

# Il foro finestra e l'isolamento acustico dell'involucro edilizio

## *Il contributo del serramento e quello della posa in opera*

---

Dario Poletti – Ingegnere, Responsabile Tecnico ANFIT

### **ISOLAMENTO ACUSTICO IN EDILIZIA: LA SITUAZIONE**

L'isolamento acustico di un ambiente è uno dei fattori che maggiormente incidono sul confort di chi fruisce di quello spazio. Che si tratti di un ufficio o di una abitazione, trovarsi in un luogo rumoroso risulta fastidioso e, a lungo andare, può essere anche fonte di danni per la salute.

Nel passato a questo aspetto è stata attribuita scarsa rilevanza e perciò il parco edilizio nazionale risulta estremamente carente sotto questo punto di vista. Il fatto che questa considerazione sia estendibile ad altri ambiti, come l'affidabilità strutturale e l'isolamento termico, non è in nessun modo consolatorio.

Anche attualmente il quadro non è dei più rosei a causa di due condizioni principali: da una parte la Legislazione tecnica è datata, lacunosa e inapplicata, dall'altra gli strumenti di incentivazione economica messi a disposizione dal Legislatore mirano a premiare esclusivamente il miglioramento della capacità di isolamento termico-energetico degli edifici, spingendo implicitamente il privato a propendere per soluzioni volte più a tal scopo, anziché all'isolamento acustico.

Ciò detto, l'evoluzione in materia negli ultimi anni è stata notevole e ha portato alla diffusione di prodotti, di materiali e di tecniche di installazione decisamente più performanti anche in relazione agli aspetti sonori.

## Contesto legislativo e normativo

Il tema dell'acustica in edilizia è trattato attraverso diversi provvedimenti legislativi e normativi e purtroppo non dispone di un testo unico organico. Fatta questa premessa, di seguito si presentano i documenti più importanti per il settore e quelli più specificatamente rivolti al rapporto serramenti-acustica:

- 1) **Norme Tecniche Gestione Case per Lavoratori, Ministero Lavori Pubblici, 16/11/1964:** è il primo testo in cui il Legislatore fornisce indicazioni prescrittive in materia di protezione acustica. I dati contenuti nel documento non sono comprensivi della presenza dei serramenti.
- 2) **Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 1769 del 30 Aprile 1966:** è il testo di Legge base per quanto riguarda il tema dell'acustica in edilizia in Italia. Attraverso questo documento vengono definiti i requisiti di capitolato o di accettabilità per le costruzioni, seppur solo in relazione agli edifici sovvenzionati, in linea con il testo presentato al punto precedente.
- 3) **DM 5 Luglio 1975:** stabilisce l'ingresso della protezione acustica tra i requisiti igienico-sanitari che caratterizzano i locali adibiti ad abitazione.
- 4) **Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447, 26 Ottobre 1995:** riassume e riorganizza la legislazione precedente in materia di acustica. Definisce i principi fondamentali di tutela e le grandezze significative, caratterizza la figura del Tecnico Competente in Acustica (TCA) e disciplina i compiti degli enti locali. In ambito edilizio la Legge 447/95 ha previsto l'emanazione successiva di altri due decreti: uno in materia di requisiti acustici passivi e uno in materia di criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni. Il primo documento è presentato nel punto seguente di questo breve elenco, il secondo non è mai stato (e con tutta probabilità mai sarà) emanato.
- 5) **DPCM 5 Dicembre 1997 attuativo della Legge Quadro 447/1995:** si riferisce alle prestazioni acustiche che caratterizzano l'edificio ultimato e persegue l'obiettivo di contenere l'inquinamento acustico negli ambienti. Per ottenere tale risultato esso fissa i requisiti minimi di isolamento acustico che gli edifici devono rispettare.
- 6) **D. Lgs. 42/2017:** modifica e aggiorna la Legge Quadro del 1995, in particolare in relazione ai TCA.
- 7) **UNI TR 11175 - Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale:** la serie UNI EN 12354, "Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti", è un pacchetto di norme tecniche europee volte ad allineare la definizione dell'isolamento acustico degli edifici in fase progettuale. Il rapporto tecnico 11175 ne rappresenta il recepimento e l'adattamento alla realtà edilizia italiana, fornendo modelli di calcolo e soluzioni tecniche soddisfacenti. Attraverso questo documento è possibile stimare il valore di  $R_w$  sulla base della descrizione capitolare di un serramento.
- 8) **UNI 11367 - Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera:** definisce una classificazione acustica per le unità immobiliari esistenti a partire da misure fonometriche eseguite in sito. Il documento si sviluppa in analogia con la logica che caratterizza il settore della classificazione energetica: definisce degli indicatori attraverso cui valutare la qualità dell'isolamento acustico degli ambienti, rendendoli tra loro comparabili. I parametri e le classi acustiche così definiti non sono direttamente confrontabili con le prescrizioni del DPCM 5/12/1997. Al momento, non essendo richiamata da testi di Legge, la UNI 11367 mantiene il semplice rango di normativa volontaria.

