

## INDICE

	<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>TERMINI E DEFINIZIONI</b>	<b>3</b>
3.1	Grandezze per esprimere le prestazioni di un edificio.....	3
3.2	Grandezze per esprimere le prestazioni di un elemento.....	4
3.3	Altri termini e grandezza.....	7
<b>4</b>	<b>MODELLI DI CALCOLO</b>	<b>7</b>
4.1	Principi generali.....	7
figura 1	Illustrazione dei contributi differenti alla trasmissione sonora totale a un ambiente.....	8
figura 2	Definizione dei percorsi di trasmissione sonora $i_j$ tra due ambienti.....	9
4.2	Modello dettagliato per trasmissione per via strutturale.....	11
4.2.1	Dati di ingresso.....	11
4.2.2	Trasformazione dei dati di ingresso in valori in opera.....	12
4.2.3	Determinazione della trasmissione diretta e laterale in opera.....	13
4.2.4	Limitazioni.....	14
4.3	Modello dettagliato per la trasmissione per via aerea.....	15
4.3.1	Determinazione a partire dalla trasmissione diretta per via aerea misurata per piccoli elementi tecnici.....	15
4.3.2	Determinazione a partire dalla trasmissione totale indiretta misurata.....	15
4.3.3	Determinazione a partire dalle prestazioni dei singoli elementi di un sistema.....	15
4.4	Modello semplificato.....	15
4.4.1	Generalità.....	15
4.4.2	Procedimento di calcolo.....	15
4.4.3	Dati di ingresso.....	18
4.4.4	Limitazioni.....	19
<b>5</b>	<b>ACCURATEZZA</b>	<b>19</b>
<b>APPENDICE A</b> (normativa)	<b>SIMBOLI</b>	<b>20</b>
prospetto A.1	Elenco dei simboli.....	20
<b>APPENDICE B</b> (informativa)	<b>POTERE FONOISOLANTE</b>	<b>25</b>
prospetto B.1	Efficienza di radiazione calcolata ( $=10 \lg \sigma$ ) in bande di terzo di ottava per trasmissione forzata in due tipiche dimensioni di laboratorio.....	27
prospetto B.2	Potere fonoisolante calcolato in bande di ottava per alcune strutture monolitiche (esempi)....	29
prospetto B.3	Proprietà tipiche dei materiali.....	29
figura B.1	Indice di valutazione del potere fonoisolante per alcuni comuni elementi strutturali omogenei in conformità al prospetto B.2.....	30
figura B.2	Relazioni empiriche esistenti per l'indice di valutazione del potere fonoisolante (situazione di laboratorio) degli elementi strutturali omogenei (A, F, GB, I).....	31
<b>APPENDICE C</b> (informativa)	<b>TEMPO DI RIVERBERAZIONE STRUTTURALE: ELEMENTI TIPO A</b>	<b>32</b>

