

Energy performance of buildings  
Part 1: Evaluation of energy need for space heating and cooling

---

La specifica tecnica definisce le modalità per l'applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per riscaldamento e per raffrescamento.

La specifica tecnica è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla UNI EN ISO 13790:2008: calcolo di progetto (*design rating*), valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (*asset rating*) o in particolari condizioni climatiche e d'esercizio (*tailored rating*).

---

## TESTO ITALIANO

La presente specifica tecnica sostituisce la UNI 10379:2005.

---

ICS 91.120.10

---

## PREMESSA

La specifica tecnica viene riesaminata ogni tre anni. Eventuali osservazioni sulla UNI/TS 11300-1 devono pervenire all'UNI entro maggio 2010.

La presente specifica tecnica è stata elaborata sotto la competenza dell'ente federato all'UNI

### **CTI - Comitato Termotecnico Italiano**

La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI ha dato la sua approvazione il 22 novembre 2007.

La presente specifica tecnica è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 28 maggio 2008.

---

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

# INDICE

		<b>PREMESSA</b>	1
		<b>INTRODUZIONE</b>	1
<b>1</b>		<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	2
<b>2</b>		<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	3
<b>3</b>		<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	4
<b>4</b>		<b>SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA</b>	5
	prospetto 1	Simboli, grandezze ed unità di misura.....	5
	prospetto 2	Pedici .....	6
<b>5</b>		<b>DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROCEDURA DI CALCOLO</b>	6
5.1		Generalità.....	6
5.2		Calcolo degli scambi termici.....	7
5.3		Calcolo degli apporti termici.....	8
<b>6</b>		<b>DATI DI INGRESSO PER I CALCOLI</b>	9
6.1		Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio.....	9
6.2		Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio.....	9
6.3		Dati climatici.....	10
6.4		Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio.....	10
<b>7</b>		<b>ZONIZZAZIONE E ACCOPPIAMENTO TERMICO TRA ZONE</b>	10
7.1		Individuazione del sistema edificio-impianto.....	10
	figura 1	Sistema edificio-impianto costituito da più edifici serviti da un'unica centrale termica.....	11
	figura 2	Sistema edificio-impianto costituito da un unico edificio.....	11
	figura 3	Sistema edificio-impianto costituito da una porzione di edificio servita da un impianto termico autonomo.....	11
7.2		Regole di suddivisione dell'edificio.....	12
	figura 4	Zone termiche aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione.....	12
7.3		Confini delle zone termiche.....	12
	figura 5	Regole di suddivisione dei volumi.....	13
<b>8</b>		<b>TEMPERATURA INTERNA</b>	13
8.1		Valutazione di progetto o standard.....	13
8.2		Valutazione adattata all'utenza.....	14
<b>9</b>		<b>DATI CLIMATICI</b>	14
<b>10</b>		<b>DURATA DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO</b>	14
10.1		Climatizzazione invernale.....	14
	prospetto 3	Durata della stagione di riscaldamento in funzione della zona climatica.....	14
10.2		Climatizzazione estiva.....	15
10.3		Interpolazione di dati climatici per frazioni di mese.....	15
<b>11</b>		<b>PARAMETRI DI TRASMISSIONE TERMICA</b>	15
11.1		Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro.....	15
	prospetto 4	Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici [%].....	16
11.2		Scambio termico verso ambienti non climatizzati.....	17
	prospetto 5	Fattore di correzione $b_{tr,x}$ .....	17
11.3		Scambio termico verso il terreno.....	17
	prospetto 6	Fattore di correzione $b_{tr,g}$ .....	18
11.4		Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste.....	18

<b>12</b>		<b>VENTILAZIONE</b>	<b>18</b>
12.1		Portata di ventilazione .....	18
12.2		Ventilazione notturna (free-cooling) .....	19
12.3		Volume netto dell'ambiente climatizzato .....	19
	prospetto 7	Fattore di correzione del volume lordo climatizzato .....	19
<b>13</b>		<b>APPORTI TERMICI INTERNI</b>	<b>20</b>
13.1		Entità degli apporti interni .....	20
	prospetto 8	Dati convenzionali relativi all'utenza .....	20
	prospetto 9	Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici residenziali) .....	21
	prospetto 10	Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici adibiti ad uffici) .....	21
	prospetto 11	Apporti termici degli occupanti; valori globali in funzione della densità di occupazione (edifici non residenziali) .....	21
	prospetto 12	Apporti termici delle apparecchiature; valori globali in funzione della categoria di edificio (edifici non residenziali) .....	22
13.2		Apporti all'interno di ambienti non climatizzati .....	22
13.3		Area climatizzata .....	22
<b>14</b>		<b>APPORTI TERMICI SOLARI</b>	<b>22</b>
14.1		Apporti solari all'interno di ambienti non climatizzati .....	22
14.2		Apporti solari sui componenti opachi .....	22
14.3		Apporti solari sui componenti trasparenti .....	23
	prospetto 13	Trasmittanza di energia solare totale $g_{gl,n}$ di alcuni tipi di vetro .....	23
	prospetto 14	Fattori di riduzione per alcuni tipi di tenda .....	23
	prospetto 15	Fattore di riduzione per le schermature mobili, $f_{sh,with}$ .....	24
14.4		Ombreggiatura .....	24
	figura 6	Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna .....	25
	figura 7	Aggetto orizzontale e verticale .....	25
<b>15</b>		<b>PARAMETRI DINAMICI</b>	<b>26</b>
15.1		Fattori di utilizzazione .....	26
15.2		Capacità termica interna .....	26
	prospetto 16	Capacità termica per unità di superficie di involucro [ $\text{kJ}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ ] .....	27
15.3		Intermittenza e attenuazione .....	27
	figura 8	Regime intermittente con regolazione locale .....	28
	figura 9	Regime intermittente con regolazione centrale climatica .....	28
<b>APPENDICE</b>	<b>A</b>	<b>DETERMINAZIONE SEMPLIFICATA DELLA TRASMITTANZA TERMICA DEI COMPONENTI OPACHI IN EDIFICI ESISTENTI</b>	<b>29</b>
(informativa)			
	prospetto A.1	Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	29
	prospetto A.2	Trasmittanza termica dei cassonetti [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	29
	prospetto A.3	Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache verso ambienti interni [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	29
	prospetto A.4	Trasmittanza termica delle coperture piane e a falde [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	30
	prospetto A.5	Trasmittanza termica dei solai sotto ambienti non climatizzati [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	30
	prospetto A.6	Trasmittanza termica dei solai a terra, su spazi aperti o su ambienti non climatizzati [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	30
	prospetto A.7	Trasmittanza termica delle strutture coibentate [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ] .....	30
<b>APPENDICE</b>	<b>B</b>	<b>ABACO DELLE STRUTTURE MURARIE UTILIZZATE IN ITALIA IN EDIFICI ESISTENTI</b>	<b>32</b>
(informativa)			
B.1		Generalità .....	32
B.2		Diffusione geografica delle strutture .....	41

<b>APPENDICE</b>	<b>C</b>	<b>DETERMINAZIONE SEMPLIFICATA DELLA TRASMITTANZA TERMICA DEI COMPONENTI TRASPARENTI</b>	<b>44</b>
(informativa)			
prospetto	C.1	Trasmissione termica di vetrate verticali doppie e triple riempite con diversi gas $[W/(m^2K)]$ .....	44
prospetto	C.2	Trasmissione termica di telai per finestre, porte e porte finestre .....	45
prospetto	C.3	Trasmissione termica di finestre con percentuale dell'area di telaio pari al 20% dell'area dell'intera finestra.....	46
prospetto	C.4	Resistenza termica addizionale per finestre con chiusure oscuranti .....	47
<b>APPENDICE</b>	<b>D</b>	<b>FATTORI DI OMBREGGIATURA</b>	<b>48</b>
(informativa)			
D.1		Ostruzioni esterne.....	48
prospetto	D.1	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GENNAIO .....	48
prospetto	D.2	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di FEBBRAIO .....	48
prospetto	D.3	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di MARZO.....	48
prospetto	D.4	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di APRILE.....	49
prospetto	D.5	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di MAGGIO.....	49
prospetto	D.6	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GIUGNO.....	49
prospetto	D.7	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di LUGLIO .....	49
prospetto	D.8	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di AGOSTO.....	50
prospetto	D.9	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di SETTEMBRE.....	50
prospetto	D.10	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di OTTOBRE .....	50
prospetto	D.11	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di NOVEMBRE .....	50
prospetto	D.12	Fattore di ombreggiatura $F_{hor}$ relativo ad ostruzioni esterne. Mese di DICEMBRE .....	51
D.2		Aggetti orizzontali.....	51
prospetto	D.13	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GENNAIO .....	51
prospetto	D.14	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di FEBBRAIO .....	51
prospetto	D.15	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di MARZO .....	51
prospetto	D.16	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di APRILE.....	52
prospetto	D.17	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di MAGGIO.....	52
prospetto	D.18	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GIUGNO.....	52
prospetto	D.19	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di LUGLIO .....	52
prospetto	D.20	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di AGOSTO.....	52
prospetto	D.21	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di SETTEMBRE.....	53
prospetto	D.22	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di OTTOBRE .....	53
prospetto	D.23	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di NOVEMBRE .....	53
prospetto	D.24	Fattore di ombreggiatura $F_{ov}$ relativo ad aggetti orizzontali. Mese di DICEMBRE .....	53
D.3		Aggetti verticali.....	54
prospetto	D.25	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di GENNAIO .....	54
prospetto	D.26	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di FEBBRAIO .....	54
prospetto	D.27	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di MARZO.....	54
prospetto	D.28	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di APRILE.....	54
prospetto	D.29	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di MAGGIO .....	55
prospetto	D.30	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di GIUGNO.....	55
prospetto	D.31	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di LUGLIO .....	55
prospetto	D.32	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di AGOSTO.....	55
prospetto	D.33	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di SETTEMBRE .....	55
prospetto	D.34	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di OTTOBRE .....	56
prospetto	D.35	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di NOVEMBRE .....	56
prospetto	D.36	Fattore di ombreggiatura $F_{fin}$ relativo ad aggetti verticali. Mese di DICEMBRE .....	56
		<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>57</b>



---

## PREMESSA

La determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici richiede metodi di calcolo per:

- 1) il fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento ambiente;
- 2) il fabbisogno di energia per acqua calda sanitaria;
- 3) il rendimento e il fabbisogno di energia primaria degli impianti di climatizzazione invernale;
- 4) il rendimento e il fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria;
- 5) il risparmio di energia primaria ottenibile utilizzando energie rinnovabili ed altri metodi di generazione per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria;
- 6) il rendimento e il fabbisogno di energia primaria degli impianti di climatizzazione estiva.

I suddetti metodi di calcolo sono descritti nelle seguenti specifiche tecniche:

UNI/TS 11300-1	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
UNI/TS 11300-3 <sup>1)</sup>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
UNI/TS 11300-4 <sup>1)</sup>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria

Il documento è coerente con le norme elaborate dal CEN nell'ambito del mandato M/343 a supporto della Direttiva Europea 2002/91/CE sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La presente specifica tecnica fornisce univocità di valori e di metodi per consentire la riproducibilità e confrontabilità dei risultati ed ottemperare alle condizioni richieste da documenti a supporto di disposizioni nazionali.

---

## INTRODUZIONE

La UNI EN ISO 13790:2008 presenta una serie di metodi di calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento ambiente di un edificio e dell'influenza delle perdite degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, del recupero termico e dell'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile.

Tale norma può essere utilizzata per le seguenti applicazioni:

- 1) valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;
- 2) confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto;
- 3) indicare un livello convenzionale di prestazione energetica degli edifici esistenti;
- 4) stimare l'effetto di possibili misure di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia con e senza ciascuna misura;
- 5) prevedere le esigenze future di risorse energetiche su scala nazionale o internazionale, calcolando i fabbisogni di energia di tipici edifici rappresentativi del parco edilizio.

Le suddette applicazioni trovano riscontro in diversi tipi di valutazione energetica di calcolo, come di seguito classificati.

---

1) In fase di elaborazione.

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
di Progetto ( <i>Design rating</i> )	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire Certificazione o Qualificazione energetica del progetto
Standard ( <i>Asset rating</i> )	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
Adattata all'utenza ( <i>Tailored rating</i> )	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione

I metodi forniti dalla UNI EN ISO 13790:2008 comprendono il calcolo dei seguenti termini:

- 1) lo scambio termico per trasmissione e ventilazione dell'edificio quando esso è riscaldato o raffrescato ad una temperatura interna costante;
- 2) il contributo degli apporti termici interni e solari al bilancio termico dell'edificio;
- 3) i fabbisogni annuali di energia termica per riscaldamento e raffrescamento, al fine di mantenere le temperature prefissate di regolazione all'interno dell'edificio.

La determinazione dei fabbisogni di energia latente non rientra nello scopo della UNI EN ISO 13790:2008, ma viene presa in considerazione dalle norme che forniscono metodi per determinare l'efficienza dei sistemi di climatizzazione (UNI EN 15316, UNI EN 15241, UNI EN 15243).

L'edificio può avere diverse zone termiche a differenti temperature di regolazione e può avere un riscaldamento intermittente.

I possibili intervalli di calcolo sono diversi: l'anno, il mese, l'ora.

Per dati di ingresso e per particolareggiati procedimenti di calcolo non forniti dalla UNI EN ISO 13790:2008, l'utente può fare riferimento ad altre norme internazionali o nazionali. In particolare questo vale per il calcolo dell'efficienza o delle perdite di calore degli impianti di riscaldamento.

La UNI EN ISO 13790:2008 prevede la possibilità di eseguire il calcolo dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio mediante metodi dettagliati di simulazione, che consentono di tenere adeguatamente conto dei fenomeni dinamici. L'utilizzo di tali metodi, opportunamente validati in conformità alla UNI EN 15265, è da ritenersi sempre possibile ed in alcuni casi preferibile, in alternativa al metodo mensile a cui le presenti linee guida si riferiscono, una volta che sono disponibili dati climatici orari della località considerata.

## 1

### SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente specifica tecnica definisce le modalità per l'applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per riscaldamento ( $Q_{H,nd}$ ) e per raffrescamento ( $Q_{C,nd}$ ).

La presente specifica tecnica è rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla UNI EN ISO 13790:2008: calcolo di progetto (*design rating*), valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (*asset rating*) o in particolari condizioni climatiche e d'esercizio (*tailored rating*).

**RIFERIMENTI NORMATIVI**

La presente specifica tecnica rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente specifica tecnica come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

UNI 10339	Impianti aeraulici al fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI 10351	Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore
UNI 10355	Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo
UNI EN 410	Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate
UNI EN 12792	Ventilazione degli edifici - Simboli, terminologia e simboli grafici
UNI EN 12831	Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto
UNI EN 13779	Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione
UNI EN 13947	Prestazione termica delle facciate continue - Calcolo della trasmittanza termica
UNI EN 15242	Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni
UNI EN 15251	Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Generalità
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 13789:2008	Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo
UNI EN ISO 13790:2008	Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
CEN/TR 14788	Ventilation for buildings - Design and dimensioning of residential ventilation systems

## TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente specifica tecnica si applicano i termini e le definizioni seguenti.

