



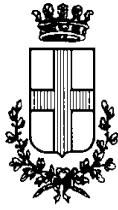
COMUNE DI PADOVA

SETTORE EDILIZIA PRIVATA

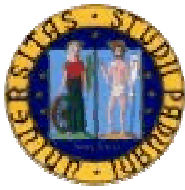
**GUIDA PER L'APPLICAZIONE
DELLE NORME TRANSITORIE DI CUI
AL D.LGS. N.192 DEL 19 AGOSTO 2005
E AL D.LGS. N.311 DEL 29 DICEMBRE 2006**

PARTE TERZA
Normativa tecnica di supporto

Allegato al Regolamento
per la verifica delle Prestazioni Energetiche degli Edifici,
redatto ai sensi dell'art. 123, comma 1, lettera d)
del Regolamento Edilizio Comunale (D.C.C. n. 41 del 5 giugno 2006)



Comune di Padova



Università degli studi di Padova



Dipartimento di Fisica Tecnica

La presente guida è stata predisposta sulla base di un incarico conferito dal Comune di Padova, Settore Edilizia Privata, al Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università di Padova, (responsabile prof. Roberto Zecchin; collaboratori ing. Michele De Carli, ing. Giuseppe Emmi, ing. Enrico Brinchilin, arch. Valentina Raisa, ing. Paolo Baldassa e dott. urb. Adriano Bisello).

INDICE

Premessa.....	1
---------------	---

Terza parte: La normativa tecnica di supporto

1. Calcolo delle resistenze e trasmittanze.....	2
1.1. Resistenza termica superficiale.....	2
1.1.1. Superfici piane.....	3
1.1.2. Superfici non piane	4
1.2. Resistenza termica di un elemento generico.....	5
1.2.1. Resistenza termica degli strati omogenei.....	5
1.2.2. Resistenza termica delle intercapedini d'aria.....	6
1.2.2.1. Intercapedini d'aria non ventilate.....	6
1.2.2.2. Intercapedini d'aria debolmente ventilate.....	7
1.2.2.3. Intercapedini d'aria fortemente ventilate.....	7
1.2.3. Resistenza termica degli ambienti non riscaldati.....	8
1.2.4. Resistenza termica di murature e solai.....	9
1.2.5. Resistenza termica di finestre e vetrate.....	9
Finestra singola	10
Finestra doppia	11
Finestra accoppiata	11
Finestra con serramento esterno chiuso	12
Vetro singolo	13
Vetro multiplo	13
1.2.6. Resistenza termica delle porte.....	14

2.	I ponti termici.....	16
	Calcolo numerico ($\pm 5\%$):	17
	Valori dai cataloghi ($\pm 20\%$):	17
	Calcolo secondo manuale ($\pm 20\%$):	17
	Valori di default (da 0 a 50%):	18
3.	Calcolo del rendimento globale medio stagionale.....	19
4.	Elenco delle principali norme.....	21
	Norme EN.....	21
	Norme ISO.....	23
	Norme UNI.....	24

PREMESSA

Queste linee guida si propongono di fornire agli operatori del settore uno strumento per facilitare l'applicazione delle recenti disposizioni di legge in tema di risparmio energetico nel riscaldamento degli edifici.

Nella terza parte vengono sinteticamente illustrate alcune delle principali recenti normative tecniche (UNI, EN, ISO) il cui uso, non ancora molto diffuso, è certamente di grande ausilio per una corretta applicazione dei principi informatori dei criteri di risparmio dell'energia.

PARTE TERZA – LA NORMATIVA TECNICA DI SUPPORTO

1. CALCOLO DELLE RESISTENZE E TRASMITTANZE

Ai fini di una efficace applicazione dei criteri di certificazione energetica e, più in generale, della valutazione del risparmio energetico, è fondamentale che il calcolo delle diverse grandezze coinvolte nella valutazione dei parametri sia effettuato in modo corretto e univoco. La normativa tecnica, strumento indispensabile in questa prospettiva, ha subito recentemente notevoli mutamenti ed è attualmente in fase di grande sviluppo.

Vengono qui di seguito richiamati, in maniera non esaustiva, alcuni punti fondamentali delle principali norme, raccomandando agli operatori del settore l'accesso diretto e ragionato ai documenti originali, dei quali è fornito un ampio e documentato elenco.

La trasmittanza termica (U) è definita come segue:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R + R_{se}}$$

con: R_{si} e R_{se} resistenze termiche superficiali rispettivamente della superficie interna e di quella esterna; R resistenza termica di un generico elemento compreso fra la superficie interna e quella esterna.

1.1. Resistenza termica superficiale

Per la resistenza termica superficiale, la norma UNI EN ISO 6946 prevede che, in assenza di specifiche informazioni sulle condizioni limite, si utilizzino i valori riportati nella tabella 6.1 nella quale i valori riportati sotto "orizzontale" si applicano a flussi termici inclinati fino a $\pm 30^\circ$ sul piano orizzontale.

Tabella 6.1: resistenze termiche superficiali

	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

* Da "La certificazione e l'efficienza energetica del sistema edificio-impianto" Aicarr, 2006

I valori della tabella 6.1 sono valori di calcolo. Per la dichiarazione della trasmittanza termica di componenti e negli altri casi in cui sono richiesti valori indipendenti dal senso del flusso termico, si raccomanda di scegliere valori corrispondenti al flusso orizzontale.

Per casi particolari, o per superfici che non sono piane si ha quanto segue.

1.1.1. Superfici piane

La resistenza superficiale è data da:

$$R_s = \frac{1}{h_c + h_r}$$

dove: h_c è il coefficiente di convezione;

h_r è il coefficiente di irraggiamento;

inoltre si ha:

$$h_r = \varepsilon h_{ro}$$

$$h_{ro} = 4\sigma T_m^3$$

Dove: ε è l'emissività della superficie;

σ è la costante di Stefan-Boltzmann [$5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$];

T_m è la temperatura termodinamica media della superficie e delle superfici limitrofe;

h_{ro} è il coefficiente di irraggiamento di un corpo nero.

