

Stefano Cascio

Certificazione energetica degli edifici

**Software per il calcolo delle prestazioni
energetiche degli edifici e degli impianti
secondo le Linee guida e le norme tecniche
UNI TS 11300:2008**

- Archivio dati climatici, materiali, strutture opache, finestre e infissi, ponti termici e caldaie
- Calcolo e verifica della trasmittanza, del fabbisogno energetico e definizione dell'impianto termico
- Elaborazione e stampa della relazione tecnica
- Stampa dei dati delle strutture edilizie, delle dispersioni e della prestazione energetica
- Attestato di qualificazione energetica

Terza edizione

The logo for GRAFILL, featuring a stylized graphic of three curved lines above the word "GRAFILL" in a bold, sans-serif font.

Stefano Cascio

CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

ISBN 13 978-88-8207-388-6

EAN 9 788882 073886

MultiCompact Strutture, Impianti e Geotecnica, 9

Terza edizione, maggio 2010

Cascio, Stefano <1950->

Certificazione energetica degli edifici / Stefano Cascio. – 3. ed. – Palermo : Grafill, 2010

(Multicompact strutture, impianti e geotecnica ; 9)

ISBN 978-88-8207-388-6

1. Edifici – Impianti tecnici. 2. Energia – Consumo – Legislazione.

696 CDD-21

SBN Pal0225281

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© GRAFILL S.r.l.

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di maggio 2010

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

La verifica dell'idoneità dei programmi per ottenere certi risultati, l'installazione, l'uso e la gestione sono onere e responsabilità esclusive dell'utente; l'autore e l'editore non garantiscono che le funzioni contenute nel programma soddisfino in tutto o in parte le esigenze dell'utente o funzionino in tutte le combinazioni che possono essere scelte per l'uso, non potendo fornire alcuna garanzia sulle prestazioni e sui risultati ottenibili dal loro uso, né essere ritenuti responsabili dei danni o dei benefici risultanti dall'utilizzazione degli stessi.

INDICE

| | | |
|--|----|----|
| INTRODUZIONE | p. | 7 |
| Requisiti energetici degli edifici | " | 10 |
| <i>Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale</i> | " | 10 |
| <i>Altri aspetti prestazionali del fabbricato</i> | " | 16 |
| <i>Isolamento dell'edificio</i> | " | 16 |
| <i>Miglioramento impiantistico</i> | " | 16 |
| <i>Gestione dell'impianto</i> | " | 17 |
| Definizioni | " | 21 |
| Linee guida | " | 29 |
| | | |
| 1. AVVIO AL CALCOLO | " | 39 |
| Dati climatici | " | 39 |
| <i>Zona climatica</i> | " | 40 |
| <i>Temperatura dell'aria esterna</i> | " | 42 |
| <i>Velocità del vento</i> | " | 43 |
| | | |
| 2. COEFFICIENTI DI TRASMISSIONE DI SUPERFICI OPACHE | " | 49 |
| Coefficienti di trasmissione di superfici trasparenti | " | 52 |
| <i>Infisso semplice</i> | " | 52 |
| <i>Vetri camera</i> | " | 55 |
| <i>Vetri bassoemissivi</i> | " | 56 |
| <i>Taglio termico</i> | " | 58 |
| <i>Finestre con chiusure</i> | " | 59 |
| <i>Finestre accoppiate</i> | " | 61 |
| <i>Finestre doppie</i> | " | 61 |
| <i>Finestre con pannelli opachi</i> | " | 62 |
| <i>L'extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste</i> | " | 65 |
| | | |
| 3. DISPERSIONI TERMICHE | " | 66 |
| Potenza dispersa per ventilazione | " | 66 |
| <i>Volume netto dell'ambiente climatizzato</i> | " | 67 |
| Scambi termici tra edificio e terreno | " | 67 |
| Pavimento contro terra non isolato o uniformemente isolato | " | 69 |
| Riepilogo formule utilizzate | " | 80 |

