

GLI SPECIALI DI

MAGAZINE
UP!

PROGETTI | ARCHITETTURA | EDILIZIA



SPECIALE SERRAMENTI E VETRAZIONI

Settembre 2018

BigMat
HOME OF BUILDERS

Seguici anche sui social



www.bigmat.it



SPECIALE SERRAMENTI E VETRAZIONI

Approfondimento tecnico sui serramenti e le vetrazioni: i materiali, le tipologie di apertura e di vetro, le performance tecniche e la posa a regola d'arte.

a cura della **Redazione**

L'ampia varietà di finestre e serramenti disponibili sul mercato offre molteplici soluzioni per rispondere sia alle esigenze architettoniche e di stile sia alle necessità funzionali e alla crescente domanda di risparmio energetico e isolamento acustico delle nostre abitazioni.

Nel *mare magnum* delle informazioni, anche a seguito degli incentivi fiscali prorogati dal Bonus ristrutturazioni 2018, è però difficile capire

con chiarezza quali siano gli aspetti da tenere in considerazione nelle fasi di scelta. Così, il nuovo numero degli Speciali tecnici, curato dall'Ufficio Tecnico BigMat in collaborazione con il gruppo editoriale Wolters Kluwer, è dedicato ai serramenti e alle vetrazioni con un focus sugli elementi costitutivi e le caratteristiche dei materiali senza dimenticare la posa, da eseguire sempre a regola d'arte per non vanificare le proprietà isolanti dei serramenti.

COME SCEGLIERE IL SERRAMENTO GIUSTO

Tecnologie, materiali ed elementi costitutivi del serramento. Per saper scegliere con cura, posare e mantenere nel tempo uno dei componenti più strategici per l'efficienza energetica e l'isolamento dell'involucro abitativo.

a cura di **Fabrizio Aimar*** e **Wolters Kluwer**, Gruppo editoriale nel mercato dell'informazione, del software e della formazione professionale, in collaborazione con l'**Ufficio Tecnico BigMat**

Se scelti con cura e attenzione i serramenti aiutano ad aumentare il comfort in casa, rivelandosi ottimi alleati per ridurre i rumori e abbattere le spese di riscaldamento e di climatizzazione. Come previsto nella guida dell'Agenzia delle Entrate, inoltre, il Bonus ristrutturazioni 2018 spetta anche a chi esegue lavori di manutenzione ordinaria che concernono la sostituzione di infissi esterni e serramenti o persiane con serrande e la modifica di materiale o di tipologia di infisso. Diventa quindi importante per i progettisti, e non solo, saper riconoscere le differenze delle varie soluzioni per indicare quella più adatta a ogni contesto e a ogni esigenza abitativa, eseguendo le giuste analisi e calcoli per dare garanzia di una corretta installazione e di un'accorta manutenzione nel tempo che ne preservi le presentazioni.

CHE COS'È IL SERRAMENTO?

Il serramento può essere definito come l'elemento verticale atto alla chiusura, che regola e garantisce il passaggio degli individui, così come della radiazione solare e della ventilazione, tra gli ambienti interni di uno stesso edificio oppure tra questi vani e l'ambiente esterno. Nel primo caso, i serramenti sono di tipo interno, perciò integrati in tramezzi o divisori verticali; nel secondo, invece, sono esterni e dunque progettati per la posa in opera in murature di tamponamento, o portanti, lungo il perimetro della costruzione. Appare evidente, dunque, che **i serramenti debbano soddisfare molteplici requisiti e parametri, funzionali ad assicurare le esigenze di comfort** interno negli ambienti in cui si svolge la quotidianità delle attività umane richieste dall'utenza. Tra queste, vi è in primo luogo quella legata all'illuminazione, seguita da altre finalizzate al controllo ambientale, quali la tenuta alle intemperie (precipitazioni atmosferiche e vento), l'isolamento termico (tra cui la trasmittanza termica U, precisabile da valori in W/mqK) e il potere fonoisolante

(R , R_w , R'_w , $D_{2m,nT,w}$ esprimibili in decibel, dB), così come la ventilazione. A queste se ne affiancano altre atte a descriverne le proprietà fisiche quali la resistenza alle sollecitazioni meccaniche e termiche, tra cui i tentativi di effrazione con scasso e ai cicli di apertura/chiusura ripetuta. L'insieme sopra citato è utile nel contribuire a certificarne la durabilità nel tempo, in relazione alle condizioni di utilizzo.

Dal primo febbraio 2010 in poi possono essere immessi lecitamente commercio solo serramenti che presentino la marcatura CE, la quale certifica che il prodotto è conforme ai requisiti di sicurezza previsti dall'Unione Europea. L'estetica finale dovrà tenere conto di tutti questi input, abbinandoli a valutazioni di tipo economico sui materiali potenzialmente impiegabili e sulle dimensioni areali e lineari, con l'obiettivo di raggiungere le prestazioni attese.

LE TIPOLOGIE DI SERRAMENTO SECONDO L'APERTURA

Per descrivere meglio il serramento è bene introdurre un ulteriore criterio che ne permetta l'identificazione, indipendentemente dal numero di ante. È il movimento rispetto all'asse delle cerniere a operare questa nuova selezione quando la finestra, la portafinestra o la porta, sono oggetto di utilizzo da parte dell'utenza. Ciò permette di compiere una distinzione in due ulteriori categorie di serramenti: operabili e fissi. All'interno degli operabili, si distinguono quelli a movimento semplice e quelli a movimento complesso, entrambi contribuenti alla regolazione della temperatura e dell'umidità negli ambienti interni. Fanno parte dei **serramenti a movimento semplice** quelli che hanno:

▶ **battente verticale: l'apertura avviene tramite rotazione in prossimità di un montante verticale laterale** e può verificarsi o verso l'interno dell'ambiente abitato (quindi con la comune modalità "alla francese"), oppure verso l'esterno (con la modalità invece detta "all'inglese"). Tra questi troviamo quelli ad anta semplice, così come a due o più ante. Vi è una sostanziale differenza tra aperture alla francese e all'inglese, relativa al comportamento in risposta alla pressione del vento sulle facciate. Nella prima, infatti, si registra una riduzione della pressione dei telai sulle guarnizioni, provocando dunque problemi di tenuta a medio-lungo termine. Viceversa, nelle

* Fabrizio Aimar è architetto libero professionista. Dal 2009, i suoi scritti compaiono in diverse testate di settore, sia nazionali che estere, tra cui *Il Giornale dell'Architettura*, *architetto.info*, *ingegneri.info*, *C3* e *Wired*. Le sue attività di studio e ricerca sono state oggetto di articoli e interviste da parte di quotidiani quali *La Repubblica*, *Avvenire* e *La Stampa*.

