

Normativa acustica e soluzioni conformi

La conoscenza del quadro normativo aggiornato e del comportamento fonoisolante di materiali, strutture e sistemi costruttivi è di fondamentale importanza per il corretto svolgimento di valutazioni prestazionali complesse e delicate, come quelle che riguardano il collaudo o la verifica dei requisiti acustici degli edifici

La qualità di un organismo edilizio può essere valutata attraverso il modo in cui vengono soddisfatti i livelli prestazionali relativi ai requisiti tecnici che fanno riferimento alle esigenze di comfort, sicurezza, igiene e fruibilità degli utilizzatori.

Fra i vari requisiti, quello della protezione dal rumore negli ambienti abitativi è stato a lungo ed ingiustamente trascurato, ponendo piuttosto l'attenzione su altre esigenze, legate a più stringenti prescrizioni di legge o a particolari richieste del mercato.

Nel 1995, con l'emanazione della Legge Quadro sull'inquinamento acustico^[1], viene stabilito che è competenza dello Stato la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti e l'indicazione dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie (art.3, comma 1, lettere e ed f).

L'attesa era, dunque, per due distinti decreti attuativi della Legge Quadro: uno che fissasse i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti (facciate, partizioni, solai) al fine di ridurre l'esposizione umana al rumore; l'altro che indicasse i metodi previsionali e progettuali idonei al conseguimento dei requisiti prestazionali richiesti.

Purtroppo, all'emanazione del D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici degli edifici"^[2] non ha fatto seguito il decreto sui criteri di progettazione ed esecuzione, rendendo così di difficile interpretazione ed applicazione sia lo stesso D.P.C.M. 5/12/97, sia quanto previsto all'art.6, comma 1, lettera e della Legge Quadro, che attribuisce ai Comuni il compito di adottare i regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico e,

quindi, di adeguare gli strumenti urbanistici ed i regolamenti edilizi alle nuove prescrizioni.

I contenuti del D.P.C.M. 5/12/97 Il D.P.C.M. 5/12/97 classifica le costruzioni in base alla loro destinazione d'uso e definisce i livelli prestazionali degli edifici e dei loro componenti in opera, i requisiti acustici delle sorgenti sonore all'interno degli ambienti ed i livelli di rumorosità da esse indotti (tab. 1), oltre ai parametri descrittivi delle prestazioni e le metodologie di misura.

Nella classificazione degli spazi abitativi proposta dal Decreto non vengono contemplati gli edifici a destinazione mista e i polifunzionali: a tale proposito si potrebbe fornire l'indicazione di far riferimento, se chiaramente individuabili, alle porzioni omogenee di edificio (ad esempio, piano terreno ad uso commerciale, primo piano ad uso uffici, piani superiori residenziali), oppure all'uso prevalente o alla categoria per la quale sono richiesti requisiti più restrittivi, criterio già adattato per altri procedimenti amministrativi connessi con l'edilizia.

Per quanto riguarda i parametri descrittivi degli elementi di edificio (potere fonoisolante apparente, isolamento acustico standardizzato di facciata, livello di rumore di calpestio normalizzato), anche se definiti nel testo del Decreto con riferimento ad alcune norme della serie ISO 140 relative a misure in laboratorio, i valori relativi ai requisiti passivi devono intendersi "rilevati in opera", come si evince dalla simbologia utilizzata. Inoltre, pur citando nel titolo solo i requisiti passivi degli edifici, in realtà il Decreto prende in considerazione anche le sorgenti sonore all'interno dei medesimi, nei confronti delle quali applica il dettato della Direttiva Comunitaria

1 Classificazione degli ambienti abitativi e requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici (D.P.C.M. 5/12/97).

Classificazione degli ambienti abitativi	Requisiti acustici passivi degli edifici			Rumore prodotto dagli impianti tecnologici	
	Potere fonoisolante apparente	Isolamento acustico standardizzato di facciata	livello di rumore di calpestio normalizzato	funzionamento discontinuo	funzionamento continuo
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
Categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55 ^a	45	58	35	25
Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili	50 ^a	40	63	35	25 ^b
Categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili					
Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50 ^a	48	58	35	25
Categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili					
Categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	50 ^a	42	55	35	25 ^b
Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili					

a) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari
 b) Definito nel testo del D.P.C.M. 5/12/97, Allegato A

89/106^[3] indicando valori di livelli sonori all'interno degli edifici legati alle esigenze di qualità della vita.

I requisiti relativi al potere fonoisolante apparente (R'_w) sono riferiti ad elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari, sia verticali (partizioni), sia orizzontali (solai). Per i solai deve essere verificato anche il livello di rumore di calpestio normalizzato ($L'_{n,w}$) indotto negli ambienti sottostanti, qualora siano effettivamente destinati al soggiorno di persone (non si valuta, ad esempio, il livello di calpestio indotto in un garage o in una rimessa). L'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT,w}$) deve essere accertato indipendentemente dagli spazi su cui si affacciano le finestre di un ambiente (fronte strada o cortile interno).

