

Passivhaus, come scegliere i serramenti giusti

Quali devono essere le caratteristiche fisico-edili dei serramenti? E come leggere le loro prestazioni energetiche?

► **FRANCESCO NESI***

*Direttore di ZEPHIR Passivhaus Italia - f.nesi@zephir.ph

Come si evince dal nome, lo standard Passivhaus prende il proprio da un approccio progettuale "passivo" che tende a valorizzare al massimo le strategie non attive, partendo dalla massimizzazione degli apporti solari, quantificando l'entità degli apporti interni, puntando a strategie di raffrescamento basate sulla ventilazione naturale con conseguente orientamento dell'edificio lungo i venti prevalenti o su scambiatori geotermici come pre-riscaldamento dell'aria esterna, ombreggiamento dato dalle ombre portate dall'edificio stesso o da alberi a foglia caduca etc.

A ogni zona climatica il suo serramento

I serramenti giocano un ruolo chiave per raggiungere obiettivi prestazionali elevati come lo standard Passivhaus. Chiaramente la quantità e la qualità degli stessi dovrà adattarsi al progetto ed alla

zona climatica, nell'ottica di una progettazione aderente al concetto *cost-optimum* che costituisce la chiave per convincere nella divulgazione dello standard Passivhaus [1]. Ad esempio, nel nord e centro Italia è buona pratica puntare a massimizzare le superfici finestrate verso sud, e in generale verso est/ovest, andando a limitare le aperture verso nord in modo da garantire all'edificio un'elevata quantità di apporti solari per compensare le perdite per trasmissione e ventilazione. Al sud Italia, tuttavia, massimizzare le superfici finestrate per abbattere il fabbisogno termico annuo, già di per sé abbastanza ridotto, per poi dover acquistare frangisole o schermature in generale tenendoli sempre abbassati durante il periodo estivo, non costituisce una buona pratica né dal punto di vista del comfort abitativo né da quello economico. Allo stesso modo l'impiego di tripli vetri basso emissivi e telai super performanti in zone particolarmente calde non

appare una scelta sensata perché limiterebbe la possibilità di smaltire gratuitamente il calore in eccesso all'interno dell'edificio [2]; per questo anche il Passivhaus Institut permette la possibilità di certificare i serramenti in base a valori diversi corrispondenti a differenti zone climatiche.

Le caratteristiche interessanti per una progettazione fisico-edile dei serramenti in un edificio passivo sono: ampiezza visibile e coefficiente di trasmittanza U_f del telaio, fattore solare g , trasmissione luminosa τ_l e coefficiente di trasmittanza del vetro U_g , coefficiente lineico di ponte termico a bordo vetro Ψ_g . Parallelamente ai valori tecnici intrinseci dei serramenti, la loro posa eseguita a regola d'arte diventa la garanzia di qualità per il committente; una posa errata, infatti, inficia notevolmente la prestazione dei serramenti e potrebbe rendere vano l'investimento in serramenti di elevata qualità [3], giungendo nei casi estremi a pregiudicare la salubrità e l'igiene delle strutture. In questo articolo vogliamo concentrarci principalmente su due aspetti: l'ampiezza visibile del telaio e la posa.

Ampiezza visibile del telaio

L'ampiezza visibile del telaio, definita in base alla UNI EN ISO 10077-1, è uno dei parametri più importanti a livello di rilevanza sotto il profilo del risparmio energetico, nonostante sia sovente sottostimato, al punto che il Passivhaus Institut ha introdotto uno speciale parametro chiamato Ψ_{opak} per caratterizzare l'incidenza dei contributi della porzione non vetrata sulle dispersioni del serramento che tiene conto della geometria del profilo. Tale parametro è definito come segue:

$$\Psi_{opak} = \Psi_g + U_f \frac{A_f}{l_g}$$

dove A_f e l_g sono rispettivamente superficie visibile del telaio e lunghezza di bordo vetro in accordo alle dimensioni individuate in base alla norma UNI EN ISO 10077-1. Questo parametro, introdotto per la prima volta nel 2011, ha permesso di introdurre le cosiddette classi di efficienza dei serramenti, da phC a phA+, che si distinguono per

