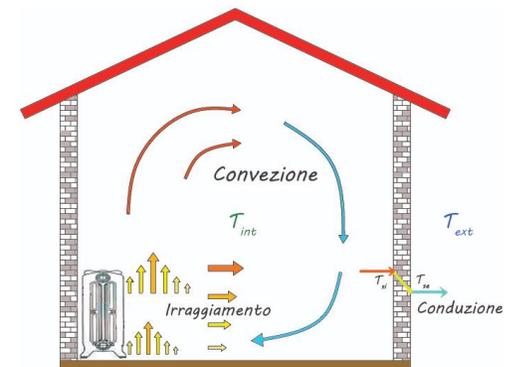


UNI TS 11300

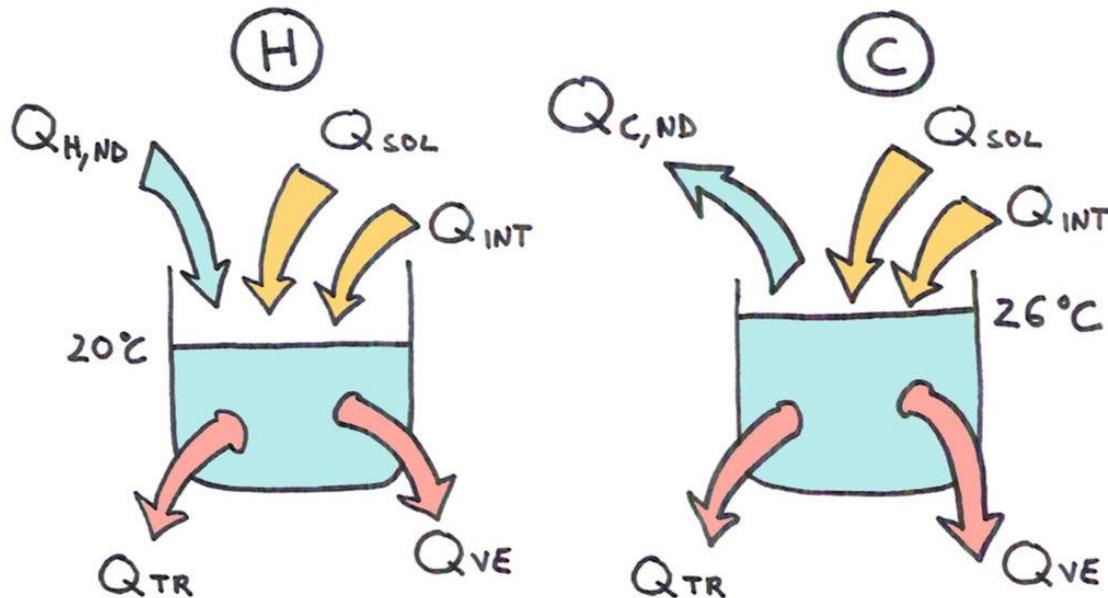


IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Con sistema edificio-impianto si intende una progettazione che massimizzi la sinergia degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici nelle loro componenti: edile e di produzione e gestione dell'energia.



IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO



$Q_{H,nd}$ fabbisogno termico di progetto per riscaldamento (kWh)

Q_{TR} fabbisogno termico dovuto alla componente di trasmissione (kWh)

Q_{VE} carico termico dovuto alla componente di ventilazione

Q_{SOL} apporti solari

Q_{INT} apporti interni

$Q_{C,nd}$ carico termico di progetto per raffrescamento

IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO



UNI TS 11300 → definiscono una *metodologia di calcolo univoca* per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici. È suddivisa in 6 parti:

□ Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

□ Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali

IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO



UNI TS 11300 → definiscono una *metodologia di calcolo univoca* per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici. È suddivisa in 6 parti:

- ❑ Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- ❑ Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- ❑ Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e dalla quota di energia da fonti rinnovabili
- ❑ Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori e scale mobili

UNI TS 11300 – PARTE 1

Servizi considerati nella norma



climatizzazione o riscaldamento invernale



acqua calda sanitaria



climatizzazione o raffreddamento estivo



ventilazione



illuminazione



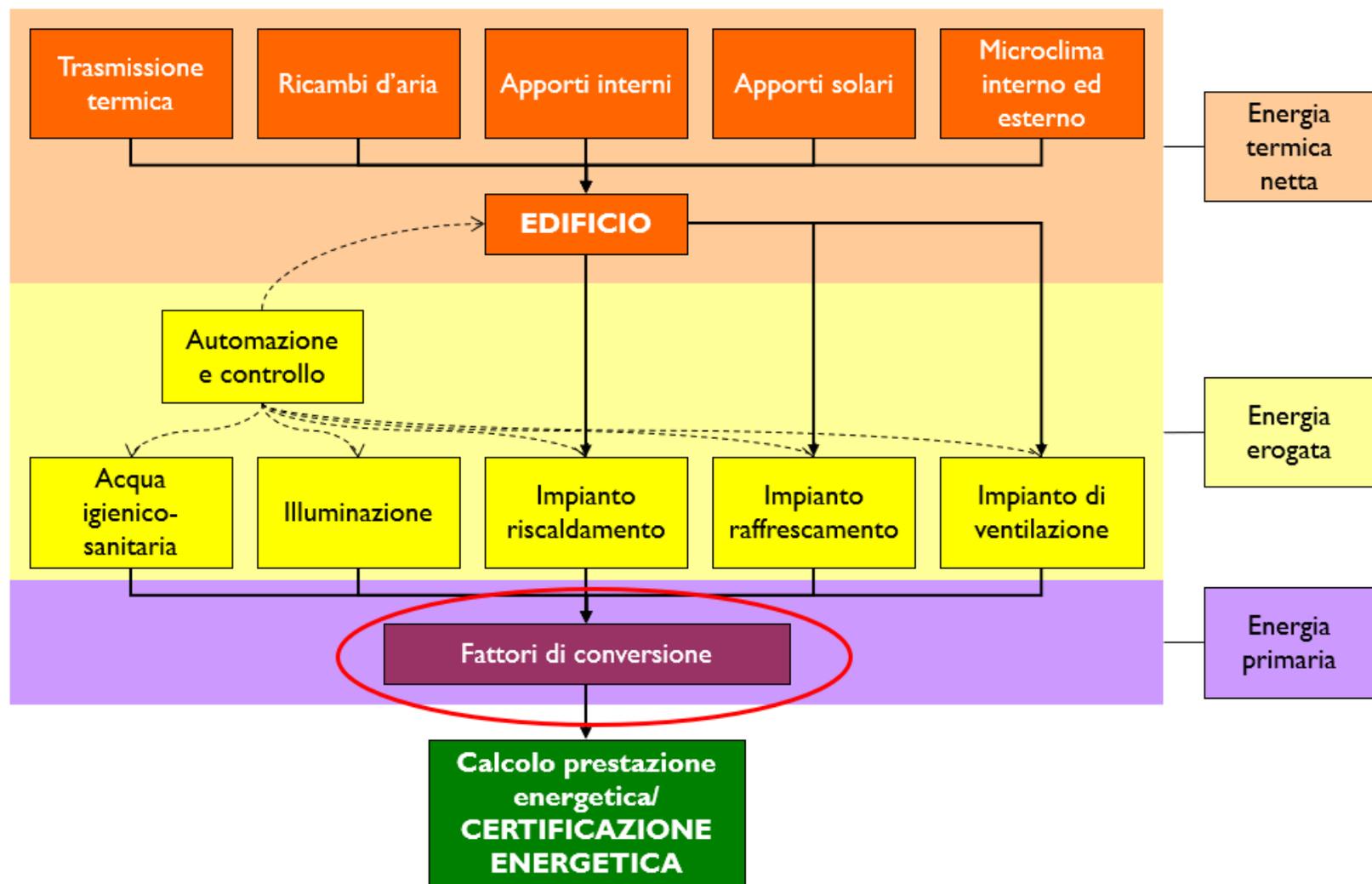
trasporto di persone

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE

EFFICIENZA E FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER GLI IMPIANTI

Solo nel non residenziale!

UNI TS 11300 – PARTE 1



UNI TS 11300 – PARTE 1

prospetto 1 **Classificazione dei servizi energetici, parametri di prestazione energetica e riferimenti per il calcolo**

Servizio	Parametri correlati alla prestazione energetica	Simbolo	Unità di misura	Riferimenti per il calcolo
Climatizzazione invernale	Energia termica utile per il riscaldamento	$Q_{H,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1 punto 5.2
	Energia termica utile per l'umidificazione	$Q_{H,um,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1 punto 5.3
	Rendimento medio stagionale	η_H	[-]	UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4
	Energia primaria	E_{PH}	[kWh]	UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4
Acqua calda sanitaria	Energia termica utile	$Q_{W,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-2
	Rendimento medio annuo	η_W	[-]	UNI/TS 11300-2
	Energia primaria	E_{PW}	[kWh]	UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4
Ventilazione	Portata d'aria per ventilazione meccanica	$q_{ve} \cdot FC_{ve}$	[m ³ /s]	UNI/TS 11300-1 punto 12.3.2
	Temperatura d'immissione dell'aria	θ_{sup}	[°C]	UNI/TS 11300-1 punto 12.3.2
	Frazione temporale con ventilazione meccanica funzionante	β	[-]	UNI/TS 11300-1 punto 12.3.2
	Energia primaria	E_{PV}	[kWh]	UNI/TS 11300-2
Climatizzazione estiva	Energia termica utile per il raffrescamento	$Q_{C,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1 punto 5.2
	Energia termica utile per la deumidificazione	$Q_{C,dhum,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1 punto 5.3
	Rendimento medio stagionale	η_C	[-]	UNI/TS 11300-3
	Energia primaria	E_{PC}	[kWh]	UNI/TS 11300-3
Illuminazione	Energia primaria	E_{PL}	[kWh]	UNI/TS 11300-2



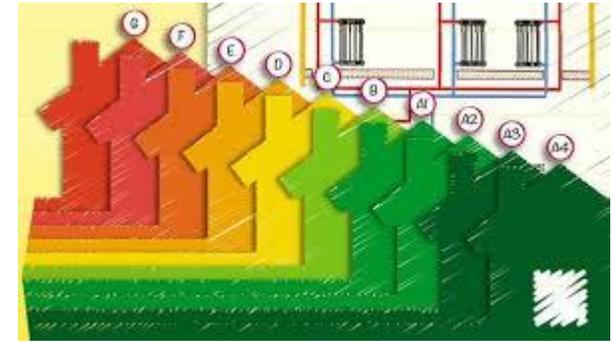
UNI TS 11300 – PARTE 1



La UNI/TS 11300 può essere utilizzata per:

- 1) valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;
- 2) confrontare la prestazione energetica 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 interventi di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia prima e dopo ciascun intervento;*
- 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.

UNI TS 11300 – PARTE 1



PRIMO QUESITO: SU CHE TIPO DI EDIFICIO STO RAGIONANDO?

Edificio...esistente? Nuovo? Una porzione di edificio o l'intero edificio?

