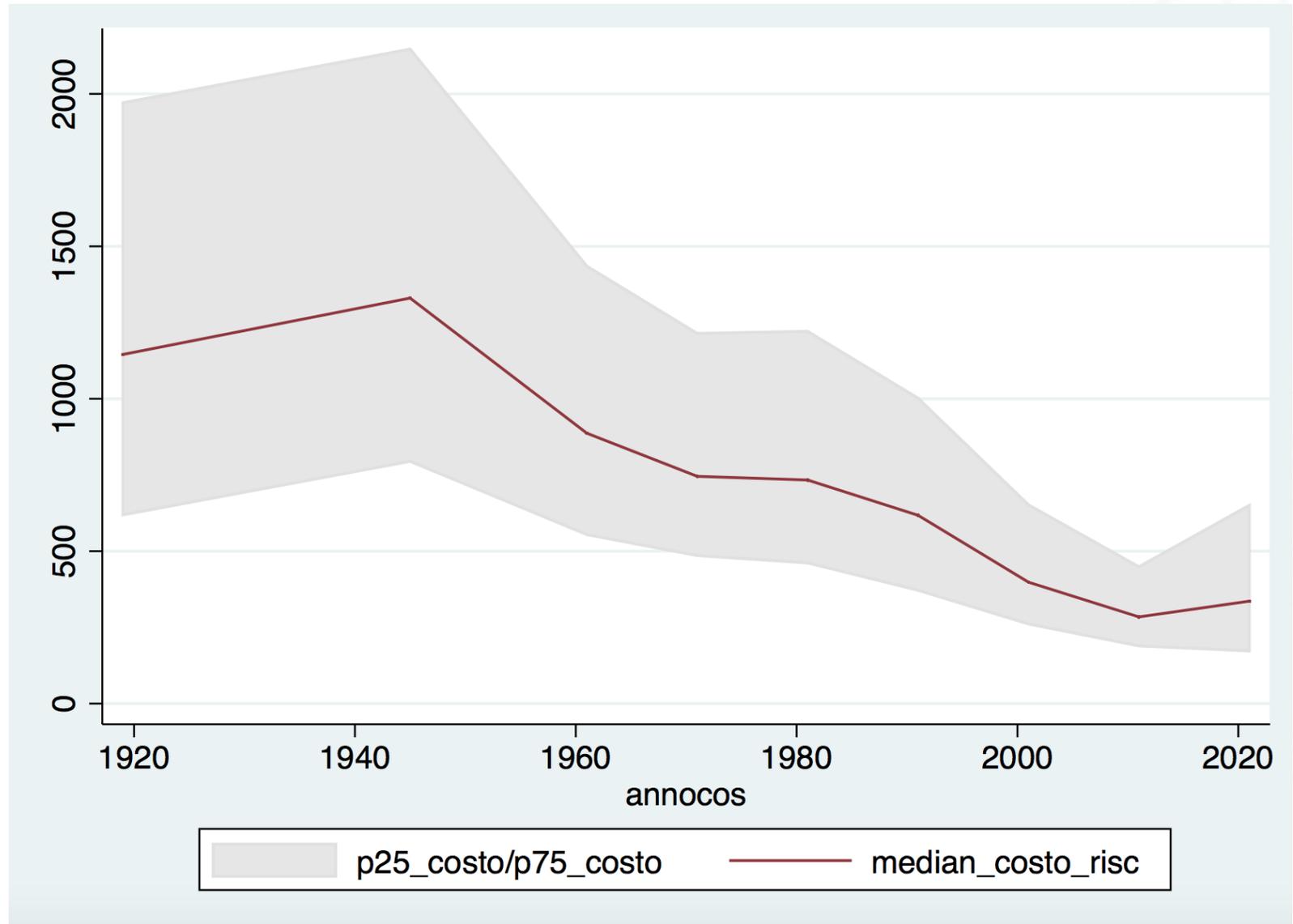


# Costi riscaldamento e data di costruzione

Median heating cost (red line)  
and 25° to 75° percentile  
(shaded area), by construction  
date

**Older constructions:**

- **More dispersion**
- **More expensive**



### **Attestati Prestazione Energetica APE**

- Circa 25,000 APE per abitazioni residenziali
- Data cleaning: 20,000 osservazioni

### **Censimento: famiglie e abitazioni**

- Circa 400,000 abitazioni
- Circa 340,000 abitate
- Data cleaning: 280,000 obs (no obs senza riscaldamento)

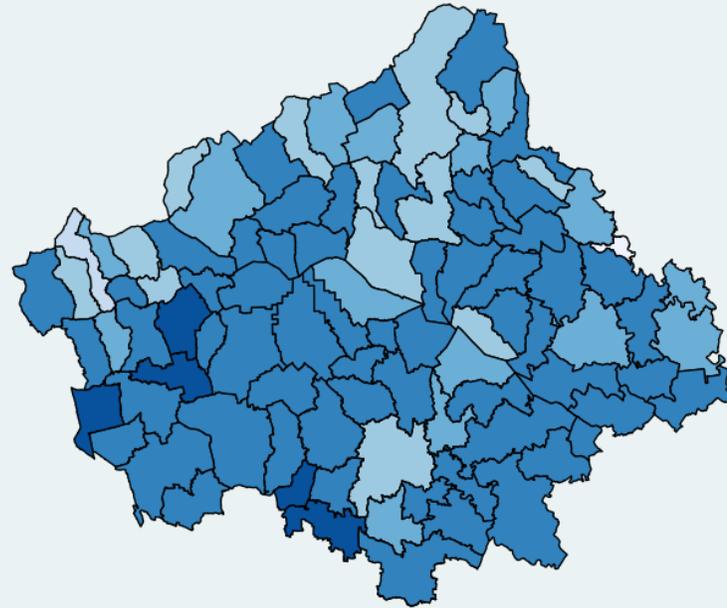
—————→ **UNIONE TRAMITE MATCHING STATISTICO**