- 3.1 ambiente climatizzato:** Vano o spazio chiuso che, ai fini del calcolo, è considerato riscaldato o raffrescato a determinate temperature di regolazione.
- 3.2 area climatizzata:** Area del pavimento degli ambienti climatizzati, comprendente l'area di tutti i piani se più di uno, esclusi piani interrati o altri ambienti non abitabili. Ai fini del calcolo degli apporti termici interni, è intesa al netto delle pareti perimetrali e di tutti i divisori verticali.
- 3.3 certificazione energetica:** Procedura che permette di produrre un'attestazione della prestazione energetica dell'edificio mediante uno o più descrittori di fabbisogno energetico calcolati secondo metodologie normalizzate.
- 3.4 edificio:** Sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti.
- 3.5 fabbisogno di energia termica (utile):** Quantità di calore che deve essere fornita o sottratta ad un ambiente climatizzato per mantenere le condizioni di temperatura desiderate durante un dato periodo di tempo.
- 3.6 fabbisogno ideale di energia termica (utile):** Fabbisogno di energia termica riferito a condizioni di temperatura dell'aria uniforme in tutto l'ambiente climatizzato.
- 3.7 prestazione energetica di un edificio:** Quantità annua di energia primaria effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio: la climatizzazione invernale, la climatizzazione estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e l'illuminazione.
- 3.8 stagione di raffrescamento:** Periodo dell'anno durante il quale vi è una richiesta significativa di energia per il raffrescamento ambiente.
- 3.9 stagione di riscaldamento:** Periodo dell'anno durante il quale vi è una richiesta significativa di energia per il riscaldamento ambiente<sup>2)</sup>.
- 3.10 temperatura esterna:** Temperatura dell'aria esterna.
- 3.11 temperatura interna:** Media aritmetica della temperatura dell'aria e della temperatura media radiante al centro della zona considerata<sup>3)</sup>.
- 3.12 temperatura interna di regolazione (set-point):** Temperatura interna minima fissata dal sistema di regolazione dell'impianto di riscaldamento e temperatura interna massima fissata dal sistema di regolazione dell'impianto di raffrescamento ai fini dei calcoli di fabbisogno energetico.
- 3.13 zona termica:** Parte dell'ambiente climatizzato mantenuto a temperatura uniforme attraverso lo stesso impianto di riscaldamento, raffrescamento o ventilazione.

2) Al momento della pubblicazione della presente specifica tecnica è in vigore il Decreto Presidente Repubblica 412/1993 che stabilisce la durata della stagione di riscaldamento in funzione della zona climatica (art. 2).

3) È un'approssimazione della temperatura operante definita dalla UNI EN ISO 7726 e della temperatura risultante secca definita dalla UNI EN ISO 6946.

## Simboli, grandezze ed unità di misura

Simbolo	Grandezza	Unità di misura
$A$	Area	$m^2$
$b$	Fattore di correzione dello scambio termico	-
$C$	Capacità termica efficace di un ambiente climatizzato	J/K
$d$	Spessore	m
$F$	Fattore di riduzione del flusso solare	-
$g$	Trasmittanza di energia solare totale	-
$H$	Coefficiente globale di scambio termico	W/K
$I$	Irradianza solare	W/m <sup>2</sup>
$l$	Lunghezza	m
$N$	Durata del periodo di riscaldamento	d
$n$	Ricambi d'aria	h <sup>-1</sup>
$Q$	Energia termica	MJ
$q$	Portata volumica	m <sup>3</sup> /s
$R$	Resistenza termica	m <sup>2</sup> K/W
$t$	Tempo	Ms
$U$	Trasmittanza termica	W/(m <sup>2</sup> × K)
$V$	Volume interno	m <sup>3</sup>
$\alpha$	Fattore di assorbimento	-
$\gamma$	Rapporto apporti/dispersioni	-
$\varepsilon$	Emissività relativa alla radiazione termica ad elevata lunghezza d'onda	-
$\Phi$	Flusso termico, potenza termica	W
$\eta$	Efficienza, fattore di utilizzazione	-
$\theta$	Temperatura	°C
$\kappa$	Capacità termica areica	kJ/(m <sup>2</sup> × K)
$\rho$	Massa volumica	kg/m <sup>3</sup>
$\tau$	Costante di tempo	s
$\psi$	Trasmittanza termica lineare	W/(m × K)

A	apparecchiature, edificio adiacente	i	ambiente interno
a	aria	int	interno
adj	corretto per la differenza di temperatura	ls	dispersione termica
c	elemento costruttivo	m	medio
C	raffrescamento	mn	media sul tempo
C,nd	fabbisogno per il raffrescamento	n	incidenza normale, netto
D	trasmissione termica diretta verso l'esterno	nd	fabbisogno
day	giornaliero	ob	ostacoli esterni
des	progetto	Oc	occupanti
F	telaio	ov	aggetto orizzontale
f	pavimento	p	proiettato
fin	aggetto verticale	r	radiazione infrarossa
e	ambiente esterno	s	superficiale
g	terreno	set	regolazione
gl	vetro	sh	ombreggiatura, schermatura
gn	apporti termici	shut	chiusura oscurante
H	riscaldamento	sol	solare
H,nd	fabbisogno per il riscaldamento	tr	trasmissione termica
h	orizzontale	U,u	non climatizzato
hor	orizzonte	ve	ventilazione
ht	scambio termico	w	finestra

## 5

## DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROCEDURA DI CALCOLO

## 5.1

## Generalità

La procedura di calcolo comprende i seguenti passi:

- 1) definizione dei confini dell'insieme degli ambienti climatizzati e non climatizzati dell'edificio;
- 2) definizione dei confini delle diverse zone di calcolo, se richiesta;
- 3) definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno;
- 4) calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento ( $Q_{H,nd}$ ) e il raffrescamento ( $Q_{C,nd}$ );
- 5) aggregazione dei risultati relativi ai diversi mesi ed alle diverse zone servite dagli stessi impianti.

Al punto 4 della procedura i fabbisogni di energia termica per riscaldamento e raffrescamento si calcolano, per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, come:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{int} + Q_{sol}) \quad (1)$$

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve}) \quad (2)$$

dove:

$Q_{H,nd}$  è il fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per riscaldamento;

$Q_{C,nd}$  è il fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per raffrescamento;

$Q_{H,ht}$  è lo scambio termico totale nel caso di riscaldamento;

$Q_{C,ht}$  è lo scambio termico totale nel caso di raffrescamento;

- $Q_{H,tr}$  è lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento;  
 $Q_{C,tr}$  è lo scambio termico per trasmissione nel caso di raffrescamento;  
 $Q_{H,ve}$  è lo scambio termico per ventilazione nel caso di riscaldamento;  
 $Q_{C,ve}$  è lo scambio termico per ventilazione nel caso di raffrescamento;  
 $Q_{gn}$  sono gli apporti termici totali;  
 $Q_{int}$  sono gli apporti termici interni;  
 $Q_{sol}$  sono gli apporti termici solari;  
 $\eta_{H,gn}$  è il fattore di utilizzazione degli apporti termici;  
 $\eta_{C,ls}$  è il fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche.

## 5.2

### Calcolo degli scambi termici

Per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, gli scambi termici si calcolano con le seguenti formule<sup>4)</sup>:

- Nel caso di riscaldamento

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \times t \quad (3)$$

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t \quad (4)$$

- Nel caso di raffrescamento:

$$Q_{C,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \times t \quad (5)$$

$$Q_{C,ve} = H_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \times t \quad (6)$$

dove:

$H_{tr,adj}$  è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno;

$H_{ve,adj}$  è il coefficiente globale di scambio termico per ventilazione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno;

$\theta_{int,set,H}$  è la temperatura interna di regolazione per il riscaldamento della zona considerata;

$\theta_{int,set,C}$  è la temperatura interna di regolazione per il raffrescamento della zona considerata;

$\theta_e$  è la temperatura media mensile dell'ambiente esterno;

$F_{r,k}$  è il fattore di forma tra il componente edilizio  $k$ -esimo e la volta celeste;

$\Phi_{r,mn,k}$  è l'extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste dal componente edilizio  $k$ -esimo, mediato sul tempo.<sup>5)</sup>

$t$  è la durata del mese considerato.

I coefficienti globali di scambio termico si ricavano come:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad (7)$$

$$H_{ve,adj} = \rho_a \times c_a \times \{ \sum_k b_{ve,k} \times q_{ve,k,mn} \} \quad (8)$$

4) Ai fini del calcolo dei fabbisogni di energia si ipotizza che la temperatura dell'aria interna e quella media radiante siano coincidenti.

5) Nella presente specifica tecnica, a differenza della UNI EN ISO 13790:2008, l'extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste viene considerato come un incremento dello scambio termico per trasmissione invece che come una riduzione degli apporti termici solari.

dove:

$H_D$  è il coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno;

$H_g$  è il coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno;

$H_U$  è il coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati;

$H_A$  è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone (interne o meno all'edificio) climatizzate a temperatura diversa;

$\rho_a c_a$  è la capacità termica volumica dell'aria, pari a  $1\,200\text{ J}/(\text{m}^3 \times \text{K})$ ;

$q_{ve,k,mn}$  è la portata mediata sul tempo del flusso d'aria  $k$ -esimo;

$b_{ve,k}$  è il fattore di correzione della temperatura per il flusso d'aria  $k$ -esimo ( $b_{ve,k} \neq 1$  se la temperatura di mandata non è uguale alla temperatura dell'ambiente esterno, come nel caso di pre-riscaldamento, pre-raffrescamento o di recupero termico dell'aria di ventilazione).

Il calcolo dei coefficienti di scambio termico per trasmissione  $H_D$ ,  $H_g$ ,  $H_U$ ,  $H_A$  è effettuato secondo le UNI EN ISO 13789:2008 e UNI EN ISO 13370, e secondo le indicazioni riportate nel punto 11.

Il calcolo di  $F_{r,k}$  e  $\Phi_{r,mn,k}$  è effettuato secondo quanto riportato nella UNI EN ISO 13790:2008 e secondo le indicazioni del punto 11.4.

La portata mediata sul tempo del flusso d'aria  $k$ -esimo,  $q_{ve,k,mn}$ , espressa in  $\text{m}^3/\text{s}$ , si ricava come:

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \times q_{ve,k} \quad (9)$$

dove:

$q_{ve,k}$  è la portata sul tempo del flusso d'aria  $k$ -esimo;

$f_{ve,t,k}$  è la frazione di tempo in cui si verifica il flusso d'aria  $k$ -esimo (per una situazione permanente:  $f_{ve,t,k} = 1$ ).

La determinazione di  $b_{ve,k}$ ,  $q_{ve,k}$  e  $f_{ve,t,k}$  è effettuata secondo la UNI EN ISO 13790:2008 e secondo le indicazioni riportate nel punto 12.

### 5.3

#### Calcolo degli apporti termici

Per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, gli apporti termici si calcolano con le seguenti formule:

$$Q_{\text{int}} = \left\{ \sum_k \Phi_{\text{int},mn,k} \right\} \times t + \left\{ \sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{int},mn,u,l} \right\} \times t \quad (10)$$

$$Q_{\text{sol}} = \left\{ \sum_k \Phi_{\text{sol},mn,k} \right\} \times t + \left\{ \sum_l (1 - b_{\text{tr},l}) \Phi_{\text{sol},mn,u,l} \right\} \times t \quad (11)$$

dove le due sommatorie si riferiscono rispettivamente ai flussi entranti/generati nella zona climatizzata e negli ambienti non climatizzati, ed inoltre

$b_{\text{tr},l}$  è il fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente la sorgente di calore interna  $l$ -esima oppure il flusso termico  $l$ -esimo di origine solare;

$\Phi_{\text{int},mn,k}$  è il flusso termico prodotto dalla  $k$ -esima sorgente di calore interna, mediato sul tempo;

$\Phi_{\text{int},mn,u,l}$  è il flusso termico prodotto dalla  $l$ -esima sorgente di calore interna nell'ambiente non climatizzato adiacente  $u$ , mediato sul tempo;

$\Phi_{\text{sol},mn,k}$  è il flusso termico  $k$ -esimo di origine solare, mediato sul tempo;

$\Phi_{\text{sol},mn,u,l}$  è il flusso termico  $l$ -esimo di origine solare nell'ambiente non climatizzato adiacente  $u$ , mediato sul tempo.

Il flusso termico  $k$ -esimo di origine solare,  $\Phi_{sol,k}$ , espresso in W, si calcola con la seguente formula:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} \quad (12)$$

dove:

$F_{sh,ob,k}$  è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie  $k$ -esima;

$A_{sol,k}$  è l'area di captazione solare effettiva della superficie  $k$ -esima con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato;

$I_{sol,k}$  è l'irradianza solare media mensile, sulla superficie  $k$ -esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale.

L'area di captazione solare effettiva di un componente vetrato dell'involucro (per esempio una finestra),  $A_{sol}$ , è calcolata con la seguente formula:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p} \quad (13)$$

dove:

$F_{sh,gl}$  è il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili;

$g_{gl}$  è la trasmittanza di energia solare della parte trasparente del componente;

$F_F$  è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$  è l'area proiettata totale del componente vetrato (l'area del vano finestra).

L'area di captazione solare effettiva di una parte opaca dell'involucro edilizio,  $A_{sol}$ , è calcolata con la seguente formula:

$$A_{sol} = \alpha_{sol,c} R_{se} U_c A_c \quad (14)$$

dove:

$\alpha_{sol,c}$  è il fattore di assorbimento solare del componente opaco;

$R_{se}$  è la resistenza termica superficiale esterna del componente opaco, determinato secondo la UNI EN ISO 6946;

$U_c$  è la trasmittanza termica del componente opaco;

$A_c$  è l'area proiettata del componente opaco.

## 6

## DATI DI INGRESSO PER I CALCOLI

### 6.1

### Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio

I dati di ingresso relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio comprendono:

- volume lordo dell'ambiente climatizzato ( $V_l$ );
- il volume interno (o netto) dell'ambiente climatizzato ( $V_i$ );
- la superficie utile (o netta calpestabile) dell'ambiente climatizzato ( $A_f$ );
- le superfici di tutti i componenti dell'involucro e della struttura edilizia ( $A$ );
- le tipologie e le dimensioni dei ponti termici ( $l$ )<sup>6)</sup>;
- gli orientamenti di tutti i componenti dell'involucro edilizio;
- le caratteristiche geometriche di tutti elementi esterni (altri edifici, aggetti, ecc.) che ombreggiano i componenti trasparenti dell'involucro edilizio.

### 6.2

### Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

I dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio comprendono:

- le trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro edilizio ( $U$ )<sup>6)</sup>;
- le capacità termiche areiche dei componenti della struttura dell'edificio ( $\kappa$ );

6) Per le finestre dotate di chiusure oscuranti, occorre conoscere i valori della trasmittanza termica nelle due configurazioni: chiusura oscurante aperta e chiusura oscurante chiusa.

- Nota Questo dato può essere omesso nei casi in cui è consentita una valutazione semplificata della capacità termica interna (vedere punto 15.2).
- le trasmittanze di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio ( $g$ );
  - i fattori di assorbimento solare delle facce esterne dei componenti opachi dell'involucro edilizio ( $\alpha_{sol,c}$ );
  - le emissività delle facce esterne dei componenti dell'involucro edilizio ( $\varepsilon$ );
  - i fattori di riduzione della trasmittanza di energia solare totale dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio in presenza di schermature mobili ( $F_{sh}$ );
  - i fattori di riduzione dovuti al telaio dei componenti trasparenti dell'involucro edilizio ( $1 - F_F$ );
  - i coefficienti di trasmissione lineare dei ponti termici ( $\psi$ ).
- Nota Questo dato può essere omesso nei casi in cui è consentita una valutazione forfetaria delle dispersioni attraverso i ponti termici (vedere punto 11.1.3).

