

edilportale[®]

TOUR 2017

Ristrutturazione, riqualificazione energetica, comfort abitativo, adeguamento antisismico, BIM



Roofingreen



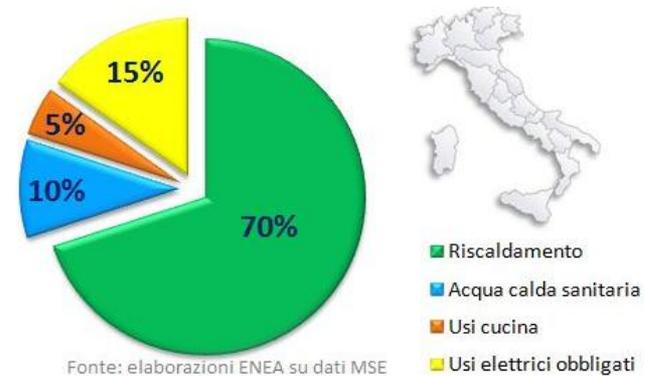
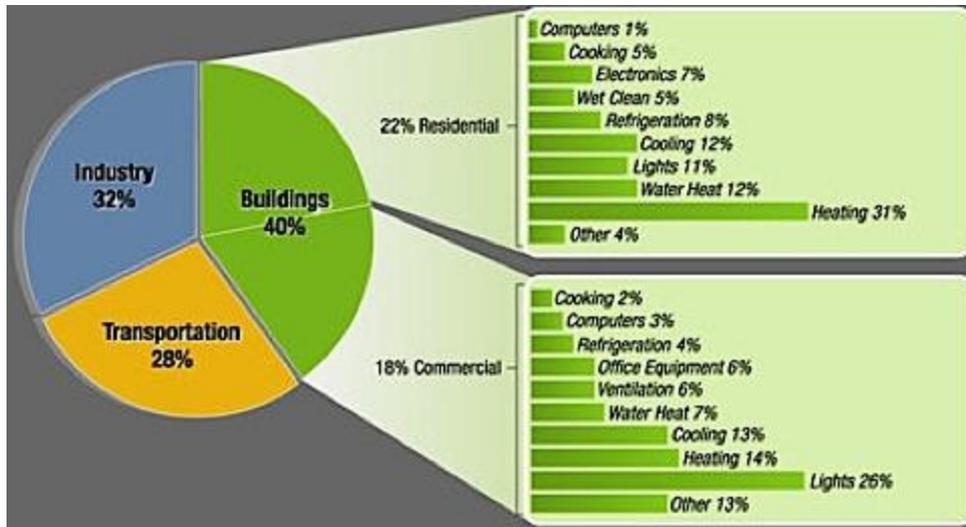
Fabbisogni energetici per il riscaldamento degli edifici esistenti ubicati nel territorio calabrese: proposte di riqualificazione

Cosenza, 23 Marzo 2017

Roberto Bruno, Ph.D.

Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale – Università della Calabria

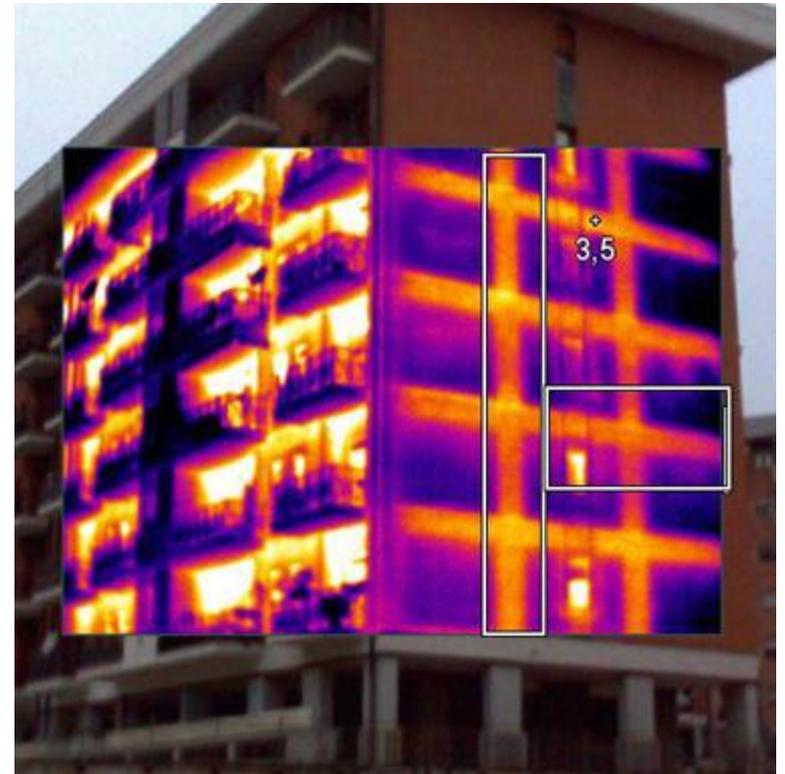
Il settore edile è fortemente energivoro, pertanto secondo gli ultimi indirizzi dell'Unione Europea (Directive 2010/31/EU) tutti gli Stati membri dovrebbero adottare adeguate misure per garantire elevate prestazioni energetiche sia per gli edifici nuovi che per quelli esistenti soggetti a ristrutturazioni importanti.



