

Il cantiere sperimentale ISOPROJECT di Noventa di Piave

Un esempio per il futuro.

Roberto Calliari

Gli organismi edilizi devono rispondere a requisiti tecnici secondo parametri oggettivi e misurabili, con riferimento alle esigenze di sicurezza, igiene e fruibilità degli utilizzatori.

Il comfort domestico e la qualità degli ambienti di lavoro dipendono in gran parte dalla rispondenza a questi requisiti.

Negli ambienti abitativi la percezione del **rumore** indotto dai vicini rappresenta una delle maggiori cause di disturbo.

In molti casi, i rumori derivanti dalle più comuni attività domestiche possono dar luogo a situazioni ritenute inaccettabili, in ragione della loro tipologia, intensità e durata, ma anche del loro manifestarsi in particolari momenti della giornata o in concomitanza con altri eventi potenzialmente disturbanti o, più in generale, sgradevoli.

La definizione di **requisiti minimi di protezione acustica**, da attribuire (in forma passiva) agli elementi di un edificio, costituisce un momento essenziale per la corretta fruizione degli spazi abitativi.

I livelli prestazionali cogenti per i requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici sono definiti, nell'ambito della Legge Quadro sull'inquinamento acustico dal D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici degli edifici".

Il D.P.C.M. 05/12/1997 classifica ambienti ed edifici in base alla loro destinazione d'uso e definisce i livelli prestazionali di edifici e di loro componenti in opera, i requisiti acustici di sorgenti sonore all'interno degli edifici ed i livelli di rumorosità da esse indotti, oltre ai parametri descrittivi delle prestazioni e le metodologie di misura.

Tab. 1 - Requisiti acustici passivi degli edifici (D.P.C.M. 05/12/1997).

Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D	Categoria E	Categoria F	Categoria G
- Residenza	- Uffici	- Alberghi - Pensioni - Attività ricettive - B & B	- Ospedali - Cliniche - Case di cura	- Attività scolastiche a tutti i livelli	- Attività ricreative - Luoghi di culto	- Attività commerciali

	Categoria A	Categoria B	Categoria C	Categoria D	Categoria E	Categoria F	Categoria G
Potere fonoisolante apparente R'_w	50	50	50	55	50	50	50
Isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nt,w}$	40	42	40	45	48	42	42
Livello di rumore di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$	63	55	63	58	58	55	55
Rumore prodotto dagli impianti a funzionamento discontinuo L_{ASmax}	35	35	35	35	35	35	35
Rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo L_{Aeq}	35*	35*	35*	25	25	35*	35*

*25 nel testo dell'allegato A al D.P.C.M. 5/12/97

È evidente che il **grado di isolamento acustico** offerto dalle strutture edilizie ha un limite. Questo limite dipende principalmente dalla qualità della progettazione degli spazi abitativi, oltre che dalle caratteristiche dei materiali impiegati e dalla loro posa in opera.

A questo si aggiunge il contesto insediativo, le cui caratteristiche (ambientali, sociali, urbanistiche) possono profondamente condizionare la qualità degli ambienti di vita.

Relativamente alla protezione dal rumore all'interno degli edifici è quindi possibile distinguere fra requisiti cogenti e requisiti volontari.

Tali requisiti devono essere correttamente valutati in sede progettuale non solo in relazione ai limiti di legge, ma anche tenendo conto di tutte quelle situazioni di potenziale disturbo che possono limitare il comfort negli ambienti abitativi e di lavoro.

Il problema della protezione dal rumore in edilizia è, in sostanza, un problema di **corretta progettazione architettonica** che, partendo dalla destinazione d'uso (grado di protezione dal rumore e caratteristiche delle sorgenti interne) e dalla tipologia dell'edificio (distribuzione degli spazi interni e delle funzioni), passa per la scelta delle soluzioni costruttive che tengano conto degli effettivi livelli prestazionali necessari.

Le esigenze della corretta progettazione acustica degli edifici possono essere quindi soddisfatte attraverso un percorso di analisi e verifica così costituito:

- analisi della tipologia edilizia e della distribuzione degli ambienti per evitare l'adiacenza di spazi acusticamente "sensibili" con luoghi rumorosi o terminazioni ed attraversamenti impiantistici; la distribuzione degli ambienti e delle funzioni deve confrontarsi, in questa fase, anche con il rumore ambientale all'esterno dell'edificio;
- limitazione del numero e dell'estensione delle superfici di separazione fra distinte unità abitative o funzionali;
- scelta di soluzioni costruttive, verificate in laboratorio secondo metodi di prova normati, le cui caratteristiche di isolamento acustico rispondano alle effettive esigenze di protezione dal rumore generato negli ambienti circostanti;
- valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi mediante metodi di calcolo normati.

