

Direttiva Tecnica

Edifici nuovi, Edifici esistenti e Risanamento

2025

(DPP nr.6 del 18.03.2025 - allegato 8)



INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INDICAZIONI GENERALI..... | 4 |
| 1.1 | Direttiva Tecnica “Edifici nuovi, Edifici esistenti e Risanamento” | 4 |
| 1.2 | Validità | 5 |
| 1.3 | Definizioni | 5 |
| 1.4 | Applicabilità della certificazione | 5 |
| 1.5 | Soggetti coinvolti | 5 |
| 1.6 | Protocollo CasaClima | 6 |
| 1.6.1 | Pre-Certificazione | 6 |
| 1.6.2 | Certificazione | 6 |
| 1.6.3 | Ri-Certificazione | 7 |
| 1.7 | Responsabilità | 7 |
| 2 | DOCUMENTAZIONE..... | 8 |
| 2.1 | Documenti richiesti | 8 |
| 2.2 | Controllo | 9 |
| 3 | LA CERTIFICAZIONE CASA CLIMA | 10 |
| 3.1 | Classi CasaClima | 10 |
| 3.2 | Efficienza involucro (EIN), Energia primaria totale (EP _{tot}), Emissione CO ₂ complessiva (EC) ed Emissione di CO ₂ di origine fossile in loco (CO ₂ locale) | 11 |
| 4 | REQUISITI PER EDIFICI NUOVI – INVOLUCRO EDILIZIO | 12 |
| 4.1 | Ponti termici | 12 |
| 4.2 | Verifica della temperatura superficiale | 12 |
| 4.2.1 | Temperatura superficiale interna minima | 12 |
| 4.2.2 | Condizioni al contorno per il calcolo | 13 |
| 4.3 | Sistemi di coibentazione esterna a “cappotto termico” | 14 |
| 4.4 | Elementi costruttivi con coibentazione interna o in intercapedine | 14 |
| 4.5 | Requisiti di prestazione energetica estiva | 15 |
| 4.5.1 | Involucro termico | 15 |
| 4.5.2 | Elementi opachi | 15 |
| 4.5.3 | Elementi trasparenti | 15 |
| 4.5.4 | Schermature mobili | 16 |
| 4.5.5 | Schermature fisse e/o sistemi filtranti | 16 |
| 4.5.6 | Aggetti dell’edificio | 17 |
| 4.6 | Tenuta all’aria dell’involucro edilizio – Blower Door test | 17 |
| 4.6.1 | Modalità di esecuzione del Blower-Door-Test | 17 |
| 4.6.2 | Numero di unità abitative da testare | 17 |
| 4.6.3 | Limiti da rispettare | 17 |
| 5 | REQUISITI PER EDIFICI RISANATI ED ESISTENTI– INVOLUCRO EDILIZIO | 18 |
| 5.1 | Obiettivo e requisiti | 18 |
| 5.2 | Vincoli di costruzione | 19 |
| 5.3 | Prestazione energetica, prestazione termica invernale ed estiva | 19 |
| 5.4 | Elementi opachi | 19 |
| 5.4.1 | Pareti e coperture esterne | 19 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.4.2 | Cassonetti | 20 |
| 5.4.3 | Portoncino d'ingresso | 20 |
| 5.5 | Elementi trasparenti | 20 |
| 5.5.1 | Schermature mobili | 20 |
| 5.5.2 | Schermature fisse o sistemi filtranti | 21 |
| 5.5.3 | Schermatura da aggetti dell'edificio | 21 |
| 5.6 | Ponti termici per edifici esistenti e risanamenti | 21 |
| 5.6.1 | Valutazione dei ponti termici | 21 |
| 5.6.2 | Ponti termici presenti e non risolti | 22 |
| 5.7 | Tenuta all'aria dell'involucro | 22 |
| 5.7.1 | Modalità di esecuzione | 23 |
| 5.8 | Condensazione interstiziale | 23 |
| 6 | REQUISITI PER EDIFICI NUOVI – IMPIANTI TECNICI | 24 |
| 6.1 | Impianti di generazione di calore- riscaldamento | 24 |
| 6.2 | Sottosistema di regolazione | 26 |
| 6.3 | Sottosistema di distribuzione | 26 |
| 6.4 | Sottosistema d'accumulo | 27 |
| 6.5 | Ausiliari elettrici | 27 |
| 6.6 | Impianti di Ventilazione meccanica controllata | 27 |
| 6.6.1 | Impianti di ventilazione centralizzati (unità canalizzate) | 28 |
| 6.6.2 | Impianti di ventilazione decentrale (unità non canalizzate) | 29 |
| 7 | REQUISITI PER EDIFICI OGGETTO DI RISANAMENTO ED ESISTENTI – IMPIANTI TECNICI | 30 |
| 7.1 | Sottosistema di generazione (Generatore di calore) | 31 |
| 7.1.1 | Generatore di calore esistente | 31 |
| 7.1.2 | Nuovi generatori di calore | 32 |
| 7.2 | Trattamento dell'acqua (Raccomandazione) | 36 |
| 7.3 | Rinnovamento del sottosistema di regolazione | 37 |
| 7.4 | Sottosistema di distribuzione | 38 |
| 7.5 | Sottosistema d'accumulo | 39 |
| 7.6 | Ausiliari elettrici | 39 |
| 7.7 | Impianti di Ventilazione meccanica controllata | 40 |
| 7.7.1 | Impianti di ventilazione esistenti – edifici non residenziali | 40 |
| 7.7.2 | Impianti di ventilazione di nuova installazione | 40 |
| 8 | ALLEGATO A – INDICAZIONI PER IL CALCOLO ENERGETICO | 41 |
| 9 | ALLEGATO B – IMPIANTO DI VENTILAZIONE | 54 |
| 10 | ALLEGATO C – VALORI TERMICI CARATTERISTICI | 57 |
| 11 | ALLEGATO D – VERIFICA DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE | 63 |
| 12 | ALLEGATO E – SIMBOLI & ABBREVIAZIONI PER FORMULE | 65 |

1 INDICAZIONI GENERALI

1.1 Direttiva Tecnica “Edifici nuovi, Edifici esistenti e Risanamento”

La presente Direttiva Tecnica “Edifici nuovi, Edifici esistenti e Risanamento” di seguito denominata Direttiva Tecnica (DT) è la base per la certificazione per edifici nuovi, edifici esistenti o edifici risanati secondo la tabella 1. La certificazione viene rilasciata dall’Agenzia per l’Energia Alto Adige – CasaClima o da un’Agenzia Partner.

La presente Direttiva Tecnica è anche la base per il rilascio del sigillo di qualità CasaClima R che può essere rilasciato solo dall’Agenzia per l’Energia Alto Adige – CasaClima o da un’Agenzia Partner. Il sigillo di qualità CasaClima R viene rilasciato previo rispetto di tutti i requisiti descritti nei capitoli 4, 5, 6 e 7.

I **capitoli 1-3** descrivono le procedure operative per la certificazione, definiscono le classi energetiche ed elencano la documentazione richiesta.

I **capitoli 4-7** definiscono i requisiti minimi e i criteri richiesti dalla certificazione. Gli allegati contengono le modalità per il calcolo energetico e per la verifica della condensazione interstiziale.

Nella tabella seguente sono riportati i capitoli relativi ai requisiti da rispettare con i relativi allegati di riferimento da seguire per le singole tipologie di intervento.

Tab. 1: Applicazione della Direttiva Tecnica

| TIPO | INTERVENTO EDILIZIO | DIRETTIVA |
|----------|---|---|
| a | Nuova costruzione | Requisiti della DT: Cap. 4 e 6 e le appendici A + B + C |
| b | Demolizione e ricostruzione o assimilabile | |
| c | Riqualificazione globale, Sigillo Qualità CasaClima R Per la Provincia di Bolzano: “Bonus energia” o altri contributi provinciali per il risparmio energetico Risanamento energetico in Classe Gold, A0, A, B; Certificazione edifici esistenti in Classe Gold, A0, A, B | Requisiti della DT: Cap 5 e 7 e le appendici A + B + C |
| d | Risanamento importante in Classe C, D, E, F, G | Vale solo per la Provincia Autonoma di Bolzano. Requisiti della DT: Cap 5 e 7 e le appendici A + B + C |
| e | Risanamento non importante in Classe C, D, E, F, G | |
| f | Certificazione edifici esistenti in classe C, D, E, F | |

1.2 Validità

Le disposizioni della presente Direttiva Tecnica valgono per tutti gli interventi edilizi la cui richiesta di certificazione è posteriore alla data di entrata in vigore della stessa.

1.3 Definizioni

Per tutte le definizioni necessarie all'applicazione della Direttiva Tecnica si fa riferimento alla legislazione vigente e alla normativa e prescrizione tecnica pertinente.

1.4 Applicabilità della certificazione

Possono essere certificati sia interi edifici sia parti di essi, per le quali viene rilasciato il Certificato energetico CasaClima.

1.5 Soggetti coinvolti

Di seguito vengono definiti i principali soggetti coinvolti nell'ambito della certificazione:

Agenzia

L'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima, di seguito denominata Agenzia o CasaClima, e le Agenzie Partner sono gli organi tecnici e amministrativi del servizio di certificazione. L'Agenzia provvede ad elaborare le richieste di certificazione, ed esegue i controlli e le verifiche.

Solo l'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima o una delle Agenzie Partner possono rilasciare il Certificato CasaClima e la relativa targhetta CasaClima R.

Persona richiedente

La persona richiedente è ogni persona fisica o giuridica che presenta la richiesta di certificazione CasaClima.

Referente della certificazione

Il/La referente della certificazione è la persona di contatto per l'Agenzia durante l'intero processo di certificazione, raccoglie la documentazione necessaria dai tecnici coinvolti nel progetto e la inoltra all'Agenzia.

Auditore/Auditrice CasaClima

L'Auditore/Auditrice CasaClima è un tecnico incaricato o una tecnica incaricata dall'Agenzia per effettuare dei controlli di progetto necessari per la certificazione e/o per effettuare controlli in cantiere (Audit).

1.6 Protocollo CasaClima

Il seguente iter di certificazione è definito nel Protocollo CasaClima:

- Pre-Certificazione
- Certificazione
- Ri-Certificazione

La richiesta di certificazione scade dopo quattro anni (dalla data di ricezione) in assenza di comunicazioni e il richiedente deve presentare una nuova richiesta all'Agenzia. L'Agenzia si riserva il diritto di decidere se applicare la Direttiva Tecnica in vigore alla data della nuova richiesta.

Se, durante le fasi di pre-certificazione e certificazione, il protocollo CasaClima non è stato rispettato a causa del mancato rispetto delle scadenze da parte del/della richiedente e/o del/della referente per la certificazione, o se i requisiti della Direttiva Tecnica non sono stati rispettati durante la fase di certificazione, la non conformità sarà discussa in sede di commissione tecnica, eventualmente annotata nel certificato CasaClima, e servirà come informazione per l'utente dell'edificio. Nella Provincia di Bolzano, invece, il mancato rispetto dei requisiti minimi di legge viene comunicato all'autorità competente tramite un verbale di accertamento.

1.6.1 Pre-Certificazione

Nella fase di Pre-certificazione si procede all'acquisizione della richiesta e viene controllata la completezza della documentazione presentata. La richiesta di certificazione deve essere inoltrata prima dell'inizio lavori.

1.6.2 Certificazione

Nella fase di Certificazione si controllano i documenti e si svolgono gli audit in cantiere. Si distinguono le seguenti fasi di certificazione:

Fase di progetto

Controllo del calcolo energetico, verifica della documentazione tecnica presentata. L'Agenzia identifica un tecnico/una tecnica interno/a che controlla il calcolo energetico e verifica la documentazione.

Fase di costruzione

Audit – controllo in cantiere, ricontrollo ed aggiornamento del calcolo energetico, verifica della documentazione presentata.

Durante la fase di costruzione l'Agenzia nomina un Auditore/una Auditrice CasaClima che esegue i sopralluoghi (Audit) previsti - almeno un (1) Audit. Per le procedure semplificate (valide solo in Provincia di Bolzano) e nel caso di edifici progettati in una classe peggiore della classe CasaClima B, gli audit vengono effettuati a campione. Durante l'Audit l'Auditore/l'Auditrice documenta tramite un protocollo di Audit le informazioni tecniche necessarie ai fini della certificazione CasaClima.

L'Agenzia acquisisce direttamente dal/dalla referente o tramite l'Auditore/l'Auditrice gli aggiornamenti per eseguire il ricontrollo.

Fase di controllo Finale

Misurazione della permeabilità all'aria ove richiesta, controllo finale dell'intera documentazione e del calcolo energetico. L'Agenzia acquisisce direttamente dal/dalla referente o dall'Auditore/Auditrice i dati necessari per l'emissione del certificato CasaClima. L'Agenzia esegue il controllo finale ed emette il certificato energetico CasaClima e la targhetta CasaClima R.

1.6.3 Ri-Certificazione

Il certificato energetico CasaClima ha una validità di 10 anni. Se in questo tempo l'immobile non ha subito modifiche sostanziali all'involucro termico e/o al sistema impiantistico, la validità del certificato può essere prolungata.

1.7 Responsabilità

Per la certificazione di un edificio il tecnico/la tecnica incaricato/a dal/dalla committente (il/la referente della certificazione) presenta all'Agenzia tutti i documenti e i calcoli necessari.

L'Agenzia controlla la documentazione secondo le prescrizioni della Direttiva Tecnica e svolge controlli a campione sulla conformità della costruzione per i componenti costruttivi rilevanti per la certificazione.

La certificazione non comporta alcuna responsabilità o garanzia da parte dell'Agenzia per una progettazione inadeguata o una esecuzione della costruzione non a regola d'arte. Lo stesso vale per eventuali non conformità alla Direttiva Tecnica o simili indicate nel certificato CasaClima, che potrebbero essere causa di eventuali difetti o danni all'edificio.

2 DOCUMENTAZIONE

2.1 Documenti richiesti

I documenti elencati nella Tabella 2 si applicano alle richieste di certificazione presentate all'Agenzia CasaClima. Per le richieste presentate alle Agenzie Partner, devono essere rispettati i rispettivi regolamenti. Si faccia riferimento al sito web dell'agenzia di riferimento.

La documentazione richiesta per la certificazione è da inviare esclusivamente tramite e-mail al seguente indirizzo di posta certificata:

technicaldp@pec.agenziacasaclima.it

Tab. 2: Tabella riassuntiva dei documenti richiesti

| DOCUMENTI RICHIESTI | | |
|---|---|-------------------------------------|
| Documento | Descrizione | Formato dati |
| Fase di progetto | | |
| Modulo di Richiesta e Autorizzazione del proprietario/della proprietaria per lo svolgimento degli Audit | Il modulo di richiesta di certificazione è un file compilabile elettronicamente (PDF). La data di ricezione in Agenzia della richiesta determina l'avvio della certificazione. La richiesta può essere presentata solo da un tecnico/una tecnica qualificato/a. | PDF firmato digitalmente |
| Concessione Edilizia | Permesso di costruire, DIA (Dichiarazione inizio attività), SCIA (Segnalazione Certificata di Inizio Attività) o altro documento equivalente | PDF |
| Modulo "Vincoli" | Se richiesto | PDF |
| Requisiti minimi energetici | Calcolo energetico | File Export ProCasaClima (.xlsx) |
| Progetto di concessione edilizia | Individuazione di superficie e volume lordi riscaldati, superfici disperdenti totali, delle finestre riportate nel calcolo energetico, se necessario a colori se per esistente, demolizione, nuova costruzione (piano rosso-giallo) (*1) | PDF eventualmente: DWG, DXF |
| Nodi costruttivi | Indicazione dei nodi utilizzati secondo il documento "Analisi FEM nodi costruttivi esistenti" o "Catalogo nodi costruttivi" CasaClima (*2) | PDF |
| Nodi costruttivi | Verifica della temperatura superficiale interna (se previsto) | PDF o altro formato |
| Verifica della condensazione interstiziale | Solo nei casi richiesti | PDF |

| Fase di costruzione | | |
|---|---|-------------------------------------|
| Foto documentazione | Foto delle principali fasi di costruzione, dei nodi costruttivi e degli impianti. Gli spessori dei materiali devono essere documentati utilizzando, se possibile, un metro. La foto documentazione va inserita in un'unica cartella. Le singole foto sono da rinominare nel modo seguente: "tipologia nodo.#numerofoto" (p.es: A.N1a#1, A.N1a#2, G.N11c#1) | PDF, TIF o altro formato grafico |
| Fase di controllo finale | | |
| Requisiti minimi energetici | Calcolo energetico aggiornato (stato finale) | File Export ProCasaClima (.xlsx) |
| Modulo "Dati per il rilascio del certificato CasaClima" | Necessario per il rilascio del Certificato Energetico CasaClima | MS Word.doc o simile |
| Report tecnico del Blower-Door-Test | Se richiesto: Esecuzione del test secondo i "Criteri CasaClima per l'esecuzione delle prove di permeabilità all'aria" (Direttiva BDT) | PDF |

Note:

(*1) *Nel caso in cui la verifica progettuale di calcolo energetico e involucro termico eseguito dall'Agenzia riscontri delle anomalie o risulti essere fuori standard, l'Agenzia può richiedere la documentazione progettuale dell'involucro termico in formato digitale vettoriale (involucro, volume lordo, superficie calpestabile, superfici disperdenti).*

(*2) *In alternativa si possono allegare i dettagli esecutivi.*

2.2 Controllo

L'Agenzia controlla i documenti presentati e può richiedere integrazioni per i materiali e i componenti utilizzati per i quali non sono disponibili dati corrispondenti nel programma ufficiale CasaClima.

Ai fini della certificazione energetica l'Agenzia si riserva il diritto di richiedere ulteriori documenti e di eseguire, a proprio carico, controlli sull'edificio.

In caso di mancato rispetto del Protocollo CasaClima, l'Agenzia, ai fini del rilascio del certificato CasaClima, si riserva il diritto di effettuare verifiche invasive sull'edificio.

3 LA CERTIFICAZIONE CASA CLIMA

3.1 Classi CasaClima

La classe CasaClima dell'edificio corrisponde alla classe di efficienza più bassa della classificazione dell'efficienza energetica dell'involucro edilizio, del fabbisogno di energia primaria totale, delle emissioni di CO₂ complessive e della emissione di CO₂ da combustibili fossili in loco.

Tab. 3: Valori limiti per le Classi CasaClima degli edifici residenziali

| KlimaHaus-Klasse | Energieeffizienz der Gebäudehülle (EGH _{WG}) | Gesamtprimär-energiebedarf (GPE _{WG}) | Gesamt-CO ₂ -Emissionen (GE _{WG}) | Fossile CO ₂ -Emissionen am Standort (CO ₂ lokal) |
|------------------|--|---|--|---|
| Classe CasaClima | Efficienza Energetica Involucro (EIN _{ER}) [kWh/m ² a] | Fabbisogno Energia Primaria totale (EP _{totER}) [kWh/m ² a] | Emissioni complessive di CO ₂ (EC _{ER}) [kg CO ₂ eqv./m ² a] | Emissioni in loco di CO ₂ da combustibili fossili (CO ₂ locale) [kg CO ₂ eqv./m ² a] |
| Gold | ≤10 | ≤100 | ≤15 | 0 |
| A0 | ≤27 | ≤135 | ≤27 | 0 |
| A | ≤30 | ≤150 | ≤30 | ≤30 |
| B | ≤50 | ≤200 | ≤50 | ≤50 |
| C | ≤70 | ≤250 | ≤70 | ≤70 |
| D | ≤90 | ≤300 | ≤90 | ≤90 |
| E | ≤120 | ≤340 | ≤120 | ≤120 |
| F | ≤160 | ≤400 | ≤160 | ≤160 |
| G | >160 | >400 | >160 | >160 |

3.2 Efficienza involucro (EIN), Energia primaria totale (EP_{tot}), Emissione CO₂ complessiva (EC) ed Emissione di CO₂ di origine fossile in loco (CO₂ locale)

I limiti e la classificazione dell'efficienza energetica dell'involucro si riferiscono ai dati climatici al capoluogo di provincia (GG_{REF}). I valori limite e la classificazione dell'energia primaria totale, delle emissioni complessive di CO₂ e delle emissioni di CO₂ da combustibili fossili in loco sono determinati su base specifica dell'ubicazione e secondo la formula (1).

$$EC_{ER} = EC_{ER,UBI} \times \frac{GG_{UBI}}{GG_{REF}} \quad (1)$$

GG_{REF} = Gradi giorno del capoluogo di provincia

La determinazione dei valori limite per l'efficienza energetica dell'involucro, dell'energia primaria totale, dell'emissione di CO₂ complessiva e dell'emissione di CO₂ in loco da combustibili fossili per edifici non residenziali (ENR) avviene attraverso le seguenti formule:

$$EP_{tot,ENR} = \max \left(EP_{tot,ER} \times \frac{\text{volume netto}}{(3 \times SNR)} ; EP_{tot,ER} \right) \quad (2.1)$$

$$EC_{ENR} = \max \left(EC_{ER} \times \frac{\text{volume netto}}{(3 \times SNR)} ; EC_{ER} \right) \quad (2.2)$$

$$CO_{2,locale,ENR} = \max \left(CO_{2,ER} \times \frac{\text{volume netto}}{(3 \times SNR)} ; CO_{2,ER} \right) \quad (2.3)$$

SNR = Superficie Netta Riscaldata

Per le **strutture ricettive** i limiti per EIN ed EC vengono calcolati attraverso le seguenti formule:

$$EIN_{HOTEL} = EIN_{NRES} \quad (3.1)$$

$$EC_{HOTEL} = 2 \times EC_{RES} \quad (3.2)$$

La determinazione dei valori limite per edifici con superficie netta riscaldata minore o uguale a 130 m² e S/V maggiore di 0,7 avviene attraverso le formule 4.1, 4.2., 4.3 e 4.4.

$$EIN_{edificio\ NGF \leq 130m^2} = EIN_{ER} \times \frac{\frac{S}{V}(\text{edificio } SNR \leq 130m^2)}{0,7} \quad (4.1)$$

$$EP_{tot,edificio\ NGF \leq 130m^2} = EP_{tot,ER} \times \frac{\frac{S}{V}(\text{edificio } SNR \leq 130m^2)}{0,7} \quad (4.2)$$

$$EC_{edificio\ NGF \leq 130m^2} = EC_{ER} \times \frac{\frac{S}{V}(\text{edificio } SNR \leq 130m^2)}{0,7} \quad (4.3)$$

$$CO_{2,locale,edificio\ NGF \leq 130m^2} = CO_{2,locale,ER} \times \frac{\frac{S}{V}(\text{edificio } SNR \leq 130m^2)}{0,7} \quad (4.4)$$

SNR = Superficie Netta Riscaldata

$\frac{S}{V}$ = rapporto tra superficie dell'involucro riscaldata e volume lordo riscaldata

4 REQUISITI PER EDIFICI NUOVI – INVOLUCRO EDILIZIO

4.1 Ponti termici

In riferimento alle temperature superficiali per la prestazione di efficienza energetica dell'involucro gli edifici di nuova costruzione devono rispettare i requisiti tecnici contenuti nel "Catalogo nodi costruttivi" CasaClima.

