

effegieffe
lavorazione del ferro.

**LA POSA IN OPERA
DEL SERRAMENTO**

Il presente documento si configura come una guida alla posa in opera. Le soluzioni tecniche proposte nel testo e nei disegni allegati guidano alla corretta installazione di finestre; il documento esula pertanto da tutte le scelte progettuali e contrattuali che sono state effettuate a monte della realizzazione e installazione dei manufatti, da parte del progettista esecutivo o da altro attore del processo edilizio (committente o appaltatore)

INDICE

INTRODUZIONE	Pag. 3
LA NORMA UNI 10818	Pag. 4
POSA: PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE	Pag. 9
LA POSIZIONE DELLA FINESTRA NEL VANO MURARIO	Pag. 25
LA SIGILLATURA TRA FINESTRA E MURO	Pag. 32
ALTRE TIPOLOGIE E SOLUZIONI	Pag. 43
MOVIMENTAZIONE E COLLAUDO DEL SERRAMENTO	Pag. 46
IL POSATORE E LA COMUNICAZIONE AZIENDALE	Pag. 50
TERMINOLOGIA	Pag. 52
NORME TECNICHE	Pag. 53

INTRODUZIONE

L'obiettivo che si è cercato sostanzialmente di perseguire, nella redazione del presente manuale, è quello di fornire al serramentista e al posatore, sia un valido aiuto alle problematiche della posa in opera dei serramenti, sia le indicazioni utili alla sua effettiva e funzionale operatività nel rispetto dei requisiti essenziali previsti dalle normative di riferimento.

Innumerevoli esperienze e casi concreti, hanno dimostrato come un serramento, anche debitamente marcato, una volta posto in opera, presenta un significativo peggioramento delle prestazioni ottenute attraverso i test di laboratorio (che addirittura possono perdere valore di riferimento ed attendibilità), proprio in virtù di una non corretta effettuazione delle operazioni di posa, con conseguenze sul piano della responsabilità circa i vizi e/o i difetti dell'opera in cui il medesimo viene incorporato.

Risulta chiaro che un serramento che è stato posto in opera senza che siano state rispettate anche solo alcune prescrizioni, potrà facilmente discostarsi dalle norme armonizzate di riferimento, risultando pertanto illegittimo e rendendo l'opera in cui verrà incorporata viziata e potenzialmente pericolosa.

La presente guida rappresenta quindi un duplice valido contributo che viene dato al serramentista e al posatore. Da una parte, quella di consentire, a tutti i soggetti che ne sono coinvolti, di porsi nella condizione ottimale di installare e posare correttamente un serramento; dall'altra, qualora dovessero insorgere delle contestazioni circa eventuali vizi e/o difformità, di poter più agevolmente dimostrare la responsabilità delle parti coinvolte.

Campo di applicazione

Il presente documento non riguarda la scelta delle caratteristiche prestazionali del serramento, ma ha lo scopo di specificare le modalità nonché le condizioni per la corretta posa in opera in edifici residenziali, commerciali, industriali, di uso privato e pubblico, di serramenti esterni verticali, quali:

- porte;
- porte-finestre;
- finestre;
- schermi.

Le indicazioni contenute, non sono applicabili a:

- serramenti esterni che non abbiano un esclusivo uso pedonale (ad es. i portoni industriali);
- serramenti esterni che incorporano sistemi di automazione delle aperture;
- facciate continue;
- porte esterne girevoli;
- evacuatori di fumo e calore;
- serramenti esterni per ascensori;
- serramenti esterni per edifici con particolari esigenze di sicurezza (ad es. edifici militari, istituti di credito, ecc.)
- Qualsiasi tipo di serramento interno.

LA NORMA UNI 10818

La Norma *UNI 10818 Finestre, porte e schermi – Linee guida generali per la posa in opera* fornisce una guida allo sviluppo delle diverse fasi di posa in opera dei serramenti, individuandone competenze e limiti dei diversi operatori che intervengono nel processo, dalla progettazione fino al collaudo finale con la consegna al committente.

Inoltre la stessa, fissa i criteri generali di articolazione del processo rimandando per ogni specificazione inerente i diversi tipi di muratura su cui montare infissi, alle indicazioni contenute nel codice di pratica per la posa.

Gli operatori che intervengono nel processo di progettazione, produzione e posa di infissi, sono i seguenti:

- 1) progettista;
- 2) direttore lavori;
- 3) produttore;
- 4) installatore;
- 5) costruttore edile;
- 6) appaltatore.

Ciascuno dei succitati operatori deve essere in possesso di precise qualifiche professionali in relazione al ruolo ed alle proprie responsabilità.

- 1) Progettista: operatore in possesso di titolo di studio le cui competenze sono definite dalla vigente normativa in materia di esercizio della libera professione.
- 2) Direttore lavori: la qualifica professionale analoga a quella relativa alla figura del progettista.
- 3) Produttore: azienda specializzata nella produzione di infissi; il produttore può coincidere con l'installatore.
- 4) Installatore: azienda specializzata che assume il compimento del servizio di posa nel vano degli infissi forniti dal produttore. La posa in opera può essere appaltata all'installatore dal produttore o dal costruttore edile con regolare contratto. L'installatore può coincidere con il produttore.
- 5) Costruttore edile: azienda dotata di attrezzature e manodopera sia ordinaria che qualificata e specializzata che realizza il vano atto ad ospitare l'infisso e provvede alla posa dell'eventuale controtelaio.
- 6) Appaltatore: azienda che assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, la realizzazione ed il compimento di un'opera o di un servizio. Il ruolo dell'appaltatore può essere assunto dagli operatori. Il ruolo dell'appaltatore può essere assunto dagli operatori 3),4) e 5) in relazione ai singoli rapporti contrattuali.

Requisiti per la posa

Sicurezza – La progettazione e le procedure di installazione previste devono condurre ad un infisso che assicuri agli operatori l'assenza di rischi e di danni.

Uso corretto – L'installatore deve attenersi a quanto previsto e prescritto dal produttore dell'infisso in merito alla posa ed al piano di sicurezza del cantiere.

Ogni infisso è progettato e realizzato per uso specifico ed appropriato, ogni altro utilizzo può compromettere la durata, l'efficacia e la sicurezza dello stesso.

Installabilità – Gli infissi devono essere realizzati in modo da consentire la facilità di posa compatibilmente con il vano che li alloggerà. Facilità di posa implica l'utilizzo o meno di sistemi di fissaggio o a murare, elementi modulari di ancoraggio ed elementi per la regolazione degli organi di manovra.

Compatibilità – Ogni infisso viene installato in un vano che ne consente l'inserimento, l'ancoraggio ed il relativo utilizzo. Deve essere assicurata la totale compatibilità fra i materiali utilizzati per il fissaggio e la finitura. I materiali del vano ed i materiali utilizzati per la realizzazione dell'infisso non devono essere causa di azioni corrosive, di attacco chimico immediato e durante la vita dello stesso infisso.

Manovrabilità – L'infisso deve essere predisposto per poter essere manovrato durante la posa in modo da non compromettere le caratteristiche estetiche e prestazionali dello stesso. Inoltre deve assicurare che durante le operazioni di posa non vengano richiesti particolari sistemi per la manovra dell'infisso salvo nei casi in cui espressamente specificato.

Procedura per la posa

Per gli infissi tipo monoblocco, il cassonetto, qualora separato, dovrà essere sistemato su un piano in posizione orizzontale; l'eventuale accatastamento dovrà prevedere l'interposizione, tra un elemento e l'altro, di materiali atti a salvaguardare le superfici. Il produttore dell'infisso deve farsi carico della progettazione dell'infisso, del trasporto e della relativa posa in opera in modo che le operazioni previste non arrechino danno agli installatori.

Controlli iniziali

L'installatore dovrà prendere i seguenti provvedimenti preliminari:

- 1) controllare con il direttore lavori ed il costruttore edile che i vani rispettino le tolleranze di progetto e/o concordate. Nel caso non le rispettino, fare rilevare al costruttore lo scostamento delle suddette tolleranze;
- 2) verificare l'ortogonalità delle spalle del vano finestra nell'ambito delle tolleranze del vano;
- 3) verificare con il direttore lavori ed il costruttore edile che le tolleranze siano ricomprese nei sistemi di ancoraggio previsti dal costruttore edile e la loro compatibilità con l'infisso;
- 4) confrontare in opera con il direttore lavori ed il costruttore edile le dimensioni architettoniche (UNI 8369/5) dei vani con quelle di progetto e/o di commissione.
- 5) Esaminare con il direttore lavori ed il costruttore edile al possibilità di accedere ai vari piani e di utilizzare impalcature esterne o dispositivo ed attrezzature di sollevamento già disponibili.
- 6) Verificare il tipo di spalle, intradosso, davanzale e di soglia realizzati e la compatibilità di questi con le battute strutturali, gli attacchi e l'infisso. Verificare inoltre:
 - il colore dei serramenti;
 - il tipo di vetri;
 - il senso di apertura delle ante;
 - il sistema di sigillatura;
 - il tipo previsto di fissaggio alla muratura;
 - l'eventuale interferenza dei giunti di dilatazione.

7) Verificare l'integrità dell'infisso e delle sue parti.

Posizionamento dell'infisso

L'infisso va posizionato mantenendo la complanarità con il tamponamento al contorno o la corretta inclinazione nel caso di non prevista complanarità, in maniera da consentire il corretto fissaggio.

Fissaggio del serramento

Il fissaggio dell'infisso deve avvenire con la modalità indicate dal produttore. Devono essere verificati i seguenti parametri:

- numero di fissaggi lungo il perimetro del telaio fisso;
- distanza tra i fissaggi;
- distanza tra il fissaggio e l'angolo dell'infisso;
- posizionamento del punto di fissaggio rispetto alla cerniera dell'anta del telaio fisso.

Realizzazione dei giunti

I giunti devono essere realizzati con tecniche, metodologie e materiali come da prescrizione del produttore, al fine di concorrere al mantenimento delle prestazioni previste dal progetto. La realizzazione dei giunti deve essere effettuata per collegare il telaio con il vano sia dal lato verso l'ambiente interno sia dal lato verso l'ambiente esterno. La realizzazione dei giunti deve essere effettuata per separare l'ambiente interno da quello esterno nel modo più efficace per gli aspetti termici, acustici, di tenuta all'acqua, di tenuta all'aria rispettando quanto previsto per la dilatazione dell'intero sistema dal produttore.

Altre operazioni

Devono essere realizzati i completamenti previsti per ottenere un'operazione funzionale ed esteticamente valida.

In particolare devono essere controllati:

- la messa in bolla;
- la corretta esecuzione dei giunti;
- la funzionalità;
- la completezza degli elementi e degli accessori;
- il fissaggio del telaio fisso;
- la regolazione degli organi di manovra.

Devono essere effettuate anche le seguenti ulteriori operazioni:

- vetratura, ove prevista, con i relativi accessori;
- montaggio degli organi di manovra per apertura/chiusura qualora l'infisso non ne sia già provvisto a piè d'opera;
- posa dei coprigiunti di finitura;
- pulizia dell'infisso.

Tabella 1: riepilogo degli oneri spettanti ai singoli operatori.

Oneri	Operatori				
	Progettista	Direttore lavori	Produttore	Installatore	Costruttore edile
Studi preliminari e progetto esecutivo architettonico degli infissi	X				
Studi e disegni esecutivi di produzione			X		
Invio dei disegni esecutivi al progettista			X		
Invio dei disegni esecutivi al committente per la loro approvazione			X		
Fornitura in cantiere e consegna controtelai da assemblare e relativi accessori.			X		
Scarico e immagazzinamento controtelai ed accessori.					X
Esecuzione dei vani murari.					X
Assemblaggio controtelai a piè d'opera.				X	
Posa dei controtelai.					X
Posa supporti rulli persiane avvolgibili – Cardini a muro per schermi, ecc.					X
Riquadratura dei vani murari.					X
Sigillatura tra controtelaio e vano.					X
Sigillatura tra telaio e vano assente il controtelaio.					X
Informare il committente di ogni variazione in fase di montaggio rispetto alle indicazioni esecutive.		X		X	
Imballo e trasporto degli infissi fino al cantiere.			X		
Fornitura di tutti i materiali e gli accessori costituenti gli infissi.			X		
Scarico, immagazzinamento, sollevamento al piano.					X
Attrezzature speciali per il corretto stoccaggio del materiale (rastrelliere, pianali, ecc.).					X
Controllo di conformità sui componenti ed accessori.				X	
Controllo ed accettazione.		X			
Movimentazione degli infissi e del materiale al piano.					X
Ponteggi esterni ove necessario (montaggio e smontaggio).					X
Pulizia del vano e del controtelaio.					X
Attrezzature antinfortunistiche ed operazioni necessarie per la sicurezza degli installatori.				X	
Attrezzature specifiche per il montaggio.				X	
Mano d'opera specializzata per il montaggio dei componenti l'infisso.				X	
Conduzioni delle operazioni di messa in opera.				X	
Posa dei telai fissi.					X
Posa delle ante apribili.				X	
Montaggio e sigillatura dei vetri.				X	
Eventuale sostituzione di materiali,			X		

accessori ed interi elementi con difetti di produzione.					
Eventuale sostituzione di materiali, accessori ed interi elementi danneggiati dagli installatori.				X	
Posa di eventuali organi di manovra o sollevamento.					X
Protezione dei componenti già posati fino alla consegna delle opere.					X
Pulizia dei serramenti al termine della posa.				X	
Trasporto imballi e sfridi alla discarica in cantiere.				X	
Trasporto imballi e sfridi alla discarica pubblica.					X
Posa maniglie ed accessori di finitura.				X	
Consegna delle unità immobiliari e delle chiavi.				X	
Custodia.					X
Collaudo provvisorio.		X		X	X
Collaudo definitivo.		X		X	X

POSA: PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE

Panoramica dell'attuale situazione edilizia

Il presupposto indispensabile per la posa a regola d'arte di un infisso, dopo una esatta valutazione dello stato di fatto e dei requisiti richiesti nel caso specifico, è la progettazione di tutti i dettagli di rilievo.

Di seguito vengono riportati i principi di base e le indicazioni per la progettazione che tengono conto dei risultati delle precedenti discussioni.

Si tenga inoltre ben presente che le indicazioni prospettate sono da considerarsi esclusivamente a titolo di esempio e non devono pertanto essere assunte come vere e proprie indicazioni applicative. Di regola esistono sempre più soluzioni ad un problema.

Il presupposto per la progettazione è una rilevazione per quanto possibile accurata e completa dello stato di fatto.

Geometria dei diversi tipi di battuta:

- spalletta di testa;
- battuta esterna;
- battuta interna.

Rilievo delle dimensioni

Le dimensioni che occorrono devono essere rilevate in loco. Le tolleranze dimensionali stabilite devono essere assolutamente rispettate poiché costituiscono una base importante per la futura progettazione della finestra, ivi compresi fissaggi e tenute.

Calcolo teorico delle dimensioni

Se le finestre devono essere costruite prima dei rilievi necessari, occorre calcolare teoricamente le dimensioni. In questo caso occorre tener conto tanto delle dimensioni dell'infisso quanto delle tolleranze massime ammesse (presupposto per la progettazione del raccordo). Si consiglia di registrare tali valori in un verbale. Prima della posa occorre verificare le dimensioni.

Tolleranze in edilizia

La corretta esecuzione delle opere dipenda in buona sostanza dall'interfacciamento dimensionale (geometrico) del manufatto con il vano murario.