- 9) **UNI EN ISO 12354-3 – Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti – Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea:** definisce i modelli di calcolo per determinare l'isolamento acustico di facciata a partire dalle caratteristiche geometriche e fisiche dei singoli componenti di facciata.
- 10) **UNI 12296 – Acustica in edilizia – Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata – Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno:** definisce, prevalentemente per via schematica, i criteri per la posa in opera di componenti di facciata e fornisce indicazioni su come verificare in opera l'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno.

## Descrittori dei requisiti acustici: grandezze e indici

L'acustica in edilizia si sviluppa attraverso svariati parametri, a volte caratterizzati da un certo grado di complessità di calcolo. Di seguito vengono sinteticamente presentati i più rilevanti nell'ambito del comportamento sonoro del foro finestra, tratti prevalentemente dal DPCM 5/12/1997 e dalle norme UNI 11296 e UNI EN ISO 717-1. Prima, però, è necessario fornire due premesse introduttive, che permettono di comprendere al meglio l'elenco successivo:

- ❑ In analogia con l'impostazione del DPCM 5/12/1997, la stessa quantità viene definita *grandezza* se fornita genericamente, mentre viene definita *indice* se è riferita a una frequenza specifica. In quest'ambito si prende a riferimento la curva a 500 Hz dopo lo spostamento in conformità a quanto stabilito dalla UNI EN ISO 717-1. In tal caso il parametro presenta il pedice  $w$ ;
- ❑ Nel caso in cui una quantità sia misurata in opera, il parametro che la descrive presenta un apice  $'$ , mentre nel caso in cui la stessa quantità sia misurata in laboratorio o stimata progettualmente, il parametro che la descrive non presenta apici.

**Tempo di riverberazione  $T$  [s]:** durata necessaria affinché la densità di energia sonora mediata nello spazio di un'area circoscritta diminuisca di 60 dB dopo l'interruzione dell'emissione dalla sorgente.

**Termini di adattamento allo spettro [dB]  $C$ :** parametri positivi o negativi che quantificano l'impatto di spettri sonori particolari. In quest'ambito risultano particolarmente rilevanti il termine di adattamento allo spettro relativo al rumore rosa  $C$  e il termine di adattamento allo spettro dovuto al rumore da traffico stradale  $C_{tr}$ .

**Potere fonoisolante  $R$  [dB]:** capacità di un elemento di limitare il passaggio di rumori determinata progettualmente o in laboratorio, ovvero in assenza di trasmissioni laterali.

**Potere fonoisolante apparente  $R'$  [dB]:** capacità di un elemento di limitare il passaggio di rumori determinata in opera, ovvero in presenza di trasmissioni laterali.

**Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT}$  [dB]:** capacità della facciata di abbattere i rumori provenienti dall'esterno.

**Isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi  $D_{n,e}$  [dB]:** isolamento acustico corrispondente a un valore di riferimento dell'area di assorbimento nell'ambiente ricevente quando la trasmissione sonora sia dovuta unicamente a un piccolo elemento di edificio (ad es. prese d'aria).

**Indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  [dB]:** indice che quantifica la capacità di un elemento di limitare il passaggio di rumori, determinata progettualmente o in laboratorio, ovvero in assenza di trasmissioni laterali.

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  [dB]:** indice che quantifica la capacità di un elemento di limitare il passaggio di rumori, determinata in opera, ovvero in presenza di trasmissioni laterali.

**Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione standardizzato  $D_{2m,nT w}$  [dB]:** indice che quantifica la capacità della facciata di abbattere i rumori provenienti dall'esterno.

**Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi  $D_{n,e,w}$  [dB]:** indice che quantifica l'isolamento acustico corrispondente a un piccolo elemento di edificio (ad es. prese d'aria).

Introdotti i termini generali che caratterizzano la materia, di seguito si analizza più nel dettaglio il tema dell'isolamento acustico di facciata e conseguentemente il rapporto tra tale grandezza e il contributo offerto dal foro finestra.

## L'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

La grandezza di riferimento in materia di caratterizzazione acustica del foro finestra è il suddetto **isolamento acustico di facciata normalizzato  $D_{2m,nT,w}$  [dB]**.

La legislazione vigente, infatti, non fornisce indicazioni specifiche in merito alla capacità di isolamento acustico fornito specificatamente dal serramento o dal foro finestra, ma, attraverso la tabella B del DPCM 447/1997, indica i valori minimi consentiti in termini di isolamento acustico di facciata al variare della tipologia di destinazione d'uso degli ambienti.

| Categoria di ambienti                                                                         | Isolamento acustico normalizzato di facciata<br>$D_{2m,nT,w}$ [dB] |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Edifici adibiti a ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili                             | 45                                                                 |
| Edifici adibiti a residenze, alberghi, pensioni e attività assimilabili                       | 40                                                                 |
| Edifici adibiti a attività scolastiche a tutti i livelli e attività assimilabili              | 48                                                                 |
| Edifici adibiti a uffici, attività ricreative o di culto, attività commerciali o assimilabili | 42                                                                 |

**Tabella 1** – Valori minimi isolamento acustico di facciata al variare della destinazione d'uso degli ambienti secondo la Tabella B del DPCM 447/1997.

Per garantire il rispetto di queste soglie, la progettazione acustica della facciata deve avvenire in maniera organica e ciascun componente che la costituisce deve essere caratterizzato da una capacità di isolamento acustico tale da garantire complessivamente un valore di  $D_{2m,nT,w}$  accettabile.