BILANCIO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

L'analisi "semplice" del bilancio energetico dell'edificio secondo la norma UNI EN ISO 13790¹ può essere espressa come: $Q_H = Q_T + Q_V - \eta(Q_S + Q_I)$, dove i pedici indicano rispettivamente T = trasmissione, V = ventilazione, S = apporti solari, I = apporti interni, con η fattore di utilizzo degli apporti gratuiti. Come si evince da questa espressione, una volta creato un involucro performante per minimizzare le dispersioni termiche si dovrebbe tendere a massimizzare gli apporti solari gratuiti per abbattere il fabbisogno termico per riscaldamento annuo dell'edificio.

¹ In parte superata dall'approccio definito nella norma EN ISO 52016:2017

il grado di minimizzazione delle dispersioni attraverso gli elementi opachi e di massimizzazione degli apporti solari a parità di foro finestra. Ridurre la porzione opaca (telaio + eventuale controtelaio) permette di diminuire le dispersioni totali complessive del serramento, dal momento che i vetri hanno generalmente una trasmittanza minore di quella dei telai, aumentando notevolmente al contempo gli apporti solari [4]. In climi dominati dal riscaldamento, la combinazione di questi due effetti consente di abbattere il fabbisogno termico annuo per riscaldamento anche di diversi kWh/m²a. Dai serramenti di "prima generazione" in cui si cercava di aumentare la resistenza termica dei telai incrementandone lo spessore, si è passati alla "seconda generazione" in cui i telai venivano accoppiati a mate-

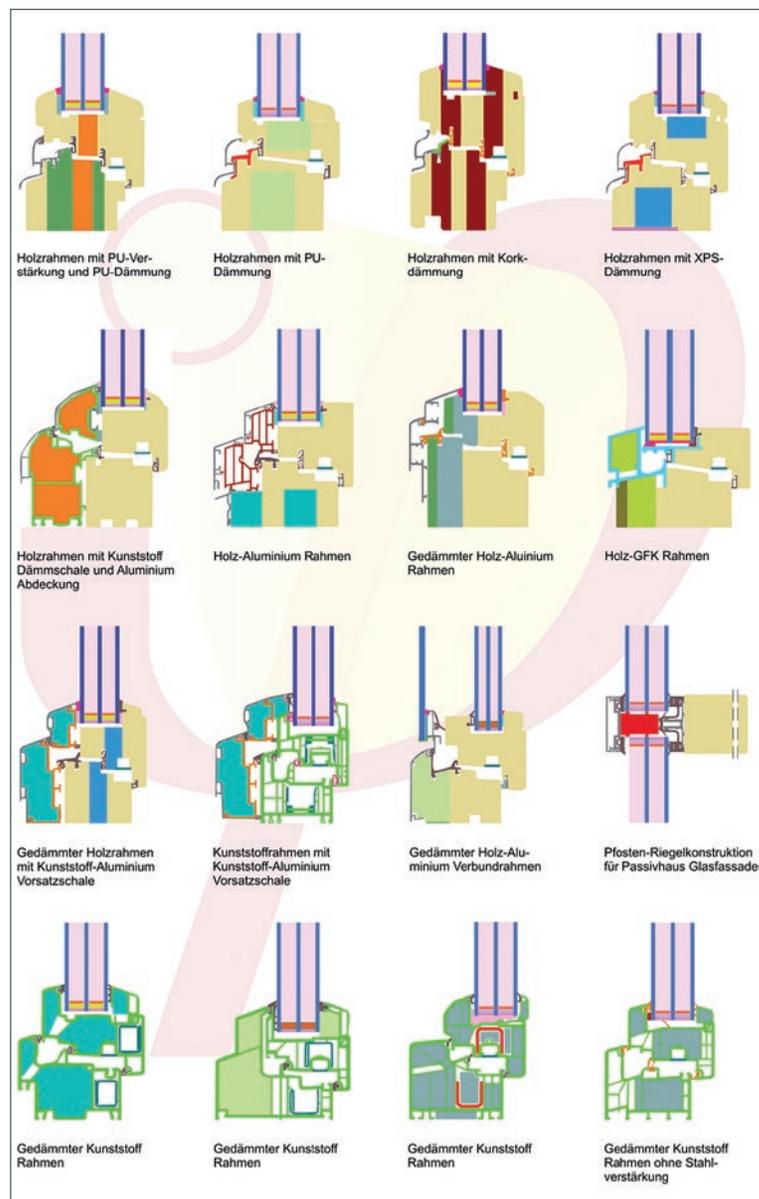
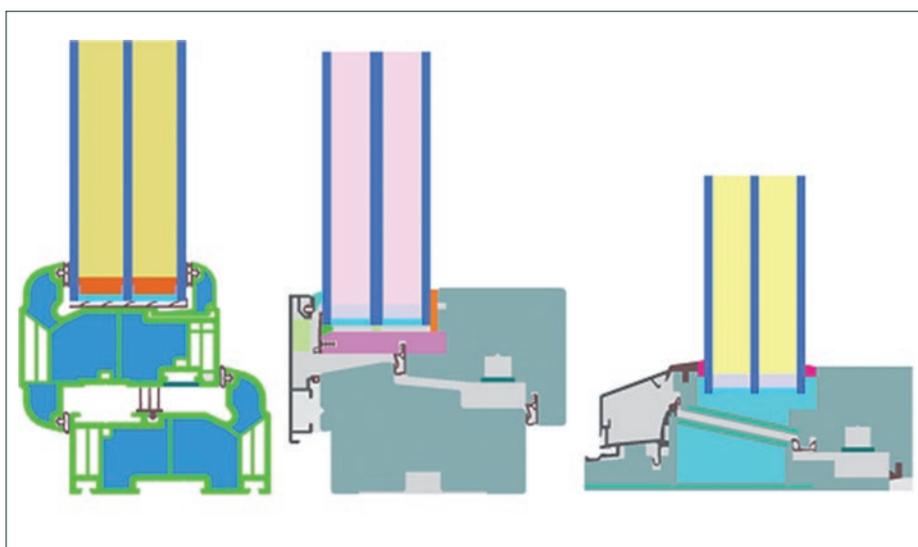