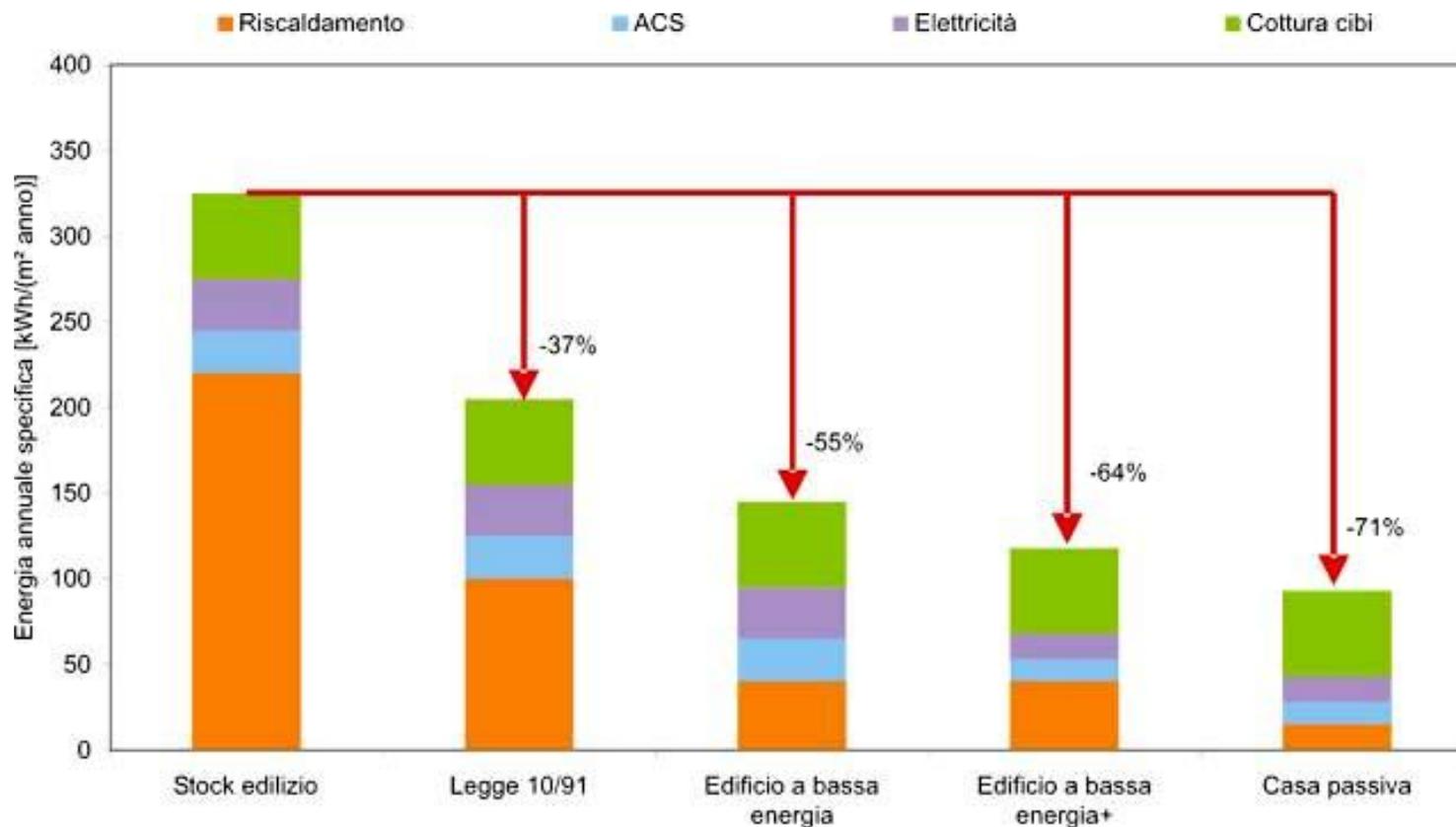
Edifici di nuova costruzione: incidono minimamente sull'intero stock edilizio