A queste fasi segue il controllo, in sede di realizzazione, della rispondenza di materiali e tecniche di posa alle prescrizioni di progetto.

Infine il **collaudo acustico**, condotto secondo i metodi previsti dalle norme per la valutazione delle prestazioni acustiche in opera, fornisce gli elementi di valutazione della qualità dell'opera realizzata.

Il **comparto di Noventa di Piave (VE)**, pietra fondale per la nascita di "ISOPROJECT - Case di Valore in Laterizio" (cfr. Newsletter POROTON® relative all'argomento), è stato anche teatro di una ricerca, svolta da un nutrito gruppo di esperti, per la misurazione in opera delle prestazioni acustiche di elementi di partizione orizzontali (solai) e verticali (pareti) nell'edilizia residenziale.

Tab. 2 – Elenco delle prove in opera eseguite nell'edificio di Noventa di Piave (VE).

N° prova	Nome prova	Trasmittente	Ricevente	Risultato	Note
1	A3_1_Ln'	camera A3	camera A1	85 dB	Solaio nudo
2	A3_1_R'	camera A3	camera A1	45 dB	Solaio nudo
3	A5_1_Ln'	camera A5	garage G4	90 dB	Solaio nudo
4	A5_1_R'	camera A5	garage G4	51 dB	Solaio nudo
5	A3_2_Ln'	camera A3	camera A1	83 dB	Solaio nudo
6	A3_2_R'	camera A3	camera A1	46 dB	Solaio nudo
7	A5_2_Ln'	camera A5	garage G4	76 dB	Solaio nudo+massetto alleggerito
8	A5_2_R'	camera A5	garage G4	51 dB	Solaio nudo+massetto alleggerito
9	A3_3_Ln'	camera A3	camera A1	57 dB	Solaio completo senza pavimentazione
10	A5_3_Ln'	camera A5	garage G4	50 dB	Solaio completo senza pavimentazione
11	AX_Ln'_1	sopp camera A3	camera A3	59 dB	Solaio Finito
12	AX_Ln'_2	sopp camera A4	sopp camera A3	42 dB	Solaio Finito
13	AX_Ln'_3	camera A4	camera A3	41 dB	Solaio Finito
14	AX_R'_1	sopp camera A3	camera A3	52 dB	Solaio Finito
15	AX_R'_2	sopp camera A3	sopp camera A3	52 dB	Parete intonacata
16	AX_R'_3	camera A4	camera A3	52 dB	Parete intonacata

La ricerca, nata dalla **collaborazione di Cleverbuilding s.r.l. con il Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università degli Studi di Padova**, e con il supporto del Consorzio POROTON® Italia, è stata sviluppata e coordinata dal prof. Roberto Zecchin con i proff. Antonino Di Bella e Michele De Carli.

Il Dipartimento di Fisica Tecnica dell'Università degli Studi di Padova, infatti, è tra i più attivi in Italia nel campo delle

ricerche per l'ottimizzazione delle prestazioni acustiche degli elementi edilizi e per l'ottimizzazione energetica degli edifici attraverso un percorso incentrato sulla progettazione integrata.

Questo gruppo di ricerca si è impegnato negli ultimi anni in ricerche finanziate dalle più importanti aziende italiane di prodotti per l'edilizia e per il controllo e la gestione dell'ambiente costruito, nello studio di soluzioni ad elevate prestazioni, ma nel contempo di facile impiego ed a costo contenuto.

A Noventa di Piave, il gruppo ISOPROJECT ha messo a disposizione il comparto edilizio permettendo di concretizzare l'applicazione della **progettazione integrata** a tutte le fasi di definizione ed attuazione del progetto per studiare soluzioni ottimizzate per l'edilizia di tipo residenziale.

Lo sviluppo di tutte le soluzioni architettoniche, infatti, è stato accuratamente analizzato in fase progettuale, sia studiando la distribuzione planimetrica degli alloggi, riducendo quindi le situazioni di possibili interferenze acustiche tra gli alloggi, che con una corretta progettazione del dettaglio per semplificare le fase di posa ed ottimizzare la prestazione dei materiali utilizzati, senza comunque trascurare le interazioni con gli aspetti di contenimento energetico ed efficienza impiantistica.