## 6.3

### Dati climatici

I dati climatici comprendono:

- le medie mensili delle temperature esterne ( $\theta_e$ );
- l'irradianza solare totale media mensile sul piano orizzontale ( $I_{sol,h}$ );
- l'irradianza solare totale media mensile per ciascun orientamento ( $I_{sol}$ ).

## 6.4

### Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

I dati relativi all'utenza comprendono:

- la temperatura interna di regolazione per il riscaldamento ( $\theta_{int,set,H}$ );
- la temperatura interna di regolazione per il raffrescamento ( $\theta_{int,set,C}$ );
- il numero di ricambi d'aria ( $n$ );
- il tipo di ventilazione (aerazione, ventilazione naturale, ventilazione artificiale);
- il tipo di regolazione della portata di ventilazione (costante, variabile);
- la durata del periodo di raffrescamento ( $N_C$ );
- la durata del periodo di riscaldamento ( $N_H$ );
- il regime di funzionamento dell'impianto di climatizzazione;
- le modalità di gestione delle chiusure oscuranti;
- le modalità di gestione delle schermature mobili;
- gli apporti di calore interni ( $Q_{int}$ ).

Nella valutazione di progetto o nella valutazioni standard, i dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio si riferiscono ad un'utenza convenzionale.

---

## 7

### ZONIZZAZIONE E ACCOPPIAMENTO TERMICO TRA ZONE

## 7.1

### Individuazione del sistema edificio-impianto

Ai fini dell'applicazione della presente specifica tecnica, il sistema edificio-impianto è costituito da uno o più edifici (involucri edilizi) o da porzioni di edificio, climatizzati attraverso un unico sistema di generazione (vedere figure 1, 2 e 3).

Il volume climatizzato comprende gli spazi che si considerano riscaldati e/o raffrescati a date temperature di regolazione.

figura 1 Sistema edificio-impianto costituito da più edifici serviti da un'unica centrale termica

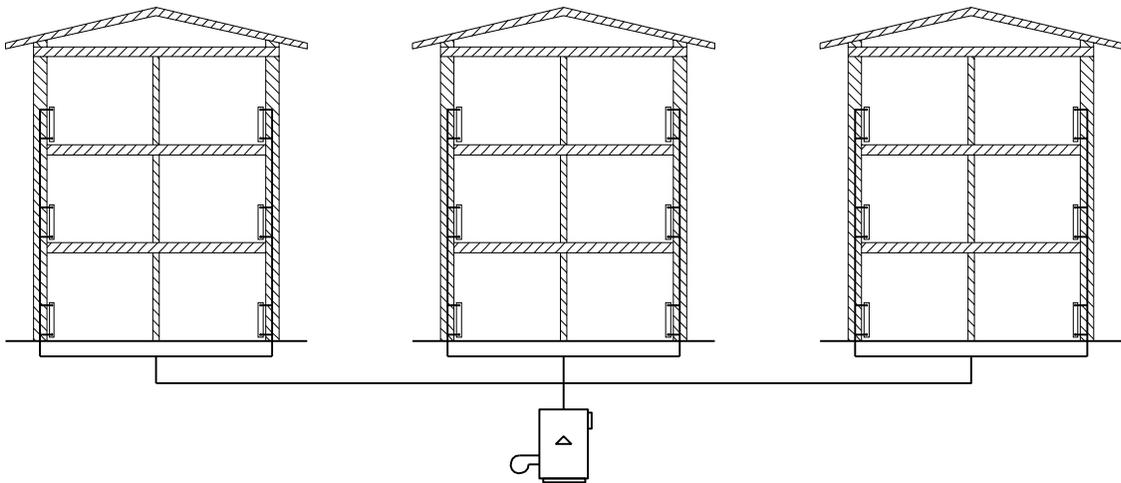


figura 2 Sistema edificio-impianto costituito da un unico edificio

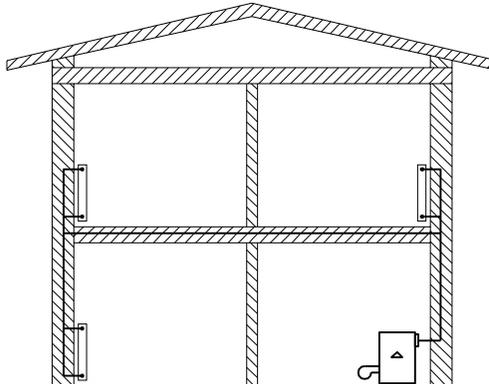
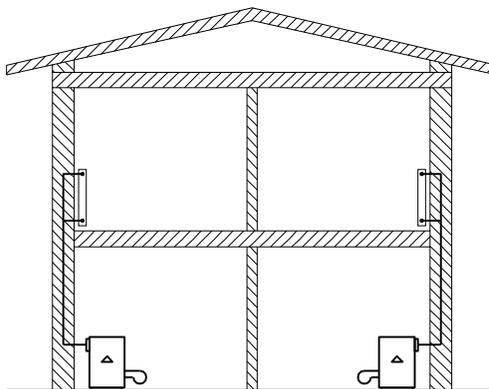


figura 3 Sistema edificio-impianto costituito da una porzione di edificio servita da un impianto termico autonomo



## Regole di suddivisione dell'edificio

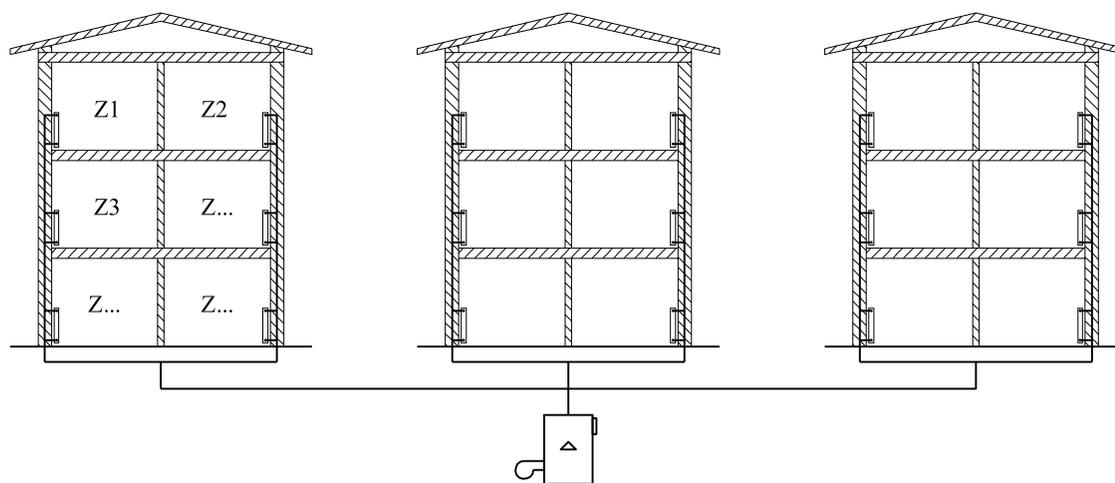
In linea generale ogni porzione di edificio, climatizzata ad una determinata temperatura con identiche modalità di regolazione, costituisce una zona termica. Per esempio, le diverse unità immobiliari servite da un unico generatore, aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione, possono costituire altrettante zone termiche (vedere figura 4).

La zonizzazione non è richiesta se si verificano le seguenti condizioni:

- le temperature interne di regolazione per il riscaldamento differiscono di non oltre 4 K;
- gli ambienti non sono raffrescati o comunque le temperature interne di regolazione per il raffrescamento differiscono di non oltre 4 K;
- gli ambienti sono serviti dallo stesso impianto di riscaldamento;
- se vi è un impianto di ventilazione meccanica, almeno l'80% dell'area climatizzata è servita dallo stesso impianto di ventilazione con tassi di ventilazione nei diversi ambienti che non differiscono di un fattore maggiore di 4.

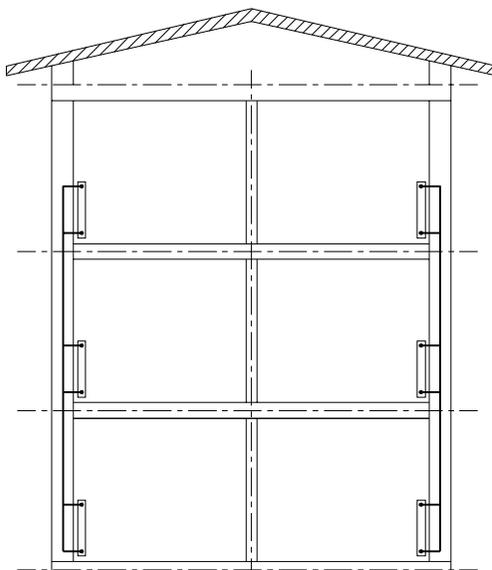
È possibile che la zonizzazione relativa al riscaldamento differisca da quella relativa al raffrescamento.

figura 4 Zone termiche aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione



## Confini delle zone termiche

Ai fini dell'applicazione della presente specifica tecnica, per definire i confini del volume lordo climatizzato si considerano le dimensioni esterne dell'involucro mentre, per definire i confini tra le zone termiche, si utilizzano le superfici di mezzeria degli elementi divisori (vedere figura 5).



## 8 TEMPERATURA INTERNA

### 8.1 Valutazione di progetto o standard

#### 8.1.1 Climatizzazione invernale

Per tutte le categorie di edifici ad esclusione delle categorie E.6(1), E.6(2) e E.8<sup>7)</sup>, si assume una temperatura interna costante pari a 20 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28 °C

Per gli edifici di categoria E.6(2) e E.8 si assume una temperatura interna costante pari a 18 °C.

Per gli edifici confinanti, in condizioni standard di calcolo, si assume:

- temperatura pari a 20 °C per edifici confinanti riscaldati e appartamenti vicini normalmente abitati;
- temperatura conforme alla UNI EN 12831 per appartamenti confinanti in edifici che non sono normalmente abitati (per esempio case vacanze);
- temperatura conforme all'appendice A della UNI EN ISO 13789:2008, per edifici o ambienti confinanti non riscaldati (magazzini, autorimesse, cantinati, vano scale, ecc.)<sup>8)</sup>.

7) Al momento della pubblicazione della presente specifica tecnica è in vigore il [Decreto Presidente Repubblica n. 412/93, che definisce, nell'articolo 3, le categorie degli edifici.](#)

8) La temperatura media mensile dei locali non riscaldati può essere determinata dalla seguente formula:

$$\theta_u = \frac{\Phi_{gn} + \theta_i H_{iu} + \theta_e H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

dove:

$\Phi_{gn}$  è il flusso termico generato all'interno dell'ambiente non riscaldato, in W;

$\theta_e$  è la temperatura esterna media mensile, in °C;

$\theta_i$  è la temperatura interna di progetto dell'ambiente riscaldato, in °C;

$H_{iu}$  è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente riscaldato e l'ambiente non riscaldato, in W/K;

$H_{ue}$  è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente riscaldato e l'ambiente esterno, in W/K.

## 8.1.2

### Climatizzazione estiva

Per tutte le categorie di edifici<sup>9)</sup> ad esclusione delle categorie E.6(1) e E.6(2) si assume una temperatura interna costante pari a 26 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(1) si assume una temperatura interna costante pari a 28 °C.

Per gli edifici di categoria E.6(2) si assume una temperatura interna costante pari a 24 °C.

La temperatura interna degli edifici adiacenti è fissata convenzionalmente pari a 26 °C.

## 8.2

### Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello standard la temperatura interna può essere considerata costante per l'intero periodo di funzionamento oppure può essere specificata e giustificata una variazione di tale parametro in relazione ai profili di utilizzo dell'edificio.

Il tipo di valutazione ed i parametri utilizzati devono essere specificati con evidenza nel rapporto di calcolo.

## 9

### DATI CLIMATICI

I dati climatici devono essere conformi a quanto riportato nella UNI 10349.

I valori di irradianza solare totale media mensile sono ricavati dai valori di irraggiamento solare giornaliero medio mensile forniti dalla UNI 10349. Per orientamenti intermedi tra quelli ivi indicati si procede per interpolazione lineare.

I valori di temperatura esterna media giornaliera sono forniti dalla UNI 10349.

## 10

### DURATA DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO

### 10.1

#### Climatizzazione invernale

#### 10.1.1

##### Valutazione di progetto o standard

La durata della stagione di calcolo è determinata in funzione della zona climatica<sup>10)</sup> dipendente dai gradi giorno della località, secondo il prospetto 3.

prospetto 3

##### Durata della stagione di riscaldamento in funzione della zona climatica

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1° dicembre	15 marzo
B	1° dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1° novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile

#### 10.1.2

##### Valutazione adattata all'utenza

Nel caso di diagnosi energetiche o previsione dei consumi può essere adottata la stagione di riscaldamento reale ovvero il periodo durante il quale è necessario fornire calore attraverso l'impianto di riscaldamento per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non inferiore a quella di progetto.

9) Vedere nota 7.

10) Vedere nota 2.

---

Il primo e l'ultimo giorno del periodo di riscaldamento reale vengono calcolati come i giorni in cui la somma degli apporti termici interni e solari eguaglia le perdite di calore ovvero quando:

$$\theta_{e,\text{day}} < \theta_{i,\text{set,H}} - \frac{Q_{\text{gn,day}}}{H \times t_{\text{day}}} \quad (15)$$

dove:

$\theta_{e,\text{day}}$  è la temperatura esterna media giornaliera;

$\theta_{i,\text{set,H}}$  è la temperatura interna di regolazione per il riscaldamento;

$Q_{\text{gn,day}}$  sono gli apporti interni e solari medi giornalieri;

$H$  è il coefficiente globale di cambio termico dell'edificio, in W/K, pari alla somma dei coefficienti globali di scambio termico per trasmissione e ventilazione, corretti per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno.

$t_{\text{day}}$  è la durata del giorno.

Gli apporti termici solari giornalieri sono ricavati dai valori di irraggiamento solare giornaliero medio mensile secondo quanto riportato nella UNI 10349.

## 10.2 Climatizzazione estiva

La stagione di raffrescamento è il periodo durante il quale è necessario un apporto dell'impianto di climatizzazione per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non superiore a quella di progetto:

$$\theta_{e,\text{day}} > \theta_{i,\text{set,C}} - \frac{Q_{\text{gn,day}}}{H \times t_{\text{day}}} \quad (16)$$

dove  $\theta_{i,\text{set,C}}$  è la temperatura interna di regolazione per il raffrescamento.

## 10.3 Interpolazione di dati climatici per frazioni di mese

Per determinare i giorni limite dei periodi di riscaldamento e raffrescamento, ovvero quelli in cui la temperatura esterna media giornaliera ( $\theta_{e,\text{day}}$ ) eguaglia i secondi termini delle equazioni (15) e (16), si procede mediante interpolazione lineare, attribuendo i valori medi mensili di temperatura riportati nella UNI 10349 al quindicesimo giorno di ciascun mese.

---

# 11 PARAMETRI DI TRASMISSIONE TERMICA

Il calcolo dei coefficienti di scambio termico per trasmissione delle zone climatizzate deve essere effettuato secondo le UNI EN ISO 13789:2008 e UNI EN ISO 13370.

## 11.1 Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro

### 11.1.1 Componenti opachi

Per il calcolo della trasmittanza termica dei componenti opachi, occorre che:

- le proprietà termofisiche dei materiali siano ricavate dai dati di accompagnamento della marcatura CE (ove disponibile) oppure dalla UNI 10351 o dalla UNI EN 1745;
- le resistenze termiche di murature e solai siano ricavate dai dati di accompagnamento della marcatura CE (ove disponibile) oppure dalla UNI 10355 o dalla UNI EN 1745;
- i coefficienti superficiali di scambio termico e le resistenze termiche delle intercapedini d'aria siano conformi ai valori stabiliti dalla UNI EN ISO 6946.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori dei parametri termici dei componenti edilizi di edifici esistenti possono essere determinati in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione, secondo quanto indicato nelle appendici A e B.

