

PROVINCIA DI UDINE

REGOLAMENTO PER LA CONCESSIONE DEI CONTRIBUTI
AI SOGGETTI PRIVATI PER LA PROMOZIONE
E L'INCENTIVAZIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA IN EDILIZIA

Allegato D

**INDICAZIONI TECNICHE, REQUISITI
E DOCUMENTAZIONE RICHIESTA
PER L'ACCESSO AGLI INCENTIVI**

SOMMARIO

1. Introduzione.....	3
2. Procedure di verifica.....	3
3. Documentazione progettuale richiesta per le verifiche tecniche.....	4
3.1 Verifiche di progetto.....	4
3.2 Verifiche in fase di cantiere.....	5
4. Ponti termici.....	6
4.1 Ponti termici lineari.....	6
4.2 Ponti termici puntuali.....	6
5. Sfasamento e trasmittanza termica periodica.....	6
6. Ombreggiamento.....	7
7. Tenuta all'aria.....	7
8. Calcolo dell'indice termico dell'involucro.....	7
8.1 Dati generali dell'edificio.....	8
8.2 Elementi disperdenti.....	9
8.3 Elementi strutturali, calcolo del valore U.....	9
8.4 Finestre.....	10
8.5 Porte.....	10
9. Valutazione "Più".....	11
Appendice A. Fac-simile relazione sintetica sui sistemi impiantistici.....	12
Appendice B. Valori di riferimento per la conducibilità termica λ dei materiali.....	14
Appendice C. Valori di resistenza termica R di intercapedini d'aria non ventilate.....	16
Appendice D. Valori di trasmittanza termica di riferimento U_f per i telai dei serramenti.....	17

1. Introduzione

Il presente allegato tecnico è parte integrante del “Regolamento per la concessione dei contributi ai soggetti privati per la promozione e l’incentivazione dell’efficienza energetica in edilizia” della Provincia di Udine.

Allo scopo di incentivare quegli interventi edilizi che promuovono il risparmio energetico garantendo – in relazione all’efficienza energetica – un’adeguata qualità costruttiva e un elevato comfort abitativo, l’accesso agli incentivi è subordinato ad una serie di verifiche tecniche effettuate in fase di progetto ed in fase di cantiere. Il finanziamento è erogato a fine lavori solo se l’edificio è esente da criticità che possono incidere significativamente sulla qualità complessiva della costruzione.

Di seguito sono riportati:

- i requisiti minimi da rispettare per l’accesso agli incentivi;
- le procedure di verifica;
- le indicazioni tecniche per effettuare il calcolo dell’indice termico dell’involucro.

2. Procedure di verifica

Le verifiche sono la garanzia, per l’utente finale, della qualità costruttiva dell’edificio e del rispetto dei requisiti energetici. Comfort abitativo e durabilità della costruzione significano:

- comportamento omogeneo dell’involucro;
- temperature superficiali interne uniformi;
- assenza di condense e muffe;
- corretto ricambio e salubrità dell’aria interna;
- assenza di fessure e flussi d’aria non controllati.

Ciò è possibile solo se nel progetto sono previsti tutti gli accorgimenti tecnici e le soluzioni costruttive atte ad eliminare (o minimizzare) gli effetti negativi di ponti termici, discontinuità, imprecisioni di posa in opera (elementi strutturali, materiali isolanti, infissi, impianti, ecc.), fessure e infiltrazioni d’aria. A tal fine è previsto un controllo, per tutte le richieste inoltrate, del calcolo dell’indice termico, dei dettagli costruttivi e dei ponti termici, non solo sul progetto ma anche in cantiere.

Le verifiche tecniche sono effettuate dall’Amministrazione Provinciale o suo delegato.

La procedura di controllo segue il seguente iter:

- presentazione della documentazione di progetto allegata alla richiesta;
- verifica dei dati inseriti nel calcolo dell’indice termico dell’involucro, sia geometrici (aree, volumi, spessori dei materiali, dimensioni degli infissi, ecc.) che termici (caratteristiche dei materiali impiegati, anche sulla base dei relativi certificati di prova);
- verifica dei dettagli di progetto (ponti termici, tenuta all’aria);
- verifica dei requisiti energetici estivi (sfasamento, trasmittanza termica periodica, ombreggiamento);
- eventuale richiesta di integrazioni;
- invio del rapporto di verifica sul progetto;
- ricezione della comunicazione di inizio lavori e comunicazione del nome del tecnico incaricato dei sopralluoghi in cantiere;
- aggiornamento dello stato di avanzamento del cantiere mediante documentazione fotografica inviata dal richiedente (o persona delegata, p.e. progettista o direttore lavori);
- sopralluoghi in cantiere (almeno 2);
- invio di eventuali note, osservazioni e/o prescrizioni qualora emergano situazioni di non conformità in fase di cantiere;

- ricezione della copia del rapporto sul test di tenuta all'aria;
- invio della comunicazione di chiusura della pratica con esito positivo, a meno che risultino non rispettati i requisiti di qualità.

Durante la fase di cantiere, il richiedente dovrà:

- aggiornare l'Amministrazione Provinciale o suo delegato sullo stato di avanzamento dei lavori;
- inviare periodicamente la documentazione fotografica di cantiere;
- fornire gli eventuali certificati sui prodotti e i materiali impiegati.

