

Sole, vetri e climatizzazione

Influenza degli apporti solari, attraverso i vetri, sui consumi energetici per la climatizzazione estiva degli edifici.

Incrocando l'andamento dei consumi energetici nel settore civile e i dati di vendita delle macchine compatte per il condizionamento estivo (i classici split system) - circa 8 milioni di unità negli ultimi 5 anni -, è inevitabile notare come la climatizzazione estiva stia diventando un problema nazionale in termini di domanda energetica e gestione dei picchi. Se nel settore residenziale l'incremento dei consumi è legato alla richiesta sempre maggiore di comfort termico nella stagione calda, nel terziario non accenna a diminuire la tendenza a costruire oggetti energivori che, caratterizzati da grandi superfici vetrate, raggiungono lo zenit dei consumi per il raffreddamento estivo.

La progettazione consapevole dell'involucro edilizio può mitigare questo fenomeno, facendo riferimento a componenti tecnologicamente avanzati ancorché di sicura affidabilità, essendo in commercio ormai da diversi anni.

Controllo solare dell'involucro trasparente

Il vetro, materiale trasparente per eccellenza, è caratterizzato, nella sua composizione base, da elevati livelli di trasmissione luminosa e solare e basso isolamento termico. L'evoluzione tecnologica ha permesso di migliorare le prestazioni termiche dei componenti vetrati, come si desume dai primi quattro prodotti in tabella 1.

I rivestimenti basso emissivi, a base metallica, riescono a ridurre l'emissività del vetro da oltre 0,8 fino a valori inferiori a 0,1. Le perdite termiche per irraggiamento nell'intercapedine del vetro camera sono notevolmente ridotte, migliorando, così, l'isolamento termico. Si noti, nella stessa tabella, che due vetri basso emissivi possono avere trasmittanze termiche significative (20-30%) in funzione

Tabella 1 - Caratteristiche di trasmissione luminosa, fattore solare e valore U al centro del vetro in diversi tipi di vetrocamera

Componente (4-12-4 mm)	τ_v (TL)	g	Uc
Vetro semplice (4 mm)	0,90	0,86	5,9
Vetrocamera	0,81	0,76	2,9
Vetrocamera low-e 1	0,73	0,70	2,3
Vetrocamera low-e 2	0,80	0,75	1,8
Vetrocamera a controllo solare	0,40	0,40	2,9
Vetrocamera a filtro solare	0,70	0,40	1,8

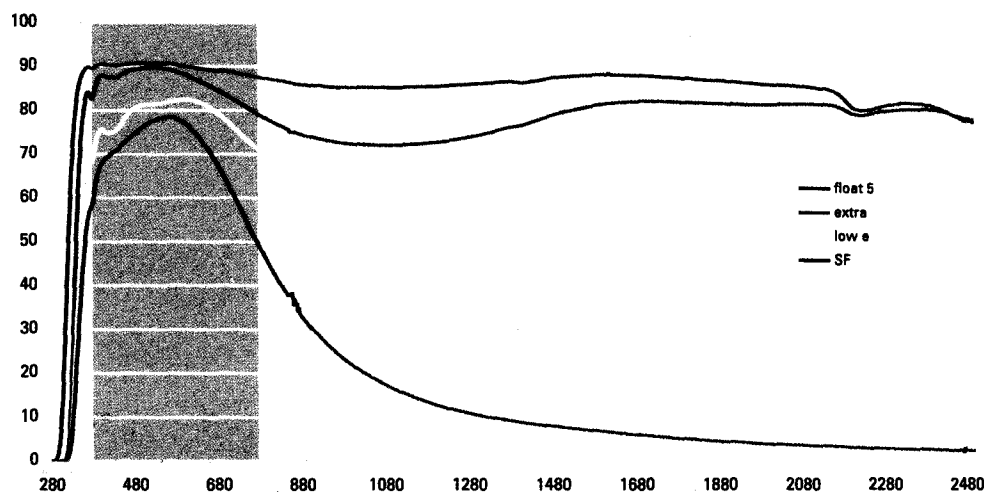


Fig. 1 - Curve di andamento spettrale dei diversi tipi di vetro: float, b.e. e solare.

del livello di emissività del vetro trattato. La caratteristica di questi materiali è di avere elevati livelli di trasmissione luminosa e apporti solari, come si desume dall'andamento spettrale riportato in figura 1.