Il margine maggiore di risparmio energetico è ottenibile negli edifici esistenti



Fabbisogno di energia termica specifica dello stock edilizio in Italia



La situazione degli edifici in Calabria:

estremamente eterogenea non solo a livello di involucro, ma soprattutto impiantistico rendendo difficile la valutazione dei fabbisogni di energia primaria. Nel settore residenziale è quasi assente il ricorso alla climatizzazione estiva



Qual è la situazione reale degli edifici residenziali dislocati sul territorio calabrese?

I dati relativi al consumo di energia per il riscaldamento nella regione sono stati raccolti attraverso un questionario indirizzato ad un campione di studenti di Ingegneria dell'Università degli Studi della Calabria, dal 2010 al 2015. Sono stati raccolti informazioni sul consumo effettivo di combustibile, le caratteristiche del sistema edificio-impianto ed è stato redatto l'APE.

363 casi studiati situati in diverse zone climatiche della Regione (da B ad F)

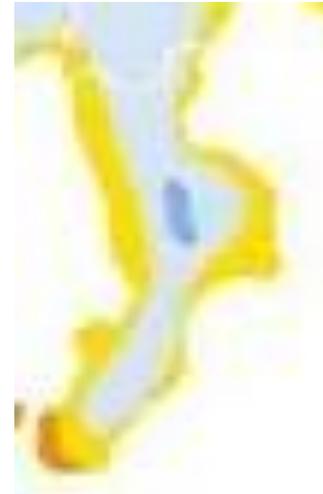
E' stata condotta un'analisi statistica condotta mediante software SPSS per identificare i parametri maggiormente coinvolti nella determinazione dei consumi energetici di riscaldamento del campione.

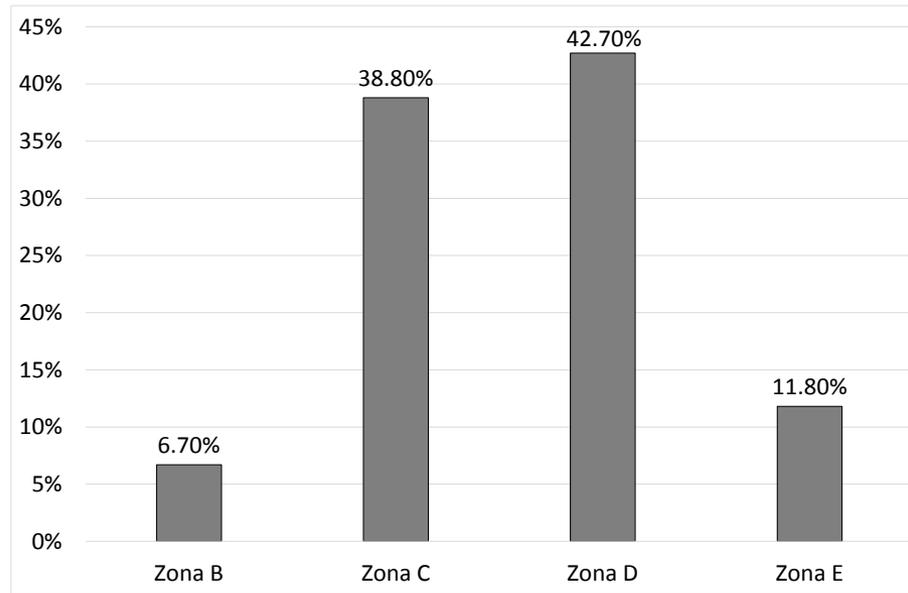
Tutti i dati sono stati controllati per verificare una distribuzione normale.