Nel caso vengano utilizzati i dati delle appendici A e B, l'origine dei dati deve essere riportata nel rapporto finale di calcolo.

## 11.1.2

### Componenti trasparenti

La trasmittanza termica delle finestre si calcola secondo la UNI EN ISO 10077-1.

La trasmittanza termica delle facciate continue trasparenti si calcola in base a quanto riportato nella UNI EN 13947.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica delle vetrate possono essere ricavati dal prospetto C.1.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica dei telai possono essere ricavati dal prospetto C.2.

Per finestre verticali di dimensioni non molto differenti da 1,20 m per 1,50 m, nell'ipotesi che l'area del telaio sia pari al 20% dell'area dell'intera finestra e che i distanziatori tra i vetri siano di tipo comune, i valori di trasmittanza termica delle finestre possono essere ricavati dal prospetto C.3.

#### Effetto di chiusure oscuranti

L'effetto dell'isolamento notturno, quale quello dovuto alla presenza di una chiusura oscurante, deve essere tenuto in conto mediante la frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, derivante dal modello orario di utilizzo.

$$U_{w,corr} = U_{w+shut} \times f_{shut} + U_w \times (1 - f_{shut}) \quad (17)$$

dove:

$U_w$  è la trasmittanza termica della finestra senza chiusura oscurante;

$U_{w,corr}$  è la trasmittanza termica ridotta della finestra e della chiusura oscurante;

$U_{w+shut}$  è la trasmittanza termica della finestra e della chiusura oscurante insieme;

$f_{shut}$  è la frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, derivante dal profilo orario di utilizzo della chiusura oscurante e dal profilo orario della differenza tra temperatura interna ed esterna.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di resistenza termica addizionale,  $\Delta R$ , della chiusura oscurante possono essere ricavati dal prospetto C.4.

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard si considera un periodo giornaliero di chiusura di 12 h. In mancanza di dati precisi sui profili giornalieri della temperatura si assuma  $f_{shut} = 0,6$ .

## 11.1.3

### Ponti termici

Lo scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici può essere calcolato secondo la UNI EN ISO 14683.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, per alcune tipologie edilizie, lo scambio termico attraverso i ponti termici può essere determinato forfaitariamente secondo quanto indicato nel prospetto 4. Nel caso si utilizzino i dati del prospetto 4 questi devono essere riportati nel rapporto finale di calcolo.

prospetto 4

#### Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici [%]

Descrizione della struttura	Maggiorazione <sup>11)</sup>
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e ponti termici corretti	5
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	30

Nel caso in cui il ponte termico si riferisca ad un giunto tra due strutture che coinvolgono due zone termiche diverse, il valore della trasmittanza termica lineare, dedotto dalla UNI EN ISO 14683, deve essere ripartito tra le due zone interessate.

11) Le maggiorazioni si applicano alle dispersioni della parete opaca e tengono conto anche dei ponti termici relativi ai serramenti.

## 11.2

### Scambio termico verso ambienti non climatizzati

Il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione,  $H_U$ , tra il volume climatizzato e gli ambienti esterni attraverso gli ambienti non climatizzati si ottiene come:

$$H_U = H_{iu} \times b_{tr,x} \quad (18)$$

dove  $b_{tr,x}$  è il fattore di correzione dello scambio termico tra ambienti climatizzato e non climatizzato, diverso da 1 nel caso in cui la temperatura di quest'ultimo sia diversa da quella dell'ambiente esterno. Si ha:

$$b_{tr,x} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (19)$$

dove:

$H_{iu}$  è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato;

$H_{ue}$  è il coefficiente globale di scambio termico tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori del fattore  $b_{tr,x}$  si possono assumere dal prospetto 5.

prospetto 5

#### Fattore di correzione $b_{tr,x}$

Ambiente confinante	$b_{tr,x}$
Ambiente	
- con una parete esterna	0,4
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,5
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,6
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,8
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestre o serramenti esterni	0,5
- con finestre o serramenti esterni	0,8
Sottotetto	
- tasso di ventilazione del sottotetto elevato (per esempio tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinua) senza rivestimento con feltro o assito	1,0
- altro tetto non isolato	0,9
- tetto isolato	0,7
Aree interne di circolazione (senza muri esterni e con tasso di ricambio d'aria minore di $0,5 \text{ h}^{-1}$ )	0,0
Aree interne di circolazione liberamente ventilate (rapporto tra l'area delle aperture e volume dell'ambiente maggiore di $0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$ )	1,0

## 11.3

### Scambio termico verso il terreno

Lo scambio termico verso il terreno deve essere calcolato secondo la UNI EN ISO 13370.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, il coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario tra gli ambienti interno ed esterno è dato da:

$$H_g = A \times U_f \times b_{tr,g} \quad (20)$$

dove:

$A$  è l'area dell'elemento;

$U_f$  è la trasmittanza termica della parte sospesa del pavimento (tra l'ambiente interno e lo spazio sottopavimento), espressa in  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ , mentre,

$b_{tr,g}$  è dato dal prospetto 6.

**Fattore di correzione  $b_{tr,g}$** 

Ambiente confinante	$b_{tr,g}$
Pavimento controterra	0,45
Parete controterra	0,45
Pavimento su vespaio aerato	0,80

**11.4****Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste**

Il calcolo dell'extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste è effettuato secondo quanto riportato nei punti 11.3.5 e 11.4.6 della UNI EN ISO 13790:2008, adottando le seguenti ipotesi:

- la differenza tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura apparente del cielo  $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ K}$ ;
- il coefficiente di scambio termico esterno per irraggiamento  $h_r = 5 \varepsilon \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})^{12}$ ;
- il fattore di forma tra un componente edilizio e la volta celeste vale:

$$F_r = F_{sh, ob, dif}(1 + \cos S)/2$$

dove:

$S$  è l'angolo d'inclinazione del componente sull'orizzonte;

$F_{sh, ob, dif}$  è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo alla sola radiazione diffusa, pari a 1 in assenza di ombreggiature da elementi esterni.

**12****VENTILAZIONE**

Le caratteristiche delle diverse tipologie dei sistemi di ventilazione sono descritte nel CEN/TR 14788. Ulteriori definizioni riguardo alla ventilazione ed all'aerazione sono fornite nella UNI EN 12792.

**12.1****Portata di ventilazione****12.1.1****Valutazione di progetto o standard**

Nel caso di aerazione o ventilazione naturale:

- per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a 0,3 vol/h;
- per tutti gli altri edifici si assumono i tassi di ricambio d'aria riportati nella UNI 10339. I valori degli indici di affollamento sono assunti pari al 60% di quelli riportati nella suddetta norma ai fini della determinazione della portata di progetto.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica a semplice flusso (aspirazione) il tasso di ricambio d'aria è fissato pari a:

$$q_{ve} = q_{ve,des} \times k \quad (21)$$

dove  $q_{ve,des}$  è la portata d'aria di progetto e  $k$  è un coefficiente di contemporaneità di utilizzo delle bocchette aspiranti. In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, si può assumere  $k = 1$  per sistemi a portata fissa,  $k = 0,6$  per ventilazione igro-regolabile.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica a doppio flusso il tasso di ricambio d'aria è fissato pari a:

$$q_{ve} = q_{ve,des} \times (1 - \eta_{ve}) \quad (22)$$

dove  $q_{ve,des}$  è la portata d'aria di progetto del sistema per ventilazione meccanica,  $\eta_{ve}$  è il fattore di efficienza dell'eventuale recuperatore di calore dell'aria (pari a 0 se assente).

12) Il valore tipico di  $\varepsilon$  per i materiali da costruzione è 0,9. Per i vetri senza deposito superficiale  $\varepsilon = 0,837$ .

## 12.1.2

### Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello di progetto o standard è possibile effettuare una determinazione accurata della portata di ventilazione, tenendo conto anche dei requisiti relativi alla qualità dell'aria interna.

Nel caso di aerazione e di ventilazione naturale non è possibile determinare con certezza le portate di rinnovo. Il tasso di ricambio d'aria di un edificio dipende dalle condizioni climatiche al contorno (velocità e direzione del vento e differenza di temperatura tra esterno ed interno), dalla permeabilità dell'involucro e dal comportamento dell'utenza. I valori reali di ricambio d'aria reali possono quindi essere notevolmente diversi da quelli indicati per la valutazione di progetto o standard.

Ai fini della determinazione della portata di ventilazione richiesta per soddisfare l'esigenza di qualità dell'aria interna si fa riferimento alle UNI EN 13779 e UNI EN 15251.

Ai fini di un calcolo dettagliato della portata di ventilazione si fa riferimento alla UNI EN 15242.

## 12.2

### Ventilazione notturna (free-cooling)

L'effetto della ventilazione notturna viene valutato secondo quanto riportato nel punto 9.4.3 della UNI EN ISO 13790:2008.

Ai fini della valutazione di progetto o della valutazione standard, l'opzione della ventilazione notturna può essere considerata solo in presenza di ventilazione meccanica, assumendo una ventilazione notturna (dalle ore 23.00 alle ore 7.00) per tutti i giorni del periodo di raffrescamento. In questo caso:

- la portata specificata nel punto 12.1.1. è attribuita al periodo 7.00 - 23.00 ( $f_{ve,t} = 0,67$ );
- la portata  $q_{ve,extra}$ , pari alla portata di progetto dell'impianto di ventilazione, è attribuita al periodo 7.00 - 23.00 ( $f_{ve,t,extra} = 0,33$ );
- i valori di correzione della temperatura,  $b_{ve}$  e  $b_{ve,extra}$ , tengono conto della diversa differenza di temperatura tra ambienti interno ed esterno nelle due frazioni del periodo di calcolo (7.00-23.00 e 23.00-7.00).

## 12.3

### Volume netto dell'ambiente climatizzato

In assenza di informazioni sul volume netto dell'ambiente climatizzato, al fine di determinare lo scambio termico per ventilazione, il volume interno di ciascuna zona termica può essere ottenuto moltiplicando il volume lordo per un fattore funzione della tipologia edilizia, secondo il prospetto 7.

prospetto 7

#### Fattore di correzione del volume lordo climatizzato

Categoria di edificio <sup>13)</sup>	Tipo di costruzione	
	E.1, E.2, E.3, E.7	Pareti di spessore maggiore di 45 cm
	0,6	0,7
E.4, E.5, E.6, E.8	Con partizioni interne	Senza partizioni interne
	0,8	0,9

13) Vedere nota 7.

Nei casi di valutazione di progetto o di valutazione standard gli apporti termici interni sono espressi, per gli edifici diversi dalle abitazioni, in funzione della destinazione d'uso secondo quanto riportato nel prospetto 8.

prospetto 8

## Dati convenzionali relativi all'utenza

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	Apporti medi globali
		W/m <sup>2</sup>
E.1 (3)	Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari	6
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili	6
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili	8
E.4 (1)	Cinema e teatri, sale di riunione per congressi	8
E.4 (2)	Mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto	8
E.4 (3)	Bar, ristoranti, sale da ballo	10
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili	8
E.6 (1)	Piscine, saune e assimilabili	10
E.6 (2)	Palestre e assimilabili	5
E.6 (3)	Servizi di supporto alle attività sportive	4
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	4
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	6

Per gli edifici di categoria E.1 (1) e E.1 (2) (abitazioni), aventi superficie utile di pavimento,  $A_f$ , minore o uguale a 170 m<sup>2</sup>, il valore globale degli apporti interni, espresso in W, è ricavato come

$$\Phi_{\text{int}} = 5,294 \times A_f - 0,01557 \times A_f^2$$

Per superficie utile di pavimento maggiore di 170 m<sup>2</sup> il valore di  $\Phi_{\text{int}}$  è pari a 450 W.

Per calcoli aventi scopi differenti da quello standard possono essere utilizzati dati diversi a seconda dello scopo del calcolo. Nei punti che seguono vengono forniti valori tipici degli apporti interni medi per diverse destinazioni d'uso, applicabili sia in condizioni invernali che estive, distinguendo tra:

- apporti globali;
- apporti dagli occupanti;
- apporti dalle apparecchiature.

Apporti globali

Le sorgenti di energia termica presenti all'interno di uno spazio chiuso sono in genere dovute a occupanti, acqua sanitaria reflua, apparecchiature elettriche, di illuminazione e di cottura.

Gli apporti interni di calore derivanti dalla presenza di queste sorgenti sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nei prospetti 9 e 10.

**Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici residenziali)**

Giorni	Ore	Soggiorno e cucina ( $\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>	Altre aree climatizzate (per esempio stanza da letto) ( $\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>
Lunedì - Venerdì	07.00 - 17.00	8,0	1,0
	17.00 - 23.00	20,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	2,67
Sabato - Domenica	07.00 - 17.00	8,0	2,0
	17.00 - 23.00	20,0	4,0
	23.00 - 07.00	2,0	6,0
	Media	9,0	3,83
Media		9,0	3,0

**Profili temporali degli apporti termici dagli occupanti e dalle apparecchiature (edifici adibiti ad uffici)**

Giorni	Ore	Ambienti ufficio (60% della superficie utile di pavimento) ( $\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>	Altre stanze, atri, corridoi (40% della superficie utile di pavimento) ( $\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}/A_f$ ) W/m <sup>2</sup>
Lunedì - Venerdì	07.00 - 17.00	20,0	8,0
	17.00 - 23.00	2,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	1,0
	Media	9,50	3,92
Sabato - Domenica	07.00 - 17.00	2,0	1,0
	17.00 - 23.00	2,0	1,0
	23.00 - 07.00	2,0	1,0
	Media	2,0	1,0
Media		7,4	3,1

( $\Phi_{\text{int,Oc}} + \Phi_{\text{int,A}}$ ) è il flusso termico dalle persone e dalle apparecchiature, in W;  
 $A_f$  è la superficie utile di pavimento.

**Apporti medi degli occupanti**

Gli apporti interni medi di calore derivanti dalla presenza degli occupanti sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nel prospetto 11.

**Apporti termici degli occupanti; valori globali in funzione della densità di occupazione (edifici non residenziali)**

Classe di densità di occupazione	m <sup>2</sup> di superficie utile di pavimento per persona	Fattore di simultaneità	$\Phi_{\text{int,Oc}}/A_f$ W/m <sup>2</sup>
I	1,0	0,15	15
II	2,5	0,25	10
III	5,5	0,27	5
IV	14	0,42	3
V	20	0,40	2

$\Phi_{\text{int,Oc}}$  è il flusso termico dalle persone, in W;  
 $A_f$  è la superficie utile di pavimento.

### Apporti interni medi delle apparecchiature

Gli apporti interni medi di calore derivanti dal funzionamento delle apparecchiature sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nel prospetto 12.

prospetto 12

### Apporti termici delle apparecchiature; valori globali in funzione della categoria di edificio (edifici non residenziali)

Categoria di edificio	Apporto termico delle apparecchiature durante il periodo di funzionamento $\Phi_{\text{int,A}}/A_f$ W/m <sup>2</sup>	Simultaneità $f_A$	Apporto termico medio delle apparecchiature $\Phi_{\text{int,A}}/A_f$ W/m <sup>2</sup>
Uffici	15	0,20	3
Attività scolastiche	5	0,15	1
Cura della salute, attività clinica	8	0,50	4
Cura della salute, attività non clinica	15	0,20	3
Servizi di approvvigionamento	10	0,25	3
Esercizi commerciali	10	0,25	3
Luoghi di riunione	5	0,20	1
Alberghi e pensioni	4	0,50	2
Penitenziari	4	0,50	2
Attività sportive	4	0,25	1

$\Phi_{\text{int,A}}$  è il flusso termico delle apparecchiature, in W;  
 $A_f$  è la superficie utile di pavimento.

