

Qualità ambientale interna e percezione del comfort negli uffici

Original

Qualità ambientale interna e percezione del comfort negli uffici / Fissore, VIRGINIA ISABELLA; Fasano, Silvia; Puglisi, GIUSEPPINA EMMA; Shtrepi, Louena; Pellegrino, Anna; Astolfi, Arianna. - ELETTRONICO. - (2022). (48° Convegno Nazionale AIA Matera (Italia) 25/05/2022-27/05/2022).

Availability:

This version is available at: 11583/2972566 since: 2022-10-24T15:43:35Z

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)



QUALITÀ AMBIENTALE INTERNA E PERCEZIONE DEL COMFORT NEGLI UFFICI

Virginia Isabella Fissore (1), Silvia Fasano (2), Giuseppina Emma Puglisi (3), Louena Shtrepi (4), Anna Pellegrino (5), Arianna Astolfi (6)

- 1) Politecnico di Torino, Torino, virginia.fissore@polito.it
- 2) Politecnico di Torino, Torino, s.fasano.95@gmail.com
- 3) Politecnico di Torino, Torino, giuseppina.puglisi@polito.it
- 4) Politecnico di Torino, Torino, louena.shtrepi@polito.it
- 5) Politecnico di Torino, Torino, anna.pellegrino@polito.it
- 6) Politecnico di Torino, Torino, arianna.astolfi@polito.it

SOMMARIO

La qualità ambientale interna (domini acustico, termico, visivo e qualità dell'aria) influisce sul comfort degli occupanti. In seguito ad un'analisi di norme, strumenti di certificazione ambientale e letteratura, sono stati simulati lo stato di fatto e il progetto di un ufficio della sede dell'ARPA Valle d'Aosta. Sono stati sviluppati un protocollo e una visualizzazione grafica per individuare un metodo di valutazione e rappresentazione della qualità ambientale interna e del comfort percepito.

1. Introduzione

La qualità ambientale interna negli uffici, che combina le condizioni acustiche, termiche, visive e della qualità dell'aria, influenza significativamente la salute, il comfort e la produttività delle persone. Esistono due approcci complementari per la valutazione delle condizioni ambientali e del comfort degli utenti: il monitoraggio in campo dei parametri dei quattro domini e la raccolta di feedback soggettivi dei lavoratori dell'ufficio (Post-Occupancy Evaluation) [1]. Oggi è possibile raccogliere feedback sul comfort percepito con un'elevata frequenza, utilizzando un telefono, un computer o un tablet [2]. Tuttavia, il dispositivo più adeguato, le domande da sottoporre e la frequenza con cui vengono sottoposte sono ancora oggetto di studio. Infatti, nonostante le norme e gli strumenti di certificazione ambientale (WELL Building Standard, LEED, Protocollo Itaca) forniscano indicazioni sulla qualità ambientale, sul benessere degli utenti e sui consumi energetici degli edifici, non è ancora stata definita una strategia di valutazione unitaria. Inoltre, la percezione del comfort è influenzata da variabili personali (età, genere [3,4], luogo di residenza [5], condizioni socio-economiche e titoli di studio [6]); da variabili di contesto (posizione della postazione di lavoro all'interno dell'ufficio, tipologia di ufficio [3,5] e ore spese all'interno dell'ufficio [5,7]) e da variabili di comportamento dell'utente che non sono oggettivamente quantificabili ma che è necessario considerare per comprenderne la rilevanza. Negli ultimi anni, grazie alle nuove tecnologie che consentono di effettuare campagne di monitoraggio a costi ridotti, sono state sviluppate strategie per la valutazione della qualità ambientale interna e del comfort. Parkinson et al. [8] hanno monitorato i parametri dei quattro domini con un sistema costituito da sensori integrati in un hardware e hanno sviluppato un software per analizzare e visualizzare i dati relativi alle condizioni dell'ambiente.

Questo progetto si pone l'obiettivo di sviluppare un sistema di valutazione della qualità ambientale interna e del comfort percepito, definendo un unico indice in grado di descrivere le condizioni dell'ambiente, e una rappresentazione grafica per analizzare il confronto tra i dati oggettivi e i dati soggettivi, de-

stinandolo a diverse tipologie di utente, dai professionisti nell'ambito della fisica tecnica ai lavoratori dell'ufficio.

2. Metodologia

La prima fase di questo lavoro è stata dedicata alla selezione di parametri e indici dei quattro domini da valutare per determinare le condizioni di comfort negli ambienti ad uso ufficio. La seconda parte del lavoro è stata dedicata alla simulazione e valutazione della qualità ambientale interna dello stato di fatto e del progetto di un ufficio situato al primo piano della sede dell'ARPA Valle d'Aosta a Saint-Christophe (AO). I software utilizzati, i parametri e gli indici simulati sono riassunti nella tabella 1.

