

INFLUENZA DI DIVERSI MATERIALI DI FACCIATA SULL' ACUSTICA DI UNO SPAZIO URBANO

*Original*

INFLUENZA DI DIVERSI MATERIALI DI FACCIATA SULL' ACUSTICA DI UNO SPAZIO URBANO / Calleri, Cristina; Shtrepi, Louena. - ELETTRONICO. - (2017). ( 44° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica Pavia 7-9 giugno 2017).

*Availability:*

This version is available at: 11583/2677779 since: 2017-07-31T11:07:48Z

*Publisher:*

Associazione Italiana di Acustica

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

## INFLUENZA DI DIVERSI MATERIALI DI FACCIATA SULL'ACUSTICA DI UNO SPAZIO URBANO

Cristina Calleri (1), Louena Shtrepi (2)

1) DAD – Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino, Torino, [cristina.calleri@polito.it](mailto:cristina.calleri@polito.it)

2) DENERG – Dipartimento Energia, Politecnico di Torino, Torino, [louena.shtrepi@polito.it](mailto:louena.shtrepi@polito.it)

### SOMMARIO

Il presente studio indaga l'influenza di facciate con diverse proprietà di fonoassorbimento e di sound scattering sulle caratteristiche acustiche di una piccola piazza urbana e sulla percezione dell'ampiezza dello spazio da parte di alcuni ascoltatori, sulla base del solo stimolo uditivo. Lo studio è parte di un più ampio lavoro, il cui scopo è ampliare la consapevolezza di come differenti scelte architettoniche possano influenzare l'ambiente esterno sotto molteplici aspetti.

### 1. Introduzione

Numerosi studi hanno riconosciuto una crescente importanza della percezione multisensoriale degli spazi urbani da parte degli utenti [1], all'interno della quale l'udito gioca un ruolo fondamentale, dovuto alla sua qualità immersiva.

I primi studi pionieristici sull'ambiente sonoro furono, negli anni Sessanta e Settanta, quelli di Michael Southworth, collaboratore di Lynch al Massachusetts Institute of Technology [2] e quelli condotti dal World Soundscape Project, che portarono all'introduzione del termine *Soundscape* [3]. Da allora, numerosi studi si sono concentrati sul *Soundscape* e sulla creazione di modelli che possano portare ad una sua caratterizzazione in termini oggettivi, in modo da essere di indicazione per attori come municipalità e urban planners. Tuttavia, molti di essi si sono focalizzati sulla tipologia di sorgenti sonore [4] o sulla definizione di qualità estetico-percettive del paesaggio sonoro [5], non guardando all'influenza che morfologia e materiali di edifici e spazi urbani possono avere sull'ambiente sonoro.

Inoltre, l'involucro edilizio è solitamente studiato in relazione al fono isolamento degli ambienti interni [6] e l'utilizzo di materiali fonoassorbenti in esterno è stato indagato finora in relazione alla riduzione dei livelli di rumore da traffico [7].

Tuttavia, poiché studi precedenti sull'ambiente interno hanno dimostrato che le caratteristiche delle superfici di un ambiente può influenzare la percezione delle dimensioni dell'ambiente stesso [8], si è considerata opportuna una simile indagine in ambiente urbano, nel contesto di un più ampio studio sull'influenza delle scelte architettoniche sull'ambiente sonoro esterno.

### 2. Metodologia

Lo spazio analizzato è Largo Saluzzo, una piazza ottagonale con un'area di circa 2000 m<sup>2</sup>, situata a Torino. Lo studio è stato condotto mediante simulazioni ed auralizzazioni realizzate con il software Odeon (v.13). In figura 1 sono riportate un'immagine aerea della piazza ed il modello utilizzato in Odeon.



Figura 1 – Immagine aerea di Largo Saluzzo e modello utilizzato per le simulazioni Odeon.

