

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

SERRAMENTI E SCHERMATURE PER LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA ED AMBIENTALE

Criteria per la valutazione e la scelta

GIANFRANCO CELLAI, CRISTINA CARLETTI, FABIO SCIURPI,
SIMONE SECCHI, ELISA NANNIPIERI, LEONE PIERANGIOLI



INDICE GENERALE



PREFAZIONE ALLA COLLANA.....	7
------------------------------	---

PREMESSA.....	9
---------------	---

CAPITOLO 1

LE PRESTAZIONI FISICO TECNICHE DEI SERRAMENTI	11
---	----

1.1 Le prestazioni termofisiche	11
---------------------------------------	----

1.2 Prestazioni dei telai e sviluppi tecnologici.....	19
---	----

1.2.1 <i>Telai in legno</i>	22
-----------------------------------	----

1.2.2 <i>Telai in metallo</i>	24
-------------------------------------	----

1.2.3 <i>Telai in materiale plastico</i>	27
--	----

1.3 I Distanziatori	28
---------------------------	----

1.3.1 <i>Distanziatori Flessibili</i>	29
---	----

1.3.2 <i>Distanziatori multi materiale</i>	29
--	----

1.4 Le prestazioni solari e luminose.....	30
---	----

1.5 Le prestazioni illuminotecniche e gli indicatori di prestazione luminosa.....	39
---	----

1.5.1 <i>Livello di illuminamento medio e uniformità di distribuzione</i>	40
---	----

1.6 Le prestazioni acustiche e gli indicatori di prestazione acustica	42
---	----

1.7 Conclusioni	46
-----------------------	----

Riferimenti bibliografici del capitolo.....	48
---	----

CAPITOLO 2

ANALISI TIPOLOGICA DEI SERRAMENTI E DEI LORO COMPONENTI	51
---	----

2.1 Criticità connesse alla posa in opera.....	52
--	----

2.2 Criticità connesse alla tipologia di apertura.....	57
--	----

2.3	Classificazione in base alle prestazioni meccaniche.....	60
2.3.1	<i>Tenuta all'aria</i>	61
2.3.2	<i>Tenuta all'acqua</i>	62
2.3.3	<i>Resistenza al vento</i>	63
	Riferimenti bibliografici del capitolo.....	64

CAPITOLO 3

CLASSIFICAZIONE ED APPLICAZIONE DEI SISTEMI DI SCHERMATURA.....

		65
3.1	Evoluzione dei sistemi di schermatura.....	65
3.2	Classificazione dei sistemi di schermatura.....	69
3.3	Principali sistemi di schermatura esterna.....	74
3.3.1	<i>Sistemi frangisole fissi</i>	75
3.3.2	<i>Sistemi frangisole orientabili</i>	76
3.3.3	<i>Sistemi a rullo</i>	78
3.3.4	<i>Tende</i>	79
3.4	Principali sistemi di schermatura interna.....	81
3.5	Principali sistemi di schermatura interna al vetrocamera.....	83
3.6	Considerazioni conclusive.....	85
	Riferimenti bibliografici del capitolo.....	87

CAPITOLO 4

STRUMENTI E METODI

PER LA VALUTAZIONE DI SERRAMENTI E SCHERMATURE.....

		89
4.1	Simulazioni energetiche e codici di calcolo usati per la valutazione del comfort.....	89
4.2	Analisi delle caratteristiche climatiche del sito.....	95
4.3	L'oggetto di analisi: definizione della cellula tipo.....	100
4.4	Valutazione delle prestazioni: scelta e definizione degli indicatori.....	104
4.5	Metodologia di valutazione: fasi e struttura delle simulazioni eseguite.....	106
4	Riferimenti bibliografici del capitolo.....	115