Tabella 6.2: valori del coefficiente di irraggiamento h_{ro} del corpo nero

Temperatura °C	h_{ro} W/(m ² · K)
-10	4,1
0	4,6
10	5,1
20	5,7
30	6,3

Per quanto riguarda h_c si procede come segue:

- per superfici interne si ha $h_c = h_{ci}$ dove:
 - per flusso termico ascendente: $h_{ci} = 5,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 - per flusso termico orizzontale: $h_{ci} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 - per flusso termico discendente: $h_{ci} = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- per superfici esterne si ha $h_c = h_{ce}$ dove:
 - $h_{ce} = 4 + 4 v$

con v velocità del vento in prossimità della superficie in metri al secondo.

I valori della resistenza superficiale esterna, R_{se} , in funzione di diverse velocità del vento sono dati nella tabella 6.3.

I valori della resistenza superficiale interna riportati nella tabella 6.1 sono calcolati per $\varepsilon = 0,9$ e con h_{ro} relativo a $20\text{ }^\circ\text{C}$; mentre i valori della resistenza superficiale esterna sono calcolati per $\varepsilon = 0,9$, h_{ro} relativo a $0\text{ }^\circ\text{C}$ e per $v = 4\text{ m/s}$.

Tabella 6.3: Valori della resistenza superficiale esterna per diverse velocità del vento

Velocità del vento m/s	R_{se} $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
1	0,08
2	0,06
3	0,05
4	0,04
5	0,04
7	0,03
10	0,02

1.1.2. Superfici non piane

Le parti sporgenti rispetto al piano delle pareti non devono essere considerate nel calcolo della resistenza termica totale se sono costituite da materiali aventi conduttività termica non maggiore di $2\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Se, invece, la parte sporgente è costituita da materiale avente conduttività termica maggiore di $2\text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ e non è coibentata, la resistenza superficiale deve essere modificata secondo il rapporto tra l'area della proiezione sulla parete della sporgenza e l'area reale della parte sporgente (Figura 6.1):

$$R_{sp} = R_s \frac{A_p}{A}$$

dove: R_s è la resistenza di superficie del componente piano;

A_p è l'area della proiezione della parte sporgente;

A è l'area effettiva della parte sporgente.

Tale relazione vale sia per la resistenza superficiale interna che per quella esterna.

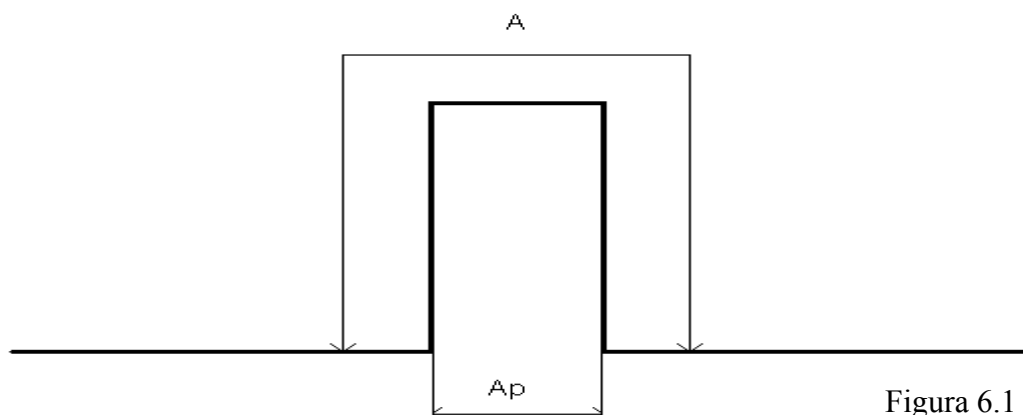


Figura 6.1

1.2. Resistenza termica di un elemento generico

E' questo un aspetto fondamentale per un calcolo corretto delle trasmittanze delle pareti e quindi dei flussi termici e della quantità di energia scambiata dall'involucro edilizio, tenendo conto che la maggior parte della resistenza termica delle pareti stesse si concentra negli strati di materiali isolanti, per i quali le considerazioni che seguono sono particolarmente rilevanti.

Per completare l'espressione della trasmittanza vista in precedenza:

$$K = \frac{1}{R_{si} + \sum R + R_{se}}$$

manca l'analisi della sommatoria a denominatore che è quella che riassume le singole resistenze termiche di ogni generico elemento compreso fra la superficie interna e quella esterna.

Secondo la normativa sono previste le seguenti resistenze termiche, di cui vedremo nel dettaglio il calcolo:

1. resistenza termica degli strati omogenei;
2. resistenza termica delle intercapedini d'aria;
3. resistenza termica degli ambienti non riscaldati;
4. resistenza termica di murature e solai;
5. resistenza termica di finestre e vetrate;
6. resistenza termica delle porte.

1.2.1. Resistenza termica degli strati omogenei

La resistenza termica degli strati omogenei è definita dalla UNI EN ISO 6946 come segue:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

dove:

- d è lo spessore dello strato di materiale nel componente;
 λ è la conduttività termica utile.

Per un corretto calcolo della resistenza bisogna tenere presente quanto segue:

- lo spessore d può essere diverso dallo spessore nominale (per esempio quando un prodotto comprimibile viene installato compresso il valore di d è minore dello spessore nominale); inoltre occorre tenere conto nel valore di d delle tolleranze di spessore (per esempio quando sono negative).
- la conduttività termica utile dei materiali da costruzione è data dalla norma UNI 10351 nella quale sono dati due valori di conduttività: la conduttività termica indicativa di riferimento λ_m e la conduttività termica

utile λ . La prima è un valore di laboratorio ottenuto in particolari condizioni di calcolo, ma nella realtà il materiale in questione ha una conduttività termica maggiore. Nella norma sono presenti, infatti, sia i valori di λ_m sia i valori di λ ottenuti dai precedenti apportando una opportuna maggiorazione (m), anch'essa indicata nelle tabelle.

