1. -----IND- 2017 0071 FIN IT- ------ 20200831 --- --- FINAL

Decreto del ministero dell'Ambiente

relativo all'efficienza energetica degli edifici di nuova costruzione

Con decisione del ministero dell'Ambiente, si emana quanto segue a norma dell'articolo 117 g, paragrafo 4, dell'articolo 131, paragrafo 2, e dell'articolo 150 f, paragrafo 4, della legge relativa alla destinazione dei suoli e all'edilizia (132/1999), quale modificata all'articolo 117 g, paragrafo 4, della legge 1151/2016, all'articolo 131, paragrafo 2, della legge 41/2014 e all'articolo 150 f, paragrafo 4, della legge 41/2014:

Capo 1

Aspetti generali

Articolo 1

Campo di applicazione

Il presente decreto si applica alla progettazione e costruzione di nuovi edifici consistenti in strutture murarie e di copertura e in cui si utilizza l'energia per mantenere adeguate condizioni climatiche interne. Esso, inoltre, riguarda l'ampliamento di un edificio e l'incremento della superficie totale lorda. Si applica all'ampliamento di un edificio con una superficie inferiore a 50 m2 solo se la superficie dell'edificio ampliato è superiore a 50 m2.

Articolo 2

Definizioni

Ai fini del presente decreto, s'intenderà per:

1) *quantità di calore necessaria per la ventilazione termica* la quantità di calore necessaria per riscaldare il flusso dell'aria di ventilazione dalla temperatura esterna alla temperatura dell'ambiente;

2) *fabbisogno energetico netto per il riscaldamento della ventilazione* il fabbisogno energetico di riscaldamento creato dal riscaldamento dell'aria dopo il recupero del calore alla temperatura dell'aria immessa e l'eventuale riscaldamento prima del recupero del calore;

3) *coefficiente di efficienza annuale del recupero di calore dell'aria di ripresa della ventilazione* il rapporto tra la quantità annuale del calore recuperato con l'apparecchiatura per il recupero di calore e la quantità di calore necessaria annualmente per il riscaldamento della ventilazione, in assenza di recupero di calore;

4) *potenza specifica del ventilatore del sistema di ventilazione* (kW/(m3/s)) l'energia elettrica totale assorbita dall'alimentazione elettrica da tutti i ventilatori (compresi i relativi convertitori di frequenza connessi e altri dispositivi di regolazione della potenza) dell'intero sistema di ventilazione dell'edificio, divisa per il flusso d'aria di scarico di uscita o il flusso d'aria esterno del tempo di funzionamento da progetto del sistema di ventilazione (scegliendo il valore maggiore);

5) *consumo di energia elettrica del sistema di ventilazione* il consumo energetico del ventilatore e il consumo energetico delle eventuali unità accessorie;

6) *valore di dispersione dell'aria* q50 (m3/(h m2)) il flusso medio di dispersione dell'aria all'ora dell'involucro dell'edificio a una differenza di pressione di 50 Pa, calcolata in base alle dimensioni interne totali, per ogni area dell'involucro dell'edificio;

7) *ambiente freddo climatizzato* un ambiente in cui viene mantenuta per tutto l'anno una temperatura adeguata inferiore a 17 °C con un impianto di raffreddamento ed eventualmente di riscaldamento;

8) *consumo energetico del sistema di raffreddamento* il consumo di energia necessario per la produzione dell'energia di raffreddamento e il consumo elettrico delle unità accessorie;

9) *teleriscaldamento* il calore prodotto centralmente e distribuito in una rete pubblica agli edifici che costituiscono i suoi clienti;

10) *ponte freddo* una riduzione del coefficiente di trasmittanza termica in una piccola parte dell'edificio proveniente da una resistenza della struttura o dai giunti;

11) *superficie riscaldata netta* Anetta (m2) la superficie complessiva delle tavole del pavimento riscaldate, comprese le superfici interne delle pareti esterne che circondano le tavole del pavimento;

12) *ambiente non riscaldato* un ambiente non destinato all'occupazione continua nel periodo di riscaldamento, e per il quale non è previsto il riscaldamento;

13) *fabbisogno energetico netto per il riscaldamento* il fabbisogno energetico netto necessario per il riscaldamento degli spazi, per il riscaldamento della ventilazione e per la produzione di acqua calda domestica;

14) *fabbisogno energetico del riscaldamento* la quantità di energia necessaria per mantenere le condizioni climatiche interne, la ventilazione e per riscaldare l'acqua calda domestica;

15) *coefficiente di trasmittanza termica* la densità del flusso d'aria che penetra continuamente nella componente dell'edificio quando la differenza di temperatura tra le intercapedini delle diverse componenti dell'edificio è pari all'unità stessa. Il suo simbolo è U e W/(m2K) è l'unità utilizzata;

16) *ambiente caldo* un ambiente nell'edificio con una temperatura uguale o superiore a +17 °C;

17) *fabbisogno energetico netto per riscaldamento dell'acqua calda domestica* il fabbisogno energetico necessario per riscaldare l'acqua calda domestica consumata portandola dalla temperatura dell'acqua fredda alla temperatura dell'acqua calda;

18) *edificio in legno massello* un edificio in cui i muri esterni sono stati costruiti principalmente in legno massello con uno spessore strutturale medio minimo di 180 mm;

19) *ambiente semi-caldo* un ambiente non destinato all'occupazione costante di occupanti abbigliati unicamente con normali indumenti da interni, con una temperatura mantenuta a un minimo di +5 °C ma al di sotto di +17 °C durante la stagione di riscaldamento;

20) *energia acquistata calcolata dell'edificio* l'energia calcolata da acquistare per l'edificio dalla rete elettrica, dalla rete di teleriscaldamento, dalla rete di teleraffreddamento o da energie rinnovabili o combustibili fossili;

21) *involucro dell'edificio* le componenti dell'edificio che separano gli ambienti caldi, semi-caldi, molto caldi e climatizzati dall'aria esterna, dagli ambienti sotterranei o non riscaldati;

22) *perdite termiche di riferimento dell'edificio* la somma delle perdite termiche dell'involucro, delle perdite d'aria e della ventilazione calcolata in base alle formule e ai valori di riferimento;

23) *edificio mobile* un edificio mobile destinato a un utilizzo temporaneo;

24) *soluzione progettuale* il progetto da attuare nell'edificio in questione;

25) *combustibile rinnovabile* legno, combustibili a base di legno e altri biocombustibili, ad eccezione della torba;

26) *ventilazione adattativa* un sistema che può essere utilizzato per guidare i flussi d'aria in base ai carichi o alla qualità dell'aria sulla base della situazione d'uso;

27) *energia ottenuta dall'energia nell'ambiente* l'energia termica o elettrica ottenuta dal sole, dal vento, dal suolo, dall'aria o dall'acqua mediante un'apparecchiatura che fa parte dell'edificio o che si trova vicino all'edificio.