I valori limite indicati in tabella, quindi, NON rappresentano le soglie prestazionali acustiche dei singoli elementi, ma della facciata nel suo insieme. D'altra parte, le prestazioni acustiche dei singoli componenti dell'involucro vengono caratterizzate in modo da soddisfare, globalmente, tali valori limite.

Nel caso specifico degli infissi, il parametro che li caratterizza e che entra nel calderone necessario a soddisfare i requisiti in termini di  $D_{2m,nT,w}$  è il **potere fonoisolante**.

**Il foro finestra dovrà quindi essere realizzato in modo da presentare valori del potere fonoisolante tali da assicurare che, complessivamente, l'isolamento acustico di facciata rispetti i valori di soglia fissati dal DPCM.**

## IL FORO FINESTRA E L'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

Il mondo delle analisi acustiche presenta una caratteristica peculiare, che prescinde dalla sua applicazione in edilizia: quando si deve determinare una grandezza che dipende dal contributo di elementi con comportamenti tra loro differenti, l'apporto di quelli meno prestazionali ha un'incidenza superiore rispetto a quello degli elementi più prestazionali. In altre parole, per raggiungere risultati soddisfacenti è necessario incidere sugli elementi meno prestazionali anziché intervenire sugli elementi con le performance più elevate.

Calando questo ragionamento generale sul tema specifico che si sta trattando, ne consegue che nell'ambito dell'isolamento acustico di facciata il contributo del foro finestra sia preminente rispetto a quello della parete, essendo il primo un elemento nettamente più debole in termini di capacità di isolamento (acustico e non solo) rispetto al secondo.

Facendo riferimento alla **Tabella 2** (contenente esempi numerici sviluppati applicando le formulazioni contenute nella UNI EN ISO 12354-3) ciò risulta particolarmente evidente. Si nota, infatti, come un miglioramento di 12 dB della capacità di isolamento acustico offerto dalla parete opaca abbia un'efficacia sull'isolamento acustico di facciata nell'ordine di 1 dB, mentre il miglioramento di 8 dB della capacità di isolamento acustico offerto dal serramento comporti un aumento dell'isolamento acustico di facciata fino a quasi 7 dB, il tutto a parità di altre condizioni.

|   | Area parete opaca [m <sup>2</sup> ] | Potere fonoisolante parete opaca [dB] | Area foro finestra [m <sup>2</sup> ] | Potere fonoisolante serramento [dB] | Area presa d'aria [m <sup>2</sup> ] | Potere fonoisolante presa d'aria [dB] | Isolamento acustico di facciata [dB] | $\Delta_{1-3}$ [dB] |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1 | 8,72                                | 48                                    | 2,08                                 | 30                                  | -                                   | -                                     | 37,9                                 | 6,8                 |
| 2 | 8,72                                | 60                                    | 2,08                                 | 30                                  | -                                   | -                                     | 38,3                                 |                     |
| 3 | 8,72                                | 48                                    | 2,08                                 | 38                                  | -                                   | -                                     | 44,7                                 |                     |
| 1 | 7,3                                 | 48                                    | 3,2                                  | 30                                  | 0,3                                 | 38                                    | 34,5                                 | 3,5                 |
| 2 | 7,3                                 | 60                                    | 3,2                                  | 30                                  | 0,3                                 | 38                                    | 34,7                                 |                     |
| 3 | 7,3                                 | 48                                    | 3,2                                  | 38                                  | 0,3                                 | 38                                    | 38                                   |                     |

**Tabella 2** – Andamento  $D_{2m,nT,w}$  al variare di geometria e caratteristiche di isolamento acustico fornite dai diversi elementi di facciata a parità di volume pari a 43,2 m<sup>3</sup>.

Per questa ragione l'unico modo per rispettare la legislazione vigente e garantire un ambiente acusticamente confortevole consiste nell'**operare in maniera tale da rendere il foro finestra prestazionale in termini di capacità di isolamento acustico**.

Ottenere questo risultato non è sempre facile e implica l'analisi di svariati aspetti: le caratteristiche del serramento, la qualità della posa in opera, la presenza di cassonetto, la conformazione del vano murario entro cui si installa l'infisso, il rapporto di superficie tra la parete opaca e la dimensione del foro finestra, etc.

Di seguito viene singolarmente analizzato ciascuno di questi temi.