FIGURA 1. Immagini di varie tipologie di telai di "seconda generazione" certificati Passivhaus: telai in legno compositi con coibenti naturali o artificiali, telai coibentati in legno-alluminio o legno-GFK, telai in PVC, facciate continue a montanti e traversi ed oltre a quelli mostrati, telai in vetroresina, alluminio a taglio termico etc

riali coibenti limitandone quindi lo spessore e quindi l'ingombro e la manovrabilità (Fig. 1). Recentemente, sempre più produttori di componenti stanno certificando i propri profili in classi di efficienza elevate, aprendo la nuova fase delle finestre di "terza generazione" [5], come mostrato nei tre profili rappresentati in Fig. 2 idonei ad essere impiegati in diversi climi caratterizzati principalmente da elevato fabbisogno di riscaldamento. Come menzionato in precedenza, studi condotti dal nostro istituto ZEPHIR Passivhaus Italia [6] dimostrano che nei climi dominati dal raffrescamento ridurre la porzione opaca a parità di foro finestra non appare la scelta più sensata nella logica LCCA (Life Cycle Cost Analysis) dove telai di qualità lievemente peggiore e maggiore ampiezza visibile permettono di smaltire meglio il surriscaldamento estivo rispetto ad altri più performanti e caratterizzati da ampiezza visibile molto ridotta, che dovrebbero essere perlopiù schermati durante la stagione di raffrescamento e che limiterebbero parzialmente anche la capacità di disperdere il calore verso l'esterno.

