

# *Stima dei fabbisogni energetici e raccordo con l'inventario delle emissioni*

Alessandro Marongiu  
Alessandra Pantaleo  
Alberto Quadrelli  
Marco Moretti  
Giuseppe Fossati  
Maria Luisa Demuro

ARPA Lombardia  
Settore Monitoraggi Ambientali  
Modellistica qualità dell'aria e inventari  
[inemar@arpalombardia.it](mailto:inemar@arpalombardia.it)

- Emissioni da Riscaldamento
- Obiettivi
- Scopo del lavoro
- Modulo riscaldamento attività triennio 2015-2017
  - Definizione della tipologia di algoritmo richiesta
  - Raccolta dati
  - Sviluppo
  - Consolidamento del sistema INEMAR
- Conclusioni

## 1.A.4.b.i – Residential Plants

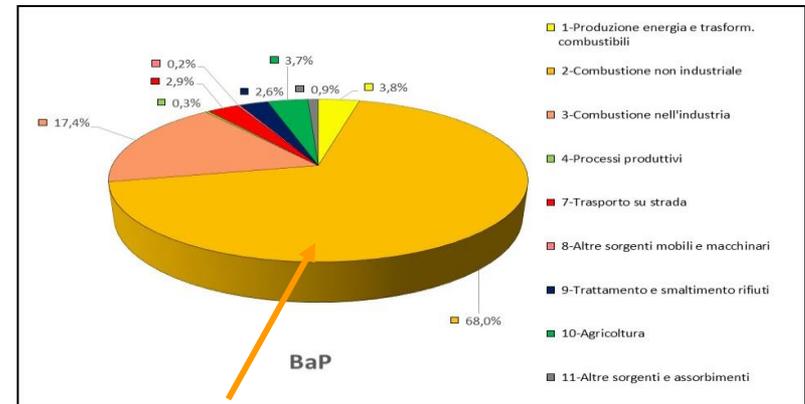
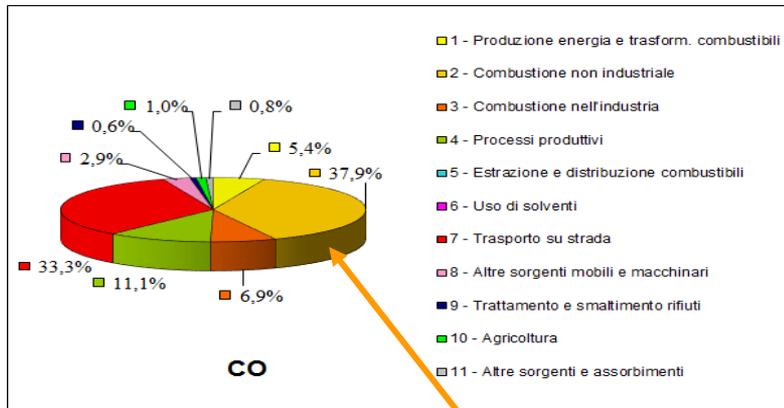
### Combustione non industriale da impianti residenziali SNAP 02 02

Table 1.5 Key categories for the Italian Emission Inventory in 2015

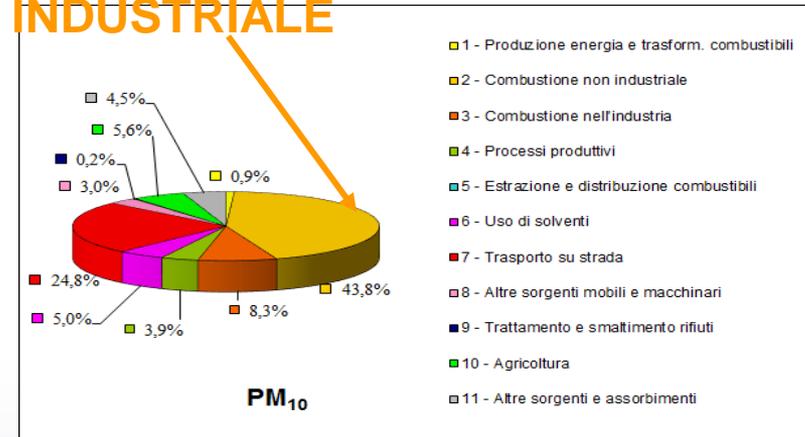
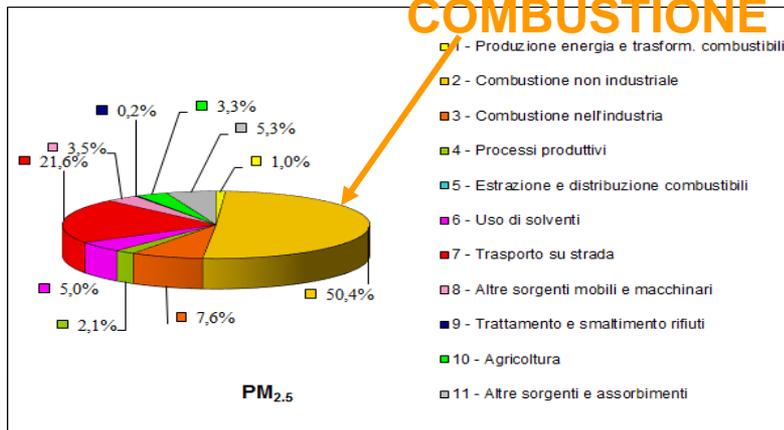
	Key categories in 2015										Total (%)
SO <sub>x</sub>	1A2f (21.8%)	1A3d ii (17.1%)	1B2a iv (14.6%)	1A1a (14.2%)	1A1b (8.3%)	2A1 (5.1%)					81.1
NO <sub>x</sub>	1A3b iii (23.8%)	1A3b i (20.5%)	1A3d ii (9.2%)	1A2f (8.5%)	1A3b ii (6.7%)	1A4b i (5.6%)	1A1a (4.8%)	1A4c ii (4.6%)			83.5
NH <sub>3</sub>	3Da2a (19.1%)	3B1a (16.6%)	3B1b (16.4%)	3Da1 (15.1%)	3B3 (9.2%)	3B4g ii (3.9%)					80.3
NMVOG	1A4b i (20.5%)	2D3d (18.8%)	2D3a (9.4%)	1A3b v (6.8%)	2D3g (6.2%)	1A3b iv (6.1%)	1A4a i (3.0%)	1A3b i (2.9%)	2D3 i (2.8%)	2H2 (2.6%)	80.1
CO	1A4b i (60.8%)	1A3b i (11.6%)	1A3b iv (6.4%)	1A2f (3.8%)							82.5
PM10	1A4b i (61.1%)	1A3b vi (4.8%)	1A2f (3.8%)	1A3b i (3.1%)	1A3d ii (3.1%)	2C1 (2.6%)	1A3b iii (2.2%)				80.7
PM2.5	1A4b i (67.7%)	1A2f (3.5%)	1A3b i (3.5%)	1A3d ii (3.4%)	1A3b vi (2.9%)						81.1
BC	1A4b i (38.7%)	1A3b i (18.7%)	1A3b iii (10.7%)	1A3b ii (9.3%)	1A4c ii (6.6%)						84.0
Pb	1A2f (37.5%)	1A4a i (26.5%)	2C1 (25.0%)								88.9
Cd	1A4a i (34.0%)	1A2f (32.0%)	2C1 (15.5%)								81.5
Hg	2C1 (21.7%)	1A4a i (28.1%)	1A2f (26.7%)								86.5
PAH	1A4b i (71.7%)	2C1 (10.0%)									81.7
Dioxin	1A4b i (41.2%)	2C1 (27.4%)	1A2f (20.0%)								88.6
HCB	3C1b iv (62.5%)	1A2f (12.8%)	1A4b i (7.9%)								83.3
PCB	2C1 (40.6%)	1A1a (33.6%)	1A2f (9.1%)								83.3

1 Energy      2 IPPU - Solvent and product use      5 Waste  
2 IPPU - Industry      3 Agriculture

## Dati INEMAR Regione LOMBARDIA Anno 2014



### COMBUSTIONE NON INDUSTRIALE



DATI ISPRA ANNO 2010 Lombardia  
Top-Down



INEMAR 2014 Lombardia  
Bottom-Up

**L'obiettivo del MODULO RISCALDAMENTO è quello di fare una stima dei consumi energetici derivanti dal riscaldamento degli edifici allo scopo di calcolare le emissioni derivanti.**



**Il modulo può essere utile per l'analisi/ valutazione di entrambi gli obiettivi.**

**politica energetica  
EFFICIENZA ENERGETICA**

**EMISSIONI  
qualità dell'aria**



## Progetto INEMAR Triennio 2015-2017:

Sviluppare, aggiornare e validare il modulo riscaldamento utilizzando dei dati di **INPUT** che siano facilmente **disponibili, consolidati e omogenei** per le diverse aree geografiche

### Il progetto è stato sviluppato nei seguenti STEP:

1. Definizione della tipologia di algoritmo richiesta
2. Raccolta dati
3. Sviluppo
4. Consolidamento sistema INEMAR

Cronoprogramma INEMARTE	2015												2016												2017											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
	E	E	A	P	A	I	U	G	E	T	O	I	E	E	A	P	A	I	U	G	E	T	O	I	E	E	A	P	A	I	U	G	E	T	O	I
1. Obiettivo: aggiornare le metodologie ed i fattori di emissione allineandole alle linee guida europee e nazionali, incluse le emissioni ed assorbimenti di gas serra (GHG)																																				
e. Aggiornamento modulo riscaldamento;																																				
<i>Definizione della tipologia di algoritmo richiesta</i>																																				
<i>Eventuale raccolta dati da partners e da altri enti (ISTAT)</i>																																				
<i>Sviluppo e test prototipo</i>																																				
<i>Consolidamento nel sistema inemar</i>																																				

Le emissioni da riscaldamento sono direttamente proporzionali al fabbisogno energetico della singola abitazione.