Articolo 3

Requisiti minimi dell'efficienza energetica degli edifici

Il progettista capo, il progettista specializzato e il progettista edile, in conformità ai rispettivi obblighi, provvedono affinché l'edificio di nuova progettazione rispetti i seguenti requisiti, a seconda del suo utilizzo:

1) sia conforme al valore di riferimento dell'efficienza energetica calcolato (*valore E*) o dell'efficienza energetica strutturale;

2) crei condizioni per un consumo energetico minimo rispetto alle perdite termiche nell'edificio;

3) sia efficiente dal punto di vista energetico per quanto riguarda la sua temperatura dell'ambiente calcolata in estate, la misurazione di energia, il fabbisogno di efficienza termica ed elettrica nonché l'efficienza della potenza di ventilazione specifica di un sistema di ventilazione meccanica.

Capo 2

Efficienza energetica

Articolo 4

Livelli dei requisiti per il valore di riferimento dell'efficienza energetica calcolato in base alle categorie d'uso

Il valore di riferimento dell'efficienza energetica calcolato (*valore E*), per il quale si utilizza l'unità kWhE/(m2 a), è il consumo annuale calcolato netto di energia acquistata dell'edificio ponderato in base ai coefficienti delle forme di energia per superficie netta riscaldata. Un valore E calcolato sulla base della classe d'uso dell'edificio non può superare i seguenti limiti:

|  |  |
| --- | --- |
| Categoria d'uso | Limite del valore EkWhE/(m2 a) |
| Categoria 1) Piccoli edifici residenzialia) casa indipendente di piccole dimensioni o parte di una casa collegata con una superficie riscaldata netta (Anetta) di 50–150 m2b) casa indipendente di piccole dimensioni o parte di una casa collegata con una superficie riscaldata netta (Anetta) superiore a 150 m2 fino a un massimo di 600 m2c) casa indipendente di piccole dimensioni o parte di una casa collegata con una superficie riscaldata netta (Anetta) superiore a 600 m2d) casa terrazzata e condominio con un massimo di due piani residenziali | 200–0.6 Anetta116–0.04 Anetta92105 |
| Categoria 2) Condominio con almeno tre piani residenziali | 90 |
| Categoria 3) Edificio per uffici, struttura sanitaria | 100 |
| Categoria 4) Edificio commerciale, magazzino, centro di vendita eccetto minimarket con una superficie inferiore a 2 000 m2 per unità, grandi magazzini, teatri, strutture per l'opera, centri concerti e conferenze, cinema, biblioteche, archivi, musei, gallerie d'arte ed edifici per mostre | 135 |
| Categoria 5) Strutture commerciali di alloggio, hotel, residenza studentesca, struttura ricettiva, casa di cura, casa di riposo | 160 |
| Categoria 6) Edifici scolastici e asili nido | 100 |
| Categoria 7) Grandi palestre, escluse le piscine coperte e centri per gli sport invernali | 100 |
| Categoria 8) Ospedale | 320 |
| Categoria 9) Altri edifici, magazzini, edifici per il traffico, piscine e piste di pattinaggio sul ghiaccio, minimarket con una superficie inferiore a 2 000 m2 per unità, edifici mobili | Nessun valore limite |

Negli edifici appartenenti alla categoria 6, laddove la superficie riscaldata netta non superi i 1 000 m2, il valore E limite indicato al comma 1 sopra può essere ecceduto di 5 kWhE/(m2 a).

Per gli edifici in legno massello, i valori limite E indicati ai commi 1 e 2 sopra possono essere ecceduti del 20 % negli edifici di categoria 1a, del 15 % negli edifici di categoria 1b-c e del 10 % negli altri edifici delle categorie 1d-8.

Per gli edifici nella categoria 1d, i valori limite E indicati ai commi 1 e 3 possono essere ecceduti di 5 kWhE/(m2 a) se un edificio è connesso a un sistema di riscaldamento dove il calore è distribuito attraverso condotti all'esterno dell'edificio da un sistema di trasmissione del calore o da un sistema di generazione di calore a tre o più edifici.

Si calcola il valore E per gli edifici di categoria 9. Nel calcolo si utilizzano i valori progettuali.

Il limite per il valore E non si applica a:

1) abitazioni costruite nell'attico di un condominio;

2) l'ampliamento di un edificio conforme alla categoria 1 o l'aggiunta alla superficie pavimentale;

3) l'ampliamento di un edificio a norma di un'altra categoria o all'aggiunta alla superficie pavimentale laddove sia possibile utilizzare sistemi di ventilazione o riscaldamento per la ventilazione o il riscaldamento;

4) una casa di piccole dimensioni pensata come casa per le vacanze.

Articolo 5

Componenti degli edifici incluse in diverse categorie d'uso

I valori limite E per la rispettiva parte si applicano alle componenti degli edifici incluse nelle diverse categorie d'uso. Se la superficie riscaldata netta di una parte dell'edificio è inferiore al 10 % della superficie totale netta riscaldata o la superficie netta riscaldata di detta parte è inferiore a 50 m2, l'edificio può essere incluso in una categoria d'uso con la maggiore superficie.

Articolo 6

Consumo annuale calcolato netto di energia acquistata degli edifici

Il consumo annuale calcolato netto di energia acquistata degli edifici basato sull'utilizzo standard del tipo di edificio include il consumo di energia dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e raffreddamento, le loro unità accessorie, i dispositivi di consumo e l'illuminazione, suddivisi per forma di energia, meno l'energia ottenuta dall'energia nell'ambiente utilizzata dall'apparecchiatura che fa parte dell'edificio, nella misura in cui l'utilizzo serva a coprire il consumo di energia nell'edificio sulla base dell'utilizzo standard.

L'utilizzo dell'energia ottenuta dall'ambiente mediante l'apparecchiatura che fa parte dell'edificio è calcolato su base mensile o a intervalli più brevi.

Articolo 7

Calcolo del valore E

Il valore E è calcolato in base al consumo calcolato di energia acquistata suddiviso per forma di energia, utilizzando i coefficienti per ogni forma di energia:

|  |  |
| --- | --- |
| *E =* | *fteleriscaldamentoQteleriscaldamento + fteleraffreddamentoQteleraffreddamento + fcombustibile,iQcombustibile,i + felettricitàyWelettricitày* |
| *Anetta* |

dove:

E è il valore di riferimento dell'efficienza energetica, kWhE/(m2 a);

Qteleriscaldamento il consumo di teleriscaldamento annuale, kWh/a;

Qteleraffreddamento il consumo di teleraffreddamento annuale, kWh/a;

Qcombustibile,i è il consumo di energia contenuto nel combustibile i per anno, kWh/a;

Welettricità è il consumo annuale di elettricità, tenendo conto dell'energia ottenuta liberamente dall'ambiente utilizzando apparecchiature dell'edificio, nella misura in cui sia utilizzata per coprire il consumo di energia nell'edificio sulla base dell'utilizzo standard, kWh/a;

fteleriscaldamento è il coefficiente per la forma di energia del teleriscaldamento;

fteleriscaldamento è il coefficiente per la forma di energia del teleraffreddamento;

fcombustibile,i è il coefficiente per la forma di energia i;

felettricità è il coefficiente per la forma di energia dell'elettricità;

Anetta è la superficie netta riscaldata in un edificio in m².