CAPITOLO 5

EFFICIENZA ENERGETICA DEI SISTEMI DI SCHERMATURA SOLARE ...117

5.1 Le prestazioni energetiche dell'edificio esistente 117

5.2 Gli effetti della sostituzione dei serramenti 120

5.3 La riqualificazione dell'involucro opaco 123

5.4 La scelta di sistemi di controllo della radiazione solare 128

5.5 Confronto fra differenti sistemi e conclusioni 140

Riferimenti bibliografici del capitolo 147

CAPITOLO 6

L'INFLUENZA DELLE SCHERMATURE
SUL COMFORT VISIVO ED ACUSTICO 149

6.1 L'influenza delle schermature sul comfort visivo 149

6.2 Miglioramento delle prestazioni acustiche raggiunto
con l'uso di schermature solari 160

Riferimenti bibliografici del capitolo 162

CAPITOLO 7

COME SCEGLIERE UN SISTEMA DI SCHERMATURA SOLARE 165

7.1 Criteri di selezione 165

7.2 Analisi delle prestazioni di sistemi di schermatura 166

7.3 Analisi comparativa di alcuni sistemi di schermatura solare:
schede di valutazione 171

APPENDICE 1

SIMBOLOGIA 183

APPENDICE 2

RACCOLTA DELLE PRINCIPALI NORME RELATIVE AI SERRAMENTI
ED AI SISTEMI DI SCHERMATURA SOLARE 187

PREFAZIONE ALLA COLLANA



Il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti è fondamentale per raggiungere gli obiettivi posti dalla Comunità Europea in termini di contenimento dei consumi e di riduzione delle emissioni in atmosfera. Per definire strategie di intervento intelligenti occorre però avere consapevolezza che i settori della costruzione coinvolti devono essere considerati sinergicamente, in modo da ottenere i risultati più efficaci in termini di costi/benefici. I criteri di riqualificazione da adottare devono pertanto tener conto di aspetti legati alle prestazioni dell'involucro edilizio e dell'impianto senza privilegiare un approccio che ne faccia prevalere uno dei due.

Occorre quindi partire da un'analisi dettagliata dell'importanza che i diversi attori (pareti opache e trasparenti, impianti, utilizzo di fonti rinnovabili) rivestono nella riqualificazione energetica dell'esistente e nella valutazione della sostenibilità energetica e ambientale. La raccolta ragionata di soluzioni tecniche, realizzate secondo una serie di testi che riguardano diverse problematiche può costituire una base di partenza utile per le azioni di ristrutturazione su grandi complessi residenziali o sul singolo edificio.

Nei testi della collana sono considerati alcuni aspetti che possono indirizzare al meglio il progettista e il tecnico nelle scelte da operare in diversi settori (edilizio, impiantistico, energie rinnovabili).

Gli aspetti relativi all'involucro opaco vengono considerati non solo in termini di riduzione dei consumi energetici ma anche di controllo dei fenomeni legati all'umidità e alla condensazione del vapore, in quanto alcune problematiche devono essere tenute sotto osservazione insieme. Per esempio un maggiore isolamento termico può portare ad un incremento del rischio di condensazione e quindi occorre operare con scelte ragionate su materiali, spessori e posizione dell'isolante.

Uno dei componenti di involucro responsabile di consistente consumo di energia sia in regime estivo che invernale è il serramento, che negli ultimi anni ha visto un notevole sviluppo e innovazione tecnologica. Questo ha permesso di migliorarne le prestazioni e diversificarne le tipologie. Sembrano quindi appropriate indicazioni sulla scelta e sulle criticità principali (ad es. limitazione dell'irraggiamento, incremento dell'illuminazione naturale).

Nel processo di riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto, interventi che rappresentano una via più immediata per realizzare un significativo contributo al risparmio energetico riguardano i componenti impiantistici, che possono essere attuati anche indipendentemente da quelli sull'involucro e che sono caratterizzati in linea di massima da tempi di realizzazione rapidi e da costi relativamente contenuti.

Per una rapida ed efficace valutazione preliminare dei benefici conseguibili sono stati preparati prospetti relativi alla valutazione della sostituzione di uno o più componenti

di impianto, rappresentati in termini di riduzione del fabbisogno di energia primaria, in riferimento alle condizioni climatiche tipiche delle regioni del nord, centro e sud Italia.