Per la verifica dei nodi che non sono indicati nel Catalogo o che non sono comparabili termicamente ad essi, la temperatura superficiale interna deve essere verificata tramite una simulazione bidimensionale agli elementi finiti (FEM validato secondo la UNI EN ISO 10211).

Devono essere verificate le seguenti temperature superficiali interne:

- **senza impianto di ventilazione: $T_i \geq 17,0^\circ\text{C}$,**
- **con impianto di ventilazione: $T_i \geq 12,6^\circ\text{C}$**

con portata d'aria massima e tasso di ricambio d'aria di 0,4 vol/h

Eccezioni a questo regolamento sono:

- a. Per gli edifici di classe Gold, è necessario dimostrare sempre la temperatura superficiale di $T_i \geq 17,0^\circ\text{C}$ (con e senza sistema di ventilazione). Questo vale anche per i dettagli dei nodi costruttivi dell'edificio elencati nel catalogo.
- b. Per tutti gli edifici che si trovano nelle zone climatiche D, E e F in caso di installazione di alzanti scorrevoli, porte finestre e porte con soglia ribassata si richiede una temperatura minima superficiale sul nodo inferiore **$T_i \geq 12,6^\circ\text{C}$** .
- c. Per gli edifici che si trovano nella zona climatica F, la richiesta di temperatura superficiale minima dei nodi di attacco finestra/porta-finestra può essere derogata in caso di impossibilità tecnica e quando la connessione è stata progettata secondo lo stato dell'arte.
- d. Nel caso di finestre con il sigillo "FinestraQualità CasaClima" le verifiche dei nodi di attacco finestra/porta-finestra non sono richieste.
- e. Nel caso di porte d'ingresso con il sigillo "PortaQualità CasaClima" le verifiche dei nodi di attacco non sono richieste.

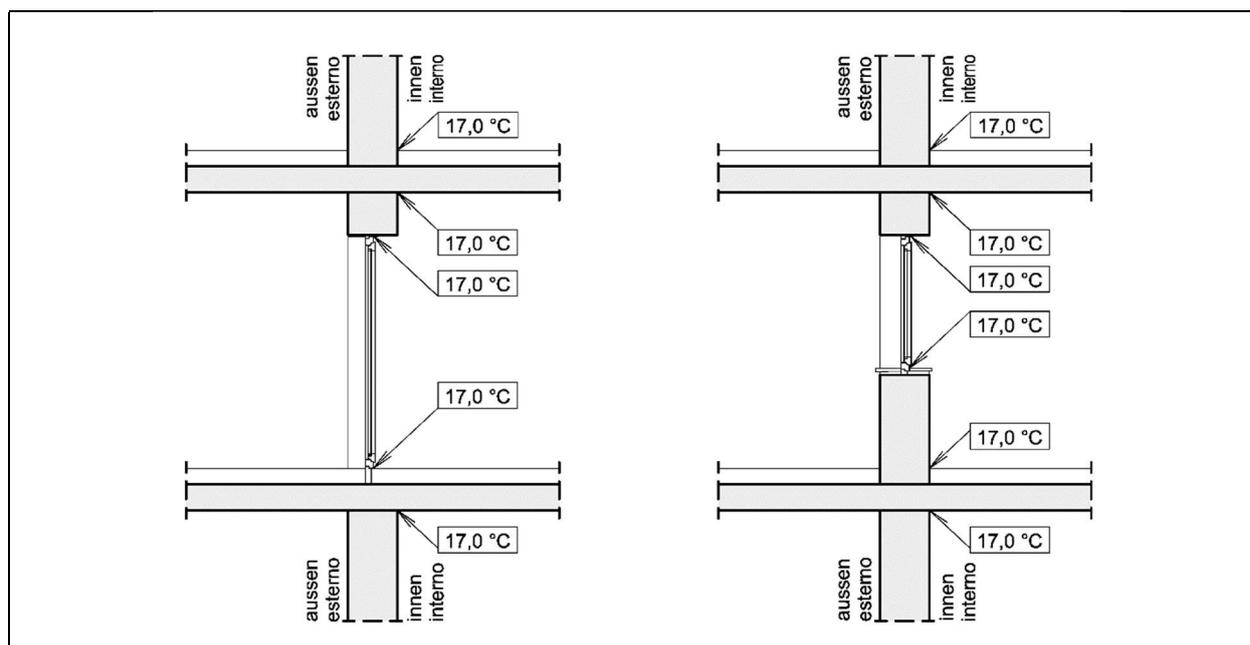
4.2 Verifica della temperatura superficiale

4.2.1 Temperatura superficiale interna minima

La temperatura superficiale è da verificare tramite un calcolo FEM con un modello bidimensionale.

La temperatura superficiale interna negli angoli degli elementi termicamente disperdenti e nei punti di attacco finestra/porta-finestra deve rispettare la temperatura $T_i \geq 17,0^\circ\text{C}$.

Le eccezioni sono riportate al paragrafo 4.1.



4.2.2 Condizioni al contorno per il calcolo

Nel calcolo FEM (validato secondo la UNI EN ISO 10211) per il modello bidimensionale valgono le seguenti condizioni al contorno:

Tab. 4: Condizioni al contorno di temperatura per il calcolo FEM

| CONDIZIONE PER LA TEMPERATURA DELL'AMBIENTE T_i / T_e | |
|---|---|
| aria interna, ambiente riscaldato | $T_i = 20 \text{ °C}$ |
| aria esterna | T_e : temperatura media del mese più freddo nel luogo di ubicazione dell'edificio (la temperatura è preimpostata nel software ProCasaClima, nel foglio "Dati dell'oggetto") |
| aria interna, ambiente non riscaldato ($T_e \times f_i$) | Fattore di correzione della temperatura secondo UNI EN ISO 13788 |
| aria interna degli ambienti contro terreno ($T_e \times f_i$) | secondo UNI EN ISO 13788 |

Tab. 5: Valori di resistenze termiche superficiali per il calcolo FEM

| RESISTENZE TERMICHE SUPERFICIALI (UNI EN ISO 13 788) | | | R_{se} / R_{si} [m ² K/W] | |
|--|--|--------------------------------|---|------|
| Esterno | per tutte le superfici | | 0,04 | |
| | per tutte le superfici opache (anche negli angoli, mobile e tende) | | 0,25 | |
| Interno | per pareti coperte da armadi | | 1,0 | |
| | per tutte le superfici di finestre e porte | direzione del flusso di calore | verso l'alto | 0,10 |
| | | | orizzontale | 0,13 |
| | | | verso il basso | 0,17 |

4.3 Sistemi di coibentazione esterna a “cappotto termico”

Per l'applicazione a regola d'arte per garantire la durabilità delle proprietà fisiche del sistema di isolamento esterno (ETICS) si fa riferimento alla UNI 15715. L'Agenzia raccomanda sistemi dotati di una certificazione di sistema secondo il Benestare Tecnico Europeo (European Technical Assessment - ETA).

4.4 Elementi costruttivi con coibentazione interna o in intercapedine

Il comportamento igrotermico degli elementi che costituiscono superfici disperdenti deve essere documentato tramite la verifica dell'assenza di condensazione interstiziale.

Si richiede la verifica dei seguenti elementi costruttivi disperdenti:

- Strutture soggette ad intervento di risanamento energetico con isolamento interno o in intercapedine
- Strutture di copertura in legno piane non ventilate di nuova costruzione o oggetto di risanamento energetico

L'Agenzia CasaClima si riserva di richiedere le verifiche sopra descritte anche per altri elementi strutturali.

La verifica va eseguita secondo le norme UNI EN ISO 13788 o UNI EN 15026.

Per la scelta del metodo di verifica si deve tenere conto che la norma UNI EN ISO 13788 descrive un metodo semplificato per la valutazione del rischio di condensazione interstiziale dovuto alla diffusione di vapore. Questo metodo non tiene conto di alcuni importanti fenomeni fisici quali:

- la variazione delle proprietà dei materiali in funzione del contenuto di umidità
- la risalita capillare e il trasporto di umidità allo stato liquido all'interno dei materiali
- il movimento dell'aria nei componenti, attraverso fessure o intercapedini
- il comportamento igroscopico dei materiali

Qualora almeno uno di questi fenomeni sia rilevante oppure nel caso in cui la verifica ai sensi della norma UNI EN ISO 13788 sia negativa, possono essere impiegati metodi di valutazione in conformità alla norma UNI EN 15026.

Le modalità di calcolo per la verifica ai sensi delle norme UNI EN ISO 13788 e UNI EN 15026 sono riportate nell'allegato D.

4.5 Requisiti di prestazione energetica estiva

Il requisiti dei paragrafi 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4 e 4.5.5 non si applicano per gli edifici in zona climatica sopra i 4000 GG.

4.5.1 Involucro termico

Il fabbisogno di raffrescamento sensibile dell'edificio $Q_{c,sens}$ è definito come l'efficienza energetica dell'involucro riferita all'ubicazione durante la stagione di raffrescamento e viene calcolato dal software di calcolo CasaClima.

I seguenti limiti per il **fabbisogno di raffrescamento sensibile** sono sempre da rispettare:

Edifici residenziali e scuole: $Q_{c,sens} \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Altri edifici non residenziali: $Q_{c,sens} \leq 20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

È possibile derogare dal rispetto di tali limiti solo se tutte le superfici vetrate dell'edificio (ad eccezione di quelle orientate a nord) sono dotate di un sistema di schermatura mobile o fisso. Il sistema di schermatura solare deve soddisfare i requisiti elencati nei seguenti capitoli.

4.5.2 Elementi opachi

Per gli elementi strutturali (pareti esterne e coperture) esposti all'irraggiamento solare diretto valgono i seguenti limiti per il rispetto della prestazione estiva:

Tab. 6: Valori limite elementi opachi

| ZONA CLIMATICA | SFASAMENTO | FATTORE DI ATTENUAZIONE (24h) | AMMETTENZA INTERNA Y11 |
|--|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| A, B, C, D | $\geq 12 \text{ h}$ | $\leq 0,30$ | $\geq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| E, F ($\leq 4000 \text{ GG}$) | $\geq 9 \text{ h}$ | - | - |
| F ($> 4000 \text{ GG}$) | - | - | - |

In caso di non rispetto del limite dell'ammittenza interna Y11 è richiesta l'installazione di un sistema di raffrescamento con copertura del fabbisogno di raffrescamento del 100%.

4.5.3 Elementi trasparenti

Tutte le superfici trasparenti (vetrate) dell'edificio devono essere dotate di un sistema di schermatura mobile o fisso, a meno che dal calcolo energetico non risulti rispettato il limite di fabbisogno di raffrescamento sensibile (valori limite al paragrafo 4.5.1).

Questo requisito non si applica per le superfici vetrate orientate a Nord.

4.5.4 Schermature mobili

Requisiti per schermatura non integrata nella finestra ed ispezionabile:

- La schermatura deve essere installata sul lato esterno della vetrata
- La schermatura chiusa deve schermare più del 90 % della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,1$, secondo UNI EN 13363-1/-2)

Requisiti per schermatura integrata nella finestra ed ispezionabile:

- La schermatura deve essere installata nella camera esterna tra la protezione dagli agenti atmosferici e la vetrata isolante
- La schermatura nello stato chiuso deve schermare più del 80 % della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,2$)

Requisiti per schermatura integrata nella finestra e non ispezionabile:

- il vetro isolante deve essere composto da almeno triplo vetro con due vetrocamere con vetri basso-emissivi in posizione 3 e 5 (o in posizione 2 e 5, ma in questo caso il vetro esterno deve avere fattore solare $g \leq 0,4$) e da distanziatori a bordo caldo "warm Edge"
- le lamelle della schermatura devono avere un valore di riflessione solare $\geq 80\%$ riferito al lato esposto alla radiazione solare. Il valore deve essere certificato, secondo UNI EN 14500 o UNI EN 410, da un laboratorio notificato.
- Il vetro isolante deve essere prodotto da una vetreria soggetta al controllo di produzione da parte di un ente terzo secondo uno dei seguenti protocolli di sorveglianza: Marchio UNI, RAL-GZ 520, PTG CEKAL, GuP ISOLAR-QMH o equivalenti
- allo stato chiuso deve schermare più del 80 % della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,2$)

4.5.5 Schermature fisse e/o sistemi filtranti

I sistemi di schermatura esterni fissi e i sistemi filtranti devono garantire i seguenti fattori solari totali g_{tot} ($g_{tot} = \text{vetro} + \text{sistema schermante}$):

Tab. 7: Valori limiti del fattore solare totale g_{tot}

| FATTORE SOLARE TOTALE g_{tot} | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---------|-----------|-------|------------|-----------------------|
| Superfici verticali, orientate a: | | | | | | | Superfici orizzontali |
| Sud | Nord-Est | Est | Sud-Est | Sud-Ovest | Ovest | Nord-Ovest | |
| 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |

Ogni tipo di schermatura fissa e/o sistema filtrante deve essere sempre posizionata sul lato esterno della vetrata. Il fattore solare totale g_{tot} può essere inserito nel calcolo energetico come valore g della vetro camera.

4.5.6 Aggetti dell'edificio

L'ombreggiamento causato da aggetti verticali o orizzontali dell'edificio, che garantiscono fattore solare totale secondo la tabella 7, sostituisce i requisiti di cui ai punti 4.5.3, 4.5.4 e 4.5.5. Il fattore solare totale g_{tot} dell'aggetto deve essere verificato con il programma CasaClima.

4.6 Tenuta all'aria dell'involucro edilizio – Blower Door test

Con il Blower-Door-Test (BDT) viene misurata la tenuta all'aria dell'involucro edilizio, ovvero la permeabilità all'aria dell'edificio. La prova è richiesta per i soli edifici residenziali. Per edifici non residenziali e strutture ricettive questo test non è necessario.

4.6.1 Modalità di esecuzione del Blower-Door-Test

Il Blower-Door-Test è da effettuare in conformità alla norma UNI EN ISO 9972: 2015. L'Agenzia fa riferimento al Documento "Criteri CasaClima per l'esecuzione delle prove di tenuta all'aria".

Il Blower-Door-Test deve essere sempre eseguito sulle singole unità abitative e non sull'intero edificio. Se ci sono appartamenti nel sottotetto, almeno una prova deve essere eseguita in uno di questi appartamenti. In presenza di infiltrazioni d'aria verso altri appartamenti, previo parere positivo dell'Agenzia, è possibile eseguire un test su tutto l'edificio.

4.6.2 Numero di unità abitative da testare

Le misurazioni di tenuta all'aria dell'edificio sono eseguite su un campione di unità abitative distinte. La tabella 8 indica il numero minimo di unità abitative da testare.

Tab. 8: Tabelle quantità di BDT per edifici plurifamiliari

| NUMERO DI UNITÀ ABITATIVE DELL' EDIFICIO | NUMERO MINIMO DI UNITÀ ABITATIVE DA TESTARE |
|--|---|
| ≤ 5 | 1 |
| ≤ 10 | 2 |
| ≤ 15 | 3 |
| ≤ 22 | 4 |
| > 22 | 5 |

4.6.3 Limiti da rispettare

Nel caso di edifici plurifamiliari il valore limite n_{50} finale dell'intero edificio è il valore medio calcolato sulle singole misure delle unità abitative.

Tab. 9: Valori limite di tenuta all'aria

| CLASSE EFFICIENZA ENERGETICA DELL'INVOLUCRO | VALORI LIMITE |
|---|--|
| A0, A e B | $n_{50,lim} \leq 1,5 \text{ h}^{(-1)}$ |
| Gold | $n_{50,lim} \leq 0,6 \text{ h}^{(-1)}$ |

Nota: La tolleranza massima sulle misure registrate è di +0,1 h(-1).

5 REQUISITI PER EDIFICI RISANATI ED ESISTENTI– INVOLUCRO EDILIZIO

5.1 Obiettivo e requisiti

La DT fornisce le linee guida per un intervento di risanamento energetico globale finalizzato a sfruttare il potenziale di miglioramento dell'edificio esistente, ridurre il fabbisogno energetico, migliorare il comfort indoor e controllare la qualità dei lavori da costruzione.

Per la certificazione CasaClima di edifici e appartamenti esistenti soggetti a un risanamento energetico devono essere soddisfatti i requisiti definiti nel capitolo 5. Il mancato rispetto dei requisiti non pregiudica l'ottenimento del certificato energetico ma sarà annotato nel certificato stesso.

L'ottenimento del sigillo CasaClima R e della relativa targhetta sono invece vincolati al soddisfacimento di TUTTI i requisiti minimi del capitolo 5 e del capitolo 7:

Tab 10: Requisiti per la certificazione di risanamento (standard minimo CasaClima B) e CasaClima R

| REQUISITI | Certificazione CasaClima B (standard minimo) | Certificazione CasaClima R |
|---|--|---|
| CasaClima B secondo tabella 3 | richiesto | richiesto qualora non siano presenti vincoli secondo il punto 5.2 |
| Miglioramento 50 % dell'efficienza dell'involucro (tab.3) | non richiesto | richiesto qualora siano presenti vincoli secondo il punto 5.2 |
| Prestazione estiva secondo par. 5.3 | consigliato | richiesto |
| Requisiti elementi opachi secondo par. 5.4 | | |
| Requisiti elementi trasparenti secondo par. 5.5 | | |
| Soluzione ponti termici secondo par. 5.6 | | |
| Permeabilità all'aria secondo par. 5.7 | | |
| Verifica della condensa interstiziale secondo par. 5.8 | Richiesto solo in caso di sostituzione generatore con pompe di calore. (7.2) | richiesto |
| Requisiti impianti secondo capitolo 7 | | |

5.2 Vincoli di costruzione

Vincoli, regolamenti e simili possono rendere impossibile l'attuazione di alcuni requisiti della DT, precludendo il raggiungimento della **classe CasaClima B**. Queste eccezioni sono da comprovare tramite una relativa documentazione.

L'Agenzia riconosce i seguenti vincoli:

- vincoli urbanistici (distanze tra edifici, ecc.)
- vincoli paesaggistici
- vincoli storico-architettonici
- vincoli igienico-sanitari (p.e. altezze interne, superfici calpestabili interne)
- vincoli tecnici dovuti a disposizioni per l'abbattimento delle barriere architettoniche, per l'adeguamento alla normativa vigente in materia di prevenzione incendi, antisismica e più in generale per il rispetto del corpus normativo statale in ambito edilizio.
- In caso di condomini con più di 5 unità abitative, dove non sia possibile intervenire sulle parti private dell'involucro termico per mancato consenso dei proprietari al risanamento.

