

**STUDIO DECRETO DLGS n°192 del 19 agosto 2005
DI RECEPIMENTO della DIRETTIVA 02/91**

1. Inquadramento legislativo e metodi di verifica	2
2. Introduzione	4
3. Ipotesi di calcolo	4
4. Dati climatici.....	5
5. Dati geometrici degli edifici.....	6
6. Risultati dei calcoli	7
7. Conclusioni e grafico riassuntivo.....	14

1. Inquadramento legislativo e metodi di verifica

Il decreto legislativo n° 192 di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al “rendimento” energetico nell’edilizia introduce nuove verifiche per la progettazione e costruzione di edifici.

La verifica del Cd e del FEN vengono abrogate e sostituite dai limiti sul fabbisogno energetico primario FEP o sulle trasmittanze dei componenti introdotti dal regime transitorio. L’articolo 4 “Adozione di criteri generali, di una metodologia di calcolo e requisiti della prestazione energetica” indica in 120 giorni il tempo necessario per l’emanazione dei decreti presidenziali attuativi del DLgs.

Fino alla pubblicazione si è in regime transitorio e si deve fare riferimento all’articolo 11, all’allegato I e all’allegato C; un’altra alternativa è indicata dall’articolo 17 “Clausola di cedevolezza” che afferma la possibilità delle Regioni recepire la Direttiva autonomamente nel rispetto delle prescrizioni del DLgs n°192.

L’allegato I propone 3 differenti metodi di verifica. Per gli edifici di nuova costruzione e in caso di ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l’involucro di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000m² o ampliamento dell’edificio del 20% il suo volume o di ristrutturazione o nuova installazione di impianti termici si applica il metodo 1.

Metodo 1

Si calcola il fabbisogno energetico primario per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m² di superficie utile e deve essere minore ai valori riportati nella tabella 1 dell’allegato C. Il FEP tiene conto della dispersione energetica dell’involucro, della ventilazione, degli apporti gratuiti e del rendimento globale medio stagionale degli impianti.

Il fabbisogno energetico primario viene quindi relazionato alla superficie utile.

Tabella 1 : fabbisogno annuo energia primaria invernale per m² sup. utile : kWh/ m² anno

S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 gg	601 gg	900 gg	901 gg	1400 gg	1401 gg	2100 gg	2101 gg	3000 gg	> 3000 gg
<0.2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
>0.9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Metodo 2

Per ristrutturazioni parziali o totali e manutenzione straordinaria dell’involucro edilizio di edifici esistenti di superficie utile inferiore a 1000m² si applicano i metodi 2 o 3, purchè per gli impianti termici sia assicurato un rendimento medio stagionale non inferiore a:

$$\eta_g = 75 + 3 \log_{10} P_n$$

Le trasmittanze dei componenti devono essere inferiori ai limiti indicati nelle tabelle dell’allegato C; il calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria può essere omesso, attribuendo all’edificio il valore limite massimo applicabile al caso specifico.

Zona climatica	Dal 1 /1/2006	Dal 1/1/2009
A	0.85	0.72
B	0.64	0.54
C	0.57	0.46
D	0.50	0.40
E	0.46	0.37
F	0.44	0.35

Tabella 3 : U strutture orizzontali opache W/m ² C		
Zona climatica	Dal 1 /1/2006	Dal 1/1/2009
A	0.80	0.68
B	0.60	0.51
C	0.55	0.44
D	0.46	0.37
E	0.43	0.34
F	0.41	0.33

Tabella 4a : U serramenti vetrati W/m ² C		
Zona climatica	Dal 1 /1/2006	Dal 1/1/2009
A	5.5	5.0
B	4.0	3.6
C	3.3	3.0
D	3.1	2.8
E	2.8	2.5
F	2.4	2.2

Tabella 4b : U vetrate W/m ² C		
Zona climatica	Dal 1 /1/2006	Dal 1/1/2009
A	5.0	5.0
B	4.0	3.0
C	3.0	2.3
D	2.6	2.1
E	2.4	1.9
F	2.3	1.6

Metodo 3

E' possibile ridurre del 30% le trasmittanze delle superfici verticali opache purchè si aumenti contemporaneamente del 30% la trasmittanza delle superfici trasparenti.

2. Introduzione

Lo studio riportato di seguito riguarda la verifica delle prestazioni termiche di tre edifici in quattro località differenti, valutate in base al DLgs 19 agosto 2005, n. 192, di attuazione della direttiva 2001/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia.

Sono stati presi come riferimento:

- *Edifici:*
 - Villetta monopiano S/V =0,881
 - Condominio di quattro piani S/V =0,467
 - Edificio a torre di 10 piani S/V =0,257
- *Località:*
 - zona C: Benevento
 - zona D: Firenze
 - zona E: Milano
 - zona F: Cuneo

3. Ipotesi di calcolo

- 1) Rendimento globale medio stagionale:
 - 1.a) $\eta_g = 0,75$ (limite minimo in base alla formula $\eta_g = 75+3 \log_{10} P_n$)
 - 1.b) si ipotizza un aumento del rendimento medio stagionale differenziato in base alla tipologia di edificio: η_g villetta = 0,79; η_g edificio quattro piani = 0,81; η_g edificio a torre = 0,82
- 2) Dati climatici di località in accordo con UNI 10349
- 3) Per ogni tipologia di edificio vengono studiate 4 varianti in funzione del rapporto tra superficie vetrata e superficie laterale totale (10%, 15%, 20%, 50%)
- 4) Tasso medio di ricambi d'aria ipotizzo per calcolo delle dispersioni per ventilazione = 0.35 vol/h
- 5) Rapporto Vnetto/Vlordo = 0.9 per la villetta, 0,8 per l'edificio a torre e l'edificio di quattro piani
- 6) Gli apporti interni sono valutati in base alle indicazioni riportate:
 - dalla UNI 10344 (e Raccomandazione CTI)- riporta la tabella di seguito:

Utilizzazione	Apporti globali	Unità di misura
Appartamenti con Slorda < 200m ²	6,25-(0,02 S)	W/m ²
Appartamenti con Slorda > 200 m ²	450	W

- dalla UNI EN 832: assume un valore medio pari a 5 W/m²
- dalla UNI 10379 : assume un valore medio per gli edifici di categoria E.1(1) residenziale pari a 4 W/m²

Si è deciso di assumere un valore medio pari a 4 W/m² da cui :

$$Q_i = 4[W/m^2] * Superficie *(sec/10^6) [MJ]$$

- 7) Apporto gratuito solare delle superfici opache considerato nullo $Q_{se} = 0$
- 8) Coefficiente per area efficace dei serramenti = 0.3
- 9) Fattore utilizzazione apporti $f_u = 0.95$ (come indicato dalla tabelle UNI EN 832)
- 10) Dispersioni verso il terreno : calcolate con $T_{terreno} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ (zone D,E,F); $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (zona C)

4. Dati climatici

Benevento (zona C, 1316 gg)

