

METODI E STRUMENTI PREVISIONALI PER IL COMFORT E IL BENESSERE IN PRESENZA DI FACCIATE COMPLESSE

La progettazione di facciate complesse richiede analisi parametriche multi-criteriali per valutare contemporaneamente le prestazioni energetiche e le esigenze di comfort e benessere. Nel seguito vengono sinteticamente descritte le analisi e le simulazioni in regime dinamico normalmente utilizzate da Manens-Tifs.

- **Analisi di comfort termico.** Per l'analisi del comfort termico si considerano vari fattori: la temperatura dell'aria, la temperatura media radiante (radiazione termica ad alta lunghezza d'onda), il contributo della radiazione solare diretta sugli utenti (radiazione termica a bassa lunghezza d'onda), l'umidità relativa, la velocità dell'aria, il livello di vestiario, il livello di attività fisica. La progettazione della facciata influenza direttamente i due fattori di temperatura ed il contributo dato dalla radiazione solare diretta sugli occupanti (nuova ASHRAE 55:2019). Esistono parametri di riferimento per il comfort termico ricavati da valutazioni di percezione termica, ovvero il PMV (predicted mean vote) ed il PPD (predicted percentage of dissatisfied), che vengono calcolati dai software di simulazione dinamica usualmente nel punto centrale del locale, come valore medio. Si noti però che per locali con evidenti asimmetrie geometriche e materiche, come possono essere i locali molto vetrati su alcuni fronti e opachi su altri, è importante ricorrere a calcoli della temperatura media radiante a diversa distanza dalla facciata per analizzare eventuali effetti locali di discomfort (come pareti fredde, pareti calde, eccessiva radiazione diretta sulle persone etc.). Tuttavia, in questo modo è possibile stimare solo la distribuzione dei valori della temperatura media radiante all'interno del locale e non i valori di temperatura e velocità dell'aria in ambiente, che rimangono stimati nella valutazione del PMV. Per avere una stima puntuale di parametri di comfort PMV e PPD è necessaria un'analisi CFD (Computational Fluid Dynamics) in grado di fornire i dati di temperatura e velocità dell'aria su tutto il volume di un ambiente interno. (Figura 1)

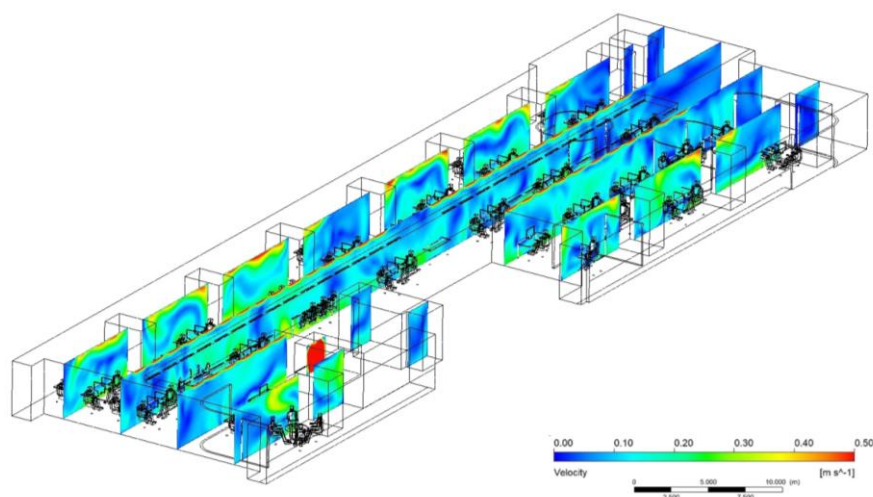


Figura 1
Analisi della distribuzione della velocità attraverso CFD di un piano uffici per l'HQ Enel di via Regina Margherita a Roma

