

PRESCRIZIONI LEGISLATIVE ITALIANE SULL'EFFICACIA DEI SISTEMI SCHERMANTI: UN COMMENTO CRITICO A SUPPORTO DEL PROGETTISTA

di

* Gaia Piovan

Il crescente interesse emerso, soprattutto negli ultimi anni, in tema di sviluppo sostenibile ed efficienza energetica ha portato a una serie di leggi e direttive, sia a livello europeo che nazionale, che vedono anche il mondo delle costruzioni tra i principali attori coinvolti in materia. In particolare, è sempre più richiesto il rispetto dei fabbisogni energetici e delle strategie per ridurre i fabbisogni di raffrescamento degli edifici e quindi migliorare le condizioni di comfort termico interno.

È in questo contesto che assumono una certa importanza le soluzioni passive che consentono una riduzione degli apporti solari durante il periodo estivo. Tra queste, le schermature solari a protezione delle superfici trasparenti. A livello legislativo è infatti espressamente richiesto che venga *“valutata puntualmente e documentata l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare”*. Risulta quindi fondamentale definire le prestazioni energetiche di tali dispositivi, ma non risulta chiaro come il progettista debba approcciarsi a tale prescrizione poiché non viene data una definizione precisa di cosa si intenda per schermatura efficace. Data l'assenza di una procedura standardizzata per indagare gli effetti delle schermature solari, il documento si propone di definire le possibili linee guida da cui partire, nella speranza di più precisi chiarimenti futuri per i progettisti.

Il presente articolo è una sintesi delle considerazioni espresse nella Tesi di Laurea Magistrale in Building and Architectural Engineering “How to deal with the Italian legislative prescriptions about the effective-

ness of shading systems. A critical review to support the designer”, discussa l'aprile scorso presso il Politecnico di Milano. La tesi è stata redatta da Gaia Piovan con relatore il Prof. Andrea Giovanni Mainini e correlatore l'Ing. Giorgio Galbusera.

Il panorama legislativo

È innanzitutto importante fare chiarezza sul tema andando ad analizzare l'exkursus che ha portato a tale richiesta legislativa. Come rappresentato nello schema che segue (Fig.1), il processo logico che mostra il panorama legislativo parte dal generale – quindi l'Europa e le sue direttive energetiche – passando attraverso le trasposizioni presenti nel nostro Paese, quali leggi e decreti. In particolare, con il Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015 e nello specifico con i cosiddetti “Requisiti Minimi”, è possibile porre l'enfasi su quelle prescrizioni riguardanti le performance estive e il controllo dei guadagni solari e delle schermature.

È qui che viene, per esempio, richiesta per gli edifici la verifica dell'area solare equivalente $A_{sol,est}$ e del valore di trasmissione solare totale della componente finestrata g_{gl+sh} (dove “sh” indica che la schermatura solare è utilizzata), nonché appunto l'efficacia dei sistemi schermanti. Nei primi due casi è esplicitamente richiesto che tali parametri risultino inferiori a specifici valori¹, mentre per le schermature solari è rimandata al progettista la valutazione della loro efficacia. Un esempio di valutazione possibile è riportato nelle figure seguenti, dove è raffigurato il bilancio energetico sintetico di un edificio residenziale per il periodo

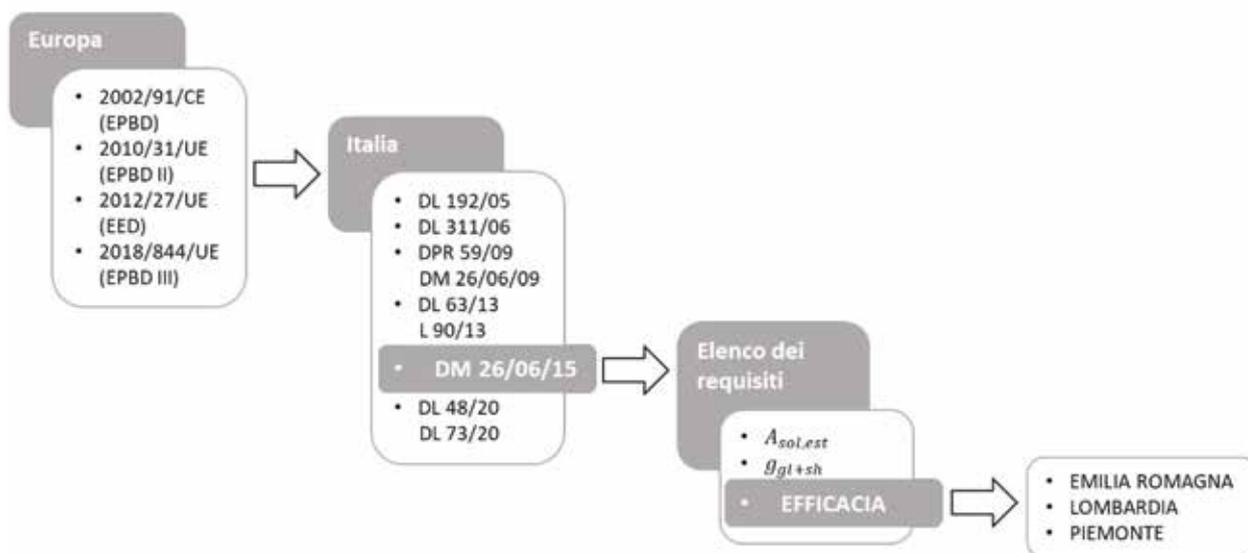


Figura 1: Flusso logico per l'analisi delle prescrizioni in termini di efficienza energetica degli edifici ed efficacia dei sistemi schermanti