<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>D</b>	<b>INCREMENTO DEL POTERE FONOISOLANTE DI STRATI ADDIZIONALI</b>	<b>35</b>
prospetto	D.1	Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante un rivestimento, a seconda della frequenza di risonanza .....	37
figura	D.1	Incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante mediante uno strato ulteriore con frequenza di risonanza minore di 200 Hz, in funzione di $R_w$ per il solo elemento strutturale .....	37
figura	D.2	Indici di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante mediante uno strato ulteriore in funzione della frequenza di risonanza e il tipo dello strato intermedio; strato fissato alla parete base .....	38
figura	D.3	Indici di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante mediante uno strato ulteriore in funzione della frequenza di risonanza; sistema con orditura non direttamente fissata alla parete base .....	39
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>E</b>	<b>TRASMISSIONE DELLE VIBRAZIONI SUI GIUNTI: CASO DEGLI EDIFICI PESANTI</b>	<b>41</b>
figura	E.1	Giunto rigido a croce .....	42
figura	E.2	Esempi di giunto rigido a croce .....	43
figura	E.3	Giunto rigido a T .....	43
figura	E.4	Esempi di giunto rigido a T .....	44
figura	E.5	Giunto di parete con strati intermedi flessibili .....	45
figura	E.6	Esempi di giunto di parete con strati intermedi flessibili .....	45
figura	E.7	Giunto di parete leggera a doppio strato e di elementi omogenei .....	45
figura	E.8	Esempi di giunto di parete leggera a doppio strato e di elementi omogenei .....	46
figura	E.9	Cambiamento dello spigolo o di spessore .....	46
prospetto	E.1	Espressioni della perdita di trasmissione di potenza per via strutturale per i giunti a L, a T e a X in funzione del PC .....	48
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>F</b>	<b>TRASMISSIONE DELLE VIBRAZIONI SUI GIUNTI: CASO DEGLI EDIFICI LEGGERI</b>	<b>49</b>
figura	F.1	Possibili configurazioni di misurazione del giunto .....	49
figura	F.2	Giunto a T tra gli elementi CLT .....	50
figura	F.3	Giunto a croce tra gli elementi CLT .....	51
figura	F.4	Numerazione dello strato interno del giunto a T e a X .....	52
figura	F.5	Esempi di un giunto a T tra un pavimento e una facciata .....	52
figura	F.6	Esempi di un giunto a croce tra un pavimento e una parete di separazione a doppio telaio .....	53
figura	F.7	Esempi di giunto a T tra una facciata e una parete di separazione a doppio telaio .....	53
figura	F.8	Esempio di giunto a croce con un pavimento continuo .....	54
figura	F.9	Giunto di pareti leggere a doppio strato (elementi composti nella loro totalità) .....	54
figura	F.10	Esempi di giunto di parete leggera a doppio strato .....	55
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>G</b>	<b>DETERMINAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO NORMALIZZATO PER TRASMISSIONE LATERALE</b>	<b>56</b>
figura	G.1	Rappresentazione delle grandezze importanti per la previsione della trasmissione indiretta per via aerea .....	56
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>H</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLA TRASMISSIONE INDIRETTA PER VIA AEREA DALLE PRESTAZIONI DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA</b>	<b>58</b>
figura	H.1	Rappresentazione di due ambienti lungo un corridoio con indicazione delle grandezze rilevanti .....	58
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>I</b>	<b>ISOLAMENTO DAL RUMORE NELL'INTERVALLO DI BASSA FREQUENZA</b>	<b>59</b>
figura	I.1	Esempi della correzione Waterhouse per ambienti rettangolari .....	60