# APE vs Censimento

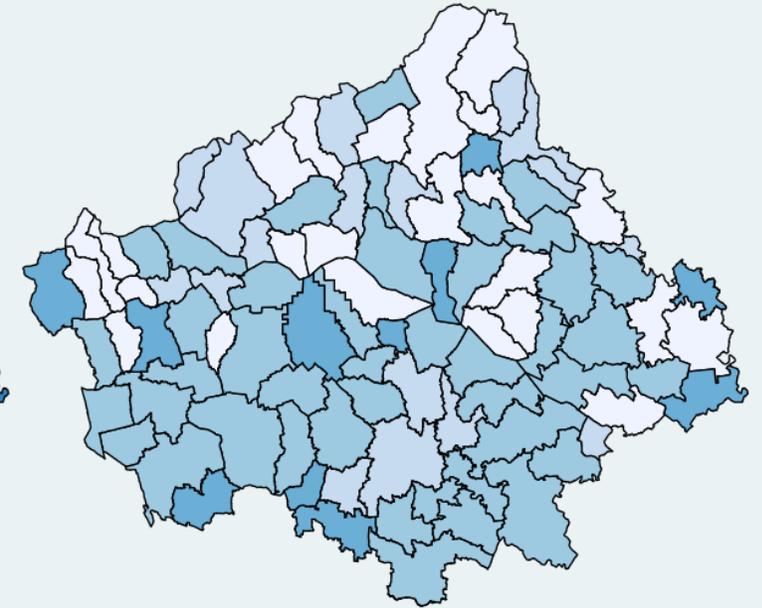
Case più recenti

% costruiti dopo 2005

APE



Censimento

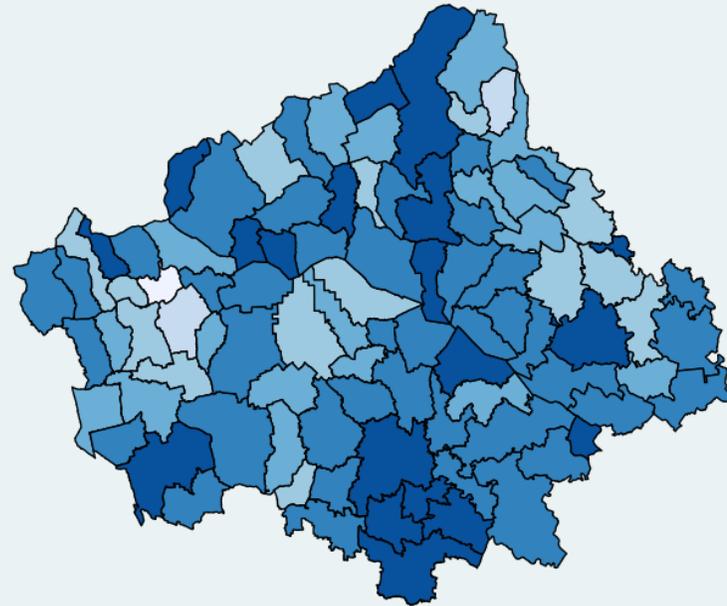


# APE vs Censimento

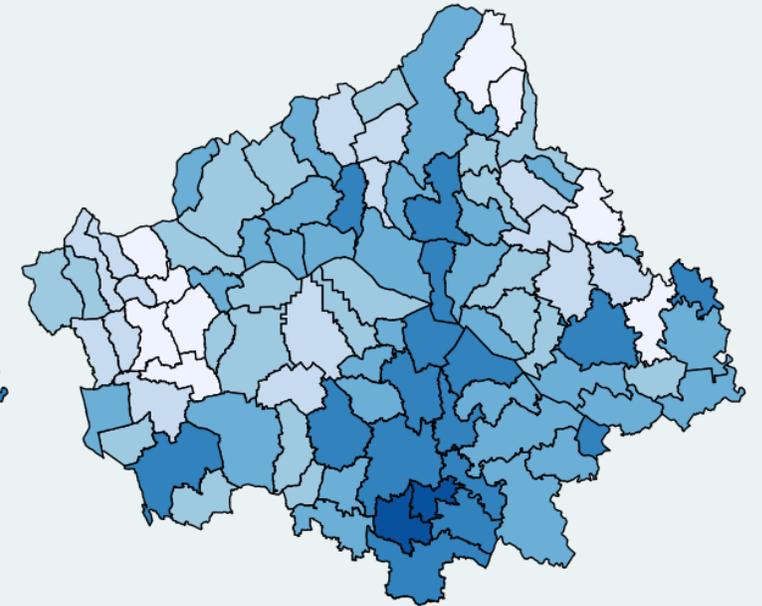
Uso gas metano

## % riscaldamento a metano

APE



Censimento



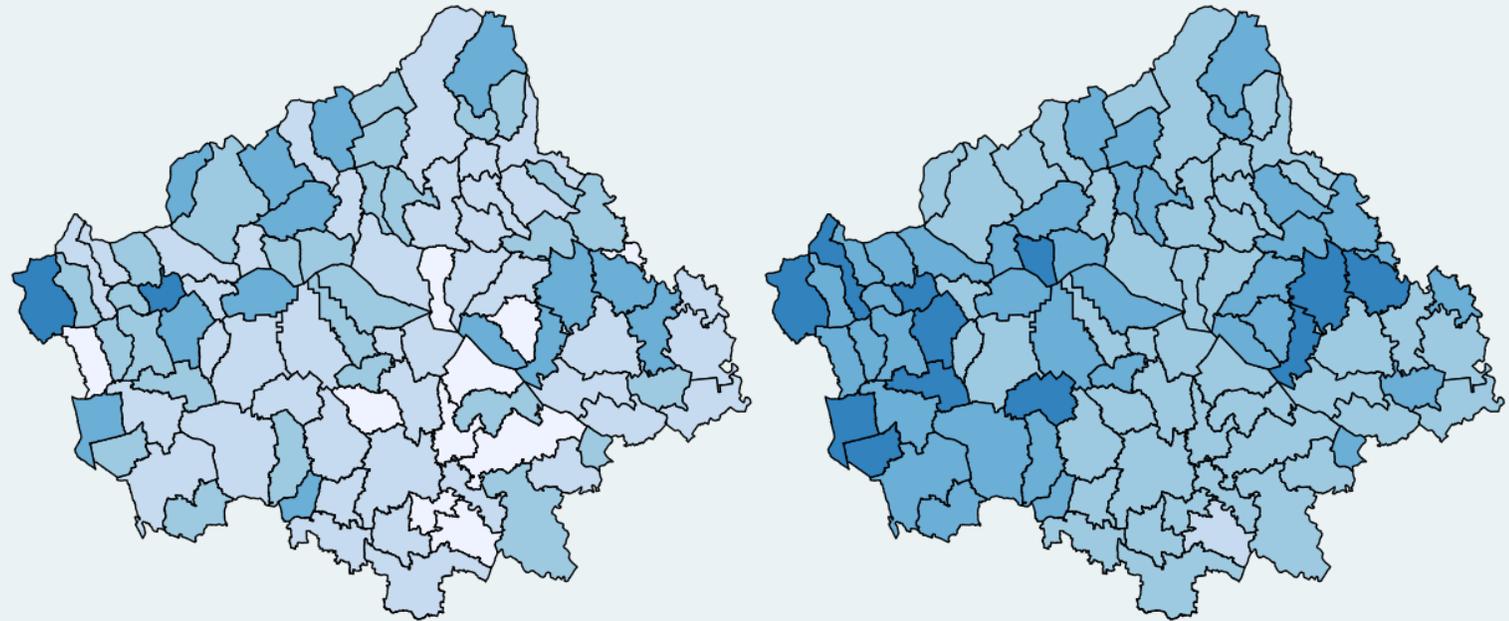
# APE vs Censimento

Dimensione

## Superficie mediana (mq)

APE

Censimento



■ (120,145] ■ (110,120] ■ (100,110] ■ (90,100] ■ (80,90] ■ [70,80]

# L'abitazione "più simile"

## VARIABILI COMUNI A CENSIMENTO E APE

- 4,525 sezione di censimento
- Data di costruzione(9 gruppi)
- Superficie (9 gruppi)
- Vettore energetico principale riscaldamento (gas naturale o altro)
- Sistema di riscaldamento (centralizzato a livello di condominio, di abitazione o sistemi indipendenti)
- Vettore energetico principale acqua calda (gas naturale, elettricità o altro)
- Fonti energia rinnovabile

