

Direttiva Tecnica

Edifici esistenti & Risanamento

Settembre 2017





SINFONIA stands for “Smart INitiative of cities Fully cOMmitted to iNvest In Advanced large-scaled energy solutions” and is funded under the 7th Framework Programme for Research and Technological Innovation.

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INDICAZIONI GENERALI..... | 4 |
| 1.1 | Direttiva Tecnica “Edifici esistenti & Risanamento” | 4 |
| 1.2 | Obiettivi | 4 |
| 1.3 | Validità | 4 |
| 1.4 | Definizioni | 5 |
| 1.5 | Applicabilità della certificazione | 5 |
| 1.6 | Soggetti coinvolti | 5 |
| 1.7 | Protocollo CasaClima | 6 |
| 1.7.1 | PRE-Certificazione | 6 |
| 1.7.2 | Certificazione | 6 |
| 1.7.3 | RE-Certificazione | 7 |
| 1.8 | Responsabilità | 7 |
| 2 | DOCUMENTAZIONE..... | 8 |
| 2.1 | Documenti richiesti | 8 |
| 2.2 | Controllo | 9 |
| 3 | LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA CASA CLIMA..... | 10 |
| 3.1 | Classi CasaClima | 10 |
| 3.2 | Efficienza involucro EIN e Efficienza complessiva EEC | 11 |
| 4 | REQUISITI DI CERTIFICAZIONE – INVOLUCRO EDILIZIO | 12 |
| 4.1 | Prestazione energetica invernale, estiva e complessiva | 12 |
| 4.2 | Casi di vincolo | 13 |
| 4.3 | Elementi opachi | 13 |
| 4.3.1 | Pareti e coperture esterne | 13 |
| 4.3.2 | Cassonetto | 13 |
| 4.3.3 | Portoncino d'ingresso | 13 |
| 4.4 | Elementi trasparenti | 14 |
| 4.4.1 | Schermature mobili | 14 |
| 4.4.2 | Schermature fisse o sistemi filtranti | 15 |
| 4.4.3 | Aggetti dell'edificio | 15 |
| 4.5 | Ponti termici | 16 |
| 4.5.1 | Valutazione dei ponti termici | 16 |
| 4.5.2 | Ponti termici presenti e non risolti | 16 |
| 4.5.3 | Calcolo delle temperature superficiali | 17 |
| 4.6 | Permeabilità all'aria dell'involucro edilizio | 18 |
| 4.6.1 | Modalità di esecuzione | 18 |
| 4.7 | Condensazione interstiziale | 19 |
| 5 | REQUISITI DI CERTIFICAZIONE – IMPIANTI | 20 |
| 5.1 | Sottosistema di generazione | 21 |
| 5.1.1 | Generatore di calore esistente | 21 |
| 5.1.2 | Sostituzione di generatore di calore | 22 |
| 5.1.3 | Trattamento dell'acqua (Raccomandazione) | 26 |
| 5.1.4 | Sottosistema di regolazione | 27 |
| 5.1.5 | Sottosistema di distribuzione | 28 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.1.6 | Sottosistema d'accumulo | 29 |
| 5.1.7 | Ausiliari elettrici | 29 |
| 5.2 | Ventilazione Meccanica Controllata | 30 |
| 5.2.1 | Impianti di ventilazione esistenti – edifici non residenziali | 30 |
| 5.2.2 | Impianti di ventilazione di nuova installazione – Sistemi canalizzati | 31 |
| 5.2.3 | Sistemi non canalizzati | 32 |

APPENDICE A - INDICAZIONI PER IL CALCOLO ENERGETICO33

| | | |
|------|---|----|
| A.1 | Definizione dell'involucro termico | 33 |
| A.2 | Il volume utile lordo riscaldato V_B | 33 |
| A.3 | La superficie lorda riscaldata (BGF_B) | 34 |
| A.4 | Superfici disperdenti | 35 |
| A.5 | Semplificazione del calcolo dell'involucro termico del vano scala | 37 |
| A.6 | Vani riscaldati esterni all'involucro riscaldato | 40 |
| A.7 | Vani non riscaldati interni all'involucro riscaldato | 41 |
| A.8 | Coefficiente di temperatura | 42 |
| A.9 | Abbaini | 43 |
| A.10 | Finestre e porte | 43 |
| A.11 | Ponti termici | 44 |
| A.12 | Ombreggiamento | 45 |

APPENDICE B - VENTILAZIONE MECCANICA46

| | | |
|-----|---|----|
| B.1 | Dati necessari per il calcolo – Prestazioni | 46 |
| B.2 | Fonti dei dati | 46 |
| B.3 | Metodologia per la determinazione dei valori $\eta_{\theta,d}$ e SFP_d alla portata di progetto | 47 |
| B.4 | Definizioni: portata di progetto – volume ventilato – tempo di funzionamento | 48 |

APPENDICE C - VALORI TERMICI PER IL CALCOLO50

| | | |
|-----|--|----|
| C.1 | Conducibilità termica per materiali da costruzione esistenti | 50 |
| C.2 | Spessori di isolamento termico su elementi esistenti | 51 |
| C.3 | Componenti esistenti – pareti, finestre e porte | 52 |

APPENDICE D - VERIFICA DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE56

| | | |
|-----|--|----|
| D.1 | Premessa | 56 |
| D.2 | Modalità di calcolo e verifica ai sensi della UNI EN ISO 13788 | 56 |
| D.3 | Modalità di calcolo e verifica ai sensi della UNI EN 15026 | 56 |
| D.4 | Modalità di calcolo e verifica ai sensi della UNI EN 15026 | 57 |

APPENDICE E – SIMBOLI & ABBREVIAZIONI58

1 INDICAZIONI GENERALI

1.1 Direttiva Tecnica “Edifici esistenti & Risanamento”

La presente Direttiva Tecnica “Edifici esistenti & Risanamento” di seguito denominata Direttiva Tecnica (DT), è il documento di riferimento in Provincia Autonoma di Bolzano per la certificazione CasaClima di edifici esistenti o risanati secondo la tabella 1. La certificazione viene rilasciata dall’Agenzia per l’Energia Alto Adige – CasaClima della Provincia Autonoma di Bolzano.

Per il territorio al di fuori della Provincia Autonoma di Bolzano la presente Direttiva Tecnica è il documento di riferimento per il rilascio del sigillo di qualità CasaClima R. Tale sigillo può essere rilasciato 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 e 5 della presente DT.

Nei capitoli 1-3 della DT sono descritte tutte le procedure operative per l’ottenimento della certificazione, sono definite le classi energetiche ed è elencata la documentazione richiesta. Nei capitoli 4-5 sono definiti i requisiti minimi e i criteri richiesti dalla certificazione. Nelle appendici sono definite le modalità per il calcolo energetico e per la verifica della condensazione interstiziale.

Nella tabella seguente sono riportate le relative Direttive Tecniche CasaClima e le appendici di riferimento da seguire per le singole tipologie di intervento.

Tab. 1: Uso delle Direttive Tecniche

| TIPO | TIPO DI INTERVENTO | DIRETTIVA TECNICA |
|----------|--|---|
| a | Nuova costruzione | DT Nuovi edifici |
| b | Demolizione e ricostruzione o assimilabile | |
| c | Riqualificazione globale, Sigillo Qualità CasaClima R (Cap. 4+5) Per la Provincia di Bolzano: “Bonus energia” o altri contributi provinciali per il risparmio energetico | DT Edifici esistenti & Risanamento incl. Appendici A + B + C o DT Nuovi edifici |
| d | Risanamento importante | Questi casi sono validi solo nella Provincia Autonoma di Bolzano. Sono esclusivamente da valutare le Appendici A + B + C della DT Edifici esistenti & Risanamento |
| e | Risanamento non importante | |
| f | Sostituzione componenti p. es. finestre, impianto termico | |
| g | NESSUN intervento di riqualificazione energetica (per classe G non obbligatorio) | |

1.2 Obiettivi

La DT fornisce le linee guida per un intervento di risanamento energetico globale finalizzato a sfruttare il potenziale di miglioramento della struttura esistente, ridurre il fabbisogno energetico e migliorare il comfort indoor, controllando la qualità delle opere realizzate.

1.3 Validità

La Direttiva Tecnica “Edifici esistenti & Risanamento” entra in vigore in data 01.09.2017. Essa sarà valida fino alla data di pubblicazione di una nuova Direttiva Tecnica.

Le disposizioni della presente Direttiva Tecnica si applicano agli interventi la cui richiesta di certificazione è posteriore alla data di entrata in vigore della stessa.

In fase transitoria, fino al 31.12.2017, sarà comunque possibile utilizzare le direttive e linee guida antecedenti.

1.4 Definizioni

Per tutte le definizioni necessarie all'applicazione della presente Direttiva Tecnica vale quanto riportato nella legislazione e nella normativa tecnica vigente.

1.5 Applicabilità della certificazione

Possono essere certificati sia interi edifici sia parti di essi, per le quali viene rilasciato il Certificato energetico CasaClima. Al di fuori della Provincia Autonoma di Bolzano la certificazione viene rilasciata solo se vengono soddisfatti tutti i requisiti della DT dei capitoli 4 e 5 e con l'assegnazione della targhetta CasaClima.

1.6 Soggetti coinvolti

Di seguito si elencano i principali soggetti coinvolti nell'iter di certificazione:

Agenzia

L'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima, di seguito denominata Agenzia, e le Agenzie Partner sono gli organi amministrativi e tecnici del servizio di certificazione. L'Agenzia provvede all'istruzione delle domande, ai controlli e alle verifiche.

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

Richiedente

Il Richiedente della certificazione è la persona fisica o giuridica che ha presentato la richiesta di certificazione.

Referente della certificazione

Il referente della certificazione è il tecnico di riferimento per l'Agenzia per tutte le attività rilevanti dell'iter di certificazione. Egli è responsabile della raccolta di tutta la documentazione messa a disposizione dai diversi tecnici coinvolti nel progetto ed invia tutta la documentazione richiesta all'Agenzia.

Auditore CasaClima

L'Auditore CasaClima è il soggetto incaricato dall'Agenzia per l'effettuazione dei controlli del progetto e/o in cantiere, definiti Audit di cantiere, propedeutici alla certificazione CasaClima.

1.7 Protocollo CasaClima

Il Protocollo CasaClima è definito attraverso un iter di certificazione, che si articola nelle seguenti fasi:

- PRE-Certificazione
- Certificazione
- RE-Certificazione

Trascorsi quattro anni (dalla data di ricezione della documentazione), in assenza di comunicazioni, decade la validità della stessa e il richiedente dovrà inviare all'Agenzia una nuova richiesta. L'Agenzia si riserva in questi casi il diritto di decidere se applicare la Direttiva Tecnica in vigore alla data della nuova richiesta.

1.7.1 PRE-Certificazione

Nella fase di Pre-certificazione l'Agenzia procede all'acquisizione della richiesta di certificazione e valuta la completezza della documentazione inviata. La richiesta di certificazione deve essere inoltrata prima dell'inizio lavori.

1.7.2 Certificazione

Nella fase di Certificazione l'Agenzia esegue controlli sui documenti e sulla costruzione definiti come di seguito:

Progetto

Controllo del calcolo energetico (se necessario o presente), verifica della documentazione tecnica inviata. L'Agenzia identifica un tecnico che controlla il calcolo energetico e verifica la documentazione.

Costruzione

Audit – controllo in loco, ricontrollo ed aggiornamento del calcolo energetico, verifica della documentazione inviata.

Durante la fase di costruzione l'Agenzia nomina un Auditore CasaClima per l'esecuzione dei sopralluoghi (Audit) previsti. Durante l'Audit l'Auditore raccoglie tramite un protocollo di Audit le informazioni tecniche richieste ai fini della certificazione CasaClima. L'Agenzia acquisisce direttamente dal referente o tramite l'Auditore gli aggiornamenti per eseguire il ricontrollo del calcolo.

Controllo Finale

Misurazione della permeabilità all'aria ove richiesta, controllo finale dell'intera documentazione e del calcolo energetico. L'Agenzia acquisisce direttamente o tramite l'Auditore gli aggiornamenti finali a cura del Referente della certificazione e i dati necessari per l'emissione del certificato CasaClima. L'Agenzia esegue il controllo finale ed emette il certificato energetico e/o diploma CasaClima e la targhetta CasaClima R.

1.7.3 RE-Certificazione

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

1.8 Responsabilità

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

L'Agenzia controlla la documentazione secondo quanto descritto dalla Direttiva Tecnica e svolge controlli di conformità sulla costruzione per le parti rilevanti della certificazione.

Dalla certificazione non può derivare all'Agenzia alcuna pretesa di responsabilità o garanzia in merito a una progettazione ed esecuzione non a regola d'arte.

2 DOCUMENTAZIONE

2.1 Documenti richiesti

Nella Tabella 2 sono elencati i documenti da allegare alle richieste di certificazione da indirizzare all'Agenzia CasaClima. Per le richieste da presentare alle Agenzie Partner si raccomanda di fare riferimento a quanto indicato sul sito web dell'Agenzia di competenza.

