

# Guida al rivestimento di facciata

## REQUISITI E PRESTAZIONI

I criteri da seguire nella scelta dei componenti di un rivestimento di facciata si basano su una serie di requisiti e prestazioni che il rivestimento dovrà soddisfare.

I requisiti possono essere così classificati, in funzione della loro finalità:

- Esigenze estetiche
- Esigenze di funzionalità
- Esigenze di sicurezza
- Esigenze di durabilità

### Esigenze estetiche

Vengono soddisfatte essenzialmente dalle prestazioni di **planarità**, uniformità d'aspetto e adattabilità dei pannelli.

La planarità è una caratteristica molto importante ai fini estetici. Sotto certe angolazioni di luce, infatti, anche piccolissime ondulazioni possono nuocere in maniera determinante. La planarità è elevata soprattutto nei pannelli irrigiditi e nei pannelli multistrato, che per il loro stesso concetto di fabbricazione sono detensionati. Tuttavia anche i pannelli monostra-



to, se di spessore correttamente dimensionato e se correttamente spianati al laminato, arrivano ad assicurare buone caratteristiche di planarità.

Assieme alla planarità, un'altra caratteristica di grande importanza ai fini estetici è la **uniformità di aspetto**, che è funzione dei seguenti parametri:

- omogeneità del colore;
- omogeneità della brillantezza (che non dovrebbe mai superare il 40% di gloss nella scala Gardner);
- assenza di difetti superficiali visibili (macchie, gobbe, imperfezioni, ecc.);
- omogeneità di insudiciamento (funzione della geometria del rivestimento e della protezione o del convogliamento dell'acqua meteorica).

L'**adattabilità**, infine, indica la capacità del pannello di adeguarsi ai formati, alla modularità e alle sagomature di progetto senza compromettere gli altri requisiti.

### Esigenze di funzionalità

A queste esigenze corrispondono una serie di prestazioni che presiedono al corretto funzionamento del sistema di rivestimento, e comprendono sia le **prestazioni funzionali** in termini di comportamento statico, sia le **prestazioni termocinetiche** del rivestimento.

Le prime si riferiscono al comportamento del sistema sotto l'effetto delle sollecitazioni dovute alla temperatura, all'irraggiamento solare, alla pioggia, al gelo, agli urti, al

vento e al peso, consentendo la messa a punto dei sistemi di sottostruttura e fissaggio più idonei e l'ottimizzazione degli elementi di rivestimento in termini di spessore, dimensioni e forme. Le prestazioni termocinetiche si riferiscono invece al comportamento in termini di isolamento, consentendo la messa a punto della geometria del sistema, della larghezza dell'intercapedine nel caso di facciata ventilata, dei materiali da rivestimento, dell'abbinamento con l'isolante termico più idoneo per raggiungere l'ottimizzazione del comportamento termico – sia in condizione invernale che estiva – e il controllo dei fenomeni di condensazione superficiale e interstiziale.

### Esigenze di sicurezza

Riguardano principalmente le prestazioni di **resistenza al fuoco**: ovviamente, i sistemi di rivestimento non devono alimentare la propagazione di un incendio.

Particolarmente critici da questo punto di vista sono i sistemi ad intercapedine ventilata, per la possibilità di propagazione del fuoco incontrollata favorita dall'effetto camino e alimentata dal carico di fuoco dell'isolante o del suo strato di copertura.



Agli effetti della sicurezza, va tenuta in considerazione anche la capacità di un sistema di rivestimento di **controllare gli effetti di fenomeni elettrici** (fulmini) e consentire il passaggio di corrente e la sua dispersione nel terreno senza che si producano danni. Pertanto è da considerare attentamente l'opportunità di assicurare la continuità elettrica e la messa a terra del rivestimento.

### Esigenze di durabilità

Esprimono la capacità di un sistema di facciata – e dei componenti che lo costituiscono – di mantenere inalterate le prestazioni fin qui esaminate sotto l'effetto delle

nebbie, delle atmosfere industriali e marine, dei venti di sabbia, della polvere, della temperatura, dell'irraggiamento solare, dell'acqua piovana, del gelo e del disgelo.