Riassumendo, per un ambiente confinante con una o più unità immobiliari distinte andrebbero effettuati tre diversi tipi di valutazione: potere fonoisolante apparente di ciascun elemento verticale di separazione e potere fonoisolante apparente delle chiusure orizzontali inferiori e delle chiusure orizzontali superiori; livello di rumore di calpestio normalizzato indotto negli ambienti sottostanti; isolamento acustico standardizzato di facciata. D'altra parte, per una abitazione monofamiliare isolata deve essere valutato solo l'isolamento acustico standardizzato di facciata. Naturalmente l'isolamento acustico di facciata presuppone la presenza, lungo la chiusura perimetrale esterna opaca, di almeno un elemento di superficie trasparente. Andrebbero dunque verificate anche le coperture inclinate in presenza di lucernari o abbaini (sottotetti abitabili). Il numero di valutazioni dipende dallo schema distributivo

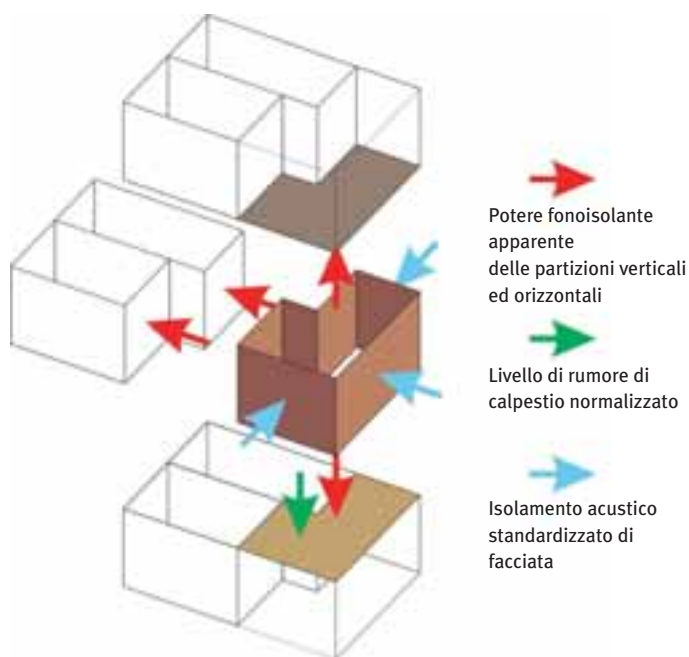
degli ambienti (numero degli elementi di separazione fra unità abitative distinte) e dalla loro destinazione d'uso (fig. 1).

Non è chiaro tuttavia a quali elementi interni siano effettivamente riferiti i requisiti relativi al potere fonoisolante apparente nel caso di edilizia non residenziale o nel caso di separazione con parti comuni o di servizio dell'edificio.

Un chiarimento in merito alle "distinte unità immobiliari" richiamate dal D.P.C.M. 5/12/97 viene dall'art.2 del D.M. 2/1/1998 n.28 "Regolamento recante norme in tema di costituzione del catasto dei fabbricati", in cui si definisce che "L'unità immobiliare è costituita da una porzione di fabbricato (...) che presenti potenzialità di autonomia funzionale e reddituale".

Ad esempio, in un albergo non si dovrebbe verificare l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente delle partizioni che separano le camere, ma quello delle pareti o dei solai che separano queste ultime dagli ambienti comuni di soggiorno o dalle cucine. Analoghe considerazioni possono essere fatte per l'edilizia ospedaliera, dove l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di 55 dB andrebbe riferito alle partizioni che separano ambienti con funzione diversa come fra ambulatori e sale d'aspetto o fra i locali per il personale medico e le camere di degenza.

Occorre considerare che proprio nell'edilizia alberghiera, ospedaliera e scolastica prevalgono esigenze funzionali e di sicurezza tali da favorire l'applicazione di schemi tipologici e distributivi spesso non favorevoli per il raggiungimento di adeguate prestazioni fonoisolanti (camere o aule collegate fra loro da corridoi o grandi spazi comuni, ampie superfici vetrate,



1. Valutazioni minime previste per la verifica dei requisiti acustici passivi delle partizioni di separazione fra gli ambienti abitativi di un edificio. Il numero di valutazioni da effettuare dipende dalla disposizione degli ambienti e dalla loro destinazione d'uso. La verifica si rende necessaria solo quando l'ambiente "ricevente" rientra fra quelli classificati nel D.P.C.M. 5/12/97.

ecc.). E, d'altra parte, il legislatore non ha fatto chiarezza sull'aspetto forse più delicato: in questi casi, infatti, la prestazione di maggior interesse è proprio quella del comfort acustico tra ambienti contigui di una stessa "unità immobiliare".

Parecchie perplessità derivano dai livelli prestazionali richiesti per l'isolamento di facciata, che risultano particolarmente elevati, soprattutto per quanto riguarda l'edilizia scolastica, o comunque non compatibili con soluzioni tecnologiche e costruttive di uso corrente. Un indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata di 45 o 48 dB non è facilmente conseguibile con serramenti tradizionali, seppur dotati di "pacchetti" vetrati ad elevate prestazioni.