L'indagine sugli edifici residenziali ha consentito di raccogliere dati inerenti:

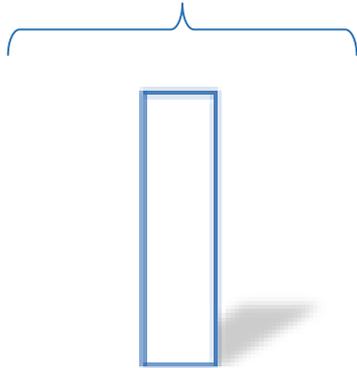
- Posizione geografica;
- Caratteristiche geometriche dell'edificio;
- Caratteristiche termofisiche dell'involucro;
- Superfici finestrate;
- Sistemi di produzione di riscaldamento e acqua calda sanitaria
- Consumi per tre anni consecutivi;
- Fonti rinnovabili





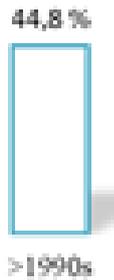
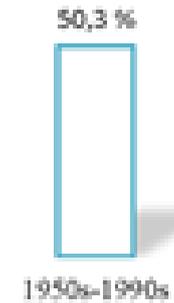
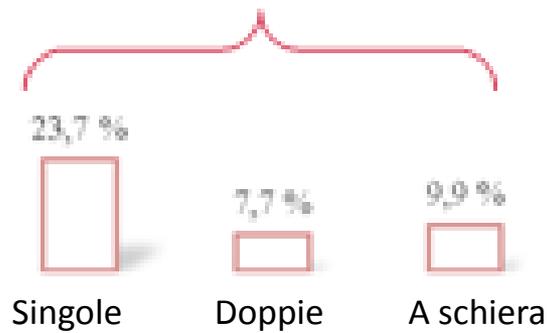
Appartamenti

58.7 %

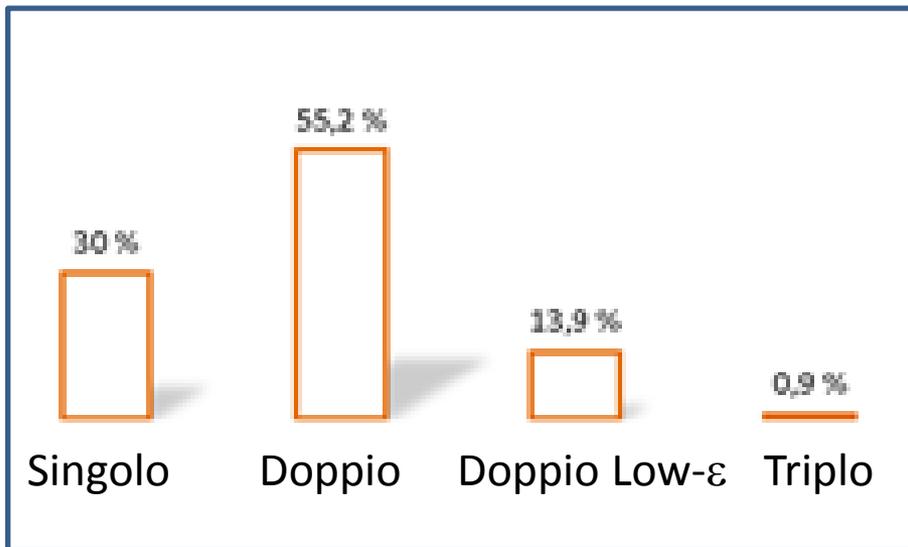


Case isolate

41.3 %



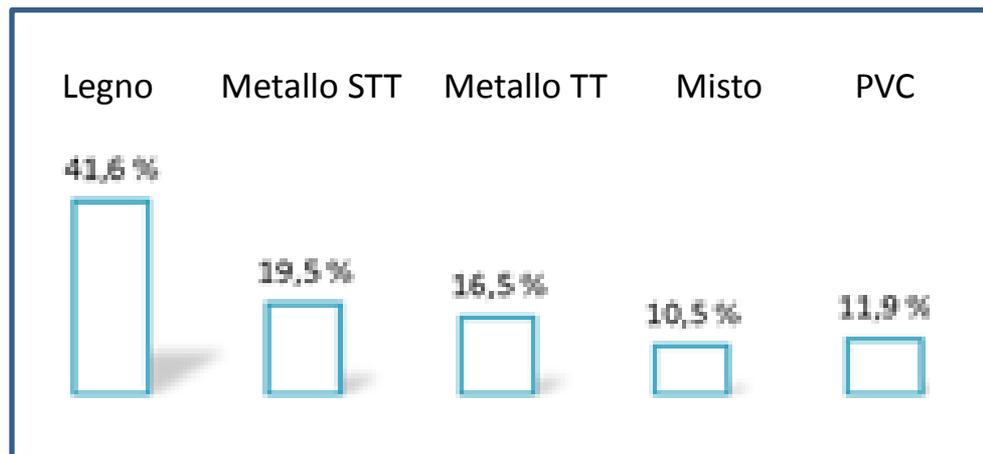
Tipologia di sistema vetrato e di telaio nelle finestre