I valori indicati nella legge relativa alla destinazione dei suoli e all'edilizia sono utilizzati come valori per i fattori del tipo di energia.

Articolo 8

Requisiti per il metodo di calcolo

I calcoli sono effettuati utilizzando i metodi di calcolo che tengono conto almeno dei seguenti fattori:

1. componenti dell'edificio e proprietà termiche dei giunti, ermeticità dell'edificio, flusso dell'aria di ventilazione;
2. temperatura dell'aria interna;
3. fabbisogno di acqua calda domestica;
4. recupero del calore di ventilazione;
5. carichi termici provenienti da persone, illuminazione, dispositivi elettrici, acqua calda domestica e sole;
6. fabbisogno di calore ed energia elettrica dello spazio e sistema di riscaldamento della ventilazione;
7. fabbisogno di energia termica ed elettrica del sistema di riscaldamento dell'acqua domestica;
8. fabbisogno di energia elettrica dell'impianto di ventilazione;
9. fabbisogno di energia elettrica dei dispositivi di consumo e illuminazione.

Laddove sia previsto un collettore solare, un pannello solare o un sistema di recupero del calore delle acque reflue:

1. generazione di calore di un collettore solare e suo utilizzo nell'edificio;
2. generazione di energia elettrica di un pannello solare e suo utilizzo nell'edificio;
3. sistema di recupero del calore delle acque reflue e suo utilizzo nell'edificio.

Il consumo netto di energia acquistata degli edifici, dove non è richiesto un sistema di raffreddamento oppure è richiesto solo per ambienti con una superficie riscaldata netta inferiore al 10 % della superficie netta riscaldata dell'edificio oppure la superficie riscaldata netta è inferiore a 50 m2, può essere calcolato utilizzando un metodo di calcolo mensile.

Se la manutenzione della temperatura interna dell'edificio richiede il raffreddamento, il consumo netto calcolato di energia acquistata è calcolato utilizzando un metodo di calcolo che, oltre ai fattori menzionati al comma 1, tiene conto anche del fabbisogno termico e di energia elettrica del sistema di raffreddamento; il calcolo della trasmissione di calore tiene conto della riserva termica specifica delle struttura che dipende dal momento, a intervalli uguali o inferiori all'ora (*calcolo dinamico*).

Articolo 9

Dati meteorologici

Il valore E è calcolato utilizzando i dati meteorologici per la zona climatica I di cui all'allegato 1.

Articolo 10

Flussi d'aria esterna e temperature degli ambienti

Il valore E è calcolato utilizzando i seguenti flussi d'aria esterna e i seguenti limiti di riscaldamento e raffreddamento per le temperature degli ambienti:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Categoria d'uso | Flusso d'aria esterna | Limite di riscaldamento | Limite di raffreddamento |
|  | dm3/(s m2) | °C | °C |
| Categoria 1)  | 0,4 | 21 | 27 |
| Categoria 2)  | 0,5 | 21 | 27 |
| Categoria 3)  | 2 | 21 | 25 |
| Categoria 4) | 2 | 18 | 25 |
| Categoria 5)  | 2 | 21 | 25 |
| Categoria 6)  | 3 | 21 | 25 |
| Categoria 7)  | 2 | 18 | 25 |
| Categoria 8)  | 4 | 22 | 25 |

I flussi dell'aria di scarico sono calcolati utilizzato valori equivalenti a quelli dei flussi dell'aria esterna.

Per gli edifici diversi da quelli appartenenti alle categorie 1 e 2, il flusso dell'aria esterna nei periodi che non rientrano nei periodi d'uso da utilizzare nel calcolo è pari almeno a 0.15 dm3/s per metro quadrato.

Nei sistemi di ventilazione dei condomini nella categoria 2, in cui i residenti possono controllare i flussi d'aria nei loro appartamenti così da poterli incrementare almeno del 30 % e ridurli almeno del 40 % dei flussi d'aria del periodo di utilizzo di progetto, è possibile utilizzare un valore di 0.4 dm3/s per metro quadrato come flusso dell'aria esterna dell'edificio.

Per gli edifici dotati di un impianto di ventilazione adattativo controllato dal sistema automatico dell'edificio sulla base della presenza o delle misurazioni ambientali, il valore del flusso d'aria esterno può essere inferiore del 20 % oppure, in base alla progettazione della ventilazione, l'effetto relativo della ventilazione adattativa può essere definito in base al valore del flusso dell'aria esterna di cui al comma 1. Nel corso di un'ispezione basata sulla progettazione della ventilazione, il valore per il calcolo della ventilazione dell'ambiente non può essere inferiore a 0.35 dm3/s per metro quadrato durante il periodo di utilizzo dell'edificio. Il calcolo del flusso d'aria esterno per l'intero edificio può essere ridotto in proporzione all'effetto della ventilazione adattativa, tenendo conto del rapporto dello spazio dell'edificio dotato di ventilazione adattativa rispetto alla superficie dell'intero edificio.

Articolo 11

Utilizzo standard di un edificio

Nel calcolare il valore E, i periodi di utilizzo giornalieri e settimanali, l'illuminazione media, i dispositivi e il grado di utilizzo dovuto alla presenza delle persone nell'edificio durante i periodi di utilizzo, nonché i carichi termici interni per superficie netta riscaldata sono i seguenti:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Categoria d'uso | Ore | Periodo d'uso  | Grado d'uso | Carichi termici interni per superficie riscaldata netta |
|  |  | Ogni giornoh/24h | Una volta alla settimanag/7g | - | IlluminazioneW/m2 | Dispositivi di consumoW/m2 | PersoneW/m2 |
| Categoria 1) | 00:00–24:00 | 24 | 7 | illuminazione 0,1altro 0,6 | 6 | 3 | 2 |
| Categoria 2 | 00:00–24:00 | 24 | 7 | illuminazione 0,1altro 0,6 | 9 | 4 | 3 |
| Categoria 3) | 07:00–18:00 | 11 | 5 | 0,65 | 10 | 12 | 5 |
| Categoria 4) | 08:00–21:00 | 13 | 6 | 1 | 19 | 1 | 2 |
| Categoria 5) | 00:00–24:00 | 24 | 7 | 0,3 | 11 | 4 | 4 |
| Categoria 6) | 08:00–16:00 | 8 | 5 | 0,6 | 14 | 8 | 14 |
| Categoria 7) | 08:00–22:00 | 14 | 7 | 0,5 | 10 | 0 | 5 |
| Categoria 8) | 00:00–24:00 | 24 | 7 | 0,6 | 7 | 9 | 8 |

Il carico termico annuale Q (kWh/m2) causato dall'illuminazione, dai dispositivi di consumo e dalle persone è calcolato utilizzando la seguente equazione:



dove:

k è il grado medio di utilizzo dell'illuminazione e dei dispositivi di consumo, nonché della presenza di persone nell'edificio durante i periodi d'uso;

P è il carico di calore W/m2;

g è il numero di ore di utilizzo di un edificio su 24 ore h;

w è il numero di giorni di utilizzo di un edificio a settimana d.