### 13.2 Apporti all'interno di ambienti non climatizzati

In assenza di informazioni che ne dimostrino la rilevanza, è lecito trascurare l'effetto degli apporti termici prodotti all'interno di ambienti non climatizzati.

### 13.3 Area climatizzata

In assenza di informazioni sull'area netta di pavimento, al fine di determinare gli apporti termici interni, l'area climatizzata (netta) di ciascuna zona termica può essere ottenuta moltiplicando la corrispondente area lorda per un fattore  $f_n$ , ricavabile in funzione dello spessore medio delle pareti esterne,  $d_m$ :

$$f_n = 0,9761 - 0,3055 \times d_m \quad (23)$$

## 14 APPORTI TERMICI SOLARI

Lo scambio per radiazione infrarossa verso la volta celeste deve essere considerato come un incremento dello scambio termico per trasmissione dell'involucro edilizio e non come una riduzione degli apporti di energia solare [vedere equazioni (3) e (5)].

### 14.1 Apporti solari all'interno di ambienti non climatizzati

In assenza di informazioni che ne dimostrino la trascurabilità, è necessario considerare l'effetto degli apporti termici solari all'interno di ambienti non climatizzati (per esempio serre).

### 14.2 Apporti solari sui componenti opachi

Nel calcolo del fabbisogno di calore occorre tenere conto anche degli apporti termici dovuti alla radiazione solare incidente sulle chiusure opache.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, il fattore di assorbimento solare di un componente opaco può essere assunto pari a 0,3 per colore chiaro della superficie esterna, 0,6 per colore medio e 0,9 per colore scuro.

## 14.3

## Apporti solari sui componenti trasparenti

### 14.3.1

#### Trasmittanza di energia solare totale

I valori della trasmittanza di energia solare totale degli elementi vetrati ( $g_{gl}$ ) possono essere ricavati moltiplicando i valori di trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale ( $g_{gl,n}$ ) per un fattore di esposizione ( $F_w$ ) assunto pari a 0,9.

I valori della trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale degli elementi vetrati possono essere determinati attraverso la UNI EN 410. In assenza di dati documentati, si usa il prospetto 13.

prospetto 13

#### Trasmittanza di energia solare totale $g_{gl,n}$ di alcuni tipi di vetro

Tipo di vetro	$g_{gl,n}$
Vetro singolo	0,85
Doppio vetro normale	0,75
Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	0,67
Triplo vetro normale	0,70
Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo	0,50
Doppia finestra	0,75

### 14.3.2

#### Fattore telaio

Il fattore di correzione dovuto al telaio ( $1 - F_F$ ) è pari al rapporto tra l'area trasparente e l'area totale dell'unità vetrata del serramento.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, si può assumere un valore convenzionale del fattore telaio pari a 0,8.

### 14.3.3

#### Effetto di schermature mobili

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, l'effetto di schermature mobili può essere valutato attraverso i fattori di riduzione riportati al prospetto 14, pari al rapporto tra i valori di trasmittanza di energia solare totale della finestra con e senza schermatura ( $g_{gl+sh}/g_{gl}$ ).

prospetto 14

#### Fattori di riduzione per alcuni tipi di tenda

Tipo di tenda	Proprietà ottiche della tenda		Fattori di riduzione con	
	assorbimento	trasmissione	tenda interna	tenda esterna
Veneziane bianche	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Tende bianche	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Tessuti colorati	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Tessuti rivestiti di alluminio	0,2	0,05	0,20	0,08

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard si prende in considerazione solo l'effetto delle schermature mobili permanenti, cioè integrate nell'involucro edilizio e non liberamente montabili e smontabili dall'utente.

### Gestione delle schermature mobili

Il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili,  $F_{sh,gl}$ , è ricavato dalla seguente espressione:

$$F_{sh,gl} = [(1 - f_{sh,with})g_{gl} + f_{sh,with}g_{gl+sh}] / g_{gl} \quad (24)$$

dove:

$g_{gl}$  è la trasmittanza di energia solare totale della finestra, quando la schermatura solare non è utilizzata;

$g_{gl+sh}$  è la trasmittanza di energia solare totale della finestra, quando la schermatura solare è utilizzata;

$f_{sh,with}$  è la frazione di tempo in cui la schermatura solare è utilizzata, pesata sull'irraggiamento solare incidente; essa dipende dal profilo dell'irradianza solare incidente sulla finestra e quindi dal clima, dalla stagione e dall'esposizione.

Per ciascun mese e per ciascuna esposizione il valore di  $f_{sh,with}$  può essere ricavato come rapporto tra la somma dei valori orari di irradianza maggiori di 300 W/m<sup>2</sup> e la somma di tutti i valori orari di irradianza del mese considerato.

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard i valori di  $f_{sh,with}$  devono essere ricavati dal prospetto 15 in funzione del mese e dell'orientamento. Per orientamenti non considerati nel prospetto 15, si procede per interpolazione lineare.

prospetto 15

#### Fattore di riduzione per le schermature mobili, $f_{sh,with}$

Mese	Nord	Est	Sud	Ovest
1	0,00	0,52	0,81	0,39
2	0,00	0,48	0,82	0,55
3	0,00	0,66	0,81	0,63
4	0,00	0,71	0,74	0,62
5	0,00	0,71	0,62	0,64
6	0,00	0,75	0,56	0,68
7	0,00	0,74	0,62	0,73
8	0,00	0,75	0,76	0,72
9	0,00	0,73	0,82	0,67
10	0,00	0,72	0,86	0,60
11	0,00	0,62	0,84	0,30
12	0,00	0,50	0,86	0,42

### Ombreggiatura

Il fattore di riduzione per ombreggiatura<sup>14)</sup>  $F_{sh,ob}$  può essere calcolato come prodotto dei fattori di ombreggiatura relativi ad ostruzioni esterne ( $F_{hor}$ ), ad oggetti orizzontali ( $F_{ov}$ ) e verticali ( $F_{fin}$ ).

$$F_{sh,ob} = F_{hor} \times F_{ov} \times F_{fin} \quad (25)$$

I valori dei fattori di ombreggiatura dipendono dalla latitudine, dall'orientamento dell'elemento ombreggiato, dal clima, dal periodo considerato e dalle caratteristiche geometriche degli elementi ombreggianti. Tali caratteristiche sono descritte da un parametro angolare, come evidenziato nelle figure 6 e 7.

14) È un fattore moltiplicativo della radiazione solare incidente per tenere conto dell'effetto di ombreggiatura permanente sull'elemento vetrato considerato risultante da: altri edifici, topografia (alture, alberi), oggetti, altri elementi dello stesso edificio, parte esterna della parete sulla quale è montato l'elemento vetrato.

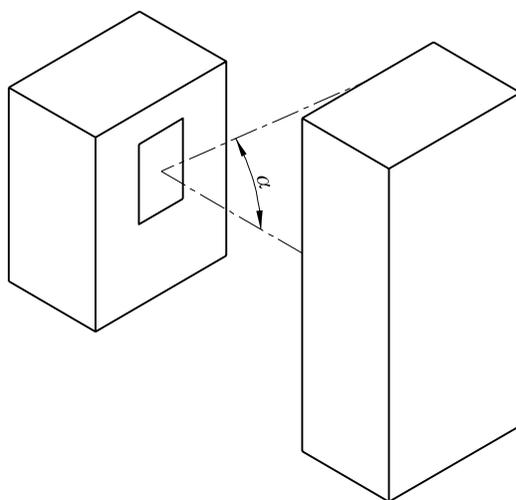
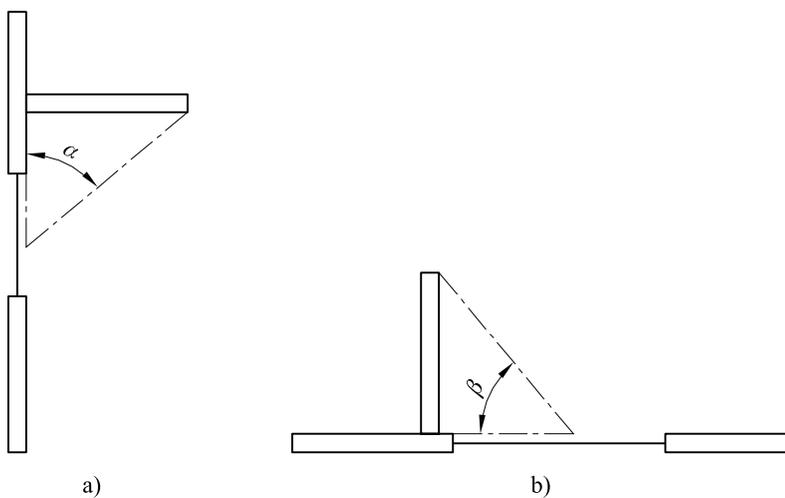


figura 7 **Aggetto orizzontale e verticale**

Legenda

- a) Sezione verticale
- b) Sezione orizzontale



Con riferimento ai vari mesi dell'anno invernale i fattori di ombreggiatura possono essere determinati attraverso l'interpolazione lineare dei valori riportati nei prospetti dell'appendice D.

## 15 PARAMETRI DINAMICI

### 15.1 Fattori di utilizzazione

#### 15.1.1 Riscaldamento

Il fattore di utilizzazione degli apporti termici per il calcolo del fabbisogno di riscaldamento si calcola come:

$$\text{se } \gamma_H > 0 \text{ e } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H + 1}} \quad (26)$$

$$\text{se } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad (27)$$

dove:

$$\gamma_H = \frac{Q_{gn}}{Q_{H,ht}} \quad (28)$$

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (29)$$

dove  $\tau$  è la costante di tempo termica della zona termica, espressa in ore, calcolata come rapporto tra la capacità termica interna della zona termica considerata ( $C_m$ ) e il suo coefficiente globale di scambio termico, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno (vedere punto 12.2.1.3 della UNI EN ISO 13790:2008).

Con riferimento al periodo di calcolo mensile si può assumere  $a_{H,0} = 1$  e  $\tau_{H,0} = 15$  h.

#### 15.1.2 Raffrescamento

Il fattore di utilizzazione dello scambio termico per il calcolo del fabbisogno di raffrescamento si calcola come:

$$\text{se } \gamma_C > 0 \text{ e } \gamma_C \neq 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C + 1)}} \quad (30)$$

$$\text{se } \gamma_C = 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1} \quad (31)$$

$$\text{se } \gamma_C < 0: \quad \eta_{C,ls} = 1 \quad (32)$$

dove:

$$\gamma_C = \frac{Q_{gn}}{Q_{C,ht}} \quad (33)$$

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} - k \frac{A_w}{A_f} \quad (34)$$

dove:

$A_w$  è l'area finestrata;

$A_f$  è l'area di pavimento climatizzata.

Con riferimento al periodo di calcolo mensile si può assumere  $a_{C,0} = 8,1$ ,  $\tau_{C,0} = 17$  h e  $k = 13$ .

## 15.2 Capacità termica interna

La capacità termica interna dell'edificio deve essere determinata preliminarmente per calcolare la costante di tempo dell'edificio ed i fattori di utilizzazione, secondo quanto riportato al punto 15.1.

Il calcolo della capacità termica interna dei componenti della struttura edilizia deve essere effettuato secondo la UNI EN ISO 13786.

Limitatamente agli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise sulla reale costituzione delle strutture edilizie, ove non si possa di conseguenza determinare con sufficiente approssimazione la capacità termica areica dei componenti della struttura edilizia, la capacità termica interna della zona termica può essere stimata in modo semplificato sulla base del prospetto 16.

prospetto 16

**Capacità termica per unità di superficie di involucro [kJ/(m<sup>2</sup> × K)]**

Caratteristiche costruttive dei componenti edilizi				Numero di piani		
Intonaci	Isolamento	Pareti esterne	Pavimenti	1	2	≥3
				Capacità termica areica		
gesso	interno	qualsiasi	tessile	75	75	85
	interno	qualsiasi	legno	85	95	105
	interno	qualsiasi	piastrelle	95	105	115
	assente/esterno	leggere/blocchi	tessile	95	95	95
	assente/esterno	medie/pesanti	tessile	105	95	95
	assente/esterno	leggere/blocchi	legno	115	115	115
	assente/esterno	medie/pesanti	legno	115	125	125
	assente/esterno	leggere/blocchi	piastrelle	115	125	135
malta	interno	qualsiasi	tessile	105	105	105
	interno	qualsiasi	legno	115	125	135
	interno	qualsiasi	piastrelle	125	135	135
	assente/esterno	leggere/blocchi	tessile	125	125	115
	assente/esterno	medie	tessile	135	135	125
	assente/esterno	pesanti	tessile	145	135	125
	assente/esterno	leggere/blocchi	legno	145	145	145
	assente/esterno	medie	legno	155	155	155
	assente/esterno	pesanti	legno	165	165	165
	assente/esterno	leggere/blocchi	piastrelle	145	155	155
	assente/esterno	medie	piastrelle	155	165	165
	assente/esterno	pesanti	piastrelle	165	165	165

**15.3**

**Intermittenza e attenuazione**

**15.3.1**

**Valutazione di progetto o standard**

Il regime di funzionamento dell'impianto di climatizzazione è considerato continuo (senza attenuazione o spegnimento).

