

**Analisi teorica e sperimentale del comportamento termico di facciate ventilate a totale trasparenza**

di Stefano Bersotti

Relatore: Marco Filippi

Correlatore: Valentina Serra

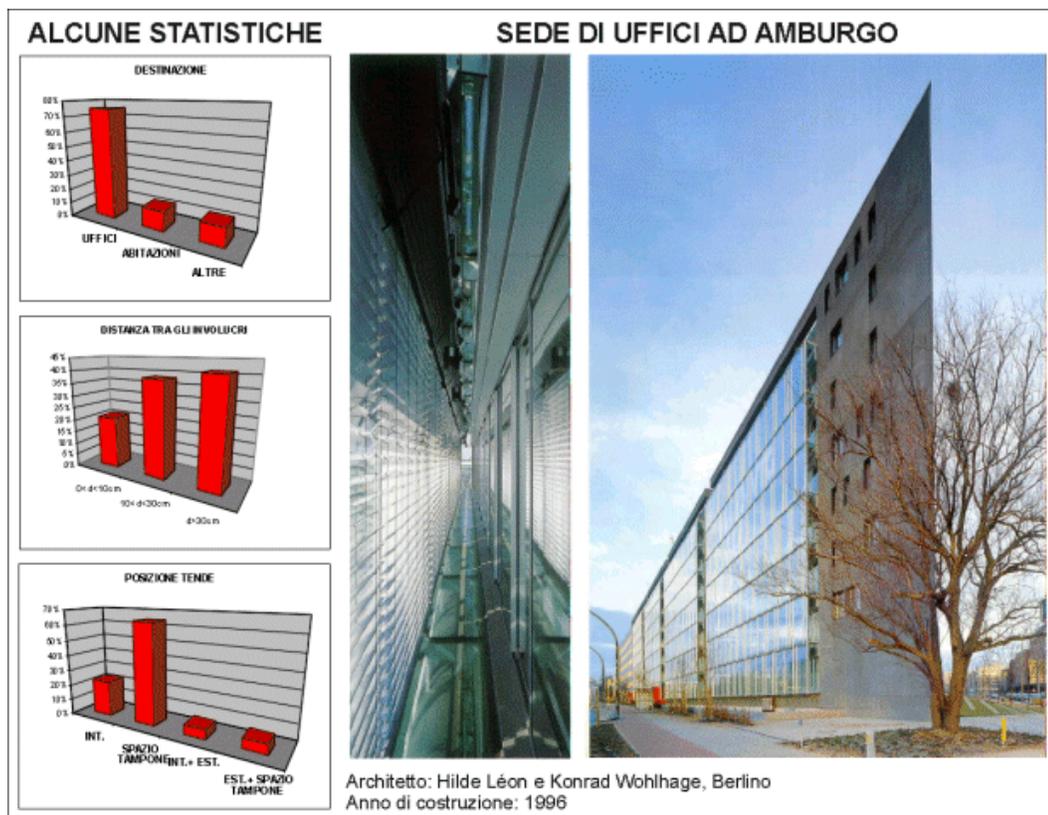
Le facciate ventilate trasparenti o a "doppio involucro" si possono considerare un'evoluzione delle facciate vetrate tradizionali, essendo costituite da una frontiera interna e una frontiera esterna (entrambe parzialmente o completamente vetrate) separate da un'intercapedine d'aria che varia dai 4 ai 150 cm.

La realizzazione di facciate a doppio involucro è generalmente giustificata con il risparmio energetico conseguibile, che ammortizza il costo maggiore della costruzione a breve termine. Tale argomentazione può però rivelarsi fasulla se il progetto della facciata non è integrato con il progetto complessivo dell'edificio orientato nel suo insieme al risparmio energetico e allo sfruttamento dell'energia solare

Al fine di inquadrare correttamente l'argomento di questa tesi il primo capitolo è stato dedicato ad un'analisi delle più diffuse tipologie di facciate vetrate realizzate attualmente.

Successivamente è stata affrontata una lettura di carattere tecnologico e funzionale della tipologia a doppio involucro. In particolare sono state elaborate alcune statistiche relative alle destinazioni d'uso prevalenti, agli spessori delle intercapedini più ricorrenti e al tipo di protezione solare più utilizzata.