seconde, all'incremento della pressione del vento corrisponde quella sulle guarnizioni esercitata dai telai, la quale, di conseguenza, ne migliora la tenuta complessiva;

- ▶ **battente orizzontale: l'apertura avviene tramite rotazione rispetto al traverso superiore** ed è possibile sia verso l'interno dei vani occupati (meno comune) sia verso l'esterno degli stessi (con la modalità detta "a visiera"); tra queste ultime troviamo quelle cosiddette "a sporgere";
- ▶ **vasistas (o a ribalta o ad anta-ribalta): l'apertura avviene tramite rotazione rispetto al traverso inferiore e unicamente verso l'interno degli ambienti, per non più di 30 gradi.** Questa può abbinarsi, solitamente, ad una anta a battente verticale, definendo un meccanismo che prende il nome di "oscillobattente", così come essere impiegata nei sopraluce;
- ▶ **scorrevoli: l'apertura avviene mediante scorrimento orizzontale, o traslazione, di una o più ante rispetto al loro piano,** possibile grazie all'adozione di guide (o binari) inferiori e superiori. Tra questi troviamo soluzioni pratiche definibili come "complanari" o "scorrevoli alzanti", a cui si accompagna la richiesta estetica di riduzione in spessore dei nodi. Piuttosto costoso se paragonato ad altri tipi di apertura, tale sistema apre a una maggiore convenienza economica qualora il rapporto dimensionale tra altezza e larghezza non superi il valore di 2,5;
- ▶ **a saliscendi: l'apertura avviene mediante scorrimento verticale, o traslazione, di una o più ante rispetto al piano, grazie all'adozione di guide collocate in posizione laterale.** La sovrapposizione verticale delle ante prende anche il nome di tipologia "a ghigliottina" ed è molto diffusa in Olanda, Inghilterra, Stati Uniti e Giappone;
- ▶ **girevoli: l'apertura avviene tramite rotazione rispetto a un asse verticale od orizzontale,** frequentemente collocato lateralmente o in posizione intermedia rispetto alla bucatura. È però possibile trovare anche assi maggiormente decentrati verso destra o sinistra. Tali sistemi prendono anche il nome di "bilico" orizzontale o verticale, per via della distribuzione simmetrica del peso delle ante rispetto alle cerniere. Nei secondi, la loro operabilità ammette una rotazione dell'anta fino a 45 gradi, o, in taluni casi, fino a 90 gradi;
- ▶ **a lamelle regolabili: l'apertura avviene tramite singola rotazione, rispetto a un asse verticale oppure orizzontale, di un insieme di lamelle adiacenti, regolabili sia manualmente sia meccanicamente.**

Per quanto concerne, invece, **la categoria dei serramenti a movimento composto, si citano quelli pieghevoli** (a libro, a soffietto o a fisarmonica).

L'apertura avviene tramite ripiegatura di una o più ante, le quali si dispongono le une sulle altre grazie all'utilizzo di un binario scorrevole e di un asse, che ne consente la rotazione. Tale movimento combinato prende anche il nome di rototraslazione.

IL SERRAMENTO SECONDO I MATERIALI

Controtelai e telai

I serramenti possono anche essere catalogati in base alle tipologie di materiali impiegati per la fabbricazione dimensionale dei profili, quali i controtelai e i telai fissi o mobili, tra cui:

- ▶ **il legno:** le essenze legnose più adoperate sono masselli di origine europea quali castagno, *hemlock*, faggio, frassino, larice, pino e rovere, di provenienza nord-americana come abete di Douglas, pitch-pine e mogano, fino a quelli importati dal continente africano quali *iroko*, *niangon* e *okoumè*. All'elenco delle specie legnose, appartenenti sia a latifoglie sia a conifere, si aggiungono i lamellari a 3 o 4 strati in abete, meranti, pino e rovere, così come i multistrati marini. La scelta del legno riveste una certa importanza in termini di durabilità del serramento. Questa infatti richiede attenti processi di essiccazione e stabilizzazione al fine di ottenere la massima precisione dimensionale e stabilità. Tuttavia, è bene sottolineare come la durabilità è legata anche al trattamento protettivo, e alla manutenzione ordinaria. In merito ai rapporti dimensionali che intercorrono tra i montanti e traversi, i primi posseggono una sezione minore rispetto a quella dei secondi, pari a circa 1:2 tra la larghezza dei montanti e l'altezza dei traversi o, in casi limitati, a 1:3;
- ▶ **l'alluminio:** impiegato in una lega che comprende alluminio, silicio e magnesio, oltre a un moderato tasso di rame. Al fine di attenuare i valori di trasmittanza termica U_t , esprimibili in W/mqK , nei profili metallici è prassi comune operare un "taglio termico", che si ottiene interponendo guarnizioni centrali in materiale a bassa conduttanza, quali la gomma sintetica EPDM, il Dutral o l'Aptk, al fine di separare le porzioni del telaio rivolte, rispettivamente, verso l'ambiente interno e quello esterno. Telai in tale materiale presentano una durabilità molto maggiore di quelli in legno, così come rispetto agli omologhi in acciaio;

Tabella 1 – Valori medi della trasmittanza termica U per alcune delle essenze lignee sopra citate, espressi in W/mqK . Procedendo da sinistra verso destra, tali valori sono incrementali, ove il valore più basso indica una maggiore proprietà di contenimento della dispersione termica.

Essenze lignee	Hemlock	Abete di Douglas	Okumè	Abete bianco e rosso	Pino	Frassino	Castagno	Larice	Rovere
Trasmittanza termica (U_t , W/mqK)	0,103	0,110	0,117	0,122	0,135	0,143	0,153	0,156	0,185

- **l'acciaio:** per molti aspetti simile nelle applicazioni all'alluminio, differisce per il maggiore peso specifico (7,859 kg/dmc contro 2,70 kg/dmc), presentando tuttavia un telaio in profilati o estrusi speciali con un'accurata interruzione dei ponti termici. È adatto per coprire luci libere molto estese, sia nella lavorazione a caldo dei telai sia in quella (preferibile) che impiega lamiere piegate a freddo. A queste soluzioni si dovrà abbinare una necessaria zincatura, qualora impiegato in esterno;
- **il PVC:** detto anche polivinilcloruro, è un materiale termoplastico ottenuto tramite un procedimento di estrusione a caldo. La sua versatilità dimensionale, abbinata a una certa economicità del prodotto, ne ha determinato una sua vasta diffusione sul mercato internazionale. Un numero di camere d'aria interne maggiore o uguale alle 5, con profondità del telaio pari a 70 mm e almeno 2 guarnizioni di tenuta in EPDM, offre ottime garanzie in termini di prestazioni termiche. La permeabilità all'aria è regolata in classi dalla norma UNI EN 12207:2017, così come alla pioggia battente