Le possibilità di intervento impiantistico riguardano anche lo sfruttamento dell'energia solare, che rappresenta un riferimento importante per l'analisi di contributi che possano sostituire almeno in parte fonti energetiche tradizionali e pertanto, partendo dall'analisi termica di collettori solari, si analizzano i metodi di progettazione e di calcolo semplificati per la determinazione dell'energia producibile negli impianti per la produzione di acqua calda sanitaria e per gli impianti fotovoltaici. Aspetti da non trascurare sono rappresentati da sistemi passivi a guadagno diretto, da edifici solarizzati in regime dinamico, come anche da serre solari, che vengono analizzati con metodologie semplificate e esempi di calcolo.

L'uso di strumenti di calcolo adeguati alle esigenze della progettazione deve essere appropriato in funzione degli obiettivi. Mentre i metodi di calcolo in regime quasi-stazionario sono largamente diffusi e richiesti dalle normative di legge sulla valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici, le metodologie che si basano su un approccio dinamico sono più complesse, anche se possono fornire informazioni importanti nella diagnosi degli edifici esistenti e in una progettazione mirata degli interventi. È pertanto molto utile poter disporre di indicazioni strutturate, a partire dalle caratteristiche peculiari dei modelli di calcolo, per approfondire aspetti relativi ai dati di input e di output, anche sulla base di esempi e di indicazioni operative.

I diversi testi hanno un'impostazione applicativa, con approfondimenti di alcuni aspetti particolari, e sono corredati da numerosi esempi numerici, in modo da renderli utili a tutti i livelli ed in particolare alle figure professionali che operano nel campo del risparmio energetico negli edifici.

Anna Magrini

PREMESSA



A partire dagli anni '70, nei paesi con forte dipendenza petrolifera emerse in modo drammatico l'importanza del contenimento dei consumi energetici in generale e degli edifici in particolare, responsabili di percentuali rilevanti sul complesso dei fabbisogni energetici.

Da allora è stato un susseguirsi di attenzioni e iniziative legislative a livello comunitario e nazionale al fine di ridurre quote significative dei consumi energetici dell'edilizia civile improntate inizialmente all'incremento dell'isolamento termico con la conseguente riduzione delle potenzialità degli impianti in regime invernale.

Tra i vari componenti responsabili dei maggiori sprechi di risorse una particolare attenzione fu da subito dedicata ai serramenti, fatti oggetto di una forte innovazione tecnologica al fine di raggiungere gli obiettivi di risparmio prefissati, necessaria anche per tenere il passo con l'introduzione di specifiche prestazionali cogenti da parte di nuove disposizioni di legge, ad esempio in materia di protezione dal rumore ambientale, con la ricerca impegnata anche verso gli aspetti normalmente relegati in campo igienico-sanitario quali l'illuminazione e la ventilazione.

Progressivamente si è andato affermando un nuovo modo di affrontare il progetto architettonico, definito ora *sostenibile* in senso lato, sia dal punto di vista delle prestazioni in materia di contenimento del consumo di risorse non rinnovabili sia della qualità dell'abitare, espressa non solo dalle prestazioni energetiche ma anche dal soddisfacimento congiunto di condizioni irrinunciabili di benessere ed in particolare in regime estivo, troppo a lungo trascurato in aree climatiche favorite dall'irraggiamento solare.

In breve, la progettazione dei serramenti e la loro protezione dall'irraggiamento solare hanno finito per giocare un ruolo chiave nei decenni scorsi e continueranno a svolgere un ruolo primario per gli obiettivi che ci aspettano a partire da domani in vista del conseguimento dell'autosufficienza energetica degli edifici, vera sfida da qui al 2018 posta dalla nuova direttiva europea 2010/31/UE.

Nel testo, sono raccolti i risultati di un lungo lavoro che ha visto gli autori, componenti del Laboratorio di Fisica Ambientale per la Qualità Edilizia, impegnati per diversi anni sul tema, presentando i risultati in numerosi convegni nazionali e internazionali, ed anche organizzando seminari tra i quali si ricordano per il successo dei partecipanti *La normativa nel settore del benessere ambientale*, giugno 2000, *Passivhaus: evoluzione energetica e comfort ambientale negli edifici italiani*, ottobre 2005, *Le Prestazioni acustiche ed energetiche dei componenti finestrati*, novembre 2006, *Le innovazioni sull'efficienza energetica: dalla finanziaria alla certificazione*, maggio 2007.