	Irraggiamento [MJ/m2 giorno]				Periodo di riscaldamento giorni	Tmedia [°C]
	diffuso	N	EO	S		
novembre	3,2	2,3	5	9,7	16	12,1
dicembre	2,6	1,8	3,7	7,7	31	8
gennaio	2,9	2	4,3	8,8	31	6,8
febbraio	4	2,9	6,4	10,7	28	7,7
marzo	5,5	4	9,1	11,4	31	10,3

Firenze (zona D, 1821 gg)

	Irraggiamento [MJ/m2 giorno]				Periodo di riscaldamento giorni	Tmedia [°C]
	diffuso	N	EO	S		
settembre						
novembre	2,9	2,1	4,8	9,8	30	10,2
dicembre	2,3	1,6	3,7	8,3	31	6,3
gennaio	2,6	1,8	4,2	9,1	31	5,3
febbraio	3,7	2,7	6,3	10,9	28	6,5
marzo	5,2	3,8	8,7	11,4	31	9,9
aprile	6,7	5,6	11,9	11,1	16	13,8

Milano (zona 3, 24040gg)

	Irraggiamento [MJ/m2 giorno]				Periodo di riscaldamento giorni	Tmedia [°C]
	diffuso	N	EO	S		
settembre	3,9	2,8	6,4	10,3	16	14
novembre	2,5	1,7	3,4	6,7	30	7,9
dicembre	2	1,3	2,6	5,4	31	3,1
gennaio	2,3	1,5	2,9	6	31	1,7
febbraio	3,5	2,4	5,1	8,7	28	4,2
marzo	5,1	3,7	8,5	11,2	31	9,2
aprile	6,7	5,4	11,4	10,9	16	14

Cuneo (zona F, gg 3012)

	Irraggiamento [MJ/m2 giorno]				Periodo di riscaldamento giorni	Tmedia [°C]
	diffuso	N	EO	S		
settembre	4,1	4,1	6,5	10,3	26	11,7
novembre	2,8	2,8	4,7	9,8	30	6,2
dicembre	2,2	2,2	4,2	9,9	31	2,5
gennaio	2,5	2,5	4,5	10,2	31	1,1
febbraio	3,6	3,6	6,2	11,1	28	2,9
marzo	5,2	5,2	8,3	10,8	31	6,9
aprile	6,8	6,8	9,4	9,4	23	11,3

5. Dati geometrici degli edifici

VILLETTA

altezza h	3,5	[m]
lunghezza l	14	[m]
larghezza b	12	[m]
Volume lordo V	588	[m ³]
Superficie disperdente S	518	[m ²]
rapporto S/V	0,881	[-]
superficie laterale totale SLT	182	[m ²]

EDIFICIO A QUATTRO PIANI

altezza h	12	[m]
lunghezza l	20	[m]
larghezza b	10	[m]
Volume lordo V	2400	[m ³]
Superficie disperdente S	1120	[m ²]
rapporto S/V	0,467	[-]
superficie laterale totale SLT	720	[m ²]

EDIFICIO A TORRE

altezza h	35	[m]
lunghezza l	20	[m]
larghezza b	20	[m]
Volume lordo V	14000	[m ³]
Superficie disperdente S	3600	[m ²]
rapporto S/V	0,257	[-]
superficie laterale totale SLT	2800	[m ²]

6. Risultati dei calcoli

Villetta

Si osserva che c'è una notevole variabilità di risultati a seconda della zona climatica di riferimento.

Caso 1.a: $\eta_g = 0,75$

Il FEP calcolato con il metodo 2 (valori 2006) è maggiore del limite del metodo 1 in tutte le zone climatiche con percentuali che vanno dal 5-20%.

Invece il FEP calcolato con il metodo 2 ma con i valori proposti per il 2009 risulta mediamente uguale o addirittura inferiore (zona F) al limite del metodo 1.