Nel corso della procedura, l'Amministrazione Provinciale o suo delegato potrà rilasciare osservazioni e prescrizioni finalizzate a garantire la qualità costruttiva dell'edificio e, in relazione a ciò, richiedere documenti e certificati di prodotti, materiali e sistemi costruttivi. L'inadempienza alle indicazioni fornite dall'Amministrazione Provinciale o suo delegato comporta la sospensione della pratica.

L'analisi della documentazione tecnica da parte dell'Amministrazione Provinciale o suo delegato viene effettuata al solo scopo di verificare la rispondenza dell'intervento rispetto ai requisiti di qualità energetica e costruttiva previsti dal presente documento. Le verifiche effettuate dall'Amministrazione Provinciale o suo delegato non esonerano in alcun modo i tecnici progettisti dalle responsabilità relative alla progettazione e direzione lavori, nonché al rispetto di leggi, regolamenti, decreti e norme tecniche di qualsiasi tipo.

3. Documentazione progettuale richiesta per le verifiche tecniche

La documentazione è fondamentale per la verifica di qualità del progetto, pertanto se risulta parziale o incompleta impedisce un efficace controllo della pratica.

3.1 Verifiche di progetto

Per le verifiche di progetto è richiesta la seguente documentazione in duplice copia cartacea e digitale (cd/dvd):

- a) calcolo dell'indice termico dell'involucro inviato su supporto digitale (formato .xls) e relativa stampa su carta;
- b) tavola grafica di supporto al calcolo in formato digitale (.dwg) e cartaceo; la tavola può essere composta da uno o più elaborati grafici (formato A4 o A3, o maggiore se necessario), che devono contenere:
 - planimetria di riferimento con l'indicazione del nord;
 - piante di tutti i livelli con indicazione schematica delle superfici riscaldate e dei volumi riscaldati, superfici disperdenti, indicazione degli diversi elementi strutturali, indicazione sul tipo e dimensione delle finestre e porte, quote e altezze utili al calcolo delle aree e dei volumi, prospetti e sezioni;
 - descrizione, in scala adeguata, delle stratigrafie degli elementi costruttivi.
- c) certificati dei prodotti e materiali utilizzati, se nel calcolo si inseriscono valori λ o U non standard (vedi par. 8.2 e 8.3);
- d) dettagli costruttivi a dimostrazione che sono stati risolti tutti i ponti termici in formato cartaceo e digitale (.pdf); i dettagli costruttivi, redatti in scala adeguata (1:20, 1:10, 1:5), devono rappresentare i principali nodi dell'involucro, con l'indicazione dei materiali utilizzati e delle soluzioni adottate per eliminare o attenuare eventuali ponti termici; in particolare:
 - nodo muratura esterna - solaio contro terra e verso vani non riscaldati;
 - nodo muratura esterna - copertura (sezione longitudinale e trasversale);
 - nodi relativi agli infissi (porte e finestre, sezione verticale e orizzontale) compresi eventuali cassonetti;

- nodi di intersezioni con aggetti, balconi, terrazze, vani scale, ecc.
- e) schema e descrizione dell'impianto di ventilazione meccanica controllata (se presente);
- f) relazione sintetica sui sistemi impiantistici previsti, redatta secondo il modello riportato in Appendice A;
- g) adeguata documentazione attestante il rispetto dei requisiti energetici estivi (sfasamento, trasmittanza termica periodica, ombreggiamento).

3.2 Verifiche in fase di cantiere

Durante la fase di cantiere, il richiedente è tenuto ad aggiornare costantemente l'Amministrazione Provinciale o suo delegato sullo stato di avanzamento dei lavori e ad inviare all'Amministrazione Provinciale o suo delegato:

- eventuali certificati di prodotti e materiali, se non già allegati al progetto, e foto delle targhe CE che accompagnano i materiali isolanti in cantiere;
- copia del rapporto sul test di tenuta all'aria effettuato a fine lavori;
- un'accurata documentazione fotografica (con cadenza quindicinale o in relazione all'andamento dei lavori) delle principali fasi di costruzione e dei dettagli costruttivi più rilevanti, in particolare di: posa dell'isolamento termico, finestre, raccordo tra tetto, pareti e solaio, ecc. Le fotografie di dettaglio vanno possibilmente scattate avvicinando un metro al soggetto fotografato, per poter riconoscere lo spessore dei materiali e degli elementi posati. Si riportano nella tabella che segue le principali lavorazioni da documentare.

