

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA 29 settembre 2004, n. 34 1)

—  
Regolamento di esecuzione della legge urbanistica in materia di risparmio energetico  
2004

Art. 1. (Ambito di applicazione)

(1) Il presente regolamento definisce i valori massimi di fabbisogno di calore annuale per riscaldamento negli edifici di nuova costruzione, determina le categorie degli edifici a cui si applicano tali valori e definisce lo spessore di coibentazione che non viene calcolato come cubatura urbanistica, in attuazione dei commi 5 e 6 dell'articolo 127 della legge urbanistica provinciale 11 agosto 1997, n. 13, e successive modifiche.

(2) Ai fini del presente regolamento per edifici di nuova costruzione si intendono anche gli edifici che siano stati demoliti e ricostruiti.

Art. 2. (Categorie degli edifici)

(1) Le disposizioni del presente regolamento si applicano a tutti gli edifici ad uso abitativo e per uffici, eccezione fatta per quelli ubicati in zona produttiva.

Art. 3. (Certificato CasaClima)

(1) Le categorie di consumo di calore ed il metodo di calcolo dell'indice termico sono determinati nell'allegato A.

(2) Affinchè possa essere rilasciato il certificato d'abitabilità, il fabbisogno energetico annuo degli edifici deve essere pari o inferiore alla categoria C del certificato CasaClima. Per edifici della categoria C il calcolo ai sensi dell'allegato A, controfirmato dal direttore lavori, va depositato presso il comune competente. Per edifici della categoria A e B la verifica e il rilascio della relativa certificazione avviene tramite l'Ufficio provinciale Aria e Rumore. 2)

Art. 4. (Dichiarazione attestante il fabbisogno energetico annuale)

(1) Unitamente alla domanda di concessione edilizia va presentata una dichiarazione, firmata dal/dalla richiedente e dal/dalla progettista, attestante il rispetto dei valori di cui all'articolo 3. 3)

(2) Per gli edifici di cui all'articolo 2 non trovano applicazione le disposizioni di cui agli articoli da 27 a 30 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

Art. 5. 4)

Art. 6. (Vigilanza)

(1) L'Ufficio provinciale Aria e rumore può effettuare ispezioni e controlli negli edifici e nei cantieri e richiedere la documentazione e le informazioni necessarie ai fini della vigilanza.

Art. 7. (Norma transitoria)

(1) Le disposizioni del presente regolamento si applicano agli edifici per i quali la domanda di concessione edilizia è stata inoltrata dopo la data di entrata in vigore del regolamento stesso.

Il presente decreto sarà pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

ALLEGATO A

-----  
*1) Pubblicato nel Suppl. n. 1 al B.U. 28 dicembre 2004, n. 52.*

*2) Il comma 2 è stato sostituito dall'art. 1 del D.P.P. 21 aprile 2005, n. 17.*

*3) Il comma 1 è stato sostituito dall'art. 2 del D.P.P. 21 aprile 2005, n. 17.*

*4) L'art. 5 è stato abrogato dall'art.4 del D.P.P. 28 settembre 2007, n. 52.*

## CATEGORIE DI CONSUMO E CALCOLO DEGLI INDICI TERMICI

Categorie di consumo	Fabbisogno energetico annuo
Categoria di consumo A	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Categoria di consumo B	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Categoria di consumo C	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Categoria di consumo D	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Categoria di consumo E	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Categoria di consumo F	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Categoria di consumo G	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$

## Concetti, simboli e indici

## Concetti

*Zona riscaldata:* vani che, a seconda del loro utilizzo, vengono riscaldati in modo diretto oppure in modo indiretto tramite vani adiacenti.

*Zona non riscaldata:* vani che non fanno parte dell'area riscaldata. Si tratta prevalentemente di sottotetti, cantine non riscaldate, garage annessi e serre.

*Serra:* veranda di vetro ventilata e non sempre aperta verso il vano adiacente riscaldato.

*Temperatura esterna:* temperatura dell'aria esterna.

*Temperatura interna* ("temperatura nominale"): temperatura dell'area riscaldata che sta alla base del calcolo.

*Perdite di calore:* quantità di calore emessa dall'area riscaldata all'ambiente mediante trasmissione del calore o ventilazione.

*Guadagni termici:* quantità di calore che si forma o che rientra all'interno dell'area riscaldata e che è indipendente dalle fonti del calore del sistema di riscaldamento.

*Grado di utilizzazione dei guadagni termici:* quote dei guadagni termici solari che si ottengono in un edificio e dei guadagni termici per carichi interni di un edificio che possono essere sfruttate per il riscaldamento.

*Capacità di accumulo efficace del calore:* quota della capacità di accumulo del calore di un edificio che influisce sul fabbisogno di calore.

*Fabbisogno di calore per il riscaldamento:* quantità di calore calcolata necessaria per mantenere una temperatura interna prestabilita.

*Fabbisogno di energia per il riscaldamento:* fabbisogno calcolato di energia primaria necessario per coprire il fabbisogno di calore per il riscaldamento, tenendo conto delle perdite di conversione.

*Periodo di riscaldamento:* periodo in cui viene riscaldato un edificio.

*Temperatura limite di riscaldamento:* temperatura esterna a partire dalla quale un edificio con una temperatura interna prestabilita non deve più essere riscaldato.