I coefficienti di fono assorbimento e di sound scattering dei materiali utilizzati nel modello sono stati derivati da un'analisi della letteratura esistente ed il modello è stato tarato con misure effettuate in-situ, in accordo con la norma ISO 3382-1:2009 [9], già usata da precedenti studi come riferimento per misurazioni in ambienti urbani circondati da edifici [10,11].

In seguito alla taratura del modello, i coefficienti delle facciate sono quindi stati variati nella modalità seguente: materiale riflettente (mattoni intonacati, corrispondenti allo stato di fatto) [12], materiale con medio assorbimento (calcestruzzo grezzo) [12], materiale con alto assorbimento (parete verde) [13]. Per ognuno dei tre materiali, i coefficienti di scattering della facciata è stato inoltre variato tra 0,1, 0,5 e 0,9, sulla base di indicazioni di letteratura su spazi interni [14], ottenendo un totale di 9 differenti scenari.

Al fine di effettuare le simulazioni nei diversi scenari, sono stati inseriti nella piazza due ascoltatori, posti rispettivamente al centro (posizione A) ed in un angolo della piazza (posizione B), ad un'altezza di 1,60 m da terra. Per ognuno dei ricevitori, inoltre, sono state testate due diverse posizioni della sorgente sonora: una sorgente posta al lato opposto della piazza rispetto all'ascoltatore B, simulando quindi un suono non auto-emesso ed una sorgente posta di fronte all'ascoltatore, a 60 cm da esso, simulando quindi un suono emesso dall'ascoltatore stesso.

La sorgente inserita in ODEON (v.13) è una sorgente omnidirezionale, caratterizzata utilizzando lo spettro emissivo di un clappatore [15].

Il totale delle simulazioni effettuate è quindi di 36, corrispondente a 2 ricevitori x 2 posizioni sorgente x 9 scenari. In figura 2 vengono riportate le posizioni di sorgenti e ricevitori all'interno della piazza.

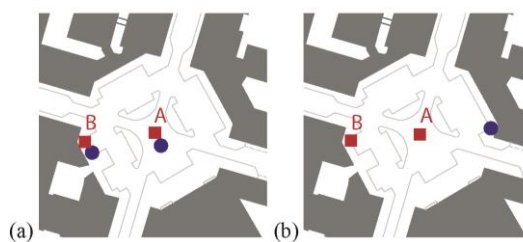


Figura 2 – posizione di sorgenti e ricevitori nel caso di suono autoemesso (a) e non autoemesso (b)

Al fine di valutare l'effetto dei diversi scenari sulla percezione uditiva degli ascoltatori, sono state quindi realizzate le auralizzazioni, utilizzando il suono anecoico del clappatore. Al

test hanno partecipato 31 volontari, ognuno dei quali ha riportato un udito nella norma in seguito ad un test audiometrico. Il test, realizzato con la piattaforma online Survey Anyplace, è stato svolto nella camera anecoica del Politecnico di Torino (rumore di fondo 17.3 dB  $L_{Aeq}$ ). Durante il test, in seguito ad un breve training, sono state presentate ai partecipanti le 36 tracce risultanti dalle auralizzazioni realizzate in ODEON (v.13) e, per ognuna di esse, è stato richiesto di valutare in una scala da 1 a 5 l'ampiezza percepita dell'ambiente.

### 3. Risultati

In tabella 1 vengono riportati i valori relativi all'SPL ed al tempo di riverberazione  $T_{30}$  per i 9 scenari ipotizzati, nel caso di ascoltatore A e B, per suono autoemesso (AE) e non autoemesso (NAE) rispettivamente.