**15.3.2**

**Valutazione adattata all'utenza**

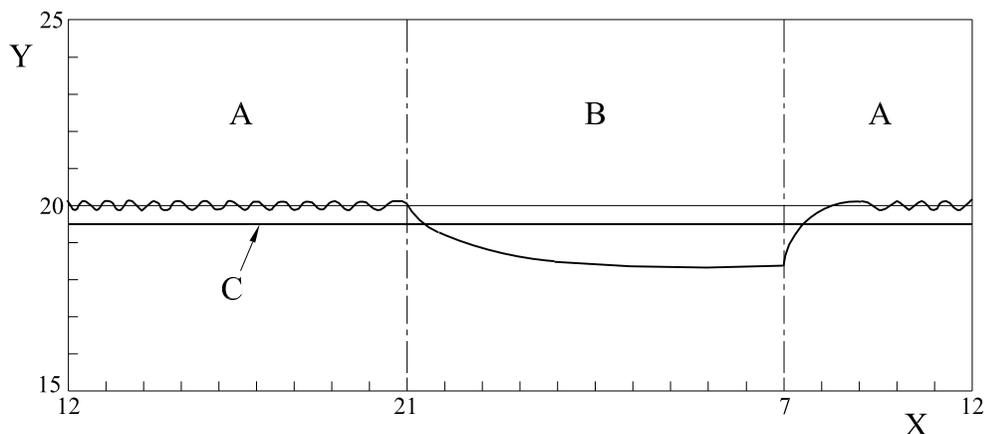
Climatizzazione invernale

Quando l'intermittenza è periodica nell'arco delle 24 h (abbassamento notturno, spegnimento) occorre distinguere tra due casi:

**CASO 1:** Temperatura interna controllata da un termostato ambiente a doppia temperatura di regolazione (vedere figura 8).

figura 8 **Regime intermittente con regolazione locale**

- Legenda  
 X Orario  
 Y Temperatura ambiente (°C)  
 A Attività  
 B Interruzione  
 C Temperatura risultante

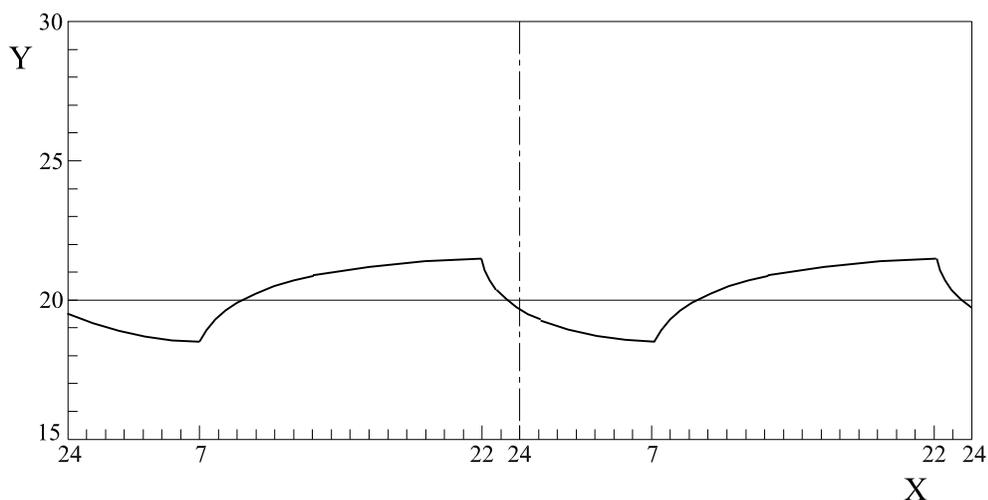


In questo caso il calcolo viene condotto, anziché a 20 °C, adottando la temperatura interna media risultante nelle 24 h.

CASO 2: L'intermittenza è effettuata attraverso la centralina climatica (vedere figura 9).

figura 9 **Regime intermittente con regolazione centrale climatica**

- Legenda  
 X Orario  
 Y Temperatura ambiente (°C)



L'effetto sul fabbisogno di calore utile dell'involucro è trascurabile.

Entrambi i criteri di funzionamento influenzano il calcolo dei rendimenti in funzione della modalità di funzionamento del generatore e ne va tenuto conto nelle sede opportuna.

Per spegnimenti maggiori di 24 h in edifici molto disperdenti o caratterizzati da masse non elevate, riferirsi alla UNI EN ISO 13790:2008.

Climatizzazione estiva

Occorre fare riferimento alla UNI EN ISO 13790:2008.

I dati riportati nei prospetti seguenti sono utilizzabili solo per valutazioni energetiche di edifici esistenti, qualora non si possa effettuare una determinazione rigorosa di calcolo, sulla base di dati derivanti da ispezioni o da altre fonti più attendibili.

prospetto A.1

**Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache<sup>a) b)</sup> [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Spessore [m]	Muratura di pietrame intonacata	Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce	Muratura di mattoni semipieni o tufo	Pannello prefabbricato in calcestruzzo non isolato	Parete a cassa vuota con mattoni forati <sup>c)</sup>
0,15	-	2,59	2,19	3,59	-
0,20	-	2,28	1,96	3,28	-
0,25	-	2,01	1,76	3,02	1,20
0,30	2,99	1,77	1,57	2,80	1,15
0,35	2,76	1,56	1,41	2,61	1,10
0,40	2,57	1,39	1,26	2,44	1,10
0,45	2,40	1,25	1,14	-	1,10
0,50	2,25	1,14	1,04	-	1,10
0,55	2,11	1,07	0,96	-	-
0,60	2,00	1,04	0,90	-	-

a) I sottofinestra devono essere computati come strutture a parte.  
 b) In presenza di strutture isolate dall'esterno, la trasmittanza della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata, scelta dal prospetto A.1, la resistenza termica dello strato isolante aggiunto.  
 c) I valori della trasmittanza sono calcolati considerando la camera d'aria a tenuta.

prospetto A.2

**Trasmittanza termica dei cassonetti [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Tipologia di cassonetto	Trasmittanza termica
Cassonetto non isolato	6
Cassonetto isolato <sup>a)</sup>	1

a) Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non minore di 2 cm.

prospetto A.3

**Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache verso ambienti interni [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Spessore [m]	Muratura di mattoni pieni intonacata sulle due facce	Muratura di mattoni forati intonacata sulle due facce	Parete in calcestruzzo intonacata	Parete a cassa vuota con mattoni forati
0,15	2,10	1,65	2,61	-
0,20	1,89	1,35	2,42	-
0,25	1,70	1,15	2,26	1,11
0,30	1,53	1,00	2,11	0,99
0,35	1,37	0,88	1,99	0,98

prospetto A.4

**Trasmittanza termica delle coperture piane e a falde [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Spessore [m]	Soletta piana in laterocemento	Tetto a falda in laterizio	Tetto in legno
0,20	1,85	2,20	1,8
0,25	1,70	2,10	
0,30	1,50	1,80	
0,35	1,35	1,60	

prospetto A.5

**Trasmittanza termica dei solai sotto ambienti non climatizzati [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Spessore [m]	Soletta in laterocemento	Solaio prefabbricato in calcestruzzo tipo Predalles
0,20	1,70	2,15
0,25	1,60	2,00
0,30	1,40	1,85
0,35	1,30	1,75

prospetto A.6

**Trasmittanza termica dei solai a terra, su spazi aperti o su ambienti non climatizzati [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Spessore [m]	Soletta in laterocemento su cantina	Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis	Basamento in calcestruzzo su terreno
0,20	1,45	1,75	2,00
0,25	1,35	1,65	1,80
0,30	1,25	1,50	1,65
0,35	1,15	1,30	1,50

prospetto A.7

**Trasmittanza termica delle strutture coibentate [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Spessore [m]	Zona climatica			
	C o D		E o F	
	Anno di costruzione			
	1976-1985	1986-1991	1976-1985	1986-1991
Chiusure verticali opache				
0,25	1,20	0,81	0,81	0,61
0,30	1,15	0,79	0,79	0,60
0,35	1,10	0,76	0,76	0,59
0,40	1,10	0,76	0,76	0,59
Chiusure verticali opache verso ambienti interni				
0,25	1,11	0,77	0,77	0,59
0,30	0,99	0,71	0,71	0,55
0,35	0,98	0,70	0,70	0,55
Coperture piane				
0,20	1,85	1,06	1,06	0,75
0,25	1,70	1,01	1,01	0,72
0,30	1,50	0,93	0,93	0,68
0,35	1,35	0,88	0,88	0,65

Spessore [m]	Zona climatica			
	C o D		E o F	
	Anno di costruzione			
	1976-1985	1986-1991	1976-1985	1986-1991
Coperture a falde				
0,20	2,20	1,17	1,17	0,80
0,25	2,10	1,14	1,14	0,78
0,30	1,80	1,05	1,05	0,74
0,35	1,60	0,97	0,97	0,70
Solai sotto ambienti non climatizzati				
0,20	1,70	1,01	1,01	0,72
0,25	1,60	0,97	0,97	0,70
0,30	1,40	0,90	0,90	0,66
0,35	1,30	0,86	0,86	0,64
Basamenti su vespaio o cantina				
0,20	1,45	1,06	1,06	0,84
0,25	1,35	1,00	1,00	0,81
0,30	1,25	0,95	0,95	0,77
0,35	1,15	0,90	0,90	0,73
Basamenti su pilotis				
0,20	1,75	1,22	1,22	0,93
0,25	1,65	1,17	1,17	0,90
0,30	1,50	1,10	1,10	0,86
0,35	1,30	0,98	0,98	0,79
Basamenti su terreno				
0,20	2,00	1,33	1,33	1,00
0,25	1,80	1,24	1,24	0,95
0,30	1,65	1,17	1,17	0,90
0,35	1,50	1,10	1,10	0,86

Tali dati possono essere utilizzati in mancanza di informazioni certe e comunque questa scelta deve essere bene evidenziata nella relazione di calcolo.

Nota I dati riportati nel prospetto A.7 fanno riferimento a strutture edilizie realizzate in periodi in cui la legislazione prevedeva una verifica dell'isolamento termico degli edifici mediante un coefficiente medio globale di dispersione termica dell'involucro. I dati del prospetto A.7 rappresentano dei valori medi indicativi delle trasmittanze delle singole strutture che consentivano il rispetto dei limiti di legge in vigore nei periodi di costruzione rispettivamente indicati.

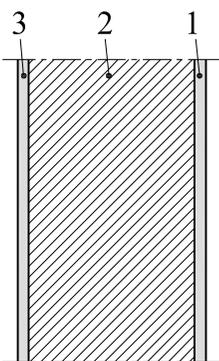
**B.1 Generalità**

Il presente abaco intende fornire indicazioni sulle principali strutture murarie utilizzate e sulla loro diffusione sul territorio nazionale. Si tratta di un elenco ancora incompleto che sarà oggetto di successivi aggiornamenti e implementazioni che comprenderanno anche una parte relativa alle strutture orizzontali.

Per un uso corretto dell'abaco sono da considerare le seguenti note:

1. le strutture sono state indicate in parte con intonaco, in parte senza. Nella realtà, non sempre l'intonaco è presente su entrambe le facce per cui è richiesto, se del caso, il relativo adattamento;
2. gli spessori indicati sono orientativi e possono variare anche notevolmente;
3. le strutture con camera d'aria sono state indicate tutte con densità apparente di  $800 \text{ kg/m}^3$  dei paramenti, tanto per quello interno che per quello esterno. Questa situazione è tipica per i muri di tamponamento di edifici con struttura portante di cemento armato. Nelle costruzioni in muratura portante, il paramento esterno è solitamente costituito da laterizio di massa volumica apparente superiore;
4. la massa volumica apparente indicata è quella definita dalla UNI 10351. Essa si riferisce alla muratura (mattoni e malta) senza l'intonaco che, ove esistente, si considera a parte. Il paramento esterno, lato interno (intercapedine) si considera non intonacato, salvo che sia stato accertato il contrario.

I dati riportati nell'abaco sono utilizzabili solo per valutazioni energetiche di edifici esistenti, qualora non si possa effettuare una determinazione rigorosa di calcolo, sulla base di dati derivanti da ispezioni o da altre fonti più attendibili.

STRUTTURA N° 1: DESCRIZIONE: Muratura in mattoni pieni				
Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,70
	2	Muro in mattoni pieni	1 800	0,72
	3	Intonaco esterno	1 800	0,90
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Spessori variabili da 15 cm a 80 cm e oltre.				
Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.				

STRUTTURA N° 2: DESCRIZIONE: Muratura in pietra listata con mattoni (con ricorsi di mattoni)

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,70
	2	Mattoni e sassi	2 000	0,90
	3	Intonaco esterno	1 800	0,90
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori variabili da 15 cm a 80 cm e oltre.

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

STRUTTURA N° 3: DESCRIZIONE: Muratura mista di mattoni e sassi

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,70
	2	Mattoni e sassi	2 000	0,90
	3	Intonaco esterno	1 800	0,90
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

STRUTTURA N° 4: DESCRIZIONE: Muratura a sacco (con riempimento debolmente legato)

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Spessore cm	Conduttività [W/(m × K)]	
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	2	0,70	
	2	Muro interno di laterizio		8		
	3	Riempimento debolmente legato		Variabile		
	4	Muro esterno di laterizio		25		
	5	Intonaco esterno	1 800	2	0,90	
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

STRUTTURA N° 5: DESCRIZIONE: Muratura di pietra

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]	
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,70	
	2	Blocchi in pietra	1 800 - 3 000		
	3	Intonaco esterno	1 800	0,90	
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Spessori variabili da 25 cm o 80 cm.

Le pietre utilizzate possono avere una massa volumica apparente variabile da 1 800 kg/m<sup>3</sup> a 3 000 kg/m<sup>3</sup> a seconda del tipo di materiale.

STRUTTURA N° 6: DESCRIZIONE: Muratura di laterizio semipieno

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,7
	2	Blocchi in laterizio	1 200	0,43
	3	Intonaco esterno	1 800	0,9
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori tipici da 20 cm a 30 cm.

STRUTTURA N° 7: DESCRIZIONE: Muratura di blocchi forati di calcestruzzo non alleggerito

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,7
	2	Blocchi in calcestruzzo	1 400	0,5
	3	Intonaco esterno	1 800	0,9
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori tipici da 20 cm o 30 cm.

STRUTTURA N° 8: DESCRIZIONE: Muratura in blocchi squadrate di tufo

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	0,7
	2	Blocchi in tufo	1 600	0,7
	3	Intonaco esterno	1 800	0,9
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori tipici da 30 cm a 70 cm.

STRUTTURA N° 9: DESCRIZIONE: Muratura a cassa vuota

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Spessore cm	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	2	0,70
	2	Mattoni forati	800	8	0,30
	3	Intercapedine d'aria	-	6 - 12	
	4	Mattoni forati	800	25	0,30
	5	Intonaco esterno	1 800	2	0,90
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Spessori variabili da 43 cm a 49 cm (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURA N° 10: DESCRIZIONE: Muratura a cassa vuota

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Spessore cm	Conduttività [W/(m × K)]	
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	2	0,70	
	2	Mattoni forati	800	12	0,30	
	3	Intercapedine d'aria	-	6 - 12		
	4	Mattoni forati	800	25	0,30	
	5	Intonaco esterno	1 800	2	0,90	
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Spessori variabili da 47 cm a 53 cm (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURA N° 11: DESCRIZIONE: Muratura a cassa vuota

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Spessore cm	Conduttività [W/(m × K)]	
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	2	0,70	
	2	Mattoni forati	800	8	0,30	
	3	Intercapedine d'aria	-	6 - 12		
	4	Mattoni forati	800	12	0,30	
	5	Intonaco esterno	1 800	2	0,90	
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Spessori variabili da 30 cm a 36 cm (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURA N° 12: DESCRIZIONE: Muratura a cassa vuota

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Spessore cm	Conduttività [W/(m × K)]	
	1	Intonaco interno (calce e gesso)	1 400	2	0,70	
	2	Mattoni forati	800	12	0,30	
	3	Intercapedine d'aria	-	6 - 12		
	4	Mattoni forati	800	12	0,30	
	5	Intonaco esterno	1 800	2	0,90	
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Spessori variabili da 34 cm a 40 cm (in funzione dell'intercapedine).

Nota La resistenza termica dell'intercapedine è assunta pari a 0,18 m<sup>2</sup>K/W.

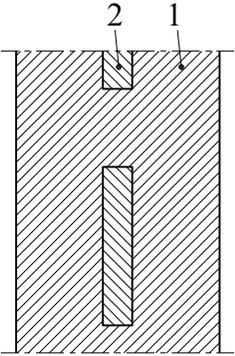
STRUTTURA N° 13: DESCRIZIONE: Muratura in pietra con intercapedine

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]	
	1	Muro in pietra	1 800 - 3 000		
	2	Intercapedine d'aria	-		
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Spessori da 40 cm a 60 cm ed intercapedini interrotte ad intervalli irregolari (spessore tipico 47 cm).

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

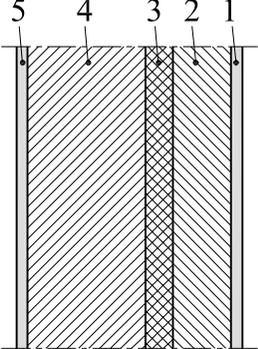
STRUTTURA N° 14: DESCRIZIONE: Muratura in pietra con intercapedine

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Muro in pietra	1 800 - 3 000	
	2	Intercapedine o modesto materiale isolante	-	
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori da 40 cm a 60 cm ed intercapedini interrotte ad intervalli irregolari, riempite con tufo di pannocchie (spessore tipico 47 cm).