## Il contributo del serramento e gli aspetti che lo determinano

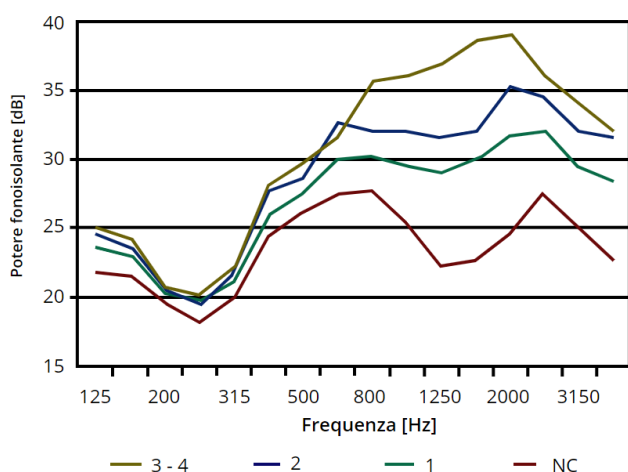
Il parametro che quantifica il contributo del serramento all'isolamento acustico dell'ambiente è l'**indice di valutazione del potere fonoisolante del serramento  $R_w$** . Esso si misura in dB e la sua formulazione corretta è la seguente:

$$R_w = X(C, C_{tr})$$

dove C e  $C_{tr}$  sono due coefficienti di adattamento spettrale che tengono conto rispettivamente degli effetti dovuti ai rumori ad alte frequenze (attività umane) e a basse frequenze (traffico). In sostanza, l'effettiva prestazione fonoisolante dell'infisso è data dalla somma dell'indice con il relativo coefficiente di adattamento. In base a tale formulazione vengono svolte le prove di laboratorio per la caratterizzazione delle prestazioni acustiche dei serramenti, ma il DPCM 5/12/1997 non tiene conto di tali aggiustamenti e prende esclusivamente a riferimento i valori dell'indice di valutazione senza correzioni.

La determinazione di  $R_w$ , sia che avvenga attraverso procedure di calcolo o prove di laboratorio, è influenzata da una gran quantità di aspetti, in larga parte derivanti dall'elemento vetrato. Se ne presentano, di seguito, i più importanti.

**Tenuta all'aria:** la fisica tecnica garantisce che dove si ha passaggio di aria si ha anche passaggio di rumore. La tenuta all'aria che caratterizza il serramento, quindi, incide profondamente sulla sua capacità di garantire un buon grado di isolamento acustico all'ambiente. Premesso che per ottenere tale risultato la buona pratica raccomanda di utilizzare infissi con classe di tenuta all'aria (secondo UNI EN 12207) almeno pari a 3, il grafico seguente mostra chiaramente l'importanza di questo aspetto, che in particolari condizioni può arrivare ad avere un'incidenza di quasi 20 dB.



| Classe tenuta aria | Valori ammessi [m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup> ] | Penalizzazione acustica [dB] |
|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
| 4                  | 1 – 3                                              | < 1                          |
| 3                  | 3 – 9                                              | 1 – 2                        |
| 2                  | 9 – 27                                             | 2 – 5                        |
| 1                  | 27 – 50                                            | 5 – 8                        |
| 0                  | NC (non classificato)                              |                              |

**Tabella 3** – Riduzione del potere fonoisolante di un infisso al variare della classe di tenuta all'aria.

**Spessore lastre vetrate:** la capacità di isolamento acustico di una lastra vetrata migliora con l'aumento dello spessore che la caratterizza (vedi prime 4 righe tabella), ma questo effetto tende ad affievolirsi con l'aumentare degli spessori (vedi righe 6 e 7) a causa dell' "effetto coincidenza".

|    | Tipo di vetro                                                                           | Spessore [mm] | $R_w (C, C_{tr})$ [dB] |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|
| 1  | Vetro float 3 mm                                                                        | 3             | 28 (+1, -4)            |
| 2  | Vetro float 4 mm                                                                        | 4             | 29 (-2, -3)            |
| 3  | Vetro float 5 mm                                                                        | 5             | 30 (+1, -2)            |
| 4  | Vetro float 6 mm                                                                        | 6             | 31 (-2, -3)            |
| 5  | Vetrocamera 4/12/4                                                                      | 20            | 29 (+1, -4)            |
| 6  | Vetro float 10 mm                                                                       | 10            | 33 (-2, -3)            |
| 7  | Vetro float 20 mm                                                                       | 20            | 33 (-2, -3)            |
| 8  | Stratificato 10 mm                                                                      | 10            | 34 (+1, -3)            |
| 9  | Triplo vetro con lastra esterna stratificata<br>6-14 Argon-4-14 Argon-44.2              | 47            | 43 (-2, -6)            |
| 10 | Triplo vetro con lastra interna e esterna stratificate<br>55.1-14 Argon-4-14 Argon-44.1 | 51            | 49 (-2, -7)            |
| 11 | Doppio vetro con lastra interna e esterna stratificate<br>88.2-24 Aria-55.1             | 51            | 52 (-2, -5)            |

