



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Facoltà di Ingegneria

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Requisiti acustici passivi degli  
edifici: norma UNI 11367

Relatore: Ch.mo Prof. Lazzarin Renato

Correlatore: Ing. Busato Filippo

Laureando: Valentini Christian

Anno Accademico 2011/2012

*Nelle case ci sono tanti rumori, poche parole  
e – comunque – silenzio mai. ...  
Si è riempiti di rumore fino a non sentire  
che quel rumore è perdere se stessi.*

(Vittorio Andreoli, Avvenire, 2 aprile 2002)



# INDICE

<b>SOMMARIO</b> .....	3
<b>INTRODUZIONE</b> .....	5
<b>CAPITOLO 1 : GENERALITÀ DI ACUSTICA</b> .....	<b>7</b>
1.1 Definizioni.....	7
1.1.1 Il suono.....	7
1.1.2 La frequenza.....	7
1.2 Il decibel e la ponderazione A .....	8
1.2.1 Pressione ed intensità sonora.....	8
1.2.2 Il Decibel.....	8
1.2.2.1 Livello di potenza e intensità sonora.....	9
1.2.2.2 Livello di pressione sonora.....	9
1.2.3 Ponderazione A.....	10
1.3 Propagazione del suono in ambiente aperto ed in ambiente chiuso.....	11
1.4 Il Rumore.....	12
1.4.1 Rumore aereo. ....	12
1.4.2 Rumore impattivo.....	13
1.4.3 Rumore impiantistico.....	13
1.5 Isolamento acustico e indici di valutazione.....	14
1.5.1 Isolamento da rumore aereo.....	14
1.5.2 Indici di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea.....	16
1.5.3 Isolamento da calpestio.....	16
1.5.4 Indici di valutazione dell'isolamento da calpestio.....	17
<b>CAPITOLO 2 : LEGISLAZIONE ACUSTICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 Introduzione.....	19
2.2 Legge 447 del 26 ottobre 1995.....	20
2.3 Norme per la misurazione. ....	21
2.4 I requisiti acustici passivi degli edifici: DPCM 05/12/97.....	22
2.5 Rumore impiantistico.....	25
<b>CAPITOLO 3 : CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEGLI EDIFICI: UNI 11367</b> .....	<b>27</b>
3.1 Introduzione.....	27
3.2 Definizioni.....	28
3.3 Descrittori.....	29
3.4 Edifici classificabili.....	31
3.5 Ambienti abitativi misurabili ai fini della classificazione acustica.....	32

3.6 Classificazione.....	32
3.6.1 Classificazione delle unità immobiliari – Prospetto 1.....	33
3.6.2 Attività ricettive – Prospetto 2.....	33
3.6.3 Scuole ed ospedali – prospetto A.1.....	34
3.7 Calcolo della classe globale dell'unità immobiliare.....	35
3.8 L'incertezza di misura e il metodo di campionamento.....	36
3.8.1 incertezza di misura.....	36
3.8.2 metodo di campionamento.....	36
3.9 Esempio di classificazione di un'unità immobiliare.....	37
3.10 Relazione tra classificazione e qualità acustica attesa.....	40
3.11 Analisi della norma UNI 11367.....	41
<b>CAPITOLO 4 : CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI ESISTENTI.....</b>	<b>43</b>
4.1 Classificazione degli edifici costruiti rispettando le prescrizioni minime del DPCM 05/12/97.....	43
4.2 Edifici costruiti prima del 1997.....	46
<b>CAPITOLO 5 : ULTERIORI ASPETTI DELLA NORMA UNI 11367.....</b>	<b>47</b>
5.1 Costo di classificazione.....	47
5.1.1 Mini-appartamento.....	47
5.1.2 Albergo.....	48
5.1.3 Edificio con destinazione d'uso mista.....	48
5.4.1 Osservazioni.....	49
5.2 Aspetti legali.....	49
5.2.1 Legge 88 del 7 luglio 2009.....	50
5.2.2 Legge 96 del 4 giugno 2010, articolo 15.....	51
5.2.3 Legge 106 del 12 luglio 2011.....	52
5.2.4 Osservazioni.....	53
5.3 Il parere degli imprenditori.....	53
5.3.1 Intervista a Giuseppe Zorzi.....	53
5.3.2 Intervista a Ing. Ivo Valentini.....	55
5.3.3 Intervista a Ing. Paolo Rizzi.....	56
5.3.4 Osservazioni.....	58
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>61</b>

# SOMMARIO

Questo elaborato si concentra sullo studio della norma UNI 11367 "Classificazione acustica delle unità immobiliari", pubblicata il 22 luglio 2010.

Verranno forniti un'ampia analisi e considerazioni riguardo al processo di classificazione degli edifici, fornendo i dettagli di tutti i requisiti acustici passivi considerati, degli edifici classificabili, dei valori inerenti ogni classe, del calcolo della classe globale, dei metodi di campionamento e delle prestazioni acustiche attese negli edifici in funzione della loro classe. Verrà inoltre fatta una panoramica del contesto in cui si trova inserita la presente norma, completando l'analisi con una stima dei costi per la sua applicazione e con un'intervista ad alcuni imprenditori per conoscere il loro parere al riguardo.

Il lavoro si suddivide in tre parti principali, per un totale di cinque capitoli:

Nella prima parte, comprendente i primi due capitoli, oltre a fornire una panoramica generale sull'acustica e sulle sue definizioni per una migliore comprensione dell'elaborato, si tratterà brevemente della storia della legislazione acustica, elencando le principali norme passate e le norme ancora in vigore in materia di requisiti acustici passivi degli edifici ai fini di riportare l'evoluzione avutasi negli ultimi decenni prima di giungere alla presente norma.

Nella seconda parte, composta dal capitolo 3 e dal capitolo 4, verrà descritta in dettaglio la norma UNI 11367, completando il tutto con un esempio concreto di classificazione acustica e con un confronto tra la presente nuova norma e i valori del DPCM 05/12/97, decreto attualmente in vigore che stabilisce i parametri minimi di riferimento; in particolare si effettuerà la classificazione degli edifici esistenti, supponendo che essi siano stati costruiti rispettando i limiti di tale decreto.

Per concludere, nell'ultima parte verranno stimati i costi per la classificazione di un edificio; successivamente, si darà una panoramica della situazione attuale della legislazione italiana e sugli sviluppi degli ultimi anni e, per concludere, verranno riportate alcune interviste fatte ai diretti interessati, ovvero agli imprenditori operanti nel settore edilizio, per conoscere la loro opinione riguardo all'applicazione della norma e per capire con quale probabilità essa verrà recepita dalla legge.

Eventuali osservazioni non verranno espone nel capitolo finale di CONCLUSIONI, bensì verranno riportate di volta in volta alla fine di ogni paragrafo.



# INTRODUZIONE

In Italia la normativa in materia di requisiti acustici passivi degli edifici è stata recepita in maniera non uniforme presso le amministrazioni comunali. Questo ha fatto sì che da sempre gli edifici venissero costruiti con caratteristiche di isolamento acustico molto basse. Sarà capitata a tutti l'esperienza di passare del tempo nell'appartamento di un condominio ed essere infastiditi contemporaneamente dal vicino del piano di sopra che esulta per un goal dell'Inter e dalla signora della porta accanto che urla ai bambini mentre la figlia suona il piano. Le persone si sono abituate a questo elevato livello di rumore proveniente dall'esterno della propria unità abitativa e hanno dovuto imparare a convivervi.

Tuttavia, in seguito agli sviluppi avuti nel settore del risparmio energetico e all'aumento della sensibilizzazione dei cittadini in materia di protezione ambientale e della salute, negli ultimi anni si è notato un generale aumento di sensibilizzazione anche nel tema dell'acustica e del comfort ad essa connesso. Sono infatti sempre più richiesti edifici dalle migliori prestazioni di isolamento acustico, sia nel settore dell'edilizia privata, per garantirsi un maggiore comfort per il riposo ed una maggiore privacy, sia nel settore alberghiero, per avere un servizio in più da offrire al cliente.

Questo aumento nella sensibilizzazione dei cittadini, e il fatto che la maggior causa di dispute legali tra acquirenti e venditori/costruttori di immobili è legato a problemi di acustica, hanno fatto sì che negli ultimi anni si sentisse sempre un maggiore bisogno di avere un adeguamento della legislazione in questa materia. In seguito alla direttiva europea 2002/49/CE, che imponeva agli stati membri un aggiornamento in materia di acustica ambientale, dal 2008 il governo italiano ha iniziato ad emanare una serie di

decreti che lasciassero sperare in un imminente nuovo ed aggiornato regolamento che risistemasse la confusione in tale materia.

Nel frattempo, su richiesta del Ministero dell'Ambiente, l'ente UNI ha elaborato la nuova norma UNI 11367 riguardante la classificazione acustica degli edifici. Tale norma prevede l'assegnazione di una classe ad un'unità immobiliare mediante un unico valore che riassume le prestazioni dei suoi requisiti acustici passivi. La norma può anche essere interpretata come un riferimento di valori per ottenere prestazioni di isolamento di base o superiori, ma questo non è tuttavia il suo obiettivo dichiarato. Ormai era quasi certo che la norma venisse recepita dalla legge e che la sua applicazione resa obbligatoria, ma al momento resta solo una norma di applicazione volontaria.

Essendo questa materia di recente sviluppo, e spinto dall'interesse personale, con questo lavoro di tesi ho voluto analizzare la norma UNI 11367 in dettaglio e valutarne tutte le sue potenzialità applicative, nella speranza che essa possa essere d'aiuto a risistemare la materia ed essere il prossimo tassello per un mondo, attualmente dominato dal rumore cittadino, più confortevole e tranquillo.

# CAPITOLO 1

## Generalità acustiche

### 1.1 Definizioni

#### 1.1.1 Il suono

Il suono può essere definito come una percezione sensoriale dell'orecchio umano a stimoli dovuti a moti vibratorii dell'aria.

Il fenomeno acustico riguarda principalmente tre elementi: la sorgente, il mezzo e il ricevitore.

Una sorgente imprime alle particelle del mezzo un moto oscillatorio attorno alla loro posizione di equilibrio. Tale moto genera un susseguirsi di stati di compressione e di rarefazione dell'aria che trasmettono la perturbazione alle particelle vicine, permettendo a questa perturbazione di propagarsi lontana dalla sorgente ed eventualmente essere rilevata da un ricevitore sotto forma di energia vibrazionale trasmessa sotto forma di onde longitudinali.

Si noti che ciò che viene trasmesso è solo energia e non materia, in quanto le particelle, una volta terminata la perturbazione, tornano alla loro posizione di equilibrio originale senza provocare una traslazione del mezzo.

Il suono non si propaga nel vuoto; è infatti fondamentale la presenza di un qualsiasi mezzo allo stato solido, liquido o gassoso, che permette la trasmissione della perturbazione di pressione.

La velocità di propagazione della perturbazione di pressione è molto legata alle caratteristiche di densità e comprimibilità del mezzo in cui viene trasmessa. Ciò significa che la velocità del suono dipende fortemente dal mezzo e, nel caso dell'aria, anche dalla sua temperatura. Si hanno alcuni valori di riferimento di velocità di propagazione del suono in diversi mezzi: 30-70 m/s nella gomma, circa 340 m/s nell'aria, 500 m/s nel sughero, 1460 m/s nell'acqua e 5000 m/s nel ferro.

#### 1.1.2 La frequenza

L'altezza di un suono, ovvero la sua frequenza, si misura in Hertz (Hz) che, per definizione, indica quante oscillazioni al secondo effettuano le particelle attorno alla loro posizione di equilibrio.

L'orecchio umano percepisce suoni che vanno da 16 Hz a 20 kHz. Frequenze all'esterno di questo intervallo non vengono percepite, se non sotto forma di rombo o vibrazioni al limite inferiore e come sibili al limite superiore di questo intervallo.

Un suono generico può essere composto da un'unica frequenza (tono puro), oppure da un insieme di frequenze, che possono dare luogo a una percezione più o meno gradevole del suono stesso, valutazione spesso di carattere soggettiva.

L'orecchio umano percepisce variazioni di frequenza in termini percentuali e non in termini assoluti. Ciò significa che la variazione di qualche Hertz è molto più significativa alle basse frequenze che non alle alte frequenze. Per questo motivo è stato deciso di suddividere l'intervallo del campo udibile delle frequenze in dieci ottave, intervalli di frequenze delimitati da due suoni il secondo dei quali ha frequenza doppia rispetto al primo. L'orecchio umano percepisce quindi suoni su circa 10 ottave da 16 Hz a 20 kHz. Ogni ottava può essere a sua volta scomposta in tre intervalli, ottenendo così una banda di terzo d'ottava (dove la frequenza superiore  $f_2 = \sqrt[3]{2} \cdot f_1$ ) che permette un'analisi più accurata dello spettro delle frequenze di cui è composto il suono.

## **1.2 Il decibel e la ponderazione A**

### 1.2.1 Pressione, potenza ed intensità sonora

La pressione sonora  $p$ , in un dato istante, è la variazione di pressione prodotta dal fenomeno sonoro rispetto alla pressione di quiete. La pressione efficace  $p_{eff}$  è una quantificazione della pressione sonora media in un intervallo di tempo, assume valori sempre positivi, o al più nulli, ed è di rapida rilevazione strumentale.

La potenza sonora è l'energia sonora totale  $W$  emessa dalla sorgente nell'unità di tempo e si misura in watt.

L'intensità sonora  $I$  in un punto in una certa direzione è il flusso di energia sonora trasmessa in quella direzione attraverso un'area di sezione unitaria perpendicolare alla sezione stessa.

### 1.2.2 Il Decibel

Il decibel (dB) è un indicatore della pressione sonora presente in un certo punto, ovvero indica l'intensità del suono.

Come per la frequenza, anche la risposta all'intensità da parte dell'orecchio umano è su scala percentuale, e non assoluta. L'intervallo di pressioni percepibili è molto ampio, si va dai valori più bassi appena percepibili, a valori molto alti che, sopra un certo limite, diventano assordanti, provocando dolore o addirittura sordità temporanea o permanente. Per dare un'idea dell'intervallo dei valori, il rapporto tra l'estremo superiore e l'estremo inferiore è circa pari ad 1 milione.

Si è quindi deciso di adottare una scala logaritmica in base dieci che indica il livello di intensità sonora, misurati in decibel (dB) rispetto a dei valori di riferimento opportunamente scelti.

Vi sono tre modi per calcolare il livello di intensità: utilizzando i valori di potenza sonora, di intensità sonora e di pressione sonora.

#### 1.2.2.1 Livello di potenza e intensità sonora

Il livello di potenza sonora indica, in decibel, la potenza sonora totale emessa da una sorgente. Si calcola con la formula  $L_W = 10 \cdot \log \cdot (W/W_0)$ , con il valore di riferimento  $W_0 = 10^{-12}$  watt.

Analogamente, si può calcolare il livello di intensità sonora  $L_I = 10 \cdot \log \cdot (I/I_0)$ , con un valore di riferimento assunto convenzionalmente pari a  $I_0 = 10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>.

#### 1.2.2.2 Livello di pressione sonora

Il livello di pressione sonora viene calcolato a partire dal rapporto della pressione sonora efficace  $p$  presente in un certo punto ed una pressione sonora di riferimento, convenzionalmente scelto pari a  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa alla frequenza di 1000 Hz, e si calcola con:

$$L_p = 20 \cdot \log(p/p_0) \quad [\text{dB}]$$

L'orecchio umano è sensibile a valori di pressione sonora che vanno da un minimo di  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa, corrispondente al livello di soglia minima uditiva, ad un massimo di 200 Pa, valore assordante paragonabile al rumore che si ha in prossimità del motore di un jet in decollo.

Il livello di pressione sonora ha quindi una scala con valori utili per l'orecchio umano compresi tra 0 dB e 120 dB.

In determinate condizioni atmosferiche si può dimostrare che  $L_p \approx L_I$  e, dalle formule sopra elencate, si nota che un raddoppio dell'intensità sonora equivale ad un incremento di 3 dB del livello sonoro, ovvero affiancando due sorgenti che emettono allo stesso livello, il livello totale sarà 3 dB superiore al livello che si avrebbe con una singola sorgente, mentre per ottenere un incremento di 10 dB bisogna decuplicare il numero di sorgenti.