Nel 2008 nell'ambito della ricerca PRIN *Prestazioni termiche, acustiche, illuminotecniche e sistemi di protezione dalla radiazione solare dei componenti d'involucro trasparenti*

per la riqualificazione energetica degli edifici residenziali, coordinata a livello nazionale dalla Prof.ssa Anna Magrini, è stato messo in evidenza l'importanza primaria dei serramenti anche nella riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, sul quale è necessario porre la massima attenzione se si vuole avere una speranza di successo nella sfida sopra annunciata.

Da tali premesse prende avvio la presente pubblicazione che, esaminando le prestazioni di diverse tipologie di vetri e serramenti, propone indicazioni per agevolare la scelta dei progettisti evidenziando le criticità principali, primariamente quella del contenimento dell'irraggiamento solare senza penalizzare eccessivamente la trasmissione luminosa del vetro, avente da un lato riflessi sui consumi di energia per l'illuminazione e dall'altro riflessi in merito alla possibilità di controllare i carichi termici estivi.

I contenuti del testo sono pertanto di utilità per tutti coloro che si trovano ad affrontare le problematiche insite nell'uso di tali componenti, siano essi progettisti, operatori del settore edile, studenti o ricercatori.



CLASSIFICAZIONE ED APPLICAZIONE DEI SISTEMI DI SCHERMATURA

L'evoluzione delle conoscenze in materia di controllo microclimatico combinata con la possibilità di utilizzo di software di calcolo dinamici (vedi riferimenti bibliografici) per la verifica delle prestazioni dell'involucro impongono al progettista una scelta attenta e consapevole dei sistemi di schermatura nell'edificio al fine di garantire il controllo dei consumi estivi e del comfort interno.

Infatti, un ruolo importante nella mediazione energetica, luminosa ed acustica fra esterno ed interno spetta alle superfici trasparenti dell'involucro che spesso risultano gli elementi "deboli" dello stesso, ma che al contempo rivestono un ruolo essenziale nella percezione qualitativa dell'architettura, con il loro aspetto e con il loro rapporto con le superfici opache, determinando di fatto la composizione del prospetto.

Negli ultimi anni, a fronte di un'evoluzione legislativa importante e finalizzata al contenimento dei consumi energetici globali dell'edificio, si è assistito nell'edilizia civile ad un progressivo aumento delle superfici vetrate, anche in virtù di un grande miglioramento delle loro prestazioni.

Nell'ambito del capitolo saranno descritti i principali sistemi di schermatura solare opportunamente classificati e saranno presentati esempi applicativi nell'architettura contemporanea.

3.1 Evoluzione dei sistemi di schermatura

Le aperture finestrate ed i sistemi di schermatura sono stati oggetto di una lunga e continua evoluzione, passando da una semplice funzione di protezione dalle intrusioni di persone o animali a quella di filtro con l'ambiente esterno ed in particolare di controllo della ventilazione, dell'illuminazione, del rumore e della radiazione solare, controllo particolarmente impegnativo quando le aperture sono diventate ampie superfici estese anche a tutta la facciata.

Gli schermi solari erano oggetto di attenzione fino dal tempo di Roma Imperiale, come dimostra il seguente passaggio tratto da "I 10 libri dell'architettura" di Vitruvio, "(...) *Gli edifici saranno ben situati se innanzi tutto si sarà tenuto conto dell'orientamento e delle inclinazioni del cielo sotto il quale si vuole costruire; infatti gli edifici devono essere costruiti in modo diverso in Egitto ed in Spagna, nel Regno del Ponto ed a Roma, sempre a seconda della posizione dei paesi, poiché ce ne sono di situati vicino al corso del sole, altri*

che ne sono distanti ed altri ancora che sono situati tra questi due estremi. Poiché la faccia del cielo è diversamente orientata a seconda dei vari luoghi, e a causa del rapporto che questi luoghi hanno con lo zodiaco e il corso del sole, bisogna disporre gli edifici secondo le diversità dei paesi e dei climi” (Libro VI, Capitolo I).