Trasmittanza U_w del campione:

$$3.40 \pm 1.45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

(Per detrazioni fiscali valori limite di 2.1 e 2.0 $\text{W/m}^2\text{K}$ in Zone climatiche C e D)



Trasmittanza U_{op} pareti verticali del campione:
(secondo Relazione Legge 10 oppure in base al periodo di costruzione)

$$0.84 \pm 0.39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

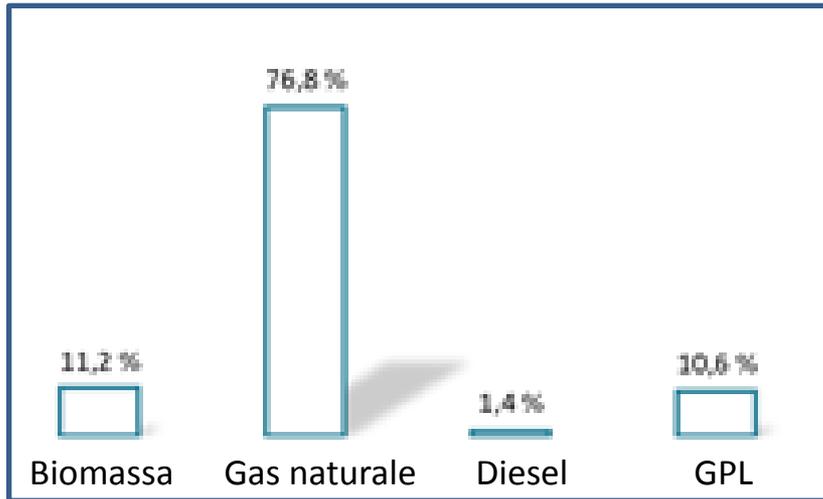
(valori limite di 0.34 e 0.29 $\text{W/m}^2\text{K}$ in Zone climatiche C e D)

Massa superficiale < 230 kg/m^2



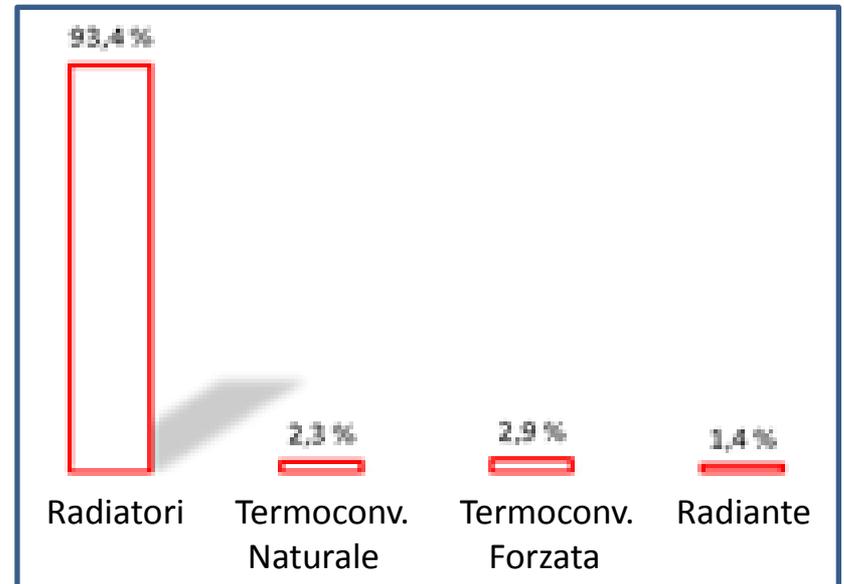
Impianti di riscaldamento:

il 95% del campione possiede un impianto autonomo. Lo stesso sistema per l'85.1% produce anche ACS, la rimanente parte con Boiler elettrico con accumulo