Non deve stupire, invece, la mancanza di correlazione fra i livelli prestazionali per l'isolamento di facciata ed i limiti di rumorosità che caratterizzano il territorio su cui insiste l'edificio. La variabilità del "clima acustico" all'esterno di un edificio e la periodicità prevista per la revisione e l'aggiornamento dei piani di classificazione acustica del territorio fanno sì che l'isolamento di facciata debba necessariamente essere un requisito prestazionale proprio dell'edificio, indipendente dal livello di rumorosità esterno, e legato solo alla sua destinazione d'uso. Questa scelta può essere anche giustificata da considerazioni di tipo economico: bisogna infatti considerare che nel nostro Paese la vita media degli edifici è molto lunga, così come lo sono i cicli economici connessi al mercato edilizio; l'ipotesi di un adeguamento prestazionale dell'involucro edilizio avrebbe conseguenze tecniche ed economiche difficilmente gestibili.

Il D.P.C.M. 5/12/97 si applica, a partire dalla data della sua entrata in vigore, agli interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione edilizia. Anche il cambiamento di destinazione d'uso degli immobili (o di attività all'interno degli ambienti) comporta la riclassificazione acustica degli stessi rispetto al Decreto in questione e, se necessario, l'adeguamento di partizioni, solai e facciate ai nuovi requisiti.

Aspetti controversi del D.P.C.M. 5/12/97 Il D.P.C.M. 5/12/97 è stato accompagnato, a partire dalla sua pubblicazione, da numerosi dubbi ed incertezze. Vi sono, infatti, al suo interno delle notevoli incongruenze formali e sostanziali che lo hanno reso di non facile lettura ed attuazione.

Per quanto riguarda gli aspetti formali vi sono riferimenti alla normativa, definizioni e descrizioni delle metodologie di valutazione di alcuni requisiti che necessitano di chiarimenti ed interpretazioni. Ad esempio, l'isolamento acustico a rumori aerei viene valutato con tecniche distinte per i divisori tra ambienti confinanti (UNI EN ISO 140-4:2000) e per gli elementi di facciata (UNI EN ISO 140-5:2000); per quest'ultimo parametro, in luogo di un rimando normativo, vi è una descrizione, peraltro solo parziale, della metodologia di misura, che manca di ogni riferimento alle correzioni da apportare al livello di pressione sonora medio dell'ambiente ricevente per tener conto del rumore di fondo; per quanto attiene l'isolamento ai rumori di calpestio, la normativa da utilizzare è la UNI EN ISO 140-7:2000. Il risultato è in ogni caso espresso dal livello sonoro misurato nella camera ricevente (sottostante) quando nella camera trasmittente opera una macchina normalizzata che sollecita all'urto il solaio: in questo caso quindi, più elevato è il valore numerico che esprime la prestazione, minore risulta l'isolamento acustico. È da rilevare, invece, una seria incongruenza nel Decreto, per cui gli edifici adibiti ad uffici, attività commerciali, ricreative e di culto risultano tutelati maggiormente nei confronti del disturbo indotto dal calpestio, con un livello limite $L'_{n,w}$ di 55 dB, rispetto agli edifici residenziali, agli alberghi, alle scuole e agli ospedali per i quali vengono ritenuti sufficienti limiti fino a 63 dB, contrariamente a quanto prescritto per tutti gli altri requisiti.

Per quanto riguarda i riferimenti alla normativa, è infine opportuno manifestare alcuni dubbi, oltre a quanto già visto, relativamente alle definizioni e alle metodologie di valutazione di alcuni requisiti.

In primo luogo, per la determinazione del valore ottimale del tempo di riverberazione il Decreto fa riferimento alla norma ISO 3382:1975 (attualmente UNI EN ISO 3382:2001), specificamente dedicata alla valutazione degli auditori, norma già sostituita nel 1997 dalla nuova edizione a più ampio respiro; non viene invece citata la norma ISO 354:1985 (attualmente UNI EN ISO 354:2003), a sua volta richiamata dalla precedente, e comunque di più recente revisione. Lascia poi per-

pleSSI, o quanto meno disorientati, il fatto che, per il calcolo degli indici di valutazione, venga citata la norma UNI 8270:1987 parte 7 in luogo delle più recenti e complete norme della serie UNI EN ISO 717 del 1997. Infine, in una nota in chiusura, il Decreto 5/12/97 fa riferimento, per l'edilizia scolastica, ai limiti previsti per i tempi di riverberazione riportati nella circolare n.3150 del 22 maggio 1967 (circolare di difficile reperimento), in luogo del (relativamente) più recente D.M. 18/12/1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica" e delle modifiche del successivo D.M. 13/9/1977.

Nella tabella 2 vengono confrontate, per ciascun parametro di valutazione, i riferimenti normativi riportati nel D.P.C.M. 5/12/97 e quelli corretti o aggiornati.

Tuttavia, il problema di fondo non risiede tanto nei livelli prestazionali richiesti alle componenti di edificio, peraltro abbastanza in linea con quelli degli altri Paesi europei [15, 16], quanto nei limiti di applicabilità del Decreto stesso.

