

MISURA IN OPERA DEL POTERE FONOISOLANTE. CONFRONTO FRA NORME ISO 140-4, ISO 140-14 ED ISO 16283-1

FIELD MEASUREMENT OF APPARENT SOUND REDUCTION INDEX. COMPARISON BETWEEN ISO 140-4, ISO 140-14 AND ISO 16283-1 STANDARDS

Nicola Granzotto

Dipartimento di Ingegneria Industriale - Università degli Studi di Padova

Indirizzo dell'autore di riferimento - Corresponding author's address:

Via Venezia 1, 35131 - Padova, Italia

e-mail: nicola.granzotto@unipd.it

(Ricevuto il 20/05/2014, accettato il 09/06/2014)

RIASSUNTO

Le norme ISO 140-4 e ISO 140-14, fondamentali per la misura delle proprietà di fonoisolamento di strutture edilizie in opera, sono state recentemente sostituite e accorpate nella norma ISO 16283-1. Tale accorpamento ha introdotto alcune modifiche, talune anche di rilevante importanza, tali da rendere necessario un approfondimento specifico. In questo articolo vengono individuate le principali novità introdotte dall'attuale normativa tecnica, considerando le modifiche ai metodi di misura ed in particolare all'introduzione della movimentazione manuale della strumentazione e ad un particolare procedimento per la misura delle basse frequenze.

ABSTRACT

ISO 140-4 and 140-14 Standards, fundamental for the in-situ airborne sound insulation properties of building structures measurements, have been recently replaced and combined in the ISO 16283-1 Standard. ISO 16283-1 has introduced changes, some of considerable importance, that deserve a specific analysis. This article identifies the main changes introduced by the current technical standards, considering the changes in the measurement methods and in particular the introduction of manual handling measurements and special procedures for the low frequency measurements.

Parole chiave: Potere fonoisolante; Rumore aereo; Misure acustiche a bassa frequenza.

Keywords: Apparent sound reduction index; Airborne sound; Low-frequency measurements.

1. Introduzione

Nel febbraio del 2014 è stata pubblicata la norma ISO 16283-1 [1] relativa alla misura in opera delle proprietà di fonoisolamento di partizioni verticali e orizzontali, tale norma va a sostituire la ISO 140-4 del 1998 [2] e la ISO 140-14 del 2004 [3]. Contemporaneamente, a livello ISO, sono state ritirate altre norme fondamentali per le misure in opera, come la ISO 140-7 per la determinazione del livello di calpestio e la ISO 140-5 per la determinazione dell'isolamento acustico di facciata. Per queste ultime sono previste rispettivamente la parte 2 e 3 della ISO 16283 [4]. Allo stato attuale, pertanto sussiste una sorta di vuoto normativo in quanto la parte 2 è attualmente disponibile solo come "ISO/DIS" mentre la parte 3 è ancora in fase di studio.

Un aiuto relativo a questo problema normativo può essere trovato nel documento RT-08 [5] di ACCREDIA (Ente di accreditamento dei laboratori di prova). All'interno di questo documento viene infatti specificato che:

"I Laboratori, addetti al controllo ufficiale, devono utilizzare i metodi indicati dalla normativa cogente, ovvero altri metodi che abbiano prestazioni equivalenti a quelli indicati nella normativa cogente. [...]"

Le edizioni non più in vigore di norme o metodi di prova ufficiali, insieme con i progetti di norma non ancora nella forma sottoposta al voto finale, sono classificati tra i metodi di prova sviluppati dal laboratorio. Fanno eccezione le edizioni superate di norme ed i progetti di norma quando sono richiamati da disposizioni cogenti o da norme per la certificazione di prodotto, in vigore, o richiesti da organismi notificati."

Un laboratorio o ente di prova può quindi accreditarsi per prove basate su norme superate se queste sono richiamate da disposizioni cogenti e quindi può essere fatto riferimento ancora alle ISO 140 parte 5 e 7 fintanto che non verranno pubblicate le rispettive norme ISO 16283.

2. Comparazione tra i metodi di misura

Di seguito vengono riportate le differenze tra le norme ISO 140-4, ISO 140-14 e la ISO 16283-1 di recente pubblicazione. L'analisi comparativa viene suddivisa in aspetti generali (Tab. 1), qualità del dato (Tab. 2), misurazione (Tab. 3), misure con un altoparlante e un microfono (Tab. 4), misure con movimentazione manuale del microfono (Tab. 5), misure a bassa frequenza (Tab. 6), misura del tempo di riverberazione (Tab. 7), resoconto di prova (Tab. 8).