5.3 Prestazione energetica, prestazione termica invernale ed estiva

Per ottenere il sigillo CasaClima R, l'edificio o l'appartamento, deve raggiungere tramite l'intervento di risanamento almeno la **Classe CasaClima B (vedi par. 3.1)** o migliore.

Nel caso in cui non sia possibile raggiungere la classe CasaClima B a causa di vincoli documentabili è richiesto comunque un miglioramento dell'efficienza dell'involucro di almeno 50% rispetto al valore prima dell'intervento.

Inoltre vanno sempre rispettati i seguenti limiti per il **fabbisogno di raffrescamento sensibile $Q_{c,sens}$** riferito all'ubicazione:

- Per edifici residenziali e scuole: $Q_{c,sens} \leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (esclusi > 4000 GG)
- Per altri edifici non residenziali: $Q_{c,sens} \leq 20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (esclusi > 4000 GG)

È possibile derogare dal rispetto di tali limiti solo se tutte le superfici vetrate dell'edificio (ad eccezione di quelle a nord) sono dotate di un sistema di schermatura mobile o fisso. Il sistema di schermatura deve soddisfare i requisiti elencati nei seguenti capitoli.

5.4 Elementi opachi

5.4.1 Pareti e coperture esterne

Gli elementi strutturali (pareti esterne e coperture) oggetto di intervento ed esposti all'irraggiamento solare diretto per il rispetto della prestazione estiva devono rispettare i valori minimi della Tabella 6.

5.4.2 Cassonetti

Nel caso di cassonetti esistenti che non vengono sostituiti devono essere a tenuta all'aria. Questo vale sia per i giunti di posa (muro-cassonetto-finestra), sia per le aperture per l'ispezione verso l'interno. Nei casi in cui il cassonetto abbia un isolamento termico insufficiente o ne sia privo, si raccomanda l'applicazione di un sistema per il miglioramento dell'isolamento termico.

5.4.3 Portoncino d'ingresso

Nel caso di portoncini esistenti che non vengono sostituiti, essi devono garantire la tenuta all'aria. La porta deve essere dotata di guarnizione su tutti e tre i lati (laterali e superiore) mentre sul quarto lato (inferiore) deve essere presente una soglia.

5.5 Elementi trasparenti

Nel caso di sostituzione di finestre (superfici vetrate), deve essere previsto un sistema di schermatura mobile o fissa come descritto ai punti 5.5.1 e 5.5.2. Nel caso di vincoli costruttivi i requisiti sono derogabili.

I requisiti sottoelencati relativi alle schermature non si applicano:

- agli edifici in una zona climatica con > 4000 GG
- nel caso sia rispettato il limite sul fabbisogno di raffrescamento sensibile $Q_{c,sens}$ previsto al punto 5.3.
- per le superfici vetrate orientate a Nord

5.5.1 Schermature mobili

I sistemi mobili di schermatura solare si dividono in tre tipologie.

I requisiti di ciascun sistema sono specifici alla rispettiva modalità di funzionamento.

Requisiti per schermatura non integrata nella finestra ed ispezionabile:

- La schermatura deve essere installata sul lato esterno della vetrata
- La schermatura chiusa deve schermare più del 90 % della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,1$, secondo UNI EN 13363-1/-2)

Requisiti per schermatura integrata nella finestra ed ispezionabile:

- La schermatura deve essere installata nella camera esterna tra la protezione dagli agenti atmosferici e la vetrata isolante
- La schermatura nello stato chiuso deve schermare più del 80 % della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,2$)

Requisiti per schermatura integrata nella finestra e non ispezionabile:

- il vetro isolante deve essere composto da almeno triplo vetro con due vetrocamere con vetri basso-emissivi in posizione 3 e 5 (o in posizione 2 e 5, ma in questo caso il vetro esterno deve avere fattore solare $g \leq 0,4$) e da distanziatori di tipo "warm Edge"

- le lamelle della schermatura devono avere un valore di riflessione solare $\geq 80\%$ riferito al lato esposto alla radiazione solare. Il valore deve essere certificato, secondo UNI EN 14500 o UNI EN 410, da un laboratorio notificato.
- Il vetro isolante deve essere prodotto da una vetreria soggetta al controllo di produzione da parte di un ente terzo secondo uno dei seguenti protocolli di sorveglianza: Marchio UNI, RAL-GZ 520, PTG CEKAL, GuP ISOLAR-QMH o equivalenti
- allo stato chiuso deve schermare più del 80 % della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,2$)

5.5.2 Schermature fisse o sistemi filtranti

I requisiti di ogni sistema di schermatura solare sono adattati alla rispettiva modalità di funzionamento e devono sempre essere disposti all'esterno delle superfici vetrate.

I sistemi di schermatura esterni fissi e i sistemi filtranti non devono superare il fattore solare totale g_{tot} della tabella 7. Per l'inserimento nel calcolo vedasi allegato A.12.

5.5.3 Schermatura da aggetti dell'edificio

In caso di ombreggiamento da parte di componenti dell'edificio che sporgono verticalmente o orizzontalmente e che garantiscono un fattore solare totale g_{tot} conforme alla Tabella 7, è possibile derogare dai punti 5.5.1 e 5.5.2.

Il valore g_{tot} dell'aggetto deve essere calcolato con il software dell'Agenzia.

5.6 Ponti termici per edifici esistenti e risanamenti

I ponti termici sono zone termicamente deboli dell'involucro riscaldato, dove a causa delle maggiori dispersioni di calore possono verificarsi temperature superficiali interne critiche.

5.6.1 Valutazione dei ponti termici

I ponti termici sono da considerare nel calcolo energetico secondo l'allegato A11.

Negli ambienti riscaldati la **temperatura superficiale interna T_i** , in corrispondenza dei **nodi definiti da elementi strutturali di nuova realizzazione** (per esempio ampliamenti, ecc.) e **dei nodi definiti da elementi strutturali esistenti, che vengono sottoposti ad un intervento di risanamento energetico**, deve essere:

- $T_i \geq 17,0^\circ\text{C}$ per edifici o appartamenti senza impianto di ventilazione meccanica controllata
- $T_i \geq 12,6^\circ\text{C}$ per edifici o appartamenti con impianto di ventilazione meccanica controllata. Questo vale solo se la ventilazione garantisce un ricambio d'aria $n \geq 0,4$ Vol/h in funzione alla portata d'aria massima.

Valgono le seguenti **eccezioni**:

Per tutti gli edifici che si trovano nelle zone climatiche D e E in caso di installazione di alzanti scorrevoli, porte finestre e porte con soglia ribassata deve essere rispettata una temperatura minima superficiale sul nodo inferiore **$T_i \geq 12,6^\circ\text{C}$** .

Per gli edifici che si trovano nella zona climatica F, la richiesta di temperatura superficiale minima dei nodi di attacco finestra/porta-finestra può essere derogata in caso di impossibilità tecnica e quando la connessione è stata progettata secondo lo stato dell'arte.

Per nodi definiti da elementi strutturali oggetto di intervento di riqualificazione energetica è accettabile una $T_i \geq 9,5^\circ\text{C}$ (clima interno: 20°C , 45 % UR) solo qualora nel vano sia presente una bocchetta di estrazione o immissione dell'aria esterna.

Per la valutazione delle temperature superficiali si può fare riferimento al "Catalogo nodi costruttivi" CasaClima, all' "Analisi FEM nodi costruttivi esistenti" CasaClima o in alternativa può essere eseguito un calcolo FEM bidimensionale (vedi 4.2).

Nel caso in cui la temperatura T_i non fosse verificata, può essere installato un sistema di protezione attiva. Sono disponibili le seguenti opzioni:

- Protezione attiva dei ponti termici con cavo scaldante di tipo elettrico con le seguenti caratteristiche:
 - un sensore di temperatura superficiale deve regolare l'accensione e lo spegnimento dei cavi scaldanti
 - la potenza nominale del cavo scaldante $\leq 15 \text{ W/m}$
- Protezione attiva dei ponti termici con sistema idronico (p.e. riscaldamento a battiscopa)

5.6.2 Ponti termici presenti e non risolti

Nel caso in cui i ponti termici non risultino risolti come definito nel punto 5.6.1, ne consegue che:

- i ponti termici devono essere inseriti nel calcolo (vedi allegato A11).

5.7 Tenuta all'aria dell'involucro

Con il Blower-Door-Test (BDT) viene misurato l'indice di permeabilità all'aria dell'involucro edilizio, cioè viene determinata la tenuta all'aria dell'edificio.

Il Blower door test (BDT) deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN ISO 9972: 2015. L'Agenzia consiglia inoltre di fare riferimento al Documento "Criteri CasaClima per l'esecuzione delle prove di tenuta all'aria".

Nel calcolo energetico deve essere inserito il risultato (appartamento o casa unifamiliare) o, nel caso di edifici residenziali plurifamiliari, il valore medio calcolato dalle singole misurazioni degli appartamenti.

Il valore limite da rispettare è $n_{50,lim} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$.

Per il rilascio del certificato CasaClima per edifici risanati o esistenti il BDT non è obbligatorio.

L'assegnazione del sigillo di qualità CasaClima R e della relativa targhetta è legata all'esecuzione del Blower-Door Test.

5.7.1 Modalità di esecuzione

Il Blower-Door-Test va eseguito secondo quanto specificato al punto 4.6.1.

Nel caso di un'unità abitativa di nuova costruzione all'interno dell'edificio risanato il valore limite è $n_{50,lim} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$. Nel caso di due unità abitative, di cui una esistente e l'altra di nuova costruzione, il BDT è richiesto per entrambe le unità.

5.8 Condensazione interstiziale

Il rispetto dei requisiti relativi al comportamento igrotermico degli elementi che compongono l'involucro termico, deve essere verificato mediante la prova di assenza di condensa interstiziale nel componente in conformità al punto 4.4.

6 REQUISITI PER EDIFICI NUOVI – IMPIANTI TECNICI

Gli impianti tecnici sono una componente importante di un edificio. L'efficienza energetica degli impianti tecnici incide notevolmente nel calcolo energetico. I valori limite sono definiti nel capitolo 3.1.

Di seguito vengono elencati, oltre ai requisiti minimi, anche delle raccomandazioni tecniche (Best Practice) per garantire l'efficienza energetica degli impianti tecnici.

6.1 Impianti di generazione di calore- riscaldamento

L'Agenzia **richiede** i seguenti requisiti minimi per le pompe di calore:

Tab.11: Requisiti per pompe di calore

| POMPE DI CALORE |
|---|
| Dotate di variatore di velocità (p.e. inverter) ⁽¹⁾ |
| <u>Note</u> |
| (1) Solo per pompe di calore elettriche: Obbligatorio almeno un ventilatore a giri variabili. L'Agenzia consiglia pompe di calore con compressore modulante |

Per il calcolo energetico si utilizzano pompe di calore con le relative caratteristiche prestazionali, testate secondo EN 14511, che sono contenuti nella banca dati del software CasaClima.

Qualora si scelga una pompa di calore non presente nella banca dati, i dati richiesti dovranno essere documentati con un rapporto di prova in conformità alla EN 14511 rilasciato da un istituto di prova accreditato.

In assenza dei rapporti di prova, le prestazioni dichiarate dal produttore verranno inserite nel calcolo energetico con una riduzione del 30 %.

Nel caso di installazione di pompe di calore aria/acqua in zone climatiche F, deve essere inserito nel calcolo energetico anche il valore di COP a $\theta_e \leq -7^\circ\text{C}$.

Nel caso in cui la pompa di calore venga utilizzata con sistemi di emissione di calore ad alta temperatura ($\theta_{\text{ingresso}} \geq 45^\circ\text{C}$) o sia dedicata alla produzione di acqua calda sanitaria, la dichiarazione o il certificato rilasciati da ente terzo dovranno contenere anche l'efficienza con $\theta_{\text{H}_2\text{O, out}} \geq 55^\circ\text{C}$.

Per pompe di calore a gas il rendimento GUE deve essere misurato in conformità alla norma UNI EN 14 511 (per pompe di calore a motore endotermico) e UNI EN 12309-2 (per pompe di calore ad assorbimento: valori di prova sul potere calorifico inferiore). Per pompe di calore endotermiche si applica un rapporto di trasformazione primario-elettrico pari a 0,4.

Tab. 12: Requisiti per riscaldamento elettrico

| RISCALDAMENTO ELETTRICO |
|---|
| <p>Se il riscaldamento elettrico è l'unico sistema di riscaldamento dell'edificio, si applicano i seguenti requisiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenza specifica di riscaldamento $P < 15 \text{ W/m}^2$ • Centralina elettronica per la valutazione delle priorità (contenimento delle potenze elettriche richieste) |

Tab.13: Requisiti per generatori di calore a biomassa

| GENERATORI DI CALORE A BIOMASSA | | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------|
| Potenza modulabile, ventilatore, serbatoio inerziale ⁽¹⁾ | | | | |
| Caldaie a biomassa | | Stufe e termocamini a pellet | Termocamini a legna | Stufe a legna |
| $P_n \leq 500 \text{ kW}^{(2)}$ | $P_n > 500 \text{ kW}^{(2)}$ | | | |
| $\eta_{tu} \geq 87 \% + \log P_n^{(3)}$ | $\eta_{tu} \geq 89 \%^{(3)}$ | $\eta_{tu} \geq 85 \%^{(3)}$ | | |
| Biomasse combustibili ammissibili ai sensi dell'Allegato X alla parte quinta del D.lgs. 152/2006 e successive modifiche e integrazioni. Utilizzo di pellet (secondo UNI EN 14961-2) o cippato (secondo UNI EN 14961-4) conformi alle classi di qualità A1 e A2. | | | | |
| Locale per lo stoccaggio della biomassa: Volume $> 0,9 \text{ m}^3/\text{kW}$ con aperture di aerazione. | | | | |
| Istruzioni di progettazione consigliate per il deposito di pellet: deposito con apertura per riempimento e apertura per lo sfiato, svassi interni a 45° , presenza di gommapiuma sul muro opposto al foro di riempimento per evitare la frantumazione del pellet nella fase di riempimento; rispetto di tutti i requisiti stabiliti dalle norme antincendio. | | | | |
| Note | | | | |
| (1) Per le caldaie a biomassa ad alimentazione manuale del combustibile, si raccomanda un accumulo termico dimensionato in accordo con quanto previsto dalla norma UNI EN 303-5. Per le caldaie ad alimentazione automatica, si raccomanda che l'accumulo termico non sia inferiore a 20 litri/kW _t . | | | | |
| (2) Certificato da un istituto di prova accreditato che attesti la conformità classe 5 della norma UNI EN 303-5. | | | | |
| (3) Dichiarazione dal produttore indicando il tipo di combustibile utilizzato. | | | | |

Tab. 14 Requisiti per scaldacqua elettrici

| SCALDACQUA ELETTRICI |
|--|
| <p>Coibentazione: spessore minimo 8 cm ($\lambda_{max} = 0,050 \text{ W/mK}$) o resistenza termica equivalente. Nel caso l'accumulo si trovi in locali riscaldati, la resistenza termica può essere ridotta del 50%. L'accumulo non può essere installato all'esterno.</p> |
| <p>L'Agenzia consiglia una delle seguenti tipologie o configurazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scaldacqua a pompa di calore con $\text{COP} \geq 2,6^{(1)}$ • Scaldacqua elettrico collegato all'impianto solare termico ⁽²⁾ • Scaldacqua elettrico con recupero di calore da impianti di raffrescamento ⁽²⁾ • Scaldacqua elettrico collegato ad un impianto fotovoltaico ⁽³⁾ |

Note

- (1) COP misurato in conformità alla UNI EN 16147
(2) Collegato eventualmente anche a un altro generatore di calore.
(3) Centralina elettronica che preveda l'accensione della resistenza elettrica quando è disponibile energia elettrica dal fotovoltaico.

6.2 Sottosistema di regolazione

L'Agenzia **richiede** i seguenti requisiti minimi (come previsto da normativa vigente):

Tab.15: Requisiti per sottosistemi di regolazione

| SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE |
|--|
| Modulo di contabilizzazione del calore in ogni unità abitativa in edifici residenziali con impianto centralizzato |
| Centralina di termoregolazione programmabile per ogni generatore di calore che permetta la regolazione della temperatura di mandata dell'impianto in funzione dei carichi termici. |
| Centralina di termoregolazione programmabile, pilotata da una o più sonde di misura della temperatura ambiente, che consenta la programmazione e la regolazione della temperatura ambiente su due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore. |

L'Agenzia **consiglia**:

- Centralina di termoregolazione programmabile per ogni generatore di calore pilotata da una sonda climatica esterna posizionata in ombra, che permetta la regolazione delle temperature del fluido termovettore in base alle condizioni climatiche esterne oppure regolazione della temperatura di mandata in base alla temperatura di ritorno.
- Centralina di termoregolazione programmabile per ogni unità abitativa che consenta anche una programmazione settimanale o mensile, in modo da permettere l'attenuazione o lo spegnimento dell'impianto nei periodi di non occupazione.
- Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone con caratteristiche d'uso ed esposizione uguali (per es. valvole termostatiche).
- In caso di regolazione di zona, il tecnico/la tecnica incaricato/a valuti il raggruppamento dei diversi locali, sulla base delle caratteristiche d'uso ed esposizione di ciascuno di essi, onde evitare il surriscaldamento di singoli ambienti a causa degli apporti gratuiti solari.

6.3 Sottosistema di distribuzione

L'Agenzia **richiede** i seguenti requisiti minimi:

Tab.16: Requisiti per sottosistemi di distribuzione

| SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE |
|--|
| Tutte le tubazioni devono essere coibentate come prescritto per legge |

L'Agenzia **consiglia**:

- Per gli impianti di riscaldamento centralizzati di far eseguire correttamente il bilanciamento idraulico

6.4 Sottosistema d'accumulo

L'Agenzia **richiede** i seguenti requisiti minimi:

Tab.17: Requisiti per sottosistemi di accumulo

| SOTTOSISTEMA D'ACCUMULO |
|--|
| Coibentazione: spessore minimo 8 cm ($\lambda_{\max} = 0,050$ W/mK) o resistenza termica equivalente. In caso di ambienti interni la resistenza termica può essere ridotta del 50%. |
| L'accumulo deve essere installato in locali riscaldati o non riscaldati, non all'esterno. |

6.5 Ausiliari elettrici

L'Agenzia **richiede** i seguenti requisiti minimi:

Tab.18: Requisiti per ausiliari elettrici

| AUSILIARI ELETTRICI |
|--|
| Pompe di circolazione con IEE < 0,23 ⁽¹⁾ ad eccezione delle pompe del solare termico |
| Impianti ad aria: ventilatori dotati di variatore di velocità (funzionamento modulante) |
| Umidificatori e deumidificatori: sensori di umidità che ne permettano lo spegnimento al soddisfacimento delle esigenze. |
| <u>Note</u> (1) L'indicazione del "Regolamento 622/2012/CE" deve essere riportata sul prodotto o sull'imballaggio del prodotto. |

6.6 Impianti di Ventilazione meccanica controllata

L'Agenzia **consiglia** l'installazione di un sistema di ventilazione con immissione ed espulsione dell'aria con recupero del calore per il rinnovo controllato dell'aria negli ambienti riscaldati.

In generale, l'unità di ventilazione è composta da ventilatori per l'aria di immissione e di espulsione, filtri aria, scambiatori di calore aria-aria con recupero di calore ed eventualmente recuperatore igrometrico, apparecchiature di controllo e di regolazione e bocchette d'aria per indirizzare i flussi di emissione e di estrazione.

È possibile installare **unità di ventilazione sia centralizzate che decentralizzate** se soddisfano i seguenti requisiti minimi.

L'allegato B deve essere osservato per determinare le prestazioni della ventilazione.

6.6.1 Impianti di ventilazione centralizzati (unità canalizzate)

Nei sistemi di ventilazione centralizzati (impianti con unità canalizzate) il rinnovo dell'aria avviene tramite unità meccaniche di immissione e di espulsione dell'aria (con recupero di calore), questo significa che le macchine di ventilazione sono collegate a canali di aerazione. Lo scambiatore di calore per il trasferimento dell'energia termica sensibile o totale da un flusso d'aria all'altro può essere uno scambiatore di calore a recupero passivo, come superfici a piastre o tubi, a flusso parallelo, a flusso incrociato, in controcorrente o una combinazione di questi oppure uno scambiatore di calore rigenerativo.

La norma di riferimento per le caratteristiche tecniche testate è la UNI EN 13141-7.

Devono essere soddisfatti i seguenti requisiti minimi:

- Per edifici residenziali con più unità abitative: ogni unità abitativa deve essere dotata di un'unità di ventilazione in modo che il recupero di calore possa essere assegnato all'intero edificio nel calcolo energetico.
- L'unità di ventilazione deve essere dotata di bypass del recuperatore di calore (o tecnologie analoghe) per effettuare „Free-Cooling” durante la stagione di raffrescamento. Sono esclusi gli edifici in zona climatica F.
- Edifici residenziali: devono essere installate unità di ventilazione con portata variabile con almeno 3 velocità del ventilatore, gestibili facilmente dall'utente (direttamente dal pannello di controllo).