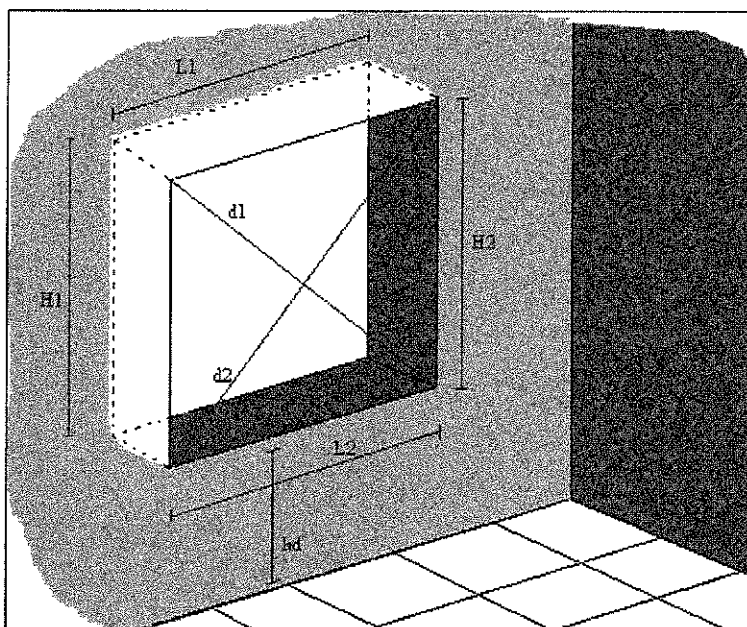
Il rilievo delle misure può avvenire in tempi differenti, ma è preferibile che venga effettuato al "grezzo". Vengono poi aggiunte le dimensioni delle finiture (rivestimenti, pavimenti ecc.).

Generalmente è sufficiente rilevare l'altezza (dei due lati H1 ed H2), la larghezza del vano (bordo superiore L1 ed inferiore L2), le sue diagonali (d1 e d2) come verifica dell'ortogonalità, la profondità del vano (q) e la presenza di eventuali battute strutturali o riseghe o sguinci. Nel caso

delle finestre può essere utile rilevare l'altezza dal pavimento del davanzale (h_d) al fine di fissare gli organi di manovra in posizioni agevoli.

E' opportuno, in occasione del rilievo, il controllo dell'orizzontalità e verticalità (livelli e piombi) degli stipiti e delle soglie nonché lo stato di esecuzione delle opere murarie. Nel caso di grandi finestrate (finestre a nastro) è necessario verificare anche il livello dei piani (pavimenti) e dei solai (soffitti) nonché la perpendicolarità delle strutture (quali pilastri, travi, ecc.)

Figura 1: schema delle misure necessarie da rilevare per l'installazione del contro telaio



Nelle tabelle che seguono sono riportate rispettivamente le possibili tolleranze riscontrabili per i diversi tipi di struttura e le tolleranze usualmente ammesse nella realizzazione dei serramenti. Si ricorda che tali tolleranze, in alcuni casi, possono essere anche fissate ed imposte dal capitolato d'appalto o dalla direzione lavori.

Tabella 2: possibili tolleranze riscontrabili per i diversi tipi di struttura

1) Interassi fra i pilastri	Possibile tolleranza
Struttura in acciaio	$L \pm \text{mm. } 5 \div 10$
Struttura in cemento armato	$L \pm \text{mm. } 20$
Struttura in mattoni o simili	$L \pm \text{mm. } 30$
2) Lunghezze e spessori	Possibile tolleranza
Lunghezze di colonne, travi, solai, muri	$L \pm \text{mm. } 5$
Spessori di travi, solai, muri	$S \pm \text{mm. } 2,5$
3) Allineamento o livelli	
Allineamento orizzontale di pareti e pilastri	Su m. 10 di freccia < mm. 10
Planarità o livello di piani e travi	Su m. 10 di freccia < mm. 15
Planarità o livello all'interno dei singoli locali (con riferimento alla dimensione maggiore)	Freccia < mm. 10
Planarità o livello di cornici, cordoli, balconi	Freccia < mm. 10

4) Verticalità o piombo	
Verticalità o piombo di angoli e stipiti per porte e finestre	Fuori piombo max = mm. 5

Tabella 3: tolleranze accettabili sui serramenti

Dimensione		Tolleranza ammessa
Larghezza	LS ed LS1	Differenza max. = mm. 1
Altezza	HS ed HS1	Differenza max. = mm. 1
Diagonali	ds ds1	Differenza max. = mm. 4
Larghezza nominale	LS	± mm. 2
Altezza nominale	HS	± mm. 2

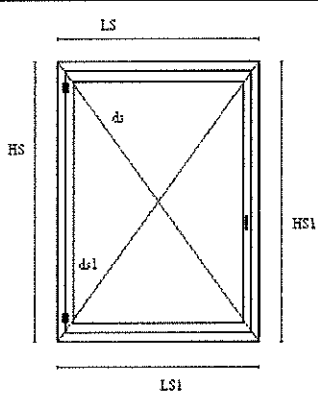


Tabella 4: tolleranze indicative di posa in opera

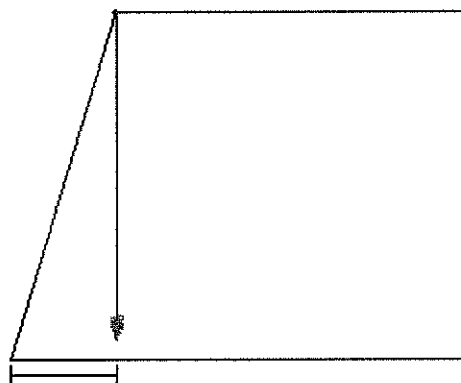
Riferimento	Tolleranze ammesse
Verticalità (fuori piombo)	Fino a m. 3 = ± mm. 2
	Oltre a m. 3 = ± mm. 3
Orizzontalità (fuori livello)	Fino a m. 3 = ± mm. 1,5
	Da m. 3 a m. 5 = ± mm. 2
	Oltre a m. 5 = ± mm. 2,5

Le indicazioni relative alle tolleranze in edilizia sono riportate anche nelle seguenti norme:

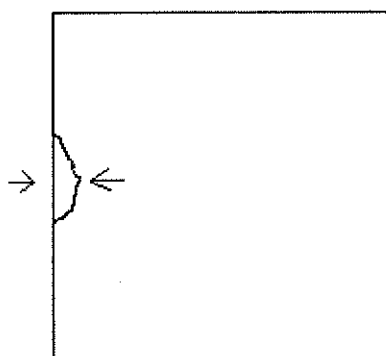
- DIN 18 201 Tolleranza in edilizia.
- DIN 18 202 Tolleranza in edilizia, edifici.
- DIN 18 203 Tolleranza in edilizia, elementi.

Figura 2: esempio di tracciamento del vano finestra

..rispetto alla perpendicolare.

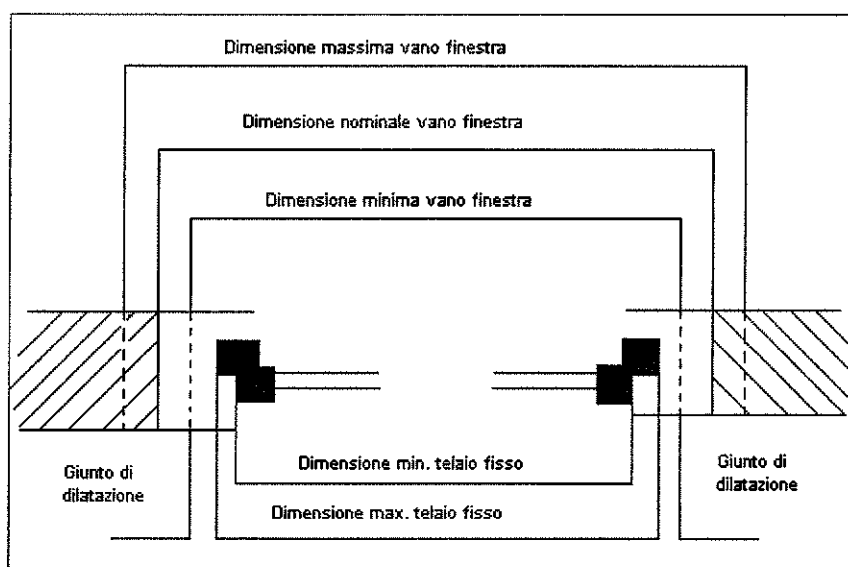


..rispetto alla complanarità.



La figura 3 mostra un esempio estratto dalla norma DIN 18 201 dove sono state assunte delle tolleranze per finestre ed opere murarie per utilizzare le definizioni e l'accoppiamento nel caso di una finestra.

Figura 3: indicazione schematica delle misure di riferimento



In caso di tolleranze maggiori il committente deve essere informato del risultato estetico che ne risulta; il sistema di raccordo deve essere adeguato alle tolleranze ammesse.

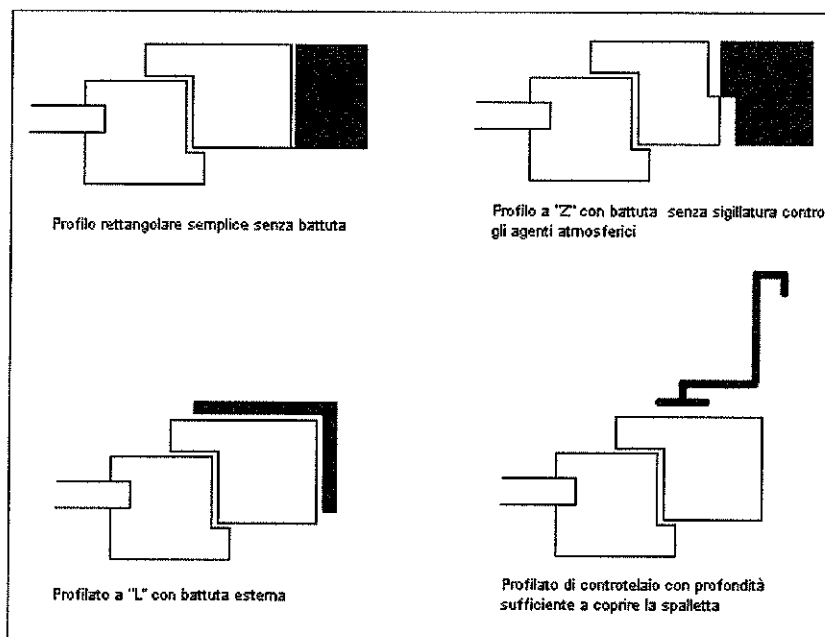
Il controtelaio

Il montaggio del serramento in opera si basa sull'utilizzo (ampiamente diffuso in Italia) di un controtelaio eseguito in acciaio zincato e collegato all'opera muraria (attraverso zanche, tasselli ad espansione, ecc.) al fine di delimitare il vano e la sua conformazione in modo univoco e preciso. Questa metodologia consente il completamento delle opere murarie e delle finiture senza interferire con il serramento ed agevola il montaggio in opera del serramento in maniera corretta. I controtelai utilizzati sono di tipologie molto diverse poiché devono adattarsi alle differenti necessità e conformazioni del vano murario nonché alle tipologie di serramento impiegate. Ulteriori forme sono utilizzate per delimitare il vano in presenza del serramento munito di avvolgibile. I controtelai premurati per finestre presentano una serie di interessanti vantaggi:

- esecuzione più razionale del lavoro in cantiere, grazie al decentramento e miglior possibilità di coordinamento dei diversi lavori;
- possibilità di esecuzione tempestiva del raccordo (montaggio dei controtelai prima della posa del rivestimento);
- esclusione di danni al manufatto finito (finestra);
- semplicità di sostituzione del serramento in futuro.

Un'analisi corretta e dettagliata di questi vantaggi e degli inevitabili maggiori costi legati alla posa in opera di un controtelaio risulterebbe comunque in molti casi a favore del controtelaio.

Figura 4: esempi di struttura del controtelaio



I controtelai di norma devono essere progettati in funzione del tipo di applicazione. Per quanto riguarda i singoli materiali da utilizzare è importante osservare quanto segue:

Alluminio: profilo rettangolare o a “I” in un unico pezzo e termoisolato. Se il controtelaio a opera ultimata rimane visibile, è possibile scegliere la stessa finitura superficiale adottata per finestre in alluminio o alluminio legno.

Acciaio: tubo rettangolare o profilato a “L”. È possibile l’impiego di profilati in acciaio con protezione contro la corrosione, in generale rivestimento galvanico. Se il controtelaio rimane visibile a opera ultimata, è possibile un rivestimento colorato.

Materia plastica: tubo rettangolare o profilato a “L”. In generale senza ulteriore finitura superficiale.

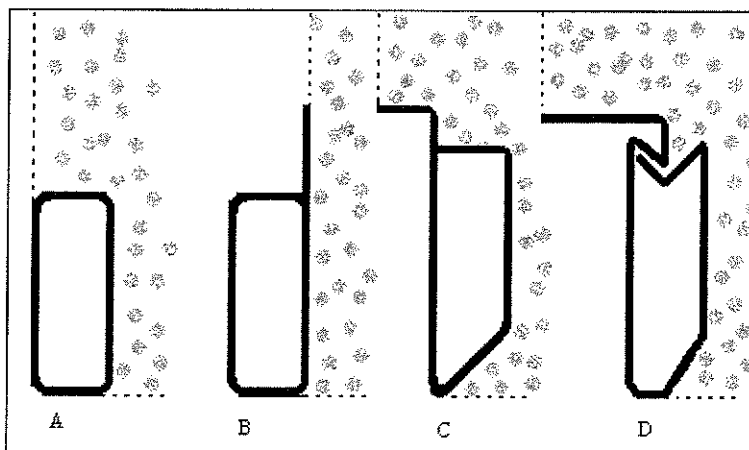
Legno: profilato rettangolare o a “Z”. Per tipi di legno con classe di resistenza 3 secondo DIN 68 364 (ad.es. abete, pino) è necessaria un’ impregnazione sotto pressione secondo DIN 68 800. Una protezione superficiale supplementare non è necessaria nel caso in cui il controtelaio a opera finita non rimanga a vista. Per tutti gli altri tipi di legno è richiesto un trattamento superficiale, inclusa una mano di impregnante intermedia.

Altre soluzioni, quando non si adottano i controtelai, sono le seguenti:

- profilati a “c”, nell’edilizia prefabbricata di grandi dimensioni, essi sono incorporati nel manufatto; questi ferri permettono un sicuro ancoraggio del serramento, eventualmente con l’aggiunta di un ulteriore profilato telescopico che consente di assorbire le variazioni dimensionali;

- tasselli ad espansione;
- chiodi sparati, che sono consentiti solo quando il chiodo lavora a taglio;
- tocchetti in plastica, annegati nei prefabbricati in posizioni prestabilite e in grado di ricevere le viti di fissaggio del telaio fisso del serramento.

Figura 5: forme più comuni di controtelaio impiegato nella posa del serramento



I controtelai possono essere a 4 lati (il controtelaio è presente anche a davanzale) oppure a 3 lati (il controtelaio non è presente a davanzale), in questo caso le estremità inferiori degli elementi laterali del controtelaio devono fare da riscontro e riferimento durante la posa delle soglie in pietra o prefabbricate.

Nei serramenti provvisti di cassonetto il controtelaio a volte ha la funzione di sostegno: occorre in questo caso che il controtelaio sia in grado di ricevere e sostenere il peso e le reazioni del cassonetto, dell'avvolgibile e dei relativi accessori di manovra.