Grafico 1.1- Calcolo del FEP – Benevento zona C

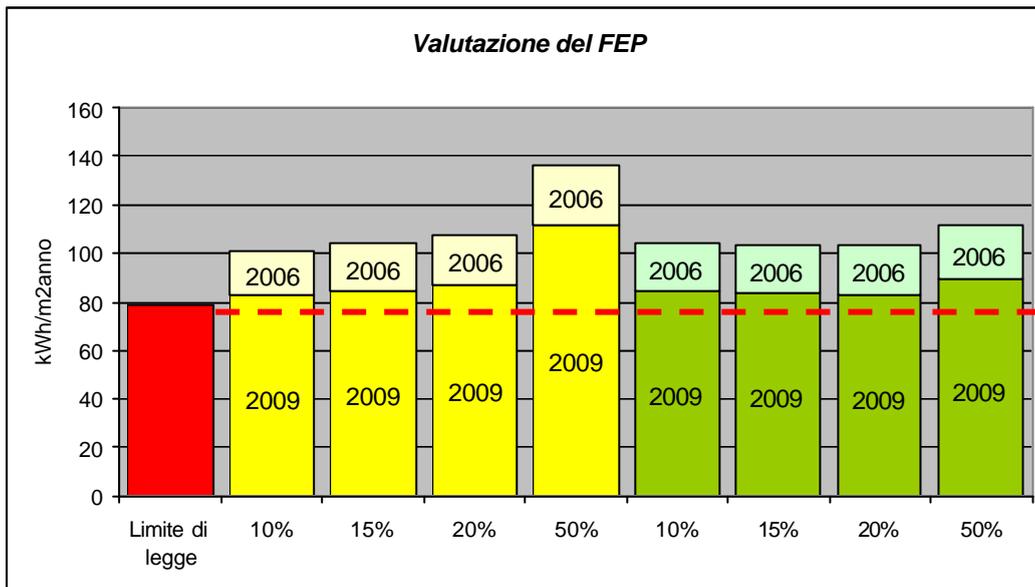


Grafico 1.2- Calcolo del FEP – Firenze zona D

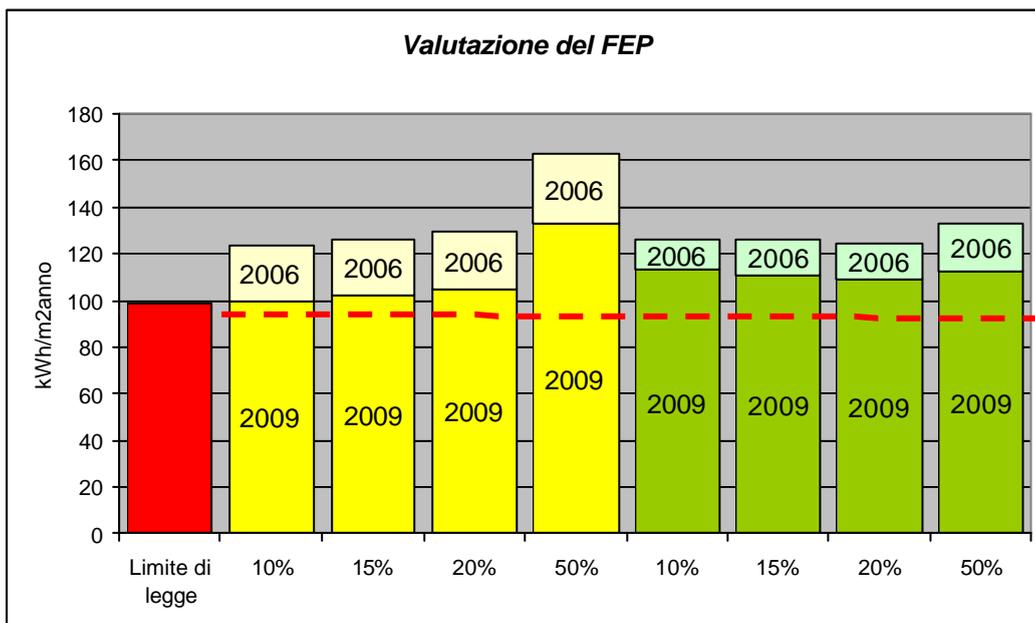


Grafico 1.3- Calcolo del FEP – Milano zona E

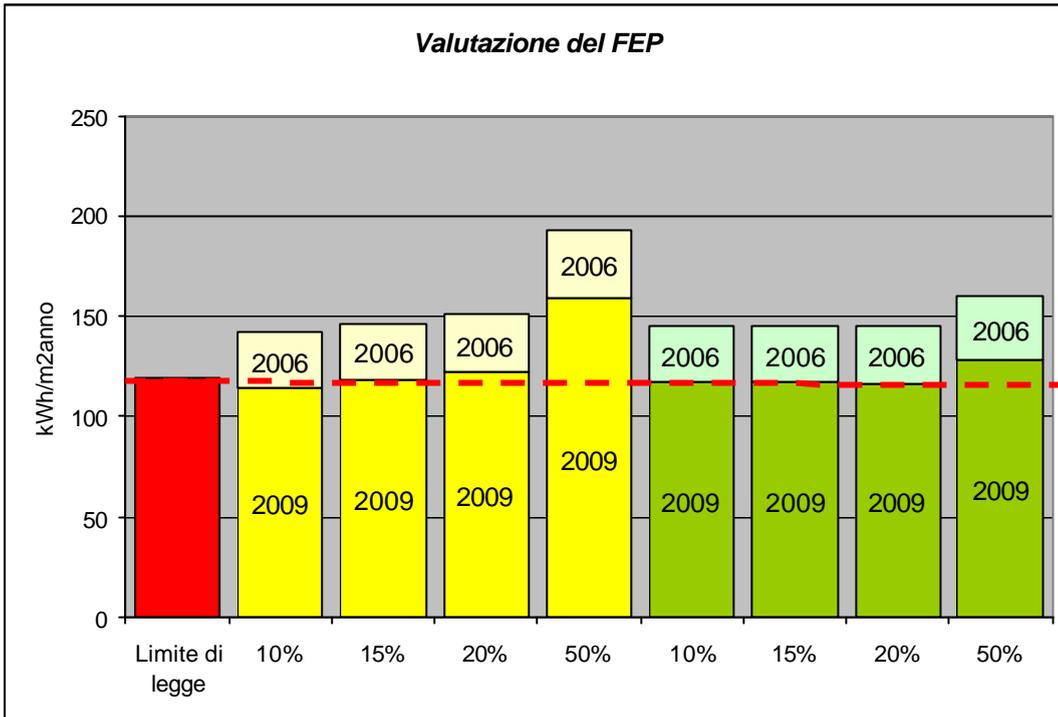
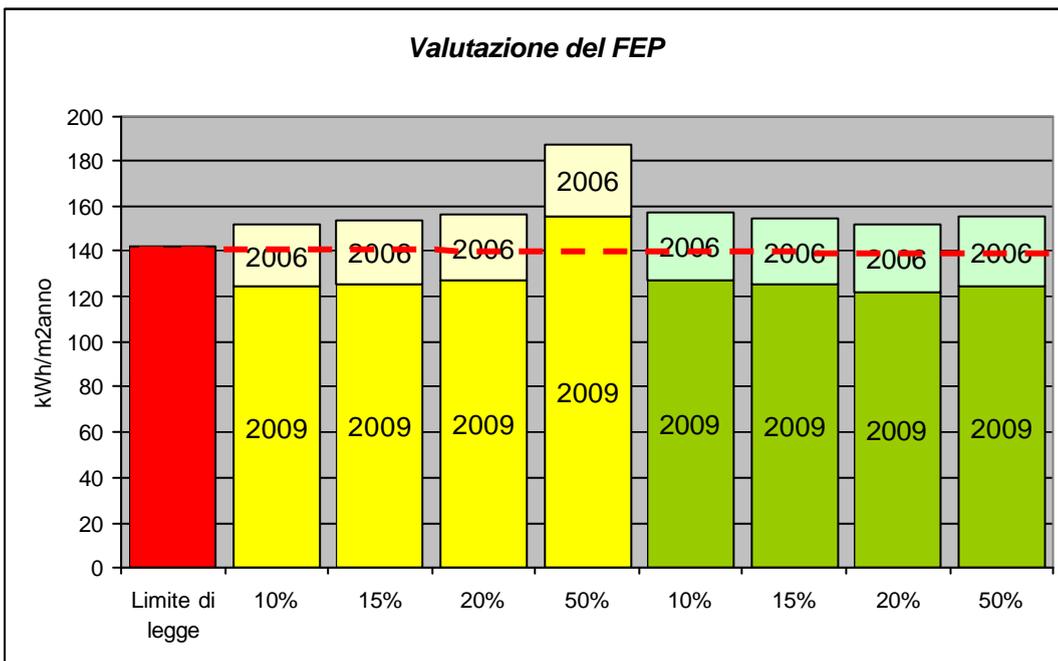


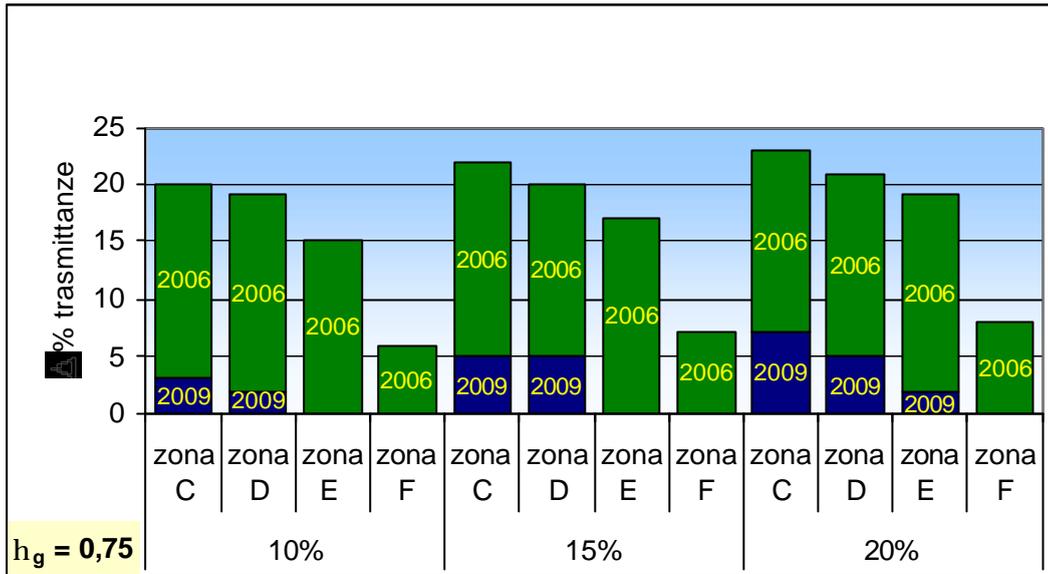
Grafico 1.4- Calcolo del FEP – Cuneo zona F



Edifici verificati secondo il metodo 2 o 3 hanno prestazioni energetiche simili s'intanto che la percentuale di parti vetrate rispetto alla superficie laterale totale rimane inferiore al 20%. Quando aumentano le superfici vetrate i risultati divergono a seconda del metodo di valutazione.