| | | |
|---|----|-----|
| 4. PONTI TERMICI | p. | 82 |
| 5. SCAMBI ENERGETICI INVERNALI | " | 86 |
| Dati di ingresso per i calcoli | " | 87 |
| Calcolo dell'energia scambiata attraverso il terreno..... | " | 92 |
| Energia scambiata per ventilazione | " | 94 |
| Energia scambiata verso ambienti non climatizzati..... | " | 94 |
| Energia scambiata con zone a temperatura fissata e costante..... | " | 98 |
| Fabbisogno di energia per produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari | " | 99 |
| Volumi di acqua richiesti | " | 99 |
| 6. APPORTI INTERNI ED ESTERNI | " | 101 |
| Apporti interni | " | 101 |
| <i>Superficie netta di pavimenti</i> | " | 102 |
| Apporti solari..... | " | 102 |
| <i>Apporti solari termici sulle chiusure opache</i> | " | 102 |
| <i>Apporti solari termici sui componenti trasparenti</i> | " | 103 |
| <i>Ombreggiatura</i> | " | 105 |
| Calcolo oggetti verticali..... | " | 107 |
| 7. VERIFICA TERMOIGROMETRICA | " | 109 |
| Condensazione del vapore nelle strutture edilizie | " | 109 |
| <i>Richiami generali</i> | " | 109 |
| <i>Condensa superficiale</i> | " | 111 |
| <i>Condensa interstiziale</i> | " | 113 |
| <i>Criteri di valutazione delle strutture</i> | " | 117 |
| <i>Considerazioni sul problema della condensazione interstiziale</i> | " | 118 |
| <i>Le barriere al vapore</i> | " | 118 |
| 8. BILANCIO TERMICO E CERTIFICAZIONE ENERGETICA | " | 122 |
| Costante di tempo di un edificio..... | " | 122 |
| Determinazione del fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti | " | 123 |
| L'impianto per la climatizzazione invernale..... | " | 124 |
| Sistemi di produzione del calore..... | " | 124 |
| <i>Caldiaia standard a temperatura costante (* o **)</i> | " | 125 |
| <i>Caldiaia a temperatura scorrevole (***)</i> | " | 125 |
| <i>Caldiaia a condensazione (****)</i> | " | 125 |
| <i>Pompa di calore</i> | " | 126 |
| Sistema di distribuzione e di utilizzazione | " | 126 |
| <i>Termosifoni (radiatori o convertitori)</i> | " | 126 |
| <i>Ventilconvettori</i> | " | 127 |

| | | |
|---|----|-----|
| <i>Radiatori a battiscopa</i> | p. | 127 |
| <i>Pannelli radianti</i> | " | 127 |
| Il sistema di regolazione | " | 128 |
| Rendimenti dell'impianto termico | " | 128 |
| Rendimento di regolazione | " | 129 |
| Rendimento di emissione | " | 131 |
| Rendimento di distribuzione | " | 132 |
| Rendimento di generazione | " | 135 |
| Verifiche di legge | " | 137 |
| Calcolo dell'energia primaria | " | 138 |
| | | |
| 9. CLIMATIZZAZIONE ESTIVA | " | 140 |
| Stagione di climatizzazione estiva | " | 140 |
| Determinazione del fabbisogno ideale di raffrescamento (passo 1) | " | 141 |
| Calcolo delle perdite di emissione (passo 2) | " | 142 |
| Calcolo delle perdite di regolazione (passo 3) | " | 142 |
| Calcolo delle perdite di distribuzione (passo 4) | " | 143 |
| Perdite di accumulo (passo 5) | " | 146 |
| Eventuale energia recuperata (passo 6) | " | 146 |
| Calcolo del fabbisogno per trattamento dell'aria (passo 7) | " | 147 |
| Calcolo del fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari (passo 8) | " | 147 |
| Calcolo del coefficiente di prestazione medio mensile (passo 9) | " | 150 |
| | | |
| 10. ESEMPIO APPLICATIVO | " | 153 |
| Calcolo delle superfici e dei volumi | " | 161 |
| Impianto di riscaldamento | " | 161 |
| Parametri climatici della località | " | 162 |
| Parametri caratteristici dell'involucro | " | 163 |
| <i>Chiusure opache</i> | " | 163 |
| <i>Trasmittanza infissi</i> | " | 164 |
| <i>Trasmittanza solai</i> | " | 166 |
| Calcolo delle perdite per trasmissione | " | 167 |
| Extra flusso termico | " | 171 |
| Calcolo del calore disperso per ventilazione | " | 172 |
| Calcolo degli apporti interni | " | 173 |
| Calcolo degli apporti solari | " | 173 |
| <i>Componenti vetrati</i> | " | 173 |
| <i>Componenti opachi</i> | " | 174 |
| <i>Calcolo del fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti</i> | " | 174 |
| <i>Calcolo del fabbisogno netto di energia dell'edificio</i> | " | 175 |
| <i>Calcolo del fabbisogno di acqua calda</i> | " | 175 |
| <i>Fabbisogno di energia da richiedere all'impianto</i> | " | 176 |
| Calcolo dell'energia primaria | " | 176 |