1.2.2. Resistenza termica delle intercapedini d'aria

L'analisi che segue riguarda le intercapedini con le caratteristiche sotto elencate:

- sono limitate da due facce effettivamente parallele e perpendicolari alla direzione del flusso termico e con una remissività non minore di 0,8;
- il loro spessore (nella direzione del flusso termico) sia minore del 10% delle altre due dimensioni e comunque minore di 0,3 m;
- non scambino aria con l'ambiente interno.

Se l'intercapedine non ha queste caratteristiche si rimanda a quanto previsto dall'appendice B della UNI EN ISO 6946.

Secondo quanto previsto dalla norma si distinguono tre casi:

1. intercapedini d'aria non ventilate;
2. intercapedini d'aria debolmente ventilate;
3. intercapedini d'aria fortemente ventilate.

1.2.2.1. Intercapedini d'aria non ventilate

Un'intercapedine d'aria non ventilata è quella in cui non vi è una specifica configurazione affinché l'aria possa attraversarla. Le resistenze termiche da utilizzare nei calcoli sono fornite nella tabella 1.4. I valori della colonna "orizzontale" si applicano anche a flussi termici inclinati fino a $\pm 30^\circ$ rispetto al piano orizzontale.

Un'intercapedine d'aria non separata dall'ambiente esterno da uno strato isolante ma con delle piccole aperture verso l'ambiente esterno, deve essere considerata come intercapedine non ventilata, se queste aperture non sono disposte in modo da permettere un flusso d'aria attraverso l'intercapedine e se non sono maggiori di:

- 500 mm^2 per metro di lunghezza per le intercapedini d'aria verticali;
- 500 mm^2 per metro quadrato di superficie per intercapedini d'aria orizzontali.

Tabella 1.4: Resistenza termica intercapedini d'aria non ventilate in $m^2 \cdot K/W$.

Spessore intercapedine mm	Senso del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

I valori intermedi possono essere ottenuti per interpolazione lineare.

1.2.2.2. Intercapedini d'aria debolmente ventilate

Un'intercapedine d'aria debolmente ventilata è quella nella quale vi è un passaggio d'aria limitato proveniente dall'ambiente esterno attraverso aperture aventi le caratteristiche seguenti:

- $> 500 \text{ mm}^2$ ma $\leq 1500 \text{ mm}^2$ per metro di lunghezza per le intercapedini d'aria verticali;
- $> 500 \text{ mm}^2$ ma $\leq 1500 \text{ mm}^2$ per metro quadrato di superficie per intercapedini d'aria orizzontali.

La resistenza termica, in questo caso, è uguale alla metà del valore corrispondente della tabella 6.4. Tuttavia, se la resistenza termica tra l'intercapedine d'aria e l'ambiente esterno è maggiore di $0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$, essa deve essere riportata al valore $0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.

1.2.2.3. Intercapedini d'aria fortemente ventilate

Un'intercapedine d'aria è fortemente ventilata se le aperture tra l'intercapedine d'aria e l'ambiente esterno sono maggiori di:

- 1500 mm^2 per metro di lunghezza per le intercapedini d'aria verticali;
- 1500 mm^2 per metro quadrato di superficie per le intercapedini orizzontali.

La resistenza termica totale di un componente per edilizia, contenente un'intercapedine d'aria fortemente ventilata, si ottiene trascurando la resistenza termica dell'intercapedine d'aria e di tutti gli altri strati che separano detta intercapedine d'aria dall'ambiente esterno e includendo una resistenza termica superficiale esterna corrispondente all'aria immobile.

1.2.3. Resistenza termica ambienti non riscaldati

Quando il perimetro esterno di un ambiente non riscaldato non è isolato, si possono applicare i seguenti metodi semplificati, considerando l'ambiente non riscaldato come una resistenza termica:

- sottotetto;
- altri spazi non riscaldati.

Sottotetto: nel caso di una struttura composta da un soffitto piatto e isolato, sormontato da una tettoia inclinata, il sottotetto può essere considerato come uno strato termicamente omogeneo di cui la resistenza termica (R_u) è data nella tabella 1.5 (per altri casi si rimanda all'appendice C della UNI EN ISO 6946).

Tabella 1.5: Resistenza termica del sottotetto

	Caratteristiche del tetto	R_u [m^2 K/W]
1	Tetto a tegole senza feltro, pannelli o equivalenti	0,06
2	Tetto a lastre o tetto a tegole con feltro o pannelli o equivalenti sotto le tegole	0,2
3	Come in 2 ma con rivestimento di alluminio o altro rivestimento a bassa emissività all'intradosso della copertura	0,3
4	Tetto rivestito con pannelli e feltri	0,3

Tali valori comprendono la resistenza termica dell'intercapedine d'aria, quella del tetto ma non quella superficiale esterna.

Altri spazi non riscaldati: quando all'edificio è addossato un piccolo ambiente non riscaldato la trasmittanza termica tra l'ambiente interno ed esterno può essere ottenuto considerando l'insieme costituito dall'ambiente non riscaldato ed i componenti esterni dell'edificio, come uno strato addizionale omogeneo avente una resistenza termica R_u pari a:

$$R_u = 0,09 + 0,4 \frac{A_i}{A_e} \quad \text{con la condizione:} \quad R_u \leq 0,5 m^2 \cdot K / W$$

dove:

A_i è la superficie totale di tutti i componenti tra l'ambiente interno e l'ambiente non riscaldato

A_e è la superficie totale di tutti i componenti tra l'ambiente non riscaldato e l'ambiente esterno

Se vi è più di un solo componente tra l'ambiente interno e quello non riscaldato, R_u dovrebbe essere incluso nel calcolo della trasmittanza termica di ciascuno dei componenti.

Ove fosse richiesto un calcolo più accurato si può seguire la ISO 13789.

1.2.4. Resistenza termica di murature e solai

Per le resistenze termiche unitarie relative alle tipologie di murature e solai maggiormente diffuse si fa riferimento alla norma UNI 10355, basate sui risultati ottenuti da prove di laboratorio e verifiche mediante calcolo. In questa norma, dopo alcune precisazioni e definizioni iniziali, sono presenti i tabulati con i valori delle resistenze termiche unitarie degli elementi edilizi più diffusi.