Considerando i valori di trasmittanza imposti dal metodo 2 per il 2009 si ha una riduzione del fabbisogno energetico di circa il 20%; nelle località più fredde questi valori di trasmittanza basterebbero per rientrare nel valore di FEP richiesto dal metodo 1.

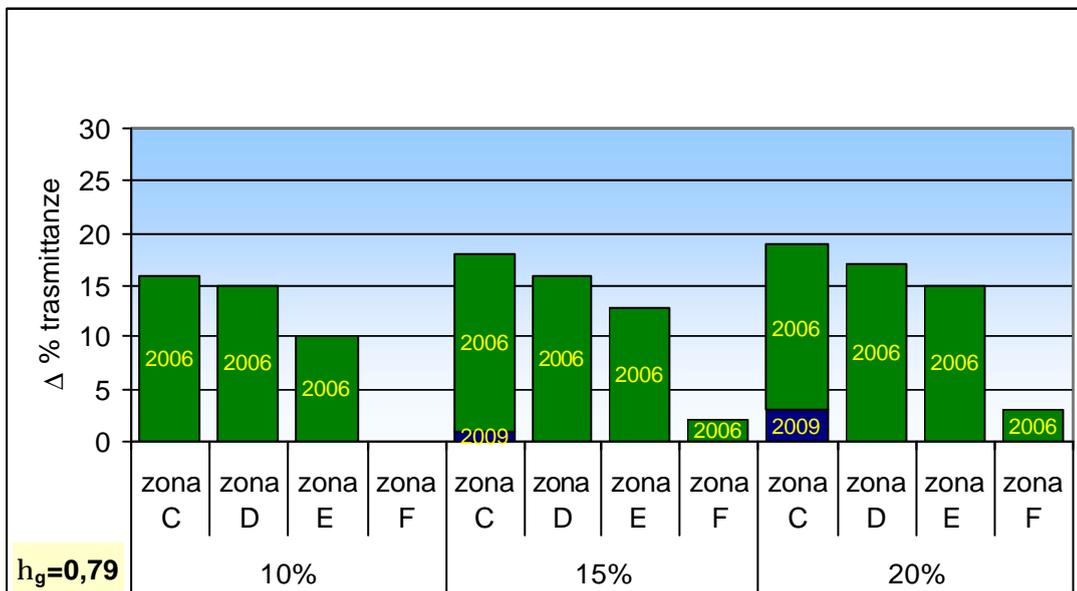
Grafico 1.5 – Riduzione % delle trasmittanze metodo 2 per rientrare nei limiti del FEP



Caso 1.b: $\eta_g = 0,79$

Aumentando il rendimento medio stagionale globale si osserva una riduzione del FEP: in particolare con un $\eta_g = 0,79$ risulta che i valori di trasmittanze proposti per il 2009 portano a valori di FEP uguale o addirittura minore rispetto a quello limite per tutte le zone climatiche, fino a % di superfici vetrate circa del 20%.

Grafico 1.6 – Riduzione % delle trasmittanze metodo 2 per rientrare nei limiti del FEP



Conclusioni per la villetta

In tutte le località, ad eccezione della zona C con superficie vetrata maggiore del 15%, si può rispettare la legge usando i metodi 2 o 3 purchè si adottino i valori previsti per il 2009.

Edificio di quattro piani

Caso 1.a: $\eta_g = 0,75$

Si osserva subito che edifici con S/V medi in località del centro nord hanno buone prestazioni energetiche sia che vengano costruiti secondo il metodo 1 che secondo le trasmittanze limite s'intanto che la percentuale di parti vetrate rispetto alla superficie laterale totale rimane inferiore al 20%.

C'è invece una differenza di circa il 15 % per le località del sud. (zona C)