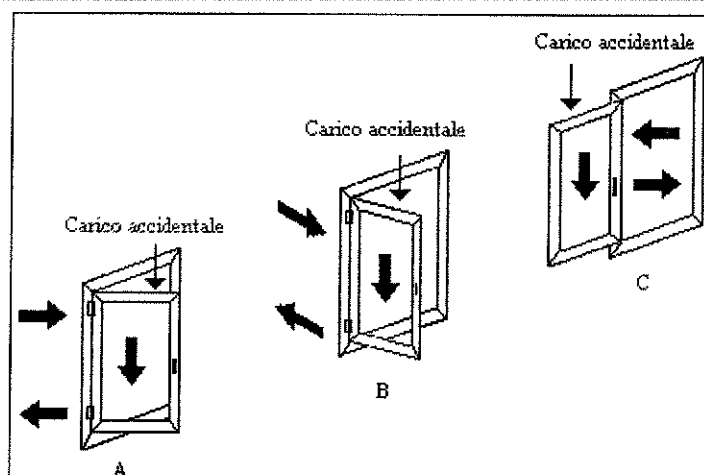
Normalmente il controtelaio viene collegato alla muratura mediante le zanche che vengono inserite nella struttura muraria, oppure attraverso staffe pre-forate fissate con tasselli. Dette zanche, o l'insieme staffa/tassello, devono essere in grado di trasferire, alla muratura, le reazioni che agiscono sul serramento a causa del peso proprio, di quello dell'utenza che si appoggia al serramento stesso e soprattutto alle reazioni dovute alla pressione e depressione del vento.

Per giudicare la resistenza meccanica occorre esaminare le forze che agiscono sul serramento.

L'azione della pressione e/o depressione (tanto maggiore quanto più alto è l'edificio) agisce ortogonalmente ai vetri e da questi trasmessa al telaio dell'anta. Lo sforzo di apertura è contrastato dalle cerniere e dai punti di chiusura che sollecitano il telaio fisso; quest'ultimo fa presa attraverso il fissaggio al controtelaio e da questo alla muratura a mezzo delle zanche.

La sequenza di passaggio delle forze è indicata nella Figura 6 dove sono evidenti le possibili coppie di forze che rischiano di provocare flessioni e torsioni nei profili.

Figura 6: sollecitazioni sul serramento dovute ai carichi accidentali.



Le altre sollecitazioni che riguardano il serramento sono il peso proprio dell'anta, particolarmente elevato se si usano vetri di elevato spessore, e il carico accidentale eventualmente applicato durante le operazioni di pulizia e manutenzione.

Le altre sollecitazioni che riguardano il serramento sono il peso proprio dell'anta, particolarmente elevato se si usano vetri di elevato spessore, e il carico accidentale eventualmente applicato durante le operazioni di pulizia e manutenzione.

La presenza di sollecitazioni che non rientrano nella normale applicazione dei serramenti obbligherà il costruttore ad aumentare le zanche e collocarle secondo le forze agenti.

Stabilito che il vano destinato a ricevere il serramento sia definito da un controtelaio oppure dalla muratura stessa in caso di impiego di tasselli, possono essere elencati alcuni criteri per il corretto fissaggio meccanico del telaio fisso:

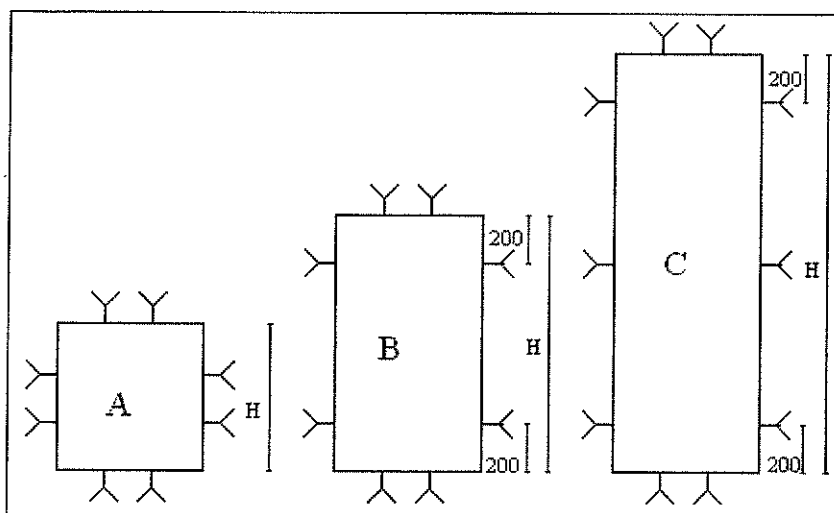
- le viti di fissaggio del telaio fisso dovranno essere il più vicino possibile alle zone che ricevono le forze agenti sul serramento (cerniere – incontro delle chiusure del telaio mobile sul telaio fisso – perni di rotazione per bilici orizzontali o verticali – supporti apparecchi di apertura – ecc.);
- nel caso in cui il telaio fisso abbia sezione elevata (oltre gli 80 mm.) è preferibile utilizzare il blocchetto a due fori per evitare oscillazioni o rotazioni del telaio attorno al punto centrale di fissaggio;
- in presenza di cassonetti è necessario rinforzare il fissaggio laterale del traverso superiore: la presenza del cassonetto impedisce il fissaggio di detto traverso al lato superiore del vano;
- sulla soglia generalmente non esiste il controtelaio: dovranno pertanto essere impiegati dei sistemi che siano in grado di trasmettere le forze agenti alla soglia stessa;
- è necessario che la documentazione tecnica dei sistemi indichi al costruttore i punti di fissaggio, tenendo conto delle situazioni che di volta in volta si presentano.

Le forze trasmesse attraverso le cerniere, le viti di fissaggio e le zanche hanno direzione ed entità differenti secondo la posizione di apertura dell'anta.

Differenti sollecitazioni si riscontrano a secondo del tipo di apertura, ad esempio a scorrere, oscillabattente, bilici, ecc.

A titolo esemplificativo si riporta un criterio comune seguito per determinare il quantitativo di zanche da impiegare su serramenti standard, con pressioni di esercizio medie.

Figura 7: numero di zanche o punti di fissaggio necessari



- A) Fino a 650 mm.: 1 zanca (è comunque sempre preferibile 2 zanche/staffe per lato).
 B) Da 650 mm. A 1450mm.: 2 zanche.
 C) Da 1450 a 2450 mm.: 3 zanche.

La prima e l'ultima zanca devono essere sempre a 200 mm. dall'estremità. La distanza fra le zanche non deve essere superiore a 1000 mm.

Per le porte bisogna tener conto dello "sbattimento" accidentale in chiusura e quindi della necessità di mettere un supporto (zanca/staffa) in corrispondenza delle cerniere.

Numero di zanche/staffe in corrispondenza della larghezza del controtelaio:

- Fino a 1000 mm.: nessuna zanca.
- Da 2000 a 3000 mm.: 2 zanche posizionate su 3 parti uguali.
- Da 3000 a 4000 mm.: 3 zanche posizionate su 4 parti uguali.
- Da 4000 a 5000 mm.: 4 zanche posizionate su 5 parti uguali.

Annotazioni importanti

- Il fissaggio del telaio alla muratura deve sempre essere effettuato meccanicamente; per il fissaggio non è ammesso l'uso di materiali espansi, colle o simili.
- Al fine di garantire un regolare aggancio dei nottolini sugli incontri del telaio ed un ottimale trasferimento delle sollecitazioni, i punti di fissaggio dovrebbero coincidere con la posizione degli incontri previsti.
- Il falso telaio non costituisce un elemento di ancoraggio "sicuro" in maniera assoluta, in quanto la tenuta meccanica allo strappo tra falso-telaio e muratura è influenzata da vari fattori costruttivi (geometria e materiale del falso telaio, numero delle zanche di fissaggio, legante utilizzato per l'ancoraggio della zanca del falso telaio alla muratura). Per assicurare un idoneo grado di ancoraggio del telaio in ogni condizione, è consigliabile utilizzare viti di fissaggio che, oltre ad ancorarsi sul falso-telaio, vengano fissate anche alla muratura. Gli elementi costruttivi metallici di ancoraggio rappresentano inevitabili punti deboli da un punto di vista della trasmissione termica e

devono pertanto essere collocati in abbinamento a materiali isolanti, in modo che non si formino ponti termici dannosi per la formazione della condensa.

Materiali di supporto

Ogni materiale su cui è fatto l'ancoraggio, genera specifiche risposte alla trazione o all'espansione; per questo, tali caratteristiche risultano determinanti per la scelta del fissaggio più opportuno in relazione al carico.

Di seguito viene riportata una breve descrizione dei principali materiali edili sui quali più comunemente è possibile utilizzare un ancorante specifico.

Il calcestruzzo

Il calcestruzzo, che ha per legante il cemento, è comunque diviso in due sottogruppi, in relazione al tipo d'inerte presente. Mentre il cosiddetto calcestruzzo "leggero" contiene inerti di basso peso specifico che non conferiscono particolare resistenza al materiale, il calcestruzzo "normale" contiene ghiaia o pietrisco "calibrato" aggiunto al cemento secondo un opportuno rapporto. Quest'ultimo è il calcestruzzo migliore, perché garantisce l'assenza di vuoti nel getto, il minimo ritiro durante la maturazione e un'eccellente resistenza alla compressione, inoltre, è ideale per l'ancoraggio. Importante è verificare che nel punto in cui si desidera eseguire il fissaggio, il calcestruzzo non presenti decadimenti fisici quali fessurazione che possono diminuire la resistenza del sistema. Generalmente i supporti di calcestruzzo in opera sono armati perché in grado di resistere agli sforzi di flessione. Questi materiali sono del tutto adatti all'ancoraggio perché la foratura non interferisce con qualche ferro da ripresa.

Pannelli e lastre

Questo gruppo di materiali edili a parete sottile presenta spesso una scarsa resistenza (come, ad esempio, il pannello di cartongesso, gesso fibroso, pannelli di masonite, pannelli di fibre dure, ecc.) e, in questi casi, bisogna scegliere tasselli che si ancorino quasi sempre direttamente nella cavità sul retro del pannello.

Le murature

Le murature tradizionali sono composte da mattoni e malta. Specie nei vecchi fabbricati, è sempre preferibile l'ancoraggio al mattone, poiché la sua resistenza alla compressione è quasi sempre superiore a quella della malta. Quello che può capitare è che durante la trazione letteralmente il mattone si sfilii dalla muratura, proprio perché tra gli elementi che concorrono al fissaggio la malta è il punto debole.

Le murature si differenziano inoltre per il tipo di laterizio utilizzato:

- a) *Mattoni pieni* – Non presentano cavità di alcun tipo, questi materiali sono molto adatti al fissaggio con tasselli. I valori di resistenza alla compressione sono ottimali anche per carichi di notevole consistenza.
- b) *Mattoni forati* – Anche se spesso sono prodotti con materiali sufficientemente resistenti alla compressione, i mattoni forati presentano delle cavità che limitano, di fatto, i carichi impegnativi, a meno che l'ancoraggio non sia fatto con una gran superficie di espansione che permettono di ottenere, comunque, fissaggi ottimali di carichi medi/leggeri.

- c) *I materiali pieni in laterizio alleggerito* – Questi materiali presentano quasi sempre una scarsa resistenza alla compressione e hanno moltissimi pori, quindi, non sono adatti per carichi pesanti a patto che non si utilizzino tasselli speciali con una gran superficie di espansione che permettono di ottenere, comunque, fissaggi ottimali di carichi medi/leggeri.
- d) *I materiali forati in laterizio alleggerito* – Questi materiali accentuano la scarsa resistenza alla compressione già vista per il tipo pieno, quindi, si consiglia di prestare molta attenzione alla scelta del tassello, privilegiando, ad esempio, tasselli con lunghe zone d'espansione oppure ancoraggi con tasselli a rete o a calza con l'impiego d'ancoranti chimici e, comunque, per carichi leggeri.

Fissaggio con tasselli

Al fine di poter trasmettere in maniera sicura al fondo di ancoraggio i carichi applicati e per contrastare in modo adeguato le forze che entrano in gioco, si possono utilizzare meccanismi di tenuta che comportano l'impiego di più tipologie d'ancoranti.

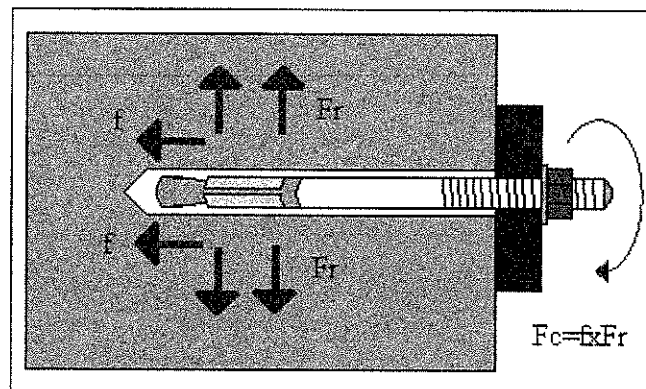
Ancorante a controllo di coppia

La parte espandente del fissaggio determina una forza contro le pareti del foro che contrasta la forza del carico messo in opera.

L'applicazione della coppia di serraggio induce una pressione ortogonale "Fr" localizzata sull'angolo elemento deformabile; tale azione, moltiplicata per il coefficiente d'attrito "f" delle superfici a contatto, origina un'azione "Fc" che contrasta la trazione sull'ancorante. Il genere di meccanismo fa sì che l'espansione aumenti in funzione del carico applicato.

Questo tipo di installazione induce tensioni nel fondo d'ancoraggio già in fase di installazione del tassello.

Figura 8: coppia di serraggio ed effetto sul supporto



Esercitare la corretta coppia di serraggio con la chiave dinamometrica consente di verificare direttamente in fase di installazione:

- che il tassello eserciti la giusta pressione all'interno del muro;
- che il muro sopporti la pressione esercitata dal tassello.

Se il corpo del tassello ruota intorno al proprio asse (ad esempio a causa di un foro di diametro troppo grande) non si raggiunge la coppia e il dispositivo della chiave dinamometria non scatta. Se il supporto non è sufficientemente resistente lo stesso si fessura prima del raggiungimento della coppia.

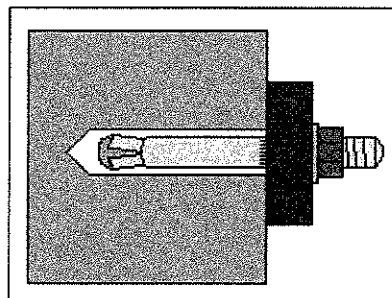
Ancoranti a controllo di deformazione

Questi tipi di fissaggi hanno lo stesso principio di funzionamento degli ancoranti a controllo di coppia tranne che il sistema di tenuta viene messo in atto dalla percussione di un cono di espansione premontato. La forza di espansione dipende dal modulo di elasticità del materiale di base e non da una coppia di serraggio. Con questo tipo di tasselli è possibile rimuovere gli oggetti ancorati senza alterare la forza dell'espansione, che quindi si può considerare indipendente dal carico.