Competenze e modalità di attuazione La prima domanda lasciata insoluta dal testo del D.P.C.M. 5/12/97 riguarda il suo campo d'applicazione o, meglio, l'individuazione degli interventi edilizi per i quali è necessario approntare le necessarie misure tecnico-progettuali per il conseguimento dei requisiti acustici di legge.

È evidente che sono soggetti ai limiti del Decreto tutti gli edifici di nuova costruzione progettati e realizzati dopo la sua emanazione. A questi vanno aggiunti anche gli edifici per i quali l'iter amministrativo di autorizzazione era in corso alla data di pubblicazione del Decreto. Inoltre, mancando nel testo di legge esclusioni specifiche, i requisiti acustici passivi vanno garantiti per tutte le categorie di intervento subordinate al "permesso di costruire", così come previsto dal D.P.R.

6 giugno 2001, n. 380, quindi anche nel caso di interventi di ristrutturazione edilizia (che portano, cioè, ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente), a meno che non prevalgano esigenze di tipo superiore che possano giustificare l'impossibilità tecnica di conseguire le prestazioni richieste, come nel caso di edifici soggetti a tutela culturale e ambientale. Ma anche il cambiamento di destinazione d'uso degli immobili (eventualmente subordinato alla semplice "Denuncia di Inizio Attività") può comportare la "riclassificazione" ad altra funzione degli stessi e, se necessario, l'adeguamento di partizioni, solai e facciate ai nuovi requisiti.

Un secondo aspetto particolarmente importante riguarda le modalità di conseguimento dei requisiti acustici passivi degli edifici. Il Decreto riporta (giustamente) solo i livelli minimi prestazionali richiesti per diverse categorie di edifici, in quanto è esplicitamente previsto dalla Legge Quadro 447/95, all'art.3, comma 1, lettera f che spetta allo Stato "l'indicazione, con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e con il Ministro dei Trasporti e della Navigazione, dei criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture dei trasporti, ai fini della tutela dall'inquinamento acustico". Di queste indicazioni, indispensabili per una corretta progettazione acustica degli edifici e per il conseguimento di adeguati standard qualitativi nelle costruzioni, si è ancora in attesa da quasi dieci anni. Si è venuta quindi a creare una situazione particolare in cui vengono definiti dei limiti senza che siano indicate in alcun modo le modalità per il loro conseguimento. Tutto ciò potrebbe apparire come una concessione alla libertà dei progettisti e dei tecnici di scegliere opportunamente gli elementi edilizi e le soluzioni costruttive ritenute più idonee. Questa libertà, per portare a risultati realmente efficaci, deve essere però supportata da un adeguato bagaglio di conoscenze tecniche e di buona pratica

2 Confronto fra i parametri riportati nel D.P.C.M. 5/12/97 ed i riferimenti normativi.

Parametro	Simbolo riportato nel D.P.C.M. 5/12/97	Norma citata nel D.P.C.M. 5/12/97	Riferimento normativo corretto o aggiornato
Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti	R'	EN ISO 140-5:1996	UNI EN ISO 140-4:2000
Isolamento acustico standardizzato di facciata	$D_{2m,nT}$	-	UNI EN ISO 140-5:2000
Livello di rumore di calpestio normalizzato	L'_n	EN ISO 140-6:1996	UNI EN ISO 140-7:2000
Indice mononumerico di valutazione del potere fonoisolante apparente	R'_w	UNI 8270-7/5.1:1987	UNI EN ISO 717-1:1997
Indice mononumerico di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata	$D_{2m,nT,w}$	UNI 8270-7/5.1:1987	UNI EN ISO 717-1:1997
Indice mononumerico di valutazione del livello di rumore di calpestio normalizzato	$L'_{n,w}$	UNI 8270-7/5.2:1987	UNI EN ISO 717-2:1997
Tempo di riverberazione	T	ISO 3382:1975	UNI EN ISO 354:2003 oppure UNI EN ISO 3382:2001

costruttiva da parte dei soggetti coinvolti (committenti, progettisti, tecnici, costruttori, produttori di materiali, pubbliche amministrazioni) che raramente si riscontra nel mercato nazionale delle costruzioni. Alla mancanza di “cultura” tecnica in acustica si somma il fatto che sono completamente assenti dal testo di legge le specifiche disposizioni di vigilanza e sanzione necessarie ad un efficace controllo della qualità delle opere eseguite. Resta, infine, da chiarire un altro punto: a chi spetta il compito di far applicare il Decreto? La risposta a questo quesito è abbastanza semplice, in quanto all’art.6, comma 1, lettera e della Legge Quadro si legge che è competenza dei Comuni “l’adozione di regolamenti per l’attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall’inquinamento acustico”, e quindi anche il recepimento del D.P.C.M. 5/12/97 all’interno dei regolamenti edilizi.

I Regolamenti Edilizi Comunali e le Leggi Regionali Il recepimento del D.P.C.M. 5/12/97 da parte delle amministrazioni locali è risultato tutt’altro che semplice. La mancanza di un chiaro inquadramento delle disposizioni in materia di protezione acustica degli edifici all’interno degli ordinari strumenti urbanistici ha portato ad un’applicazione spesso incompleta o incongruente dei limiti previsti dal Decreto.

Per facilitare ai Comuni il compito di adeguare il proprio regolamento edilizio alla legislazione nazionale, alcune Regioni hanno predisposto un “Regolamento Edilizio Tipo” col quale disciplinare gli interventi urbanistici ed edilizi nel territorio comunale. In particolare, il Regolamento Edilizio Tipo della Regione Emilia Romagna prevede specifiche modalità tecnico-progettuali per il conseguimento dei requisiti tecnici cogenti delle opere edilizie (fra cui i requisiti acustici passivi degli edifici). Tuttavia, non sono molti i Comuni che si adeguano (volontariamente) agli indirizzi regionali, con un’evidente disomogeneità dei contenuti e delle prescrizioni. In alcuni casi, ad esempio, gli aspetti acustici degli ambienti abitativi vengono trattati esclusivamente nei regolamenti d’igiene, per cui viene considerata sufficiente un’autocertificazione circa la conformità del progetto alle norme igienico-sanitarie (fra cui viene incluso il D.P.C.M. 5/12/97).

Da una recente analisi dello stato di attuazione del D.P.C.M. 5/12/97 attraverso i Regolamenti Edilizi comunali è emerso che meno di un decimo dei regolamenti presi in considerazione contiene indicazioni tecnico-prestazionali corrette e dettagliate, nella maggior parte dei casi basate sulle prescrizioni del Regolamento Edilizio Tipo della Regione Emilia Romagna, in cui vengono definiti i modi per verificare il requisito in sede progettuale (per ottenere il titolo abilitativo all’intervento) e a lavori ultimati (per ottenere il certificato di conformità edilizia).

In generale, questi regolamenti prescrivono che in sede progettuale il requisito possa essere conseguito tramite l’adozione di una *soluzione tecnica certificata* con prestazioni superiori ri-

spetto alle prescrizioni di legge, per compensare le perdite di isolamento dovute alla posa in opera; oppure attraverso una *soluzione tecnica conforme*; o ancora mediante metodi di calcolo normati. A lavori ultimati il requisito può essere verificato tramite una dichiarazione di conformità dell’opera realizzata al progetto, nel caso sia stato utilizzato uno dei metodi sopra indicati in sede progettuale (in tal caso non sarà necessario verificare il raggiungimento del livello di prestazione con la prova in opera); oppure mediante una prova in opera nel caso siano stati utilizzati metodi progettuali diversi da quelli indicati.

I restanti regolamenti contengono in genere solo dei semplici richiami ai disposti di legge vigenti in materia di requisiti acustici degli edifici (spesso non aggiornati) o dei riferimenti generici: in uno dei casi analizzati, ad esempio, si prescrive che “Nelle costruzioni con più appartamenti o con più unità immobiliari, soprattutto se destinate ad usi diversi (residenza, uffici, negozi, locali pubblici, ecc.), dovrà essere assicurato fra piano e piano e in corrispondenza dei muri divisorii tra le singole unità idoneo isolamento acustico”. Nella maggior parte dei casi si è comunque in presenza di riferimenti qualitativi non circostanziati o motivati da un punto di vista tecnico. A titolo di esempio si riportano le prescrizioni relative all’isolamento da rumori impattivi presenti in due diversi Regolamenti Edilizi. Nel primo caso “L’isolamento dei solai deve essere ottenuto disponendo appositi materiali assorbenti tra il solaio e il pavimento: l’attenuazione della trasmissione dei rumori non dovrà essere inferiore ai 15 dB su tutta la banda di frequenza e va determinata, mediante un martello percussore ed un fonometro standard, per comparazione con un solaio nudo posto nelle identiche condizioni di orientamento e di costituzione”, mentre per il secondo “L’isolamento acustico degli ambienti deve essere curato mediante opportuni accorgimenti tecnici. Il presente regolamento prescrive che, per il raggiungimento dello scopo di isolare i pavimenti al sottostante solaio, venga posto tra essi almeno uno strato alto cm 2 di sabbia o di altro isolante”.

Appare evidente che una tale varietà di prescrizioni tecniche e la mancanza quasi sistematica di riferimenti a metodi di calcolo e di prova normati non contribuiscano a fare chiarezza sull’argomento.

Mentre alcune Regioni si sono limitate alla redazione di un regolamento edilizio tipo, nel tentativo di uniformare le diverse disposizioni relative ai requisiti tecnici cogenti, altre hanno introdotto degli espliciti riferimenti alla modalità di attuazione del D.P.C.M. 5/12/97 all’interno delle Leggi Regionali in materia di inquinamento acustico, interpretando in maniera ampia quanto previsto al comma 1 dell’art.4 della Legge Quadro.

Queste Leggi Regionali hanno diversi punti in comune:

- definiscono il campo di applicazione del D.P.C.M. 5/12/97;
- propongono degli strumenti di valutazione per la verifica dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- definiscono le competenze professionali per lo svolgimento delle attività di valutazione dei requisiti tecnici;

- individuano gli enti preposti alla verifica dei progetti e stabiliscono le eventuali modalità di verifica *post operam*;
- forniscono prescrizioni tecniche relative ai parametri progettuali per le nuove costruzioni e per la ristrutturazione del patrimonio edilizio esistente.