## Simboli, denominazioni ed unità

SIMBOLI	DENOMINAZIONE	UNITÀ
$A_B$	Superficie dell'involucro dell'edificio che emette calore	m <sup>2</sup>
$A_r$	Superficie del telaio (chiassile e battente)	m <sup>2</sup>
$A_g$	Superficie vetrata	m <sup>2</sup>
$A_i$	Superficie dell'elemento costruttivo	m <sup>2</sup>
$A_w$	Superficie della finestra	m <sup>2</sup>
$A/V$	Rapporto superficie-volume	M
$BGF_B$	Superficie lorda riscaldata dei piani	m <sup>2</sup>
$BGF_{B,DG}$	Superficie lorda riscaldata dei piani di sottotetti resi abitabili	m <sup>2</sup>
$NGF_B$	Superficie netta riscaldata dei piani	m <sup>2</sup>

$c_a$	Capacità termica specifica dell'aria	Wh/(kg·K)
$d$	Spessore di uno strato di un elemento costruttivo	M
$f_i$	Fattore di correzione della temperatura dell'elemento costruttivo i	-
$f_s$	Fattore di riduzione per l'ombreggiamento	-
$g$	Grado di trasmissione dell'energia totale (fattore solare) della vetrata	-
$g_w$	Grado di trasmissione dell'energia totale effettivo della vetrata	-
$h_{DG}$	Altezza lorda dei piani del sottotetto	M
$HGT$	Gradi giorno durante il periodo di riscaldamento	Kd/a
$HT$	Quantità dei giorni di riscaldamento durante il periodo di risc.	d/a
$HWB_{NGF}$	Fabbisogno di calore per riscaldamento rapportato alla superficie netta	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
$I_j$	Somme di radiazione con l'orientamento j durante il periodo di riscaldamento	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
$L_e$	Conduttanza per elementi costruttivi adiacenti ad aria esterna	W/K
$l_B$	Lunghezza del balcone sporgente	M
$l_g$	Lunghezza margine del vetro stratificato	M
$L_g$	Conduttanza per elementi costruttivi a contatto con il suolo	W/K
$L_T$	Trasmittanza termica dell'involucro dell'edificio	W/K
$L_u$	Conduttanza per elementi costruttivi adiacenti a vani non riscaldati	W/K
$L_v$	Coefficiente specifico di ventilazione dell'involucro dell'edificio	W/K
$L_\chi$	Aumenti puntuali di conduttanza per ponti termici	W/K
$L_\psi$	Coefficiente lineico d'aumento per ponti termici	W/K
$N$	Indice di ricambio d'aria	1/h
$n_x$	Ulteriore indice di ricambio d'aria mediante vento e spinta di Archimede	1/h
$P_1$	Carico di riscaldamento relativo alla superficie	W/m <sup>2</sup>
$P_{tot}$	Carico di riscaldamento dell'edificio	W
$Q_h$	Fabbisogno di calore durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
$q_i$	Densità media del flusso di calore dei guadagni per carichi interni	W/m <sup>2</sup>
$Q_i$	Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
$Q_s$	Guadagni termici solari tramite elementi costruttivi trasparenti durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
$Q_T$	Perdite di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
$Q_v$	Perdite del calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
$q_{v,f}$	Portata volumetrica di aria mediante ventilazione forzata	m <sup>3</sup> /h
$R_{si}$	Resistenza di convezione termica dall'aria interna alla superficie dell'elemento costruttivo	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{se}$	Resistenza di convezione termica dalla superficie dell'elemento costruttivo all'aria esterna	m <sup>2</sup> ·K/W
$U_f$	Coefficiente di trasmissione del calore del telaio senza tener conto dell'effetto di bordo	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_g$	Coefficiente di trasmissione del calore della vetrata senza tener conto dell'effetto di bordo	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_i$	Coefficiente di trasmissione globale dell'elemento costruttivo i	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_m$	Coefficiente medio di trasmissione globale dell'involucro dell'edificio che emette calore	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_w$	Coefficiente di trasmissione del calore di una finestra	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$V_B$	Volume lordo riscaldato dell'edificio	m <sup>3</sup>
$V_{B,DG}$	Volume lordo riscaldato di sottotetti resi abitabili	m <sup>3</sup>
$V_N$	Volume netto ventilato dell'edificio	m <sup>3</sup>
$\gamma$	Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	-
$\eta$	Grado di utilizzazione dei guadagni termici	-
$\eta_v$	Grado di utilizzazione del sistema di recupero del calore	-

$\lambda$	Conducibilità termica equivalente di uno strato costruttivo	W/(m·K)
$\theta_i$	Temperatura media interna	°C
$\theta_e$	Temperatura media esterna mensile o riferita al periodo di riscaldamento	°C
$\theta_{ne}$	Temperatura esterna normale	°C
$\rho_a$	Densità dell'aria	kg/m <sup>3</sup>
$\Psi_B$	Coefficiente di trasmissione del calore per metro di balconi sporgenti	W/(m·K)
$\psi_g$	Coefficiente di correzione per il ponte termico tra telaio e vetro	W/(m·K)

