

PROVE SPERIMENTALI PER VALUTARE LA QUALITÀ ACUSTICA DI ALCUNE AULE ALL'INTERNO DEGLI ISTITUTI SCOLASTICI PAVESI FOSCOLO, CARDANO, VOLTA.

Andrea Cerniglia (1), Paolo Affini(2), Gelsomina Di Feo (3), Alessandro Marzi(4), Silvia Quatrini(5), Giancarlo Rossi(6)

- 1) ACCON Italia Srl, San Genesio ed Uniti, andrea.cerniglia@acon.it
2) Paolo Affini, Pavia, paoloaffini@libero.it
3) Gelsomina di Feo, Milano, gelsominafeder.difeo01@universitadipavia.it
4) Alessandro Marzi, Pavia, a.marzi@aemstudio.net
4) Altereco sas, Pavia, quatrini@alterecosas.it
6) Giancarlo Rossi, Pavia, soleilevent@alice.it

SOMMARIO

Per studiare la qualità acustica in ambiente scolastico, è stato rilevato il tempo di riverberazione di alcune aule campione di tre istituti superiori pavese (Liceo Classico Foscolo, Istituto Tecnico Cardano, Istituto d'Istruzione Superiore Volta). La prima scuola è ospitata in un edificio storico, un ex convento della fine del '400, le altre due sono invece collocate in edifici moderni, costruiti rispettivamente nel 1968-1970 e a metà degli anni '80. I risultati delle misure sono messi a confronto.

1. Introduzione

La cattiva acustica nelle aule scolastiche comporta difficoltà nell'apprendimento, peggiorando di conseguenza il rendimento degli studenti; tale situazione rende inoltre particolarmente difficoltoso il già arduo compito dei docenti. La maggioranza delle scuole italiane registra caratteristiche acustiche non adeguate, inferiori rispetto alla media europea.

Tralasciando gli aspetti legati all'isolamento acustico ed al rumore degli impianti, gli altri parametri che caratterizzano 'la bontà' acustica di un'aula contemplano l'indice di chiarezza C_{50} , lo STI, il tempo di riverberazione; nello studio specifico è stato considerato quest'ultimo parametro.

La norma UNI 11367 prevede tempi di riverberazione per le aule scolastiche non occupate con volumetria inferiore a 250 m^3 , compresi tra 0,5 e 0,8 secondi.

2. Organizzazione delle prove

Per lo studio sono stati scelti tre istituti di tipologia diversa: un edificio storico del '400, un edificio della fine anni '70 ed un edificio della metà degli anni '80. In ogni edificio sono stati misurati i tempi di riverberazione di almeno tre diverse aule. Tutte le misure sono state eseguite con la presenza di due tecnici all'interno dell'ambiente, eccitando quest'ultimo per mezzo di un clappatore in condizioni di rumore di fondo estremamente contenuto, e rilevando i decadimenti per mezzo di fonometro impostato con campionamento degli spettri pari a 20 ms.

Il tempo di riverberazione è stato calcolato per tre diverse coppie di posizione sorgente-fonometro, avendo avuto l'accortezza di mantenere una distanza minima tra ogni punto di rilievo e la parete più vicina non inferiore ad un metro, ed una distanza minima tra la sorgente ed il punto di rilievo non inferiore a due metri; per ognuna delle tre posizioni di eccitazione sono stati generati tre impulsi distanziati di alcuni secondi uno dall'altro.

Per ogni aula sono state inoltre recuperate le planimetrie e sono stati annotati tutti i dati rilevati in loco utili alla completa caratterizzazione dell'ambiente in prova.

3. Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati è stata eseguita utilizzando l'integrazione a ritroso di Schroeder, avendo avuto l'accortezza di verificare l'oggettiva rispondenza della retta di decadimento calcolata dal software di elaborazione con la curva originale, correggendo manualmente in qualche caso la pendenza della retta di decadimento (l'operazione si è resa necessaria in qualche caso, alle frequenze più basse).