Sistema di controllo: a maggioranza climatico in caldaia

Distribuzione: orizzontale con collettore complanare

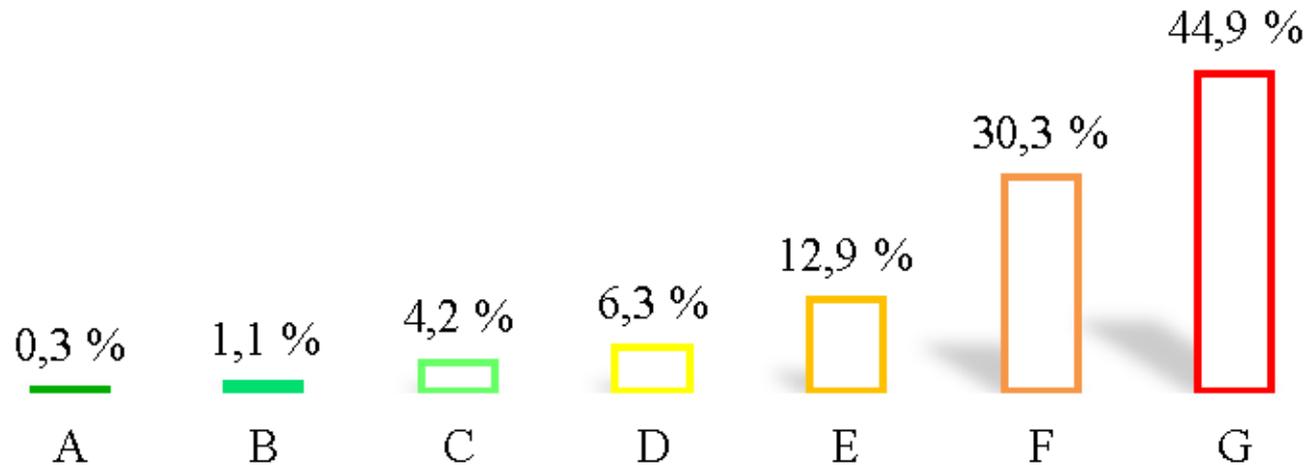


FONTI RINNOVABILI NEL CAMPIONE

- 5.8% con impianto fotovoltaico (da 3 a 6 kW_p);
- 6.4% solare termico per produzione ACS;
- 0.8% PdC prevalentemente aria-aria;
- 11.2% biomassa solida (rinnovabile all'80%)



CLASSE ENERGETICA DEGLI EDIFICI:



N.B.: i certificati energetici degli edifici componenti il campione sono stati redatti quando era in vigore il D.M. 26 Giugno 2009, oggi abrogato e sostituito dal cosiddetto Decreto «Requisiti Minimi» 26 Giugno 2015 che prevede un nuovo sistema di classificazione.

Lo studio è stato focalizzato sulla determinazione del fabbisogno di energia termica invernale (indipendente dall'impianto) e del fabbisogno di energia primaria (sistema edificio-impianto) in funzione di:

- Rapporto di forma S/V ;
- Coefficiente di dispersione per trasmissione medio H_m ;
- Radiazione solare trasmessa attraverso le superfici vetrate normalizzate alla superficie utile riscaldata ($I = \Phi \cdot S_w \cdot g / S_u$)
- Zona climatica (normalizzando i fabbisogni di energia con i GG , Q'_h ed EP'_h)

	Media	Deviazione std.
APPARTAMENTI		
S/V [1/m]	0.389	0.159
H_m [W/m ² K]	1.243	0.563
I [W/m ²]	176.262	82.549
Q_h [kWh/(m ² ·anno)]	62.87	38.24
EP_h [kWh/(m ² ·anno)]	131.20	64.06
CASE ISOLATE		
S/V [1/m]	0.493	0.182
H_m [W/m ² K]	1.562	0.980
I [W/m ²]	93.495	93.495
Q_h [kWh/(m ² ·anno)]	100.30	49.76
EP_h [kWh/(m ² ·anno)]	188.73	83.28

Per migliorare la distribuzione normale delle variabili coinvolte, è stata applicata una trasformazione radice quadrata e con un primo modello di regressione è stata trovata la relazione:

Per appartamenti:

$$Y = 0.106 + 0.020 X_1 + 0.101 X_2 - 0.003 X_3$$

Per case isolate

$$Y = 0.071 + 0.099 X_1 + 0.108 X_2 - 0.002 X_3$$



Dove:

$$Y = Q'_{h_SQRT}$$
$$X_1 = (S/V)_{SQRT}$$
$$X_2 = Hm_{SQRT}$$
$$X_3 = I_{SQRT}$$



$$Y = 0.066 + 0.049 X_1 + 0.087 X_2 - 0.002 X_3 + 0.006 X_7 - 0.001 X_9 + 0.015 X_{10} - 0.018 X_{11} + 0.025 X_{12} + 0.010 X_{13} + 0.019 X_{14} - 0.02 X_{16} - 0.099 X_{17} + 0.030 X_{18} + 0.017 X_{19} - 0.022 X_{23} + 0.016 X_{24} + 0.008 X_{25} + 0.002 X_{26} - 0.001 X_{27} + 0.079 X_{29}$$

$$Y = -0.462 + 0.313 X_1 + 0.083 X_2 - 0.043 X_4 + 0.006 X_5 - 0.009 X_6 + 0.157 X_9 + 0.245 X_{10} + 0.253 X_{11} + 0.278 X_{13} - 0.204 X_{14} - 0.162 X_{15} - 0.191 X_{16} - 0.056 X_{17} - 0.060 X_{18} - 0.039 X_{20} + 0.105 X_{21} + 0.112 X_{22} + 0.022 X_{23} + 0.106 X_{24} - 0.002 X_{25} + 0.024 X_{26} - 0.003 X_{27} - 0.123 X_{29}$$

X_{4-7} = anno di costruzione;

X_{9-13} = trasmittanza materiale telaio finestre;

X_{14-17} = trasmittanza sistema vetrato;

X_{18-21} = anno installazione impianto di riscaldamento;

X_{22-25} = tipologia sistema di controllo;

X_{26} = set-point temperatura;

X_{27} = numero di occupanti;

X_{29} = assenza sistemi ad energia rinnovabile;

1. Nella regione Calabria ci sono 760 064 abitazioni residenziali con impianto di riscaldamento (fonte: ISTAT, 2011);
2. Di queste residenze, il 58.7% sono appartamenti e 41.3% case isolate;
3. Applicando le correlazioni sull'energia primaria su un edificio avente le caratteristiche riscontrate nel campione, si è determinato che:

$EP_h = 116,44 \text{ kWh/m}^2\text{anno per appartamenti}$

$EP_h = 194,36 \text{ kWh/m}^2\text{anno per case isolate}$

4. La variabile maggiormente influente è H_{m_SQRT}
5. Ipotizzando di ridurre del 50% le perdite per trasmissione attraverso pareti opache e trasparenti si otterrebbe un risparmio di:

$36.33 \text{ kWh/m}^2\text{anno per appartamenti}$

$48.44 \text{ kWh/m}^2\text{anno per case isolate}$

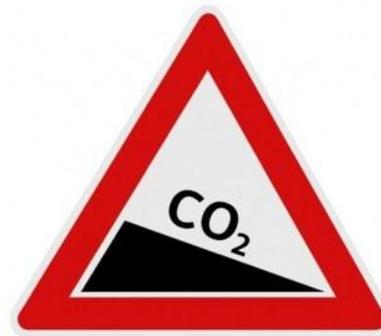
Applicando l'energia primaria riscaldata all'estensione totale regionale di superficie utile riscaldata, si ha un risparmio annuo di:

6272 TJ/annui con riqualificazione di appartamenti

7530 TJ/annui con riqualificazione delle case isolate

Se il sistema di generazione è costituito da una caldaia a gas:

RISPARMIO DI 770 000 tonnellate di CO₂ all'anno



Intervento sull'involucro
edilizio < **25 %** superficie
disperdente lorda complessiva

+ *(eventuale)*

Nuova installazione o
ristrutturazione IMPIANTO
TERMICO



VERIFICA

Solo componenti edilizi

e

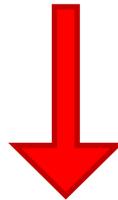
Solo impianto

DEROGHE

ESCLUSIONI

- a) Interventi sull'involucro che interessano solo gli *strati di finitura*
- b) *manutenzione ordinaria* impianti termici