Significa altresì l'**attitudine del sistema a una facile manutenzione**, sia ordinaria (in termini di lavaggio periodico) sia straordinaria (in termini di smontabilità dei componenti per eventuali sostituzioni o ispezioni). Sulle prestazioni di durabilità del rivestimento di facciata, il cliente molto spesso chiede di essere cautelato dal fornitore stesso. A questo scopo, i fornitori più qualificati possono rilasciare, previo esame dell'applicazione e fatte le debite eccezioni e riserve, certificati di garanzia sul mantenimento dell'integrità dei pannelli per un periodo che generalmente è di dieci anni. Come accennato, al concetto di durabilità è legata una corretta manutenzione del rivestimento che si attua generalmente con la pulitura periodica mediante lavaggio. Uno dei vantaggi dei rivestimenti in alluminio è la scarsità di manutenzione richiesta per preservare le superfici – sia anodizzate che verniciate – nel loro aspetto originario. Scarsità di manutenzione non significa però assenza. Con le operazioni di pulizia non si raggiun-

ge solo l'obiettivo di riportare il più possibile la superficie al suo aspetto iniziale, ma anche di evitare la permanenza sulla superficie, per lungo tempo, di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera. Il problema della manutenzione delle superfici si pone in modo particolare nelle aree industriali e in ambienti marini, caratterizzati da un elevato grado di umidità e da alta salinità nell'aria. Per le operazioni di lavaggio dell'alluminio verniciato o anodizzato sono molto utili i detergenti. Occorre però fare assolutamente attenzione ai seguenti aspetti. Innanzitutto, gli elementi di facciata, durante il lavaggio, devono essere "freddi" (al massimo 20°C) e non esposti direttamente al sole. Anche i detergenti usati per la pulizia devono essere a loro volta freddi (max 20°C) e applicati nelle concentrazioni indicate dal fornitore, con spugne morbide, partendo sempre dal basso verso l'alto e senza utilizzare macchine a spruzzo di vapore. Al termine dell'operazione, è bene risciacquare con acqua pulita ed eliminare il residuo in successione, pannello per pannello, con una spatola tergovetro. È importante non usare detergenti acidi e alcalini, materiali abrasivi e solventi organici. Anche quando la facciata è ricoperta da uno spesso strato

di sporco e occorre pulirla per la prima volta dopo diversi anni, è bene fare delle prove con diversi metodi prima di procedere alla sua completa pulizia. Infatti, alcuni sistemi a base di prodotti fortemente reattivi, che sono i più veloci e danno il miglior risultato estetico, possono arrecare danni irreparabili.

La scelta di una determinata frequenza di lavaggio dipende anche dall'aggressività dell'atmosfera esistente nella zona. Come regola generale, l'aggressività dell'atmosfera nei riguardi dell'alluminio dipende da tre fattori principali: il grado di umidità, il genere di inquinamento (fumi industriali, particolarmente anidride solforosa) e il tenore di cloruri (particolarmente presenti in zone fino a 1.500 metri dal mare, e nei fumi industriali contenenti cloro).

Qualora si debba pulire la facciata una volta all'anno, il miglior periodo per il lavaggio è in primavera, dopo le precipitazioni invernali e prima che il rivestimento sia troppo riscaldato dall'irraggiamento solare estivo.

### CRITERI DI PROGETTAZIONE

Una volta definiti i requisiti che deve soddisfare un rivestimento di facciata e le corri-

spondenti prestazioni dei componenti che lo costituiscono, passiamo a rappresentare l'iter progettuale che consente di pervenire a una descrizione capitolare, secondo uno schema che si articola in fasi successive:

#### 1. Schema funzionale.

È la schematizzazione di un modello attraverso la descrizione del suo meccanismo di funzionamento. La classificazione degli schemi funzionali, per i sistemi di rivestimento, si articola a partire da un quadro di esigenze funzionali che sono principalmente riconducibili alle necessità di difesa dagli agenti atmosferici e, contemporaneamente, alla realizzazione di condizioni microclimatiche interne controllate.

#### 2. Soluzione conforme.

Rappresenta, all'interno dello schema funzionale, la sequenza ordinata di elementi funzionali tali da assicurare il corretto funzionamento di tutta la chiusura nel suo complesso.

#### 3. Soluzione tecnologica.

Assunta una determinata soluzione conforme, la soluzione tecnologica corrispondente è la sua traduzione in prescrizioni capitolari sui materiali, riferita alle condizioni progettuali deter-

minate dai requisiti ambientali e tecnologici richiesti nel caso specifico. Per ogni soluzione conforme possiamo quindi individuare più soluzioni tecnologiche, che ne descrivono l'attuazione pratica nei singoli casi.

