



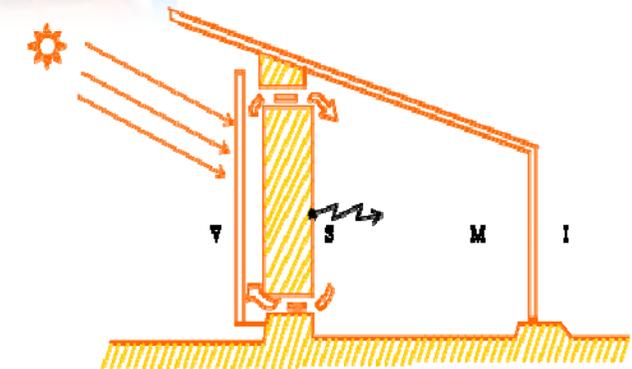
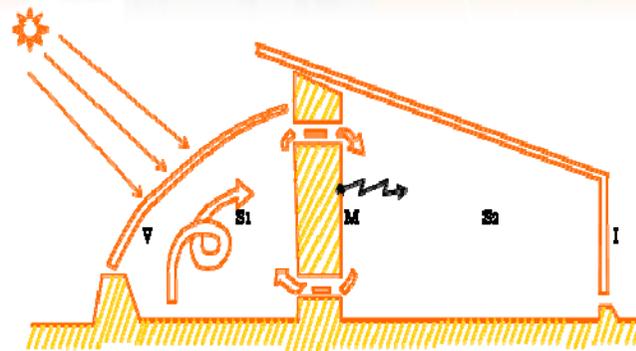
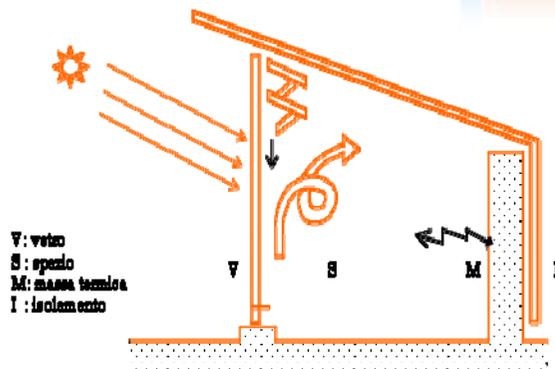
# FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Dipartimento di ingegneria del territorio

Sezione della Fisica tecnica

[WWW.FISICATECNICA-UNICA.IT](http://WWW.FISICATECNICA-UNICA.IT)

## IL D.Lgs. 115/2008 e l'introduzione delle nuove norme UNI TS 11300



## 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:**

## Introduzione norma Europea

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.**

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

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.

## UNI TS 11300

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***).

# Metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici e degli impianti In Italia

**Introdotte dal D.Lgs 115/2008**

**in vigore dal 4 luglio 2008 attuazione 2006/32/CE**

- a) **UNI TS 11300 Prestazioni energetiche degli edifici**  
**Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;**
  
- b) **UNI TS 11300 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;**

- c) **UNI TS 11300** Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
  
- d) **UNI TS 11300** 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;

<b>Situazione Preesistente</b>		<b>Situazione attuale</b>
UNI EN ISO 6946: 1999	<i>(calcolo resistenze termiche)</i>	UNI EN ISO 6946: 2007
UNI 10339: 1995	<i>(ricambi d'aria per le cond. di benessere)</i>	
UNI 10347: 1993	<i>(dispersioni delle tubazioni)</i>	<b>UNI/TS 11300-2: 2008</b>
UNI 10348: 1993	<i>(rendimenti dei sistemi di riscaldamento)</i>	UNI EN 15316-2-3: 2008 UNI EN 15316-2-1: 2008 UNI EN 15316-1: 2008 UNI EN 15316-4-1: 2008
UNI 10349: 1994	<i>(dati climatici)</i>	
UNI 10379: 2005	<i>(fabbisogno energetico normalizzato)</i>	<b>UNI/TS 11300-1: 2008</b>
UNI EN ISO 13789: 2001	<i>(coefficienti di perdita di calore)</i>	UNI EN ISO 13789: 2008
UNI EN 832: 2001	<i>(energia per riscaldamento – edif. residenziali)</i>	<b>UNI EN ISO 13790: 2008</b>
UNI EN ISO 13790: 2005	<i>(energia per riscaldamento)</i>	
UNI EN ISO 13370: 2001	<i>(dispersioni verso il terreno)</i>	UNI EN ISO 13370: 2008
UNI EN ISO 14683: 2001	<i>(ponti termici)</i>	UNI EN ISO 14683: 2008
UNI EN ISO 13788: 2003	<i>(condensa superficiale ed interstiziale)</i>	
UNI EN ISO 13786: 2001	<i>(caratteristiche termiche dinamiche)</i>	UNI EN ISO 13786: 2008
UNI 7357: 1994	<i>(fabb. termico per riscaldamento)</i>	UNI EN 12831: 2006

## RIFERIMENTI NORMATIVI

L'anzidetta specifica tecnica rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. 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 - Conduktività 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

# DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROCEDURA DI CALCOLO

## *Bilancio energetico per il Riscaldamento e il Raffrescamento*

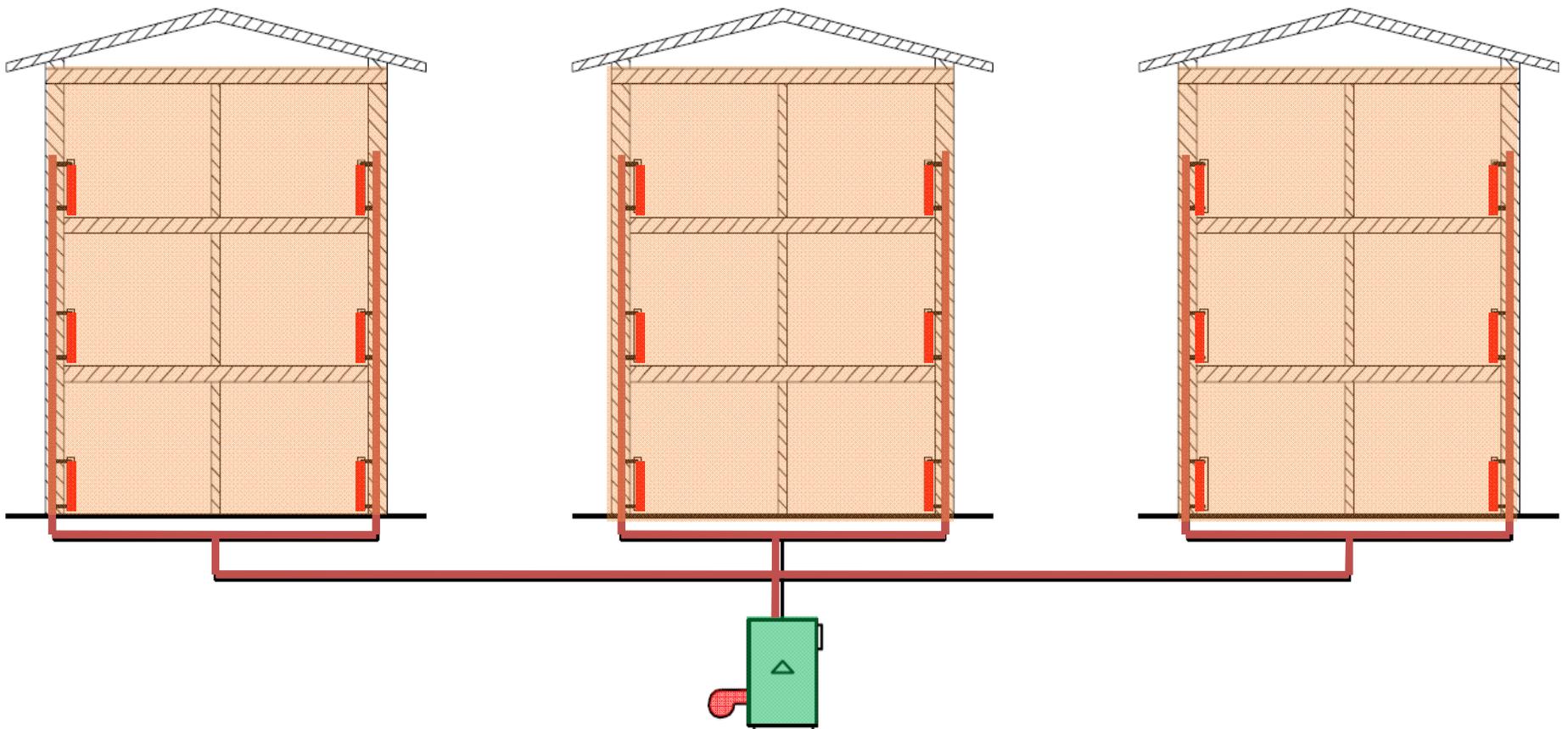
La procedura di calcolo comprende i seguenti passi:

- 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.