| | | |
|--|----|-----|
| <i>Calcolo delle perdite</i> | p. | 176 |
| <i>Perdite di emissione</i> | " | 176 |
| <i>Perdite di regolazione</i> | " | 177 |
| <i>Perdite di distribuzione</i> | " | 177 |
| <i>Perdite per generazione</i> | " | 177 |
| <i>Fabbisogno elettrico dell'impianto</i> | " | 178 |
| Calcolo dell'energia primaria necessaria al riscaldamento..... | " | 178 |
| | | |
| 11. GUIDA ALL'INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE | " | 179 |
| Introduzione al software allegato..... | " | 179 |
| Requisiti minimi hardware e software..... | " | 179 |
| Procedura per la richiesta della password utente..... | " | 179 |
| Procedura per l'installazione del software..... | " | 180 |
| Procedura per la registrazione del software..... | " | 180 |
| | | |
| 12. NOTE AL SOFTWARE ALLEGATO | " | 182 |
| | | |
| 13. APPENDICE LEGISLATIVA | " | 187 |
| Legge 9 gennaio 1991, n. 10..... | " | 187 |
| Decreto n. 412/1993 con le integrazioni del D.P.R. n. 551/1999 | " | 203 |
| Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 | " | 218 |
| Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 | " | 227 |
| Ministero dello Sviluppo Economico – Decreto 19 febbraio 2007 | " | 249 |
| Delibera n. 90/07 | " | 265 |
| Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 22 gennaio 2008, n. 37..... | " | 295 |
| Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009 , n. 59..... | " | 306 |
| Decreto 26 giugno 2009..... | " | 316 |

Introduzione

Tutti gli edifici utilizzati nelle nostre attività quotidiane consumano energia. Abituati come siamo a premere un pulsante per avere più luce, o aprendo il rubinetto ad avere dell'acqua calda o ad avere in quasi tutte le occasioni il microclima per noi più confortevole, a volte non ci rendiamo conto che queste normali esigenze comportano, tutte, un impegno energetico. In sostanza, per soddisfare quelli che sono diventati elementi basilari della nostra vita quotidiana occorre energia.

Energia per:

- climatizzazione invernale;
- climatizzazione estiva;
- produzione di acqua calda per uso igienico-sanitario;
- illuminazione;
- elettrodomestici;
- impianti in genere.

Bisogna considerare poi come i consumi energetici sono cresciuti nel tempo in maniera direttamente proporzionale al miglioramento dello standard qualitativo della vita. I consumi energetici sono arrivati a valori così consistenti che il legislatore da lungo tempo ha cercato di normare e di contenere i consumi energetici. Considerato poi che circa i due terzi del consumo energetico degli edifici riguarda le abitazioni si capisce come l'attenzione si sia focalizzata su questi ultimi.

L'Italia, infatti, ha edifici che consumano in genere tra i 140 e i 170 kWh/m² anno di energia. In altre parole, ogni edificio consuma, per assicurarci il nostro confort, tra i 14 e i 17 kg di combustibile (gasolio) per metro quadrato di superficie e per anno. Questi valori, rapportati ai circa 70 kWh/m² anno richiesti nella provincia di Bolzano per ottenere l'abitabilità di una abitazione, dicono quanto sprechiamo. Consideriamo ancora che le attuali tecnologie costruttive e i materiali innovativi disponibili, assieme ad un corretto utilizzo degli impianti termici, ci permetterebbero di avere valori vicini ai 14 kWh/m² anno. Attenzione: in media, 12 volte inferiori agli attuali consumi medi.

L'intervento del legislatore tende quindi a far ridurre i consumi, attraverso un sistema fatto di incentivi economici (detrazione del 55% del Irpef per interventi migliorativi su edifici esistenti), misure tecniche (non conteggio del maggior volume dovuto ad un aumento dello spessore di muri e solette per aumentare l'isolamento termico), sanzioni (a carico del progettista, direttore dei lavori, proprietario, costruttore), interessi commerciali (un edificio che consuma meno vale di più: scopo della certificazione energetica).

La riduzione dei consumi energetici consentirebbe anche di tendere ad un diverso e più sostenibile equilibrio energetico-ambientale. In questa direzione notevole importanza assumono le cosiddette fonti rinnovabili: sole e vento.

Nel linguaggio comune si usano indifferentemente i termini "energia rinnovabile" ed "energia alternativa", come fossero sinonimi. In effetti, bisogna distinguere le due cose.