I valori relativi alle pareti riportate nei prospetti si riferiscono a strutture senza intonaco e fanno riferimento a pareti esterne quando si tratta di elementi che possono essere usati sia all'interno che all'esterno, mentre si riferiscono a pareti interne quando possono essere usati solamente all'interno. Tali valori sono relativi a murature con giunti di malta orizzontali o verticali (quando previsti) di spessore pari a 12 mm. Quando nella pratica realizzazione vengono utilizzati giunti di spessore 5 mm i valori della resistenza termica possono essere incrementati della percentuale indicata dal fattore di correzione (anch'esso presente nei prospetti). Per la malta dei giunti è stata assunta una conduttività termica di 0,9 W/(mK).

I valori riportati nel prospetto relativo ai solai si riferiscono ai solai che separano due ambienti interni. Per solai costituiti da blocchi staticamente collaboranti la resistenza termica include 2 cm di caldana, a cui è stata attribuita una conduttività utile di calcolo pari a quella della malta. Per solai costituiti da blocchi staticamente non collaboranti la resistenza termica comprende, oltre ai 2 cm di caldana, anche 4 cm di calcestruzzo armato.

1.2.5. Resistenza termica di finestre e vetrate

La resistenza termica delle finestre può essere ricavata dalla trasmittanza termica (U), calcolata secondo quanto previsto dalla EN ISO 10077-1 (revisione della precedente ISO 10077-1), essendo:

$$R = \frac{1}{U}$$

La normativa prevede le seguenti tipologie di finestre e vetrate:

- finestra singola;
- finestra doppia;
- finestra accoppiata;
- finestra con serramento esterno chiuso;
- vetro singolo;
- vetro multiplo.

Finestra singola: la trasmittanza termica (U_w) può essere calcolata come segue:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f}$$

dove:

A_g è l'area della superficie vetrata;

U_g è la trasmittanza termica della parte vetrata;

A_f è l'area del telaio;

U_f è la trasmittanza termica del telaio;

l_g è la lunghezza del perimetro della superficie vetrata;

Ψ_g è la trasmittanza termica lineare che tiene conto dell'effetto combinato di vetro, distanziatori e telaio.

L'area della superficie vetrata A_g si determina misurando le aree visibili di entrambi i lati e prendendo la minore; mentre la corrispondente trasmittanza U_g va calcolata seguendo le indicazioni previste per le vetrate (singola o multipla a seconda dei casi).

L'area del telaio A_f corrisponde alla maggiore delle due proiezioni delle aree viste da entrambi i lati; per quanto riguarda la trasmittanza termica del telaio U_f , essa può essere:

- calcolata secondo la ISO 10077-2, oppure
- misurata secondo la EN 12412-2, oppure
- ottenuta dall'appendice D della EN ISO 10077-1

La lunghezza del perimetro della parte vetrata l_g è da determinarsi misurando il perimetro visibile, se questo è diverso da un lato all'altro, si deve utilizzare quello maggiore. Per quanto riguarda la relativa trasmittanza termica lineare Ψ_g , questa può essere:

- calcolata secondo la ISO 10077-2, oppure
- ottenuta dall'appendice E della EN ISO 10077-1

Nel caso di finestra con vetro singolo l'ultimo termine del numeratore può essere trascurato.

Inoltre se sono presenti anche pannelli opachi assieme a quelli vetrati si ha:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g + l_p \cdot \Psi_p}{A_g + A_p + A_f}$$

dove:

A_p è l'area del pannello opaco;

U_p è la trasmittanza termica del pannello opaco;

l_p è la lunghezza del perimetro del pannello opaco;

Ψ_p è la trasmittanza termica lineare per il pannello opaco.

Tutti definiti analogamente alle corrispondenti grandezze riferite alla parte vetrata, mentre gli altri termini sono analoghi al caso precedente. Se il bordo del pannello opaco è termicamente collegato tramite un piccolo distanziatore isolante, l'effetto del collegamento va considerato come nel caso vetrato; altrimenti $\Psi_p=0$.

Finestra doppia: la trasmittanza termica del sistema costituito da due finestre separate U_w può essere calcolata come segue:

$$U_w = \frac{1}{\frac{1}{U_{w1}} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_{w2}}}$$

dove:

U_{w1} è la trasmittanza termica della finestra esterna;

U_{w2} è la trasmittanza termica della finestra interna;

R_{si} è la resistenza termica superficiale interna della finestra esterna quando utilizzata da sola;

R_s è la resistenza termica dello spazio compreso fra i vetri delle due finestre;

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna della finestra interna quando utilizzata da sola.

Le trasmittanze termiche delle due finestre, interna ed esterna, vanno calcolate secondo quanto previsto per la finestra singola.

I valori tipici delle resistenze termiche superficiali R_{si} e R_{se} sono riportati nella tabella 1.6, mentre quelli relativi alla resistenza termica R_s sono da determinarsi secondo quanto previsto per le intercapedini d'aria non ventilate (vedi paragrafo 1.2.2.1).

Tabella 1.6: valori tipici delle resistenze termiche superficiali R_{si} e R_{se}

Orientazione della finestra	R_{si} [m ² · K/W]	R_{se} [m ² · K/W]
Verticale o con angolo α rispetto all'orizzontale $90^\circ \geq \alpha > 60^\circ$	0,13	0,04
Orizzontale o con angolo α rispetto all'orizzontale $60^\circ > \alpha \geq 0^\circ$	0,10	0,04

Finestra accoppiata: la trasmittanza termica del sistema costituito da un unico telaio fisso sul quale sono incernierati due telai mobili separati U_w , può essere determinata secondo quanto previsto per il caso di finestra singola ma con il termine U_g calcolato come segue:

$$U_g = \frac{1}{\frac{1}{U_{g1}} - R_{si} + R_s - R_{se} + \frac{1}{U_{g2}}}$$

dove:

U_{g1} è la trasmittanza termica del vetro esterno;

U_{g2} è la trasmittanza termica del vetro interno;

R_{si}, R_s, R_{se} hanno gli stessi significati del caso della finestra doppia.