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

STRUTTURA N° 15: DESCRIZIONE: Muratura in mattoni pieni con intercapedine o isolamento leggero

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (a base di calce)	1 600 - 1 800	0,90
	2	Muro in laterizio spessore 8 cm	650 - 800	0,30
	3	Intercapedine d'aria o polistirolo		
	4	Muro in mattoni pieni	1 800	0,72
	5	Intonaco esterno	1 800	0,90
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Muratura con spessori variabili da 15 cm a 80 cm.

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

STRUTTURA N° 16. DESCRIZIONE: Muratura in mattoni pieni a 3 teste

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (a base di calce)	1 600 - 1 800	0,90
	2	Muro in mattoni pieni	1 800	0,72
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Muratura per cui si considerava non necessario l'isolamento (con o senza intonaco esterno). Spessore tipico 40 cm.

STRUTTURA N° 17. DESCRIZIONE: Muratura in blocchi di cemento

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (a base di calce)	1 600 - 1 800	0,90
	2	Muro in laterizio spessore 8 cm	650 - 800	0,30
	3	Intercapedine d'aria o polistirolo	-	
	4	Muro in blocchi di cemento spessore 20 cm	1 400	0,50
	5	Intonaco esterno	1 800	0,90
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori variabili da 38 cm a 45 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

STRUTTURA N° 18: DESCRIZIONE: Muratura in laterizio

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (a base di calce)	1 600 - 1 800	0,90
	2	Muro in laterizio spessore 8 cm	650 - 800	0,30
	3	Intercapedine d'aria o polistirolo	-	
	4	Muro in mattoni forati spessore 25 cm	1 200	0,50
	5	Intonaco esterno	1 800	0,90
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori variabili da 39 cm a 45 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

STRUTTURA N° 19: DESCRIZIONE: Muratura in laterizio "BIMATTONE"

Sezione struttura	Rif.	Materiali	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Conduttività [W/(m × K)]
	1	Intonaco interno (a base di calce)	1 600 - 1 800	0,90
	2	Muro in laterizio spessore 8 cm	650 - 800	0,30
	3	Intercapedine d'aria o polistirolo	-	
	4	Muro in laterizio "BIMATTONE" spessore 25 cm	2 200	0,50
	5	Intonaco esterno	1 800	0,90
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Spessori variabili da 39 cm a 45 cm (in funzione dello spessore dell'intercapedine).

Nota La resistenza termica dell'intercapedine è assunta pari a 0,18 m<sup>2</sup>K/W.

## B.2

### Diffusione geografica delle strutture

Sono fornite di seguito le informazioni relative alla diffusione geografica delle strutture per alcune regioni italiane.

Lombardia		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1	Di uso generale. Principalmente nelle zone non distanti dagli arenili In montagna, ove la pietra è disponibile
	2	
	3	
Dopo il 1950	Da 7 a 10 Da 1 a 5	Negli edifici condominiali In casi sporadici, nelle ristrutturazioni edili parziali

Romagna		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1	Nella provincia di Ravenna
Dal 1950 al 1970	4	
Dal 1900 al 1950	3	Nelle province di Forlì e Cesena
Dal 1950 al 1970	1 e 4	

Toscana		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1 e 2	
Dopo il 1950	1 e 3	

Campania		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Fino al 1900	1 e 6	
Dal 1900 al 1950	6	
Dopo il 1950	9	

Abruzzo		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1970	3	Pescara e provincia (zone montane)
Dal 1960 al 1976	9	Pescara e provincia (zone urbane)

Liguria		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1955	3	Centro storico La Spezia e Sarzana - Palazzi e ville Periferia La Spezia e provincia
	2	
Dal 1950 al 1980	9	Edilizia economica e popolare (La Spezia)

Veneto (Fascia alpina e pedemontana)		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Fino al 1930	5	Tipologie di uso comune, con pietre squadrate grossolanamente nelle zone montane, mentre in prossimità di corsi d'acqua, veniva utilizzato del pietrame avente forma irregolare e leggermente arrotondata.
	13	
	14	
Dal 1900 al 1950	1	Tipologia di uso generale.
Dal 1950 al 1960	15	Tipologia di uso generale.
	16	
Dal 1960 al 1970	17	Tipologia di uso comune per fabbricati unifamiliari e plurifamiliari.
	18	Tipologia più economica, priva di intercapedine.
Dal 1970 al 1980	18	Tipologia in cui l'isolamento era realizzato in alternativa con l'utilizzo della lana di vetro o con la sola intercapedine d'aria.
	19	Tipologia utilizzata per la costruzione di edifici in zona sismica.

prospetto C.1

**Trasmittanza termica di vetrate verticali doppie e triple riempite con diversi gas [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas ≥90%)				
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni mm	Aria	Argon	Krypton	SF <sub>6</sub>	Xenon
Vetrata doppia	Vetro normale	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,20	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,15	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,10	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
Una lastra con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	1,2	
		4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1	
		4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2	
		4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2	
		4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2	

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas ≥90%)				
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni mm	Aria	Argon	Krypton	SF <sub>6</sub>	Xenon
Vetrata tripla	Vetro normale	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,20	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,15	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,10	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
Due lastre con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7	
		4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,5	
		4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5	

Materiale	Tipo	Trasmittanza termica $U_f$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥5 mm	2,8
PVC - profilo vuoto	con due camere cave	2,2
	con tre camere cave	2,0
Legno duro	spessore 70 mm	2,1
Legno tenero	spessore 70 mm	1,8
Metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	2,4

Tipo di vetrata	$U_{gl}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_f$ [W/(m <sup>2</sup> K)]												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Singola	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
Doppia o tripla	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,5
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6	
1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5	
1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4	
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3	
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2	
0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1	
0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0	
0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	

**Resistenza termica aggiuntiva per finestre con chiusure oscuranti**

Tipo di chiusura	Resistenza termica caratteristica della chiusura $R_{shut}$ $m^2K/W$	Resistenze termiche aggiuntive per una specifica permeabilità all'aria delle chiusure <sup>a)</sup> $\Delta R$ $m^2K/W$		
		Alta permeabilità all'aria	Media permeabilità all'aria	Bassa permeabilità all'aria
Chiusure avvolgibili in alluminio	0,01	0,09	0,12	0,15
Chiusure avvolgibili in legno e plastica senza riempimento in schiuma	0,10	0,12	0,16	0,22
Chiusure avvolgibili in plastica con riempimento in schiuma	0,15	0,13	0,19	0,26
Chiusure in legno da 25 mm a 30 mm di spessore	0,20	0,14	0,22	0,30
a) Per la definizione di permeabilità si fa riferimento alla UNI EN ISO 10077-1.				

## APPENDICE D FATTORI DI OMBREGGIATURA (informativa)

I fattori di ombreggiatura riportati si applicano alle configurazioni riportate nelle figure 6 e 7.

### D.1 Ostruzioni esterne

prospetto D.1 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GENNAIO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,86	0,83	0,95	0,85	0,83	0,94	0,83	0,83	0,93	0,81	0,83	0,91	0,80	0,83	0,88	0,76	0,83
20°	0,85	0,67	0,67	0,82	0,65	0,67	0,77	0,63	0,67	0,70	0,60	0,67	0,59	0,58	0,67	0,47	0,54	0,67
30°	0,46	0,47	0,52	0,34	0,45	0,52	0,25	0,44	0,52	0,15	0,44	0,52	0,09	0,44	0,52	0,05	0,39	0,52
40°	0,05	0,37	0,38	0,05	0,33	0,38	0,05	0,30	0,38	0,05	0,27	0,38	0,05	0,23	0,38	0,04	0,21	0,38

prospetto D.2 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di FEBBRAIO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,90	0,80	0,83	0,90	0,79	0,83	0,90	0,78	0,83	0,90	0,77	0,83	0,90	0,78	0,83	0,93	0,83	0,83
20°	0,79	0,62	0,67	0,81	0,61	0,67	0,80	0,60	0,67	0,80	0,60	0,67	0,80	0,59	0,67	0,80	0,63	0,67
30°	0,67	0,47	0,52	0,64	0,46	0,52	0,62	0,44	0,52	0,55	0,43	0,52	0,47	0,43	0,52	0,40	0,45	0,52
40°	0,33	0,33	0,38	0,25	0,32	0,38	0,18	0,32	0,38	0,14	0,32	0,38	0,14	0,31	0,38	0,14	0,32	0,38

prospetto D.3 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di MARZO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,96	0,87	0,83	0,95	0,87	0,83	0,95	0,86	0,83	0,95	0,86	0,83	0,96	0,86	0,83	0,96	0,85	0,83
20°	0,91	0,69	0,67	0,91	0,69	0,67	0,91	0,68	0,67	0,91	0,68	0,67	0,91	0,67	0,67	0,92	0,66	0,67
30°	0,87	0,52	0,52	0,87	0,52	0,52	0,86	0,53	0,52	0,87	0,52	0,52	0,87	0,50	0,52	0,87	0,49	0,52
40°	0,83	0,36	0,38	0,82	0,35	0,38	0,80	0,34	0,38	0,78	0,33	0,38	0,64	0,33	0,38	0,49	0,33	0,38

prospetto D.4 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di APRILE**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84	0,93	0,86	0,84
20°	0,86	0,69	0,69	0,87	0,69	0,69	0,86	0,70	0,69	0,86	0,70	0,68	0,87	0,69	0,68	0,87	0,69	0,68
30°	0,80	0,53	0,55	0,81	0,53	0,55	0,80	0,53	0,54	0,79	0,53	0,54	0,80	0,52	0,54	0,81	0,52	0,54
40°	0,74	0,40	0,36	0,75	0,39	0,37	0,74	0,39	0,38	0,73	0,38	0,39	0,75	0,37	0,40	0,75	0,37	0,40

prospetto D.5 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di MAGGIO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,90	0,89	0,86	0,90	0,75	0,65	0,90	0,81	0,74	0,90	0,83	0,78	0,90	0,84	0,79	0,90	0,84	0,81
20°	0,80	0,73	0,73	0,81	0,61	0,54	0,81	0,66	0,62	0,81	0,67	0,63	0,81	0,68	0,63	0,81	0,69	0,64
30°	0,71	0,57	0,60	0,73	0,48	0,45	0,72	0,52	0,50	0,72	0,52	0,51	0,73	0,53	0,51	0,73	0,53	0,51
40°	0,63	0,40	0,38	0,65	0,34	0,30	0,64	0,36	0,36	0,64	0,37	0,38	0,65	0,37	0,39	0,65	0,38	0,39

prospetto D.6 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GIUGNO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,88	0,84	0,79	0,89	0,85	0,80	0,89	0,86	0,81	0,89	0,86	0,83	0,89	0,87	0,84	0,89	0,87	0,85
20°	0,77	0,70	0,65	0,78	0,71	0,64	0,79	0,71	0,64	0,78	0,72	0,64	0,79	0,72	0,65	0,79	0,72	0,66
30°	0,66	0,55	0,55	0,69	0,55	0,54	0,69	0,55	0,53	0,68	0,56	0,53	0,69	0,56	0,52	0,69	0,56	0,52
40°	0,56	0,39	0,36	0,59	0,39	0,37	0,60	0,39	0,38	0,59	0,39	0,40	0,61	0,39	0,41	0,60	0,39	0,41

prospetto D.7 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di LUGLIO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,89	0,85	0,79	0,90	0,85	0,78	0,90	0,85	0,79	0,90	0,86	0,81	0,91	0,86	0,82	0,91	0,87	0,83
20°	0,79	0,71	0,67	0,80	0,70	0,65	0,81	0,70	0,64	0,81	0,71	0,64	0,82	0,71	0,63	0,82	0,71	0,64
30°	0,69	0,56	0,56	0,71	0,55	0,54	0,72	0,55	0,53	0,73	0,55	0,53	0,74	0,55	0,52	0,73	0,55	0,52
40°	0,60	0,40	0,37	0,63	0,39	0,37	0,64	0,39	0,38	0,65	0,39	0,40	0,66	0,38	0,41	0,65	0,38	0,41

prospetto D.8 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di AGOSTO**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,92	0,88	0,85	0,93	0,88	0,85	0,93	0,88	0,85	0,93	0,88	0,85	0,93	0,88	0,84	0,93	0,88	0,84
20°	0,85	0,71	0,71	0,86	0,71	0,71	0,86	0,71	0,70	0,86	0,71	0,70	0,86	0,71	0,69	0,86	0,71	0,69
30°	0,78	0,55	0,58	0,80	0,55	0,57	0,80	0,55	0,57	0,79	0,55	0,56	0,80	0,54	0,55	0,79	0,54	0,55
40°	0,72	0,41	0,37	0,74	0,41	0,38	0,74	0,41	0,40	0,73	0,41	0,41	0,74	0,40	0,42	0,73	0,39	0,42

prospetto D.9 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di SETTEMBRE**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,95	0,80	0,83	0,95	0,81	0,83	0,95	0,81	0,83	0,95	0,81	0,83	0,95	0,79	0,83	0,95	0,81	0,83
20°	0,90	0,66	0,66	0,91	0,65	0,66	0,91	0,65	0,67	0,91	0,65	0,67	0,91	0,64	0,67	0,91	0,64	0,67
30°	0,86	0,49	0,51	0,87	0,49	0,51	0,86	0,49	0,51	0,87	0,49	0,51	0,87	0,48	0,51	0,87	0,48	0,51
40°	0,82	0,35	0,37	0,83	0,35	0,37	0,83	0,34	0,37	0,83	0,33	0,37	0,83	0,32	0,37	0,83	0,32	0,37

prospetto D.10 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di OTTOBRE**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,85	0,83	0,97	0,84	0,83	0,97	0,84	0,83	0,96	0,83	0,83	0,96	0,82	0,83	0,96	0,81	0,83
20°	0,92	0,66	0,67	0,91	0,66	0,67	0,91	0,65	0,67	0,91	0,64	0,67	0,91	0,64	0,67	0,90	0,63	0,67
30°	0,87	0,51	0,52	0,85	0,50	0,52	0,84	0,48	0,52	0,81	0,47	0,52	0,76	0,46	0,52	0,64	0,44	0,52
40°	0,64	0,33	0,38	0,49	0,33	0,38	0,35	0,33	0,38	0,22	0,34	0,38	0,11	0,34	0,38	0,06	0,33	0,38

prospetto D.11 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di NOVEMBRE**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,94	0,79	0,83	0,97	0,87	0,83	0,96	0,85	0,83	0,95	0,84	0,83	0,94	0,82	0,83	0,93	0,81	0,83
20°	0,86	0,62	0,67	0,87	0,67	0,67	0,83	0,65	0,67	0,79	0,63	0,67	0,72	0,61	0,67	0,61	0,58	0,67
30°	0,58	0,44	0,52	0,48	0,47	0,52	0,36	0,45	0,52	0,26	0,44	0,52	0,17	0,44	0,52	0,09	0,43	0,52
40°	0,05	0,34	0,38	0,05	0,36	0,38	0,05	0,33	0,38	0,05	0,30	0,38	0,05	0,27	0,38	0,04	0,23	0,38

prospetto D.12 **Fattore di ombreggiatura  $F_{hor}$  relativo ad ostruzioni esterne. Mese di DICEMBRE**