Grafico 2.1- Calcolo del FEP - Milano

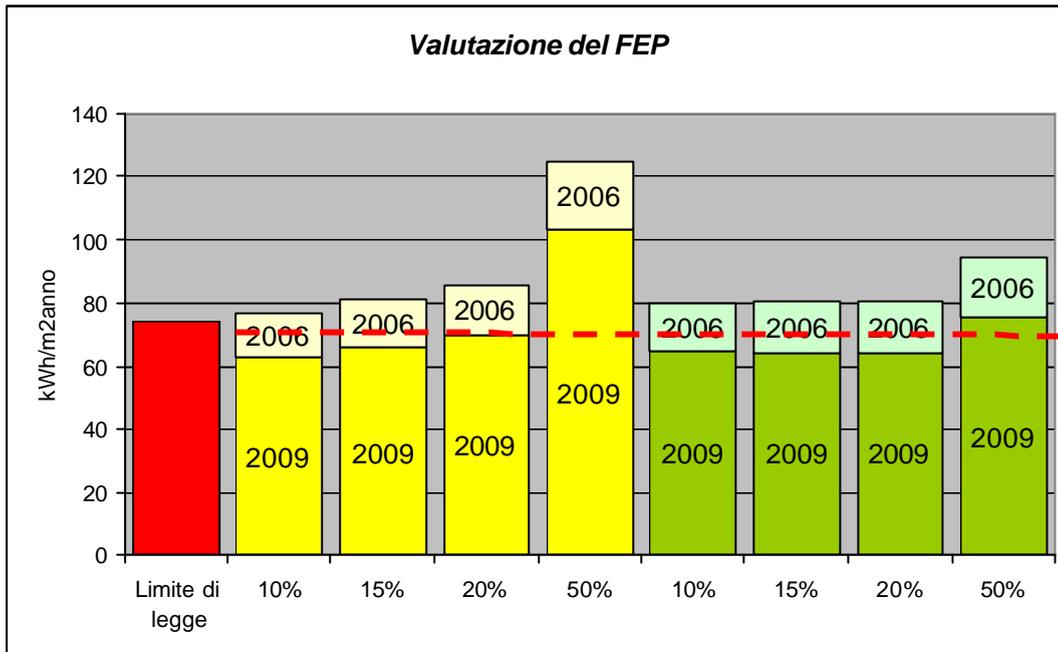
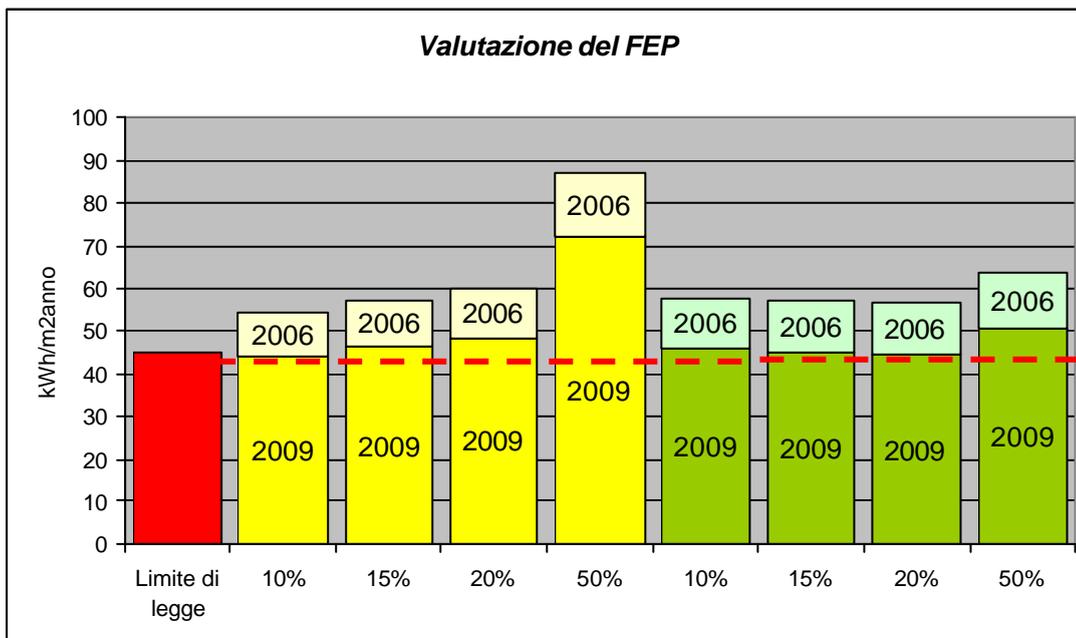
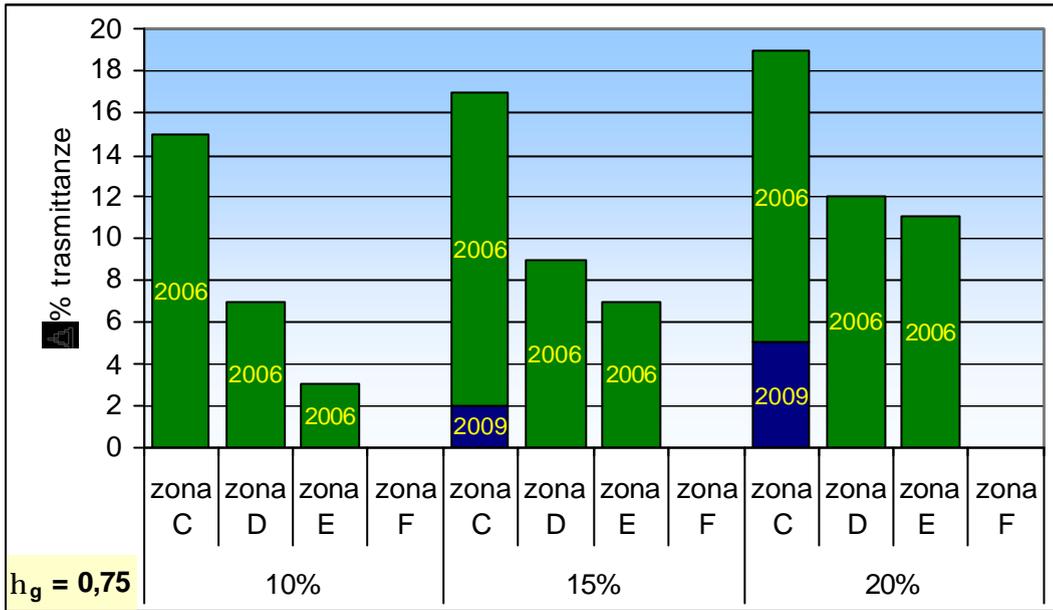


Grafico 2.2- Calcolo del FEP - Benevento



Le trasmittanze proposte per il 2009 invece rispetterebbero i limiti del FEP anche nelle zone a clima più mite (zona C).

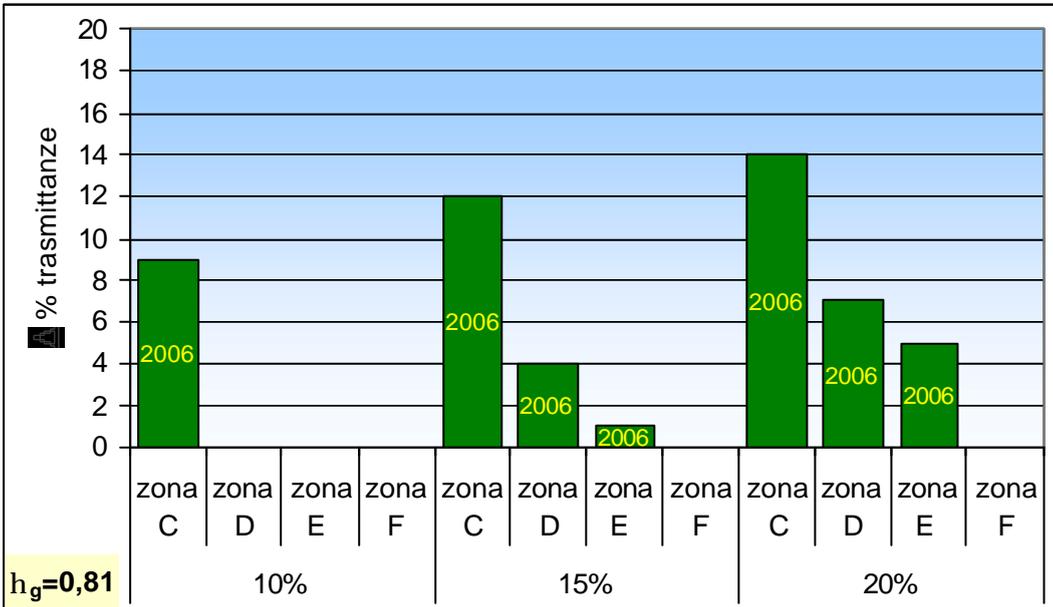
Grafico 2.3 - Riduzione % delle trasmittanze metodo 2 per rientrare nei limiti del FEP



Caso 1.b: $\eta_g = 0,81$

Aumentando il rendimento medio stagionale globale si osserva una riduzione del FEP: in particolare con un $h_g = 0,81$ si ottiene che per le zone del centro e nord Italia, con una percentuale di superfici finestrate tra il 10 e il 20 % le trasmittanze del 2006 sono sufficienti a rispettare i limiti del FEP, mentre nel sud Italia la differenza tra il metodo 1 e il metodo 2 risulta più marcata .

Grafico 2.4 - Riduzione % delle trasmittanze metodo 2 per rientrare nei limiti del FEP



Conclusioni per l'edificio a quattro piani

Le trasmittanze proposte per il 2009 soddisferebbero i limiti in tutte le località.