Espansione per sottoquadro o accoppiamento di forma

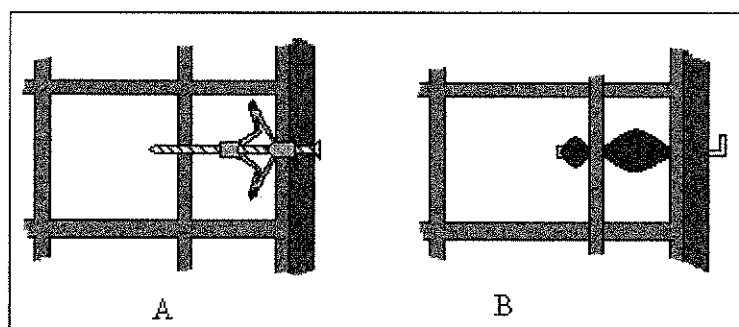
La geometria del fissaggio si adatta alla forma del fondo d'ancoraggio e/o del foro creando contrasto alla forza del carico applicato. Il carico di trazione risulta in equilibrio con le forze reagenti che trovano il loro punto di applicazione sul sottoquadro. Questo tipo d'installazione non induce tensione nel materiale in fase di applicazione del fissaggio.

Figura 9: tassello meccanico ad espansione per sottoquadro



Altri esempi di fissaggi che agiscono con il meccanismo di forma sono quelli che lavorano su materiali forati. Anche le resine chimiche opportunamente iniettate all'interno di accessori che ne contengono il volume agiscono con lo stesso principio.

Figura 10: tassello meccanico (A) e chimico (B) ad espansione per sottoquadro

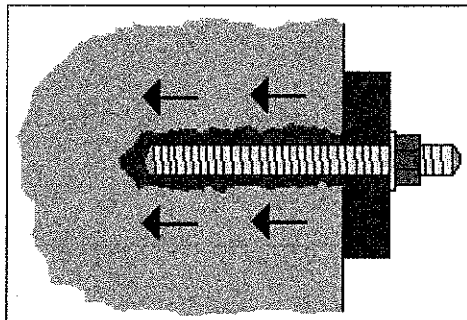


Espansione per accoppiamento di materiali

L'accoppiamento è consentito grazie al potere d'adesione chimico-fisica che permette alla resina di fare corpo unico con le parti del foro e , quindi, con il fondo d'ancoraggio. L'ancoraggio avviene per accoppiamento geometrico della resina sia con le asperità del foro sia con il filetto (o la rugosità) della barra metallica. Ogni punto sulla superficie del foro partecipa alla trasmissione dello sforzo reagente.

Questo tipo d'installazione non induce tensione nel materiale in fase di installazione dell'ancorante.

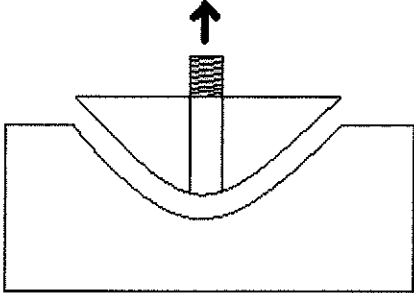
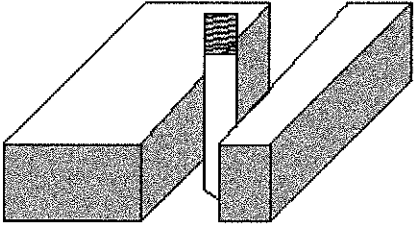
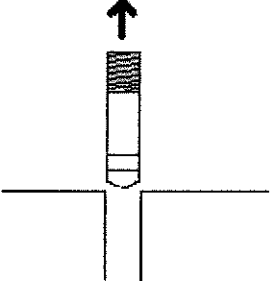
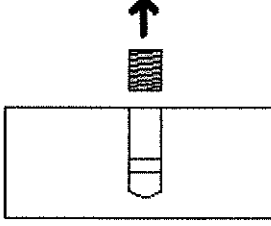
Figura 11: esempio di utilizzo di tassello chimico



I modi di rottura

Il sovraccarico dei punti d'ancoraggio, un'installazione non appropriata o il fondo d'ancoraggio non sufficientemente compatto possono far fallire i sistemi di fissaggio.

Tabella 5: tipi di rotture e cause

<p>1) Rottura del fondo d'ancoraggio:</p> <ul style="list-style-type: none">- carico troppo elevato;- resistenza troppo debole del fondo di ancoraggio;- profondità di posa troppo corta.	
<p>2) Fenditura dell'elemento edile:</p> <ul style="list-style-type: none">- limitate dimensione degli elementi edili;- distanza dei bordi del materiale d'ancoraggio e tra gli assi dei tasselli non rispettate;- forza d'espansione del tassello troppo elevata.	
<p>3) Sfilamento dell'ancorante:</p> <ul style="list-style-type: none">- carico troppo elevato oppure l'installazione non appropriata (ad esempio foro non adeguatamente pulito) fa fallire il collegamento ad attrito, ad accoppiamento di forma o di materiale.	
<p>4) Rottura dell'ancorante:</p> <ul style="list-style-type: none">- resistenza del tassello e/o della vite troppo scarsa rispetto al carico	

La foratura ed il montaggio

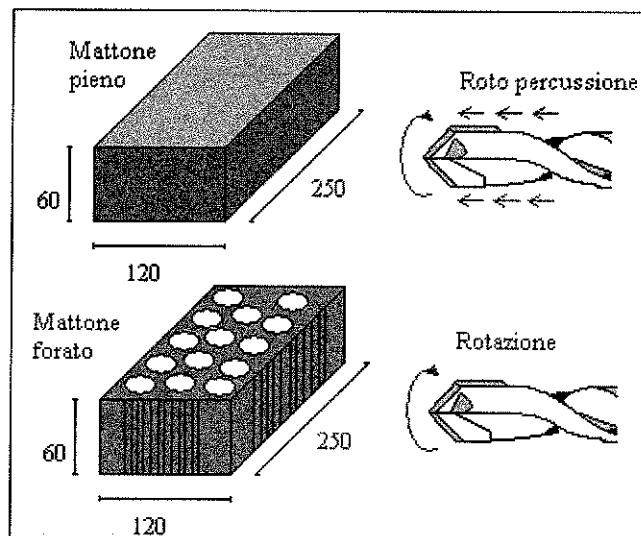
La perforazione nel materiale edile per creare l'alloggiamento del tassello, può avvenire attraverso due procedimenti quasi sempre possibili con i normali trapani elettrici o i martelli perforatori:

- a) perforazione a rotazione con elevata velocità;
- b) perforazione a roto-percussione.

Il procedimento va scelto in relazione al tipo di materiale. Nei materiali compatti (dal calcestruzzo ai mattoni pieni) è opportuno utilizzare il sistema a roto percussione.

Nei materiali non compatti, come i mattoni forati, è indispensabile usare il sistema a sola rotazione in quanto è estremamente facile con la roto percussione allargare il foro e rovinare completamente le coste interne del mattone.

Figura 12: esempio di perforazione dei materiali



Il montaggio dei tasselli

Al fine di evitare lo sfaldamento e la formazione di fessure nel materiale edile e di poter trasmettere con i tasselli il carico necessario, vanno rispettate, conformemente alla norma ed alle indicazioni dei produttori, le distanze dai bordi e tra gli assi ed il necessario spessore del supporto d'ancoraggio.

Salvo poche eccezioni, la profondità della foratura deve essere maggiore di quella dell'ancoraggio, cosicché ci sia spazio nell'eventualità fosse presente polvere oppure per la fuoriuscita della vite dalla punta del tassello, garantendo la sicurezza del funzionamento.

Durante e soprattutto dopo la foratura va rimossa la polvere in quanto il foro non pulito riduce la tenuta del fissaggio. L'assenza di polvere consente il corretto trasferimento degli sforzi tra ancorante e muratura.

I tasselli non passanti vanno installati a filo parete ed il diametro del foro nella struttura muraria d'ancoraggio è più grande di quello del foro di montaggio dell'oggetto da collegare.

Per l'installazione si devono riportare le misure dell'oggetto da fissare sulla muratura, si deve eseguire il foro, pulire, inserire il tassello ed avvitare la vite fissando l'oggetto stesso.

I tasselli passanti sono quelli che sbordano dal filo parete per poter contenere lo spessore degli oggetti da fissare. Per l'installazione si devono utilizzare come dima i fori dell'elemento da fissare (in quest'ultimo il diametro del foro è, infatti, almeno della stessa misura di quello da effettuare nel materiale d'ancoraggio), forare, pulire, inserire il tassello attraverso l'oggetto da fissare ed avvitare fino a raggiungere la coppia di serraggio prescritta.

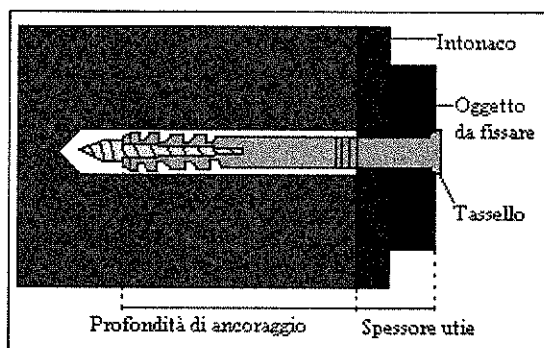
L'installazione distanziata è il caso degli ancoranti in metallo dotati di filettatura metrica interna per la ricezione di viti o barre filettate con controdadi.

Per l'installazione si deve fissare l'elemento da collegare in maniera resistente alla compressione ed alla trazione con una precisa distanza dalla superficie d'ancoraggio.

Lo spessore utile, corrisponde, in genere, allo spessore dell'oggetto da fissare; nei tasselli non passanti, questo, può essere variato tramite la scelta opportuna della lunghezza della vite, mentre nei tasselli passanti è dato dal tassello.

Nella valutazione dello spessore dell'oggetto da fissare, si deve considerare l'eventuale intonaco presente fondo d'ancoraggio.

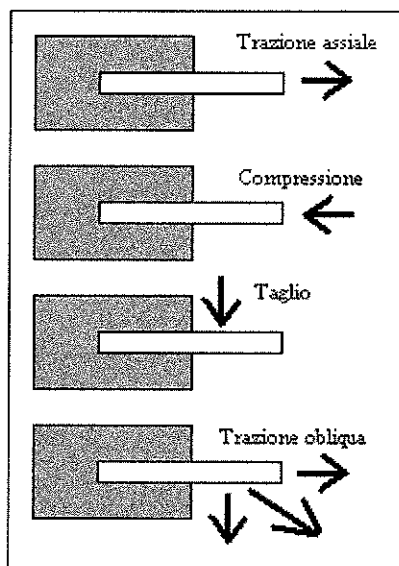
Figura 13: spessore utile per l'installazione



I carichi

Per la scelta corretta del fissaggio, è indispensabile conoscere i tipi di sollecitazioni (carico); queste sono caratterizzate da intensità, direzione e punto d'applicazione e si indicano in decanewton ($1\text{daN}\equiv 1\text{Kg}$).

Figura 14: tipo di carico



Carico a rottura: valore medio valutato su un numero significativo di prove nel materiale edile intatto. I possibili modi di rottura sono la rottura del fondo d'ancoraggio, estrazione o rottura o rottura del fissaggio.

Carico a rottura caratteristico: 5% frattile, vale a dire che nel 95% di tutti i casi tali carichi sono raggiunti oppure superati.

Carico ammissibile: sono i carichi raccomandati per l'esercizio, già comprensivi di un coefficiente di sicurezza adeguato.

LA POSIZIONE DELLA FINESTRA NEL VANO MURARIO

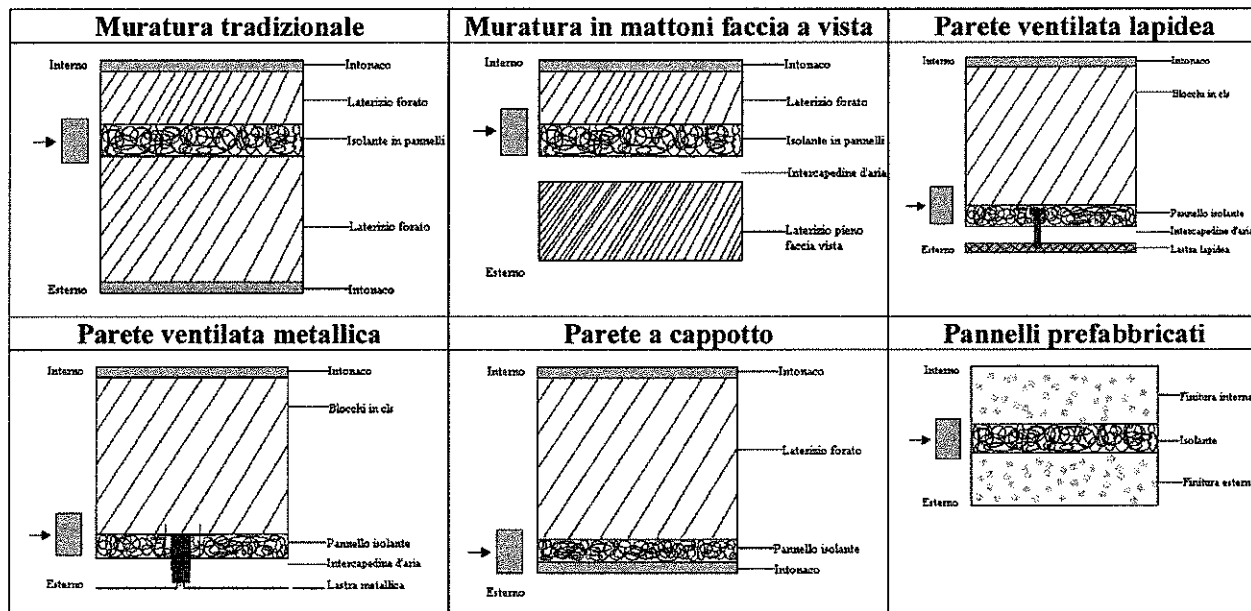
Il vano murario

Le prestazioni del serramento devono essere mantenute a seguito dell'installazione del medesimo, cioè del suo interfacciamento con la chiusura verticale all'interno della quale viene inserito, e più in dettaglio:

- deve essere garantita la resistenza meccanica e la stabilità: il collegamento al vano murario deve scaricare le sollecitazioni nei punti previsti senza il cedimento di alcun componente;
- a seguito degli eventi meteorologici non devono verificarsi infiltrazioni di acqua attraverso il giunto di interfaccia serramento-parete perimetrale;
- deve essere assicurata la tenuta all'aria;
- deve essere garantita la continuità dello strato coibente fra muratura e serramento e si devono evitare i ponti termici nonché impedire la formazione di condensa;
- deve essere limitato il più possibile il decadimento dell'isolamento del serramento rispetto alla situazione a piè d'opera.

Da quanto sopra si evidenzia la necessità di esaminare le regole di una corretta posa in opera, partendo proprio dal vano murario.

Figura 15: diverse tipologie costruttive del vano murario e posizione ottimale del serramento



L'isolamento termico: il raccordo telaio-muratura.

Il giunto di connessione tra la muratura ed il telaio rappresenta un punto critico per quanto riguarda il fenomeno della trasmissione termica attraverso la parete dell'abitazione. Tale criticità è da ascrivere alla differenza geometrica tra il muro ed il telaio, nonché alla diversa natura dei materiali costituenti gli elementi accoppiati nel giunto.

La coesistenza di questi fenomeni può causare perdite termiche ed abbassamenti della temperatura superficiale nella zona di raccordo con conseguente dissipazione di calore e formazione di condensa all'interno dell'abitazione. Tuttavia, le problematiche descritte possono essere limitate con alcuni accorgimenti particolari.

Le condizioni ambientali e l'umidità.

Prendendo in esame un ambiente con temperatura interna di 20°C ed Umidità Relativa del 50%, il fenomeno della condensa può verificarsi in corrispondenza delle zone con una temperatura superficiale minore di 10°C. Quindi, affinché non si abbia formazione di condensa sulla superficie del serramento e del giunto, l'isoterma relativa ai + 10°C deve essere contenuta all'interno della sezione e non deve intersecarsi con la superficie a contatto con l'aria dell'abitazione. Dal lato pratico, al fine di analizzare le diverse situazioni costruttive in condizioni estreme, viene considerata una temperatura esterna di -15°C.