**Tabella 4** – Esempi di valori del potere fonoisolante delle vetrate al variare di diversi fattori.

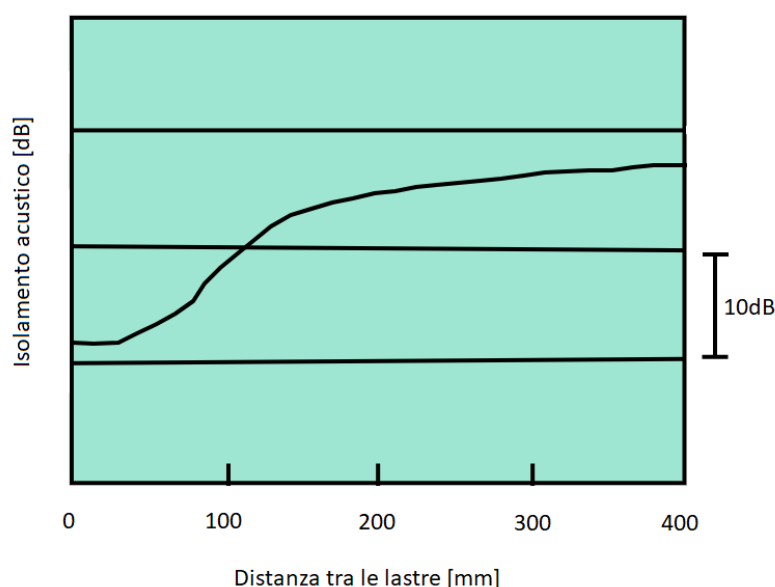
**Tipologia lastre vetrate:** il vetro temprato, il vetro armato ed il vetro coatizzato, a parità di spessore, acusticamente si comportano allo stesso modo del vetro float semplice. L'utilizzo di lastre **stratificate**, invece, impatta fortemente sul comportamento acustico. Esse sono composte da strati di diversa densità e presentano al loro interno uno strato di intercalare plastico (solitamente PVB) di bassa elasticità. Questo elemento funge da "ammortizzatore sonoro" e permette di ridurre il fenomeno della coincidenza, di abbassare la frequenza di risonanza, di spostare la frequenza critica al di fuori dell'intervallo 100-3200 Hz e di garantire lo smorzamento delle onde sonore anche per lastre singole (vedi riga 8).

**Numero di lastre vetrate:** l'aumento del numero di lastre in sé e per sé non comporta nessun vantaggio rispetto al vetro singolo e, anzi, l'attenuamento del rumore garantito da tale soluzione è inferiore a quello

offerto da una lastra di vetro singola di spessore pari alla somma dei due pannelli che compongono il vetrocamera.

**Vetrocamera: accoppiamento tra lastre vetrate di diversi spessori:** la prestazione di isolamento acustico migliora quando le lastre presentano spessori diversi tra parte interna ed esterna, grazie all'abbassamento dei picchi di risonanza. Tale contributo è indipendente dal verso di installazione delle lastre: una soluzione 6-12-10 garantisce lo stesso effetto di una soluzione 10-12-6.

**Dimensione delle intercapedini:** all'aumentare di questo parametro cresce, seppur in maniera non proporzionale, la capacità di isolamento acustico offerta dalla vetrata. D'altra parte, questo effetto è particolarmente apprezzabile solo nel caso in cui la distanza tra le lastre sia all'interno del range 10-20 cm. Tale spessore non è ottenibile nel campo dei vetrocamera, ma è riscontrabile solo in caso di doppie finestre o di finestre con doppi telai.



**Tabella X** – Andamento dell'isolamento acustico al variare della distanza tra le lastre vetrate.

**Vetrocamera: presenza di gas:** l'utilizzo di gas specifici per l'abbattimento acustico porta risultati apprezzabili. Tipicamente i più diffusi sono i gas nobili argon e kripton, che garantiscono benefici di natura sia termica, sia acustica.

**Caratteristiche dei giunti tra vetro e telaio:** la bontà dei prodotti e degli elementi che caratterizzano la giunzione tra vetro e telaio ha una duplice incidenza sul comportamento acustico di un serramento. Da una parte contribuisce in maniera decisiva alla tenuta all'aria (vedasi primo punto dell'elenco) e dall'altra incide sullo smorzamento delle vibrazioni dei vetri. Quest'ultimo aspetto è particolarmente importante in quanto

maggiore è lo smorzamento dell'onda sonora garantita da ferma-vetri e sigillature, migliore sarà il comportamento acustico dell'infisso.

**Caratteristiche del telaio:** analisi in laboratorio e in opera dimostrano come questo aspetto abbia un'incidenza inferiore rispetto a quella attribuita all'elemento vetrato e alla giunzione tra quest'ultimo e il profilo. Tutto ciò è verificato a prescindere dal materiale che costituisce il telaio e per valori di potere fonoisolante complessivo del serramento non superiori a 35 dB.

Sulla base di queste considerazioni la norma UNI EN 14351-1 stabilisce che il potere fonoisolante del serramento  $R_w$ , oltre che mediante analisi di laboratorio, può essere determinato attraverso una metodologia tabellare semplificata, valida per finestre con IGU (vetrate isolanti) e basata esclusivamente sulla conoscenza delle caratteristiche dell'elemento vetrato.

| IGU $R_w$<br>[dB] | Finestre singole       |                                       | Finestre singole, scorrevoli |                                       |
|-------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                   | $R_w$ finestra<br>[dB] | Numero di<br>guarnizioni<br>richieste | $R_w$ finestra<br>[dB]       | Numero di<br>guarnizioni<br>richieste |
| 27                | 30                     | 1                                     | 25                           | 1                                     |
| 28                | 31                     | 1                                     | 26                           | 1                                     |
| 29                | 32                     | 1                                     | 27                           | 1                                     |
| 30                | 33                     | 1                                     | 28                           | 1                                     |
| 32                | 34                     | 1                                     | 29                           | 1                                     |
| 34                | 35                     | 1                                     | 30                           | 1                                     |
| 36                | 36                     | 2                                     | N/A                          | 1                                     |
| 38                | 37                     | 2                                     | N/A                          | N/A                                   |
| 40                | 38                     | 2                                     | N/A                          | N/A                                   |

**Tabella 5** – Prospetto B.1 norma UNI EN 14351-1 in cui vengono forniti i valori di  $R_w$  della finestra in funzione di quelli dell'IGU.