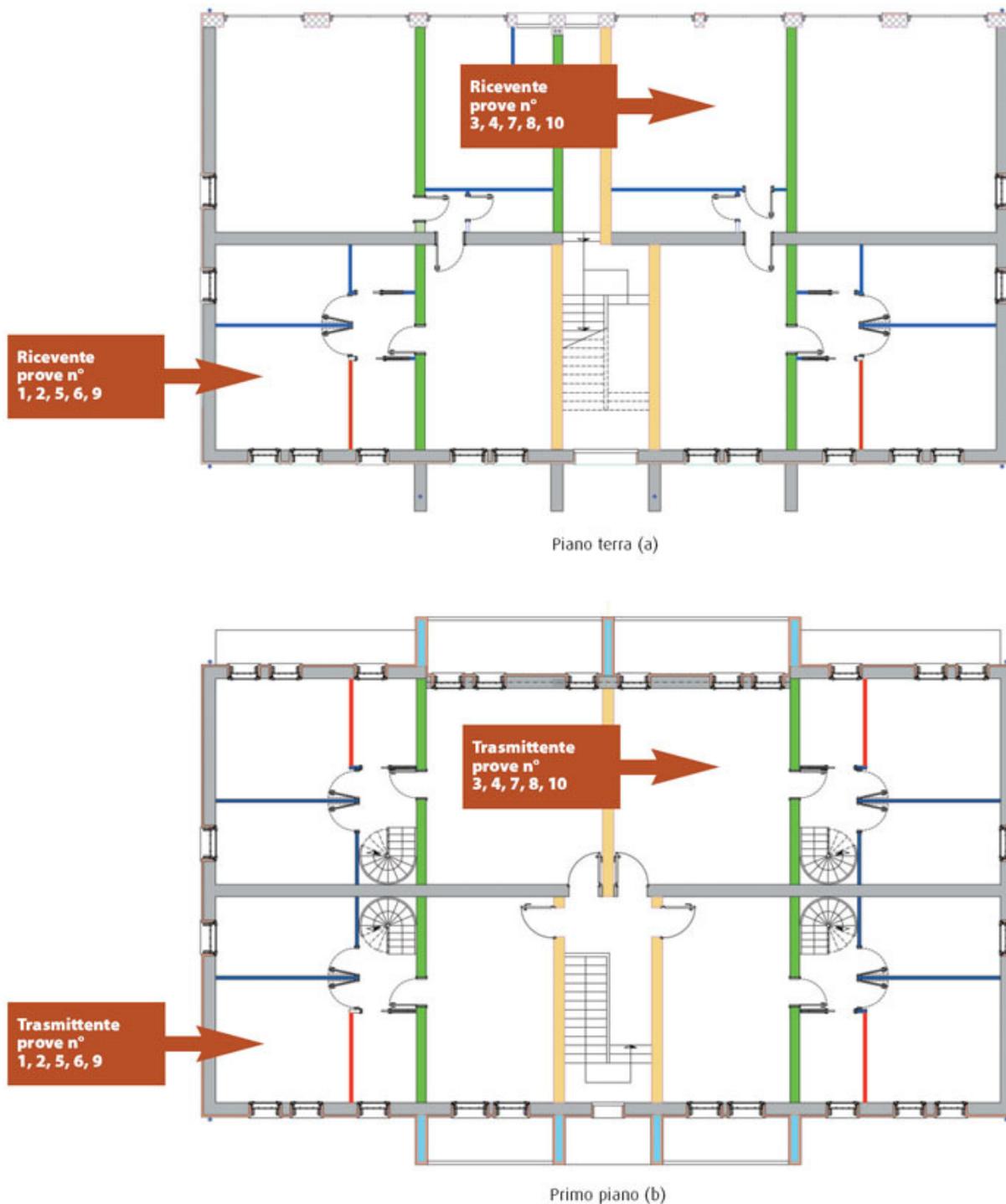


Fig. 1 – Prove in opera eseguite sui solai di interpiano tra piano primo e piano terra dell'edificio:

- a) disposizione degli ambienti riceventi al piano terra;
- b) disposizione degli ambienti trasmittenti al piano primo.