(da 1A a 9A o da 1B a 7B, secondo la UNI EN 12208:2000) e al carico del vento (UNI EN 12210:2016). Tuttavia, a garanzia dello sviluppo lineare, telaio e ante necessitano di rinforzi strutturali, assolti dall'inserimento di un profilo scatolare metallico lungo il perimetro. I profili, devono, inoltre essere afferenti alla classe S cioè adatti a un clima severo (dove il sole è molto intenso), al fine di garantirne una corretta durabilità nel tempo (UNI EN 12608-1:2016). A tal proposito si precisa che i profili di classe M (clima moderato) sono più indicati per i paesi del Centro e Nord Europa. La differenza principale tra i due profili risiede negli additivi anti UV utilizzati per cui i profili di classe S hanno un costo maggiore. Il PVC presenta anche un elevato coefficiente di dilatazione termica, circa 0,40 mm/(m °C) e, pertanto, i telai con dimensioni lineari maggiori a 2,5 m debbono essere solidarizzati alle spalle murarie, adottando viti passanti in fori asolati;

- **materiali combinati o accoppiati:** vengono impiegati al fine di sfruttare i vantaggi termo-acustici e meccanici offerti dall'abbinamento

QUESTIONE DI ESTETICA E DI DESIGN

La finestra è sempre in costante e continua evoluzione e deve coniugare molteplici qualità come il benessere abitativo, la sicurezza e la resistenza all'effrazione; deve inoltre garantire un'adeguata luminosità degli ambienti e durare nel tempo mantenendo inalterato il suo aspetto estetico.

Oggi è pertanto un vero elemento di design che va a collegare come un *fil rouge* il lavoro di progettazione estetica sviluppato dall'architetto. La serie **Black Soul** di **Nurith** è un prodotto affascinante per essenza, caratterizzato dall'intensità e dall'eleganza del nero, un colore che richiama le tinte pregiate del design e della ricercatezza. Sui profili, estrusi in base grigio antracite, prendono vita pellicole nuove e superbe, texture moderne e avvolgenti che

attragono il tatto prima dello sguardo. Le finiture richiamano le caratteristiche figure geometriche di alcune meteoriti ferrose, una rete di intrecci lineari e paralleli che riportano alla mente le ben più note e preziose sfaccettature di un diamante nero.

Il comfort è ai massimi livelli grazie al profilo del telaio a sette camere, al doppio vetro e al taglio termico con cui Black Soul denota le seguenti performance: $U_t = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$; $\Psi_g = 0,039 \text{ W/mK}$ (trasmissione termica lineica del distanziale). Per il serramento porta-finestra a due ante le dimensioni disponibili sono 1800x2400 mm per una trasmittanza del serramento U_w pari a 0,77 W/m²K che consente di realizzare edifici in Classe A.

Scopri le serie di finestre Nurith su www.nurith.it



Tabella 2 – Valori limite della trasmittanza termica del telaio U_p espressi in W/m^2K , per tipologia di materiale. Si precisa che tali valori sono puramente indicative e, pertanto, si invita alla consultazione delle schede tecniche fornite dai produttori e dai gammisti.

Materiale	Spessore	Trasmittanza termica telaio (U_p , W/m^2K)
Alluminio, a taglio termico		2,05 – 3,8
Legnami di tipo tenero o dolci (inferiore a circa 550 kg/mc)	50 mm	2,0
	60 mm	1,9
	70 mm	1,8
Legnami di tipo duro o forte (maggiore a circa 550 kg/mc)	50 mm	2,4
	60 mm	2,2
	70 mm	2,1
PVC a 3 camere		2,0
Poliuretano con rinforzo metallico		2,6
Alluminio – Legno accoppiati		1,7

mento di due materiali. La combinata più diffusa è quella che propone legno (in interno) e alluminio (in esterno), ma vi sono ulteriori possibilità legate all'impiego di PVC (in interno) e di alluminio (in esterno), così come di legno (in interno) e PVC (in esterno). È possibile anche avere il corpo centrale isolante in Fibex, combinando poi, sia internamente sia esternamente, i diversi materiali di finitura. Per meglio esplicitare quanto sopra riportato, è utile spiegare come il PVC assolva a funzioni di sostegno dell'infisso, oltre a possedere buone capacità termoisolanti, mentre l'alluminio svolge il compito di difesa dall'azione dei fenomeni atmosferici.

Le specchiature

Per specchiature si intendono i diversi pannelli che costituiscono il serramento e ne definiscono la chiusura. Essi possono essere differenti e del seguente tipo:

► **trasparente**, a sua volta suddivisi in:

- **vetrazioni**: differiscono in base agli usi progettuali, in virtù delle esigenze dell'utenza. Tra questi vi è il contenimento del flusso luminoso, della radiazione e della dispersione termica in ingresso negli ambienti interni, abbinate al contempo al miglioramento degli apporti solari (g) e del livello di trasmissione luminosa (L_v). Inoltre, debbono

LE VETRATE ISOLANTI

Una vetrata isolante è costituita da due lastre separate a mezzo di un intercalare meccanico che determina una camera intermedia riempita di aria disidratata o di altro gas. I bordi della vetrata devono essere ben sigillati per impedire fuoriuscite o ingressi di aria dall'esterno che finirebbero per deteriorare la vetrata, farle perdere efficacia prestazionale e farla appannare.



La vetrata isolante **CLIMALIT** di **Saint-Gobain** è prodotta secondo un disciplinare aziendale e utilizza materiali e componenti validati perché di comprovata qualità, applicati con metodi e in quantità prescritta. Il sito produttivo viene poi controllato da un ente terzo che provvede a ispezionare le linee di produzione, a controllare metodi e materiali componenti, a prelevare campioni e a verificarne caratteristiche e durabilità nei propri laboratori. A fronte degli esiti positivi di questi controlli il prodotto viene quindi certificato UNI. Prestazioni garantite e assicurate per 10 anni da Saint-Gobain.