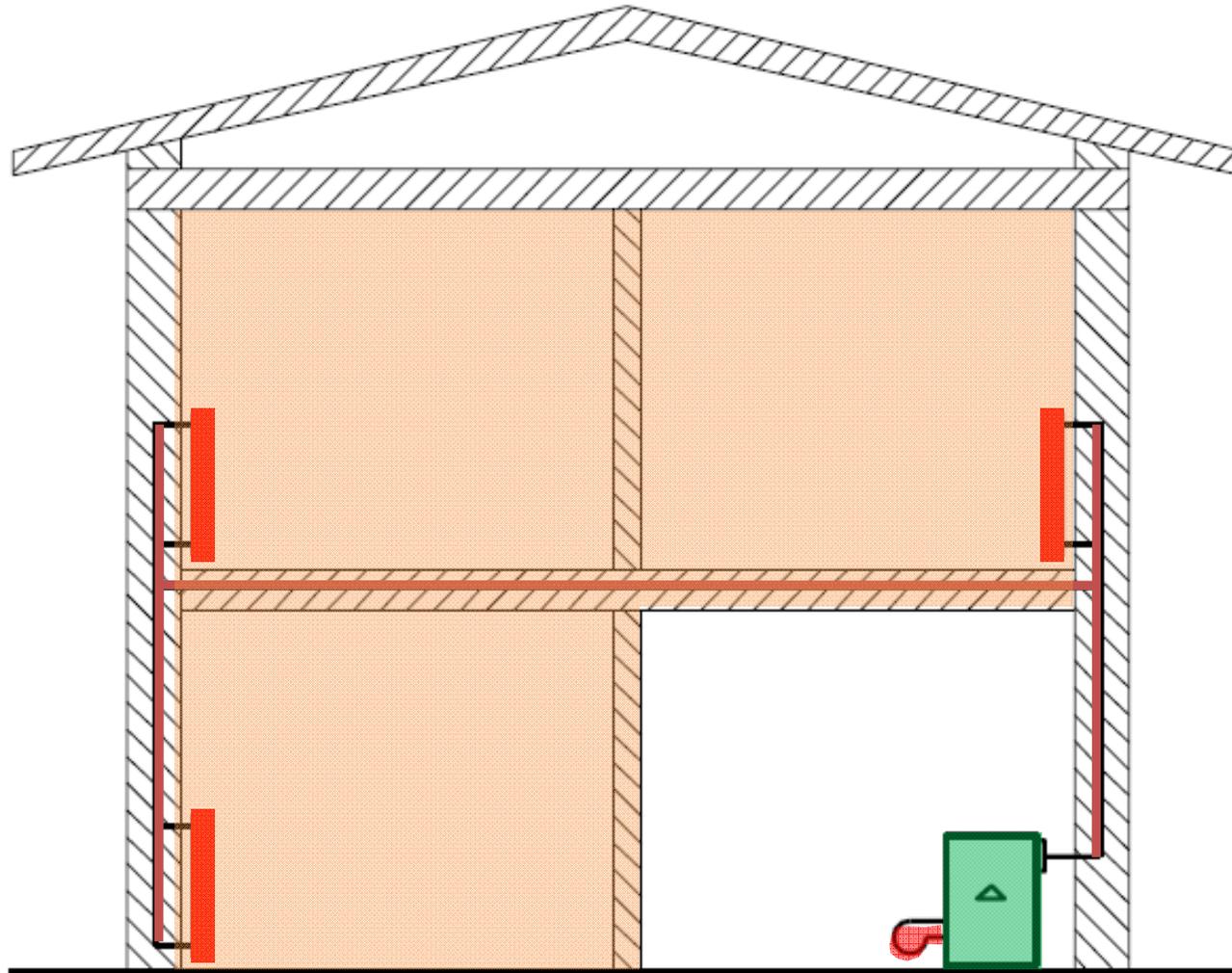
1. Definizione dei confini dell'insieme degli ambienti climatizzati e non climatizzati dell'edificio;
2. Definizione dei confini delle diverse zone di calcolo, se richiesta;

**ZONIZZAZIONE E ACCOPPIAMENTO TERMICO TRA ZONE**  
Individuazione del sistema edificio-impianto

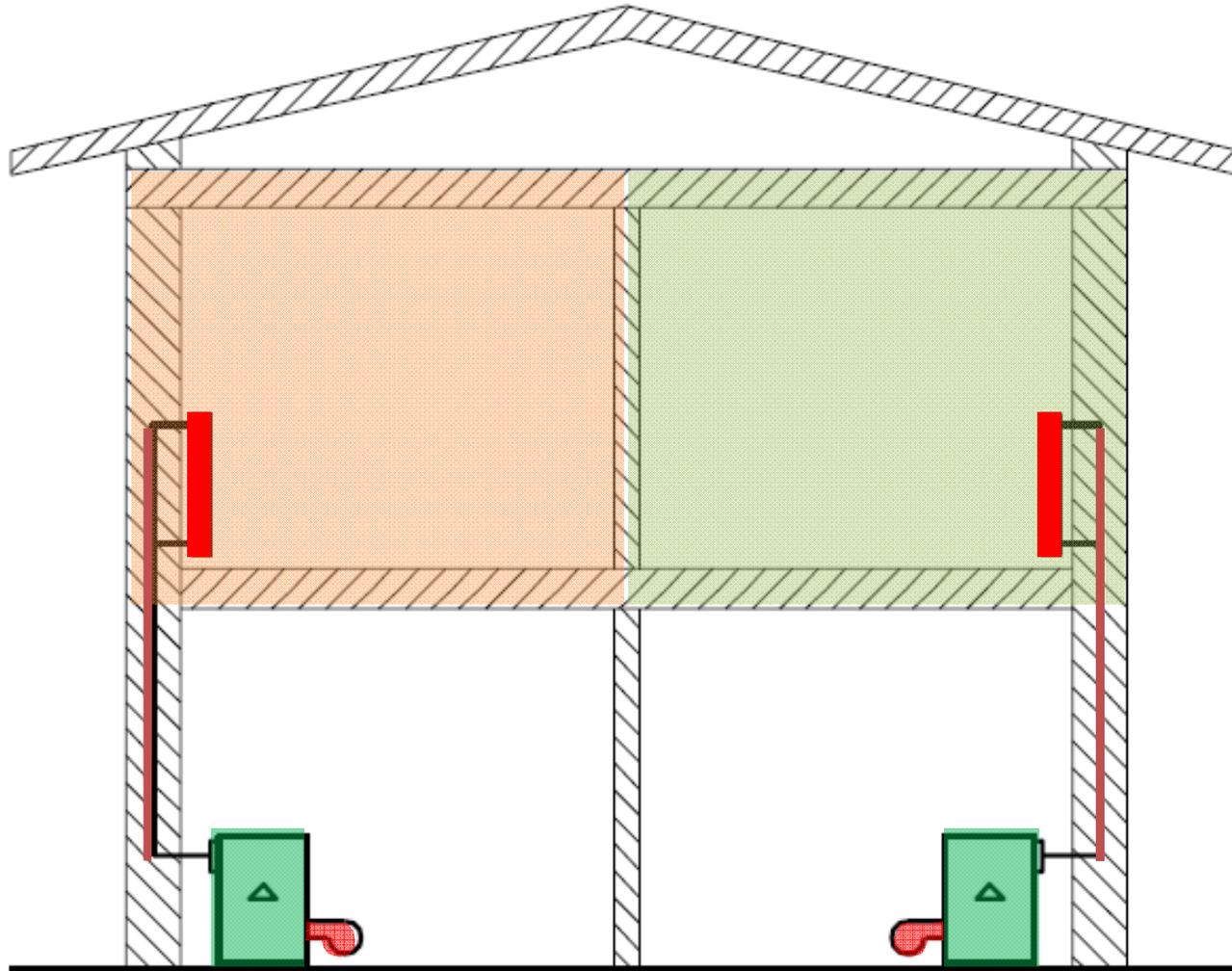
**Sistema edificio-impianto costituito da più edifici serviti da un'unica centrale termica**



## Sistema edificio-impianto costituito da un unico edificio



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



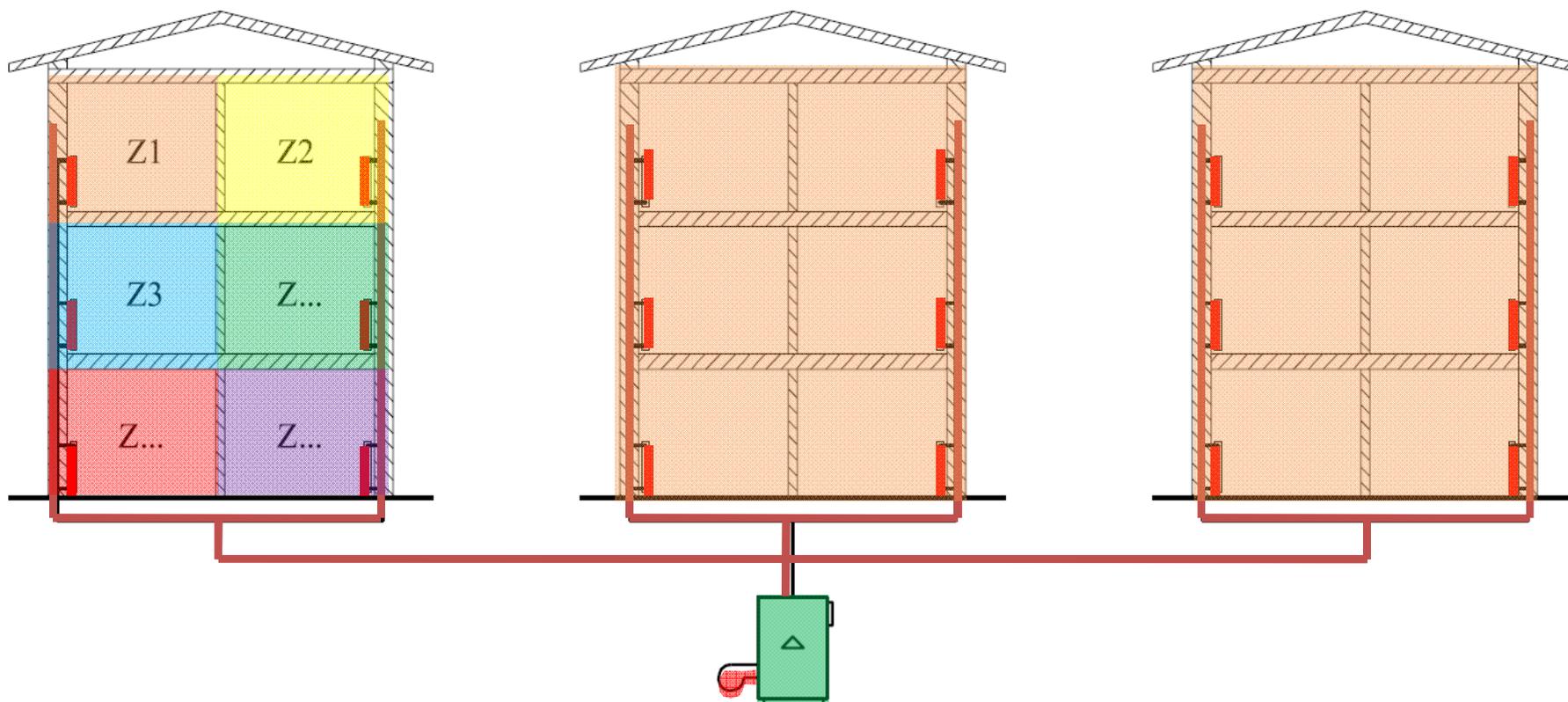
Ogni porzione di edificio, climatizzata ad una determinata temperatura con identiche modalità di regolazione, costituisce una zona termica.