Da un punto di vista prettamente scientifico sono considerate "energie rinnovabili" quelle che derivano da fonti che si rigenerano o di cui non si prevede ragionevolmente l'esaurirsi in tempi

computabili. Tra queste fonti quindi annoveriamo: il sole, il vento, il mare. Sono invece “fonti energetiche alternative” tutte quelle diverse dagli idrocarburi, cioè non fossili.

Secondo la normativa di riferimento italiana (Decreto Legge 16 marzo 1999, n. 79, articolo 2 comma 15, pubblicato sulla G.U.R.I. 31-03-1999, n. 75) sono considerate “fonti di energia rinnovabili”: il sole, il vento, le risorse idriche, le risorser geotermiche, le mare, il moto ondoso e la trasformazione in energia elettrica dei prodotti vegetali o dei rifiuti organici ed inorganici.

Per risparmio energetico generalmente intendiamo il minor consumo di fonti quali petrolio, metano, combustibili solidi e materiali fissili, che possono essere destinati ad altri usi. È evidente che non si può risparmiare sulle fonti energetiche rinnovabili: l’energia eolica d’oggi, se non utilizzata, non torna domani. Il vento passato non aziona più le pale.

Quindi, è l’utilizzo corposo delle fonti rinnovabili che deve far venire meno lo sfruttamento di fonti energetiche altrimenti utilizzabili, è pertanto costituire il risparmio.

Tra le fonti energetiche rinnovabili, la più conosciuta, fin dal tempo d’Archimede di Siracusa, è quella solare.

Il primo serio approccio in Italia si ha con la Legge 9 gennaio 1991, n. 10 con la quale si tratta il risparmio energetico e si parla di certificazione degli edifici; stranamente di tale certificazione energetica, nel corso degli anni, si sono perse le tracce, forse, anche a causa della difficoltà di applicazione. In tempi recenti il Parlamento Europeo ha fatto sentire la sua voce emanando la direttiva 2002/91/CE del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico in edilizia. Le disposizioni in essa contenute riguardano:

- a) il quadro generale di una metodologia per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;
- b) l’applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione;
- c) l’applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grande metratura sottoposti a importanti ristrutturazioni;
- d) la certificazione energetica degli edifici;
- e) l’ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento d’aria negli edifici, nonché una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di quindici anni.

La direttiva comprende sia gli edifici ad uso residenziale che quelli utilizzati nel terziario con esclusione di taluni edifici quali: edifici adibiti a luoghi di culto, fabbricati indipendenti con superficie inferiore a 50 m², edifici e monumenti ufficialmente protetti, siti industriali, edifici ad uso agricolo, ecc.

Gli Stati membri dovevano mettere in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative per conformarsi alla direttiva entro il 4 gennaio 2006.

In Italia l’attuazione di tale direttiva avviene con il Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 (G.U.R.I. 23-09-2005, n. 222), come modificato dal Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311 (G.U.R.I. 01-02-2007, n. 26).

Il Decreto n. 311, in particolare fissava i valori limiti di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, per le varie scadenze temporali (2006, 2008, 2010) previsti dal Decreto n. 192. Concetto importante, introdotto dal 311, è quello della massa superficiale (è la massa per unità di superficie della parete opaca compresa la malta dei giunti, esclusi gli intonaci, l’unità di misura utilizzata è il kg/m²). Nelle zone maggiormente irradiate (più calde), soluzioni costruttive con elevata inerzia termica consentono di regolare meglio la temperatura al variare delle condizioni ester-

ne (giorno – notte). Deve essere verificato, in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 , che il valore della massa superficiale, (delle pareti opache verticali, orizzontali o inclinate) sia superiore a 230 kg/m^2 .

Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale delle pareti opache, possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare. In tal caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni.

A seguire è stato pubblicato il Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115. Questo decreto contiene due aspetti rilevanti:

- le norme tecniche di riferimento per il calcolo del consumo energetico sono le norme UNI EN 11300, parte prima e seconda;
- i software commerciali per il calcolo del consumo energetico devono essere certificati dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano).