Tab. 1 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (aspetti generali) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (general aspects)

Modifiche/aggiunte	ISO 140-4/ISO 140-14	ISO 16283-1
Titolo	Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti (ISO 140-4)	Acustica. Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Isolamento acustico per via aerea (ISO 16283-1)
Volumi degli ambienti	non specificato (ISO 140-4) fino a 250 m ³ (ISO 140-14)	Compreso tra 10 m ³ e 250 m ³

Misura in opera del potere fonoisolante. Confronto fra norme ISO 140-4, ISO 140-14 e ISO 16283-1
Field measurement of apparent sound reduction index. Comparison between ISO 140-4, ISO 140-14 and ISO 16283-1 standards

Tab. 2 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (qualità del dato) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (quality of measurement)

<i>Modifiche/aggiunte</i>	<i>ISO 140-4/ISO 140-14</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Incertezza di misura	Non specificata	Secondo la ISO 12999-1
Frequenza di taratura	Non specificata	1 anno per calibratore 2 anni per fonometro
Ente preposto alla taratura	Non specificato	Laboratori accreditati
Calibrazione	Solo prima della misura	Prima e dopo. La misura viene scartata se la differenza è maggiore di 0,5 dB

Tab. 3 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (misurazione) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (measurement)

<i>Modifiche/aggiunte</i>	<i>ISO 140-4/ISO 140-14</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Posizione operatore	Non specificato	L'operatore sceglie se misurare all'interno a all'esterno degli ambienti
Specifiche sull'uso di protettori auricolari	No	Si
Generazione del rumore	Tra bande adiacenti non ci devono essere più di 6 dB nella camera trasmittente	Tra bande adiacenti non ci devono essere più di 8 dB nella camera trasmittente
Distanza dell'altoparlante dalla parete di separazione	0,5 m	1,0 m (le altre distanze sono rimaste inalterate)
Altezza minima dell'altoparlante se posizionata nell'ambiente superiore (R' di solai)	Non specificata	1,0 m
Prescrizioni particolari sulla posizione dei microfoni	Non previste	Non ci devono essere posizioni del microfono in una griglia regolare ne posizioni su uno stesso piano parallelo ad una delle superfici dell'ambiente
Prescrizioni particolari per S se l'area comune è minore di 10 m ² ?	S è il valore più elevato tra S e $V/7,5$, dove V è il volume, in m ³ , dell'ambiente ricevente che deve essere l'ambiente più piccolo.	Nessuna prescrizione particolare

Tab. 4 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (misure con un altoparlante e un microfono) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (measurements with a source and a microphone)

<i>Modifiche/aggiunte</i>	<i>ISO 140-4/ISO 140-14</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Misure eseguite con un altoparlante e un microfono (anche con aste rotanti)	Possono essere mediati livelli dell'ambiente trasmittente/ricevente con posizioni dell'altoparlante differenti.	Devono essere mediati gli R' per ogni posizione dell'altoparlante $R' = -10 \lg \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{-R'_j/10} \right)$ m : numero posizioni altoparlante R'_j : R' per una posizione di sorgente

Misura in opera del potere fonoisolante. Confronto fra norme ISO 140-4, ISO 140-14 e ISO 16283-1
Field measurement of apparent sound reduction index. Comparison between ISO 140-4, ISO 140-14 and ISO 16283-1 standards

Si riporta di seguito il confronto fra misurazioni condotte con un altoparlante e un microfono, con elaborazioni eseguite secondo la ISO 16283-1 (R' ottenuto come media di R'_j ciascuno ottenuto per ogni posizione dell'altoparlante) e secondo la ISO 140-4 (possibilità di mediare prima tutti i livelli nell'ambiente trasmettente e poi tutti quelli nell'ambiente ricevente) (Fig. 1).