Diverse unità immobiliari servite da un unico generatore, aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione, possono costituire altrettante zone termiche (vedere figura).

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

- I. Le temperature interne di regolazione per il riscaldamento differiscono di non oltre 4 K;
- II. Gli ambienti non sono raffrescati o comunque le temperature interne di regolazione per il raffrescamento differiscono di non oltre 4 K;
- III. Gli ambienti sono serviti dallo stesso impianto di riscaldamento;
- IV. 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.
- V. È possibile che la zonizzazione relativa al riscaldamento differisca da quella relativa al raffrescamento.

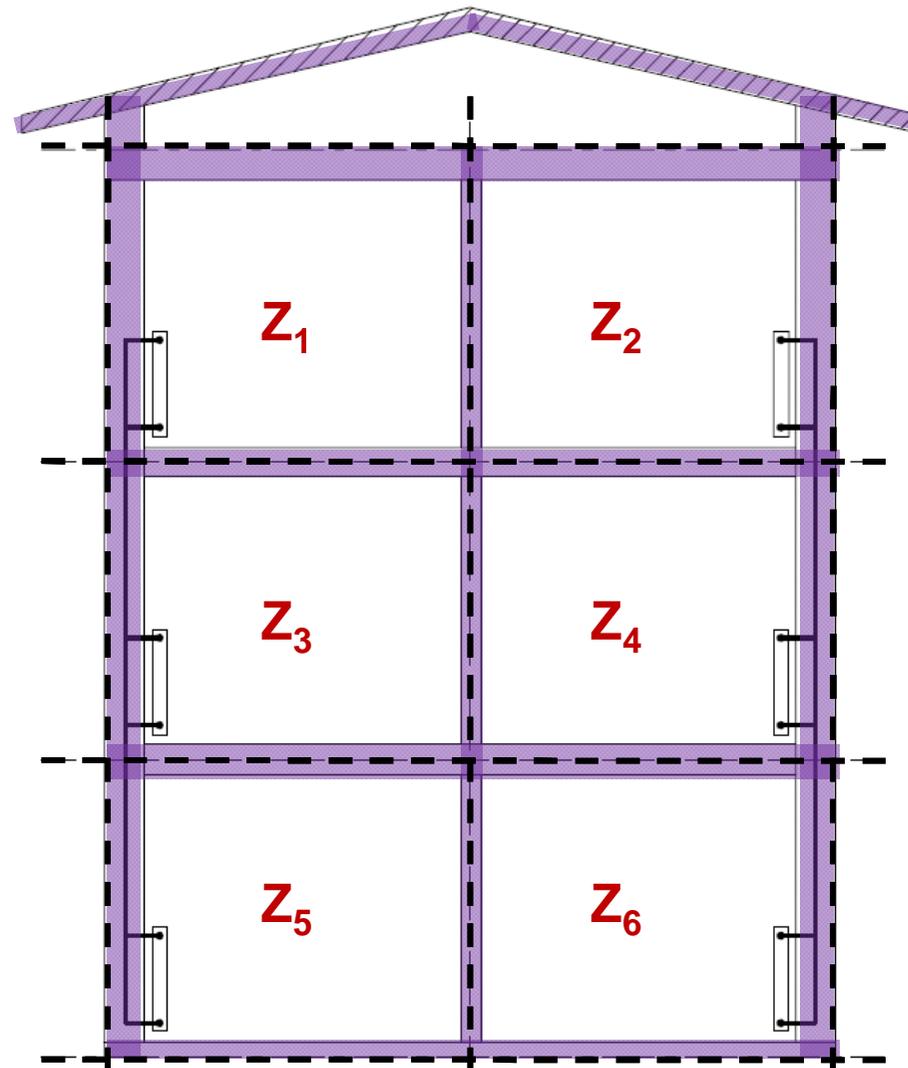
## Zone termiche aventi proprie caratteristiche di dispersione ed esposizione



## 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).

### *Regole di suddivisione dei volumi*



# Definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno;

## TEMPERATURA INTERNA

Valutazione di progetto o standard

### Climatizzazione invernale

Per tutte le categorie di edifici ad esclusione delle categorie E.6(1), E.6(2) e E.87), 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.)

# Definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno;

## TEMPERATURA INTERNA

Valutazione di progetto o standard

### *Climatizzazione Estiva*

Per tutte le categorie di edifici 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.**

## CLIMA ESTERNO

# 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.

### Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna

I valori medi mensili delle temperature medie giornaliere dell'aria esterna per i capoluoghi di provincia italiani sono tabellati.

Per le località non comprese è possibile calcolare una temperatura corretta che tenga conto della diversa localizzazione ed altitudine, rispetto al capoluogo, applicando il seguente criterio:

# Criterio per la determinazione della temperatura delle località non tabellate

1. Si identifica la località di riferimento, ovvero il capoluogo di provincia più vicino in linea d'aria e sullo stesso versante geografico di quella considerata (non necessariamente il capoluogo della provincia di appartenenza);
2. Si apporta una correzione al valore della temperatura della località di riferimento per tenere conto della differenza di altitudine tra questa e la località considerata, secondo la seguente relazione:

$$\Theta_e = \Theta_{e,r} - (Z - Z_r) \cdot \delta$$

dove:

- $\Theta_{e,r}$  è la temperatura nella località di riferimento;
- $Z$  è l'altitudine s.l.m. della località considerata;
- $Z_r$  è l'altitudine s.l.m. della località di riferimento;
- $\delta$  è il gradiente verticale di temperatura, i cui valori sono indicati nel prospetto II, in funzione della zona geografica.

# Valori del gradiente verticale di temperatura

Zona geografica	$\delta(^{\circ}\text{C}/\text{m})$
Italia settentrionale transpadana	1/178
Italia settentrionale cispadana	1/200
Italia centrale e meridionale	1/147
Sicilia	1/174
Sardegna	1/192

# Esempio

**Sardegna, Sassari esempio di applicazione del gradiente di temperatura verticale**

$$\delta := \frac{1}{192} \cdot \frac{\text{K}}{\text{m}}$$

$$T_{e\_SS} := 2^\circ\text{C} = 275.15\text{K}$$

$$Q_{slm\_SS} := 225\text{m}$$

**Calcolo della temperatura per Osilo (SS)**

$$Q_{slm\_osilo} := 615\text{m}$$

$$T_{e\_Osilo} := T_{e\_SS} + (Q_{slm\_SS} - Q_{slm\_osilo}) \cdot \delta = 273.1\text{K} = \blacksquare 0^\circ\text{C}$$

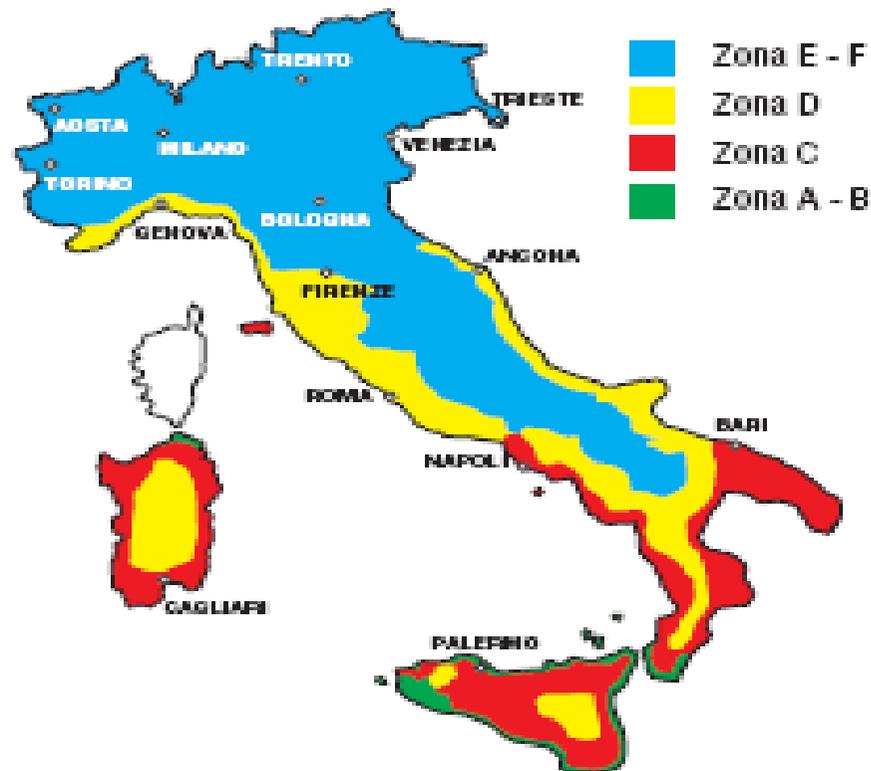
**Calcolo della temperatura per Platamona (SS)**

$$Q_{slm\_platomona} := 2\text{m}$$

$$T_{e\_Platomona} := T_{e\_SS} + (Q_{slm\_SS} - Q_{slm\_platomona}) \cdot \delta = 276.3\text{K} = \blacksquare 3.2^\circ\text{C}$$

## Classificazione del territorio nazionale in zone climatiche.

La materia è regolata dal [Decreto del Presidente della Repubblica 26/08/1993 n. 412](#),  
pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14/10/1993,  
Supplemento Ordinario n. 96 e successive modificazioni e integrazioni



La tabella riporta per ognuna delle zone climatiche il periodo dell'anno e il numero massimo di ore giornaliere in cui è consentita l'accensione degli impianti di riscaldamento.