Quando invece due sorgenti emettono a livelli sonori differenti, il livello totale sarà tanto più vicino al livello della sorgente più forte, quanto maggiore è la differenza dei livelli delle singole sorgenti. Ad esempio, affiancando una sorgente che emette 80 dB ad un'altra che emette 80 dB, il livello totale è 83 dB. Mentre affiancandola ad una sorgente che emette 90 dB, il livello totale è pari a 90,4 dB.

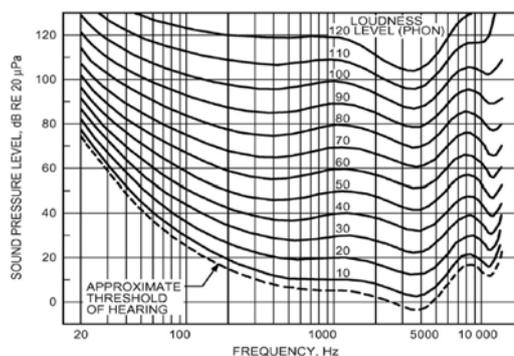
Il livello di pressione sonora è il più utilizzato nella tecnica del rilevamento del rumore aereo in quanto è di rapida rilevazione strumentale.

Il livello di pressione sonora presente in un punto può essere descritto in vari modi:

- **Livello spettrale:** descrive, per via grafica o tabellare, il valore del livello sonoro relativo ad ogni banda di frequenza, generalmente in banda d'ottava o di 1/3 d'ottava;
- **Livello globale:** è un unico numero indicante il livello complessivo di pressione al quale è soggetto il ricevitore, ed è pari alla somma logaritmica dei livelli di ogni banda;
- **Livello equivalente:** indica, a livello spettrale o globale, il valore medio di pressione sonora in un intervallo di tempo. In linea teorica viene calcolato con  $L_{eq} = (1/T) \cdot \int_0^T L_p(t) dt$ , media integrale della pressione nel tempo. Nella pratica invece, non essendo possibile un campionamento continuo,  $L_{eq}$  è pari ad una media di valori rilevati con metodo di campionamento. Per il campionamento sono possibili 3 costanti di integrazione: con costante *Slow* il livello viene misurato ogni 1000 ms, con costante *Fast* ogni 125 ms, con costante *Impulse* ogni 35 ms.
- **Livello massimo (max) e minimo (min):** indicano il livello massimo o minimo, a livello spettrale o globale, raggiunti durante la misurazione durante un intervallo di tempo.

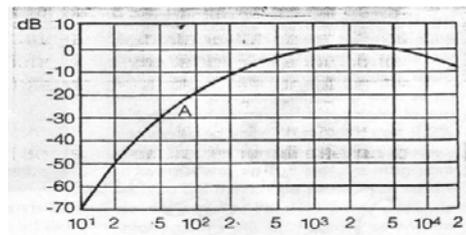
### 1.2.3 Ponderazione A

Per via della sua fisionomia, l'orecchio umano non percepisce tutte le frequenze allo stesso modo, anche nel caso in cui hanno lo stesso livello di pressione. È poco sensibile alle frequenze molto basse e molto alte, mentre esalta le frequenze della banda centrale dell'intervallo del campo udibile.



**Figura 1.1** diagramma di Fletcher e Munson

È stato definito l'audiogramma normale di *Fletcher e Munson* (figura 1.1) le cui curve isofoniche indicano il livello necessario che deve avere ogni frequenza affinché vengano percepite allo stesso modo dall'orecchio. Sulla base di questo audiogramma, per riprodurre la risposta dell'orecchio ad un dato rumore, sono state definite tre curve di pesatura, una per i rumori di bassa intensità (scala A), una per i rumori di media intensità (scala B) e una per i rumori di alta intensità (scala C).



**Figura 1.2 Curva di pesatura A**

Queste scale vengono utilizzate per ponderare il livello di pressione sonora di un rumore ad ogni sua frequenza, ottenendo così un livello (globale o spettrale in scala d'ottava o di 1/3 d'ottava) che dà un'idea dell'effettivo disturbo che tale rumore può dare all'orecchio, anche se per descrivere l'effettiva tollerabilità al rumore, bisogna studiarne il suo spettro sonoro. Per semplicità nella pratica viene usata solo la scala A, ed in questo caso il livello di pressione sonora viene espresso in dB(A).

### **1.3 Propagazione del suono in ambiente aperto ed in ambiente chiuso**

Se non incontra ostacoli, le onde sonore si propagano a distanza dalla sorgente. In questo caso si dice che il suono si propaga in campo libero e, se la sorgente è puntiforme, la propagazione avviene per superfici sferiche dove l'intensità segue una legge di proporzionalità inversa in funzione alla distanza. L'intensità sonora in un punto dipende dalla distanza dalla sorgente, dalla sua direzionalità e da altri vari fattori come l'attenuazione per assorbimento atmosferico, presenza di vegetazione, fluttuazioni e gradienti di temperatura e di pressione.

Quando invece l'onda sonora incontra trova un ostacolo, può essere in parte trasmessa, in parte assorbita ed in parte riflessa. In particolare, se la sorgente si trova in un ambiente chiuso come la stanza di un edificio, l'onda emessa subisce svariate riflessioni finché la sua energia non viene completamente assorbita.

In un ambiente chiuso si hanno due fenomeni acustici importanti: il rinforzo e la riverberazione. Il rinforzo è dovuto alla continua riflessione delle onde e, come effetto, incrementa il livello di energia sonora presente nella stanza, portandolo a valori

superiori a quelli ottenibili con la stessa sorgente in campo libero. Con la riverberazione invece, una volta spenta la sorgente, le onde continueranno a riflettere fino al completo assorbimento dell'energia, mantenendo così la presenza di un suono residuo che si indebolisce fino ad esaurirsi in un tempo più o meno breve, tempo che dipende dalle dimensioni della stanza e dall'assorbimento acustico delle pareti. In particolare, si può definire il *tempo di riverberazione*  $\tau$  il tempo necessario per avere una riduzione di 60 dB rispetto al livello di regime e, secondo la legge di Sabine, è direttamente proporzionale al volume della stanza  $V$  e inversamente proporzionale all'assorbimento medio  $\alpha$  delle pareti secondo la relazione  $\tau=0,16 \cdot V/\alpha$ .

## **1.4 Il rumore**

Dal punto di vista tecnico non vi è differenza tra “suono” e “rumore”: sono entrambe una composizione di onde sonore aventi livelli di uguale o diversa intensità alle diverse frequenze. Iniziano a distinguersi quando l'insieme di queste frequenze risultano di gradevole o di sgradevole percezione da parte di un individuo: nel primo caso si parla di suono, mentre nel secondo si parla di rumore. La distinzione tra “suono” e “rumore” risulta quindi molto soggettiva e varia da individuo ad individuo: un suono può risultare gradevole per una persona mentre fastidioso per un'altra.

In questa sede verrà sempre utilizzato il termine “rumore”, in quanto si tratterà principalmente della valutazione della riduzione dell'insieme di frequenze sgradevoli provenienti dall'esterno di un'unità abitativa, quali il rumore cittadino e impiantistico; tuttavia le considerazioni fatte varranno per entrambe le definizioni, poiché l'isolamento riduce anche suoni esterni che possono risultare molto apprezzati.

Per una migliore comprensione dell'elaborato e per completezza, verranno qui descritti brevemente tre tipologie di rumore, la loro origine, la loro trasmissione e possibili metodi di riduzione: rumore aereo, rumore impattivo e rumore impiantistico.

Verranno inoltre descritti gli indici di valutazione di isolamento acustico di elementi di edificio per l'isolamento da rumori aerei e impattivi.

### 1.4.1 Rumore aereo

Un rumore aereo è un qualsiasi rumore presente in un ambiente che si propaga per mezzo di vibrazioni delle particelle dell'aria. Può essere generato da corpi solidi oscillanti che irradiano rumore lontano da esso per via aerea, come una radio, il motore di una macchina, un impianto, la voce umana...

Quando un rumore aereo incontra una parete, in parte viene riflesso, in parte assorbito e in parte trasmesso. In genere, se l'energia trasmessa è molto minore rispetto all'energia incidente, la parete si dice “isolante”. Diversi fattori influenzano la capacità

di isolamento di una parete: secondo la legge della massa e della frequenza, l'isolamento è direttamente proporzionale al quadrato della massa della parete e al quadrato della frequenza del suono incidente, ovvero per ogni raddoppio della massa o della frequenza l'isolamento aumenta di 6 dB. Per via dei fenomeni di risonanza e di coincidenza, la capacità di isolamento di una parete risulta minore di quella teorica e riguardano rispettivamente le basse e le alte frequenze.

Per ottenere buoni isolamenti sono consigliati dalla tecnica la soluzione con pareti spesse e pesanti oppure con pareti multiple con del materiale fonoassorbente nell'intercapedine, correttamente dimensionate in funzione dei valori di isolamento richiesti e delle frequenze principali da isolare, oppure con contropareti e/o controsoffitti.

#### 1.4.2 Rumore impattivo

Il rumore impattivo è un rumore che si origina a seguito di un impatto di elementi rigidi con strutture solide, generando in esse forti vibrazioni. Causano rumori impattivi, ad esempio, oggetti in caduta sul pavimento, i passi di una persona, un martello che batte contro un chiodo nella parete, apparecchiature meccaniche che trasmettono forze non bilanciate ad elementi di edificio, il deflusso di un fluido in un tubo ecc. Questo genere di impatti può causare rumori elevati, in particolare se la struttura è leggera e le vibrazioni sono poco smorzate. Se la struttura è rigida le vibrazioni possono essere trasmesse anche a lunghe distanze e, quando incontrano una struttura piana estesa, la pongono in vibrazione come una membrana, generando rumore.

In un edificio, queste vibrazioni possono propagarsi sia orizzontalmente, attraverso solai e pareti posti sullo stesso piano, che verticalmente, disturbando stanze poste su piani diversi, sia a livelli inferiori che superiori, e vengono trasformate in rumore nella stanza disturbata sia attraverso partizioni orizzontali che verticali.

Il rumore impattivo può essere ridotto interponendo del materiale elastico tra l'oggetto e la struttura con cui viene a contatto, in modo tale da isolare le vibrazioni impedendo loro di propagarsi. Per ridurre il livello di calpestio si adottano pavimenti in gomma o coperti con tappeti o moquette. Altre soluzioni possono essere la riduzione della trasmissione delle vibrazioni lungo il percorso con un pavimento galleggiante, isolandolo completamente dal solaio e dai muri perimetrali della stanza tramite un opportuno strato di materiale resiliente, oppure intervenendo presso il ricevitore, rivestendo le pareti della stanza disturbata, sia verticali che orizzontali, con un rivestimento resiliente oppure con un controsoffitto e controparete.

#### 1.4.3 Rumore impiantistico

La classificazione degli impianti avviene in due categorie e riguarda macchine installate sia all'interno che all'esterno dell'edificio: impianti a funzionamento continuo, impianti caratterizzati da un'emissione sonora a carattere stazionario come gli impianti di climatizzazione, riscaldamento e ventilazione, e a funzionamento discontinuo, caratterizzati da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività, come gli ascensori, i sanitari e le chiusure automatiche.

Il rumore generato dagli impianti si trasmette sia per via aerea che per via strutturale.

Ad esempio la sorgente principale di rumore in un impianto di condizionamento è il ventilatore. Tale rumore si propaga, anche a lunga distanza, attraverso i condotti di mandata e ripresa, nei quali non si hanno riduzioni apprezzabili del livello sonoro, ed emettono rumore in tutte le stanze servite. Possono generare rumore anche nelle stanze non servite se la conduttura è in contatto con una parete rigida che permette la trasmissione delle vibrazioni. Soluzioni a questo problema sono una corretta progettazione dell'impianto di distribuzione per rendere il flusso dell'aria il più laminare possibile, inserendo nelle condutture materiale fonoassorbente, filtri attenuatori di tipo dissipativo, silenziatori reattivi e/o attivi.

Un altro generatore di rumore negli impianti sono i motori o oggetti in rotazione con asse non bilanciato. Se collegati rigidamente al pavimento o alla parete, essi trasmettono l'intera forza, dando origine a forti vibrazioni che si trasmettono per via strutturale, come descritto nel paragrafo precedente. Le vibrazioni possono essere trasmesse anche alle tubature di distribuzione, nel caso esse siano rigidamente connesse all'impianto, venendo trasmesse lungo le tubature dell'intero edificio e trasformate in rumore ovunque incontrino superfici estese e leggere che possono essere messe facilmente in vibrazione. Nelle tubature si ha una generazione di vibrazioni da un moto del flusso non laminare e, negli impianti idrosanitari e di riscaldamento, anche da fenomeni di cavitazione e colpo di ariete.

Il rumore trasmesso si può limitare isolando ogni parte vibrante, utilizzando materiali resilienti come isolanti in gomma per le tubazioni oppure supporti in gomma o molle elastiche per i motori e per le pompe. È inoltre opportuno evitare la trasmissione delle vibrazioni dall'impianto centrale alle tubature, soluzione possibile mediante il loro collegamento con giunzioni flessibili.

## **1.5 Isolamento acustico e Indici di valutazione**

### 1.5.1 Isolamento da rumore aereo

L'isolamento da rumore aerei negli edifici, come accennato prima, riguarda sia partizioni verticali che partizioni orizzontali poste tra due diversi ambienti abitativi, dei quali uno viene detto "disturbante" e l'altro "disturbato". Come già accennato,

l'isolamento da rumori aerei dipende dalle caratteristiche del setto, in particolare dalla sua massa e dalla sua composizione di parete singola o multipla. L'isolamento varia anche in base alla frequenza disturbante. In generale, per basse frequenze si hanno bassi valori di isolamento, mentre per alte frequenze si hanno valori più alti. Di importanza non trascurabile è la presenza di porte e finestre, le quali possono ridurre notevolmente la capacità di isolare due ambienti dal rumore, in particolare se le finestre non sono ben sigillate e se le porte hanno fessure, attraverso le quali la trasmissione del rumore è totale. La misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio è prescritto dalla normativa UNI 140-4. Secondo la definizione della norma UNI140-1, *l'isolamento acustico* è "la differenza...dei livelli di pressione sonora prodotti in due ambienti da una o più sorgenti poste in uno di essi..". Tale grandezza si indica con  $D$  e si esprime in decibel:

$$D = L_1 - L_2 \quad [\text{dB}]$$

Dove  $L_1$  è il livello di pressione sonora nell'ambiente emittente mentre  $L_2$  è il livello medio di pressione sonora nell'ambiente ricevente depurato dal rumore di fondo, pertanto un divisorio presenta migliori prestazioni acustiche di isolamento quanto più grande è  $D$ .

L'isolamento acustico può essere normalizzato rispetto all'assorbimento acustico oppure rispetto al tempo di riverberazione, rispettivamente:

- *Isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento acustico:*

$$D_n = D - 10 \cdot \text{Log}(A/A_0) \quad [\text{dB}]$$

dove  $D$  è l'isolamento acustico,  $A$  è l'area equivalente di assorbimento acustico nell'ambiente ricevente e  $A_0$  è un area di assorbimento acustico di riferimento pari a  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ ;

- *Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione:*

$$D_{nT} = D + 10 \text{Log}(T/T_0) \quad [\text{dB}]$$

Dove  $D$  è l'isolamento acustico,  $T$  è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente e  $T_0$  è un tempo di riverberazione di riferimento pari, per le abitazioni, a  $T_0 = 0,5 \text{ s}$ .

Si definisce inoltre il:

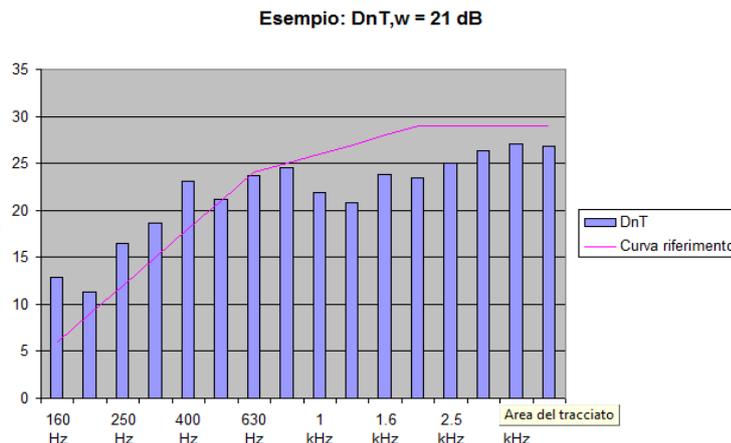
- *potere fonoisolante apparente  $R'$ :*

$$R' = D + \text{Log}(S/A) \quad [\text{dB}]$$

Dove  $A$  è l'area equivalente di assorbimento acustico nell'ambiente ricevente ed  $S$  è l'area dell'elemento divisorio in comune tra i due ambienti.