### Indici

<i>A</i>	aria ( <i>air</i> )	<i>se</i>	superficie esterna ( <i>external surface</i> )
<i>c</i>	caratteristico ( <i>characteristic</i> )	<i>si</i>	superficie interna ( <i>internal surface</i> )
<i>e</i>	esterno ( <i>external</i> )	<i>u</i>	non riscaldato ( <i>unheated</i> )
<i>f</i>	ventilatore ( <i>fan</i> ),	<i>v</i>	ventilato ( <i>ventilated</i> )
<i>f</i>	telaio ( <i>frame</i> )	<i>w</i>	finestra ( <i>window</i> ), efficace
<i>g</i>	suolo ( <i>ground</i> ), vetro ( <i>glazing</i> )	<i>x</i>	ulteriore ( <i>extra</i> )
<i>h</i>	riscaldamento ( <i>heating</i> ), riscaldato ( <i>heated</i> )	<i>B</i>	lordo riscaldato
<i>i</i>	interno ( <i>internal</i> ), indice	<i>N</i>	netto ( <i>net</i> )
<i>j</i>	orientamento	<i>S</i>	ombreggiatura ( <i>shading</i> )
<i>m</i>	medio ( <i>middle</i> )	<i>T</i>	trasmissione ( <i>transmission</i> )
<i>s</i>	solare ( <i>solar</i> )	<i>V</i>	ventilazione ( <i>ventilation</i> ), volume ( <i>volume</i> )

### Dati oggetto

#### Utilizzo dell'edificio e tipo di costruzione

Gli edifici sono suddivisi secondo il loro utilizzo nelle seguenti categorie:

- edifici per uffici
- edificio monofamiliare o bifamiliare
- edificio plurifamiliare
- edificio per uffici e ad uso abitativo

Il tipo di costruzione dell'edificio dipende dai materiali da costruzione impiegati e dalla loro densità. Si distingue tra i seguenti tipi:

- costruzione leggera (p.es. costruzione in legno)
- costruzione media (p.es. costruzione in mattoni)
- costruzione pesante (p.es. costruzione in calcestruzzo)

### Dati climatici

Per calcolare il fabbisogno di calore si devono considerare i dati climatici del relativo Comune dell'Alto Adige. I dati climatici sono stati determinati mediante rilevazioni pluriennali.

- Gradi giorno  $HGT_{12/20}$  durante il periodo di riscaldamento
- Giorni di riscaldamento  $HT_{12}$  durante il periodo di riscaldamento
- Temperatura media esterna  $\theta_e$  durante il periodo di riscaldamento
- Temperatura esterna prescritta  $\theta_{ne}$
- Intensità di radiazione  $I_s, I_{0/W}, I_N$  e  $I_{horizontal}$  durante il periodo di riscaldamento

Se la posizione dell'edificio è 100 m più in alto o più in basso del municipio del paese, si eseguono le seguenti correzioni:

$HGT \pm 3\%$	per	$\pm$	100 m di dislivello rispetto al municipio
$\theta_{ne} \pm 0,5\text{ K}$	per	$\pm$	100 m di dislivello rispetto al municipio

Per i paesi non indicati si esegue il calcolo con i valori del paese più vicino con una posizione simile.

### Temperatura interna

Per la temperatura media interna  $\theta_i$  per edifici abitativi si assume un valore di 20°C.

### Volume e superfici riscaldati

La superficie netta riscaldata, la superficie lorda riscaldata, il volume netto ventilato ed il volume lordo riscaldato rappresentano dei dati importanti per il calcolo.

Il calcolo semplificato del volume netto ventilato si effettua in base alla seguente formula:

$$V_N = n_v \times V_B \dots \text{ in m}^3$$

Per  $n_v$  si applicano i seguenti valori a seconda del tipo di costruzione:

costruzione leggera	0,8
costruzione media	0,75
costruzione pesante	0,7

Per motivi architettonici, negli edifici per uffici si raggiungono spesso altezze dei vani elevate. In tal caso non ha senso considerare tutto il volume per il calcolo. Pertanto si adotta la seguente semplificazione già automaticamente calcolata:

$$NGF_B \cdot 3,0\text{m} < V_N \rightarrow V_N = NGF_B \cdot 3,0\text{m}$$

Questa semplificazione è valida soltanto per gli edifici per uffici.

La superficie netta dei piani  $NGF_B$  è il valore di riferimento per il fabbisogno di calore relativo alla superficie ed il carico di riscaldamento relativo alla superficie  $P_1$ .

Il calcolo semplificato si effettua in base alla seguente formula:

$$NGF_B = n_B \cdot BGF_B \dots \text{ in m}^2$$

Per  $n_B$  si applicano i seguenti valori a seconda del tipo di costruzione:

costruzione leggera	0,9
costruzione media	0,85
costruzione pesante	0,8

### Rapporto superficie - volume dell'edificio

Il rapporto tra la superficie dell'involucro dell'edificio  $A_B$ , che racchiude il volume lordo riscaldato dell'edificio, ed il volume lordo riscaldato  $V_B$ , abbreviato in rapporto  $A/V$ , è una misura necessaria a definire la compattezza di un edificio e viene calcolato come segue:

$$\frac{A}{V} = \frac{V_B}{A_B} \text{ in m}$$

**Fabbisogno di calore per riscaldamento**

Il fabbisogno di calore per riscaldamento indica la quantità di calore calcolata che deve essere condotta ai vani di un edificio come media pluriennale durante un periodo di riscaldamento per mantenere una temperatura interna stabilita.

Il fabbisogno di calore per riscaldamento viene calcolato per bilanciamento come segue:

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta \times (Q_i + Q_s) \dots \text{ in kWh/a}$$

**Metodo di bilancio dei periodi di riscaldamento**

Per ottenere il certificato "CasaClima" si applica un procedimento di calcolo semplificato, il cosiddetto procedimento di bilancio dei periodi di riscaldamento. La durata del periodo di riscaldamento è prestabilita supponendo una temperatura limite di 12 °C. I giorni di riscaldamento vanno determinati consultando i dati climatici del relativo Comune.