Il carico termico mensile causato dall'illuminazione, dai dispositivi di consumo e dalle persone è calcolato sulla base del numero di giorni al mese.

In alternativa al carico termico del valore di illuminazione di cui al comma 1 sopra, è possibile utilizzare un valore in base alla progettazione dell'illuminazione, purché il carico termico possa essere determinato per tipo di ambiente sulla base della densità di potenza di illuminazione e del controllo dell'illuminazione. Il carico termico di un edificio è calcolato come media ponderata delle superfici specifiche dell'ambiente per tipo.

L'orario di funzionamento di un impianto di ventilazione è calcolato aggiungendo un'ora all'inizio e una alla fine degli orari di funzionamento di cui al comma 1. Questa aggiunta non riguarda gli edifici in utilizzo continuo.

Articolo 12

Utilizzo standard dell'acqua calda domestica

Il fabbisogno energetico netto per il riscaldamento dell'acqua calda domestica per uso standard è calcolato utilizzando i seguenti fabbisogni energetici netti di riscaldamento specifici per classe e per ogni superficie netta riscaldata:

|  |  |
| --- | --- |
| Categoria d'uso | Fabbisogno netto di energia per il riscaldamento dell'acqua calda domestica per annokWh/(m2 a) |
|  |
| Categoria 1)  | 35 |
| Categoria 2)  | 35 |
| Categoria 3)  | 6 |
| Categoria 4)  | 4 |
| Categoria 5)  | 40 |
| Categoria 6)  | 11 |
| Categoria 7)  | 20 |
| Categoria 8)  | 30 |

Nella categoria 1, il fabbisogno netto di energia per il riscaldamento dell'acqua calda domestica non supera i 4 200 kWh/anno per appartamento.

I valori che sono inferiori del 15 % rispetto a quelli di cui sopra possono essere utilizzati nel calcolo del fabbisogno netto di energia per il riscaldamento dell'acqua calda domestica se l'impianto di acqua calda domestica è dotato di una valvola a pressione standard o di altre tecnologie per il controllo della pressione.

Articolo 13

Zone di calcolo

Nel calcolo del valore E per un edificio in una categoria d'uso, l'intero edificio può essere considerato come un'unica zona di calcolo. Nel calcolo del valore E per un edificio con diverse categorie d'uso, l'edificio deve essere diviso in diverse zone di calcolo secondo la finalità e i periodi di utilizzo.

Articolo 14

Spazi speciali e determinati sistemi tecnici

Ristoranti, strutture di catering, bar, laboratori e altri ambienti specializzati non sono inclusi nei calcoli mentre il calcolo del valore E viene effettuato con i dati iniziali corrispondenti all'utilizzo dell'edificio o di una sua parte.

Per quanto riguarda gli altri sistemi tecnici non elencati in questo metodo di calcolo, non se ne tiene conto nel calcolo del valore E.

Articolo 15

Fabbisogno netto di energia per il riscaldamento

Il fabbisogno netto di energia per il riscaldamento degli spazi è calcolato utilizzando le perdite di conduzione, le perdite termiche dovute a fughe d'aria, il riscaldamento dell'aria in mandata e dell'aria in ripresa fino a temperatura dell'ambiente, meno l'effetto della radiazione solare e dei carichi termici interni. Si tiene conto delle soluzioni di schermatura solare nell'edificio nel calcolo dell'energia solare che entra nell'edificio.

Il fabbisogno energetico netto per il riscaldamento della ventilazione è calcolato a partire dall'aria di riscaldamento dopo il recupero di calore alla temperatura dell'aria di ripresa ed eventualmente dal riscaldamento prima del recupero del calore.

Il fabbisogno di energia netto per il riscaldamento dell'acqua calda domestica è calcolato in base all'articolo 12.

Articolo 16

Inclusione delle perdite termiche nel calcolo del valore E

Nel calcolo del valore E, le perdite termiche dell'involucro dell'edificio devono essere calcolate utilizzando le dimensioni interne dell'involucro. I ponti freddi delle strutture e i loro giunti sono inclusi nel calcolo. Non si tiene conto, nel calcolo, dei singoli ponti freddi dell'involucro dell'edificio.

L'effetto degli spazi a terra e di passaggio sono inclusi nel calcolo delle perdite termiche.

Articolo 17

Inclusione del ricambio della perdita d'aria nel calcolo del valore E

Il valore delle perdite d'aria di progetto dell'involucro dell'edificio è utilizzato per calcolare il valore E, se la tenuta d'aria è dimostrata mediante un metodo di assicurazione qualità industriale o mediante altre misure. Diversamente, questo valore è pari a 4 m3/(h m2). Il ricambio delle perdite d'aria qv,perdita d'aria è calcolato in base alla seguente equazione:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *qv,perdita d'aria =* | *q50* | *Ainvolucro* |
| *3600· x* |

dove:

qv,perdita d'aria è il ricambio della perdita d'aria, m³/s;

q50 è il valore delle perdite d'aria dell'involucro dell'edificio, m3/(h·m2);

Ainvolucro è la superficie dell'involucro dell'edificio, m2;

x è un coefficiente pari a 35 per edifici a un piano, a 24 per edifici a due piani, a 20 per edifici a tre e quattro piani e a 15 per edifici a più piani;

3 600 è il coefficiente per convertire il flusso d'aria da un'unità di m3/ora a un'unità di m3/secondo.

Articolo 18

Utilizzo di energia dell'impianto di riscaldamento

Il consumo di energia dell'impianto di riscaldamento dell'edificio include l'energia utilizzata per riscaldare gli ambienti, per riscaldare la ventilazione e per produrre acqua calda.

Il calcolo del consumo di energia dell'impianto di riscaldamento tiene conto delle perdite della distribuzione di calore sia dentro che fuori dall'edificio, delle perdite per trasferimento di calore, delle perdite di produzione di energia per il riscaldamento e delle conversioni, delle perdite nel trasferimento e nella circolazione dell'acqua calda domestica sia dentro che fuori dall'edificio, delle perdite di stoccaggio e del consumo di elettricità dei dispositivi ausiliari.