Scopri le soluzioni Saint-Gobain sul sito
<https://it.saint-gobain-building-glass.com/it>





garantire la resistenza contro i tentativi di effrazione, assicurando un adeguato minutaggio (dai 3 ai 20 minuti, indicato in 7 classi dalla norma UNI EN 1627:2011). Del primo gruppo fanno parte lastre chiare (ossia a basso contenuto di ferro), colorate, selettive, riflettenti e antiriflesso; mentre nel secondo gruppo ci sono vetri-camera doppi o tripli composti da lastre basso-emissive. Riflettendo l'irraggiamento infrarosso di onda lunga, le lastre basso-emissive contribuiscono significativamente a limitare, ad esempio, la dispersione del calore verso gli ambienti non riscaldati. Nel terzo e ultimo insieme, invece, sono compresi vetri temprati (definiti dalla UNI EN 12150-1:2015), induriti, armati e laminati. Gli spessori delle lastre sono misurati in millimetri, con spessori minimi di 4 mm nei vetrocamera e di 3 mm in quelli stratificati;

- **materiali polimerici:** noti anche con l'appellativo di materiali plastici (resine sintetiche), sono composti da catene polimeriche lineari. I materiali termoplastici trasparenti più utilizzati ad oggi sul mercato sono gli acrilici, i policarbonati e i polivinilcloruri. Costituiscono eccezione i poliesteri, in particolare il vetroresina, in quanto formato da resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro;

- **opaco:** pannelli in legno nei diversi tipi, dal compensato al tamburato, così come dal truciolato al MDF passando dal massello fino al multistrato, possono essere impiegati previa valutazione della loro collocazione, sia questa in interno o in esterno. Ai sopra citati si possono affiancare anche materiali metallici, costituiti da pannelli sandwich dati da un rivestimento in lastre estruse di PVC, o alluminio, e coibentati con un interposto strato di poliestere espanso estruso.

I SERRAMENTI: GLI ELEMENTI COSTITUTIVI

Il controtelaio

Il falso telaio riquadra la sede muraria al fine di ancorarvi il telaio fisso del serramento, completandone dunque la finitura.

Infatti, viene spesso impiegato nei casi in cui si riscontri una scarsa accuratezza dimensionale data, ad esempio, dal mancato parallelismo tra le pareti perimetrali o di tamponamento. Tuttavia, la sua presenza costruttiva non è reputata essenziale, ma solo a patto che la bucatura muraria presenti un'elevata precisione geometrica; in tal caso le funzioni di ancoraggio sono svolte dal telaio fisso.

Le modalità di fissaggio del controtelaio alle sedi murarie possono essere due: a umido o a secco. Nel primo procedimen-

to vengono impiegati leganti cementizi a sigillare anche metalliche in acciaio zincato, posate sul rustico; in quello a secco, invece, a seconda del supporto si impiegano tasselli a espansione o chimici, così come viti a tutto filetto. Il numero delle zanche o dei tasselli di fissaggio dipende dalle dimensioni lineari massime dei serramenti, dal loro peso e dalla superficie, e comunque non meno di 3 o 4 per ciascun montante. I controtelai possono anche essere in legno, misti legno-lamiera e in PVC, molto apprezzati per le prestazioni termiche. Infine, il falso telaio si presta anche a chiudere lateralmente lo strato coibente della parete perimetrale in prossimità delle spalle del vano finestrato, creando la sede di riferimento per la posa del telaio fisso. Come già evidenziato in precedenza, sigillatura e guarnizioni sono di vitale importanza, specie se in presenza di giunti passanti.

Il telaio fisso

Detto anche telaio di battuta, il telaio fisso può collegare il telaio mobile al contro telaio, oppure, solidarizzare il telaio mobile direttamente alle spalle murarie.

Costituito da montanti e da traversi, questi ne portano i vincoli quali cerniere, guide e altri accessori garantendo la possibilità di movimento del telaio mobile.

La collocazione fisica avviene in prossimità dello strato isolante del paramento murario perimetrale, allineandosi a questo; tuttavia, il fissaggio avviene ordinariamente alla sede muraria per ragioni di maggiore resistenza meccanica. La qualità della finitura dovrà essere necessariamente a vista, resistente alla luce, agli agenti atmosferici e antigraffio, oltre a essere personalizzabile in una vasta gamma di colori.

Il telaio mobile

Portato dal telaio fisso, **il telaio mobile dispone della libertà di movimento offerta dalla rotazione dell'anta rispetto a un asse verticale od orizzontale**,

sia questo laterale o centrale, così come a scorrimento, in base alle specifiche esigenze dettate dall'utente. Una qualità importante è che venga assicurata la **tenuta dei suoi giunti** rispetto agli agenti atmosferici dell'ambiente esterno (pioggia, neve, grandine, rugiada, vapore acqueo e vento) siano questi aperti a compensazione di pressione, così come chiusi. La tenuta dei giunti viene ottenuta anche grazie all'utilizzo di guarnizioni in gomma di EPM (monomero di etilene propilene), EPDM (monomero di etilene propilene diene) o siliconica. Un'ulteriore guarnizione dedicata, in polietilene

SUPERFICI TRASLUCIDE PER L'EDILIZIA SOSTENIBILE

Nel settore edile, sia per le nuove costruzioni sia per gli interventi di riqualificazione, le regolamentazioni normative richiedono l'impiego di materiali con prestazioni sempre più votate alla sostenibilità e al risparmio energetico.

In questo contesto si stanno implementando soluzioni innovative e al contempo architettoniche come i sistemi modulari traslucidi di policarbonato, che possono soddisfare le esigenze attuali in tema di efficienza energetica.

I pannelli alveolari **arcoPlus** di **Dott. Gallina**, dall'ampia versatilità applicativa e scelta di accessori tra i più idonei per ciascuna finalità, permettono di realizzare finestrate, coperture, tamponanti verticali, rivestimenti di facciata e persino interi involucri edilizi in grado di offrire una serie di benefici come ad esempio: l'elevata trasmissione luminosa per garantire la massima illuminazione diurna sfruttando la luce solare e conseguente riduzione delle risorse artificiali; la leggerezza per agevolare le procedure d'installazione e per costruire sottostrutture portanti di minor impatto visivo ed economico; la resistenza meccanica che consente ai pannelli di

resistere al carico neve/vento e agli urti della grandine; la gestione del calore negli ambienti interni grazie a particolari filtri infrarossi e ultravioletti che proteggono la lastra e riducono il fenomeno dell'effetto serra, e infine soprattutto l'isolamento termico grazie alla struttura interna multiparete con la quale si possono raggiungere valori di trasmittanza U pari a 0,5 W/mqK.

Inoltre le particolari tecnologie di estrusione su quattro livelli differenti permettono a Dott. Gallina di personalizzare il prodotto a seconda delle necessità applicative, andando a modificare la massa dei pannelli con appositi trattamenti che ne potenziano l'esteticità, la diffusione della luce, la resistenza agli agenti atmosferici o ai danni causati dall'irraggiamento solare.



Scopri i prodotti Dott. Gallina su www.gallina.it



espanso, deve essere inserita nella zona della sede del vetro, al fine di ottenere significative prestazioni in termini di isolamento termico. A seguire, va verificata la complanarità della battuta tra i telai mobili rispetto a quelli fissi. **Pertanto, è facile comprendere come la tenuta di un serramento si consegua quando essa viene garantita sia tra la parete (o contro telaio) e il telaio fisso, sia tra il telaio fisso e il telaio mobile, al pari di quella tra il telaio fisso e il vetrocamera.** Come per il telaio fisso, anche per il mobile la qualità della finitura dovrà essere a vista, contemplando personalizzazioni in un'ampia gamma cromatica e di texture.