**Zone di temperatura**

Il seguente procedimento di calcolo si usa in genere per edifici riscaldati in modo uniforme, a condizione che le temperature interne delle singole parti dell'edificio differiscano di meno di 4°C. Nel caso di differenze più elevate, l'edificio dovrebbe essere diviso in due o più zone di temperatura, stabilendo il bilancio termico per ogni zona e aggiungendo alla fine i risultati di ogni zona. Per il certificato degli edifici abitativi si applica un procedimento di calcolo semplificato con una zona di temperatura uniforme.

**Riscaldamento parziale e abbassamento notturno**

I risparmi ottenuti per riscaldamento parziale dei vani ed abbassamento notturno dell'impianto di riscaldamento non vengono presi in considerazione per il calcolo per ottenere il certificato.

**Perdite di calore per trasmissione**

Le perdite di calore per trasmissione  $Q_T$  in seguito alla conduzione termica negli elementi costruttivi e alla convezione termica sulle superfici vengono calcolate come segue:

$$Q_T = 0,024 \times L_T \times HGT \dots \text{ in kWh/a}$$

**Trasmittanza termica dell'involucro dell'edificio**

La trasmittanza termica  $L_T$  viene calcolata aggiungendo le conduttanze per tutti gli elementi costruttivi dell'involucro, tenendo conto delle influenze di ponti termici, come segue:

$$L_T = L_e + L_u + L_g + L_\psi + L_\chi \dots \text{ in W/K}$$

**Conduttanze per elementi costruttivi**

Le conduttanze per elementi costruttivi  $L_e$ ,  $L_u$  e  $L_g$  si calcolano con metodo semplificato come segue:

$$L_e + L_u + L_g = \sum_i f_i \times U_i \times A_i \dots \text{ in W/K}$$

Il fattore di correzione della temperatura  $f_i$  va desunto dalla tabella 1.

### Aumenti di conduttanza per ponti termici

I ponti termici si presentano di solito al passaggio tra muro esterno e solaio superiore dei piani, nell'intradosso di una finestra (architrave, parti laterali, parapetto), nonché nel collegamento tra muro esterno e solaio dei piani.

Gli aumenti di conduttanza per ponti termici  $L_\psi$  e  $L_\chi$  si calcolano in modo semplificato come segue:

$$L_\psi + L_\chi = 0,2 \times \left( 0,75 - \frac{L_e + L_u + L_g}{A_B} \right) \times (L_e + L_u + L_g) + \sum_i \psi_{Bi} \cdot l_{Bi} \dots \text{ in } W/K$$

Soprattutto i balconi sporgenti sono noti per la loro elevata perdita di calore e sono da considerare separatamente tramite il coefficiente di trasmissione del calore lineare per metro e la loro lunghezza  $l_B$ .

### Coefficiente di trasmissione dell'elemento $i$

Il coefficiente di trasmissione  $U_i$  indica quanto calore viene scambiato attraverso 1 m<sup>2</sup> dell'elemento costruttivo  $i$  con una differenza della temperatura tra l'interno e l'esterno di 1 K per unità di tempo. Si calcola come segue:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Per i coefficienti convettivi  $R_{si}$  e  $R_{se}$  nonché per la somma delle due grandezze, vanno utilizzati i valori indicati nella tabella 1. Il valore della conduttività termica  $\lambda$  va desunto dalla documentazione relativa o va dimostrato con un verbale di prova.

La resistenza alla trasmissione del calore di un elemento strutturale con strati eterogenei è calcolata mediante il valore medio aritmetico del valore limite superiore ed inferiore della resistenza alla trasmissione di calore.

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} \dots \text{ in } (m^2 \cdot K)/W$$

$R_T'$  è il valore limite superiore di resistenza alla trasmissione del calore ed  $R_T''$  quello inferiore. Il calcolo dei valori limite di resistenza alla trasmissione del calore deve essere fatto mediante suddivisione dell'elemento strutturale in ritagli e strati, in modo tale che ognuna delle parti dell'elemento strutturale sia termicamente omogenea (vedi figura).

Ogni ritaglio  $m$  (a,b,...) perpendicolare alla superficie dell'elemento strutturale ha una superficie  $f_m$ . Ogni strato  $j$  (a,  $\beta$ , g,...) parallelo alla superficie dell'elemento strutturale ha un spessore  $d_j$ . Ogni parte  $m$   $j$  ha una conducibilità termica equivalente  $a_{mj}$ , uno spessore  $d$ , una superficie  $f_m$  e una resistenza alla trasmissione di calore  $R_{mj}$ .

La superficie di una parte è il suo rapporto parziale rispetto alla superficie totale. Pertanto si applica la seguente formula:

$$f_a + f_b + \dots + f_n = 1$$

Il valore limite superiore della resistenza alla trasmissione del calore si calcola quindi secondo la seguente equazione:

$$\frac{1}{R_T'} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}} \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

$R_{Ta}$ ,  $R_{Tb}$ ,...  $R_{Tn}$  sono le resistenze alla trasmissione del calore di ogni ritaglio, calcolate secondo la formula generale per la resistenza alla trasmissione del calore, comprese le resistenze di convezione termica.  $f_a$ ,  $f_b$ ,...,  $f_n$  sono le superficie di ogni ritaglio.