→  $4,525 \times 9 \times 9 \times 2 \times 3 \times 3 \times 2$  Combinazioni

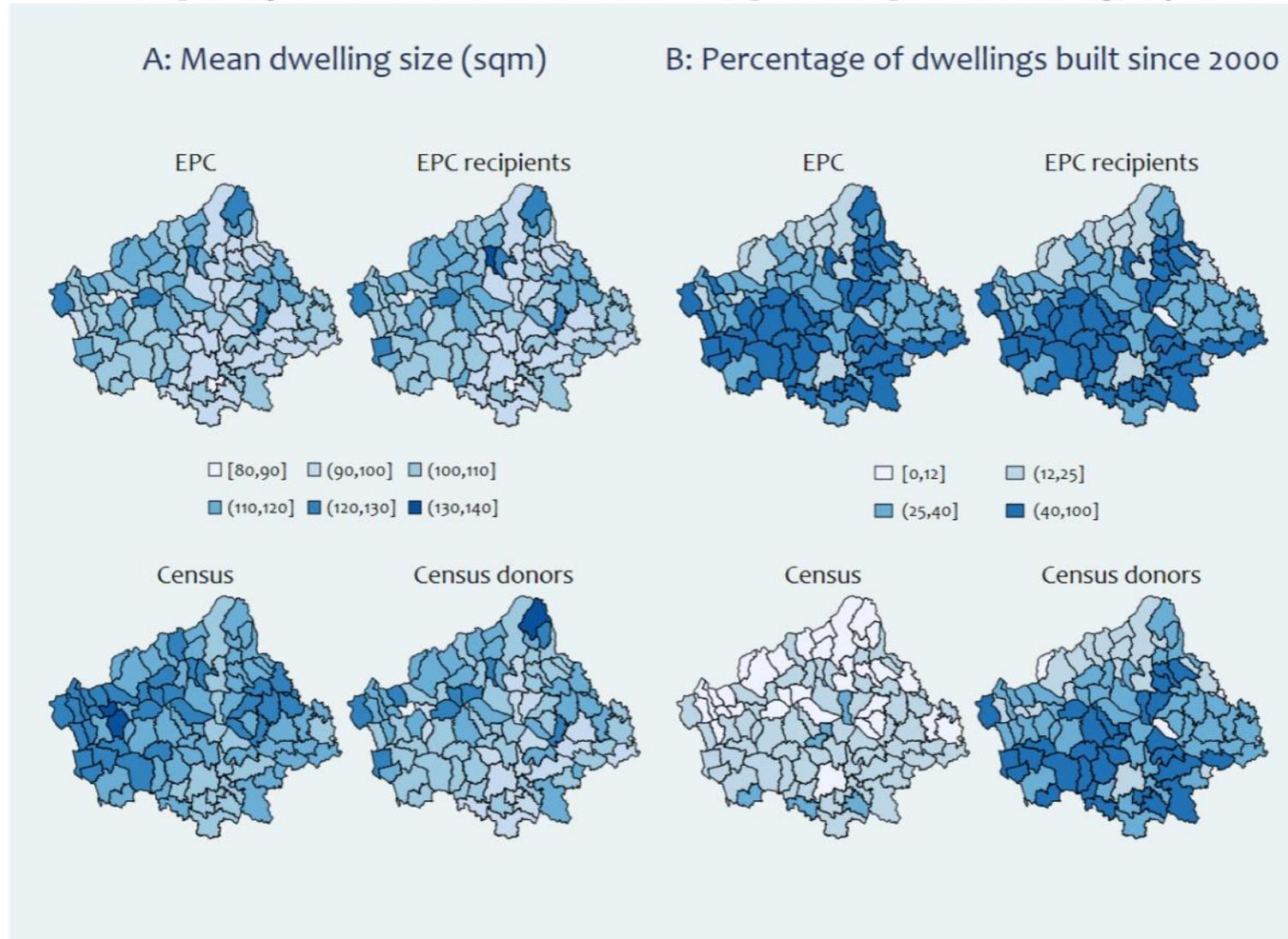
1. A ciascun APE → Abitazione (e famiglia) da censimento con medesima combinazione (scelta casuale se più di una abitazione con caratteristiche desiderate).

2. Se, in censimento, nessuna famiglia con combinazione richiesta al punto 1:

→ ripeto esercizio, usando i 95 comuni invece delle sezioni di censimento:  $95 \times 9 \times 9 \times 2 \times 3 \times 3 \times 2$  combinazioni

3. Se, in censimento, nessuna famiglia con combinazione richiesta al punto 2:

→ ripeto esercizio, eliminando sistema riscaldamento, vettore acqua calda e rinnovabili:  $95 \times 9 \times 9 \times 2$  combinazioni



Note: The two panels show the mean home size (in sqm) and the percentage of homes built since 2000 for each municipality in the Treviso province, for the entire EPC and Census datasets (labelled EPC and Census, respectively), for the matched EPCs (EPC recipients) and the donors from the Census (Census donors).

# Il matching funziona... a livello provinciale

- Riusciamo ad unire (“*matchare*”) il 98% dei dati
- A livello provinciale: il matching funziona
- A livello comunale: il matching non funziona sempre, in particolare in comuni piccoli / con poche osservazioni
- Per avere statistiche rappresentative della provincia: dati stratificati
- **ORA POSSIAMO USARE QUESTO DATASET PER STUDIARE IL LINK TRA CARATTERISTICHE SOCIO-DEMOGRAFICHE DELLA FAMIGLIA ED EFFICIENZA ENERGETICA DELL'ABITAZIONE**

## DATI SU CONSUMI

- Procedimento diverso (causa minore numerosità del dataset sui consumi)
- Donors: circa 19.000 APE+Census
- Receivers: 1155 HBS
- Variabili comuni: gas naturale, data costruzione, dimensione casa, tipo proprietà, dati socio-demografici
- Il matching funziona.
- Aggiungiamo al dataset: spesa mensile media familiare per adulto equivalente

**DEFINIZIONE DI  
POVERTÀ  
ENERGETICA  
Hills 2012**

**LHIC – Low Income High Cost:**

- **Costo di riscaldamento sopra la mediana nazionale**
- **Reddito al netto del costo di riscaldamento inferiore al 60% di quello mediano equivalente**

DEFINIZIONE POVERTÀ  
ENERGETICA  
in questo lavoro  
& simile a Governo Italia

HIGH COST

LOW EXPENDITURE

$$FP = \sum_i w_i I \left( \frac{CS_i}{E_i} > RT \right) \times I(E_i - CS_i < RPT_i)$$