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,95	0,84	0,83	0,93	0,83	0,83	0,92	0,81	0,83	0,90	0,80	0,83	0,87	0,76	0,83	0,84	0,71	0,83
20°	0,80	0,65	0,67	0,76	0,63	0,67	0,68	0,60	0,67	0,57	0,58	0,67	0,46	0,55	0,67	0,35	0,51	0,67
30°	0,33	0,45	0,52	0,23	0,44	0,52	0,14	0,44	0,52	0,08	0,44	0,52	0,05	0,40	0,52	0,04	0,35	0,52
40°	0,05	0,34	0,38	0,05	0,30	0,38	0,04	0,27	0,38	0,04	0,23	0,38	0,04	0,22	0,38	0,03	0,21	0,38

## D.2 **Aggetti orizzontali**

prospetto D.13 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GENNAIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,85	0,85	0,80	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,87	0,80	0,89	0,87	0,80	0,90	0,88	0,80
45°	0,77	0,80	0,72	0,78	0,81	0,72	0,80	0,81	0,72	0,81	0,83	0,72	0,82	0,83	0,72	0,84	0,85	0,72
60°	0,66	0,77	0,65	0,68	0,77	0,65	0,70	0,78	0,65	0,72	0,80	0,65	0,74	0,81	0,65	0,77	0,83	0,65

prospetto D.14 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di FEBBRAIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,81	0,83	0,80	0,82	0,83	0,80	0,83	0,84	0,80	0,84	0,84	0,80	0,84	0,84	0,80	0,84	0,83	0,80
45°	0,73	0,76	0,72	0,74	0,77	0,72	0,75	0,78	0,72	0,76	0,78	0,72	0,77	0,78	0,72	0,77	0,77	0,72
60°	0,63	0,70	0,65	0,64	0,71	0,65	0,66	0,72	0,65	0,67	0,73	0,65	0,68	0,73	0,65	0,68	0,72	0,65

prospetto D.15 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di MARZO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,74	0,81	0,80	0,76	0,81	0,80	0,77	0,81	0,80	0,78	0,82	0,80	0,79	0,82	0,80	0,80	0,83	0,80
45°	0,62	0,73	0,72	0,64	0,74	0,72	0,65	0,74	0,72	0,67	0,75	0,72	0,68	0,76	0,72	0,70	0,76	0,72
60°	0,50	0,66	0,65	0,50	0,67	0,65	0,53	0,68	0,65	0,54	0,68	0,65	0,56	0,70	0,65	0,58	0,71	0,65

prospetto D.16 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di APRILE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,65	0,79	0,81	0,67	0,79	0,81	0,69	0,79	0,81	0,70	0,80	0,80	0,71	0,80	0,81	0,72	0,80	0,80
45°	0,51	0,69	0,73	0,52	0,70	0,73	0,55	0,70	0,73	0,57	0,71	0,73	0,58	0,71	0,73	0,60	0,72	0,73
60°	0,48	0,59	0,67	0,48	0,60	0,66	0,49	0,61	0,66	0,49	0,62	0,66	0,49	0,63	0,66	0,49	0,63	0,66

prospetto D.17 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di MAGGIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,59	0,76	0,81	0,60	0,80	0,86	0,63	0,79	0,84	0,65	0,79	0,83	0,67	0,79	0,82	0,68	0,79	0,82
45°	0,54	0,65	0,75	0,53	0,71	0,81	0,53	0,69	0,77	0,54	0,69	0,76	0,54	0,69	0,76	0,55	0,70	0,75
60°	0,49	0,53	0,69	0,49	0,61	0,76	0,49	0,58	0,72	0,50	0,59	0,71	0,50	0,59	0,70	0,50	0,60	0,69

prospetto D.18 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GIUGNO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,63	0,77	0,83	0,60	0,77	0,83	0,61	0,77	0,83	0,63	0,77	0,82	0,64	0,78	0,82	0,66	0,78	0,82
45°	0,57	0,65	0,78	0,55	0,66	0,78	0,55	0,66	0,77	0,56	0,67	0,76	0,55	0,67	0,76	0,56	0,68	0,75
60°	0,52	0,54	0,73	0,50	0,54	0,73	0,50	0,54	0,72	0,51	0,55	0,71	0,51	0,56	0,70	0,51	0,57	0,69

prospetto D.19 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di LUGLIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,60	0,76	0,83	0,58	0,77	0,83	0,59	0,77	0,83	0,61	0,78	0,83	0,63	0,78	0,83	0,65	0,78	0,82
45°	0,55	0,65	0,77	0,53	0,66	0,78	0,52	0,66	0,77	0,53	0,67	0,77	0,52	0,68	0,77	0,53	0,68	0,76
60°	0,50	0,53	0,72	0,49	0,54	0,73	0,48	0,55	0,72	0,49	0,55	0,71	0,48	0,56	0,71	0,49	0,57	0,70

prospetto D.20 **Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di AGOSTO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,61	0,77	0,81	0,62	0,78	0,81	0,64	0,78	0,81	0,66	0,78	0,81	0,68	0,79	0,81	0,69	0,79	0,81
45°	0,50	0,67	0,74	0,49	0,67	0,74	0,50	0,68	0,74	0,51	0,69	0,74	0,53	0,69	0,73	0,56	0,70	0,73
60°	0,47	0,55	0,68	0,46	0,56	0,68	0,46	0,57	0,67	0,47	0,58	0,67	0,47	0,59	0,67	0,48	0,60	0,66

prospetto D.21

**Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di SETTEMBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,70	0,81	0,80	0,72	0,81	0,80	0,73	0,82	0,80	0,74	0,82	0,80	0,75	0,82	0,80	0,77	0,83	0,80
45°	0,57	0,73	0,72	0,59	0,74	0,72	0,60	0,74	0,72	0,62	0,75	0,72	0,64	0,75	0,72	0,65	0,76	0,72
60°	0,48	0,65	0,65	0,48	0,66	0,65	0,49	0,67	0,65	0,49	0,68	0,65	0,50	0,69	0,65	0,52	0,69	0,65

prospetto D.22

**Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di OTTOBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,79	0,83	0,80	0,80	0,83	0,80	0,81	0,84	0,80	0,82	0,84	0,80	0,83	0,85	0,80	0,84	0,85	0,80
45°	0,68	0,77	0,72	0,70	0,77	0,72	0,71	0,78	0,72	0,72	0,79	0,72	0,74	0,79	0,72	0,75	0,80	0,72
60°	0,55	0,71	0,65	0,57	0,72	0,65	0,59	0,73	0,65	0,61	0,74	0,65	0,63	0,75	0,65	0,65	0,76	0,65

prospetto D.23

**Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di NOVEMBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,85	0,86	0,80	0,85	0,85	0,80	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,86	0,80	0,89	0,87	0,80
45°	0,76	0,81	0,72	0,77	0,80	0,72	0,78	0,80	0,72	0,79	0,81	0,72	0,81	0,82	0,72	0,82	0,83	0,72
60°	0,65	0,78	0,65	0,66	0,77	0,65	0,68	0,77	0,65	0,70	0,78	0,65	0,72	0,79	0,65	0,74	0,81	0,65

prospetto D.24

**Fattore di ombreggiatura  $F_{ov}$  relativo ad aggetti orizzontali. Mese di DICEMBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,86	0,85	0,80	0,87	0,86	0,80	0,88	0,87	0,80	0,89	0,87	0,80	0,90	0,88	0,80	0,91	0,90	0,80
45°	0,78	0,81	0,72	0,80	0,82	0,72	0,81	0,83	0,72	0,83	0,84	0,72	0,84	0,85	0,72	0,86	0,87	0,72
60°	0,68	0,78	0,65	0,70	0,79	0,65	0,72	0,80	0,65	0,74	0,81	0,65	0,77	0,82	0,65	0,79	0,85	0,65

D.3

Aggetti verticali

prospetto D.25 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di GENNAIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,91	0,73	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,68	0,89
45°	0,86	0,60	0,85	0,86	0,59	0,85	0,86	0,59	0,85	0,87	0,57	0,85	0,87	0,56	0,85	0,87	0,54	0,85
60°	0,79	0,46	0,80	0,79	0,46	0,80	0,80	0,45	0,80	0,80	0,43	0,80	0,80	0,42	0,80	0,80	0,38	0,80

prospetto D.26 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di FEBBRAIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,88	0,85	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,83	0,89	0,89	0,83	0,89	0,90	0,82	0,89
45°	0,82	0,78	0,85	0,82	0,77	0,85	0,82	0,76	0,85	0,82	0,75	0,85	0,83	0,74	0,85	0,84	0,73	0,85
60°	0,77	0,69	0,80	0,77	0,68	0,80	0,76	0,66	0,80	0,76	0,65	0,80	0,77	0,64	0,80	0,78	0,63	0,80

prospetto D.27 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di MARZO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,87	0,85	0,89	0,87	0,85	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,84	0,89	0,88	0,83	0,89	0,88	0,83	0,89
45°	0,82	0,78	0,85	0,82	0,77	0,85	0,83	0,77	0,85	0,83	0,76	0,85	0,83	0,75	0,85	0,83	0,74	0,85
60°	0,78	0,70	0,80	0,78	0,69	0,80	0,78	0,68	0,80	0,78	0,67	0,80	0,78	0,66	0,80	0,78	0,65	0,80

prospetto D.28 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di APRILE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,87	0,91	0,87	0,87	0,90	0,87	0,88	0,90	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88
45°	0,83	0,87	0,83	0,83	0,86	0,83	0,83	0,85	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83
60°	0,81	0,83	0,78	0,81	0,82	0,78	0,81	0,81	0,78	0,81	0,80	0,79	0,80	0,79	0,79	0,80	0,78	0,79

prospetto D.29 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di MAGGIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,88	0,93	0,84	0,88	0,94	0,80	0,88	0,93	0,83	0,88	0,92	0,84	0,88	0,92	0,84	0,88	0,91	0,85
45°	0,85	0,90	0,80	0,85	0,91	0,73	0,85	0,90	0,77	0,85	0,89	0,78	0,85	0,88	0,79	0,85	0,87	0,80
60°	0,83	0,88	0,76	0,82	0,89	0,69	0,82	0,87	0,73	0,82	0,86	0,74	0,82	0,85	0,75	0,82	0,84	0,75

prospetto D.30 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di GIUGNO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,89	0,94	0,82	0,89	0,94	0,82	0,89	0,94	0,83	0,89	0,93	0,84	0,89	0,92	0,84	0,89	0,92	0,85
45°	0,86	0,92	0,75	0,86	0,92	0,75	0,86	0,91	0,76	0,85	0,90	0,78	0,85	0,89	0,78	0,85	0,89	0,79
60°	0,82	0,90	0,72	0,83	0,90	0,72	0,83	0,88	0,73	0,82	0,87	0,74	0,82	0,86	0,74	0,82	0,85	0,75

prospetto D.31 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di LUGLIO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,89	0,94	0,82	0,89	0,94	0,82	0,89	0,93	0,82	0,88	0,93	0,83	0,88	0,92	0,83	0,88	0,92	0,84
45°	0,86	0,92	0,76	0,86	0,91	0,76	0,86	0,91	0,76	0,85	0,90	0,77	0,85	0,89	0,77	0,85	0,88	0,78
60°	0,83	0,89	0,73	0,83	0,89	0,72	0,83	0,88	0,73	0,82	0,87	0,73	0,82	0,87	0,73	0,82	0,85	0,74

prospetto D.32 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di AGOSTO**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,87	0,92	0,85	0,87	0,92	0,85	0,88	0,91	0,86	0,88	0,91	0,86	0,88	0,90	0,87	0,88	0,90	0,87
45°	0,84	0,89	0,81	0,84	0,88	0,81	0,84	0,87	0,81	0,84	0,87	0,82	0,84	0,86	0,82	0,84	0,85	0,83
60°	0,82	0,86	0,77	0,82	0,85	0,77	0,82	0,84	0,77	0,82	0,83	0,78	0,81	0,82	0,78	0,81	0,81	0,78

prospetto D.33 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad aggetti verticali. Mese di SETTEMBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,87	0,88	0,89	0,87	0,88	0,89	0,87	0,87	0,89	0,88	0,87	0,89	0,88	0,86	0,89	0,88	0,86	0,89
45°	0,82	0,83	0,84	0,82	0,82	0,84	0,83	0,81	0,84	0,83	0,81	0,84	0,83	0,80	0,84	0,83	0,79	0,84
60°	0,79	0,77	0,79	0,79	0,76	0,79	0,79	0,75	0,79	0,79	0,74	0,79	0,79	0,73	0,79	0,79	0,72	0,79

prospetto D.34 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad oggetti verticali. Mese di OTTOBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,88	0,81	0,89	0,88	0,81	0,89	0,89	0,80	0,89	0,89	0,79	0,89	0,89	0,79	0,89	0,89	0,78	0,89
45°	0,82	0,72	0,85	0,83	0,71	0,85	0,83	0,71	0,85	0,83	0,70	0,85	0,83	0,69	0,85	0,84	0,68	0,85
60°	0,78	0,61	0,80	0,78	0,60	0,80	0,78	0,59	0,80	0,78	0,58	0,80	0,78	0,57	0,80	0,78	0,56	0,80

prospetto D.35 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad oggetti verticali. Mese di NOVEMBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,75	0,89	0,91	0,73	0,89	0,91	0,73	0,89	0,92	0,72	0,89	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89
45°	0,84	0,63	0,85	0,86	0,61	0,85	0,86	0,61	0,85	0,86	0,59	0,85	0,86	0,58	0,85	0,87	0,56	0,85
60°	0,78	0,49	0,80	0,79	0,47	0,80	0,79	0,47	0,80	0,79	0,45	0,80	0,80	0,44	0,80	0,80	0,42	0,80

prospetto D.36 **Fattore di ombreggiatura  $F_{fin}$  relativo ad oggetti verticali. Mese di DICEMBRE**

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N															
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,92	0,71	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,69	0,89	0,92	0,68	0,89	0,92	0,66	0,89
45°	0,87	0,59	0,85	0,87	0,57	0,85	0,87	0,56	0,85	0,87	0,55	0,85	0,87	0,53	0,85	0,87	0,50	0,85
60°	0,80	0,44	0,80	0,80	0,42	0,80	0,80	0,41	0,80	0,80	0,40	0,80	0,80	0,38	0,80	0,80	0,34	0,80

---

## BIBLIOGRAFIA

- UNI EN 673 Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo
- UNI EN 1745 Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare i valori termici di progetto
- UNI EN 13363-1 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Metodo semplificato
- UNI EN 13363-2 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Metodo di calcolo dettagliato
- UNI EN 15241 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo delle perdite di energia dovute alla ventilazione e alle infiltrazioni in edifici commerciali
- UNI EN 15243 Ventilazione degli edifici - Calcolo delle temperature dei locali, del carico termico e dell'energia per edifici dotati di impianto di climatizzazione degli ambienti
- UNI EN 15265 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti mediante metodi dinamici - Criteri generali e procedimenti di validazione
- UNI EN ISO 7345 Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni
- UNI EN ISO 7726 Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche
- UNI EN ISO 7730 Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale
- UNI EN ISO 10456 Materiali e prodotti per edilizia - Procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
- UNI EN ISO 15927-1 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Medie mensili dei singoli elementi meteorologici
- UNI EN ISO 15927-6 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno)
- EN 15603 Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings
- CEN/TR 15615 Explanation of the general relationship between various European Standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) - Umbrella document
- prEN 15316-4-1 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Space heating generation systems, boilers
- Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia
- Decreto 412/93 Decreto Presidente Repubblica n° 412 del 26/08/1993 regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10