L'Agenzia **consiglia**:

- Edifici residenziali: scegliere l'unità di ventilazione in base alla portata di progetto $q_{v,d} \leq q_{v,ref} = 0,7 q_{v,max}$, ($q_{v,max}$ = portata d'aria massima)
- edifici residenziali: dimensionare l'impianto di ventilazione sulla base di una portata di riferimento $q_{v,ref} \geq$ portata di progetto $q_{v,d}$, tale da garantire un ricambio d'aria esterna di $n \geq 0,4$ vol/h
- l'elaborazione del progetto dell'impianto per un corretto dimensionamento e un corretto posizionamento delle bocchette e dei canali di ventilazione
- riduzione della portata d'aria esterna almeno a 0,2 vol/h in assenza di utenti
- un eventuale incremento della portata d'aria esterna durante il “Free-Cooling” estivo, senza che ciò comporti un peggioramento del comfort abitativo a causa di correnti d'aria e rumore
- regolazione automatica e proporzionale (modulante) del ventilatore tramite un inverter comandato da sensori di CO₂ o da sensori di presenza
- bilanciamento delle portate di immissione ed estrazione tramite il controllo del flusso (p.e. Variable Air Volume box) o di una unità di controllo della velocità dei ventilatori integrata nell'impianto di ventilazione

6.6.2 Impianti di ventilazione decentrale (unità non canalizzate)

Nei sistemi di ventilazione decentralizzati, il rinnovo dell'aria avviene tramite unità meccaniche di immissione e di espulsione dell'aria (con recupero di calore) che sono prive di canali di ventilazione. Le macchine di ventilazione non sono collegate con canali di ventilazione. Queste unità decentralizzate a singolo vano sono usate per il rinnovo dell'aria in un singolo ambiente. Perciò in un'unità abitativa possono essere necessarie più unità di ventilazione a singolo vano. Fanno eccezione le unità per uso pluriambiente. In questo caso le unità sono dotate di canali di areazione per distribuire l'aria in più vani ed è necessario un rapporto di prova specifico per l'impianto. Lo scambiatore di calore per il trasferimento dell'energia termica sensibile o totale da un flusso d'aria all'altro può essere uno scambiatore di calore a recupero passivo, come superfici a piastre o tubi, a flusso parallelo, a flusso incrociato, in controcorrente o una combinazione di questi oppure uno scambiatore di calore rigenerativo a doppio flusso o flussi alternati (push and pull).

La norma di riferimento per le caratteristiche tecniche testate è la EN 13141-8.

Si distinguono le due seguenti tipologie di sistemi decentrali:

Tipo A: macchina con immissione d'aria continua (doppio flusso: immissione ed estrazione separate)

Tipo B: macchina con immissione d'aria discontinua con cambiamento di flusso (il recupero calore di immissione ed espulsione avviene attraverso un singolo canale ciclicamente cambiando la direzione del flusso)

Devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- Per le unità di tipo A: le bocchette (esterne e interne) devono essere dotate di alette orientate in maniera contrapposta tra immissione ed estrazione.
- Edifici residenziali: installare almeno un apparecchio per ogni unità abitativa.
- Edifici residenziali: installare un'unità di ventilazione con portata variabile con almeno 3 velocità del ventilatore, gestibili facilmente dall'utente (direttamente dal pannello di controllo).

L'Agenzia **consiglia**:

- Edifici residenziali: scegliere un'unità di ventilazione sulla base di portata di progetto $q_{v,d} \leq q_{v,ref} = 0,7 q_{v,max}$, ($q_{v,max}$ = portata d'aria massima).
- Edifici residenziali: dimensionamento dell'impianto sulla base della somma delle portate di progetto $q_{v,d}$ tale da garantire un ricambio d'aria esterna di $n \geq 0,4$ vol/h
- riduzione della portata ad almeno 0,2 vol/h in assenza di persone
- livello di potenza sonora $L_{WA} \leq 24$ dB(A) ad almeno una delle velocità del ventilatore
- regolazione automatica e proporzionale (modulante) del ventilatore tramite un inverter comandato da sensori di CO₂ o da sensori di presenza
- bilanciamento delle portate di immissione ed estrazione tramite il controllo del flusso (p.e. Variable Air Volume box) o di una unità di controllo della velocità dei ventilatori integrata nell'impianto di ventilazione

7 REQUISITI PER EDIFICI OGGETTO DI RISANAMENTO ED ESISTENTI – IMPIANTI TECNICI

I requisiti degli impianti tecnici dell'edificio si applicano agli impianti sia al servizio di interi edifici che di singole unità immobiliari. Questi si distinguono in:

- requisiti minimi per impianti esistenti
- requisiti minimi in caso di sostituzione di impianti
- raccomandazioni – “Best Practice”

L'ottenimento del sigillo CasaClima R e della relativa targhetta sono vincolati al soddisfacimento di TUTTI i requisiti minimi del capitolo 7.

Impianti esistenti

Per “Impianti esistenti” si intendono gli impianti presenti in un edificio o unità immobiliare esistente non soggetti ad interventi di risanamento sostanziali.

Sostituzione di impianti

Per “Sostituzione di impianti” si intende la sostituzione o parziale di impianti esistenti (uno o più sottosistemi) in edifici o unità abitative, con conseguente modifica sostanziale o sostituzione totale dell'impianto.

Rientra nella categoria “sostituzione di impianto” anche la trasformazione di un impianto termico centralizzato in impianti termici individuali, nonché l'adeguamento impiantistico nelle singole unità immobiliari o zone di edificio. In caso di installazione di un impianto termico individuale in una unità immobiliare, si richiede il distacco dall'impianto termico centralizzato.

7.1 Sottosistema di generazione (Generatore di calore)

In caso di intervento di risanamento energetico dell'involucro termico su una singola unità immobiliare all'interno di un edificio plurifamiliare con impianto termico centralizzato non è necessario eseguire alcun intervento sul generatore di calore.

7.1.1 Generatore di calore esistente

Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R il generatore di calore esistente non dovrà essere sostituito se, a seguito delle operazioni di controllo, si accerta che il rendimento di combustione rilevato è superiore ai valori indicati in tabella 19. Una copia del rapporto di controllo di efficienza energetica deve essere inviata all'Agenzia.

Tab. 19: Valori limite per generatore di calore esistente

| GENERATORE DI CALORE ESISTENTE | | |
|---|------------------------------|---|
| Requisiti minimi (solo per CasaClima R) | | |
| Tipologie di generatori di calore | Data di installazione | Valore minimo consentito del rendimento di combustione [%] |
| Generatore di calore (tutti) | prima del 29.10.1993 | $82 + 2 \log P_n$ |
| | dal 29.10.1993 al 31.12.1997 | $84 + 2 \log P_n$ |
| Generatore di calore standard | dal 01.01.1998 al 07.10.2005 | $84 + 2 \log P_n$ |
| Generatore di calore a bassa temperatura | dal 01.01.1998 al 07.10.2005 | $87,5 + 1,5 \log P_n$ |
| Generatore di calore a gas a condensazione | dal 01.01.1998 al 07.10.2005 | $91 + 1 \log P_n$ |
| | dal 8.10.2005 | $89 + 2 \log P_n$ |
| Generatore di calore (tutti, salvo generatore di calore a gas a condensazione) | dal 8.10.2005 | $87 + 2 \log P_n$ |
| Generatori ad aria calda | prima del 29.10.1993 | $77 + 2 \log P_n$ |
| | dopo il 29.10.1993 | $80 + 2 \log P_n$ |
| Note | | |
| Se $P_n > 400$ kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW | | |
| Log P_n : logaritmo in base 10 della potenza utile nominale espressa in kW | | |
| Raccomandazioni | | |
| Scaldacqua elettrico | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • In presenza di generatore di calore esistente: si consiglia, laddove possibile, la coibentazione con 4 cm di isolante ($\lambda_{max} = 0,050$ W/mK) o con uno spessore con la stessa resistenza termica • In presenza di generatore di calore nuovo: si consiglia la sostituzione dello scaldacqua elettrico, se il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria è inferiore a 0,2 l/m² giorno (p.e. uffici) | | |
| Pompe di calore esistenti: verificare che la quantità e la pressione del gas siano quelle indicate dal produttore. | | |

7.1.2 Nuovi generatori di calore

Per le nuove pompe di calore sono **definiti** i seguenti **requisiti**:

Tab. 20: Requisiti per pompe di calore

| POMPE DI CALORE |
|---|
| Requisiti minimi |
| Dotate di variatore di velocità (p.e. inverter) ⁽¹⁾ |
| <u>Note</u> |
| (1) Solo per pompe di calore elettriche: Obbligatorio almeno un ventilatore a giri variabili. L'Agenzia consiglia pompe di calore con compressore modulante |

Per il calcolo energetico si utilizzano pompe di calore con le relative caratteristiche prestazionali, testate secondo EN 14511, che sono contenuti nella banca dati del software CasaClima.

Qualora si scelga una pompa di calore non presente nella banca dati, i dati richiesti dovranno essere documentati con un rapporto di prova in conformità alla EN 14511 rilasciato da un istituto di prova accreditato.

In assenza dei rapporti di prova, le prestazioni dichiarate dal produttore verranno inserite nel calcolo energetico con una riduzione del 30%.

Nel caso di installazione di pompe di calore aria/acqua in zone climatiche F, deve essere inserito nel calcolo energetico anche il valore di COP a $\theta_e \leq -7^\circ\text{C}$.

Nel caso in cui la pompa di calore venga utilizzata con sistemi di emissione di calore ad alta temperatura ($\theta_{\text{ingresso}} \geq 45^\circ\text{C}$) o sia dedicata alla produzione di acqua calda sanitaria, la dichiarazione o il certificato rilasciati da ente terzo dovranno contenere anche l'efficienza con $\theta_{\text{H}_2\text{O, out}} \geq 55^\circ\text{C}$.

Per pompe di calore a gas il rendimento GUE deve essere misurato in conformità alla norma UNI EN 14 511 (per pompe di calore a motore endotermico) e UNI EN 12309-2 (per pompe di calore ad assorbimento: valori di prova sul potere calorifico inferiore). Per pompe di calore endotermiche si applica un rapporto di trasformazione primario-elettrico pari a 0,4.

Per ricevere il sigillo di qualità CasaClima R, è necessario soddisfare anche i seguenti requisiti:

Tab. 21: Requisiti e raccomandazioni per le caldaie

| CALDAIE |
|--|
| Requisiti minimi per CasaClima R |
| Caldaie a condensazione |
| $\eta_{\text{tu}} > 93 + 2\log P_n$ e $\eta_{\text{tu},30} > 88 + 3\log P_n$ |
| Pluristadio, regolazione modulante su aria e gas, chiusura dell'aria comburente all'arresto. |

| Raccomandazioni | |
|--|--|
| Riscaldamento con terminali ad alta temperatura ⁽¹⁾ | $\theta_{rit,H} \leq 45^{\circ}\text{C}$ |
| Riscaldamento con terminali a bassa temperatura | $\theta_{rit,H} \leq 35^{\circ}\text{C}$ |
| <p>Note</p> <p>(1) Con alta temperatura si intendono terminali di emissione con $\theta_{ingresso} \geq 45^{\circ}\text{C}$. Se $P_n > 400\text{kW}$ si applica il limite corrispondente a $P_n = 400\text{ kW}$</p> <p>η_{tu} e $\eta_{tu,30}$ riferiti a $80^{\circ}\text{C}/60^{\circ}\text{C}$ con terminali ad alta temperatura o per caldaie dedicate all'acqua calda sanitaria da scheda tecnica</p> <p>η_{tu} e $\eta_{tu,30}$ riferiti a $50^{\circ}\text{C}/30^{\circ}\text{C}$ con terminali a bassa temperatura da scheda tecnica</p> | |

Tab. 22: Requisiti e raccomandazioni per i generatori di calore a biomassa

| GENERATORI DI CALORE A BIOMASSA | | | | |
|---|--|--------------------------------------|------------------------|------------------|
| Requisiti minimi per CasaClima R | | | | |
| Potenza modulabile, ventilatore, serbatoio inerziale ⁽¹⁾ | | | | |
| Caldaie a biomassa $P_n \leq 500\text{ kW}$ ⁽²⁾ | Caldaie a biomassa $P_n > 500\text{ kW}$ ⁽²⁾ | Stufe e termocamini a pellet | Termocamini a legna | Stufe a legna |
| $\eta_{tu} \geq 87\% + \log P_n$ ⁽³⁾ | $\eta_{tu} \geq 89\%$ ⁽³⁾ | $\eta_{tu} \geq 85\%$ ⁽³⁾ | | |
| Raccomandazioni | | | | |
| Biomasse combustibili ricadenti tra quelle ammissibili ai sensi dell'allegato X alla parte 5 del D.lgs. 152/2006 e successive modifiche e integrazioni. Utilizzo di pellet secondo UNI EN 14961-2 o cippato secondo UNI EN 14961-4 conformi alle classi di qualità A1 e A2. | | | | |
| Locale per lo stoccaggio della biomassa: Volume $> 0,9\text{ m}^3/\text{kW}$ e aperture di aerazione. | | | | |
| Istruzioni di progettazione consigliate per il deposito di pellet: deposito con apertura per riempimento e apertura per lo sfiato, svassi interni a 45° , presenza di gommapiuma sul muro opposto al foro di riempimento per evitare la frantumazione del pellet nella fase di riempimento; rispetto di tutti i requisiti stabiliti dalle norme antincendio. | | | | |
| <p>Note</p> <p>(1) Per le caldaie a biomassa ad alimentazione manuale del combustibile, si raccomanda un accumulo termico dimensionato in accordo con quanto previsto dalla norma UNI EN 303-5; per le caldaie ad alimentazione automatica, si raccomanda che l'accumulo termico non sia inferiore a 20 litri/kW_t.</p> <p>(2) Certificato da un istituto di prova accreditato che attesti la conformità alla classe 5 della norma UNI EN 303-5</p> <p>(3) Dichiarazione dal produttore indicando il tipo di combustibile utilizzato</p> | | | | |

Tab. 23: Requisiti per pompe di calore elettriche

| POMPE DI CALORE CON COMPRESSORI ELETTRICI | | | | | | |
|---|---|---|--------------------|---|---|--------------------|
| Requisiti minimi per CasaClima R | | | | | | |
| TIPO | RISCALDAMENTO | | | RAFFRESCAMENTO | | |
| | Esterno | Interno | COP _{min} | Esterno | Interno | EER _{min} |
| Aria – Aria | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 15^{\circ}\text{C}$ | 3,9 | $\theta_{b,s} = 35^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 24^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 27^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 19^{\circ}\text{C}$ | 3,1 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 15^{\circ}\text{C}$ | 2,7 | | | |
| Aria – Acqua ($P_n < 35\text{kW}$) | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 3,8 | $\theta_{b,s} = 35^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 24^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 23^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 18^{\circ}\text{C}$ | 3,5 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 2,7 | | | |
| Aria – Acqua ($P_n > 35\text{kW}$) | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 3,1 | $\theta_{b,s} = 35^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 24^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 23^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 18^{\circ}\text{C}$ | 3 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 2,7 | | | |
| Salamoia – Aria | $\theta_{\text{sal},in} = 0^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 15^{\circ}\text{C}$ | 4,3 | $\theta_{\text{sal},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{sal},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 27^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 19^{\circ}\text{C}$ | 4 |
| Salamoia – Acqua | $\theta_{\text{sal},in} = 0^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 4,3 | $\theta_{\text{sal},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{sal},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 23^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 18^{\circ}\text{C}$ | 4 |
| Acqua – Aria | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 15^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 12^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 15^{\circ}\text{C}$ | 4,7 | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 27^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 19^{\circ}\text{C}$ | 4 |
| Acqua – Acqua | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 10^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 5,1 | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 23^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 18^{\circ}\text{C}$ | 4,5 |
| <p><u>Note:</u> COP ed EER misurati in conformità alla norma EN 14511 - EN14825 - EN16147</p> | | | | | | |

Tab. 24: Requisiti per pompe di calore a gas

| POMPE DI CALORE A GAS | | | | |
|---|--|---|--|-----------------------|
| Requisiti minimi per CasaClima R | | | | |
| TIPO | RISCALDAMENTO | | | RAFFRESCAMENTO |
| | Esterno | Interno | | GUE _{min} |
| Aria - Aria | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,46 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,10 |
| Aria - Acqua | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{in}}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{out}}$ | 1,38 |
| | | 30°C | 40°C ⁽¹⁾ | |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}$ | 30°C | 40°C ⁽¹⁾ | 1,10 |
| | | 30°C | 35°C ⁽²⁾ | |
| Salamoia - Aria | $\theta_{\text{sal}, \text{in}} = 0^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,59 |
| Salamoia - Acqua | $\theta_{\text{sal}, \text{in}} = 0^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{in}}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{out}}$ | 1,47 |
| | | 30°C | 40°C ⁽¹⁾ | |
| | | 30°C | 35°C ⁽²⁾ | |
| Acqua - Aria | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{in}} = 10^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,60 |
| Acqua - Acqua | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{in}} = 10^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{in}}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},\text{out}}$ | 1,56 |
| | | 30°C | 40°C ⁽¹⁾ | |
| | | 30°C | 35°C ⁽²⁾ | |

0,6

Note:
GUE misurato in conformità alla norma UNI EN 14511 (per pompe di calore a motore endotermico) e UNI EN 12309-2 (per pompe di calore ad assorbimento. Valori di prova sul potere calorifico inferiore)
Per pompe di calore endotermiche si considera un rapporto di trasformazione primario-elettrico pari a 0,4.
(1) Per pompe di calore ad assorbimento
(2) Per pompe di calore a motore endotermico

Tab. 25: Requisiti per riscaldamento elettrico

| RISCALDAMENTO ELETTRICO |
|---|
| Requisiti minimi per CasaClima R |
| <p>Se il riscaldamento elettrico è l'unico sistema di riscaldamento dell'edificio, si applicano i seguenti requisiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenza specifica di riscaldamento $P < 15 \text{ W/m}^2$ • Centralina elettronica per la valutazione delle priorità (contenimento delle potenze elettriche richieste) |

Tab. 26: Requisiti per gli scaldacqua elettrici

| SCALDACQUA ELETTRICI |
|--|
| Requisiti minimi per CasaClima R |
| <p>Coibentazione: spessore minimo 8 cm ($\lambda_{\max} = 0,050 \text{ W/mK}$) o uno spessore di isolante con la stessa resistenza termica. Se l'accumulatore si trova in locali riscaldati la resistenza termica può essere ridotta del 50%. L'accumulo non può essere installato all'esterno.</p> |
| <p>L'agenzia consiglia una delle seguenti tipologie o configurazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scaldacqua a pompa di calore con COP $\geq 2,6$ ⁽¹⁾ • Scaldacqua elettrico collegato all'impianto solare termico ⁽²⁾ • Scaldacqua elettrico con recupero di calore da impianti di raffrescamento ⁽²⁾ • Scaldacqua elettrico collegato ad un impianto fotovoltaico ⁽³⁾ |
| <p><u>Note</u></p> <p>(1) COP misurato in conformità alla UNI EN 16147 (2) Collegato eventualmente anche al generatore di calore. (3) Centralina elettronica che preveda l'accensione della resistenza elettrica quando è disponibile energia elettrica dal fotovoltaico.</p> |

7.2 Trattamento dell'acqua (Raccomandazione)

In caso di sostituzione del generatore (con o senza produzione di acqua calda sanitaria) si consiglia di installare un impianto per il trattamento dell'acqua per ridurre i costi di gestione e di energia, per ottimizzare il rendimento e per garantire l'affidabilità dei sistemi di regolazione come pompe e valvole e aumentare la durata di vita dell'intero impianto.

Tab. 27 Raccomandazioni per il trattamento dell'acqua

| TRATTAMENTO DELL'ACQUA | |
|---|---|
| Raccomandazioni | |
| Per tutti gli impianti: | filtraggio e trattamento chimico secondo UNI 8065 |
| In caso di potenza termica al focolare $P > 100 \text{ kW}$ e durezza acqua di alimentazione $\geq 15^\circ\text{fH}$: | filtraggio, trattamento chimico e addolcimento secondo UNI 8065 |

7.3 Rinnovo del sottosistema di regolazione

I requisiti si applicano in caso di sostituzione del generatore di calore. Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R i requisiti valgono anche per generatori esistenti (laddove tecnicamente possibile).

