POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Soluzioni di progettazione per ottimizzare i requisiti acustici degli uffici open-space

Original
Soluzioni di progettazione per ottimizzare i requisiti acustici degli uffici open-space / Caradonna, R., Astolfi, A.. - ELETTRONICO. - (2024). (50° Convegno Nazionale Taormina 29-31 maggio 2024).

Availability:
This version is available at: 11583/2990320 since: 2024-07-03T13:24:25Z

Publisher:
AIA Associazione Italiana 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)

26 November 2026

Associazione Italiana di Acustica
50° Convegno Nazionale
Taormina, 29-31 Maggio 2024

SOLUZIONI DI PROGETTAZIONE PER OTTIMIZZARE I REQUISITI ACUSTICI DEGLI UFFICI OPEN- SPACE

Riccardo Caradonna (1), Arianna Astolfi (2)

(1) Politecnico di Torino, Torino, riccardo_caradonna@polito.it
(2) Politecnico di Torino, Torino, arianna.astolfi@polito.it

SOMMARIO

Lo studio si concentra sull'ottimizzazione dell'ambiente acustico negli uffici open-space. Utilizzando la norma ISO 3382-3 come riferimento, vengono esaminate diverse soluzioni progettuali mediante simulazioni, testando varie configurazioni di schermi, cubicoli, soffitti e assorbimento delle pareti. L'obiettivo è identificare le soluzioni che soddisfano al meglio i requisiti acustici per diverse attività lavorative specifiche.

1. Introduzione

L'ufficio open-space è uno spazio ampio e aperto in cui molte persone possono lavorare contemporaneamente in postazioni definite. Tuttavia, il rumore e la mancanza di privacy sono spesso fonti di insoddisfazione in questi ambienti, principalmente a causa del parlato dei colleghi. Una progettazione acustica inadeguata degli uffici è una delle cause principali della percezione di rumore. Inoltre, la mancanza di privacy acustica ostacola conversazioni confidenziali [1].

Questo studio si propone di offrire una guida alla progettazione di uffici open-space per garantire un comfort acustico ottimale. I criteri di valutazione della qualità acustica di un ufficio sono delineati nella norma UNI ISO 3382-3:2022 [2]. Lo scopo è quello di studiare le soluzioni progettuali che ottimizzano i requisiti acustici della norma ISO 3382-3 per specifiche attività lavorative come quelle definite nella norma ISO 22955 [3]. La metodologia comprende misurazioni in un ufficio open-space e simulazioni basate su algoritmi di acustica geometrica di diverse soluzioni progettuali basate su una matrice di configurazioni acustiche.

2. Il caso studio

Il caso studio è un ufficio open-space di 50 m^2 situato in un edificio bancario italiano, che accoglie 12 postazioni di lavoro. L'altezza dell'ufficio è di 3,2 metri e il suo volume è di 162 m^3. Le attività svolte nell'ufficio comprendono sia lavori collaborativi che non collaborativi.

3. Metodologia

3.1 Misure e calibrazione

Le misurazioni acustiche sono state condotte seguendo la normativa ISO 3382-3 e sono state eseguite nell'edificio vuoto. Il livello di potenza sonora della sorgente è stato valutato in una camera riverberante conformemente alla norma ISO 3741 [4]. I parametri acustici misurati, descritti nella norma ISO3382-3, includono il decadimento spaziale del livello di pressione sonora del parlato al raddoppio della distanza ($D_{2,S}$), il livello di pressione sonora ponderato A a 4 metri dalla sorgente ($L_{p,A,S,4m}$), il livello di rumore di fondo ponderato A ($L_{p,A,B}$), la distanza di distrazione (r_d) e la distanza di comfort (r_c). Oltre a questi parametri descritti nella norma, sono stati misurati anche i valori di indice di trasmissione del parlato (STI) e il tempo di riverberazione (T30). Le simulazioni acustiche sono state condotte utilizzando il software Odeon 17 [5]. Prima di procedere alle simulazioni, è stata eseguita una calibrazione del modello, basata sulle misurazioni acustiche effettuate sul campo. A tal fine, sono stati assegnati i coefficienti di assorbimento e scattering dei materiali utilizzati nell'ambiente simulato.

3.2 La matrice di progettazione acustica

Una revisione della letteratura sulle moderne tendenze di progettazione degli uffici open space ha suggerito l'inclusione di elementi d'arredo con proprietà acustiche come pannelli a parete, soffitti acustici e soffitti acustici sospesi, schermi fra postazioni a diversa altezza e con diverse configurazioni e baffles a soffitto.

È stata sviluppata una matrice di progettazione acustica che includeva trenta combinazioni tra i diversi elementi acustici selezionati. Gli elementi utilizzati per la matrice sono descritti in tabella1. Questo metodo offre intuizioni sulle scelte ottimali per il design dell'ufficio basate sui risultati ottenuti.

Tabella 1 - Caratteristiche degli elementi che compongono le configurazioni della matrice di progettazione acustica.