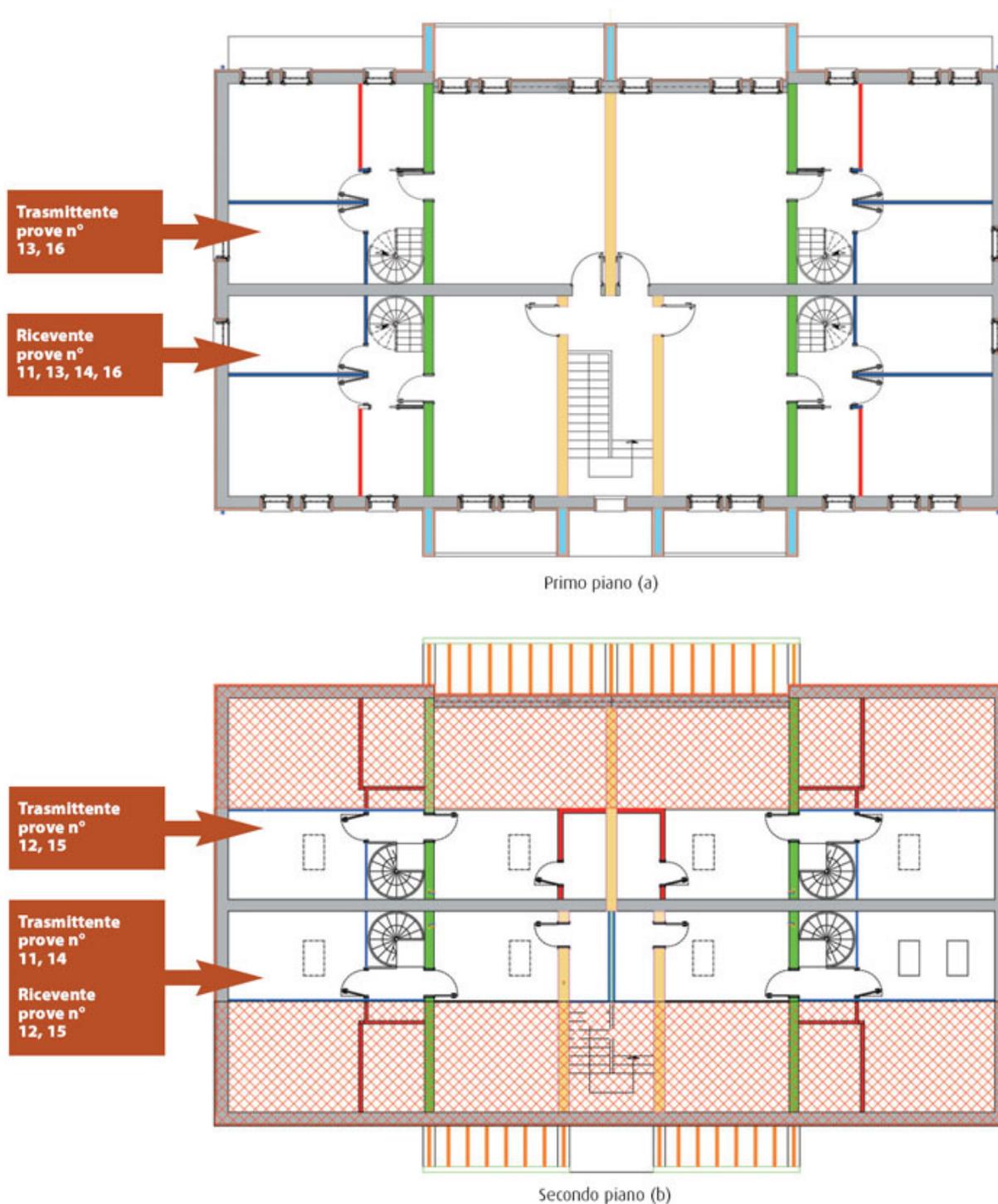


Fig. 2 – Prove in opera eseguite su solai e partizioni verticali ai piani primo e secondo dell'edificio:
 a) disposizione degli ambienti trasmettenti e riceventi al piano primo;
 b) disposizione degli ambienti trasmettenti e riceventi al piano secondo.

Grazie alla disponibilità della committenza e soprattutto dell'impresa, si sono potute svolgere **diverse misurazioni** sia al termine della costruzione del fabbricato, ma soprattutto durante la fase di cantiere, riuscendo quindi ad ottenere valori misurati in situazioni intermedie di lavorazione.

Questi dati, che difficilmente è possibile ottenere in altre situazioni per il notevole impegno in termini di tempo e risorse che tali ricerche comportano, costituiscono una banca dati molto importante per lo sviluppo dei prodotti e lo studio delle loro applicazioni, consentendo quindi di ottimizzare lavorazioni, materiali e costi finali.

In particolare, si è provveduto ad approfondire gli aspetti progettuali relativi all'interazione tra le diverse esigenze di sicurezza e fruibilità, con un approccio sinergico alle problematiche strutturali, di risparmio energetico e di comfort acustico.

Sono state quindi introdotte, in fase preliminare, delle opportune semplificazioni allo schema tipologico dell'edificio, che hanno consentito una più razionale applicazione dei metodi di valutazione delle prestazioni termiche ed acustiche.