Le trasmittanze termiche dei vetri (sia interno che esterno) vanno calcolate secondo quanto previsto per il vetro singolo o doppio a seconda dei casi.

Finestra con serramento esterno chiuso: serramento all'esterno della finestra introduce una ulteriore resistenza termica, dovuta allo strato d'aria compreso fra il serramento e la finestra, e al serramento stesso. Quindi la trasmittanza termica di una finestra con serramento esterno chiuso U_{ws} , è data da:

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R}$$

dove:

U_w è la trasmittanza termica della sola finestra;

ΔR è la resistenza termica addizionale.

Per ΔR sono riportate cinque espressioni a seconda della permeabilità all'aria del serramento:

1. serramento con permeabilità all'aria molto alta:

$$\Delta R = 0,08m^2 \cdot K / W$$

2. serramento con permeabilità all'aria alta:

$$\Delta R = 0,25 \cdot R_{sh} + 0,09m^2 \cdot K / W$$

3. serramento con permeabilità all'aria media:

$$\Delta R = 0,55 \cdot R_{sh} + 0,11m^2 \cdot K / W$$

4. serramento con permeabilità all'aria bassa:

$$\Delta R = 0,80 \cdot R_{sh} + 0,14m^2 \cdot K / W$$

5. serramento impermeabile all'aria:

$$\Delta R = 0,95 \cdot R_{sh} + 0,17m^2 \cdot K / W$$

dove: R_{sh} è la resistenza termica del serramento esterno stesso.

Tali relazioni sono valide per $R_{sh} < 0,3 \text{ m}^2 \cdot K/W$. In presenza schermi (interni o esterni) utilizzare le precedenti relazioni con $R_{sh} = 0$.

In mancanza del valore di R_{sh} , nella tabella 1.7 sono riportati alcuni valori tipici:

Tabella 1.7: valori tipici di R_{sh}

Tipo di serramento	R_{sh} [$m^2 \cdot K/W$]
Serramenti avvolgibili in alluminio	0,01
Serramenti avvolgibili in legno e plastica senza riempimento schiumato	0,10
Serramenti avvolgibili in plastica con riempimento schiumato	0,15
Serramenti in legno, da 25 a 30 mm di spessore	0,20

Per quanto riguarda la classificazione in base al tipo di permeabilità all'aria del serramento si ha:

Tabella 1.8: classificazione delle permeabilità all'aria dei serramenti

Classe	Permeabilità	b_{sh} [mm]
1	Molto alta	$b_{sh} \geq 35$
2	Alta	$15 \leq b_{sh} < 35$
3	Media	$8 \leq b_{sh} < 15$
4	Bassa	$b_{sh} < 8$
5	Impermeabile	$b_{sh} \leq 3$ e $b_1 + b_3 = 0$ o $b_2 + b_3 = 0$

dove:

$$b_{sh} = b_1 + b_2 + b_3$$

b_1 è lo spessore medio della fessura sotto il serramento;

b_2 è lo spessore medio della fessura sopra il serramento;

b_3 è lo spessore medio della fessura a lato del serramento (si considera un lato solo perchè l'influenza della fessura a lato, sulla permeabilità all'aria, è inferiore rispetto all'influenza delle altre due).

Vetro singolo: la trasmittanza termica di un vetro singolo e laminato U_g può essere calcolata come segue:

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{si}}$$

dove:

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna;

R_{si} è la resistenza termica superficiale interna;

d_j è lo spessore dello strato j-esimo;

λ_j è la conduttività termica dello strato j-esimo.

Vetro multiplo: la trasmittanza termica U_g può essere calcolata come segue:

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_j R_{s,j} + R_{si}}$$

dove:

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna;

R_{si} è la resistenza termica superficiale interna;

d_j è lo spessore dello strato j-esimo;

λ_j è la conduttività termica dello strato j-esimo;

$R_{s,j}$ è la resistenza termica dello strato d'aria j-esimo, il cui valore è da determinarsi secondo quanto previsto per le intercapedini d'aria non ventilate (vedi paragrafo 1.2.2.1).

1.2.6. Resistenza termica delle porte

La resistenza termica delle porte può essere ricavata dalla trasmittanza termica (U), calcolata secondo quanto previsto dalla EN ISO 10077-1 (revisione della precedente ISO 10077-1), essendo:

$$R = \frac{1}{U}$$

La normativa prevede le seguenti tipologie di porte:

1. porte vetrate
2. porte costituite sia da pannelli opachi che vetriati

Porte vetrate: la trasmittanza termica di porte con disegno simile ad una finestra (U_D) può essere calcolata come segue:

$$U_D = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g}{A_g + A_f}$$

dove:

A_g è l'area della superficie vetrata;

U_g è la trasmittanza termica della parte vetrata;

A_f è l'area del telaio;

U_f è la trasmittanza termica del telaio;

l_g è la lunghezza del perimetro della superficie vetrata;

Ψ_g è la trasmittanza termica lineare che tiene conto dell'effetto combinato di vetro, distanziatori e telaio.

L'area della superficie vetrata A_g si determina misurando le aree visibili di entrambi i lati e prendendo la minore; mentre la corrispondente trasmittanza U_g va calcolata seguendo le indicazioni previste per le vetrate (singola o multipla a seconda dei casi).

L'area del telaio A_f corrisponde alla maggiore delle due proiezioni delle aree viste da entrambi i lati; per quanto riguarda la trasmittanza termica del telaio U_f , essa può essere:

- calcolata secondo la ISO 10077-2, oppure
- misurata secondo la EN 12412-2, oppure
- ottenuta dall'appendice D della EN ISO 10077-1

La lunghezza del perimetro della parte vetrata l_g è da determinarsi misurando il perimetro visibile, se questo è diverso da un lato all'altro, si deve utilizzare quello maggiore. Per quanto riguarda la relativa trasmittanza termica lineare Ψ_g , questa può essere:

- calcolata secondo la ISO 10077-2, oppure
- ottenuta dall'appendice E della EN ISO 10077-1

Nel caso di porta con vetro singolo l'ultimo termine del numeratore può essere trascurato.