T1	Scrivania senza nessuno schermo acustico
T2	Scrivania con schermo acustico frontale e laterale di 1.5m
T3	Scrivania con schermo acustico frontale e laterale di 1.7m
T4	Cubicolo di altezza 1.5 m
T5	Cubicolo di altezza 1.7 m
C1	Controsoffitto acustico
C2	Controsoffitto acustico con baffle
C3	Controsoffitto acustico con elementi acustici sospesi
W1	Pareti con pannelli acustici assorbenti
W2	Pareti senza pannelli acustici assorbenti

Tutti gli elementi indicati sopra sono stati modellati in 3D e utilizzati in combinazione tra loro creando una matrice di 30 possibili configurazioni che sono state simulate attraverso il software GA Odeon 17. Nella tabella 2 è possibile vedere tutte le combinazioni che compongono la matrice di progettazione acustica.

Tabella 2 - Matrice delle 30 configurazioni acustiche testate.

	T1		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**	
C1	T1 C1 W1	T1 C1 W2	T2 C1 W1	T2 C1 W2	T3 C1 W1	T3 C1 W2	T4 C1 W1	T4 C1 W2	T5 C1 W1	T5 C1 W2
C2	T1 C2 W1	T1 C2 W2	T2 C2 W1	T2 C2 W2	T3 C2 W1	T3 C2 W2	T4 C2 W1	T4 C2 W2	T5 C2 W1	T5 C2 W2
C3	T1 C3 W1	T1 C3 W2	T2 C3 W1	T2 C3 W2	T3 C3 W1	T3 C3 W2	T4 C3 W1	T4 C3 W2	T5 C3 W1	T5 C3 W2
	W1	**W2**	**W1**	**W2**	**W1**	**W2**	**W1**	**W2**	**W1**	**W2**

4. Risultati

Tutte le configurazioni sono state modellate e analizzate tramite il software di simulazione GA Odeon 17.

La tabella 3 mostra, per ogni configurazione della matrice, i risultati ottenuti dalla simulazione per ogni parametro. I valori

ISBN: 978-88-88942-69-8

di riferimento per i parametri acustici riportati nella tabella sono stati suddivisi in tre categorie, ovvero verde (buono), giallo (discreto) e rosso (scarso), sulla base delle norme e della letteratura. In particolare, i parametri r_c, r_d, $D_{2,s}$ e $L_{p,A,S,4m}$ fanno riferimento alla norma ISO 3382-3, T30 fa riferimento alla norma AFNOR NF S31-080 [6], mentre STI fa riferimento a [7].

I risultati mostrano la tendenza a ottenere valori migliori per alcuni parametri in corrispondenza di alcune configurazioni di progettazione acustica che includono schermi più alti tra le postazioni di lavoro. In particolare, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- i valori di r_d sono generalmente buoni, ad eccezione delle configurazioni prive di qualsiasi forma di schermatura (T1);
- i valori di r_c mostrano che la presenza o l'assenza di schermi è importante per discriminare tra valori buoni e scarsi, raggiungendo i valori migliori in presenza di cubicoli (T4 e T5);
- i valori di $D_{2,s}$ sono per lo più scarsi. Si evidenziano variazioni in base all'altezza degli schermi (T5);
- i valori di $L_{p,A,S,4m}$ mostrano l'impatto degli schermi, con le configurazioni a cubicolo (T4 e T5) che danno costantemente buoni risultati;
- i risultati di T30 mostrano che la presenza di pannelli alle pareti (W1) tende a dare risultati migliori;
- i valori di STI mostrano che le configurazioni con cubicoli (T4 e T5) danno costantemente i risultati migliori, anche se i valori buoni non vengono mai raggiunti.

Nel complesso, gli schermi alti si dimostrano i più efficaci. L'uso di elementi assorbenti sospesi (C3) non garantisce risultati superiori rispetto ai baffle acustici (C2).

5. Conclusioni

Questo studio mira a fornire indicazioni per la progettazione di uffici open-space al fine di garantire un ottimo comfort acustico. Le misurazioni acustiche sono state condotte in un piccolo ufficio open-space con 12 postazioni di lavoro, seguendo la norma ISO 3382-3. Successivamente, sono state eseguite simulazioni acustiche utilizzando il software Odeon 17, per tarare il modello acustico e condurre una serie di simulazioni su trenta configurazioni progettuali basate su una matrice di elementi acustici, come pannelli a parete, soffitti fonoassorbenti, schermi e cubicolo.