Il quadro legislativo attualmente in Italia, nel settore civile, è:

- **Legge 30 aprile 1976, n. 373**
Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici.
- **Legge 9 gennaio 1991, n. 10**
Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- **Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412**
Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'articolo 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10
- **Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 551**
Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ...
- **Direttiva 2002/91/CE 16 dicembre 2002**
Rendimento energetico in edilizia
- **Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192**
Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- **Decreto Legislativo 29 dicembre 2006, n. 311**
Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia (G.U.R.I. 1-02-2007, n. 26 – s.o. n. 26)

- **Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59**
Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia (G.U.R.I. 10-06-2009, n. 13)
- **Decreto Legislativo 26 giugno 2009**
Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici (G.U.R.I. 26-06-2009, n. 158)

Questo decreto disciplina in particolare:

- a) la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici;
- b) l'applicazione di requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici;
- c) i criteri per la certificazione energetica degli edifici.

↳ Requisiti energetici degli edifici

Il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale, per metro quadrato di superficie utile dell'edificio, è espresso in kWh/(m² anno). Questo viene determinato in funzione del rapporto di forma dell'edificio (S/V) e del numero dei gradi giorno della località; vengono altresì introdotte delle limitazioni alle trasmittanze degli elementi costruttivi, in funzione della zona climatica di appartenenza.

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme

Valori limite, **applicabili dal 1° gennaio 2010**, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno

| Rapporto di forma dell'edificio S/V | Zona climatica | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|--------------|---|
| | A | | B | | C | | D | | E | | F |
| | <i>fino a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>oltre</i> | |
| 600 | 601 | 900 | 901 | 1400 | 1401 | 2100 | 2101 | 3000 | 3000 | 3000 | |
| GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | |
| ≤ 0,2 | 8,5 | 8,5 | 12,8 | 12,8 | 21,3 | 21,3 | 34 | 34 | 46,8 | 46,8 | |
| ≥ 0,9 | 36 | 36 | 48 | 48 | 68 | 68 | 88 | 88 | 116 | 116 | |

Tutti gli altri edifici

Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno (2006)

| Rapporto di forma dell'edificio S/V | Zona climatica | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|--------------|---|
| | A | | B | | C | | D | | E | | F |
| | <i>fino a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>da</i> | <i>a</i> | <i>oltre</i> | |
| 600 | 601 | 900 | 901 | 1400 | 1401 | 2100 | 2101 | 3000 | 3000 | 3000 | |
| GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | GG | |
| ≤ 0,2 | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 4,5 | 7,5 | 7,5 | 12 | 12 | 16 | 16 | |
| ≥ 0,9 | 11 | 11 | 17 | 17 | 23 | 23 | 30 | 30 | 41 | 41 | |

Valori limite, **applicabili dal 1° gennaio 2008**, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno

| Rapporto di forma dell'edificio S/V | Zona climatica | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|---|
| | A | | B | | C | | D | | E | | F |
| | <i>fino a</i> 600 GG | <i>da</i> 601 GG | <i>a</i> 900 GG | <i>da</i> 901 GG | <i>a</i> 1400 GG | <i>da</i> 1401 GG | <i>a</i> 2100 GG | <i>da</i> 2101 GG | <i>a</i> 3000 GG | <i>oltre</i> 3000 GG | |
| ≤ 0,2 | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 4,5 | 6,5 | 6,5 | 10,5 | 10,5 | 14,5 | 14,5 | |
| ≥ 0,9 | 9 | 9 | 14 | 14 | 20 | 20 | 26 | 26 | 36 | 36 | |

Valori limite, **applicabili dal 1° gennaio 2010**, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno

| Rapporto di forma dell'edificio S/V | Zona climatica | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|---|
| | A | | B | | C | | D | | E | | F |
| | <i>fino a</i> 600 GG | <i>da</i> 601 GG | <i>a</i> 900 GG | <i>da</i> 901 GG | <i>a</i> 1400 GG | <i>da</i> 1401 GG | <i>a</i> 2100 GG | <i>da</i> 2101 GG | <i>a</i> 3000 GG | <i>oltre</i> 3000 GG | |
| ≤ 0,2 | 2,0 | 2,0 | 3,6 | 3,6 | 6 | 6 | 9,6 | 9,6 | 12,7 | 12,7 | |
| ≥ 0,9 | 8,2 | 8,2 | 12,8 | 12,8 | 17,3 | 17,3 | 22,5 | 22,5 | 31 | 31 | |

I valori limite riportati nelle tabelle sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:

- S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato V;
- V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superficie che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2-0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportate in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

Per località caratterizzate da un numero di gradi giorno superiori a 3001 i valori limiti sono determinati per estrapolazione lineare sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento al numero di GG proprio della località in esame.