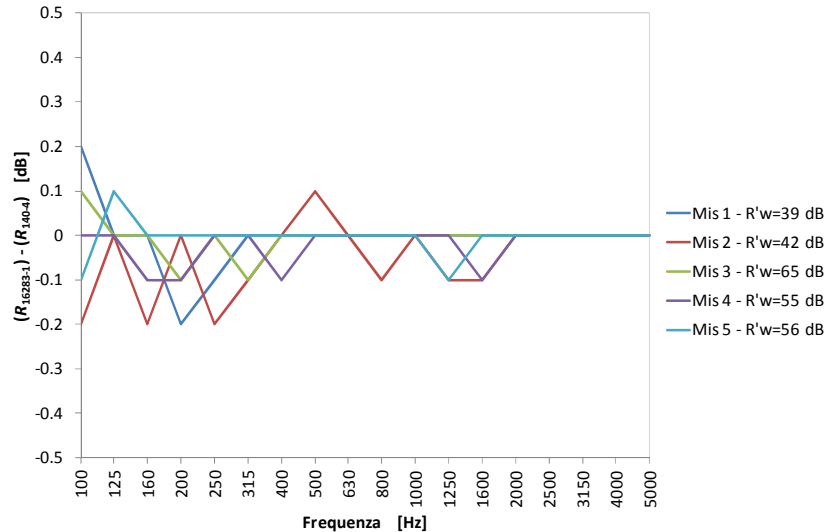


Fig. 1 - Differenze tra valori di R' elaborati secondo la ISO 16283-1 e secondo la ISO 140-4, misurati con un microfono in posizioni fisse e un altoparlante - Differences between R' values calculated according to the ISO 16283-1 and according to ISO 140-4, measured with one microphone in fixed positions and one loudspeaker

Si può notare come elaborando medesime misurazioni secondo i due metodi di calcolo si possono riscontrare differenze anche non nulle del potere fonoisolante apparente, tali differenze non comportano nella maggior parte dei casi un risultato differente in termini di indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R'_w calcolato secondo la ISO 717-1 [6], in alcuni casi si possono riscontrare differenze nei termini di adattamento allo spettro.

La norma ISO 16283-1 introduce la possibilità di effettuare misurazioni con movimento manuale della strumentazione (Tab. 5). I movimenti indicati sono di quattro tipi: scansione circolare, a elica, tipo cilindrico e a tre semicerchi (Fig. 2).

Tab. 5 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (misure con movimento manuale) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (manual scanning measurements)

Modifiche/aggiunte	ISO 140-4/ISO 140-14	ISO 16283-1
Misure con movimento a mano	Non previste	Previsti quattro tipo di movimento manuale
Modalità di misura aggiuntive	-	Aggiunte 4 modalità di misura con strumentazione tenuta in mano (scansione circolare, a elica, tipo cilindrico e a tre semicerchi).

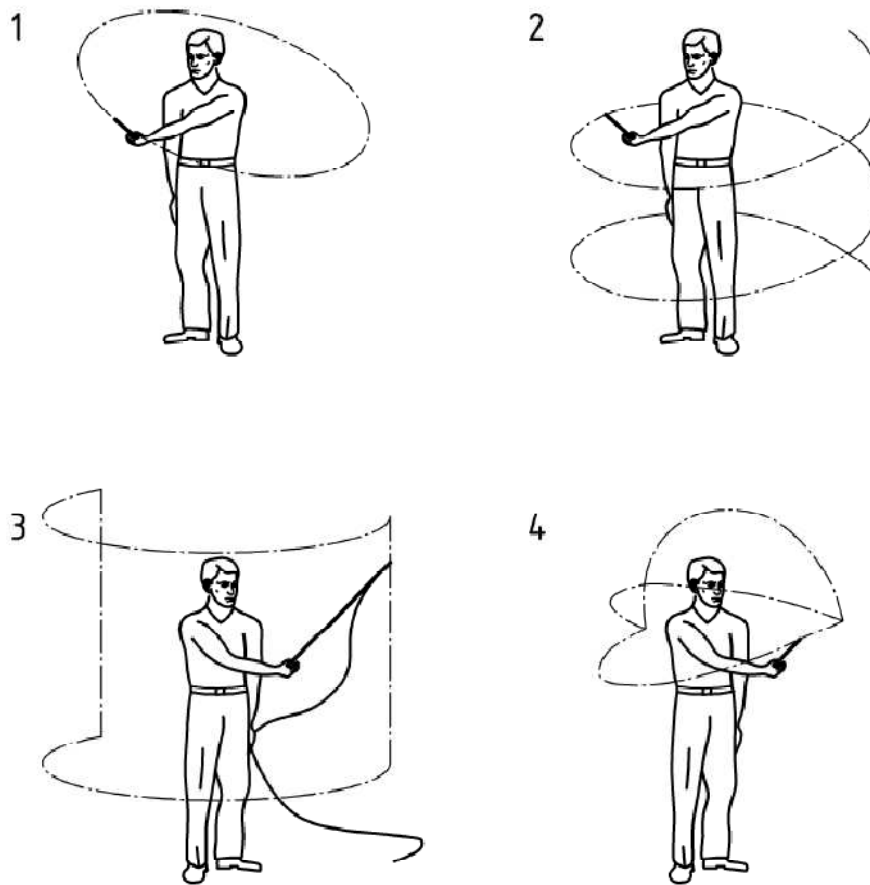


Fig. 2 - Percorso delle scansioni manuali - Manual-scanning paths [1]

Un'altra importante modifica è l'introduzione di misure d'angolo (Fig. 3) al di sotto dei 100 Hz per ambienti di piccole dimensioni, con un volume inferiore ai 25 m³ (Tab. 6).

