

GIUNTI, TIPOLOGIE E CALCOLI SECONDO UNI EN ISO 12354 trasmissione strutturale in edifici pesanti

di

* Stefano Benedetti

In questo articolo si introdurrà il tema del comportamento dei giunti, o nodi, nella trasmissione strutturale del rumore tra due ambienti contigui in edifici pesanti. La trasmissione attraverso il giunto è fondamentale per la previsione di quelle trasmissioni laterali responsabili della riduzione del potere fonoisolante della parete di separazione R_w , misurato in laboratorio, in potere fonoisolante apparente R'_w misurato in opera (fig. 1).

La norma di riferimento è la UNI EN ISO 12354 parte 1 dove in entrambi i metodi, semplificato e dettagliato, una delle variabili in gioco è proprio la trasmissione di vibrazione attraverso i giunti. Il comportamento delle diverse tipologie di giunto può essere misurato in accordo con la ISO 10848 parti 3 e 4, ma in assenza di questi dati è ammesso il calcolo analitico trattato nelle appendici (informative) E e F della UNI EN ISO 12354-1.

Si distinguono due famiglie di giunti, giunti in edifici

pesanti e giunti in edifici leggeri. Gli edifici pesanti, secondo la norma, sono in cemento o in cemento e mattoni o solo mattoni. Rientrano in questa tipologia, per la trasmissioni delle vibrazioni, anche gli edifici misti come ad esempio gli edifici con telaio in cemento, solai in laterocemento e tamponamenti e divisori verticali a secco. Gli edifici leggeri invece hanno telai in legno o acciaio e tamponamenti, solai e divisori tutti con tecnologia a secco, legno e lastre generiche. Rientrano in questa tipologia anche gli edifici in CLT, Cross Laminated Timber ovvero tavole in legno massiccio a strati incrociati.

Trasmissione di vibrazioni attraverso i giunti di edifici pesanti

In questo tipo di edifici, si utilizza l'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} in dB, che indica proprio la riduzione in dB, a cavallo del giunto, della vibrazione (o rumore) che proviene dall'elemento i verso l'elemento j . Per elementi omogenei, l'indice K_{ij} si

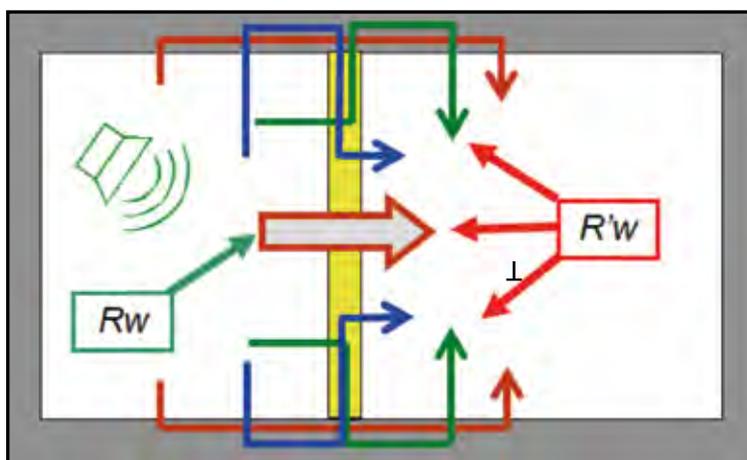


Figura 1: Potere fonoisolante apparente R'_w

può calcolare a partire dal fattore di trasmissione dell'energia Y_{ij} o dal fattore di accoppiamento tra gli elementi coinvolti η_{ij} come previsto dal metodo SEA, Statistical Energy Analysis. Un metodo più abbordabile è quello sviluppato da dati empirici, proposto sempre nella stessa appendice, e prevede il calcolo dell'indice K_{ij} a partire dalla tipologia di giunto e dalle masse superficiali in kg/m^2 degli elementi coinvolti nella trasmissione. Più nel detta-

glio, l'indice K_{ij} è parametrato al fattore M , definito come il logaritmo del rapporto tra le masse superficiali dell'elemento perpendicolare a quello di ingresso i e l'elemento d'ingresso stesso i (formula 1).