Trasmittanza termica delle strutture opache verticali

| Zona climatica | Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache espressa in W/m ² K | | |
|----------------|--|--|--|
| | dall'1 gennaio 2006 U (W/m ² K) | dall'1 gennaio 2008 U (W/m ² K) | dall'1 gennaio 2010 U (W/m ² K) |
| A | 0,85 | 0,72 | 0,62 |
| B | 0,64 | 0,54 | 0,48 |
| C | 0,57 | 0,46 | 0,40 |
| D | 0,50 | 0,40 | 0,36 |
| E | 0,46 | 0,37 | 0,34 |
| F | 0,44 | 0,35 | 0,33 |

Trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali o inclinate

Coperture

| <i>Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate espressa in W/m²K</i> | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Zona climatica | dall'1 gennaio 2006 | dall'1 gennaio 2008 | dall'1 gennaio 2010 |
| | U (W/m²K) | U (W/m²K) | U (W/m²K) |
| A | 0,80 | 0,42 | 0,38 |
| B | 0,60 | 0,42 | 0,38 |
| C | 0,55 | 0,42 | 0,38 |
| D | 0,46 | 0,35 | 0,32 |
| E | 0,43 | 0,32 | 0,30 |
| F | 0,41 | 0,31 | 0,29 |

Pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno

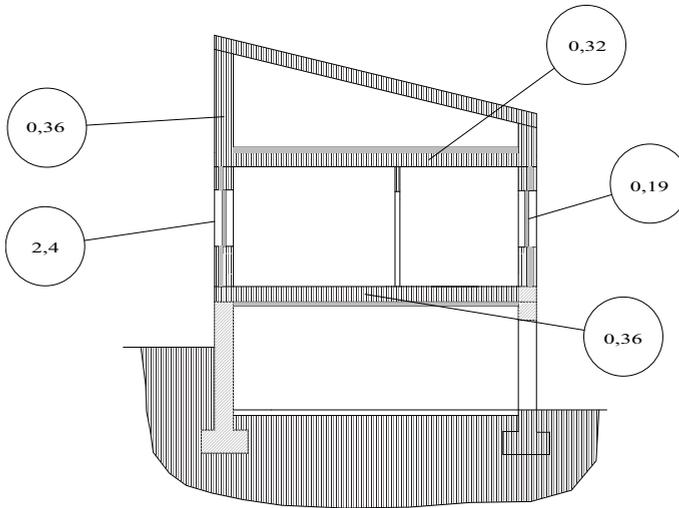
| <i>Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m²K</i> | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Zona climatica | dall'1 gennaio 2006 | dall'1 gennaio 2008 | dall'1 gennaio 2010 |
| | U (W/m²K) | U (W/m²K) | U (W/m²K) |
| A | 0,80 | 0,74 | 0,65 |
| B | 0,60 | 0,55 | 0,49 |
| C | 0,55 | 0,49 | 0,42 |
| D | 0,46 | 0,41 | 0,36 |
| E | 0,43 | 0,38 | 0,33 |
| F | 0,41 | 0,36 | 0,32 |

Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti

| <i>Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m²K</i> | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Zona climatica | dall'1 gennaio 2006 | dall'1 gennaio 2008 | dall'1 gennaio 2010 |
| | U (W/m²K) | U (W/m²K) | U (W/m²K) |
| A | 5,5 | 5,0 | 4,6 |
| B | 4,0 | 3,6 | 3,0 |
| C | 3,3 | 3,0 | 2,6 |
| D | 3,1 | 2,8 | 2,4 |
| E | 2,8 | 2,4 | 2,2 |
| F | 2,4 | 2,2 | 2,0 |

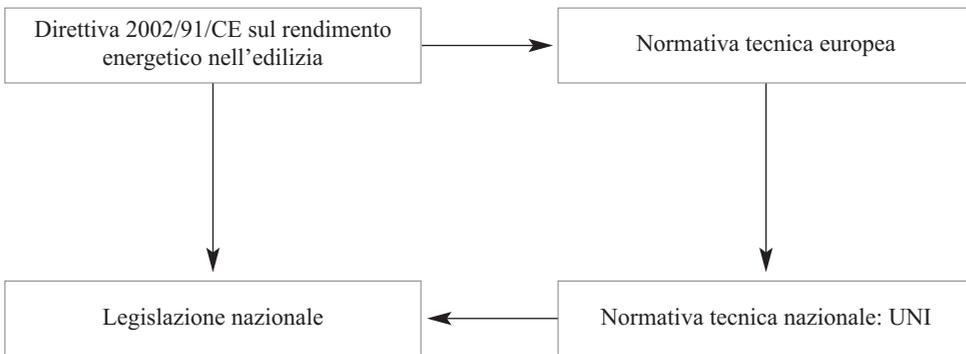
| <i>Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in W/m²K</i> | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Zona climatica | dall'1 gennaio 2006 | dall'1 luglio 2008 | dall'1 gennaio 2011 |
| | U (W/m²K) | U (W/m²K) | U (W/m²K) |
| A | 5,0 | 4,5 | 3,7 |
| B | 4,0 | 3,4 | 2,7 |
| C | 3,0 | 2,3 | 2,1 |
| D | 2,6 | 2,1 | 1,9 |
| E | 2,4 | 1,9 | 1,7 |
| F | 2,3 | 1,7 | 1,3 |