Il valore limite superiore della resistenza alla trasmissione del calore si ricava calcolando prima la resistenza alla trasmissione del calore per ogni strato termicamente omogeneo, in base alla seguente equazione:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \quad \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Il valore limite inferiore della resistenza alla trasmissione del calore si calcola quindi sommando le singole resistenze alla trasmissione del calore di ogni strato e le resistenze di convezione termica.

$$R_T'' = R_{si} + R_{\alpha} + R_{\beta} + \dots + R_n + R_{se} \quad \dots \text{ in } (m^2 \cdot K)/W$$

Il valore U è il reciproco di  $R_T$ .

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

I casi particolari e le correzioni trattati specificamente nella EN ISO 6946 non sono considerati nel calcolo. L'errore stimato si ottiene dalla seguente formula:

$$E = \frac{R_T' - R_T''}{2 \cdot R_T} \quad \dots \text{ in } \%$$

### **Coefficiente di trasmissione di una finestra**

Il coefficiente di trasmissione  $U_w$  si calcola a scelta in uno dei due modi seguenti:

a) con il calcolo

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \quad \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Nel caso in cui non siano presenti indicazioni specifiche sul prodotto, i valori di calcolo per il coefficiente di trasmissione  $U_g$  possono essere desunti dalla tabella 2, per il coefficiente di trasmissione  $U_f$  - a seconda del tipo di telaio - dalle tabelle 3, 4 o 5, e per il coefficiente di correzione  $\psi_g$  dalla tabella 6.

b) mediante prova di una finestra con la stessa struttura e dimensioni prescritte.

### **Superfici vetrate e telai**

La superficie della vetrata  $A_g$  e la superficie del telaio  $A_f$  sono calcolate in base alla misura della luce architettonica della finestra ed allo spessore del telaio.

Lunghezza del perimetro della vetrata

La lunghezza del perimetro della vetrata  $l_g$  di una finestra si calcola in base allo spessore del telaio e alle dimensioni della finestra.

### **Perdite di calore per ventilazione**

Le perdite di calore per ventilazione  $Q_v$  in seguito al ricambio di aria d'ambiente calda con aria esterna fredda si calcolano nel modo seguente:

$$Q_v = 0,024 \times L_v \times HGT \quad \dots \text{ in } kWh/a$$

### **Coefficiente specifico di ventilazione dell'involucro dell'edificio**

Il coefficiente specifico di ventilazione  $L_v$  viene calcolato come segue:

$$L_v = \rho_a \times c_a \times n \times V_N \dots \text{ in W/K}$$

La capacità termica dell'aria si determina con  $\rho_a \times c_a = 0,33 \text{ Wh/(m}^3\text{K)}$ .

Indice di ricambio dell'aria

Il ricambio d'aria dipende dal comportamento dell'utente, per cui si presume che per il calcolo vi sia un comportamento standard.

Per l'indice di ricambio dell'aria  $n$  si assume il seguente valore:

$$n = 0,5 \dots \text{ in 1/h}$$

Per motivi igienici possono essere necessari indici di ricambio d'aria più elevati.

Sistemi meccanici di ventilazione con recupero del calore

L'indice di ricambio dell'aria  $n$  nei sistemi meccanici di ventilazione con recupero del calore dall'aria viziata e riscaldamento dell'aria di alimentazione viene calcolato come segue:

$$n = \frac{q_{v,f}}{V_N} \times (1 - \eta_v) + n_x \dots \text{ in 1/h}$$

Nel caso in cui l'indice di ricambio dell'aria  $q_{v,f}/V_N$  ottenuto meccanicamente fosse inferiore a 0,4/h, si presume una ventilazione attraverso la finestra che garantisca un ricambio dell'aria pari a 0,5/h, necessario per motivi igienici.

$$n = 0,4 - \frac{q_{v,f}}{V_N} \cdot \eta_v + n_x \dots \text{ in 1/h}$$

Qualora non si disponesse dei dati relativi alla portata volumetrica di aria mediante ventilazione forzata, questa può essere calcolata utilizzando il seguente metodo semplificato:

$$q_{v,f} = 0,8 \cdot V_N \dots \text{ in m}^3\text{/h}$$

Il grado di utilizzazione  $\eta_v$  deve essere dimostrato con una perizia termotecnica. Le perdite di calore per ventilazione che si originano per una mancanza di tenuta dell'edificio in seguito a vento e alla spinta di Archimede si considerano mediante l'indice aggiuntivo di ricambio dell'aria  $n_x$ , con  $n_x$  pari a 0,1.

### **Guadagni termici solari**

I guadagni termici  $Q_s$  in seguito ad irradiazione solare attraverso elementi costruttivi trasparenti si calcolano come segue:

$$Q_s = \sum_j I_j \times (\sum A_g \times f_s \times g_w)_j \dots \text{ in kWh/a}$$

### **Fattore di riduzione per ombreggiamento**

Il fattore di riduzione  $f_s$  viene calcolato in modo semplificato come segue:

$f_s = 0,9$  in posizione non ombreggiata

$f_s = 0,6$  in posizione ombreggiata

### Grado di trasmissione dell'energia totale

Il grado di trasmissione dell'energia totale effettivo  $g_w$  in seguito a vetrate sporche e al passaggio non verticale dell'irradiazione solare si determina in genere come segue:

$$g_w = 0,9 \times g$$

### Serre

I guadagni termici solari nelle serre vengono determinati calcolando soltanto il guadagno termico mediante irradiazione solare che giunge direttamente attraverso la vetrata esterna della serra e la vetrata interna tra la serra e la casa nei vani retrostanti. Si devono considerare eventuali ombreggiamenti ad opera del tetto della serra.