I vetri a controllo solare sono, invece, caratterizzati da modeste prestazioni termiche (trattandosi di normali vetrocamera) e il controllo della radiazione avviene tagliando la componente trasmessa su tutto lo spettro solare, inclusa la parte visibile, come riportato in tabella 1. Questo implica un basso fatto-

re solare e una bassa trasmissione luminosa, cui si accompagna un inevitabile aumento di consumi per illuminazione artificiale negli edifici. Un altro aspetto negativo è il continuo discomfort visivo delle persone costrette a vivere e lavorare in ambienti illuminati artificialmente per tutto il giorno.

Esistono dei materiali che possono ottimizzare l'efficienza richiesta ai componenti trasparenti: i materiali a filtro solare. Si tratta di rivestimenti basso emissivi che utilizzano l'argento per aumentare la riflessione nell'in-

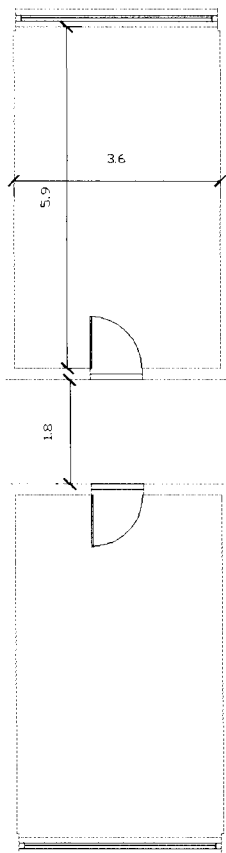


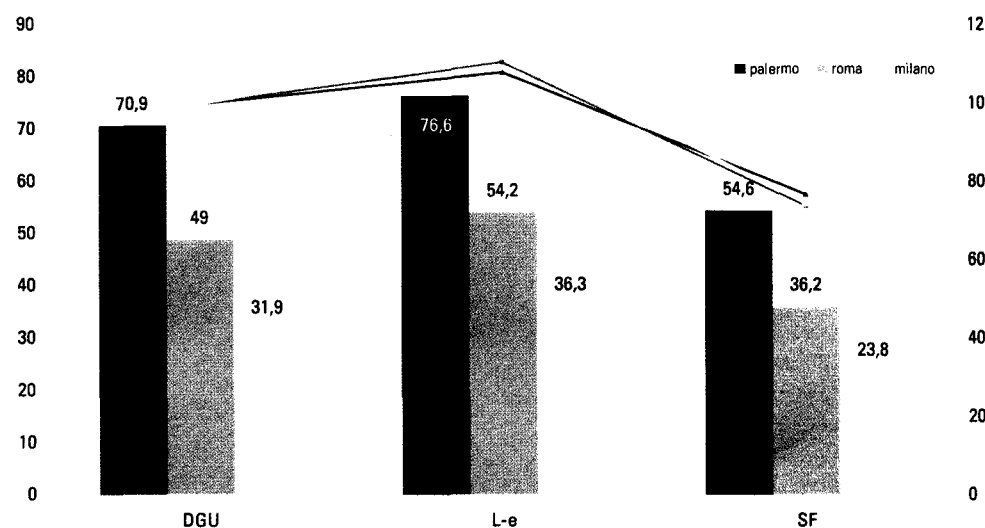
Fig. 2 - Classico edificio in linea con facciate esposte a

Sud e Nord: la porzione include due unità ufficio con un corridoio in mezzo.

Fig. 3 - Nella figura sono indicati i consumi specifici in kWh/m² anno e i risparmi percentuali calcolati rispetto al vetro camera.

Tabella 2 - Valori di trasmissione solare, fattore solare e valore U al centro del vetro in tre tipologie: vetrocamera normale, basso emissivo e solare

Tipi di vetro	τ_v (TL)	g	Uc
DGU	0,81	0,76	2,8
L-e	0,75	0,62	1,4
SF	0,65	0,33	1,4



frarosso lontano (come il classico low-e) e in quello vicino: si veda l'andamento spettrale di 3 diversi componenti in figura 1. Il risultato è un vetro in grado di ottimizzare le prestazioni invernali (basso U), estive (basso g) e luminose (elevata trasmissione), come da tabella 1.