### 1.5.2 Indici di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea

L'indice è il numero che caratterizza l'isolamento acustico di certo elemento divisorio e può essere confrontato con i valori e i limiti imposti dalla legislazione. Il processo di individuazioni di questo valore è definito dalla norma UNI EN ISO 717-1, la quale definisce l'indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea come "valore, in decibel, della curva di riferimento a 500 Hz dopo spostamento della curva secondo il metodo specificato nella presente parte della UNI EN ISO 717". Considerati i valori dell'isolamento di un setto misurati con uno dei tre metodi descritti nel punto precedente, essi vanno confrontati con una curva di riferimento che riproduce il livello di fonoisolamento di un divisorio ideale di riferimento. In banda d'ottava o di 1/3 d'ottava, la curva di riferimento viene fatta salire o scendere a step di un decibel finché la somma delle differenze sfavorevoli, ovvero delle differenze, in decibel, tra il livello della curva con l'isolamento del setto ad una determinata frequenza quando la seconda è minore della prima, sia più grande possibile e comunque non maggiore di 32 dB. L'indice di valutazione  $D_{n,w}$ ,  $D_{nT,w}$  o  $R'_w$  (utilizzando rispettivamente i valori di  $D_n$ ,  $D_{nT}$ ,  $R'$ ) è il valore che si legge sulla curva di riferimento alla frequenza di 500 Hz.



**Figura 1.3**  
**Isolamento da rumore aereo**

### 1.5.3 Isolamento da calpestio

Il rumore da calpestio è il rumore generato in un ambiente a seguito di vibrazioni trasmesse da un impianto o dall'impatto di un oggetto rigido sulla struttura in un ambiente diverso da quello disturbato. Una struttura trasmette più facilmente vibrazioni a bassa frequenza e ha smorzamenti maggiori per le vibrazioni ad alta frequenza, e il rumore generato nella stanza disturbante ha tendenzialmente uno spettro con valori alti alle basse frequenze

e più bassi alle alte frequenze. La normativa che si occupa delle misure in opera del calpestio dei solai è la UNI 140-7.

Per la misurazione del livello di calpestio ci si serve della macchina normalizzata per il calpestio, nella quale 5 martelli del peso di 0,5 kg, diametro 3 cm, estremità sferica di raggio 5 cm, posti in linea con un interasse di 10 cm vengono fatti cadere dall'altezza di 4 cm con un intervallo di 0,1 s. La macchina viene posta generalmente nella stanza soprastante la camera di cui si vuole misurare il livello di calpestio, ma talvolta anche nelle stanze ad essa adiacente o sottostante. Si procede quindi con la misura fonometrica del livello di rumore dell'ambiente disturbato  $L_2$ . Tale valore, depurato dal rumore di fondo, può essere normalizzato con il potere fonoassorbente o con il tempo di riverberazione, rispettivamente:

- *Livello di calpestio normalizzato con il potere fonoassorbente:*

$$L_n = L_2 - 10\text{Log}(A_0/A) \quad [\text{dB}]$$

Dove  $A_0$  è un area di assorbimento acustico equivalente pari a  $10 \text{ m}^2$  e  $A$  è l'assorbimento acustico equivalente della stanza disturbata;

- *Livello di calpestio normalizzato con il tempo di riverberazione:*

$$L_{nT} = L_2 - 10\text{Log}(T/T_0) \quad [\text{dB}]$$

Dove  $T_0$  è un tempo di riverberazione di riferimento pari, per le misure di elementi di edificio, a 0,5 s e  $T$  è il tempo di riverberazione dell'ambiente disturbato.

L'isolamento da calpestio è quindi tanto migliore quanto più bassi sono questi valori ottenuti.

#### 1.5.4 Indici di valutazione dell'isolamento da calpestio

L'indice di valutazione del rumore da calpestio viene definito dalla norma UNI EN ISO 717-2 con un procedimento simile al calcolo dell'indice di valutazione dell'isolamento da rumore aereo (paragrafo 1.5.2). Lo spettro del livello di  $L_n$  o  $L_{nT}$  va confrontato con una curva di riferimento che riproduce il livello di fonoisolamento di rumore da calpestio giudicato ideale. In banda d'ottava o 1/3 d'ottava, la curva di riferimento viene fatta salire o scendere a step di 1 dB finchè la somma delle differenze sfavorevoli sia più grande possibile e comunque non maggiore di 32 dB. Le differenze sfavorevoli si hanno a quelle frequenze dove il livello della curva ideale è minore del livello misurato.

L'indice di valutazione dell'isolamento da calpestio, rispettivamente  $L_{n,w}$  e  $L_{nT,w}$  è il valore che si legge alla frequenza di 500 Hz sulla curva di riferimento spostata.

Esempio:  $L_{n,w} = 32 \text{ dB}$

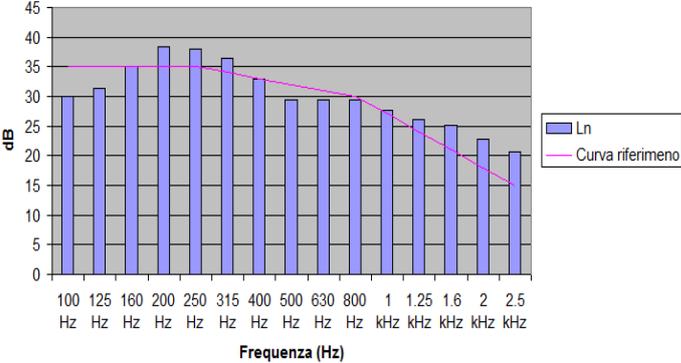


Figura 1.4 Isolamento da calpestio

# CAPITOLO 2

## LEGISLAZIONE ACUSTICA

### 2.1 Introduzione

Il tema dell'acustica degli edifici ha sempre goduto di una considerazione poco più che modesta nel corpus legislativo nazionale. Nonostante sia un tema di fondamentale importanza per la qualità della vita ed il benessere delle persone, invece di avere una normativa con dati tecnici chiari e coerenti, ci ritroviamo con norme piuttosto vaghe, poco chiare e confuse, di incerto significato e talvolta non coordinate tra loro.

In questo capitolo si vuole elencare le principali norme in vigore che riguardano il tema dei requisiti acustici passivi negli edifici e delle loro misurazioni, mentre nel capitolo 6, a titolo informativo, si darà una breve panoramica sugli sviluppi della legislazione, sempre in merito al tema in questione, che si hanno avuti negli ultimi anni, senza entrare nel merito degli aspetti legali, molto complessi nonostante l'apparente semplicità dell'argomento.

Tra le principali norme in materia di requisiti acustici passivi degli edifici troviamo:

- *Art. 659 Codice Penale*: sancisce la possibilità di sanzione a chiunque disturbi, mediante schiamazzi, rumori, o non impedendo schiamazzi di animali, abusando di strumenti musicali od altro, le occupazioni o il riposo delle persone o spettacoli e intrattenimenti pubblici. Tale sanzione consiste nell'arresto fino a tre mesi o in una ammenda fino a 309 euro.

- *Art 844 Codice Civile*: "il proprietario di un fondo non può impedire le emissioni di... rumori...derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità...". Norma interessante ma molto vaga, la *normale tollerabilità* è soggetta a valutazione soggettiva.

- *Circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 1769 del 30 aprile 1966* "Criteri di valutazione e

collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie": dà un primo tentativo di stabilire, mediante misure in opera ad edificio finito, una classificazione dei vari elementi dell'edificio in base ai valori dei rispettivi requisiti acustici passivi. Considera le partizioni interne orizzontali, verticali, il livello di calpestio, il livello di rumore di impianti di riscaldamento e il livello di rumore di scarichi idraulici, bagni, ecc.. In questa circolare sono inoltre descritte le modalità di valutazione di un setto tramite gli indici di

valutazione di rumore aereo o di calpestio, indicando le due rispettive curve di riferimento.

- *Circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 3150 del 22 maggio 1967* “Criteri di valutazione e

collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici”: stabilisce i requisiti minimi di accettabilità per gli elementi di un edificio scolastico, sia mediante misure in laboratorio che misure in opera.

- *D.M. 18 dicembre 1975* “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli

indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nell'esecuzione di opere di

edilizia scolastica”, tra cui anche i requisiti acustici passivi. Questo decreto, nell'articolo 5 comma 1, adotta i criteri generali di misurazione e di valutazione descritti nella circolare n. 3150 del 22 maggio 1967, descritta nel punto precedente.

- *Direttiva 89/106 CEE* “Requisiti essenziali dei prodotti in edilizia”: tra i quali anche quelli relativi al rumore. Questa direttiva impone che l'opera deve essere costruita in modo che il rumore cui sono sottoposti gli occupanti non si mantenga a livelli che noccono alla loro salute e che consenta condizioni soddisfacenti di sonno, riposo e lavoro.

- *Legge 447 del 26 ottobre 1995*: legge quadro sull'inquinamento acustico, descritto in maggior dettaglio nel prossimo paragrafo.

- *DPCM del 05 dicembre 1997*: decreto attuativo della L. 447/95 in materia di requisiti acustici degli edifici, descritto in maggior dettaglio nei prossimi paragrafi.

## **2.2 Legge 447 del 26 ottobre 1995**

La presente legge è la “Legge quadro sull'inquinamento acustico”, composta da 17 articoli con la finalità di stabilire i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Secondo la definizione presente nella legge stessa, con *inquinamento acustico* si intende “l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi”.

La legge indica una serie di definizioni, come *ambiente abitativo*, ogni ambiente destinato alla permanenza di persone ad esclusione di attività produttive, *sorgenti*

*sonore fisse e mobili*, valori limite di *emissione* e di *immissione*, valori di *attenzione* e *qualità*. Tra le definizioni ne troviamo una di fondamentale importanza, la figura del tecnico competente, persona in possesso di determinati requisiti di titolo di studio e attività svolta in modo non occasionale nel campo dell'acustica ambientale, figura ben diversa dal "tecnico abilitato" non necessariamente competente in acustica ambientale, al quale fanno riferimento le nuove normative nazionali, descritte nel capitolo 5.2.

Alla presente legge, che dà un quadro di riferimento sulle competenze dello stato, delle regioni, delle province e dei comuni, sono collegati una serie di decreti attuativi e leggi regionali che applicano i vari punti descritti.

Tra le competenze dello stato di nostro interesse vi sono:

- art.3 comma 1, lettera c): "la determinazione...delle tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,..." percepite e attuate dal DPCM del 16 marzo 1998 (vedi paragrafo 2.3);
- art.3, comma 1, alla lettera e), "la determinazione...dei requisiti acustici delle sorgenti sonore e dei requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti, allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore. ..." applicate con il DPCM del 5 dicembre 1997 (vedi paragrafo 2.4).

Alle regioni ed alle province sono state assegnate le competenze di stabilire criteri per la suddivisione in zone del territorio comunale e per la redazione della documentazione di impatto acustico da parte dei comuni.

I comuni hanno la competenza di classificare il territorio comunale secondo i criteri stabiliti dalle regioni, l'adozione di piani di risanamento, il controllo della documentazione che deve essere presentata ai comuni al rilascio delle concessioni edilizie e la percezione delle sanzioni amministrativi in caso di mancato rispetto dei limiti imposti.

### **2.3 Norme per la misurazione**

In merito alle tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico si fa riferimento al DPCM 16/03/98, decreto attuativo della legge L. 447/95 art.3, comma 1, lettera c).

In particolare, tale decreto stabilisce: la strumentazione da utilizzare, fonometri di classe 1 secondo le specifiche delle norme EN 60651/1994 e 60804/1994, filtri e microfoni conformi alle norme EN 61260 e EN 61094, i calibratori conformi alle norme CEI 29-4; modalità di calibrazione con variazioni inferiori a 0,5 dB tra le calibrazioni prima e dopo la misurazione. Nell'allegato A si trovano le definizioni dei diversi tempi di

misurazione e delle tipologie di livelli sonori con eventuali fattori correttivi in presenza di componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza. Nell'allegato B si trovano le norme tecniche per l'esecuzione delle misure con le varie tecniche di misurazione, gli arrotondamenti delle misure, il sostegno, posizionamento e tipologia del microfono in funzione dell'incidenza del rumore, tecniche per le misurazioni all'esterno o all'interno degli edifici, condizioni del rumore disturbante con eventuali componenti tonali, impulsive e di bassa frequenza e le condizioni del rumore di fondo. L'allegato D specifica le modalità di presentazione dei risultati.

Esistono inoltre una serie di norme approvate dall'ente UNI, delle quali alcune sono percepite dalla legge, che garantiscono prestazioni certe secondo lo stato dell'arte, alle quali si fa riferimento in materia di misurazione del rumore negli edifici:

- *UNI EN ISO 140-4:2000*: misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - *Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti*;
- *UNI EN ISO 140-5*: misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - *Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate*;
- *UNI EN ISO 140-7*: misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - *Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio dei solai*;
- *UNI EN ISO 140-14:2004* : misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - *Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera*;
- *UNI EN ISO 3382-2*: misurazione dei parametri acustici degli ambienti - *Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari*.

## **2.4 I requisiti acustici degli edifici : DPCM 05/12/97**

L' art. 3, comma 1, lettera e) della legge L.447/95 è stato attuato dal DPCM del 05 dicembre 1997, con lo scopo di fissare criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore aereo all'interno degli ambienti abitativi. Il presente decreto determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici degli edifici e dei loro componenti rilevabili in opera a cui gli edifici di nuova realizzazione devono attenersi.

- Tra i componenti degli edifici sono considerate le partizioni verticali ed orizzontali.
- Gli impianti a funzionamento continuo sono gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento.

- Gli impianti a funzionamento discontinuo sono gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria.

Le grandezze considerate nella presente norma sono:

- $R'$ : il potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra ambienti di diverse unità immobiliari;
- $D_{2m,nT}$ : l'isolamento acustico standardizzato di facciata, differenza tra il livello di pressione sonora che si ha all'esterno a 2 m dalla facciata e il livello sonoro medio nell'ambiente ricevente, normalizzato con il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente;
- $L_n$ : livello di rumore di calpestio dei solai normalizzato (paragrafo 1.5.3);
- $L_{ASmax}$ : livello massimo di pressione sonora ponderata A con costante di tempo slow, relativo agli impianti a funzionamento discontinuo;
- $L_{Aeq}$ : livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A, relativo agli impianti a funzionamento continuo.

I requisiti acustici passivi degli edifici sono caratterizzati dagli indici di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$ , dell'isolamento acustico standardizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$  e del livello di rumore di calpestio  $L_{n,w}$ .

Il livello di rumore degli impianti deve essere misurato nell'ambiente nel quale il livello di rumore è il più elevato, e tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Gli ambienti abitativi sono stati classificati nelle seguenti categorie (Tabella A):

- *categoria A*: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
- *categoria B*: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
- *categoria C*: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- *categoria D*: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- *categoria E*: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- *categoria F*: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- *categoria G*: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

In seguito è riportata la tabella (Tabella B) indicante i requisiti minimi che gli edifici dovranno garantire:

Categorie	Requisiti				
	$R_w$	$D_{2m,nt,w}$	$L_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
D: ospedali	55	45	58	35	25
A, C: residenze, alberghi	50	40	63	35	35
E: scuole	50	48	58	35	25
B, F, G: uffici, chiese, negozi	50	42	55	35	35

Le prime due colonne indicano i valori minimi che i requisiti devono rispettare in quanto, valori maggiori indicano isolamenti da rumore migliori, mentre le ultime tre indicano i valori massimi che non devono essere superati in quanto si tratta del livello di rumore prodotto dagli impianti o dal calpestio, quindi tanto più bassi sono questi valori minore sarà il rumore prodotto.