Tab. 6 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (misure a bassa frequenza) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (low frequency measurements)

Modifiche/aggiunte	ISO 140-4/ISO 140-14	ISO 16283-1
Definizioni nuove	-	L_{Corner} : livello di pressione sonora d'angolo L_{LF} : livello di pressione sonora medio energetico per basse frequenze
Misure a 50, 63 e 80 Hz	Procedura simile a quella adottata per le misure sopra i 100 Hz	Procedura particolare per volumi inferiori a 25 m ³
Misure d'angolo	Non previste	Previste per le misure a 50, 63 e 80 Hz e volume degli ambienti inferiori a 25 m ³

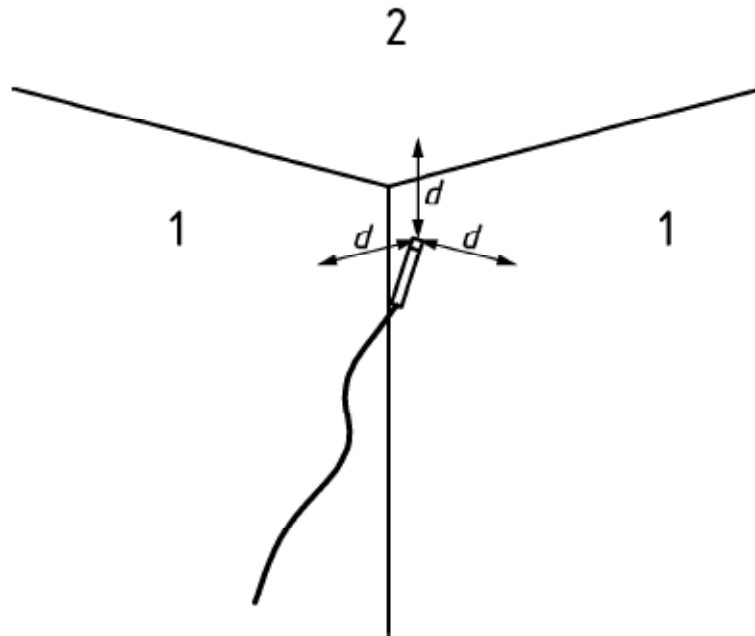


Fig. 3 - Esempio di una posizione microfónica d'angolo (1 pareti, 2 soffitto) -
 Example of a corner microphone position (1 walls, 2 ceiling) [1]

Per ogni angolo dell'ambiente (4 superiori e 4 inferiori) deve essere calcolato L_{Corner} :

$$(1) \quad L_{Corner} = 10 \lg \left(\frac{p_{Corner,LS1}^2 + p_{Corner,LS2}^2 + \dots + p_{Corner,LSq}^2}{qp_0^2} \right) \quad [dB]$$

dove:

$p_{Corner,LS1}^2, p_{Corner,LS2}^2, \dots, p_{Corner,LSq}^2$ sono le più alte pressioni sonore quadratiche medie derivate da misure d'angolo corrispondenti alla q-esima posizione dell'altoparlante [Pa^2];

p_0^2 è la pressione di riferimento al quadrato [Pa^2].

Il livello di pressione sonora medio energetico a bassa frequenza L_{LF} viene calcolato combinando in modo ponderato il livello L_{Corner} con i livelli L misurati mediante metodo standard:

$$(2) \quad L_{LF} = 10 \lg \left(\frac{10^{0,1L_{Corner}} + (2 \cdot 10^{0,1L})}{3} \right) \quad [dB]$$

Per quanto riguarda i tempi di riverberazione e il resoconto di prova le principali differenze sono elencate nelle tabelle 7 e 8.