Isolamento termico trasparente

I guadagni termici mediante isolamento termico trasparente costituiscono un caso a sé stante e devono essere dimostrati separatamente e integrati nel calcolo del fabbisogno di calore per riscaldamento.

### Guadagni termici per carichi interni

I guadagni termici per carichi interni  $Q_i$  in seguito all'utilizzo di apparecchiature elettriche, illuminazione artificiale e calore corporeo di persone vengono calcolati come segue:

$$Q_i = 0,024 \times q_i \times NGF_B \times HT \dots \text{ in kWh/a}$$

Per la densità media del flusso di calore  $q_i$  per edifici abitativi si assumono in genere i seguenti valori:

Utilizzo dell'edificio:	$q_i$
Edificio per uffici	4,5 W/m <sup>2</sup>
Edificio familiare o bifamiliare	3,5 W/m <sup>2</sup>
Edificio plurifamiliare	3,5 W/m <sup>2</sup>
Edificio per uffici e ad uso abitativo	4,0 W/m <sup>2</sup>

### Grado di utilizzazione dei guadagni termici

Il grado di utilizzazione è un fattore che riduce la totalità dei guadagni mensili o stagionali (interni e solari - passivi) alla parte utilizzabile dei guadagni termici.

Applicando il procedimento di bilancio del periodo di riscaldamento, il grado di utilizzazione  $\eta$  viene calcolato in modo semplificato come segue:

$\eta = 1,00$	per tipi di costruzione pesante
$\eta = 0,98$	per tipi di costruzione media
$\eta = 0,90$	per tipi di costruzione leggera

### Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore

Il rapporto tra guadagni e perdite di calore  $\gamma$  viene calcolato come segue:

$$\gamma = \frac{Q_s + Q_i}{Q_T + Q_V}$$

**Indici termici****Carico di riscaldamento  $P_1$  riferito alla superficie**

Il carico di riscaldamento  $P_1$  riferito alla superficie si calcola in base al carico di riscaldamento dell'edificio, secondo la seguente formula:

$$P_1 = \frac{P_{tot}}{NGF_B} \dots \text{ in W/m}^2$$

Il carico di riscaldamento dell'edificio si calcola dalle perdite di calore trasmesso e dalle perdite di calore per ventilazione, tenendo conto della temperatura esterna prevista:

$$P_{tot} = (L_T + L_V) \times (\theta_i - \theta_{ne}) \dots \text{ in W}$$

Il carico di riscaldamento calcolato non sostituisce la dimostrazione del carico normale di riscaldamento dell'edificio.

Il fabbisogno termico specifico  $HWB_{NGF}$  riferito alla superficie

Il fabbisogno termico specifico annuo riferito alla superficie netta dei piani riscaldati viene calcolato come segue:

$$HWB_{NGF} = \frac{Q_h}{NGF_B} \dots \text{ in kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$$

**Elenco dei valori di calcolo**

**Tab. 1: Resistenze di convezione termica e fattori di correzione della temperatura degli elementi costruttivi**

Flusso di calore verso l'esterno attraverso	Resistenza di convezione termica in m <sup>2</sup> ·K/W			Fattore di correzione della temperatura $f_i$
	$R_{si}$	$R_{se}$	$R_{si} + R_{se}$	
<b>Elementi costruttivi attigui all'aria esterna</b>				
Muro esterno non ventilato	0,13	0,04	0,17	1,0
Muro esterno ventilato	0,13	0,13	0,26	1,0
Solaio esterno verso l'alto: non ventilato	0,10	0,04	0,14	1,0
Solaio esterno verso l'alto: ventilato	0,10	0,10	0,20	1,0
Solaio esterno verso il basso: non ventilato	0,17	0,04	0,21	1,0
Solaio esterno verso il basso: ventilato	0,17	0,17	0,34	1,0
Inclinazione del tetto non ventilato	0,10	0,04	0,14	1,0
Inclinazione del tetto ventilato	0,10	0,10	0,20	1,0
<b>Elementi costruttivi attigui a vani non riscaldati</b>				
Muro verso sottotetto non riscaldato	0,13	0,13	0,26	0,9
Solaio verso sottotetto non riscaldato	0,10	0,10	0,20	0,9

Muro verso garage sotterraneo	0,13	0,13	0,26	0,8
Solaio verso garage sotterraneo	0,17	0,17	0,34	0,8
Muro verso serra non riscaldata con la seguente vetrata esterna della serra: Vetrata semplice $U > 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Vetrata isolante $U \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Vetrata isolante selettiva $U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0,13	0,13	0,26	0,7 0,6 0,5
Muro verso cantina non riscaldata	0,13	0,13	0,26	0,5
Solaio verso cantina non riscaldata	0,17	0,17	0,34	0,5
Muro verso scalinata non riscaldata ed esposta ad aria esterna	0,13	0,13	0,26	0,5
Muro verso cortile interno con copertura in vetro (atrio)	0,13	0,13	0,26	0,5
Muro verso ulteriore vano di smorzamento	0,13	0,13	0,26	0,5
Solaio verso ulteriore vano di smorzamento verso l'alto verso il basso	0,10 0,17	0,10 0,17	0,20 0,34	0,5 0,5
<b>Elementi costruttivi a contatto con il suolo</b>				
Muro attiguo al suolo	0,13	-	0,13	0,6
Pavimento attiguo al suolo	0,17	-	0,17	0,5