L'Agenzia CasaClima acquisisce i documenti esclusivamente mediante l'invio tramite email a uno dei seguenti indirizzi:

technik@klimahausagentur.it

tecnica@agenciacasaclima.it

Tab. 2: Tabella riassuntiva dei documenti richiesti

| DOCUMENTI RICHIESTI | | |
|--|---|---|
| Documento | Descrizione | Supporto digitale |
| Fase di certificazione "PROGETTAZIONE" | | |
| Modulo di Richiesta e Autorizzazione del proprietario per gli Audit Energetici | Il modulo di richiesta di certificazione è un file compilabile elettronicamente. La data di ricezione in Agenzia della richiesta determina l'avvio della pratica di certificazione. | PDF |
| Concessione Edilizia | Permesso di costruire, DIA, SCIA o altro documento equivalente | PDF |
| Modulo "Vincoli" | Solo nei casi richiesti | PDF |
| Verifica dell'efficienza complessiva | Calcolo energetico prima dell'intervento (obbligatorio nel caso in cui non sia raggiunta la Classe C) Calcolo energetico dopo l'intervento | File Export ProCasaClima (.xlsx) o CasaClima Open |
| Progetto di concessione edilizia | Individuazione di superficie e volume lordi riscaldati, superfici disperdenti totali, finestre in riferimento al calcolo energetico con stato di fatto, comparativo e di progetto | PDF eventualmente: DWG, DXF |
| Nodi costruttivi | Indicazione dei nodi utilizzati secondo l'"Analisi FEM nodi costruttivi esistenti" o Catalogo CasaClima" | PDF |
| Verifica della condensazione interstiziale | Solo nei casi richiesti | PDF |
| Fase di certificazione "COSTRUZIONE" | | |
| Foto documentazione | Foto delle principali fasi di risanamento, dei nodi costruttivi e degli impianti. Nelle foto dovranno essere indicati con l'utilizzo del metro gli spessori dei materiali posati. La foto documentazione va inserita in un'unica cartella con le singole foto nominate in modo seguente: "tipologia.nodo.#numerofoto" (p.es: A.N1a#1, A.N1a#2, G.N11c#1) | PDF, TIF o altro formato grafico |

| Fase di certificazione “CONTROLLO FINALE” | | |
|---|---|----------------------------------|
| Verifica dell'efficienza complessiva | Calcolo energetico aggiornato (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 del Blower-Door-Test | Solo nei casi richiesti. Il Test va eseguito secondo i “Criteri CasaClima per l'esecuzione delle prove di permeabilità all'aria” (Direttiva BDT) | PDF |

L'Agenzia ha messo a disposizione la procedura “CasaClima Open” che consente di ottenere la certificazione CasaClima utilizzando i programmi sviluppati ai sensi della UNI TS 11300 certificati CTI. Per l'utilizzo si rimanda ai documenti che regolano la procedura “CasaClima Open”.

2.2 Controllo

L'Agenzia controlla la documentazione inviata e può richiedere integrazioni relativamente a materiali e componenti utilizzati, in riferimento ai dati di input del programma ufficiale di calcolo CasaClima.

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

3 LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA CASA CLIMA

3.1 Classi CasaClima

La classe CasaClima è definita dalla classe meno efficiente tra l'efficienza energetica dell'involucro e l'efficienza energetica complessiva come definito nella tabella seguente.

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

| Classe CasaClima (*) | Efficienza Energetica Involucro EIN_{RES} [kWh/m ² a] | Fabbisogno Energia Primaria equiv. senza Raffrescamento EPSR_{RES} [kg CO ₂ eqv /m ² a] | Fabbisogno Energia Primaria equiv. con Raffrescamento (**) EPR_{RES} [kg CO ₂ eqv /m ² a] | Efficienza energetica complessiva con Raffrescamento EEC_{RES} (= EPSR _{RES} + EPR _{RES}) [kg CO ₂ eqv /m ² a] |
|----------------------|---|--|--|---|
| Gold | ≤ 10 | ≤ 10 | ≤ 5 | ≤ 15 |
| A | ≤ 30 | ≤ 20 | ≤ 10 | ≤ 30 |
| B | ≤ 50 | ≤ 35 | ≤ 15 | ≤ 50 |
| C | ≤ 70 | ≤ 50 | ≤ 20 | ≤ 70 |
| D | ≤ 90 | ≤ 65 | ≤ 25 | ≤ 90 |
| E | ≤ 120 | ≤ 90 | ≤ 30 | ≤ 120 |
| F | ≤ 160 | ≤ 120 | ≤ 40 | ≤ 160 |
| G | > 160 | > 120 | > 40 | > 160 |

(*) Un edificio della classe CasaClima A o Gold (efficienza energetica dell'involucro ed efficienza energetica complessiva) corrisponde alla definizione di „edificio ad energia quasi zero - nZEB”, ai sensi della Direttiva Europea 31/2010/UE Art.2, comma 2.

(**) I limiti per il “fabbisogno Energia Primaria equivalente con raffrescamento” sono uguale a zero in assenza di un impianto di raffrescamento.

Simboli:

EIN_{RES} : Efficienza Energetica Involucro – RESidenziale

EIN_{NRES} : Efficienza Energetica Involucro – Non RESidenziale

EPSR_{RES} : Fabbisogno Energia Primaria Equivalente Senza Raffrescamento – RESidenziale

EPR_{RES} : Fabbisogno Energia Primaria Equivalente con Raffrescamento – RESidenziale riferita al capoluogo di Provincia

EEC_{RES,UBI} : Efficienza Energetica Complessiva (EPSR_{RES}+ EPR_{RES}) – RESidenziale riferita all'ubicazione

EEC_{NRES} : Efficienza Energetica Complessiva (EPSR_{RES}+ EPR_{RES}) – Non RESidenziale riferita al capoluogo di Provincia

EEC_{NRES,UBI} : Efficienza Energetica Complessiva (EPSR_{RES}+ EPR_{RES}) – Non RESidenziale riferita all'ubicazione

GG : Gradi Giorno

3.2 Efficienza involucro EIN e Efficienza complessiva EEC

L'efficienza energetica dell'involucro EIN, ossia la prestazione dell'involucro durante la stagione di riscaldamento, è un parametro riferito ai dati climatici al capoluogo di provincia.

L'efficienza energetica complessiva EEC (involucro e impianti) è un parametro riferito al comune di ubicazione.

La EIN e la EEC vengono calcolate tramite il programma ufficiale di calcolo CasaClima.

Per gli **edifici residenziali** (RES) i limiti dell'EEC vengono determinati in funzione dei dati climatici (Gradi Giorno) del comune di ubicazione secondo la seguente formula:

$$EEC_{RES,UBI} = EPSR_{RES} \times \frac{GG_{UBI}}{GG_{REF}} + EPR_{RES} \times \frac{GG_{MAX} - GG_{UBI}}{GG_{RANGE}} \quad (1)$$

$$GG_{MAX} = 5791 \quad (\text{gradi giorno comune di Corvara}) \quad (\text{esempio})$$

$$GG_{REF} = 2736 \quad (\text{gradi giorno comune di Bolzano}) \quad (\text{esempio})$$

$$GG_{RANGE} = GG_{MAX} - GG_{REF}$$

Per gli **edifici non residenziali** (NRES) la determinazione dei limiti per EIN ed EEC avviene attraverso le seguenti formule:

$$EIN_{NRES} = \max\left(EIN_{RES} \times \frac{\text{volume netto}}{(3 \times SNR)}; EIN_{RES}\right) \quad (2.1)$$

$$EEC_{NRES} = \max\left(EEC_{RES} \times \frac{\text{volume netto}}{(3 \times SNR)}; EEC_{RES}\right) \quad (2.2)$$

$SNR = \text{Superficie Netta Riscaldata}$

Per **le strutture ricettive** (Hotel) la determinazione dei limiti per EIN ed EEC avviene attraverso le seguenti formule:

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

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

4 REQUISITI DI CERTIFICAZIONE – INVOLUCRO EDILIZIO

Per l'ottenimento del certificato energetico CasaClima per edifici e appartamenti esistenti soggetti a un risanamento energetico devono essere soddisfatti i requisiti definiti nel capitolo 4. Il mancato rispetto di uno o più 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 4 e del capitolo 5:

Tab 4: Requisiti per la certificazione CasaClima C e CasaClima R

| REQUISITI | Certificazione CasaClima C* | Certificazione CasaClima R |
|--|---|---|
| CasaClima C secondo tabella 3 | richiesto | richiesto qualora non siano presenti vincoli secondo il punto 4.2 |
| Miglioramento 50% dell'efficienza dell'involucro (tab.3) | Non richiesto | Richiesto qualora siano presenti vincoli secondo il punto 4.2 |
| Prestazione estiva secondo 4.2 | consigliato | richiesto |
| Requisiti elementi opachi sec. 4.3 | consigliato | richiesto |
| Requisiti elementi trasparenti sec. 4.4 | consigliato | richiesto |
| Soluzione ponti termici secondo 4.5 | consigliato | richiesto |
| Permeabilità all'aria secondo 4.6 | consigliato | richiesto |
| Verifica della condensa interstiziale 4.7 | consigliato | richiesto |
| Requisiti impianti secondo 5 | Richiesto solo in caso sostituzione generatore con p.d.c. (5.2) | richiesto |

*Osservazione: solo per la Provincia di Bolzano (vedi 1.5)

4.1 Casi di vincolo

Vincoli, regolamenti, norme ecc. possono rendere impossibile l'attuazione di alcuni requisiti della Direttiva, precludendo il raggiungimento della **classe CasaClima C**. In tale caso è necessario fornire una documentazione tecnica che comprovi l'esistenza di tali vincoli.

L'Agenzia CasaClima riconosce i seguenti vincoli:

- vincoli urbanistici (distanze tra edifici, ecc.)
- vincoli paesaggistici
- vincoli storico-architettonici
- vincoli igienico-sanitari dovuti alle altezze interne, alle superfici calpestabili interne, ecc.
- 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.

4.2 Prestazione energetica invernale, estiva e complessiva

Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R l'intervento sull'edificio o sull'appartamento deve soddisfare i requisiti per ottenere almeno la **Classe CasaClima C (vedi par.3.1)**.

Nel caso in cui non sia possibile raggiungere la classe CasaClima C 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 al comune di ubicazione:

- edifici residenziali e scuole: $Q_{c,sens} \leq 20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (esclusi edifici in località >4000GG)
- altri edifici non residenziali: $Q_{c,sens} \leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (esclusi edifici in località >4000GG)

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 nel paragrafo schermature.

4.3 Elementi opachi

4.3.1 Pareti e coperture esterne

Per gli elementi strutturali opachi oggetto di intervento ed esposti all'irraggiamento solare diretto (pareti esterne e coperture) con valore $U \geq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ per il rispetto della prestazione estiva valgono i seguenti limiti:

| ZONA CLIMATICA | SFASAMENTO | FATTORE DI ATTENUAZIONE (24h) |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| A, B, C, D | $\geq 12 \text{ h}$ | $\leq 0,30$ |
| E, F ($\leq 4000 \text{ GG}$) | $\geq 9 \text{ h}$ | - |
| F ($> 4000 \text{ GG}$) | - | - |

Per il comportamento estivo interno, esclusivamente per le zone climatiche A, B, C, D, si richiede un'ammettenza interna $Y_{11} \geq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. In caso di non rispetto di tale limite è richiesta l'installazione di un sistema di climatizzazione estiva.

4.3.2 Cassonetto

Nel caso di mantenimento del cassonetto esistente deve essere garantita la tenuta all'aria, sia dei giunti di posa (muro-cassonetto), sia dell'eventuale apertura per l'ispezione. 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.

4.3.3 Portoncino d'ingresso

Nel caso di mantenimento del portoncino esistente deve essere garantita 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.

4.4 Elementi trasparenti

Nel caso di sostituzione di superfici vetrate (finestre), esse devono essere dotate di un sistema di schermatura mobile o fissa come definito ai punti 4.4.1 e 4.4.2. Nel caso di vincolo di tutela i requisiti sottoelencati sono derogabili.

I requisiti sottoelencati relativi alle schermature non si applicano:

- agli edifici in una zona climatica con $GG > 4000$
- nel caso sia rispettato il limite sul **fabbisogno di raffrescamento sensibile** $Q_{c,sens}$ previsto al punto 4.2.
- per le superfici vetrate orientate a Nord

4.4.1 Schermature mobili

Si distinguono tre tipi di schermature mobili. I requisiti sono specifici per il funzionamento di ogni sistema.

Schermatura NON integrata nella finestra ed ispezionabile:

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

Schermatura integrata nella finestra ed ispezionabile:

- deve essere collocata nella camera sul lato fra vetro esterno e lato esterno del vetro isolante
- nello stato chiuso deve schermare più del 80% della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,2$)

Schermatura integrata nella finestra e NON ispezionabile:

- il vetro isolante deve essere composto da 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 distanziatori a bordo caldo (warm edge)
- le lamelle della schermatura devono avere un valore di riflessione solare uguale o superiore all'80% riferito al lato esposto alla radiazione solare. Il valore deve essere certificato da un laboratorio notificato secondo UNI EN 14500 o UNI EN 410
- allo stato chiuso deve schermare più del 80% della radiazione solare ($g_{tot} \leq 0,2$)
- la vetreria che fornisce il vetro isolante deve essere 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.

4.4.2 Schermature fisse o sistemi filtranti

Le schermature fisse e/o i sistemi filtranti devono essere sempre posizionati sul lato esterno della vetrata.

Sistemi di schermatura esterni fissi e i sistemi filtranti non devono superare il fattore solare totale g_{tot} della tabella 7.

Definizione: g_{tot} = vetro isolante + sistema schermante

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

| FATTORE SOLARE g_{tot} | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|------|---------|-----------|-------|------------|-----------------------|
| Superfici verticali, orientate a: | | | | | | | Superfici orizzontali |
| Sud | Nord-Est | Est | Sud-Est | Sud-Ovest | Ovest | Nord-Ovest | |
| 0,27 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |

Per l'inserimento nel calcolo vedi A.12

4.4.3 Aggetti dell'edificio

Nel caso in cui una superficie vetrata sia schermata da un aggetto verticale o orizzontale dell'edificio tale da garantire un fattore solare totale g_{tot} non superiore ai valori indicati nella tabella precedente, è possibile derogare dai punti 4.4.1 e 4.4.2.

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

4.5 Ponti termici

I ponti termici sono zone termicamente deboli dell'involucro dell'edificio dove a causa delle maggiori dispersioni di calore si possono creare temperature superficiali interne critiche nella stagione più fredda.