Il davanzale

Chiusura orizzontale del parapetto, il davanzale è divisibile in due macro-famiglie: quello esterno e quello interno, tra loro indipendenti e separate. Il primo è utile al corretto deflusso dell'acqua piovana. Solitamente sporge di 3-5 cm rispetto al filo finito della facciata e possiede un'inclinazione della superficie superiore, verso l'esterno, compresa tra il 7% e il 14%. Inferiormente, invece, è presente un gocciolatoio, funzionale a garantire lo scolo e il distacco delle precipitazioni atmosferiche. Generalmente si impiegano materiali differenti tra il davanzale esterno e quello interno, per via delle eterogenee condizioni ambientali che generano specifici vincoli alla durabilità (la resistenza alla gelività, ai cicli di gelo-disgelo, ecc.).

Le vetrazioni

Il materiale vetro presenta caratteristiche di omogeneità, a cui abbina una buona trasparenza e una durezza elevata al taglio. Inoltre, è caratterizzato da un ridotto coefficiente di dilatazione termica lineare ($0,8 \times 10^{-5}$, contro $2,4 \times 10^{-5}$ dell'alluminio) e risulta essere incorrosibile all'azione degli acidi, a eccezione fatta per i composti fluorurati aggressivi come l'acido fluoridrico. Tuttavia, il vetro presenta significativi valori di trasmittanza termica della lastra monolitica non trattata ($U = 5,8 \text{ W/mqK}$ per spessori di 4 mm) e una fragilità piuttosto accentuata, con rilevanti limiti di impiego qualora sottoposta a carichi di esercizio che ne inducano un lavoro a trazione o a flessione. La resistenza a compressione del vetro è di circa 1.000 N/mm², mentre quella a trazione è di 30-55 N/mm². Circa la resistenza a flessione caratteristica è di circa 45 N/mm² per un vetro float (UNI EN 572-1:2016), di 70 N/mm² per uno termoindurito (UNI EN 1863-1:2012) e di 120 N/mm² per un vetro temprato (UNI EN 12150-1:2015). La densità è variabile a seconda del tipo di vetro, con un valore medio iniziale di 2.250 kg/mc; ad esempio, la massa volumica media del vetro *float* è pari a circa 2.500 kg/mc contro i 1.200 kg/mc del policarbonato e i 1.230-1.430 kg/mc del PVC flessibile e rigido. La resistenza al fuoco è però molto buona, come indicano le temperature di servizio (280 °C), di transizione (circa 530 °C) e di fusione (approssimativamente 1.200 °C per i vetri sodico-calcici e 1.700 °C per quelli borosilicati).



LUCERNARI E FINESTRE DA TETTO

I lucernari e le finestre da tetto possono trovare collocazione sulle superfici di chiusura dell'involucro edilizio, siano essi in posizione inclinata (complanari all'inclinazione propria della falda), orizzontale o verticale. Il loro impiego è subordinato dall'ambiente interno rispetto al quale saranno confinanti; pertanto, si avranno lucernari verso locali di sgombero o non abitati, mentre finestre da tetto verso vani a uso residenziale.

La tenuta all'acqua in questi elementi architettonici è molto importante, per via del ruscellamento dei rovesci temporaleschi sulla superficie esterna della vetrazione, così per i possibili ristagni e i depositi di calcare che potrebbero formarsi nel tempo. Tale esigenza, pertanto, va rispettata combinando una serie di accortezze operative,

quali la **verifica della planarità** e la **posa di un nastro adesivo butilico** al fine di assicurare l'impermeabilità della connessione tra telaio e copertura/solaio esistente. A queste si possono sommare **cordoli isolanti termo-acustici, gronde** (per canalizzare la condensa verso l'esterno) e **guarnizioni perimetrali di tenuta in EPDM**. Tali aperture saranno per lo più a battente, ad asse orizzontale del tipo a visiera e a compasso (nei casi di lucernari inclinati e verticali), o a scorrimento orizzontale (nel caso di elementi per coperture piane). Il movimento sarà possibile in modalità manuale o elettrico, anche motorizzato. Qualora l'operabilità invece non sia richiesta, le finestre da tetto possono anche presentarsi di tipo fisso.

Circa i materiali, PVC e alluminio trovano largo impiego nei profili speciali dei telai, mentre per il cupolino vengono adoperati composti sintetici, quali policarbonato o acrilico, oppure vetri camera bassoemissivi,

RESISTENZA TESTATA AGLI URAGANI

Extra guarnizioni perimetrali, isolamento del telaio potenziato, viti sigillate e triplo vetro stratificato: queste sono le caratteristiche che rendono **VELUX Tripla Protezione** il prodotto di punta in termini di qualità e prestazioni. La finestra è in grado di resistere alle sollecitazioni atmosferiche più estreme, compresi uragani, nubifragi e tempeste di neve; garantisce quindi un'eccellente tenuta e risultati ottimali anche nel caso di piogge, grandine e venti tipici del clima più temperato delle nostre città. La nuova finestra ha superato prove di resistenza con pioggia e vento a intensità uragano (con vento a 126 km/h, pioggia a 120 mm/h e grandine classe P2A) ed è stata testata nei rigidi climi di Russia e Norvegia, su più di 500 tetti.

VELUX ha sviluppato una gamma di prodotti che permette di installare le finestre per tetti in maniera semplice, senza intoppi e con la garanzia di una lunga durata nel tempo. La cornice isolante BDX riduce i ponti termici, isola il telaio a livello termico e acustico e garantisce una perfetta connessione tra finestra e pacchetto isolante. Funziona da sagoma per il corretto dimensionamento del foro e viene installata su un controtelaio realizzato in opera. Il collare impermeabilizzante BFX garantisce tenuta all'acqua e una perfetta impermeabilizzazione della finestra assicura traspirabilità e una

maggiore durata del serramento. La barriera vapore BBX assicura una perfetta tenuta all'aria e previene la formazione di condensa nel tetto, è indispensabile in edifici sottoposti a *Blower Door Test*.

Scopri i prodotti VELUX su www.velux.it



vetri termici antigrandine (UNI 10890:2000) o antisfondamento. Vetri temperati, retinati e stratificati (con interposto foglio in PVB) possono ugualmente essere impiegati, qualora le superfici da coprire siano sensibilmente maggiori rispetto agli standard massimi previsti in 1 mq. Tali soluzioni permetteranno di godere di un maggiore apporto di luce naturale negli ambienti interni, di tipo zenitale, così come programmare cicli di ventilazione durante la giornata.