Dalla tabella si possono evincere le seguenti considerazioni:

- $R_w$  presenta valori molto elevati, difficili da raggiungere se non con costi molto elevati;
- Il livello di calpestio è ammesso con valori maggiori nelle residenze e alberghi che non negli uffici e chiese. È evidente che tale colonna è errata, in quanto nelle residenze e negli alberghi si vuole avere migliori prestazioni di isolamento da calpestio per un maggiore comfort del riposo. Prestazioni minori sono ammesse in scuole e ospedali e ancora minori in uffici e negozi, nei quali il rumore di fondo ha mediamente valori più elevati e il calpestio ha minore influenza;
- $L_{Aeq}$  per le scuole e gli ospedali presenta valori eccessivamente bassi non economicamente convenienti in quanto più bassi del rumore di fondo, generalmente non inferiore a 30 dB;
- Per le scuole e gli alberghi non vengono considerati i divisori interni tra aule o stanze adiacenti o sovrapposte, dando la possibilità di avere prestazioni di isolamento pessime tra esse;
- La tabella B presenta i requisiti minimi, ma non specifica se sono valori minimi o massimi ammessi, ciò potrebbe creare confusione. Per una persona competente in acustica è ovvio che le colonne dell'isolamento da rumore aereo tra ambienti e di facciata sono valori minimi, mentre le colonne dei livelli di calpestio e rumore impiantistico indicano valori massimi da rispettare, ma non lo è altrettanto ovvio per persone non competenti, come ad esempio i cittadini o i legali;

- A differenza della Circolare n. 1769 del 30/04/'66, in questo decreto non si distinguono prestazioni normali da prestazioni superiori di isolamento, sono indicati solo i requisiti minimi, senza cenno di classificazione.
- Essendo che “A meno di specifiche indicazioni, il posteriore deroga sempre il precedente”, i requisiti presenti nel presente decreto sostituiscono i valori delle Circolari del Ministero dei lavori pubblici n. 1769 del 30/04/'66 e n. 3150 del 22/05/'67 (e quindi D.M. 18 dicembre 1975). Per tutti gli altri requisiti si può ancora fare riferimento alle due circolari;

## **2.5 Rumore impiantistico**

Come già accennato, anche per il limite di rumore degli impianti presenti in un edificio si fa riferimento ai valori imposti dal DPCM 05/12/97. I valori delle ultime due colonne della tabella B (paragrafo 2.4) si riferiscono al livello sonoro misurato nell'ambiente più disturbato dal rumore dell'impianto, e tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

La misurazione del rumore degli impianti in ambienti diversi da quelli in cui il rumore si origina viene effettuato con almeno tre postazioni di microfoni. Uno di essi deve essere posto il più vicino possibile al punto dal quale il rumore si origina, ad un'altezza compresa fra 1 m e 1,5 m e ad una distanza minima dalle pareti di 0,5 m. La posizione degli altri due (o più) microfoni può essere decisa dal tecnico, rispettando una distanza minima di almeno 1,5 m tra ogni postazione, posti ad una distanza maggiore di 0,75 m da qualsiasi superficie dell'ambiente e ad una altezza non superiore a 1,5 m. per ogni postazione devono essere effettuate almeno due misurazioni distinte relative a cicli operativi di funzionamento in condizioni d'uso normali (UNI 11367).

I limiti del rumore impiantistico immesso in ambienti abitativi dall'ambiente esterno sono definiti nel DPCM del 14/11/97, decreto attuativo della legge L. 447/95. I valori limite vengono calcolati secondo il metodo dei valori di immissione differenziali, minore di 5 dB(A) per il periodo diurno e minori di 3 dB(A) per il periodo notturno. La presente regola non si applica in aree esclusivamente industriali o se il livello di immissione a finestre chiuse è inferiore a 35 dB(A) nel periodo diurno e inferiore a 25 dB(A) nel periodo notturno, in quanto il rumore è considerato trascurabile. Non è inoltre applicato agli impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno degli ambienti dello stesso, per il quale vale il DPCM 05/12/97.

Limitatamente al rumore prodotto dagli impianti di climatizzazione e di ventilazione, si possono applicare le modalità di collaudo acustico e di verifica negli ambienti serviti

con i metodi descritti nella UNI 8199. Tale norma fornisce anche i valori di riferimento consigliati per le diverse tipologie di edifici nei quali questi impianti vengono installati, al fine di salvaguardarne le condizioni di benessere acustico.

## **CAPITOLO 3**

# Classificazione acustica degli edifici: UNI 11367

## 3.1 Introduzione

Negli ultimi anni è cresciuta fortemente la sensibilità dei cittadini sul tema della salvaguardia dell'ambiente e della qualità della vita. Forti sviluppi si hanno avuti nel settore del risparmio energetico con la proposta del mercato dell'edilizia di svariate soluzioni per la riduzione del consumo di energia, sia per la salvaguardia dell'ambiente che per via dell'aumento del costo dell'energia, come pareti esterne maggiormente isolate, case fabbricate interamente in legno, case clima, impianti ed elettrodomestici a basso consumo energetico e la classificazione energetica obbligatoria degli edifici.

Gli stessi sviluppi non si hanno però avuti in materia di acustica degli edifici. Le norme poco chiare ed errate, e la mancanza di controlli e sanzioni, hanno concesso la costruzione di edifici dalle bassissime prestazioni acustiche, tra l'altro motivo di molte cause legali tra acquirenti e costruttori/venditori di nuove abitazioni. Tuttavia, la sensibilizzazione delle persone è in aumento anche in materia di prestazioni acustiche degli edifici, infatti sono sempre più richiesti un migliore comfort per il riposo e una maggiore privacy.

L'ente UNI ha così elaborato la nuova norma UNI 11367, pubblicata il 22 luglio 2010, che stabilisce una classificazione acustica delle unità immobiliari in base alle prestazioni di alcuni loro requisiti acustici passivi. Tale classificazione non ha lo scopo di prescrivere parametri minimi, bensì ha solo uno scopo informativo sulle prestazioni di una unità immobiliare, mediante verifiche e misure ad opera conclusa, in tutela degli acquirenti e di tutte le parti coinvolte nella progettazione, costruzione e vendita dell'immobile.

La presente norma, che si aggiunge alla classificazione energetica degli edifici UNI TS 11300, è stata elaborata da un gruppo di esperti di tutte le parti coinvolte secondo lo stato dell'arte. Classifica gli edifici mediante un indice unico su una scala graduata che va dalla CLASSE I (prestazioni migliori) alla CLASSE IV (prestazioni minori), calcolata secondo un opportuno procedimento che prende in considerazione tutti i vari requisiti, valutati singolarmente.

I criteri di classificazione stabiliti nella UNI 11367 sono applicabili a tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale e industriale.

La presente norma, oltre a fornire i valori utili ai fini della classificazione, è completata da vari appendici tra le quali troviamo esempi applicativi di misurazioni in diverse unità

immobiliari e, per edifici composti da elementi ripetitivi (ad esempio in un condominio composto da appartamenti sovrapposti uguali tra loro con partizioni aventi caratteristiche simili), un'ampia e completa descrizione del metodo di campionamento, utile ai fini di ridurre il numero di misurazioni complessive e quindi ridurre i costi per la classificazione.

In conclusione, la norma fornisce una valutazione delle prestazioni acustiche attese delle unità immobiliari in relazione alle loro classi e all'area esterna in cui sono collocate.

### 3.2 Definizioni

Per una maggiore chiarezza espositiva, sono in seguito elencate le principali definizioni presenti nella norma:

- *Ambiente abitativo*: porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni d'uso caratterizzanti la destinazione d'uso;
- *Edificio*: sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici ed arredi che si trovino al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici (definizione data nel DPR n°412 del 26 agosto 1993);
- *Elemento tecnico*: elemento costruttivo considerato nella presente norma per la valutazione di requisiti acustici come le partizioni interne verticali o orizzontali, le facciate, impianti a funzionamento continuo e impianti a funzionamento discontinuo;
- *Partizione*: insieme di elementi tecnici orizzontali e verticali del sistema edilizio aventi funzione di dividere ed articolare gli spazi interni del sistema edilizio stesso delimitando le diverse unità immobiliari e gli ambienti accessori e di servizio di uso comune o collettivo;
- *Unità immobiliare, UI*: porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale.

Si definiscono Inoltre:

- **Media aritmetica**  $L_{m,aritmetica}$  tra livelli di pressione sonora: dati i livelli di pressione sonora  $L_1, L_2, \dots, L_n$ , la loro media aritmetica vale

$$L_{m,aritmetica} = (L_1 + L_2 + \dots + L_n)/n.$$

Questo procedimento vale anche per la media aritmetica di indici di valutazione di isolamento.

- **Media energetica**  $L_{m,energetica}$  tra livelli di pressione sonora:

- per gli indici di valutazione di isolamento da rumore aereo: dati gli indici di isolamento  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , la loro media energetica vale

$$L_{m,energetica} = -10 \cdot \text{Log} [(10^{-X_1/10} + 10^{-X_2/10} + \dots + 10^{-X_n/10})/n]$$

- Per gli indici di valutazione del livello di calpestio e livello di rumore impiantistico: dati  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  la media energetica vale

$$L_{m,energetica} = 10 \cdot \text{Log} [(10^{Y_1/10} + 10^{Y_2/10} + \dots + 10^{Y_n/10})/n]$$

### 3.3 Descrittori

Ai fini della classificazione acustica degli edifici, la norma UNI 11367 considera i seguenti descrittori:

- $D_{2m,nT,w}$  [dB]: indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente disturbato. Sono esclusi l'utilizzo del rumore aeronautico e ferroviario. Il presente descrittore viene misurato in conformità alla UNI EN ISO 140-5 e il suo indice calcolato secondo la UNI EN ISO 717-1 e vale sia per le facciate degli ambienti abitativi che per le falde dei tetti nei sottotetti abitabili. In presenza di finestre o sistemi oscuranti, le misurazioni vengono prese con le loro normali condizioni di utilizzo;
- $R'_w$  [dB]: isolamento da rumore aereo di partizioni verticali e orizzontali interne agli edifici posti tra due diverse unità abitative. Misurato e calcolato rispettivamente in conformità alla UNI EN ISO 140-4 e UNI EN ISO 717-1.
- $L'_{n,w}$  [dB]: descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di diverse unità immobiliari o fra ambienti della stessa unità immobiliare. Gli ambienti possono essere sovrapposti, con l'ambiente disturbato posto al piano inferiore o superiore rispetto all'ambiente disturbante, o adiacenti, posti sullo stesso piano. Misurato e valutato rispettivamente in conformità alle UNI EN ISO 140-7 e UNI EN ISO 717-2.
- $L_{ic}$  [dB(A)]: livello di rumore immesso da impianti a funzionamento continuo, rappresentante il livello equivalente di pressione sonora ponderata A ( $L_{Aeq}$ )

depurato dal rumore di fondo e normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente. Sono impianti a funzionamento continuo gli impianti fissi caratterizzati da un'emissione sonora stazionaria che, rilevata con caratteristica dinamica Fast, non subisce oscillazioni maggiori di 5 dB durante tutta la durata del periodo di funzionamento. Sono ammesse fasi non stazionarie di durata non superiore ai 60 secondi, come ad esempio l'avviamento, nelle quali il rumore generato è più elevato. Esempi di impianti a funzionamento continuo sono gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, climatizzazione, ventilazione e aspirazione.

- $L_{id}$  [dB(A)]: livello di rumore immesso da impianti a funzionamento discontinuo, rappresentante il livello massimo di pressione sonora ponderato A con costante di tempo Slow, corretto dal rumore di fondo e normalizzato rispetto al tempo di riverberazione dell'ambiente disturbato. Sono impianti a funzionamento discontinuo quelli impianti caratterizzati da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività, come gli impianti sanitari, di scarico, gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche.
- $D_{nT,w}$  [dB]: descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare. Come si vedrà in seguito, questo descrittore viene utilizzato, ad esempio, per descrivere l'isolamento acustico tra stanze d'albergo, tra aule scolastiche e tra stanze di ospedali.

Nel caso che un'unità immobiliare abbia più di un elemento tecnico per la valutazione di un requisito, le misurazioni devono essere effettuate su tutti gli elementi misurabili. Il descrittore complessivo per quel requisito sarà pari alla media energetica dei valori ottenuti per ogni singolo elemento dopo essere stati corretti dall'incertezza di misura (valori utili). In presenza di partizioni che sono uguali tra loro è ammesso un campionamento al fine di ridurre il numero complessivo delle misurazioni. Il calcolo dell'incertezza e i metodi di campionamento verranno descritti in maggiori dettagli nel paragrafo 3.8, mentre nel paragrafo 3.9 verrà illustrato un esempio completo di calcolo dei descrittori e di classificazione acustica.

### **3.4 Edifici classificabili**

I criteri stabiliti nella presente norma sono applicabili per la classificazione di tutte le unità immobiliari con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale e industriale. Sono esclusi i casi in cui le unità immobiliari siano destinate ad attività ricreative e di culto per le quali la progettazione acustica necessita di criteri specifici e prestazioni particolarmente accurate, come le sale da concerto o le chiese. Sono inoltre escluse dalla classificazione le unità immobiliari di edifici ad esclusivo uso commerciale destinate a negozi, ristoranti, bar, centri commerciali, autofficine ecc. Se queste attività appartengono ad edifici aventi destinazioni d'uso miste, viene applicata loro la classificazione senza tener conto dei valori del loro isolamento acustico di facciata.

Tutti gli edifici vengono classificati secondo il PROSPETTO 1 (paragrafo 3.6.1) con l'utilizzo dei descrittori dell'isolamento acustico normalizzato di facciata  $D_{2m,nT,w}$ , del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari  $R'_w$ , del livello di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari  $L'_{n,w}$ , del livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo  $L_{ic}$  e discontinuo  $L_{id}$  appartenenti ad unità immobiliari diverse rispetto a quella in esame o installati in ambienti comuni (impianti centralizzati) a servizio dell'intero sistema edilizio.

Per la classificazione di unità immobiliari con destinazione d'uso ricettiva (alberghi e pensioni), oltre ad applicare i requisiti qui sopra esposti, si considerano, mediante due nuovi descrittori, anche gli indici di isolamento acustico di partizioni orizzontali e verticali  $D_{nT,w}$  e gli indici di valutazione dell'isolamento da calpestio normalizzato  $L'_{n,w}$  fra ambienti sovrapposti o adiacenti appartenenti alla stessa unità immobiliare. I valori di riferimento sono riportati nel PROSPETTO 2. Inoltre il descrittore del livello sonoro immesso da impianti a livello continuo e discontinuo si applica anche agli impianti della stessa unità immobiliare fra ambienti contigui (es: camere adiacenti o sovrapposte), ma non ad impianti a servizio della stessa camera.

Alle scuole (di tutti i livelli) ed agli ospedali, cliniche e case di cura non viene applicata la classificazione. Vengono solamente distinte, per ogni requisito, prestazioni acustiche di base da prestazioni superiori. In queste unità immobiliari vengono considerati i requisiti  $D_{2m,nT,w}$ ,  $R'_w$  e  $L'_{n,w}$  fra ambienti di diverse unità immobiliari e il livello sonoro immesso da impianti a funzionamento continuo o discontinuo in ambienti diversi da quello di installazione. Vengono inoltre considerati, separatamente, il descrittore dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{nT,w}$  fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, il descrittore dell'isolamento acustico normalizzato  $D_{nT,w}$  di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare ed il descrittore del livello di pressione

sonora di calpestio normalizzato  $L'_{n,w}$  fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare.

### **3.5 Ambienti abitativi misurabili ai fini della classificazione acustica**

Un ambiente acusticamente verificabile è un ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento delle misurazioni in conformità alle normative della serie UNI 140. Sono ambienti abitativi misurabili, ad esempio, camere da letto, salotti, sale da pranzo, uffici, negozi. Mentre, ai fini della classificazione, non vengono considerati ambienti come i locali di servizio o accessori quali bagni, corridoi, cucine, ripostigli. Non sono inoltre considerate le partizioni fra ambienti abitativi e accessori di uso comune o collettivo dell'edificio se collegano i due ambienti mediante accessi o aperture.

Per la valutazione del rumore impiantistico si considerano gli ambienti nei quali si ritiene più elevato il rumore immesso. Nel caso di impianti meccanici si considerano gli ambienti acusticamente verificabili posti allo stesso livello dell'impianto. Nel caso di impianti discontinui di adduzione e scarico, come WC e scarico vasca/doccia, l'ambiente acusticamente verificabile maggiormente disturbato è, ad esempio, un ambiente contiguo posto al piano inferiore oppure, nel caso non ve ne siano, un ambiente abitativo affiancato.

Negli alberghi la valutazione del rumore immesso da impianti si estende anche agli impianti della stessa unità immobiliare, ma non ad impianti a servizio della stessa camera.