Porte costituite sia da pannelli opachi che vetrati: la trasmittanza termica può essere calcolata come segue:

$$U_D = \frac{A_g \cdot U_g + A_p \cdot U_p + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \Psi_g + l_p \cdot \Psi_p}{A_g + A_p + A_f}$$

dove:

A_p è l'area del pannello opaco;

U_p è la trasmittanza termica del pannello opaco;

l_p è la lunghezza del perimetro del pannello opaco;

Ψ_p è la trasmittanza termica lineare per il pannello opaco.

Tutte definite analogamente alle corrispondenti grandezze riferite alla parte vetrata, mentre gli altri termini sono analoghi al caso precedente.

Se il bordo del pannello opaco è termicamente collegato tramite un piccolo distanziatore isolante, l'effetto del collegamento va considerato come nel caso vetrato; altrimenti $\Psi_p=0$.

Se la porta non ha un disegno simile ad una finestra allora la trasmittanza termica della porta può essere calcolata secondo la ISO 6946, purché il rapporto fra le conduttività termiche di ogni coppia di materiali nella porta non superi 1:5. Questo metodo prevede il calcolo dell'errore massimo che non dovrebbe superare il 10%. Se l'errore è maggiore o il rapporto delle conduttività termiche supera 1:5 allora la trasmittanza termica può essere calcolata secondo la ISO 10077-2 e/o secondo la ISO 10211-2.

2. I PONTI TERMICI

Fra gli ambienti interno ed esterno rispettivamente a temperatura θ_i e θ_e , il flusso di calore attraverso l'involucro dell'edificio, Φ , è calcolato come segue:

$$\Phi = H_T (\theta_i - \theta_e)$$

con H_T coefficiente totale di trasmissione del calore calcolato come segue:

$$H_T = H_D + H_g + H_U$$

dove:

H_D è il coefficiente di trasmissione del calore diretto attraverso l'involucro dell'edificio;

H_g è il coefficiente di trasmissione del calore attraverso il terreno in accordo con ISO 13370;

H_U è il coefficiente di trasmissione del calore attraverso gli spazi non riscaldati (vedi 6.2.3).

Il calcolo di H_D include il contributo dei ponti termici:

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j x_j$$

dove:

A_i è l'area dell'elemento i-esimo dell'involucro dell'edificio, in m^2 ;

U_i è la trasmittanza termica dell'elemento i-esimo dell'involucro dell'edificio, in $W/(m^2 \cdot K)$;

l_k è la lunghezza del ponte termico lineare k-esimo, in m;

Ψ_k è la trasmittanza termica lineare del ponte termico lineare k-esimo, in $W/(m \cdot K)$;

x_j è la trasmittanza termica puntuale del ponte termico puntuale j-esimo, in W/K .

Generalmente l'influenza dei ponti termici puntuali può essere trascurata, ma nel caso ci siano ponti termici puntuali significativi la loro trasmittanza termica puntuale può essere calcolata in accordo con la ISO 10211.

I ponti termici lineari sono generalmente disposti nei seguenti punti dell'edificio:

- giunzioni fra elementi esterni;
- giunzioni di muri interni con muri esterni e tetti;
- giunzioni fra solai intermedi e pareti esterne;
- colonne dei muri esterni;
- attorno a finestre e porte.

La trasmittanza termica lineare Ψ può essere determinata in modi diversi e conseguentemente con accuratezze diverse:

1. calcolo numerico ($\pm 5\%$);
2. valori dai cataloghi ($\pm 20\%$);

3. calcolo secondo manuale ($\pm 20\%$);
4. valori di default (da 0 a 50%).

Calcolo numerico ($\pm 5\%$): la trasmittanza termica lineare Ψ può essere calcolata come segue:

$$\Psi = L^{2D} - \sum_i l_i \cdot U_i$$

dove:

L^{2D} è il coefficiente di accoppiamento termico ottenuto da un calcolo bidimensionale del componente che separa i due ambienti considerati;

U_i è la trasmittanza termica del componente monodimensionale i-esimo che separa i due ambienti considerati;

l_i è la lunghezza, all'interno del modello geometrico bidimensionale, sulla quale si ha la trasmittanza termica U_i .

Altri metodi di calcolo numerico per ottenere la trasmittanza termica lineare Ψ , possono essere ottenuti in accordo con la ISO 10211.

Valori dai cataloghi ($\pm 20\%$): gli esempi di dettagli costruttivi nei cataloghi dei ponti termici hanno solitamente parametri fissati e quindi sono meno flessibili dei metodi di calcolo numerico. Inoltre in generale gli esempi dati nei cataloghi non rispecchiano esattamente il caso considerato e quindi scegliendo tali valori si introduce un'incertezza. I metodi di calcolo, su cui i valori di trasmittanza termica lineare fornita nei cataloghi sono basati, devono essere in accordo con la ISO 10211.

I cataloghi dovrebbero anche fornire le seguenti informazioni:

- una guida chiara su come si possono ottenere i valori di Ψ dai valori forniti nel catalogo;
- dimensioni dei particolari e valori della trasmittanza termica delle parti termicamente omogenee dei particolari;
- la resistenza superficiale interna ed esterna utilizzate per il calcolo dei valori forniti nel catalogo.

Calcolo secondo manuale ($\pm 20\%$): esistono vari manuali con metodi di calcolo adatti ad essere svolti con una calcolatrice portatile o con semplici programmi per computer. Però è difficile dare un'indicazione dell'accuratezza di tali metodi perché la maggior parte dei metodi si riferisce ad un particolare tipo di ponte termico. Ciò comporta che un particolare metodo può essere molto accurato all'interno della propria fascia di competenza, ma allo stesso tempo fuori da tale fascia può risultare molto lontano dal valore esatto.