di raffrescamento in caso non ci sia alcun dispositivo schermante applicato sulle superfici trasparenti (Fig.2), o viceversa in caso siano presenti (Fig.3). È possibile osservare una riduzione dei guadagni solari – colonne in giallo – passando dal caso “senza” al caso “con” schermature e conseguentemente una riduzione del fabbisogno energetico di raffrescamento – linea nera.

A livello regionale è pertanto possibile trovare delle specifiche a riguardo. Un esempio, è il caso della Lombardia. È infatti presente una nota interpretativa del punto 5.4 del DGR XIII/8745 pubblicata dal CENED, dove viene precisato che i sistemi schermanti “devono essere tali da ridurre del 70% l'irradiazione solare massima sulle superfici trasparenti durante il periodo estivo e tali da consentire il completo utilizzo della massima irradiazione solare incidente durante il periodo invernale”.

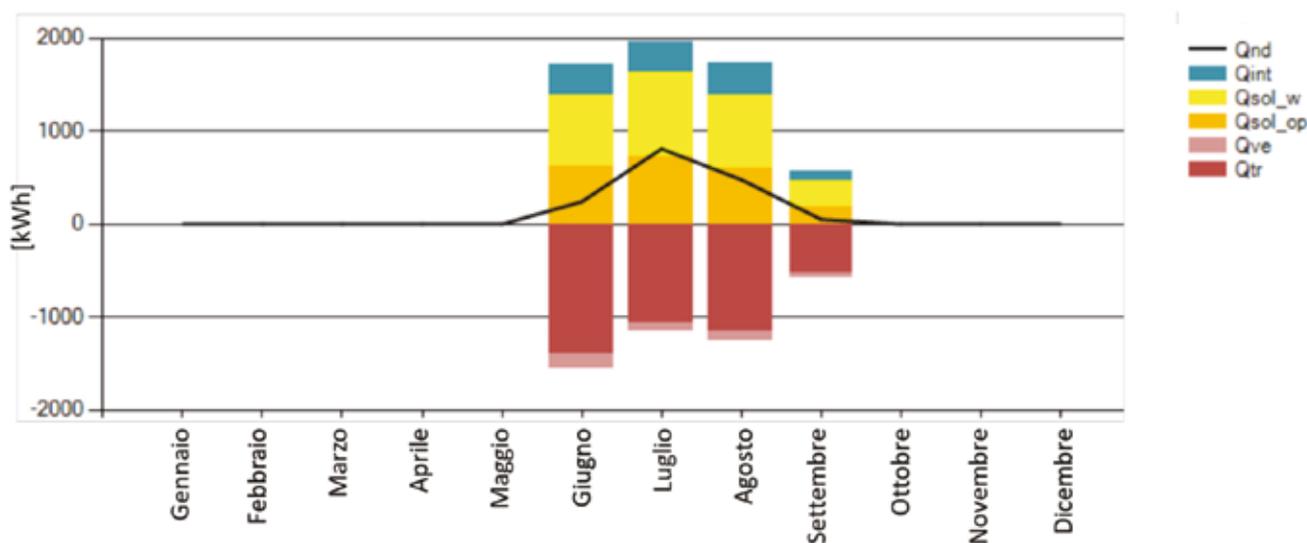


Figura 2: Bilancio energetico sintetico relativo al periodo di raffrescamento per un appartamento senza schermature solari

¹ Per riferimenti più precisi, si rimanda alla Guida ANIT di approfondimento tecnico “Efficienza e Certificazione Energetica degli Edifici – Regole nazionali” oppure direttamente al suddetto DM 26/06/15.