$$M = \text{Log} \frac{m'_{li}}{m'_i} \quad [1]$$

La figura 2 mostra quali elementi considerare nei diversi percorsi laterali. Questo fattore tiene conto

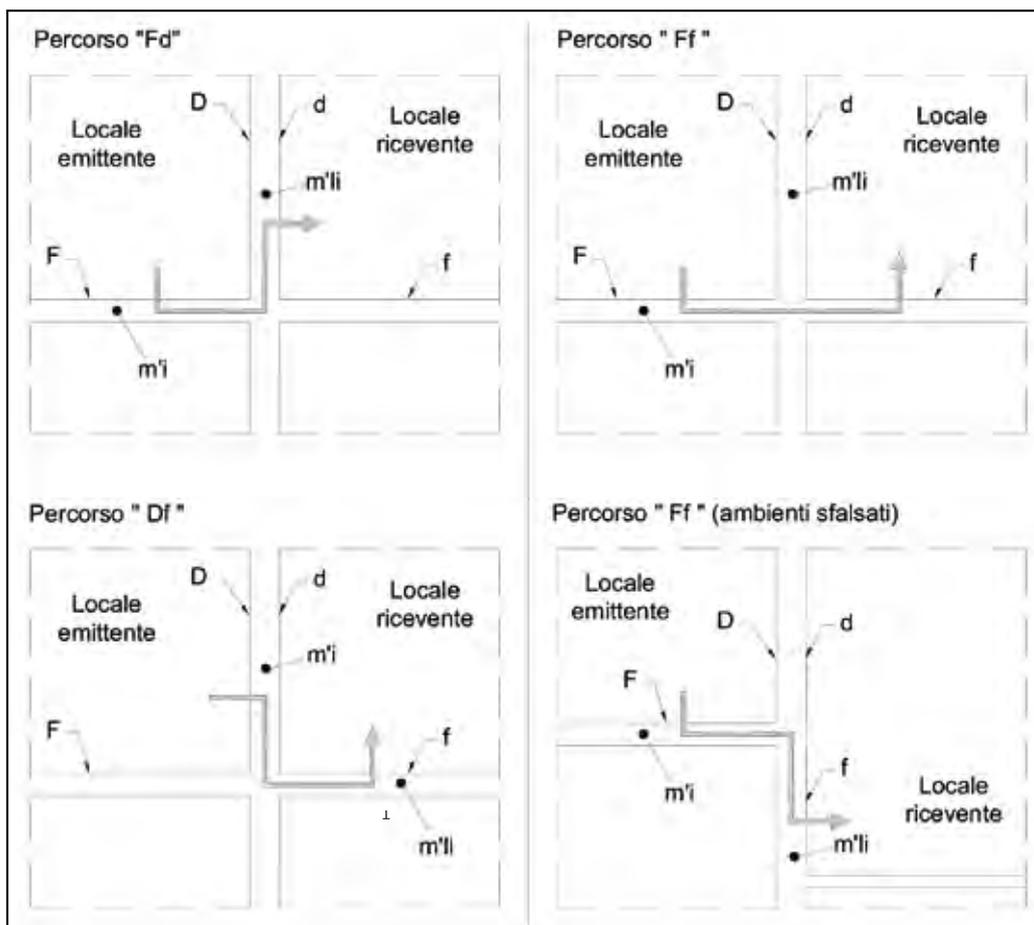


Figura 2: Elementi da considerare nel calcolo del parametro "M"