Tabella 1 - Elenco dei software utilizzati, dei parametri e degli indici simulati

Software	Parametri e indici simulati	
Odeon	Tempo di riverberazione [s]	T_{30}
Echo 8.1	Isolamento acustico di una parete divisoria [dB]	$D_{n,Tw}$
	Isolamento acustico di facciata [dB]	$D_{2,m,nTw}$
IDA ICE 5.0	Temperatura operativa [°C]	T_{op}
	Predicted mean vote	PMV
	Predicted percentage of dissatisfied [%]	PPD
	Umidità relativa [%]	UR
	Concentrazione di CO ₂ [ppm]	CO ₂
	Fattore di luce diurna medio [%]	FLD _m
	Spatial daylight autonomy [%]	sDA _{300,50%}
	Annual sunlight exposure [%]	ASE _{1000,250h}
DIALux evo	Illuminamento medio mantenuto [lx]	E_m
	Uniformità di illuminamento	U_o
	Indice unificato di abbagliamento	UGR

I dati relativi al rilievo dell'ufficio, al monitoraggio dei parametri fisici (avvenuto nel periodo compreso tra il 18/08/2020 e il 03/09/2020) e ai feedback soggettivi sono stati presi dal lavoro di tesi "Qualità dell'ambiente interno e comfort globale: misure in campo ed analisi nella sede dell'ARPA della Valle d'Aosta" di Niccolò Oggiani [9].

2.1 Simulazione dello stato di fatto

In IDA ICE il modello è stato calibrato tramite la temperatura dell'aria interna e la concentrazione di CO₂. Gli indici



PMV e PPD ottenuti dal software sono stati confrontati con quelli calcolati con i parametri monitorati. Per simulare gli indici FLD_m , $sDA_{300,50\%}$ e $ASE_{1000,250h}$ il piano di misura è stato posizionato a 0.85 m di altezza dal pavimento e 0.5 m di distanza dalle pareti. In DIALux evo sono stati inseriti sei apparecchi di illuminazione con lampade fluorescenti collocati a soffitto, secondo quanto indicato in fase di rilievo, e sono stati simulati gli indici E_m , U_o e UGR. Nel software Odeon è stato usato il T_{30} per la calibrazione del modello. Il software ECHO 8.1 è stato utilizzato per simulare e analizzare il potere fonoisolante delle pareti, calcolando gli indici $D_{2m,nTw}$ e D_{nTw} .

2.2 Simulazione del progetto

Considerando le criticità e le esigenze di tutti i domini è stato sviluppato un progetto caratterizzato dalla realizzazione di un cappotto esterno, coibentazione del tetto, sostituzione dei serramenti esterni, progettazione dell'illuminazione artificiale e del design degli interni. Dal punto di vista termico, è stato necessario migliorare le prestazioni dell'involucro opaco e dei serramenti. Per il calcolo degli indici illuminotecnici le proprietà delle superfici dell'ambiente sono state modificate in relazione alle soluzioni progettuali adottate. In DIALux evo è stato posizionato un apparecchio a sospensione con sorgente LED sopra ogni scrivania, per garantire l'illuminamento medio mantenuto richiesto nella norma. Sono stati posti sei faretti ad incasso nel controsoffitto per creare illuminazione generale. In Odeon è stato necessario ricalcolare il T_{30} una volta definiti il nuovo layout e le nuove superfici del progetto. In ECHO 8.1 è stato calcolato il potere fonoisolante valutando le performance del nuovo isolante scelto.

2.3 Valutazione e rappresentazione del comfort

Per confrontare la qualità ambientale interna e il comfort percepito è stato necessario attribuire loro un valore percentuale. Per la valutazione della qualità ambientale interna è stato creato un protocollo in cui a ogni dominio è attribuito un punteggio, poi trasformato in percentuale, in relazione al valore di ogni singolo parametro e alla sua conformità con i limiti presenti nelle norme. Per quanto riguarda il comfort percepito sono stati assegnati range percentuali alle categorie di soddisfazione definite nella tesi di Niccolò Oggiani [9]: 0-20% "pessima", 21-40% "scarsa", 41-60% "discreta", 61-80% "buona", 81-100% "ottima". Successivamente questi range percentuali sono stati convertiti in categorie di comfort: 0-40% "discomfort", 41-60% "standard", 61-80% "comfort-good (threshold: 80% satisfaction)", 81-100% "comfort-optimal (high acceptability and well-being)" [10]. Infine, è stata creata una rappresentazione grafica per poter mettere a confronto questi dati.