Tale approccio consente di affrontare in tempo utile alcune problematiche sia termiche che acustiche altrimenti di difficile soluzione in fase di realizzazione.

Tab. 3 – Sintesi dei risultati delle prove in opera sui solai (potere fonoisolante e calpestio) eseguite negli edifici del "Lotto 1" di Noventa di Piave (VE).

Tipo di struttura	Prestazioni della struttura al grezzo (solo elementi portanti)		Prestazioni della struttura prima della finitura (elementi portanti con massetto galleggiante)		Prestazioni della struttura finita (solaio completo con pavimentazione in legno)	
	Potere fonoisolante apparente, R'_w	Livello normalizzato di calpestio, $L'_{n,w}$	Potere fonoisolante apparente, R'_w	Livello normalizzato di calpestio, $L'_{n,w}$	Potere fonoisolante apparente, R'_w	Livello normalizzato di calpestio, $L'_{n,w}$
Solaio laterocementizio	51	90	51	76	51	50
Solaio misto legno-cemento	45	85	46	83	52	59

Tuttavia, l'approccio realmente innovativo risiede nell'utilizzo degli **strumenti previsionali per l'acustica edilizia**, cioè i metodi di calcolo previsti dalle norme della serie UNI EN 12354, non solo per una semplice valutazione della rispondenza ai requisiti cogenti, utilizzando i dati prestazionali determinati in laboratorio per i sistemi costruttivi, ma per l'ottimizzazione delle strutture e dei materiali impiegati al fine di interagire con gli altri fattori tutti quegli aspetti che entrano nella dinamica della definizione dei costi di produzione.

Si è quindi operato, nella scelta dei materiali e dei sistemi costruttivi, in modo da ottenere il **miglior rapporto costo/prestazione** possibile per questa tipologia di edificio e per il tipo di sistema costruttivo impiegato.

La **verifica acustica in opera**, di cui vengono qui presentate le schede di sintesi, diventa quindi un'opportunità di verifica della qualità dell'opera e per il miglioramento del processo produttivo.

Nel caso del comparto edilizio sperimentale di Noventa di Piave è stato per esempio possibile analizzare due diverse tipologie di solaio: un solaio laterocementizio con fondello in laterizio alleggerito con elementi in plastica riciclata (UNISOL®) ed un solaio misto legno-calcestruzzo (Woodbeton®).