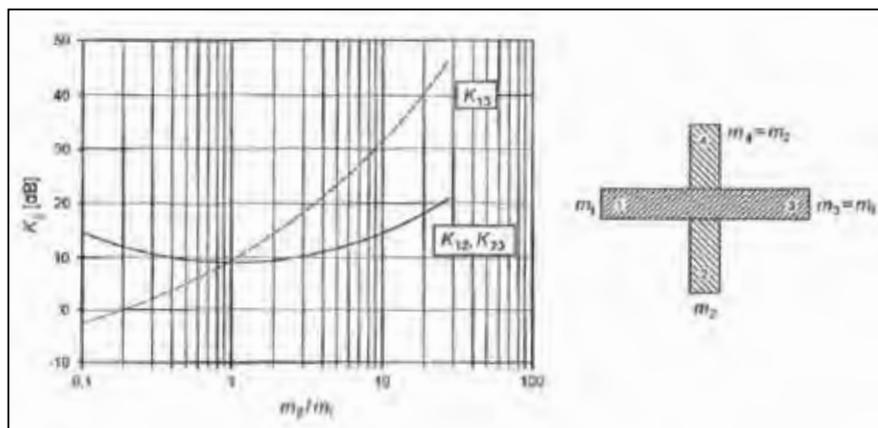


Figura 3: indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} di un giunto a croce in edifici pesanti

dell'inerzia degli elementi connessi al giunto, maggiore è la massa, maggiore l'inerzia e quindi la forza che serve per metterli in vibrazione. È agevolata quindi la trasmissione di vibrazione quando nel passaggio da i a j, l'elemento perpendicolare a i è molto leggero, viceversa, si otterrà un'elevata riduzione di vibrazioni per elementi perpendicolari a i molto pesanti. La figura 3 mostra il comportamento di un giunto a croce, in funzione del rapporto m'_j/m'_i . La riduzione di trasmissione da 1 a 3 aumenta all'aumentare del rapporto tra m'_2 e m'_1 .

Giunti tra strutture omogenee

Oltre al giunto a croce della figura 3 sono previsti dalla norma anche giunti a T e giunti a croce e T con strati flessibili interposti.

Nella tabella seguente si riportano le relative formule dedicate al calcolo dell'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} in funzione del fattore M. Si noti che i giunti rigidi non dipendono dalla frequenza mentre i giunti con materiali flessibili interposti variano con la frequenza, in quest'ultimo caso, per applicare il metodo semplificato, la norma indica che è possibi-

TIPO DI GIUNTO		TIPO DI PERCORSO	Kij						
Giunto rigido a croce		Diretto	$K_{ij} = 8,7 + 17,1M + 5,7 M^2$						
		Ad angolo	$K_{ij} = 8,7 + 5,7 M^2$						
Giunto rigido a T		Diretto	$K_{ij} = 5,7 + 14,1M + 5,7 M^2$						
		Ad angolo	$K_{ij} = 5,7 + 5,7 M^2$						
Giunto a croce o a T con strati intermedi flessibili (Il percorso "ij" attraversa strati flessibili)		Il percorso interseca un giunto flessibile	$K_{ij} = K_{ij,rigido} + \Delta_i$						
		Il percorso interseca due giunti flessibili	$K_{ij} = K_{ij,rigido} + 2\Delta_i$						
		$\Delta_i = C_c \log (f/f_i) \geq 5 \text{ dB}$							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Carico su strato resiliente [kN/m²]</th> <th>C_c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 80</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>tra 80 e 750</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>> 750</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Carico su strato resiliente [kN/m ²]	C _c	< 80	20	tra 80 e 750	15	> 750
Carico su strato resiliente [kN/m ²]	C _c								
< 80	20								
tra 80 e 750	15								
> 750	10								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rigidità dinamica apparente strato resiliente: s'_t [MN/m³]</th> <th>f_i [Hz]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tra 50 e 100</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>tra 30 e 49</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Rigidità dinamica apparente strato resiliente: s' _t [MN/m ³]	f _i [Hz]	tra 50 e 100	110	tra 30 e 49	50	
		Rigidità dinamica apparente strato resiliente: s' _t [MN/m ³]	f _i [Hz]						
tra 50 e 100	110								
tra 30 e 49	50								
Giunto a croce o a T con strati intermedi flessibili (Il percorso "ij" diretto NON ATTRAVERSA strati flessibili)		Diretto	$K_{ij} = 3,7 + 14,1M + 5,7 M^2$ $0 \leq K_{ij} \leq -4 \text{ dB}$						
Giunto a T con strati intermedi flessibili (Il percorso "ij" ad angolo attraversa uno strato flessibile)		Ad angolo	$K_{ij} = 5,7 + 14,1M + 5,7 M^2$						

le considerare un valore K_{ij} medio nell'intervallo di frequenze di terzo d'ottava tra 250 Hz e 1000 Hz. È utile precisare che in caso di strutture rivestite con strati addizionali, il fattore M considera la sola massa della struttura di base, in quanto elementi non connessi rigidamente alle strutture non alterano il comportamento del giunto ma vengono conteggia-

te separatamente per la loro influenza sul percorso. Inoltre per le strutture laterali costituite da pareti doppie con intercapedine, o da pareti con rivestimento esterno (cappotto), il fattore M considera la massa dell'intera struttura.