Tabella 1 – valori di SPL e  $T_{30}$ . Per ogni posizione di sorgente ed ascoltatore, il grafico riporta i valori per i 9 diversi scenari, come da legenda

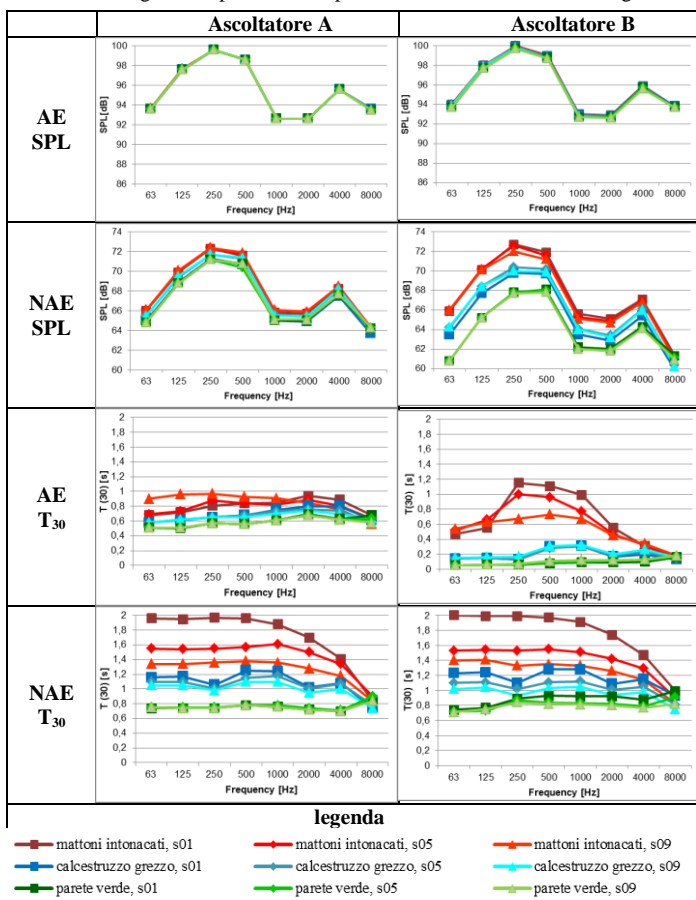


Tabella 2 – media dei punteggi risultanti dai test di ascolto

		Scattering 0.1		Scattering 0.5		Scattering 0.9	
		asc A	asc B	asc A	asc B	asc A	asc B
Mattoni intonacati	AE	3,16 (1,16)	3,29 (0,94)	3,23 (0,92)	3,19 (0,75)	2,77 (0,92)	2,94 (1,03)
	NAE	4,35 (0,91)	4,45 (0,77)	3,87 (0,99)	3,45 (0,93)	3,42 (1,03)	3,32 (0,87)
Calcestruzzo grezzo	AE	2,77 (1,17)	2,32 (1,17)	2,81 (1,08)	2,42 (0,35)	2,35 (1,05)	2,26 (0,82)
	NAE	2,58 (0,89)	2,39 (0,92)	3,03 (1,17)	2,77 (0,95)	3,00 (1,21)	2,58 (0,67)
Parete verde	AE	1,77 (0,92)	1,81 (0,87)	2,00 (1,06)	1,87 (1,12)	1,90 (0,87)	1,58 (0,89)
	NAE	2,61 (1,26)	2,16 (0,78)	2,61 (1,09)	2,32 (0,91)	2,35 (0,95)	2,16 (0,90)

La tabella 2 riporta i valori medi risultanti dalle valutazioni dei test soggettivi, con le relative deviazioni standard.

### 4. Conclusioni

Il presente studio ha indagato l'effetto di facciate con diversi coefficienti di assorbimento e scattering sulle caratteristiche acustiche di uno spazio urbano e sulla percezione di tale spazio da parte degli ascoltatori.

I risultati hanno evidenziato che, nel caso di un suono impulsivo autoemesso dall'ascoltatore, le proprietà delle facciate non influenzano l'SPL calcolata nel punto dell'ascoltatore, prevalendo il suono diretto sulle riflessioni, mentre hanno un'influenza sul  $T_{30}$ , soprattutto per la posizione dell'ascoltatore in un angolo della piazza. Nel caso di suono impulsivo non autoemesso, l'SPL viene influenzata dall'assorbimento della facciata nel caso della posizione dell'ascoltatore posto all'angolo della piazza ed il  $T_{30}$  viene influenzato per entrambe le posizioni degli ascoltatori.