Nel manuale dovrebbero essere fornite le seguenti informazioni:

- in quali tipi di particolari applicare il metodo;
- limiti dimensionali entro i quali il metodo è valido;
- limiti di conduttività termica dei materiali usati;
- valori di resistenza superficiale usati;
- una stima dell'accuratezza (per esempio il calcolo dell'errore massimo).

Valori di default (da 0 a 50%): possono essere preparate delle tabelle con valori di default per la trasmittanza termica seguendo le regole date nella ISO/DIS 14683. Tali tabelle devono avere indicazioni chiare sull'applicabilità dei valori che contengono e devono essere basate su calcoli che non sottostimino l'effetto dei ponti termici. Nell'appendice A della ISO/DIS 14683 sono forniti dei valori di default calcolati per parametri che rappresentano le situazioni peggiori. Tali valori possono essere usati in assenza di dati più specifici riguardo i ponti termici considerati.

3. CALCOLO DEL RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE

L'impianto di riscaldamento e/o di produzione di acqua calda per usi igienico - sanitari è il sistema destinato a fornire energia termica all'edificio in quantità sufficiente ad assicurare, in un determinato periodo di tempo, il mantenimento di condizioni interne di temperatura prefissate e/o per produrre i quantitativi di acqua calda per usi igienico - sanitari richiesti.

L'energia primaria necessaria per produrre l'energia termica utile richiesta dall'edificio ai fini qui sopra indicati, è data dalla somma dell'energia termica utile richiesta dall'involucro edilizio, calcolata prescindendo dal comportamento del sistema di riscaldamento, e delle perdite di energia, calcolate in relazione al sistema di riscaldamento previsto o installato.

La norma tecnica UNI 10348 fornisce metodi e valori convenzionali per determinare il rendimento globale dei sistemi di riscaldamento e per il conseguente calcolo dei fabbisogni di energia primaria.

Oltre alla UNI 10348 attualmente in vigore, esistono dei progetti di norma europea (prEN 15316-1, prEN 15316-2-1, prEN 15316-2-2, prEN 15316-2-3, prEN 15316-3) inerenti il calcolo dei rendimenti nei sistemi di riscaldamento e di produzione dell'acqua calda sanitaria. A quest'ultime facciamo riferimento nel calcolo del rendimento globale medio stagionale η_g :

$$\eta_g = \frac{E_p}{Q_h + Q_w}$$

dove:

- E_p energia primaria fornita al sistema;
- Q_h energia richiesta per il riscaldamento ambientale calcolata in accordo con la ISO EN 13790;
- Q_w energia richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria.

In un dato periodo l'energia primaria fornita, E_p , per il riscaldamento ambientale e per l'acqua calda sanitaria, è data da:

$$E_p = \sum Q_{f,h} \cdot f_{p,i} + \sum W_h \cdot f_{p,i} + \sum Q_{f,w} \cdot f_{p,i} + \sum W_w \cdot f_{p,i}$$

dove:

- $Q_{f,h}$ energia finale richiesta per il riscaldamento ambientale;
- $f_{p,i}$ fattore di conversione in energia primaria per ogni tipo di energia utilizzata (es. termica, elettrica, solare, etc.);
- W_h energia ausiliaria necessaria per il riscaldamento ambientale;
- $Q_{f,w}$ energia finale richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria;
- W_w energia ausiliaria necessaria per la produzione d'acqua calda sanitaria.

L'energia finale richiesta per il riscaldamento ambientale, $Q_{f,h}$, è data da:

$$Q_{f,h} = (Q_h - Q_{rhh} - Q_{rwh}) + Q_{th}$$

dove:

- Q_h energia richiesta per il riscaldamento ambientale calcolata in accordo con la ISO EN 13790;

- Q_{rhh} energia recuperata dal sistema di riscaldamento ambientale quando non direttamente presa in considerazione come riduzione delle perdite di energia Q_{th} ;
- Q_{rwh} energia recuperata dal sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria, a favore del riscaldamento ambientale;
- Q_{th} perdite totali di energia per il riscaldamento ambientale.

L'energia finale richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria, $Q_{f,w}$, è data da:

$$Q_{f,w} = Q_w - Q_{rww} + Q_{tw}$$

dove:

- Q_w energia richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Q_{rww} energia recuperata dal sistema di produzione di acqua calda sanitaria a favore dello stesso;
- Q_{tw} perdite totali di energia nella produzione di acqua calda sanitaria.

L'energia richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria, Q_w , è data da:

$$Q_w = \rho \cdot c \cdot V_w \cdot (\theta_w - \theta_0)$$

dove:

- ρ è la densità dell'acqua;
- c è il calore specifico dell'acqua;
- V_w è il volume d'acqua richiesto nel periodo di tempo considerato;
- θ_w è la temperatura dell'acqua calda distribuita;
- θ_0 è la temperatura dell'acqua in ingresso al sistema di produzione di acqua calda sanitaria.

4. ELENCO DELLE PRINCIPALI NORME

E' in fase di completamento un ampio programma di emanazione di nuove norme (prEN...) specificatamente concepite come strumenti operativi ai fini dell'applicazione della Direttiva EPBD e delle legislazioni nazionali di recepimento; tali norme si aggiungeranno, nel 2007, a quelle fondamentali già esistenti (EN..., UNI EN... e EN ISO..., nelle tabelle seguenti). Anche il più ampio settore della normativa internazionale (ISO) sta proponendo nuovi documenti, la maggior parte dei quali sviluppati comunque in collaborazione con il CEN.