La figura 4 mostra come riconoscere i giunti a T e i giunti a croce.

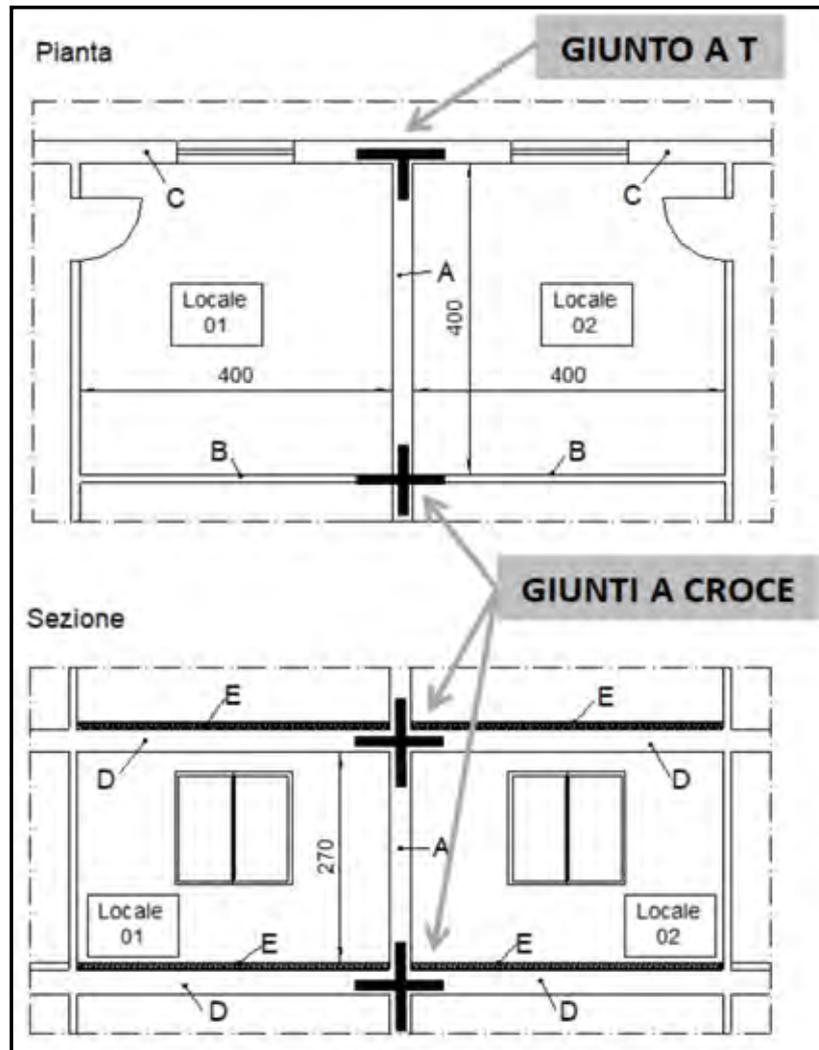


Figura 4: giunti T o giunti a CROCE

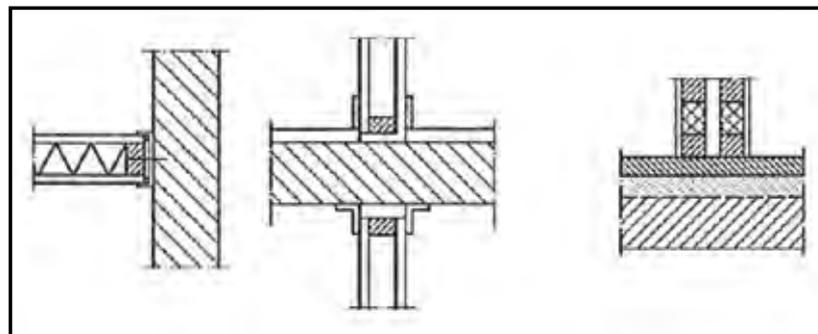
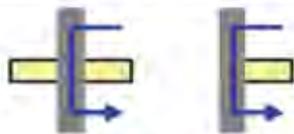