Edificio a torre

Anche in questo caso c'è una notevole variabilità di risultati a seconda della zona climatica di riferimento, in particolare per le zone a clima mite è particolarmente difficile rispettare i limiti di fabbisogno.

Per le località del centro e nord Italia le trasmittanze del 2009 sarebbero sufficienti a rispettare i limiti del FEP.

Caso 1.a : $\eta_g = 0,75$

Si osserva come, ad esempio per Milano, il FEP imposto dal metodo 1 sia leggermente minore di quello calcolato con le trasmittanze limite del 2006, mentre per località più calde, tipo Benevento, la differenza sia più marcata e non indifferente. Neanche le trasmittanze del 2009 sarebbero sufficienti a rispettare le tabelle del FEP limite.

Grafico 3.1- Calcolo del FEP - Milano

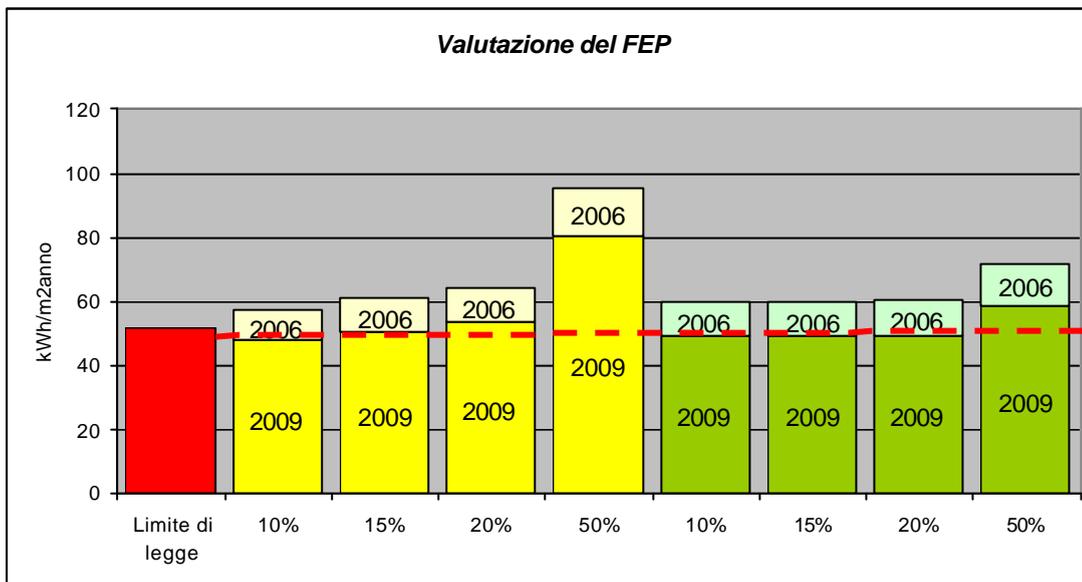


Grafico 3.2- Calcolo del FEP - Benevento

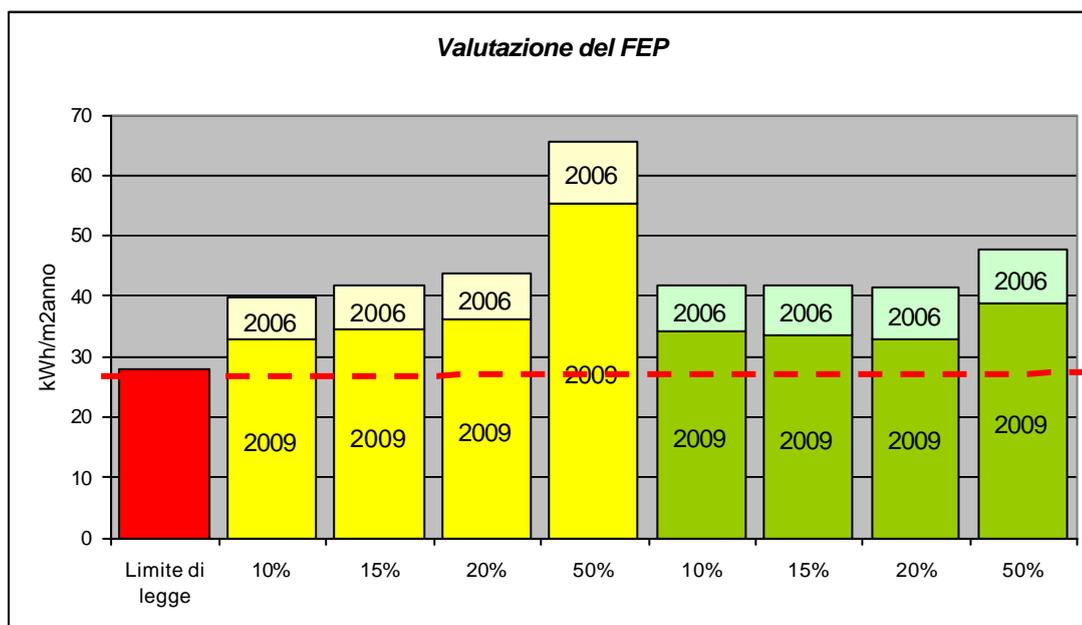
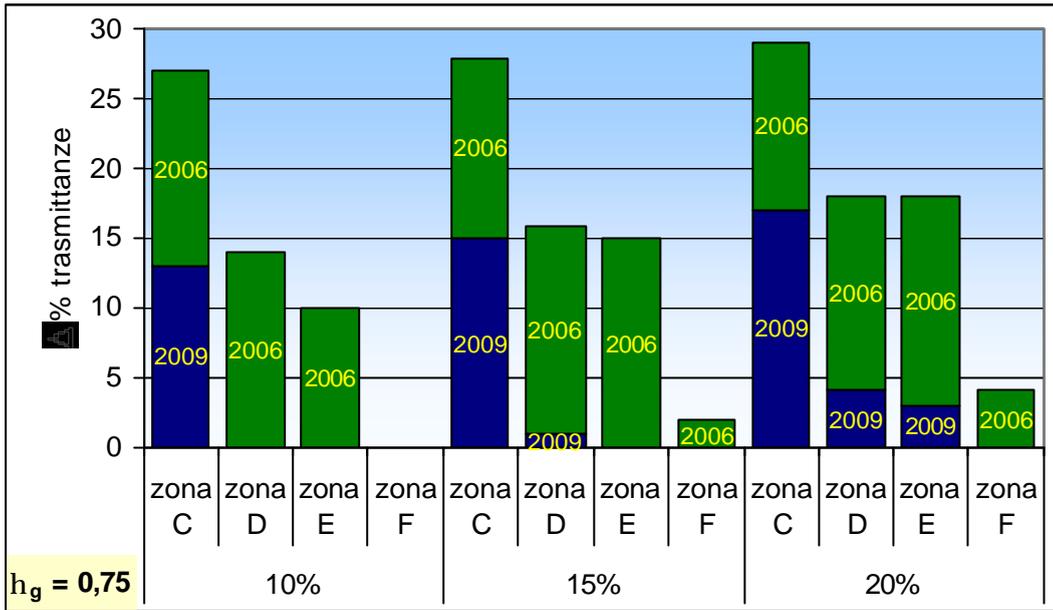