In aggiunta a quanto sopra sono stati realizzati e distribuiti anche alcuni questionari a docenti ed alunni, con l'intento di correlare i tempi di riverberazione misurati, con una valutazione soggettiva relativa alla comparazione dell'acustica delle diverse aule provate in ogni istituto; i risultati dei questionari sono attesi a breve.

4. Risultati sperimentali

Di seguito vengono riportati i risultati di alcune misurazioni rappresentative dei rilievi effettuati.

4.1 Liceo Classico Foscolo

In figura 1 è mostrata un'aula con soffitto a botte affrescato di altezza pari a 4,9 m.



Figura 1 – Aula del Liceo Foscolo con soffitto a botte

Il grafico di figura 2 mostra il tempo di riverberazione relativo all'aula di figura 1.



Figura 2 – Tempo di riverberazione relativo all'aula di figura 1

Dal grafico si evince un tempo di riverberazione di oltre 3 secondi alle frequenze più basse, che si attesta a poco meno di 2 secondi a 500 Hz e non scende in nessun caso al di sotto di 1.5 secondi. Le altre aule della scuola, seppur con alcuni distinguo, presentano andamenti analoghi e tempi di riverberazione ampiamente superiori rispetto alle indicazioni della UNI 11367.

4.2 Istituto Tecnico Cardano

L'istituto Cardano presenta aule con altezza limitata a 3.5 metri, ma caratterizzate da ampie superfici vetrate. La figura 3 mostra una delle aule dell'edificio.



Figura 3 – Aula dell'istituto Cardano

Il grafico di figura 4 mostra il tempo di riverberazione relativo all'aula di figura 3.

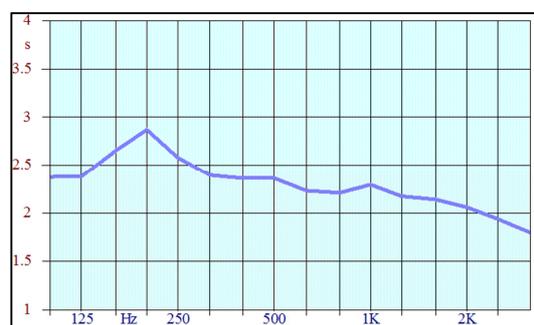


Figura 4 – Tempo di riverberazione relativo all'aula di figura 3

In questo caso il tempo di riverberazione alle frequenze più basse è inferiore a quanto registrato nel caso precedente, mentre manifesta un valore superiore alla frequenza di 500 Hz; anche in questo caso il TR non scende mai al di sotto di 1.5 secondi.

In un'altra Aula Laboratorio, di dimensioni maggiori rispetto a quella appena mostrata (350 m³ contro 106 m³) la presenza di un soffitto in lastre di policarbonato e di tende alle finestre (apertura ~30%) evidenzia un miglioramento come mo-

strato nel grafico di figura 5 (il TR@500 Hz passa da 2.36s con tende aperte al ~30% a 1.40s con tende completamente chiuse).



Figura 5 – Tempo di riverberazione Aula Laboratorio

4.3 Istituto per Geometri Volta

Le aule dell'Istituto Volta presentano un'altezza di 3 metri, superfici vetrate più contenute e soffitti in materiale poroso o con doghe. La figura 6 mostra una delle aule in prova.



Figura 6 – Aula dell'Istituto Volta

Il grafico di figura 7 è relativo al tempo di riverberazione dell'aula di figura 6. A 500 Hz il TR è di 1.18 secondi,



Figura 6 – Tempo di riverberazione relativo all'aula di figura 6

5. Considerazioni comparative conclusive

Le aule dell'Istituto Foscolo sono penalizzate dal volume maggiore dovuto alla grande altezza (sono aule ricavate da ambienti della fine del '400, ovviamente non nati per lo scopo specifico), e sono completamente prive di accorgimenti mirati al contenimento della riverberazione.

Le aule dell'Istituto Cardano, di altezza inferiore, sono penalizzate dalle ampie vetrate (per contro godono di eccellenti luminosità).

Le aule dell'Istituto Volta presentano TR inferiori rispetto agli altri istituti, anche grazie ai soffitti realizzati con materiale acusticamente assorbente ed alle superfici vetrate più contenute.