I parametri che vanno ad influire sul **Fabbisogno Energetico (FABE)** sono:

- Tipologia di edificio e uso
- Anno di costruzione
- Dispersione termica dell'edificio
- Tipologia di combustibile
- Volume riscaldato
- Classe climatica dell'area geografica
- Durata ed intensità del periodo di riscaldamento dell'edificio
- Rendimento globale medio stagionale degli impianti di riscaldamento

Norme tecniche applicabili per il calcolo del FABE:

- 1. UNI/TS 11300-1:2008-Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale**
- 2. UNI/TS 11300-2:2008 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.**

$$FABE_{u,t,e,r,comb} = Cg_{u,t,e} \cdot V_{u,t,e,r,comb} \cdot (D+n \cdot G) \cdot \lambda \cdot 86.4 / 1000000$$

1.  $Cg_{u,t,e}$  = **coefficiente volumetrico** per ogni uso  $u$ , tipo abitazioni  $t$ , età  $e$  (\*)
2.  $V_{u,t,e,r,comb}$  = **volumetrie riscaldate** per ogni uso  $u$ , tipo abitazioni  $t$ , età  $e$ , tipo impianto  $r$ , combustibile  $comb$   
$$V_{u,t,e,r,comb} = S_{u,t,e,r,comb} * H_{u,e}$$
  
 $S_{u,t,e,r,comb}$  = **superfici riscaldate** per ogni uso  $u$ , tipo di abitazioni  $t$ , età  $e$ , tipo di impianto  $r$ , combustibili  $comb$   
 $H_{u,e}$  = **altezza** per ogni uso ed età  $e$  dell'edificio
3. Dati climatici  
 $D$  = **gradi giorno**  
 $n$  = **coefficiente di variazione** rispetto ai 20 °C, per ogni tipo impianto  $r$  (\*)  
 $G$  = **numero giorni** di riscaldamento (\*)  
 $\lambda$  = **coefficiente di durata giornaliera del riscaldamento** (\*)

(\*) dipende dalla classe climatica del comune

**Energia Consumata**  $EC_{u,t,e,r,comb} = FABE_{u,t,e,r,comb} / R_{r,comb} * 100$

Dove:

- $EC_{u,t,e,r,comb}$  = **energia consumata** per ogni uso  $u$ , tipo di abitazione  $t$ , età  $e$ , tipo di impianto  $r$ , combustibile  $comb$
- $R_{r,com}$  = **rendimento caldaia** per tipo di impianto  $r$ , combustibile  $comb$

**Combustibile utilizzato**  $CONS_{u,t,e,r,comb} = EC_{u,t,e,r,comb} / PCI_{comb}$

Dove:

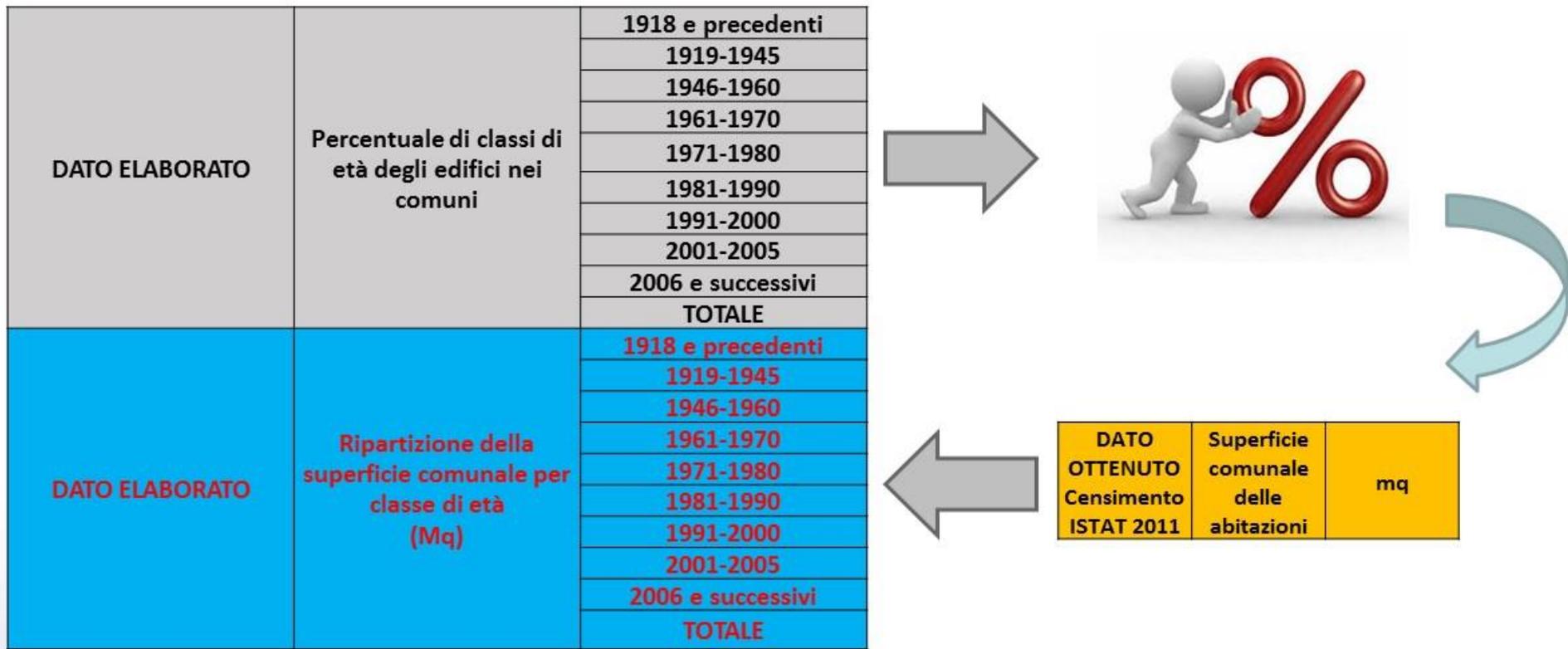
- $CONS_{u,t,e,r,comb}$  = **Combustibile consumato** per ogni uso  $u$ , tipo di abitazione  $t$ , età  $e$ , tipo di impianto  $r$ , combustibile  $comb$
- $PCI_{com}$  = **Potere calorifico inferiore** del combustibile

Per ogni comune:  $CONS_{comb} = \sum CONS_{u,t,e,r,comb}$

$EC_{tot} = \sum EC_{u,t,e,r,comb}$

dati censimento ISTAT 2011: 1-Anagrafica dei comuni Italiani 2-Numero edifici per classi di età 3-Totale comunale della superficie di abitazioni

## Elaborazione dati



Per **gradi-giorno D** di una località si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura degli ambienti interni (convenzionalmente fissata a 20°C) e la temperatura media esterna giornaliera  
Tab.A allegata al D.P.R. 412/93 aggiornata al 31 ottobre 2009 → GG di riferimento per ciascun comune italiano (<http://www.autorita.energia.it/it/index.htm>)

Zona Climatica	Periodo di accensione	Orario di accensione
A	1 dicembre – 15 marzo	6 h
B	1 dicembre – 31 marzo	8 h
C	15 novembre – 31 marzo	10 h
D	1 novembre – 15 aprile	12 h
E	15 ottobre – 15 aprile	14 h
F	Nessuna limitazione	Nessuna limitazione

In funzione delle ore di accensione di riscaldamento per classe climatica e delle caratteristiche delle aree geografiche si settano i dati di input  $\lambda$  ed  $n$  per i singoli comuni, anche in base a studi/valutazione specifici disponibili

- ✓  $\lambda$  = coefficiente di durata giornaliera del riscaldamento
- ✓  $n$  = coefficiente di variazione rispetto ai 20 °C, per ogni tipo impianto  $r$

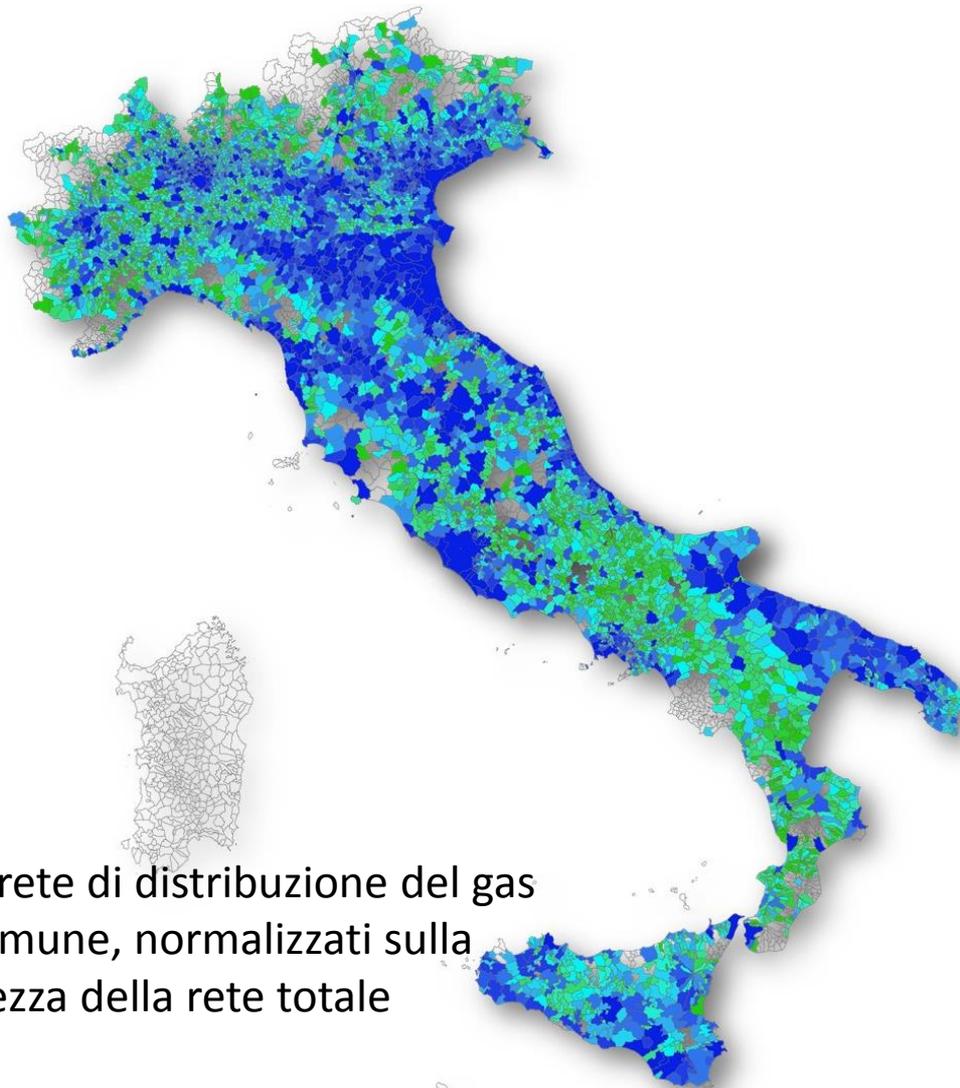
Numero di giorni di riscaldamento  $G$

## Distribuzione del numero di impianti per tipo di combustibile

<b>DATO OTTENUTO DA ISTAT 2011</b>	<b>Numero impianti riscaldamento nelle abitazioni a livello provinciale</b>	<b>GAS_TN: metano, gas naturale</b>
		<b>H_OIL: gasolio</b>
		<b>LPG: Gpl (Gas Petrolio Liquefatto)</b>
		<b>SOLID_F: combustibile solido (legna, carbone, ecc)</b>
		<b>F_OIL: olio combustibile</b>
		<b>ELECTR: energia elettrica</b>
		<b>OTHER_F_E: altro combustibile o energia</b>
<b>DATO ELABORATO</b>	<b>Percentuale provinciale degli apparecchi di riscaldamento (viene utilizzata per ripartire ulteriormente le superfici delle abitazioni)</b>	<b>GAS_TN: metano, gas naturale</b>
		<b>H_OIL: gasolio</b>
		<b>LPG: Gpl (Gas Petrolio Liquefatto)</b>
		<b>SOLID_F: combustibile solido (legna, carbone, ecc)</b>
		<b>F_OIL: olio combustibile</b>
		<b>ELECTR: energia elettrica</b>
		<b>OTHER_F_E: altro combustibile o energia</b>



**Grado di metanizzazione dei comuni:** Rete di distribuzione del gas per ambiti territoriali aggiornata al 2012. Fonte MISE <http://unmig.mise.gov.it/dgsaie/ambiti/>



**Il dettaglio disponibile per la ripartizione dei combustibili è superiore alla scala comunale eccetto che per i capoluoghi di provincia.**

Per i comuni non metanizzati l'algoritmo si assicura che le superfici totali delle abitazioni siano normalizzate senza utilizzo del gas.