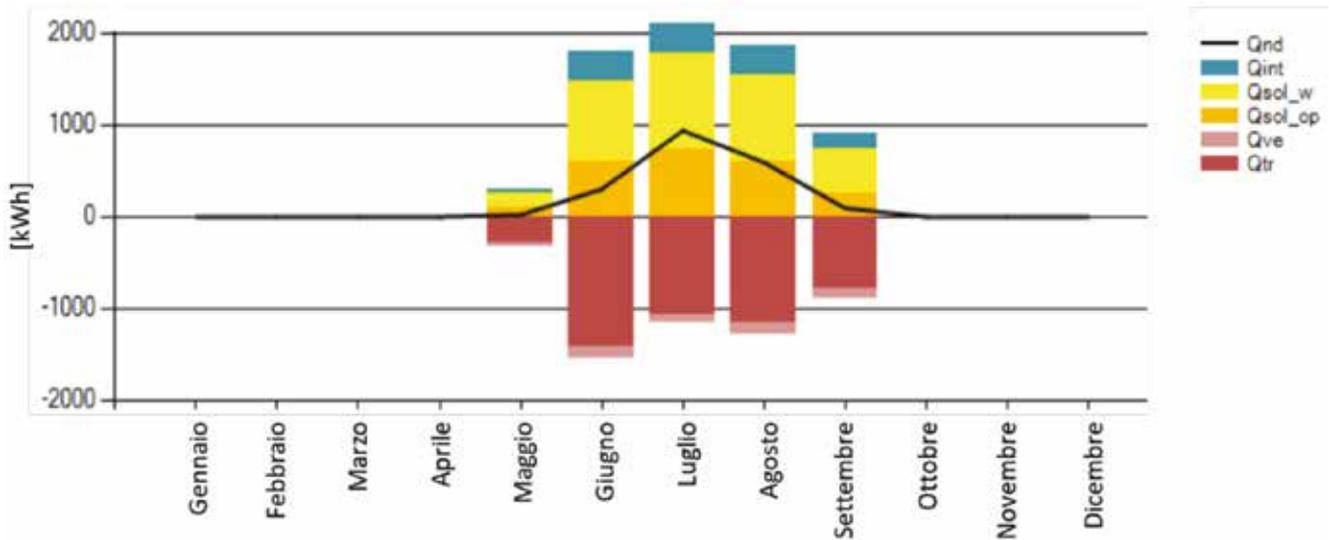


Figura 3: Bilancio energetico sintetico relativo al periodo di raffrescamento per un appartamento con schermature solari

Per quanto sia un ulteriore e valido strumento, tale disposizione presenta però dei punti deboli: basti pensare all'impossibilità di raggiungere il completo utilizzo della massima irradiazione solare in inverno, in presenza di soli oggetti fissi oppure ostruzioni esterne.

I riferimenti normativi

Essendo l'efficacia la capacità di produrre e ottenere appieno l'effetto desiderato, è necessario, per una

definizione più completa possibile, non solo conoscere le "regole da rispettare" ma anche i riferimenti normativi utili per i calcoli. I parametri caratterizzanti i sistemi schermanti dipendono sia da aspetti termici che da aspetti visivi (Fig.4).

Precisazioni in merito a questi ultimi vengono lasciate ad altri approfondimenti.

Per quanto riguarda i primi, ovvero gli aspetti termici,

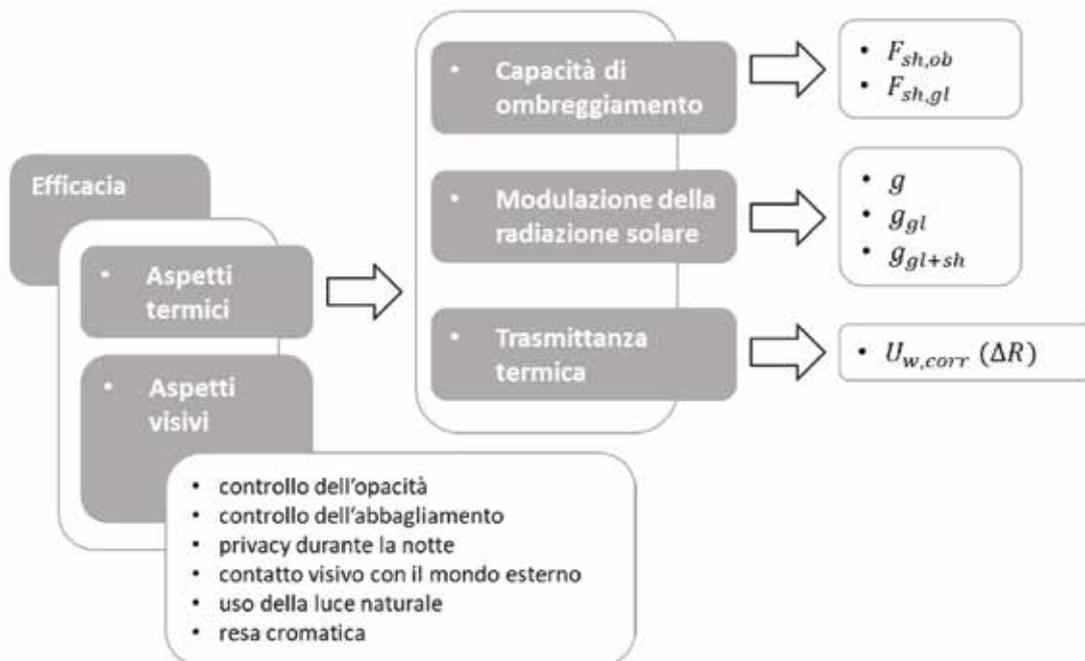


Figura 4: Possibili principali parametri coinvolti per la definizione dell'efficacia dei sistemi schermanti in accordo con le normative di riferimento

invece, un'importante caratteristica da menzionare è innanzitutto la capacità di ombreggiamento, espressa da specifici fattori di riduzione. In accordo con la norma UNI/TS 11300-1:2014 *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, tale capacità può essere dovuta sia da sistemi fissi quali ostruzioni esterne o aggetti orizzontali e verticali $F_{sh,ob}$, sia da elementi mobili $F_{sh,gl}$, dal momento che alcuni dispositivi sono caratterizzati da un tempo di utilizzo, e quindi da una specifica frazione di tempo.