<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>J</b>	<b>LINEE GUIDE PER L'USO PRATICO</b>	<b>61</b>
figura	J.1	Esempio di interpretazione degli elementi laterali costruiti di diverse componenti.....	61
figura	J.2	Esempio di interpretazione degli elementi laterali, ciascuno direttamente connesso all'elemento di separazione .....	61
figura	J.3	Esempio di interpretazione degli elementi laterali che non si trovano su un singolo piano .....	62
figura	J.4	Esempio di interpretazione per gli ambienti a livello non uniforme.....	62
figura	J.5	Esempio di interpretazione per gli ambienti spostati in senso orizzontale .....	62
figura	J.6	Esempio di interpretazione per pavimenti a lastroni o lunghe pareti pesanti con partizioni leggere .....	63
figura	J.7	Esempio di interpretazione degli elementi laterali con contatto strutturale assente o insignificante con l'elemento di separazione .....	64
figura	J.8	Interpretazione dei rivestimenti ulteriori come rivestimenti per parete e pavimenti galleggianti .....	64
figura	J.9	Interpretazione dei rivestimenti ulteriori come i rivestimenti esterni leggeri.....	64
figura	J.10	Interpretazione dei casi con elementi laterali con intercapedine .....	65
figura	J.11	Interpretazione dei casi con pareti a intercapedine come elemento di separazione .....	65
figura	J.12	Interpretazione per giunto a croce con più di 2 tipi di elemento .....	65
figura	J.13	Interpretazione per giunto a T con più di 2 tipi di elemento .....	66
figura	J.14	Interpretazione dei giunti con un piccolo sfalsamento .....	67
figura	J.15	Interpretazione dei giunti per doppia parete pesante .....	67
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>K</b>	<b>STIMA DELL'INCERTEZZA</b>	<b>68</b>
prospetto	K.1	Schema di calcolo per la determinazione dell'incertezza dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente per l'esempio calcolato nel punto L.1.3 .....	70
<b>APPENDICE</b> (informativa)	<b>L</b>	<b>ESEMPI DI CALCOLO</b>	<b>71</b>
figura	L.1	Esempio di calcolo di situazione per costruzione omogenea pesante .....	71
prospetto	L.1	Esempio di calcolo dei poteri fonoisolanti diretto e laterale per edifici omogenei pesanti .....	73
prospetto	L.2	Esempio di calcolo dei fattori di radiazione di tutti gli elementi per edifici omogenei pesanti .....	74
prospetto	L.3	Esempio di calcolo di fattori di smorzamento e poteri fonoisolanti in opera per edifici omogenei pesanti .....	75
prospetto	L.4	Esempio di calcolo in opera dell'incremento dell'attenuazione sonora, lunghezze di assorbimento equivalenti, differenza del livello di velocità e potere fonoisolante laterale per i percorsi D1 e 2d di edificio omogeneo pesante .....	76
prospetto	L.5	Parete esterna 1 o 2 - Pavimento di separazione (giunto rigido a T).....	77
prospetto	L.6	Parete interna 1 o 2 - Pavimento di separazione (giunto rigido a croce).....	77
prospetto	L.7	Parete esterna 1 - Parete esterna 2 (spigolo).....	77
prospetto	L.8	Parete interna 1 o 2 - Parete esterna 1 o 2 (giunto rigido a T).....	77
prospetto	L.9	Parete interna 1 - Parete interna 2 (giunto rigido a croce) .....	77
prospetto	L.10	Dati di ingresso .....	78
figura	L.2	Esempio di calcolo per giunto tra pavimento e parete di separazione a doppio telaio per edificio leggero (trasmissioni allo strato interno) .....	79
prospetto	L.11	Esempio di calcolo di poteri fonoisolanti diretto, laterale e totale risultanti per edificio leggero (trasmissioni allo strato interno) .....	80
prospetto	L.12	Esempio di calcolo di prestazione acustica correlata al percorso della parete diretto e laterale per edificio leggero (trasmissioni allo strato interno) .....	81
prospetto	L.13	Esempio di calcolo di prestazione acustica correlata al pavimento richiesto per la valutazione del percorso Fd per edificio leggero (trasmissioni allo strato interno) .....	82
figura	L.3	Esempio di calcolo del giunto tra pareti per edificio leggero (doppio elemento nella sua totalità) .....	83

prospetto L.14	Esempio di calcolo di geometria e messa per unità di area per edificio leggero (doppio elemento nella sua totalità) .....	83
prospetto L.15	Esempio di calcolo dello spettro $D_{n,f,13}$ misurato e del corrispondente potere fonoisolante per trasmissione laterale $R_{13}$ per edificio leggero (doppio elemento nella sua totalità) .....	84
prospetto L.16	Esempio di calcolo della previsione del potere fonoisolante per trasmissione laterale $R_{13}$ per edificio leggero (doppio elemento nella sua totalità) .....	85

<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>86</b>
---------------------	--	-----------

---

## INTRODUZIONE

Il presente documento fa parte di una serie di norme che specifica i modelli di calcolo per l'acustica in edilizia.

Sebbene il presente documento tratti i principali tipi di costruzione dell'edificio, non è possibile trattare tutte le variazioni nella costruzione degli edifici. Esso definisce l'approccio per l'acquisizione di esperienza per i futuri miglioramenti e sviluppi.

L'accuratezza del presente documento può essere specificata nel dettaglio solo dopo confronti diffusi con i dati sul campo, che possono essere raccolti soltanto lungo un periodo di tempo e dopo aver definito il modello di previsione. Per aiutare il committente, nel frattempo sono state fornite indicazioni sull'accuratezza, sulla base dei confronti precedenti con modelli di previsione comparabili e nell'appendice K è stato presentato un procedimento di stima. È responsabilità del committente (ovvero una persona, un'organizzazione o l'autorità) rispondere alle conseguenze dell'accuratezza, inerenti per tutti i metodi di misurazione e previsione, specificando requisiti per i dati di ingresso e/o applicando un margine di sicurezza ai risultati o applicando qualche altra correzione.

Il presente documento si rivolge agli esperti di acustica e offre la struttura per lo sviluppo di documenti applicativi e strumenti per altri utenti nel campo della costruzione edile, prendendo in considerazione le condizioni locali.