Sono molti gli esempi tramandati dall’architettura mediterranea che si possono considerare alle origini dei sistemi schermanti: il portico degli edifici classici sia greci che romani, la *mashrabiya* tradizionale araba e le tende.

Sempre nel contesto storico di Roma, il termine latino *tentorium*, che definiva la tenda militare, si volgarizza originando il termine tenda, sostantivo designante sia la tenda come riparo sia il drappo avvolgibile che richiude gli ingressi o le finestre. Fino al Basso Medioevo, il sistema *tentorium* evolve nel nome come tenda romana e nel prodotto come una tenda a pacchetto.

Il termine *velarium*, invece, designava il velo azionato da funi posto sopra gli spalti del Colosseo per proteggere gli spettatori dalla calura estiva durante i giochi. In seguito, questo tipo di schermo verrà utilizzato per riparare le finestre; va tuttavia precisato che sebbene lo sviluppo dell’artigianato tessile riuscisse a proporre ormai svariate qualità di tessuti ad uso tenda (lini, cotone, damaschi), i sistemi meccanici di movimentazione permanevano rozzi o limitati al solo supporto statico come per il *velarium* sia a Roma che in tutto il bacino del Mediterraneo.

Infine, va ricordato come la schermatura delle finestre fosse una necessità sentita prevalentemente nelle costruzioni pubbliche o nelle residenze nobiliari e patrizie; le case borghesi e popolari, essendo perlopiù piccolissime (una due stanze al massimo), erano dotate di pochissime aperture che non venivano di norma dotate di schermi solari.

In tutti i Paesi affacciati sul Mediterraneo la necessità di schermare adeguatamente l’edificio è maggiormente sentita che altrove, ed alcune tipologie di schermi integrati nell’edificio, quali ad esempio il portico colonnato, hanno avuto un ruolo importante in tutta l’architettura e sono stati utilizzati in maniera trasversale in declinazioni differenti del linguaggio architettonico fino ai giorni nostri.

Parallelamente al portico, nel basso Medioevo prende piede l’uso di un’altra tipologia di protezione, più leggera e duttile: il *canopeum*. Tale protezione, formata da una tettoia in legno (od in telo) sostenuta da pali, era utilizzata a copertura di baldacchini e pedane; da essa ha probabilmente avuto origine il termine inglese canopy che è poi divenuto il termine tecnico per designare le tensostrutture e le tettoie in materiale leggero.

Dal Rinascimento continua ad aumentare l’uso di manufatti tessili per addobbare e riparare dall’interno le grandi finestre dei palazzi nobiliari e borghesi: drappi, tendoni, drappi in velluto, damaschi e veli sono sospesi da bastoni, cavi, tubi o semplicemente inchiodati all’infisso.

Più avanti, tra la fine del XVII e XVIII secolo, in Inghilterra ed in Francia, si sviluppa la tendenza ad addobbare facciate, balconi e terrazzi in ambito privato ed i negozi in ambito commerciale, con tendoni in tessuto di cotone a strisce multicolore, sorretti da



strutture fisse, avvolgibili o semovibili, con la doppia funzione di decorare e riparare le persone e le merci dal sole e dal calore; testimonianze di questo arrivano a noi soprattutto attraverso l'arte figurativa; uno degli esempi più famosi, è il quadro di Van Gogh "Esterno di un caffè di notte" del 1888, in cui viene mostrato l'uso della tenda che diviene arredo urbano, e che si tramanderà fino ai giorni nostri.

La comparsa dei frangisole, prima in legno e poi in metallo, ha inizio con l'edificazione di edifici industriali, caratterizzati da campate larghe ed alte, con aperture che si aprono con squarci nelle coperture utilizzate per la ventilazione e l'illuminazione naturale; qui si avverte il bisogno di controllare e regolare il flusso della luminosità naturale nel corso della giornata e delle stagioni ovvero mediante sistemi frangisole in grado di svolgere al meglio questa funzione. Verso la fine del secolo XIX anche in Italia, soprattutto al Nord, compaiono i primi frangisole a stecche orizzontali, veri e propri antesignani delle veneziane da esterno.