Per quanto riguarda il campo di applicazione, le diverse leggi regionali prevedono la verifica dei requisiti acustici passivi sia nel caso di nuova costruzione, sia nel caso di interventi di recupero e ristrutturazione di edifici esistenti.

Differenti risultano, invece, gli strumenti di valutazione dei requisiti tecnici che accompagnano il progetto delle opere, che vanno dalla semplice dichiarazione di conformità al più complesso “progetto acustico”. Questi diversi strumenti di valutazione devono essere prodotti, in genere, da un tecnico competente in acustica, attribuendo a questa figura professionale delle competenze progettuali in campo edilizio non espressamente indicate all’art.2, comma 6, della Legge Quadro, né previste dal D.P.C.M. 31/3/98.

Altro aspetto particolarmente importante affrontato dalle Leggi Regionali è quello delle verifiche di conformità e, soprattutto, dell’ente preposto a tali controlli.

In genere spetta al competente Ufficio Tecnico Comunale valutare la rispondenza delle opere rispetto ai requisiti acustici passivi degli edifici. Fanno eccezione, almeno in parte, alcune regioni, che attribuiscono questa funzione all’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente (ARPA).

Le soluzioni tecniche certificate, i metodi di calcolo e le soluzioni tecniche conformi Gli organismi edilizi devono rispondere a requisiti tecnici secondo parametri oggettivi e misurabili, con riferimento alle esigenze di sicurezza, igiene e fruibilità degli utilizzatori (fig. 2).

Relativamente alla protezione dal rumore all’interno degli edifici è quindi possibile distinguere fra requisiti cogenti (individuati dal D.P.C.M. 5/12/97) e requisiti volontari (ad esempio, il contenimento del tempo di riverberazione all’interno degli ambienti residenziali o per il terziario). Tali requisiti devono essere correttamente valutati in sede progettuale



2. Schema di attuazione e verifica dei requisiti tecnici per la protezione dal rumore negli edifici.

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.

Il già citato Regolamento Edilizio Tipo della Regione Emilia Romagna prevede, ad esempio, che nella documentazione da presentare all’atto della richiesta del permesso di costruire vi sia una relazione in cui devono essere riportati i livelli di prestazione e i relativi calcoli della conformità, ovvero l’indicazione delle soluzioni tecniche adottate ai fini della conformità ai requisiti cogenti e volontari.

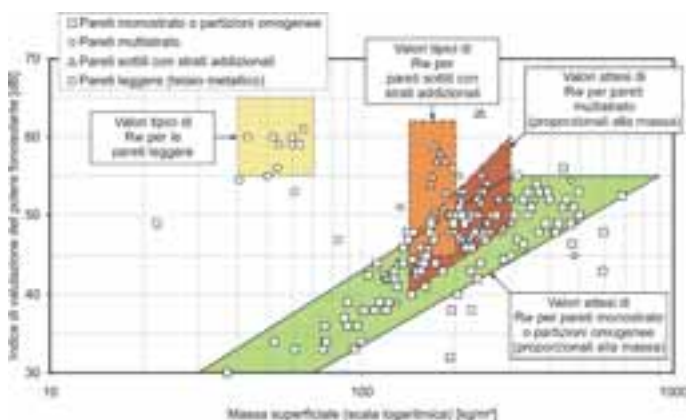
Il “progetto acustico” dell’edificio si concretizza, quindi, attraverso l’analisi e la soluzione dei punti critici mediante l’applicazione di tre metodi diversi:

- *adozione di soluzioni tecniche certificate.* Conformità della soluzione costruttiva ad un campione che, a seguito di prove di laboratorio, abbia conseguito prestazioni nettamente superiori al requisito in opera richiesto;
- *utilizzo di metodi di calcolo.* Applicazione di relazioni basate su particolari caratteristiche dell’elemento dedotte da certificazione di laboratorio o da calcolo secondo metodi normati;
- *adozione di soluzioni tecniche conformi.* Conformità della soluzione costruttiva ad un elemento analogo che abbia conseguito, a parità di condizioni di installazione, prestazioni superiori o uguali al requisito in opera.