### **3.6 Classificazione**

La UNI 11367 classifica gli edifici in quattro classi, dalla classe I alla classe IV, in base alle prestazioni dei suoi parametri descrittivi. Le seguenti tabelle indicano gli intervalli dei valori concessi ad ogni requisito per rientrare in una determinata classe. La classificazione dell'unità immobiliare viene effettuata utilizzando un unico valore, ricavato dal calcolo della media ponderata delle classi di ogni singolo requisito. Nel caso in cui un requisito presenti valori peggiori rispetto alla classe IV, si considera "non classificabile" e viene indicato con NC mentre, se non compare alcun elemento tecnico misurabile relativo ad un determinato requisito, tale requisito si indica con "non pertinente" e viene indicato con NP.

La classificazione è relativa ad una determinata configurazione dell'unità immobiliare, in quanto un qualsiasi intervento edilizio potrebbe causare l'alterazione delle sue prestazioni acustiche. Deve quindi essere specificata la configurazione nella quale vengono prese le misurazioni. Nel caso di interventi edilizi, la classificazione precedente ad essi deve essere aggiornata per l'intera unità immobiliare.

### 3.6.1 Classificazione delle unità immobiliari - Prospetto 1

Per le unità immobiliari aventi le seguenti destinazioni d'uso:

- residenziale,
- direzione ed ufficio,
- ricettiva (alberghi e pensioni),
- ricreativa,
- di culto,
- commerciale,

ad esclusione dei casi descritti nel paragrafo 3.4, si applicano i seguenti valori:

classe	Indici di valutazione				
	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata <b>D<sub>2m,nT,w</sub> dB</b>	Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti UI <b>R'<sub>w</sub> dB</b>	Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti UI <b>L'<sub>n,w</sub> dB</b>	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo <b>L<sub>ic</sub> dB(A)</b>	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo <b>L<sub>id</sub> dB(A)</b>
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

Tabella 3.1 Valori da utilizzare ai fini della classificazione acustica

### 3.6.2 Attività ricettive – Prospetto 2

Per la classificazione delle unità immobiliari con destinazione d'uso ricettiva si applicano inoltre i seguenti requisiti:

Classe	Indici di valutazione	
	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti della stessa unità immobiliare <b>D<sub>nT,w</sub> dB</b>	Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti della stessa unità immobiliare <b>L'<sub>n,w</sub> dB</b>
I	≥ 56	≤ 53
II	≥ 53	≤ 58
III	≥ 50	≤ 63
IV	≥ 45	≤ 68

Tabella 3.2 Ulteriori requisiti per unità immobiliari con destinazione d'uso ricettiva

Si può notare che le classi di questi due ulteriori requisiti fra ambienti della stessa unità immobiliare abbiano gli stessi valori dei requisiti dello stesso tipo fra ambienti di diverse unità immobiliari.

### 3.6.3 Scuole ed ospedali – Prospetto A.1

Per scuole di qualsiasi livello e ospedali, cliniche e case di cura non è prevista la classificazione, in quanto potrebbero richiedere esigenze particolari di isolamento dal rumore. La norma UNI 11367 fornisce tuttavia una distinzione tra prestazioni di base e prestazioni superiori per queste unità immobiliari:

	<b>Prestazioni di base</b>	<b>Prestazioni superiori</b>
Descrittore dell'isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, $R'_w$ [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, $L'_{n,w}$ [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione, $L_{ic}$ [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quelli di installazione, $L_{id}$ [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $L'_{n,w}$ [dB]	63	53

**Tabella 3.3 Valutazione dei requisiti di scuole e ospedali**

Il secondo ed il terzo descrittore si riferiscono ad ambienti di differenti unità immobiliare. Il livello di rumore di impianti riguarda sia impianti di altre unità abitative che dell'unità abitativa in esame, l'importante è che il rumore da essi generato venga misurato in ambienti diversi da quelli di installazione. Infine, gli ultimi tre descrittori si riferiscono a partizioni fra ambienti della stessa unità immobiliare.

L'isolamento acustico da rumore aereo fra ambienti sovrapposti e adiacenti della stessa unità immobiliare vengono considerati separatamente, dando più importanza al primo dei due.

Nonostante a questi edifici non si applichi la classificazione, si può fare un confronto fra i valori del prospetto A.1 con quelli del prospetto 1 e prospetto 2:

- I requisiti aventi "prestazioni di base" rientrano tutti nella classe III ad eccezione del penultimo requisito (isolamento acustico fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare), rientrante in classe IV;

- I requisiti aventi “prestazioni superiori” rientrano in classe I i primi 3 e in classe II tutti gli altri ad eccezione del penultimo requisito, rientrante in classe III.

### 3.7 Calcolo della classe globale dell'unità immobiliare

La classe globale di un'unità immobiliare  $C_{UI}$  è pari alla media ponderata della classe dei singoli requisiti tramite l'utilizzo di coefficienti di peso  $Z$ .

Ogni requisito viene classificato mediante il suo valore utile, ovvero la media energetica dei valori ottenuti dalle misure effettuate su tutti gli elementi tecnici verificabili dopo essere stati corretti con l'incertezza di misura.

Nel caso un requisito sia non pertinente NP, non viene considerato nel calcolo della classe globale e, una volta classificati tutti i requisiti, si procede con il calcolo della classe globale.

La ponderazione dei singoli requisiti avviene secondo la seguente tabella:

Classe	I	II	III	IV	Prestazioni fino a 5 dB [o dB(A)] peggiori rispetto alla classe IV	Prestazioni per più di 5 dB [o dB(A)] peggiori rispetto alla classe IV
Coefficiente $Z$	1	2	3	4	5	10

Tabella 3.4 Coefficienti di peso

La classificazione procede con il calcolo di  $Z_{UI}$ , valore che si riferisce all'intera unità immobiliare, che è pari al risultato della seguente formula, arrotondato all'intero più vicino:

$$Z_{UI} = \frac{\sum_{r=1}^P Z_r}{P}$$

dove:

$P$  è il numero di requisiti  $r$  considerati per l'unità immobiliare;

$Z_r$  è il valore del coefficiente di peso relativo all' $r$ -esimo requisito, con  $r = 1, \dots, P$ .

Si può ricavare ora la classe acustica globale  $C_{UI}$ , pari al numero espresso in carattere romano corrispondente al valore di  $Z_{UI}$ , compreso tra 1 e 4:

$$C_{UI} = Z_{UI} .$$

Nel caso in cui  $Z_{UI}$  risultasse maggiore di 4, l'unità immobiliare non è classificata NC.

Per la classificazione dell'unità immobiliare viene compilata una tabella indicante la classe globale e la classe di ogni singolo requisito.

### 3.8 L'incertezza di misura e il metodo di campionamento

La norma UNI 11367 è completata con un'approfondita descrizione di come si ottiene il valore di ogni requisito utile ai fini della classificazione dell'unità immobiliare. Per la valutazione di un requisito devono essere considerati tutti gli elementi tecnici possibili e le misure devono essere effettuate su ognuno dei quali sia risultato idoneo. Nel caso di numerosi elementi tecnici ripetitivi è ammesso un metodo di campionamento. Inoltre, ogni misurazione presa deve essere corretta di un fattore che tiene conto dell'incertezza del metodo di misura.

#### 3.8.1 Incertezza di misura

Il valore di ogni misurazione  $X_m$  (o  $Y_m$ ) di elementi tecnici va corretto dall'incertezza estesa di misura  $U_m$ , ottenendo così, per ogni requisito, il suo valore utile  $X$  (o  $Y$ ), ovvero il valore da comparare con i valori limite relativi agli intervalli di classe.

Nel caso di indici di isolamento acustico da rumore aereo (isolamento acustico di facciata, potere fonoisolante, isolamento acustico fra due ambienti della stessa unità immobiliare), il valore utile  $X$  è pari a:

$$X = X_m - U_m;$$

Nel caso dell'indice del rumore di calpestio o del livello di impianti, il valore utile  $Y$  è pari a:

$$Y = Y_m + U_m$$

$Y_m$  è pari al valore della misurazione del livello di calpestio.

$U_m$  assume i valori riportati nella seguente tabella, in funzione del requisito considerato:

	$D_{2m,nT,w}$ dB	$R'_w$ dB	$L'_{n,w}$ dB	$L_{ic}$ dB(A)	$L_{id}$ dB(A)
$U_m$	1	1	1	1,1	2,4

Tabella 3.5 Valori per requisito dell'incertezza di misura

L'applicazione di queste due formule implica che esiste una probabilità di circa l'84%, corrispondente al livello di fiducia per test monolaterale con un fattore di copertura scelto pari 1, che il valore utile sia maggiore (o minore) di questo limite.

#### 3.8.2 Metodo di campionamento

Negli edifici che presentano elementi tecnici seriali e ripetitivi, per ridurre il numero di misurazioni totali, è possibile applicare un campionamento, effettuato su elementi tecnici appartenenti ad insiemi omogenei con risultato estendibile all'intero gruppo.

Il campionamento è possibile nel caso che gli elementi tecnici abbiano pari: dimensioni, dimensione degli ambienti acusticamente misurabili, metodologia di prova, stratigrafia, materiali, massa superficiale, condizioni di vincolo, presenza di attraversamenti impiantistici e tecniche di posa.

Ad esempio, elementi tecnici per i quali è possibile fare un campionamento sono quelli appartenenti a camere d'albergo, aule scolastiche, uffici, appartamenti uguali sovrapposti di un condominio, ecc.

Il numero di elementi tecnici di un gruppo omogeneo da misurare deve essere pari al 10% del numero totale di elementi del gruppo o comunque non minore a tre. Se alcuni elementi tecnici appartengono ad un gruppo omogeneo di tre elementi o meno, oppure se sono singolari, la misura va effettuata su ognuno di essi.

Il gruppo omogeneo è sempre definito rispetto ad un determinato requisito acustico.

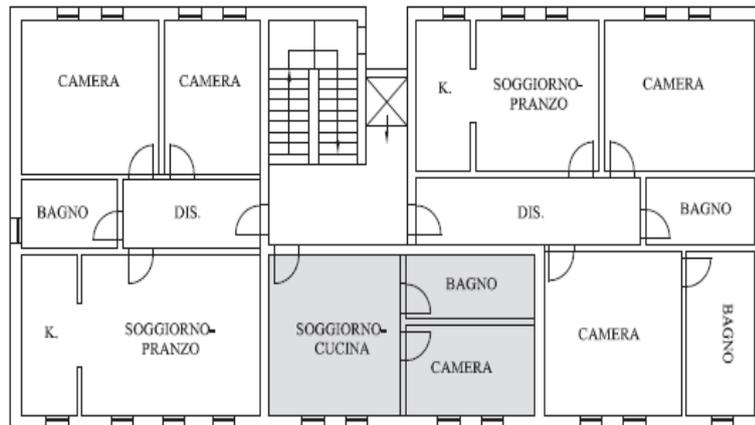
Operativamente si procede nel modo seguente:

- 1) per ogni requisito, si raggruppano gli elementi tecnici nei gruppi omogenei;
- 2) nel caso di elementi singoli, questi vengono misurati e poi corretti dall'incertezza di misura;
- 3) nel caso di gruppi omogenei, si selezionano gli elementi e vengono effettuate le misure;
- 4) per ogni gruppo omogeneo, si calcola il valore rappresentativo del gruppo, pari alla media aritmetica del valore utile degli elementi misurati (misure singole corrette dall'incertezza di misura) corretta dall'incertezza estesa di campionamento, pari allo scarto tipo di campionamento moltiplicato per il fattore di copertura, fattore che dipende dal numero di prove effettuate e del livello di fiducia scelto in una distribuzione *t di Student*. Sono suggeriti livelli di fiducia compresi fra 70% e 80%;
- 5) si calcola il valore del requisito rappresentativo per l'intera unità immobiliare, pari alla media energetica tra i valori utili delle misurazioni degli elementi tecnici singolari del punto 2) e dei gruppi omogenei del punto 4), ponderata con il numero di elementi totali di ogni gruppo omogeneo;
- 6) si ripete il procedimento per ogni requisito e quindi si classifica l'unità immobiliare.

### **3.9 Esempio di classificazione di un'unità immobiliare**

Per chiarire l'applicazione di questa normativa, si riporta un esempio di classificazione di un'unità immobiliare che, per semplicità, non presenta elementi ripetitivi per i quali è possibile un campionamento.

L'unità immobiliare considerata consiste in un appartamento composto da un soggiorno-cucina, una camera e un bagno, come riportato in figura 3.1 ed evidenziato in azzurro:



**Figura 3.2 Unità immobiliare classificata**

Si riportano in seguito, per ogni singolo requisito, i valori misurati, i valori utili ottenuti dalla sottrazione (o addizione) dell'incertezza di misura dal valore misurato, e il valore rappresentativo del requisito con la relativa classe:

-  $D_{2m,nT,w}$ , isolamento acustico normalizzato di facciata:

in totale due misurazioni;

- f1: facciata del soggiorno-cucina: 38 dB – 1 dB = 37 dB

- f2: facciata della camera: 39 dB – 1 dB = 38 dB

$$D_{2m,nT,w} = -10 \cdot \text{Log}[(10^{-37/10} + 10^{-38/10})/2] = 37,5 \text{ dB} \quad \text{CLASSE III}$$

-  $R'_w$ , potere fonoisolante apparente:

in totale sei misurazioni, quattro verticali e due orizzontali;

- R1: solaio superiore del soggiorno-cucina: 55 dB – 1 dB = 54 dB

- R2: solaio inferiore del soggiorno-cucina: 53 dB – 1 dB = 52 dB

- R3: solaio superiore della camera: 54 dB – 1 dB = 53 dB

- R4: solaio inferiore della camera: 55 dB – 1 dB = 54 dB

- R5: parete laterale del soggiorno-cucina: 51 dB – 1 dB = 50 dB

- R6: parete laterale della camera: 50 dB – 1 dB = 49 dB

$$R'_{w,vert} = -10 \cdot \text{Log}[(10^{-54/10} + 10^{-52/10} + 10^{-53/10} + 10^{-54/10})/4] = 53,2 \text{ dB}$$

$$R'_{w,orizz} = -10 \cdot \text{Log}[(10^{-50/10} + 10^{-49/10})/2] = 49,5 \text{ dB}$$

$$R'_{w,Ul} = -10 \cdot \text{Log}[(10^{-53,2/10} + 10^{-49,5/10})/2] = 51,0 \text{ dB}$$

CLASSE III

-  $L'_{n,w}$ , livello di rumore normalizzato da calpestio:

in totale due misurazioni;

- c1: solaio superiore del salotto-cucina: 55 dB + 1 dB = 56 dB

- c2: solaio superiore della camera: 58 dB + 1 dB = 59 dB

$$L'_{n,w} = 10 \cdot \text{Log}[(10^{56/10} + 10^{59/10})/2] = 57,8 \text{ dB}$$

CLASSE II

-  $L_{ic}$ , livello di rumore di impianti a funzionamento continuo:

nell'unità immobiliare non vi sono impianti a funzionamento continuo

pertinenti, quindi non verrà effettuata alcuna misurazione;

$L_{ic} = \text{NP}$

NP

-  $L_{id}$ , livello di rumore di impianti a funzionamento discontinuo:

in totale due misurazioni nella camera per la presenza un bagno al piano superiore nel quale sono installati un WC e una doccia;

- d1: scarico WC: 34 dB(A) + 2,4 dB(A) = 36,4 dB(A)

- d2: scarico doccia: 32 dB(A) + 2,4 dB(A) = 34,4 dB(A)

$$L_{id} = 10 \cdot \text{Log}[(10^{36,4/10} + 10^{34,4/10})/2] = 35,5 \text{ dB(A)}$$

CLASSE III

Si riporta in seguito la tabella indicante i valori utili ottenuti per ogni requisito, con indicata la rispettiva classe e il coefficiente di peso  $Z_r$ :

Requisito	Valore	Classe	$Z_r$
Isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$	37,5 dB	III	3
Potere fonoisolante apparente, $R'_w$	51,0 dB	III	3
Livello di rumore normalizzato da calpestio, $L'_{n,w}$	57,8 dB	II	2
Livello di rumore di impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$	NP	NP	-
Livello di rumore di impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$	35,5 dB(A)	III	3

**Tabella 3.6 Sintesi dei risultati della classificazione**

Si calcola quindi la media dei pesi di ogni singolo requisito:

$$Z_{Ul} = (3 + 3 + 2 + 3)/4 = 11/4 = 2,75 ; \text{arrotondando all'intero più vicino } Z_{Ul} = 3.$$

Si conclude che l'unità immobiliare in questione, ovvero l'appartamentino, viene classificato in CLASSE III.