Visivamente le tabelle precedenti, per un fabbricato ricadente in zona climatica “D”, si mostrano come in figura.



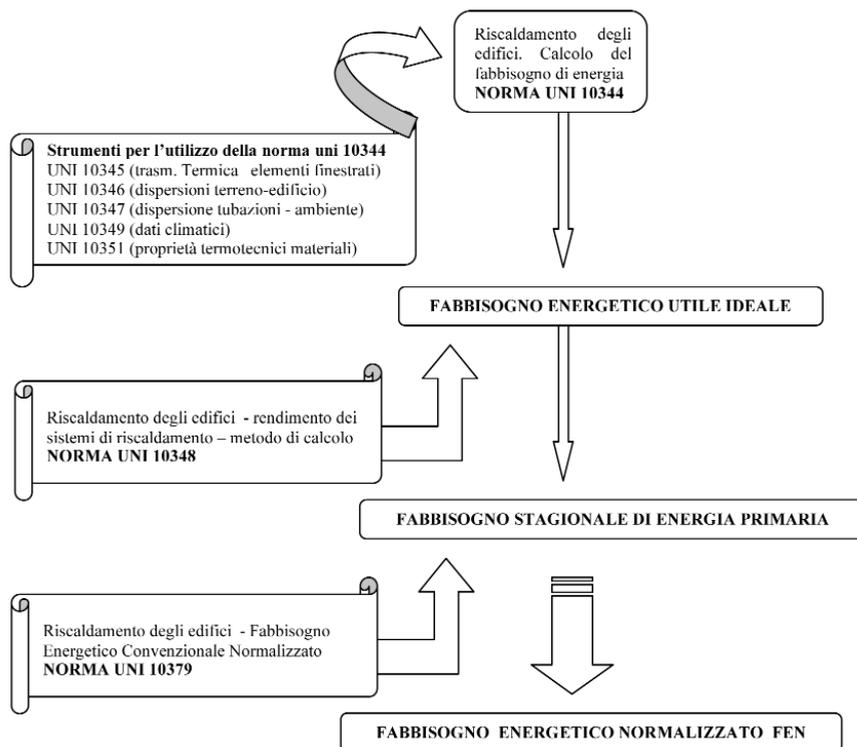
Fabbricato ricadente nella zona climatica “D”

Sinotticamente si ha il seguente quadro di raccordo fra la legislazione e le normative tecniche.



La prima norma sul calcolo termico, la vecchia 373 del 1976, aveva come norma tecnica di riferimento la UNI 7357, “Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici”.

Secondo la Legge n. 10/1991 il calcolo doveva articolarsi nel suo sviluppo con l’aiuto delle seguenti norme:



Con l'attuale impianto legislativo le nuove norme tecniche di riferimento, con cui effettuare il calcolo per la certificazione energetica sono:

| NORME QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE | |
|---|--|
| UNI/TS 11300 – 1 | Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale. |
| UNI/TS 11300 – 2 | Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria. |
| UNI/TS 11300 – 3 | Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva. |
| UNI/TS 11300 – 4 (in fase di elaborazione) | Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria. |

| NORME PER LA DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO | |
|---|---|
| UNI EN ISO 13790 | Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento |

| NORME PER LA CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO | |
|--|--|
| UNI EN ISO 6946 | Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo |
| UNI EN ISO 10077-1 | Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità |
| UNI EN ISO 10077-2 | Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai |
| UNI EN ISO 13786 | Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo |
| UNI EN ISO 13789 | Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo |
| UNI EN ISO 13370 | Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo |
| UNI EN ISO 10211 | Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Calcoli dettagliati |
| UNI EN ISO 14683 | Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi |
| UNI EN ISO 13788 | Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale – Metodo di calcolo |
| UNI EN 13363-1 | Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare e luminosa – Parte 1: Metodo semplificato |
| UNI EN 13363-2 | Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare e luminosa – Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato |
| UNI 11235 | Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde |

| NORME PER LA VENTILAZIONE | |
|----------------------------------|--|
| UNI 10339 | Impianti aeraulici ai fine di benessere – Generalità, classificazione e requisiti |
| UNI EN ISO 13779 | Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione |
| UNI EN ISO 15242 | Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni |

| BANCHE DATI E NORME DI SUPPORTO | |
|--|---|
| UNI 10349 | Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – dati climatici |
| UNI 10351 | Materiali da costruzione – conduttività termica e permeabilità al vapore |
| UNI 10355 | Murature e solai – valori della resistenza termica e metodo di calcolo |
| UNI EN 410 | Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate |
| UNI EN 673 | Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica (valore U) – Metodo di calcolo |
| UNI EN ISO 7345 | Isolamento termico – Grandezze fisiche e definizioni |
| UNI 8065 | Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile |
| UNI EN 303-5 | Caldaie per riscaldamento – Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale e automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW – Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura |

La metodologia di calcolo adottata dovrà garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche, a tale requisito rispondono le normative UNI e CEN vigenti in tale settore.

L'articolo 5.1 delle linee guida riporta: “*Per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (EPI) e per la produzione dell'acqua calda sanitaria (EPacs), attuativo del 'Metodo calcolato di progetto o di calcolo standardizzato' di cui al punto 1 del paragrafo 4, si fa riferimento alle metodologie di calcolo definite ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo, e precisamente alle norme della serie UNI/TS 11300 e loro successive modificazione e integrazioni*”.

Quest'ultimo passaggio costituisce un rimando dinamico alle future UNI/TS 11300 parte terza e quarta che, pertanto, entreranno in vigore senza bisogno di essere recepite tramite decreti o altri strumenti legislativi.

Altri aspetti prestazionali del fabbricato

Nella corretta ed integrale progettazione di un edificio, ai fini del risparmio energetico, deve tenersi conto di due concetti: ridurre i consumi e aumentare l'efficienza. Le attuali linee guida sul risparmio energetico, tra l'altro, richiedono al redattore di indicare la *prestazione energetica raggiungibile*: prestazione energetica conseguente alla realizzazione degli interventi di riqualificazione più significativi ed *economicamente convenienti* per il miglioramento della predetta prestazione. Gli interventi di riqualificazione, ovviamente, devono servire ad aumentare l'efficienza energetica. Tali interventi sommariamente possono individuarsi in:

- *strutturali*: isolamento dell'edificio;
- *impiantistici*: dalla caldaia, agli elementi diffusori passando per la distribuzione;
- *gestionali*: come si utilizza l'edificio e l'impianto.

È possibile, in generale, individuare alcune scelte operative per ognuno dei punti appena detti.

Isolamento dell'edificio

- *Isolamento termico delle coperture*: valutare la possibilità di isolare termicamente il tetto. In presenza di coperture a tetto in buono stato di manutenzione valutare, si può valutare la possibilità di procedere ad un isolamento dall'interno, applicando al soffitto pannelli isolanti;
- *isolamento termico dell'involucro*: migliorare la prestazione energetica delle pareti può arrivare a far risparmiare fino al 25-30%. L'isolamento può essere aumentato con una coibentazione cosiddetta a cappotto cioè uno strato isolante a protezione delle superfici esterne esistenti;
- *serramenti efficienti*: cambiare i vecchi serramenti poco efficienti con infissi che disperdono meno costituisce certamente un investimento, ma garantisce a lungo termine un apprezzabile risparmio.

Miglioramento impiantistico

- *Caldaia*: in caso di sostituzione utilizzare quelle di nuova generazione (per es. a condensazione) e realizzando, quando possibile, impianti a bassa temperatura come i pannelli radianti a pavimento. Consigliabile anche l'ampliamento della superficie radiante facendoli funzionare a temperature più basse;

- *rete di distribuzione*: migliorare l'isolamento dei tubi della rete evitando di mantenere temperature elevate a causa delle perdite. Consigliabile l'installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore sui singoli elementi radianti.

Gestione dell'impianto

- *Dispersioni*: limitare al massimo le dispersioni dotando gli infissi di tapparelle o sportelli da chiudere durante le ore notturne;
- *temperatura interna*: mantenerla vicino i 20°C. Ogni grado in più fa innalzare i consumi di circa il 5%;
- *radiatori*: non schermare i radiatori con copricoloriferi o tende. La schermatura fa aumentare notevolmente i consumi di energia.