**Nel caso di condizioni meteorologiche particolarmente avverse i singoli comuni possono consentire l'accensione degli impianti anche in periodi diversi.**

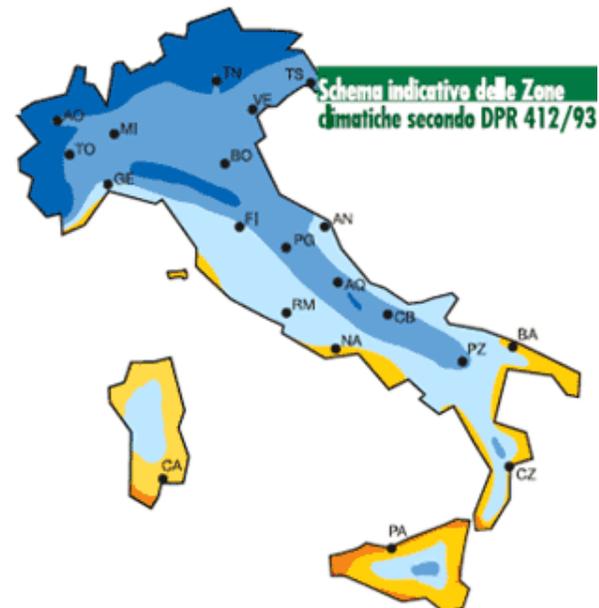
L'unità di misura utilizzata per l'individuazione della zona climatica di appartenenza di ciascun comune è il grado-giorno, ovvero la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera.

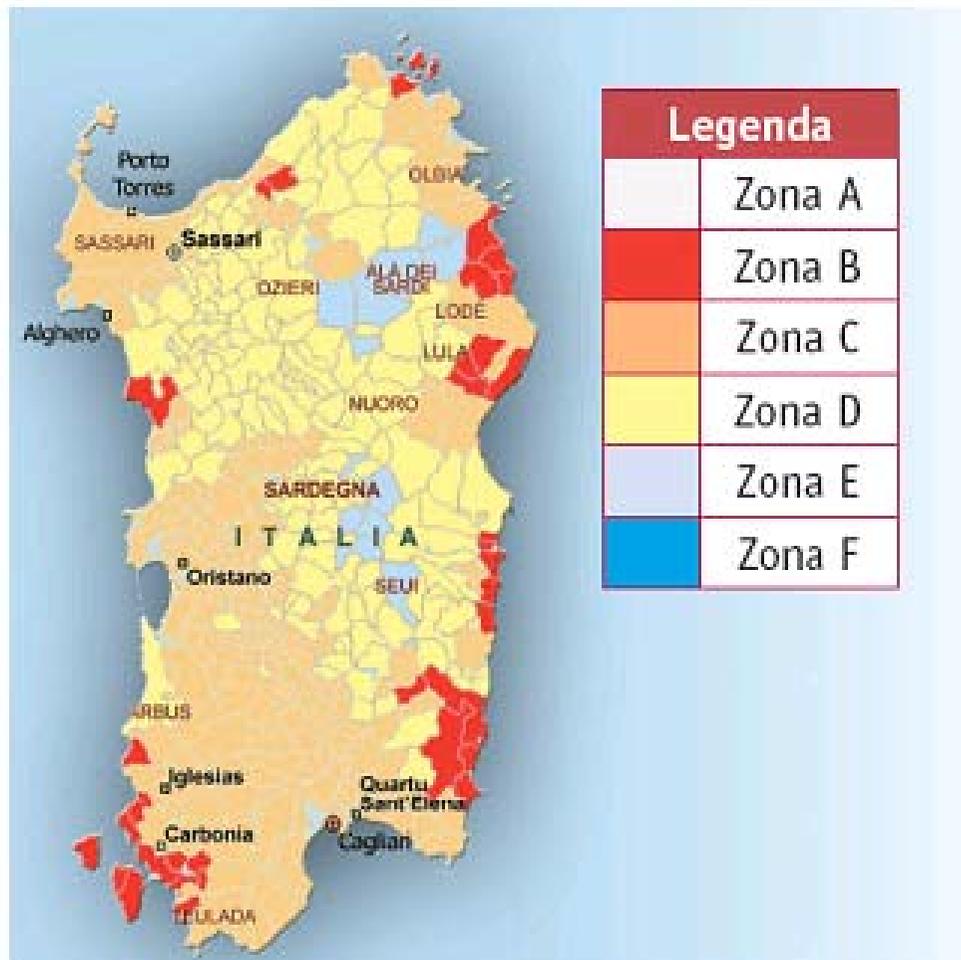
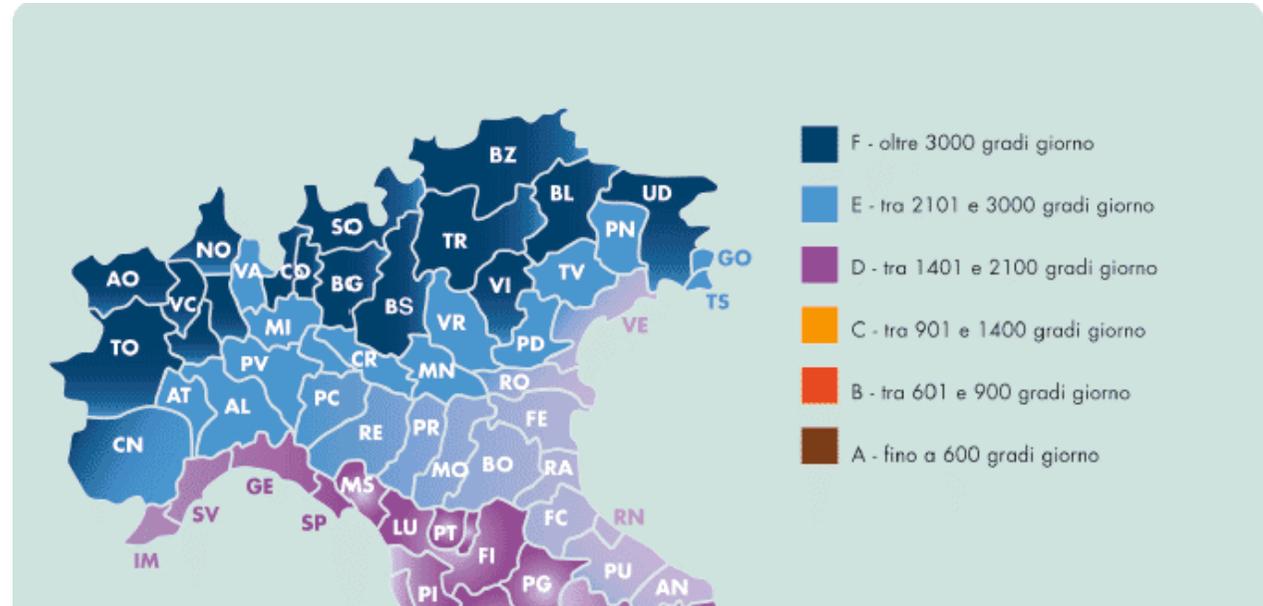
**A titolo di esempio vengono riportate le zone climatiche di appartenenza di tutti i comuni capoluogo di provincia.**

**Legenda**

GG = gradi giorno

- **Zona A**  $GG \leq 600$   
(Lampedusa)
- **Zona B**  $601 \leq GG \leq 900$   
(Crotone, Agrigento, Catania, Siracusa, Trapani, Messina, ...)
- **Zona C**  $901 \leq GG \leq 1400$   
(Imperia, Caserta, Lecce, Cosenza, Ragusa, Sassari, ...)
- **Zona D**  $1401 \leq GG \leq 2100$   
(Trieste, La Spezia, Forlì, Isernia, Foggia, Caltanissetta, Nuoro, ...)
- **Zona E**  $2101 \leq GG \leq 3000$   
(Aosta, Sondrio, Bolzano, Udine, Rimini, Frosinone, Enna, ...)
- **Zona F**  $GG \leq 3001$   
(Cuneo, Belluno, ...)