- Analisi di comfort visivo (illuminamento naturale).** Serve a determinare le caratteristiche della facciata (per esempio caratteristiche di vetro, schermature, tende) atte a garantire determinati livelli di illuminamento naturale all'interno degli ambienti. Le analisi classiche secondo il fattore di luce diurna non sono adeguate allo studio di facciate complesse e sono sostituite da analisi più avanzate di tipo dinamico, che utilizzano dati climatici statistici per esaminare tutte le condizioni di illuminamento che si verificano in ogni ora nell'arco di un intero anno. Per valutare l'adeguatezza della quantità di luce naturale nello spazio si utilizzano tipicamente le seguenti grandezze: la sDA (spatial Daylight Autonomy), definita come la percentuale dello spazio in cui si registra un illuminamento naturale sufficiente alla destinazione d'uso dell'edificio (generalmente >300 lux), senza la necessità di utilizzo dell'illuminazione artificiale, per una determinata quota percentuale di ore occupate dell'anno (generalmente 50%); l'ASE (Annual Sunlight Exposure), che descrive la percentuale dello spazio che è esposta a luce solare diretta generando un illuminamento eccessivo che può causare discomfort visivo (abbagliamento) o aumentare i carichi di raffreddamento, per una durata superiore ad uno specifico numero di ore all'anno (generalmente superiore alle 250 ore); l'UDI (Useful Daylight Illuminance), che rappresenta l'intervallo in cui i livelli di luce naturale sono considerati ottimali per il comfort.

Quando si è in presenza di dispositivi schermanti dinamici, il parametro sDA può essere supportato dal calcolo dell'ASE per determinare le logiche di funzionamento dei sistemi di schermatura in facciata. La simulazione di luce naturale è svolta attraverso una suite di programmi in grado di predire l'illuminamento e la qualità visiva all'interno di uno spazio sfruttando la tecnica di raytracing. (Figura 2)

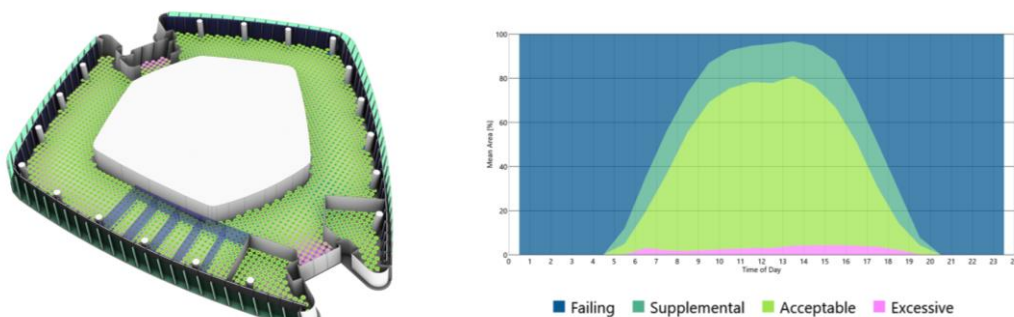


Figura 2

Esempio di calcolo annuale di UDI (Useful Daylight Illuminance) per un piano tipo per l'HQ di Generali a Milano

- Analisi di comfort visivo (rischio di abbagliamento).** Un eccessivo livello di luminanza in ambiente (luce diretta e luce riflessa dalle superfici) o un elevato contrasto tra luminanze nel campo visivo dell'utente possono generare fenomeni di abbagliamento, causando disagio psicologico, o addirittura malessere fisico. Le principali grandezze di riferimento sono: il DGP (Daylight Glare Probability), che definisce la probabilità che l'abbagliamento venga percepito dagli utenti, e si basa sul calcolo dell'illuminamento verticale in corrispondenza dell'occhio dell'osservatore e sulla luminanza della sorgente abbagliante.; il DGI (Daylight Glare Index) che tiene conto delle luminanze sia della sorgente luminosa che delle superfici all'interno dell'ambiente. L'analisi di queste grandezze

in fase di progetto consente di operare una scelta più opportuna degli elementi schermanti, come ad esempio le tende interne. (Figura 3)