Figura 5: esempi di giunti misti, elementi omogenei e pareti doppie a secco

TIPO DI GIUNTO	K_{ij}
 <p>Percorso su elementi omogenei</p>	$K_{ij} = 3 + 14,1M + 5,7M^2$
 <p>Percorso su elementi leggeri</p>	$K_{ij} = 10 + 20M - 3,3 \log f/f_0$ $K_{ij} \geq 10 \text{ dB}$ $F_0 = 500 \text{ Hz}$
 <p>Percorso ad angolo da elemento omogeneo a leggero e viceversa</p>	$K_{ij} = 10 + 10 M + 3,3 \log f/f_0$

Giunti tra strutture non omogenee

Possono essere considerati edifici pesanti anche edifici misti, in cui ad esempio i solai sono realizzati in laterocemento e le pareti in lastre di gesso rivestito su telai metallici o lignei, oppure i tamponamenti esterni in laterizio e i divisori tra unità immobiliari a secco (figura 5).

Per questi giunti si utilizza ancora l'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} che in questo caso è funzione anche della frequenza. Come mostrano le formule nella tabella sopra, il percorso che si propaga solo tra gli elementi omogenei, e che vede l'elemento leggero perpendicolare all'elemento d'ingresso, subisce minore riduzione rispetto al percorso che prevede il passaggio da un elemento a secco a un elemento omogeneo pesante.

Giunti Particolari

Anche nel cambio di direzione e nel cambio di spessore, sempre in funzione delle masse in gioco ma indipendente dalla frequenza, la trasmissione di vibrazioni subisce una riduzione o un'amplificazione dei livelli, come mostrato nella figura 6.

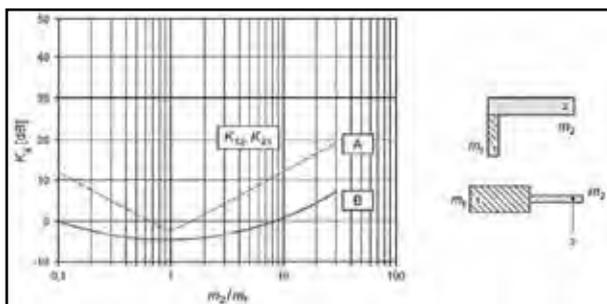


Figura 6: angoli e cambi di spessori

Non è chiaro tra gli addetti ai lavori come e dove applicare questi giunti e si rimanda la trattazione al prossimo articolo specifico sul tema.

Simulazioni numeriche

L'indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} si può ottenere anche con simulazioni numeriche, la norma specifica che c'è intenzione nelle prossime revisioni di utilizzarle per fornire i K_{ij} anche di giunti complessi. L'indice è calcolato a partire dal fattore di trasmissione dell'energia γ_{ij} e prevede due modelli, la teoria delle onde e il metodo agli elementi finiti. Anche questo tema verrà affrontato con un articolo successivo dedicato.

Conclusioni

In questo articolo è stato affrontato il comportamento dei giunti in edifici pesanti, l'obiettivo è stato quello di descrivere le diverse tipologie contemplate dalla norma e quali variabili influenzano la trasmissione di vibrazione. Conoscere il comportamento dei giunti porta ad un utilizzo consapevole dei software disponibili sul mercato. ANIT mette a disposizione dei soci il software ECHO 8.0 che implementa il metodo semplificato delle UNI EN ISO 12354 e dal quale sono state prese alcune immagini esposte sopra. Nei successivi articoli verranno trattati i giunti in edifici leggeri e approfonditi ove possibile i temi solo accennati in questo articolo. Per maggiori approfondimenti www.ANIT.it. 

* Ing. Stefano Benedetti,
Esperto ANIT.