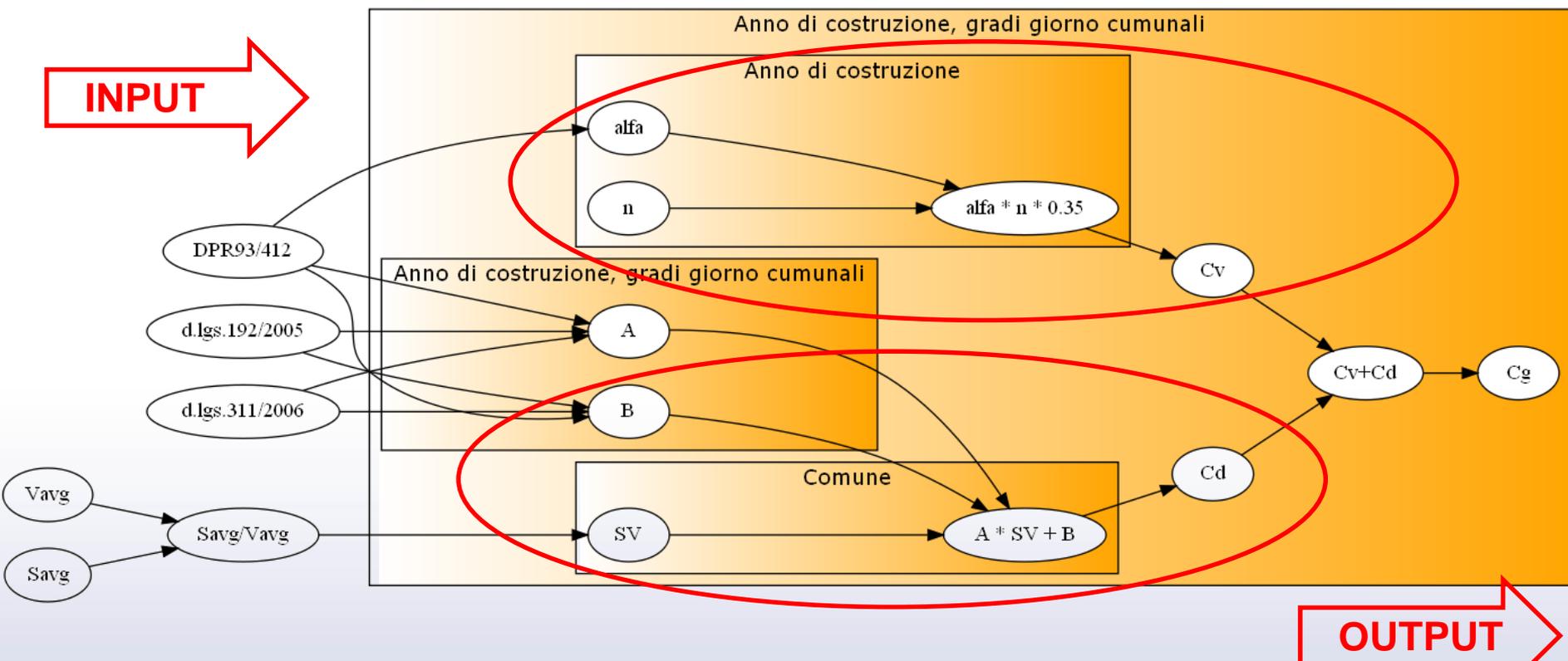
Km di rete di distribuzione del gas per comune, normalizzati sulla lunghezza della rete totale

$$C_g = (C_d + \alpha C_v)$$

$C_v$  [W/m<sup>3</sup>/K] coefficiente volumico di dispersione termica di **ventilazione**

$C_d$  [W/m<sup>3</sup>/K] coefficiente volumico di dispersione termica di **trasmissione termica**

disperdimento per unità di volume dell'edificio e unità di differenza di temperatura.



dispersione termica dovuta alla ventilazione  $C_v$ :

$$C_v = C_p * n$$

$C_p = 0,34 \text{ W/m}^3/\text{K}$  calore specifico dell'aria;

$n =$  numero di ricambi d'aria all'ora (valore medio nelle 24 ore), assunto pari a 0,5 per unità abitativa

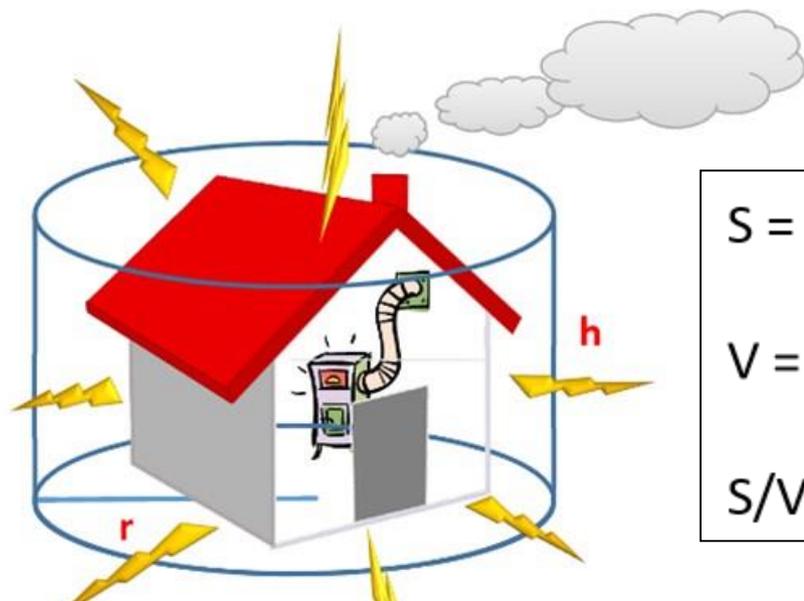
il coefficiente di scambio per ventilazione  $C_v$  è quindi  $0.175 \text{ W/m}^3/\text{K}$ .

**ALFA: coefficiente di correzione del numero di ricambi di aria in funzione della età dell'edificio**

**Secondo il DPR 26/8/93 n° 412 il coefficiente  $\alpha$  può essere considerato unitario per gli edifici costruiti dopo il 1980.**

Per le altre classi di età precedenti al 1980 sono stati definiti i corrispondenti valori.

ID_AC	Anno Costruzione	ALFA	n
1	< 1945	1.155	0.5
2	1946 - 1971	1.57	0.5
3	1972 - 1991	1.2	0.5
4	1992-2006	1	0.5
5	> 2006	1	0.5

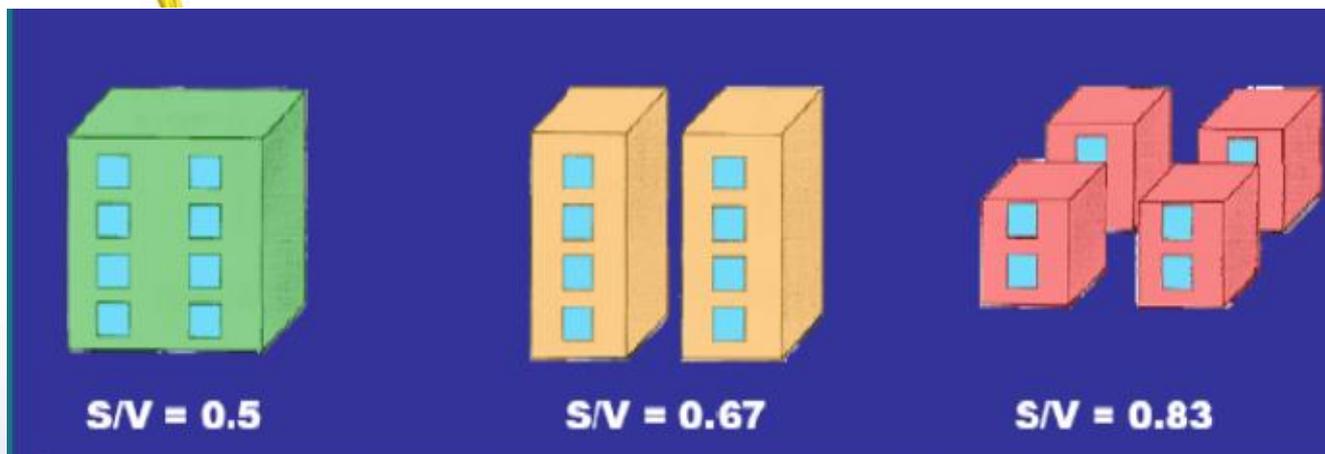


**RAPPORTO DI FORMA S/V** = rapporto tra superficie disperdente e volume lordo

$$S = \pi r^2 + 2 \pi r h$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$S/V = (\pi r^2 + 2 \pi r h) / \pi r^2 h = 1/h + 2/r$$



**Edifici in linea**

**Villette a schiera**

**Villette monofamiliari**

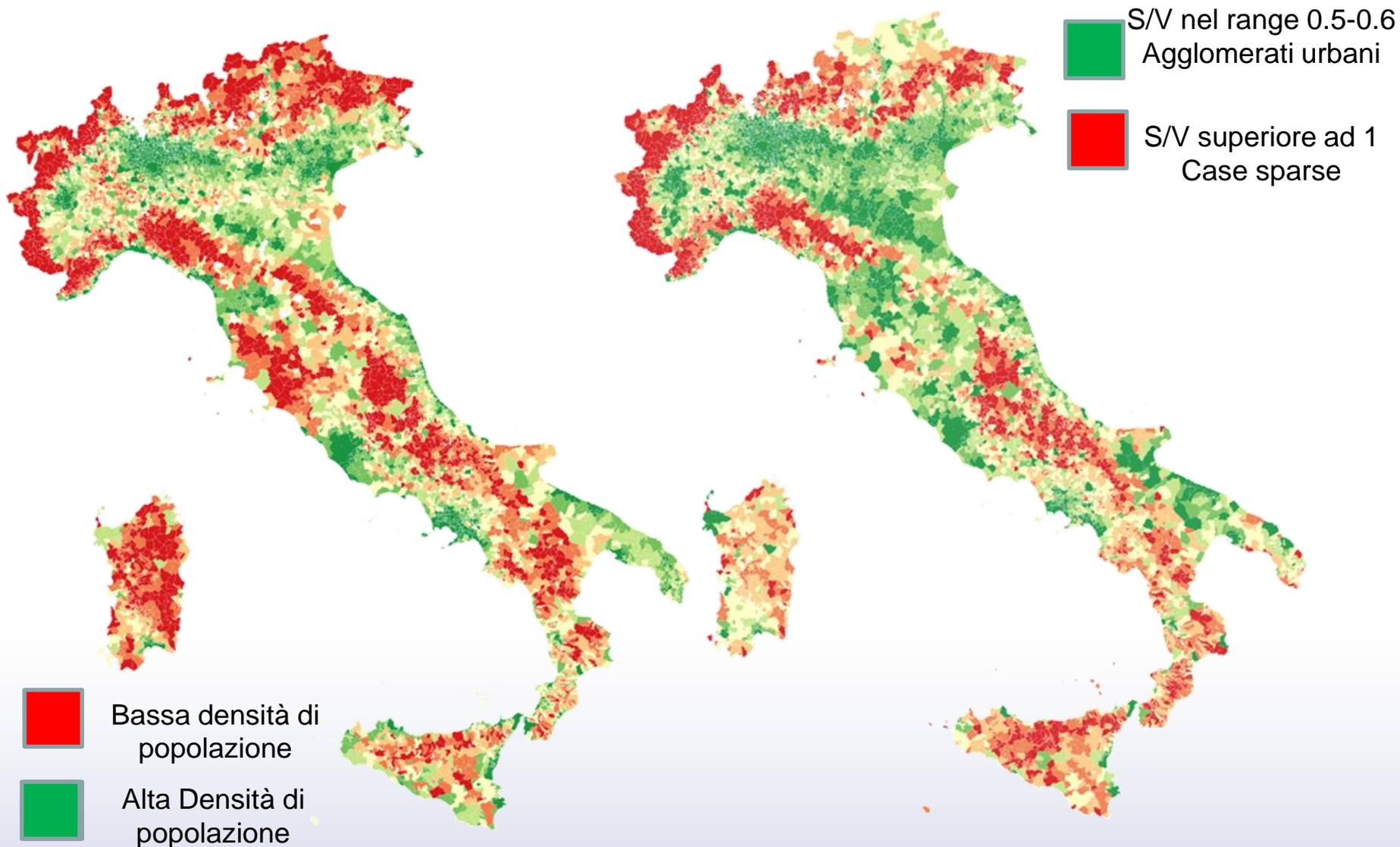
## Dati disponibili (Fonte ISTAT 2011):