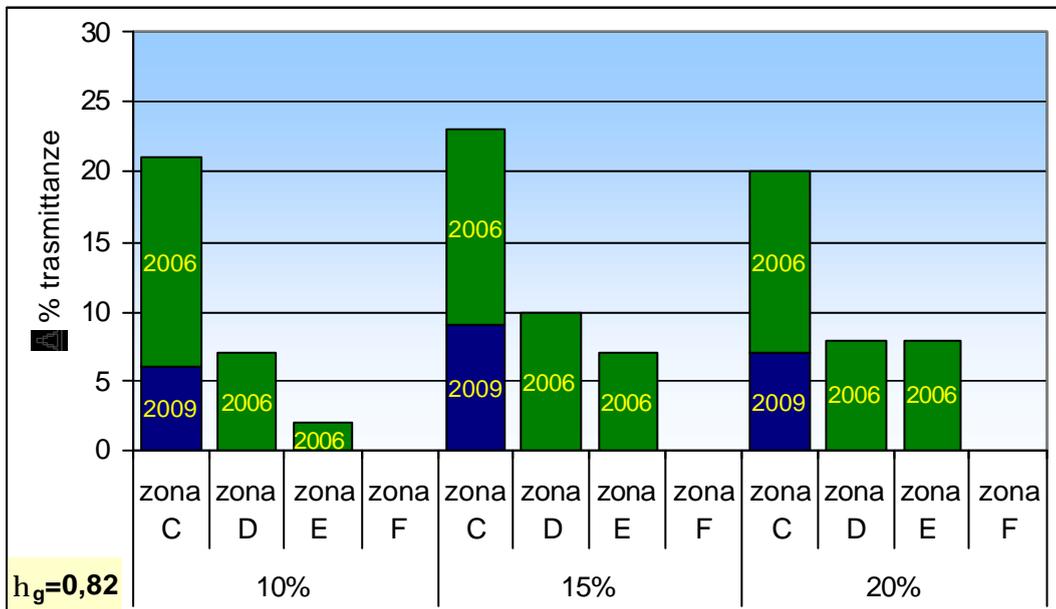
Grafico 3.3 - Riduzione % delle trasmittanze metodo 2 per rientrare nei limiti del FEP



Caso 1.b: $\eta_g = 0,82$

Aumentando il rendimento medio stagionale globale a $\eta_g = 0,82$ la situazione migliora ma sostanzialmente non cambia: per le zone D, E, F i valori di trasmittanza 2006 sono più o meno sufficienti a rispettare i limiti di fabbisogno, per la zona C invece risulta che è necessario ancora un maggiore isolamento.

Grafico 3.4 - Riduzione % delle trasmittanze metodo 2 per rientrare nei limiti del FEP



Conclusioni per l'edificio a torre

Ad eccezione della zona C è sempre possibile rispettare la legge adottando i limiti di trasmittanza proposti per il 2009. Non è mai possibile rispettarli con i limiti del 2006.

7. Conclusioni e grafico riassuntivo

Si riporta di seguito un grafico che indica il maggiore isolamento dell'involucro necessario per rispettare i limiti imposti al fabbisogno energetico.

Si confrontano le zone climatiche e le tipologie di edificio.

Si osserva che le zone del sud Italia sono le maggiormente a rischio riguardo i limiti imposti dal decreto. I grafici riportano il caso dell'edificio 2:

- Percentuale superficie finestrata 15%

Grafico 7.1- Riduzione percentuale delle trasmittanze

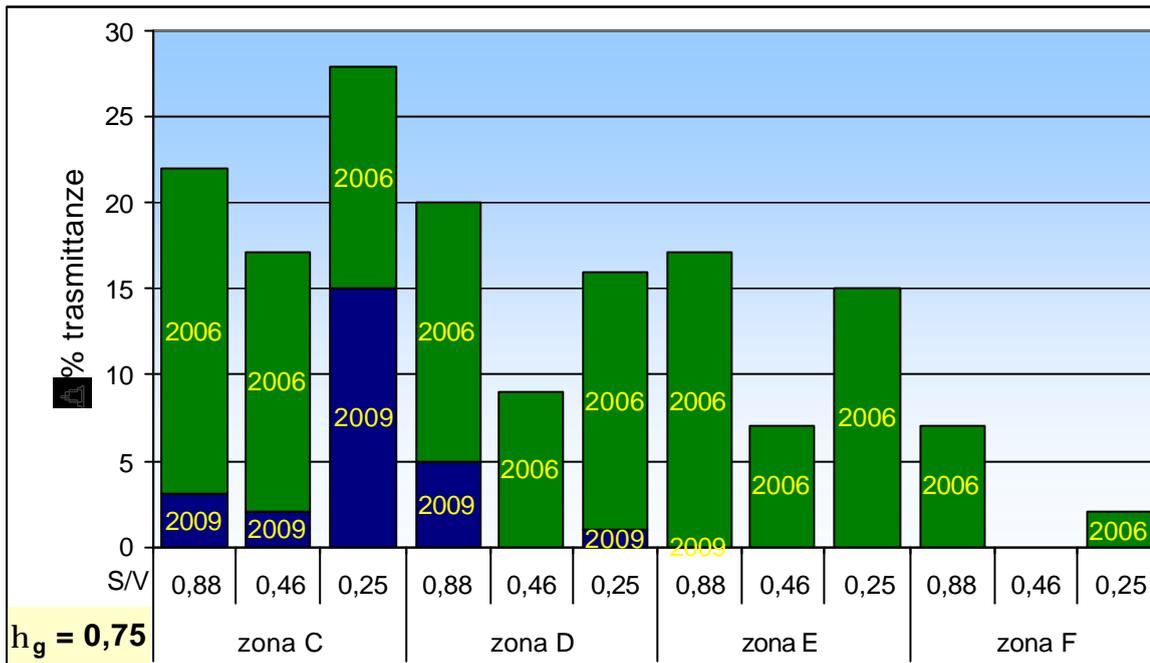
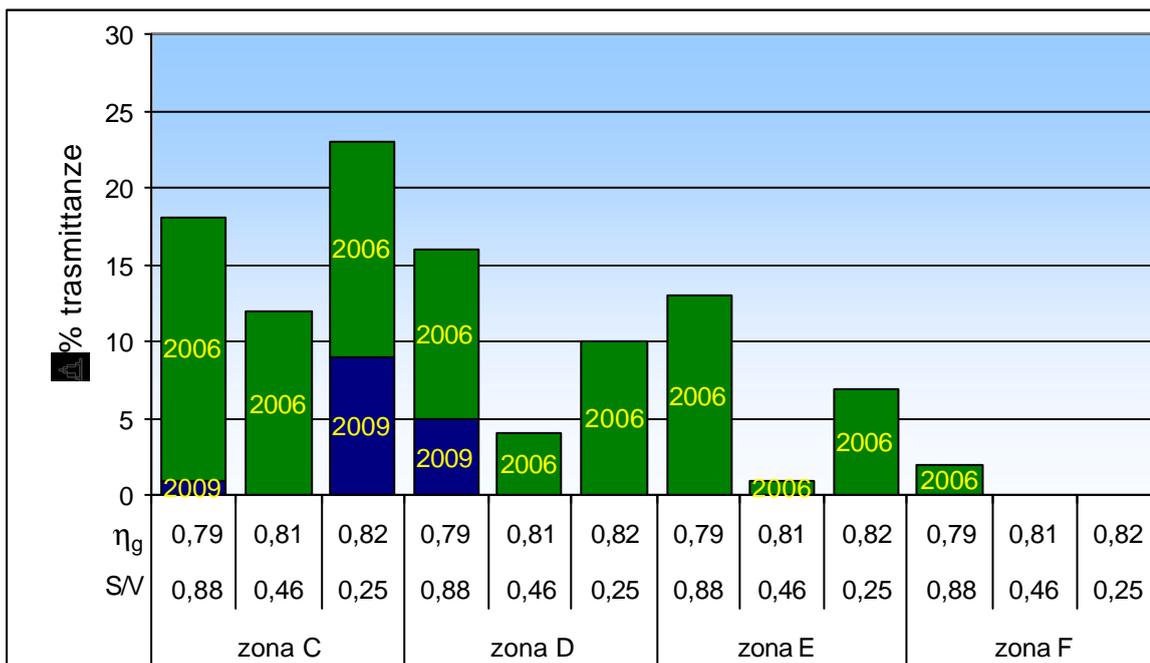