NORME EN

EN	Titolo e contenuti
CR 1752	Ventilazione degli edifici – Criteri di progettazione per ambienti interni
EN 12599	Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria
EN 12792	Ventilazione degli edifici - Simboli, terminologia e simboli grafici
EN 13187	Prestazione termica degli edifici - Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi - Metodo all'infrarosso
EN 13363-1	Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Metodo semplificato
EN. 13363-2	Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato
EN 13465	Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici residenziali
prEN 13779 rev	Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento
EN 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
EN 13829	Prestazione termica degli edifici - Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici - Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore
prEN 13947	Prestazioni termiche di “curtain walling” – Calcolo della trasmittanza termica
prEN 15193-1	Prestazioni energetiche degli edifici – Domanda energetica per l'illuminazione - Parte 1: Stima dell'energia per l'illuminazione
prEN 15203	Prestazioni energetiche degli edifici – Valutazioni dell'energia utilizzata e definizione degli indici di prestazione.
prEN 15217	Prestazioni energetiche degli edifici – Metodi per esprimere le prestazioni energetiche degli edifici e per la certificazione energetica degli edifici.
prEN 15232	Metodi di calcolo per la determinazione dei miglioramenti di rendimento ottenibili con l'applicazione di sistemi per l'automazione integrata degli edifici,
prEN 15239	Ventilazione degli edifici - Prestazioni energetiche degli edifici – Linee guida per l'ispezione dei sistemi di ventilazione
prEN 15240	Ventilazione degli edifici - Prestazioni energetiche degli edifici – Linee guida per l'ispezione degli impianti di condizionamento d'aria
prEN 15241	Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione dei fabbisogni di energia dei sistemi di ventilazione negli edifici.
prEN 15242	Ventilazione degli edifici - metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici compresa l'infiltrazione
prEN 15243	Ventilazione degli edifici - Calcolo delle temperature ambiente e del carico termico ed energetico con sistemi di condizionamento d'aria per ambienti.

prEN 15251	Criteri per la qualità dell'ambiente interno includenti la prestazione termica, la qualità dell'aria, l'illuminazione e il rumore.
	(continua)
prEN 15255	Prestazioni energetiche degli edifici, Calcolo del carico termico sensibile ambientale per raffrescamento – Criteri generali e procedure di validazione
prEN 15265	Prestazioni energetiche degli edifici, Calcolo del fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento. Criteri generali e procedure di validazione.
prEN 15315	Sistemi di riscaldamento negli edifici – Prestazioni energetiche degli edifici – Consumo energetico globale, energia primaria ed emissioni di CO ₂ .
prEN 15316-1	Sistemi di riscaldamento negli edifici. Metodo per il calcolo dei fabbisogni di energia e dei rendimenti del sistema. – Parte 1: Generale
prEN 15316-2-1	Sistemi di riscaldamento negli edifici. Metodo per il calcolo dei fabbisogni di energia e dei rendimenti del sistema. – Parte 2-1: Emissione del calore in ambiente
prEN 15316-2-2	Sistemi di riscaldamento negli edifici. Metodo per il calcolo dei fabbisogni di energia e dei rendimenti del sistema. Parte 2-2: Sistemi di generazione per il riscaldamento ambientale
prEN 15316-2-3	Sistemi di riscaldamento negli edifici. Metodo per il calcolo dei fabbisogni di energia e dei rendimenti del sistema. Parte 2.3: Sistemi di distribuzione per il riscaldamento ambientale.
prEN 15316-3	Sistemi di riscaldamento negli edifici. Metodo per il calcolo dei fabbisogni di energia e dei rendimenti del sistema. Parte 3.1: sistemi di acqua calda sanitaria.
prEN 15377	Progettazione dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento degli edifici con tubazioni annegate nelle strutture
prEN 15378	Sistemi di riscaldamento degli edifici. Ispezioni dei generatori di calore e dei sistemi di riscaldamento
WI 29	Dati richiesti per la valutazione economica normalizzata, comprese le fonti rinnovabili di energia

NORME ISO

EN ISO	Titoli e contenuti
prEN ISO 6946 -rev	Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
EN ISO 7345	Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni
EN ISO 9288	Isolamento termico - Scambio termico per radiazione - Grandezze fisiche e definizioni
EN ISO 9251	Isolamento termico - Condizioni di scambio termico e proprietà dei materiali – Vocabolario
EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato
EN ISO 10077-2	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai
prEN ISO 10211	Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Metodi generali di calcolo.
prEN ISO 10456	Materiali e prodotti per edilizia - Procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.
EN ISO 12569	Isolamento termico degli edifici - Determinazione del cambio d'aria all'interno degli edifici - Metodo di diluizione di gas traccianti.
prEN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
prEN ISO 13786 -rev	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo
prEN ISO 13789 - rev	Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione– Metodo di calcolo.
prEN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento.
EN ISO 13791	Prestazione termica degli edifici - Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione - Criteri generali e procedure di validazione.
EN ISO 13792	Prestazione termica degli edifici - Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione - Metodi semplificati
prEN ISO 14683-rev	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
EN ISO 15927-1	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Medie mensili dei singoli elementi meteorologici
prEN ISO 15927-2	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 2: Dati per il calcolo dei carichi di raffreddamento e del rischio di surriscaldamento
prEN ISO 15927-3	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 3: Calcolo dell'indice di pioggia battente per superfici verticali in base a dati orari di vento e precipitazioni.
EN ISO 15927-4	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 4: Dati orari per la valutazione del fabbisogno annuale di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
EN ISO 15927-5	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 5: Dati per il carico termico di progetto per il riscaldamento degli ambienti
prEN ISO 15927-6	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 6: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno)

NORME UNI

Le principali norme UNI attualmente vigenti sono elencate qui di seguito. Alcune di esse potranno essere ritirate a seguito dell'entrata in vigore della nuove norme CEN o ISO precedentemente elencate.

UNI	Titoli e contenuti
UNI 10347	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.
UNI 10348	Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
UNI10351	Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.
UNI10355	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 832	Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali.
UNI EN ISO 13789	Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo
UNI EN ISO 6946	Componenti e elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 7345	Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato
UNI EN ISO 10077-2	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai
UNI EN ISO 10211-1	Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Metodi generali di calcolo
UNI EN ISO 10211-2	Ponti termici in edilizia - Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali - Ponti termici lineari
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
UNI EN ISO 15927	Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Medie mensili dei singoli elementi meteorologici