D'altra parte, in contesti in cui le prestazioni richieste in materia di isolamento acustico siano particolarmente elevate (al di sopra dei 38 dB), la norma stabilisce la necessità di procedere attraverso analisi specifiche che tengano conto anche del contributo effettivo del telaio.

## L'incidenza della posa in opera

In analogia con le altre prestazioni che caratterizzano il foro finestra, la posa in opera è determinante anche in ambito acustico. Se mal eseguita, infatti, può compromettere gravemente la prestazione del sistema, con peggioramenti dell'isolamento acustico nell'ordine di più di 10 dB. In tali condizioni i suoni provenienti dall'esterno vengono percepiti con intensità doppia rispetto a quanto avverrebbe nel caso di installazione effettuata in maniera corretta.

In quest'ambito svolge un ruolo fondamentale la normativa tecnica **UNI 11296** "Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno". All'interno di tale documento, infatti, è fornita una serie di schemi di corretta posa utili alla caratterizzare di diverse situazioni: posa in battuta, posa in luce, posa su controtelaio preesistente, posa di monoblocchi in diverse modalità, etc. Tutte queste indicazioni sono fornite esclusivamente per via grafica, senza riferimenti numerici di calcolo. L'unica eccezione a riguardo è data dalla caratterizzazione delle prestazioni dei materiali di sigillatura e riempimento, quantificate attraverso il parametro  $R_s$  secondo le modalità prescritte dall'Appendice J della norma UNI EN ISO 10140-1. In analogia con quanto riportato anche nel testo della UNI 11673-1, viene fornita una tabella che riporta le prestazioni minime dei sigillanti in funzione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante del serramento  $R_w$ .

| $R_w$ serramento [dB] | $R_s$ sigillante [dB] |
|-----------------------|-----------------------|
| 33                    | $\geq 45$             |
| 36                    | $\geq 50$             |
| 39                    | $\geq 55$             |
| $\geq 40$             | $\geq 58$             |

**Tabella 6** – Prospetto 1 tratto dalla UNI 11296 in cui vengono forniti i valori minimi del potere fonoisolante che deve caratterizzare i sigillanti, al variare del potere fonoisolante dei serramenti.

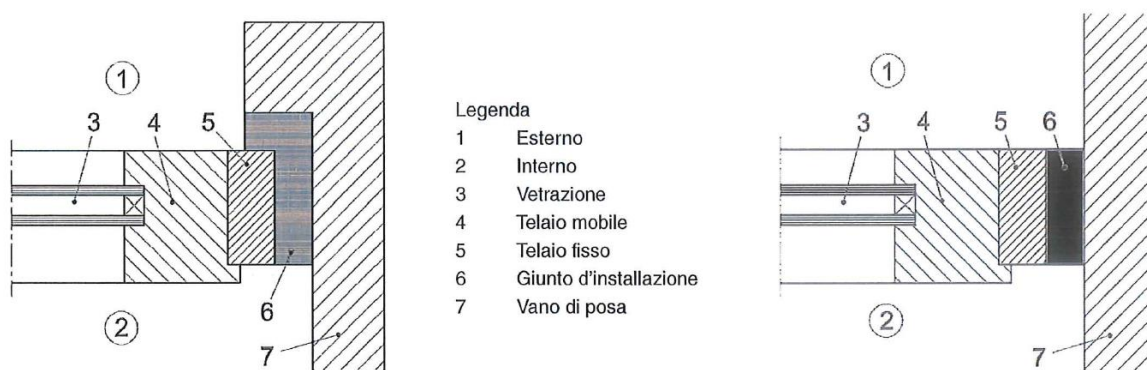
In altre parole, facendo riferimento ai valori minimi indicati in tabella è possibile dar luogo ad una posa in opera le cui prestazioni siano in linea con quelle del prodotto, in modo da rispettare lo spirito alla base della UNI 11673-1: garantire una posa in opera che non sia peggiorativa rispetto alle prestazioni del prodotto.

## L'importanza della conformazione del vano

L'installazione di un serramento, per quanto riguarda la geometria del vano entro cui si va a operare, può svilupparsi tipicamente in relazione a due possibili casistiche: quella in **battuta** e quella in **luce**.

Posto che la posa in opera va sempre affrontata con le modalità definite nel paragrafo precedente, l'isolamento acustico che caratterizza complessivamente il foro finestra è sostanzialmente influenzato dal fatto che ci si trovi nell'una o nell'altra condizione.

La presenza di una o più battute in corrispondenza del vano e/o del controtelaio costituisce una condizione naturalmente favorevole ai fini del contrasto all'ingresso del rumore. Infatti, le onde sonore tendono a depotenziarsi quando sono costrette ad attraversare geometrie di questo genere, facilitando il lavoro di isolamento richiesto al foro finestra.