È però necessario verificare quale sia l'efficacia di questi materiali non solo in funzione dei parametri termo-fisici appena illustrati, ma anche in relazione al tipo di edificio e alle caratteristiche climatiche.

Fabbisogno energetico di diverse tipologie di edificio

Una prima analisi è stata condotta per verificare l'influenza di diversi componenti trasparenti sul fabbisogno energetico negli uffici. Una porzione di un classico edificio in linea con facciate esposte a sud e nord è stato modellato con il codice dinamico Trnsys. La porzione include due unità di ufficio con un

corridoio in mezzo: si veda lo schema in figura 2. È ammesso lo scambio termico tra le zone e tra le facciate e l'ambiente esterno, le altre superfici del modello sono adiabatiche, poiché si suppone che le unità in esame siano circondate ai lati, sopra e sotto da altre unità con analogo regime termico. Questa modellazione consente di avere dei risultati ripetibili iterando n volte lo schema definito, senza essere vincolati alle specificità di un intero edificio. Il modello è stato simulato in tre località diverse: Milano, Palermo e Roma, in modo da coprire almeno in parte le specificità climatiche italiane. I valori di involucro opaco sono quelli previsti dal decreto legislativo 311 del 2006 per le tre zone climatiche di riferimento. Per il componente trasparente, ci si è svincolati dai limiti normativi e sono stati considerati tre tipi di vetro diversi (standard Dgu, basso emissivo L-e e filtro solare SF), ricavati dalla libreria di Trnsys e le cui proprietà sono riassunte in tabella 2.

I componenti sono montati su un infisso a taglio termico e sono stati considerati l'ombreggiamento interno (fattore di correzione 0,4) ed esterno (fattore di correzione 0,1). Alcuni dei risultati ottenuti sono presentati in figura 3 e si riferiscono al solo fabbisogno di raffreddamento nel caso in cui il rapporto tra la superficie trasparente e quella totale di facciata sia pari a 0,55. Nella figura sono indicati i consumi specifici in kWh/m² anno e i risparmi percentuali calcolati rispetto al vetro camera.

Si riportano anche alcuni risultati di uno studio di alcuni anni fa, mirato alla valutazione del potenziale risparmio energetico conseguibile negli edifici residenziali utilizzando serramenti a elevata efficienza. In questo studio, sono stati presi in considerazione sette differenti tipi di serramenti, cinque località climatiche con caratteristiche diverse (una per ogni zona climatica) e tre diversi tipi di edificio. Le caratteristiche dei serra-

Tabella 3 - Caratteristiche di sette tipologie di serramenti con taglio termico e non e diversi tipi di vetrazione

Code	Glazing	Frame	U	g	τ_v
A	Single glass	Metal w/o TB	6.1	0.87	0.90
B	Clear DGU	Metal w/o TB	4.5	0.76	0.81
C	Clear DGU	Metal TB	3.1	0.76	0.81
D	DGU low-e (0.2)	Metal TB	2.6	0.72	0.73
E	DGU low-e (0.1)	Metal TB	2.4	0.64	0.76
F	DGU low-e ^s (0.1)	Metal TB	2.2	0.64	0.76
G	DGU sola f. (0.2)	Metal TB	2.6	0.47	0.71

Dove: Glazing = Vetrazione

Frame = Telaio

U = coefficiente trasmittanza termica

g = fattore solare vetro

τ_v = trasmissione luminosa

Single Glass = lastra semplice

Clear DGU = vetrocamera

DGU low-e = vetrocamera con basso emissivo

DGU low-e^s = vetrocamera b.e. con Argon

DGU solar f. = vetrocamera con vetro controllo solare

Metal w/o TB = metallico non a taglio termico

Metal TB = metallico a taglio termico

s = Riempimento con Argon

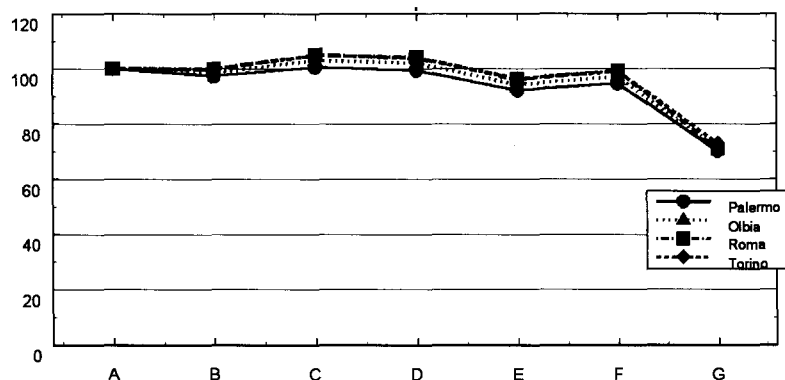
menti sono riportate in tabella 3.