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

<b>zona</b>	<b>Gradi giorno</b>	<b>Periodo</b>	<b>Ore</b>	<b>Esempi</b>
A	fino a 600	1 Dicembre - 15 Marzo	6	Lampedusa, Linosa, Porto Empedocle
B	da oltre 600 a 900	1 Dicembre - 31 Marzo	8	Agrigento, Catania, Crotone, Messina, Palermo, Reggio Calabria, Siracusa, Trapani
C	da oltre 900 a 1400	15 Novembre - 31 Marzo	10	Bari, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caserta, Catanzaro, Cosenza, Imperia, Latina, Lecce, Napoli, Oristano, Ragusa, Salerno, Sassari, Taranto
D	da oltre 1400 a 2100	1 Novembre - 15 Aprile	12	Ancona, Ascoli Piceno, Avellino, Caltanissetta, Chieti, Firenze, Foggia, Forlì, Genova, Grosseto, Isernia, La Spezia, Livorno, Lucca, Macerata, Massa, Carrara, Matera, Nuoro, Pesaro, Pesaro, Pescara, Pisa, Pistoia, Prato, Roma, Savona, Siena, Teramo, Terni, Verona, Vibo Valentia, Viterbo
E	da oltre 2100 a 3000	15 Ottobre - 15 Aprile	14	Alessandria, Aosta, Arezzo, Asti, Bergamo, Biella, Bologna, Bolzano, Brescia, Campobasso, Como, Cremona, Enna, Ferrara, Cesena, Frosinone, Gorizia, L'Aquila, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Modena, Novara, Padova, Parma, Pavia, Perugia, Piacenza, Pordenone, Potenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rieti, Rimini, Rovigo, Sondrio, Torino, Trento, Treviso, Trieste, Udine, Varese, Venezia, Verbania, Vercelli, Vicenza
F	oltre 3000	Nessuna limitazione	24	Belluno, Cuneo

Calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento ( $Q_{H,nd}$ )

DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROCEDURA DI CALCOLO  
“Invernale”

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol})$$

**Dove:**

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

$Q_{H,tr}$  è lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento;

$Q_{H,ve}$  è lo scambio termico per ventilazione nel caso di riscaldamento;

$\eta_{H,gn}$  è il fattore di utilizzazione degli apporti termici;

$Q_{int}$  sono gli apporti termici interni;

$Q_{sol}$  sono gli apporti termici solari;

Calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento ( $Q_{H,nd}$ )

## DESCRIZIONE SINTETICA DELLA PROCEDURA DI CALCOLO "Estiva"

$$Q_{C,nd} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

**Dove:**

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

$Q_{C,tr}$  è lo scambio termico per trasmissione nel caso di raffrescamento;

$Q_{C,ve}$  è lo scambio termico per ventilazione nel caso di raffrescamento;

$\eta_{C,ls}$  è il fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche;

$Q_{int}$  sono gli apporti termici interni;

$Q_{sol}$  sono gli apporti termici solari;

# Novità

- calcolo degli apporti interni sulla superficie netta a differenza delle vecchie RCTI/03 che valutavano gli apporti sull'area lorda e definizione di un algoritmo per ottenere il valore di superficie netta da quella lorda;
- calcolo degli apporti solari sulle componenti opache sia nel bilancio invernale che estivo, in funzione del fattore di assorbimento della parete;
- valutazione degli ombreggiamenti con l'introduzione nel calcolo dei sistemi di schermatura permanenti come eventuali tende e sistemi mobili come brisoleil o persiane scorrevoli. La norma nell'appendice D ha rivisto completamente i valori dei fattori di ombreggiamento esterni, orizzontali e verticali calcolandoli mese per mese e alle diverse latitudini dei capoluoghi di Italia.

# 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.

## Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro

### 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.

## 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.

### 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

## 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:

$$H_U = H_{iu} \cdot b_{tr,x}$$

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

# 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:

$$H_g = A \cdot U_f \cdot b_{tr,g}$$

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

# 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**.

## Calcolo della Portata di ventilazione

Valutazione di progetto o standard

### Nel caso di aerazione o ventilazione naturale:

- a) per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a **0,3 vol/h**;
- b) 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.

## 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 la seguente tabella.**

Categoria di edificio	Tipo di costruzione	
E.1, E.2, E.3, E.7	Pareti di spessore maggiore di 45 cm	Pareti di spessore fino a 45 cm
	0,6	0,7
E.4, E.5, E.6, E.8	Con partizioni interne	Senza partizioni interne
	0.8	0,9

# APPORTI TERMICI INTERNI

## Entità degli apporti interni

### Valutazione di progetto o standard

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 nella seguente tabella.

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)

a) Per 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

$$b) \quad \Phi_{int} = 5,294 \cdot A_f - 0,01557 \cdot A_f^2$$

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

### Valutazione adattata all'utenza

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:

- a) apporti globali;
- b) apporti dagli occupanti;
- c) apporti dalle apparecchiature.

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

Giorni	Ore	Soggiorno e cucina ( $\Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,A}$ )/ $A_f$ W/m <sup>2</sup>	Altre aree climatizzate (per esempio stanza da letto) ( $\Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,A}$ )/ $A_f$ 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

**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 $\Phi_{int,A}/A_f$ W/m <sup>2</sup>	Simultaneità $f_A$	Apporto termico medio delle apparecchiature $\Phi_{int,A}/A_f$ 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

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

## 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,  $d_m$ :*

$$f_n = 0,9761 - 0,3055 \cdot d_m$$

# 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.

## 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).

## 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:

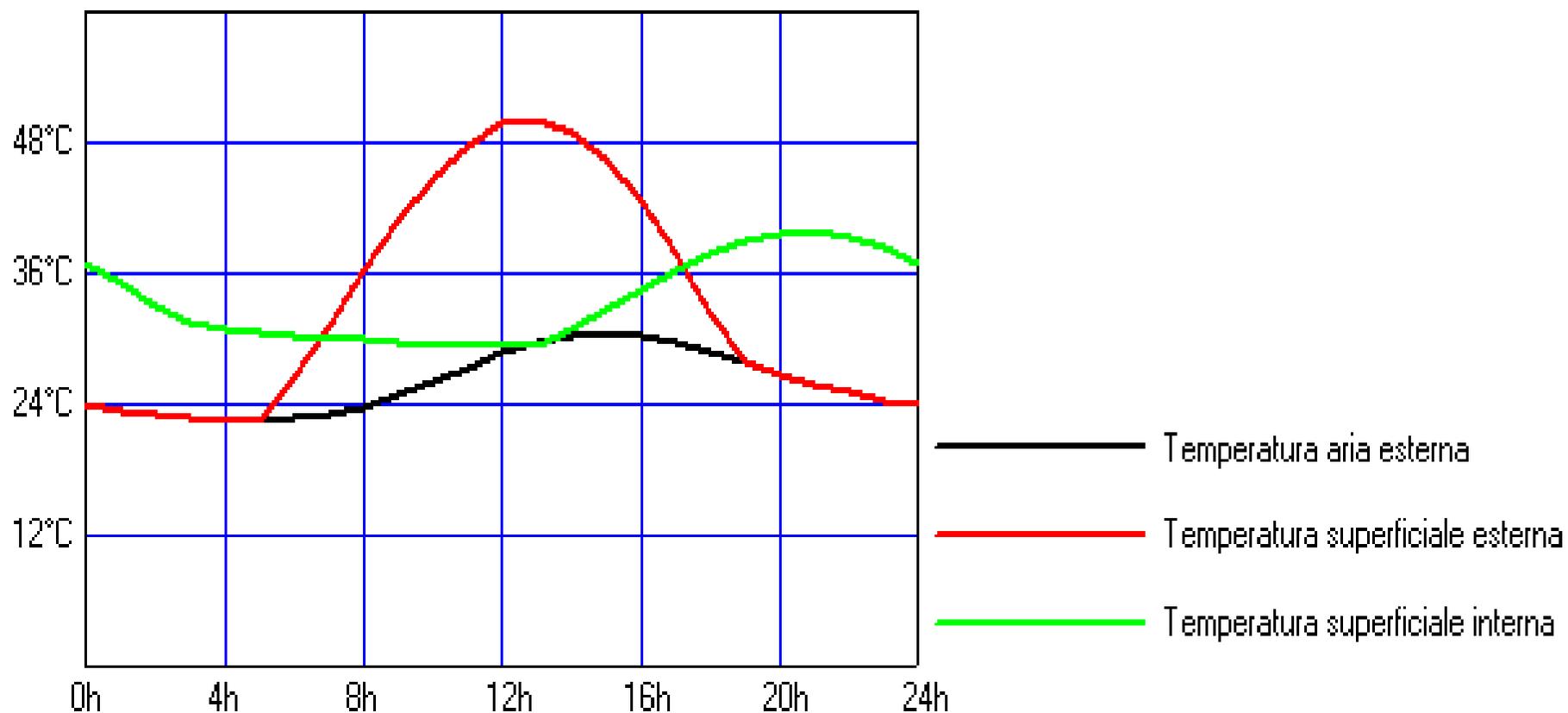
- 0,3 per colore chiaro della superficie esterna;
- 0,6 per colore medio;
- 0,9 per colore scuro.