4.5.1 Valutazione dei ponti termici

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

Negli ambienti riscaldati la **temperatura superficiale interna θ_{si}** , in corrispondenza dei **nodi definiti da elementi strutturali di nuova realizzazione** (ampliamenti, ecc.) e **dei nodi definiti da elementi strutturali oggetto di intervento di riqualificazione energetica**, deve essere:

- $\theta_{si} \geq 17,0^{\circ}\text{C}$ per edifici o appartamenti senza impianto di ventilazione meccanica controllata
- $\theta_{si} \geq 12,6^{\circ}\text{C}$ per edifici o appartamenti con impianto di ventilazione meccanica controllata in grado di garantire un ricambio d'aria $n \geq 0,3$ Vol/h

con le seguenti **eccezioni**:

Per gli edifici che si trovano nelle zone climatiche D e E in caso di installazione di porte finestre scorrevoli si richiede una temperatura minima superficiale del giunto inferiore $\Theta_{si} \geq 12,6^{\circ}\text{C}$.

Per gli edifici che si trovano nella zona climatica F, la temperatura superficiale minima dei nodi di attacco finestra/porta-finestra può essere derogata in caso di impossibilità tecnica facendo uso delle migliori tecnologie per la soluzione del nodo.

Per nodi definiti da elementi strutturali oggetto di intervento di riqualificazione energetica è accettabile una $\theta_{si} \geq 9,5^{\circ}\text{C}$ (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 CasaClima Edifici Nuovi, all' "Analisi FEM nodi costruttivi esistenti" o in alternativa deve essere eseguito un calcolo bidimensionale agli elementi finiti (vedi 4.5.3).

Nel caso in cui la temperatura θ_{si} non fosse verificata, può essere installato un sistema di protezione attiva come di seguito specificato.

- **Protezione attiva dei ponti termici con cavo scaldante di tipo elettrico** con le seguenti caratteristiche:
 - deve essere presente il sensore di temperatura superficiale per la regolazione dell'accensione e dello spegnimento del circuito elettrico o termico
 - la potenza nominale del cavo scaldante deve essere ≤ 15 W/m
- **Protezione attiva dei ponti termici con sistema idronico** (pavimento/parete radiante)

4.5.2 Ponti termici presenti e non risolti

Nel caso in cui i ponti termici non risultino risolti come definito nel punto 4.5, ne consegue che:

- i ponti termici devono essere inseriti nel calcolo. (vedi appendice A11) .
- la presenza del ponte termico viene inserita esplicitamente come nota nel certificato CasaClima

4.5.3 Calcolo delle temperature superficiali

Nel caso sia richiesto un calcolo bidimensionale agli elementi finiti (FEM) validato secondo la UNI EN ISO 10211), devono essere rispettate le condizioni della tabella 6.

Tab. 6: Condizioni per il calcolo delle temperature superficiali

| CONDIZIONE DELL'AMBIENTE | | θ_i / θ_e | | |
|---|---|---|-----------------------------------|------|
| aria interna, ambiente riscaldato | | 20 °C | | |
| aria esterna | | temperatura media del mese più freddo nel luogo di ubicazione dell'edificio (temperatura predefinita nel software ProCasaClima, dati oggetto) | | |
| aria interna, ambiente non riscaldato ($\theta_e \times f_i$) | | Fattore di correzione della temperatura secondo UNI EN ISO 13788 | | |
| aria interna, ambienti contro terreno ($\theta_e \times f_i$) | | secondo UNI EN ISO 13788 | | |
| RESISTENZE TERMICHE SUPERFICIALI (UNI EN ISO 13788) | | | Rse / Rsi [m ² K/W] | |
| Esterno | per tutte le superfici | | 0,04 | |
| | per tutte le superfici opache (anche negli angoli, arredamenti 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 | |

4.6 Tenuta all'aria dell'involucro edilizio

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

Nel calcolo energetico deve essere inserito il risultato del test eseguito; nel caso di edifici plurifamiliari, dovrà essere inserito il valore medio dei risultati ottenuti sui singoli appartamenti

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

Per il rilascio del certificato CasaClima il test BDT non è obbligatorio e in caso in cui non venga eseguito, deve essere inserito nel calcolo energetico valore limite indicato sopra.

Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R e della relativa targhetta l'esecuzione del Blower-Door-Test è sempre obbligatoria.

4.6.1 Modalità di esecuzione

Il Blower-Door-Test va eseguito secondo quanto specificato nella Direttiva "Criteri CasaClima per l'esecuzione delle prove di tenuta all'aria" e in conformità alle norme vigenti. L'esecuzione del test di Blowerdoor è obbligatorio esclusivamente per edifici residenziali.

Il Blower-Door-Test deve essere sempre eseguito sulle singole unità abitative e non sull'intero edificio. Dovrà comunque essere testato un appartamento nel sottotetto, qualora presente. In presenza di infiltrazioni d'aria verso altri appartamenti, dietro parere positivo dell'Agenzia, è possibile eseguire un test su tutto l'edificio.

Le verifiche di permeabilità all'aria dell'edificio sono svolte su una o più unità abitative distinte per piano e orientamento. La tabella 8 riporta la quantità di test da svolgersi in un edificio plurifamiliare. In caso di edifici esistenti con unità risanate e unità abitative di nuova costruzione si richiede il test in entrambe le situazioni.

Nel caso di un'unità abitativa di nuova costruzione il valore limite è $n_{50,lim} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$.

Tab. 8: Numero minimo di unità abitative da testare

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

⁽¹⁾ Eccezione: nel caso di due sole unità abitative, di cui una esistente e l'altra di nuova costruzione, il BDT è richiesto per entrambe le unità.

4.7 Condensazione interstiziale

Il comportamento igrotermico degli elementi che compongono l'involucro termico deve garantire il rispetto della verifica della condensazione interstiziale.

Devono essere verificati i seguenti elementi costruttivi dell'involucro termico:

- 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 che vengono risanate

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

La verifica può essere 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
- la capacità igroscopica 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 non sia conforme, possono essere considerati metodi di valutazione più avanzati 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'appendice D.

5 REQUISITI DI CERTIFICAZIONE – IMPIANTI

Per l'ottenimento del certificato energetico CasaClima per edifici e appartamenti esistenti soggetti a un risanamento energetico devono essere soddisfatti i requisiti definiti nel capitolo 5. Il mancato rispetto di uno o più 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 vincolati al soddisfacimento di TUTTI i requisiti minimi del capitolo 5.

I requisiti impiantistici si applicano agli impianti sia al servizio di interi edifici che di singole unità immobiliari e sono distinti in:

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

Impianti esistenti

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

Sostituzione di impianti

Per “Sostituzione di impianti” si intende la sostituzione degli impianti o di una parte di essi (uno o più sottosistemi) oggetto di opere che comportino una modifica sostanziale o una sostituzione totale.

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

5.1 Sottosistema di generazione

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

5.1.1 Generatore di calore esistente

Il generatore di calore esistente potrà essere mantenuto se, a seguito delle operazioni di controllo, il rendimento di combustione rilevato è superiore ai valori di seguito indicati. Una copia del rapporto di controllo di efficienza energetica deve essere inviata all'Agenzia.

Tab. 9: Limiti per generatore di calore esistente

| APPARECCHIO ESISTENTE | | |
|---|------------------------------|---|
| Requisiti minimi 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 Pn |
| | dal 29.10.1993 al 31.12.1997 | 84 + 2 log Pn |
| Generatore di calore standard | dal 01.01.1998 al 07.10.2005 | 84 + 2 log Pn |
| Generatore di calore a bassa temperatura | dal 01.01.1998 al 07.10.2005 | 87,5 + 1,5 log Pn |
| Generatore di calore a gas a condensazione | dal 01.01.1998 al 07.10.2005 | 91 + 1 log Pn |
| | dal 8.10.2005 | 89 + 2 log Pn |
| Generatore di calore (tutti, salvo generatore di calore a gas a | dal 8.10.2005 | 87 + 2 log Pn |
| Generatori ad aria calda | prima del 29.10.1993 | 77 + 2 log Pn |
| | dopo il 29.10.1993 | 80 + 2 log Pn |
| Note | | |
| Log Pn: logaritmo in base 10 della potenza utile nominale espressa in kW Per valori di Pn superiori a 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW | | |
| Raccomandazioni | | |
| Scaldacqua elettrico per ACS <ul style="list-style-type: none"> • In presenza di generatore di calore esistente: si consiglia, laddove possibile, la coibentazione con 4 cm di isolante ($\lambda_{max} = 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$) o con uno spessore che garantisca la stessa resistenza termica • In presenza di generatore di calore nuovo: si consiglia la dismissione dello scaldacqua elettrico, a meno di un fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria inferiore a 0,2 l/m²giorno (p.e. uffici) | | |
| Pompe di calore esistenti: verificare che la quantità e la pressione del gas siano quelle indicate dal produttore. | | |

5.1.2 Sostituzione di generatore di calore

Sia per l'ottenimento del certificato energetico CasaClima che per il sigillo CasaClima R per edifici e appartamenti l'Agenzia **richiede** per le pompe di calore di nuova installazione:

Tab. 10: Requisiti minimi 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 aria - acqua. Obbligatoria almeno la variazione dei giri del ventilatore. L'Agenzia consiglia tuttavia l'installazione di pompe di calore con modulazione anche del funzionamento del compressore. |

Per la verifica delle prestazioni e l'inserimento dei dati nel calcolo energetico l'Agenzia fornisce, a supporto dei progettisti, un elenco di pompe di calore scaricabile nell'area download del proprio sito internet e periodicamente aggiornato.

Qualora si scelga un prodotto non presente nel suddetto elenco:

- Saranno accettate le prestazioni dichiarate dal produttore nelle informazioni obbligatorie per la progettazione ecocompatibile degli apparecchi.
- Saranno accettate le prestazioni contenute nei certificati tipo TÜV, IMQ, EHPA o equivalenti.
- In assenza delle informazioni sulla progettazione ecocompatibile o dei certificati tipo TÜV, IMQ, EHPA o equivalenti, le prestazioni dichiarate verranno inserite nel calcolo energetico con una riduzione del 20%.

Nel caso di installazione di pompe di calore con scambio di calore con l'aria esterna in zone climatiche F, deve essere dichiarato anche il valore di COP a $\theta_e \leq -7^\circ\text{C}$; in tali zone il COP/GUE deve tenere conto anche dei cicli di sbrinamento.

Nel caso in cui la pompa di calore venga utilizzata con terminali ad alta temperatura ($\theta_{\text{ingresso}} \geq 45^\circ\text{C}$) o sia dedicata alla produzione di ACS, la dichiarazione delle prestazioni dovrà contenere anche l'efficienza con $\theta_{\text{H}_2\text{O,out}} \geq 55^\circ\text{C}$.

Per l'ottenimento del sigillo CasaClima R l'Agenzia richiede in aggiunta:

Tab. 11: Requisiti e raccomandazioni per le caldaie

| CALDAIE | |
|---|--|
| Requisiti minimi per CasaClima R | |
| Caldaie a condensazione | |
| $\eta_{tu} > 93 + 2\log P_n$ e $\eta_{tu,30} > 88 + 3\log P_n$ | |
| 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 | $\theta_{rit,H} \leq 35^\circ\text{C}$ |
| Note | |
| (1) Con alta temperatura si intendono terminali di emissione con $\theta_{ingresso} \geq 45^\circ\text{C}$. Per $P_n > 400\text{kW}$ si applica il limite corrispondente a 400 kW | |
| η_{tu} e $\eta_{tu,30}$ riferiti a 80°/60°C con terminali ad alta temperatura o per caldaie dedicate all'ACS da scheda tecnica | |
| η_{tu} e $\eta_{tu,30}$ riferiti a 50°/30°C con terminali a bassa temperatura da scheda tecnica | |

Tab. 12: 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 ⁽³⁾ |
| $\eta_{tu} \geq 87\% + \log P_n^{(6)}$ | $\eta_{tu} \geq 89\%^{(6)}$ | $\eta_{tu} \geq 85\%^{(6)}$ |
| Raccomandazioni | | |
| Biomasse combustibili ricadenti tra quelle 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 m ³ /kW e aperture di aerazione. | | |
| Nel caso di deposito pellet prevedere, tra le altre, un'apertura per l'insufflaggio, un'apertura per lo sfiato, svassi interni a 45°, presenza di gommapiuma sul muro opposto al foro di insufflaggio per evitare la frantumazione del pellet e il 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 lo stesso non sia inferiore a 20 dm ³ /kW _t . | | |
| (2) Certificato da un organismo accreditato che attesti la conformità classe 5 della norma UNI EN 303-5. | | |
| (3) Certificati da un organismo accreditato che attesti la conformità alla norma EN 14785, EN 13229, EN 13240 | | |
| (4) Dichiarazione dal produttore indicando il tipo di combustibile utilizzato | | |

Tab. 13: Requisiti per pompe di calore elettriche

| POMPE DI CALORE ELETTRICHE | | | | | | |
|---|---|---|--------------------|---|---|--------------------|
| 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 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}^{(1)}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 15^{\circ}\text{C}$ | 2,7 | | | |
| Aria – Acqua ($P_n < 35\text{kW}$) | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 4,1 | $\theta_{b,s} = 35^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 24^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 23^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 18^{\circ}\text{C}$ | 3,5 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}^{(1)}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 2,7 | | | |
| Aria – Acqua ($P_n > 35\text{kW}$) | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 3,8 | $\theta_{b,s} = 35^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 24^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 23^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 18^{\circ}\text{C}$ | 3 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}^{(1)}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 30^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{H}_2\text{O},out} = 35^{\circ}\text{C}$ | 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 |

Note:
 COP ed EER misurati in conformità alla norma EN 14511 - EN14825 - EN16147

(1) Requisito necessario per installazioni in zone climatiche E o F. Il valore dichiarato/certificato dal produttore deve tenere conto anche dei cicli di sbrinamento.