Grafico 7.2- Riduzione percentuale delle trasmittanze con rendimento stagionale più elevato



Per una maggiore chiarezza si consideri ad esempio il caso della villetta in zona D con 15 % di superficie finestrata e $\eta_g = 0,75$.

Costruire questa tipologia di edificio tenendo conto delle trasmittanze limite del 2006 significherebbe, per rispettare invece i limiti del fabbisogno, incrementare l'isolamento di 2,25 cm in parete e 2,38 cm nelle strutture orizzontali (nel caso in esame e per un isolante con $\lambda = 0,045$ W/mK), oltre che migliorare le prestazioni termiche dei serramenti.

Tenendo conto del fatto che i calcoli sono stati effettuati per specifici esempi di edifici, nelle tabelle di seguito vengono confrontate le trasmittanze limite del metodo 2 con le trasmittanze che risultano per rispettare i limiti del FEP.

Nelle tabelle vengono riportati i valori più bassi ottenuti per le tre tipologie di edificio in modo tale che questi siano sufficienti per rispettare i limiti in ogni tipologia costruttiva.

Si considera il caso Sfin/Stot = 15%

Zona climatica	Dal 1 /1/2006	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g \cong 0,8$	Dal 1/1/2009
C	0.57	0.41-t	0.44-t	0.46
D	0.50	0.4-v	0.42-v	0.40
E	0.46	0.38-v	0.4-v	0.37
F	0.44	0.41-v	0.43-v	0.35

Zona climatica	Dal 1 /1/2006	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g \cong 0,8$	Dal 1/1/2009
C	0.55	0.4-t	0.42-t	0.44
D	0.46	0.37-v	0.39-v	0.37
E	0.43	0.36-v	0.38-v	0.34
F	0.41	0.38-v	0.4-v	0.33

Zona climatica	Dal 1 /1/2006	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g \cong 0,8$	Dal 1/1/2009
C	3.3	2.37-t	2.55-t	3.0
D	3.1	2.48-v	2.61-v	2.8
E	2.8	2.32-v	2.45-v	2.5
F	2.4	2.23-v	2.36-v	2.2

* (l'indicazione -v oppure -t significa che la trasmittanza riportata è quella che fa riferimento alla villetta o all'edificio a torre)

Supponendo di mantenere il valore limite di trasmittanza proposto per le superfici finestrate nella tabella 2009, nelle tabelle di seguito vengono riportati i valori di trasmittanza per le superfici opache ricavati dai calcoli per rispettare i valori limite di fabbisogno.

Zona climatica	Dal 1 /1/2006	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g \cong 0,8$	Dal 1/1/2009	<i>Usup.fin.'09</i>
C	0.57	0.33-t	0.38-t	0.46	3
D	0.50	0.38-v	0.41-v	0.40	2,8
E	0.46	0.37-v	0.4-v	0.37	2,5
F	0.44	0.41-v	0.44-v	0.35	2,2

Tabella 7.5 : U strutture orizzontali opache W/m ² C					
Zona climatica	Dal 1/1/2006	$\eta_g = 0,75$	$\eta_g \cong 0,8$	Dal 1/1/2009	U _{sup.fin.} '09
C	0.55	0.31- t	0.37-t	0.44	3
D	0.46	0.35-v	0.38-v	0.37	2,8
E	0.43	0.35- v	0.37-v	0.34	2,5
F	0.41	0.38- v	0.41-v	0.33	2,2

Osservazioni

- Per la zona C gli edifici con basso rapporto S/V sono a rischio, mentre per le altre zone climatiche si richiede un maggiore isolamento nelle costruzioni con S/V elevato.
- L'edificio medio è quello per il quale è più facile rientrare nei limiti del fabbisogno.

Rendimento medio stagionale limite = 0,75

- Le trasmittanze limite per il 2006 non rispettano i limiti del FEP
- Le trasmittanze del 2009 risultano sufficienti per le località con numero elevato di gradi giorno, mentre sarebbero da modificare ulteriormente per le zone climatiche del centro e sud Italia

Rendimento medio stagionale = 80 ÷ 82 %

- Le trasmittanze limite del 2006 non sono sufficienti a rispettare i limiti neanche con un rendimento tra l'80 e l'82 %
- Imponendo le trasmittanze proposte per il 2009 e con un impianto ad alto rendimento vengono rispettati i limiti di fabbisogno quasi in tutti i casi a parte l'edificio a torre in zona C.

Conclusioni generali

Il DLgs prevede la possibilità di verificare il rispetto della legge anche con i valori di trasmittanza dell'allegato C relativi al 2006, attribuendo a questi edifici il valore di FEP limite previsto dalle tabelle.

Dallo studio si evince che tale valore non risulta veritiero essendo il fabbisogno energetico reale molto più elevato.

Il professionista che sottoscrivesse tale valore rispetterebbe la legge ma attribuendo all'edificio un fabbisogno non reale.

In questo caso a farne le spese sarebbe il certificatore che, sottoscrivendo un fabbisogno non veritiero, incorrerebbe in sanzioni penali; oppure invece il costruttore che si troverebbe a vendere un edificio declassato da una certificazione veritiera.

In conclusione si ritiene opportuno raccomandare l'impiego delle tabelle dell'allegato C relative al 2009. Il metodo di verifica è più semplice e comprensibile rispetto al calcolo di verifica basato sul FEP. Bisogna però osservare che per il calcolo del rendimento medio stagionale dell'edificio (per cui si deve verificare che sia $> 75 + 3 \log_{10} P_n$) è pur sempre necessario il calcolo del FEP.