Per facilità di lettura si riportano, in figura 4, i risultati che esprimono la riduzione percentuale del fabbisogno di raffrescamento rispetto al serramento A di tabella 3 in tutte le zone climatiche e per tutte le altre finestre.

Risultati e commenti

Nel settore residenziale, risulta evidente che migliorare l'isolamento termico e la tenuta all'aria dei serramenti non porta vantaggi significativi sui consumi estivi. Come si evince dalla figura quattro, tutti gli infissi da A a F determinano consumi molto simili con scarti percentuali molto ridotti. Il serramento G a filtro solare, viceversa, riduce in tutte le località i fabbisogni per circa il 25-30%. È importante notare che G, in inverno, determina fabbisogni più elevati rispetto ai serramenti con vetri basso emissivi, il che implica un'attenta analisi del bilancio termico annuale (caldo + freddo) prima di scegliere il serramento con le migliori prestazioni in assegnate condizioni climatiche.

Fig. 4 - Riduzione percentuale del fabbisogno di raffrescamento rispetto alla tipologia di serramento nelle diverse zone climatiche.



I risultati per il settore terziario sono differenti a motivo degli elevati guadagni interni e solari che li caratterizzano. Si è calcolato che, per il vetrocamera semplice: a Palermo il calore necessario per riscaldare l'edificio è praticamente trascurabile, a Roma il fabbisogno invernale è circa il 20% di quello estivo, a Milano i fabbisogni all'incirca si equivalgono. Dal grafico si evince che, sotto le condizioni di carico ipotizzate, passare dal vetrocamera tradizionale al basso emissivo porti un incremento dei carichi di raffrescamento tra il 5 e 10%. Viceversa, l'utilizzo di vetri a filtro solare consente dei risparmi stimabili tra il 20 e il 25%.

Alcune considerazioni sono necessarie. La prima è che i risultati presentati sono riferiti alla sola stagione di raffrescamento, ma le simulazioni sono state fatte per tutto l'anno. Ed è su queste basi che devono essere valutati i risultati.

Utilizzare dei vetri basso emissivi in climi mediterranei (vedi Roma e Palermo) consente dei notevoli risparmi sui consumi invernali,

piccoli, però, rispetto a quelli per la climatizzazione estiva, i quali, a loro volta, sono penalizzati dall'utilizzo di vetri troppo isolanti. In queste condizioni, un involucro ermetico può causare un aumento dei consumi nell'ambito del bilancio energetico annuale. La situazione si inverte con i vetri a filtro solare, caratterizzati da buon isolamento termico e basso fattore solare. In questo caso, il bilancio è positivo sia verso il vetrocamera (migliori prestazioni sia in inverno che in estate) sia verso il vetro basso emissivo (prestazioni di gran lunga migliori

in estate con carichi elevati e peggiori in inverno, ma con carichi sensibilmente ridotti).

I risultati di Milano sono qualitativamente identici, ma, in questo caso, cambiano i rapporti di consumo. Dai risultati si evince che il tradizionale vetrocamera è sicuramente il meno prestazionale, ma la scelta tra il vetro basso emissivo e quello a filtro solare corre sul filo del rasoio di differenze molto piccole. In queste condizioni è assolutamente necessaria un'accurata stima dei fabbisogni, nonché dell'efficienza impiantistica nelle stagioni di riscaldamento e raffrescamento. Da non escludere, in edifici con sistemi di controllo avanzati, soluzioni trasparenti diverse in funzione dell'orientamento dell'edificio. In conclusione, è importante ribadire che, tanto nel settore residenziale che nel terziario, è importante valutare il tipo di consumo prevalente in condizioni standard (tipicamente quelle definite nelle norme di riferimento) e su quel risultato valutare le notevoli possibilità di risparmio energetico conseguibili con sistemi trasparenti a elevate prestazioni.