1. FONDAZIONI	4. COPERTURA
1.1. Vuoto sanitario - isolamento	4.1. Struttura portante
1.2. Locale interrato (cantina, garage, ...)	4.2. Nodo copertura parete esterna
1.3. Bocche di lupo	4.3. Nastri, guarnizioni e accorgimenti per la tenuta all'aria
2. SOLAIO CONTROTERRA	4.4. Isolamento termico
2.1. Marciapiede	4.5. Impermeabilizzazione
2.2. Isolamento termico	4.6. Ventilazione
2.3. Passaggi impianti	4.7. Lucernai
3. PARETI ESTERNE	4.8. Camini e sfiati
3.1. Taglio termico (piede muratura)	5. FINESTRE
3.2. Passaggio impianti (tracce a muro)	5.1. Posa controtelaio
3.3. Tenuta all'aria (casa in legno)	5.2. Nastri, guarnizioni e accorgimenti per la tenuta all'aria
3.4. Tenuta al vento (casa in legno)	5.3. Cassonetti
3.5. Prese elettriche (interno ed esterno)	5.4. Sistemi oscuranti
3.6. Isolamento spallette	5.5. Nodo parete-finestra (spallette e davanzali)
3.7. Davanzali e soglie finestre e porte	6. IMPIANTI
3.8. Isolamento aree a contatto con acqua/terreno	6.1. Impianto di riscaldamento (terminali)
3.9. Isolamento termico a cappotto: posa dei pannelli, incollaggio, tassellatura, rasatura	6.2. Canalizzazioni impianto ventilazione e bocchette
3.10. Isolamento termico a cappotto: posa dei pannelli e della rete sul foro finestra	6.3. Nastri, guarnizioni e accorgimenti per la tenuta all'aria
3.11. Isolamento termico: altri sistemi	6.4. Impianti per recupero acque piovane
	7. BLOWER DOOR
	7.1. Certificato del Blower door test

4. Ponti termici

I ponti termici sono punti dell'involucro edilizio dove si verifica una discontinuità termica. Il ponte termico comporta un aumento delle dispersioni termiche e una riduzione della temperatura superficiale interna (o interstiziale) in prossimità del ponte termico stesso, che può indurre fenomeni di muffa o condensa.

Per garantire la qualità della costruzione, devono essere evitati tutti i ponti termici, ricorrendo a specifiche soluzioni progettuali, a sistemi di taglio termico o opportuni risvolti con materiale isolante.

Devono essere adeguatamente isolati tutti i cavedi, i vani tecnici e i vani ascensore, i canali di aerazione e le tubazioni, le soglie dei serramenti e i cassonetti degli avvolgibili.

Le superfici disperdenti di elementi come cavedi, vani tecnici, cassonetti, ecc. devono essere inserite nel calcolo dell'indice termico dell'involucro come elementi strutturali a sé stanti, qualora il valore di trasmittanza U superi del 15% il valore U della parete che contiene gli elementi stessi.

L'assenza o l'attenuazione dei ponti termici deve essere dimostrata con una adeguata progettazione di dettaglio, così come indicato nel par. 3.1 lett. d).

4.1 Ponti termici lineari

Rientrano in questa categoria tutte le intersezioni e i punti di interfaccia tra i diversi elementi dell'edificio (nodo tra tetto e pareti, tra pareti e solai, tra pareti e poggiali o terrazze, tra pareti e serramenti, presenza di pilastri e cordoli in c.a., ecc.).

Tutti i ponti termici lineari dell'edificio devono essere risolti o attenuati. Il ponte termico è considerato attenuato se le temperature superficiali interne sono maggiori o uguali a:

- 17°C in prossimità delle intersezioni tra elementi strutturali (pareti, solai, coperture, terrazze, poggiali, ecc.);
- 13°C in prossimità del nodo tra parete e telaio del serramento o tra la soglia e telaio del serramento.

Se nei nodi analizzati è garantita la continuità dei materiali isolanti ($\lambda \leq 0,04$ W/mK) con spessori di almeno 4-5 cm, il ponte termico si considera attenuato. Nel caso non sia possibile il taglio termico della struttura (p.e. aggetti e balconi), si richiede il rivestimento degli elementi strutturali con almeno 4-5 cm di materiale isolante ($\lambda \leq 0,04$ W/mK).

Per i casi in cui non si abbia la certezza dell'attenuazione del ponte termico, è richiesta la verifica delle temperature interne con una simulazione bidimensionale agli elementi finiti con le seguenti condizioni al contorno: $R_{si} = 0,25$ m²K/W, $R_{se} = 0,04$ m²K/W, temperatura esterna = temperatura media mensile del mese più freddo.

In caso di riqualificazione energetica, possono essere presenti i ponti termici laddove non è possibile intervenire. I ponti termici non risolti devono essere inseriti nel calcolo dell'indice termico dell'involucro.

4.2 Ponti termici puntuali

L'effetto dei ponti termici puntuali dovuti a sistemi di fissaggio sono trascurabili nel calcolo se è previsto un adeguato taglio termico del fissaggio stesso. Si richiede comunque il dettaglio del nodo.

5. Sfasamento e trasmittanza termica periodica

Per prevenire il surriscaldamento estivo degli ambienti interni, gli elementi strutturali opachi esposti all'irraggiamento solare (con orientamento sud, est e sud-est, ovest e sud-ovest, orizzontali e inclinati) devono avere un adeguato livello di inerzia termica.

A tal fine, i suddetti elementi strutturali devono avere un valore di trasmittanza termica periodica $Y_{IE} \leq 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ e un valore di sfasamento termico $S \geq 10$ ore ($S \geq 12$ ore per coperture di sottotetti abitabili). I valori si calcolano secondo la norma UNI EN ISO 13786.