È la radiazione diretta, insieme a quella di tipo diffusa, a determinare l'effetto luminoso. Tali valutazioni devono essere condotte in fase progettuale in funzione dell'esposizione, dell'effetto schermante e di riflessione, condotte in precisi orari e giornate dell'anno quali il 21 marzo (alle ore 9:00, 12:00 e 15:00); il 21 giugno (alle ore 7:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 17:00); il 21 settembre (alle ore 9:00, 12:00 e 15:00); il 21 dicembre (alle ore 9:00, 12:00 e 15:00).

A regolare l'afflusso solare e luminoso diretto possono essere installati sistemi mobili di oscuramento e schermatura, quali tendaggi a scorrimento o avvolgibili esterni in alluminio, rame e zinco-titanio. Le condizioni atmosferiche sono colpevoli di verosimili variazioni dimensionali, imputabili alla diretta esposizione degli elementi e, pertanto, sono da tenere in debita considerazione all'interno di una corretta progettazione e posa in opera.

LE PERFORMANCE TERMICHE E ACUSTICHE

I fattori più importanti di un infisso, in grado di incidere sulle condizioni termo-igrometriche di un locale, sono la trasmittanza termica, il fattore di guadagno solare e il tasso di infiltrazione dell'aria. Tra queste, la più nota agli addetti ai lavori è certamente **la trasmittanza termica U_w** , la quale definisce la dispersione media di calore che intercorre da un ambiente a temperatura maggiore verso uno a temperatura minore, in una superficie di 1 mq (UNI EN ISO 10077-1:2018). Ad esempio, la trasmittanza termica di un vetro singolo monolitico, non trattato, si rivela maggiore rispetto a quella di una parete opaca, con valori medi di circa 5,8 W/mqK per spessori di 4 mm. Tali risultati però decrescono di poco al solo aumentare dello spessore della lastra, giungendo a 5,6 W/mqK con spessori di 10 mm.

Tabella 3 – Valori limite della trasmittanza termica U_w espressi in W/mqK, per zona climatica e tipologia costruttiva. Per gli interventi di sostituzione degli infissi, tali valori sono da rispettare qualora si intenda usufruire della detrazione fiscale del 50%.

Zona climatica	Pareti	Coperture	Pavimenti	Serramenti
A	0,54	0,32	0,60	3,70
B	0,41	0,32	0,46	2,40
C	0,34	0,32	0,40	2,10
D	0,29	0,26	0,34	2,00
E	0,27	0,24	0,30	1,80 (1,40 in Lombardia e nella Provincia di Trento)
F	0,26	0,23	0,28	1,60 (1,00 in Lombardia e nella Provincia di Trento)



Doppie vetrate, invece, senza trattamento superficiale delle chiusure trasparenti, con gas argon interposto e dallo spessore di 4-9-4 mm, offrono prestazioni migliori, attestandosi infatti a 2,8 W/mqK. Tali valori decrementano sensibilmente in caso di triple vetrate, dallo spessore di

Tabella 4 – Valori dell'isolamento acustico di facciata, espressi in decibel (dB). Essi sono distinti secondo le categorie in funzione alle destinazioni d'uso, in base a quanto prevede il Dpcm 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

Categorie	Destinazione d'uso	$D_{2m,n,T,w}$ (dB)
A	Residenza o assimilabili	40
B	Uffici e assimilabili	42
C	Alberghi, pensioni e attività assimilabili	40
D	Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	45
E	Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	48
F	Attività ricreative o di culto o assimilabili	42
G	Attività commerciali o assimilabili	42

4-12-4-12-4 mm con interposto gas krypton nei vetrocamera, fino a giungere a 1,6 W/mqK. Tuttavia, bisogna però dire che le vetrate triple hanno un peso maggiore sull'anta rispetto alle doppie, con il rischio di mal funzionamenti e di una più veloce usura della ferramenta, oltre alla necessità di dover agire a più riprese sui registri.

Per quanto riguarda il fattore di **guadagno solare (g)**, bisogna prestare attenzione alle modalità di riscaldamento della lastra. Ciò può avvenire in modo uniforme o non uniforme, ove quest'ultima si verifica per via dei bordi a temperatura inferiore e il centro della stessa a condizione termica superiore. In estate, il rischio è di innescare pericolosi fenomeni di trazione, ai bordi o nelle zone ombreggiate, e di compressione, al centro. Solo una valutazione delle cause in grado di generare tali carichi termici, così come la stima della probabilità di rottura, potranno orientare i progettisti ad adottare scelte utili nel limitare tali possibili rischi nelle vetrate. Anche un'efficace schermatura dei raggi solari dev'essere pensata; da collocarsi preferibilmente in esterno rispetto alle chiusure trasparenti, la regolazione (manuale o meccanica) dell'ombreggiamento aiuterà a ottenere le prestazioni richieste sia in estate/inverno, sia durante la stessa giornata.

In merito invece all'isolamento acustico R_w , nei serramenti risultano essenziali i materiali di cui sono costituiti i telai e le vetrate, al pari dell'assemblaggio e la tenuta all'aria dei vari giunti, così come la posa in opera (UNI EN 12758:2011 e UNI 11296:2018). L'aumento dello spessore complessivo di lastre e intercapedini intravetro comporta una miglioria delle prestazioni acustiche: in vetrazioni doppie asimmetriche, ad esempio, il coefficiente di smorzamento acustico è significativamente elevato ad alte frequenze (a circa 4.000 Hz), ossia a suoni acuti. Circa i telai, il PVC offre una risposta ottimale a tali esigenze, per via delle camere interne rinforzate da profilati metallici, mentre tra i vetri, i più idonei risultano essere i multistrato, per via della differente densità dei vari strati. A titolo di esempio, l'attenta combinazione tra profili e vetrate consente di ottenere valori di smorzamento acustico che possono giungere fino a 46 dB. Un'altra soluzione interessante è quella offerta dai cosiddetti **vetri "a galleggiamento"**, ossia da vetri connessi ai telai per mezzo di guarnizioni elastiche in grado di attenuare le vibrazioni. Infatti, la

presenza di sigillature elastiche e, in certa misura, cedevoli, frena la trasmissione di una possibile vibrazione tra le vetrazioni e i rispettivi telai. Nei giunti, sia aperti sia chiusi di classe 4, ulteriori guarnizioni di tenuta collocate in posizione di battuta interna hanno lo scopo di incrementarne la tenuta all'aria e l'isolamento acustico.