Se un edificio è connesso a un sistema di riscaldamento dove il calore è convogliato attraverso tubazioni fuori dall'edificio da un sistema di adduzione del calore dei giunti o da un sistema di generazione del calore a diversi edifici, le perdite termiche dei rispettivi tubi di calore sono divise tra gli edifici in base al coefficiente di superficie.

Se un edificio di categoria 2 presenta un sistema di riscaldamento della circolazione dell'acqua nelle stanze abitabili e il riscaldamento a pavimento elettrico nelle wet room, la proporzione di fabbisogno energetico netto per il riscaldamento si può fissare al 35 % per il riscaldamento degli spazi umidi e al 65 % per il sistema di riscaldamento dei soggiorni, a meno che il fabbisogno netto di energia elettrica delle wet room non sia calcolato con uno strumento di calcolo dinamico più accurato, tenendo conto dei flussi d'aria di progetto e dei flussi di trasferimento dell'aria tra gli spazi. Per le wet room, la temperatura interna da utilizzare è di 22 °C. La proporzione di riscaldamento elettrico del pavimento nelle wet room come quota dell'energia per riscaldamento delle aree soggiorno è uguale o inferiore alla potenza d'installazione del sistema di riscaldamento elettrico a pavimento calcolata sulla base del progetto e di 8 760 ore di utilizzo.

Se il condotto di circolazione dell'acqua calda domestica è situato all'esterno dell'isolamento dell'involucro dell'edificio, le perdite termiche calcolate dovuta all'acqua calda domestica non creano un carico termico negli ambienti dell'edificio. Se il condotto di circolazione dell'acqua calda domestica è situato all'interno dell'isolamento dell'involucro dell'edificio, il 25 % delle perdite termiche calcolate della circolazione dell'acqua calda domestica è aggiunto al carico termico. Se il condotto di circolazione dell'acqua calda domestica è situato all'interno dell'involucro dell'edificio, il 50 % delle perdite termiche calcolate della circolazione dell'acqua calda domestica è aggiunto al carico termico. Se il serbatoio dell'acqua calda domestica è situato all'interno dell'involucro dell'edificio, il 50 % delle perdite termiche calcolate della circolazione dell'acqua calda domestica è aggiunto al carico termico.

L'energia aggiuntiva per il riscaldamento risultante dalle eventuali restrizioni di temperatura e dal parziale dimensionamento del sistema di riscaldamento è inclusa nel consumo energetico dell'impianto di riscaldamento.

Articolo 19

Caminetti e pompe di calore alimentate ad aria

Se è presente un caminetto a recupero di calore, è possibile calcolare un massimo di 3 000 kWh all'anno come energia di riscaldamento prodotta dal caminetto.

Se è presente una pompa di calore aria-aria, è possibile calcolare un massimo di 3 000 kWh all'anno come energia di riscaldamento prodotta dal dispositivo, a meno che il funzionamento del dispositivo nell'edificio non sia calcolato con uno strumento di calcolo dinamico più accurato, tenendo conto dei flussi d'aria tra gli spazi e le differenze di temperatura.

Articolo 20

Sistema di ventilazione

I flussi d'aria e l'orario di funzionamento dei sistemi di ventilazione sono calcolati in conformità agli articoli 10 e 11. Il consumo di energia elettrica dell'impianto di ventilazione è calcolata utilizzando i flussi d'aria, il coefficiente di efficienza specifico e gli orari di funzionamento di tutti i dispositivi di ventilazione e degli estrattori nell'edificio.

Articolo 21

Impianto di raffreddamento

Il calcolo dell'utilizzo di energia dell'impianto di raffreddamento tiene conto del consumo di energia della generazione di energia per il raffreddamento e del consumo di elettricità dei dispositivi accessori, nella misura in cui il mantenimento della temperatura interna richieda tali sistemi.

Articolo 22

Utilizzo dell'elettricità per l'illuminazione e per i dispositivi

L'utilizzo annuale dell'elettricità per l'illuminazione e per i dispositivi elettrici è calcolato come indicato all'articolo 11 sulla base dei rispettivi carichi termici. L'utilizzo dell'elettricità per l'illuminazione e per i dispositivi è pari al loro carico termico.

Capo 3

Perdite termiche di un edificio

Articolo 23

Determinazione delle perdite termiche di un edificio

Le perdite termiche dell'edificio sono rappresentate dalla somma delle perdite termiche dell'involucro, delle perdite d'aria e della ventilazione. Le perdite termiche massime dell'edificio non devono superare le perdite termiche di riferimento definite per un edificio utilizzando valori di riferimento. La conformità ai requisiti relativi alle perdite termiche è dimostrata con un calcolo eseguito separatamente per gli ambienti caldi e per quelli semi-caldi.

Per l'ampliamento di un edificio o l'aggiunta alla superficie pavimentale in cui gli impianti di ventilazione o riscaldamento esistenti possono essere utilizzati per la ventilazione o il riscaldamento, i requisiti relativi alle perdite termiche si applicano solo all'involucro. Per le abitazioni di piccole dimensioni destinate a essere utilizzate come case per le vacanze da occupare per almeno quattro mesi l'anno, i requisiti relativi alle perdite termiche si applicano solo all'involucro. I requisiti relativi alle perdite termiche non si applicano agli edifici mobili fatti con componenti prefabbricati prima dell'1 luglio 2012 e che sono ancora utilizzati per le stesse finalità.

Articolo 24

Perdite termiche dell'involucro dell'edificio

Le perdite termiche dell'involucro di un edificio sono calcolate sulla base delle superfici e dei coefficienti di trasmittanza termica dei vari componenti dell'edificio, utilizzando la seguente equazione:

*∑Hcond = ∑(Uparete esternaAparete esterna) + ∑(UsoffittoAsoffitto) + ∑(UpavimentoApavimento) + ∑(UfinestraAfinestra) + ∑(UportaAporta)*

dove:

∑Hcond corrisponde alle perdite termiche dell'involucro di un edificio, W/K;

U è il coefficiente di trasmittanza tecnica di una parte di un edificio, W/(m²K);

A è la superficie di una parte di un edificio, m².