Le prime aziende specializzate nella produzione di tende e schermi sono nate nella metà del 1800, mentre ancora gran parte dell'offerta era garantita dalle botteghe artigiane dei tappezzieri, abili nel confezionare i tessuti.

Nel XX secolo molti architetti hanno capito l'importanza delle schermature inserendole nell'edificio come elementi architettonici, partendo, dall'interpretazione in chiave moderna di archetipi quali: portici, mashrabiya, tende. Le Corbusier è in questo contesto che propone il brise-soleil, costituito da una serie di elementi aggettanti orizzontali e/o verticali giustapposti all'intera facciata vetrata; fra le più famose applicazioni si ricordano il Palazzo del Governo a Chandigarh o l'Unité d'Habitation a Marsiglia.

Frank Lloyd Wright ha utilizzato sistemi di schermatura realizzati mediante coperture con grandi luci aggettanti che ombreggiano le pareti vetrate, consentendo anche una buona ventilazione dell'edificio; sono esempi famosi La Robie House a Chicago (1909), dove il progetto dell'edificio è finalizzato a specifiche funzioni bioclimatiche, tramite l'uso di una serie di soluzioni innovative: il cortile d'ingresso situato a Nord e protetto dai venti gelidi dell'inverno di Chicago, è fresco e ombroso nel clima caldo umido in estate, mentre il piano terreno è anch'esso in ombra, e protetto a Sud dal terrazzo del soggiorno, costituendo di fatto un *accumulatore* di aria fresca. La sporgenza del tetto a Sud è calcolata per impedire al sole estivo di entrare senza togliere luce e calore in inverno [1].

Un altro esempio interessante della fine del XX secolo è l'edificio in rue des Suisses a Parigi di Herzog e De Meuron, dove realizzano un edificio per abitazioni ed uffici in cui le persiane creano una transizione con l'esterno e proteggono l'intimità degli occupanti. La lamiera perforata offre l'opportunità di mantenere comunque un livello di illuminazione sufficiente anche a persiane chiuse.

L'evoluzione dei sistemi schermanti ha portato a soluzioni tecnologiche che oltre al controllo energetico permettesse anche il controllo luminoso, specialmente nel terziario; ne è un esempio l'edificio per ufficio di T. Herzog e Partner a Wiesbaden che esprime a pieno il concetto di facciata intelligente, prevedendo, non solo una differenziata penetrazione della luce naturale, ma anche un controllo flessibile della ventilazione. L'elemento

di protezione solare a forma di “bocca di coccodrillo” contiene dei profili estrusi d’alluminio altamente riflettenti, che garantiscono l’ingresso della luce; questa viene riflessa sul soffitto, assicurando condizioni di comfort visivo negli uffici. Al variare dell’orientamento degli elementi, che si muovono automaticamente, in relazione alle condizioni climatiche, si modifica anche l’aspetto dell’edificio.

Altri esempi di edifici caratterizzati dalle schermature si trovano a Berlino: nelle ambasciate dei paesi scandinavi gli Archh. Berger & Parkkinen (Figura 3.1), realizzano schermature mobili che rendono i prospetti degli edifici sempre diversi non solo al mutare delle stagioni ma persino durante la stessa giornata.



FIGURA 3.1 – *Ambasciate dei Paesi scandinavi a Berlino - Archh. Berger & Parkkinen (foto Arch. G. Aliperta)*



FIGURA 3.2 – *Ambasciate del Messico a Berlino - Arch. G. de Leon (foto Arch. G. Aliperta)*

L’Arch. G. de Leon nel realizzare l’Ambasciata del Messico con sistemi fissi di schermatura a inclinazione variabile, realizza un capolavoro prospettico dinamico dove è il movimento dello spettatore che crea un effetto ottico percepito in un continuo mutare del prospetto della facciata (Figura 3.2).

fici facciano oramai parte del bagaglio tecnologico e culturale dell'architettura, fino ad assurgere ad elementi che la caratterizzano divenendo persino linguaggio autonomo espressivo.