Un'altra importante quantità coinvolta è la trasmissione dell'energia solare, che può essere relativa alla vetratura singola – e quindi essere espressa dai parametri g o g_{gl} se perpendicolare oppure no rispetto alla superficie – o riferirsi al sistema finestra-schermatura g_{gl+sh} . Nella tabella che segue (Tab.1) sono riportati i risultati ottenuti a seguito di una serie di simulazioni effettuate sullo stesso caso studio dei dati riportati in precedenza: il contributo dei sistemi schermanti può essere percepito anche in questo caso, in cui la loro presenza porta ad una riduzione del fattore solare e quindi a una riduzione della quantità di

energia solare attraverso le superfici trasparenti.

In accordo con la norma UNI EN ISO 10077-1:2018 *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità*, è necessario menzionare anche la trasmittanza termica che, grazie a una resistenza addizionale, risulta ridotta quando le schermature solari sono presenti. Di seguito, alcuni dei risultati ricavati da simulazioni con il software di calcolo della Suite ANIT, APOLLO (Tab.2).

Considerando tutti questi aspetti, grazie alla norma UNI EN 14501:2021 *Tende e chiusure oscuranti – Benessere termico e visivo – Caratteristiche prestazionali e classificazione*, è possibile classificarli con una scala di valutazione che va da 0 a 4. Questa classificazione, però:

- permette un confronto tra prodotti e non specificazioni riguardo la loro efficacia;
- non precisa e non richiede considerazioni sulle valutazioni visive, nonostante la loro influenza;
- non riporta un parametro specifico per la valutazione dell'efficacia.

Tipologia	Posizione	Trasmissione	$F_{sh,gl}$	g	g_{gl+sh}
nessuna schermatura	-	-	1	0.235	0.235
tende Veneziane bianche	esterna	bassa	0.1	0.235	0.024
tende Veneziane bianche	esterna	alta	0.35	0.235	0.082
tessuti rivestiti di alluminio	esterna	media	0.08	0.235	0.019
tende bianche	interna	bassa	0.65	0.235	0.153
tende bianche	interna	alta	0.95	0.235	0.224
tessuti colorati	interna	media	0.57	0.235	0.134

Tabella 1: Risultati di simulazioni tra differenti schermature solari mobili applicate a un sistema con doppio vetro

Tipologia	Permeabilità all'aria	U_w [W/m ² K]	ΔR	U_{w+sh} [W/m ² K]	$U_{w,corr}$ [W/m ² K]
nessuna schermatura	-	5.378	0.00	5.378	5.378
chiusure avvolgibili in alluminio	media	5.378	0.12	3.269	4.113
chiusure avvolgibili in plastica con riempimento in schiuma	bassa	5.378	0.26	2.243	3.497
chiusure in legno	bassa	5.378	0.30	2.058	3.386

Tabella 2: Risultati di simulazioni tra differenti chiusure oscuranti applicate a un sistema con vetro singolo. Legenda:

U_w = trasmittanza termica del serramento senza schermatura solare; ΔR = resistenza termica addizionale;
 U_{w+sh} = trasmittanza termica del serramento con la schermatura solare; $U_{w,corr}$ = trasmittanza termica ridotta del componente trasparente e del dispositivo schermante

Le tipologie di schermatura

Tutti i parametri menzionati sono considerevolmente influenzati dalla posizione, dall'orientamento e dalla tipologia del sistema. Al giorno d'oggi, infatti, esistono innumerevoli soluzioni. Una macro-classificazione può essere fatta in accordo con la posizione delle schermature rispetto al vetro del serramento oggetto d'analisi; possono quindi essere: esterne, fisse oppure mobili; interne, generalmente mobili; integrate. Nello schema che segue sono riassunte le varie categorie a cui poter fare riferimento (Fig.5).

Per comprendere il contributo delle varie tipologie sui guadagni solari, sono state effettuate una serie di simulazioni, sviluppate con un altro software sempre della Suite ANIT, ICARO. In particolare, è stata considerata una zona termica con geometria semplificata (un cubo) rappresentativa di una stanza in un edificio situato a Milano con facciata esterna orientata a sud-ovest. È stato inoltre ipotizzato che tale facciata, così come la superficie di copertura, fossero caratterizzate da adeguate caratteristiche termiche e soprattutto valori di trasmittanza in accordo con i requisiti legislativi; vice versa, le altre pareti e il solaio orizzontale sono stati considerati come partizioni interne.