Nel caso di applicazione all'intero edificio in modo omogeneo (progetto di nuovi edifici o ristrutturazioni globali o diagnosi energetica dell'intero edificio)

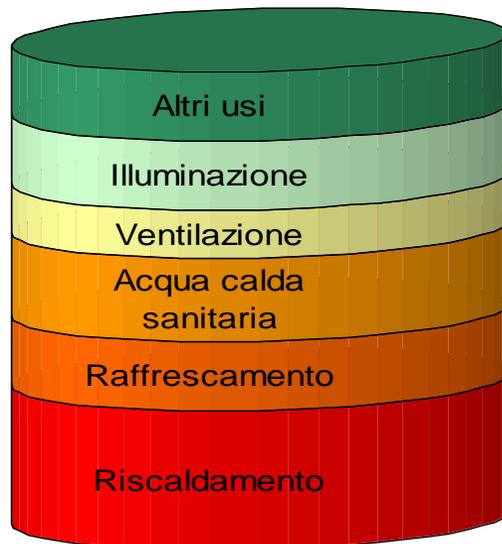
Classificazione tipologie di valutazione energetica per applicazioni omogenee all'intero edificio

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto (<i>Design Rating</i>)	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard (<i>Asset Rating</i>)	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all'utenza (<i>Tailored rating</i>)	In funzione dello scopo		Reale

UNI TS 11300 – PARTE 1

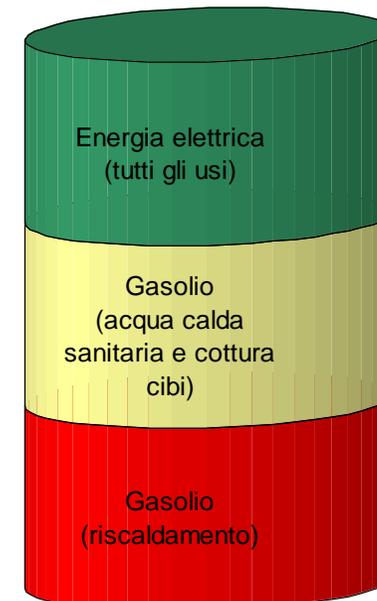
ASSET RATING (valutazione di calcolo)

Basata sul calcolo del fabbisogno energetico in condizioni di utilizzo standard



OPERATIONAL/TAYLORED RATING (valutazione d'esercizio)

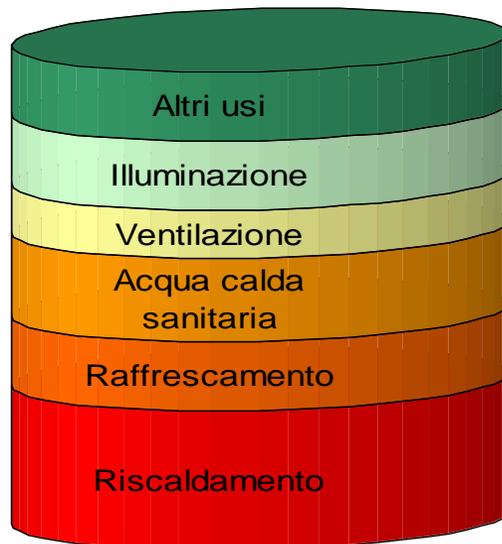
Anche basata sui consumi energetici misurati



UNI TS 11300 – PARTE 1

ASSET RATING (valutazione di calcolo)

Basata sul calcolo del fabbisogno energetico in condizioni di utilizzo standard



Sistema di valutazione e classificazione basato sul calcolo dell'energia consumata da un edificio reale (in termini di riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria, illuminamento, ventilazione e dispositivi elettrici).

Vengono assunti file meteo e profili d'uso standard, suddivisi per specifiche aree di attività (ad es. per una scuola: aule, palestra, uffici, mensa, laboratori, ecc.)

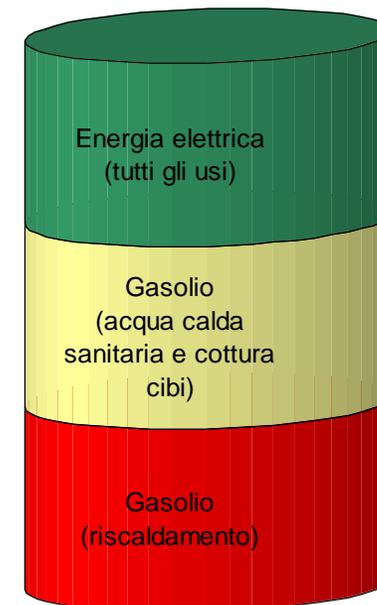
UNI TS 11300 – PARTE 1

L'Operational Rating rappresenta un sistema di valutazione basato sui consumi energetici reali anche misurati.

La valutazione d'esercizio è ottenuta misurando e sommando (dopo opportuna pesatura) tutte le quantità di energia erogate (elettricità, gasolio, gas...).

OPERATIONAL/TAYLORED RATING (valutazione d'esercizio)

Anche basata sui consumi energetici misurati



UNI TS 11300 – PARTE 1

Per edifici parzialmente ristrutturati e/o in casi di ampliamento di edifici esistenti, i dati di ingresso sono in parte riferiti all'edificio reale e in parte sul progetto.

In tal caso la valutazione energetica diviene mista (*design rating + asset rating*).



Classificazione tipologie di valutazione energetica e relative applicazioni

		Edificio		
		Progetto	Reale	Misto
Utenza	Standard	<ul style="list-style-type: none">- Richiesta del permesso di costruire (nuova costruzione)- Certificazione energetica del progetto (nuova costruzione)	<ul style="list-style-type: none">- Certificazione energetica dell'edificio- Qualificazione energetica dell'edificio	<ul style="list-style-type: none">- Richiesta di titolo abilitativo (ristrutturazione)- Certificazione energetica del progetto (ristrutturazione)
	Reale	<ul style="list-style-type: none">- Ottimizzazione del progetto (nuova costruzione)	<ul style="list-style-type: none">- Diagnosi energetica (analisi dell'esistente)- Validazione modelli di calcolo (confronto con consumi reali)	<ul style="list-style-type: none">- Ottimizzazione del progetto (ristrutturazione)

UNI TS 11300 – PARTE 1

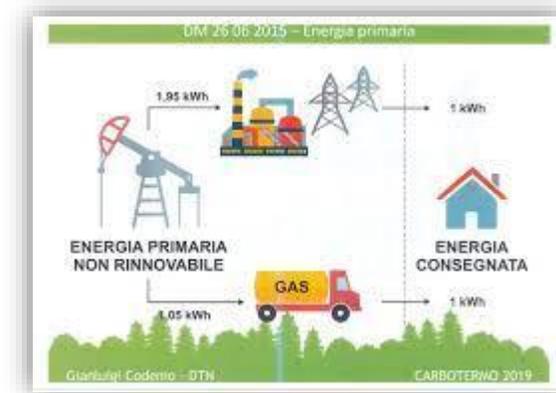


Nella definizione dei requisiti di prestazione energetica relativi alla climatizzazione si distingue tra:

- ❖ prestazione termica del fabbricato, riferita all'energia termica utile per il riscaldamento ($Q_{H,nd}$) e per il raffrescamento ($Q_{C,nd}$);
- ❖ prestazione energetica dell'edificio, riferita all'energia primaria per la climatizzazione invernale ($E_{P,H}$) e per la climatizzazione estiva ($E_{P,C}$)

Il metodo utilizzato per le valutazioni utilizza il mese come intervallo di calcolo.

UNI TS 11300 – PARTE 1



Diamo qualche definizione:

- 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.

(Fabbisogno di) Energia termica utile



- Forma di energia presente in natura che non è soggetta ad alcun processo di trasformazione o di conversione.

Energia primaria



- È il rapporto fra l'energia termica fornita dal sistema nella stagione di riferimento ed il relativo fabbisogno di energia primaria

Rendimento medio stagionale



UNI TS 11300 – PARTE 1

1

Definizione dei confini dell'insieme degli ambienti climatizzati e non climatizzati dell'edificio

2

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

3

Definizione dei confini delle diverse zone di calcolo, se richiesta

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

Calcolo della stagione di riscaldamento e di raffrescamento

UNI TS 11300 – PARTE 1

6

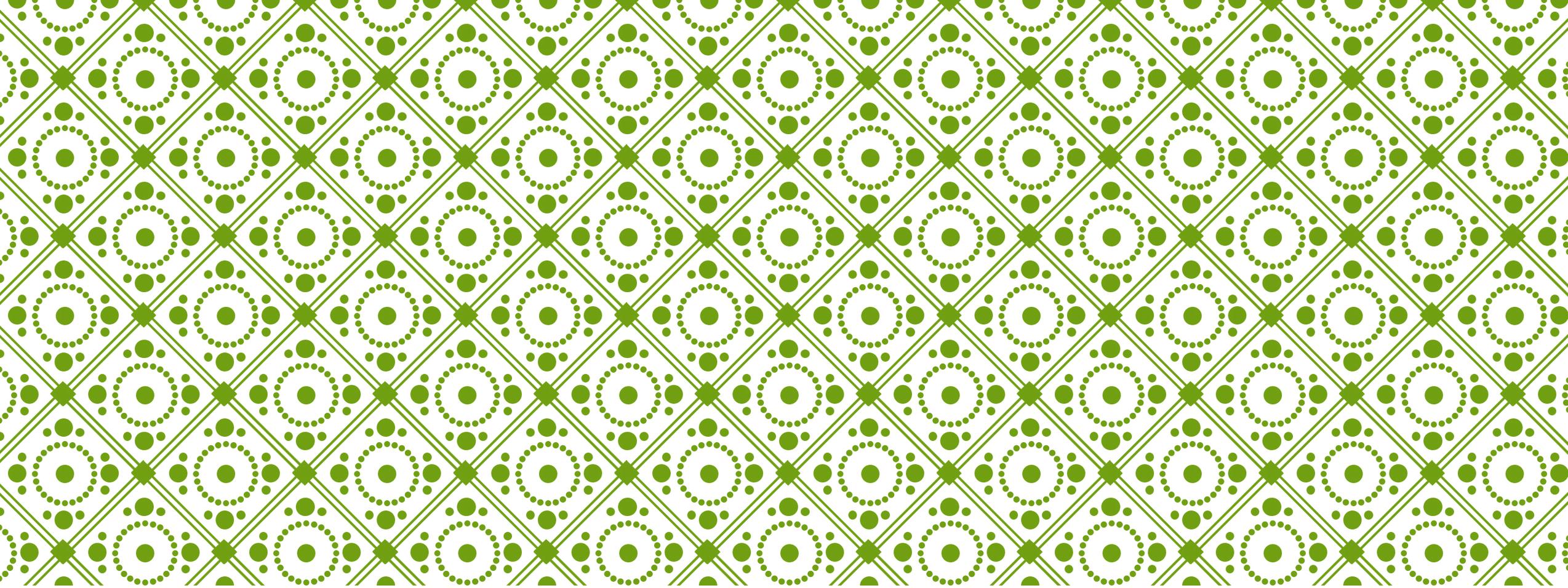
Per i mesi estremi della stagione di riscaldamento e di raffrescamento, eventuale ricalcolo dei fabbisogni di energia sulle frazioni di mese comprese rispettivamente nelle stagioni di riscaldamento e di raffrescamento

7

Eventuale calcolo, per ogni mese o frazione di mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni di energia termica per umidificazione ($Q_{H, \text{hum}, \text{nd}}$) e per deumidificazione ($Q_{C, \text{dhum}, \text{nd}}$)

8

Aggregazione dei risultati relativi ai diversi mesi e alle diverse zone servite dagli stessi impianti