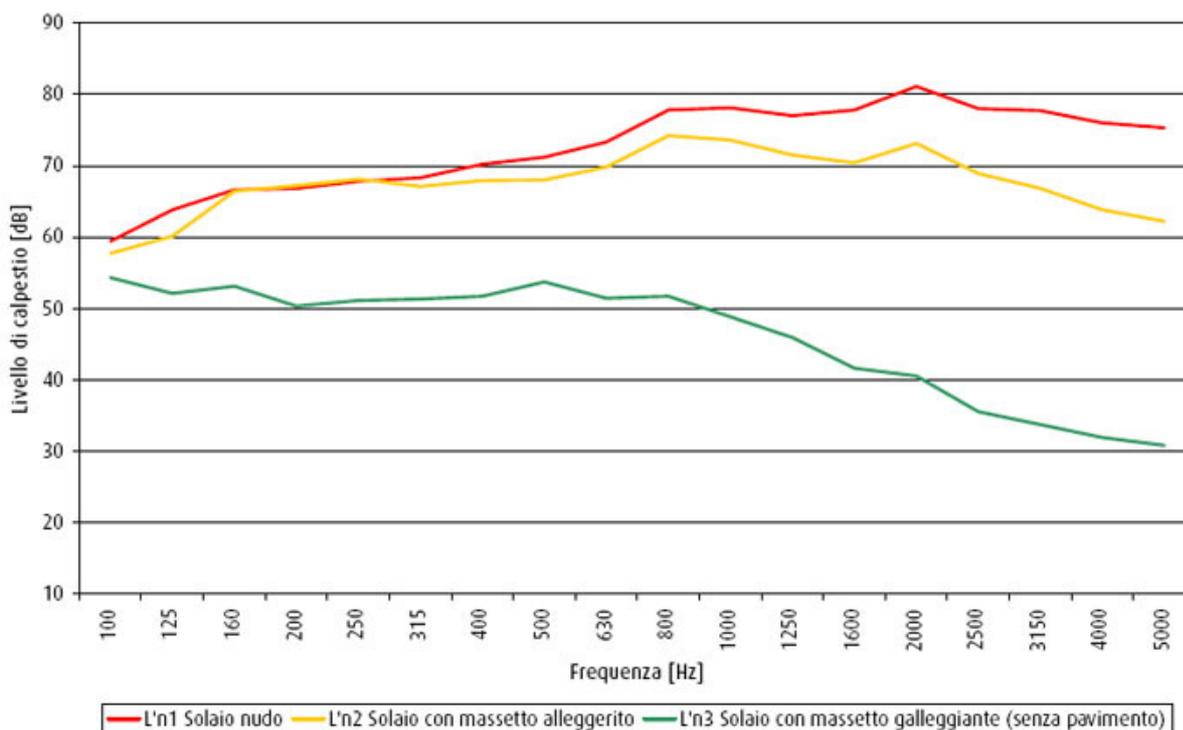


Fig. 3 – Andamento in frequenza del livello di calpestio per il solaio UNISOL® in diversi stadi di avanzamento lavori e di finitura.

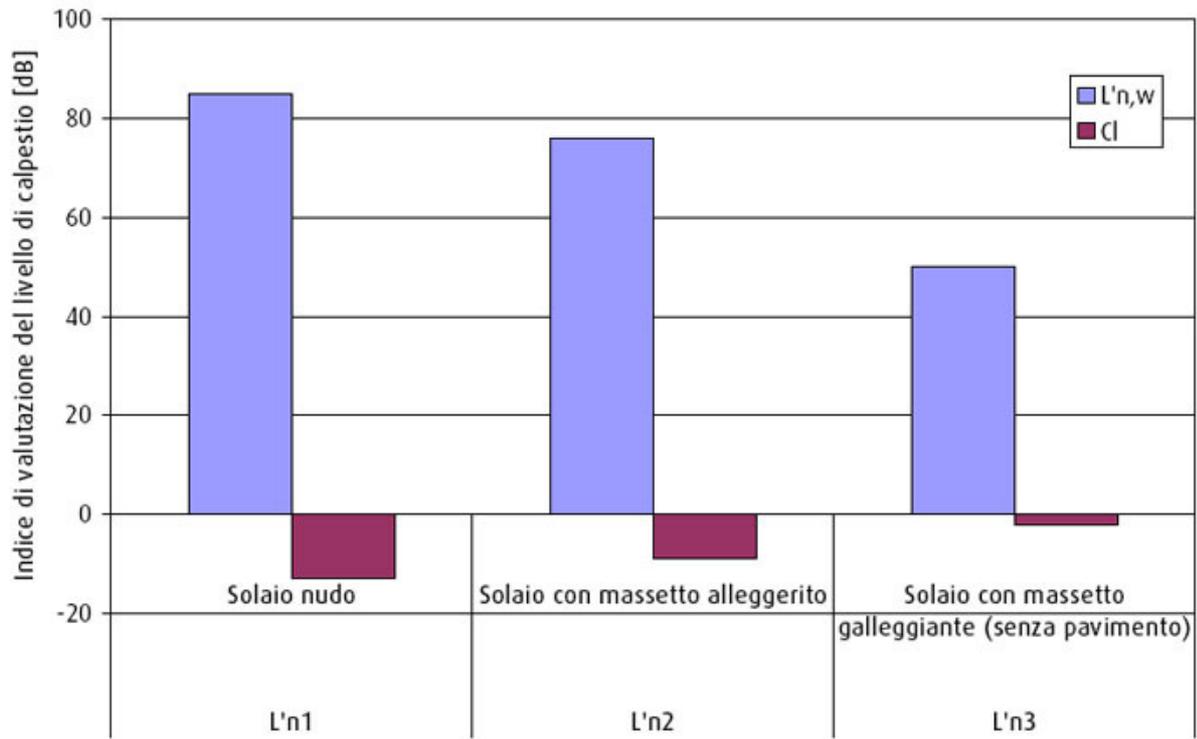


Fig. 4 – Indice di valutazione del livello di calpestio L'_{nw} e del fattore correttivo C_i per il solaio UNISOL® in diversi stadi di avanzamento lavori e di finitura.