Interventi di riqualificazione energetica che prevedano **isolamento termico dall'interno o in intercapedine**



Trasmittanze termiche (Appendice B) incrementate del **30%**

**Ristrutturazioni
importanti di
PRIMO LIVELLO**



Intervento sull'involucro
edilizio **> 50 %**
superficie disperdente
lorda complessiva

+

Ristrutturazione
IMPIANTO TERMICO



VERIFICA: Intero edificio

**Ristrutturazioni
importanti di
SECONDO LIVELLO**



Intervento sull'involucro
edilizio **> 25 %**
superficie disperdente
lorda complessiva

+ (eventuale)

Ristrutturazione
IMPIANTO TERMICO



**VERIFICA: Sole porzioni e
quote di componenti
interessati**

Determinazione dei parametri, degli indici di prestazione energetica [kWh/m²anno] e delle efficienze

VERIFICHE

1 H'_T [W/m²K] < **valore limite** Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70

Coefficiente medio globale di scambio termico

$$H'_T = H_{tr,adj} / \sum_k A_k \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$H_{tr,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNI/TS 11300-1 (W/K);

A_k è la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro (m²).

1. Si calcola l'area equivalente estiva $A_{sol,est}$ dell'edificio come sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k :

$$A_{sol,est} = \sum_k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - F_F) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} \quad [m^2]$$

dove:

$F_{sh,ob}$ è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k -esima, riferito al mese di luglio;

g_{gl+sh} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;

F_F è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$ è l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);

$F_{sol,est}$ è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

$$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup,utile}} < \text{valore limite}$$

#	Categoria edificio	Tutte le zone climatiche
1	Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
2	Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

$EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ Indice di prestazione **termica** utile per **riscaldamento**

$EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$ Indice di prestazione **termica** utile per **raffrescamento**

$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ Indice di prestazione **energetica globale**

Valori limite calcolati per l'edificio di riferimento

I fase: 2015

II fase: 2019 (edifici pubblici)
2021 (tutti gli altri edifici)

$$\eta_H > \eta_{H,\text{limite}}$$

Efficienza media stagionale impianto **riscaldamento**

$$\eta_W > \eta_{W,\text{limite}}$$

Efficienza media stagionale impianto **raffrescamento**

$$\eta_C > \eta_{C,\text{limite}}$$

Efficienza media stagionale **produzione ACS**

Valori limite calcolati per l'edificio di riferimento

- *valuta e documenta l'efficacia di* **sistemi schermanti**
- *esegue:*
 - *per tutti gli edifici ad eccezione di E.6 ed E.8*
 - *in tutte le zone climatiche ad esclusione della F*
 - $I_{ms} > 290 \text{ W/m}^2$ (*valore medio mensile dell'irradianza sul*

piano orizzontale, nel mese di massima insolazione)

5

Per le **PARETI VERTICALI OPACHE**
(ad eccezione N-O/N/N-E)

ALMENO UNA delle verifiche:

- 1) $M_s > 230 \text{ Kg/m}^2$
- 2) $YIE < 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Per le **PARETI ORIZZONTALI E INCLINATE**

- 1) $YIE < 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Nuova costruzione e ristrutturazione importante di primo livello ad eccezione della categoria E.8

Zone climatiche C, D, E e F

Strutture divisorie orizzontali e verticali che separano unità immobiliari confinanti

Strutture opache verticali, orizzontali e inclinate che delimitano verso l'ambiente esterno ambienti non climatizzati adiacenti agli ambienti climatizzati

$$U \leq 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili

D. Lgs. 3 Marzo n. 28 2011

8 CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

Classe energetica complessiva (APE)

$E_{pgl,nren}$

Prestazione energetica globale in energia primaria non rinnovabile

Classi di efficienza energetica in relazione al valore di

Art. 6, comma 12
D. Lgs. 192/2005

$EP_{gl,nren,rif,standard}$

(edificio di riferimento)

Tecnologie impiantistiche standard

(edificio di riferimento)

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

**Fabbisogni energetici per il riscaldamento degli edifici esistenti ubicati
nel territorio calabrese: proposte di riqualificazione**

Cosenza, 23 Marzo 2017

Roberto Bruno, Ph.D.

Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale – Università della Calabria

roberto.bruno@unical.it