Tab. 7 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (tempi di riverberazione) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (reverberation time)

<i>Modifiche/aggiunte</i>	<i>ISO 140-4/ISO 140-14</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Riferimento normativo per la misura del tempo di riverberazione	UNI EN ISO 354	UNI EN ISO 3382-2
Intervallo della curva di decadimento	Non deve essere minore di 20 dB	Intervallo preferibile di 20 dB
Operatori presenti nell'ambiente	Nessuna indicazione	Esplicitato che ogni operatore che è presente nella misura del livello nell'ambiente ricevente deve essere presente anche nella misura di tempo di riverbero
Misura a 50 Hz, 63 Hz e 80 Hz	Come per le altre frequenze	Alle basse frequenze e sotto i 25 m ³ si misura solo nella banda d'ottava di 63 Hz e si utilizza questo valore uguale per i 50 Hz, 63 Hz e 80 Hz
Numero misurazioni e posizioni (rumore interrotto)	Una posizione dell'altoparlante e tre del microfono ripetute due volte (ISO 140-4). 6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante con singola misurazione (ISO 140-14)	Possono essere usate anche 6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante con singola misurazione
Numero misurazioni e posizioni (risposta all'impulso integrata)	Una posizione dell'altoparlante e tre del microfono ripetute due volte (ISO 140-4). 6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante con singola misurazione (ISO 140-14)	Devono essere usate anche 6 posizioni del microfono e una dell'altoparlante e con singola misurazione. Devono essere utilizzate posizioni microfoniche, non tenute con strumentazione tenuta a mano

Tab. 8 - Differenze tra ISO 140-4/ISO 140-14 e ISO 16283-1 (resoconto di prova) - Differences between ISO 140-4/ISO 140-14 and ISO 16283-1 (test report)

<i>Modifiche/aggiunte</i>	<i>ISO 140-4/ISO 140-14</i>	<i>ISO 16283-1</i>
Arrotondamento del volume nel resoconto di prova	Non specificato	All'intero più prossimo
Descrizione del procedimento della misura a bassa frequenza nel resoconto di prova	Non prevista	Prevista
Procedura di valutazione del campo diffuso	Prevista (appendice A punto A.5, ISO 140-14)	Non prevista
Misura della trasmissione laterale	Prevista (appendice C, ISO 140-4)	Non prevista

Conclusioni

In questo articolo sono state prese in esame le differenze tra le norme ISO 140-4, ISO 140-14, ritirate, e la ISO 16283-1 che le va a sostituire. Le principali differenze ri-

guardano le nuove modalità di misura con movimentazione manuale del microfono e le modalità di misura a bassa frequenza. Qualora venga utilizzato un altoparlante e un microfono vi sono differenze, nella maggior parte dei casi trascurabili, mediando i valori di R'_j per ogni posizione dell'altoparlante (ISO 16283-1) oppure mediando i livelli nell'ambiente trasmittente e ricevente (ISO 140-4) per l'ottenimento del potere fonoisolante apparente R' . Tuttavia, questa procedura permette di tener conto in maniera più corretta dell'eventuale influenza del rumore di fondo sulle misure eseguite nell'ambiente ricevente.

Da evidenziare inoltre la precisazione sulle posizioni dei microfoni, due delle quali non devono giacere su uno stesso piano parallelo ad una delle superfici dell'ambiente. Questo significa che ogni posizione microfonica deve essere scelta modificando l'altezza del microfono e controllando che non ce ne siano due alla stessa distanza dalle pareti.

Summary

In this article differences between the ISO 140-4, ISO 140-14, and ISO 16283-1 have been considered. The main differences are manual scanning measurements and low frequency measurement techniques. When one loudspeaker and one microphone are used, there are differences, in most cases negligible, mediating values R'_j for each position of the source (ISO 16283-1) or by mediating the levels in the transmitting and receiving room (ISO 140-4) for obtaining the apparent sound reduction index R' . However, this procedure take into account more correctly the influence of background noise on the measurements in the receiving room.

Furthermore, the clarification on the positions of the microphones, two of which shall not lie in the same plane relative to the room boundaries, determine that each microphone position shall be selected by changing the height of the microphone and checking the distance from the walls.

Bibliografia

- [1] ISO 16283-1:2014, *Acoustics - Field measurement of sound insulation in building and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation*
- [2] ISO 140-4:1998, *Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building Elements - Field measurements of airborne sound insulation between rooms*
- [3] ISO 140-14:2004, *Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building Elements - Part 14: Guidelines for special situations in the field*
- [4] ISO/DIS 16283-2:2014, *Acoustics - Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation*
- [5] RT-08 Rev 2, *Requirements for the accreditation of testing laboratories*, Accredia, 11/09/2012
- [6] ISO 717-1:2013, *Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation*