PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 20 - numero 4308 di Giovedì 13 settembre 2018

Come calcolare il tempo di riverbero

Disponibile la nuova versione del calcolatore del tempo di riverbero che consente la stima del tempo di riverbero e il confronto con i limiti normativi per differenti tipologie di ambienti confinati.

Disponibile on line sul Portale Agenti Fisici la nuova versione del calcolatore del tempo di riverbero che consente la stima del tempo di riverbero ed il confronto con i limiti normativi per differenti tipologie di ambienti confinati:

- Aule scolastiche
- Mense
- Palestre
- Piscine

sviluppato da:

Andrea Bogi, Iole Pinto, Domenico Gioia, Nicola Stacchini Azienda USL Toscana Sudest - Laboratorio Sanità Pubblica di Siena

Raffaele Mariconte INAIL Dipartimento di innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti ed Insediamenti Antropici

*Diego Annesi e Pietro Nat*aletti *INAIL* Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale

Ultimo aggiornamento 05/09/2018

Effettua il calcolo on-line

Che cosa è il Tempo di riverbero

Il Tempo di riverbero è uno dei requisiti acustici principali che concorre al benessere degli occupanti di un ambiente, in particolare per tutti gli ambienti di lavoro ove è richiesto ascolto e comunicazione verbale.

In un campo riverberante, se una sorgente sonora cessa istantaneamente di emettere, il suono non cessa altrettanto istantaneamente ma prosegue, grazie alle riflessioni sulle superfici (echi riflessi), per un certo tempo.

Il tempo di decadimento, detto "TEMPO DI RIVERBERO", dipende dalla velocità del suono, dalla distanza fra le pareti e dal numero e dalla qualità delle superfici riflettenti e quindi dalla capacità di assorbimento del suono delle stesse.

Pubblicità
<#? QUI-PUBBLICITA-SCORM1-[EL0326] ?#>

Il "tempo di riverbero", è definito come quel tempo necessario per ottenere un decadimento di 60 dB del livello sonoro a partire dall'istante di interruzione della sorgente sonora.

In ambienti con pareti molto riflettenti, come le aule o le mense non trattate con materiali fonoassorbenti, il tempo di riverbero è lungo, mentre in ambienti con pareti rivestite con materiali fortemente fonoassorbente, il tempo di riverbero si riduce. E' importante che il tempo di riverbero sia adeguato all'uso cui è destinato l'ambiente. Un tempo di riverbero molto lungo causa perdite di intelligibilità della parola e incrementa il rumore di fondo.

Requisiti minimi per gli ambienti scolastici

Negli ambienti scolastici e comunitari il rumore influenza direttamente la fonazione degli insegnanti e le condizioni di ascolto degli studenti, con conseguenze sull'affaticamento dei docenti, sull'apprendimento scolastico e con possibili importanti ricadute sulla salute dovute agli **effetti non uditivi del rumore**

L'eccessivo rumore presente all'interno degli ambienti comunitari destinati all'ascolto della parola determina una riduzione dell'intelligibilità del messaggio vocale attraverso due meccanismi che riguardano il mascheramento uditivo e la diminuzione dell'attenzione da parte degli ascoltatori. La riverberazione, oltre a ridurre l'intelligibilità per gli ascoltatori, condiziona la regolazione del volume della voce degli oratori con conseguente affaticamento degli stessi.

Negli altri tipi di ambienti, dove vengono svolte attività principalmente non connesse con l'ascolto della parola, il tempo di riverbero può comunque svolgere un ruolo importante ai fini della fruizione degli ambienti stessi; si pensi alla situazione di stress che si prova in una mensa affollata e riverberante dove, per la difficoltà che si ha a comprendere i messaggi vocali ed a farsi comprendere, si finisce con l'alzare a propria volta il volume della voce in un crescendo che concorre all'incremento del rumore di fondo del locale, fino raggiungere livelli potenzialmente nocivi per l'apparato uditivo.

La vigente normativa (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" che recepisce le indicazioni del Decreto Ministeriale del 18 dicembre 1975 sulle "Norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica") prescrive per ambienti scolastici di dimensioni inferiori a 500 m3 valori del tempo di riverbero nell'intervallo di frequenza 1000 Hz - 2000 Hz non superiori a 0,8 s. Per ambienti di dimensioni comprese tra 500 m3 e 1000 m3 i valori del tempo di riverbero nell'intervallo di frequenza 1000 Hz - 2000 Hz non devono superare 1 s.

Va inoltre ricordato che sono state successivamente emanate due norme tecniche: UNI 11367:2010 e UNI 11532:2014 che fissano criteri specifici per gli edifici scolastici. Queste ultime sono rese cogenti dal recente collegato ambientale alla legge di stabilità L. 221/28.12.2015 (Green public procurement) all'articolo nel seguito riportato: Art. 206-sexies (Azioni premianti l'utilizzo di prodotti che impiegano materiali post consumo o derivanti dal recupero degli scarti e dei materiali rivenienti dal disassemblaggio dei prodotti complessi negli interventi concernenti gli edifici scolastici, le pavimentazioni stradali e le barriere acustiche). "Le amministrazioni pubbliche, nelle more dell'adozione da parte delle regioni di specifiche norme tecniche per la progettazione esecutiva degli interventi negli edifici scolastici, al fine di consentirne la piena fruibilità dal punto di vista acustico, prevedono, nelle gare d'appalto per l'incremento dell'efficienza energetica delle scuole e comunque per la loro ristrutturazione o costruzione, l'impiego di materiali e soluzioni progettuali idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici dalla norma UNI 11367:2010 e dalla norma UNI 11532:2014

Il DECRETO 11 gennaio 2017 **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili ha introdotto** specifici valori dei requisiti acustici passivi da rispettare nell' «Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici» (allegato 2 punto 2.3.5.6), adeguando i criteri individuati dal DPCM 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici e passivi degli edifici", in relazione allo stato dell'arte degli standard di buona tecnica in materia.

In particolare il Decreto 11 Gennaio 2017 richiede che i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio corrispondano almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e le scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B alla norma UNI 11367.

Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532.

I descrittori acustici da utilizzare sono:

- quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari;

- **almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532**.

Verifica:

Il progettista deve dare evidenza del rispetto del criterio, sia in fase di progetto iniziale che in fase di verifica finale della conformità, conseguendo rispettivamente un progetto acustico e una relazione di conformità redatta tramite misure acustiche in opera, che attestino il raggiungimento della classe acustica prevista dal criterio e i valori dei descrittori acustici di riferimento ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444, UNI 11532.

Il rispetto del valore del Tempo di Riverbero prescritto da tali normative per gli edifici scolastici è richiesto per garantire l'intelligibilità della conversazione verbale senza dover ricorrere a comunicazione verbale con voce alterata, e ridurre nel contempo l'esposizione a rumore prodotto nell'ambiente da sorgenti interne (comunicazione verbale o macchinari).

In particolare il conseguimento del requisito è indispensabile per consentire condizioni acustiche idonee presso:

¥ Sale mense;

¥ Sale giochi, palestre, auditorium, aule didattiche.

Descrizione e modalità d'uso del Calcolatore on Line

Il calcolatore on line consente di stimare il tempo di riverbero di un locale sulla base delle caratteristiche costruttive: dimensioni e materiale costruttivo, rendendo agevole il confronto con i valori limite. Il metodo è appropriato per tipici ambienti comunitari (esempio edifici scolastici, sale giochi, uffici etc.) ma non è indicato per ambienti di geometria irregolare o molto ampi quali ad esempio teatri o capannoni industriali.

Il programma è basato sulle metodiche indicate dalla norma UNI EN 12354-6-2006. La norma non dichiara l'incertezza del metodo, in quanto questa dipende da molteplici fattori legati alla geometria e dimensione dei locali, ai materiali costruttivi etc.

Dalla validazione ad hoc del metodo condotta dal Laboratorio Agenti Fisici della USL Toscana Sud Est di Siena su un campione di 36 edifici in locali di dimensioni comprese tra 150 m3 e 2000 m3 è emerso che lo scarto massimo tra valori misurati e valori stimati dal metodo risulta essere:

-minore di 0,5 s per tempi di riverbero stimati compresi tra 1,5 s e 2 s

-minore di 0,8 s per tempi di riverbero stimati compresi tra 2,5 e 4,5 s

Il calcolatore contiene una banca dati materiali da costruzione, dove sono presenti i coefficienti di assorbimento acustico in bande di ottava dei materiali più comuni usati in edilizia, inclusi i materiali riportati all'appendice B della norma UNI EN 12354-6-2006. Sono stati altresì inseriti i più comuni materiali con particolari caratteristiche di fonoassorbimento disponibili in commercio. (fonte: documento approvato dalla Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro il 28 novembre 2012 METODOLOGIE E INTERVENTI TECNICI PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO)

Il calcolatore può pertanto essere utile sia in fase di verifica di progetto, sia in fase di vigilanza, per poter individuare in maniera agevole le situazioni non conformi ai requisiti acustici prescritti dalla normativa.

Grazie al data base di materiali fonoassorbenti in esso contenuto, lo strumento di calcolo può essere altresì utile per valutare possibili interventi di bonifica acustica in locali esistenti: ad esempio può essere sostituito il materiale del soffitto con materiale fonoassorbente scelto dal menu a tendina e quindi ripetendo il calcolo del tempo di riverbero, può essere ottenuta una stima rapida dell'idoneità dell'intervento ipotizzato.

INSERIMENTO DATI E RISULTATI

All'utente viene inizialmente richiesto di scegliere il tipo di ambiente.