Per completezza si riporta la sintesi della classificazione globale e per requisito:

Unità immobiliare "appartamentino"
------------------------------------

Classe III	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$	$L'_{n,w}$	$L_{ic}$	$L_{id}$
	III	III	II	NP	III

Tabella 3.7 Classificazione acustica globale e per requisito dell'unità immobiliare "appartamentino"

### 3.10 Relazione tra classificazione e qualità acustica attesa

La qualità acustica attesa in funzione della classe di un edificio non è facilmente definibile. Infatti, come già accennato, la percezione del rumore dipende molto dalla sensibilità acustica delle persone e dal tipo di sorgente disturbante. Non si può quindi assegnare valori assoluti di qualità acustica attesa, ma se ne può solo dare un'idea ipotizzando una "normale sensibilità al rumore" delle persone.

La UNI 11367 si completa con due tabelle indicanti le prestazioni acustiche attese in funzione della classificazione di un'unità immobiliare. La tabella 3.8 si riferisce alle prestazioni dei requisiti che riguardano solamente i rumori interni ad un edificio come i rumori aerei tra ambienti, i rumori degli impianti e il calpestio. Questo prospetto vale per qualsiasi edificio. Mentre, per i requisiti riguardanti rumori provenienti dall'esterno come l'isolamento acustico di facciata, viene fornita la tabella 3.9 la quale, oltre a mettere in relazione le qualità acustiche attese in funzione della classe, considera anche l'area esterna nella quale l'unità immobiliare è inserita. Infatti, anche se l'isolamento di facciata di un'unità immobiliare è di classe I, ciò potrebbe non essere sufficiente a garantire una buona qualità acustica nel caso l'unità immobiliare si trovi in un'area prevalentemente industriale.

Tabella 3.8 Relazione tra classi e prestazioni acustiche attese per l'isolamento da rumori interni

Classe acustica	Prestazioni acustiche attese
I	Molto buone
II	Buone
III	Di base
IV	Modeste

Tabella 3.9 Relazione tra classi acustiche dell'isolamento di facciata, rumore esterno e prestazioni attese

Tipologia area	Classe acustica di isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nt,w}$			
	I	II	III	IV
Aree molto silenziose	molto buone	molto buone	buone	di base
Aree abbastanza silenziose	molto buone	buone	di base	modeste
Aree mediamente rumorose	buone	di base	modeste	modeste
Aree molto rumorose	di base	modeste	modeste	modeste

### 3.11 Analisi della norma UNI 11367

Dall'analisi della presente norma, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- la presente norma parla sempre di quattro classi acustiche. In realtà esse sono cinque, in quanto anche la “NC – non classificabile” può essere considerata una classe raggruppante i valori dalle prestazioni minime;
- la presente norma ha come fine solamente la classificazione acustica delle unità immobiliari e non fornisce in alcun modo parametri minimi da rispettare in fase di costruzione;
- rispetto al DPCM 05/12/97 i valori del livello di calpestio sono corretti. Infatti, salendo di classe, i suoi valori si riducono, garantendo prestazioni migliori;
- come nel DPCM 05/12/97, il livello di rumore di impianti a funzionamento continuo per la classe II e la classe I sono notevolmente bassi, difficilmente raggiungibili ed implicherebbero costi economici elevati per dei risultati molto spesso superiori alle necessità. Si ricorda che il rumore di fondo medio non scende al di sotto di 30 dB e quindi non ha senso ridurre eccessivamente il rumore impiantistico. Inoltre, il rumore di fondo è fortemente influenzato dalla zona in cui si trova l'unità immobiliare, quindi classi di tipo superiori per il rumore immesso dagli impianti hanno senso solo se la zona è molto silenziosa, in particolare nel periodo notturno, come ad esempio le zone montane. Inoltre, misure affidabili di livelli di rumore impiantistico inferiori a 25 dB si ottengono solo con un basso rumore di fondo dell'ordine di 30 dB altrimenti, se la loro differenza aumenta, l'effetto del rumore dell'impianto tende a scomparire e risulta difficilmente misurabile;
- A differenza del DPCM 05/12/97, la presente norma ha affiancato al valore di ogni requisito di ogni suo prospetto un segno di disuguaglianza. Ciò potrebbe sembrare banale, ma in questo modo si ha una maggiore leggibilità delle classi, con una lettura più immediata anche da parte di persone non competenti, come acquirenti o legali;
- la classificazione si basa su misurazioni ad opera finita e non su dati progettuali. Indica quindi le reali prestazioni acustiche delle unità immobiliari, che possono scostarsi notevolmente dalle previsioni fatte da considerazioni a priori in quanto le prestazioni acustiche non dipendono solamente dai materiali utilizzati, ma anche dalla loro posa in opera;
- nonostante l'ampia appendice che ne descrive il procedimento, il campionamento ha una complessa applicazione, non per l'individuazione degli elementi tecnici da misurare bensì per il calcolo del valore utile di un requisito

rappresentativo dell'intera costruzione. In particolare, potrebbe generare confusione a tecnici carenti di conoscenze matematiche e statistiche. La classificazione potrebbe essere semplificata mediante l'utilizzo di un apposito software.

- anche nel caso di un possibile campionamento degli elementi tecnici, la classificazione prevede, se fatta correttamente, un elevato numero di misurazioni per ogni unità immobiliare o edificio. Questo implica, come si vedrà nel capitolo 5, un elevato costo per la sola classificazione acustica, di gran lunga superiore al costo di una classificazione energetica;
- la classificazione si riferisce alla configurazione dell'edificio al momento della verifica acustica e perde valore nel caso di successivi interventi edilizi;
- la classificazione non tiene conto della zonizzazione. Edifici di classe III costruiti in zone silenziose, come le zone montane, potrebbero garantire lo stesso comfort acustico di un edificio di classe I costruito in centro città o nei pressi di un'autostrada. In caso di acquisto o di costruzione di un nuovo edificio è quindi opportuno tener conto anche di questo aspetto ai fini di evitare prestazioni eccessive rispetto al necessario, con un possibile risparmio sul costo dei materiali e quindi una riduzione del costo complessivo dell'edificio;
- non si deve fare troppo affidamento sulle classi delle unità immobiliari; esse garantiscono solo prestazioni di isolamento, ma non di comfort assoluto che, si ripete, è fortemente influenzato dalla zonizzazione, ovvero dal rumore ambientale incidente sull'edificio;
- la classe globale di un'unità immobiliare è la media pesata delle classi dei singoli requisiti. Si possono avere quindi requisiti sia di classe superiore che di classe inferiore. Tale aspetto deve essere preso in considerazione nella valutazione delle prestazioni acustiche attese, in quanto possono variare al variare della sensibilità al rumore dell'acquirente.
- La presente norma non tratta, ad eccezione che per unità immobiliari con destinazioni d'uso ricettive, scuole o ospedali, dell'isolamento di partizioni tra ambienti all'interno della stessa unità immobiliare, in quanto la propagazione del rumore avviene principalmente attraverso le porte. Questo argomento va oltre lo scopo della UNI 11367 e viene trattato da altre normative.

## CAPITOLO 4

### Classificazione degli edifici esistenti

Essendo la norma UNI 11367 di recente sviluppo, la maggior parte degli edifici sono stati costruiti prima della sua pubblicazione o erano in fase di costruzione avanzata. In linea teorica, gli edifici costruiti dopo il 1997 avrebbero dovuto rispettare i limiti imposti dal DPCM del 05/12/97 mentre gli edifici costruiti prima avrebbero dovuto basarsi sui valori di riferimento delle Circolari ministeriali del '66 (per gli edifici) e del '67 (per gli edifici scolastici), si veda il paragrafo 2.1. in questo capitolo verranno analizzati gli già esistenti alla data di pubblicazione e verranno suddivisi in due categorie: gli edifici costruiti dopo il 1997, anno di pubblicazione del DPCM 95/12/97, e gli edifici costruiti prima.

#### 4.1 Classificazione degli edifici costruiti rispettando le prescrizioni minime del DPCM 05/12/97

In questo paragrafo si classificheranno gli edifici costruiti prima dell'uscita della UNI 11367 per scoprire le loro prestazioni acustiche attese in funzione della classe nella quale sarebbero rientrati. Si assumerà l'ipotesi che questi edifici abbiano effettivamente rispettato i limiti imposti dal decreto DPCM 05/12/97 e verranno valutati solamente i requisiti da esso considerati. I requisiti non considerati dal decreto verranno classificati come "non pertinenti NP", in quanto dovrebbero essere valutati edificio per edificio.

Si riporta nuovamente la tabella indicante i valori minimi del DPCM 05/12/97:

Categorie	Requisiti				
	$D_{2m,nt,w}$	$R_w$	$L_{n,w}$	$L_{ASmax}$	$L_{Aeq}$
D: ospedali	45	55	58	35	25
A, C: residenze, alberghi	40	50	63	35	35
E: scuole	48	50	58	35	25
B, F, G: uffici, chiese, negozi	42	50	55	35	35

Tabella 4.1 Valori limite ammessi dal DPCM 05/12/97

Vengono ora riportati i calcoli della classificazione "equivalente" per ognuna delle unità immobiliari presenti in tabella 4.1, qualora rispettino i requisiti minimi:

- Residenze: isolamento acustico di facciata,  $D_{2m,nt,w}$  : 40 CLASSE II

potere fonoisolante apparente, $R'_w$ :	50	CLASSE III
livello di calpestio, $L'_{n,w}$ :	63	CLASSE III
livello impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ :	35	CLASSE IV
livello impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ :	35	CLASSE III

$$Z_{U1} = (2 + 3 + 3 + 4 + 3)/5 = 3 \rightarrow \text{CLASSE III};$$

- Alberghi:	isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nt,w}$ :	40	CLASSE II
	potere fonoisolante apparente, $R'_w$ :	50	CLASSE III
	livello di calpestio, $L'_{n,w}$ :	63	CLASSE III
	livello impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ :	35	CLASSE IV
	livello impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ :	35	CLASSE III
	Isolamento da rumori aerei fra ambienti, $D_{nT,w}$ :	NP	NP
	Livello di calpestio fra ambienti, $L'_{n,w}$ :	NP	NP

$$Z_{U1} = (2 + 3 + 3 + 4 + 3)/5 = 3 \rightarrow \text{CLASSE III}$$

Nell'ipotesi che nella realtà l'isolamento da rumori aerei e da calpestio fra ambienti interni all'albergo siano tali da rispettare i limiti di  $R'_w$  e  $L'_{n,w}$  fra ambienti di differenti unità immobiliari, come riportato nella UNI11367:

Isolamento da rumori aerei fra ambienti, $D_{nT,w}$ :	50	CLASSE III
Livello di calpestio fra ambienti, $L'_{n,w}$ :	63	CLASSE III
$Z_{U1}' = (2 + 3 + 3 + 4 + 3 + 3 + 3)/7 = 3$	$\rightarrow$	CLASSE III;

- Uffici, negozi, chiese e luoghi di culto:

isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nt,w}$ :	42	CLASSE II
potere fonoisolante apparente, $R'_w$ :	50	CLASSE III
livello di calpestio, $L'_{n,w}$ :	55	CLASSE II
livello impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ :	35	CLASSE IV
livello impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ :	35	CLASSE III

$$Z_{U1} = (2 + 3 + 2 + 4 + 3)/5 = 2,8 \rightarrow \text{CLASSE III};$$

- Scuole:	isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nt,w}$ :	48	SUPERIORI
	potere fonoisolante apparente, $R'_w$ :	50	DI BASE
	livello di calpestio, $L'_{n,w}$ :	58	DI BASE

	livello impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ :	25	SUPERIORI
	livello impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ :	35	DI BASE
	isolamento acustico fra ambienti sovrapposti $D_{nT,w}$ :	NP	NP
	isolamento acustico fra ambienti adiacenti, $D_{nT,w}$ :	NP	NP
	livello di calpestio fra ambienti, $L'_{n,w}$ :	NP	NP;
- Ospedali:	isolamento acustico di facciata, $D_{2m,nT,w}$ :	45	SUPERIORI
	potere fonoisolante apparente, $R'_w$ :	55	DI BASE
	livello di calpestio, $L'_{n,w}$ :	58	DI BASE
	livello impianti a funzionamento continuo, $L_{ic}$ :	25	SUPERIORI
	livello impianti a funzionamento discontinuo, $L_{id}$ :	35	DI BASE
	isolamento acustico fra ambienti sovrapposti $D_{nT,w}$ :	NP	NP
	isolamento acustico fra ambienti adiacenti, $D_{nT,w}$ :	NP	NP
	livello di calpestio fra ambienti, $L'_{n,w}$ :	NP	NP;

Si riassumono nella seguente tabella i risultati della classificazione per requisito e della classificazione globale delle unità immobiliari:

Categorie	Classe per requisito					Classe globale
	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$	$L'_{nT,w}$	$L_{ic}$	$L_{id}$	
Residenze	II	III	III	IV	III	III
Uffici, chiese, negozi	II	III	II	IV	III	III
Scuole (prestazioni)	SUPERIORI	DI BASE	DI BASE	SUPERIORI	DI BASE	----
Ospedali (prestazioni)	SUPERIORI	DI BASE	DI BASE	SUPERIORI	DI BASE	----

**TABELLA 4.2 Classificazione degli edifici costruiti rispettando il DPCM 05/12/97**

Categoria	Classe per requisito							Classe globale
	$D_{2m,nT,w}$	$R'_w$	$L'_{n,w}$	$L_{ic}$	$L_{id}$	$D_{nT,w}$	$L_{n,w}$	
Alberghi	II	III	III	IV	III	NP	NP	III

**TABELLA 4.3 Classificazione degli alberghi costruiti rispettando il DPCM 05/12/97**

Il requisito al quale il DPCM 97 aveva dato una maggiore importanza era l'isolamento di facciata, mentre il meno considerato era il livello di rumore immesso da impianti a funzionamento continuo ad eccezione degli impianti installati in scuole e ospedali, nei quali le prestazioni richieste per questo ultimo requisito erano di tipo superiore. Si nota che tutti i requisiti si distribuiscono attorno alla classe III, alcuni dei quali rientrano in classe II e alcuni in classe IV. Nessun requisito tuttavia rientra in classe I.

Si può quindi concludere che, in linea teorica, nel caso un edificio sia stato costruito dopo il 1997, esso rientri in classe III, garantendo prestazioni acustiche di base.

## **4.2 Edifici costruiti prima del 1997**

Per gli edifici costruiti prima del 1997 si suppone che siano stati costruiti rispettando i valori limite riportati nella Circolare ministeriale n°1769 del 30/04/'66 e n°3150 del 22/05/'67, relative rispettivamente agli edifici ed agli edifici scolastici.

Sarebbe interessante poter valutare la classe acustica in cui rientrerebbe, ma purtroppo ciò non è possibile in quanto i valori riportati nelle circolari non sono confrontabili con i valori del DPCM 95/12/97 in quanto i requisiti vengono misurati con metodologie diverse e i calcoli dei valori non sono coerenti. La differenza principale sta nel fatto che i valori di isolamento presenti nelle circolari non prevedono la normalizzazione, né rispetto al tempo di riverberazione né rispetto al potere fonoassorbente dell'ambiente ricevente. La normalizzazione è prevista solamente nel caso di richiesta esplicita in fase contrattuale.

Non è quindi possibile valutare le prestazioni acustiche attese degli edifici costruiti dal '67 al '97 per la mancanza di valori di riferimento. Se i valori delle circolari e del DPCM 97 fossero stati coerenti, si avrebbe potuto confrontare le prestazioni acustiche delle costruzioni di diversi periodi temporali, mettendo in luce sia i vari progressi nella tecnica dell'isolamento acustico confrontati con lo stato attuale dell'arte, sia un eventuale aumento della concezione di "normale sensibilità" al rumore.

## CAPITOLO 5

### Ulteriori aspetti della norma UNI 11367

In questo capitolo verrà fatta un'analisi critica della norma. Per valutarne la sua potenzialità pratica verranno esaminati diversi aspetti, come il costo della sua applicazione, di entità non trascurabile, e della situazione attuale della legislazione nazionale. Queste considerazioni verranno poi esposte, tramite un'intervista informale, a due ingegneri e ad un imprenditore operanti nel settore delle costruzioni edili per avere un'idea dell'effettivo interesse delle parti coinvolte, sia da parte della progettazione/costruzione che da parte degli acquirenti, nell'applicazione pratica di questa norma e con quale probabilità essa verrà percepita nel prossimo futuro dalla legge affinché assuma valori legali e venga effettivamente applicata.