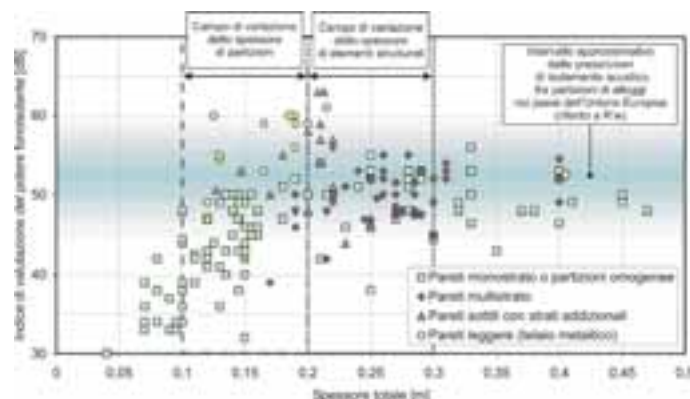
L’utilizzo in sede progettuale di uno di questi metodi (o di una combinazione di essi) rende sufficiente una dichiarazione di conformità a fine lavori in luogo della verifica in opera del raggiungimento del livello di prestazione mediante collaudo. Per quanto riguarda le soluzioni tecniche certificate, il limite del loro utilizzo diretto nella progettazione acustica di un edificio risiede nell’incertezza sulla reale (e sempre presente) perdita prestazionale dovuta alla presenza di percorsi laterali di trasmissione dell’energia sonora ed alla qualità della posa in opera (spesso poco attenta ai problemi acustici).

Dal punto di vista delle capacità prestazionali in laboratorio, risulta evidente che il potere fonoisolante di alcune pareti monostrate non è sufficiente per garantire un adeguato livello prestazionale nella separazione di alloggi^[4]. Nell’ipotesi di assumere un margine di sicurezza per l’indice di valutazione del potere fonoisolante di almeno 3 dB rispetto alle prescrizioni di legge, è necessario ricorrere a partizioni monolitiche con massa superficiale o spessore consistenti (figg. 3 e 4).

È preferibile, talvolta, ricorrere a partizioni multistrato con materiale fonoassorbente in intercapedine. Tale soluzione, tut-



3. Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w in funzione della massa superficiale per diverse tipologie di pareti.



4. Indice di valutazione del potere fonoisolante R_w (valutato in laboratorio) in funzione dello spessore totale per diverse tipologie di pareti.

tavia, per garantire prestazioni adeguate richiede comunque uno spessore notevole dell'intercapedine e l'impiego di materiali che possono presentare problemi sia di lavorabilità, sia di durabilità e mantenimento nel tempo delle caratteristiche fonoassorbenti.

Il miglior compromesso fra massa, spessore e prestazione acustica è dato dalle pareti rivestite con strati addizionali, che permettono, fra l'altro, di risolvere efficacemente numerosi problemi progettuali, soprattutto in caso di ristrutturazione. Il rivestimento di una parete con uno strato resiliente (rifinita con una rasatura di intonaco o con lastre in cartongesso) consente di "coprire" i ponti acustici dovuti alle tracce impiantistiche o di compensare i punti acusticamente deboli di murature nuove o già esistenti (giunti verticali ad incastro, discontinuità dei giunti di allettamento di malta, errata disposizione di elementi forati nelle ammorsature, ecc.).

In ultimo, le pareti leggere su telaio metallico, pur presentando valori di isolamento elevati, non trovano di fatto effettiva applicazione nell'edilizia abitativa e comunque presentano evidenti limiti di resistenza meccanica e sicurezza che non le rendono adatte alla separazioni fra unità abitative.

La prestazione di fonoisolamento in laboratorio è valutata in condizioni ideali, cioè in assenza di quei fenomeni di trasmissione laterale dell'energia sonora tipici delle costruzioni composte da più elementi, con caratteristiche diverse, interconnessioni (ed interagenti).

Le effettive condizioni di inserimento dell'elemento edilizio nel contesto architettonico possono essere valutate con l'utilizzo dei metodi di calcolo proposti dalla serie delle norme UNI EN 12354, basati sulla conoscenza dei livelli prestazionali conseguibili in laboratorio da parte di tutti gli elementi che costituiscono l'ambiente da verificare. La complessità di questi metodi e la loro articolazione richiede, però, l'ausilio di programmi di calcolo e di una corretta valutazione dei vincoli perimetrali delle pareti analizzate.

Infine, le soluzioni tecniche conformi, riconosciute come tali a seguito di estensive campagne di misura in opera che ne

hanno validato le prestazioni in svariate condizioni di impiego, sono numericamente scarse e spesso svantaggiose dal punto di vista costruttivo ed economico. La perdita di prestazione in opera può infatti assumere livelli molto rilevanti, spesso superiori a 6 dB rispetto all'indice di valutazione del potere fonoisolante, e quindi obbligare ad una sovrastima delle capacità fonoisolanti necessarie.

Il Regolamento Edilizio Tipo della Regione Emilia Romagna riporta solo due soluzioni conformi per le partizioni verticali e una per le partizioni orizzontali:

- parete in mattoni pieni, o semipieni formato UNI, dello spessore almeno di 28 cm (pareti a due teste), intonacati con cm 1,5 di malta M3 su entrambi i lati, o in ogni modo con muratura di massa superiore a 440 kg/m^2 ;
- parete ad intercapedine, composta da uno strato di mattoni forati da 8 cm ($8 \times 25 \times 25 \text{ cm}$) e da uno strato di forati da 12 ($12 \times 25 \times 25 \text{ cm}$), con intercapedine in lana di vetro dello spessore di 4 cm e densità non inferiore a 100 kg/m^3 , con intonaco su entrambi i lati;
- solaio in latero-cemento composto da travetti armati e blocchi interposti in laterizio forato tipo A o B di 16 cm di altezza, con soletta soprastante di 6 cm, intonacato con 1 cm di malta all'intradosso. A tale solaio deve essere sovrapposto un pavimento galleggiante composto da uno strato elastico avente rigidità dinamica superficiale inferiore a 10 MN/m^3 (ad esempio, uno strato di polistirolo espanso elasticizzato da 35 mm sotto carico, ovvero più strati sovrapposti ed adiacenti dello stesso prodotto qualora la sua rigidità dinamica sia superiore a 10 MN/m^3), su cui è riportata una soletta in calcestruzzo o malta di almeno 5 cm, ed infine il rivestimento di pavimentazione.