UNI TS 11300 – PARTE 1

1) INDIVIDUAZIONE SISTEMA EDIFICIO

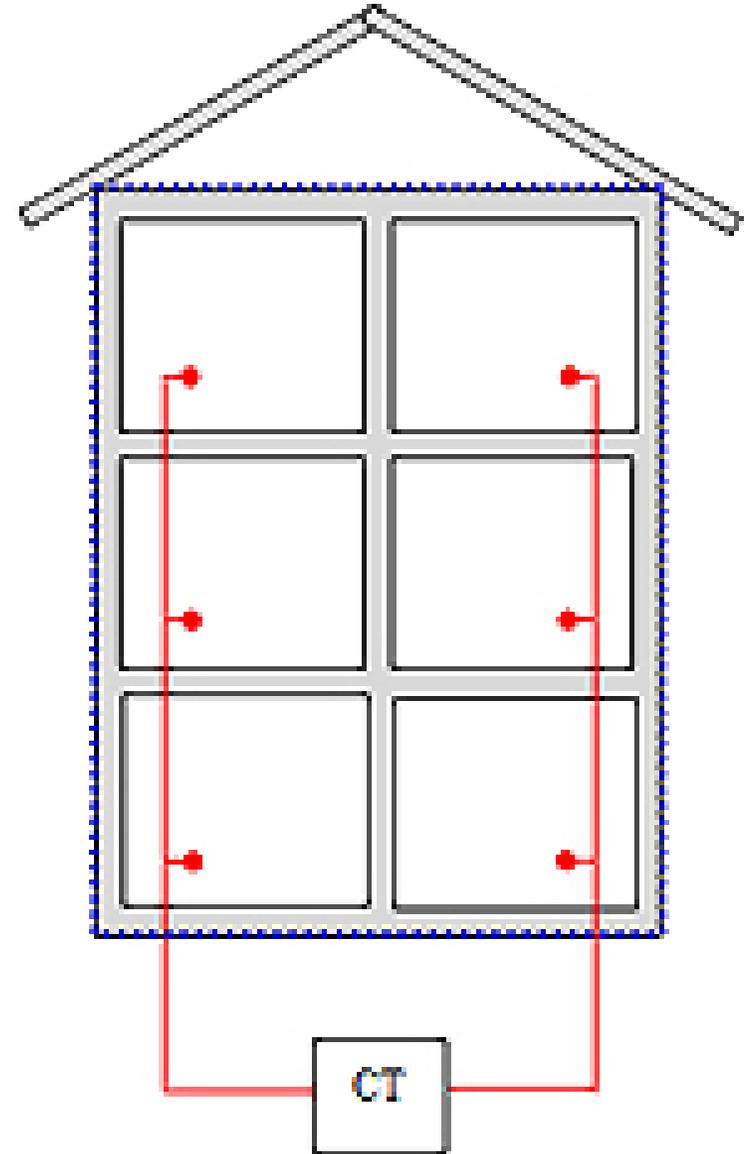
UNI TS 11300 – PARTE 1

1) INDIVIDUAZIONE SISTEMA EDIFICIO

Il sistema edificio è costituito da uno o più edifici (involucri edilizi) o da porzioni di edificio, climatizzati attraverso un unico sistema di generazione.

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

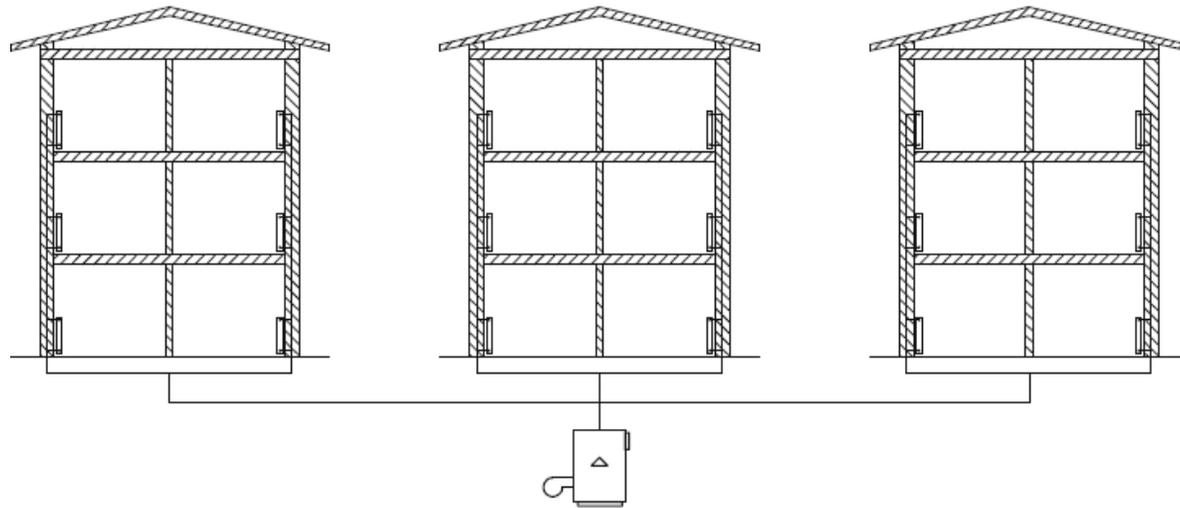
Facciamo qualche esempio...



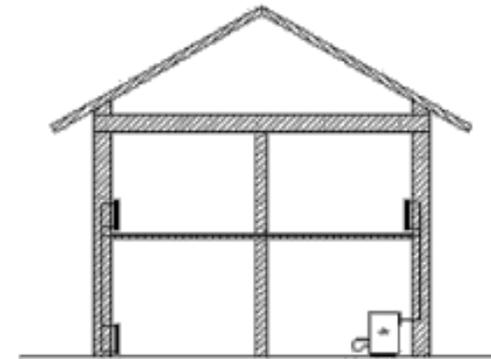
UNI TS 11300 – PARTE 1

1) INDIVIDUAZIONE SISTEMA EDIFICIO

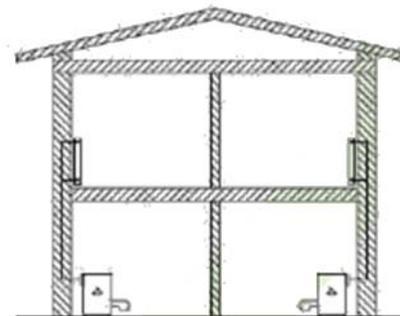
figura 1 Edificio costituito da più fabbricati serviti da un'unica centrale termica

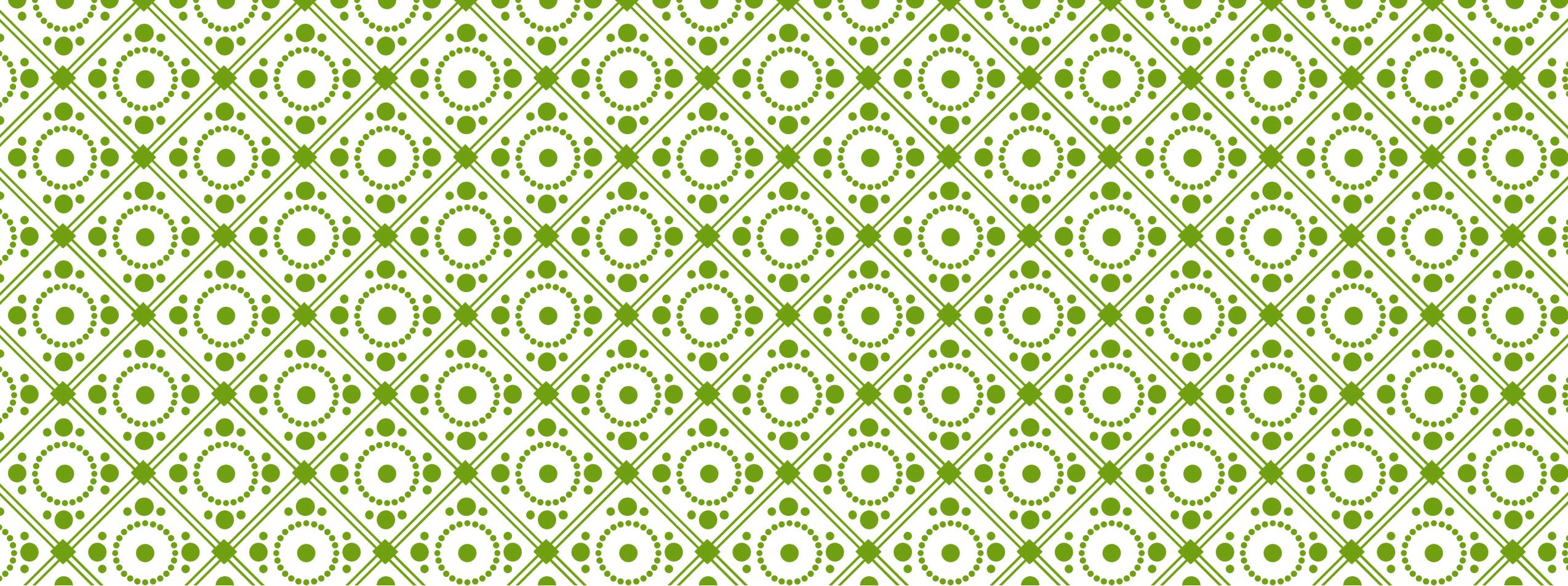


Edificio costituito da un unico fabbricato servito da un impianto centralizzato



Edificio costituito da una porzione di fabbricato servita da impianto termico autonomo





UNI TS 11300 – PARTE 1

2) DEFINIZIONE CONFINI ZONE TERMICHE

UNI TS 11300 – PARTE 1

2) DEFINIZIONE CONFINI ZONE TERMICHE

Che cos'è una zona termica?

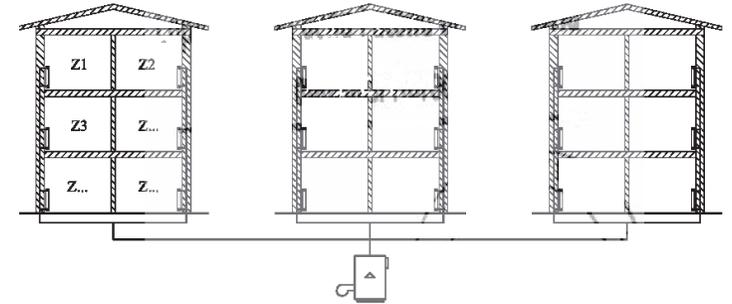
È una parte di edificio mantenuta a temperatura uniforme attraverso lo stesso impianto di riscaldamento, raffrescamento o ventilazione, con identiche modalità di regolazione.

Una unità immobiliare è una zona termica anche se impianto centralizzato (diversa esposizione, regolazione, etc.).

NB: E' possibile che anche all'interno di una u.i. vi sia più di una zona termica.

NB₂: 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



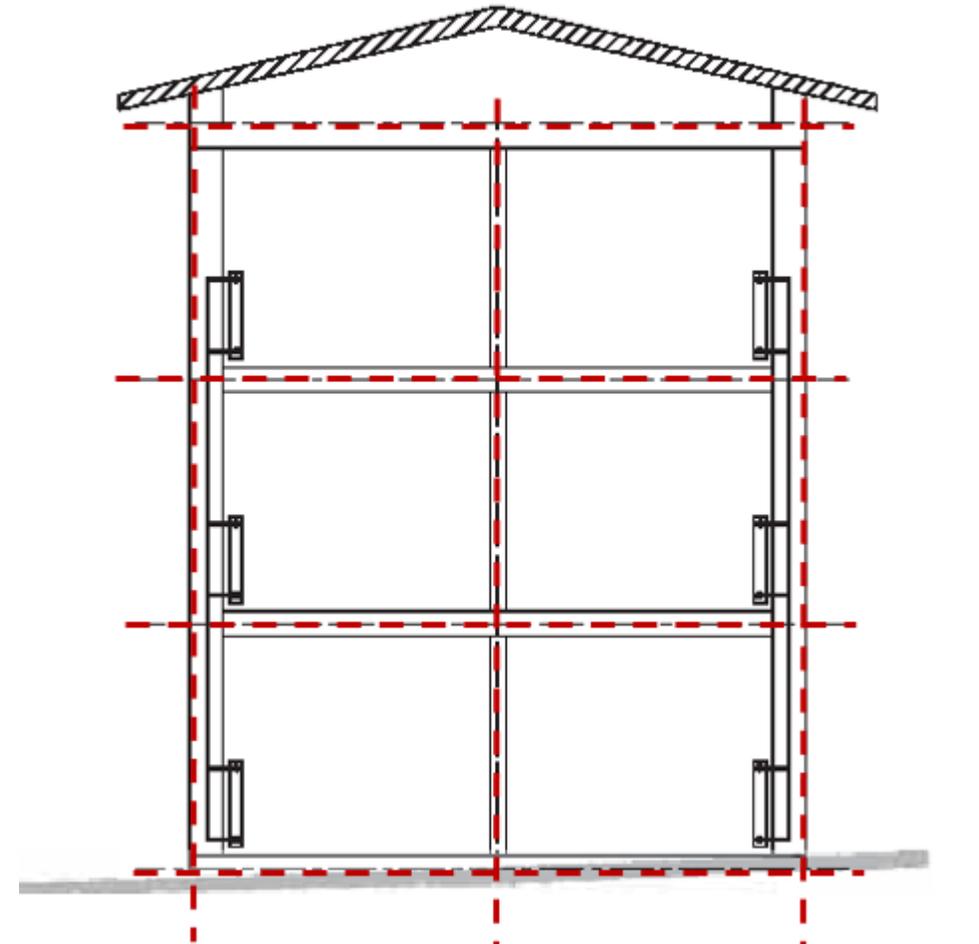
UNI TS 11300 – PARTE 1

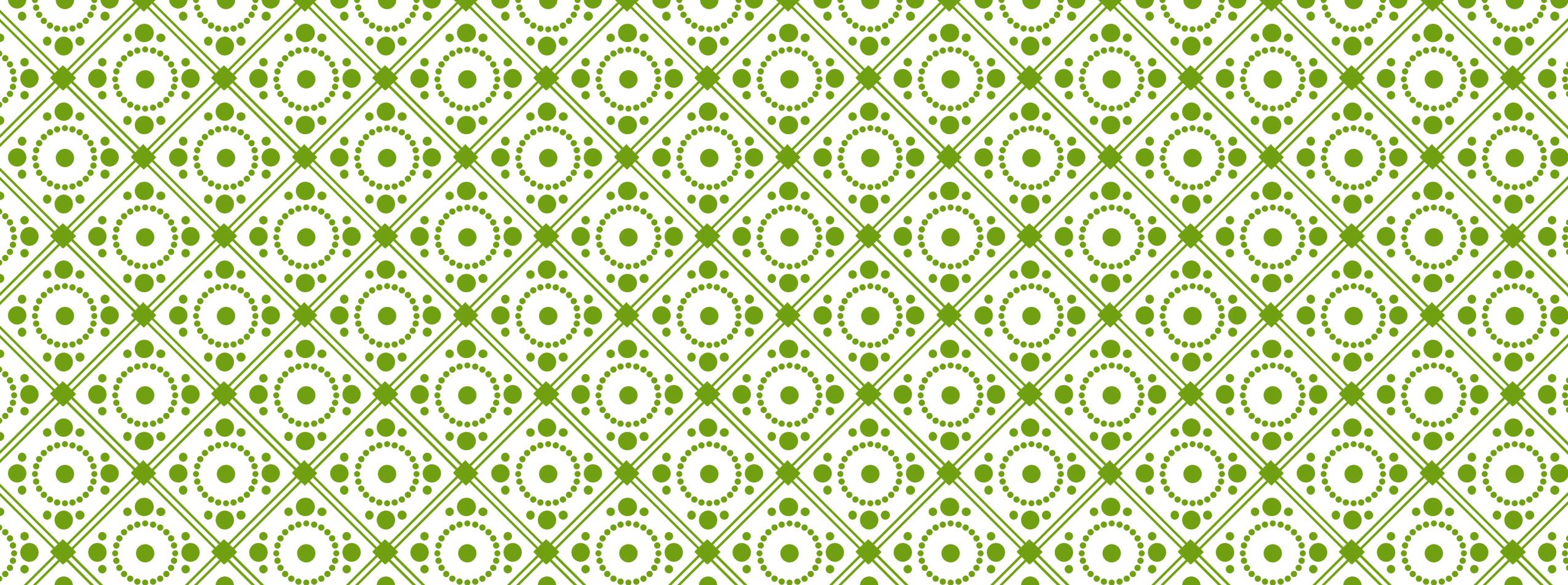
2) DEFINIZIONE CONFINI ZONE TERMICHE

Per definire i confini tra le zone termiche, si utilizzano:

- le superfici esterne del volume climatizzato
- le superfici di mezzeria degli elementi che dividono zone termiche adiacenti

Per definire i confini del volume lordo climatizzato si considerano le dimensioni esterne dell'involucro.





UNI TS 11300 — PARTE 1

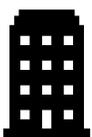
**3) DEFINIZIONE CONDIZIONI INTERNE DI CALCOLO E DATI
DI INGRESSO RELATIVI AL CLIMA ESTERNO**

UNI TS 11300 – PARTE 1

3) DEFINIZIONE CONDIZIONI INTERNE DI CALCOLO E DATI DI INGRESSO RELATIVI AL CLIMA ESTERNO



Le condizioni interne da mantenere in un ambiente sono funzione della categoria di edifici.



E.1	Edifici adibiti a residenza e assimilabili:
E.1 (1)	abitazioni adibite a residenza con carattere con tinuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, coventi, case di pena, caserme;
E.1 (2)	abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;
E.1 (3)	edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari.
E.2	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni anche ad attività industriali o artigianali, purchè siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico.
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici.
E.4	Edifici adibiti ad attività creative, associative o di culto e assimilabili;
E.4 (1)	quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi;
E.4 (2)	quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;
E.4 (3)	quali bar, ristoranti, sale da ballo.
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni.
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive:
E.6 (1)	piscine, saune e assimilabili;
E.6 (2)	palestre e assimilabili;
E.6 (3)	servizi di supporto alle attività sportive.
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili.
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

UNI TS 11300 – PARTE 1

3) DEFINIZIONE CONDIZIONI INTERNE DI CALCOLO E DATI DI INGRESSO RELATIVI AL CLIMA ESTERNO

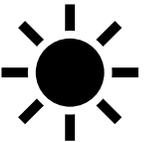


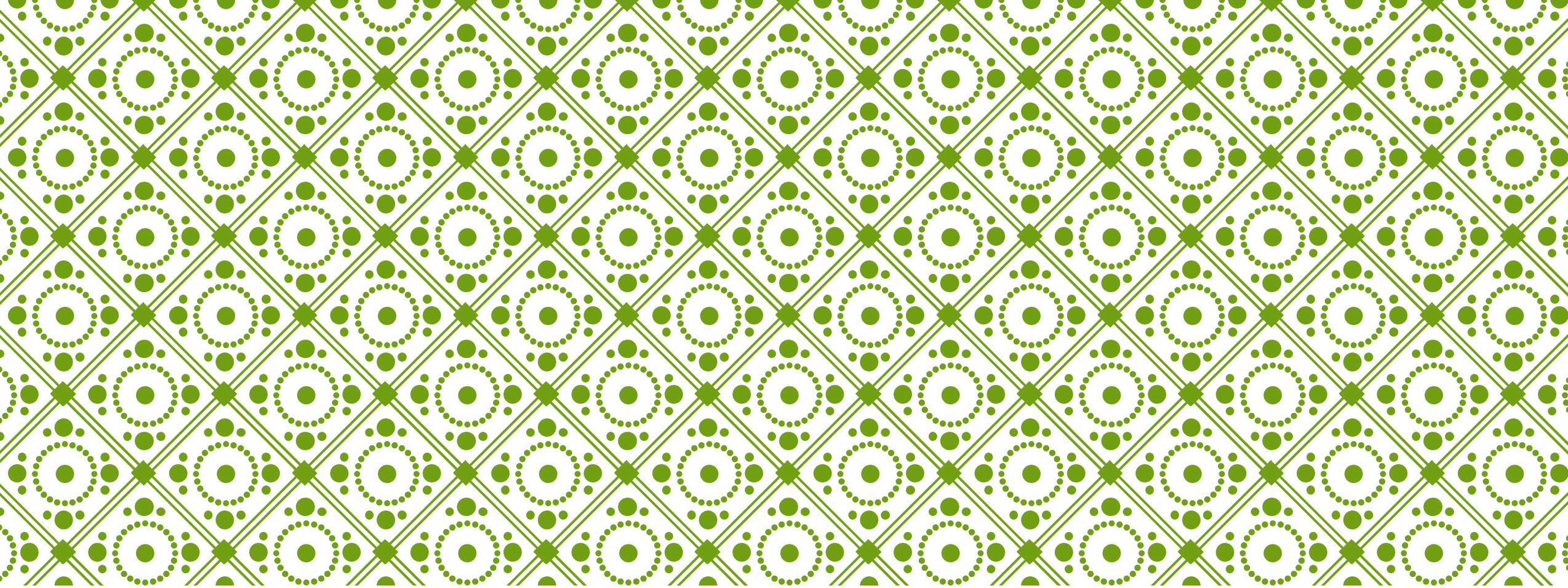
REGIME INVERNALE

Ad esclusione delle categorie E.6(1) ($t=28^{\circ}\text{C}$), E.6(2) e E.8 ($t=18^{\circ}\text{C}$) si assume una temperatura interna costante di 20°C ed una umidità relativa interna del 50%.

REGIME ESTIVO

Ad esclusione delle categorie E.6(1) ($t=28^{\circ}\text{C}$), E.6(2) ($t=24^{\circ}\text{C}$) si assume una temperatura interna costante di 26°C ed una umidità relativa interna del 50%.