Posa dei serramenti

Anche la posa dei serramenti gioca un ruolo fondamentale sia per garantire la qualità prestazionale dei serramenti stessi sia per permetterne la funzionalità e durabilità nel tempo. La posa è stata recentemente oggetto della norma UNI 11673, che ha posto l'accento anche su accuratezza dei giunti di posa, scelta dei materiali, dei sigillanti e dei ponti termici. L'installazione dei serramenti sulle pareti di edifici di nuova costruzione può essere scelta in fase progettuale in maniera ottimale, mentre chiaramente nell'ambito delle ristrutturazioni occorre spesso trovare delle soluzioni che permettano di rispettare il criterio igienico di assenza di muffe o condense ed al contempo consentano di ridurre i ponti termici di installazione massimizzando gli apporti solari in relazione alla zona climatica di intervento. Ciò si traduce in una posa dei serramenti quanto più possibile verso o nello strato del cappotto nei climi dominati dal riscaldamento, mentre in climi più caldi dovrebbe essere adeguatamente progettata in funzione anche del contenimento del surriscaldamento estivo.



Fonte: Passivhaus Institut

FIGURA 2. Telai di "terza generazione" certificati Passivhaus. Produttori certificati in classe phA per il clima fresco-temperato (i primi due da sx): Munster Joinery (PVC), Pazten Fenster+Technik GmbH (legno/alluminio) ed in classe phA+ per il clima freddo: pro Passivhausfenster GmbH (legno/alluminio)

Controtelai "evoluti"

Negli ultimi anni si è assistito alla comparsa sul mercato di controtelai cosiddetti "evoluti" e monoblocchi, costituiti da materiali strutturalmente resistenti a compressione come ad esempio purenite, XPS, EPS ad alta densità, destinati ad essere impiegati sempre più frequentemente negli edifici ad alte prestazioni energetiche. Questi sistemi assolvono alcune funzioni molto importanti, ospitando i cassonetti per i frangisole o

PONTI TERMICI DI INSTALLAZIONE

I ponti termici di installazione vengono inclusi dal Passivhaus Institut nella definizione stessa del coefficiente di trasmittanza dei serramenti $U_{w,inst}$ che quindi si modifica come segue: $U_{w,inst} = (U_w A_w + \Psi_{inst} l_{inst}) / A_w$ dove U_w è la trasmittanza del serramento non in condizioni di installazione calcolata secondo la UNI EN ISO 10077-2, A_w la superficie finestrata al grezzo e Ψ_{inst} coefficiente lineico di ponte termico di installazione relativo alla lunghezza di sviluppo del ponte termico l_{inst} . Così facendo si possono identificare i valori limite per l'accettabilità di un serramento in una determinata zona climatica e per un particolare progetto, rispettando il cosiddetto "criterio di comfort" stabilito dal Passivhaus Institut, per cui vale la relazione:

$$|\theta_{op} - \theta_{si}| \leq 4.2 \text{ K}$$

cioè le temperature superficiali interne θ_{si} degli elementi perimetrali a contatto con l'aria interna non dovrebbero differire dalla temperatura operativa più di 4.2 K, garantendo al contempo assenza di asimmetria radiativa e di stratificazione verticale della temperatura dell'aria. In termini pratici, questo si traduce in un valore limite sul valore di trasmittanza dei serramenti in condizioni di installazione $U_{w,inst}$ che ad esempio in Italia assume valori variabili: 1.00 W/m²K (Aosta), 1.08 W/m²K (Trento o Torino), 1.40 W/m²K (Bari), 1.56 W/m²K (Catania) secondo dati climatici del PHPP 9, e che in Europa centrale si coniuga in un valore $U_{w,inst}$ inferiore a 0.85 W/m²K.

le tapparelle, eventuali zanzariere e sistemi di oscuramento, a volte integrando anche lo scarico condensa, garantendo al committente una maggiore semplicità di installazione dei serramenti ed una migliore precisione in fase di esecuzione garantendo anche la continuità del coibente. Chiaramente il loro utilizzo, se da un lato presenta i vantaggi appena menzionati, dall'altro riduce gli apporti solari a parità di forometrie e quindi è utile valutarne l'utilizzo a fronte di una progettazione energetica accurata come quella offerta dal software Passivhaus, il PHPP (Passivhausprojektierungspaket).