Sono state inoltre redatte una serie di schede su alcuni progetti significativi realizzati in Europa in cui sono state riportate le caratteristiche principali degli edifici analizzati, come la localizzazione, il progettista, l'anno di realizzazione, la tipologia di doppio involucro e, dove esistevano i dati, la descrizione dei componenti delle due frontiere.



Due progetti particolarmente interessanti sono stati oggetto di specifico approfondimento: il Quinto palazzo uffici SNAM e il sistema "Blue Building" brevettato dalla Permasteelisa .

Si è poi affrontata l'analisi fisico-tecnica dei doppi involucri trasparenti con approfondimento dei modelli di calcolo utilizzabili per intercapedini chiuse e intercapedini ventilate. Sono stati inoltre esplicitati gli algoritmi del programma di calcolo utilizzato (WIS del Centro di Ricerca olandese TNO).

Dai risultati ottenuti dalle simulazioni su diverse configurazioni di facciate a doppio involucro sono state elaborate delle schede tecniche, in cui in particolare si è scelto di riportare:

- lo schema grafico con le temperature dei componenti
- la trasmittanza, il fattore solare e ed il flusso termico netto, espresso in  $W/m^2$ .

Dall' analisi dei risultati sono state tratte alcune indicazioni a carattere progettuale, valide per i climi temperati ed in particolari condizioni di picco climatico.

Nel caso di doppi involucri con intercapedine chiusa (assenza di ventilazione), sono risultate ottimali, in condizioni climatiche di picco estivo ed invernale, distanze molto ridotte tra le frontiere, ovvero tra i 15 e i 20 mm.

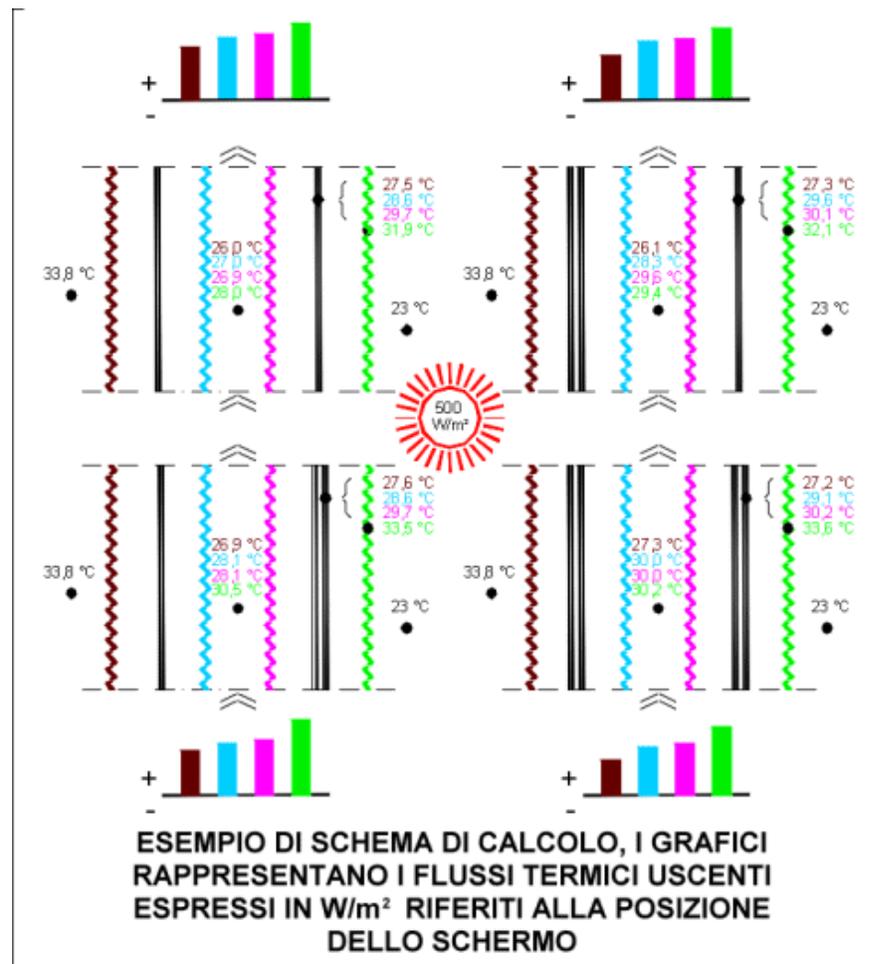
Poiché tuttavia nelle soluzioni a doppio involucro risultano di più frequente utilizzo distanze comprese tra 150 e 1000 mm i confronti prestazionali sono stati effettuati sulle tre dimensioni: 150, 500 e 1000 mm. In generale, si evidenzia come aumentando la distanza tra i vetri le trasmittanze termiche aumentino.