UNI TS 11300 — PARTE 1

**4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER
RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)**

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

$Q_{H,ht}$ è lo scambio di energia termica totale nel caso di riscaldamento (MJ)

$Q_{C,ht}$ è lo scambio di energia termica totale nel caso di raffrescamento (MJ)

$Q_{H,tr}$ è lo scambio di energia termica per trasmissione nel caso di riscaldamento (MJ)

$Q_{C,tr}$ è lo scambio di energia termica per trasmissione nel caso di raffrescamento (MJ)

$Q_{H,ve}$ è lo scambio di energia termica per ventilazione nel caso di riscaldamento (MJ)

$Q_{C,ve}$ è lo scambio di energia termica per ventilazione nel caso di raffrescamento (MJ)

Q_{gn} sono gli apporti totali di energia termica (MJ)

Q_{int} sono gli apporti di energia termica dovuti a sorgenti interne (MJ)

$Q_{sol,w}$ sono gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente sui componenti vetrati (MJ)

$\eta_{H,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti di energia termica

$\eta_{C,ls}$ è il fattore di utilizzazione delle dispersioni di energia termica

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

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

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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \cdot \phi_{r,mn,k} \right\} \times t - Q_{sol,op}$$
$$Q_{C,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \cdot \phi_{r,mn,k} \right\} \times t - Q_{sol,op}$$

- $F_{r,k}$ è il fattore di forma tra il componente edilizio k -esimo e la volta celeste (funzione delle ombreggiature e degli aggetti)
- $\Phi_{r,mn,k}$ è l'extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste dal componente edilizio k-esimo, mediato sul tempo (in questo calcolo entra in gioco il coefficiente di scambio termico radiativo h_r)

UNI TS 11300 – PARTE 1

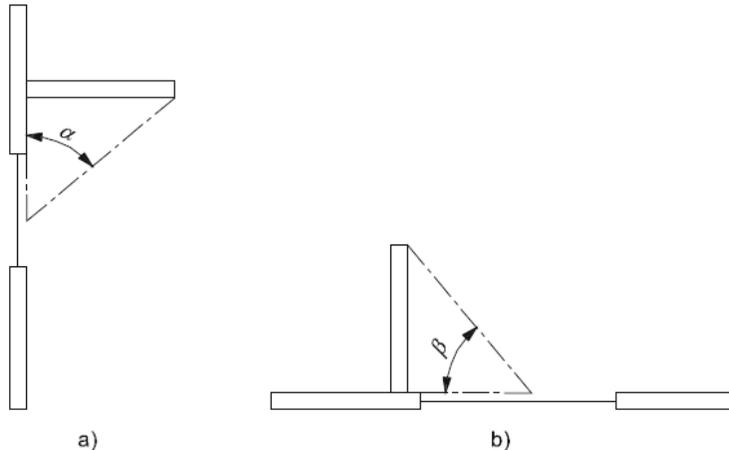
4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

- $F_{r,k}$ è il fattore di forma tra il componente edilizio k-esimo e la volta celeste (funzione delle ombreggiature e degli aggetti)

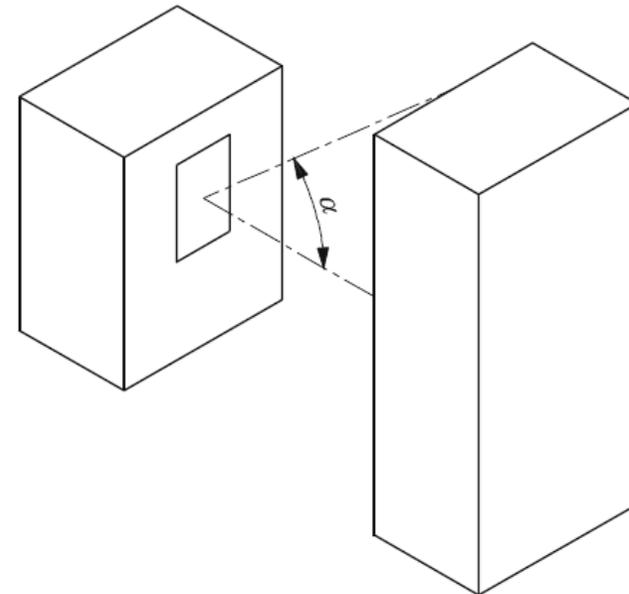
Aggetto orizzontale e verticale

Legenda

- a) Sezione verticale
- b) Sezione orizzontale



Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna



UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

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

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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

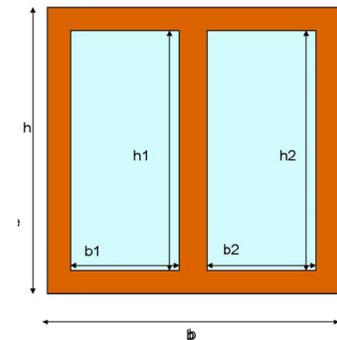
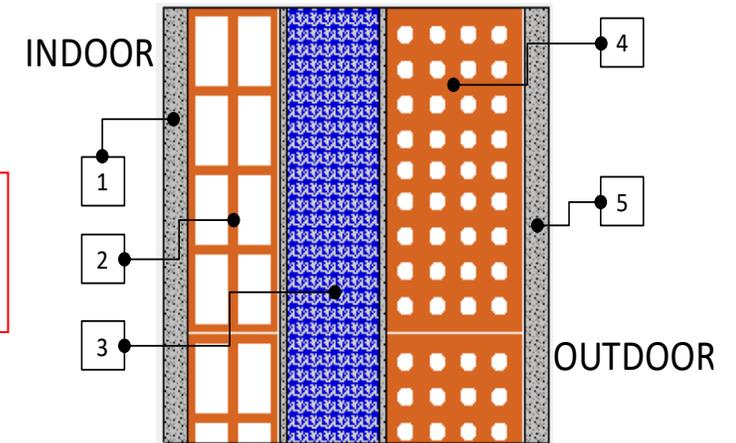
$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k L_k \psi_k$$

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

$$U = \frac{1}{R_T} \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

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



UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k L_k \psi_k$$

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 ricavati dalla UNI/TR 11552 o da letteratura tecnica in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione.

Per i cassonetti si assume una trasmittanza termica di $1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, per i cassonetti non isolati una trasmittanza termica di $6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

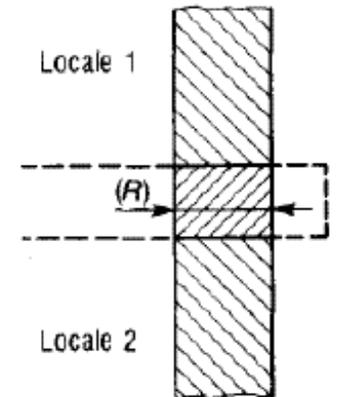
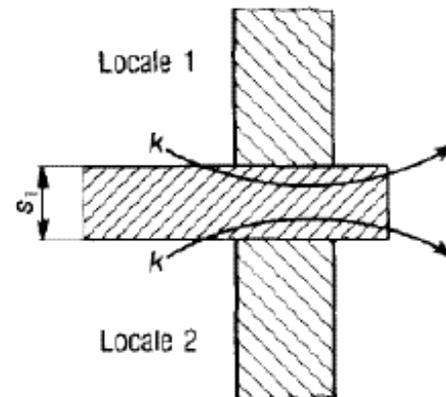
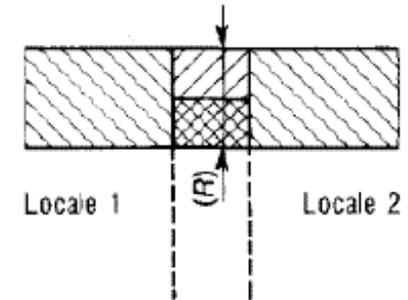
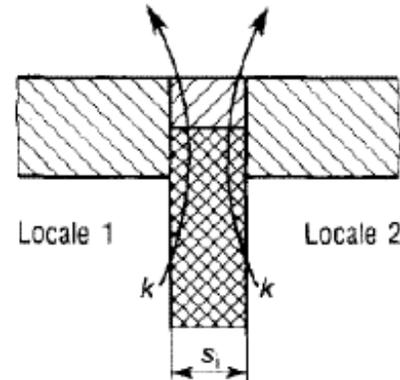
UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

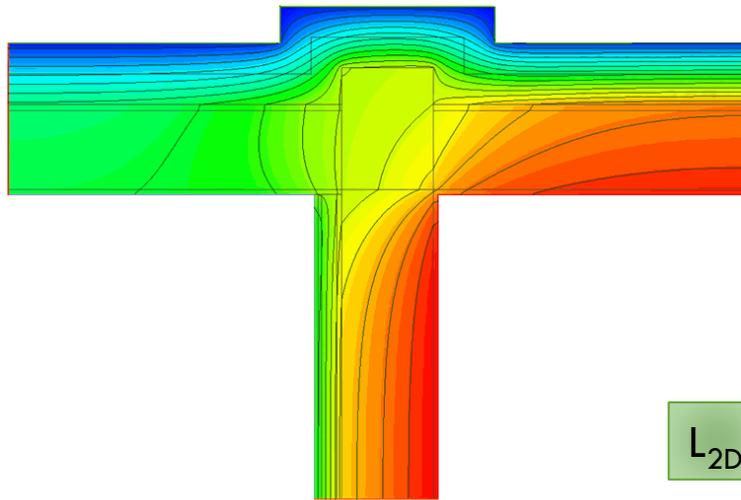
$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k L_k \psi_k$$

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



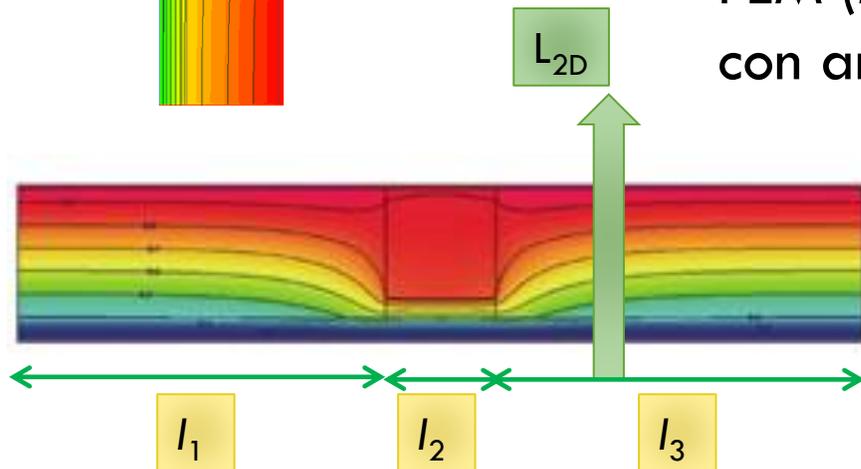
UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)



Metodi per la determinazione dei ponti termici:

- Manuale
- Semplificato
- Analitico
- FEM (*Finite Element Method*) → si studia il fenomeno con analisi bidimensionali



Flusso in regime monodimensionale

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

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

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;

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

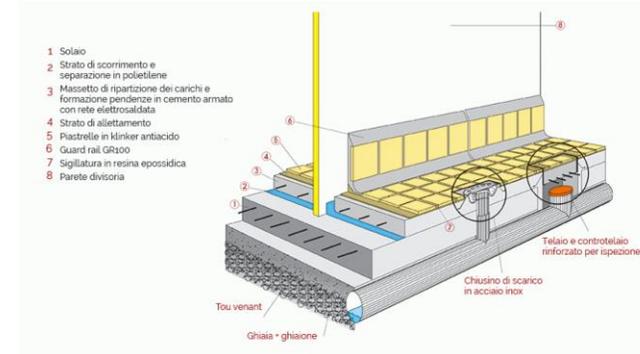
$$H_g = A \times U_f \times b_{tr,g}$$

Ponte termico



$$+ P \times \psi$$

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



- A è l'area dell'elemento
- U_f è la trasmittanza termica del solaio (W/m^2K) (UNI EN ISO 13370)
- $b_{tr,g}$ tabellato

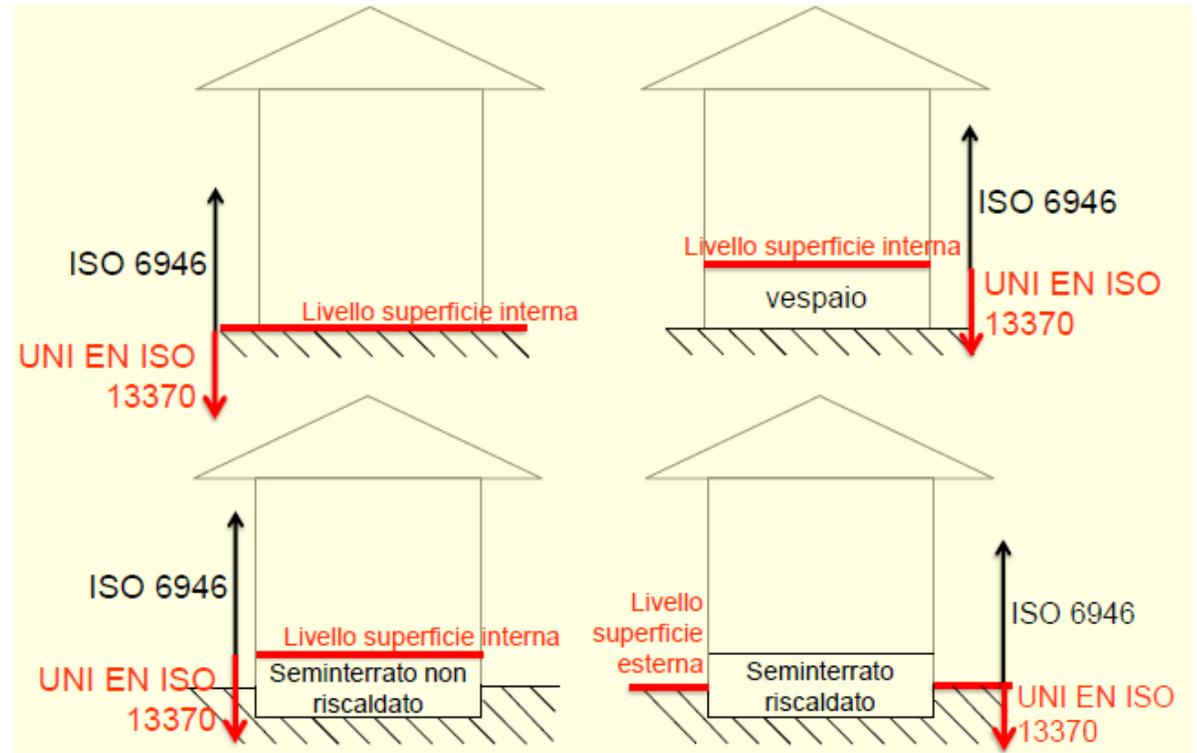
UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

$$H_g = A \times U_f \times b_{tr,g} \quad \xrightarrow{\text{Ponte termico}} \quad + P \times \psi$$

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



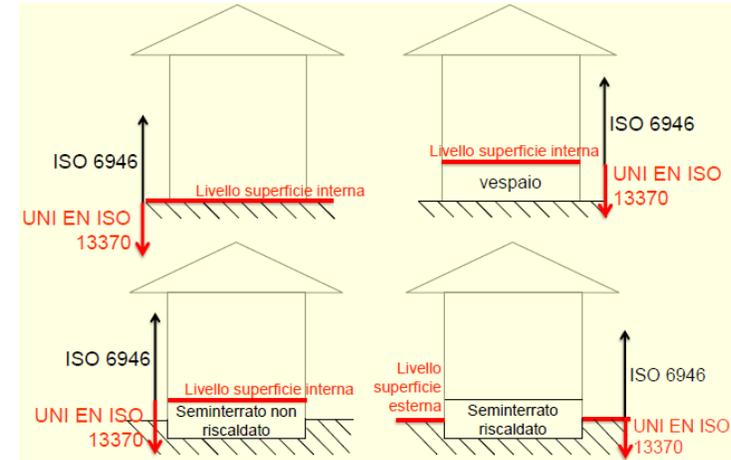
UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

$$H_g = A \times U_f \times b_{tr,g} \quad \xrightarrow{\text{Ponte termico}} \quad + P \times \psi$$

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



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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

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

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;

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

$$H_U = \frac{1}{R_U} = H_{iu} \frac{H_{ue}}{H_{ue} + H_{iu}}$$

H_u è il coefficiente di scambio termico verso ambienti non riscaldati

$$b_{tr,U} = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

Fattore di correzione $b_{tr,U}$ (da UNI EN 12831:2006)

Ambiente confinante	$b_{tr,U}$
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
Solette sospese (solette sopra vespaio)	0,8
Pavimento o parete controterra	0,45

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_u + H_A$$

H_A è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone (interne o meno all'edificio) climatizzate a temperatura diversa → si calcola secondo le procedure già viste per H_D

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

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

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_p \left\{ \sum_k b_{ve,k} q_{ve,k} \right\}$$

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_p \left\{ \sum_k b_{ve,k} q_{ve,k} \right\}$$

- b_{ve} è il fattore di correzione della temperatura – è uguale a 1 in caso di ventilazione naturale; diverso da 1 se la temperatura di mandata non è uguale alla temperatura dell'ambiente esterno (pre-riscaldamento, pre-raffrescamento, recupero termico dell'aria di ventilazione)
- $q_{ve,k}$ è la portata mediata sul tempo del flusso d'aria k-esimo, espressa in m^3/s

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

VENTILAZIONE NATURALE O VENTILAZIONE MECCANICA?

La ventilazione naturale consente il naturale ricambio d'aria all'interno degli ambienti, eliminando inquinanti ed elementi nocivi per la salute (virus e batteri), garantendo il giusto livello di temperatura e umidità e quindi il corretto comfort termico per gli abitanti.



La ventilazione meccanica controllata opera invece per mezzo di condotti di aria che ne consentono il ricambio negli ambienti. Vi è infatti la presenza di un aspiratore che estrae l'aria viziata e di un diffusore che porta all'interno dell'ambiente aria nuovamente pulita. In questo modo è possibile regolare la portata di aria immessa.

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Nel caso di valutazione di progetto o standard e nei casi di ventilazione naturale si considera quanto segue:

- per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a 0,5 vol/h;
- per tutti gli altri edifici si assumono i tassi di ricambio d'aria riportati nella UNI 10339.

Per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e contenere la temperatura interna degli ambienti, è compito del progettista utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio → *ventilazione trasversale*

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

Gli apporti interni sono funzione di:

- Flusso termico prodotto dalla generica sorgente di calore interna, sia essa nell'ambiente climatizzato o nell'ambiente non climatizzato adiacente
- Fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato in cui si trova la sorgente

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

prospetto E.3 Apporti medi globali per unità di superficie di pavimento

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	Apporti termici sensibili Φ_{int}/A_1 W/m ²	Portata di vapore acqueo $(G_{int,Cc}+G_{int,A})/A_1$ 10 ⁻³ ·g/(h·m ²)
E.1(1) – E.1(2)	Abitazioni	a)	b)
E.1(1)	Collegi, caserme, case di pena, conventi	6	6
E.1(3)	Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari	6	5
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili	6	6
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili	8	14
E.4(1)	Cinema e teatri, sale di riunione per congressi	8	27
E.4(2)	Mostre, musei	8	16
	Biblioteche,	8	12
	Luoghi di culto	8	16
E.4(3)	Bar	10	31
	Ristoranti	10	26
	Sale da ballo	10	31
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili	8	9
E.6(1)	Piscine, saune e assimilabili	10	c)
E.6(2)	Palestre e assimilabili	5	11
E.6(3)	Servizi di supporto alle attività sportive	4	8
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	4	16
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	6	c)

a) Dipende dalla superficie utile dell'appartamento come riportato al punto 13.1.1.
b) Dipende dalla superficie utile dell'appartamento come riportato al punto 13.2.1.
c) Attività di processo indipendente dalla presenza di persone: di conseguenza deve essere valutata in funzione della tipologia di processo e non è possibile determinare un valore univoco.

Gli apporti interni possono essere distinti fra:

- apporti globali;
- apporti dovuti agli occupanti;
- apporti dovuti alle apparecchiature.

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Vediamo qualche esempio...

Profili temporali degli apporti termici da occupanti ed apparecchiature (edifici residenziali)

Giorni	Ore	Soggiorno e cucina W/m ²	Altre aree climatizzate (es. stanza da letto) W/m ²
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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Vediamo qualche esempio...

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

Classe di densità di occupazione	m ² di superficie utile di pavimento per persona	Fattore di simultaneità	W/m ²
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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Vediamo qualche esempio...

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

Categoria di edificio	Apporto termico delle apparecchiature durante il periodo di funzionamento (W/m^2)	Simultaneità f_A	Apporto termico medio delle apparecchiature (W/m^2)
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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

Gli apporti solari sono funzione di:

- Flusso termico prodotto dalla generica sorgente solare, sia essa nell'ambiente climatizzato o nell'ambiente non climatizzato adiacente
- Fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato in cui si trova la sorgente

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Gli apporti solari sono funzione di:

- Flusso termico prodotto dalla generica sorgente solare, sia essa nell'ambiente climatizzato o nell'ambiente non climatizzato adiacente
- Fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato in cui si trova la sorgente

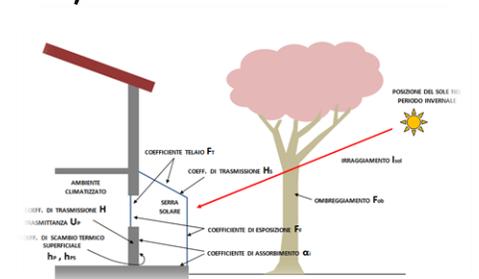
Il flusso, a sua volta, è funzione dei seguenti parametri:

- ❖ Area di captazione solare
- ❖ Irradianza solare media mensile
- ❖ Eventuali ombreggiamenti
- ❖ Presenza di eventuali schermature mobili



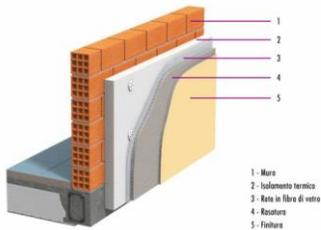
UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)



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

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



Quale parametro non abbiamo definito?

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

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

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

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

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

Che cosa sono?