Tab. 28: Requisiti per il sottosistema di regolazione

| SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE | | | |
|---|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Requisiti minimi | Unità immobiliare | | Edificio |
| | impianto autonomo | impianto centralizzato | |
| Modulo di contabilizzazione del calore per ciascuna unità immobiliare o per ciascun corpo scaldante (ripartitori) | | | X⁽¹⁾ |
| Centralina di termoregolazione programmabile per ogni generatore di calore, pilotata da una sonda climatica esterna (posizionata in ombra sul lato nord dell'edificio), regolazione delle temperature del fluido termovettore in base alle condizioni climatiche esterne oppure in base alla temperatura di ritorno. | X⁽²⁾ | | X⁽²⁾ |
| Centralina di termoregolazione programmabile per ciascuna unità immobiliare, pilotata da una o più sonde di misura della temperatura ambiente, che consenta la regolazione della temperatura ambiente su due livelli di temperatura nell'arco delle 24h. Essa deve inoltre consentire anche una programmazione settimanale o mensile, in modo da permettere lo spegnimento o l'attenuazione dell'impianto nei periodi di non occupazione. | X | X⁽³⁾ | X⁽³⁾ |
| Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o zone con caratteristiche d'uso ed esposizione uguali (p.e. valvole termostatiche) | X⁽⁴⁾ | X⁽⁴⁾ | X⁽⁴⁾ |
| <p><u>Note</u></p> <p>(1) Solo per edifici residenziali plurifamiliari con impianto centralizzato</p> <p>(2) Solo in caso di sostituzione del generatore di calore</p> <p>(3) Solo in caso di sostituzione del generatore di calore. Possibilità di derogare in caso di interventi su impianto esistente centralizzato a colonne montanti direttamente sui radiatori. In questo caso dovranno essere installati dispositivi per la regolazione della temperatura nei singoli locali (p.e. valvole termostatiche)</p> <p>(4) Solo con terminali a bassa inerzia termica (radiatori e convettori). Si consiglia che, in caso di regolazione di zona, il tecnico incaricato valuti il raggruppamento dei diversi locali, che sarà ritenuto idoneo sulla base delle caratteristiche d'uso ed esposizione di ciascuno di essi, onde evitare il surriscaldamento di singoli ambienti a causa degli apporti termici.</p> | | | |

7.4 Sottosistema di distribuzione

I requisiti si applicano in caso di sostituzione degli impianti. Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R i requisiti valgono anche per gli impianti esistenti (laddove tecnicamente possibile).

I requisiti riportati riguardano le tubazioni dell'impianto di riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.

Tab. 29: Requisiti e raccomandazioni per il sottosistema di distribuzione

| SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE |
|---|
| Requisiti minimi |
| Impianti esistenti (CasaClima R) Coibentazione di tutte le tubazioni di distribuzione accessibili secondo le norme vigenti |
| Sostituzione di impianti Coibentazione di tutte le tubazioni di distribuzione secondo le norme vigenti |
| Raccomandazioni |
| Riscaldamento a bassa temperatura È consigliabile non collegare ai circuiti ad alta temperatura terminali a bassa temperatura (p.es. termo arredi nei bagni). Nel caso vengano installati terminali misti (acqua calda con integrazione elettrica), dovrebbero essere separabili dal circuito di riscaldamento (la mandata e il ritorno possono essere interrotti) per evitare che l'intero fluido riscaldante venga riscaldato durante il funzionamento elettrico. |
| Raffrescamento: Si consiglia di non collegare circuiti di acqua refrigerata per la deumidificazione (tipicamente 7°C/12°C), allo stesso refrigeratore che alimenta i pannelli radianti alimentati con acqua 18°C (temperatura standard). Essa, quando necessaria, deve essere garantita con deumidificatori con compressore integrato o attraverso una batteria fredda posta nel sistema di ventilazione, alimentata da un generatore dedicato. |
| Impianto centralizzato Si consiglia la verifica da un tecnico qualificato che attesta: <ul style="list-style-type: none">• Il corretto bilanciamento idraulico, in caso di nuovo impianto o sostituzione d'impianto di un edificio• la sostituzione dell'impianto di una singola unità immobiliare non comprometta la corretta equilibratura dell'impianto centralizzato esistente dell'edificio.• Conferma scritta dell'installatore che le impostazioni sono state eseguite correttamente in conformità al progetto e alla relazione tecnica. |

7.5 Sottosistema d'accumulo

I requisiti si applicano nella sostituzione di impianti. Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R i requisiti valgono anche per gli impianti esistenti (laddove tecnicamente possibile).

Tab. 30: Requisiti per il sottosistema di accumulo

| SOTTOSISTEMA D'ACCUMULO |
|---|
| Requisiti minimi |
| <p>Impianti esistenti (CasaClima R) Coibentazione: spessore minimo 4 cm ($\lambda_{\max} = 0,050 \text{ W/mK}$) o uno spessore di isolante con la stessa resistenza termica (ad eccezione degli accumuli in locali riscaldati)</p> |
| <p>Sostituzione d'impianti Coibentazione: spessore minimo 8 cm ($\lambda_{\max} = 0,050 \text{ W/mK}$) o uno spessore di isolante con la stessa resistenza termica. Resistenza termica ridotta del 50% per gli accumuli in locali riscaldati. Solo accumuli che sono accoppiati con uno scaldacqua solare possono essere installati all'esterno</p> |

7.6 Ausiliari elettrici

I requisiti si applicano nella sostituzione di impianti. Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R i requisiti valgono anche per gli impianti esistenti (laddove tecnicamente possibile).

I requisiti riportati riguardano gli ausiliari dell'impianto di riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.

Tab. 31: Requisiti per gli ausiliari elettrici

| AUSILIARI ELETTRICI |
|---|
| Requisiti minimi |
| <p>Impianti esistenti (CasaClima R): Pompe con IEE < 0,23⁽¹⁾ o classe energetica "A" su tutte le montanti principali ⁽²⁾</p> |
| <p>Sostituzione di Impianti Pompe con IEE < 0,23⁽¹⁾ o classe energetica "A" (ad eccezione delle pompe del solare termico) Pompe di ricircolo per acqua calda sanitaria temporizzate (o altri controlli per l'interruzione del funzionamento giornaliero) Impianti di riscaldamento ad aria: ventilatori dotati di variatore di velocità (funzionamento modulante) Umidificatori e deumidificatori: sensori di umidità per il controllo, che permettano lo spegnimento al raggiungimento delle condizioni desiderate.</p> |
| <p><u>Note</u> (1) L'indicazione ai sensi del Regolamento 622/2012/CE deve essere riportata sulla targhetta o sull'imballaggio del prodotto. (2) Per edifici esistenti con impianto centralizzato e almeno 4 appartamenti o almeno due piani</p> |

7.7 Impianti di Ventilazione meccanica controllata

I seguenti requisiti minimi si applicano a tutte le macchine con scambiatore di calore sia nel caso di certificazione energetica CasaClima che per l'ottenimento del sigillo CasaClima R.

Si distinguono sistemi centrali, dotati di canali di distribuzione dell'aria e sistemi decentrali che sono senza canali di distribuzione dell'aria.

L'Agenzia **raccomanda** l'installazione di un sistema di ventilazione con recupero del calore.

7.7.1 Impianti di ventilazione esistenti – edifici non residenziali

Gli impianti esistenti **devono** soddisfare i seguenti requisiti:

- Impianti senza recupero di calore: fornire l'impianto di un recuperatore di calore ⁽¹⁾ con bypass
- Impianti con recupero di calore: deve essere verificato il funzionamento del recupero di calore
- Coibentazione dei canali esistenti accessibili
- Rapporto di controllo di efficienza energetica

(1) $\eta_{e,d} \geq 80\%$ per recuperatori a flusso incrociato controcorrente alla portata di progetto e con flussi di massa bilanciati
 $\eta_{e,d} \geq 60\%$ per tutte le altre tipologie alla portata di progetto e con flussi di massa bilanciati

L'Agenzia **consiglia**:

- Pulizia di canali e filtri (raccomandata manutenzione periodica)
- Verifica delle portate di immissione alle bocchette ed una eventuale regolazione dell'impianto per ottimizzare la portata e la distribuzione dell'aria
- Installazione di sensori di temperatura, umidità, CO₂ nell'ambiente interno per regolare il funzionamento dell'impianto
- Regolazione dell'impianto in modo da ridurre o spegnere il funzionamento nei momenti di scarsa occupazione. Ottimizzare la portata d'aria in relazione alle effettive esigenze di ricambio e trattamento dell'aria, per ridurre il consumo di energia.

7.7.2 Impianti di ventilazione di nuova installazione

In caso di impianti di ventilazione di nuova installazione si devono rispettare i requisiti e consigli descritti nel punto 6.6.

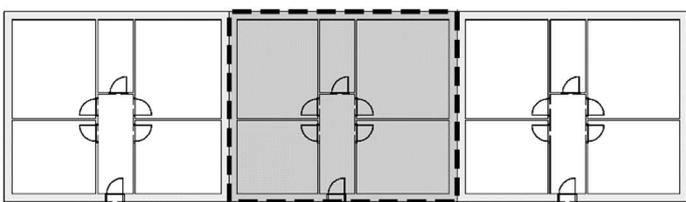
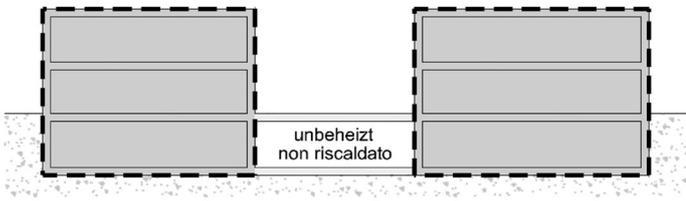
Negli edifici residenziali risanati o esistenti con più unità abitative, per il calcolo energetico non è necessario installare un sistema di ventilazione in ogni unità abitativa.

8 ALLEGATO A – INDICAZIONI PER IL CALCOLO ENERGETICO

A.1 Definizione dell'involucro termico

L'involucro termico dell'edificio è delimitato dalle superfici disperdenti dell'edificio o di parte dell'edificio definite nel calcolo energetico.

Tab. A1: Involucro termico

| DETERMINAZIONE DELL' INVOLUCRO TERMICO | |
|---|--|
| <p>Nei casi di edifici contigui (p.e. villette a schiera) si può definire l'involucro termico come indipendente se esso ha una propria struttura edilizia (muro divisorio dell'edificio) che è continua dalle fondazioni fino alla copertura.</p> | <p>Grundriss - pianta</p>  <p>--- zu zertifizierende Gebäudehülle - involucro oggetto di certificazione</p> |
| <p>I complessi edilizi con "n" involucri edilizi collegati da strutture non riscaldate devono presentare "n" domande di certificazione, anche se l'edificio dispone di un impianto tecnico centrale (riscaldamento centralizzato). Le zone dell'edificio dedicate a un uso diverso dalla zona principale non devono essere incluse nel calcolo energetico.</p> | <p>Schnitt - sezione</p>  <p>--- zu zertifizierende Gebäudehülle - involucro oggetto di certificazione</p> |

Per complessi edilizi con più involucri termici, è possibile effettuare una classificazione CasaClima per ogni involucro edilizio o, in alternativa, una classificazione ponderata sulla superficie netta riscaldata dell'intero complesso edilizio.

A.2 Volume lordo riscaldato V_B

Il volume lordo riscaldato è definito dall'involucro termico dell'edificio. Questo corrisponde di norma alle dimensioni esterne dell'edificio.

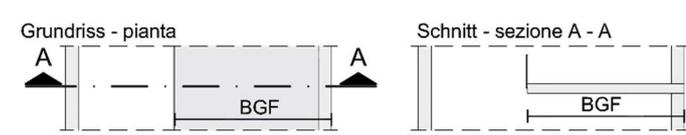
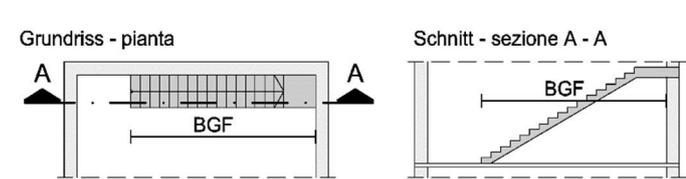
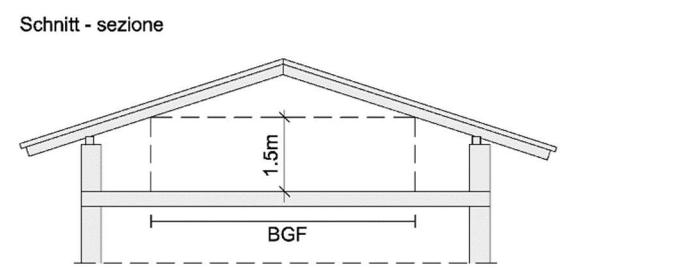
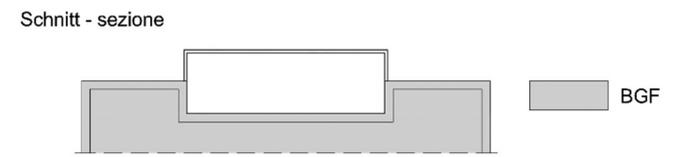
A.3 Superficie lorda riscaldata

La superficie lorda riscaldata è l'area per piano racchiusa dai componenti esterni che formano l'involucro riscaldato dell'edificio, compreso lo spessore del componente esterno, ad esempio la parete esterna.

La somma delle superfici lorde riscaldate di un edificio e il volume lordo associato devono essere inseriti nel calcolo energetico.

Se nel calcolo energetico viene inserita la somma delle superfici nette riscaldate, è necessario inserire anche il volume netto riscaldato. Questo corrisponde alle dimensioni interne dell'involucro dell'edificio, senza gli spessori dei soffitti e delle pareti interne. Nel calcolo della superficie lorda è necessario tenere conto dei seguenti casi particolari:

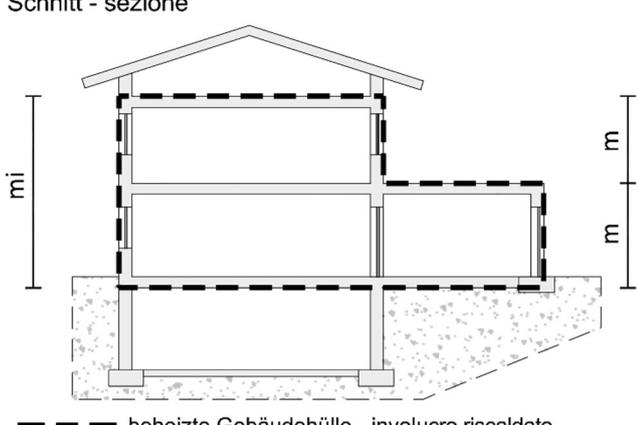
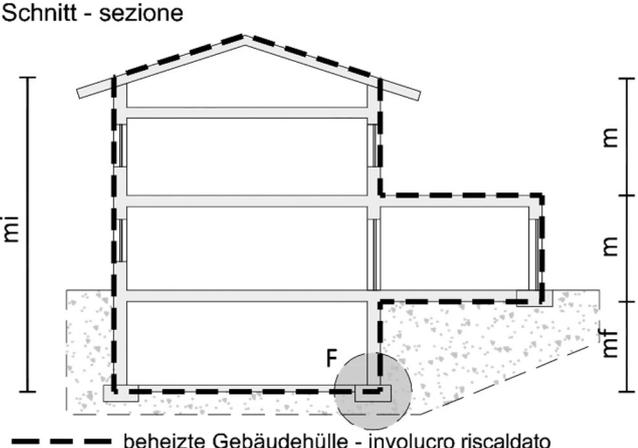
Tab. A2: Superficie lorda riscaldata BGF_B

| CASI PARTICOLARI DI CALCOLO DI SUPERFICIE LORDA RISCALDATA | |
|--|--|
| <p>Aperture dei solai: (per esempio, spazi a doppia altezza) sono escluse dal calcolo della superficie lorda dei piani.</p> |  |
| <p>Scale all'interno dell'involucro riscaldato: vengono incluse nel calcolo della superficie lorda riscaldata ad ogni piano considerando la proiezione della loro superficie in pianta.</p> |  |
| <p>Sottotetti climatizzati con coperture inclinate: L'area considerata per il calcolo della superficie lorda riscaldata è quella che ha un'altezza utile netta $\geq 1,5$ m. (Climatizzato = collegato a impianto di riscaldamento).</p> |  |
| <p>Serre non riscaldate, logge vetrate e chiuse su ogni lato: la superficie lorda riscaldata è definita dalla parete che divide l'involucro riscaldato dalla serra o dalla loggia.</p> |  |

A.4 Superfici disperdenti dell'involucro termico

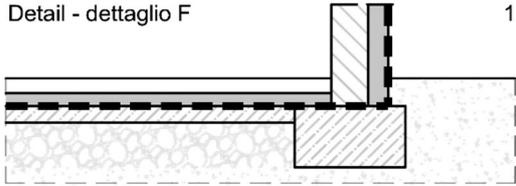
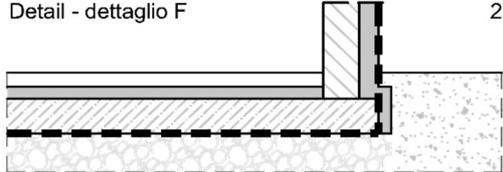
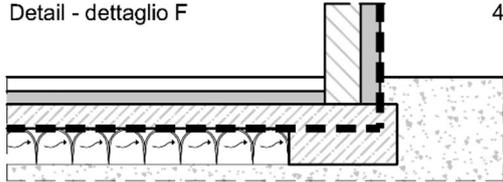
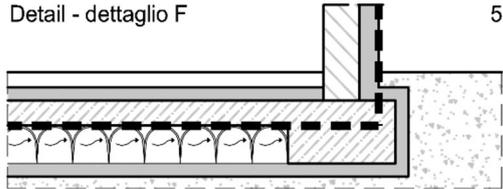
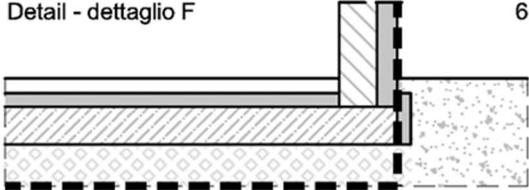
Le superfici disperdenti sono le superfici lorde degli elementi costruttivi che costituiscono l'involucro termico.

Tab. A3: superfici disperdenti

| DETERMINAZIONE DELL'INVOLUCRO TERMICO | |
|---|---|
| <p>L'altezza lorda m_i delle superfici disperdenti deve essere misurata all'esterno, cioè dal bordo superiore della struttura del pavimento dell'ultimo soffitto al bordo inferiore del primo soffitto, compresi lo spessore del soffitto e la struttura del pavimento.</p> | <p>Schnitt - sezione</p>  <p>--- beheizte Gebäudehülle - involucro riscaldato</p> |
| <p>L'altezza lorda m_i delle superfici disperdenti deve essere misurata all'esterno, cioè dal bordo superiore del tetto al collegamento con la fondazione.</p> <p>Le altezze m_i e m_f dipendono dal tipo di fondazione, vedere la tabella A4 dei collegamenti di fondazione "Dettaglio Fi".</p> | <p>Schnitt - sezione</p>  <p>--- beheizte Gebäudehülle - involucro riscaldato</p> |

Per i solai degli ambienti riscaldati contro terreno si deve fare riferimento alla Tabella A4 sotto riportata, prendendo la misura dell'altezza lorda delle superfici disperdenti m_f fin dove indicata dalla linea tratteggiata.