6. Ombreggiamento

Per garantire un adeguato comfort abitativo nel periodo estivo, anche ai sensi del D.P.R. 2 aprile 2009 n. 59, tutte le superfici vetrate rivolte a sud, est e sud-est, ovest e sud-ovest, comprese quelle inclinate e orizzontali, devono essere provviste di adeguati sistemi schermanti esterni (fissi o mobili).

Il sistema schermante è ritenuto adeguato se l'irradianza solare massima estiva non intercettata dal sistema stesso, risulta uguale all'irradianza solare massima incidente su una vetrata uguale e orientata a nord.

Inoltre, al fine di prevenire il surriscaldamento estivo degli ambienti interni, il rapporto tra gli apporti e le dispersioni termiche γ (riportato nella scheda dei risultati del foglio di calcolo per l'indice termico dell'involucro) deve essere inferiore all'80%.

7. Tenuta all'aria

Allo scopo di garantire la qualità generale della costruzione, l'edificio deve garantire un adeguato livello di tenuta all'aria che deve essere verificato, a fine lavori, con un test di tenuta all'aria (Blower Door Test) eseguito secondo la norma UNI EN 13829 "metodo A" da un professionista qualificato e iscritto al proprio albo o collegio. La programmazione e gli oneri del test di tenuta all'aria sono a carico del richiedente, che invierà all'Amministrazione Provinciale o suo delegato la relazione con i risultati del test.

Per edifici plurifamiliari, il test di tenuta all'aria viene effettuato sul 20% delle unità immobiliari e comunque su almeno 2 di esse (di cui una nel sottotetto).

Il livello di tenuta all'aria dell'edificio (n_{50}) deve rispettare i seguenti valori limite:

- indice termico dell'involucro "B" $n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1} (\pm 0,1)$;
- indice termico dell'involucro "A" $n_{50} < 1,0 \text{ h}^{-1} (\pm 0,1)$.

Nel caso di superamento dei valori limite, e in funzione della causa di tale superamento (da accertare in fase di test), l'Amministrazione Provinciale o suo delegato si riserva di accettare valori superiori (comunque fino a $n_{50} < 2,0 \text{ h}^{-1}$ negli edifici di nuova costruzione).

Si suggerisce, specialmente per gli edifici in legno, di prevedere anche un test secondo la norma UNI EN 13829 "metodo B" da effettuare durante le fasi di cantiere. Nei casi di riqualificazione energetica, in funzione del tipo di cantiere e delle lavorazioni previste e previa specifica richiesta, l'Amministrazione Provinciale o suo delegato può accettare anche il test eseguito secondo "metodo B".

8. Calcolo dell'indice termico dell'involucro

L'indice termico dell'involucro, espresso in $\text{kWh/m}^2\text{anno}$, è un valore indicativo del fabbisogno di energia termica specifico dell'involucro, calcolato rispetto alla superficie utile riscaldata dell'edificio e parametrizzato in base alla fascia climatica di riferimento.

I valori di fabbisogno, in funzione del grado di efficienza energetica rappresentato, si dividono in due categorie: "B" per edifici con indice termico $< 50 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ e "A" per edifici con indice termico $< 30 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$.

Per garantire uniformità nei calcoli, confrontabilità dei risultati e per consentire la verifica di tutti i dati inseriti, il calcolo dell'indice termico dell'involucro deve essere effettuato esclusivamente con il foglio di calcolo messo a disposizione dalla Provincia di Udine. Il calcolo dell'indice termico dell'involucro deve essere effettuato sull'intero edificio e non sulle singole unità immobiliari.

I parametri richiesti dal foglio di calcolo sono descritti di seguito.

8.1 Dati generali dell'edificio

Utilizzo dell'edificio: unifamiliare, bifamiliare o plurifamiliare.

Tipo di costruzione: in base alla capacità termica interna delle strutture, la costruzione si considera:

- leggera, per edifici a telaio (legno o acciaio), per murature in cemento cellulare autoclavato e per edifici con isolamento prevalentemente interno;
- media, per edifici in muratura o laterocemento e per edifici con pareti in legno massiccio (isolamento prevalentemente esterno);
- pesante, per edifici con pareti e solai in calcestruzzo armato (isolamento prevalentemente esterno).

Dati climatici del Comune: al fine della parametrizzazione climatica del calcolo, per ogni Comune vengono utilizzati i dati climatici della fascia climatica di riferimento.

Differenza di altitudine rispetto al municipio del Comune in m: differenza tra la quota di riferimento del Comune e la quota dell'edificio, con approssimazione 100 m.

Superficie lorda riscaldata in m^2 : corrisponde all'area del pavimento degli ambienti riscaldati di tutti i piani misurata sul filo esterno delle murature, comprensiva quindi delle pareti perimetrali e di tutti i divisori interni. Sono escluse aperture nei solai (p.e. vuoti relativi a vani con doppia altezza) e tutte le zone con altezza utile inferiore a 1,5 m (p.e. sottotetti).

Superficie netta riscaldata in m^2 : valore non richiesto, in quanto calcolato dal software.