Gli ambienti selezionabili sono: aule, mense, palestre e piscine

Viene quindi richiesto di inserire le dimensioni del locale in metri: lunghezza, larghezza ed altezza.

Successivamente l'utente dovrà specificare il materiale costruttivo di ciascuna superficie (indicata come "lato N.) nel menu a tendina della tabella di inserimento dati riportata in basso nel seguito.

E' da considerare che:

le superfici denominate in tabella come "Lato 1" e "Lato 3" si riferiscono alla superficie "Lunghezza" x "Altezza"

le superfici denominate in tabella come "Lato 2" e "Lato 4" si riferiscono alla superficie "Larghezza" x "Altezza"??



Per ciascun lato dovrà essere indicato sia il materiale principale che la superficie che percentualmente questo occupa rispetto all'area totale. Nella riga sottostante andrà specificato il materiale secondario. Qualora sia presente un unico materiale costruttivo, al materiale principale andrà assegnata la percentuale 100%.

Andrà comunque sempre compilata anche la riga sottostante selezionando il materiale secondario, che nel caso specifico sarà lo stesso di quello principale. In tal caso il programma prende in considerazione solo il materiale principale.

N.B. Il programma richiede che vengano sempre selezionati i materiali, sia principale che secondario. Il calcolo non viene effettuato se un materiale risulta "non specificato".

Descrizione del materiale

Superfici		Materiale	Percentuale Materiale principale
Lato 1	Principale	calcestruzzo con intonaco	%
	Secondario	vetrata con lastra di medio spessore (acustica)ATTENZIONE: VA SEMPRE COMPILATO	
Lato 2	Principale	calcestruzzo con intonaco	%
	Secondario	calcestruzzo con intonaco ATTENZIONE: VA SEMPRE COMPILATO	
Lato 3	Principale	calcestruzzo con intonaco	%
	Secondario	vetrata con lastra di medio spessore (acustica) ATTENZIONE: VA SEMPRE COMPILATO	
Lato 4	Principale	calcestruzzo con intonaco	%
	Secondario	calcestruzzo con intonaco ATTENZIONE: VA SEMPRE COMPILATO	
Soffitto	Principale	calcestruzzo con intonaco	%
	Secondario	calcestruzzo con intonaco ATTENZIONE: VA SEMPRE COMPILATO	
Pavimento	Principale	Marmo	%
	Secondario	Marmo ATTENZIONE: VA SEMPRE COMPILATO	

Clicca per ingrandire l'immagine

Il calcolatore fornisce in uscita il valore del tempo di riverbero nelle bande di ottava tra 125 e 4000 Hz, calcolato, ad ogni ottava, secondo la formula di Arau (appendice B UNI 11532:2014):

$$T = \left[\frac{0{,}16V}{-S \cdot \ln(1-\alpha_x)}\right]^{\frac{x}{S}} \left[\frac{0{,}16V}{-S \cdot \ln(1-\alpha_y)}\right]^{\frac{y}{S}} \left[\frac{0{,}16V}{-S \cdot \ln(1-\alpha_z)}\right]^{\frac{z}{S}}$$

dove V ed S sono rispettivamente volume e superficie totale dell'ambiente; x,y e z sono le superfici complessive della coppia di pareti opposte ed orientate sullo stesso asse; x, y, z sono i coefficienti di assorbimento acustico medi della coppia di superfici opposte ed orientate sullo stesso asse.

Il tempo di riverbero così calcolato viene confrontato con i valori ottimali dell'appendice C3 della UNI 11367 in funzione del tipo di ambiente inserito.

Inoltre, il calcolatore esegue anche un controllo su ogni singola banda tra 250 e 4000 Hz. Sono possibili i seguenti risultati:

Condizione	**Risultato valutazione**
Il valor medio del riverbero nelle bande a 500Hz e 1000Hz risulta differire meno del 20% da quello ottimale ed il tempo di riverbero in ogni banda fra 250Hz e 4000Hz risulta inferiore a 1.2 volte il tempo di riverbero ottimale	Conforme ai requisiti previsti dalla UNI 11367 per questo tipo di ambiente
Il valor medio del riverbero nelle bande a 500Hz e 1000Hz risulta differire meno del 20% da quello ottimale ma il tempo di riverbero in almeno una banda fra 250Hz e 4000Hz risulta superiore a 1.2 volte il tempo di riverbero ottimale	Il valor medio del tempo di riverbero risulta conforme ai requisiti previsti dalla UNI 11367 per questo tipo di ambiente, ma il tempo di riverbero in almeno una banda, supera quello suggerito dalla UNI 11367
Il valor medio del riverbero nelle bande a 500Hz e 1000Hz risulta differire più del 20% da quello ottimale	Non conforme ai requisiti previsti dalla UNI 11367 per questo tipo di ambiente

Fonte: PAF

Questo articolo è pubblicato sotto una Licenza Creative Commons.