La zona termica è di dimensioni 4x3.3x4 m, con una superficie utile di 13.2 m² e un volume lordo di 52.8 m³. Inoltre, è stata ipotizzata la presenza di una finestra di dimensioni 1.40x1.50, sempre con orientamento sud-ovest, doppio vetro e valore di trasmittanza termica 5.882 W/m²K. Sono stati considerati i seguenti scenari:

- 1 baseline, con assenza di schermature;
- 2 presenza di oggetto orizzontale fisso di lunghezza 0.5 m e distante dalla finestra 0.3 m;
- 3 presenza di due oggetti verticali fissi di lunghezza 0.3 m e distanti 0.5 m rispettivamente rispetto al lato destro e sinistro della finestra;
- 4 presenza di oggetti orizzontali e verticali fissi (caso 2 e 3);
- 5 presenza di tapparella esterna avvolgibile in plastica con media permeabilità all'aria;
- 6 presenza di una persiana in legno esterna con bassa permeabilità all'aria;
- 7 presenza di una tenda veneziana bianca esterna con trasmissione media;
- 8 presenza di una tenda bianca interna con bassa trasmissione;
- 9 presenza di un'ostruzione esterna di 7 m di altezza e distante 5 m dalla finestra;
- 10 ipotesi reale (caso 2, 5, 8 e 9 – Fig.6).

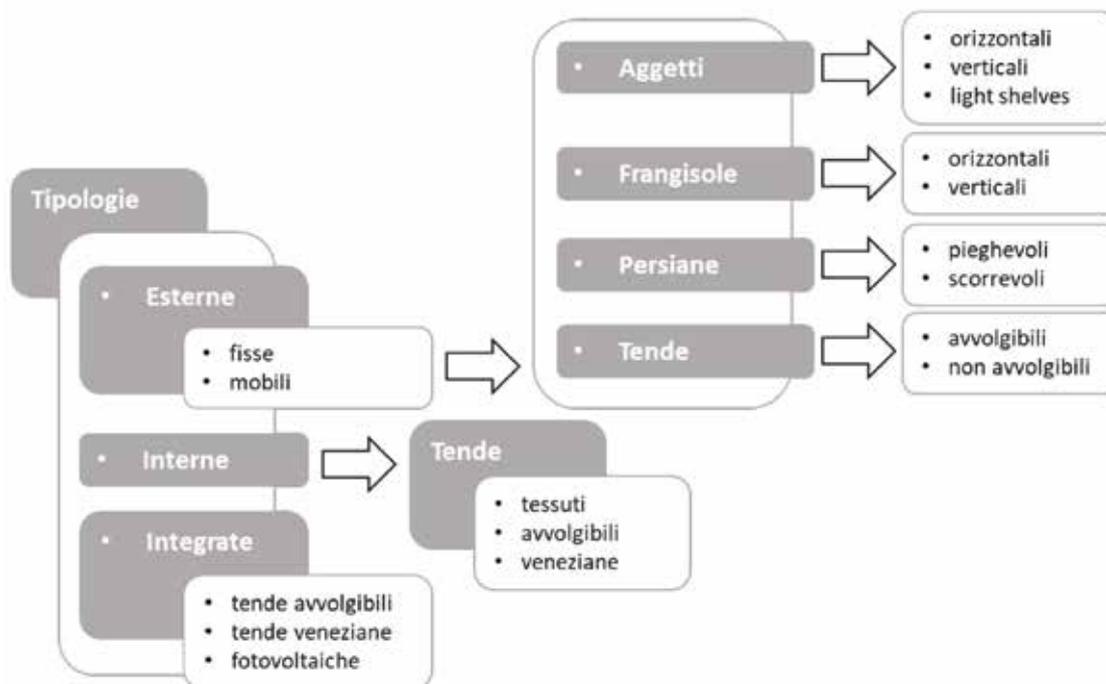


Figura 5: Macro-tipologie di possibili sistemi schermanti per superfici trasparenti

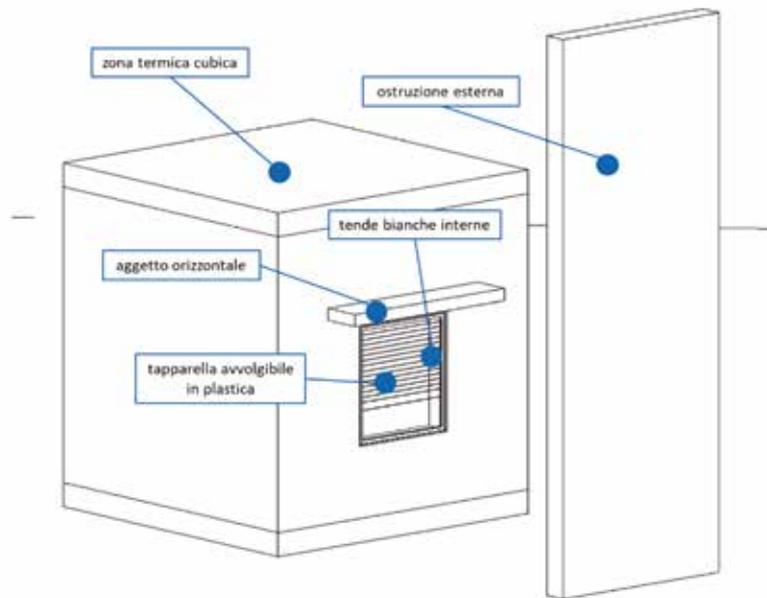


Figura 6: Schematizzazione dell'ipotesi di scenario reale - Caso 10

I risultati dinamici orari ottenuti sono in accordo con la norma UNI EN ISO 52016-1:2018 *Prestazione energetica degli edifici – Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti – Parte 1: Procedure di calcolo* e relativi al periodo estivo compreso tra i mesi di maggio e settembre.