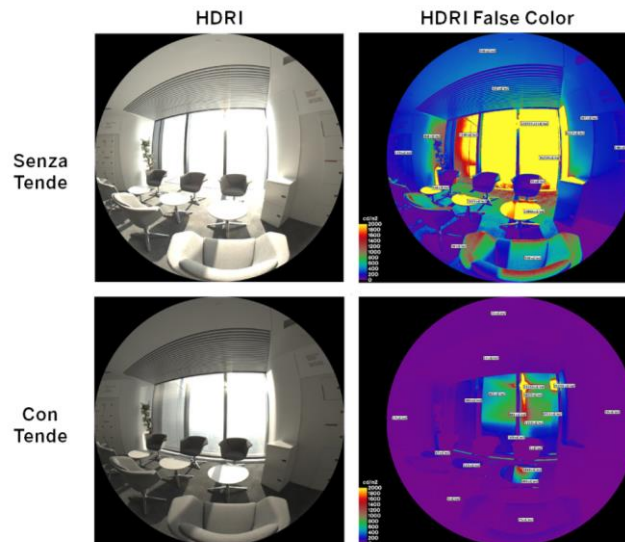


Figura 3
Esempio di analisi di abbagliamento con e senza tende per l’HQ Generali a Milano
(Visualizzazione delle luminanze in ottica fish-eye)

• **Analisi di comfort acustico.** Serve per valutare il potere fonoisolante di una facciata e la qualità acustica all’interno degli ambienti. In particolare, in presenza di facciate continue vetrate, il controllo del tempo di riverbero può richiedere la disposizione di elementi fonoassorbenti all’interno degli ambienti. Il dettaglio del modello per la simulazione acustica è più simile a quello per la luce naturale piuttosto che ad un modello energetico poiché sono necessari i dettagli della geometria all’interno del locale per non trascurare le effettive riflessioni dell’energia acustica tra le superfici. Dopo aver definito all’interno della zona le sorgenti acustiche e le caratteristiche di assorbimento e riflessione acustica degli elementi di involucro e di partizione interna, la simulazione viene effettuata con il metodo del pyramid tracing. (Figura 4)

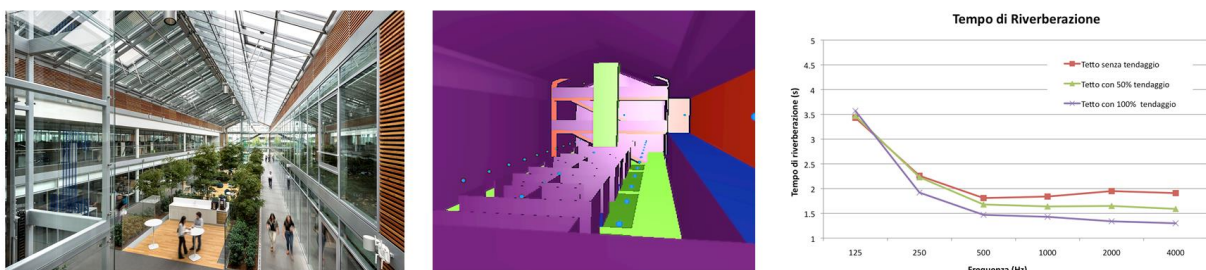


Figura 4
Esempio di simulazione acustica. Calcolo del tempo di riverbero per l’HQ Prysmian Group a Milano

Negli ultimi decenni, la ricerca scientifica ha fornito prove sempre più consistenti degli effetti negativi che un ambiente interno può avere - e sta avendo - sulla salute delle persone: dopotutto le persone passano in media il 90% del loro tempo in ambienti chiusi ed è quindi importante garantire un'alta qualità degli spazi che abitiamo.

Il termine "sindrome dell'edificio malato" o sick building syndrome (SBS) descrive quelle situazioni in cui gli occupanti dell'edificio sperimentano condizioni non ottimali di salute e comfort, legati proprio al tempo trascorso in un edificio, avendo un impatto negativo sull'umore, sul sonno e sulle prestazioni.

Tuttavia, attraverso analisi parametriche multi-criteriali è possibile prevedere il comportamento fisico che determinate soluzioni progettuali di facciata comportano sulla qualità degli ambienti interni. Una progettazione integrata, sin dalle prime fasi di progetto, porterà ad operare scelte consapevoli che ne determinano le prestazioni in termini di comfort termico, visivo e acustico dei futuri occupanti.