FOCUS: LA TRASMITTANZA TERMICA: INDICAZIONI DI CALCOLO PER IL PROGETTISTA

La trasmittanza termica di un serramento (U_w) deve tenere conto di un insieme di fattori che dipendono essenzialmente dalla tipologia di vetrazione e di telaio, così come dalle superfici in gioco. Tali valori sono utili a descrivere la **prestazione termica** di finestre, porte e chiusure oscuranti. **La normativa di riferimento che indica come procedere alla determinazione della stessa è la UNI EN ISO 10077-1:2018, che specifica i metodi di calcolo** della trasmittanza termica di finestre e porte pedonali, costituite da vetrate e/o pannelli opachi inseriti in telai, con o senza chiusure oscuranti. La formula da applicare per il calcolo della trasmittanza termica di un serramento dotato di vetrocamera (U_w , espressa in W/mqK), sia esso finestra, porta-finestra o porta, è la seguente:

$$U_w = \frac{(A_g \cdot U_g + A_t \cdot U_t + I_g \cdot \Psi_g)}{(A_g + A_t)}$$

in cui ogni singolo simbolo indica, rispettivamente:

- A_g : superficie del vetro (mq);
- U_g : trasmittanza termica del vetro (W/mqK);
- A_t : superficie del telaio (mq);
- U_t : trasmittanza termica del telaio (W/mqK);
- I_g : lunghezza perimetrale del vetro (m);
- Ψ_g : trasmittanza termica lineare del distanziale (W/mK);
- $A_w = A_g + A_t$, superficie totale del serramento (mq).

Circa il **distanziale** da interporre tra i due vetri accoppiati, in fase di progetto è meglio optare per un materiale sintetico rispetto al tradizionale alluminio, quale ad esempio la schiuma silconica.

Essa assicura un superiore risparmio energetico, la riduzione della condensa superficiale in interno e l'attenuazione delle già dibattute differenze di temperatura tra bordo/centro lastra. Tale accorgimento è noto come **canalina calda, o "warm edge"**, ed è assai funzionale in presenza di telai in PVC. Qualora il serramento sia invece dotato di vetro singolo e, pertanto, sprovvisto dell'utile canalina distanziale, la formula potrà essere così ridotta e semplificata:

$$U_w = \frac{(A_g \cdot U_g + A_l \cdot U_l)}{(A_g + A_l)}$$

PROTEGGERE LE PERFORMANCE DEL SERRAMENTO

Oggi sono disponibili serramenti sempre più performanti in grado di soddisfare i parametri previsti dalla norma per quanto riguarda la resistenza all'aria, all'acqua, l'isolamento termico e acustico e alle diverse destinazioni d'uso. Al fine però di mantenere certificate le prestazioni del serramento è necessario utilizzare un sistema di posa qualificato. **Mungo** propone il sistema completo di posa qualificata del serramento **Posa Gold 2.0**, il primo a livello nazionale a essere conforme alla UNI 11673-1. Partendo dal nodo primario è opportuno isolare termicamente e acusticamente lo spazio tra il muro e il falso telaio con schiume poliuretaniche, come Mungo GOLDFLEX o THERMOACUSTIC, meglio se elastiche che si adattino agli assestamenti meccanici e termici che il serramento e il muro potrebbero avere. È necessario sigillare l'interno del nodo primario con una barriera vapore (Mungo IN BAND o Mungo FLEX IN BAND in caso di ristrutturazione) che impedisca al vapore interno di fuoriuscire e di condensare in presenza dell'aria fredda esterna in corrispondenza del giunto primario (cioè il muro) al quale si deve invece permettere la traspirazione verso l'esterno proteggendolo però dalle intemperie (pioggia e vento) con una membrana che unisca questa duplice funzione di traspirazione da interno a esterno e barriera esterno - interno (ad esempio Mungo UNI BAND o Mungo OUT BAND).

Per il giunto secondario (ovvero il controtelaio-telaio) è consigliato l'utilizzo di nastri poliuretanici autoespandenti (Mungo HP TAPE e Mungo HP RESTRUTURA), impregnati di resine che fungono nella parte interna da barriera vapore e da isolante termoacustico ma permettono la traspirazione del muro verso l'esterno.

Al fine di un migliore isolamento del nodo secondario dalle intemperie e dal rumore si possono applicare nastri poliuretanici autoespandenti e impregnati di resine come il THERMOACUSTIC TAPE. Non va trascurato l'isolamento e la sigillatura del quarto lato o attraverso inferiore spesso trascurato e causa di ponti termici esterno-interno



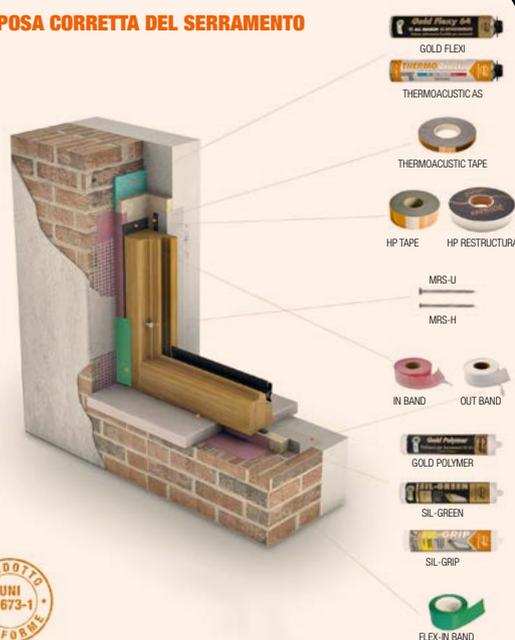
LA POSA IN OPERA

La corretta posa in opera è di fondamentale importanza in quanto assicura sia la tenuta agli agenti atmosferici (aria, acqua, ecc.) sia l'isolamento termo-acustico del serramento. È definita dalle seguenti normative: la **UNI 11673-1:2017**, che indica requisiti e criteri di verifica della progettazione per la posa in opera di serramenti, e la **UNI 10818:2015**, la quale precisa ruoli, responsabilità e indicazioni contrattuali nel processo di posa in opera di

che inficiano le performance del serramento e l'isolamento termico e acustico dell'edificio. Per la sigillatura esistono sigillanti a base siliconica (come Mungo SIL-GREEN, Mungo SIL-GRIP, Mungo GOLD POLYMER) o MS polimeri (Mungo GREEN-TENAX) a elevata adesione e sigillatura, unitamente alla guarnizione (Mungo PE TAPE). La posa del serramento oltre a essere prevista dalla norma UNI 11673-1, se effettuata correttamente, tutela l'installatore da contestazioni che comportano spesso una perdita di tempo e di denaro.