Per meglio comprendere le considerazioni a riguardo, si riporta di seguito un grafico comparativo (Fig.7) che tiene conto dei massimi valori di guadagni solari registrati durante il periodo estivo per ciascun scenario. Nella tabella (Tab.3) invece è pos-

sibile osservare le differenze dei risultati rispetto al caso base di partenza e apprezzare la riduzione in termini di carichi solari quando i diversi sistemi di schermatura sono applicati.

I risultati ottenuti invece per lo scenario di ipotesi reale che considera la presenza combinata di alcuni dei casi precedenti (non i migliori in termini di riduzione degli apporti solari), sono rappresentati nel grafico seguente (Fig.8), in modo da mostrare come l'effetto schermante può essere considerato efficace se ottenuto anche dalla combinazione di soluzioni diverse.



Figura 7: Grafico comparativo sui valori massimi di guadagni solari su una superficie trasparente ottenuti da simulazioni dinamiche orarie nel periodo estivo tra maggio e settembre

	$Q_{sol,w}$ [Wh]	$\Delta Q_{sol,w}$
Caso 1	316,5	
Caso 2	278,7	37,8
Caso 3	316,5	0
Caso 4	278,7	37,8
Caso 5	316,5	0
Caso 6	316,5	0
Caso 7	105,7	210,8
Caso 8	205,7	110,8
Caso 9	237,9	78,6

Tabella 3: Risultati e differenze.

Legenda: $Q_{sol,w}$ = carichi solari su parti trasparenti; $\Delta Q_{sol,w}$ = differenza rispetto alla soluzione iniziale senza schermature

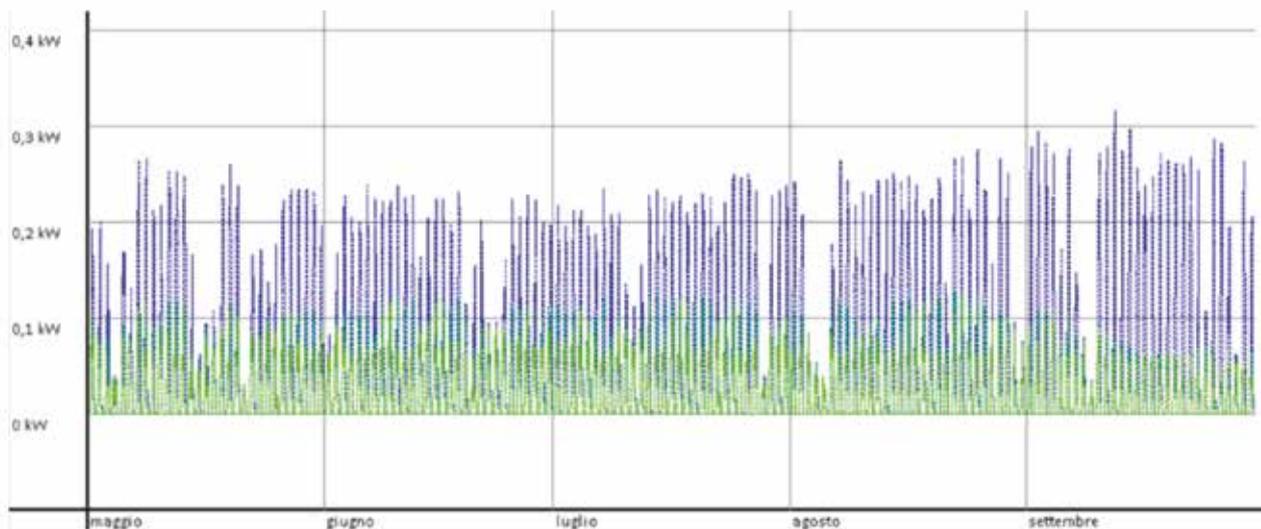


Figura 8: Apporti solari su superficie trasparente con oggetto orizzontale esterno, tapparella avvolgibile in plastica, tende bianche interne e ostruzione esterna

È bene precisare, però, che il decreto richiede che la verifica sia puntuale, senza specificare se con esso si intenda che solo il singolo sistema debba essere efficace. Non è quindi precisato se il risultato può essere ottenuto dalla combinazione di più soluzioni, e inoltre, non vengono menzionate soluzioni di ombreggiamento come le ostruzioni esterne, il cui contributo influenza considerevolmente i risultati.