Con la ventilazione dell'intercapedine risultano invece più funzionali, in termini di trasmittanza termica, distanze comprese tra 50 e 150 mm; per le simulazioni successive si è considerata come distanza ottimale 150 mm, tenendo conto del fatto che con dimensioni ridotte dell'intercapedine il flusso d'aria a parità di portata ha una velocità maggiore che potrebbe essere fonte di rumore o causare discomfort in prossimità delle bocchette e che uno spazio ridotto di intercapedine potrebbe rendere difficoltosi l'installazione ed il funzionamento di un eventuale schermo.

Relativamente al posizionamento dello schermo (tenda chiara) sono state prese in considerazione, in condizioni di picco estivo, quattro soluzioni: all'interno, nell'intercapedine a 50 mm dalla frontiera interna, nell'intercapedine a 50 mm dalla frontiera esterna, all'esterno.

La scelta dei 50 mm di distanza tra schermo e componente vetrato è derivata anch'essa dalle simulazioni effettuate.

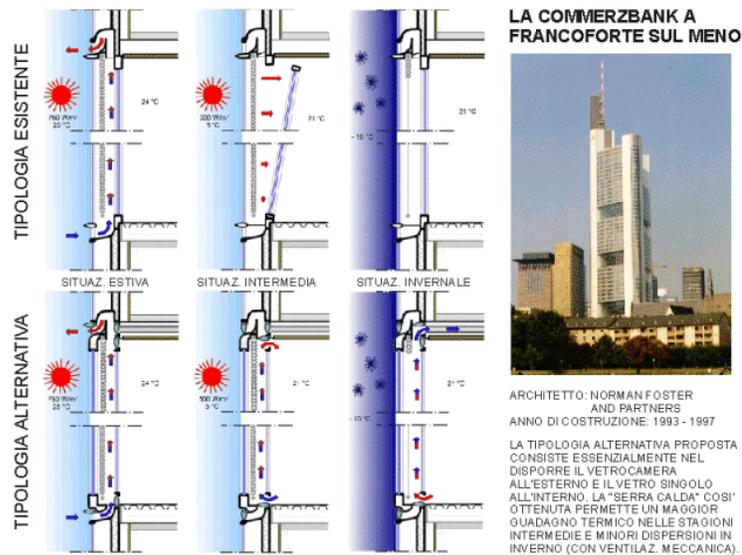
Come prevedibile lo schermo posizionato all'esterno ha dato i risultati migliori permettendo una riduzione notevole del fattore solare del doppio involucro



Le strategie di ventilazione giocano un ruolo predominante nel comportamento termico dei doppi involucri. In particolare si possono individuare quattro strategie: ripresa dall'interno ed estrazione, ripresa dall'interno ed immissione all'interno, ripresa dall'esterno ed estrazione, ripresa dall'esterno ed immissione all'interno.

Tra queste si è rivelata ottimale nelle condizioni di picco quella che prevede la ripresa dall'interno con estrazione; l'estrazione può avvenire tramite aerazione forzata attraverso canalizzazioni nel controsoffitto (o dove possibili).

Nel'ultima parte della tesi è stata condotta una lettura critica dei più emblematici progetti con facciate ventilate orientati al risparmio energetico, presenti in Germania e in Svizzera. Di ciascuna realizzazione si è rilevata la tipologia di doppio involucro utilizzata, si è effettuata una simulazione e alla luce delle considerazioni emerse si è proposta una alternativa per ottimizzarne le prestazioni.



Per ulteriori informazioni, e-mail:  
Stefano Bersotti: [stefano.bersotti@gmail.com](mailto:stefano.bersotti@gmail.com)