**Tab. 2: Coefficienti di trasmissione del calore e gradi di utilizzazione dell'energia totale per vetrate**

Denominazione	$U_g$ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$g$
Vetrata semplice 6 mm	5,8	0,83
Vetrata trasparente isolante a due strati 6-8-6	3,2	0,71
Vetrata trasparente isolante a due strati 6-12-6	2,9	0,71
Vetrata trasparente isolante a due strati 6-16-6	2,7	0,72
Vetrata trasparente a due strati 6-30-6	2,7	0,72
Vetrata trasparente isolante a tre strati 6-12-6-12-6	1,9	0,63
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-16-4 (aria)	1,5	0,61
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-15-6 (Ar)	1,1	0,61
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-12-4 (Kr)	1,1	0,62
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-12-4 (Xe)	0,9	0,62
Vetrata termoisolante a tre strati rivestita 4-8-4-8-4 (Kr)	0,7	0,48
Vetrata termoisolante a tre strati rivestita 4-8-4-8-4 (Xe)	0,5	0,48
Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)	1,1	0,25
Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)	1,4	0,27
Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)	1,3	0,29
Vetrata riflettente a due strati 6-15-4 (Ar)	1,4	0,33
Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)	1,4	0,39
Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)	1,4	0,44
Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)	1,3	0,48

**Tab. 3: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in legno**

Spessore $d_f$ mm	$U_f$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	
	Legno morbido (500 kg/m <sup>3</sup> ) $\lambda = 0,13$ W/(m·K)	Legno duro (700 kg/m <sup>3</sup> ) $\lambda = 0,18$ W/(m·K)
30	2,3	2,70
50	2,0	2,35
70	1,8	2,05
90	1,6	1,85
110	1,4	1,65

**Tab. 4: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in materiale plastico**

Materiale	Tipo telaio	$U_f$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
Poliuretano		2,6
Profili tubolari in PVC	2 camere	2,2
	3 camere	2,0

**Tab. 5: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in metallo**

	$U_f$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
Con separazione termica	4,0
Senza separazione termica	6,0

**Tab. 6: Fattori di correzione per i ponti termici tra telaio e vetro**

	Fattore di correzione $\psi_g$	
	Vetrata a due e più strati, non rivestiti	Vetrata isolanti a due e tre strati con rivestimento
Telai in legno e materiale plastico	0,04	0,06
Telai in metallo con taglio termico	0,06	0,08
Telai in metallo senza taglio termico	0,00	0,02

## Dati climatici dei Comuni in Alto Adige

Comune	altezza sul mare [m]	HGT <sub>12/20</sub> [Kd/a]	HT <sub>12</sub> [d]	q <sub>e</sub> [°C]	q <sub>ne</sub> [°C]	I <sub>s</sub> [kWh/m2a]	I <sub>o/w</sub> [kWh/m2a]	I <sub>N</sub> [kWh/m2a]	I <sub>orizzontale</sub> [kWh/m2a]
Aldino	1225	4418	250	2,35	-19	563	352	214	589
Andriano	274	2760	179	4,60	-15	347	192	129	322
Anterivo	1209	4405	250	2,40	-19	563	352	214	589
Appiano	411	3017	191	4,20	-15	376	213	141	356
Avelengo	1290	4356	261	3,29	-20	604	385	231	643
Badia	1315	5131	287	2,13	-20	723	482	279	806
Barbiano	830	3754	232	3,82	-17	497	301	188	504
Bolzano	262	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Braies	1213	4733	263	1,97	-20	611	390	234	653
Brennero	1098	4177	244	2,90	-20	540	335	206	560
Bressanone	559	3214	213	4,93	-16	437	257	165	430
Bronzolo	238	2659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Brunico	830	3967	234	3,06	-17	504	307	191	514
Caines	592	3398	212	3,95	-16	433	254	163	424
Caldaro	425	3035	191	4,11	-16	376	213	141	356
Campo di Trens	937	3814	230	3,44	-18	491	297	186	497
Campo Tures	874	4047	234	2,72	-18	504	307	191	514
Castelbello	600	3285	206	4,04	-16	416	241	156	404
Castelrotto	1060	4038	242	3,28	-19	530	327	201	546
Cermes	292	2790	184	4,83	-15	358	200	134	335
Chienes	784	3856	227	3,02	-17	481	289	182	484
Chiusa	523	3063	203	4,88	-16	407	235	153	393
Cornedo	290	2699	179	4,94	-16	347	192	129	322
Cortaccia	333	2877	185	4,47	-15	362	203	135	339
Cortina	212	2641	173	4,75	-15	333	183	124	306
Corvara	1568	5791	309	1,25	-21	838	579	325	968
Curon	1520	4970	289	2,81	-21	733	490	283	819
Dobbiaco	1256	4866	270	1,97	-19	643	416	246	696
Egna	216	2659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Falzes	1022	3932	240	3,59	-18	523	321	199	538
Fié allo Sciliar	880	3661	229	4,00	-18	486	293	184	491
Fortezza	749	3783	225	3,22	-17	475	285	180	477
Funes	1132	4214	247	2,96	-19	551	343	210	574
Gais	841	3998	234	2,93	-17	504	307	191	514
Gargazzone	267	2760	184	4,99	-15	358	200	134	335
Glorenza	907	3664	226	3,75	-18	475	285	180	477
La Valle	1353	5202	287	1,89	-20	723	482	279	806
Laces	639	3397	213	4,08	-16	438	257	165	430
Lagundo	355	2921	191	4,69	-15	376	212	141	355
Laion	1093	4391	254	2,74	-19	579	365	221	610
Laives	255	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Lana	316	2819	184	4,67	-15	358	200	134	335
Lasa	868	3533	217	3,72	-18	449	265	169	444
Lauregno	1148	4154	251	3,45	-19	565	354	216	592
Luson	972	4303	248	2,64	-18	554	345	211	577