Volume lordo riscaldato in m^3 : corrisponde al volume riscaldato dell'edificio misurato sul filo esterno delle murature, comprensivo quindi di pareti e solai perimetrali e di solai e tramezzi interni. La definizione dell'involucro riscaldato può includere sottotetti e altri vani non riscaldati, qualora lo strato di isolamento termico prevalente sia previsto sugli elementi strutturali che separano il vano non riscaldato dall'esterno.

Volume netto riscaldato in m^3 : valore non richiesto, in quanto calcolato dal software. Se si inserisce manualmente la superficie netta riscaldata, deve essere inserito manualmente anche questo valore.

Impianto di ventilazione: se è presente un impianto di ventilazione meccanica con recupero passivo del calore, devono essere indicati:

- portata dell'impianto di ventilazione in m^3/h (numero di ricambi d'aria effettuati mediante l'impianto di ventilazione, espresso in volumi/ora) riferita all'intero volume ventilato (immissione + estrazione);
- grado di utilizzo del sistema di recupero di calore in % (rendimento del recuperatore); i valori di riferimento sono i seguenti:
 - scambiatore di calore rigenerativo con scambiatore entalpico: 70%;
 - scambiatore di calore recuperativo statico: 60%;
 - scambiatore di calore rigenerativo senza scambiatore entalpico con pompa di circolazione: 40%;
 - scambiatore di calore rigenerativo senza scambiatore entalpico (heat-pipe): 40%;
 - scambiatore di calore con pompa di calore aria/aria: 20%.

L'Amministrazione Provinciale o suo delegato si riserva di valutare valori differenti in relazione a certificati di prova degli scambiatori rilasciati da laboratori notificati. Il valore del grado di utilizzo

del sistema di recupero di calore può essere ridotto fino al 30% nel caso non siano rispettati i requisiti di tenuta all'aria indicati nel precedente par. 7.

8.2 Elementi disperdenti

Elementi strutturali: sono tutti gli elementi opachi dell'involucro edilizio che separano il volume riscaldato dall'ambiente non riscaldato (esterno, terreno, vani non riscaldati, ecc.).

Si possono inserire fino a 30 elementi strutturali. Non è necessario dividere gli elementi strutturali in base all'orientamento (p.e. se la parete esterna presenta lo stesso sistema costruttivo, può essere inserita interamente nella riga 1). Gli elementi strutturali da 1 a 19 presentano valori preimpostati, gli elementi da 20 a 30 sono liberi.

Per ogni elemento strutturale sono richiesti i seguenti parametri:

- area lorda, cioè la superficie disperdente, misurata sul filo esterno di pareti e solai e comprensiva di fori, finestre e porte;
- il valore di trasmittanza termica U, calcolato nelle apposite schede numerate da 1 a 30, ognuna specifica per ogni elemento strutturale;
- il fattore di correzione della temperatura f_i , con valore 1,0 per tutti gli elementi che disperdono calore verso l'esterno; oltre ai valori preimpostati, si consideri un valore $f_i = 0,1$ per elementi verso altri locali riscaldati (p.e. edifici adiacenti); un valore $f_i = 0,2$ per elementi verso locali riscaldati con regimi diversi (p.e. negozi, magazzini, laboratori); un valore $f_i = 0,8$ per i solai verso vespai areati (escludendo dal calcolo del valore U l'intercapedine d'aria).

Finestre: si può inserire una breve descrizione dei tipi di finestra previsti. Per i dati relativi alle finestre, si veda la relativa scheda del software e il par. 8.4.

Porte: si può inserire una breve descrizione dei tipi di porta previsti. Per i dati relativi alle porte, si veda la relativa scheda del software e il par. 8.5.

Ponti termici rappresentati da poggiali sporgenti: se è presente un ponte termico dovuto a poggiali sporgenti (p.e. ristrutturazione), deve essere specificato il tipo di muratura, l'elemento strutturale di riferimento e la lunghezza del ponte termico. Per ponti termici diversi dai poggiali, l'inserimento della lunghezza può essere variato in funzione del valore ψ preassegnato. Per ulteriori considerazioni sui ponti termici si rimanda al precedente par. 4.

8.3 Elementi strutturali, calcolo del valore U

Per il calcolo del valore U degli elementi strutturali vanno compilate le relative schede numerate da 1 a 30. Per ulteriori indicazioni sul calcolo del valore U, si rimanda alla norma UNI EN ISO 6946.

Elenco dei materiali che compongono l'elemento strutturale con il relativo valore di conducibilità termica λ . Il valore λ può essere ricavato dalla tabella riportata in Appendice B oppure da certificati di prova dei prodotti o il certificato CE dei materiali isolanti; in quest'ultimo caso, dovrà essere inviato a all'Amministrazione Provinciale o suo delegato la documentazione a supporto del valore λ inserito (in assenza dei relativi certificati, l'Amministrazione Provinciale o suo delegato aggiornerà il calcolo utilizzando i valori standard con la conseguente possibilità di una variazione dell'indice termico dell'involucro). Non vengono presi in considerazione valori λ tratti da autocertificazione dei produttori.

Se è presente un'intercapedine ventilata, gli strati verso l'esterno (compresa l'intercapedine) non vanno inseriti nella stratigrafia. Se è presente un'intercapedine d'aria non ventilata, deve essere inserito un valore λ equivalente, ricavato dai valori di resistenza termica riportati in Appendice C.