La mancanza di valutazioni statistiche su vasta scala delle prestazioni di fonoisolamento conseguite in opera per diverse tecnologie costruttive (già valutate in laboratorio) e per differenti soluzioni tipologiche e progettuali non permette di definirne la riproducibilità e quindi di ampliare il numero delle soluzioni tecniche conformi attualmente disponibili.

È chiaro che l'utilizzo di uno solo dei tre metodi descritti non mette al riparo da possibili errori di valutazione.

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 o attraversamenti impiantistici;
- 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 normati (UNI EN ISO 140-3 e UNI EN ISO 140-6), 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 normati (UNI EN 12354).

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 delle norme UNI EN ISO 140-4, 5 e 7, fornisce gli elementi di valutazione della qualità dell'opera realizzata. La conoscenza dell'incertezza di misura in opera delle prestazioni degli elementi edilizi, valutata secondo i metodi previsti dalla norma UNI EN 20140-2, permetterebbe di definire un adeguato livello di tolleranza da applicare agli esiti del collaudo acustico degli edifici e di fare chiarezza in merito alle potenzialità degli elementi di base (elementi orizzontali e verticali con funzione portante, elementi verticali di chiusura e tamponamento).

Purtroppo questa prassi "ideale" viene sovente disattesa per la scarsa conoscenza e sensibilità dei progettisti nei confronti del problema dei requisiti acustici passivi degli edifici a cui si aggiunge la difficoltà nel reperimento di dati prestazionali attendibili relativamente ai prodotti ed ai sistemi fonoisolanti e resilienti disponibili in commercio.

È opportuno, inoltre, sottolineare che la verifica acustica in opera viene, oggi, vista più come un mezzo (estremo) per la risoluzione dei contenziosi piuttosto che un'opportunità di verifica della qualità dell'opera e per il miglioramento del processo produttivo.

Conclusioni Il grave ritardo delle amministrazioni comunali nell'adeguamento degli strumenti urbanistici alle disposizioni della Legge Quadro ha causato notevoli incomprensioni ed ostacoli nell'applicazione del D.P.C.M. 5/12/97.

Questa situazione è stata favorita anche dall'assenza di specifiche disposizioni di vigilanza e sanzione all'interno del D.P.C.M. stesso, che non permette un effettivo controllo della qualità delle opere eseguite.

Inoltre, in mancanza di regolamenti edilizi aggiornati, sussi-

stano attribuzioni di competenza incongrue con quanto previsto dalla legislazione vigente.

D'altro canto la mancata emanazione del Decreto sui criteri per la progettazione, l'esecuzione e la ristrutturazione delle costruzioni edilizie rende estremamente incerta la valutazione preventiva della rispondenza di un'opera ai requisiti di legge. La soluzione del problema 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. 5/12/97, anche in assenza di specifiche disposizioni in merito all'interno dei Regolamenti Edilizi Comunali.

La presa di coscienza del problema della qualità acustica da parte dei soggetti che operano nel mercato dell'edilizia è 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, 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.

A tal proposito è quasi superfluo ricordare che l'incremento dei costi di costruzione dovuti alla presenza di sistemi fonoisolanti diventa trascurabile se questi rientrano integralmente nel processo progettuale, mentre possono diventare rilevanti se vengono inseriti in corso d'opera senza criterio o effettiva conoscenza delle prestazioni conseguibili.

In sostanza, si assiste spesso all'utilizzo di materiali e sistemi fonoisolanti confidando che il loro *surplus* prestazionale, rispetto a quanto necessario, possa compensare la mancanza di valutazioni previsionali o la cattiva posa in opera.

Questo comportamento porta, nel migliore dei casi, ad un aumento ingiustificato dei costi e, nel peggiore, a situazioni comunque rischiose e sanzionabili.

In generale, questa grave lacuna nella conoscenza del comportamento fonoisolante di materiali, strutture e sistemi costruttivi induce alla scelta di soluzioni inutilmente complesse o dalle prestazioni sproporzionate all'effettivo livello richiesto.¶

Bibliografia

- [1] Legge 26 ottobre 1995 n.447, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n.254, 30/10/1995.
- [2] Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997, *Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 297, 22/12/1997.
- [3] Direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988, *Ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione*, Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, n.L040, 11/02/1989.
- [4] Di Bella A., *Technical and Economic Aspects of Sound Insulation Improvement of Traditional Masonry Walls*, Euronoise 2003 - 5th European Conference on Noise Control, Napoli, may 19-21 2003.