Influenze geometriche.

La temperatura superficiale del giunto serramento-muratura e la trasmittanza termica della sezione variano a seconda dei tipi di muro e della posizione di ancoraggio del telaio. Nei seguenti paragrafi si analizzano due diverse situazioni geometriche e la loro influenza sulle proprietà del giunto.

Il Muro Monolitico.

La figura 16 illustra l'andamento delle isoterme nel punto di raccordo di una finestra con un muro monolitico in tre differenti posizioni di posa. Quando la finestra è installata in posizione centrale, la trasmissione di calore (dispersione termica) è minima, come mostrato nel grafico della figura 17, dove si riporta il valore della trasmittanza termica U della facciata costituita da muratura e serramento.

Nel caso di muro monolitico, ai fini dell'isolamento termico è quindi opportuno installare la finestra in posizione centrale della spalletta. Negli altri due casi (piano di posa interno ed esterno) i valori U della parete presa in esame superano in maniera considerevole quello della posizione centrale. Diverso è il comportamento della temperatura superficiale nella zona critica della spalletta: la temperatura superficiale diminuisce dal centro verso l'esterno, dove può raggiungere valori inferiori ai 10°C (con possibile formazione di condensa), mentre aumenta dal centro verso l'interno dove la temperatura supera i 10°C (figura 17).

Figura 16: andamento delle isoterme

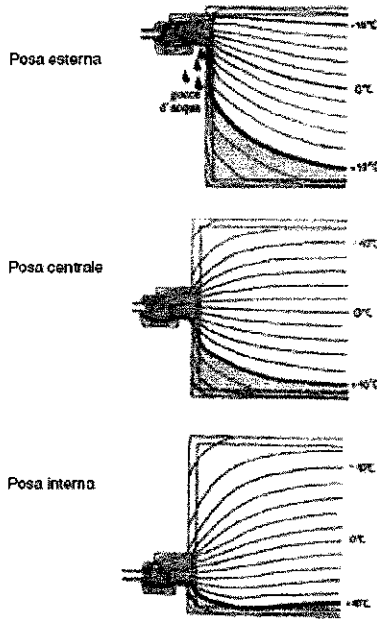
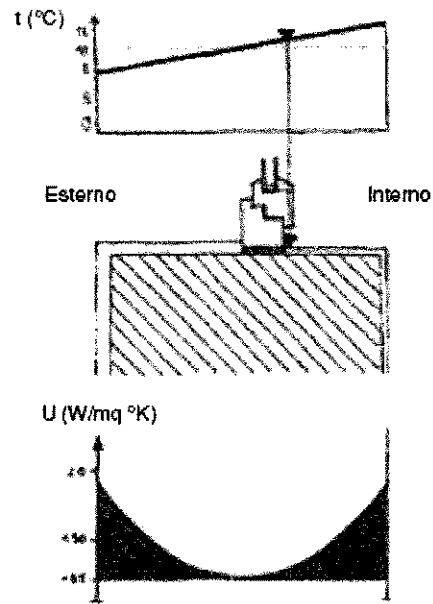


Figura 17: trasmittanza termica U



Struttura in muratura termoisolante a cassa vuota.

La figura 18 riporta l'andamento delle isoterme riferite ad una parete termoisolata a cassa vuota. Il valore U e la temperatura superficiale della parete nella zona critica della spalletta sono riportati nella figura 19, che mostra l'andamento in funzione delle diverse posizioni di posa. Dall'analisi dei grafici è evidente che il minimo valore di trasmittanza termica U si raggiunge quando la finestra viene montata in corrispondenza dello strato di isolamento termico.

Se la finestra viene spostata verso l'interno, il valore U della parete presa in considerazione aumenta in maniera considerevole rispetto all'installazione centrale, quindi, nel caso di pareti con isolamento termico, la posizione più vantaggiosa di posa della finestra è in corrispondenza della zona dell'isolamento.

A completamento dell'analisi, la figura 19 mostra come nella zona di raccordo tra finestra e parete le temperature superficiali più elevate si hanno quando la finestra viene installata in corrispondenza dell'isolamento termico.

Conclusioni:

- 1) Nel caso di muro monolitico le perdite termiche sono minime se la finestra viene installata al centro della spalletta.
- 2) Nel caso di pareti con isolamento termico la posizione più vantaggiosa di posa della finestra è in corrispondenza della zona dell'isolamento.

Figura 18: isoterme di una parete termoisolata

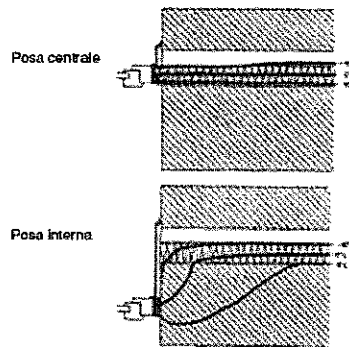
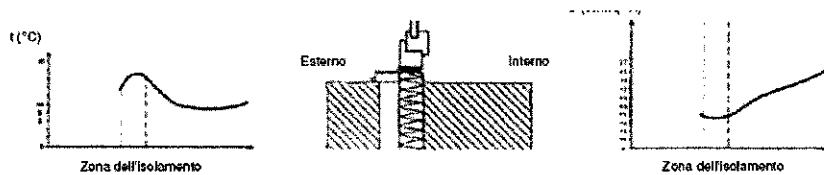


Figura 19: trasmittanza termica in una parete termoisolata



L'isolamento acustico

Sul vasto tema dell'isolamento acustico, nel presente manuale vengono effettuate semplici considerazioni di base in merito a quelle scelte progettuali (tipo di profili, accessori, punti di chiusura, detrazioni, ecc.) che possono comunque migliorare e/o incrementare le prestazioni acustiche dei serramenti. Sono pertanto escluse dalla trattazione tutte le considerazioni sulle grandezze acustiche significative e sulle interazioni fra di loro.

In sostanza, in materia di isolamento acustico, possono essere adottati su di un serramento, una serie di criteri base per la posa in opera, che avranno sostanzialmente lo scopo di riconfermare le prestazioni acustiche ottenute dal serramento in sede di laboratorio.

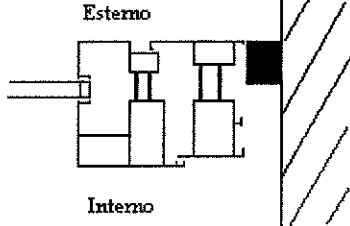
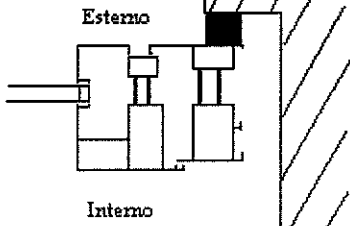
Riguardo ai criteri di posa in opera, per l'ottenimento delle massime prestazioni acustiche, non è di fondamentale importanza la posizione del serramento all'interno del vano murario (filo interno, filo esterno o in mezzeria). E' comunque consigliabile posizionare il serramento in modo tale che si crei una continuità con lo strato isolante inserito nella muratura. E' invece comunque di primaria importanza la corretta realizzazione dei giunti di interfaccia serramento/parete.

Nell'esaminare i possibili tipi di giunto fonoisolante è opportuno tenere presente che la pressione acustica sui bordi del serramento, in corrispondenza delle battute di raccordo all'opera muraria può essere notevolmente più alta che al centro del medesimo.

Oltre alla realizzazione del giunto è importante la conformazione del vano: la presenza di una battuta nella muratura risulta più efficace di un giunto in luce.

109

Figura 20: tipi di giunto. In luce e con battuta.

 <p>Esterno</p> <p>Interno</p>	<p>Meno efficace: l'isolamento acustico può essere tuttavia ottenuto con idonei dispositivi di sigillatura o riempimento.</p>
 <p>Esterno</p> <p>Interno</p>	<p>Più efficace: il suono per riflessione viene successivamente trasformato in energia sonora.</p>

Tenendo inoltre conto della profondità relativamente bassa dei giunti (generalmente da 60 a 70 mm.), i materiali isolanti utilizzati portano, nella maggior parte dei casi, a migliori risultati rispetto a materiali con caratteristiche prevalentemente assorbenti.

Un giunto riempito con materiale fibroso fonoassorbente svolgerà prevedibilmente un'azione insonorizzante solo se riempito in modo stagno e stabile con fibra molto fine. Il materiale utilizzato dovrebbe presentare una resistenza al flusso possibilmente elevata in funzione della lunghezza.

Tabella 6: tipo di intervento ed effetto sull'isolamento acustico

Materiale o struttura a bassa resistenza al flusso	Scarsa efficacia poiché l'isolamento acustico viene determinato esclusivamente dalla lama d'aria. Si hanno risonanze dei giunti (per es. materiali a fibre grosse o a scarso riempimento).
Materiali o struttura ad alta resistenza al flusso	Maggior efficacia poiché l'energia sonora viene trasformata in calore grazie all'elevata resistenza al flusso (per es. materiali a fibre sottili ed a riempimento compatto).
Materiali ad elevato modulo di elasticità	Minor efficacia poiché si ha una trasmissione del suono ed un minor isolamento interno.
Materiali a basso modulo di elasticità	Maggior efficacia poiché si ha una trasmissione del suono più ridotta ed un maggior isolamento interno.
Nastri di tenuta a basso modulo di compressione	Minor efficacia poiché l'isolamento non è sufficiente.
Nastri di tenuta ad elevato modulo di compressione	Maggior efficacia elevato isolamento acustico.
Sigillatura su un solo lato	Minor efficacia, poiché l'isolamento acustico è ridotto ed è possibile la trasmissione del suono attraverso elementi strutturali contigui; inoltre si possono formare risonanze nei giunti aperti su un lato.
Sigillatura su entrambi i lati	Maggior efficacia grazie alla elevata resistenza al flusso sonoro e la riduzione dei fenomeni di risonanza.

Generalmente i materiali per l'isolamento termico forniscono anche prestazioni acustiche; è però necessario considerare che le prestazioni acustiche cambiano notevolmente da materiale a materiale.

L'utilizzo, per esempio, di schiuma poliuretana quale riempimento del giunto permette di aumentare sensibilmente il potere fonoisolante del serramento, rispetto all'utilizzo di lana minerale. La differenza in questo caso è dovuta principalmente alla tenuta maggiore della schiuma poliuretana rispetto alla lana minerale. Ci si può aspettare un valore di attenuazione acustica sufficiente solo quando si riempie il giunto in maniera molto compatta e con materiale sottile. E' opportuno prestare inoltre attenzione al punto di raccordo inferiore, generalmente riempito con fibre minerali e coperto da coprifilo che può portare a ripercussioni fortemente negative sull'isolamento acustico globale del serramento. Per giunti molto larghi (con dimensioni nettamente maggiori di 20 mm) occorre considerare anche l'influenza del comportamento vibrazionale dell'elemento. In questi casi sono indicati gusci flessibili con massa elevata (ad esempio l'inserimento di lamine di acciaio, o meglio di piombo, ed insonorizzate dalle intercapedini con materiali fibrosi (al fine di realizzare un sistema massa-molle-massa).

Venendo alle modalità di realizzazione del giunto, per far sì che le prestazioni di un serramento non vengano penalizzate, soprattutto se il serramento in oggetto offre elevati livelli di abbattimento acustico è importante che non si creino ponti acustici.

L'isolamento acustico del giunto dovrebbe essere sempre superiore di 5-10 dB come minimo, o almeno uguale all'isolamento acustico dell'elemento da combinare. E' infatti da ricordare che nel

caso in cui l'isolamento acustico del giunto è pari all'isolamento acustico dell'elemento, l'isolamento totale diventa nettamente inferiore.

I sigillanti per giunti devono presentare un modulo di elasticità, possibilmente basso, che non sia soggetto ad una variazione troppo consistente nel campo di frequenza rilevante (da 100 a 3200 Hz). Da ricerche è emerso che il silicone ed i granuli di sughero rispondono ottimamente a questo requisito. Su masse di sigillanti polisolfurici e poliuretanicici sono stati rilevati moduli di elasticità più elevati. Nei sigillanti poliacrilici, il modulo di elasticità aumenta soprattutto alle alte frequenze.

LA SIGILLATURA TRA FINESTRA E MURO

Le sollecitazioni che agiscono sul giunto

La presenza del giunto nella zona di raccordo è legata alla necessità di compensare i movimenti e le tolleranze tra la finestra e l'opera edile e di garantire la separazione tra il "clima esterno" ed il "clima interno" all'abitazione. La tenuta della fuga di raccordo tra serramento ed edificio riveste quindi un ruolo particolare nell'economia della finestra ed ha sostanzialmente le seguenti funzioni:

- protezione contro il vapore,
- protezione contro il vento,
- protezione contro il rumore,
- protezione contro il gradiente termico in corrispondenza del giunto (formazione di condensa),
- protezione contro la pioggia.

Azioni preventive per la realizzazione della sigillatura

Alcune valutazioni preventive devono essere effettuate al fine di pianificare una sigillatura del giunto ad arte:

- analisi delle condizioni dell'opera muraria;
- valutazione dell'idoneità dei vari metodi di ermetizzazione disponibili in rapporto al sistema parete-finestra;
- dimensionamento del giunto di dilatazione sulla base delle caratteristiche del serramento e dell'opera muraria;
- individuazione di un sistema di ermetizzazione che non impedisca le dilatazioni e le contrazioni dei materiali costituenti il telaio e non ne sia da queste compromesso.

Influenza dell'umidità sul giunto di raccordo

Da valutazioni statistiche è stato appurato che la maggior parte dei danni legati ad una cattiva posa in opera è dovuta ad una ermetizzazione poco accurata ed alle manifestazioni dei danneggiamenti sull'abitato dovuti all'umidità. Per tale motivo, la qualità di una finestra di pregio sta essenzialmente nell'esecuzione del giunto di raccordo "ad arte". Finora si è sempre pensato che i giunti dovessero assicurare all'esterno la massima tenuta per impedire la penetrazione di acqua piovana nell'edificio. Tuttavia, da analisi compiute su difetti verificatisi nelle abitazioni negli anni passati, risulta che proprio questa tecnica di sigillatura, con il giunto esterno a tenuta ermetica, può essere estremamente problematica. Per comprendere tale affermazione è necessario considerare che, oltre all'eventuale compensazione del movimento tra telaio e muratura, la struttura del giunto deve assolvere a due funzioni fondamentali:

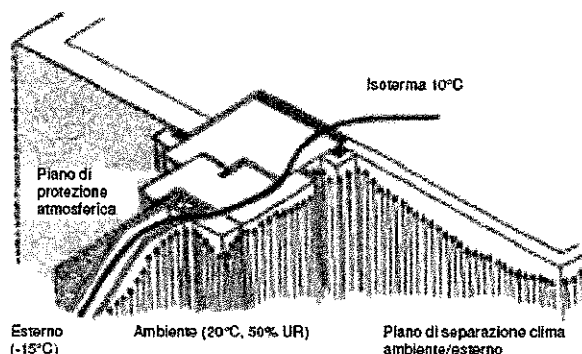
1. protezione del giunto e dell'ambiente abitativo dal clima esterno;
2. protezione del giunto dal clima dell'ambiente abitativo.

Dal punto di vista costruttivo si hanno così due piani funzionali in corrispondenza del giunto finestramuratura:

- il “piano della protezione atmosferica” sul lato esterno;
- il “piano di separazione tra clima ambiente e clima esterno” sul lato ambiente.