#### 5.1 Costo di classificazione

In questo paragrafo si effettuerà una stima dei costi della classificazione acustica secondo la norma UNI 11367. Verranno esaminati i tre esempi di classificazione presenti nella norma stessa, relativi ad un mini appartamento, un albergo ed un edificio a destinazione d'uso mista, in quanto sono esempi completi nei quali vengono effettuate tutte le misurazioni necessarie per una corretta classificazione.

Per il calcolo dei costi totali, si possono ipotizzare i seguenti costi relativi ad ogni singola misurazione:

- potere fonoisolante di un setto: € 150 per misurazione
- fonoisolamento di facciata: € 150 per misurazione
- rumore impiantistico: € 100 per misurazione
- costo relazione finale: € 300

(dati: Ing. Filippo Busato, ottobre 2011)

##### 5.1.1 Mini-appartamento

L'appartamento è composto da un soggiorno-cucina, una camera e un bagno. Inserito in un edificio residenziale, è affiancato da altre due unità immobiliari di tipo residenziale. La camera e il soggiorno sono affacciate verso l'esterno (si veda il paragrafo 3.9).

- Isolamento di facciata: 2 mis x € 150 = € 300
- isolamento da rumore aereo: 6 mis. x € 150 = € 900

- isolamento da calpestio: 2 mis. x € 150 = € 300
- rumore impianti a funzionamento continuo: 0 mis.
- rumore impianti a funzionamento discontinuo: 2 mis. x € 100 = € 200
- relazione: 1 x € 300 = € 300

Totale misurazioni = 12 misurazioni

Costo totale = € 2 000

Il tempo stimato per effettuare 12 misurazioni è dell'ordine di 2 giorni lavorativi per due tecnici. La relazione può richiedere 1 giorno.

### 5.1.2 Albergo

L'albergo in esame è un'unità immobiliare indipendente composto da sei piani per un totale di 60 camere. Al piano terra sono presenti ambienti comuni e di servizio mentre i piani superiori sono occupati esclusivamente da camere di tipologia prevalentemente seriale.

- isolamento di facciata: 16 mis. x € 150 = € 2 400
- isolamento da rumore aereo tra le camere: 31 mis. x € 150 = € 4 650
- isolamento da calpestio: 28 mis. x € 150 = € 4 200
- rumore impianti a funzionamento continuo: 0 mis.
- rumore impianti a funzionamento discontinuo: 21 mis. x € 100 = € 2 100
- relazione: 1 x € 300 = € 300

Totale misurazioni = 96 misurazioni

Costo totale = € 13 650

Il tempo stimato per effettuare 96 misurazioni è dell'ordine di 7-10 gg lavorativi per due tecnici. La relazione può richieder tra 2 e 3 giorni.

### 5.1.3 Edificio con destinazione d'uso mista

L'edificio è composto da 5 piani per un totale di 10 unità immobiliari. Al piano terra si trovano due negozi, mentre ai quattro piani superiori si trovano due appartamenti residenziali per piano. Gli appartamenti sono di tipo seriale, ognuno dei quali è composto da un salotto-cucina, due camere, un ripostiglio, un corridoio e due bagni.

Essendo il piano terra destinato ad uso commerciale, non verranno effettuate le misure dell'isolamento delle loro facciate.

- isolamento di facciata: 9 mis. x € 150 = € 1 350
- isolamento da rumore aereo: 18 mis. x € 150 = € 2 700
- isolamento da calpestio: 27 mis. x € 150 = € 4 050
- rumore impianti a funzionamento continuo: 0 mis.

- rumore impianti a funzionamento discontinuo:	17 mis.	x € 100 = € 1 700
- relazione:	1	x € 300 = € 300
Totale misurazioni	= 71 misurazioni	
Costo totale	= € 10 100	
Costo per unità immobiliare	= € 1 010	

Il tempo stimato per effettuare 71 misurazioni è dell'ordine di 5-7 giorni lavorativi per due tecnici. La relazione può richiedere tra 1 e 2 giorni.

#### 5.1.4 Osservazioni

Come si è visto, i costi per la sola classificazione acustica ad opera finita sono relativamente elevati ed assumono un valore non trascurabile. Per un semplice appartamento bicamere si può calcolare una spesa di circa 2.000 euro, mentre per un albergo anche più di 10.000 euro. I costi devono comunque essere messi in relazione con il costo totale dell'edificio; ad esempio, nel caso di unità immobiliari piccole e isolate, il costo della sola classificazione acustica potrebbe influire sul loro costo totale anche di qualche punto percentuale mentre, nel caso di alberghi, dai costi superiori ad 1-2 milioni di euro, il costo per la loro classificazione risulterebbe accettabile.

In generale, il costo aumenta nel caso in cui l'unità immobiliare non presenti elementi ripetitivi, mentre potrebbe notevolmente ridursi quando si ha un edificio nel quale è possibile un campionamento degli elementi tecnici ed il costo totale di classificazione verrebbe suddiviso fra tutte le unità immobiliari in esso presenti, come avviene ad esempio in un condominio.

## **5.2 Aspetti legali**

Secondo la Direttiva Europea 98/34/CE del 22 giugno 1998: "norma" è la specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto a svolgere attività normativa per applicazione ripetuta o continua, la cui osservanza non sia obbligatoria. Ovvero si tratta di un documento che garantisce prestazioni certe ed è di applicazione volontaria, a meno che non venga recepita dalla legge.

Come si è visto nel capitolo 2, la legislazione nazionale in materia di requisiti acustici passivi degli edifici è alquanto carente, con norme vaghe ed errate.

Nel 2002 l'Unione Europea ha emanato a livello comunitario la direttiva 2002/49/CE che avrebbe imposto agli stati membri l'adeguamento in materia di determinazione e gestione del rumore ambientale, con norme riguardanti anche la protezione dell'ambiente abitativo e la definizione dei requisiti acustici degli edifici.

Ad oggi, tuttavia, il governo italiano non ha ancora percepito l'adeguamento ma ha emanato una serie di leggi che sembrano andare nel verso opposto.

Vediamo ora gli sviluppi degli ultimi anni in materia di requisiti acustici passivi degli edifici, senza entrare nel merito degli aspetti legali.

#### 5.2.1 Legge 88 del 7 luglio 2009

*“Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008”:*

*Art. 11. (Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico)*

*1. Al fine di garantire la piena integrazione nell'ordinamento nazionale delle disposizioni contenute nella direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio [...] il Governo è delegato ad adottare [...] entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, uno o più decreti legislativi per il riassetto e la riforma delle disposizioni vigenti in materia [...] di requisiti acustici degli edifici [...].*

*2. I decreti di cui al comma 1 sono adottati anche nel rispetto dei seguenti principi e criteri direttivi:*

*a) [...]*

*b) definizione dei criteri per la [...] determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici [...].*

*[...]*

*5. In attesa del riordino della materia, la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti di cui all'articolo 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi sorti successivamente alla data di entrata in vigore della presente legge.*

La presente legge delega il governo italiano, in data 7 luglio 2009, ad un adeguamento in materia di requisiti acustici degli edifici entro sei mesi.

Di fondamentale importanza è il comma 5 dell'articolo 11: afferma che la legge 447/95, e quindi il DPCM 05/12/97, non trova applicazione tra privati e tra costruttori/venditori e acquirenti nei rapporti sorti dopo l'entrata in vigore della legge.

Secondo l'interpretazione dell'ANIT, quest'articolo comunque non abroga il DPCM 05/12/97, in quanto parla solo di rapporti tra privati o con i costruttori, e non con la

pubblica amministrazione. Infatti i Comuni devono comunque richiedere il rispetto dei limiti di legge per il rilascio della concessione edilizia. Tuttavia, i rapporti "bloccati" sono solo quelli che nasceranno successivamente all'entrata in vigore della presente legge, mentre per i rapporti sorti prima il DPCM 97 trova ancora applicazione.

#### 5.2.2 Legge 96 del 04 giugno 2010, articolo 15

*"Modifiche all'articolo 11 della legge 7 luglio 2009, n. 88, in materia di inquinamento acustico"*

*1. All'articolo 11 della legge 7 luglio 2009, n. 88, sono apportate le seguenti modificazioni:*

*a) al comma 1, le parole: «sei mesi» sono sostituite dalle seguenti: «dodici mesi»;*

*b) [...]*

*c) il comma 5 è sostituito dal seguente:*

*«5. In attesa dell'emanazione dei decreti legislativi di cui al comma 1, l'articolo 3, comma 1, lettera e), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, si interpreta nel senso che la disciplina relativa ai requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti non trova applicazione nei rapporti tra privati e, in particolare, nei rapporti tra costruttori-venditori e acquirenti di alloggi, fermi restando gli effetti derivanti da pronunce giudiziali passate in giudicato e la corretta esecuzione dei lavori a regola d'arte asseverata da un tecnico abilitato»;*

*d) [...]*

Questa legge estende di altri sei mesi la delega al governo per l'adeguamento in materia dei requisiti acustici passivi, con la nuova scadenza il 29 luglio 2010.

Inoltre, avendo il comma c) natura interpretativa, ha reso inapplicabile il DPCM 05/12/97 per tutte le cause tra privati sorti dopo il '97. Tuttavia sono sorti dubbi di incostituzionalità ed il DPCM 97 viene ancora applicato come riferimenti per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. Anche questa legge non ferma i rapporti con la pubblica amministrazione. Di fatto i compratori di case costruite male potranno comunque riavvalersi sui comuni e questi sulle imprese.

Per quanto riguarda la scadenza per l'adeguamento, nessun decreto è stato emanato entro il termine previsto. Nel frattempo, su richiesta del Ministero dell'Ambiente, la UNI aveva pubblicato la nuova norma UNI 11367, che era nata per essere recepita dai decreti o per dare i riferimenti alle nuove leggi che sarebbero state scritte per superare le difficoltà del DPCM 05/12/97. Il decreto che avrebbe recepito la UNI 11367 sembrava essere già pronto, ma per un qualche motivo è stato bloccato.

Di fatto la norma UNI 11367 resta per il momento di applicazione solo volontaria e non ha alcun valore legale in quanto non è richiamata in alcun documento legislativo, mentre resta in vigore il DPCM 05/12/97 in quanto non è stato abrogato da alcun documento di legge.

### 5.2.3 Legge 106 del 12 luglio 2011

*“Prime disposizioni urgenti per l’economia”*

[...]

*Art. 5 costruzioni private*

*1. per liberalizzare le costruzioni private sono apportate modificazioni alla disciplina vigente nei termini che seguono:*

[...]

*e) per gli edifici adibiti a civile abitazione l’ “autocertificazione” asseverata da un tecnico abilitato sostituisce la cosiddetta relazione “acustica”;*

[...]

*5. Per semplificare il procedimento per il rilascio del permesso di costruire relativamente agli edifici adibiti a civile abitazione, alla legge 447/95, all’articolo 8, dopo il comma 3, è aggiunto il seguente:*

*“3-bis. Nei comuni che hanno proceduto al coordinamento degli strumenti urbanistici [...], per gli edifici adibiti a civile abitazione, ai fini dell’esercizio dell’attività edilizia ovvero del rilascio del permesso di costruire, la relazione acustica è sostituita da una autocertificazione del tecnico abilitato che attesti il rispetto dei requisiti di protezione acustica in relazione alla zonizzazione acustica di riferimento”.*

Ovvero, con la presente legge, per il rilascio del permesso di costruzione nei comuni che hanno proceduto alla classificazione acustica del territorio comunale, non è più richiesta la relazione acustica ma è sufficiente un’ autocertificazione di un tecnico abilitato che attesti il rispetto dei requisiti di protezione acustica in relazione alla zonizzazione acustica di riferimento. Questa legge lascia molti dubbi, non specifica a quale “relazione acustica” faccia riferimento, se di impatto acustico, clima acustico o se i requisiti acustici passivi rispettano il DPCM 05/12/97, e non specifica se il “tecnico abilitato” debba avere la qualifica in acustica ambientale oppure no. Secondo l’ANIT, sembra che un qualsiasi tecnico potrà realizzare questa autocertificazione.

È comunque consigliato continuare ad eseguire tutte le valutazioni acustiche prescritte dalla L. 447/97 da parte di un tecnico competente.

#### 5.2.4 Osservazioni

Come si è visto, la legislazione italiana sembra aver preso una strada tutt'altro che a favore del silenzio. Il rischio di un' errata valutazione da parte di un tecnico non competente è troppo elevata e la mancanza di verifiche tramite misure in opera potrebbe non garantire che la posa d'opera sia stata a regola d'arte.. L'ultima legge si traduce in un piccolo risparmio di burocrazia e costi per le imprese all'avvio delle costruzioni a scapito della riduzione di qualità ambientale, con l'effetto sia dell'aumento di rumore nella vita degli italiani che di un notevole aumento del costo per i cittadini per far fronte a spese legali e controlli da parte di tecnici competenti.

Al momento i comuni assumono sempre una maggiore responsabilità per la verifica della qualità acustica con il controllo in fase di avvio delle costruzioni ma solo pochi hanno al momento reso obbligatoria l'applicazione della classificazione acustica. Un ruolo importante viene assunto dai costruttori che, se hanno compreso il problema dell'acustica e si impegnano a garantire un miglior comfort acustico agli acquirenti, applicheranno le nuove norme solo su base volontaria.

### **5.3 Il parere degli imprenditori**

In seguito alle considerazioni fatte riguardo ai costi di applicazione e all'evoluzione della legislazione nazionale inerente al tema dei requisiti acustici passivi e della classificazione acustica degli edifici, sono state raccolte alcune opinioni, mediante un'intervista informale, di due ingegneri e un imprenditore operanti nel mondo dell'edilizia e delle costruzioni. In seguito alla verifica della loro conoscenza del tema al riguardo, si è voluto raccogliere sia il loro punto di vista personale che il punto di vista generale degli imprenditori. Le interviste si sono concentrate sul seguente punto: l'interesse nell'avere una legislazione che renda l'applicazione della norma UNI 11367 obbligatoria per i nuovi edifici nonostante i suoi costi elevati di classificazione.

Verranno intervistati l'imprenditore Giuseppe Zorzi, l'ing. Ivo Valentini e l'ing. Paolo Rizzi.

#### 5.3.1 Intervista a Giuseppe Zorzi

Giuseppe Zorzi, imprenditore edile, è il proprietario della società di costruzioni CEM – Costruzioni Edili Moenesi SRL di Moena di Fassa, provincia di Trento. Nonostante il suo compito sia edificare edifici sulla base di progetti elaborati nel rispetto delle normative da tecnici e ingegneri, ha comunque buone conoscenze teoriche in materia di acustica e della legislazione inerente ed è già informato dell'esistenza della norma UNI 11367.

Zorzi denuncia fin da subito la carenza di regolamenti ben definiti e che la qualità delle prestazioni acustiche di un edificio dipendono solo dalla buona volontà del costruttore. Tuttavia, buoni isolamenti acustici sono sempre più richiesti dai clienti finali e talvolta pretesi, come nel caso di alberghi per i quali sono necessari buoni isolamenti tra le stanze. La sensibilizzazione generale è ancora abbastanza bassa tra i cittadini mentre, per via delle numerose dispute legali sorte per motivi di scarse prestazioni acustiche, è in aumento tra gli imprenditori, aumento che tuttavia si è registrato solo negli ultimi anni.

Zorzi fa notare che la sensibilità acustica dei cittadini è fortemente influenzata da due fattori: il primo è il benessere delle persone, laddove c'è più ricchezza una qualità di vita elevata è maggiormente richiesta; il secondo è il clima in cui un'unità immobiliare è inserita in quanto in zone più fredde vengono richiesti isolamenti termici maggiori e di conseguenza, per ignoranza della persone le quali associano l'isolamento acustico all'isolamento termico (conseguenza talvolta verificata talvolta no, i due principi di isolamento sono completamente diversi), la richiesta di un buon isolamento acustico è maggiore, anche se all'isolamento termico viene data ancora una maggiore importanza. Ora, grazie all'evoluzione della tecnica, con una scelta più appropriata dei materiali di qualità superiore è possibile avere un aumento di prestazioni sia dal punto di vista termico che acustico.