3. Risultati e conclusioni

I risultati delle simulazioni dello stato di fatto, relativi al pomeriggio del 18/08/2020, secondo il protocollo creato, sono i seguenti: comfort termico 3/4 (75%, categoria "comfort-good"), qualità dell'aria 1/1 (100%, categoria "comfort-optimal"), comfort visivo-luce naturale 2.5/3 (83%, categoria "comfort-optimal"), comfort visivo-luce artificiale 2/3 (67%, categoria "comfort-good"), comfort acustico 1.75/2 (87.5%, categoria "comfort-optimal"). Questi risultati, mediati, hanno portato a 82.5% di qualità ambientale interna nello stato di fatto, corrispondente alla categoria "comfort-optimal". I risultati della percezione del comfort, relativi allo stesso pomeriggio e ottenuti tramite i questionari sottoposti agli utenti dell'ufficio, sono i seguenti: "scarsa" per quanto riguarda il comfort termico e visivo, "buona" per la qualità dell'aria e "ottima" per il com-

fort acustico. Tali dati mediati rientrano nella categoria "standard". Infine, il progetto ha garantito un'ottimizzazione delle condizioni permettendo di raggiungere il punteggio massimo complessivo (categoria "comfort-optimal"). La rappresentazione grafica (Fig. 1), consente di mettere a confronto i dati monitorati, il comfort percepito (relativi al pomeriggio del 18/08/2020) e le condizioni ambientali previste con il progetto.

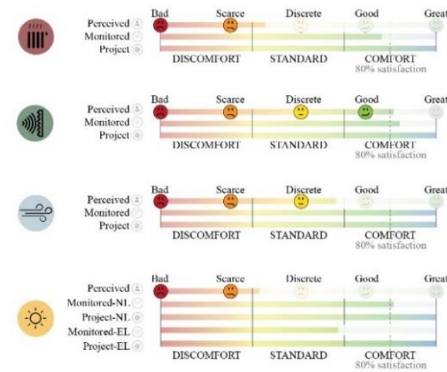


Figura 1 - Rappresentazione grafica del comfort percepito e della qualità ambientale interna relativa allo stato di fatto e al progetto

Il risultato ottenuto dal confronto tra la qualità ambientale interna dello stato di fatto e il comfort percepito conferma quanto trovato in letteratura: esiste un divario tra qualità ambientale interna e comfort percepito dovuto a variabili personali, di contesto e ad altri fattori non oggettivamente quantificabili. Per questo motivo, l'obiettivo futuro di questo studio sarà individuare e valutare le variabili personali, di contesto e di comportamento degli utenti in grado di influenzare la percezione del comfort, per una possibile implementazione degli strumenti di certificazione ambientale, e sviluppare un sistema di monitoraggio dei parametri fisici e di raccolta di feedback soggettivi, per poter trovare la correlazione tra queste variabili, il comfort percepito e la qualità ambientale interna.

4. Bibliografia

- [1] Bae S., Martin C.S., Asojo A.O., *Indoor environmental quality factors that matter to workplace occupants: an 11-year-benchmark study*, Building Research & Information, **49** (2021), pp. 445–459
- [2] Lassen N., Josefsen T., Goia F., *Design and in-field testing of a multi-level system for continuous subjective occupant feedback on indoor climate*, Building and Environment, **189** (2021), 107535
- [3] Choi J.H., Moon J., *Impacts of human and spatial factors on user satisfaction in office environments*, Building and Environment, **114** (2017), pp. 23–35
- [4] D'Oca S., Pisello A.L., De Simone M., Barthelmes V.M., Hong T., Corgnati S.P., *Human-building interaction at work: Findings from an interdisciplinary cross-country survey in Italy*, Building and Environment, **132** (2018), pp. 147–159
- [5] Chen C.F., Yilmaz S., Pisello A.L., De Simone M., Kim A., Hong T., et al., *The impacts of building characteristics, social psychological and cultural factors on indoor environment quality productivity belief*, Building and Environment, **185** (2020), 107189
- [6] Zhang F., de Dear R., *Impacts of demographic, contextual and interaction effects on thermal sensation - Evidence from a global database*, Building and Environment, **162** (2019), 106286
- [7] Bae S., Asojo A.O., Martin C.S., *Impact of occupants' demographics on indoor environmental quality satisfaction in the workplace*, Building Research and Information, **48** (2020), pp. 301–315
- [8] Parkinson T., Parkinson A., de Dear R., *Continuous IEQ monitoring system: Context and development*, Building and Environment, **149** (2019), pp. 15–25
- [9] Oggiani, N., *Qualità dell'ambiente interno e comfort globale: misure in campo ed analisi nella sede dell'ARPA della Valle d'Aosta*, Tesi di Laurea Magistrale, Ingegneria Energetica e Nucleare, Politecnico di Torino, 2021
- [10] Vischer, J., *The Concept of Workplace Performance and Its Value to Managers*, California Management Review, **49** (2007), pp. 62-79