- **w**: peso dato stratificato
- **CS**: Costo standard riscaldamento
- **E**: spesa complessiva famiglia
- **RT**: 2x spesa media riscaldamento / spesa complessiva
  - $RT \approx 10\%$
- **RPT**: Indice di povertà relativa

# Povertà energetica

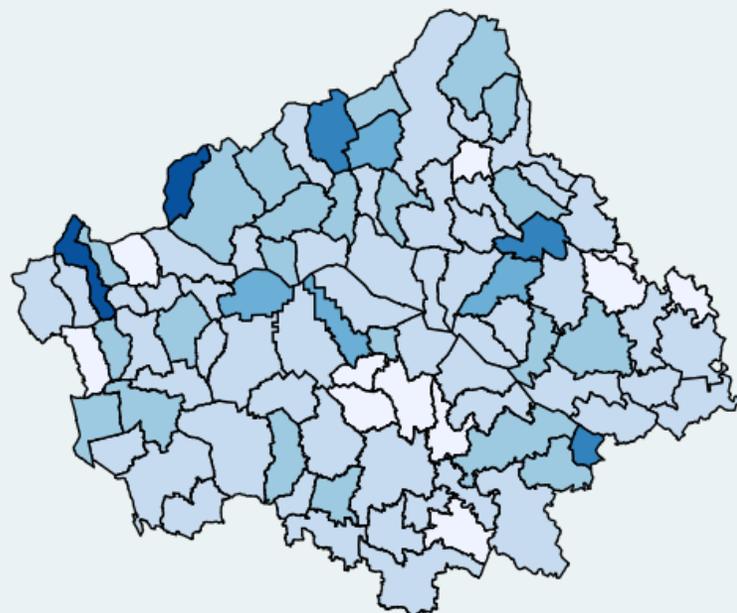
Percentage of household with low income,  $E_i - CS_i < RPT_i$ , high heating costs,  $CS_i/E_i > RT$ , and in fuel poverty,  $(E_i - CS_i < RPT_i) \times (CS_i/E_i > RT)$ , in Treviso province.

	Low heating costs	High heating costs	Total
High income	82.26	8.68	90.94
Low income	5.39	3.67	9.06
Total	87.65	12.35	100

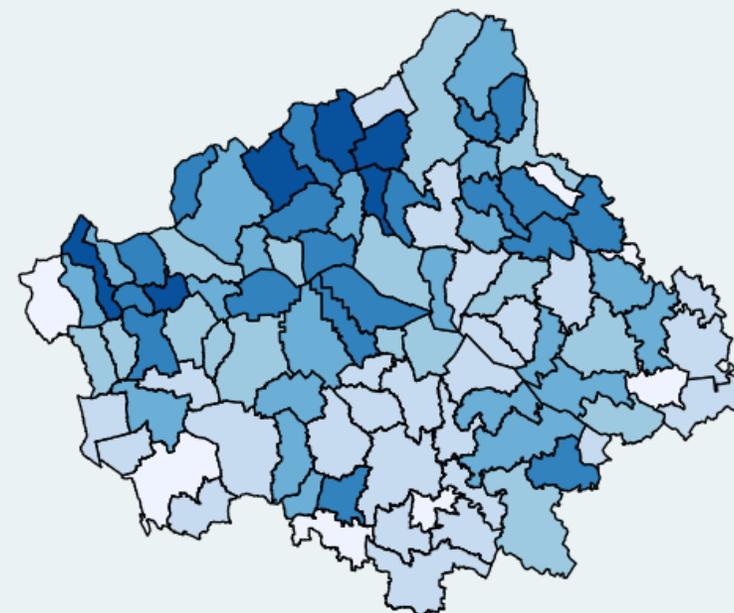
Note: Total number of observations: 19,174. Statistics use post-stratification weights.

FAMIGLIE IN  
POVERTÀ  
ENERGETICA

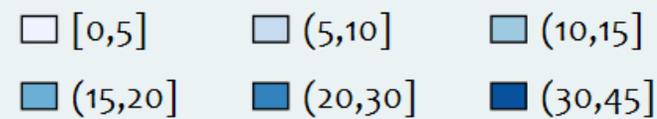
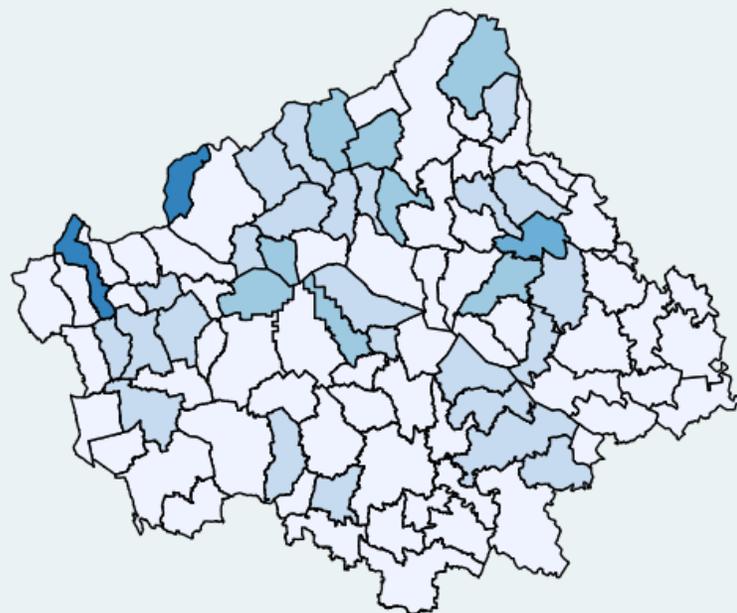
Low income