La corretta progettazione di un sistema di rivestimento deve quindi svilupparsi attraverso tre distinti passaggi corrispondenti ai tre livelli di analisi:

- analisi degli schemi funzionali a partire dalle variabili di progetto più significative;
- compilazione di una matrice di possibili soluzioni conformi derivate dallo schema funzionale prescelto;
- individuazione delle corrispondenti soluzioni tecnologiche.

### 1. Schema funzionale

In considerazione delle condizioni climatiche generali, in Italia abbiamo inverni più o meno freddi e temperature non straordinariamente alte in estate. Soprattutto in inverno, vi è una pressione di vapore dall'interno all'esterno dell'edificio a cui consegue una migrazione dell'umidità attraverso la

muratura. Pertanto, un buon isolamento termico integrato con un rivestimento ventilato possono migliorare la protezione contro il caldo in estate e consentire lo smaltimento dell'umidità del muro in inverno.

In presenza di differenti condizioni climatiche, come ad esempio in alcuni degli Stati Uniti o nei Paesi dell'Estremo Oriente, le stesse considerazioni conducono ad altre soluzioni. Infatti, in linea generale gli inverni nei Paesi sopra citati sono miti mentre le temperature estive (e particolarmente il tasso di umidità) sono superiori che in Europa. Pertanto, soprattutto in estate, vi è una pressione di vapore dall'esterno all'in-

terno dell'edificio mantenuto a temperatura costante mediante il condizionamento dell'aria. I dati progettuali sono quindi contrari a quelli che si presentano generalmente in Europa nel periodo invernale. La migrazione di vapore verso l'interno dovrà essere impedita con un rivestimento a tenuta che funga da "barriera al vapore" e non ci sarà quindi ventilazione nell'intercapedine.

### 2. Soluzione conforme

Stabilito lo schema funzionale più adatto – nel caso specifico uno schema di facciata ventilata – passiamo a definire la soluzione conforme della tipologia pre-



scelta. Essa sarà costituita fondamentalmente da tre componenti: un sistema di ancoraggio, una barriera isolante e un tamponamento a pannelli.

### **Sistema di ancoraggio**

Il sistema di ancoraggio è uno dei punti critici di un rivestimento.

I profili di attacco infatti devono:

- Sostenere il peso dell'elemento di tamponamento in modo solido e scaricare le sollecitazioni di pressione/depressione del vento sulla struttura edile.
- Consentire l'assorbimento delle tolleranze della struttura edile (dell'ordine di centimetri) mediante distanziatori opportunamente sagomati, atti a riportare il rivestimento in perfetto allineamento.
- Regolare la distanza di progetto del rivestimento dalla struttura di tamponamento, per il funzionamento ottimale dell'intercapedine ventilata.
- Permettere il movimento dei singoli elementi di tamponamento sotto l'effetto delle dilatazioni termiche (gli elementi di un rivestimento metallico possono essere sottoposti a sbalzi di tem-



peratura anche di 50°C in poche ore).

Dal punto di vista tipologico, un sistema di ancoraggio può essere classificato in tre categorie:

- sistema puntuale (non idoneo per rivestimenti metallici);
- sistema continuo;
- sistema a telai (non idoneo per rivestimenti ventilati perché isola ogni modulo dal contiguo).

Scegliamo quindi un sistema di ancoraggio continuo. Si parla di sistemi continui quando l'ancoraggio prevede l'utilizzo di profili. La continuità può essere verticale o orizzontale. La continuità verticale, piuttosto che orizzontale, viene condizionata dalla modularità (orizzontale o verticale) prevista in progetto per il pannello, che dovrà avere i suoi ancoraggi continui sui lati lunghi ov-

vero nel senso della luce minore, per evidenti considerazioni di ordine statico.

La continuità verticale nasce altresì dalla opportunità di svincolare l'attacco meccanico dell'ancoraggio da un supporto di dubbia resistenza, quale la muratura di mattoni o un tamponamento sandwich. Volendo svincolarsi dal tamponamento, può risultare conveniente l'utilizzo di una serie di profili verticali fissati alle solette o alle travi di bordo in calcestruzzo.

L'eventuale attacco sul tamponamento svolge soltanto un'azione di controvento. In funzione della modularità degli elementi di rivestimento, ai profili verticali può essere fissata una serie di profili orizzontali in modo da formare una vera e propria rete di ancoraggio, atta a consentire un appoggio continuo su quattro lati agli elementi di tamponamento.