## Apporti solari sui componenti opachi

Esempio: Solaio con colore chiaro sulla superficie esterna

fattore di assorbimento solare = 0.3

Ubicazione Sassari

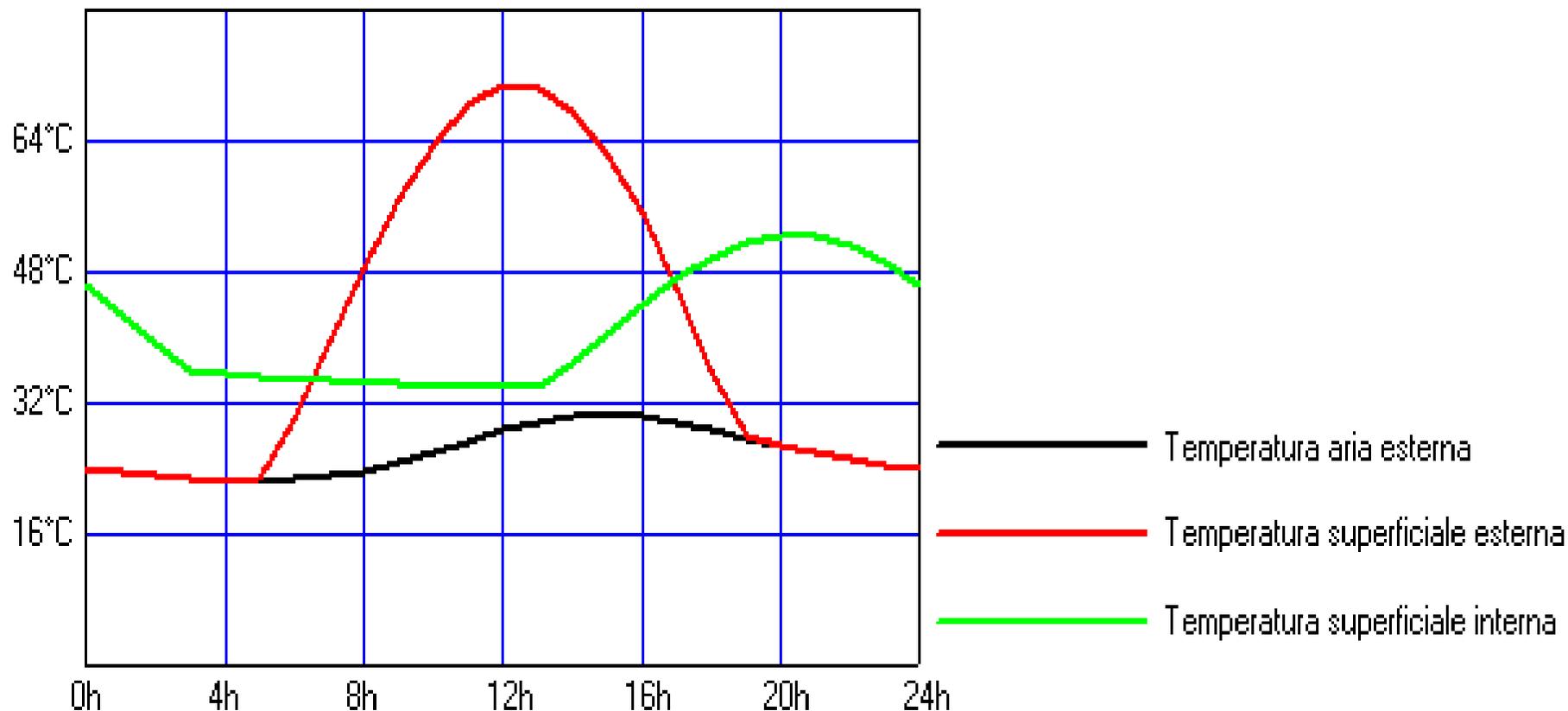


## Apporti solari sui componenti opachi

Esempio: Solaio con colore medio sulla superficie esterna

fattore di assorbimento solare = 0.6

Ubicazione Sassari

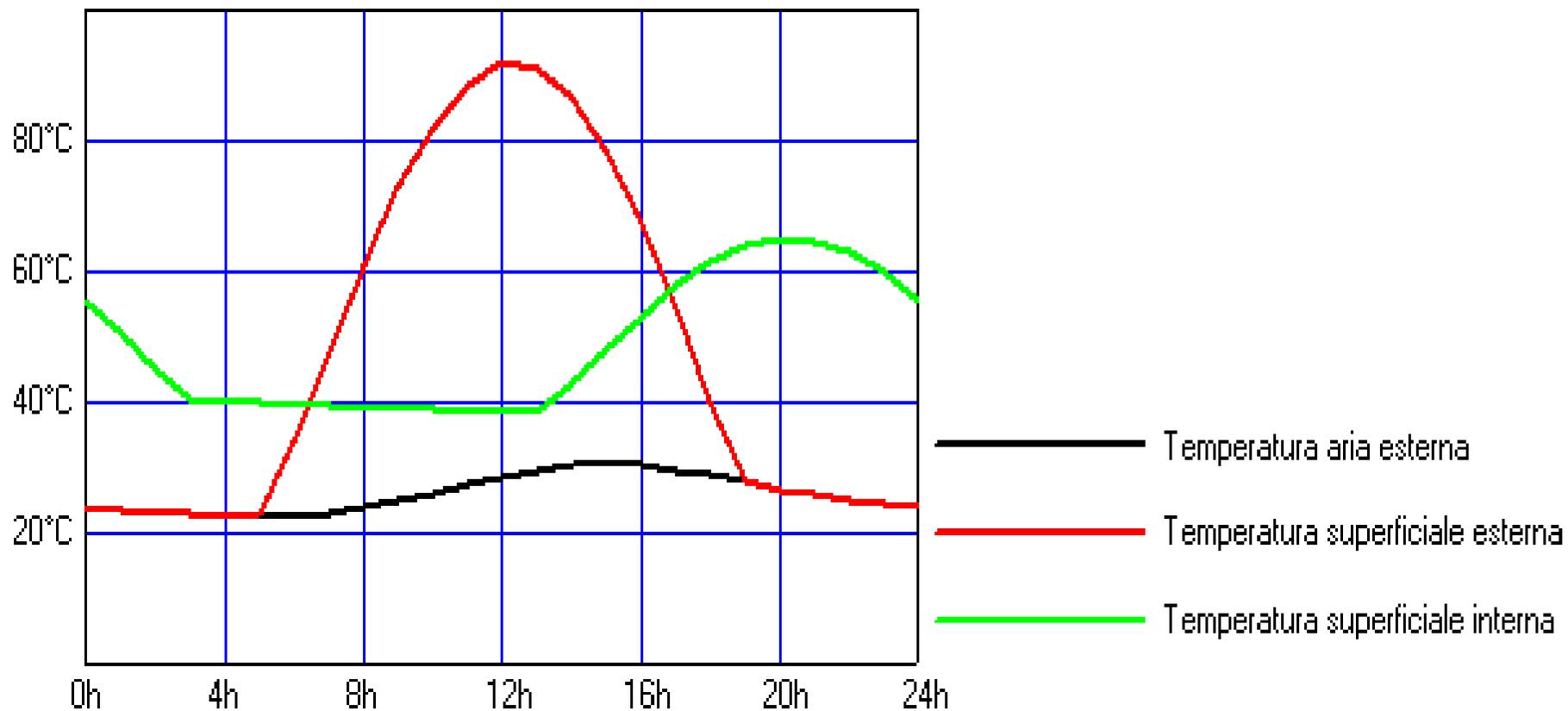


## Apporti solari sui componenti opachi

Esempio: Solaio con colore scuro sulla superficie esterna

fattore di assorbimento solare = 0.9

Ubicazione Sassari



# Ombreggiatura

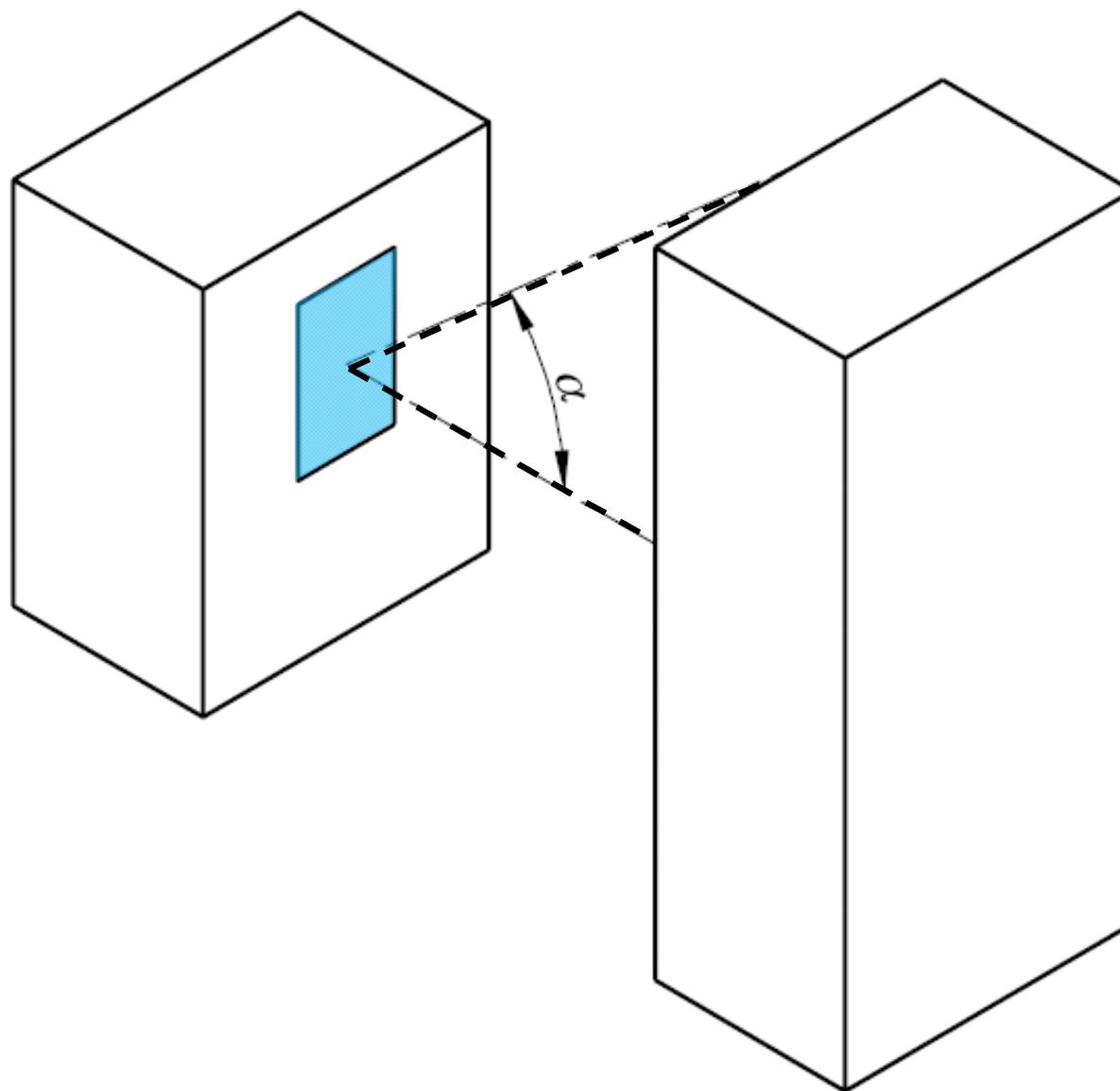
Il fattore di riduzione per ombreggiatura  $F_{sh,ob}$  può essere calcolato come prodotto dei fattori di ombreggiatura relativi ad **ostruzioni esterne** ( $F_{hor}$ ), **ad aggetti orizzontali** ( $F_{ov}$ ) e **verticali** ( $F_{fin}$ ).