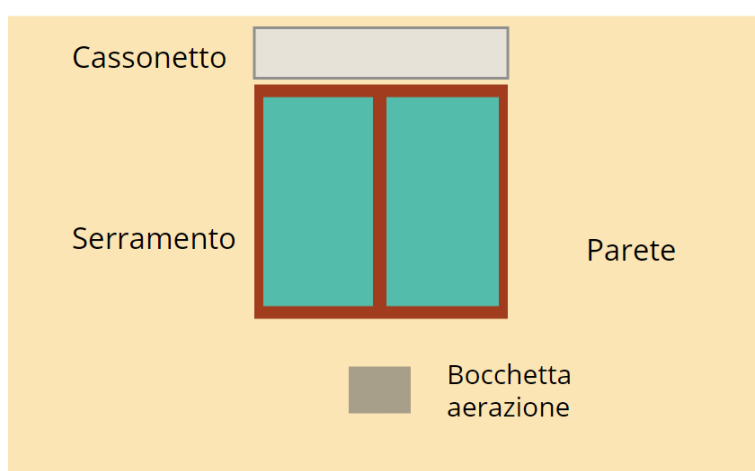
**Immagine 1** – Schemi installazione in battuta e in luce tratti dalla UNI 11196.

D'altra parte, ciò non significa che la posa in luce vada esclusa in quanto inidonea al raggiungimento di standard acustici soddisfacenti, ma comporta che tale modalità di installazione andrà trattata con particolare cura, garantendo il maggior contenimento possibile delle dimensioni dei giunti, il loro accurato riempimento con materiali idonei e un attento posizionamento dei coprifili, che in quest'ambito possono fornire un valido supporto al raggiungimento dei requisiti acustici richiesti dalla Legge.

## L'incidenza delle chiusure oscuranti con sistema a cassonetto e delle prese d'aria

Storicamente i cassonetti che contengono le chiusure a tapparella hanno sempre rappresentato uno dei punti più deboli del sistema facciata. Nel passato, infatti, questi elementi venivano realizzati senza curarsi in alcun modo dell'impatto acustico, comportando enormi problemi di isolamento (anche in questo caso il parallelo con l'isolamento termico non è casuale).

Sulla base di quanto stabilito dalle UNI TR 11175 e UNI EN ISO 12354-3, la quantificazione dell'apporto in termini di isolamento acustico di questi elementi può essere effettuata o tramite l'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  (se la superficie eccede  $1 \text{ m}^2$ ) oppure tramite **l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccolo elemento  $D_{n,e,w}$**  (se la superficie è inferiore a  $1 \text{ m}^2$ ). In fase di quantificazione dell'indice di isolamento acustico di facciata normalizzato  $D_{2m,nT,w}$ , quindi, sarà necessario tenere in considerazione il contributo della parete, il contributo del serramento e il contributo del cassonetto.



**Immagine 2** – Elementi da considerare in fase di determinazione dell'indice di isolamento acustico di facciata.

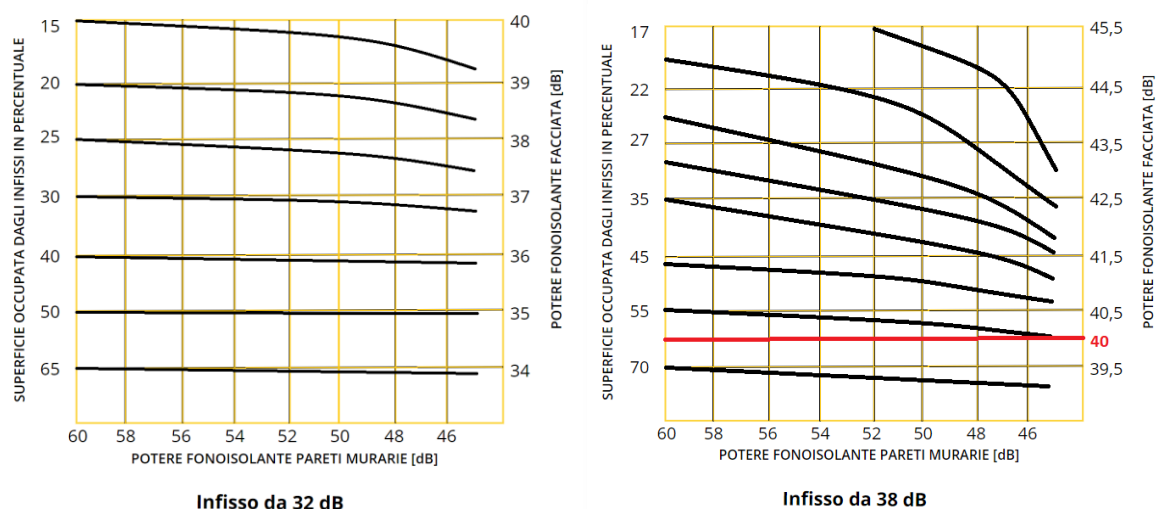
Tale ragionamento può essere automaticamente esteso alle prese d'aria: esse rientrano tra i piccoli elementi e il loro contributo va correttamente conteggiato in sede di caratterizzazione del comportamento acustico di facciata.