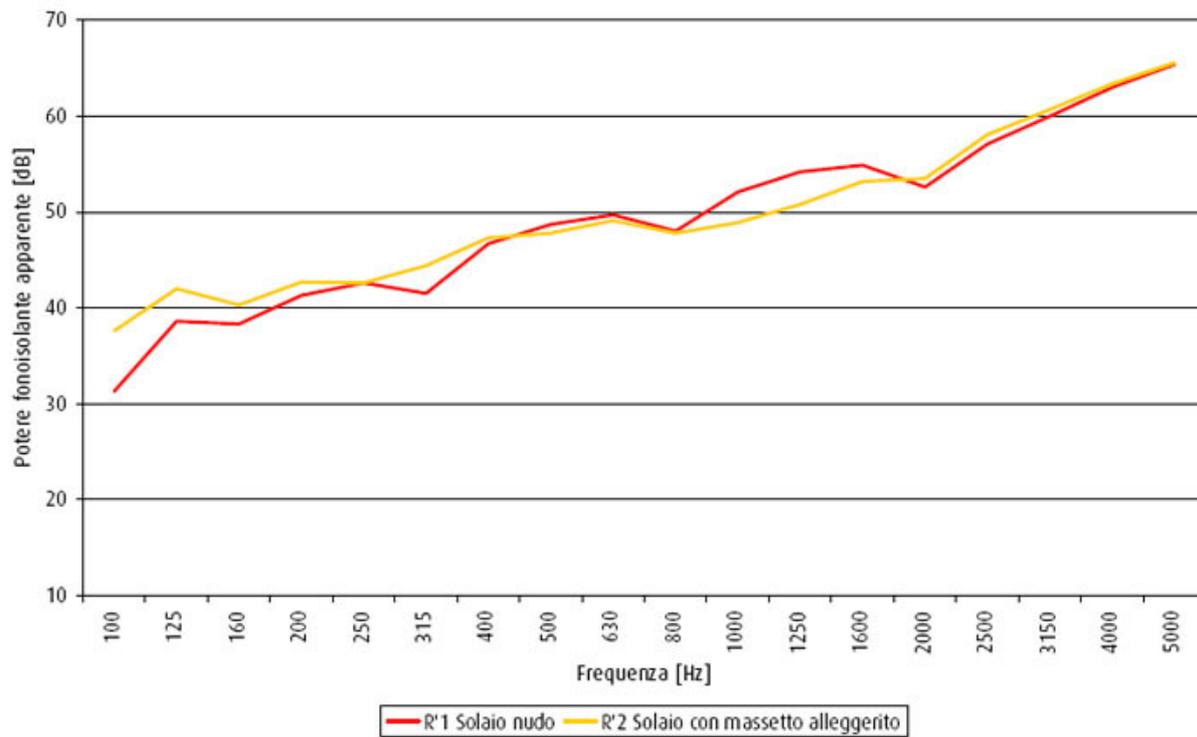


Fig. 5 – Andamento in frequenza del potere fonoisolante apparente per il solaio UNISOL® in diversi stadi di avanzamento lavori e di finitura.

L'analisi dell'evoluzione delle prestazioni in corso d'opera permette di evidenziare alcuni aspetti interessanti:

- i sistemi costruttivi massivi, come i solai laterocementizi, permettono di conseguire elevate prestazioni di fonoisolamento senza necessità di ulteriori integrazioni, al contrario dei sistemi misti che, essendo caratterizzati da una maggiore elasticità, raggiungono le prestazioni ottimali solo con un adeguato incremento di peso (dato principalmente dal massetto e dalla pavimentazione);
- la trasmissione dei rumori impattivi può essere efficacemente limitata esclusivamente con l'adozione di sistemi resilienti, cioè di pavimenti galleggianti in cui il materiale anticlastico abbia caratteristiche di rigidità dinamica ottimali rispetto al carico rappresentato dal massetto e dalla pavimentazione;
- la presenza di strutture verticali realizzate in POROTON® con la tecnica della muratura armata, il cui potere fonoisolante apparente delle strutture verticali si è attestato sul valore di 52 dB per tutti i casi analizzati, ha permesso una proficua interazione con le strutture orizzontali, limitando fortemente il contributo dei percorsi laterali di trasmissione dell'energia sonora e, di conseguenza, migliorando le prestazioni complessive dell'edificio.

In ultima analisi è opportuno ricordare che l'edificio è un organismo complesso per la cui realizzazione concorrono diversi soggetti.

Al pari di un qualsiasi prodotto industriale esso è (o dovrebbe essere) frutto di un articolato processo di progettazione, integrazione, validazione e controllo.

La soluzione del problema della qualità acustica degli edifici passa, quindi, attraverso una maggiore sensibilizzazione degli operatori del settore, in primo luogo progettisti ed imprese di costruzione, ma anche amministratori e tecnici pubblici, che devono comunque rispettare (e far rispettare) i limiti del D.P.C.M. 05/12/1997, anche in assenza di specifiche disposizioni in merito all'interno dei regolamenti edilizi comunali.