Questa scelta però ha una notevole incisione sui costi totali dell'edificio; per ottenere buone caratteristiche sia termiche che acustiche Zorzi stima un aumento dei costi totali nell'ordine del 18 - 22%, un aumento che viene accettato solo nei casi di un riscontro economico per un ingente risparmio energetico o nel caso di una non limitata capacità di spesa del cliente finale.

Nel caso che in fase costruttiva si punti a rientrare in una determinata classe, secondo Zorzi è sufficiente una buona progettazione e una posa in opera dei materiali adeguata. Non è quindi difficile rientrare in una determinata classe della UNI 11367, nemmeno se l'obiettivo è rientrare nelle classi superiori di tipo I o II. Oppure, nel caso non vi sia un obiettivo specifico, in base ai materiali e alla tipologia di partizioni usati, si può preveder a priori in quale classe rientrerà l'edificio.

Tuttavia, al momento si costruisce solo con l'intenzione di ottenere prestazioni "buone" o "di base", rispettivamente mediante la soluzione di parete doppia con materiale fonoassorbente posto nell'intercapedine o la soluzione di parete singola. In ogni caso, non si opera nella prospettiva di raggiungere dei prefissati valori di isolamento acustico.

L'applicazione della classificazione è volontaria e viene fatta generalmente solo su richiesta del cliente finale; al momento Zorzi ha ricevuto una sola richiesta di classificazione: si trattava di un albergo.

I costi di classificazione calcolati nel paragrafo 5.1 sembrano a Zorzi essere eccessivamente elevati, egli parla del costo per la classificazione fatta all'albergo dell'ordine di 2000 euro, anche se fa notare che il tecnico acustico potrebbe aver fatto un prezzo di favore in quanto le due aziende spesso collaborano. In ogni caso sarebbe sempre il cliente finale a farsi carico dei costi per la classificazione.

Zorzi parla della classificazione con molto interesse e spera che venga resa obbligatoria al più presto o, se nel caso che la legislazione venisse risistemata senza recepire la norma UNI 11367, che almeno vengano fissati dei valori chiari e corretti. Secondo lui la Legge 106/2011, la quale prevede l'autocertificazione da parte di un tecnico non necessariamente competente, non sta in piedi. Nonostante possa tradursi in un lieve risparmio sui costi è considerata una legge di poco valore e non dovrebbe essere considerata se si vuole mantenere serietà nel settore. Secondo Zorzi, le pressioni sempre maggiori fatte da tecnici e da imprenditori faranno sì che vi sia una risistemazione della legislazione entro breve, con una possibile obbligatorietà della norma UNI 11367. Nonostante i costi di classificazione acustica siano di molto superiore ai costi della classificazione energetica, la norma UNI 11367 non è solo burocrazia in più per le imprese, ma è un'opportunità, sia per i clienti finali che per le imprese. Da un lato offre visibilità: si ha una salvaguardia delle parti coinvolte evitando dispute legali dalla durata di anni (decenni) con costi di gran lunga più elevati. Dall'altro può servire come pubblicità per l'impresa per offrire ai futuri clienti edifici di qualità garantita.

È solo questione di tempo.

### 5.3.2 Intervista a Ing. Ivo Valentini

Residente a Canazei in provincia di Trento, la sua qualifica è ingegnere edile e si occupa della progettazione per la costruzione e ristrutturazione di unità immobiliari. Fin da subito Ing. Valentini dichiara la sua scarsa conoscenza della regolamentazione in materia di acustica degli edifici. Questo principalmente per due motivi: il primo è la carenza di normativa e il fatto che la poca esistente genera solo confusione; il secondo è per motivi pratici, ovvero l'acustica è una materia che entra in gioco solo in presenza di edifici plurifamiliari i quali necessitano di buone prestazioni di isolamento acustico tra le unità immobiliari mentre negli ultimi anni egli si è occupato solamente di edifici monofamiliari.

Ing. Valentini mette a confronto la normativa italiana con la normativa tedesca. La normativa nazionale tedesca è molto chiara e precisa e quando necessario richiama sempre le norme tecniche DIN (corrispondente della UNI italiana) affinché vengano rispettati i loro valori limite e ne segue gli aggiornamenti, senza creare ambiguità di interpretazione.

In Italia invece la normativa segue due strade parallele. Da un lato si hanno le norme tecniche UNI, dall'elevata potenzialità di applicazione e sempre al passo con lo stato dell'arte, dall'altro si ha la normativa nazionale che ha elevati tempi di adeguamento e raramente recepisce le norme UNI come norme di applicazione obbligatoria. Si basti pensare che l'adeguamento avuto in materia di energetica degli edifici era stato previsto già all'inizio degli anni novanta. L'Ing. Valentini non si stupisce quindi se l'acustica subirà lo stesso trattamento e vede quindi improbabile il recepimento della norma UNI 11367 nella legislazione nel prossimo futuro affinché assuma valori legali.

Tuttavia, sarebbe molto interessato ad una risistemazione della materia, o almeno alla riscrittura del DPCM 05/12/97, in quanto sono necessari valori di riferimento certi da dover rispettare, a protezione degli ingegneri – costruttori, per garantire il rispetto della “normale tollerabilità” e non correre il rischio di subire deprezzamenti dell'immobile previsti dell'ordine del 20% dalla legge nel caso che un acquirente ritenga le prestazioni acustiche dell'edificio non sufficienti.

### 5.3.3 Intervista a Ing. Paolo Rizzi

Residente a Pozza di Fassa in provincia di Trento, lavora presso lo Studio Tecnico Associato di Vigo, di sua proprietà. Si occupa della progettazione di edifici ad abitazione civile e di alberghi, con verifiche e controllo dei lavori in cantiere. Egli non tratta il tema dell'acustica in dettaglio e in caso di necessità si rivolge a studi tecnici specializzati.

Anche l'Ing. Rizzi ribadisce che buone prestazioni acustiche sono sempre più richieste, sia nel settore delle costruzioni private che nel settore alberghiero. In particolare, al giorno d'oggi negli alberghi vengono richiesti buoni isolamenti acustici tra le stanze e sempre più spesso, se non quasi esclusivamente, si utilizza la soluzione di parete doppia e non singola. Ing. Rizzi espone brevemente le tecniche per ottenere un maggiore isolamento da rumore aereo, ovvero la parete doppia o la parete a maggiore densità di massa. Tuttavia queste soluzioni vengono decise solo in fase costruttiva, il progettista prevede solamente la possibilità di utilizzo di pareti di spessore variabile in funzione dell'isolamento acustico desiderato. Inoltre l'isolamento acustico previsto viene valutato solo in termini qualitativi di tipo “normale” o “superiore” e raramente si punta ad ottenere prestazioni prefissate da valori quantitativi.

L'ing. Rizzi descrive il suo punto di vista riguardo alla sensibilizzazione delle persone nella materia di acustica negli edifici, mettendone in luce un aspetto fondamentale. È vero che le persone vogliono vivere in un ambiente più confortevole e silenzioso, ma possono rinunciarvi per via del costo che questo comfort comporta. La classificazione energetica e tutti i progressi compiuti in questa materia sono stati resi possibili in quanto le persone erano disposte ad accettare costi maggiori ma a garanzia di un risparmio certo in termini monetari. Banalmente, buone prestazioni energetiche aumentano il costo di un edificio di un X % ma permettono un risparmio di un Y % sulle bollette: vi è un ritorno economico nell'investimento! Ciò non vale in materia di comfort acustico, in quanto il ritorno di maggiori investimenti non è quantificabile in termini monetari, bensì solo in termini qualitativi, almeno a priori (maggiori costi possono insorgere per una correzione delle partizioni per migliorarne l'isolamento acustico, o in caso di cause legali). Questo rende difficile che la sensibilizzazione delle persone riguardo all'acustica prenda piede definitivamente e che buone prestazioni acustiche siano pretese fin dall'inizio della costruzione, nonostante l'incidenza sui costi.

Un altro aspetto descritto dall'ing. Rizzi è la situazione delle case bifamiliari. Il suo consiglio, per quanto riguarda l'acustica e l'isolamento dai rumori dei vicini, è la soluzione di appartamenti mono piano posti uno sopra l'altro, ma raramente questa soluzione viene accettata in quanto si preferisce avere un'abitazione giorno e notte, ovvero con salotto e cucina al piano terra e le camere da letto al piano superiore. Di nuovo, l'acustica viene messa in secondo piano.

Anche l'ing. Rizzi parla della carenza di normativa, spesso neppure i comuni richiedono la certificazione acustica, o la nuova "autocertificazione", per via della mancanza di competenza in materia o per l'assenza di una normativa ben fondata sulla quale fare riferimento. È compito del cantiere integrare l'assenza di normativa. Nonostante sembri un paradosso, il 90 % delle cause legali tra acquirenti e costruttori sono proprio dovute all'acustica. Se ci fosse una normativa chiara tutte queste cause non esisterebbero e si avrebbero due benefici certi: una minore spesa legale per le parti in causa e un minor aggravio di lavoro ai giudici, dando loro più tempo da dedicare ad argomenti più importanti.

L'ing. Rizzi non era informato dell'esistenza della UNI 11367, ma in seguito alla breve descrizione a lui esposta dimostrava molto interesse al riguardo. Di certo, secondo lui, darebbe una svolta al punto qui sopra esposto e l'autocertificazione ora esistente, considerata una "presa in giro", verrebbe eliminata, dando un maggiore impulso ai costruttori per edificare "case fatte bene". Comunque finché non verrà resa obbligatoria, la classificazione la farà solo in caso di richiesta del cliente e non su base sua volontaria.

Emerge quindi un altro punto interessante: l'acustica è un argomento complesso, e in quanto tale richiede la specializzazione di tutte le figure operanti nel processo di progettazione e costruzione di un edificio. L'acustica nell'edilizia è praticamente un settore scoperto, solo in caso di necessità si ricorre ai tecnici competenti, e questo apre un'opportunità al marketing delle imprese, aspetto fondamentale, in particolare in questo periodo di crisi. I clienti scelgono sempre le aziende che offrono quel qualcosa in più rispetto alle aziende concorrenti. Negli ultimi decenni si è visto lo sviluppo di isolamenti termici di facciata, l'utilizzo sempre maggiore di componenti in legno fino alla costruzione totale dell'edificio in legno, case ecologiche, case clima, fino alla classificazione energetica degli edifici. Tuttavia, questi elementi sembrano essere superati e la loro presenza è ormai scontata. Il prossimo passo, secondo l'ing. Rizzi, sarà l'acustica; i primi che riusciranno ad integrare tutte le parti coinvolte nella costruzione di un nuovo edificio per ottenere prestazioni acustiche conformi allo stato dell'arte (tra le quali anche le classi della UNI 11367) avranno maggiori possibilità di riscuotere successo sul mercato.

#### 5.3.4 Osservazioni

La critica alla confusione della legislazione è condivisa e tutti sperano in un prossimo riordino della materia dal punto di vista legale. Tuttavia, gli sviluppi futuri sono alquanto incerti: c'è chi è sicuro di un'imminente rivolta, forse basata su valutazioni proprie di buon senso, che renderebbe obbligatoria la classificazione acustica secondo la UNI 11367 o emanando leggi ad essa simili; chi invece sostiene, vista la situazione attuale dello stato italiano e delle leggi pubblicate negli anni, che la confusione permarrà ancora a lungo. Certo è che la situazione attuale lascia troppa possibilità di controversie legali e sarebbe desiderata una maggiore possibile tutela delle parti.

Dall'indagine svolta si può dedurre che la sensibilità delle persone riguardo al tema delle prestazioni acustiche è in aumento e sono richieste sempre maggiori prestazioni. In particolare, si richiedono prestazioni particolarmente elevate nella costruzione di nuovi alberghi per avere un servizio in più da offrire ai clienti. Tuttavia la competenza in acustica tra le parti operanti nel settore dell'edilizia si è rivelata mediamente bassa e si fa affidamento solamente agli studi tecnici specializzati in caso di bisogno. Ma a quanto pare, chi riesce ad integrare all'interno del proprio processo di progettazione e costruzione di un edificio anche la competenza in acustica, avrà qualche opportunità in più di aggiudicarsi gli appalti nel prossimo futuro e sopravvivere a questo periodo di crisi.

# CONCLUSIONI

Dall'analisi effettuata in questo lavoro, emergono le potenzialità applicative della norma UNI 11367. Oltre ad intervenire nella risistemazione della normativa in materia di requisiti acustici passivi degli edifici, essa offre ai costruttori valori di riferimento coerenti con lo stato dell'arte e garantisce una maggiore trasparenza nei rapporti costruttore – acquirente. La presente norma non si è posta come obiettivo di fissare i valori minimi da rispettare in fase costruttiva, bensì quello di classificare l'unità immobiliare mediante misure ad opera finita per definirne le sue reali prestazioni acustiche.

Tuttavia, essendo la sua applicazione relativamente costosa, non verrà messa in atto finché non sarà recepita dalla legge. La probabilità che venga resa obbligatoria è inversamente proporzionale al costo di applicazione. Per quanto riguarda invece i costi di esecuzione, si può sempre contare in un effetto di economia di scala: se la classificazione venisse resa obbligatoria, dei tecnici specializzati potrebbero dedicarsi solo ad essa, permettendo una riduzione delle spese tramite un ammortamento del costo della strumentazione su un maggior numero di classificazioni. Inoltre, la sua applicazione sarebbe presumibilmente resa più veloce grazie alla diffusione di un software che automatizzi il calcolo dei requisiti.

La tematica dell'acustica negli edifici è un argomento a molti ancora poco noto ma sempre più richiesto: in questa direzione, le imprese che riusciranno ad adeguarsi alle esigenze del mercato per offrire comfort acustici migliori, potrebbero avere maggiori probabilità di successo. Tale adeguamento, insieme alla classificazione acustica - che andrebbe ad affiancarsi alla classificazione energetica già obbligatoria - diventeranno l'*order winner* del futuro ed in particolare ciò si potrebbe realizzare quando i temi

dell'energetica si ridurranno ad un *order qualifier* (A. Vinelli *et al*, “*Gestione delle operations e dei processi*”, cap.2, Pearson Education 2007).

Si ricorda che, nonostante le prestazioni acustiche “di base” siano quelle definite dalla classe III della UNI 11367, la maggior parte degli edifici esistenti non raggiunge nemmeno la classe IV. Tuttavia, è opportuno sottolineare che una norma segue sempre lo stato dell'arte e non fornisce mai valori irraggiungibili: ciò significa che la tecnica e i materiali per ottenere buone prestazioni acustiche esistono e spetta solo alle singole imprese recepirli e applicarli.

Al momento non si sa ancora se in futuro la norma UNI 11367 verrà resa obbligatoria, pertanto essa resta solo di applicazione volontaria o è applicata esclusivamente su richiesta del cliente finale, nel caso in cui quest'ultimo voglia assicurarsi che le prestazioni acustiche attese siano state rispettate.

Se invece verrà lasciata nel dimenticatoio, sarebbe il caso di dire: “tanto rumore per nulla”.

# BIBLIOGRAFIA

- Lazzarin R., Strada M. (2007), *“Elementi di acustica tecnica”*, Padova: Cleup
- Renato Lazzarin, appunti del corso di Acustica applicata ed Illuminotecnica 2010/11
- Vinelli A. *et al.* ( 2007), *“Gestione delle operations e dei processi”*, cap.2, Pearson Education
- Avv. Durelli, *“3a Giornata di Studio sull’Acustica Ambientale – Arenzano”* 29 ottobre 2010
- Circolare ministeriale n. 1769 del 30 aprile 1966
- Circolare ministeriale n. 3150 del 22 maggio 1967
- DPCM del 01 marzo 1991
- Legge 447 del 26 ottobre 1995
- DPCM del 14 novembre 1997
- DPCM del 05 dicembre 1997
- DPCM del 26 marzo 1998
- Legge 88 del 7 luglio 2009, art. 11
- Legge 96 del 04 giugno 2010, art. 15
- Legge 106 del 12 luglio 2011, art. 5
- UNI 11367, 22 luglio 2010
- Considerazioni UNI su UNI 11367 ([www.uni.com](http://www.uni.com)), 22 luglio 2010
- Considerazioni ANIT sulla legge 96/2010 ([www.anit.it](http://www.anit.it)), 30 agosto 2010
- Considerazioni ANIT sulla legge 106/2011 ([www.anit.it](http://www.anit.it)), 18 luglio 2011
- Il punto a luglio 2011 ([www.suonoevita.it](http://www.suonoevita.it)), 18 luglio 2011