### Barriera isolante

Per quanto riguarda il pannello isolante, esso dovrà avere un comportamento non idrofilo.

Lo si può verificare con prove di assorbimento d'acqua per gravità, per capillarità e per aspersione che vengono normalmente superate dagli espansi plastici, mentre quelli fibrosi le superano soltanto se hanno una certa densità e/o hanno avuto un trattamento idrorepellente.

La permeabilità all'aria dell'isolante dovrà essere opportunamente ridotta applicandogli davanti uno strato poco permeabile all'aria (cartone catramato o velo vetro) ma sufficientemente permeabile al vapore acqueo.

L'assenza di resistenze alla diffusione del vapore esterne all'isolante mette questo al riparo da decadimenti delle sue prestazioni dovuti a condensazioni nel suo interno e quindi nelle migliori condizioni di esercizio.

Per lo stesso motivo, non è necessario prevedere alcuna barriera al vapore tra la muratura e l'isolante, in modo che il vapore attraversi liberamente la muratura dall'interno all'esterno e venga asportato dalla ventilazione nell'intercapedine.

Secondo la normativa DIN (18515), per il buon funzionamento dell'intercapedine è necessaria una larghezza minima di 20 mm e un rapporto minimo fra le aperture dell'intercapedine e l'area rivestita dall'1 al 3%. Nella maggioranza dei casi è sufficiente un'intercapedine di aerazione di circa 2-4 cm. Le Normative francesi relative al movimento dell'aria nelle facciate ventilate, per esempio, prescrivono i valori riportati nella tabella sotto.

### Tamponamento a pannelli

Per quanto riguarda gli elementi di rivestimento, i criteri di progettazione dovranno riferirsi in particolare ai seguenti aspetti:

### Dimensionamento dei moduli

Significa ottimizzare spessore e dimensioni del pannello in funzione dei moduli di progetto.

Nel dimensionare il pannello, occorrerà verificare qual è il minor carico – in pressione o depressione – a provocare una freccia elastica di 1/200 della luce.

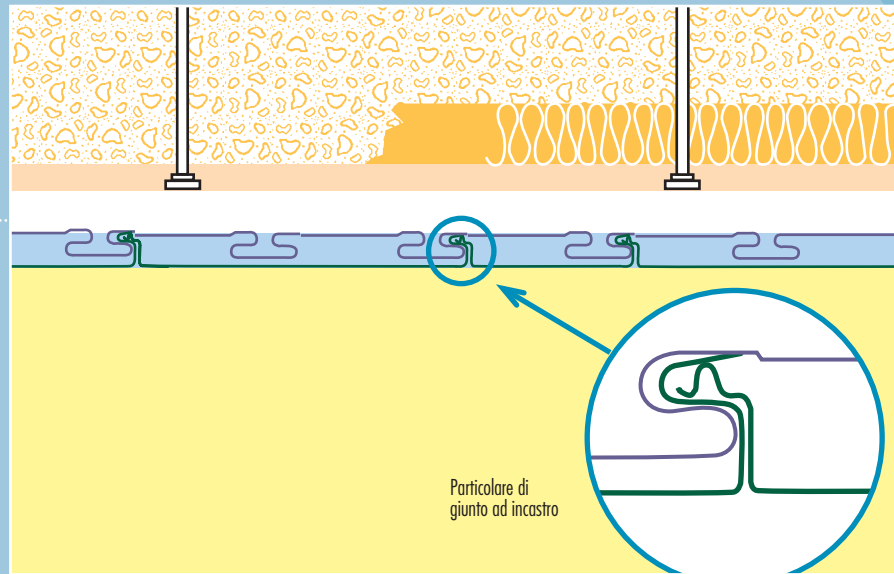
Tale carico, diviso per un coefficiente di sicurezza (generalmente 1,75), darà il carico massimo di progetto.

A questo scopo, occorrerà tener presente che le pressioni negative – e precisamente le pressioni di aspirazione sulla facciata posta a sottovento, sugli spigoli e sui cornicioni superiori – arrivano a 2/3 volte il valore positivo di pressione media di progetto. È importante anche tener presente che alla pressione del vento statica possono sommarsi sovrappressioni di picco di breve durata.

Queste sovrappressioni, della durata di pochi secondi, raggiungono valori molto superiori alla pressione media normale. Il dimensionamento del pannello dovrà tenere conto anche della resistenza all'urto, controllabile sperimentalmente con urti di corpi a caduta pendolare.