Nella stratigrafia possono essere tralasciati teli e guaine, a fronte del loro spessore ridotto.

Stratigrafia dell'elemento: deve essere composta indicando nella riga "a" la sequenza dei materiali che compongono l'elemento strutturale, utilizzando i numeri progressivi del suddetto elenco. Per ogni strato (α , β , γ , ...) deve essere indicato il relativo spessore.

Se sono presenti strati disomogenei (p.e. un tetto con puntoni in legno e isolante interposto), vanno compilate allo stesso modo anche le righe sottostanti, indicando a lato la percentuale di incidenza dei singoli materiali presenti nello strato disomogeneo. Se si compilano più righe, vanno indicati su ogni riga anche i materiali degli strati omogenei.

Eventuali sistemi di fissaggio di rivestimenti di facciata devono essere sempre considerati se interrompono la continuità dello strato isolante.

Rsi+Rse: i valori di Resistenza superficiale interna ed esterna sono desunti dalla norma UNI EN ISO 6946. In alcune schede, questi valori sono preimpostati e possono dipendere da:

- presenza o meno di un'intercapedine ventilata;
- direzione del flusso termico nel caso di solai (verso l'alto o verso il basso).

8.4 Finestre

Si considerano finestre tutti gli elementi vetrati dell'edificio, apribili e non, comprese eventuali porte-finestre, ovvero tutti gli elementi vetrati su cui vengono calcolati gli apporti solari di energia termica.

Dal punto di vista delle caratteristiche termiche, possono essere inseriti fino a 6 tipi di finestra (F1, ..., F6). I tipi di finestra si differenziano per:

- fattore solare g del vetro, ricavato dal certificato della vetrocamera (a puro titolo di esempio: doppio vetro $g \approx 0,62$, triplo vetro $g \approx 0,48$);
- larghezza del telaio in cm, ovvero la dimensione della proiezione esterna del telaio (parte fissa + parte apribile) misurata dal vetro al muro finito del foro finestra;
- U_w secondo certificato di prova, valore di trasmittanza termica da inserire solo in caso di serramenti speciali (p.e. forme particolari, lucernari, ecc.) corredati di certificato di prova rilasciato da un laboratorio notificato;
- numero di ante, sia apribili che fisse;
- indicazioni relative al ponte termico tra vetro e telaio;
- U_f , valore di trasmittanza termica del telaio, ricavato dai valori riportati in Appendice D; sono accettati altri valori di U_f solo se supportati da un certificato di prova rilasciato da un laboratorio notificato secondo la norma UNI EN ISO 10077-2 o EN 12412-2 (prova in camera calda);
- U_g , valore di trasmittanza termica del telaio, ricavato dal certificato della vetrocamera (a puro titolo di esempio: doppio vetro $U_g \approx 1,1$, triplo vetro $U_g \approx 0,7$) o dalle tabelle pubblicate nelle norme UNI EN ISO 10077-1 o UNI TS 11300-1.

Per ogni finestra vanno indicati:

- quantità (possono essere raggruppate più finestre uguali e con lo stesso orientamento);
- descrizione, ovvero un riferimento per identificare le finestre nei disegni;
- tipo di finestra (F1, ..., F6);
- elemento strutturale in cui è collocata la finestra (1-30);
- orientamento (il parametro è semplificato, pertanto possono essere inseriti i seguenti orientamenti: nord, ovest, sud, est o orizzontale, se l'inclinazione del tetto è inferiore a 15°);
- eventuale ombreggiamento, nel caso siano presenti aggetti o sporgenze che ombreggiano la finestra; per una verifica semplificata, si può considerare ombreggiata la finestra coperta da un oggetto che sporge per più del doppio della distanza tra il centro della finestra e l'oggetto stesso;
- larghezza e altezza del foro finestra in metri (dimensioni finite).

8.5 Porte

Si considerano porte tutti gli elementi apribili opachi dell'edificio. Possono essere inseriti fino a 6 tipi di porta (P1, ..., P6). Per ogni tipo di porta deve essere indicato il valore di trasmittanza termica U_d .

Per ogni porta vanno indicati:

- quantità (possono essere raggruppate più porte uguali);
- tipo di porta (P1, ..., P6);
- elemento strutturale in cui è collocata la porta (1-30);
- larghezza e altezza del foro porta in m (dimensioni finite).

9. Valutazione “Più”

La valutazione “Più” può essere assegnata se nella costruzione vengono utilizzati principalmente materiali e soluzioni ecosostenibili.

Per ottenere le maggiorazioni di contributo legate alla valutazione “Più”, devono essere soddisfatti tutti i seguenti requisiti:

- il fabbisogno termico deve essere interamente coperto da fonti energetiche rinnovabili;
- devono essere impiegati prevalentemente materiali isolanti e da costruzione ecologici e non dannosi per la salute; non sono ammessi:
 - isolamenti termici degli elementi strutturali in polistirene espanso e estruso (EPS, XPS) e poliuretano (PU);
 - elementi in PVC (serramenti, porte, finestre, finiture per pavimenti, tubazioni, ecc.);
 - utilizzo di legno tropicale per finiture interne, serramenti o altro;
 - utilizzo nei locali di abitazione di impregnanti chimici per legno, di colori e di vernici contenenti solventi chimici;
- devono essere presenti almeno due dei seguenti provvedimenti ecologici:
 - impianto solare fotovoltaico;
 - produzione di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili;
 - sistemi di recupero delle acque piovane;
 - tetto verde;
 - costruzione in legno, argilla o paglia.