Tab. A4: Fondazione „Dettaglio F_i “

| VARIANTI SU FONDAZIONE | TIPO DI DETTAGLIO FONDAMENTA F | N. |
|---|--|----|
| Fondazione continua | Detail - dettaglio F  | 1 |
| Platea di fondazione | Detail - dettaglio F  | 2 |
| Vespaio areato La trasmittanza termica U deve essere calcolata considerando solo la stratigrafia dell'elemento strutturale fino allo strato d'aria dell'intercapedine. | Detail - dettaglio F  | 4 |
| Solaio su vespaio areato con isolamento sottostante. La trasmittanza termica U deve essere calcolata considerando solo la stratigrafia dell'elemento strutturale fino allo strato d'aria dell'intercapedine. | Detail - dettaglio F  | 5 |
| Solaio su ghiaia di vetro cellulare o materiale isolante simile. Questo vale solo se l'isolamento non è in acqua. In caso contrario, è necessario utilizzare il tipo di "platea di fondazione" (n. 2). | Detail - dettaglio F  | 6 |

A.5 Semplificazione del calcolo dell'involucro termico del vano scala e vano ascensore

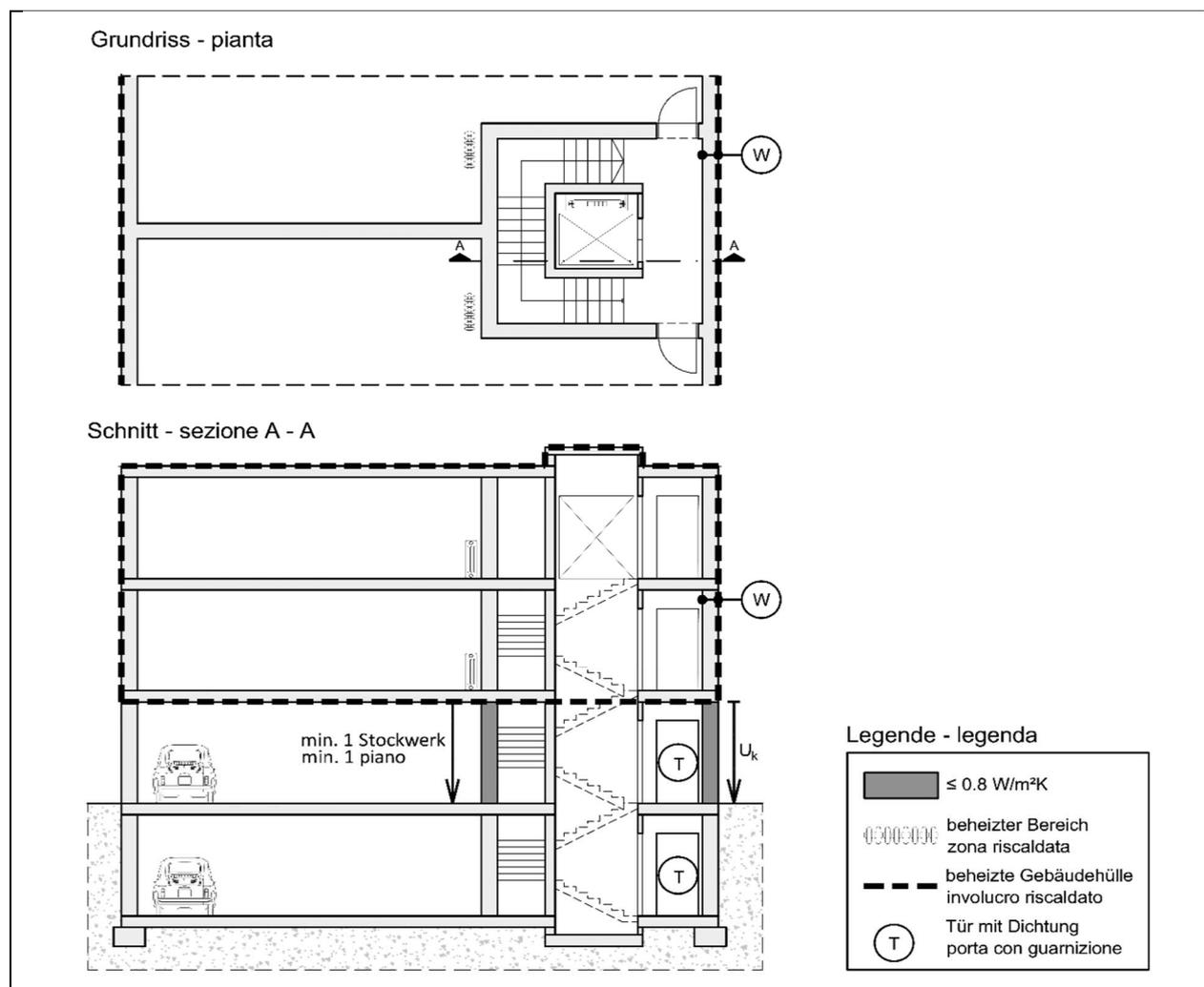
In base alla tipologia dei vani scala/ascensore si possono applicare le seguenti semplificazioni per il calcolo energetico:

TIPO 1: vano scala incluso nell'involucro riscaldato con porte di separazione (T) nel piano non riscaldato sottostante

La superficie orizzontale del vano scala, che separa il piano riscaldato dal piano non riscaldato, viene considerata come solaio verso vano non riscaldato solo nel caso in cui al piano non riscaldato sottostante siano installate delle porte (T).

Le porte (T) devono essere dotate di guarnizioni lungo tutto il perimetro. Le pareti del vano scala verso vani non riscaldati devono avere valore di trasmittanza termica $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

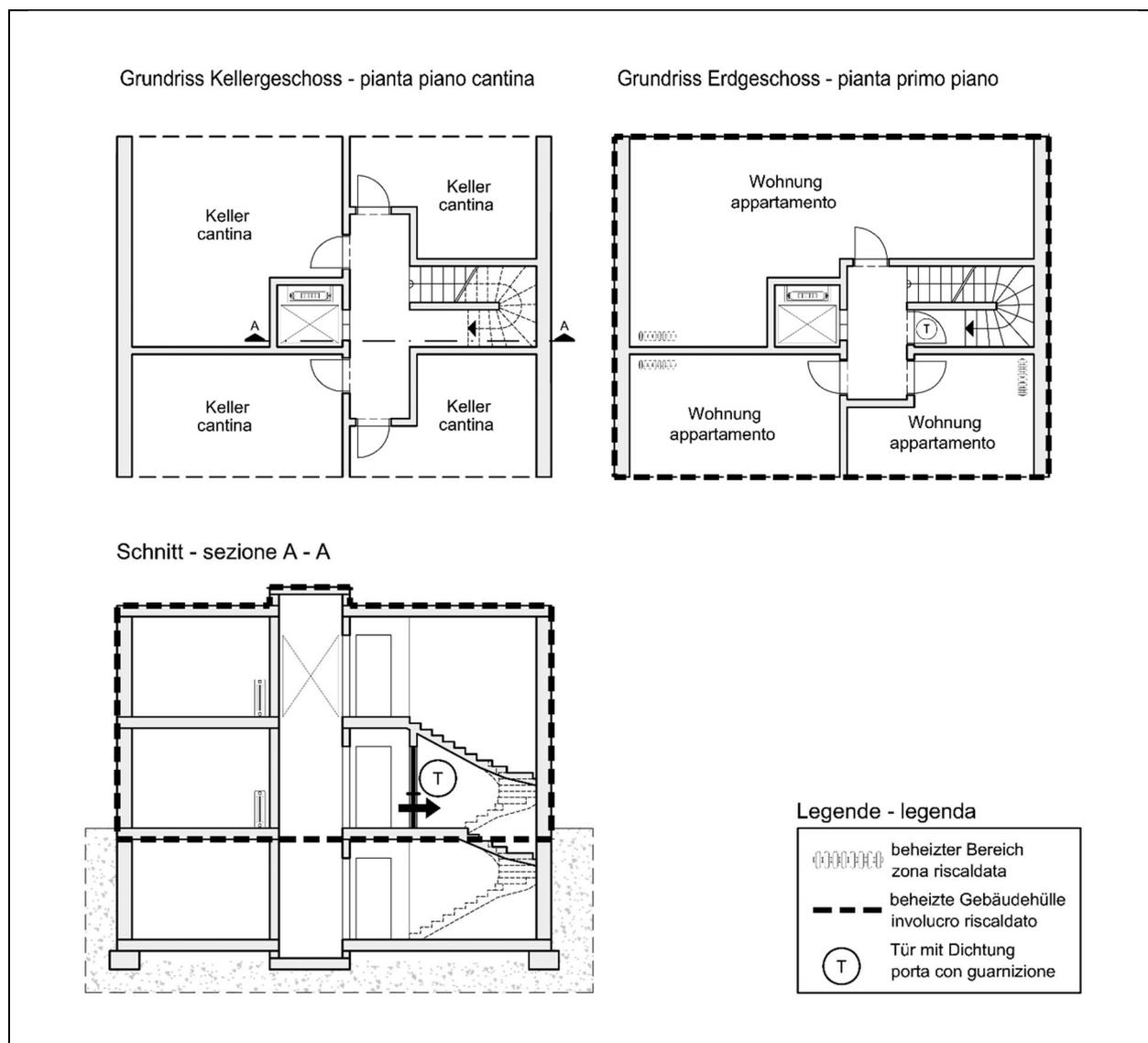
In caso di edifici plurifamiliari le porte di accesso alle singole unità devono essere a tenuta all'aria.



**TIPO 2: vano scala incluso nell'involucro riscaldato
con porta di separazione nel piano riscaldato-SOLO PER RISANAMENTI E PER
EDIFICI NUOVI MONOFAMILIARI / CASE A SCHIERA**

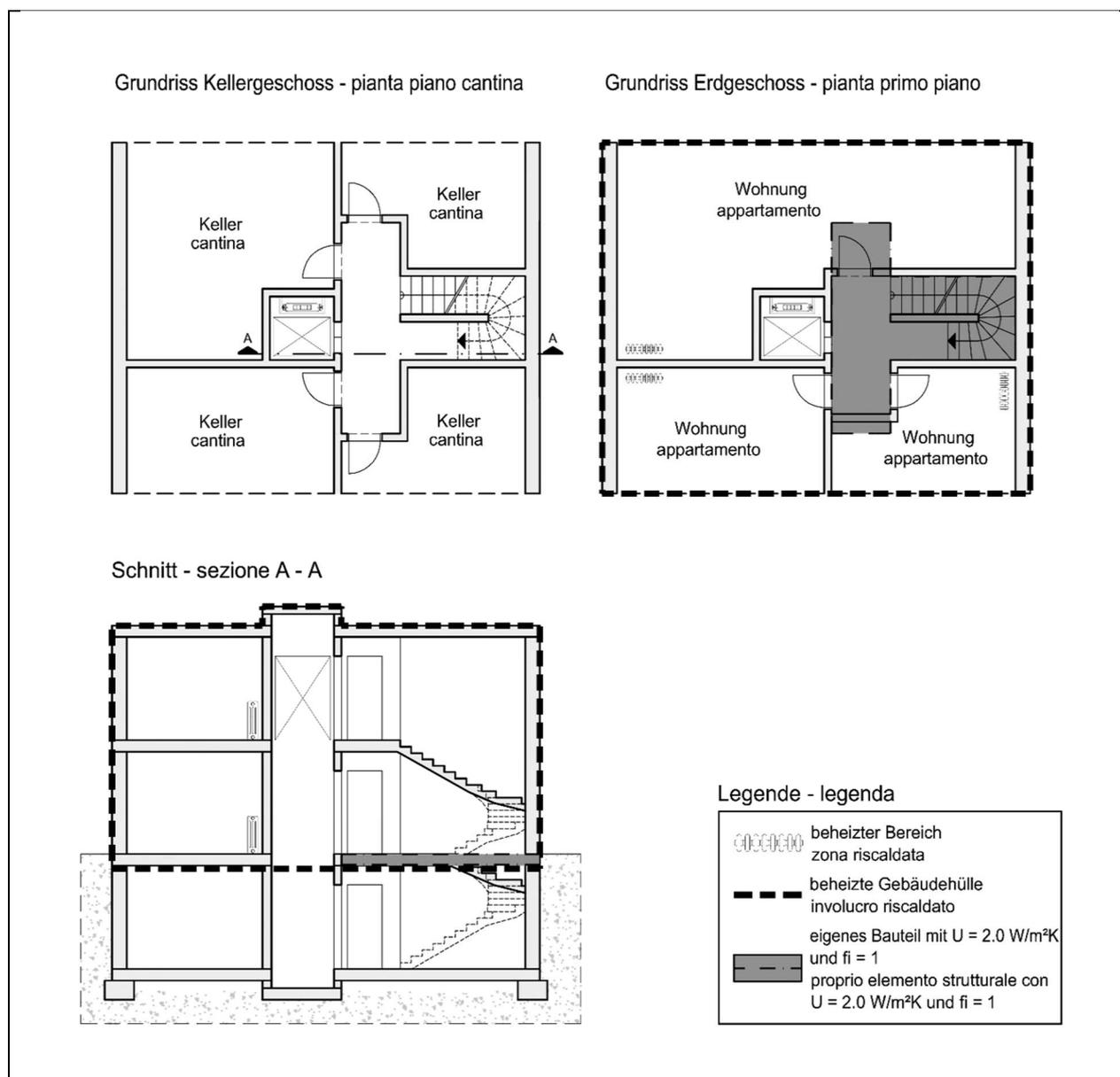
La superficie orizzontale del vano scala, che separa il piano riscaldato dal piano non riscaldato, viene considerata come soffitto verso vano non riscaldato solo nel caso in cui al piano riscaldato più basso sia installata una porta (T). La porta deve separare il vano scala riscaldato da quello non riscaldato.

La porta (T) deve essere dotata di guarnizioni lungo tutto il perimetro.



TIPO 3: vano scala incluso nell'involucro riscaldato
privo di porta di separazione, sia al piano riscaldato sia al piano non riscaldato
sottostante – SOLO PER RISANAMENTI

La superficie orizzontale del vano scala del piano non riscaldato, che divide il vano scala del piano non riscaldato dal vano scala del piano riscaldato, viene inserito nel calcolo energetico come un elemento separato fittizio con un valore di trasmittanza termica $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $f_i = 1,0$.

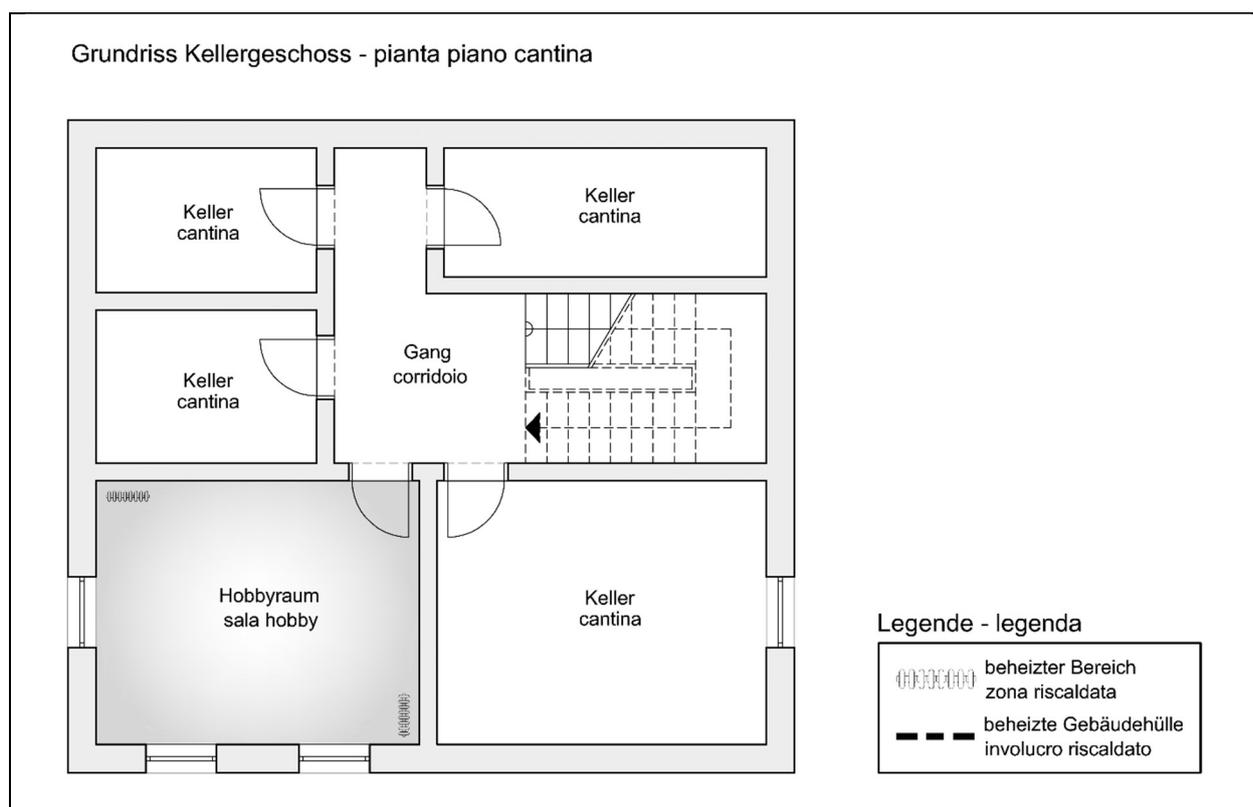


A.6 Vani riscaldati esterni all'involucro riscaldato

Valido per risanamenti e risanamenti con ampliamento.

Vani o "zone" (per es. sala hobby, spazio di lavoro, ecc.) che non sono riscaldati in modo continuativo si possono escludere dal calcolo CasaClima se vengono rispettate le seguenti condizioni:

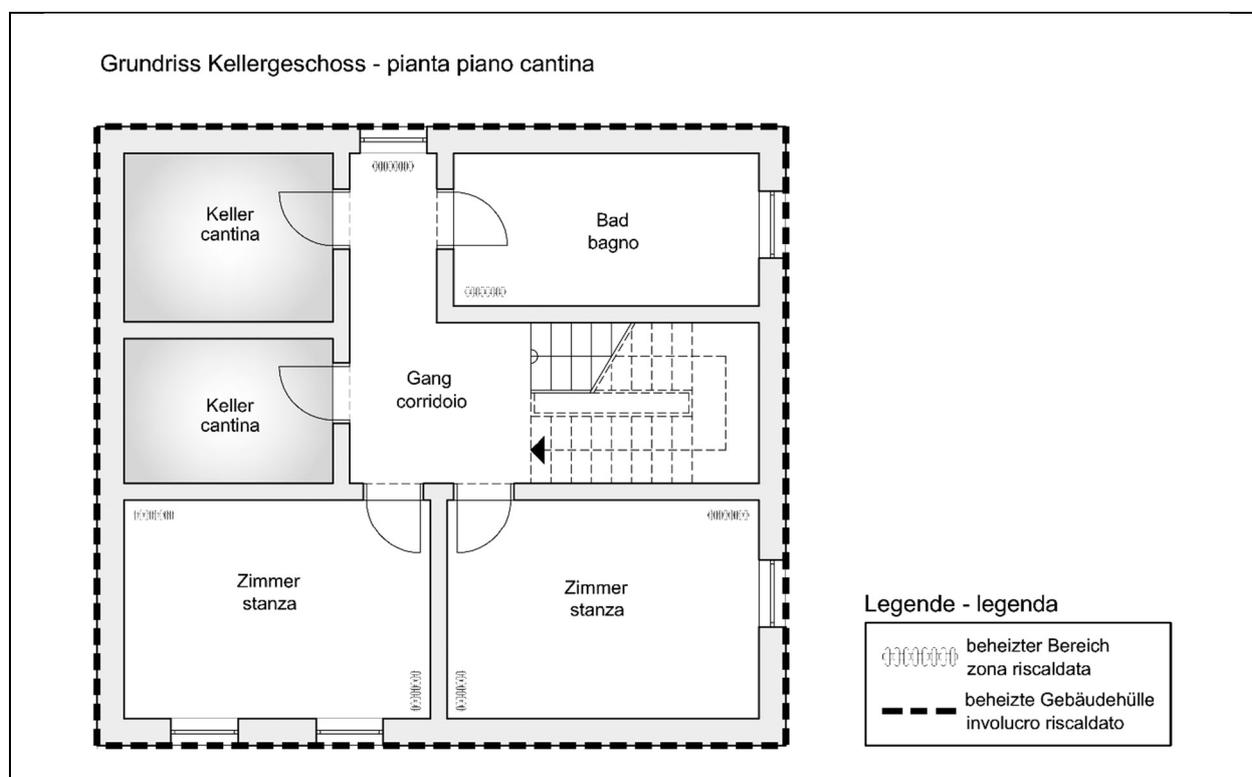
- il proprietario/la proprietaria deve dichiarare per iscritto tramite e-mail all'Agenzia che la zona non è adibita ad uso residenziale, né ad ufficio, negozio o locale con temperatura di esercizio costante come nel residenziale e che nella zona non vi è presenza costante di persone. L'utilizzo di queste zone deve essere documentato mediante foto
- il circuito di riscaldamento di queste zone deve risultare indipendente dal circuito principale di riscaldamento dell'edificio (presenza di una valvola o simile da documentare con foto)
- pareti e solai che separano le zone riscaldate dalle zone non riscaldate in modo continuativo devono essere considerate nel calcolo con un fattore di temperatura $f_i = 0,50$



A.7 Vani non riscaldati interni all'involucro riscaldato

I vani o le zone non riscaldati o riscaldati in modo non continuativo che si trovano all'interno dell'involucro riscaldato possono essere considerati nel calcolo energetico, se tutti i punti seguenti vengono rispettati:

- le superfici esterne dei vani non riscaldati o riscaldati in modo non continuativo vengono inserite nel calcolo come superfici disperdenti
- il volume lordo dei vani non riscaldati o riscaldati in modo non continuativo viene inserito nel volume lordo riscaldato (V_B) del calcolo
- la superficie lorda dei vani non riscaldati o riscaldati in modo non continuativo non viene inserita nella superficie lorda riscaldata

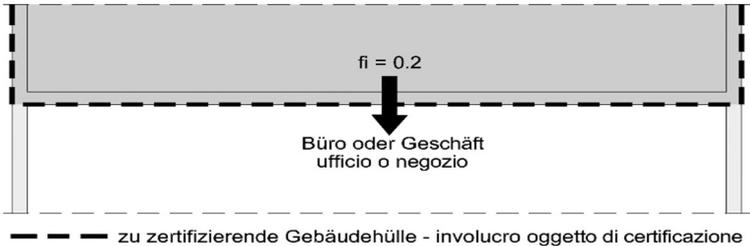


Questo non si applica ai locali caldaia, ai garage o ad altri locali che richiedono obbligatoriamente una ventilazione naturale continua.