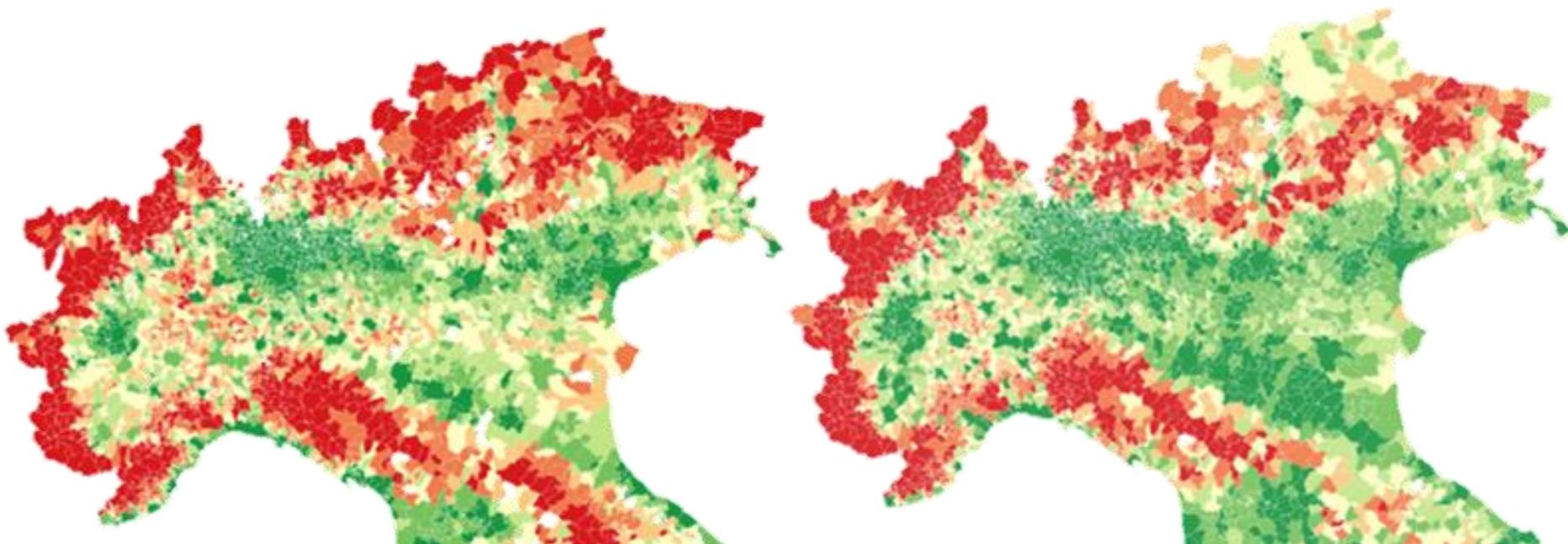
- Numero edifici per piani fuori terra dettagliati per comune. →  $N_{np,comune}$
- Altezza interpiano per epoca costruttiva. Fonte precedente analisi di INEMAR →  $HINT_{età}$
- Numero di edifici adibiti ad abitazione dettagliati per comune ed epoca costruttiva →  $N_{età,comune}$
- Numero medio di piani per edificio tipo di un determinato comune. →  $NP_{comune}$
- Numero totale delle abitazioni del comune. →  $NA_{comune}$
- Superficie totale delle abitazioni dettagliata per comune. →  $S_{comune}$



## Dati elaborati:

- Numero medio di piani per edificio tipo di un determinato comune →  $NP_{comune}$
- Altezza media di interpiano per l'edificio tipo di un determinato comune →  $HINT_{comune}$
- Altezza media dell'edificio tipo di un determinato comune →  $h_{comune}$
- Ingombro medio della base dei singoli edifici per comune →  $\pi r^2_{comune}$
- caratteristica media di ingombro della base degli edifici per un determinato comune →  $r^2_{comune}$



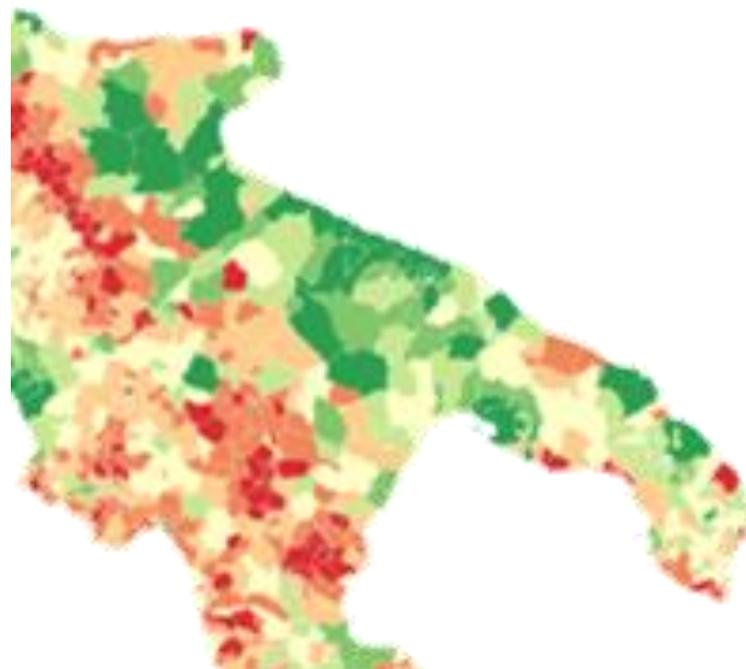
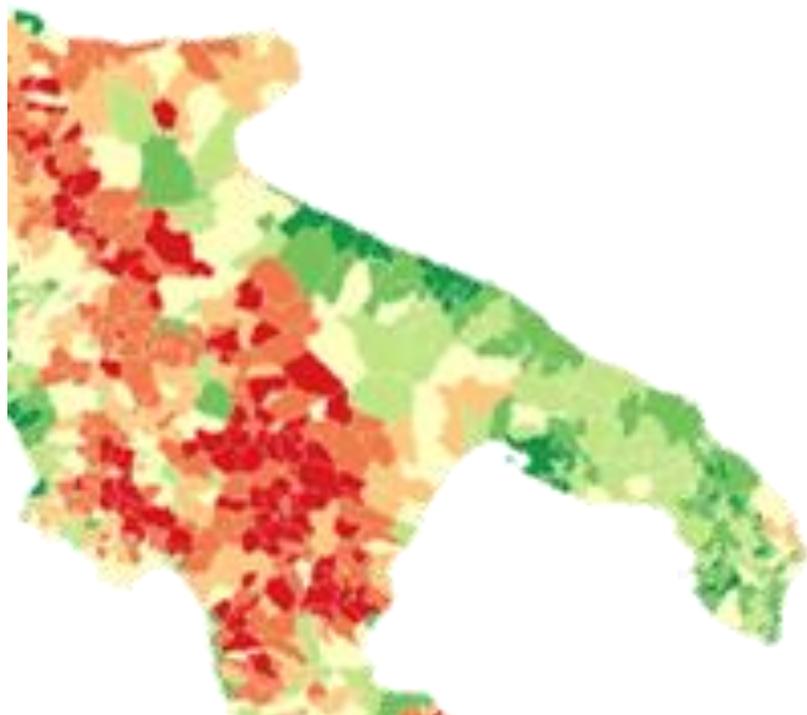


 Bassa densità di popolazione

 Alta Densità di popolazione

 S/V nel range 0.5-0.6  
Agglomerati urbani

 S/V superiore ad 1  
Case sparse



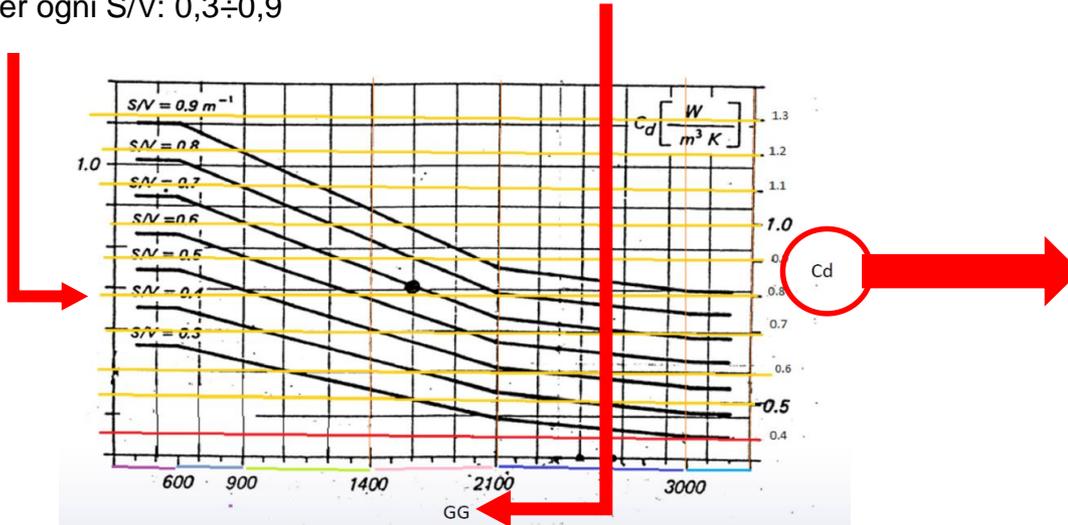
-  Bassa densità di popolazione
-  Alta Densità di popolazione

-  S/V nel range 0.5-0.6  
Agglomerati urbani
-  S/V superiore ad 1  
Case sparse

**Edifici ante 1945 (Periodo di costruzione 1)** Tramite la norma italiana CDU 697:66.012.23, UNI8066 del 1980 è possibile ricavare i valori di Cd per diversi valori del rapporto di forma (S/V) nei punti limite delle classi climatiche

Dal valore limite di GG si ricava Cd

Per ogni S/V: 0,3÷0,9



		S/V						
		0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Gradi Giorno	0	1,29	1,18	1,08	0,98	0,87	0,77	0,67
	600	1,29	1,18	1,08	0,98	0,87	0,77	0,67
	600	1,29	1,18	1,08	0,98	0,87	0,77	0,67
	900	1,2	1,1	1	0,9	0,81	0,71	0,63
	900	1,2	1,1	1	0,9	0,81	0,71	0,63
	1400	1,04	0,95	0,88	0,79	0,7	0,63	0,54
	1400	1,04	0,95	0,88	0,79	0,7	0,63	0,54
	2100	0,88	0,8	0,74	0,67	0,61	0,52	0,46
	2100	0,88	0,8	0,74	0,67	0,61	0,52	0,46
	3000	0,8	0,75	0,69	0,61	0,54	0,47	0,4
3000	0,8	0,75	0,69	0,61	0,54	0,47	0,4	
5000	0,8	0,75	0,69	0,61	0,54	0,47	0,4	

**Correlazione lineare tra Cd e S/V per ogni grado giorno**

$$Cd = A \times S/V + B$$

A (coefficiente angolare) B (ordinata all'origine)

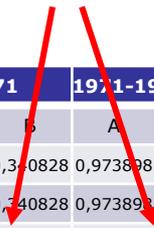
Si applica lo stesso procedimento ai periodi di costruzione 4 e 5.