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

PARAMETRI DINAMICI

- Fattori di utilizzazione
- Capacità termica interna

Sono parametri che dipendono dalla costante di tempo τ della zona termica:



$$\left\{ \begin{array}{l} \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad \text{se } \gamma_H > 0 \text{ e } \gamma \neq 1 \\ \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad \text{se } \gamma_H = 1 \end{array} \right.$$

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}}$$

Più è elevata, più lento è il raffreddamento dell'elemento

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

REGIME INVERNALE

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}} \quad \text{se } \gamma_H > 0 \text{ e } \gamma_H \neq 1 \\ \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1} \quad \text{se } \gamma_H = 1 \end{array} \right.$$

$$\gamma_H = \frac{Q_{gn}}{Q_{H,ht}}$$

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}$$

$$\tau = \frac{C_m / 3600}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}}$$

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

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

REGIME ESTIVO

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_H^{-a_c}}{1 - \gamma_C^{a_c+1}} \quad \text{se } \gamma_C > 0 \text{ e } \gamma_C \neq 1 \\ \eta_{C,ls} = \frac{a_c}{a_c + 1} \quad \text{se } \gamma_C = 1 \\ \eta_{C,ls} = 1 \quad \text{se } \gamma_C < 0 \end{array} \right.$$

$$\gamma_C = \frac{Q_{gn}}{Q_{C,ht}}$$

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}} - k \frac{A_w}{A_f}$$

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 $k = 13$

UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

La capacità termica può essere calcolata analiticamente sommando le capacità termiche di tutti gli elementi edilizi in diretto contatto con l'aria interna della zona in esame



Capacità termica per unità di superficie di involucro [kJ/(m²·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
	assente/esterno	medie/pesanti	piastrelle	125	135	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

UNI TS 11300 – PARTE 1

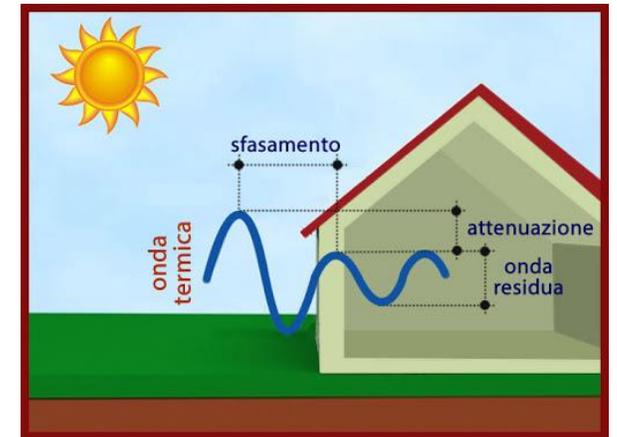
4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Influenza della capacità termica

Un edificio con poca massa (edifici moderni) ha oscillazioni termiche maggiori degli edifici con maggiore massa (come gli edifici antichi) e pertanto in inverno si avranno temperature minime più basse e d'estate temperature massime più alte (discomfort).

Se la capacità termica diminuisce si può accrescere la resistenza termica in modo da ottenere un prodotto accettabile.

Questo è quello che l'attuale legislazione italiana cerca di realizzare per il contenimento energetico per il riscaldamento degli edifici.



UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

$$\tau_c = \frac{mc}{hA} = \frac{V}{A} \frac{\rho c}{h}$$

Influenza del rapporto di forma V/A

La costante di tempo è tanto maggiore (per cui si hanno periodi di raffreddamento e di riscaldamento lunghi) quanto maggiore è, a parità del rapporto $\rho c/h$, il rapporto V/A cioè il rapporto di forma dell'oggetto.

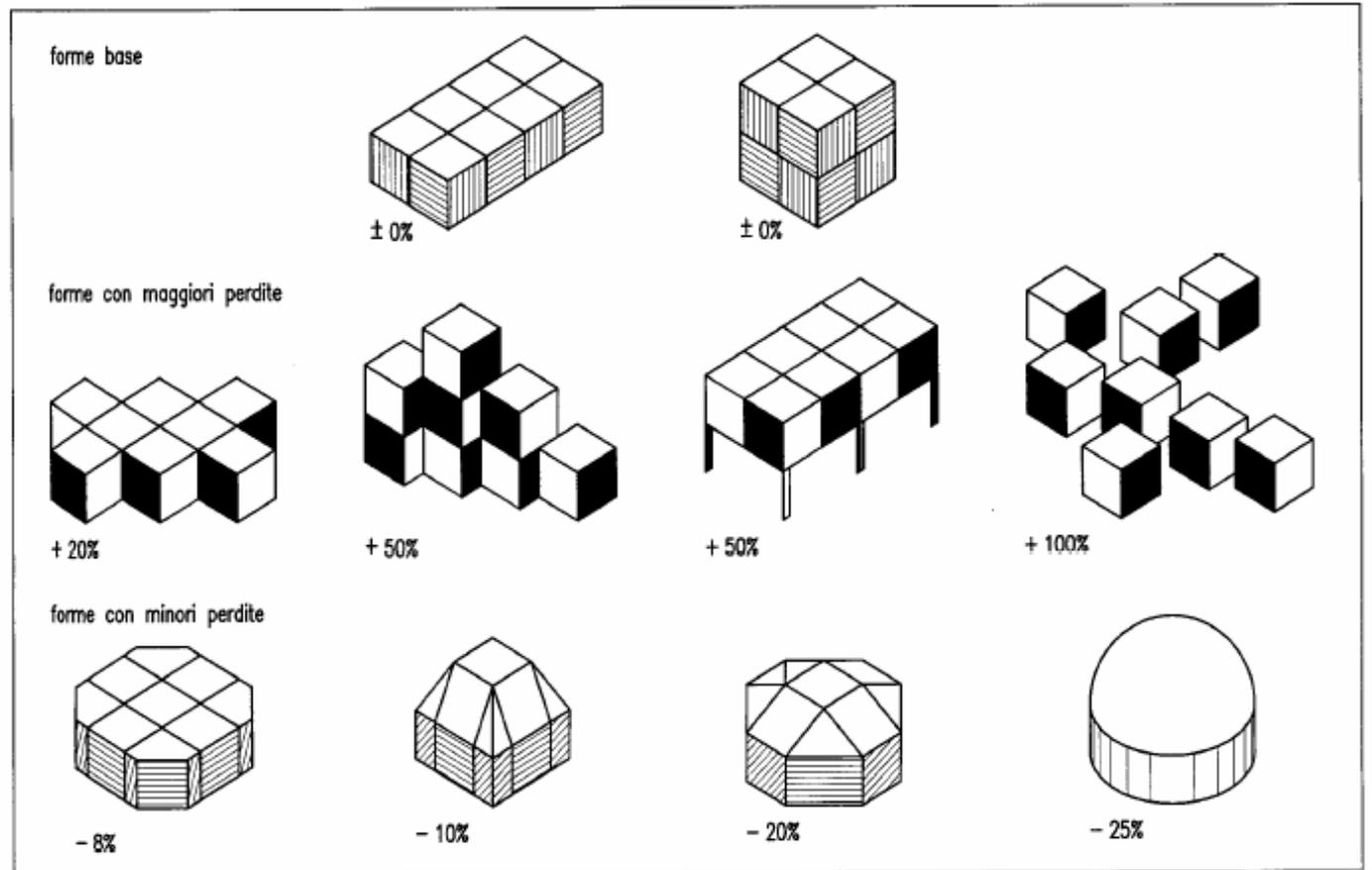
ESEMPIO: L'igloo esquimese ha la forma emisferica e per questo solido il rapporto V/A è il massimo possibile: la sfera ha il maggior volume a parità di superficie disperdente o la minor superficie disperdente a parità di volume. Pertanto la forma di quest'abitazione è geometricamente ottimizzata per minimizzare le dispersioni termiche e quindi per un maggior transitorio di raffreddamento.

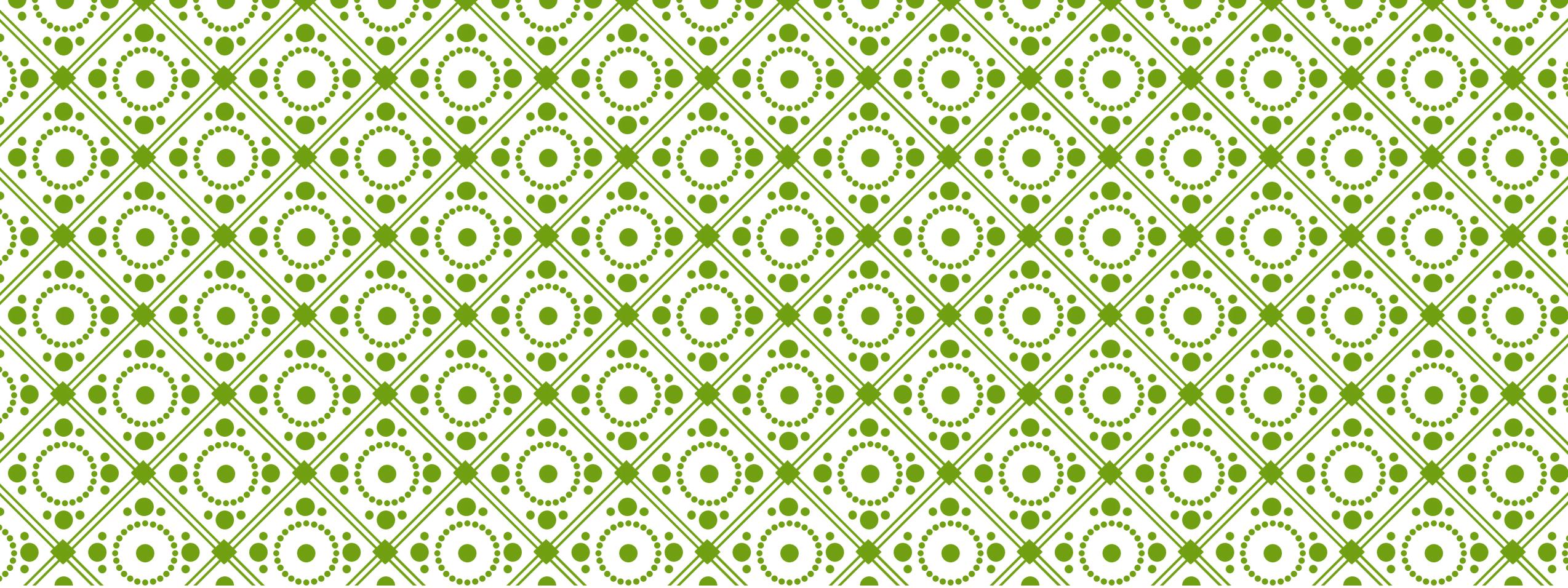
UNI TS 11300 – PARTE 1

4) CALCOLO DEI FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA PER RISCALDAMENTO ($Q_{H,ND}$) E RAFFRESCAMENTO ($Q_{C,ND}$)

Influenza della forma architettonica (A/V) sui disperdimenti.

Architettonicamente sono da preferire forme più chiuse, compatte (edifici di tipo condominiale) a quelle aperte, movimentate (edifici a villette separate) che comportano maggiori superficie esterna e quindi maggiori dispersioni termiche.





UNI TS 11300 – PARTE 1
5) CALCOLO DELLA STAGIONE DI
RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO

UNI TS 11300 – PARTE 1

5) CALCOLO DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO

Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento

Per ciascuna zona termica, il primo e l'ultimo giorno del periodo di riscaldamento reale sono calcolati come i giorni in cui il rapporto adimensionale apporti – dispersioni per la modalità di riscaldamento γ_H è uguale al suo valore limite:

$$\gamma_{H,day} = \frac{Q_{gn,day}}{Q_{H,ht,day}} = \gamma_{H,lim}$$

La stagione di riscaldamento è estesa a tutti i giorni per i quali risulta $\gamma_{H,day} < \gamma_{H,lim}$.

$\gamma_{H,lim}$ dipende dalla capacità termica dell'edificio

UNI TS 11300 – PARTE 1

5) CALCOLO DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO

Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento

La durata della stagione di calcolo è comunque limitata in funzione della zona climatica, funzione a sua volta dei *Gradi Giorno*.