I modelli di calcolo qui descritti applicano l'approccio più generale a fini tecnici, con un legame chiaramente definito con grandezze misurabili che specificano le prestazioni dei prodotti per l'edilizia. Il presente documento descrive le note limitazioni di questo tipo di modelli di calcolo. Esistono anche altri modelli di calcolo, ognuno con il suo campo di applicazione e le sue limitazioni.

I modelli sono basati sull'esperienza di previsioni per edifici ad uso residenziale; tali modelli potrebbero essere utilizzati anche per altri tipi di edificio a condizione che il sistema di costruzione e le dimensioni degli elementi non siano troppo diversi da quelli utilizzati per le abitazioni.

Il documento fornisce anche dettagli per l'applicazione alle costruzioni leggere (solitamente elementi leggeri in telaio di legno o di acciaio opposti a elementi più pesanti di muratura o di calcestruzzo).

## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente documento specifica i modelli di calcolo per valutare l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra ambienti adiacenti situati in edifici, utilizzando principalmente i dati misurati che caratterizzano la trasmissione laterale diretta o indiretta da parte degli elementi di edificio e i metodi di derivazione teorica riguardanti la propagazione sonora negli elementi strutturali.

È descritto un modello dettagliato per il calcolo in bande di frequenza, nell'intervallo di frequenze di 1/3 di ottava da 100 Hz a 3 150 Hz in conformità alla ISO 717-1, possibilmente esteso verso il basso a 1/3 di ottava a 50 Hz se sono disponibili i dati dell'elemento e i dati del giunto (vedere appendice I); l'indice di valutazione può essere determinato dai risultati del calcolo. Da questo si deduce un modello semplificato con un campo di applicazione limitato, adatto a calcolare in modo diretto l'indice di valutazione a partire dagli indici di valutazione degli elementi; si propone quindi un metodo per determinare l'incertezza per il modello semplificato (vedere appendice K).

Il presente documento descrive i principi dello schema di calcolo, elenca le grandezze relative e definisce le sue applicazioni e restrizioni.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel testo si fa riferimento ai seguenti documenti in modo tale che il loro contenuto, in tutto o in parte, costituisca un requisito del presente documento. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

ISO 717-1	Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation
ISO 10140 (tutte le parti)	Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements
ISO 10848-1	Acoustics - Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms - Part 1: Frame document
ISO 10848-2	Acoustics - Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms - Part 2: Application to light elements when the junction has a small influence
ISO 10848-3	Acoustics - Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms - Part 3: Application to light elements when the junction has a substantial influence
ISO 10848-4	Acoustics - Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms - Part 4: Application to junctions with at least one heavy element
ISO 15186-3	Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity - Part 3: Laboratory measurements at low frequencies

## TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento, si applicano i termini e le definizioni seguenti, nonché i simboli e le unità elencati nell'appendice A.

Per l'utilizzo in ambito normativo, l'ISO e l'IEC dispongono di banche dati terminologiche ai seguenti indirizzi:

- IEC Electropedia: disponibile all'indirizzo <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponibile all'indirizzo <http://www.iso.org/obp>

### Grandezze per esprimere le prestazioni di un edificio

Nota L'isolamento dal rumore tra ambienti in conformità alla ISO 16283-1 può essere espresso in termini di varie grandezze correlate. Queste grandezze sono determinate in bande di frequenza (bande di terzo di ottava o bande di ottava) da cui si può ottenere l'indice di valutazione per le prestazioni dell'edificio in conformità alla ISO 717-1, per esempio  $R'_w$ ,  $D_{nT,w}$  oppure  $(D_{nT,w} + C)$ .

**potere fonoisolante apparente;  $R'$ :** Meno 10 volte il logaritmo in base dieci del rapporto tra la potenza sonora totale,  $W_{tot}$ , trasmessa nell'ambiente ricevente e la potenza sonora incidente su un elemento di separazione,  $W_1$ , valutato da:

$$R' = -10 \lg \tau' \text{ dB}$$

Nota 1 Questo rapporto è indicato da  $\pi'$ , dove

$$\tau' = W_{tot}/W_1$$

Nota 2 In genere la potenza sonora totale trasmessa nell'ambiente ricevente consta della potenza irradiata dall'elemento di separazione, dagli elementi laterali e da altri componenti.