ALTEZZA	AREA DI APERTURA PER OGNI METRO DI SVILUPPO IN ALTEZZA
fino a mt. 3	50 cm <sup>2</sup>
fino a mt. 6	65 cm <sup>2</sup>
fino a mt. 18	100 cm <sup>2</sup>

ESEMPIO DI RIVESTIMENTO  
"VENTILATO"



### Comfort acustico

È un parametro di valutazione qualitativa di notevole importanza per non trascurare, in fase di progettazione, l'eliminazione di rumori indesiderati in presenza di pioggia, grandine e vento.

### Dimensionamento dei giunti

Il giunto va progettato tenendo conto che le funzioni a cui deve assolvere, oltre che di carattere estetico, sono anche di assorbimento delle dilatazioni termiche dei pannelli e di tenuta all'acqua. Gli effetti di dilatazione e contrazione dovuti a variazioni di temperatura sono particolarmente importanti nei rivestimenti metallici di facciata. In estate, infatti, su colori scuri la temperatura superficiale può arrivare a 70/75°C. Tenendo conto che la dilatazione dell'alluminio è 2,4 mm/mt per un  $\Delta t$  di 100°C, dovremo tenere conto di una possibile dilatazione lineare media di 1,5 mm/mt che dovrà essere assorbita dal giunto. Nel caso di siliconatura del giunto è necessario considerare le capacità limite dei sigillanti e il loro corretto dimensionamento, in funzione della prevista dilatazione degli elementi di alluminio di cui

deve assicurare l'impermeabilità. Anche chiudendo e sigillando tutti i giunti per proteggerli dall'esterno, il continuo movimento dei pannelli di rivestimento interrompe la barriera di protezione dell'acqua. Allora, visto che è quasi impossibile eliminare completamente, per un lungo periodo di tempo, qualunque infiltrazione nella parete esterna, è importante impedire che piccole infiltrazioni d'acqua bagnino la faccia interna della parete e rimangano nell'intercapedine. Ciò è possibile progettando un rivestimento con sistemi di barriere interne e dotato di ampi scarichi verso l'esterno.

### Geometria delle sporgenze

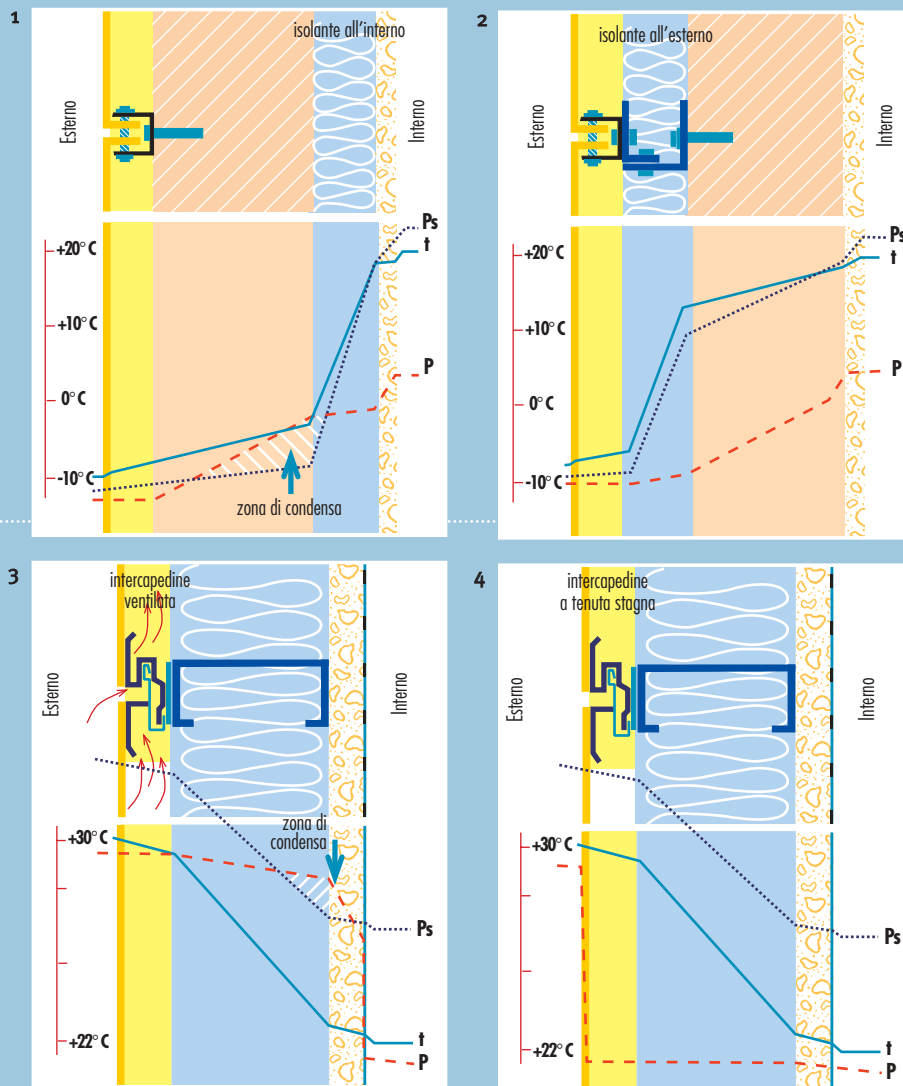
Ai fini di assicurare il corretto funzionamento del rivestimento nel suo complesso occorrerà evitare per quanto possibile le superfici orizzontali, poiché lo sporco vi si