Tab. 14: 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 | 0,6 |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}^{(1)}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,10 | |
| Aria - Acqua | $\theta_{b,s} = 7^{\circ}\text{C}$ $\theta_{b,u} = 6^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},out}$ | 1,38 | |
| | | 30°C | 40°C ⁽²⁾ | | |
| | $\theta_{b,s} = -7^{\circ}\text{C}^{(1)}$ | 30°C | 35°C ⁽³⁾ | 1,10 | |
| | | 30°C | 35°C ⁽³⁾ | | |
| Salamoia - Aria | $\theta_{sal, in} = 0^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,59 | |
| Salamoia - Acqua | $\theta_{sal, in} = 0^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},out}$ | 1,47 | |
| | | 30°C | 40°C ⁽²⁾ | | |
| | | 30°C | 35°C ⁽³⁾ | | |
| Acqua - Aria | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 10^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{b,s} = 20^{\circ}\text{C}$ | | 1,60 | |
| Acqua - Acqua | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in} = 10^{\circ}\text{C}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},in}$ | $\theta_{\text{H}_2\text{O},out}$ | 1,56 | |
| | | 30°C | 40°C ⁽²⁾ | | |
| | | 30°C | 35°C ⁽³⁾ | | |

Note:
 GUE misurato in conformità alla norma EN 14511:2004 (per quelle a motore endotermico) e EN12309-2:2012 (per quelle ad assorbimento. Valori di prova sul potere calorifico inferiore)
 Per PDC endotermiche si considera un rapporto di trasformazione primario-elettrico pari a 0,4.

(1) necessario in zone climatiche E o F. Il valore dichiarato/certificato deve tenere conto anche dei cicli di sbrinamento
 (2) Per pompe di calore ad assorbimento
 (3) Per pompe di calore a motore endotermico

Tab. 15: Requisiti per riscaldamento elettrico

| RISCALDAMENTO ELETTRICO DIRETTO |
|---|
| Requisiti minimi per CasaClima R |
| Se presente come unico sistema di riscaldamento: <ul style="list-style-type: none"> • Potenza specifica di riscaldamento calcolata con il software dell'Agenzia: $P_1 < 15 \text{ W/m}^2$ • Centralina elettronica per la valutazione delle priorità (per il contenimento delle potenze elettriche richieste) |

Tab. 16: Requisiti per gli scaldacqua elettrici per acqua calda sanitaria

| SCALDACQUA ELETTRICI PER ACS |
|--|
| Requisiti minimi per CasaClima R |
| Coibentazione: spessore minimo 8 cm ($\lambda_{\max} = 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$) o uno spessore di isolante che garantisca la stessa resistenza termica. Resistenza termica ridotta del 50% per gli accumuli in locali riscaldati. L'accumulo non può essere installato all'esterno. |
| L'agenzia richiede una delle seguenti tipologie: <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 collegato ad un impianto fotovoltaico⁽³⁾ |
| Note (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 (programmata per sfruttare la contemporaneità dei carichi). |

5.1.3 Trattamento dell'acqua (Raccomandazione)

In caso di sostituzione del generatore (con o senza produzione ACS) per ottimizzare il rendimento e la sicurezza degli impianti, per preservarli nel tempo, per assicurare durata e regolarità di funzionamento anche alle apparecchiature ausiliarie e per minimizzare i consumi energetici, **l'Agenzia consiglia per tutti gli impianti** termici per la climatizzazione invernale quanto segue.

Tab. 17: Raccomandazioni per il trattamento dell'acqua

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

5.1.4 Sottosistema di regolazione

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. 18: Requisiti per il sottosistema di regolazione

| 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, che permetta la 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 gestire 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 uniformi (p.e. valvole termostatiche) | X ⁽⁴⁾ | X ⁽⁴⁾ | X ⁽⁴⁾ |
| Note | | | |
| (1) Solo per edifici residenziali plurifamiliari con impianto centralizzato | | | |
| (2) Solo in caso di sostituzione del generatore di calore | | | |
| (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 terminali. In questo caso dovranno essere installati dispositivi per la regolazione della temperatura nei singoli locali (p.e. valvole termostatiche) | | | |
| (4) Solo con terminali a bassa inerzia termica (radiatori e convettori). L'agenzia 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 gratuiti. | | | |

5.1.5 Sottosistema di distribuzione

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 le tubazioni dell'impianto di riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria.

Tab. 19: Requisiti e raccomandazioni per il sottosistema di distribuzione

| SISTEMA DI DISTRIBUZIONE |
|--|
| Requisiti minimi |
| Impianti esistenti (CasaClima R) Coibentazione di tutte le tubazioni di distribuzione del calore accessibili secondo le norme vigenti |
| Sostituzione di impianti Coibentazione di tutte le tubazioni di distribuzione del calore secondo le norme vigenti |
| Raccomandazioni |
| Riscaldamento a bassa temperatura È consigliabile non realizzare circuiti ad alta temperatura per specifici terminali (p.es. termo arredi nei bagni). Nel caso vengano installati termo arredi con integrazione elettrica, deve essere installato anche un relè che permetta la chiusura del circuito idraulico del termo arredo durante il funzionamento della resistenza elettrica (onde evitare che il calore prodotto da quest'ultima scaldi l'acqua d'impianto). |
| Raffrescamento ad alta temperatura: 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 tipicamente 18°C. Essa, quando necessaria, deve essere garantita con deumidificatori con compressore a bordo 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">• la corretta equilibratura, in caso di nuovo impianto o sostituzione d'impianto di un intero edificio• la sostituzione dell'impianto di una singola unità immobiliare non comprometta la corretta equilibratura dell'impianto centralizzato esistente dell'edificio.• Verifica dall'installatore che attesta l'avvenuta esecuzione delle tarature secondo quanto previsto dal progetto e dalla predetta relazione tecnica. |

5.1.6 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. 20: Requisiti per il sottosistema di accumulo

| ACCUMULO |
|---|
| Requisiti minimi |
| <p>Impianti esistenti CasaClimaR) Coibentazione: spessore minimo 4 cm ($\lambda_{\max} = 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$) o uno spessore di isolante che garantisca la stessa resistenza termica (ad eccezione degli accumuli in locali riscaldati)</p> |
| <p>Sostituzione d'impianti Coibentazione: spessore minimo 8 cm ($\lambda_{\max} = 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$) o uno spessore di isolante che garantisca la stessa resistenza termica. Resistenza termica ridotta del 50% per gli accumuli in locali riscaldati. L'accumulo non può essere installato all'esterno, ad eccezione dei sistemi accoppiati "pannello solare termico-bollitore"</p> |

5.1.7 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. 21: Requisiti per gli ausiliari elettrici

| AUSILIARI ELETTRICI |
|---|
| Requisiti minimi |
| <p>Impianti esistenti (CasaClimaR): 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 sanitario temporizzate (o altri controlli per l'interruzione del funzionamento giornaliero) Impianti ad aria: ventilatori dotati di variatore di velocità (funzionamento modulante) Umidificatori e deumidificatori: controllati con sensori di umidità che ne permettano lo spegnimento al soddisfacimento delle esigenze.</p> |
| <p><u>Note</u> (1) Regolamento 622/2012/CE. Tale indicazione 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> |

5.2 Ventilazione Meccanica Controllata

I seguenti requisiti minimi si applicano a tutte le macchine con scambiatore di calore a recupero o scambiatore rigenerativo 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, da quelli decentrali che ne sono invece privi.

L'Agenzia raccomanda l'installazione di un sistema di ventilazione con ricambio d'aria e recupero del calore (VMC). In zone climatiche F e in generale in tutte quelle zone caratterizzate da una bassa umidità assoluta esterna durante il periodo invernale, l'Agenzia **raccomanda** l'adozione di recuperatori rigenerativi, dotati di un'efficienza di recupero del calore sia sensibile che latente.

Nel caso di installazione di VMC in edifici risanati con più unità immobiliari deve essere installato un impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore in ciascuna delle unità immobiliari affinché nel calcolo energetico si possa attribuire il recupero di calore all'intero edificio.

5.2.1 Impianti di ventilazione esistenti – edifici non residenziali

L'Agenzia **richiede**:

- L'installazione di un recuperatore di calore ⁽¹⁾ con bypass sugli impianti di ventilazione che ne sono privi
- Per gli impianti di ventilazione dotati di recuperatore di calore deve esserne verificato il funzionamento
- Coibentazione dei canali esistenti accessibili

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

L'Agenzia **consiglia**:

- Pulizia di canali e filtri (raccomandata l'esecuzione periodica di questa manutenzione)
- La verifica delle portate di distribuzione alle singole griglie ed una eventuale regolazione per ottimizzare la distribuzione dell'aria
- Installazione di sensori interni di temperatura, umidità, CO₂ per regolare il funzionamento dell'impianto
- Regolazione dell'impianto in modo da ridurre (o azzerare) il funzionamento nei momenti di scarsa (o nulla) occupazione. È consigliabile ottimizzare la portata d'aria in relazione alle effettive esigenze di ricambio e trattamento dell'aria, evitando così sprechi energetici.

5.2.2 Impianti di ventilazione di nuova installazione – Sistemi canalizzati

L'Agenzia **richiede**:

- Bypass del recuperatore di calore (o tecnologie analoghe, p.e. variazione dei giri della ruota entalpica) per effettuare „Free-Cooling“ durante la stagione di raffrescamento quando la temperatura dell'aria esterna è inferiore a quella interna. Sono esclusi gli edifici in zona climatica F.
- Per gli edifici residenziali:
 - Portata variabile: il ventilatore deve essere dotato almeno di 3 velocità, gestibili facilmente dall'utente (direttamente dal pannello di comando della macchina).
 - Portata di progetto $q_{v,d} \leq 0,7 q_{v,max}$, dove $q_{v,max}$ è la portata d'aria massima dell'apparecchio

L'Agenzia **consiglia**:

- Per edifici residenziali una portata di progetto $q_{v,d}$ tale da garantire un ricambio d'aria esterna $n \geq 0,4$ vol/h
- l'elaborazione del progetto aeraulico per un corretto dimensionamento dei canali, un corretto posizionamento delle bocchette e un corretto bilanciamento delle portate
- la riduzione della portata d'aria esterna a $n \leq 0,2$ vol/h in assenza di persone
- un eventuale incremento della portata d'aria esterna durante il “free cooling” estivo, senza che ciò comporti uno scadimento del comfort indoor per correnti d'aria e rumore
- una regolazione automatica e proporzionale (modulante) del ventilatore tramite un inverter comandato da sensori di qualità dell'aria interna o da sensori di presenza
- il bilanciamento delle portate di immissione ed estrazione tramite un controllo del flusso (p.e. VAV box) o di presenza di una unità di controllo integrata nell'impianto sulla la velocità dei ventilatori

5.2.3 Sistemi non canalizzati

Si distinguono le due seguenti tipologie di sistemi decentrali:

- Tipo A: macchina con immissione d'aria continua
(doppio canale: immissione ed estrazione separate)
- Tipo B: macchina con immissione d'aria discontinua
(singolo canale: flusso d'aria unidirezionale)

L'Agenzia **richiede**

- Per i sistemi di tipo A: bocchette, sia esterne che interne, dotate di alette orientate in maniera contrapposta tra immissione ed estrazione per evitare il ricircolo dell'aria.
- Per gli edifici residenziali:
 - Installare almeno un apparecchio per ogni unità immobiliare.
 - Portata variabile: il ventilatore deve essere dotato almeno di 3 velocità, gestibili facilmente dall'utente (direttamente dal pannello di comando della macchina).
 - Portata di progetto $q_{v,d} \leq 0,7 q_{v,max}$, dove $q_{v,max}$ è la portata d'aria massima dell'apparecchio.

L'Agenzia **consiglia**:

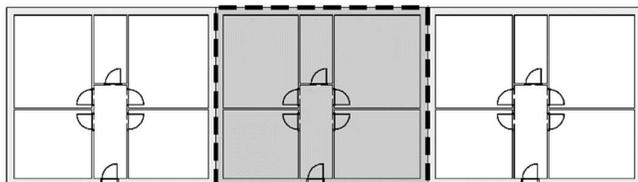
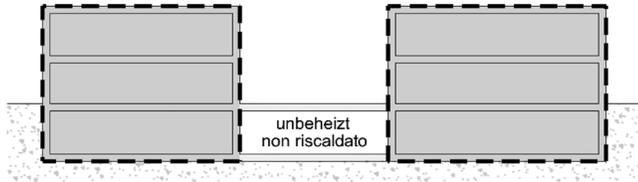
- Per edifici residenziali una portata di progetto totale $q_{v,d,tot}$ tale da garantire un ricambio d'aria esterna $n \geq 0,4$ vol/h
- la riduzione della portata ad almeno 0,2 vol/h in assenza di persone
- un livello continuo equivalente di potenza sonora ponderata a $L_{wA} \leq 24$ dB(A) ad almeno una delle velocità del ventilatore.
- una regolazione automatica e proporzionale (modulante) del ventilatore tramite un inverter comandato da sensori di qualità dell'aria interna o da sensori di presenza
- il bilanciamento delle portate di immissione ed estrazione tramite un controllo dinamico del flusso (p.e. VAV box) o un controllo automatico della velocità dei ventilatori

APPENDICE A – INDICAZIONI PER IL CALCOLO ENERGETICO

A.1 Definizione dell'involucro termico

L'involucro termico dell'edificio è delimitato dalle superfici disperdenti 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 è separato dagli edifici adiacenti dalle fondazioni fino alla copertura.</p> | <p>Grundriss - pianta</p>  <p>--- zu zertifizierende Gebäudehülle - involucro oggetto di certificazione</p> |
| <p>Nel caso di interrato non riscaldato con "n" involucri fuori terra, devono essere inoltrate "n" richieste di certificazione (anche se gli edifici sono dotati di un impianto termico comune: cioè centralizzato).</p> <p>Parti di edificio con utilizzo diverso da quello principale possono essere escluse dal calcolo energetico.</p> | <p>Schnitt - sezione</p>  <p>--- zu zertifizierende Gebäudehülle - involucro oggetto di certificazione</p> |

A.2 Il volume utile lordo riscaldato V_B

Il volume utile lordo riscaldato è definito dall'involucro termico dell'edificio.