High cost



Fuel poverty



## Politiche di contrasto alla fuel poverty

- **Bonus sociale per disagio economico per le forniture di energia elettrica e/o gas naturale**
- Solo su base reddituale ISEE....
- ... Cioè sulle caratteristiche socio/demografiche della famiglia...
- Ma non sulla base dell'efficienza energetica dell'abitazione dove vive la famiglia

I costi di riscaldamento DIPENDONO dalle caratteristiche dell'abitazione

Costi di riscaldamento

	With energy classes(R-squared = 0.4719 )				Without energy classes(R-squared = 0.3034)			
	Coef.	Std. Err.	z	P>z	Coef.	Std. Err.	t	P>t
<b>EPC class (Ref: A-B)</b>								
C-E	0.7236	0.0293	24.7	<0.001				
F-G	1.2005	0.0302	39.78	<0.001				
<b>Construction period (Ref: Before 1960)</b>								
1960-1969	-0.1154	0.0235	-4.91	<0.001	-0.1239	0.0284	-4.37	<0.001
1970-1979	-0.1455	0.0230	-6.32	<0.001	-0.1768	0.0260	-6.8	<0.001
1980-1989	-0.1773	0.0219	-8.11	<0.001	-0.2903	0.0254	-11.45	<0.001
1990-1999	-0.1665	0.0232	-7.18	<0.001	-0.3932	0.0265	-14.86	<0.001
From 2000	-0.1738	0.0218	-7.96	<0.001	-0.6673	0.0226	-29.52	<0.001
<b>Surface (Ref: up to 60 sqm)</b>								
60-80	-0.0892	0.0237	-3.76	<0.001	-0.1263	0.0256	-4.92	<0.001
80-100	-0.0763	0.0229	-3.33	0.001	-0.1306	0.0268	-4.87	<0.001
100-120	-0.0682	0.0246	-2.77	0.006	-0.1453	0.0308	-4.72	<0.001
120-140	-0.0468	0.0301	-1.55	0.12	-0.1331	0.0342	-3.9	<0.001
>140	-0.1253	0.0295	-4.25	<0.001	-0.2655	0.0303	-8.76	<0.001
<b>Primary heating fuel: natural gas</b>								
No central heating	0.1122	0.0218	5.15	<0.001	0.1411	0.0206	6.86	<0.001
Renewable sources	-0.2982	0.0580	-5.14	<0.001	-0.7426	0.0498	-14.9	<0.001
<b>Number of dwellings in the building (Ref: One)</b>								
2	0.0099	0.0268	0.37	0.712	0.0265	0.0235	1.13	0.26
3-4	-0.0145	0.0258	-0.56	0.575	0.0003	0.0247	0.01	0.989
5-8	0.0004	0.0228	0.02	0.987	0.0397	0.0227	1.75	0.081
9+	-0.0466	0.0229	-2.04	0.042	-0.0113	0.0223	-0.51	0.612
<b>More than 500 inhab/km2</b>								
Plain area	-0.0810	0.0161	-5.03	<0.001	-0.0790	0.0168	-4.69	<0.001
Homeowner occupied	0.0110	0.0172	0.64	0.522	0.0013	0.0186	0.07	0.943
<b>Household type (Ref: single)</b>								
Couple with children	0.0011	0.0248	0.04	0.965	0.0026	0.0267	0.1	0.923
Couple without children	0.0229	0.0375	0.61	0.542	0.0314	0.0341	0.92	0.358
Single parents	0.0269	0.0347	0.78	0.438	0.0151	0.0302	0.5	0.618
Others	0.0169	0.0504	0.34	0.737	-0.0026	0.0450	-0.06	0.954
At least high school	0.0109	0.0153	0.71	0.476	0.0016	0.0143	0.11	0.909
<b>Age class (Ref: at most 40)</b>								
41-65	0.0026	0.0161	0.16	0.87	0.0066	0.0164	0.4	0.687
At least 66	0.0354	0.0262	1.35	0.177	0.0703	0.0305	2.3	0.021
Female	0.0008	0.0191	0.04	0.965	0.0049	0.0185	0.27	0.791
Household members	-0.0044	0.0126	-0.35	0.724	0.0026	0.0105	0.25	0.803
Immigrants	-0.0172	0.0226	-0.76	0.446	-0.0335	0.0219	-1.53	0.126
<b>Occupational status (Ref: employed)</b>								
Retired	0.0123	0.0279	0.44	0.66	-0.0197	0.0260	-0.76	0.449
Other not employed	-0.0463	0.0279	-1.66	0.097	-0.0760	0.0329	-2.31	0.021
Constant	2.0544	0.0546	37.61	<0.001	3.1283	0.0572	54.74	<0.001

- Una volta controllato per le caratteristiche dell'abitazione, il tipo di famiglia non incide sui costi di riscaldamento
- **POLICY IMPLICATION**
  - **POVERTÀ ENERGETICA: Basso reddito/consumo & Alti costi riscaldamento**
  - Informazioni su condizioni socio-demografiche + reddito non incidono su costi di riscaldamento
  - Una politica che non tenga conto del tipo di abitazione non è sufficiente per contrastare la povertà energetica