deposita maggiormente rispetto alle superfici inclinate dando origine, per effetto del dilavamento dovuto alla pioggia, ad antiestetiche percolazioni di sporco sulla sottostante superficie verticale. I rivestimenti di chiusura del tetto e i rivestimenti dei parapetti devono pertanto essere sempre previsti con una pendenza. Inoltre, le nicchie per i cassonetti e le aperture per le intercapedini ventilate devono essere costruite e sagomate in modo che uccelli e insetti non trovino spazio per nidificare. Infine, al piano terra bisogna calcolare un'altezza di sicurezza agli urti meccanici in cui non è particolarmente adatto il rivestimento metallico, di qualunque tipo esso sia.

### 3. Soluzione tecnologica

Quest'ultima fase deve necessariamente articolarsi in un esame di requisiti riferiti al

## INSERTO n°1 - Terza parte



sistema di chiusura considerato e in una corrispondente valutazione delle prestazioni, per arrivare all'individuazione delle prescrizioni capitolari che definiscono le caratteristiche dei prodotti da impiegare per la soluzione conforme individuata.

L'esame delle disponibilità tecnologiche non può prescindere dalla considerazione preliminare che in edilizia non esistono prodotti (materiali, semilavorati, elementi tecnici) e in più generale tecnologie la cui convenienza all'impiego rivesta carattere di universalità.

In generale, per ogni prodotto esisterà uno specifico campo di convenienza all'impiego, la cui ampiezza sarà più o me-

no grande a seconda delle proprietà caratteristiche e della contingente configurazione delle tendenze di mercato. Criterio fondamentale nella scelta di un prodotto o di un sistema sarà che il suo inserimento nel progetto sia ricercato all'interno del suo campo di convenienza all'impiego, perché esso sarà il solo che potrà consentire di sfruttare appieno le sue propensioni e valenze d'uso.

Al contrario, tutte le forzature per imporre la sua applicazione in situazioni per le quali non dimostra di possedere sufficiente propensione ne metteranno in evidenza i limiti e potranno quindi generare incompienza circa le sue reali proprietà.

Spesso accade che durante una procedura d'acquisto la scelta cada sul prodotto o sul sistema di prezzo inferiore.

Si tratta di un criterio d'acquisto precario, che può rivelarsi alla lunga il più costoso. Il miglior sistema è quello di preparare un capitolato che specifichi nei minimi dettagli le caratteristiche richieste, limitando la gamma della scelta tra i prodotti e i sistemi che rispondono a tutti i requisiti prescritti.

Molto spesso le prestazioni da richiedere vengono evidenziate solo quando il progetto è ormai stato definito in tutte le condizioni architettoniche o comunque è in fase troppo avanzata per poter ancora consentire una scelta che soddisfi tutti i requisiti di partenza senza scendere a compromessi.

Ma la stesura di un capitolato, per quanto dettagliato, non è ancora sufficiente: è infatti necessario e auspicabile che si intensifichino i rapporti di collaborazione tra progettista, serramentista e fornitore di componenti o sistemi, nell'ottica comune di conseguire, ciascuno per la sua parte, la soddisfazione che il proprio lavoro venga valorizzato al meglio nella sua attuazione.