A.3 La superficie lorda riscaldata (BGF_B)

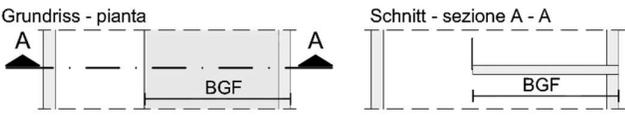
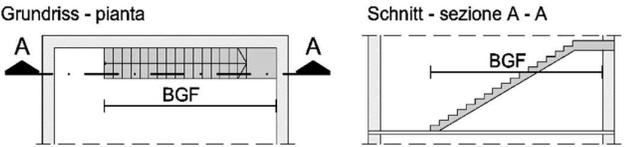
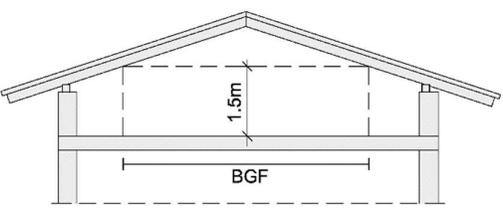
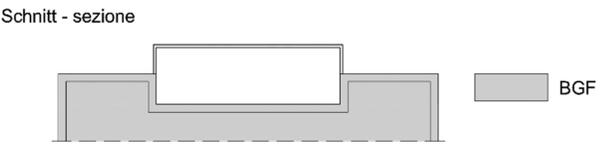
La superficie lorda riscaldata nei piani, viene calcolata considerando le dimensioni esterne (filo muro esterno) dell'involucro.

La superficie lorda riscaldata dei piani è definita come la somma delle superfici di pavimento di ogni singolo piano contenuto nell'involucro riscaldato dell'edificio e viene indicata con l'acronimo BGF_B (beheizte Bruttogeschoßfläche = superficie utile lorda riscaldata di pavimento). Se nel calcolo energetico si inserisce la superficie riscaldata lorda di piano (BGF_B) allora nel calcolo del volume riscaldato si deve inserire la misura del volume riscaldato lordo (V_B), cioè le dimensioni esterne dell'involucro termico.

Se nel calcolo energetico si inserisce la superficie utile netta riscaldata (NGF_B) allora nel calcolo del volume riscaldato si deve utilizzare la misura del volume utile netto riscaldato (V_N), cioè le dimensioni interne dell'involucro termico al lordo dei solai e delle tramezze interne.

Sono da rispettare le seguenti indicazioni:

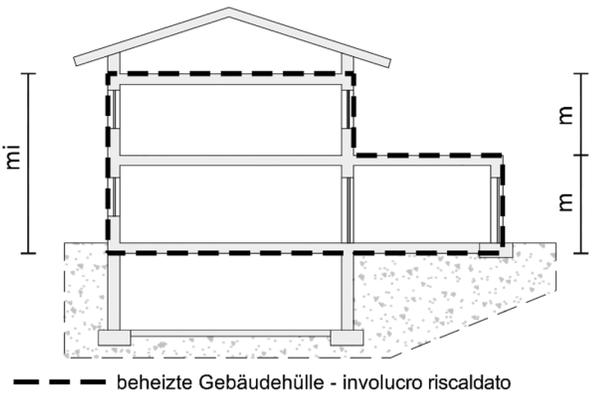
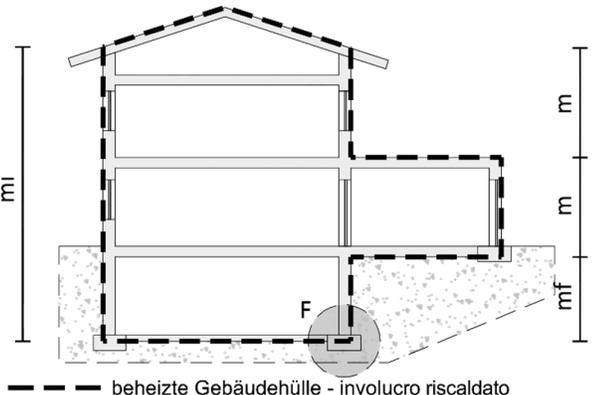
Tab. A2: superficie lorda riscaldata BGF_B

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

A.4 Superfici disperdenti

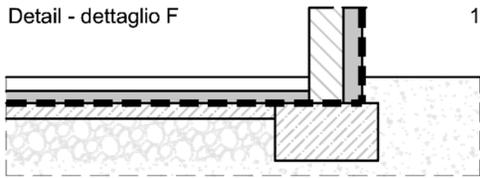
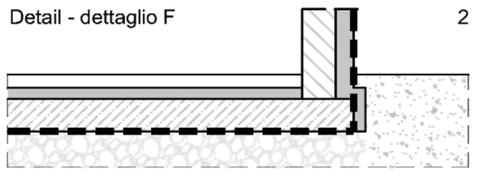
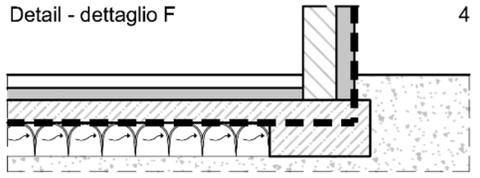
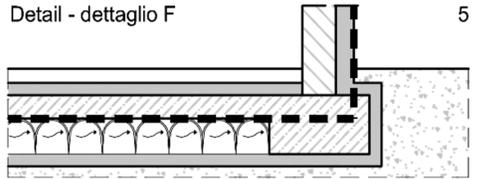
Per superfici disperdenti si intendono le superfici lorde degli elementi costruttivi dell'involucro termico.

Tab. A3: superfici disperdenti

| DETERMINAZIONE DELL' INVOLUCRO | |
|--|---|
| <p>La misura dell'altezza lorda delle superfici disperdenti m_i è presa considerando sempre tutto lo spessore dei solai perimetrali.</p> | <p>Schnitt - sezione</p>  <p>--- beheizte Gebäudehülle - involucro riscaldato</p> |
| <p>La misura dell'altezza lorda delle superfici disperdenti m_i deve essere presa come indicato a fianco, al lordo degli incroci tra la stratigrafia del tetto e della parete e fino al dettaglio F_i.</p> <p>Le misure di m_i e m_f dipendono dal tipo di dettaglio F_i (vedi tabella A4).</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 **mf** fin dove indicata dalla linea tratteggiata.

Tab. A4: Fondazione „Dettaglio F“

| VARIANTI SU FONDAZIONE | TIPO DI DETTAGLIO 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 |

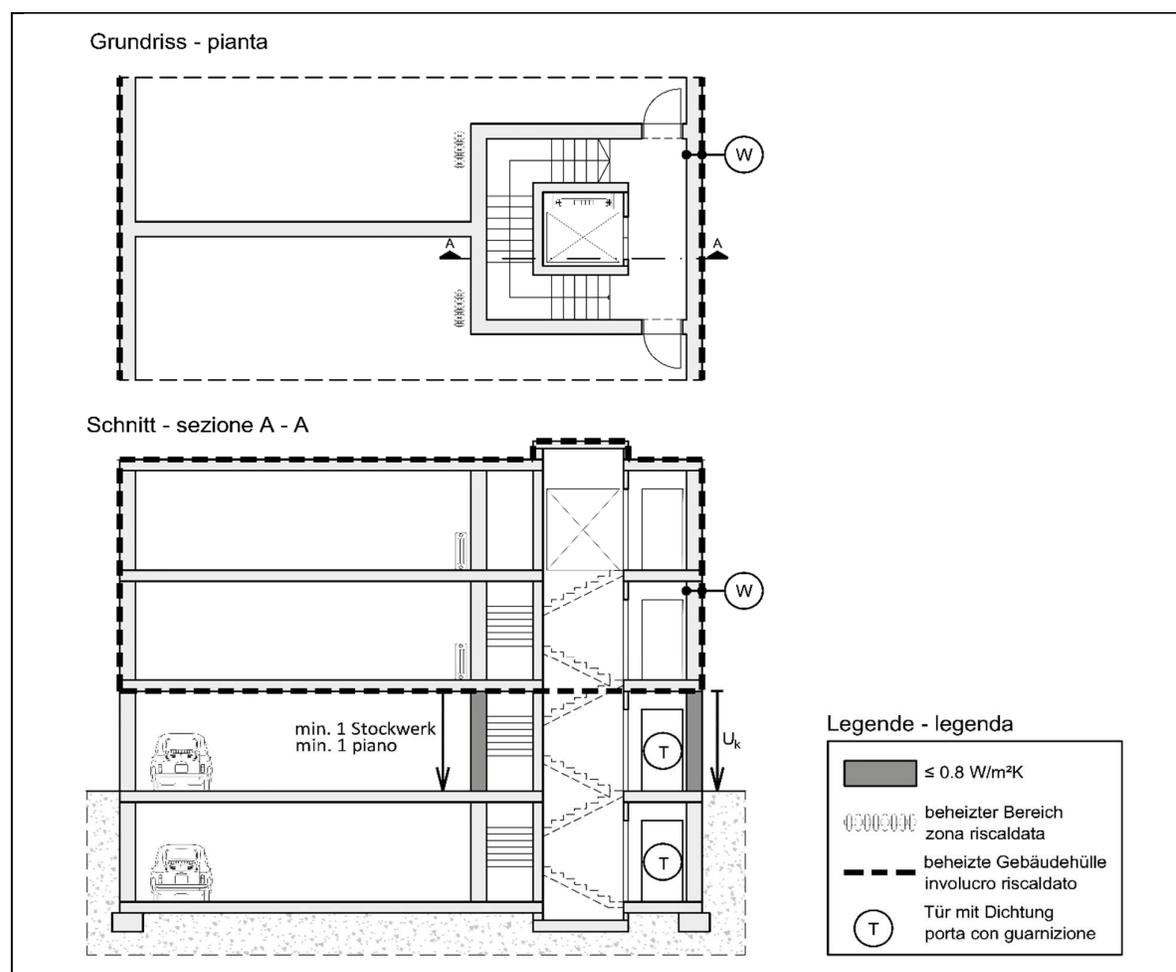
A.5 Semplificazione del calcolo dell'involucro termico del vano scala

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 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).

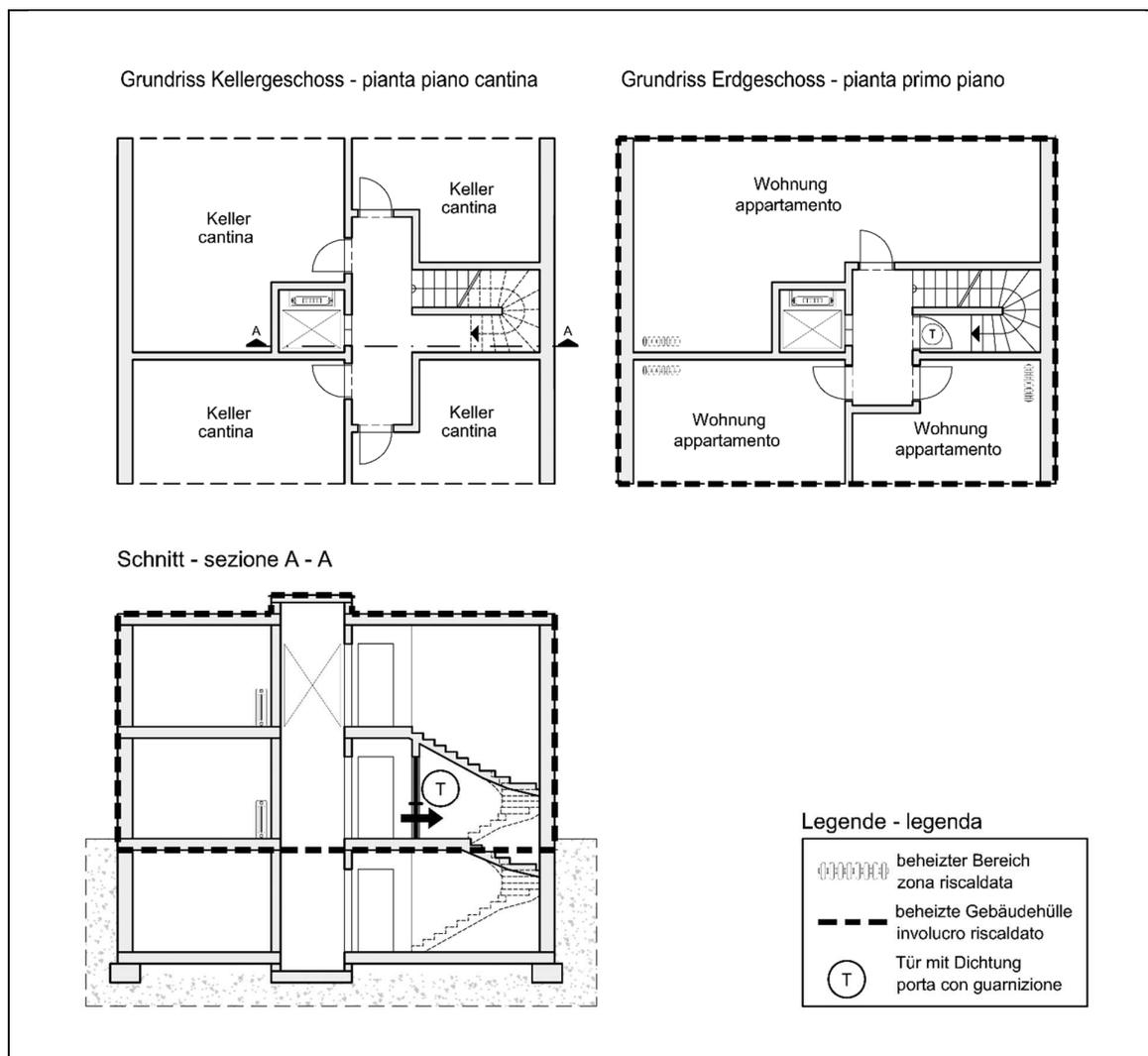
Le porte (T) devono essere dotate di guarnizioni lungo tutto il perimetro. Gli elementi opachi delle pareti del vano scala verso vani non riscaldati devono avere valore di trasmittanza termica $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.