LI = Low income/consumption

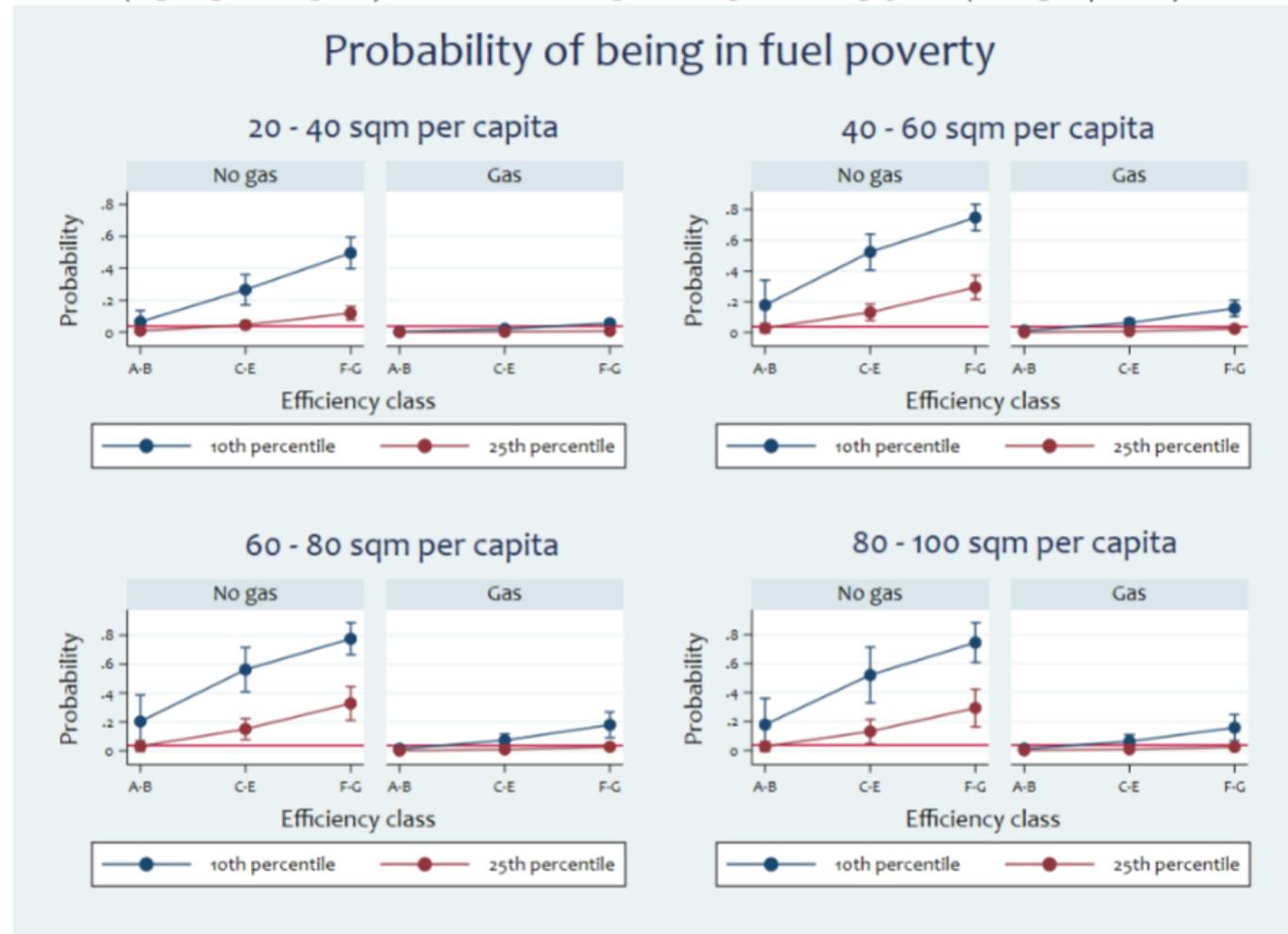
HC = High cost

Probabilità di essere  
in povertà  
energetica.....