Scopri il sistema di posa Mungo su www.mungo.it

LA POSA CORRETTA DEL SERRAMENTO



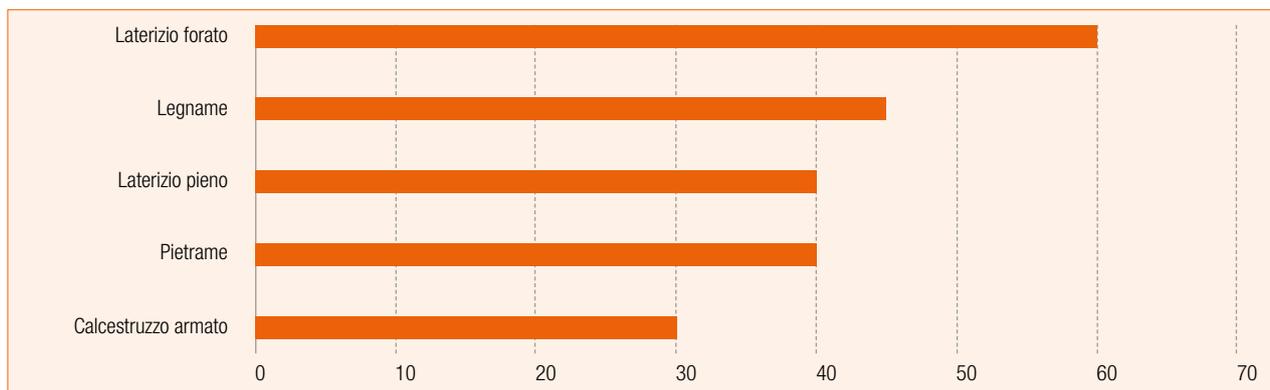


Figura 1 – Profondità di avvitamento minime. Tipologie di supporto

Valori indicativi della profondità minima dell'avvitamento per viti a tutto filetto, rispetto ai differenti tipi di supporto. Si precisa che tali misure sono del tutto orientative e, pertanto, non sostituiscono le valutazioni in fase di cantiere operate da personale qualificato alla posa.

finestre, portefinestre, porte e chiusure oscuranti. La posa dev'essere preceduta dall'analisi dello stato di fatto murario e da un'attenta fase progettuale, utile al fine di evitare anomalie funzionali quali l'insorgenza di ponti termici e acustici, causa di scarsa salubrità e di disagi nei vani interni. Ad esempio, è bene verificare di non avere un davanzale o soglia passante, ma interromperla in asse al profilo del telaio fisso.

La durata nel tempo dell'infisso è direttamente proporzionale alla sua posa: più sarà accurata e di qualità, tanto maggiore sarà la durata. Tuttavia, è necessario ricordare la necessità di una **periodica manutenzione ordinaria** (auspicabile ogni 3 mesi), pena la compromissione delle parti fisiche che lo compongono; tra queste, va operata la lubrificazione della ferramenta e il lavaggio del componente vetrato, impiegando panni e detersivi neutri non abrasivi o aggressivi.

In primo luogo si deve assicurare la massimale tenuta del giunto perimetrale tra la sede muraria e il serramento, che è di tipo variabile. Controllare, dunque, che la soglia si presenti parallela al piano del pavimento e che tutte le superfici attigue siano a 90 gradi tra di loro. Qualora queste condizioni venissero a mancare, come già evidenziato, occorre solidarizzare i profili del falso telaio alla muratura mediante l'impiego di zanche di ancoraggio sigillate con leganti a base cementizia. Questi dovranno poggiare su di una superficie pulita e asciutta, sgombra perciò da polveri o sbrecciature, impiegando piombo, livello e squadra. Solo successivamente si procederà a rilevare le dimensioni lineari della buca ai fini della produzione del serramento, in almeno 3 punti sia verticalmente sia orizzontalmente. Tale operazione scongiurerà così errori materiali imputabili a successive modifiche progettuali in corso d'opera, ma non comunicate al serramentista. Tuttavia, è bene ricordare che il falso telaio in metallo è una delle cause più comuni per l'insorgenza di ponti termici nei serramenti.

Per fissare il telaio alla sedi murarie è preferibile impiegare viti a tutto filetto partendo dagli angoli alti del vano, in interno, con inclinazione di 10-15 gradi; da preferirsi a quelle autofilettanti, a chiodature o a materiali espansi, colle e similari. Per i numeri dei fissaggi lungo il

perimetro del telaio, il loro passo, così come la distanza tra fissaggi e angoli-cerniere, si consiglia di consultare il produttore. Qualora si intenda usare siliconi per solidarizzare il telaio al falso telaio, occorre dapprima rimuovere resti di intonaci, sfridi metallici o polveri, e poi procedere a uno sgrassaggio con alcool. Evitare comunque i siliconi a base acetica. In caso di muratura ordita con mattoni forati, è ammesso l'impiego di schiuma poliuretana acustica per l'intera profondità del giunto primario (120 mm), meglio se di tipo elastica al fine di consentire adattamenti meccanici e termici degli elementi. A quest'ultima andranno abbinare nastri per la tenuta di aria-vapore acqueo per nodo secondario, oltre a quelle autoespandenti. In seguito, accostare con cura le parti fisse a quelle mobili, assicurandosi che gli elementi vengano posati ove previsto dal progetto, grazie alla lettura dei numeri identificativi corrispondenti presenti nell'abaco o nella planimetria dedicata. Una volta proposto, e verificato con il filo a piombo le tolleranze dimensionali ammissibili (fino a 10 mm/m) rispetto alla verticale, procedere alle sigillature sull'aletta di battuta esterna e sul davanzale. Qualora fosse necessario, stendere un primer prima di procedere all'iniezione delle sigillature a base siliconica. È bene inserire il telaio collocandolo dall'alto verso il basso, premendolo con la spalletta e ponendolo esattamente in mezzzeria. Dopodiché, passare al fissaggio definitivo, non prima di aver fermato i coprifili esterni di finitura. **!**

Bibliografia e sitografia

- ▶ Gian Luca Brunetti, *Serramenti e vetrazioni – Tecnologie, Materiali, Dettagli*, Wolters Kluwer, 2012
- ▶ Domenico D'Olimpio, *Serramento*, in Wikitecnica, www.wikitecnica.com, Wolters Kluwer
- ▶ Stefano Setti, *Bonus Casa 2018: Ristrutturazioni*, Wolters Kluwer, 2018
- ▶ Stefano Setti, *Bonus Casa 2018: Risparmio energetico*, Wolters Kluwer, 2018
- ▶ Ingegneri.info: www.ingegneri.info
- ▶ La Mia Biblioteca Tecnica: www.lamiabibliotecatecnica.com

BIG

CLAUDIO

DA BIGMAT TROVI **SISTEMI COSTRUTTIVI** E
SERVIZI PERSONALIZZATI PER OGNI PROGETTO.

Per costruire, ristrutturare e rinnovare, servono sempre **sistemi costruttivi** adeguati e **la giusta consulenza sui prodotti da utilizzare.**

Tutto questo lo trovi negli oltre 195 Punti Vendita BigMat in Italia che ti offrono le soluzioni migliori e la professionalità per realizzare sempre un grande lavoro, qualunque sia il tuo progetto.

Da oltre 35 anni in Europa, per i professionisti e per tutti.



BigMat
HOME OF BUILDERS

Seguici anche sui social



www.bigmat.it