TIPO 2: vano scala incluso nell'involucro riscaldato con porta di separazione nel piano riscaldato

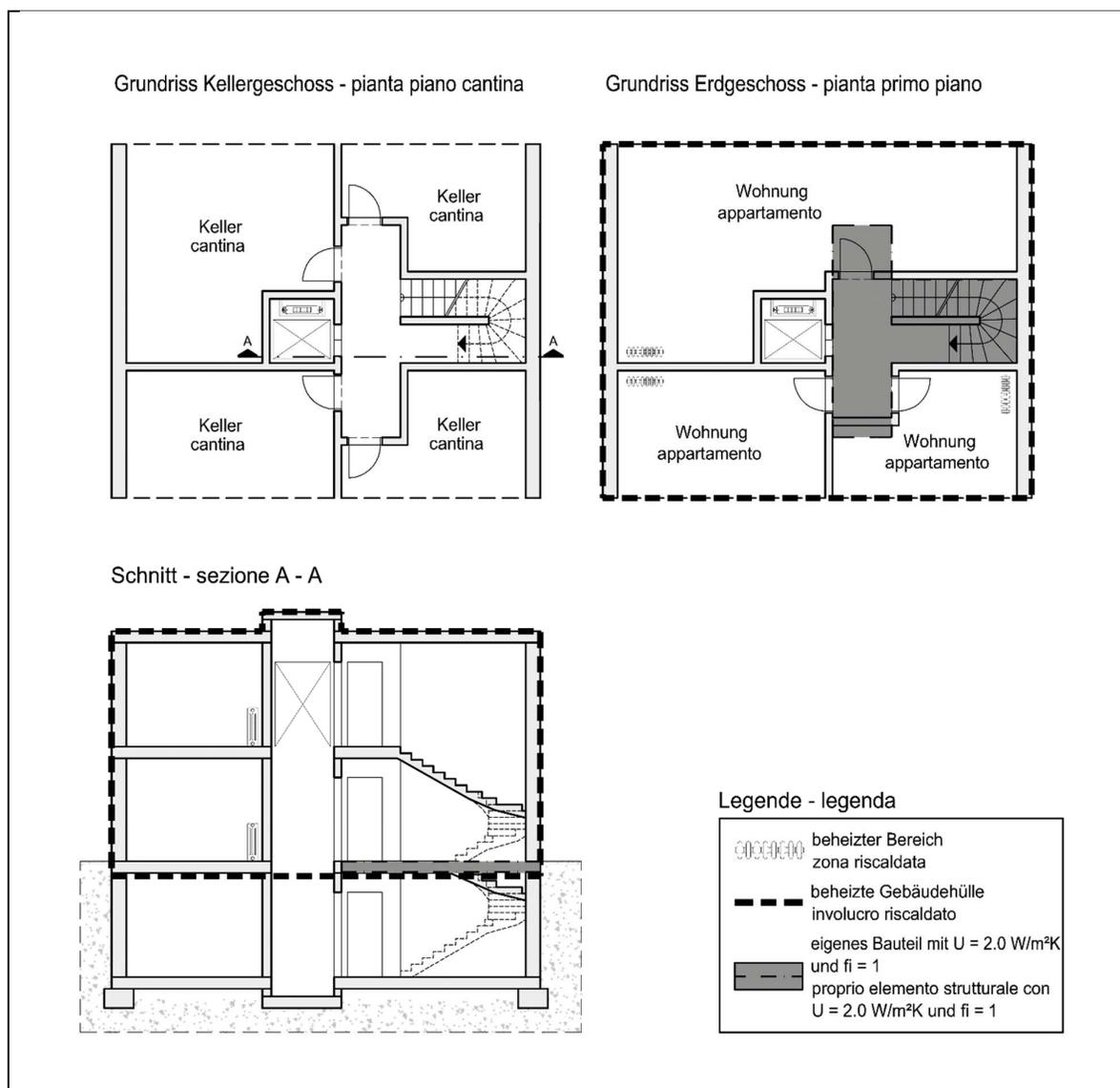
La superficie orizzontale del vano scala, che separa il piano riscaldato dal piano non riscaldato, viene considerata come soffitto verso vano non riscaldato solo nel caso in cui al piano riscaldato più basso sia installata una porta (T). La porta deve separare il vano scala riscaldato da quello non riscaldato.

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**

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 come un elemento strutturale separato con un valore di trasmittanza termica $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $f_i = 1,0$.

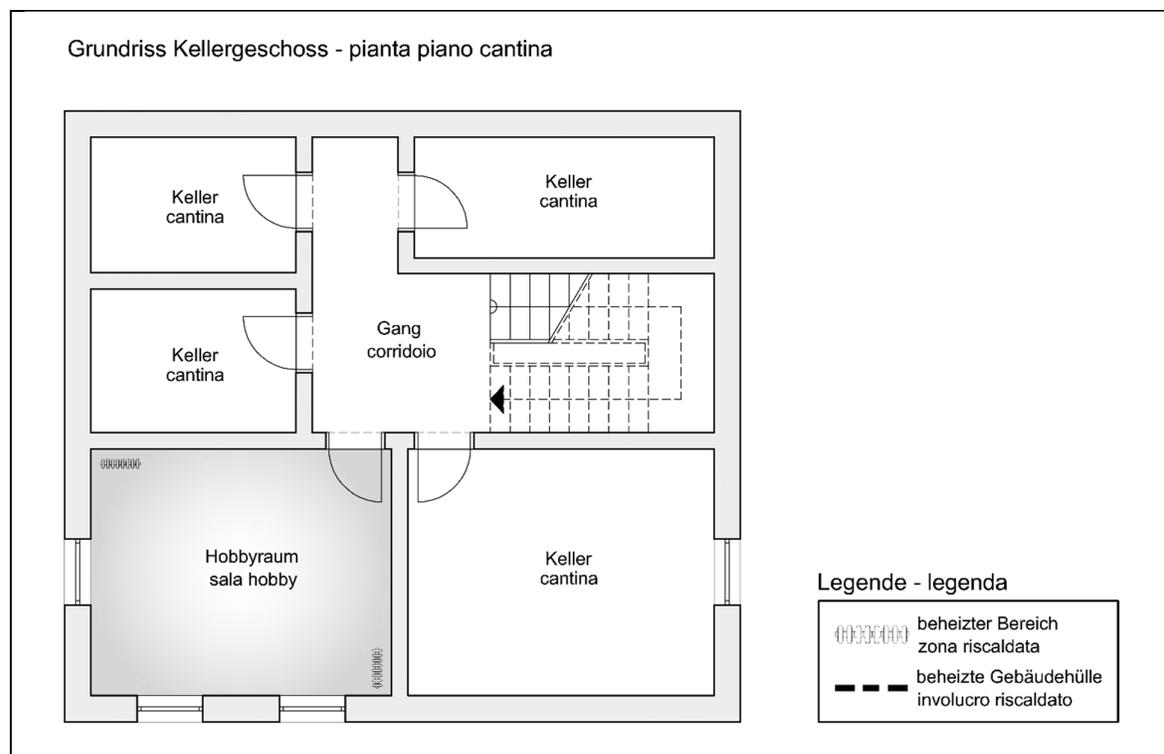


A.6 Vani riscaldati esterni all'involucro riscaldato

Valido per risanamenti e risanamenti con ampliamento.

Vani (o "zone", per es. sala hobby, spazio di lavoro, ecc.), che non sono riscaldati in modo continuo e che si trovano fuori dall'involucro riscaldato si possono escludere dal calcolo CasaClima se vengono rispettati tutti i seguenti punti:

- il proprietario deve dichiarare tramite email 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 non riscaldate in modo continuo deve risultare indipendente dal circuito principale di riscaldamento (presenza di una valvola o saracinesca da documentare con foto)
- pareti e solai che separano le zone riscaldate dalle zone non riscaldate in modo continuo devono essere considerate nel calcolo con un $f_i = 0,50$
- il responsabile tecnico della certificazione CasaClima deve avvisare il proprietario che la presenza di queste zone può portare a costi di riscaldamento superiori e alla formazione di muffa all'interno di esse

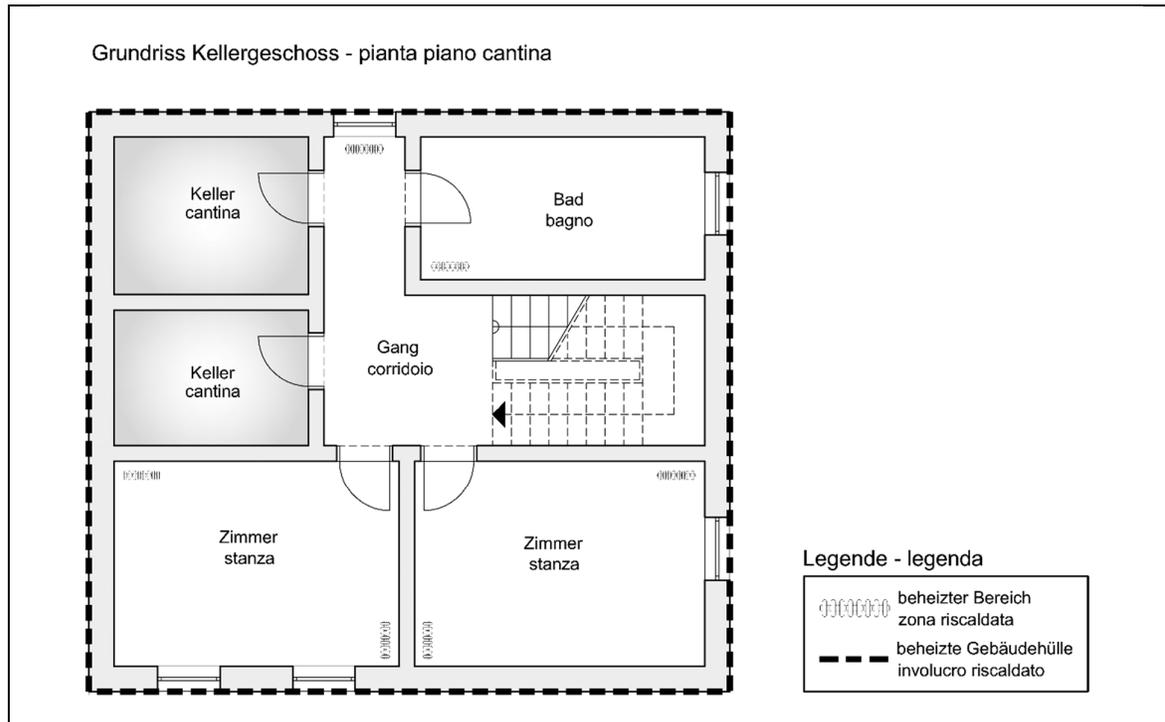


A.7 Vani non riscaldati interni all'involucro riscaldato

Valido per risanamenti e risanamenti con ampliamento.

I vani non riscaldati o riscaldati in modo non continuo che si trovano a livello di un piano 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 continuo vengono inserite nel calcolo come superfici disperdenti
- il volume lordo (V_B) dei vani non riscaldati o riscaldati in modo non continuo viene inserito nel volume lordo riscaldato del calcolo
- la superficie lorda (BGF) dei vani non riscaldati o riscaldati in modo non continuo non viene inserita nella superficie lorda riscaldata (BGF_B)

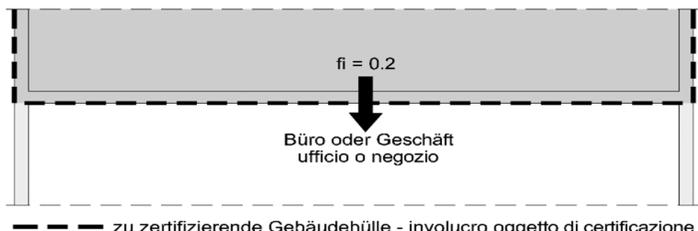


Dies gilt nicht für Heizräume, Garagen oder andere Räume, die eine natürliche Belüftung erfordern.

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 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: Coefficiente di temperatura

| COEFFICIENTE 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 che hanno dei bruciatori non a condensazione | 0 |
| | Solai e pareti verso locali caldaia con caldaie a condensazione, pompe di calore e teleriscaldamento | 0,5 |
| Elementi strutturali verso ambiente riscaldato destinato ad altro uso da quello principale dell'edificio | Solai e pareti verso negozi, laboratori o depositi Grundriss / Schnitt - pianta / sezione  | 0,2 |
| Elementi strutturali verso vani garage, cantina, deposito, magazzino, ecc. | Solai e pareti verso garage/box chiusi (anche se non interrati) | -- |
| | - ambienti areati (equivalente verso "esterno") | 1 |
| | - ambienti non areati: senza chiusure a tenuta (equivalente verso "autorimessa sotterranea") | 0,8 |
| | - ambienti non areati: con chiusure a tenuta (equivalente verso "vano non riscaldato") | 0,5 |
| | Solai e pareti verso ambienti interrati aperti, p.es. corselli di manovra: (equivalente verso "esterno") | 1 |

Nel caso di vani riscaldati con temperature medie operanti diverse da 20°C e per periodi diversi dal periodo convenzionale di riscaldamento per quella zona climatica, il coefficiente di temperatura f_i può essere calcolato e essere inserito nel calcolo energetico.