3.2 Classificazione dei sistemi di schermatura

Negli esempi citati si è visto che, in generale, la schermatura può essere applicata al singolo serramento oppure all'intero edificio o porzione di esso, fungendo, in quest'ultimo caso, anche come rinnovo dell'espressione formale della facciata tanto che l'applicazione ad edifici esistenti consente una loro percezione totalmente diversa (Figura 3.3).

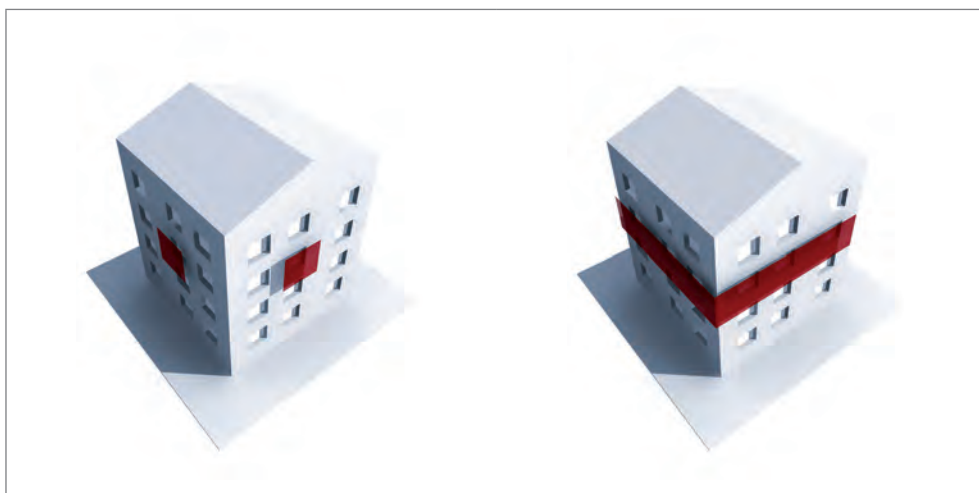


FIGURA 3.3 – Possibili applicazioni del sistema di schermatura (puntuale e continuo)

Un sistema di schermatura efficace dovrebbe consentire di massimizzare i guadagni termici in regime invernale e controllare l'irraggiamento termico in regime estivo, oltre a consentire, se possibile, un miglioramento del comfort visivo ed acustico negli interni; ciò premesso, l'efficacia della protezione dal sole delle superfici vetrate per mezzo di schermature dipende anche da:

- caratteristiche dei materiali utilizzati nello schermo (riflettanza) e dell'eventuale prodotto che lo ricopre (finitura); in particolare la riflettanza, o coefficiente di riflessione del flusso energetico ρ_e (adimensionale), è data dal rapporto tra l'intensità del flusso radiante riflesso e l'intensità del flusso radiante incidente;
- tipologia di schermatura (fissa o mobile);
- giacitura dello schermo rispetto al serramento (esterna, interna, integrata - figura 3.4);
- giacitura dello schermo rispetto alla facciata (parallelo, ortogonale orizzontale e verticale, ecc. - figura 3.5).