L'utilizzo di polistireni è consentito solamente per:

- isolamento termico di terrazze di dimensioni contenute;
- isolamento di elementi strutturali nei piani interrati;
- isolamento di elementi strutturali contro terra o su vespaio areato;
- zoccolatura del cappotto termico;
- piccoli elementi di raccordo in facciata e isolamento sotto soglia/davanzale.

FABBISOGNI ENERGIA ELETTRICA:

efficienza energetica impianto illuminazione: bassa media alta

percentuale di energia elettrica eventualmente fornita da impianto eolico o idroelettrico: %

IMPIANTO FOTOVOLTAICO:

non presente

produzione elettrica prevista dall'impianto: kWh/anno

superficie netta totale: m² rendimento: % potenza: kW_p

scostamento da sud (-90 est, +90 ovest): inclinazione:

SISTEMA DI RAFFRESCAMENTO:

non presente

potenza frigorifera di refrigerazione sensibile: kW coperta: kW

potenza frigorifera di refrigerazione latente: kW coperta: kW

copertura del fabbisogno % descrizione:

sistema di produzione:

COP:

- gruppo di refrigerazione aria-acqua
- gruppo di refrigerazione acqua-acqua con torre di raffreddamento
- gruppo di refrigerazione acqua-acqua con acqua di falda
- gruppo di refrigerazione acqua-acqua con scambiatore geotermico piano a sonde
- assorbitore a combustione diretta a gas naturale a gas liquido
- impianto ad assorbimento con gruppo di cogenerazione o a calore di recupero

sistema di emissione:

- pannelli radianti senza deumidificazione ventilconvettori
- pannelli radianti con ventilconvettore per la deumidificazione raffrescamento a tutta aria
- pannelli radianti con aria primaria per la deumidificazione altre combinazione di impianti

smaltimento del calore:

- aria aria con torre di raffreddamento
- acqua di falda scambiatore geotermico (a sonde o piano)

NOTE:

.....

.....

.....

.....

Modulo compilato da:

ing. arch. p.i. geom.

indirizzo:

tel. e email:

data:

timbro e firma:

Appendice B. Valori di riferimento per la conducibilità termica λ dei materiali

Materiali isolanti	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m ³)
Cotone	0,04	20 - 40
Vermiculite espansa	0,07	90
Argilla espansa	0,09	350
Poliuretano espanso in lastre	0,04	30
Polistirene espanso in lastre	0,04	20
Polistirene estruso in lastre	0,035	35
Materassino in lino	0,04	30
Lana di vetro	0,04	20
Canapa	0,045	25
Trucoli di legno	0,05	100
P.lli extraporosi in fibra di legno (130)	0,04	130
P.lli porosi in fibra di legno (190)	0,045	190
P.lli porosi in fibra di legno con bitume oppure latice	0,06	270
P.lli in lana di legno mineralizzati	0,093	400
P.lli di calcio silicato	0,06	250
Fibra di cocco	0,045	70
Granuli di sughero	0,05	100
P.lli di sughero espanso	0,045	110
P.lli in fibre minerale	0,045	115
Perlite espansa	0,05	90
Poliuretano	0,03	30
Lana di pecora	0,04	25
Vetro cellulare (120)	0,041	120
Vetro cellulare (160)	0,050	160
Canneto	0,055	190
Lana di roccia	0,04	30
Paglia	0,09	340
Fiocchi di cellulosa	0,04	50
P.lli di cellulosa	0,04	85

Intonaci e malte	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m ³)
Intonaco in cemento	1,4	2200
Intonaco in calce-cemento	1	1800
Intonaco plastico per cappotto	0,9	1200
Intonaco in calce	0,8	1600
Intonaco di gesso (calce/gesso)	0,7	1500
Intonaco termoisolante con perlite, polistirolo < 250 kg/m ³	0,09	fino a 250
Intonaco termoisolante con perlite, polistirolo, fino a 450 kg/m ³	0,13	fino a 450
Malta di cemento	1,4	2200
Malta di calce/cemento	1	1800
Malta termoisolante < 800 kg/m ³	0,28	800

Pannelli da costruzione	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m ³)
Cartongesso	0,21	900
P.lli in fibre di legno porosi semiduri	0,06	200
	0,10	650
	0,15	1000
P.lli in trucoli in legno con collante mineralizzati	0,16	700
	0,26	1250
	0,44	600
P.lli in legno compensato	0,6	2000
P.lli in fibrocemento	0,093	400
P.lli in lana di legno mineralizzato	0,14	500
P.lli in terra cruda	0,055	190
P.lli in canna	0,09	340
P.lli in paglia	0,07	140