I metodi di calcolo

Ciascuna tipologia di schermatura presenta vantaggi e svantaggi poiché strettamente legata all'influenza di tutte le altre variabili. È quindi importante tenere in considerazione anche il grado di complessità che caratterizza gli edifici oggigiorno, ovvero orientamento, posizione, destinazione d'uso, inclinazione, utenza, etc. Per fare questo esistono una serie di

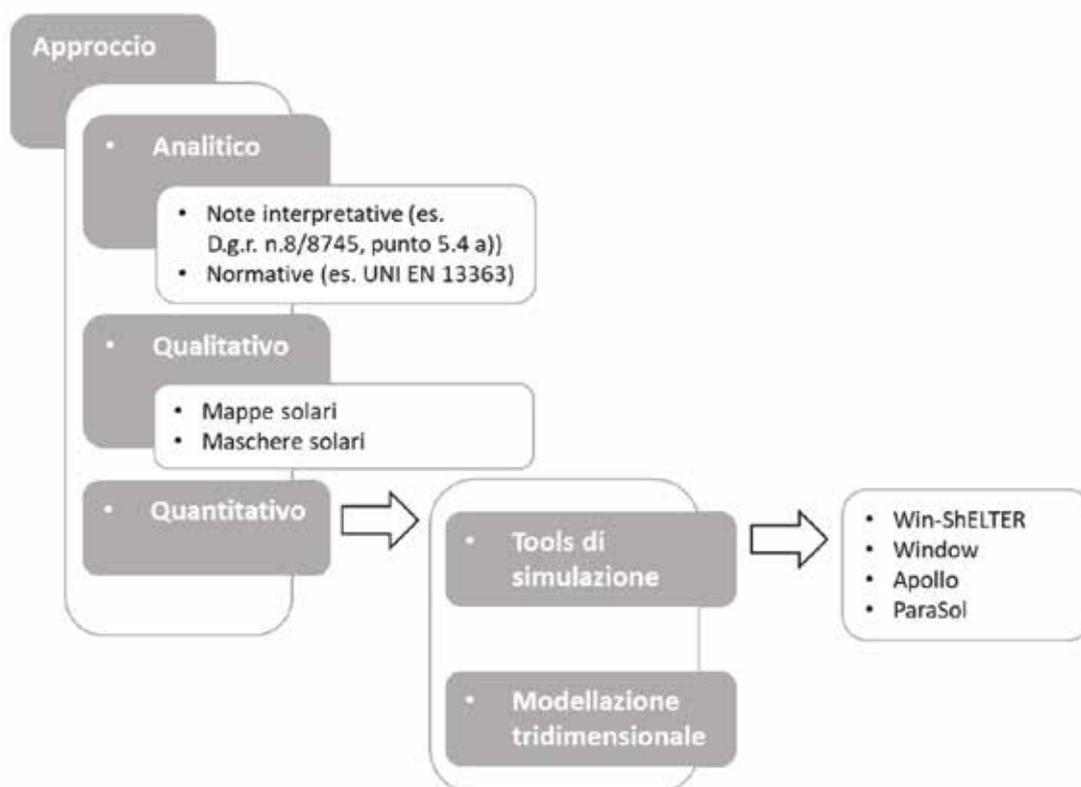


Figura 9: Schematizzazione dei possibili metodi di approccio per il calcolo dei parametri relativi ai sistemi schermanti

possibili metodi di calcolo (Fig.9), che possono essere di tipo:

- analitico, quando il progettista ottiene risultati e calcoli numerici grazie all'impiego di specifiche normative (come la norma UNI EN 13363-1/2:2008 *Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza totale e luminosa – Parte 1: Metodo di calcolo semplificato/Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato*) oppure note interpretative;
- qualitativo, usando mappe o maschere solari per definire quale parte dell'involucro è soggetta alla radiazione solare diretta e quale no, conoscendo la precisa posizione del sole nel cielo;
- quantitativo, grazie a specifici software di modellazione, con cui è possibile definire posizione, orientamento e contesto dell'edificio, ma la valutazione dei parametri è generalmente rimandata a tools appositi.

È bene precisare, però, che i metodi analitici risultano poco applicabili caso per caso, e considerano un numero limitato di tipologie e parametri. Le carte solari invece, considerano solo la radiazione solare e poche variabili tipologiche di schermatura, restituiscono informazioni limitate e il loro uso non è regolato da normative. Gli strumenti di simulazione sono in generale eccellenti metodi interpretativi, ma non sempre permettono considerazioni valutative complete; tipologie e materiali sono piuttosto sem-

plici ed è raro trovare ampie librerie a cui poter fare riferimento. Infine, i software di modellazione 3D necessitano di user inputs dettagliati, supporto di altri applicativi e generalmente restituiscono risultati a livello di bilancio energetico. Tali aspetti sono riassunti nello schema che segue (Tab.4), dove per ciascun metodo di calcolo sono indicate in verde le caratteristiche presenti, in giallo quelle parzialmente presenti o che dipendono dalla specifica tipologia, mentre le caselle vuote sottolineano l'assenza di informazione.

Essendo i software di modellazione e di calcolo il modo migliore per definire i sistemi schermanti, ed essendo gli altri metodi strumenti fondamentali al loro supporto, il progettista può seguire il seguente diagramma (Fig.10), che riassume il flusso per considerare la migliore scelta possibile a disposizione.