<u>Zona climatica</u>	<u>Inizio</u>	<u>Fine</u>	<u>Durata giornaliera</u>
A	1 dicembre	15 marzo	6 ore
B	1 dicembre	31 marzo	8 ore
C	15 novembre	31 marzo	10 ore
D	1 novembre	15 aprile	12 ore
E	15 ottobre	15 aprile	14 ore
F	Nessuna limitazione		

Legenda

GG = gradi giorno

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



UNI TS 11300 – PARTE 1

5) CALCOLO DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO

Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento

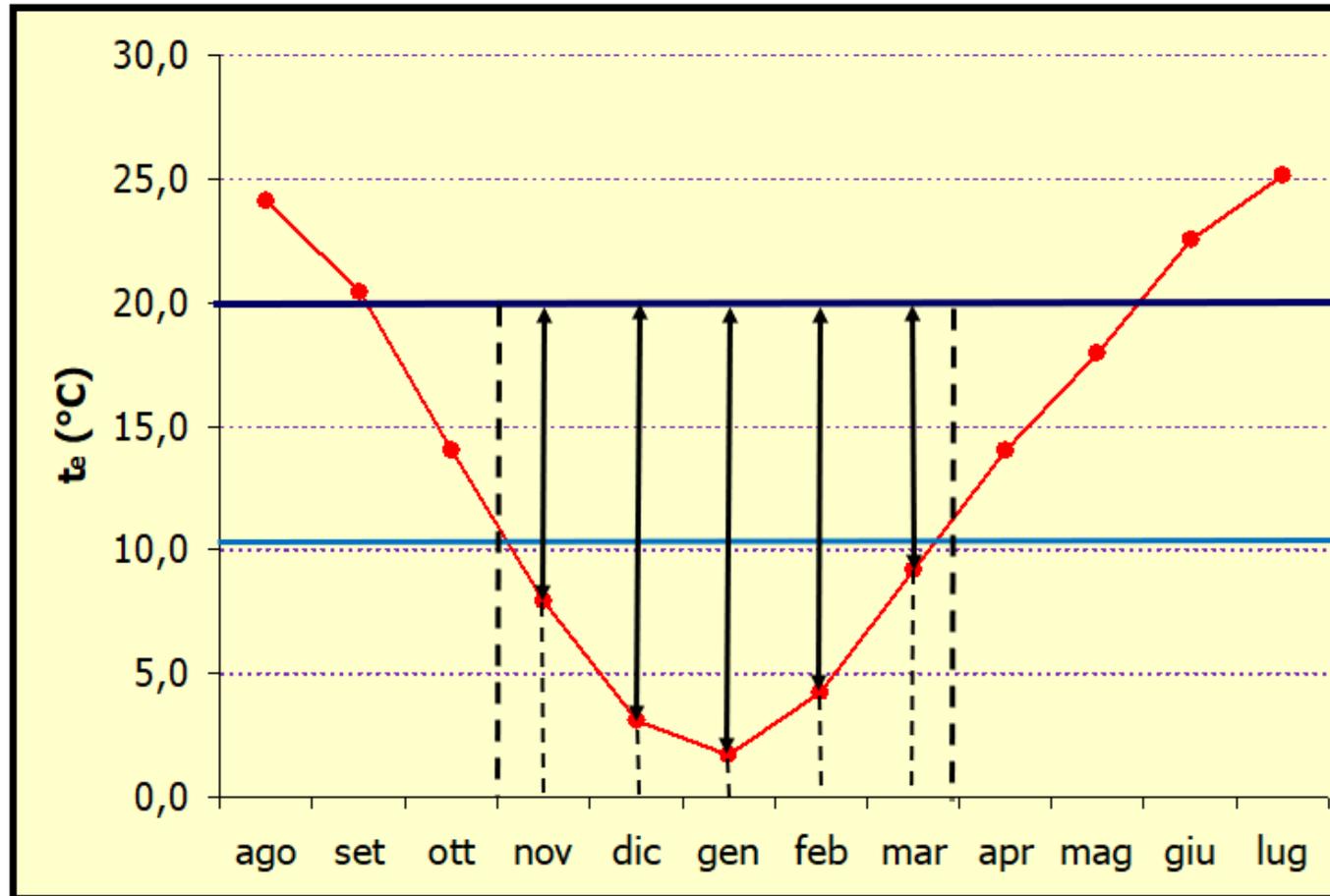
I gradi giorno di una località sono la somma, estesa a tutti i giorni del periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere fra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C e la temperatura media esterna giornaliera.

$$GG = \sum_{i=1}^n (t_i - t_e)$$

n è il numero dei giorni del periodo di riscaldamento, cioè i giorni in cui la temperatura media esterna giornaliera è inferiore ad una temperatura minima esterna convenzionale t_r , che individua quindi l'inizio e la fine del periodo di riscaldamento

UNI TS 11300 – PARTE 1

5) CALCOLO DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO



UNI TS 11300 – PARTE 1

5) CALCOLO DELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO

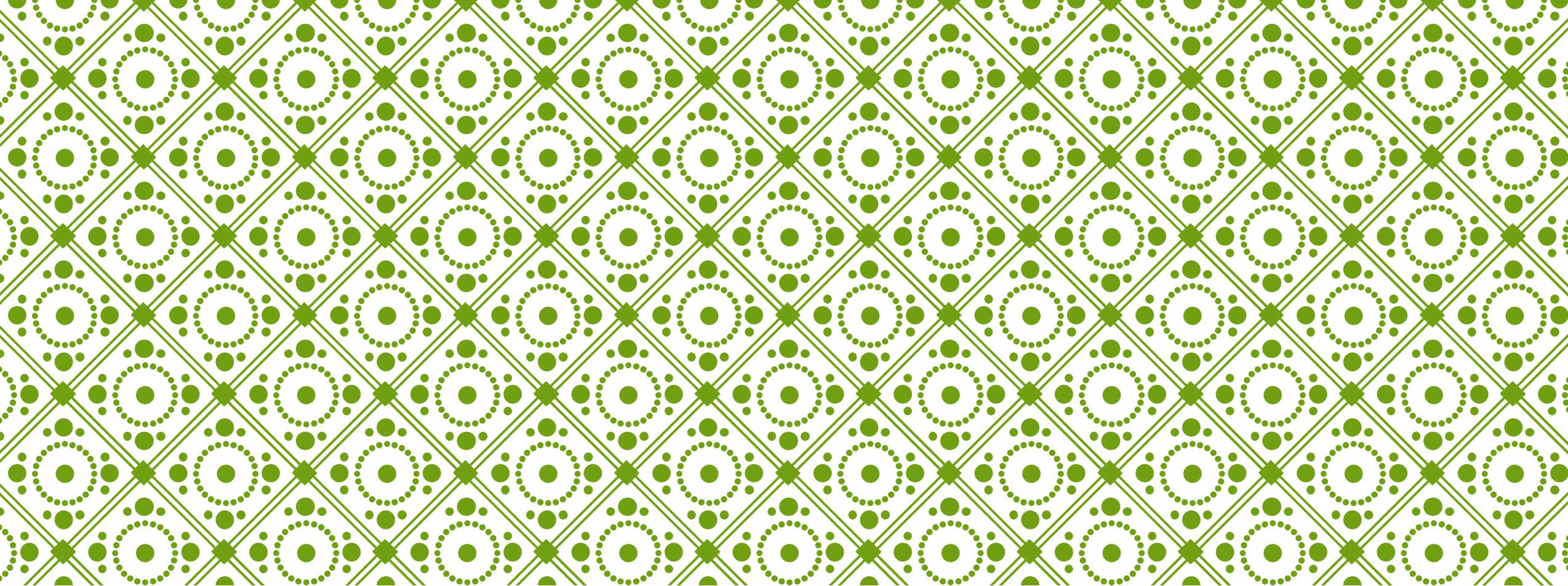
Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento

La stagione di raffrescamento è il periodo durante il quale è necessario un apporto dall'impianto di climatizzazione per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non superiore a quella di progetto. Per ciascuna zona termica, il primo e l'ultimo giorno del periodo di raffrescamento reale sono calcolati, come i giorni in cui il rapporto adimensionale dispersioni– apporti per la modalità di raffrescamento, $1/\gamma_C$, è uguale al suo valore limite:

$$\frac{1}{\gamma_C} = \left(\frac{1}{\gamma_C} \right)_{\text{lim}}$$

$$\gamma_C = \frac{Q_{\text{gn}}}{Q_{C,\text{ht}}}$$

La stagione di raffrescamento è estesa a tutti i giorni per i quali risulta $(1/\gamma_{C,\text{day}}) < 1/\gamma_{C,\text{lim}}$.



UNI TS 11300 – PARTE 1
FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

UNI TS 11300 – PARTE 1

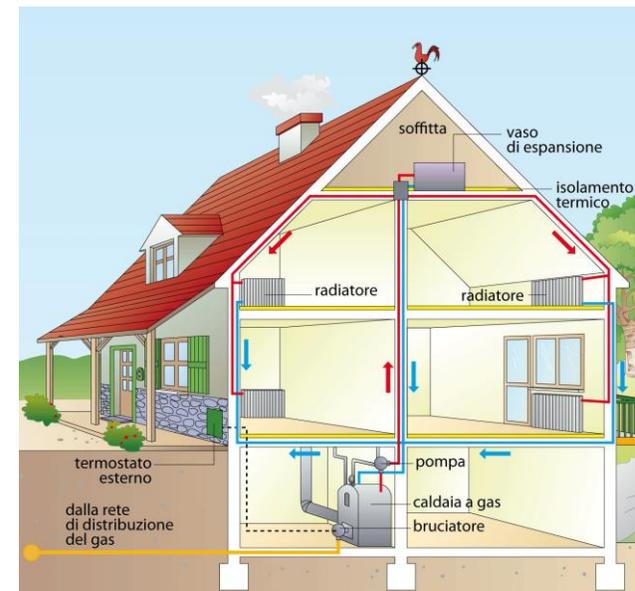
FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Valutazione di progetto o standard

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

Valutazione adattata all'utenza

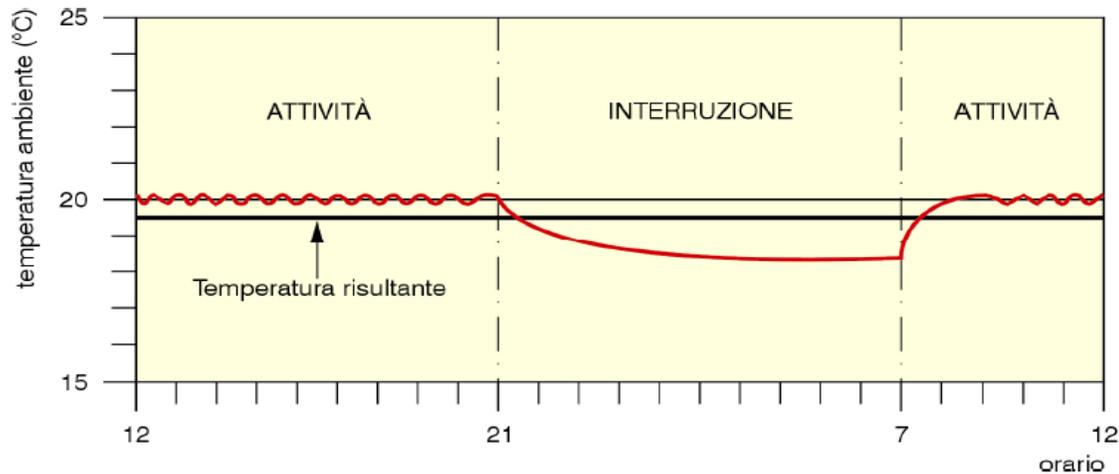
Nel caso di climatizzazione invernale, quando l'intermittenza è periodica nell'arco delle 24 h (abbassamento notturno, spegnimento) occorre distinguere tra due casi:



UNI TS 11300 – PARTE 1

FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Caso 1: Temperatura interna controllata da un termostato ambiente a doppia temperatura di regolazione



Caso 2: L'intermittenza è effettuata attraverso la centralina climatica