Il valore di riferimento delle perdite termiche dell'involucro di un edificio di uno spazio caldo o di uno spazio freddo climatizzato è calcolato utilizzando i seguenti valori di riferimento come coefficienti di trasmittanza termica per i componenti degli edifici:

|  |  |
| --- | --- |
| a) parete | 0,17 W/(m2 K); |
| b) legno massello con uno spessore medio minimo di 180 mm | 0,40 W/(m2 K); |
| c) intestatura di soffitti e pavimenti per l'aria esterna | 0,09 W/(m2 K); |
| d) intestatura dei pavimenti per gli spazi di passaggio | 0,17 W/(m2 K); |
| e) intestatura dei componenti di costruzione per gli spazi a terra | 0,16 W/(m2 K); |
| f) finestra, lucernario, porta, abbaino, aspirazione del fumo e porta di uscita | 1,0 W/(m2 K). |

Il valore di riferimento delle perdite termiche dell'involucro di un edificio mobile o di uno spazio semi-caldo è calcolato utilizzando i seguenti valori di riferimento come coefficienti di trasmittanza termica per i componenti degli edifici:

|  |  |
| --- | --- |
| a) parete | 0,26 W/(m2 K); |
| b) legno massello con uno spessore strutturale medio di almeno 180 mm | 0,60 W/(m2 K); |
| c) intestatura di soffitti e pavimenti per l'aria esterna | 0,14 W/(m2 K); |
| d) intestatura dei pavimenti per gli spazi di passaggio | 0,26 W/(m2 K); |
| e) intestatura dei componenti di costruzione per gli spazi a terra | 0,24 W/(m2 K); |
| f) finestra, lucernario, porta, abbaino, aspirazione del fumo e porta di uscita | 1,4 W/(m2 K). |

Per le abitazioni di piccole dimensioni destinate a essere utilizzate come case per le vacanze da occupare per almeno quattro mesi l'anno, il valore di riferimento delle perdite termiche dell'involucro dell'edificio è calcolato utilizzando i seguenti valori di riferimento come coefficienti della trasmittanza termica per i componenti dell'edificio:

|  |  |
| --- | --- |
| a) parete | 0,24 W/(m2 K); |
| b) legno massello con uno spessore strutturale medio di almeno 130 mm | 0,80 W/(m2 K); |
| c) intestatura di soffitti e pavimenti per l'aria esterna | 0,15 W/(m2 K); |
| d) intestatura dei pavimenti per gli spazi di passaggio | 0,19 W/(m2 K); |
| e) intestatura dei componenti di costruzione per gli spazi a terra | 0,24 W/(m2 K); |
| f) finestra, lucernario, porta, abbaino, aspirazione del fumo e porta di uscita | 1,4 W/(m2 K). |

Il valore di riferimento dell'area totale della finestra nell'edificio è pari al 15 % dell'area dei piani con contatto totale o parziale con il terreno, ma non può superare il 50 % dell'area totale delle pareti esterne. L'area finestrata è calcolata in base alle dimensioni esterne del telaio.

Nel calcolo si utilizzano i dati dimensionali e geometrici dell'edificio progettato. Gli spazi dei diversi componenti dell'involucro dell'edificio sono determinati in base alle dimensioni interne complessive dell'edificio.

Quando si calcola la perdita termica della soluzione progettuale dell'edificio, si utilizzano i coefficienti di trasmittanza termica progettati specifici delle componenti dell'edificio e le aree finestrate.

Articolo 25

Calcolo delle perdite termiche di un edificio dovute alle perdite d'aria

Le perdite termiche dovute alle perdite d'aria sono calcolate utilizzando la seguente equazione:

*Hperdita d'aria = ρicpiqv, perdita d'aria*

dove:

Hperdita d'aria corrisponde alle perdite termiche dovute alle perdite d'aria, W/K;

ρi è la densità dell'aria, 1.2 kg/m³;

cpi è la capacità termica specifica dell'aria, 1 000 Ws/(kg K);

qv,perdita d'aria è il ricambio delle perdite d'aria, m³/s.

Il ricambio delle perdite d'aria qv,perdita d'aria è determinato conformemente all'articolo 17. Nel calcolo delle perdite termiche di riferimento di un edificio, il valore da utilizzare come valore di riferimento per le perdite d'aria dell'involucro è pari a 2.0 m3/(h m2).

Nel calcolo delle perdite termiche della soluzione progettuale di un edificio, il valore di progetto è utilizzato per calcolare il valore delle perdite d'aria dell'involucro. Se il valore da progetto della tenuta ermetica non può essere dimostrato mediante misurazione o con metodi di controllo qualità della costruzione industriale, il valore da utilizzare per le perdite d'aria dell'involucro dell'edificio è pari a 4.0 m3/(h m2).

Articolo 26

Calcolo delle perdite termiche da ventilazione dell'edificio

Le perdite termiche da ventilazione di un edificio sono calcolate utilizzando la seguente equazione:

*Hiv = ρicpiqv,mandata td tv (1 – ηa)*

dove:

Hiv corrisponde alle specifiche perdite termiche della ventilazione, W/K;

ρi è la densità dell'aria, 1.2 kg/m³;

cpi è la capacità termica specifica dell'aria, 1 000 Ws/(kg K);

qv, mandata è il flusso d'aria in mandata calcolato per uso standard, m³/s;

tg è il rapporto medio del tempo di funzionamento per 24h dell'impianto di ventilazione, h/24h;

ts è il rapporto settimanale del tempo di funzionamento del sistema di ventilazione, giorno/7 giorni;

ηa è il coefficiente di efficienza annuale del recupero di calore dell'aria in mandata.

Quando si calcolano il valore di riferimento delle perdite termiche da ventilazione e le perdite termiche della soluzione progettuale, si utilizzano gli stessi valori dei flussi d'aria e gli stessi orari di funzionamento.

Il flusso dell'aria di ventilazione si calcola conformemente all'articolo 10. La ventilazione adattativa non viene considerata nel calcolo delle perdite termiche da ventilazione e delle perdite termiche della soluzione progettuale. L'orario di funzionamento di un impianto di ventilazione è calcolato aggiungendo un'ora all'inizio e una alla fine degli orari di funzionamento di cui all'articolo 11. Questa aggiunta non riguarda gli edifici in utilizzo continuo. Per gli edifici che appartengono alla categoria d'uso 9, i valori di progetto dell'edificio sono i flussi d'aria e gli orari di funzionamento della ventilazione.

Quando si calcola la perdita termica di riferimento, si utilizza un valore del 55 % come coefficiente di efficienza annuale del recupero di calore dell'aria di ripresa della ventilazione. Quando si calcolano le perdite termiche di riferimento di un singolo ambiente, il coefficiente di efficienza annuale è 0%, ad esempio quando l'eccezionale sporcizia dell'aria di ripresa impedisce il recupero di calore o quando la temperatura dell'ambiente durante la stagione in cui è acceso il riscaldamento è inferiore a +10 °C e il calore dell'aria di ripresa non può essere recuperato in maniera efficiente dal punto di vista dei costi, o se il sistema funziona sulla base delle differenze di pressione causate dalle differenze di altezza e temperatura, e dal vento.

Se si utilizza la ventilazione meccanica il coefficiente di efficienza annuale del recupero di calore dell'aria di ripresa è determinato utilizzando le proprietà dei dispositivi di recupero di calore e i flussi d'aria da progetto della macchina di ventilazione, nonché i dati meteorologici per la zona climatica I di cui all'allegato 1.