Conclusioni

Da queste analisi si evince come il protocollo Passivhaus sia un approccio valido a livello internazionale, che non necessita di essere stravolto ma semplicemente applicato in funzione delle specificità locali climatiche e di progetto, potendo vantare più di 25 anni di storia e di monitoraggi effettuati su migliaia di edifici in tutto il mondo, a garanzia della robustezza dello standard e del perfetto allineamento tra valori attesi e consumi reali, ad oggi uno dei problemi più frequenti in edilizia e che si risolve nel concetto Passivhaus (o EnerPHit, il protocollo per le ristrutturazioni, che tratteremo più avanti). Chiaramente, il supporto da ente qualificato diventa imprescindibile per raggiungere questi obiettivi di comfort e risparmio energetico, perché Passivhaus non è la somma dei componenti ma, al contrario, è un concetto olistico che coniuga involucro ed impianti in una progettazione integrata attenta al dettaglio e alla corretta esecuzione in opera. ◀



REFERENZE

- [1] Nesi F., Iannone I., Tselifis M., *Economic convenience of Passivhaus standard in energy retrofits in Mediterranean climate*, Procs 16th International Conference on Sustainable Energy Technologies SET 2017, Bologna, 2017.
- [2] Francesco Nesi, *PASSIVHAUS*, Maggioli Editore, 1a Edizione, Sant'Arcangelo di Romagna (RN), 2017.
- [3] Guido Alberti, sito web: www.posaqualificata.it, 2012.
- [4] Krick B., *Neue Zertifizierungskriterien für Passivhaus geeignete transparente Bauteile*, 15th International Passive House Conference, Innsbruck, Passivhaus Institut, 2011.
- [5] *PHI Fensterzertifizierung: Bisherige Erfolge und Aufbruch in neue Klimazonen*, Passipedia, <https://passipedia.de/planung/waermeschutz/fenster/fensterzertifizierung/> (revisione: 2014/10/21 16:49).
- [6] Nesi F., Iannone I., Toniato G., Congedo P.M., Baglivo C., *Warm/warm-temperate vs cold-temperate climate: which window is most suitable?*, ZEPHIR Passivhaus Italia, studio interno non pubblicato, 2017.

ZEPHIR PASSIVHAUS ITALIA

L'istituto di fisica edile ZEPHIR Passivhaus Italia nasce nel novembre 2011 come naturale prosieguo di un'attività pluridecennale in ambito di costruzioni ad altissima efficienza energetica e comfort abitativo. Fondato da un'idea del suo direttore, Dr. Phys. Francesco Nesi, negli anni ZEPHIR Passivhaus Italia si è accreditato a livello nazionale come unico referente ufficiale per Passivhaus e a livello internazionale seguendo progetti nZEB/Passivhaus sotto il profilo di consulenza energetica, impiantistica e fisico-edile, analisi finanziarie di cost-optimality per interventi di nuova costruzione/retrofit etc. Completano l'offerta di ZEPHIR Passivhaus Italia servizi di: formazione specialistica su Passivhaus per progettisti ed imprese di costruzione/artigiani, supervisione e certificazione Passivhaus di edifici nuovi o ristrutturazioni, sviluppo di prodotto e certificazione di componenti Passivhaus (finestre, porte, sistemi costruttivi etc.), traduzioni tecniche, consulenza per imprese di costruzioni, partecipazione a progetti di ricerca privati o a finanziamento pubblico (provinciali/regionali/europei/internazionali). ZEPHIR Passivhaus Italia rivende il PHPP 9, il software di progettazione Passivhaus, in esclusiva per l'Italia ed il manuale tecnico-divulgativo "PASSIVHAUS" edito da Maggioli Editore e a firma di Francesco Nesi (info su: <http://shop.passivhausitalia.com>). Da più di 5 anni ZEPHIR Passivhaus Italia organizza la conferenza nazionale Passivhaus, seguita costantemente da un cospicuo numero di partecipanti.