Probabilità di essere in povertà  
energetica

	Coef.	Std. Err.	z	P>z	Average marginal effects (AME) on the probability to be in fuel poverty			
					AME	std.err.	z	p-value
<b>HC</b> LIHC								
<b>HC</b> EPC class (Ref: A-B)								
C-E	1.6910	0.5634	3	0.003	0.0180	0.0041	4.36	<0.001
F-G	2.7367	0.6064	4.51	<0.001	0.0402	0.0048	8.3	<0.001
<b>LI</b> ln(equivalent expenditure)	-6.0896	0.3699	-16.46	<0.001	-0.1258	0.0065	-19.36	<0.001
Construction period (Ref: Before 1960)								
1960-1969	-0.5136	0.2341	-2.19	0.028	-0.0110	0.0050	-2.18	0.029
1970-1979	-0.4829	0.2601	-1.86	0.063	-0.0104	0.0056	-1.86	0.063
1980-1989	-0.4785	0.2933	-1.63	0.103	-0.0103	0.0060	-1.73	0.083
1990-1999	-0.2944	0.2918	-1.01	0.313	-0.0066	0.0064	-1.03	0.302
From 2000	-0.4580	0.3543	-1.29	0.196	-0.0099	0.0074	-1.34	0.181
<b>HC</b> Surface/Household members (Ref: up to 20 sqm)								
20-40	1.9215	0.4638	4.14	<0.001	0.0188	0.0031	6.12	<0.001
40-60	2.9745	0.5443	5.47	<0.001	0.0408	0.0054	7.62	<0.001
60-80	3.1076	0.6307	4.93	<0.001	0.0445	0.0091	4.89	<0.001
80-100	2.8912	0.6682	4.33	<0.001	0.0387	0.0099	3.91	<0.001
100-140	3.7978	0.6862	5.53	<0.001	0.0671	0.0140	4.79	<0.001
>140	4.8102	0.7264	6.62	<0.001	0.1127	0.0238	4.73	<0.001
<b>HC</b> Primary heating fuel: natural gas	-2.8919	0.2122	-13.63	<0.001	-0.0723	0.0066	-10.94	<0.001
No central heating	-0.4160	0.2501	-1.66	0.096	-0.0091	0.0059	-1.54	0.123
<b>HC</b> Renewable sources	-1.3667	0.4187	-3.26	0.001	-0.0215	0.0050	-4.3	<0.001
Number of dwellings in the building (Ref: One)								
2	-0.1160	0.2167	-0.54	0.593	-0.0025	0.0046	-0.54	0.589
3-4	-0.2889	0.2964	-0.97	0.33	-0.0060	0.0060	-1	0.316
5-8	-0.1794	0.3359	-0.53	0.593	-0.0038	0.0069	-0.55	0.583
9+	-0.4913	0.2968	-1.66	0.098	-0.0097	0.0056	-1.75	0.081
More than 500 inhab/km2	-0.1662	0.2213	-0.75	0.453	-0.0034	0.0044	-0.77	0.443
Plain area	-0.2224	0.1651	-1.35	0.178	-0.0047	0.0036	-1.31	0.19
Homeowner occupied	0.3743	0.2250	1.66	0.096	0.0075	0.0043	1.73	0.084
Household type (Ref: single)								
Couple with children	-0.0320	0.3352	-0.1	0.924	-0.0007	0.0070	-0.1	0.924
Couple without children	-0.0842	0.3588	-0.23	0.814	-0.0017	0.0074	-0.23	0.815
Single parents	0.1211	0.3782	0.32	0.749	0.0026	0.0082	0.32	0.751
Others	-0.0598	0.5074	-0.12	0.906	-0.0012	0.0104	-0.12	0.906
At least high school	0.1840	0.2157	0.85	0.394	0.0039	0.0046	0.84	0.4
Age class (Ref: at most 40)								
41-65	0.3184	0.2892	1.1	0.271	0.0063	0.0056	1.14	0.254
At least 66	0.2453	0.3659	0.67	0.503	0.0048	0.0071	0.68	0.499
Female	0.1041	0.2391	0.44	0.663	0.0022	0.0051	0.43	0.667
Household members	-0.0401	0.1125	-0.36	0.721	-0.0008	0.0023	-0.36	0.721
Immigrants	0.0111	0.2995	0.04	0.97	0.0002	0.0062	0.04	0.97
Occupational status (Ref: employed)								
Retired	-0.1123	0.2861	-0.39	0.695	-0.0023	0.0059	-0.39	0.694
Other not employed	-0.2457	0.3225	-0.76	0.446	-0.0049	0.0061	-0.79	0.427
Constant	38.4619	2.5567	15.04	<0.001				

*Predicted average probabilities (and 95% confidence interval) of being in fuel poverty, based on the dwelling's energy class, for eight clusters of dwellings differing in their surface (sqm per capita) and in their primary heating fuel (No gas/Gas).*



Note: The light red horizontal line depicts the unconditional mean probability of being in fuel poverty. The variables are considered at the observed values with the exception of equalised family expenditure; in that case, we contrast predicted values for expenditure at the 10th and 25th percentile. Standard errors obtained by bootstrapping the entire matching procedure, computation of the post-stratification weights and income imputation, 100 times. Number of observations: 19,174.

A red speech bubble graphic with a white outline, containing the word 'CONCLUSIONI' in white capital letters. The bubble has a tail pointing downwards and to the left. The background features faint, curved lines in the top-left and bottom-right corners.

CONCLUSIONI

## POLITICHE DI CONTRASTO ALLA POVERTÀ ENERGETICA

- Non possono non tener conto dell'efficienza energetica delle abitazioni
- Basate su misure standard (potential-bill-to-income ratio) per escludere le preferenze personali
- Il problema della povertà energetica esiste.
- La policy oggi usata (bonus in bolletta) e basata solo su caratteristiche socio-demografiche è migliorabile

## ECONOMIA CIRCOLARE

- Politiche locali di contrasto alla povertà possono avere effetti positivi per l'ambiente e spingere verso una economia circolare
- Esempio di policy dual-use: sostegno all'efficientamento energetico delle abitazioni rivolto a famiglie in povertà energetica (o prossime a)

A red speech bubble graphic with a white outline, containing the text "Grazie per l'attenzione!". The bubble has a tail pointing downwards and to the left. The background features faint, curved lines in the top-left and bottom-right corners.

Grazie per  
l'attenzione!