$$F_{sh,ob} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

*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 appresso riportate

*Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna*

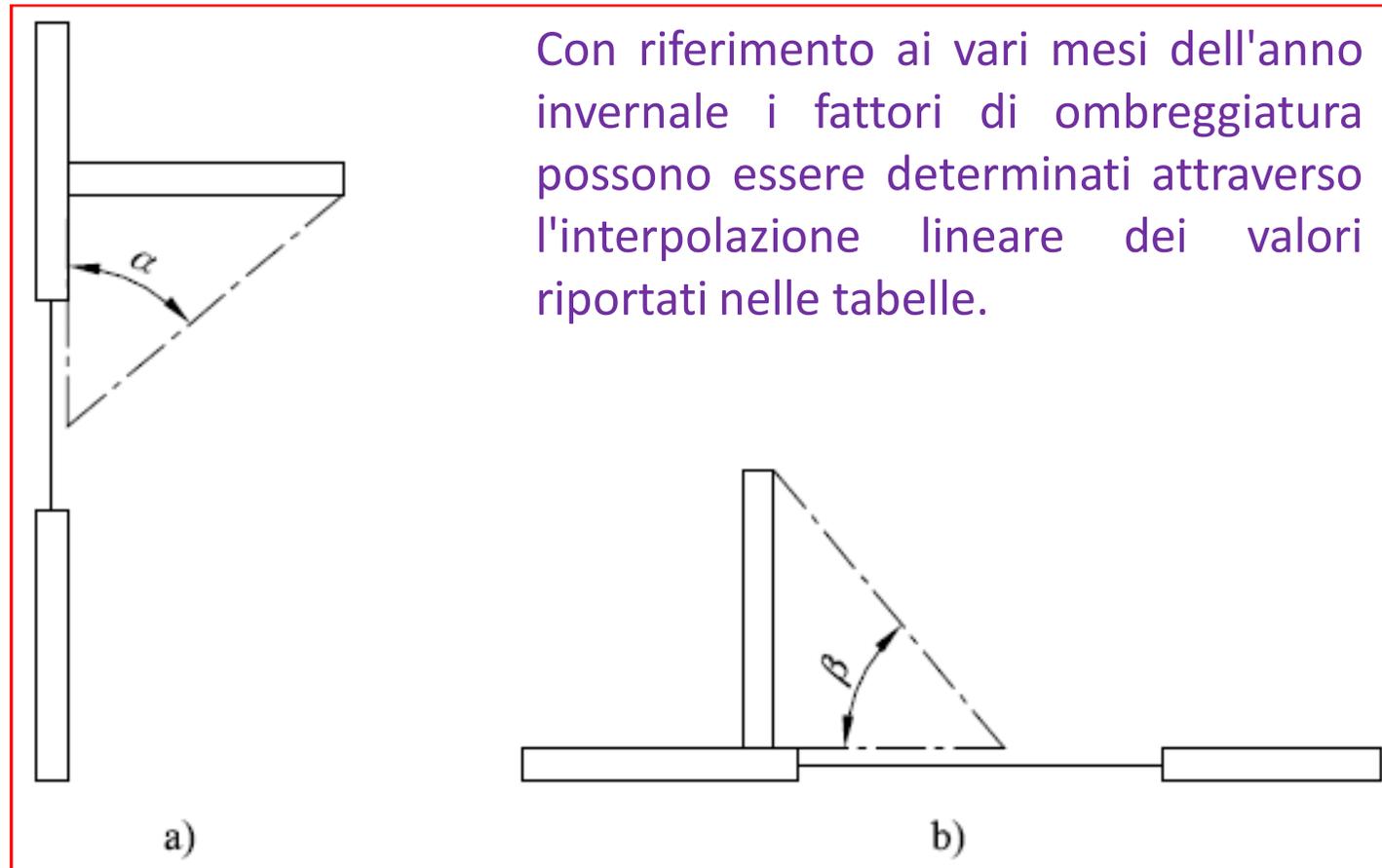


## Aggetto orizzontale e verticale

Legenda

a) Sezione verticale

b) Sezione orizzontale



## Sassari Latitudine: 40° 44 ~41°

### 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

### 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

### 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

## UNI TS 11300-2

**La presente specifica tecnica fornisce dati e metodi per la determinazione:**

- a) La presente specifica tecnica, unitamente alla **UNI EN 15316-2-3:2008**, sostituisce la **UNI 10347:1993**.
  
- b) La presente specifica tecnica, unitamente alla **UNI EN 15316-1:2008** e alla **UNI EN 15316-2-1:2008**, sostituisce la **UNI 10348:1993**.

**UNI TS 11300-2**

**La specifica tecnica si applica a sistemi di nuova progettazione, ristrutturati o esistenti:**

**a) per il solo riscaldamento;**

**b) misti o combinati per riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria;**

**c) per sola produzione acqua calda per usi igienico-sanitari.**

**Le suddette applicazioni trovano riscontro in diversi tipi di valutazione energetica come diseguito classificati:**

**A) Valutazione di calcolo: prevede il calcolo del fabbisogno energetico e si differenzia in:**

*A1) Valutazione di progetto: il calcolo viene effettuato sulla base dei dati di progetto; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto si assumono valori convenzionali di riferimento. Questa valutazione è eseguita in regime di funzionamento continuo.*

*A2) Valutazione standard: il calcolo viene effettuato sulla base dei dati relativi all'edificio e all'impianto reale, come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto si assumono valori convenzionali di riferimento. Questa valutazione è eseguita in regime di funzionamento continuo.*

*A3) Valutazione in condizioni effettive di utilizzo: il calcolo viene effettuato sulla base dei dati relativi all'edificio e all'impianto reale, come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto si assumono valori effettivi di funzionamento (per esempio, in caso di diagnosi energetiche). Questa valutazione è eseguita nelle condizioni effettive di intermittenza dell'impianto.*

**Le suddette applicazioni trovano riscontro in diversi tipi di valutazione energetica come diseguito classificati:**

**B) Valutazione basata sul rilievo dei consumi con modalità standard.**

**Ai fini di diagnosi energetica si può procedere con la valutazione A3) integrata con il suddetto rilievo dei consumi.**

**Le condizioni affinché i dati di consumo rilevati possano essere correttamente utilizzati come valori di confronto sono:**

*la definizione di criteri unificati per attribuire i consumi al periodo di tempo prefissato e modalità, anch'esse unificate, per convertire i consumi in portate volumetriche o di massa e quindi in equivalenti energetici.*

## RIFERIMENTI NORMATIVI

L'anzidetta specifica tecnica rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

**UNI EN 297** Caldaie per riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi - Caldaie di tipo B equipaggiate con bruciatore atmosferico, con portata termica nominale minore o uguale a 70 kW.

**UNI EN 483** Caldaie di riscaldamento centrale alimentate a combustibili gassosi - Caldaie di tipo C di portata termica nominale non maggiore di 70 kW.

**UNI EN 303-1** Caldaie per riscaldamento - Parte 1: Caldaie con bruciatori ad aria soffiata - Terminologia, requisiti generali, prove e marcatura.

**UNI EN 442-2** Radiatori e convettori - Parte 2: Metodi di prova e valutazione.

**UNI EN 1264-3** Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti – Dimensionamento.

**UNI EN 1264-4** Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti – Installazione.

**UNI EN 13836** Caldaie a gas per riscaldamento centrale - Caldaie di tipo B di portata termica nominale maggiore di 300 kW, ma non maggiore di 1 000 kW.

**UNI EN 14037** Strisce radianti a soffitto alimentate con acqua a temperatura minore di 120 °C.

**UNI EN 15316-2-1** Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti.

**UNI EN 15316-2-3** Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti.

**UNI EN ISO 13790** Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

**CEI EN 60379** Metodi per misurare le prestazioni di scaldacqua elettrici ad accumulo per uso domestico.

**UNI/TS 11300-1** Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.

# Fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento dell'edificio

**Il fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento dell'edificio è articolato in:**

- a) **fabbisogno ideale;**
- b) **fabbisogno ideale netto ottenuto sottraendo al fabbisogno ideale le perdite recuperate;**
- c) **fabbisogno effettivo è il fabbisogno che tiene conto delle perdite di emissione e di regolazione, ossia dell'energia termica che il sottosistema di distribuzione deve immettere negli ambienti.**

## Fabbisogno ideale per riscaldamento

Il fabbisogno ideale di energia termica utile dell'involucro edilizio,  $Q_h$  o  $Q_{hvs}$  nel caso di funzionamento non continuo, *è il dato fondamentale di ingresso per il calcolo dei fabbisogni di energia primaria.* Tale fabbisogno è riferito alla condizione di temperatura dell'aria uniforme in tutto lo spazio riscaldato.

Esso è riferito, inoltre, a funzionamento continuo, cioè al mantenimento di una temperatura interna dell'edificio costante nel tempo. Il fabbisogno ideale di energia termica utile dell'edificio si calcola con i metodi forniti dalla **UNI EN ISO 13790** e della **UNI/TS 11300-1**.

## Fabbisogno ideale netto per riscaldamento

Dal fabbisogno  $Q_h$  si devono dedurre eventuali perdite recuperate  $Q_{W,Irh}$  dal sistema di acqua calda sanitaria.