Osservando la figura 21, che illustra l’andamento dei due piani in un esempio di raccordo tra la finestra ed il muro monolitico, si comprende come la loro funzionalità sia fondamentale per garantire l’integrità del giunto.

Figura 21: esempio di raccordo tra finestra e muro monolitico



Il criterio di sigillatura ottimale

Durante la stagione invernale, nel caso di mancata tenuta del giunto sul lato ambiente ed in presenza di minime differenze di pressione fra l’atmosfera ambiente e quella esterna, dell’aria calda carica di umidità può scorrere attraverso i canali dei giunti. Se quest’aria lungo il suo percorso attraverso il giunto viene a contatto con superfici più fredde, può essere raffreddata fino ad una temperatura inferiore al punto di rugiada. All’interno del giunto può quindi verificarsi un’estesa formazione di condensa con pericolose ripercussioni sullo stato della muratura in prossimità del telaio. Per tale motivo, l’aria e l’umidità dell’ambiente abitativo non devono penetrare nella struttura del giunto, così da evitare la formazione della condensa nelle zone in cui la temperatura è inferiore al punto di rugiada. In altre parole, la struttura della fuga deve avere una tenuta maggiore sul lato ambiente e deve essere più permeabile al vapore verso l’esterno, in modo che l’umidità eventualmente penetrata nel giunto possa fuoriuscire esternamente. Si deve quindi applicare il seguente criterio: “per evitare il ristagno di umidità nel giunto di raccordo, la tenuta dello stesso deve essere sempre maggiore all’interno rispetto all’esterno”. Ovviamente, deve essere garantita la tenuta alla pioggia battente in corrispondenza del piano di protezione atmosferica.

Sistemi di ermetizzazione del giunto

La scelta del tipo di sigillante più idoneo al sistema di infisso deve essere fatta già nella fase di progettazione, tenendo conto dei requisiti costruttivi.

I sigillanti devono presentare una sufficiente adesione alla superficie dei fianchi del giunto come previsto dalle normative (DIN 52 460) in modo da poter assecondare e compensare i movimenti di compressione, dilatazione e taglio senza perdere la funzione di tenuta. Di particolare importanza è la resistenza all’invecchiamento del sigillante in presenza di condizioni climatiche e influssi atmosferici normali. Le proprietà del sigillante devono infatti rimanere inalterate negli anni. Per

garantire la funzionalità dei giunti sigillati, anche i giunti di raccordo dovrebbero rientrare nel programma di manutenzione e riparazione ordinaria degli infissi.

La tabella 7 ha come obiettivo quello di agevolare l'operazione di scelta del sigillante, anche da parte di utenza priva di competenze specifiche, e, al contempo, di fornire delle indicazioni per potersi orientare facilmente tra i vari prodotti presenti sul mercato. Le informazioni contenute sono da considerarsi a titolo indicativo e non sono da considerarsi sostitutive ad un confronto tecnico con i produttori.

Tabella 7: compatibilità delle diverse tipologie di sigillanti ai diversi substrati

Tipo di supporto	Tipo di sigillante
Alluminio/Alluminio	Siliconico acetico (se alluminio anodizzato) Siliconico neutro (se alluminio verniciato) Poliuretano Butilico MS Polimer
Alluminio/Vetro	Siliconico acetico (se alluminio anodizzato) Siliconico neutro Poliuretano Polisolfurico MS Polimer
Alluminio/Muro (mattoni, CLS)	Siliconico neutro Poliuretano Polisolfurico Acrilico MS Polimer
Vetro/Vetro	Siliconico acetico (se vetro senza coating) Siliconico neutro (se vetro con coating) Poliuretano Polisolfurico
Vetro/Legno	Siliconico neutro Acrilico (se legno non verniciato) Poliuretano Polisolfurico MS Polimer
Materie plastiche	Siliconico neutro Poliuretano MS Polimer
Pietre naturali (marmi, graniti, ecc.)	Siliconico neutro specifico MS Polimer Altri sigillanti: solo se dichiarati compatibili dal produttore
Rame – Ottone – Lamiere Zincate/Verniciate	Siliconico neutro Poliuretano se protetto dagli UV MS Polimer
Acciaio – Acciaio	Siliconico acetico Siliconico neutro Poliuretano Polisolfurico Butilico MS Polimer
Muro (mattoni, CLS) / Muro (mattoni, CLS)	Siliconico neutro Poliuretano Polisolfurico Acrilico MS Polimer

Sigillanti siliconici

- Hanno un impiego praticamente universale, purché si scelga il prodotto ideale ad ogni uso specifico consultando il produttore. I siliconi a base neutra sono da preferire alle altre tipologie di polimerizzazione, in quanto i composti volatili prodotti durante l'uso possono dare luogo ad aggressione chimica delle superfici dei profili del serramento e dei componenti della ferramenta.
- Se si usano sigillanti al silicone, le superfici di aderenza devono presentare una resistenza a trazione particolarmente elevata. In conseguenza di ciò, la diretta applicazione di sigillanti siliconici su superfici intonacate, data la scarsa resistenza a trazione dell'intonaco, compromette la durevole tenuta della fuga, provocando, di solito, crepe nell'intonaco e perdita dell'ermeticità della stessa.
- Tutti i sigillanti siliconici possiedono un'eccezionale resistenza all'invecchiamento, ai raggi UV e ai prodotti chimici. Non sono praticamente sensibili alle variazioni di temperatura e mantengono le caratteristiche di funzionalità tra i -40°C e i +160°C. Regolando opportunamente la formulazione è possibile ottenere una resistenza al calore fino a 300°C

Sigillanti acrilici

- Vengono impiegati soprattutto sigillanti acrilici a dispersione; quelli a solvente sono difficili da levigare e di solito bisogna scaldarli per l'impiego.
- I sigillanti acrilici a dispersione sono sensibili all'acqua; i metodi di impiego e le fasi di lavorazione devono essere programmate con il fabbricante.
- La temperatura di lavorazione dovrebbe comunque essere superiore a 0°C per impedire la cristallizzazione della molecola d'acqua presente nel prodotto.

Sigillanti polisolfuri e poliuretani

- Questi materiali vengono impiegati raramente per l'ermetizzazione delle fughe di raccordo tra finestra e muratura. Comunque, i metodi di utilizzo e le fasi di lavorazione vanno sempre programmate con il fornitore.

Il primer

Costituisce un "ponte" di collegamento chimico, che consente di realizzare un'efficace adesione di un determinato tipo di sigillante a superfici di diversa natura. Il collegamento avviene per via chimica e per via fisica, a seconda della formulazione del primer e del sigillante nonché del materiale delle superfici di applicazione.

Dimensionamento del giunto

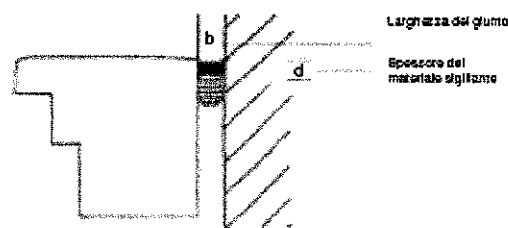
In fase di progettazione e di disposizione e dimensionamento dei giunti è necessario rispettare e tenere conto della deformazione totale ammessa per il sigillante previsto. A questo proposito è decisiva l'influenza esercitata dal coefficiente di dilatazione degli elementi strutturali adiacenti, poiché tutti i materiali costruttivi subiscono variazioni dimensionali al variare della temperatura. In presenza di normali variazioni climatiche nell'arco delle 24 ore, questi movimenti di allungamento e compressione sono minimi, ma, se visti nell'arco di 1 anno, diventano rilevanti a causa delle

variazioni di temperatura tra estate ed inverno. Tali movimenti devono essere compensati dal sigillante, senza che questo comprometta la funzione di tenuta del giunto.

La geometria del giunto di tenuta:

Per ottenere una geometria dello strato di sigillante con sezione ridotta al centro e maggiorata nella zona dei supporti, è necessario applicare il prodotto utilizzando una base di riempimento. Il materiale di riempimento del giunto dovrà essere costituito da un cordolo espanso non assorbente in PE a celle chiuse, che permetta di ottenere una proporzione delle dimensioni come indicato nell'immagine ($d=0.5 b$). Ovvero: lo spessore è uguale alla metà della larghezza del giunto.

Figura 22: esempio di spessore di riempimento

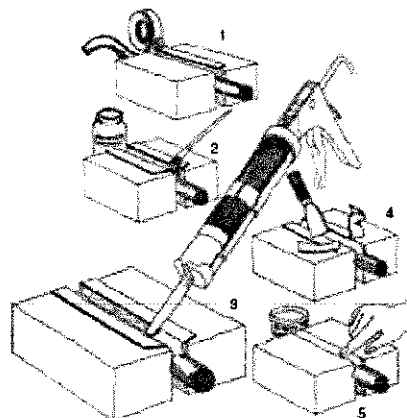


In caso di movimento di dilatazione della fuga, nel punto più sottile del sigillante la resistenza è minima ed è proprio qui che avviene la dilatazione del materiale; i fianchi del giunto collegati alla muratura ed al serramento vengono invece sollecitati in misura minore e quindi salvaguardati dalla rottura.

Applicazione dei sigillanti

Per l'applicazione dei sigillanti nei giunti di raccordo si devono seguire le istruzioni del fornitore del prodotto. Nella figura sono rappresentate tutte le operazioni più importanti da compiere durante la sigillatura che deve essere effettuata in condizioni di pulizia accurata della fuga da ermetizzare.

Figura 23: esempio di operazioni di sigillatura



Il grado di riempimento della fuga

L'isolamento del giunto di raccordo è indispensabile ai fini della protezione contro la formazione di condensa e contro i rumori provenienti dall'esterno. In particolare, per garantire una temperatura sufficientemente elevata in corrispondenza della superficie interna del raccordo e scongiurare la formazione della condensa, è necessario provvedere a tamponare efficacemente la fuga con materiale termicamente isolante. Un fattore molto importante da tenere in considerazione nella fase di isolamento del giunto è rappresentato dal grado di riempimento, che può influenzare il comportamento termico della connessione muro-telaio. In particolare, il fenomeno della formazione della condensa può essere controllato in maniera efficace come illustrato di seguito. Nell'immagine e nelle descrizioni qui riportate viene rappresentato l'andamento della temperatura superficiale sul lato interno del giunto per vari gradi di riempimento della fuga:

- **riempimento totale:** il completo riempimento della fuga con materiale termoisolante risulta efficace per la protezione contro la formazione di condensa e l'infiltrazione dei rumori;
- **assenza di riempimento:** nel caso di mancanza assoluta di isolamento si può dare per scontata la formazione di condensa nel punto di raccordo con la parete, oltre alla forte perdita di proprietà acustiche della realizzazione;
- **riempimento parziale:** la configurazione con riempimento parziale del giunto rappresenta una situazione al limite per quanto riguarda la formazione di condensa ed esibisce scarsi livelli di isolamento acustico.

I materiali isolanti ed il loro utilizzo

Lo spazio fra il telaio fisso e il controtelaio può essere riempito con prodotti naturali con caratteristiche isolanti, come ad esempio la lana minerale o il sughero oppure resine espanse, o ancora, con materiali schiumosi. Nella maggior parte dei casi si utilizzano schiume poliretaniche monocomponente confezionate in bombole sotto pressione. Premendo l'erogatore fuoriesce una massa schiumosa che reagendo con l'umidità dell'aria indurisce con aumento di volume perdendo la sua appiccicosità iniziale e trasformandosi in una schiuma semirigida, impermeabile ed adesiva. La schiuma indurita può essere tagliata, forata, carteggiata, verniciata, intonacata.

Sul mercato sono disponibili un gran numero di prodotti che hanno caratteristiche molto varie (per esempio tempi di indurimento più rapidi, classe di infiammabilità diversa, diversi valori di resistenza a trazione ecc.) e che garantiscono prestazioni diverse. Alcune dopo circa 5 minuti garantiscono la formazione del film superficiale e dopo circa 20 minuti, alle medesime condizioni ambientali, garantiscono l'indurimento e pertanto lavorabilità.

Anche i sistemi di applicazione sono di vario tipo, ma generalmente si utilizzano pistole apposite da avvitare su bombole usa e getta. Prima dell'applicazione è opportuno pulire con cura i vuoti da riempire (eliminare residui di olio, di grasso, polveri e residui di lavorazione) e nella maggior parte dei casi per favorire l'indurimento ed una maggiore adesione è possibile inumidire il substrato e la schiuma appena applicata; visto comunque il gran numero di prodotti è di fondamentale importanza seguire le istruzioni fornite dal produttore.

Il grado di riempimento delle cavità deve essere in funzione della postespansione della schiuma. Dopo l'indurimento le eventuali bordature possono essere tagliate con un taglierino. E' necessario prestare attenzione a non sporcare il serramento o altre parti e, in caso procedere immediatamente alla pulizia, in quanto la schiuma indurita è asportabile solo meccanicamente (per esempio raschiando o smerigliando).

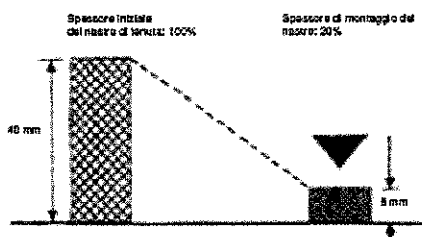
Se si utilizzano schiume monocomponenti bisogna fare attenzione, particolarmente per gli elementi grandi, che attraverso l'influsso dell'umidità non abbiano luogo a reazioni della schiuma stessa; questo pericolo non sussiste per schiume a due componenti. E' necessario inoltre evitare trabocchi di schiuma su superfici che in seguito dovranno essere ricoperte con impermeabilizzanti.

Eventuali copribili od altri elementi devono essere montati solamente ad essiccamento completo della schiuma al fine di evitare che l'espansione della stessa, non ancora completa, porti alla deformazione, anche minima, dei telai.

I nastri di tenuta precompressi

Questi prodotti sono costituiti da materiale espanso morbido impregnato e vengono forniti in condizioni fortemente precomprese. Esistono varie tipologie in commercio, a seconda dell'uso previsto e della casa produttrice. Essi, contrariamente ai sigillanti ad iniezione, esercitano sulle superfici di aderenza solo sollecitazioni in compressione e non le (pericolose) sollecitazioni in trazione. I nastri precompressi possono adattarsi a superfici con ruvidità fino a 3 mm, assicurando la perfetta chiusura a tenuta della fuga. La tenuta della guarnizione contro acqua, vapore e rumore dipende dal suo grado di compressione e dalla larghezza; quanto maggiori sono il grado di compressione e la larghezza della guarnizione, tanto maggiore è la tenuta. Questa caratteristica deve essere considerata in fase di progettazione del giunto. Il grado di compressione del nastro rappresenta il rapporto tra lo spessore del nastro compresso e quello allo stato iniziale. Ad esempio: se un nastro con uno spessore iniziale di 40 mm viene compresso ad 8 mm, si dice che il grado di compressione del nastro è del 20%, come indicato nella figura.

Figura 24: esempio di grado di compressione del nastro



Importante è il "ritorno" della guarnizione in relazione alla temperatura di utilizzo, cioè la velocità con cui la guarnizione riprende lo spessore nominale partendo dallo spessore di fornitura (vedi schema). Per tale ragione la guarnizione va opportunamente "preparata" in relazione alle condizioni atmosferiche presenti.

Nelle giornate fredde è conveniente riscaldare la guarnizione prima di inserirla, mentre nelle giornate calde sarà necessario raffreddarla.