**Edifici 1992-2005 tabella del DPR 412/93**

**Edifici post 2006 tabella del d.lgs. 192/2005**

Mentre per gli **Edifici 1946-1971 (periodo di costruzione 2) e 1972-1991 (periodo di costruzione 3): INTEPOLAZIONE**

Coefficienti ricavati tramite interpolazione lineare



	<1945		1946-1971		1972-1991		1992-2006		>2006	
GG	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
595	1,032143	0,357857	1,0106	0,340828	0,973898	0,311816	0,957143	0,298571	0,790244	0,00878
596	1,032143	0,357857	1,0106	0,340828	0,973898	0,311816	0,957143	0,298571	0,790244	0,00878
597	1,032143	0,357857	1,0106	0,340828	0,973898	0,311816	0,957143	0,298571	0,790244	0,00878
598	1,032143	0,357857	1,0106	0,340828	0,973898	0,311816	0,957143	0,298571	0,790244	0,00878
599	1,032143	0,357857	1,0106	0,340828	0,973898	0,311816	0,957143	0,298571	0,790244	0,00878
600	1,032143	0,357857	1,0106	0,340828	0,973898	0,311816	0,957143	0,298571	0,790244	0,00878
601	1,031893	0,357774	1,010354	0,340754	0,973657	0,311757	0,956905	0,298519	0,789527	0,008826
602	1,031643	0,35769	1,010107	0,340679	0,973417	0,311698	0,956667	0,298467	0,78881	0,008871
603	1,031393	0,357607	1,009861	0,340605	0,973176	0,311638	0,956429	0,298414	0,788092	0,008917
604	1,031143	0,357524	1,009614	0,34053	0,972935	0,311579	0,95619	0,298362	0,787375	0,008962
605	1,030893	0,35744	1,009367	0,340456	0,972694	0,31152	0,955952	0,29831	0,786658	0,009008
606	1,030643	0,357357	1,009121	0,340382	0,972454	0,31146	0,955714	0,298257	0,785941	0,009053
607	1,030393	0,357274	1,008874	0,340307	0,972213	0,311401	0,955476	0,298205	0,785223	0,009099
608	1,030143	0,35719	1,008628	0,340233	0,971972	0,311342	0,955238	0,298152	0,784506	0,009144
609	1,029893	0,357107	1,008381	0,340158	0,971731	0,311282	0,955	0,2981	0,783789	0,00919
610	1,029643	0,357024	1,008134	0,340084	0,971491	0,311223	0,954762	0,298048	0,783072	0,009236

$$Cd = A \times S/V + B$$

S/V: rapporto di forma medio per ogni comune (8047 valori)

A e B: per grado giorno e per periodo di costruzione (25000 Valori).

**SEMPLIFICAZIONE:** Associare A e B non al singolo grado giorno ma alla classe climatica di appartenenza.

Per ogni GG è associato un valore di A e B per ogni periodo di costruzione.

GG	A	B	Anno di costruzione
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
597	1,032143	0,357857	1
598	1,032143	0,357857	1
599	1,032143	0,357857	1
600	1,032143	0,357857	1
601	1,031893	0,357774	1
602	1,031643	0,35769	1
603	1,031393	0,357607	1
604	1,031143	0,357524	1
605	1,030893	0,35744	1
606	1,030643	0,357357	1
607	1,030393	0,357274	1
608	1,030143	0,35719	1
609	1,029893	0,357107	1
610	1,029643	0,357024	1
611	1,029393	0,35694	1
612	1,029143	0,356857	1
613	1,028893	0,356774	1

5000 GG x 5 Periodi di costr.  
=  
circa 25000 valori

6 Classi clim x 5 periodi di costr.  
=  
30 valori



Per ogni classe climatica è associato un valore di A e B per periodo di costruzione

Classe climatica	A	B	Anno di costruzione
A	1,03214286	0,35785714	1
A	1,0106003	0,34082827	2
A	0,97389818	0,31181611	3
A	0,95714286	0,29857143	4
A	0,79024429	0,00878014	5
B	0,98660305	0,34267721	1
B	0,96568338	0,32726783	2
B	0,93004246	0,30101482	3
B	0,91377161	0,28902975	4
B	0,65958754	0,01707567	5
C	0,88575896	0,31064882	1
C	0,86524224	0,30038789	2
C	0,83028783	0,28290632	3
C	0,81433038	0,2749256	4
C	0,51305071	0,03383771	5
D	0,76159162	0,27028587	1
D	0,74133845	0,26178161	2
D	0,70683305	0,24729289	3
D	0,69108058	0,24067847	4

**Ipotesi 3b (media pesata per superficie delle abitazioni del comune – su scala regionale.)**

619	1,027393	0,356274	1
620	1,027143	0,35619	1
621	1,026893	0,356107	1
622	1,026643	0,356024	1
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

«Stima dei fabbisogni»

E	0,34214074	0,0780067	5
F	0,68214286	0,19928571	1
F	0,66265198	0,19292553	2
F	0,62944529	0,18208967	3
F	0,61428571	0,17714286	4
F	0,317479	0,07917415	5

Progetto «FP7 project GE20»-Politecnico di Milano-dott.ssa Branka Cuca - raccolta dati da satellite del fenomeno delle «bolle di calore» collegandolo in tal modo all'efficienza energetica degli edifici.

Il progetto ha generato delle mappe che restituiscono con diverse gradazioni di colore il range entro il quale rientrano i valori di U-value (trasmittanza termica) in una certa area e con un certo periodo di costruzione.

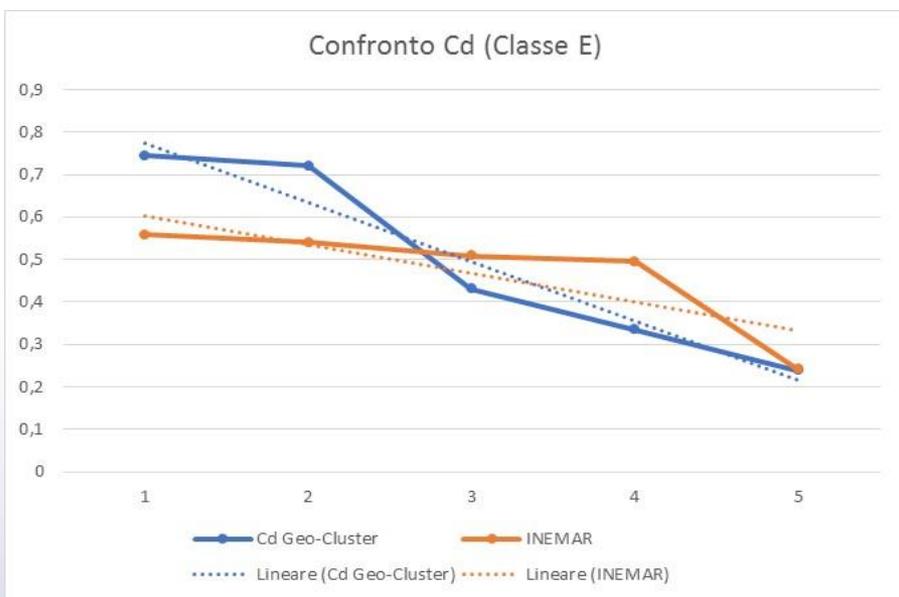
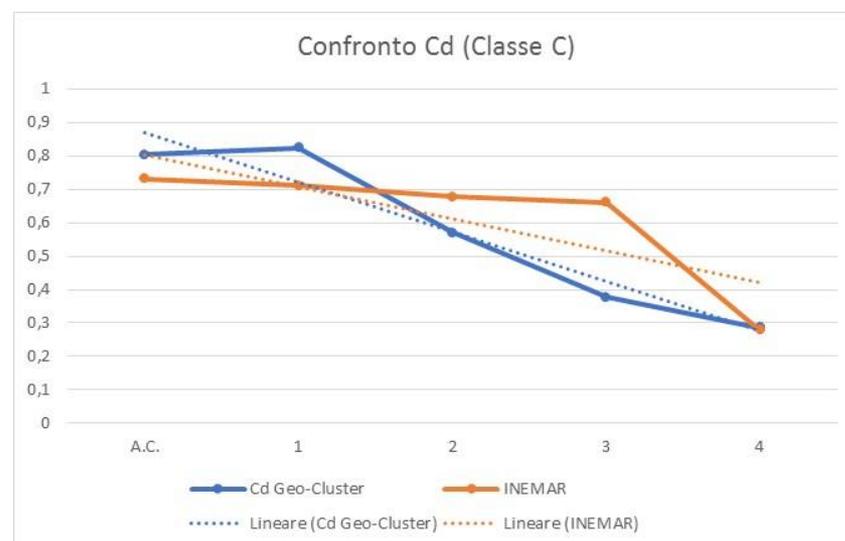
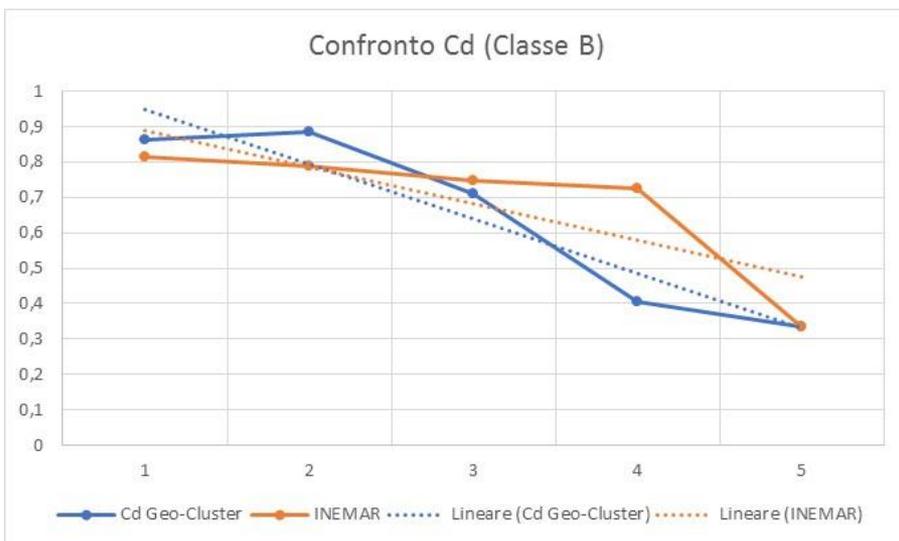
Sono stati confrontati i dati ricavati dalle mappe con i Cd del modulo INEMAR per le città di:

- Palermo (classe climatica B);
- Bari (classe climatica C);
- Milano (classe climatica E).