Il coefficiente di efficienza annuale del recupero di calore dell'aria di ripresa di due o più macchine di ventilazione è determinato come coefficiente di efficienza annuale dei flussi d'aria da progetto ponderati e degli orari di funzionamento. Le perdite termiche di una soluzione di ventilazione da progetto dell'edificio sono calcolate utilizzando il coefficiente di efficienza annuale specificato dell'aria di ripresa del recupero d'aria e i valori dei flussi d'aria e gli orari di funzionamento di cui al comma 3.

Capo 4

Disposizioni particolari

Articolo 27

Tenuta ermetica dell'edificio

Il valore delle perdite d'aria dell'involucro dell'edificio (q50) non può superare i 4.0 m3/(h m2). Il valore delle perdite d'aria può superare i 4.0 m3/(h m2) se le soluzioni strutturali della finalità d'uso dell'edificio lo rendono necessario.

Articolo 28

Isolamento antigelo, isolamento termico dei muri di fondo e isolamento di taluni spazi

L'isolamento termico del piano di base deve essere progettato contemporaneamente all'isolamento antigelo e all'isolamento termico di un'eventuale parete di base che non fa parte dell'involucro dell'edificio, e deve essere installato per evitare danni da gelo.

Il coefficiente di trasmittanza termica della parete e del piano intermedio tra l'ambiente freddo e gli altri ambienti da climatizzare non può superare il valore di 0.27 W/(m2 K) e quello della porta il valore di 1.4 W/(m2 K).

Il coefficiente di trasmittanza termica della parete e del piano intermedio tra l'ambiente caldo e gli altri ambienti semi-caldi non può superare il valore di 0.60 W/(m2 K) e quello della porta e della finestra il valore di 2.8 W/(m2 K), a eccezione delle abitazioni di piccole dimensioni destinate a essere utilizzate come case per le vacanze.

Articolo 29

Temperatura dell'ambiente calcolata per la stagione estiva

La temperatura dell'ambiente calcolata per la stagione estiva non può superare il limite di raffreddamento di 27 °C nella categoria d'uso 2 e di 25 °C nelle categorie d'uso 3-8 per più di 150 gradi-ore tra l'1 giugno e il 31 agosto, utilizzando un flusso d'aria conforme alla soluzione progettuale. La conformità alla temperatura interna in estate è dimostrata utilizzando un calcolo della temperatura per i diversi tipi di ambienti. A eccezione del flusso d'aria, nel calcolo del valore E si utilizzano i dati di base. Il requisito riguardante la temperatura dell'ambiente della stagione estiva non si applica agli edifici delle categorie d'uso 1 e 9. Nel calcolo della temperatura dell'ambiente della stagione estiva si utilizza uno strumento di calcolo dinamico.

Articolo 30

Potenza specifica dell'impianto di ventilazione meccanico di un edificio

In un edificio dotato di un impianto di ventilazione meccanico, la potenza specifica del sistema meccanico di alimentazione ed estrazione dell'aria non può superare il valore di 1.8 kW/(m3/s) e la potenza specifica di un sistema meccanico di estrazione dell'aria non può superare il valore di 0.9 kW/(m3/s).

La potenza specifica di un sistema di ventilazione può superare i succitati valori se la finalità dell'edificio lo prevede in riferimento all'aria interna.

Articolo 31

Misurazione del consumo di energia in un edificio

Un edificio è dotato degli strumenti per misurare il consumo energetico, così che questo possa essere calcolato in considerazione dei punti di consumo più importanti e delle dimensioni dell'edificio; tale opzione di monitoraggio deve essere di facile attuazione.

Articolo 32

Fabbisogno di calore ed elettricità in un edificio

La potenza dell'impianto di riscaldamento di un edificio è pensata per mantenere le condizioni di temperatura previste per gli ambienti dell'edificio in base alle zone climatiche locali, progettate sulla base delle temperature esterne di cui all'allegato 1.

I piani tengono conto delle possibilità di ridurre il fabbisogno di potenza di picco e migliorare la gestione dell'energia elettrica.

Articolo 33

Efficienza energetica strutturale

In deroga all'articolo 4, i requisiti di conformità riguardanti l'efficienza energetica di un edificio di cui all'articolo 4 possono essere dimostrati utilizzando l'efficienza energetica strutturale.

Un edificio appartenente alle categorie d'uso 1 e 2 è conforme ai requisiti in materia di efficienza energetica se:

1) le perdite termiche massime dell'edificio non superano le perdite termiche di riferimento definite per un edificio se calcolate utilizzando i valori di riferimento per l'efficienza energetica indicati agli articoli 24, 25 e 26. I valori di riferimento per il coefficienza di trasmittanza termica, per il valore delle perdite d'aria e per il coefficiente annuale di recupero di calore dell'aria di ripresa sono:

|  |  |
| --- | --- |
| a) muro, categoria d'uso 1) | 0,12 W/(m2 K); |
| b) muro, categoria d'uso 2) | 0,14 W/(m2 K); |
| c) intestatura di soffitti e pavimenti per l'aria esterna | 0,07 W/(m2 K); |
| d) intestatura ventilata del pavimento per lo spazio di passaggio e intestatura dei componenti dell'edificio per lo spazio di terra | 0,10 W/(m2 K); |
| e) finestra, lucernario, porta, abbaino, aspirazione del fumo e porta di uscita | 0,70 W/(m2 K); |
| f) valore delle perdite d'aria dell'edificio (q50) | 0,60 m3/(h m2); |
| g) coefficiente annuale del recupero di calore dell'aria in mandata | 65 per cento; |

2) l'edificio è dotato di un sistema meccanico di ricambio per l'immissione d'aria e l'estrazione d'aria con una potenza elettrica specifica non superiore a 1,5 kW/(m3/s);

3) il sistema di riscaldamento dell'edificio è il teleriscaldamento, una pompa geotermica o una pompa di calore aria-acqua.

Articolo 34

Dichiarazione energetica

Nella pianificazione di un edificio è necessario elaborare una dichiarazione energetica. La dichiarazione energetica in genere comprende i controlli dei seguenti elementi:

1. il valore E conformemente all'articolo 4 e i dati di base centrali e i risultati del calcolo del valore E, la conformità alla normativa sulle perdite termiche conformemente all'articolo 23 e la potenza specifica di un sistema di ventilazione meccanica conformemente all'articolo 30; oppure
2. la conformità alle norme sull'efficienza energetica strutturale di cui all'articolo 33.

La dichiarazione energetica in genere comprende i controlli dei seguenti elementi:

1. la temperatura calcolata della stagione estiva conformemente all'articolo 29;
2. il certificato energetico dell'edificio, se previsto dalla legge.

La dichiarazione energetica deve avere una data antecedente alla messa in funzione dell'edificio se i piani di progettazione basati sulla dichiarazione energetica sono stati modificati durante la fase di permesso. Durante la fase di costruzione, la persona responsabile registra nel diario dell'ispezione che le opere di costruzione corrispondono a quelle presentate nella dichiarazione energetica.