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, ed è quindi possibile considerare le loro superfici disperdenti come 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
- i nodi di collegamento tetto - abbaino presentano ponti termici risolti
- esiste un sistema di schermatura delle vetrate
 (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

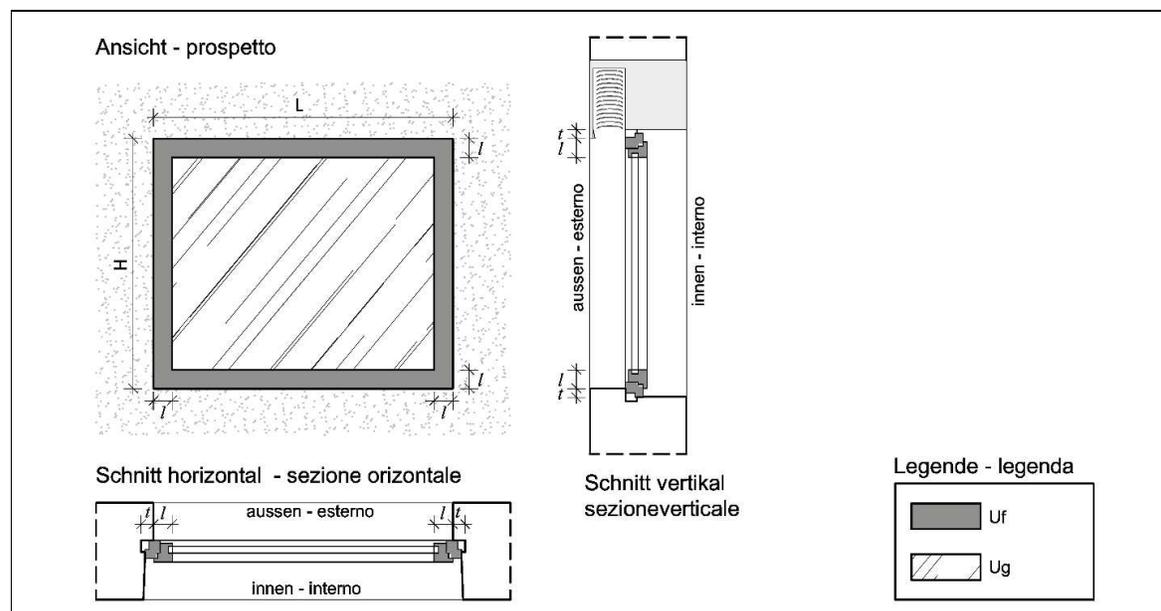
Per il calcolo energetico sono da inserire le dimensioni geometriche della **finestra** (H = altezza, L = larghezza), misurate a filo esterno (intonaco o altra finitura) e la larghezza " l " del telaio.

I simboli nella rappresentazione grafica sono definiti come segue:

H = altezza finestra visibile dall'esterno

L = larghezza visibile della finestra

l = larghezza visibile del telaio (prospetto esterno del telaio del serramento, inclusa la parte fissa e la parte mobile, misurato all'esterno tra filo esterno del foro finestra e il vetro della finestra)



Nel calcolo CasaClima possono essere inseriti i seguenti valori:

- **trasmissione termica U_w e U_g e del fattore solare g** ; verifica esclusivamente con la Dichiarazione di Prestazione (DOP: Declaration of Performance) del produttore e della vetreria per ogni singola finestra
- 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 considerate 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 geometriche della **porta** (H = altezza, L = larghezza) sono misurate a filo esterno (intonaco o altra finitura).

In caso di finestre e porte esistenti e in mancanza di schede tecniche, si richiede di inserire i valori secondo **Appendice 0 – componenti esistenti porte e finestre**.

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 l'Agenzia indica un coefficiente di trasmissione termica lineica $\psi = 1 \text{ W/mK}$ per l'inserimento del ponte termico nel calcolo energetico.

I ponti termici vengono considerati risolti e non devono essere inseriti nel calcolo se viene verificata la temperatura superficiale di $\theta_{si} \geq 17^\circ\text{C}$ o $\theta_{si} \geq 12,6^\circ\text{C}$ in presenza di VMC (vedi punto 4.5).

A.12 Ombreggiamento

Ombreggiamento invernale

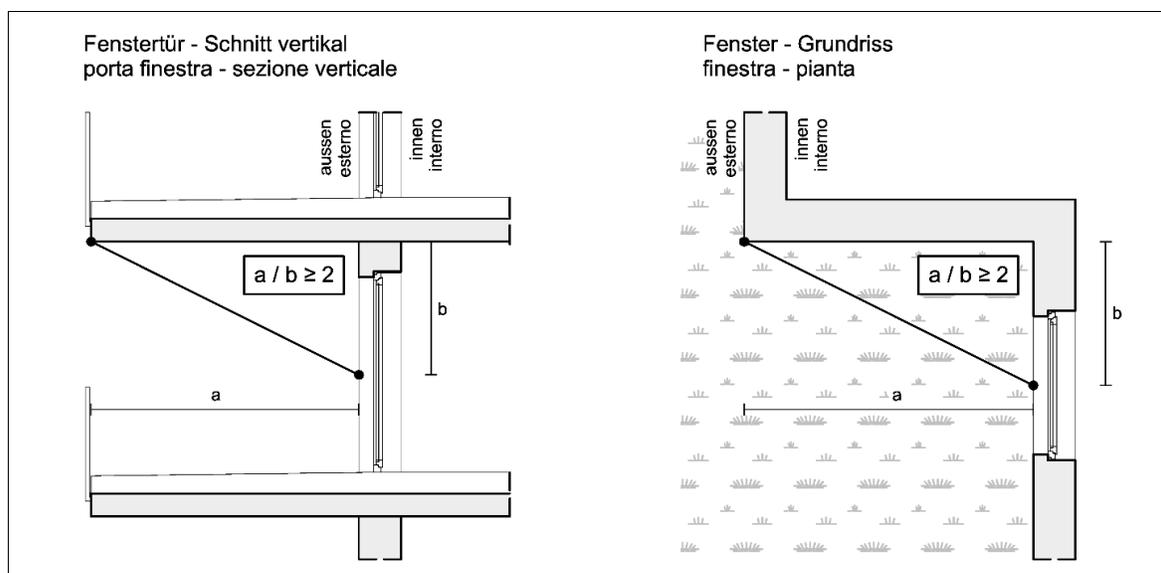
Nel calcolo energetico invernale si considera come ombreggiamento quello determinato dalle strutture stesse dell'edificio.

Una finestra si definisce come ombreggiata se il rapporto fra "a" e "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 (balconi, muri, ecc.) 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 a lamelle fisse o facciate vetrate continue (vetrate strutturali, ecc.), devono essere inserite nel calcolo energetico come finestre sempre ombreggiate.



Ombreggiamento estivo

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

APPENDICE B – VENTILAZIONE MECCANICA

B.1 Dati necessari per il calcolo – Prestazioni

Nel calcolo energetico vanno inseriti i seguenti dati:

- la portata di ventilazione di progetto $q_{v,d}$
- l'efficienza termica di progetto del recuperatore di calore $\eta_{\theta,d}$ (se presente)
- l'efficienza igrometrica di progetto del recuperatore di calore $\eta_{x,d}$ (se presente)
- l'assorbimento elettrico specifico di progetto SFP_d
- il volume netto ventilato dell'edificio V_N
- il tempo di funzionamento dell'apparecchio

B.2 Fonti dei dati

Per l'inserimento dei dati nel calcolo energetico l'Agenzia mette 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 periodicamente aggiornato.

Qualora si scelga un prodotto non presente nel suddetto elenco dovranno essere forniti i dati richiesti attraverso un certificato di prodotto ai sensi delle norme della serie EN 13141 rilasciato da un ente/laboratorio accreditato.

Se non viene fornito il certificato, la macchina di ventilazione può essere presa in considerazione considerando:

| SISTEMI DI VENTILAZIONE | CANALIZZATI | NON CANALIZZATI | |
|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|--|
| | | Tipo A: ad immissione d'aria continua | Tipo B: ad immissione d'aria discontinua |
| $\eta_{\theta,d}$ | 70% | 60% | 40% |
| $\eta_{x,d}^{(1)}$ | 50% | 40% | 30% |
| 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: ridurre la potenza termica dichiarata del 10%

(1) Solo se recuperatore rigenerativo altrimenti 0%

Nel caso di prototipi o di apparecchi prodotti "su misura" per edifici specifici o apparecchi con portata di progetto $q_{v,max} \geq 600$ m³/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 Metodologia per la determinazione dei valori $\eta_{\theta,d}$ e SFP_d alla portata di progetto

Il valore del recupero di calore $\eta_{\theta,d}$ e l'assorbimento elettrico specifico SFP_d alla portata di progetto $q_{v,d}$ deve essere determinato con la seguente metodologia. La stessa identica procedura vale anche per determinare il recupero igrometrico di progetto $\eta_{x,d}$ nel caso di recuperatori che lo consentano.

Per **macchine con almeno due valori certificati di recupero** del calore ($\eta_{\theta,1}$, $\eta_{\theta,2}$) e di assorbimento elettrico specifico (SFP_1 , SFP_2) a due diverse portate ($q_{v,1}$, $q_{v,2}$) vale:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Se $q_{v,d} \leq q_{v,1}$ | $\eta_{\theta,d} = \eta_{\theta,1}$ $SFP_d = SFP_1$ |
| Se $q_{v,1} < q_{v,d} \leq q_{v,2}$ | $\eta_{\theta,d} =$ interpolazione lineare dall'andamento tra $\eta_{\theta,1}$ ed $\eta_{\theta,2}$ $SFP_d =$ interpolazione lineare dall'andamento tra SFP_1 e SFP_2 |
| Se $q_{v,d} > q_{v,2}$ | $\eta_{\theta,d} =$ estrapolazione lineare dall'andamento tra $\eta_{\theta,1}$ ed $\eta_{\theta,2}$ $SFP_d =$ estrapolazione lineare dall'andamento tra SFP_1 e SFP_2 |

Per **macchine con più valori di recupero** del calore a diverse portate, adottare la stessa metodologia, considerando l'interpolazione lineare del recupero di calore e dell'assorbimento elettrico specifico in ciascun intervallo di portata e l'extrapolazione oltre l'ultimo.

Per **macchine con un solo valore certificato di recupero del calore** ($\eta_{\theta,1}$) e di assorbimento elettrico specifico (SFP_1) alla portata $q_{v,1}$ vale:

| | | |
|---------------------------|---|------------------------------|
| Se $q_{v,d} \leq q_{v,1}$ | $\eta_{\theta,d} = \eta_{\theta,1}$ | $SFP_d = SFP_1$ |
| Se $q_{v,d} \geq q_{v,1}$ | $\eta_{\theta,d} = 50\%$ $\eta_{x,d} = 30\%$ | $SFP_d = 0,5 \text{ Wh/m}^3$ |

Per **macchine con scambiatore di calore termodinamico** (o con una pompa di calore interna) il valore di recupero del calore equivalente viene calcolato dal software dell'Agenzia inserendo i dati di assorbimento elettrico e corrispondente potenza termica resa alle seguenti condizioni:

$$A_{-7^\circ\text{C}/A_{20^\circ\text{C}}}, \quad A_{2^\circ\text{C}/A_{20^\circ\text{C}}}, \quad A_{7^\circ\text{C}/A_{20^\circ\text{C}}}$$

Tali dati sono contenuti nell'elenco dei prodotti di ventilazione meccanica con recupero di calore. Nel caso in cui l'apparecchio non sia presente nel suddetto elenco, il progettista deve fornire il certificato del prodotto redatto secondo quanto previsto dalla normativa tecnica di tali prodotti.

Nel caso in cui alla **ventilazione meccanica con scambiatore per recupero di calore o rigenerativo sia accoppiato uno scambiatore a terreno**, il grado di utilizzo aumenta secondo la formula:

$$\eta_{\theta,d} = 1 - (1 - \eta_{\theta,d}) \cdot (1 - \eta_{\text{sgt}})$$

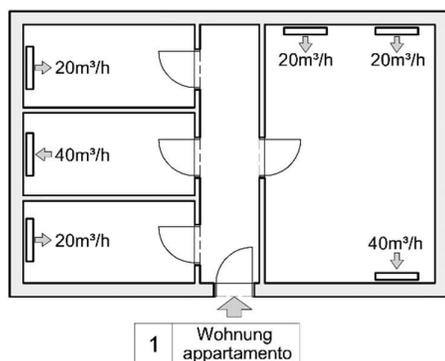
dove $\eta_{\text{sgt}} = 15\%$, se il sistema di geotermia orizzontale ha una lunghezza minima di 25 metri ed è interrato ad una profondità minima di 1,2 metri.