Si ha quindi il fabbisogno ideale netto  $Q'_h$ :

$$Q'_h = Q_h - Q_{W,Irh} \text{ [Wh]}$$

dove:

$Q_{W,Irh}$  sono le perdite recuperate dal sistema di produzione acqua calda; il termine è determinato con l'equazione:

$$Q_{Irh,W,s} = Q_{I,W,s} \times (1 - b_{g,w}) \text{ [Wh]}$$

dove:

$b_{g,w}$  è pari a 0 se in ambiente riscaldato;

$b_{g,w}$  è pari a 1 se fuori dall'ambiente riscaldato.

## Fabbisogno effettivo per riscaldamento

**Il calcolo, come sin qui descritto, non tiene conto delle perdite determinate dalle caratteristiche dei sottosistemi di emissione e di regolazione, previsti o installati nell'edificio, quali la distribuzione di temperatura non uniforme nello spazio riscaldato, le imperfezioni della regolazione per ritardi od anticipi nella erogazione del calore, il mancato utilizzo di apporti gratuiti.**

**Per calcolare il fabbisogno effettivo dell'edificio, ossia la quantità di energia termica utile che deve essere immessa negli ambienti riscaldati, si deve tenere conto:**

## *Dei fattori negativi*

1. maggiori perdite verso l'esterno dovute ad una distribuzione non uniforme di temperatura dell'aria all'interno degli ambienti riscaldati (stratificazione);
2. maggiori perdite verso l'esterno dovute alla presenza di corpi scaldanti annegati nelle strutture;
3. maggiori perdite dovute ad una imperfetta regolazione dell'emissione del calore;
4. eventuale mancato sfruttamento di apporti gratuiti conteggiati nel calcolo di  $Q_h$ , che si traducono in maggiori temperature ambiente anziché riduzioni dell'emissione di calore;
5. sbilanciamento dell'impianto;

## *Dei fattori positivi*

1. trasformazione in calore dell'energia elettrica impiegata nelle unità terminali.

In definitiva l'energia termica utile effettiva  $Q_{hr}$  ( $=Q_{d,out}$ ) che deve essere fornita dal sottosistema distribuzione è:

$$Q_{hr} = Q'_h + Q_{l,e} + Q_{l,rg} - Q_{aux,e,lrh} \quad [Wh]$$

dove:

$Q'_h$  è il fabbisogno ideale netto;

$Q_{l,e}$  sono le perdite totali di emissione;

$Q_{l,rg}$  sono le perdite totali di regolazione;

$Q_{aux,e,lrh}$  è l'energia termica recuperata dall'energia elettrica del sottosistema di emissione.

Quando l'impianto prevede zone con terminali diversi e rispettivi sistemi di regolazione ambiente, il fabbisogno energetico utile effettivo dell'edificio vale:

$$Q_{hr} = \sum_I^n (Q'_{h,j} + Q_{l,e,j} + Q_{l,rg,j} - Q_{aux,e,lrh,j}) \quad [Wh]$$

## Fabbisogni di energia per acqua calda sanitaria

L'energia termica  $Q_{h,W}$  richiesta per riscaldare una quantità di acqua alla temperatura desiderata è:

$$Q_{h,W} = \sum_i \rho \times c \times V_W \times (\theta_{er} - \theta_O) \times G \quad [\text{Wh}]$$

dove:

$\rho$  è la massa volumica dell'acqua [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ];

$c$  è il calore specifico dell'acqua pari a  $1,162$  [ $\text{Wh}/\text{kg } ^\circ\text{C}$ ];

$V_W$  è il volume dell'acqua richiesta durante il periodo di calcolo [ $\text{m}^3/\text{G}$ ];

$\theta_{er}$  è la temperatura di erogazione [ $^\circ\text{C}$ ];

$\theta_O$  è la temperatura di ingresso dell'acqua fredda sanitaria [ $^\circ\text{C}$ ];

$G$  è il numero dei giorni del periodo di calcolo [G].

## Volumi di acqua richiesti

I volumi di acqua calda sanitaria sono riferiti convenzionalmente ad una temperatura di erogazione di 40 °C e ad una temperatura di ingresso di 15 °C. Il salto termico di riferimento ai fini del calcolo del fabbisogno di energia termica utile è, quindi, di 25 K.

I valori di fabbisogno giornaliero sono riferiti a dati medi giornalieri.

Il volume è dato da:

$$V_W = a \times N_u \text{ [l/G]}$$

dove:

$a$  è il fabbisogno giornaliero specifico [l/G];

$N_u$  è il parametro che dipende dalla destinazione d'uso dell'edificio  
seguenti tabelle per destinazioni diverse.

## Valori di $a$ per le abitazioni ( $l/Gm^2$ )

Fabbisogni	Calcolo in base al valore di $S_u$ per unità immobiliare [ $m^2$ ]			Valore medio riferito a $S_u = 80 m^2$
	$\leq 50$	51- 200	$>200$	
$a$	1,8	$4,514 \times S_u^{-0,2356}$	1,3	1,6
Fabbisogno equivalente di energia termica utile [ $Wh/G m^2$ ]	52,3	$131,22 \times S_u^{-0,2356}$	37,7	46,7
Fabbisogno equivalente di energia termica utile [ $kWh/m^2$ anno]	19,09	$47,9 \times S_u^{-0,2356}$	13,8	17,05

**Valori per destinazioni diverse dalle abitazioni (Fabbisogni mensili in litri a 40 °C con  $\Delta T = 25$  K)**

Tipo di attività	$a$	$N_u$
Hotel senza lavanderia 1 stella 2 stelle 3 stelle 4 stelle	40 l/G letto 50 l/G letto 60 l/G letto 70 l/G letto	Numero di letti e numero giorni mese
Hotel con lavanderia 1 stella 2 stelle 3 stelle 4 stelle	50 l/G letto 60 l/G letto 70 l/G letto 80 l/G letto	Numero di letti e numero giorni mese
Altre attività ricettive diverse dalle precedenti	28 l/G letto	Numero di letti e numero giorni mese
Attività ospedaliera day hospital	10 l/G letto	Numero di letti
Attività ospedaliera con pernottamento e lavanderia	90 l/G letto	Numero di letti
Scuole Scuole materne e asili nido	- 15 l/G	Numero di bambini
Attività sportive/palestre	100 l/G	Per doccia installata
Uffici	0,2	l/m <sup>2</sup> G
Negozi	-	
Ristoranti	10 l/G	Numero di ospiti per numero di pasti
Catering e self service	4 l/G	Numero di ospiti per numero di pasti

## Rendimento medio stagionale

**Il rendimento medio stagionale può riguardare:**

- 1. il solo impianto di riscaldamento;**
- 2. il solo impianto di acqua calda sanitaria;**
- 3. l'impianto di riscaldamento e acqua calda sanitaria.**

# Rendimenti e perdite dei sottosistemi degli impianti di riscaldamento

## Sottosistema di emissione

La determinazione delle perdite di emissione è notevolmente influenzata dalle caratteristiche del locale e, in modo particolare dalla sua altezza. I prospetti seguenti forniscono valori di rendimento di emissione nei due casi: locali di altezza non maggiore di 4 m e grandi ambienti di altezza compresa tra 4 m e 14 m.

### Rendimenti di emissione ( $\eta_e$ ) in locali di altezza minore di 4 m

Tipo di terminale di erogazione	Carico termico medio annuo W/m <sup>3 a)</sup>		
	<4	4-10	>10
	$\eta_e$		
Radiatori su parete esterna isolata (*)	0,95	0,94	0,92
Radiatori su parete interna	0,96	0,95	0,92
Ventilconvettori (**) valori riferiti a $t_{media}$ acqua = 45 °C	0,96	0,95	0,94
Termoconvettori	0,94	0,93	0,92
Bocchette in sistemi ad aria calda (***)	0,94	0,92	0,90
Pannelli isolati annegato a pavimento	0,99	0,98	0,97
Pannelli annegati a pavimento (****)	0,98	0,96	0,94
Pannelli annegati a soffitto	0,97	0,95	0,93
Pannelli a parete	0,97	0,95	0,93

## Sottosistema di regolazione

I rendimenti di regolazione per varie tipologie di regolatori associati a diverse tipologie di terminali di erogazione sono riportati in tabella.

Rendimenti ( $\eta_{rg}$ ) di regolazione<sup>12)</sup>

Tipo di regolazione	Caratteristiche	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisceradianti ed aria calda	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente	Pannelli annegati nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente
Solo Climatica (compensazione con sonda esterna)		$1 - (0,6 \eta_u \gamma)$	$0,98 - (0,6 \eta_u \gamma)$	$0,94 - (0,6 \eta_u \gamma)$
Solo ambiente con regolatore	On off	0,94	0,92	0,88
	PI o PID	0,99	0,97	0,93
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,96	0,92
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,95	0,91
	P banda prop. 2 °C	0,95	0,93	0,89
Climatica + ambiente con regolatore	On off	0,97	0,95	0,93
	PI o PID	0,995	0,99	0,97
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 2 °C	0,97	0,96	0,94
Solo zona con regolatore	On off	0,93	0,91	0,87
	PI o PID	0,995	0,99	0,97
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 2 °C	0,94	0,92	0,88
Climatica + zona con regolatore	On off	0,96	0,94	0,92
	PI o PID	0,995	0,98	0,96
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,96	0,94
	P banda prop. 2 °C	0,96	0,95	0,93

Nota  $\gamma$  rapporto apporti/perdite.  
 $\eta_u$  fattore di utilizzo degli apporti definito nella UNI/TS 11300-1.



# FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Dipartimento di ingegneria del territorio

Sezione della Fisica tecnica

[WWW.FISICATECNICA-UNICA.IT](http://WWW.FISICATECNICA-UNICA.IT)

## IL D.Lgs. 115/2008 e l'introduzione delle nuove norme UNI TS 11300