Conclusioni

In conclusione, da questa analisi critica è emerso che le variabili da cui dipende la definizione di schermatura solare efficace sono molte, ma non esiste una procedura standardizzata per esaminarne il loro effetto. Quindi non esistono protocolli stabiliti per eseguire l'analisi e c'è una mancanza di uniformità anche tra i riferimenti di letteratura scientifica: i risultati non sono confrontabili, e quindi potrebbe risultare interessante raccogliere dati comparabili su edifici esistenti con diversi dispositivi di ombreggiamento e provenienti da diverse aree climatiche. Questi dispositivi sono anche soggetti a detrazio-

		Approccio analitico		Approccio qualitativo		Approccio quantitativo	
		Normative	Note interpretative	Mappe solari	Maschere solari	Tools di simulazione	Modellazione 3D
Posizione	Luogo						
	Orientamento						
	Contesto						
Tipologie	Semplificate						
	Ampia libreria						
Parametri	Fattori di ombreggiamento						
	Fattori solari						
	Trasmittanza termica						
	Proprietà visive						
Risultati	Guadagni solari						
	Temperature						
	Bilancio energetico						

Tabella 4: Confronto tra differenti approcci per il metodo di calcolo dei sistemi schermanti

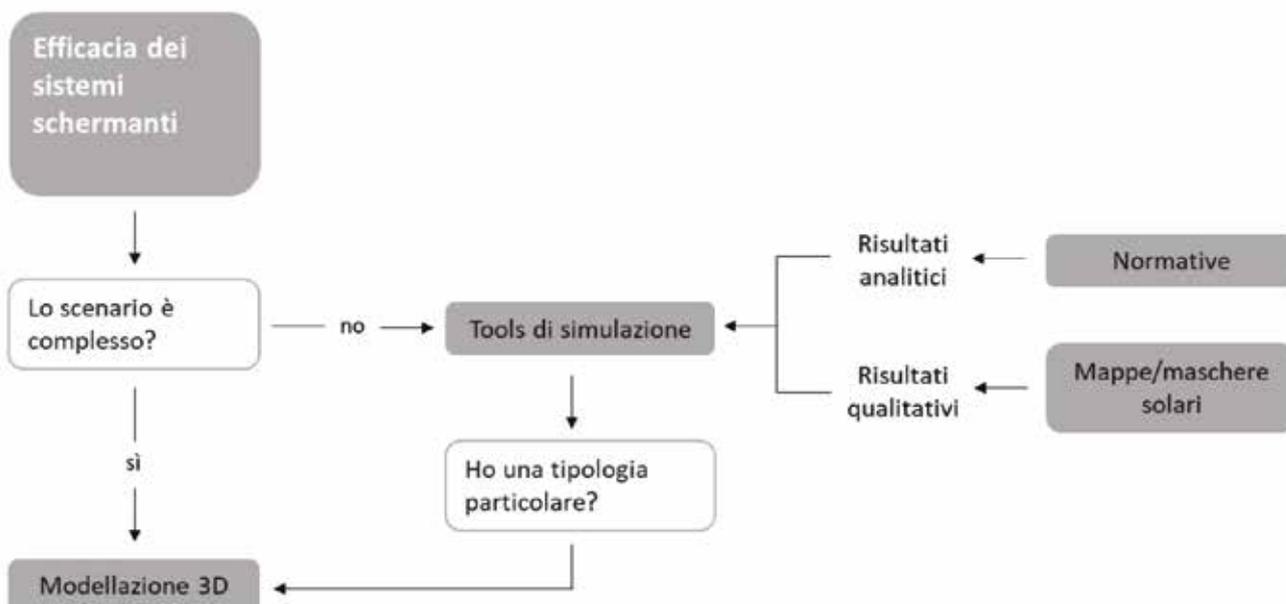


Figura 10: Diagramma di flusso per l'efficacia dei sistemi schermanti considerando gli strumenti valutativi a disposizione e il grado di complessità

ni fiscali, per cui è necessaria maggiore attenzione nell'adempimento della prescrizione. La scelta va fatta nelle prime fasi del processo di progettazione, considerando il grado di complessità e di dettaglio da raggiungere. Particolare attenzione deve essere data alle valutazioni visive: riducendo i guadagni solari, potrebbe esserci anche una riduzione della luce naturale disponibile, portando così l'utente a utilizzare più luce artificiale, aumentando di conseguenza i carichi interni e quindi non riducendo i consumi in termini di bilancio energetico; inoltre, una riduzione dell'irraggiamento solare in ingresso riduce il fabbisogno di raffrescamento, migliorando il comfort interno e

quindi la soddisfazione degli utenti, ma parametri soggettivi non possono rappresentare la base per una valutazione sull'efficacia. Occorre dunque una prescrizione legale più precisa: i requisiti minimi sono attualmente in fase di riesame e la revisione probabilmente influirà anche – e soprattutto – sui metodi di controllo delle prestazioni estive degli edifici, ma al momento non si conoscono né i tempi né l'entità di tali modifiche. **E**

** Gaia Piovan,
Ingegnere Edile, lavora per TEP srl e si occupa di
analisi energetica degli edifici finalizzata
all'accesso al Bonus 110%.*