Per un edificio con S/V uguale a 0,478.

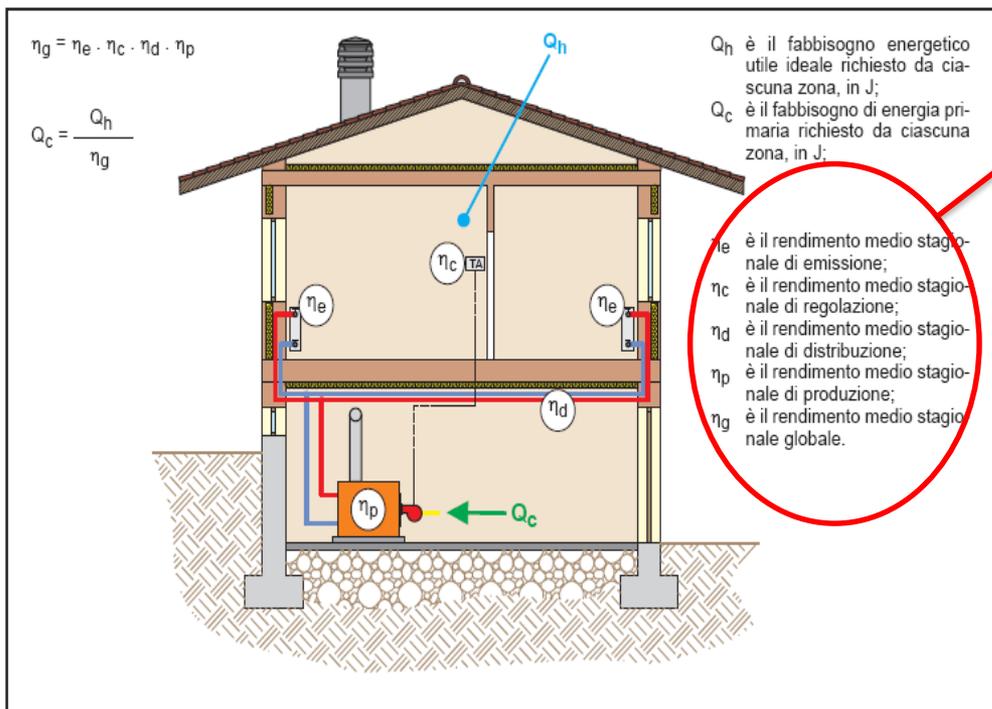
	<b>PALERMO</b>	<b>BARI</b>	<b>MILANO</b>
<b>A.C.</b>	Cd Geo-Cluster	Cd Geo-Cluster	Cd Geo-Cluster
<b>1</b>	0,863889	0,804167	0,744444
<b>2</b>	0,885556	0,824306	0,720833
<b>3</b>	0,708889	0,569444	0,43
<b>4</b>	0,406111	0,37625	0,334444
<b>5</b>	0,334444	0,286667	0,238889

	<b>Palermo - Classe clim. B</b>	<b>Bari - Classe clim. C</b>	<b>Milano - Classe clim. E</b>
<b>A.C.</b>	INEMAR	INEMAR	INEMAR
<b>1</b>	0,815612	0,730449	0,557745
<b>2</b>	0,790127	0,710633	0,539895
<b>3</b>	0,746708	0,676873	0,509483
<b>4</b>	0,726886	0,66146	0,4956
<b>5</b>	0,334495	0,277863	0,241984



**Risultati:** le curve che descrivono Cd hanno valori comparabili per l'anno di costruzione 1 e praticamente coincidenti nell'anno di costruzione finale (5).

Il coefficiente volumetrico di dispersione nel modulo INEMAR risulta essere mediamente più conservativo rispetto al dato nelle mappe del geo-cluster.



$$\eta_g = \eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p$$

DATI: certificazioni energetiche

- ETH [kWh/(m<sup>2</sup>anno)] fabbisogno annuale specifico di energia termica
- EPH [kWh/(m<sup>2</sup>anno)] fabbisogno annuale di energia primaria

**per il riscaldamento o per la climatizzazione invernale**

Il rendimento medio globale stagionale è dato dal rapporto tra il fabbisogno energetico dell'involucro stagionale e il fabbisogno di energia primaria stagionale.

Elaborazioni su serie storica degli edifici nei dati CECED relativi all'indicatore **rendimento globale** ha tenuto conto delle seguenti ipotesi:

- Fattore correttivo per le fonti rinnovabili, per i combustibili fossili è convenzionalmente uguale ad 1.
- Distinzione tra impianti centralizzati e non effettuata tramite discriminante sulla potenza totale installata.

**Dati** : Numero di abitazioni per tipologia di impianto per comune. Fonte ISTAT 2011

→  $N_{\text{impianto,comune}}$

## Autonomo

$\eta_{\text{combustibile,età,autonomo}}$

Età	gasolio	GPL	legna e similari	metano	Olio comb.
< 1945	0.67	0.77	0.46	0.73	0.67
1946 - 1971	0.63	0.77	0.39	0.74	0.63
1972 - 1991	0.68	0.74	0.47	0.75	0.68
1992-2006	0.73	0.74	0.39	0.71	0.73
> 2006	0.79	0.83	0.45	0.83	0.79

## Centralizzato

$\eta_{\text{combustibile,età,centralizzato}}$

Età	gasolio	GPL	legna e similari	metano	olio combust
< 1945	0.55	0.42	0.55	0.65	0.55
1946 - 1971	0.59	0.58	0.66	0.62	0.59
1972 - 1991	0.61	0.58	0.51	0.64	0.61
1992-2006	0.49	0.49	0.54	0.7	0.49
> 2006	0.76	0.56	0.57	0.8	0.76

**Calcolo** : Rendimento medio degli impianti termici nel comune

→  $REND_{\text{comune,combustibile.età}}$

## MODULO RISCALDAMENTO DI INEMAR7

$$E_{i,j,m} = \sum_k \left\{ \left[ (A_{g,j} \cdot S/V_i + B_{g,j} + \alpha_j \cdot C_p \cdot \eta_j) \cdot (S_{i,j} \cdot H_j \cdot x_{i,j}) \cdot (GG_f + DT_{g,k} \cdot NG_f) \cdot \lambda_{g,k} \right] \cdot \left[ \frac{1}{\eta_{j,m,k}} \cdot R_k \right] \cdot \left[ \frac{1}{PCI_m} \cdot 86.4 \cdot 10^{-6} \right] \right\} \quad [\text{t/anno}]$$

Dispersione termica dell'involucro dell'edificio e per ventilazione in funzione dei ricambi 'aria  
 Volume riscaldato da una determinata tipologia di combustibile  
 Durata ed intensità del periodo di riscaldamento dell'edificio  
 Rendimento globale medio stagionale degli impianti di riscaldamento  
 Conversione u.m.

$$\tilde{E}_{i,j,m} = E_{i,j,m} - D_{i,j,m}$$

Allineamento con la possibile presenza di forniture puntuali di energia: es: teleriscaldamento, dati di fornitura locale, ...  
 Verifica di congruenza con considerazioni di bilancio energetico (es:  $E_{calcolata} > E_{venduta}$ )

**D: quota di calore fornita al fabbisogno da sorgenti locali non tracciate dalla risoluzione del modulo.**

$$E_{f,m} = F_{f,c} \cdot S_c \cdot C_c \cdot \left( \frac{\tilde{E}_f}{\sum \tilde{E}_{i,j,m}} \right)$$

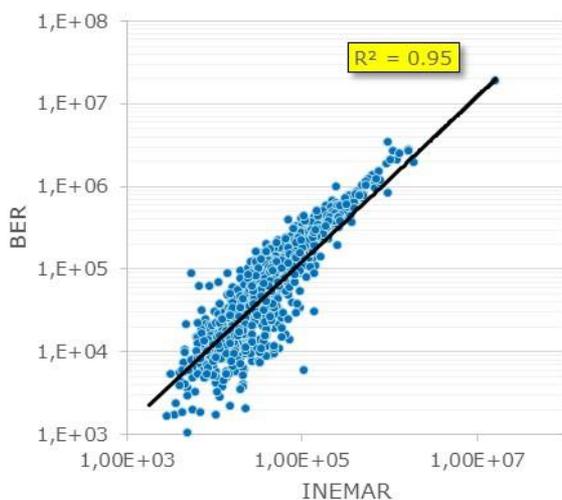
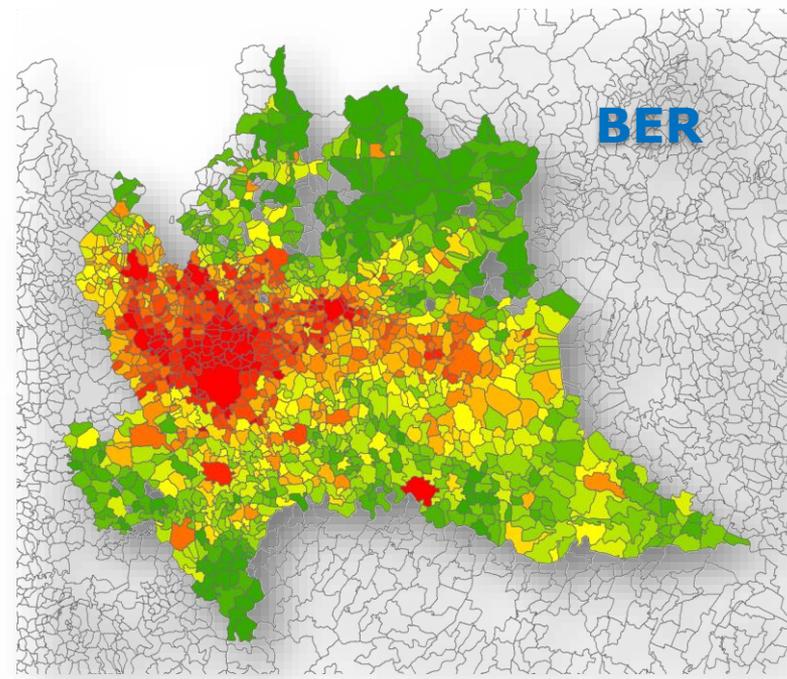
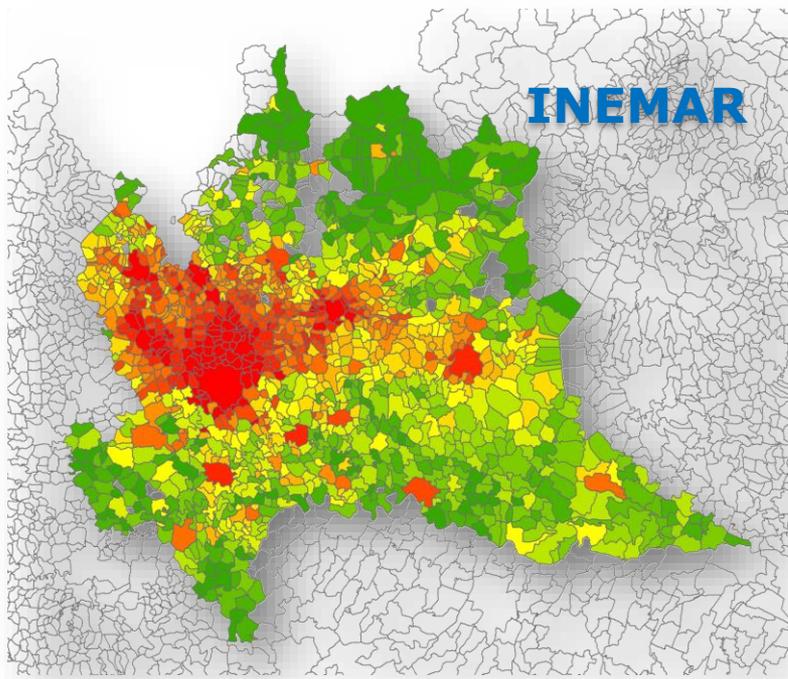
Le indagini CATI forniscono i dati riferiti a celle campionarie e ripartiscono gli stessi in funzione del numero di famiglie comunali. Ripartizione dei dati ottenuti da indagine campionaria per ottenere i consumi energetici di legna a livello comunale.