Le sigillature realizzate con nastri di tenuta in espanso impregnato possono assicurare perfetta tenuta all'acqua del giunto. I nastri di tenuta non assicurano, tuttavia, la tenuta ermetica all'aria ed al vapore acqueo. Tali indicazioni devono essere tenute in considerazione all'atto della realizzazione del giunto.

Tabella 8: tempo di ritorno dello spessore del nastro

Temperatura (°C)	Tempo di ritorno dallo spessore fornito al nominale
+ 23	Circa 1 ora
+ 15	Circa 10 ore
+2	Circa 200 ore
< 0	Nessun ritorno accettabile

Tabella 9: nastri di tenuta maggiormente diffusi

Denominazione commerciale	Produttore	Tipo di espanso
Copriband	Chemiefac	Poliuretano
Fac-Band	Chemiefac	Poliuretano
Hannoband	Hannowerk	Poliuretano/Poliestere
Illmod Band	Illbruck	Poliuretano
O.C. Form	Odenwald Chemie	Poliuretano/Poliestere
Teasamoll 51130	Beiersdorf AG	Poliuretano/Poliestere
Würth Band	Würth	Poliuretano/Poliestere
Etc.		

La larghezza del giunto

La larghezza della fuga viene determinata sulla base delle variazioni dimensionali dei profili del telaio causate dai mutamenti della temperatura durante il periodo di utilizzo.

Nelle tabelle 10 e 11 vengono indicate le larghezze minime delle fughe: la larghezza minima è stata calcolata in modo tale che la deformazione complessiva dovuta alle dilatazioni ed alle contrazioni dei profili non superi il limite di dilatazione o contrazione del sigillante utilizzato.

Tabella 10: larghezza minima b per i giunti chiusi con sigillante ad iniezione per una finestra in alluminio

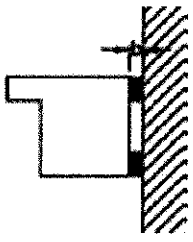
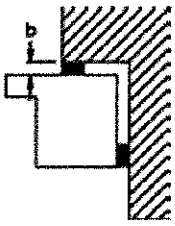
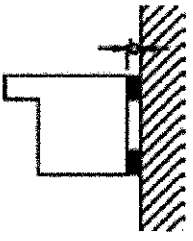
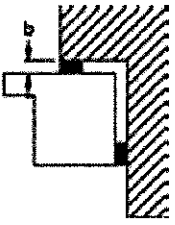
	Senza Battuta				Con Battuta		
							
Lunghezza dell'elemento	Fino a 1,5 m	Fino a 2,5 m	Fino a 3,5 m	Fino a 4,5 m	Fino a 2,5 m	Fino a 3,5 m	Fino a 4,5 m
Larghezza minima b della fuga	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	10 mm	10 mm	15 mm

Tabella 11: larghezza minima b per i giunti chiusi con guarnizione precomprese per una finestra in alluminio

	Senza Battuta				Con Battuta		
							
Lunghezza dell'elemento	Fino a 1,5 m	Fino a 2,5 m	Fino a 3,5 m	Fino a 4,5 m	Fino a 2,5 m	Fino a 3,5 m	Fino a 4,5 m
Larghezza minima b della fuga	8 mm	8 mm	10 mm	10 mm	8 mm	8 mm	8 mm

Compatibilità dei materiali

Spesso la posa del serramento a contatto con materiali non idonei ne provoca il prematuro danneggiamento che può essere evitato prestando attenzione al contatto di materiali diversi nelle fasi di installazione.

In particolare il posatore deve provvedere affinché:

- non ci sia contatto diretto del serramento con la muratura fresca o con il massetto
- la continuità dello strato coibente fra muro e serramento deve evitare i ponti termici e minimizzare i fenomeni di condensa.

In ogni caso occorre evidenziare al costruttore che le opere murarie, a seguito dell'azione degli agenti atmosferici, non provochino infiltrazioni di acqua e non trasferiscano umidità al serramento. Nella tabella seguente sono state riportate le principali problematiche che si possono presentare nella posa dei serramenti.

Tabella 12: cause di corrosione e raccomandazioni al fine di evitarla

Problematiche	Cause	Note e Raccomandazioni
Corrosione per contatto con malte cementizie.	Alcalinità delle malte.	E' doveroso effettuare un'accurata e idonea protezione o isolamento delle superfici interessate.
Corrosione per contatto con strutture metalliche	Può capitare di dover sistemare i serramenti su una struttura metallica, per esempio in carpenteria di ferro; in tali circostanze è possibile che si verifichino dei fenomeni di corrosione galvanica se non si prendono gli opportuni provvedimenti. Le condizioni più sfavorevoli si manifestano quando l'area di contatto fra i due metalli è molto piccola.	Per evitare tali inconvenienti, isolare fra loro i metalli diversi, nelle tavole allegate sono riportati numerosi esempi di corrette operazioni di posa dei serramenti utili ad eliminare, o quando meno ridurre fortemente i rischi di corrosione da contatto.
Effetti corrosivi per la presenza di correnti indotte	Non idonea messa a tessa delle parti metalliche dei serramenti	Solo con una messa terra adeguata della struttura metallica è possibile evitare tutti quei problemi legati alla presenza di correnti indotte.

Da quanto sopra emerge la necessità di analizzare correttamente tutte le operazioni di posa, partendo proprio dal muro. In base ad una serie di ricerche condotte, l'alluminio a contatto con malte cementizie, a forte carattere alcalino, subisce un attacco iniziale a cui segue la formazione di un film di idrato di Ca e di Al che arresta il propagarsi dell'alterazione.

Il contatto con metalli a potenziale relativo positivo, in presenza ovviamente di un elettrolita, è molto pericoloso per le leghe di alluminio in quanto può provocare su di esse fenomeni corrosivi più o meno marcati. Occorre però aggiungere che questa teoria può non trovare riscontro nella pratica applicativa; se consideriamo infatti l'acciaio inox nelle condizioni ambientali più comuni, la differenza di potenziale rispetto all'alluminio diventa praticamente nulla per effetto di un naturale effetto di passivazione che si genera su entrambe le superfici dei due metalli.

Movimento del giunto di raccordo

Nel caso di vani di finestre con ampie luci, elementi strutturali aggettanti, ecc., si dovranno richiedere all'ufficio progetti informazioni sugli eventuali movimenti dell'edificio nella zona di raccordo.

La dilatazione lineare di una barra è calcolata con la seguente formula:

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta T \cdot l$$

dove

Δl dilatazione lineare di una barra in mm./m.

l lunghezza della barra in m.

α coefficiente di dilatazione termica in W/m²K

ΔT differenza di temperatura in K

Tenendo conto dei risultati delle ricerche sui movimenti lineari effettivi, nel giunto di raccordo si dovranno calcolare le seguenti variazioni dovute alla temperatura, prendendo in esame le lunghezze dei rispettivi telai:

$$\Delta l = l \cdot \epsilon$$

Il valore di dilatazione lineare dei profilati della finestra (ϵ) corrisponde a 1,3 mm./m. nel caso di profilato in alluminio termoisolato scuro, mentre nel termoisolato chiaro sarà uguale a 1,2 mm./m. Tali valori servono come base per il dimensionamento dei giunti di dilatazione (es. giunti verticali di davanzali di finestra) e delle sezioni dei sigillanti da impiegare per i giunti di raccordo.

Le tolleranze per gli scostamenti dalla perpendicolare e dall'orizzontale sono pari a 1,5 mm./m. per elementi di lunghezza fino a 3 m., comunque non superiori a 3 mm. Per elementi di dimensioni maggiori e per finestre a nastro, le tolleranze non devono pregiudicare la funzionalità e l'estetica.

ALTRE TIPOLOGIE E SOLUZIONI

Davanzali esterni in alluminio

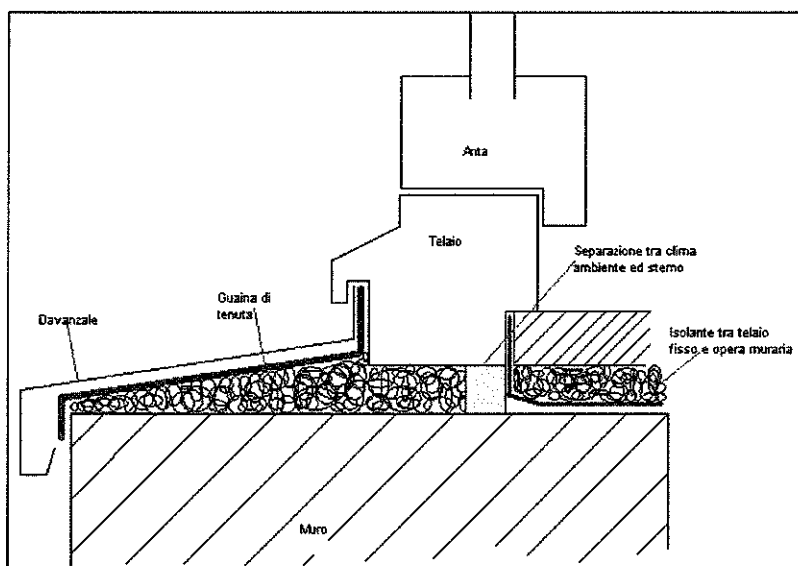
I davanzali delle finestre devono essere realizzati in modo da consentire un drenaggio della condensa verso l'esterno attraverso la facciata ed impedirne l'infiltrazione all'interno dell'edificio. Lo scarico deve avvenire in modo da sporcare il meno possibile la facciata dell'edificio. Di norma nei vani finestra singoli, il piano di protezione alla pioggia è costituito dal davanzale in alluminio.

Nelle finestre a nastro, che presuppongono l'esistenza di giunti di dilatazione nel davanzale, e quando si verificano movimenti di una certa rilevanza, questo piano di sigillatura è spesso attribuito alla lamiera sottostante.

Le guaine di tenuta applicate sotto i davanzali esterni possono assolvere la funzione loro assegnata se gli angoli hanno i bordi rialzati ed impediscono così la penetrazione di acqua nell'edificio.

La figura 25 illustra un esempio di applicazione di guaina di tenuta.

Figura 25: guaina di tenuta sotto il davanzale in alluminio della finestra.



Se non altrimenti convenuto, l'inclinazione del davanzale della finestra non deve essere inferiore ai 5°.

La sporgenza del gocciolatoio rispetto allo spigolo anteriore della facciata finita deve essere di circa 30-40 mm. Non deve comunque essere inferiore a 20 mm.

I davanzali delle finestre devono essere fissati al telaio fisso in modo da garantire sufficiente stabilità e impermeabilità alla condensa. Dovranno essere assicurate sufficienti possibilità di dilatazione lineare dovute a variazioni di temperatura. In caso di sporgenza maggiore di 150 mm. È necessario prevedere un fissaggio supplementare alla struttura muraria.

È necessario isolare lo spazio tra telaio fisso e opera muraria. Nel caso di muro a più intercapedini, l'isolamento dovrà essere realizzato tenendo conto del perno di isolamento.

In presenza di una sollecitazione estrema da pioggia battente (grattacieli) si dovranno prevedere delle misure supplementari di impermeabilizzazione contro la penetrazione dell'acqua.

I davanzali in alluminio devono prevedere un giunto di dilatazione ogni 3000 mm. I sottogiunti dovranno essere eseguiti in modo da evitare il più possibile scricchiolii causati da dilatazione lineari. Essi dovranno essere progettati in modo da consentire lo scarico verso l'esterno della condensa.

Struttura con avvolgibili e veneziane

Avvolgibili e veneziane sono strutture indipendenti rispetto alla finestra. Pertanto i particolare relativi alla loro installazione non costituiscono un argomento del presente testo.

Tuttavia in fase di progettazione della finestra e dei relativi raccordi all'opera muraria occorre tener conto di questi componenti.

Nelle finestre con avvolgibili, di norma i piani di protezione antivento ne di separazione tra clima ambiente ed esterno coincidono.

Un punto particolarmente critico e che può causare danni è la tenuta contro la pioggia battente dell'estremità inferiore delle guide di scorrimento per avvolgibili. E' indispensabile quindi un accurata progettazione in rapporto con il davanzale esterno.

Spazio per i dispositivi di manovra

Nella progettazione del raccordo tra finestra ed opera muraria occorre tener conto di uno spazio sufficiente per l'eventuale comando dell'avvolgibile o della tenda da sole (cinghia, manovella, ecc.).

La messa a terra

In termini generali la messa a terra di serramenti metallici realizzati sia con profili a taglio termico che freddi, può essere considerata principalmente per tre fattori:

- 1) Protezione dalle scariche atmosferiche.
- 2) Protezione in caso di rottura di apparecchi elettrici eventualmente in contatto con i serramenti.
- 3) Protezione dall'accumulo di elettricità statica.

L'obbligatorietà sussiste solamente per alcune tipologie di edifici ed è legata alla protezione delle scariche atmosferiche nei confronti dell'edificio nella sua interezza (rif. DPR del 27/04/1995, n.547 – Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro).

E' inoltre opportuno sottolineare che eventuali guasti di apparecchi elettrici integrati nel serramento (rottura del cavo di alimentazione, deterioramento dell'isolamento elettrico) possono mettere in tensione i telai mobili e fissi. In tal caso è consigliabile collegare l'intero serramento all'impianto di messa a terra dell'edificio.

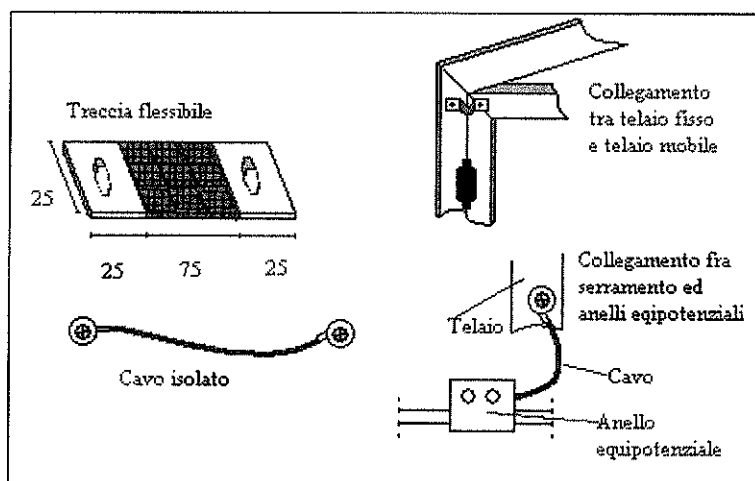
Poiché al serramentista non sono richieste competenze in merito al settore elettrico, generalmente ha solamente l'onere della predisposizione al collegamento tra il serramento e l'anello equipotenziale che sarà poi effettuato dal tecnico abilitato legge 46/90.

Particolare cura dovrà essere prestata alle connessioni equipotenziali al fine di evitare fenomeni di corrosione che possano ridurre o minare l'efficienza dei connettori i quali dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici ed eventualmente protetti in modo idoneo.

Ricordiamo che i connettori elettrici all'impianto di messa a terra dell'edificio dovranno avere le sezioni minime (indicative a seconda del materiale impiegato):

- rame: 16 mm²
- acciaio zincato: 25 mm²
- alluminio: 32 mm².

Figura 5: esempi di connettori e loro applicazione



MOVIMENTAZIONE E COLLAUDO DEL SERRAMENTO

Imballaggio

E' necessario proteggere i componenti durante le fasi di trasporto e movimentazione. Per controtelai d'acciaio, anche se spediti già costruiti, non sono necessarie particolari precauzioni oltre che l'evitare eccessivi attriti e sfregamenti durante il trasporto che ne possano intaccare la protezione superficiale.