A.8 Coefficiente di temperatura

Il coefficiente di temperatura f_i è il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato o verso il terreno. Il coefficiente di temperatura è $f_i \neq 1$ nel caso in cui la temperatura di quest'ultimo sia diversa da quella dell'ambiente esterno. Nel programma di calcolo CasaClima i coefficienti f_i degli elementi disperdenti verso ambienti non riscaldati sono predeterminati.

Tab. A5: Coefficienti di temperatura

| COEFFICIENTI DI TEMPERATURA | | f_i |
|---|---|------------|
| Elementi strutturali verso ambiente riscaldato con lo stesso uso | Solai e pareti verso ambienti riscaldati o definibili tali | 0 |
| Elementi strutturali verso locale caldaia | Solai e pareti verso locali caldaia con generatori di calore standard (caldaia) | 0 |
| | Solai e pareti verso locali caldaia con pompe di calore, caldaie a condensazione, teleriscaldamento | 0,5 |
| Elementi strutturali verso ambiente riscaldato destinato ad altro uso da quello principale dell'edificio | <p>Solai e pareti verso uffici/negozi, depositi</p> <p>Grundriss / Schnitt - pianta / sezione</p>  <p>— — — zu zertifizierende Gebäudehülle - involucro oggetto di certificazione</p> | 0,2 |
| Elementi strutturali verso vani garage, cantina, deposito, magazzino, ecc. | Solai e pareti verso garage/box chiusi (anche se non interrati) | -- |
| | - ambienti areati (= verso "esterno") | 1 |
| | - ambienti non areati: senza chiusure a tenuta (= verso "autorimessa sotterranea") | 0,8 |
| | - ambienti non areati: con chiusure a tenuta (= verso "vano non riscaldato") | 0,5 |
| | Solai e pareti verso ambienti interrati aperti, p.es. corselli di manovra (= verso "esterno") | 1 |

Il fattore di correzione della temperatura f_i può essere calcolato e inserito manualmente nel calcolo energetico se le zone sono riscaldate in modo diverso dal clima interno standard (20°C) e i periodi di riscaldamento sono diversi da quelli della zona climatica corrispondente.

coefficiente di temperatura:

$$f_i = \frac{(20^\circ\text{C} - \vartheta_{\text{vano non risc.}})}{(20^\circ\text{C} - \vartheta_{\text{esterno}})}$$

A.9 Abbaini

Nelle zone climatiche E ed F gli abbaini possono non essere inseriti nel calcolo energetico.

La superficie di trasmissione del calore può essere considerata una superficie opaca continua del tetto se si rispettano le seguenti condizioni:

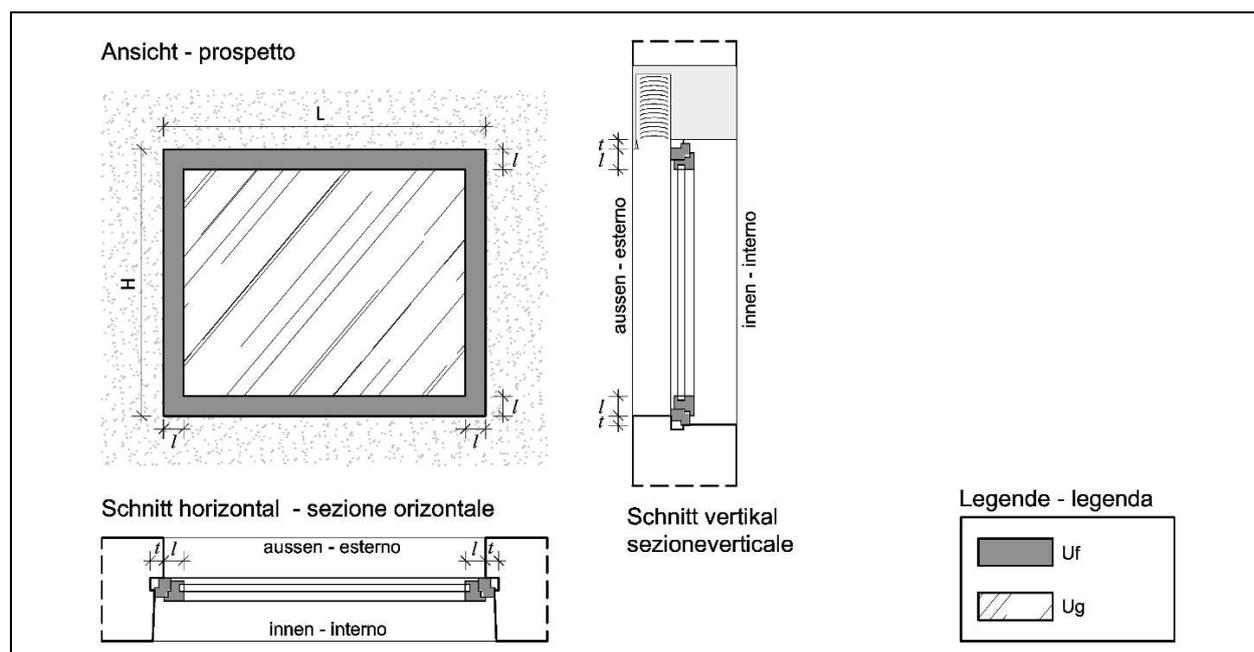
- $U_{DG} = U_T$ U_{DG} : trasmittanza termica pareti dell'abbaino
 U_T : trasmittanza termica della copertura
- il nodo di collegamento tetto – abbaino deve essere risolto termicamente (assenza ponti termici)
- le vetrate devono avere un sistema di schermatura (ad esclusione delle finestre orientate a Nord e degli edifici in zona climatica F)
- tale semplificazione deve essere applicata a tutti gli abbaini dell'edificio

A.10 Finestre e porte

Finestre e porte sono da inserire nel calcolo con le dimensioni esterne finite "H", "L" e la larghezza del telaio "I" (lavori finiti: Intonaco o altra finitura della superficie della facciata)

I simboli nella rappresentazione grafica sono definiti come segue:

- H** = altezza visibile della finestra dall'esterno
- L** = larghezza visibile della finestra dall'esterno
- I** = larghezza visibile del telaio composto da telaio fisso e ante, misurato all'esterno tra filo esterno a lavorazioni finite del foro finestra (spalletta) e il bordo del vetro della finestra



Nel calcolo possono essere inseriti i seguenti valori:

- Inserimento della **trasmissione termica U_w e U_g e del fattore solare g** ; la verifica avviene esclusivamente tramite la Dichiarazione di Prestazione (DOP: Declaration of Performance) del produttore della finestra e della vetreria.
- inserimento dei valori separati
 - **trasmissione termica U_f del telaio**; verifica con il rapporto di prova (UNI EN ISO 10077-1, UNI EN ISO 10077-2 o UNI EN ISO 124567-2) ai sensi della norma di prodotto UNI EN 14351-1
 - **trasmissione termica U_g del vetro isolante** (UNI EN 673 o UNI EN ISO 10077-1) e il **fattore solare g** (secondo UNI EN 410); verifica con la Dichiarazione di Prestazione o la scheda tecnica
 - **Valore ψ del distanziale (scheda tecnica)**

Le **portefinestre** verso balconi, terrazze ecc. devono essere considerate nel calcolo come "Finestre".

Le **finestre e portefinestre** verso vano non riscaldato devono essere inserite nel calcolo come "Porte verso vano non riscaldato" con il valore $U_w = U_D (U_i)$.

Le **porte d'ingresso** sono da inserire nel calcolo energetico come porte con la trasmissione termica U_D (secondo la norma di prodotto UNI EN 14351-1). Le dimensioni delle porte devono essere calcolate come quelle delle finestre, ossia in base alle dimensioni esterne finite dell'apertura della porta.

Se non sono disponibili prove per i serramenti esistenti, devono essere utilizzati i valori **dell'Allegato C - Serramenti esistenti**.

A.11 Ponti termici

Le perdite energetiche causate dalla presenza di ponti termici sono da inserire nel calcolo energetico. I ponti termici sono da calcolare secondo la UNI EN ISO 10211. In caso di assenza del calcolo dettagliato si deve considerare il ponte termico con un coefficiente di trasmissione termica lineica $\psi = 1 \text{ W/mK}$.

I ponti termici vengono considerati risolti e non devono essere inseriti nel calcolo se viene verificata la temperatura superficiale interna di $\theta_{si} \geq 17^\circ\text{C}$ o $\theta_{si} \geq 12,6^\circ\text{C}$ in presenza di ventilazione meccanica controllata.

A.12 Ombreggiamento permanente

Ombreggiamento invernale (periodo di riscaldamento)

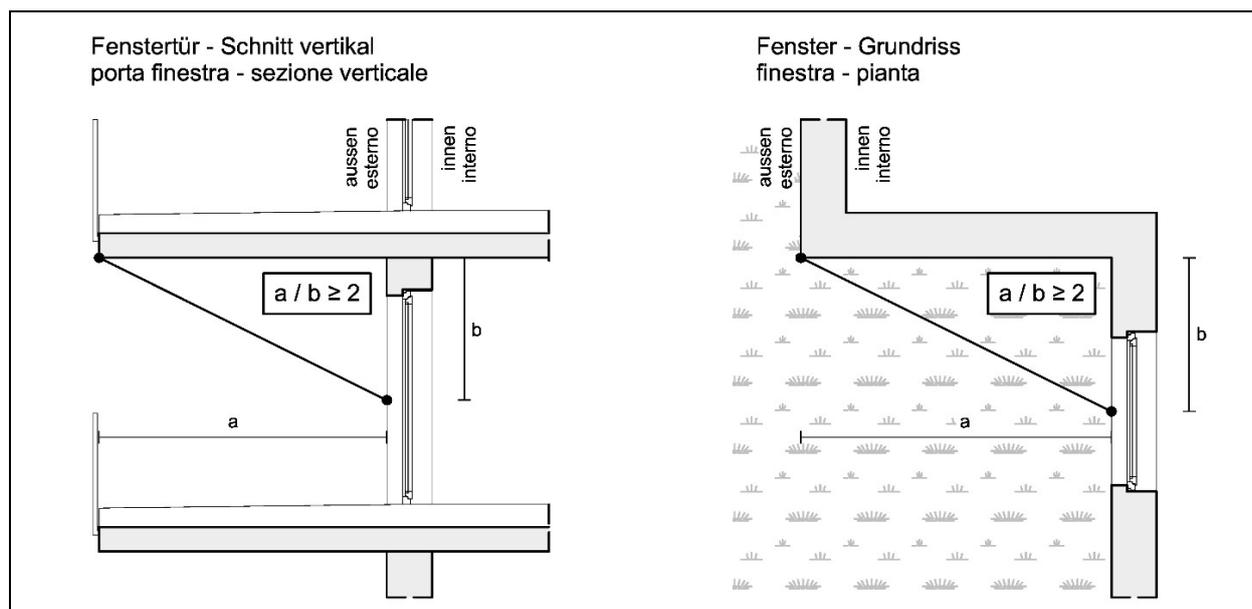
Nel calcolo energetico, per ombreggiamento si intende l'ombreggiamento causato dalla forma dell'edificio, ad esempio aggetti e sporgenze dell'edificio.

Una finestra si definisce come ombreggiata se il rapporto fra larghezza dell'aggetto "a" e altezza della distanza della finestra "b" è superiore a 2 (vedasi figura sotto). Tale rapporto è valido anche per determinare l'ombreggiamento in pianta dovuto ad eventuali rientranze o sporgenze dell'edificio.

a = la profondità della sporgenza presa sul filo muro esterno

b = la distanza fra il centro della finestra e il filo muro esterno della sporgenza

Non sono da prendere in considerazione le finestre orientate a Nord, Nord-Est e Nord-Ovest. Finestre con sistemi oscuranti fissi, p.e. lamelle fisse, o facciate vetrate continue devono essere inserite nel calcolo energetico come "finestre ombreggiate".



Ombreggiamento estivo

Per il calcolo e la verifica del fattore solare totale g_{tot} di sistemi schermanti fissi o di sistemi filtranti si deve scegliere nel programma di calcolo ProCasaClima il foglio "Finestre" e sostituire il fattore solare g del vetro isolante con il fattore solare totale g_{tot} del vetro isolante e il sistema schermante.

9 ALLEGATO B – IMPIANTO DI VENTILAZIONE

B.1 Dati necessari per il calcolo – Prestazioni

Nel calcolo energetico vanno inseriti i seguenti dati:

- la portata d'aria di progetto $q_{v,d}$
- l'efficienza del recuperatore di energia sensibile, rapporto di temperatura $\eta_{\theta,su}$
- l'efficienza del recuperatore di energia totale, rapporto di umidità $\eta_{x,su}$ (se presente)
- l'assorbimento elettrico specifico SFP_d
- il volume netto ventilato dell'edificio V_N
- il tempo di funzionamento dell'impianto

B.2 Fonti dei dati

Per l'inserimento dei dati nel calcolo energetico e per la verifica delle prestazioni è a disposizione un elenco dei prodotti di ventilazione meccanica con recupero di calore che è scaricabile nell'area download del sito internet dell'Agenzia. L'elenco viene regolarmente aggiornato.

Qualora si scelga un prodotto non presente nel suddetto elenco dovranno essere forniti i dati richiesti attraverso un rapporto di prova secondo la EN 13141-7/-8 rilasciato da un istituto di prova accreditato.

Se non viene fornito il rapporto di prova, l'unità di ventilazione può essere presa in considerazione con i seguenti valori:

| Caratteristiche | | ventilazione meccanica centralizzata | ventilazione meccanica decentralizzata | |
|--|--------------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|
| | | | Tipo A: portata d'aria continua | Tipo B: portata d'aria alternata |
| Efficienza recup. sens. (aria d'immissione) | $\eta_{\theta,su}$ | 70% | 50 % | 20 % |
| Efficienza recup. tot. (aria d'immissione) ⁽¹⁾ | $\eta_{x,su}$ | 50% | 30 % | 20 % |
| Assorbimento elettrico specifico | SFP_d | 0,40 Wh/m ³ | 0,40 Wh/m ³ | 0,40 Wh/m ³ |
| Per le unità con pompa di calore interna: si riduce la potenza termica dichiarata del 10 % | | | | |
| (1) Solo per recuperatori di calore in grado di trasferire l'energia totale (sensibile e latente). Se presente solo recupero sensibile, allora $\eta_{x,d} = 0 \%$ | | | | |

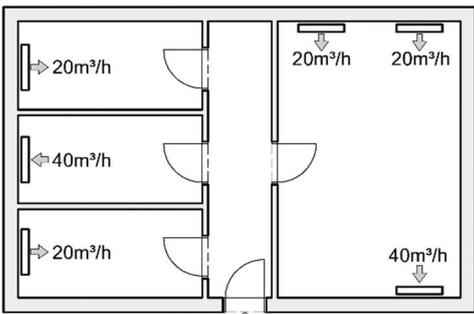
Nel caso di prototipi o di apparecchi prodotti "su misura" per edifici specifici o apparecchi con portata di progetto $q_{v,max} \geq 600 \text{ m}^3/\text{h}$, il grado di recupero del calore può anche essere misurato in loco o può essere definito attraverso un calcolo del produttore (p.e. procedura Eurovent).

B.3 Definizioni: portata di progetto – volume ventilato – tempo di funzionamento

La portata di progetto $q_{v,d}$ è stabilita dal progettista dell'impianto.

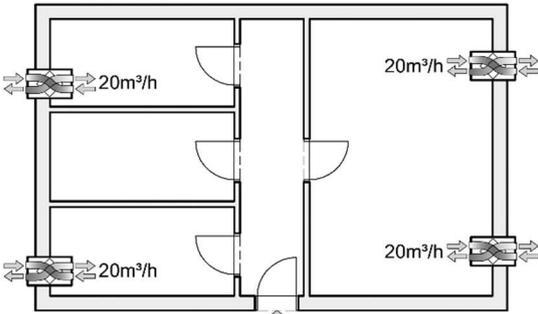
| SISTEMA DI VENTILAZIONE | PORTATA DI PROGETTO ($q_{v,d}$) |
|--|---|
| Ventilazione meccanica centrale | la somma delle portate delle bocchette di immissione nelle condizioni normali di utilizzo |
| Ventilazione meccanica decentrale – Tipo A Portata d'aria continua | la somma delle portate di immissione delle singole macchine nelle condizioni normali di utilizzo |
| Ventilazione meccanica decentrale – Tipo B Portata d'aria alternata | la metà della somma delle portate di immissione delle singole macchine nelle condizioni normali di utilizzo |

**zentrales Systeme
sistemi centrali**



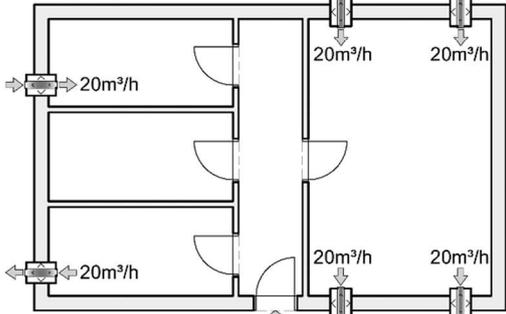
1 Wohnung appartamento

**dezentrale Systeme mit kontinuierlichem Luftstrom
sistemi decentrali ad immissione d' aria continua**



2 Wohnung appartamento

**dezentrale Systeme mit diskontinuierlichem Luftstrom
sistemi decentrali ad immissione d' aria non continua**

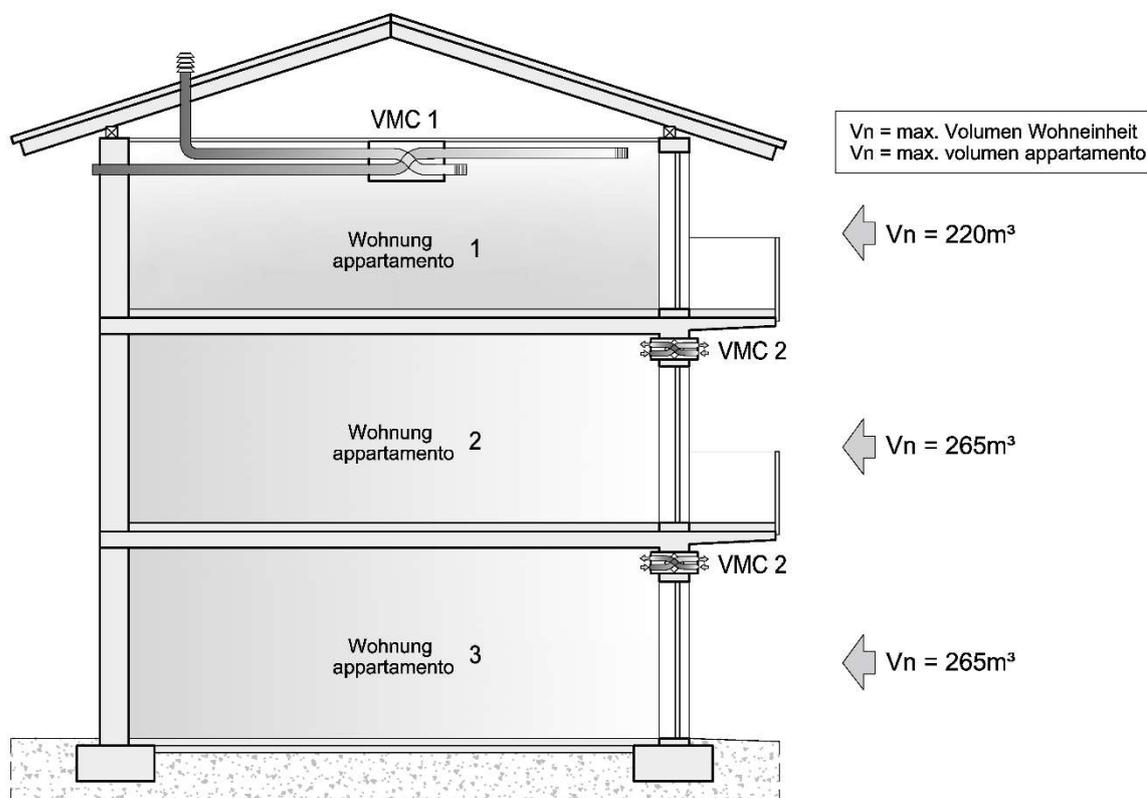


3 Wohnung appartamento

**Berechnung Bemessungs - Volumenstrom
calcolo portata di progetto**

| | | | |
|---|----------------------|---------------------------------|--------|
| 1 | Wohnung appartamento | $q_{v,d} =$ | 80m³/h |
| 2 | Wohnung appartamento | $q_{v,d} = (20 \times 4) =$ | 80m³/h |
| 3 | Wohnung appartamento | $q_{v,d} = (20 \times 6) / 2 =$ | 60m³/h |

Il **volume ventilato V_N** è la somma del volume netto in un'unità immobiliare in cui è presente almeno una bocchetta di immissione e estrazione dell'aria.