### **Definizione delle variabili nell'impiego dei risultati con BER e CATI legna:**

**F:** numero di famiglie residenti nel comune;

**S:** percentuale di famiglie che impiegano la legna rispetto al numero totale di famiglie campionate;

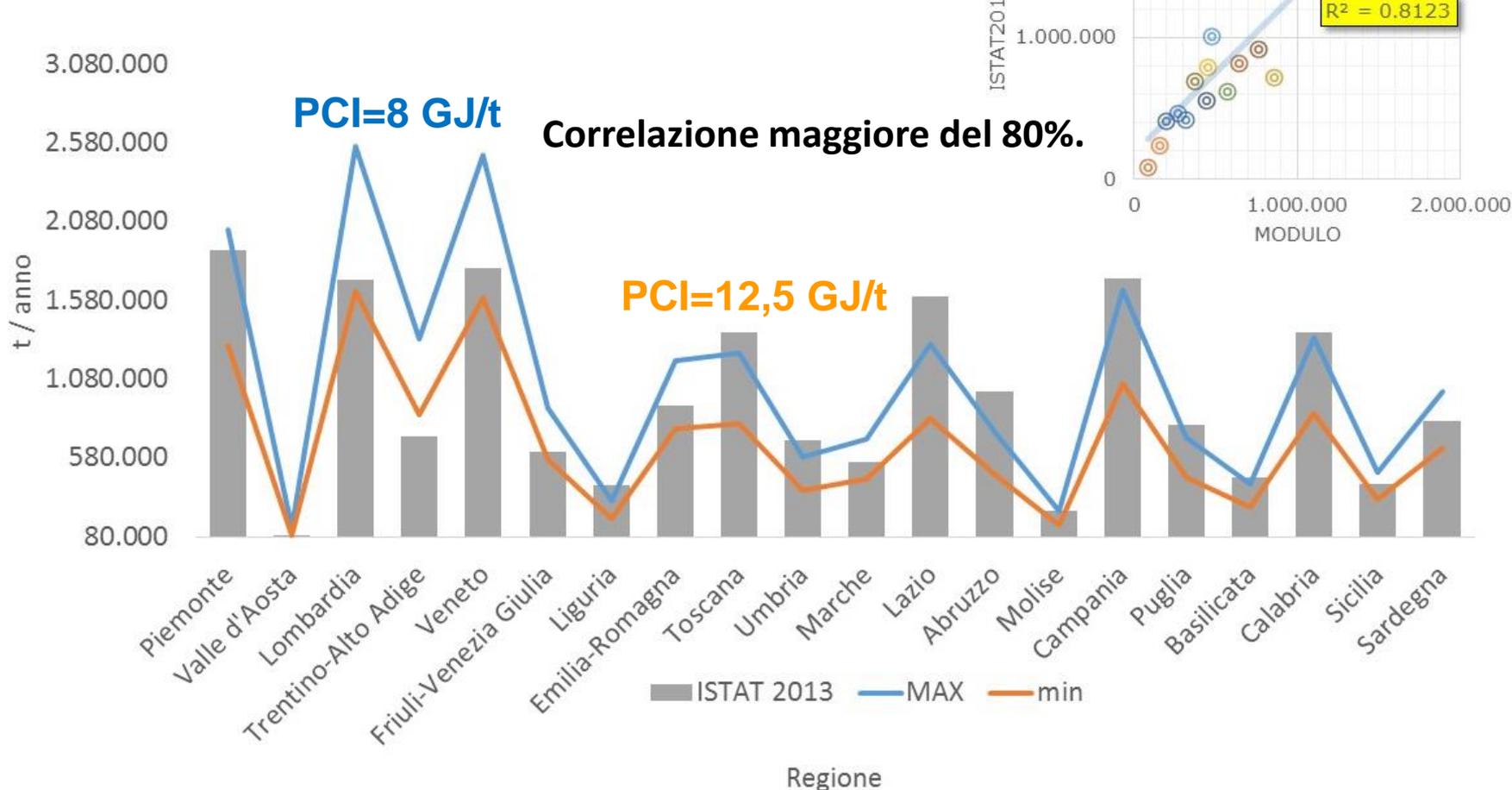
**C:** consumo medio annuale di biomassa legnosa per famiglia utilizzatrice [t/anno].



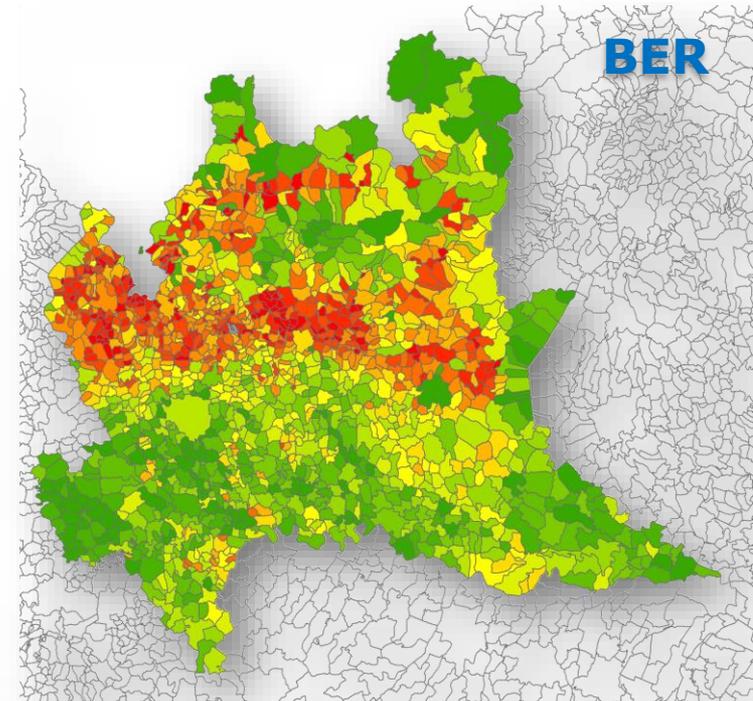
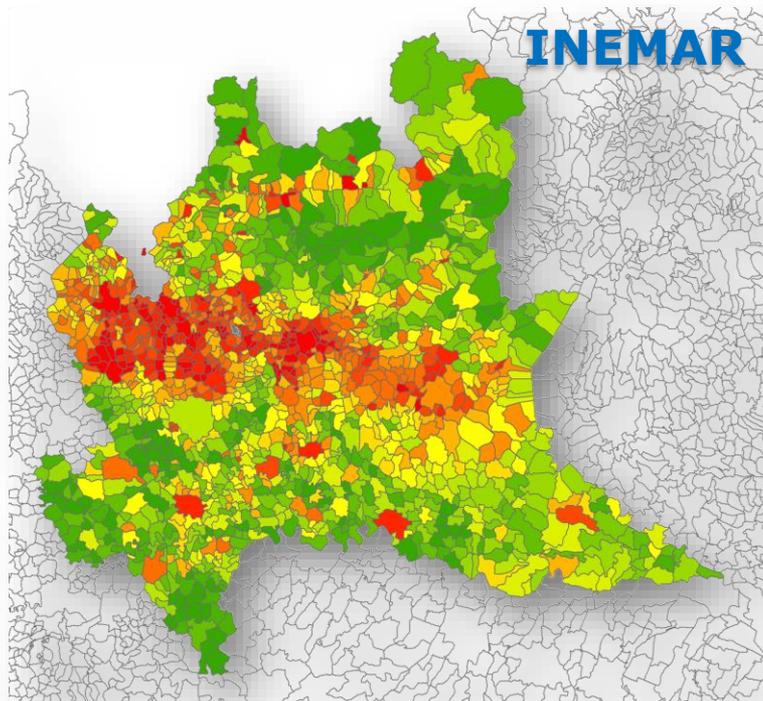
Consumi **GJ/anno** di **gas naturale** per riscaldamento domestico e confronto con i dati del Bilancio Energetico Regionale (**BER**) del 2008.

**Correlazione tra valori comunali maggiore del 95%.**

biomassa in t/anno



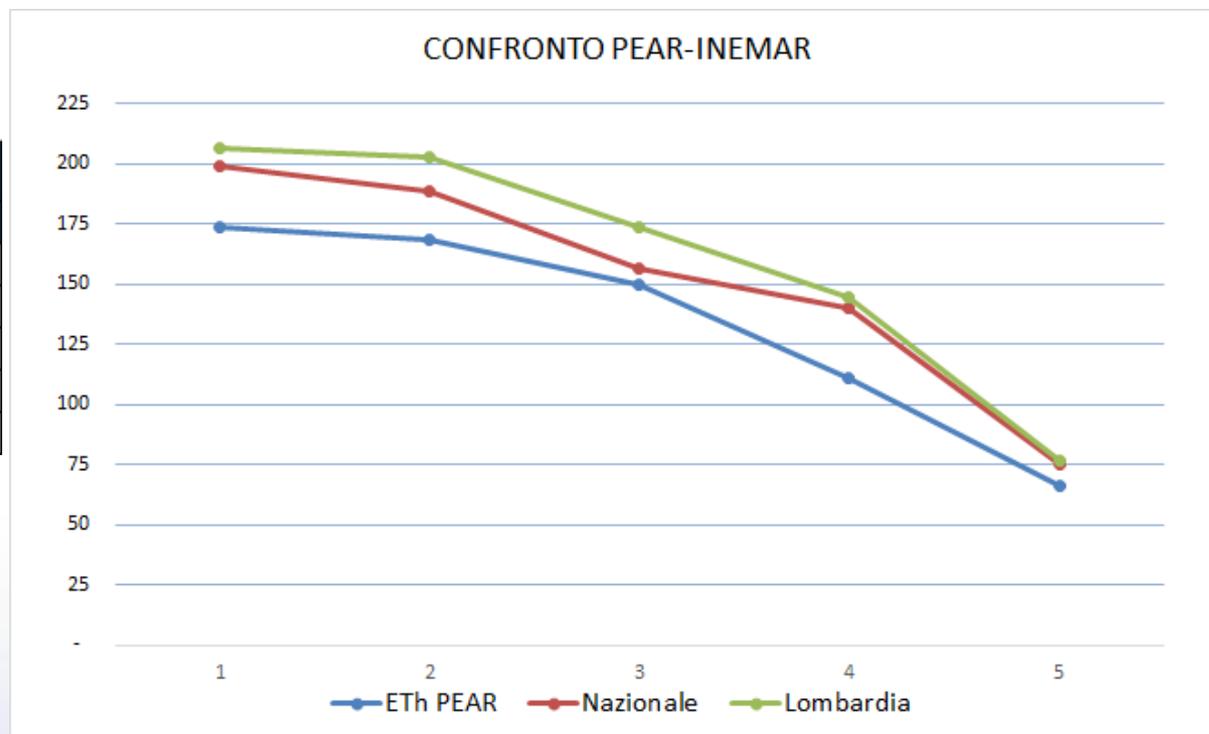
Consumi di biomassa per il riscaldamento domestico in GJ/anno normalizzati per la superficie del comune