Materia prima	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m ³)
Acciaio	60	7800
Rame	380	8900
Alluminio	200	2800
Vetro	0,8	2500
Vetro acrilico (Plexiglas)	0,19	1180
Guaine di polietilene, bitume, ecc.	0,26	1700
Acciaio Ni-Cr inossidabile	13	7700
Legno di conifere - flusso di calore trasversale alla fibra	0,13	fino a 500
Legno di conifere - flusso di calore lungo la fibra	0,22	fino a 500
Legno di latifoglie	0,18	fino a 800

Pavimentazione	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m ³)
Massetto in cemento	1,4	2000
Massetto autolivellante a base anidride	1,1	2000
Massetto in asfalto	0,8	2200
Ceramica	1,2	2000
Legno duro	0,22	850
Quadretti di sughero	0,06	300

Materiali da Muratura	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m3)
Blocchi con argilla espansa	0,18	800
Blocchi cavi con argilla espansa	0,22	650
Blocchi cavi con scorie da altoforno, tufo, ecc.	0,6	1500
Blocchi cavi con lana di legno mineral.	0,45	fino a 1500
Blocchi cavi con lana di legno mineral. con isolante	lt. Prüfb.	---
Mattoni facciavista Klinker	1	1800
Mattoni pieni	0,7	fino a 1600
Mattoni forati	0,36	1200
Tramezza in laterizio	0,36	1100
Mattoni forati porizzati	0,25	800
Mattoni forati porizzati leggero murato con malta isolante	0,18	650
Blocco "cassero" in laterizio	0,55	fino a 1700
Muratura in pietra	2,3	fino a 2600
Blocchi cellulari autoclavati	0,11	fino a 400
Blocchi cellulari autoclavati	0,14	fino a 500
Blocchi cellulari autoclavati	0,16	fino a 600
Blocchi cellulari autoclavati	0,24	fino a 800
Terra cruda tipo Pisè	1	fino a 2000
Terra cruda alleggerita	0,36	fino a 1200
Terra cruda alleggerita 600-800 kg	0,24	fino a 800
Cemento armato	2,3	2400
Calcestruzzo CLS	1,6	1800
CLS alleggerito con argilla esp.	0,45	1100
CLS alleggerito con argilla esp. > 1100 kg	0,7	fino a 1700
Solai con travetti e blocchi in lat. + caldana	(0,8)	1200-1600
Solai con travetti e blocchi cem. + caldana	(0,8)	1200-1600
Solai con travetti e blocchi in lat. por.	(0,67)	900-1200
Solai a pannelli cavi in c.a. 360kg/m ²	(1,33)	1800
Solai a pannelli cavi in c.a. 280kg/m ²	(1,0)	1400
Solai a lastre in c.a. con blocchi in polistirene e caldana 4-12-4	0,6	1670
Solai a lastre in c.a. con blocchi in polistirene e caldana 4-8-4	0,64	1670
Solai a lastre in c.a. con blocchi in polistirene e caldana 4-16-4	0,58	1670

Fonte: Provincia Autonoma di Bolzano

Materiali isolanti sfusi	Lambda	Densità
	(W/mK)	(kg/m ³)
Perlite espansa	0,05	90
Vermiculite espansa	0,07	90
Argilla espansa	0,09	350
Sughero granulare espanso	0,042	80-100
Sughero granulare naturale	0,05	100
Fiocchi di cellulosa	0,04	35
Polistirolo espanso sfuso	0,044	10
Lana minerale sfusa	0,044	15
Segatura di legno	0,1	200
Scorie da altoforno	0,35	750
Granulato di polistirene legato + cemento	0,08	fino a 350
Granulato di polistirene legato + cemento	0,06	fino a 125
Granulato di polistirene legato + cemento	0,05	fino a 125
Granuli di perlite espansa	0,042	80-100

Appendice C. Valori di resistenza termica R di intercapedini d'aria non ventilate

SPESSORE INTERCAPEDINE D'ARIA	SENSO DEL FLUSSO TERMICO		
	ASCENDENTE	ORIZZONTALE	DISCENDENTE
[cm]	R [m ² K/W]	R [m ² K/W]	R [m ² K/W]
0	0,00	0,00	0,00
0,5	0,11	0,11	0,11
0,7	0,13	0,13	0,13
1,0	0,15	0,15	0,15
1,5	0,16	0,17	0,17
2,5	0,16	0,18	0,19
5,0	0,16	0,18	0,21
10,0	0,16	0,18	0,22
30,0	0,16	0,18	0,23

Appendice D. Valori di trasmittanza termica di riferimento U_f per i telai dei serramenti

TELAI IN LEGNO	spessore del telaio [mm]	legno tenero (500 kg/m ³ , $\lambda=0,13$ W/mk) U_f [W/m ² K]	legno duro (700 kg/m ³ , $\lambda=0,18$ W/mk) U_f [W/m ² K]
	30	2,3	2,7
50	2,0	2,35	
40	1,8	2,05	
90	1,6	1,85	
110	1,4	1,65	
TELAI IN PVC			U_f [W/m ² K]
	profilo con 2 camere		2,2
	profilo con 3 camere		2,0
	profilo con più di 3 camere		1,5
TELAI IN METALLO		distanza minima degli elementi in alluminio [mm]	U_f [W/m ² K]
	senza taglio termico	–	6,0
	con taglio termico	4	4,0
		8	3,6
		12	3,2
		20	2,8
		28	2,6