I risultati dei test soggettivi evidenziano una probabile influenza del coefficiente di assorbimento delle facciate sull'ampiezza percepita dell'ambiente. Anche la posizione della sorgente pare essere influente, soprattutto nel caso di parete molto riflettente o molto assorbente. Un primo paragone tra dati oggettivi e soggettivi porta ad ipotizzare un'effettiva influenza del tempo di riverberazione sull'ampiezza percepita dell'ambiente, in accordo con studi precedenti [8]. Tuttavia, una più approfondita analisi statistica dei risultati dei test soggettivi è in previsione. Inoltre, essendo i parametri sinora utilizzati specifici per l'acustica degli ambienti interni, ulteriori ricerche sono auspicabili per correlare i dati soggettivi con parametri oggettivi più adatti alla descrizione di ambienti esterni.

Una simile ricerca potrebbe essere infatti di utilità particolare per quegli utenti che si basano su sensi altri rispetto alla vista per orientarsi nella città, in un'ottica di design urbano maggiormente inclusivo.

### 5. Bibliografia

- [1] Schams, L., & Kim, B. Crossmodal influence on visual perception. *Physics of Life Reviews*, 7(2010), pp. 269 - 284
- [2] Southworth, M. *The Sonic Environment of Cities*. (M. T. Planning, Ed.) Massachusetts Institute of Technology, Boston, 1967
- [3] Murray Schafer, R. *The Tuning of the World*. Knopf, New York, 1977
- [4] Brown, A., Kang, J., & Gjestland, T. Towards standardization in soundscape preference assessment. *Applied Acoustics*, 72 (2011), pp. 387 - 392
- [5] Axelsson, O., Nilsson, M., & Berglund, B. A principal components model of soundscape perception. *J. Acoust. Soc. Am.*, 128(5) (2010), pp. 2836 - 2846
- [6] Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L., Bures, S., Alvaro, J., et al. Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. *Applied Acoustics*, 89 (2015), pp. 46 - 56.
- [7] Van Renterghem, T., Botteldooren, D. Reducing the acoustical façade load from road traffic with green roofs. *Building and Environment*, 44(4) (2009), 1081-1087
- [8] Chmelick, V. *Principles of inclusive design in architecture and room acoustics*. Doctoral thesis, Slovak university of Bratislava; 2013
- [9] ISO 3382-1:2009. *Acoustics - Measurement of room acoustic parameters - Part1: performance spaces*
- [10] Iannace G. The use of historical courtyards for musical performances. *Building Acoustics*, 23(3-4) (2016), pp. 1 - 16.
- [11] Thomas P., Van Renterghem, T., Botteldooren D. Using room acoustical parameters for evaluating the quality of urban squares for open-air rock concerts. *Applied Acoustics*. 27 (2011), pp. 210 - 220
- [12] Cox T. & D'Antonio, P. *Acoustic Absorbers and Diffusers*. New York: Taylor & Francis; 2009
- [13] Yang H. S., Kang J., Cheal K. Random-Incidence Absorption and Scattering Coefficients of Vegetation. *ACTA Acustica United With Acustica*, 99(3) (2013), pp. 379 - 388
- [14] Shtrepi, L., Astolfi, A., Pelzer, S., Vitale, R., Rychtarikova, M.. Objective and perceptual assessment of the scattered sound field in a simulated concert hall. *J. Acoust. Soc. Am.*, 138(3) (2015), pp.1485 - 1497.
- [15] Armani, A., Clappatore. *Eccitazione con sorgente impulsiva*. Spectra s.r.l., Arcore, 2009.