Legende - legenda

| | | | |
|-------|--|-------|--|
| VMC 1 | zentrale Wohnlüftung (WRL) VMC centrale | VMC 2 | dezentrale Einzelwohnlüftung (WRL) VMC decentrale |
|-------|--|-------|--|

Il **tempo di funzionamento** giornaliero degli apparecchi di ventilazione è fissato come segue:

| USO DELL'EDIFICIO | TEMPO DI FUNZIONAMENTO GIORNALIERO (t) |
|--------------------------------------|--|
| edifici residenziali | 24 h |
| edifici ad uso ufficio | 12 h |
| Edifici artigianali o industriali | 8 h |
| edifici con altra destinazione d'uso | pari al tempo di occupazione dell'edificio |

In caso di impianti di ventilazione con funzionamento intermittente regolato da sensori, presenti in ogni vano di ciascuna unità immobiliare (p.e. sensori di CO₂, sensori di umidità, sensori di presenza), nel calcolo energetico può essere inserito un tempo di funzionamento di t = 12h.

10 ALLEGATO C – VALORI TERMICI CARATTERISTICI

C.1 Conducibilità termica per materiali da costruzione

Componenti e materiali nuovi

Per il calcolo energetico si devono utilizzare i valori di conducibilità termica contenuti nel database del programma ufficiale di calcolo CasaClima oppure i valori di conducibilità termica dichiarati secondo la marcatura CE e/o dalla relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP).

Componenti o materiali esistenti

Per componenti o materiali esistenti si devono prendere i dati dagli allegati della presente DT.

I seguenti valori standardizzati di conducibilità termica per materiali esistenti (pre-intervento) verranno utilizzati per il calcolo energetico in caso di mancanza di documentazione.

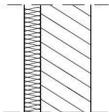
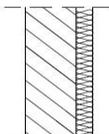
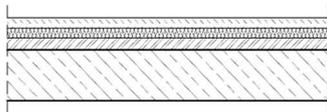
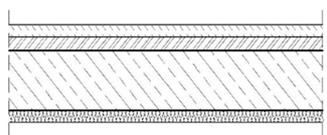
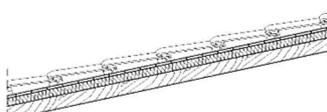
Tab. C1: Valori di conducibilità termica standardizzati [W/mK]

| MATERIALI COIBENTI | λ |
|---|-----------------------------|
| Isolamento fibra vegetali, sughero, lana di roccia, calcio silicato | 0,045 |
| Polistirene espanso (EPS), polistirene estruso (XPS), lana di vetro, fibra di cellulosa | 0,040 |
| Poliuretano (PUR) | 0,030 |
| MATERIALI COIBENTI SFUSI DI RIEMPIMENTO PER PARETI | λ |
| Perlite, sughero granulare espanso | 0,050 |
| Granulato di polistirene legato con cemento (EPS) | 0,12 |
| ALTRI MATERIALI | λ |
| Cartongesso | 0,21 |
| Massetto alleggerito con aggregati porosi | 0,50 |
| Intonaco | 1,00 |
| Malta, Massetto autolivellante | 1,40 |
| Calcestruzzo armato | 2,30 |

C.2 Spessori di isolamento termico su elementi esistenti

La tabella elenca gli spessori massimi di isolamento degli elementi strutturali che erano già isolati termicamente prima dei lavori di costruzione e che sono accettati nel calcolo senza ulteriori prove. Questo isolamento termico deve essere confermato dall'auditore/auditrice durante l'audit.

Tab. C2: Spessori massimi di isolamento termico su elementi esistenti

| ELEMENTO – TIPOLOGIA ISOLAMENTO TERMICO | | ANNO di costruzione | | | |
|---|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 1990 - 1995 | 1995 - 2000 | 2000 - 2005 | 2005 - oggi |
| esterno |  interno | parete esterna – isolamento termico esterno | 4 cm | 6 cm | 8 cm |
| esterno |  interno | parete esterna – isolamento termico interno | 2 cm | | |
| interno riscaldato/ non riscaldato |  interno riscaldato/ non riscaldato | parete interna – isolamento termico interno o esterno | 2 cm | | |
|  | | isolamento termico sopra il solaio (solo nel caso di riscaldamento a pavimento) | 2 cm | | |
|  | | isolamento termico sotto il solaio | 2 cm | 3 cm | 4 cm |
|  | | tetto a falde con isolamento termico fra le travi | 8 cm | 10 cm | 12 cm |

C.3 Componenti esistenti – pareti, finestre e porte

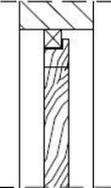
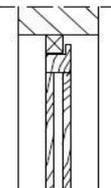
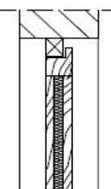
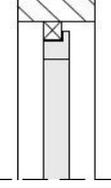
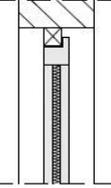
Nella tabella sono elencati i valori standard di conducibilità termica per la muratura che devono essere utilizzati nel calcolo se non sono disponibili prove come rapporti di prova, misure termiche del componente o simili.

Tab. C3: Conducibilità termica standard per pareti esistenti [W/mK]

| TIPO DI MURATURA | | ANNO DI COSTRUZIONE | λ-VALORE EQUIVALENTE |
|---|---|---------------------|----------------------------------|
|  | Muratura in pietra | -- | 2,3 |
|  | Mattoni pieni | -- | 0,9 |
|  | Blocchi di pietra arenaria | dal 1958 | 1,3 |
|  | Muratura a cassa vuota in mattoni pieni con intercapedine d'aria centrale | fino al 1918 | 0,97 (intercapedine compresa) |
| | | dal 1919 | 0,72 (intercapedine compresa) |
|  | Blocchi di calcestruzzo alleggerito | fino al 1957 | 0,68 |
| | | 1958 - 1968 | 0,61 |
| | | dal 1969 | 0,57 |
|  | Mattoni forati | fino al 1968 | 0,60 |
| | | 1969 - 1978 | 0,44 |
| | | dal 1979 | 0,37 |
| | | dal 2000 | 0,18 |
|  | Blocchi in argilla espansa | dal 1969 | 0,38 |
|  | Blocchi di calcestruzzo cellulare autoclavato | dal 1979 | 0,23 |

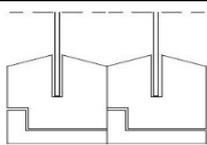
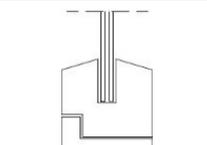
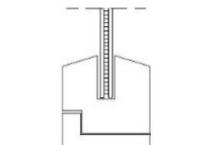
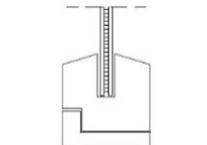
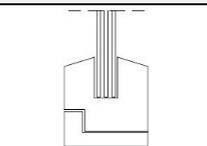
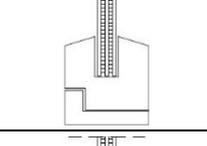
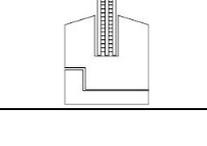
La tabella mostra i valori standard per le porte esistenti che devono essere utilizzati nel calcolo se non sono disponibili prove, ad esempio i rapporti di prova.

Tab. C4: Valori di calcolo di trasmittanza termica delle porte esistenti

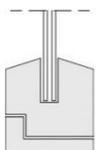
| COSTRUZIONE DELLA PORTA | | spessore [cm] | U _D [W/mK] | |
|---|---|--|-----------------------|-----|
|  | Legno massiccio o Legno stratificato | Legno tenero (p.e. larice, pino) (500 kg/m ³ , λ=0,13 W/mK) | ~ 40 | 2,5 |
| | | Legno duro (p.e. rovere) (700 kg/m ³ , λ=0,18 W/mK) | ~ 40 | 2,8 |
|  | Legno massiccio o stratificato con intercapedine semivuota | | ~ 40 | 2,0 |
|  | Pannello sandwich: legno massiccio o stratificato, intercapedine riempita con materiale coibente | legno 20 mm + coibentazione 30 mm | ~ 65 | 1,1 |
| | | + legno 20 mm | | |
| | | legno 20 mm + coibentazione 10 mm | ~ 45 | 1,6 |
| | | + legno 20 mm | | |
| | | + legno 20 mm | | |
|  | Porta in metallo | | ~ 40 | 5,5 |
|  | Metallo o metallo-legno intercapedine riempita con materiale coibente (~20mm) | | ~ 45 | 2,2 |

Nelle seguenti tabelle sono elencati i valori standard per le finestre esistenti che devono essere utilizzati nel calcolo se non sono disponibili prove, ad esempio i rapporti di prova.

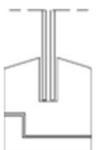
Tab. C5: Valori di calcolo di trasmittanza termica e fattore solare per vetrate

| VETRO SEMPLICE E VETRO ISOLANTE | | | | |
|---|---|--------------------------------------|---|-------------------------|
| COMPOSIZIONE FINESTRA | | Spessore vetrocamera SZR [mm] | U_g [W/m²K] | Fattore solare g |
|  | Finestra a due ante accoppiate con vetro semplice | 20 < SZR ≤ 100 | 2,8 | 0,75 |
| Doppio vetro isolante | | | | |
|  | Vetro senza coating vetrocamera riempito con aria | SZR = 6 | 3,3 | 0,75 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 3,1 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 2,8 | |
| | | 14 < SZR ≤ 20 | 2,7 | |
|  | Vetro basso emissivo vetrocamera riempito con aria <u>solo dal 1995</u> | SZR = 6 | 2,7 | 0,60 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 2,4 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 2,0 | |
| | | 14 < SZR ≤ 20 | 1,8 | |
|  | Vetro basso emissivo vetrocamera riempito con argon <u>solo dal 2000</u> | SZR = 6 | 2,3 | 0,60 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 2,1 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,8 | |
| | | 14 < SZR ≤ 20 | 1,7 | |
| Triplo vetro isolante | | | | |
|  | Vetro senza coating vetrocamera riempita con aria <u>solo dal 2000</u> | SZR = 6 | 2,3 | 0,65 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 2,1 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,9 | |
|  | Vetro basso emissivo vetrocamera riempito con aria <u>solo dal 2000</u> | SZR = 6 | 1,8 | 0,50 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 1,5 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,2 | |
|  | Vetro basso emissivo, vetrocamera riempito con argon <u>solo dal 2005</u> | SZR = 6 | 1,5 | 0,50 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 1,3 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,0 | |

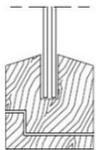
Tab. C6: Valori di calcolo di trasmittanza termica per telai in metallo

| TELAIO IN ALLUMINIO | | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| | Descrizione del profilo | Taglio termico spessore [mm] | U_f [W/Km²] |
|  | Senza taglio termico | 0 | 7,0 |
| | Con taglio termico | ≤ 4 | 4,0 |
| | | ≤ 8 | 3,6 |
| | | ≤ 12 | 3,2 |
| | | ≤ 20 | 2,8 |
| | | ≤ 28 | 2,6 |

Tab. C7: Valori di calcolo di trasmittanza termica per telai in PVC

| TELAIO IN PVC (PROFILI CON O SENZA IRRIGIDIMENTI METALLICI) | | | |
|---|------------------------------------|----------------------|---|
| | Anno di costruzione (circa) | Numero camere | U_f [W/Km²] |
|  | Dal 1970 | 1 | 3,0 |
| | Dal 1980 | 2 – 3 | 2,5 |
| | Dal 1990 | > 3 | 2,0 |

Tab. C8: Valori di calcolo di trasmittanza termica per telai in legno e legno-alluminio

| TELAIO IN LEGNO O LEGNO ALLUMINIO | | | |
|---|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| | Spessore del telaio [mm] | U_f [W/m²K] | |
| | | Legno tenero λ = 0,13 W/mK | Legno duro λ = 0,18 W/mK |
|  | 50 | 1,8 | 2,2 |
| | 60 | 1,6 | 2,0 |
| | 70 | 1,4 | 1,8 |
| | 90 | 1,2 | 1,6 |
| | 110 | 1,0 | 1,3 |

11 ALLEGATO D – VERIFICA DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE

D.1 Premessa

Nel presente allegato vengono determinate le modalità di calcolo per la verifica della condensazione interstiziale ai sensi della UNI EN ISO 13788 (metodo di calcolo mensile) e ai sensi della UNI EN 15026 (metodo di calcolo orario).

D.2 Condizioni di calcolo ai sensi della UNI EN ISO 13788

La verifica deve essere eseguita impostando le condizioni al contorno nel modo seguente:

Clima interno: secondo UNI EN ISO 13788 (calcolato a base UNI10349 e secondo tipo di attività)

Clima esterno: secondo UNI 10349

Verifica: Quantità condensa interstiziale accumulata inferiore alla quantità ammissibile secondo UNI EN ISO 13788 – allegato nazionale. La condensa accumulata deve evaporare entro il periodo di osservazione (1 anno).

D.3 Modalità di calcolo e verifica ai sensi della UNI EN 15026

La verifica deve essere svolta con un programma di simulazione del trasporto di calore e umidità all'interno degli elementi strutturali validato ai sensi della UNI EN 15026. La simulazione deve essere eseguita impostando le condizioni al contorno nel modo seguente:

Clima interno: per gli edifici residenziali si deve utilizzare il modello UNI EN 15026 con carico di umidità "Classe 2". Se l'edificio dispone di ventilazione meccanica si può valutare l'utilizzo della "Classe 3". Per gli edifici non residenziali si deve usare la classe più adatta alla destinazione d'uso tra le classi proposte dalla norma UNI EN 15026 o dalla UNI EN ISO 13788.

Clima esterno: utilizzare dati climatici con discretizzazione oraria che coprano 1 anno e siano rappresentativi del comune/area in analisi

Suddivisione strati: suddivisione dei materiali in strati da 1 cm nei punti critici. Per l'individuazione dei punti critici si deve fare riferimento ai punti dove l'umidità nei materiali supera i limiti riportati in Tab. D1.

Posizione monitor: posizionare il punto di verifica (monitor) nei punti critici per valutare l'andamento dell'umidità nel tempo.

Parametri di simulazione: inizio della simulazione nel mese di ottobre, durata minima 3 anni, o comunque tale da raggiungere un comportamento periodico del „Contenuto di umidità” complessivo nella stratigrafia (variazione percentuale rispetto all'anno precedente inferiore a 1%) e verificare che non ci sia aumento continuo dell'umidità nei singoli strati.

Verifica: Se il produttore indica valori limite di umidità relativa o contenuto di umidità per un dato materiale, si deve fare riferimento a quei valori limite. In alternativa verificare che i valori di umidità interstiziale siano inferiori a quelli riportati in Tab. D1.

Tab. D1: Valori limite per l'umidità interstiziale

| MATERIALE | Contenuto di umidità [kg/kg] | Umidità relativa [%] |
|---|---|---------------------------------|
| Legno massiccio | < 0,2 (20 %) | |
| Materiale legnoso o di origine vegetale | < 0,18 (18 %) | |
| Materiali biodegradabili (es. legno, carta da parati) | | 90 % |
| Materiali non biodegradabili (es. pietre, mattoni, malte, intonaci, materiali edili minerali) | | 95 % |

D.4 Elaborazione della verifica

Per la verifica in regime dinamico deve essere consegnato all'Agenzia quanto segue:

- Relazione tecnica redatta da un tecnico/una tecnica qualificato/a con valutazione dei risultati di calcolo. La relazione dovrà contenere:
 - Dati di input della simulazione relativi alla stratigrafia oggetto di calcolo e ai dati climatici
 - Grafici relativi all'andamento del contenuto di umidità e umidità relativa negli strati e nei punti critici
 - Valutazione dei risultati di calcolo
- File del software di calcolo

12 ALLEGATO E – SIMBOLI & ABBREVIAZIONI PER FORMULE

Tab. E1: Simboli Calore e Umidità

| SIMBOLO | DESCRIZIONE | U.M. |
|---------------------------|--|----------------------|
| A | Superficie (Area) | m ² |
| c | Capacità termica specifica | Wh/kg K |
| d | Spessore | m |
| f_P | Fattore di energia primaria | - |
| f, f_{Rsi} | Coefficiente di temperatura | - |
| F_C | Coefficiente di riduzione dovuto a schermi interni e/o esterni | - |
| g | Fattore solare | - |
| g_{total} | Fattore solare (vetro con ombreggiamento solare) | - |
| GG | Gradi giorno | - |
| l | Lunghezza | m |
| n | Ricambio d'aria | h ⁻¹ |
| q | Flusso di calore | W/m ² |
| Q | Calore | kWh - kJ |
| R | Resistenza termica (Resistance) | m ² K / W |
| R_{se} | Resistenza termica superficiale, esterno | m ² K / W |
| R_{si} | Resistenza termica superficiale, interno | m ² K / W |
| s_d | Resistenza al passaggio del vapore | m |
| T | Temperatura termodinamica | K |
| U | Trasmittanza termica | W/(m ² K) |
| U_f | Trasmittanza termica del telaio | W/(m ² K) |
| U_g | Trasmittanza termica della vetrata | W/(m ² K) |
| U_w | Trasmittanza termica della finestra | W/(m ² K) |
| U_D | Trasmittanza termica della porta | W/(m ² K) |
| V | Volume | m ³ |
| V_B | Volume lordo riscaldato | m ³ |
| V_N | Volume netto riscaldato | m ³ |

Tab. E2: Pedici

| SIMBOLO | DESCRIZIONE | INGLESE |
|-----------|----------------|------------|
| d | Di progetto | design |
| e | Esterno | external |
| eq | Equivalentente | equivalent |
| i | Interno | internal |
| v | Ventilazione | ventilated |

Tab. E3: Abbreviazioni (lettere greche)

| SIMBOLO | DESCRIZIONE | unità |
|---------------|--|-------------------|
| α | Coefficiente di assorbimento di una superficie dovuta alla radiazione solare | - |
| Δ | Differenza (z. B. $\Delta\theta$ Differenza di temperatura [K]) | - |
| ε | Emissività di una superficie dovuta alla radiazione termica | - |
| θ | Temperatura in gradi Celsius | °C |
| λ | Conduktività termica | W/mK |
| μ | Permeabilità al vapore | - |
| ρ | Densità specifica | Kg/m ³ |
| τ | Fattore di trasmissione | - |
| φ | Umidità relativa | % |
| Φ | Flusso termico per unità di tempo | W |
| χ | Trasmittanza termica di punto (ponte termico puntuale) (chi) | W/K |
| ψ | Trasmittanza termica lineica (ponte termico lineare) (psi) | W/mK |

Tab. E4: Simboli degli impianti tecnici

| SIMBOLO | DESCRIZIONE | unità |
|--------------------------|--|-----------------------|
| C | Raffrescamento | - |
| COP | Coefficiente di prestazione per pompe di calore elettriche (Coefficient of Performance) | - |
| EER | Coefficiente energetico per pompe di calore elettriche (Energy Efficiency Ratio) | - |
| IEE | Indice di Efficienza Energetica (Energy Efficiency Index – EEI) | - |
| GUE | Coefficiente di prestazione per pompe di calore ad assorbimento (Gas Utilization Efficiency) | - |
| H | Riscaldamento | - |
| P | Potenza termica | - |
| P_n | Potenza termica utile nominale | kW |
| W | Acqua calda | - |
| η | Efficienza /rendimento | - |
| η_{tu} | Rendimento termico utile a potenza termica nominale (100%) | - |
| $\eta_{tu,30}$ | Rendimento termico utile nominale al 30% della potenza termica nominale | - |
| V_N | Volume netto dell'edificio ventilato con una VMC | m ³ |
| $\eta_{\theta,su}$ | Efficienza del recuperatore di energia sensibile (aria d'immissione) | % |
| $\eta_{x,su}$ | Efficienza del recuperatore di energia totale (aria d'immissione) | % |
| SFP | Specific Fan Power (Assorbimento elettrico specifico) | W/(m ³ /h) |
| SFP_d | Design Specific Fan Power (Assorbimento elett. spec. alla portata di progetto) | W/(m ³ /h) |
| q_{v,d} | Portata d'aria di progetto (design) | m ³ /h |
| q_{v,max} | Portata d'aria massima | m ³ /h |
| q_{v,ref} | Portata d'aria di riferimento | m ³ /h |
| $\theta_{b,s}$ | Temperatura di bulbo secco dell'aria esterna | °C |
| $\theta_{b,u}$ | Temperatura di bulbo umido dell'aria esterna | °C |