Per gli infissi è necessario proteggere tutte le parti sporgenti, come maniglie, cerniere, ecc. poiché, appunto per la loro sporgenza, possono subire o arrecare i maggiori danni. Devono anche essere protetti gli angoli, parte più soggetta ad urti durante le manovre.

In merito ai materiali da utilizzarsi devono essere scelti in funzione al tipo di serramento, il tipo e le modalità di trasporto ed alla distanza del cantiere dal luogo di produzione. Generalmente i materiali più utilizzati sono: la carta crespata in rotoli, il cartone ondulato, i fogli di politene con bollicine d'aria, i fogli e listelli in polistirolo, il nastro adesivo, il legno tenero ecc. Per la protezione dalle intemperie è consigliabile utilizzare materiali impermeabili come fogli di politene di dimensioni adeguate.

Carico e scarico

Benché siano operazioni semplici è necessaria la massima attenzione ed una certa competenza. Occorre infatti muovere i serramenti mantenendoli possibilmente verticali e utilizzando punti di presa vicini agli angoli in quanto sono la parte più robusta dei telai e si evitano flessioni degli stessi oppure la rottura delle detrazioni. E' necessario inoltre che vengano depositati a terra o sul pianale del mezzo di trasporto con la massima attenzione per evitare ammaccature delle alette perimetrali, degli angoli o delle detrazioni se già inserite.

In alcuni casi, per esempio quando si utilizzano vetri spessi e ben fissati, è possibile sollevare l'intero serramento attraverso l'applicazione di ventose sui vetri.

Trasporto

Durante il trasporto i serramenti devono essere in posizione verticale (assolutamente indispensabile se già vetrati) per far sì che tutte le sollecitazioni avvengano nel senso verticale che è quello previsto di impiego, devono inoltre essere posti con asse parallelo a quello di marcia del veicolo per evitare, nel caso di brusche variazioni di velocità, rotture di vetri e movimenti pericolosi. E' necessario interporre fra i telai e fra questi ultimi e le parti interne del mezzo, materiale sufficiente rigido da evitare il contatto diretto che porterebbe a forti sfregamenti che danneggerebbero le superfici. Per un trasporto senza danni è importante rendere i serramenti il più possibile solidali con il veicolo, attraverso mezzi opposti, considerando, oltre agli scorrimenti nel senso di marcia, anche quelli trasversali, che possono essere molto importanti nel caso si debbano percorrere strade con molte curve come quelle di montagna.

Consegna in cantiere

Effettuare la posa in opera di serramenti significa inserire una specifica attività all'interno di un complesso di fasi lavorative comportando inevitabili problemi di coordinamento. Per evitare questi

ultimi è bene, oltre a richiedere il benessere per la consegna, accertarsi che in cantiere sussistano le condizioni necessarie per effettuare nel migliore dei modi le operazioni di posa in opera. E' opportuno, inoltre, informarsi se tutte le lavorazioni precedenti alla posa dei serramenti siano state terminate o se vi siano dei ritardi in cantiere, al fine di evitare viaggi inutili e di lasciare stoccati per lungo tempo gli infissi in cantiere. E' inoltre importante verificare se vi sia già presente personale di altre aziende che possa interferire con le lavorazioni, tipicamente, nel caso delle finestre, manovalanza impegnata nella posa di cassonetti e di avvolgibili.

Prima di effettuare la spedizione è bene controllare che siano già disponibili i locali per il deposito o magazzino ed avvertire l'impresa o la direzione lavori affinché predisponga il personale addetto allo scarico, se di loro competenza, ed alla distribuzione ai piani di posa in opera.

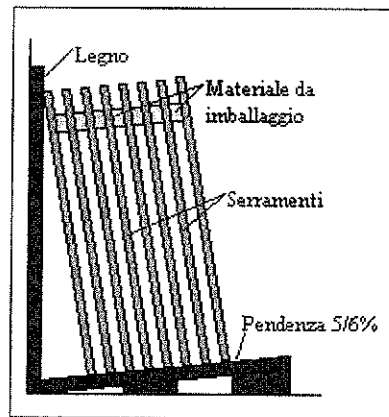
Il problema della distribuzione del materiale ai piani, infatti, presenta diversi aspetti logistici (variabili da cantiere a cantiere) che è utile approfondire:

- 1) La distribuzione ai piani, effettuata al momento della consegna, è più facile in quanto sono già disponibili le maestranze dell'impresa per lo scarico ed il deposito. Inoltre è facile che sia ancora disponibile la gru per il sollevamento.
- 2) Effettuare la distribuzione in un secondo tempo può presentare problemi poiché quando il cantiere è verso la fine, cioè durante le opere di finitura, può esserci minore disponibilità di manovalanza; inoltre, quella disponibile, è richiesta e contesa dalle varie ditte che effettuano le finiture e che, come il serramentista, hanno escluso dalla loro fornitura la manovalanza stessa. Altra considerazione può riguardare il sollevamento ai piani. Infatti in molti casi, se la gru è a nolo, viene rimossa al termine delle opere edili e quindi in fase di finitura potrebbe non essere più disponibile. In questa ipotesi occorre pensare ai tempi e quindi ai costi per portare i serramenti ai piani.
- 3) In un cantiere risulta più facile avere a disposizione un unico locale di deposito (con possibilità di chiuderlo) che non uno ad ogni piano per cui la distribuzione fatta al momento della consegna può essere valida se seguita immediatamente dalla posa in opera al fine di non lasciare per molto tempo infissi incustoditi.

In ogni caso per poter ottenere che venga effettuata una corretta distribuzione ai piani, è indispensabile che i serramenti siano contrassegnati in modo chiaro e leggibile, in modo tale che anche il personale non qualificato sa in grado, senza consultare disegni e piante, di procedere alla distribuzione.

In merito allo stoccaggio i serramenti devono essere collocati in verticale, sopra a tavole o listelli di legno, in modo tale da risultare sollevati dal pavimento, devono essere appoggiati ad una parete (non a colonne o pilastri), fra di essi e fra questi ultimi e la parete devono inserirsi, nelle posizioni di maggiore resistenza, spessori in legno o materiale similare; nel caso debbano rimanere depositati per lunghi periodi è opportuno ripararli dalla polvere coprendoli con un telo, avendo l'accortezza di lasciare una ventilazione adeguata. Oltre al locale chiuso contenente i serramenti sarebbe utile disporre di un ulteriore spazio chiuso dove poter deporre, nelle apposite cassette, tutti gli utensili e le attrezzature necessarie, per far sì che non vengano danneggiate o che vengano asportate.

Figura 25: stoccaggio in cantiere



Mezzi ed operatori necessari

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera è opportuno verificare che, nel luogo di posa, l'illuminazione sia sufficiente, oppure se siano necessarie lampade e che vi sia la presenza di energia elettrica.

Nel caso si debbano effettuare operazioni all'esterno verificare precedentemente che vi siano ancora presenti i ponteggi (la richiesta di utilizzo dei ponteggi andrà comunque indicata in capitolato).

Verificare che vi sia la presenza di manovalanza dell'impresa che ha il compito di fornire l'aiuto necessario alla posa in opera. In linea di massima (salvo diverse indicazioni presenti in capitolato) tale aiuto dovrebbe consistere nella movimentazione e nel deposito al piano, nella sistemazione dei ponteggi interni, nell'aiuto nel sollevamento del serramento e per l'inserimento nel vano, la tenuta in posizione, nonché nelle operazioni di disimballaggio e pulizia finale.

Collaudo e consegna

Generalmente questa operazione è duplice, effettuata da una parte del serramentista come controllo finale del lavoro effettuato, dall'altra da parte del committente, attraverso la direzione lavori (se presente), al fine di verificare la corretta posa in opera e la rispondenza della fornitura al capitolato. Il collaudo è sostanzialmente la procedura con la quale viene dichiarata conclusa la fornitura stessa e che consente di sbloccare l'ultima parte dei pagamenti e le eventuali cauzioni. Il termine collaudo può significare solo un controllo visivo e la verifica della corretta manovra di apertura/chiusura di qualche serramento preso a campione, oppure può implicare l'esecuzione di prove di permeabilità all'aria e tenuta all'acqua in opera (se richieste contrattualmente).

Dopo aver concluso il controllo dei serramenti ed aver effettuato eventuali opere di completamento e/o sostituzione può avvenire la consegna finale della fornitura al committente (a seguito di una prima visita di collaudo che le ha prescritte entro un determinato periodo di tempo).

Il committente (e per esso il direttore dei lavori se presente) predispone un apposito verbale di ultimazione e accettazione delle opere che conclude il rapporto e gli obblighi derivati dalla fornitura. In sede di collaudo si procede anche alla verifica delle quantità effettivamente eseguite e quindi utili al fine di una fatturazione finale.

Nel caso di fornitura effettuata con pagamento riferito alle dimensioni (superficie, lunghezza ecc.) vengono anche rilevate le dimensioni utili ai fini della fatturazione finale.

Le operazioni di collaudo di opere pubbliche sono disciplinate dal D.P.R. del 21/12/1999 n, 554 – Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 Febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni. Per una conoscenza approfondita di tutte le operazioni da eseguirsi si rimanda alla lettura completa della disposizione legislativa citata,

IL POSATORE E LA COMUNICAZIONE AZIENDALE

All'interno dell'intero processo di vendita del serramento che ha inizio con il contatto con il venditore, la visita alla show room, la scelta dei particolari costruttivi del prodotto e si definisce con l'accordo economico, la fase che il cliente finale ricorda maggiormente è rappresentata dall'operazione di installazione del manufatto. Per la sua lunga durata rispetto alle altre fasi, l'intervento del posatore costituisce l'operazione determinante nel rapporto di fornitura ed è in grado di influenzarne la riuscita, sia per la qualità del lavoro che per l'aspetto di "comunicazione aziendale". L'importanza della figura del posatore nel processo di vendita è maggiormente rafforzata dal fatto che a lui è affidata anche l'operazione di "chiusura dei lavori del cantiere" che deve avvenire necessariamente con la massima soddisfazione del cliente. Qui analizziamo due differenti ambiti di posa del serramento con le principali prerogative che li caratterizzano.

La posa nell'ambito della cantieristica

Per quanto riguarda la buona riuscita dell'attività in questo ambito sono essenziali due fattori.

• *Abilità e capacità professionale nell'operare:*

- competenza ed esperienza nelle fasi di messa in bolla, fissaggio, sigillatura, isolamento, regolazione, ecc.

• *Rispetto delle tempistiche:*

- esecuzione delle operazioni necessarie, senza perdite di tempo.

La posa nell'ambito del privato

L'installazione del serramento in casa privata implica una grossa mole di lavoro del posatore a contatto con il cliente. Per tale motivo, oltre all'abilità tecnica è di grande importanza la capacità di comunicare positivamente seguendo regole comportamentali basilari.

Il cliente valuta l'abilità tecnica dell'operatore sulla base di tre fattori.

• *Attrezzatura tecnica completa:*

- valigie con attrezzature perfettamente fornite;
- strumenti di misura e di lavoro funzionanti ed in buono stato;
- avvitatori di nuova generazione, ecc.

• *Conoscenza approfondita di ogni dettaglio tecnico:*

- tecniche di produzione ed assemblaggio del serramento;
- caratteristiche prestazionali dell'infixo;
- sistemi di chiusura;
- tipologie di vetrate utilizzate, ecc.

• *Scrupolosa precisione in ogni fase del lavoro:*

- pulizia del falso telaio;
- verifica dell'allineamento e del piombo;
- ancoraggio;
- sigillatura;

- montaggio dei copribili;
- regolazione, ecc.

La professionalità del posatore è percepita dal cliente soprattutto attraverso il “linguaggio verbale e non verbale” che il posatore riesce ad esprimere. Ecco, in sintesi, le principali regole comportamentali alle quali attenersi durante il processo di posa.

• *Cura della persona:*

- pulizia personale;
- camice o tuta da lavoro adatti, ecc.

• *Attenzione all’abitazione del cliente:*

- rispetto per l’ambiente in cui si opera;
- accurata pulizia al termine dei lavori;
- non fumare;
- relazioni tra i componenti della squadra di montaggio adeguate all’ambiente abitativo (linguaggio, volume della conversazione, ecc.).

• *Attenta informazione al cliente:*

- essere in grado di rispondere alle domande del cliente;
- rassicurare efficacemente il cliente per la scelta operata;
- essere consapevoli che con le informazioni date si è in grado di dare grandi benefici ai fini della soddisfazione del cliente, oppure si possono, al contrario, creare danni rilevanti.

• *Identificazione con l’azienda fornitrice:*

- consapevolezza che si sta rappresentando l’azienda fornitrice dei serramenti;
- sintonizzarsi con la politica di comunicazione dell’azienda o del rivenditore per il quale si opera;
- incrementare il livello di fedeltà per l’azienda o per il rivenditore.

• *Situazioni da evitare:*

- assoluto divieto di rivolgersi al cliente con frasi del tipo: “Io non so niente”, “Mi hanno detto di fare questo lavoro ma...”, “Ne parli con...”, che rischiano di compromettere l’immagine aziendale e di creare ansia per le scelte operate dal cliente.

TERMINOLOGIA

Finestra: elemento tecnico esterno con funzione principale di permettere la trasmissione dell'energia radiante, consentendo l'illuminazione ed eventualmente la visibilità attraverso, e di regolare la ventilazione degli ambienti interni dell'organismo edilizio.

Luce fissa: elemento tecnico esterno con funzione principale di permettere la trasmissione dell'energia radiante, consentendo l'illuminazione ed eventualmente la visibilità attraverso, ma non la ventilazione. Quando una luce fissa è abbinata ad una finestra si classifica secondo la posizione rispetto ad essa (superiore, inferiore, laterale).

Porta-finestra: elemento tecnico esterno con funzione principale di permettere sia la trasmissione dell'energia radiante, consentendo l'illuminazione ed eventualmente la visibilità attraverso, sia di permettere il passaggio di persone, animali e oggetti tra gli spazi interni e gli spazi esterni.

Porta: elemento tecnico la cui funzione principale è di consentire o impedire il passaggio di persone, animali, oggetti e/o altri elementi fisici tra spazi interni e/o esterni.

Imposta: elemento tecnico posto all'esterno del serramento, formato da un eventuale telaio fisso o da una o più ante, con rotazione su asse verticale laterale o con movimento a scorrere laterale o verticale.

Scurello: elemento tecnico posto all'interno del serramento, formato da una o più ante opache, con rotazione su asse verticale laterale, collegate al telaio dell'anta o al telaio fisso del serramento.

Avvolgibile: schermo posto all'esterno del serramento, composto da un telo, che scorre entro due guide laterali, da un rullo orizzontale superiore, sul quale si avvolge il telo e degli accessori di manovra.

NORME TECNICHE

- UNI 8369/1 Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia.
- UNI 8369/3 Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali.
- UNI 8369/4 Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi.
- UNI 8369/5 Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali ed infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni.
- UNI 8975 Edilizia. Serramenti esterni. Dimensioni di coordinazione.
- UNI 8370 Serramenti esterni – Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.
- UNI 9283 Edilizia – Accessori per finestre e porte-finestre – Classificazione e terminologia.
- EN 12216 Shutters, external blinds, internal blinds – Terminology, glossary, and definitions
- EN 12519 Porte e finestre – Terminologia.
- UNI 10818 Finestre, porte e schermi – Linee guida generali per la posa in opera.
- UNI EN ISO 10211-1 Definizione dei ponti termici.