Queste considerazioni assumeranno in futuro una sempre maggiore importanza, sia per la recente evoluzione degli obblighi di legge che porta, di fatto, la prestazione acustica nell'ambito delle verifiche obbligatorie di conformità, sia per i futuri sviluppi in ambito normativo che consentiranno la classificazione delle unità immobiliari sulla base di parametri acustici di qualità che dovranno essere perseguiti e raggiunti attraverso un percorso progettuale in cui il problema del comfort acustico non può essere escluso dalle fasi preliminari del progetto.

La presa di coscienza del problema della qualità acustica da parte dei soggetti che operano nel mercato dell'edilizia è, quindi, necessaria per rendere effettivamente applicabili le attuali tecniche di valutazione e progettazione.

Finché il problema dei requisiti acustici passivi degli edifici verrà vissuto come un problema "scomodo", ma comunque trascurabile o dilazionabile nel tempo, non sarà possibile pervenire alla cosiddetta "progettazione integrata" del sistema edificio-strutture-impianti, che permette di evitare sul nascere o di limitare la maggior parte dei problemi.

La ricerca comunque continua, ed anche sul comparto di Torrebelficino (VI) (cfr. "Murature Oggi" n. 102 - Marzo 2009), grazie alla collaborazione del Dipartimento di Fisica Tecnica di Padova, sono state misurate le prestazioni acustiche di solai e partizioni in laterizio allo stato grezzo.

Al termine della realizzazione del fabbricato, saranno nuovamente svolte delle misurazioni per valutare il comportamento finale del fabbricato potendo quindi confrontare soluzioni differenti adottate e definire l'apporto in termini di isolamento dei materiali di finitura utilizzati.

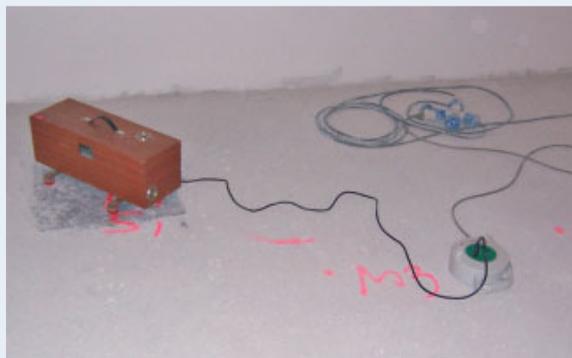
Metodologia di misura del rumore da calpestio

Il principio su cui si basa il metodo di misura del rumore da calpestio è quello di eccitare il solaio in esame mediante una macchina in grado di applicare su di esso una forzante nota di tipo impulsivo e periodico. Viene quindi valutato il livello di pressione sonora indotto nell'ambiente sottostante dalla vibrazione del solaio.

Il livello di pressione sonora da calpestio normalizzato (L_n) è quindi dato dal livello di pressione sonora indotto nell'ambiente disturbato dal generatore di calpestio normalizzato (L_i) aumentato di un fattore di correzione, espresso in decibel, dato da dieci volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra l'area di assorbimento equivalente A , misurata nell'ambiente ricevente, e l'area di assorbimento equivalente di riferimento A_0 , pari a 10 m^2 .

$$L_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ [dB]}$$

Per le misure in opera si fa riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 140-7.



L'isolamento acustico per via aerea di partizioni interne

La norma UNI EN ISO 140-4 descrive i metodi per la misurazione in opera delle proprietà di isolamento al rumore aereo di pareti interne, pavimenti e porte, tra due ambienti adiacenti e distinti in condizioni di campo acustico diffuso e per la determinazione della protezione dal rumore fornita agli occupanti dell'edificio.

I metodi forniscono valori di isolamento al rumore aereo in funzione della frequenza.

Il parametro richiesto dal D.P.C.M. 5/12/1997 per la valutazione delle prestazioni di isolamento nei confronti del rumore trasmesso per via aerea è il potere fonoisolante apparente (R'), che si ricava mediante la relazione

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ [dB]}$$

dove L_1 è il livello medio di pressione sonora [dB] nella camera trasmittente; L_2 è il livello medio di pressione sonora [dB] nella camera ricevente; S è l'area dell'elemento in prova [m^2]; A è l'area di assorbimento acustico equivalente [m^2] nella camera ricevente.

La procedura di misura è del tutto analoga a quella utilizzata per le valutazioni in laboratorio.

In particolare, la potenza sonora generata nell'ambiente trasmittente deve essere sufficientemente elevata da indurre, nell'ambiente ricevente, un livello di pressione sonora maggiore di almeno 10 dB rispetto al rumore di fondo, altrimenti è necessario apportare delle correzioni ai risultati ottenuti.