Capo 5

Entrata in vigore e norme transitorie

Articolo 35

Entrata in vigore

Il presente decreto entrerà in vigore il 1° gennaio 2018.

Il presente decreto abroga il decreto del ministero dell'Ambiente 2/11 relativo all'efficienza energetica degli edifici.

Al momento dell'entrata in vigore del presente decreto, i progetti pendenti sono soggetti alle norme valide in quel momento.

Helsinki, 20 dicembre 2017

Il ministro dell'Ambiente, dell'energia e dell'edilizia abitativa Kimmo Tiilikainen

Consigliere per l'edilizia Pekka Kalliomäki

Allegato 1

Dati meteorologici da utilizzare nel calcolo del valore E e della potenza di riscaldamento.

Dati meteorologici da utilizzare nel calcolo del valore E e della potenza di riscaldamento. I dati meteorologici orari sono reperibili sul sito Internet del ministero dell'Ambiente.

La potenza di riscaldamento necessaria è calcolata utilizzando la temperatura esterna della zona climatica corrispondente all'ubicazione geografica dell'edificio (figura L1.1 e tabella L1.1). .

|  |  |
| --- | --- |
| kuva_UUDET_RAJAT_keskilampokartalla_B&W | Est(E)Nord-ovest(NO)Sud-ovest(SO)Sud-est(SE)Nord-est(NE)Ovest(W)Sud(S)Nord(N) |

Figura L1.1. Zone climatiche e abbreviazioni dei punti cardinali.

|  |  |
| --- | --- |
| *Tabella L1.1.*  | *Temperature dell'aria esterna da progetto nelle diverse zone climatiche.* |
| Zona climatica | Temperatura dell'aria esterna da progetto, °C |
| I | -26-29-32-38 |
| II |
| III |
| IV |
|  |  |  |
| *Tabella L1.2.* | *Dati climatici mensili per la zona climatica I Helsinki-Vantaa.* |
| Mese | Temperatura media aria esterna,Tu , °C | Energia radiante del sole totale al piano orizzontale, GEnergia radiante, piano orizzontale, kWh/m² |  |
| Gennaio | -3,97 | 6,2 |  |
| Febbraio | -4,50 | 22,4 |  |
| Marzo | -2,58 | 64,3 |  |
| Aprile | 4,50 | 119,9 |  |
| Maggio | 10,76 | 165,5 |  |
| Giugno | 14,23 | 168,6 |  |
| Luglio | 17,30 | 180,9 |  |
| Agosto | 16,05 | 126,7 |  |
| Settembre | 10,53 | 82,0 |  |
| Ottobre | 6,20 | 26,2 |  |
| Novembre | 0,50 | 8,1 |  |
| Dicembre | -2,19 | 4,4 |  |
| Intero anno | 5,57 | 975 |  |
|  |  |
|  | Energia radiante del sole totale al piano verticale ai diversi punti della bussola, GEnergia radiante, piano verticale, kWh/m² |
| Mese | N | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
| Gennaio | 6,2 | 4,7 | 3,8 | 9,5 | 12,9 | 9,5 | 3,8 | 4,7 |
| Febbraio | 17,3 | 13,8 | 15,6 | 31,0 | 41,4 | 30,9 | 15,6 | 14,0 |
| Marzo | 40,3 | 38,1 | 48,5 | 75,1 | 89,5 | 69,4 | 43,7 | 36,9 |
| Aprile | 43,9 | 56,3 | 79,9 | 101,1 | 107,3 | 101,6 | 80,6 | 56,8 |
| Maggio | 57,8 | 82,1 | 112,8 | 123,3 | 116,0 | 117,5 | 104,5 | 76,3 |
| Giugno | 70,6 | 87,9 | 109,6 | 109,9 | 101,6 | 110,9 | 111,2 | 89,1 |
| Luglio | 66,3 | 91,1 | 118,8 | 123,1 | 115,5 | 128,6 | 122,7 | 91,2 |
| Agosto | 50,0 | 66,4 | 91,8 | 106,0 | 100,4 | 92,8 | 78,8 | 61,1 |
| Settembre | 32,9 | 37,5 | 56,5 | 83,9 | 100,5 | 87,3 | 59,3 | 38,1 |
| Ottobre | 17,9 | 15,6 | 17,5 | 28,3 | 37,0 | 30,0 | 18,8 | 15,7 |
| Novembre | 7,2 | 5,5 | 5,1 | 12,3 | 16,8 | 12,3 | 5,1 | 5,6 |
| Dicembre | 4,2 | 3,2 | 2,6 | 8,4 | 11,8 | 8,8 | 2,9 | 3,2 |
| Intero anno | 414,6 | 502,2 | 662,5 | 811,9 | 850,7 | 799,6 | 647,0 | 492,7 |
|  | Fattore di conversione Fdirezione con il quale l'energia radiante totale del sole al piano orizzontale è convertita in energia radiante totale del sole alla superficie verticale ai diversi punti della bussola |
| Mese | N | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
| Gennaio | 0,995 | 0,757 | 0,609 | 1,531 | 2,080 | 1,519 | 0,605 | 0,759 |
| Febbraio | 0,774 | 0,618 | 0,700 | 1,387 | 1,854 | 1,381 | 0,700 | 0,624 |
| Marzo | 0,627 | 0,592 | 0,754 | 1,169 | 1,392 | 1,079 | 0,679 | 0,574 |
| Aprile | 0,366 | 0,470 | 0,666 | 0,843 | 0,895 | 0,847 | 0,672 | 0,474 |
| Maggio | 0,349 | 0,496 | 0,681 | 0,745 | 0,701 | 0,710 | 0,632 | 0,461 |
| Giugno | 0,419 | 0,521 | 0,650 | 0,652 | 0,602 | 0,658 | 0,659 | 0,528 |
| Luglio | 0,367 | 0,503 | 0,657 | 0,681 | 0,639 | 0,711 | 0,679 | 0,504 |
| Agosto | 0,395 | 0,524 | 0,725 | 0,837 | 0,793 | 0,732 | 0,622 | 0,482 |
| Settembre | 0,401 | 0,457 | 0,689 | 1,023 | 1,225 | 1,064 | 0,723 | 0,465 |
| Ottobre | 0,683 | 0,595 | 0,670 | 1,081 | 1,412 | 1,144 | 0,718 | 0,598 |
| Novembre | 0,888 | 0,683 | 0,632 | 1,519 | 2,068 | 1,519 | 0,633 | 0,686 |
| Dicembre | 0,920 | 0,697 | 0,571 | 1,850 | 2,615 | 1,942 | 0,637 | 0,697 |
| Intero anno | 0,425 | 0,515 | 0,679 | 0,833 | 0,872 | 0,820 | 0,663 | 0,505 |