B.4 Definizioni: portata di progetto – volume ventilato – tempo di funzionamento

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

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

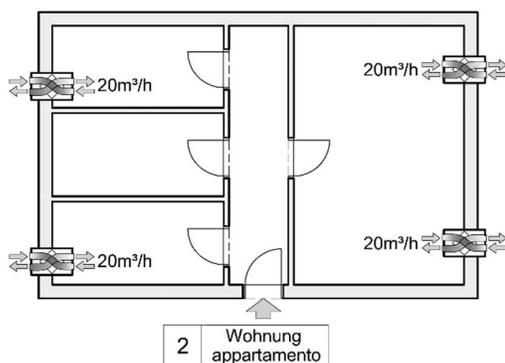
zentrales Systeme
sistemi centrali



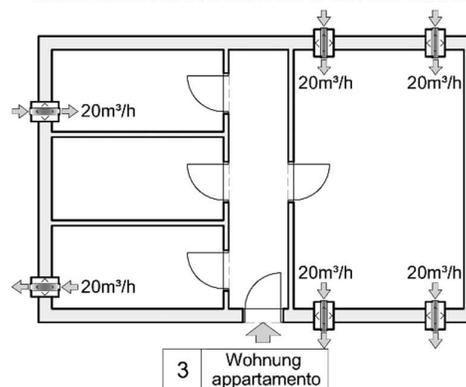
Berechnung Bemessungs - Volumenstrom
calcolo portata di progetto

| | | | |
|---|----------------------|---------------------------------|--------|
| 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 |

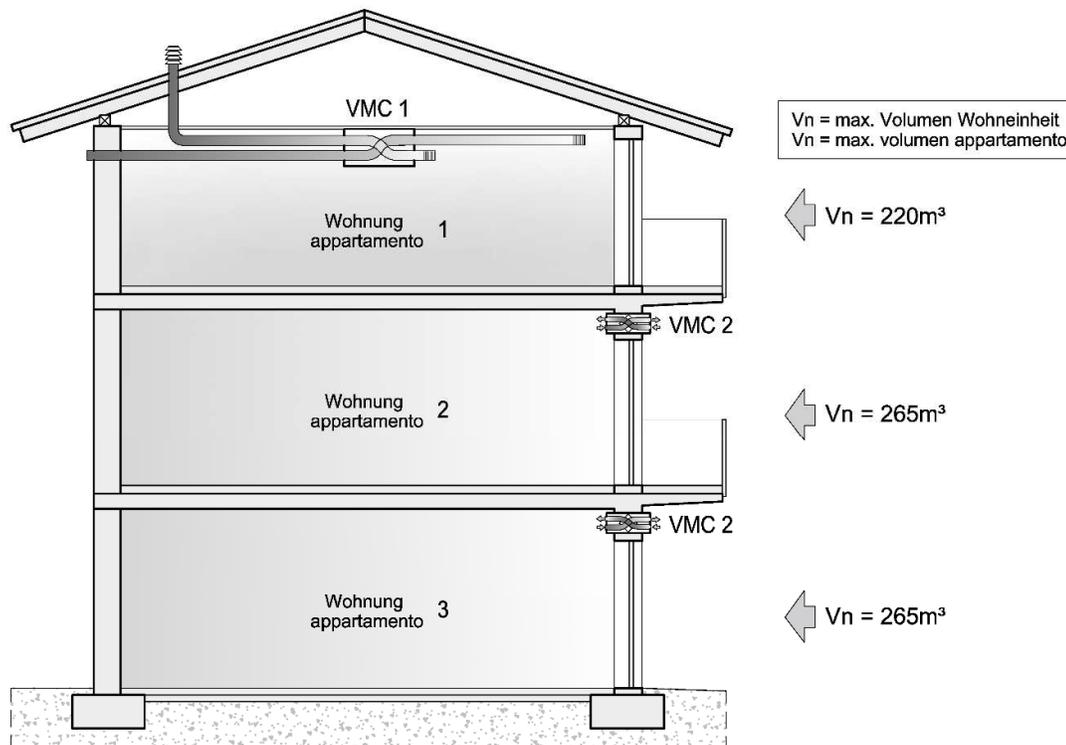
dezentrale Systeme mit kontinuierlichem Luftstrom
sistemi decentrali ad immissione d'aria continua



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



Il **volume ventilato V_N** è la somma del volume netto delle unità immobiliari 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 dezentrale |
|-------|--|-------|--|

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

| USO DELL'EDIFICIO | TEMPO DI FUNZIONAMENTO GIORNALIERO (t) |
|--------------------------------------|--|
| edifici residenziali | 24h |
| edifici ad uso ufficio | 12h |
| 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 CO_2 , sensori di presenza, sensori di umidità), nel calcolo energetico può essere inserito un tempo di funzionamento di $t = 12\text{h}$.

APPENDICE C – VALORI TERMICI PER IL CALCOLO

C.1 Conducibilità termica per materiali da costruzione esistenti

Componenti e materiali di nuova installazione

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 DoP (Dichiarazione di Prestazione).

Componenti o materiali esistenti

Per componenti o materiali esistenti si deve fare riferimento agli allegati della presente direttiva.

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

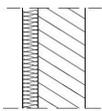
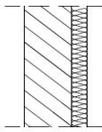
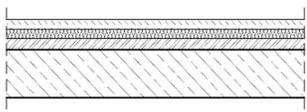
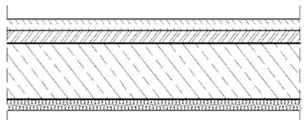
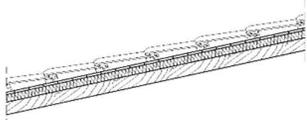
Tab. C1: Valori di conducibilità termica standardizzati [W/mK]

| MATERIALI COIBENTI | λ |
|---|-----------------------------|
| Fibra di legno, Sughero, Lana di roccia, Calcio Silicato | 0,045 |
| Lana di vetro, Polistirene espanso (EPS), Polistirene estruso (XPS), Fibra di cellulosa | 0,040 |
| Poliuretano (PUR) | 0,030 |
| MATERIALI COIBENTI SFUSI DI RIEMPIMENTO PER PARETI | λ |
| Perlite espansa, Sughero granulare espanso | 0,050 |
| Granulato di polistirene legato con cemento (EPS) | 0,120 |
| ALTRI MATERIALI | λ |
| Cartongesso | 0,21 |
| Massetto alleggerito | 0,50 |
| Intonaco | 1,00 |
| Malta, Massetto autolivellante | 1,40 |
| Calcestruzzo armato | 2,30 |

C.2 Spessori di isolamento termico su elementi esistenti

Nella tabella sottostante sono riportati gli spessori di isolamento termico standardizzati di componenti esistenti già coibentati prima dell'intervento di risanamento per i quali non si richiede foto documentazione. Per poter utilizzare i seguenti spessori di isolamento termico nel calcolo CasaClima è necessaria la conferma in loco dall'Auditore della presenza dell'isolamento termico.

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 solaio (solo nel caso di riscaldamento a pavimento) | | 2 cm | | | |
|  | | isolamento termico sotto 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

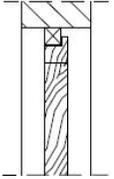
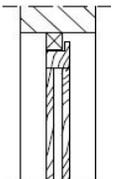
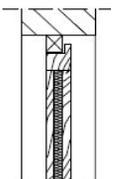
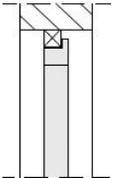
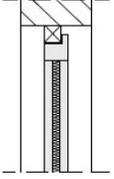
I seguenti valori standardizzati di conducibilità termica per pareti esistenti verranno utilizzati per il calcolo energetico in caso di mancanza di documentazione sufficiente come rapporti di prova, misure termiche in loco o altri.

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 |
|  | Blocchi in argilla espansa | dal 1969 | 0,38 |
|  | Blocchi di calcestruzzo cellulare autoclavato | dal 1979 | 0,23 |

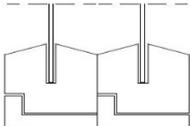
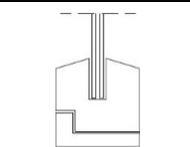
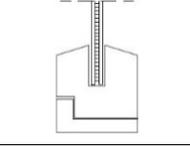
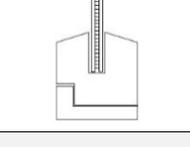
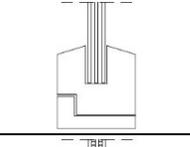
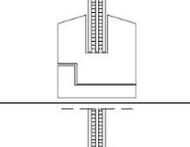
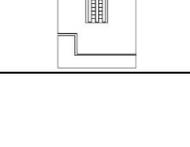
I seguenti valori standardizzati di trasmittanza termica per porte esistenti verranno utilizzati per il calcolo energetico CasaClima in caso di mancanza di documentazione sufficiente, p. es. rapporti di prova.

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

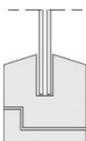
| COSTRUZIONE DELLA PORTA | | spessore [cm] | U _D [W/mK] | |
|---|---|--|-----------------------|-----|
|  | Legno massiccio o Legno stratificato | Legno tenero (p.e. larice, pino) (500 kg/m ³ , λ=0,13 W/mK) | ~ 40 | 2,5 |
| | | Legno duro (p.e. rovere) (700 kg/m ³ , λ=0,18 W/mK) | ~ 40 | 2,8 |
|  |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

I seguenti valori standardizzati di trasmittanza termica per finestre esistenti verranno utilizzati per il calcolo energetico CasaClima in caso di mancanza di documentazione sufficiente, p. es. rapporti di prova.

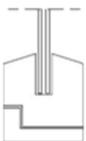
Tab. C5: Valori di calcolo di trasmittanza termica e fattore solare per vetrate

| VETRO SEMPLICE E VETRO ISOLANTE | | | | |
|---|--|--------------------------------------|--|-------------------------|
| COMPOSIZIONE | | 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 (una vetrocamera) | | | | |
|  | 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 solo dal 1995 | 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 solo dal 2000 | SZR = 6 | 2,3 | 0,60 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 2,1 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,8 | |
| | | 14 < SZR ≤ 20 | 1,7 | |
| triplo Vetro isolante (due vetrocamera) | | | | |
|  | Vetro senza coating vetrocamera riempita con aria solo dal 2000 | SZR = 6 | 2,3 | 0,65 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 2,1 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,9 | |
|  | Vetro basso emissivo vetrocamera riempito con aria solo dal 2000 | SZR = 6 | 1,8 | 0,50 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 1,5 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,2 | |
|  | Vetro basso emissivo, vetrocamera riempito con argon solo dal 2005 | SZR = 6 | 1,5 | 0,50 |
| | | 6 < SZR ≤ 10 | 1,3 | |
| | | 10 < SZR ≤ 14 | 1,0 | |

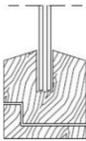
Tab. C6: Valori di calcolo di trasmittanza termica per telai in metallo

| TELAIO IN METALLO | | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| IMMAGINE | 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) | | | |
|--|------------------------------------|----------------------|--|
| IMMAGINE | 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 | | | |
|---|---------------------------------|--|--|
| IMMAGINE | Spessore del telaio [mm] | U_f [W/m²K] | |
| | | Legno tenero $\lambda = 0,13$ W/mK | Legno duro $\lambda = 0,18$ 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 |

APPENDICE D – VERIFICA DELLA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE

D.1 Premessa

Nel presente appendice tecnico vengono indicate 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 Modalità di calcolo e verifica 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 – e 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 verifica deve essere eseguita impostando le condizioni al contorno nel modo seguente:

Clima interno: residenziale UNI EN 15026, carico umidità „normale“, qualora non esista un sistema di controllo dell'umidità interna di cui si tiene conto nella determinazione dei fabbisogni di energia primaria per riscaldamento e raffrescamento

Clima esterno: calcolato in passi orari estrapolato da banca dati climatici di riferimento per la posizione dell'edificio, considerando eventuali ombreggiamenti naturali e/o artificiali (edifici, ecc.)

Suddivisione strati: suddivisione dei materiali in strati da 1 cm nei punti critici. Per il posizionamento dei punti critici si deve fare riferimento all'animazione (filmato) del comportamento dinamico laddove l'umidità relativa ϕ supera 90%/95% nei materiali (vedi riferimento LIM_{BAU}I/LIM_{BAU}II)

Posizione monitor dell'animazione: posizionare un monitor al centro nei punti critici

Tempo di simulazione: durata minimo 3 anni, comunque tale da raggiungere un NON aumento del „Contenuto d'acqua in strato“ in tutti gli strati.

Verifica: Verificare che i valori di umidità interstiziale siano inferiori a quelli della Tab. D1.

Tab. D1: Valore limite umidità interstiziale

| MATERIALE | MAX. CONTENUTO DI UMIDITÀ nello strato m [%] | In assenza di valori limiti per m, LIMITARE ϕ [%] |
|---|---|--|
| Legno massiccio | < 20% | -per materiali biodegradabili (LIM _{BAU I}): 90% |
| Materiale in legno e di origine vegetale | < 18% | -per materiali non biodegradabili (LIM _{BAU II}): 95% |

Inoltre è richiesta la verifica di un eventuale rischio di attacco dal gelo o da corrosione.

D.4 Documentazione per la verifica

Nella documentazione per la verifica in regime dinamico sono da fornire:

- Relazione tecnica con valutazione dei risultati redatta da un tecnico qualificato
- Report del programma di simulazione
- File dati del software di calcolo
- Screenshot „Analisi climatica“ e „Animazione“
- Diagrammi “Contenuto d’acqua in strato“ degli strati critici

APPENDICE E – SIMBOLI & ABBREVIAZIONI

Tab. E1: Simboli Calore e Umidità

| SIMBOLO | GRANDEZZA | 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. D3: Abbreviazioni (lettere greche)

| SIMBOLO | GRANDEZZA | U.M. |
|---------------|--|-------------------|
| 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 | Conduttività termica | W/mK |
| μ | Permeabilità al vapore | - |
| ρ | Densità specifica | Kg/m ³ |
| τ | Fattore spettrale 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. D4: Simboli della impiantistica

| 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 |
| $\eta_{\theta,d}$ | Efficienza termica di progetto (design) della VMC | % |
| $\eta_{x,d}$ | Efficienza igrometrica di progetto (design) della VMC | % |
| SFP | Specific Fan Power (Assorbimento elettrico specifico della VMC) | W/(m ³ /h) |
| SFP_d | Design Specific Fan Power (Assorbimento elett. spec. della VMC alla portata di progetto) | W/(m ³ /h) |
| q_{v,d} | Portata d'aria di progetto della VMC (design) | m ³ /h |
| q_{v,max} | Portata d'aria massima della VMC | m ³ /h |
| θ_{b,s} | Temperatura di bulbo secco dell'aria esterna | °C |
| θ_{b,u} | Temperatura di bulbo umido dell'aria esterna | °C |