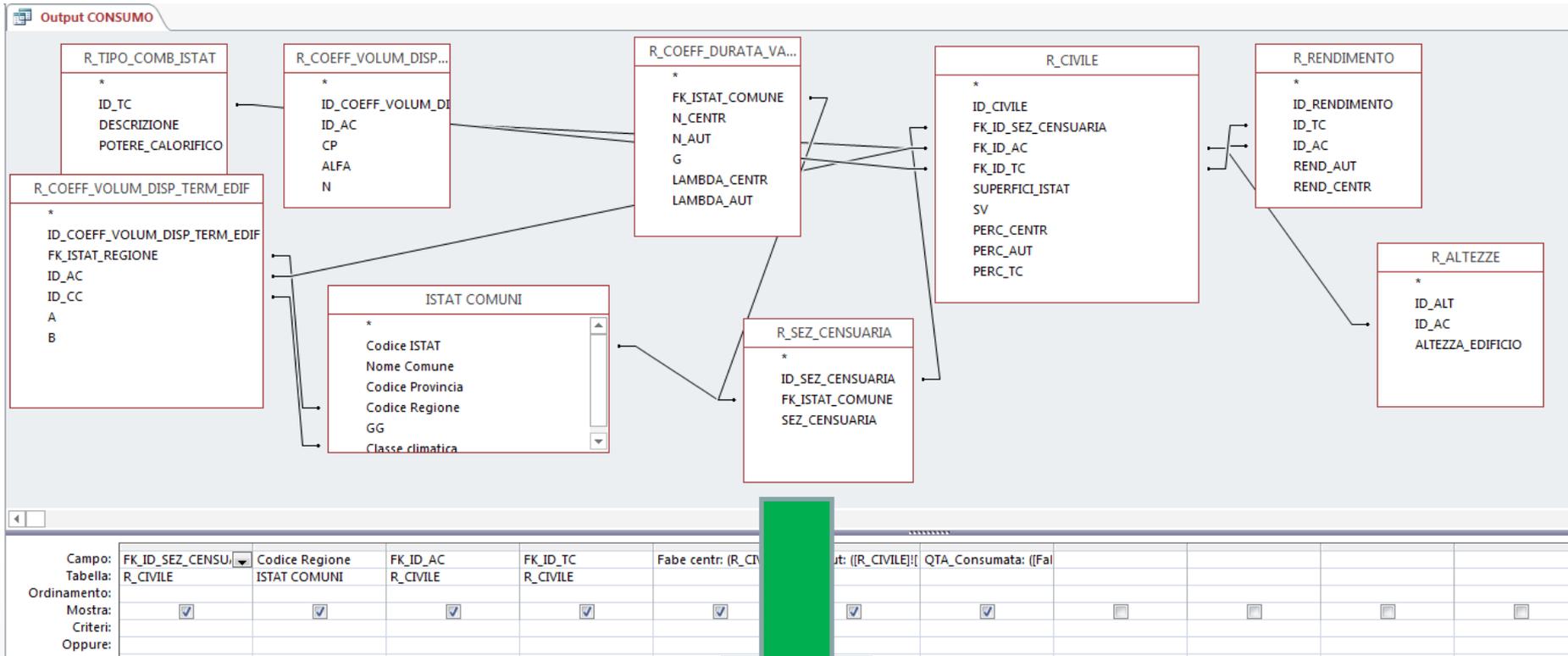
- Confronto INEMAR - PEAR

Il valore di ETh (energia termica per il riscaldamento o climatizzazione invernale) in [kWh/m<sup>2</sup>a] da **PEAR** (**P**rogramma **E**nergetico **A**mbientale **R**egionale) viene confrontato con il valore del fabbisogno specifico calcolato per età di edificio e normalizzato con la superficie per classe climatica.

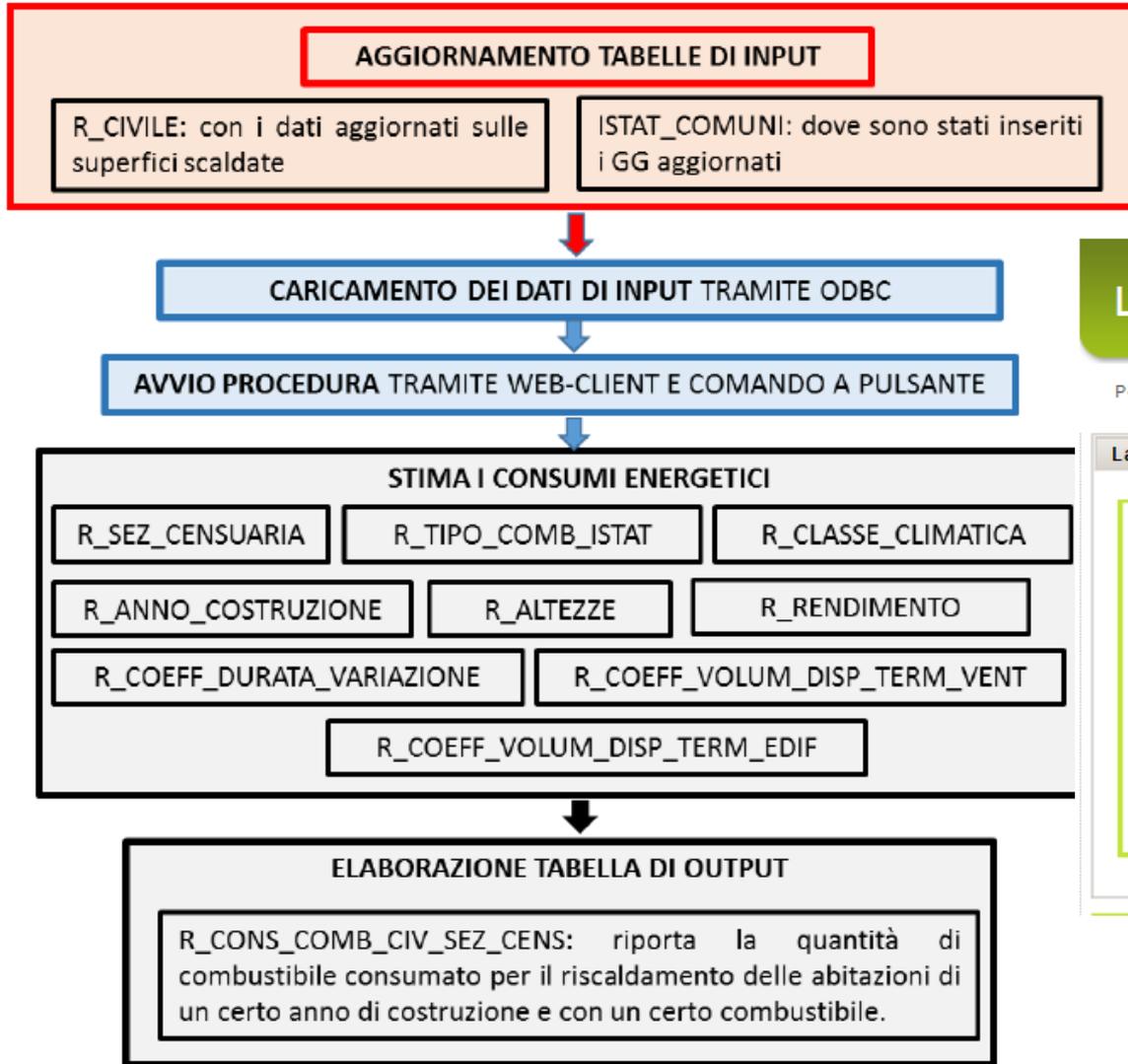
Periodo	ETh PEAR	FABE/m2 INEMAR	
		Lombardia	Nazionale
1	173,55	206,45	199,17
2	168,80	203,01	188,90
3	149,80	173,86	156,45
4	110,67	144,53	140,26
5	65,95	76,70	75,21



## TEST DI FUNZIONAMENTO DEL MODULO RISCALDAMENTO di INEMAR con gli output di una query di Access basata sulle tabelle in locale



**ESITO POSITIVO**



## Lancio procedure

Percorso: Home | Lancio procedure

### Lancio moduli

- Agricoltura
- Aeroporti
- Porti
- Emissioni Puntuali
- Emissioni Diffuse
- Speciazione
- Biogeniche
- Biogeniche su griglia
- Serbatoi
- Riscaldamento**
- Emissioni Aggregate
- Polveri Fini
- Macrocategorie
- Foreste
- Discariche
- Movimentazione Polveri

I dati di INPUT per il calcolo del modulo INEMAR provengono da database nazionali che rendono il modulo applicabile in maniera **omogenea** per tutte le regioni.

La metodologia impiegata fornisce come OUTPUT una stima dei **consumi energetici** (GJ/anno) e dei **consumi di combustibile** (t/anno) per sezione censuaria (comune), anno di costruzione e tipologia di combustibile impiegata.

I risultati ottenuti forniscono un **dettaglio dei consumi energetici e di combustibile al livello comunale** e l'analisi/elaborazione dei dati può essere impiegata per la elaborazione di **stime energetiche** a livello comunale.

## Fabbisogno specifico per m2 (kWh/m2)

Classe climatica /Età Edificio	1	2	3	4	5	MEDIA pesata SUP
A	53,03	51,41	44,94	37,69	21,58	46,15
B	82,90	82,36	70,31	60,61	31,92	74,63
C	123,85	124,13	105,58	91,33	44,63	111,34
D	179,64	181,31	153,17	132,58	65,97	163,86
E	220,02	220,51	186,34	157,64	82,91	195,82
F	416,83	418,84	353,62	303,50	156,27	376,92
<b>VALORE MEDIO NAZIONALE</b>						<b>161,45</b>

### FABBISOGNO SPECIFICO MILANO Classe climatica (E)

ID_AC	FAB_ANNO	% Sup ISTAT
1	167,44	25%
2	170,57	53%
3	144,59	15%
4	110,06	4%
5	59,21	2%
<b>MEDIA</b>	<b>160,96</b>	

Consumo famiglia Milano: 1660 Sm<sup>3</sup>/a di CH<sub>4</sub>  
 PCI Metano: 9,8 kWh/m<sup>3</sup>  
 appartamento medio: 100 m<sup>2</sup>

**Fabbisogno specifico 162,68 kWh/m<sup>2</sup>**

<http://www.elettragas.it/consumi.asp>

Basato sullo strumento per la stima del consumo annuo fornito dall'AEEG

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**