Magré	243	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Malles	1051	4011	242	3,40	-18	530	327	202	547
Marebbe	1195	4784	271	2,33	-20	646	418	248	700
Marlengo	363	2931	191	4,64	-15	376	212	141	355
Martello	1312	4638	266	2,57	-19	627	403	240	674
Meltina	1140	3992	246	3,76	-19	546	339	208	567
Merano	325	2894	191	4,83	-15	376	212	141	355
Monguelfo	1087	4419	250	2,29	-19	560	350	213	585
Montagna	497	3113	195	4,04	-16	387	220	145	368
Moso i.P.	1007	3990	243	3,59	-18	536	331	204	554
Nalles	331	2894	191	4,83	-15	376	212	141	355
Naturno	554	3223	206	4,34	-16	416	241	156	404
Naz - Sciaves	772	3816	225	3,07	-18	475	285	180	477
Nova Levante	1182	4382	250	2,49	-19	563	352	214	589
Nova Ponente	1357	4749	267	2,19	-20	629	404	241	676
Ora	242	2659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Ortisei	1234	4439	255	2,56	-19	579	365	221	611
Parcines	626	3320	206	3,87	-16	416	241	156	404
Perca	952	4221	241	2,47	-18	528	325	200	543
Plaus	519	3118	198	4,27	-16	395	226	148	378
Ponte Gardena	470	2967	197	4,94	-16	392	224	147	374
Postal	270	2764	184	4,97	-15	358	200	134	335
Prato a Stelvio	915	3676	226	3,70	-18	475	285	180	477
Predoi	1475	5120	292	2,49	-20	749	503	289	842
Proves	1420	4798	272	2,39	-20	654	425	251	711
Racines	976	3930	237	3,44	-20	515	315	196	527
Rasun - Anterselva	1030	4403	248	2,24	-18	554	345	211	577
Renon	1154	4014	246	3,67	-17	546	339	208	567
Rifiano	506	3232	206	4,28	-16	415	241	156	403
Rio di Pusteria	777	3823	225	3,04	-17	475	285	180	477
Rodengo	885	4104	240	2,91	-18	525	323	199	540
Salorno	224	2660	176	4,87	-15	339	187	126	313
San Candido	1175	4617	256	1,97	-19	585	370	223	618
San Genesio	1087	3928	246	4,02	-19	546	339	208	567
San Leonardo i.P.	689	3277	213	4,63	-17	437	257	165	430
San Lorenzo di Sebato	810	3967	234	3,06	-17	504	307	191	514
San Martino i.P.	597	3094	206	4,98	-16	416	242	157	404
San Martino in Badia	1115	4585	263	2,57	-19	614	393	235	657
San Pancrazio	735	3211	209	4,60	-17	424	247	159	413
Santa Cristina	1428	4945	276	2,09	-20	670	438	258	733
Sarentino	961	4148	238	2,55	-18	517	316	196	529
Scena	600	3408	212	3,90	-16	433	254	163	424
Selva dei Molini	1229	4731	278	2,98	-19	679	446	261	745
Selva di Val Gardena	1563	5246	283	1,46	-21	703	465	270	777
Senale - S.Felice	1355	4832	278	2,62	-20	679	445	261	745
Senales	1327	4998	279	2,06	-21	682	448	262	749
Sesto	1310	4961	270	1,62	-20	643	416	247	696
Silandro	721	3274	210	4,41	-17	428	250	161	418
Sluderno	921	3685	226	3,66	-18	476	285	180	477
Stelvio	1310	4398	265	3,39	-17	621	398	238	666

Terento	1210	4355	254	2,88	-19	579	365	221	610
Terlano	248	2681	173	4,51	-15	333	183	124	306
Termeno	276	2762	179	4,59	-15	347	192	129	322
Tesimo	635	3456	212	3,67	-16	433	254	163	424
Tires	1028	3934	235	3,26	-18	507	309	192	517
Tirolò	594	3400	212	3,94	-16	433	254	163	424
Trodena	1127	4250	244	2,56	-19	538	333	205	557
Tubre	1240	4670	264	2,31	-20	618	395	236	662
Ultimo	1190	4238	251	3,15	-17	567	356	216	595
Vadena	243	2736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Val di Vizze	948	3888	237	3,62	-18	515	315	196	527
Valdaora	1048	4432	248	2,12	-18	554	345	211	577
Valle Aurina	1056	4074	247	3,54	-20	552	344	210	575
Valle di Casies	1206	4722	263	2,01	-20	611	390	234	653
Vandoies	755	3812	227	3,21	-17	481	289	182	483
Varna	671	3613	218	3,46	-17	453	269	171	449
Velturò	851	3793	232	3,65	-17	497	301	188	504
Verano	1204	4155	253	3,59	-19	574	361	219	604
Villabassa	1158	4589	256	2,08	-19	585	370	223	618
Villandro	880	3883	239	3,74	-18	520	319	198	534
Vipiteno	948	3888	237	3,62	-18	515	315	196	527