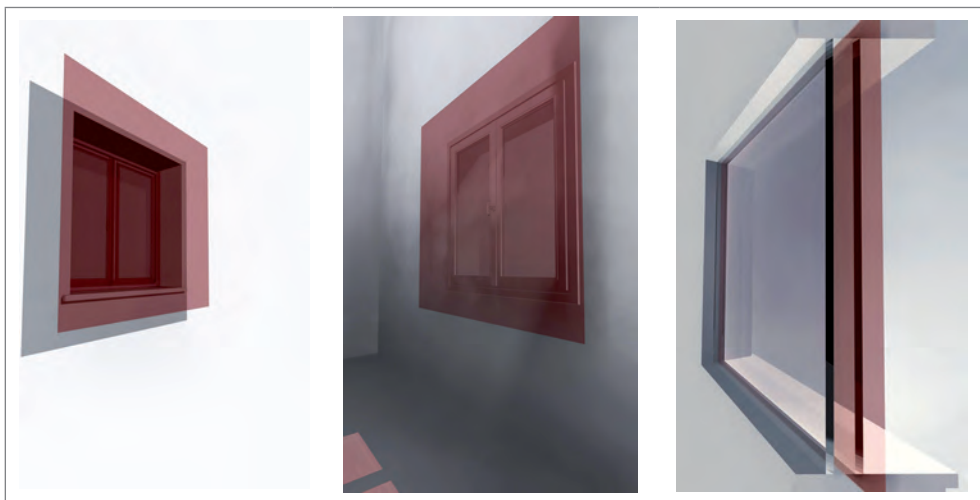


FIGURA 3.4 – Giacitura dello schermo rispetto al serramento (esterna, interna, integrata)

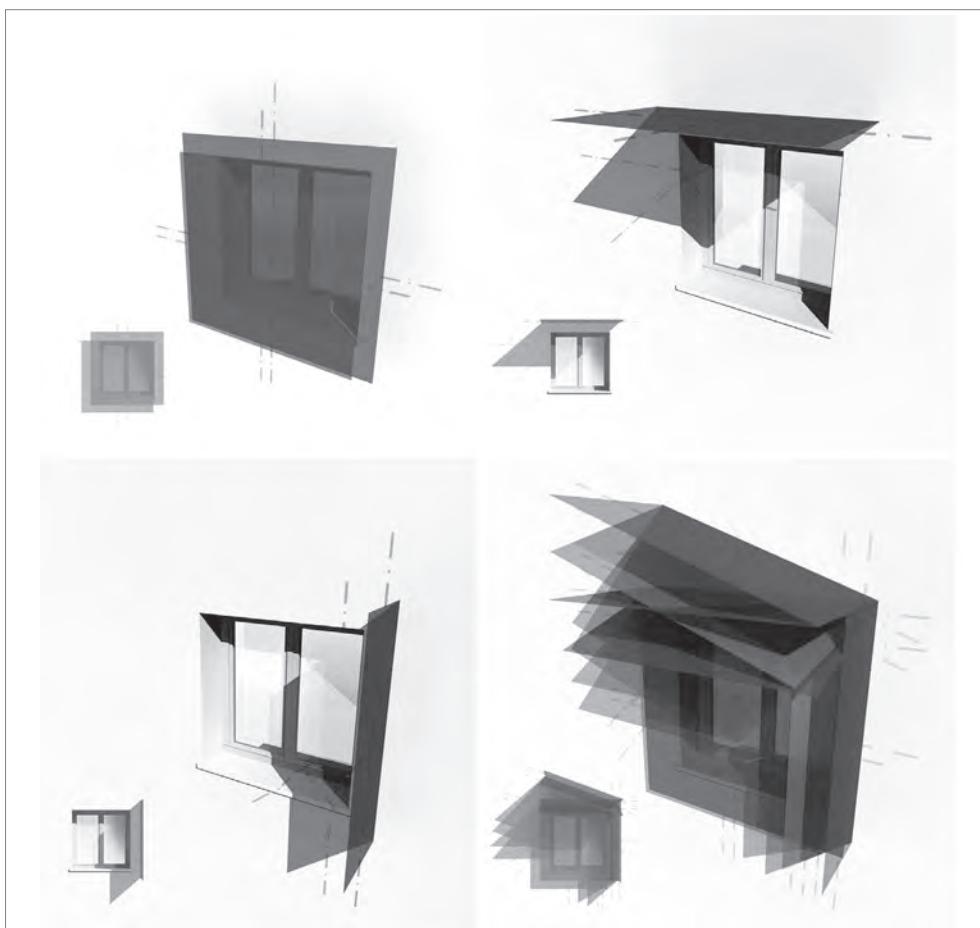


FIGURA 3.5 – Giacitura dello schermo rispetto alla facciata (parallelo, ortogonale orizzontale o verticale, inclinato)