## L'influsso del rapporto di superficie tra la parete opaca e il foro finestra

Dimostrato che il contributo di isolamento acustico fornito dal foro finestra incide maggiormente rispetto a quello della parte opaca sul comportamento complessivo della facciata, risulta fondamentale evidenziare come, a parità di infisso, il rapporto tra la dimensione delle superfici dei due elementi sia determinante. Esistono infatti degli strumenti grafici che, noti:

- Potere fonoisolante del serramento;
- Potere fonoisolante della parete;
- Rapporto tra superficie finestrata e superficie muraria

consentono di stimare il potere fonoisolante composto della facciata.



**Immagine 3** – Grafici per l'individuazione dell'isolamento acustico di facciata in funzione delle caratteristiche fonoisolanti della parete opaca, del serramento e del loro rapporto di superficie.

Questi strumenti permettono di fare alcune importanti considerazioni:

- A prescindere dal rapporto di superficie infisso/muro, un infisso da 32 dB non consente mai di raggiungere il livello di isolamento acustico di facciata richiesto dalla Legge per gli edifici residenziali (40 dB) a prescindere dalla capacità di isolamento del muro e a prescindere dal rapporto superficiale tra serramento e parete;
- Nel caso in cui il rapporto tra la superficie dell'infisso e quella della parete superi il 65%, non è possibile raggiungere i requisiti di Legge in materia di isolamento acustico di facciata anche utilizzando serramenti da 38 dB.

Conoscere il rapporto tra la dimensione delle superfici dei due componenti risulta quindi fondamentale in quanto può essere l'elemento discriminante tra la possibilità o meno di installare un certo serramento in relazione ad una certa facciata.

## ANFIT E L'ACUSTICA DEL FORO FINESTRA

Nei precedenti paragrafi è stata illustrata l'importanza che caratterizza l'acustica del foro finestra. Per tali ragioni ANFIT ha sempre attribuito ad essa grande rilevanza. Infatti, uno dei requisiti necessari per ottenere il "Quality ANFIT\*" riguarda proprio il comportamento acustico dei serramenti.

Per comprendere al meglio di cosa si tratta è necessario prendere a riferimento la norma armonizzata **UNI EN 14351-1**, ovvero il documento fondamentale in materia di Marcatura CE dei serramenti. Al suo interno, in corrispondenza dell'**Allegato ZA**, è testualmente indicato che: *"Il requisito relativo ad una certa caratteristica non è applicabile negli Stati membri nei quali non sussistono requisiti di regolamentazione per tale caratteristica per l'impiego previsto del prodotto. In questo caso, i fabbricanti che immettono i propri prodotti sul mercato di questi Stati membri non sono obbligati a determinare né a dichiarare le prestazioni dei loro prodotti in relazione a questa caratteristica e può essere utilizzata l'opzione "Nessuna prestazione determinata" (NPD) nelle informazioni che accompagnano la marcatura CE"*. Ciò significa che in sede di D.O.P. (Dichiarazione di Prestazione del prodotto), nel caso in cui la Legislazione nazionale non lo richieda specificatamente, non è obbligatorio determinare e dichiarare il valore di una caratteristica. In questa casistica rientra la Legislazione italiana in merito all'acustica dei serramenti: come evidenziato più volte in precedenza, infatti, non vi sono indicazioni specifiche in materia. Perciò in molte D.O.P. presenti sul mercato si trova la sigla NPD in corrispondenza della prestazione acustica.

Nonostante questa indicazione, che rappresenta uno standard minimo obbligatorio da rispettare per poter Marcare il prodotto, le linee guida alla base del Quality ANFIT richiedono uno sforzo ulteriore: per ottenerlo, tra le altre cose, **è obbligatoria l'indicazione esplicita dell'indice di valutazione del potere fonoisolante del serramento  $R_w$  con i relativi coefficienti correttivi.**

### DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE (DoP) N° DIC-XXXX-XX

1. Codice identificativo prodotto: XXXX-XX-CPR-XX
2. Usi previsti: Residenziale o assimilabile
3. Fabbricante: XXXXXXXX
4. Mandatario:
5. VVCP: X
6. Norma armonizzata UNI EN 14351-1
7. Prestazioni dichiarate:

|                             |                                                                                                                |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tenuta acqua: E1050         | Trasmittanza termica: 1,2 [W/m <sup>2</sup> K]                                                                 |
| Permeabilità all'aria: 4    | <b>Indice del potere fonoisolante <math>R_w</math> (<math>C</math>, <math>C_{tr}</math>): 36 (-1, -3) [dB]</b> |
| Resistenza al vento: C5     | Trasmissione luminosa: 42 %                                                                                    |
| Capacità portante: Superata |                                                                                                                |

**Immagine 4** – Esempio D.O.P. di un serramentista ANFIT in cui il comportamento acustico dell'infisso è caratterizzato in modo esplicito e formalmente corretto.

In questo modo il produttore evidenzia la cura che dedica anche a questo aspetto, permettendo all'acquirente di poter scegliere sulla base di tutte le informazioni di cui necessita e non solo di quelle obbligatorie per Legge.

\* Il "Quality ANFIT" è un marchio di certificazione nazionale italiano che certifica come i serramenti siano stati prodotti in Italia con standard di qualità e di prestazione superiori a quelli minimi fissati per Legge.