I risultati mostrano come i parametri suggeriti nella norma ISO3382-3 sembrino essere molto restrittivi. Le configurazioni migliori risultano avere la presenza di alte barriere come schermi o strutture più chiuse come cubicoli. Tuttavia, per altri parametri, nessuna configurazione è stata in grado di raggiungere valori soddisfacenti. Le configurazioni migliori descrivono tuttavia spazi di lavoro non collaborativi, per via degli schermi alti e dei cubicoli. La necessità di avere tipologie di spazi di lavoro collaborativo comporta inequivocabilmente a valori dei parametri acustici definiti scarsi. I risultati mostrano che anche i valori richiesti dalla norma ISO 22955, differenti per tipologia di lavoro, non sono sempre raggiunti e che è necessario condurre ulteriori ricerche per definire i migliori parametri acustici per le diverse attività in un ufficio open-space e il valore ottimale di tali parametri.

Tabella 3 - Risultati di tutti i parametri delle 30 configurazioni della matrice di progettazione.

	T1		T2		T3		T4		T5	
	r_d (distanza di distrazione) [m] Celle verdi: r_d <5 m; Celle verdi: 5 ≤ r_d ≤11 m; Celle rosse: r_d >11 m									
C1	8.7	9.4	3.0	2.2	1.6	3.1	-	-	-	-
C2	8.1	8.3	1.9	2.0	2.9	3.0	-	-	-	-
C3	8.6	9.1	2.5	2.5	2.2	1.9	-	-	-	-
	r_c (distanza di comfort) [m] Celle verdi: r_d <5 m; Celle verdi: 5 ≤ r_d ≤11 m; Celle rosse: r_d >11 m									
C1	34	68.3	6.5	9.4	5.3	7.8	2.8	3.9	2.4	2.8
C2	21	27.0	5.0	5.9	4.4	5.2	2.6	3.0	2.0	2.3
C3	25	31.7	5.6	7.0	4.9	5.8	3.9	3.7	2.6	2.9
	$D_{2,s}$ (Decadimento spaziale del livello di pressione sonora del parlato al raddoppio della distanza) [dB] Celle verdi: $D_{2,s}$ >8 dB; Celle verdi: 5 ≤ $D_{2,s}$ ≤8 dB; Celle rosse: $D_{2,s}$ <5 dB									
C1	3.1	2.5	3.6	3.2	4.1	3.4	3.3	2.4	3.9	3.8
C2	3.6	3.4	4.7	4.3	4.7	4.3	5.3	3.8	5.6	4.4
C3	3.4	3.2	4.3	3.9	4.3	3.9	4.3	4.3	6.1	5.5
	$L_{p,A,S,4m}$ (Livello di pressione sonora ponderato A a 4 metri dalla sorgente) [dB] Celle verdi: $L_{p,A,S,4m}$<48 dB; Celle verdi: 48 ≤ $L_{p,A,S,4m}$ ≤52 dB; Celle rosse: $L_{p,A,S,4m}$>52 dB									
C1	55	55.4	47.6	49.0	46.7	48.3	43.4	44.9	42.1	43.3
C2	54	54.3	46.7	47.5	45.8	46.8	41.8	43.4	39.6	41.5
C3	54	54.7	47.1	48.2	46.5	47.6	40.8	44.6	41.1	42.5
	T30 (Tempo di riverberazione) [s] Celle verdi: T30<0.5 s; Celle verdi: 0.5 ≤ T30 ≤0.6 s; Celle rosse: T30>0.6 s									
C1	0.6	0.9	0.4	0.6	0.5	0.4	0.3	0.7	0.3	0.4
C2	0.4	0.8	0.3	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	1.0
C3	0.5	0.6	0.3	0.4	0.3	0.8	0.2	0.5	0.2	0.3
	STI (Speech Trasmission Index) [-] Celle verdi: STI<0.2; Celle verdi: 0.2 ≤ STI ≤0.6; Celle rosse: STI>0.6									
C1	0.66	0.65	0.46	0.48	0.44	0.47	0.36	0.38	0.33	0.36
C2	0.67	0.66	0.47	0.48	0.45	0.47	0.37	0.38	0.31	0.34
C3	0.68	0.67	0.44	0.45	0.43	0.46	0.35	0.40	0.32	0.35
	W1	**W2**	**W1**	**W2**	**W1**	**W2**	**W1**	**W2**	**W1**	**W2**

6. Bibliografia

[1] Haapakangas A., Hongisto V., Liebl A., *The relation between the intelligibility of irrelevant speech and cognitive performance — A revised model based on laboratory studies*, Indoor Air, 30(6) (2020), pp.1130-1146

[2] BS EN ISO 3382-3:2022 *Acoustic – Measurement of room acoustic parameters. Part 3: Open plan offices*

[3] BS ISO 22955:2021 *Acoustic – Acoustic quality of open plan office spaces*

[4] EN ISO 3741:2010 – *Acoustics. Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure. Precision methods for reverberation test room*

[5] Odeon 17 [2021]. Odeon Acoustics. Retrieved from http://www.odeon.dk, last viewed 2024-04-15

[6] AFNOR NF S 31-080:2006 *Acoustics – Offices and associates areas – Acoustic performance levels and criteria by type of area*

[7] Hongisto V., *A Model predicting the effect of speech of varying intelligibility on work performance*, Indoor Air, 15 (2005)