



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Schermature Solari

Applicazione per il calcolo del risparmio energetico
per componenti vetrati installati su pareti verticali

ENEA Via Giuliano Romano n.41, Roma 4/4/2019

**Autore / Autori / Unità: R. Giammusso, D. Prisinzano, G. Azzolini
DUEE-SPS-SAP**



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Le Schermature Solari a protezione delle superfici vetrate degli edifici, rappresentano uno degli interventi **ammessi alle detrazioni fiscali** per la riqualificazione energetica (ex legge 296/2006).

ENEA ha sviluppato un **metodo semplificato** per il calcolo **dell'apporto termico** che l'impianto di **condizionamento estivo non dovrà asportare** in presenza di una Schermatura Solare mobile rispetto al caso di superficie vetrata nuda valutando in questo modo il risparmio energetico conseguito.

Al fine di facilitare la procedura ed avere dati calcolati in modo **omogeneo**, l'ENEA ha sviluppato un'applicazione, basata su una metodologia semplificata e **coerente con le norme tecniche di riferimento**, che risponde a questo scopo.

Apporto di energia termica UNI 11300-1 (componenti vetrati)

La norma **UNI 11300-1** valuta l'apporto di energia termica dovuto alla radiazione solare incidente sui componenti vetrati con la seguente espressione:

$$F_{sh,ob,k} A_{sol,w,k} I_{sol,k} t \quad [\text{J}]$$

I termini dell'equazione sono:

$F_{sh,ob,k}$ è il **fattore di riduzione per ombreggiatura** relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima;

$A_{sol,w,k}$ è l'**area di captazione solare effettiva** della superficie vetrata k-esima con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato, espressa in m^2 , determinata con l'equazione:

$$A_{sol,w} = F_{sh,gl} F_w g A_{w,v}$$

$A_{w,v}$ è l'**area del solo vetro** della superficie vetrata protetta;

Apporto di energia termica UNI 11300-1 (componenti vetrati)

Il **fattore di riduzione $F_{sh,gl}$ relativo all'utilizzo di schermature mobili** è la frazione di tempo in cui la schermatura solare è utilizzata pesata sull'irraggiamento solare incidente e dipende dall'orientamento e dal periodo dell'anno. Esso è ricavato dalla seguente espressione:

$$F_{sh,gl} = [(1-f_{sh,with}) g + f_{sh,with} g_{tot}] / g$$

ove il fattore di riduzione $f_{sh,with}$ viene ricavato dal **prospetto 21** della norma **UNI 11300-1**.

Il fattore di trasmissione solare del solo vetro (g) è ricavato considerando la radiazione solare normale alla superficie vetrata. Il **fattore di esposizione F_w** riportato nel **prospetto 20** della norma **UNI /TS 11300-1** corregge il fattore g considerando l'**effettiva inclinazione** della radiazione solare che dipende dall'**esposizione** della superficie vetrata e dal **periodo considerato**.

$I_{sol,k} \times t$ è l'**irradianza solare media del periodo considerato**, sulla superficie k -esima, espressa in MJ/m^2 valutata secondo i prospetti contenuti nella norma UNI 10349.

Apporto di energia termica UNI 11300-1 (componenti vetrati)

Il fattore di riduzione per ombreggiatura $F_{sh,ob,k}$

Il **fattore di riduzione per ombreggiatura**, $F_{sh,ob}$, è un fattore riduttivo della radiazione solare incidente per tenere conto dell'effetto di ombreggiatura permanente sull'elemento considerato, esso può essere calcolato in funzione dei fattori di riduzione per ombreggiatura relativi ad **ostruzioni** esterne, F_{obO} , ad **aggetti orizzontali**, F_{obH} , e **verticali**, F_{obV} .

$$F_{sh,ob} = F_{obO} \times \min(F_{obV}, F_{obH})$$

I valori dei fattori di riduzione per ombreggiatura dipendono dalla **latitudine**, dall'**orientamento** dell'elemento ombreggiato, dal **periodo considerato** e dalle **caratteristiche geometriche** degli elementi ombreggianti.

Apporto di energia termica UNI 11300-1 (componenti vetrati)

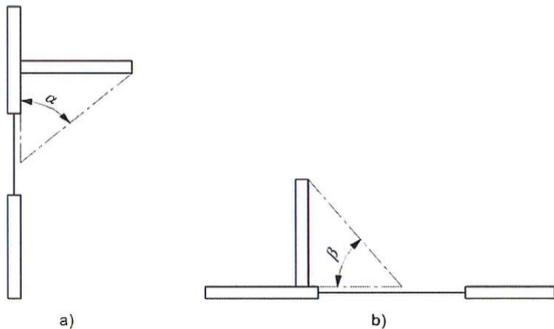
Il fattore di riduzione per ombreggiatura $F_{sh,ob,k}$

Le **caratteristiche geometriche** sono descritte da un parametro angolare, come evidenziato nelle figure seguenti:

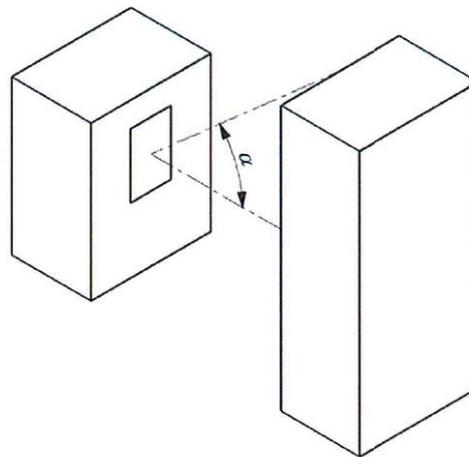
Aggetto orizzontale e verticale

Legenda

- a) Sezione verticale
- b) Sezione orizzontale



Angolo dell'orizzonte ombreggiato da un'ostruzione esterna



Apporto di energia termica UNI 11300-1 (componenti vetrati)

Il fattore di riduzione per ombreggiatura $F_{sh,ob,k}$

Con riferimento ai vari mesi dell'anno, i fattori di riduzione per ombreggiatura, per i diversi tipi di aggetti e ostruzioni, possono essere determinati dai valori riportati nei **prospetti dell'appendice D della norma UNI/TS 11300-1**, in relazione all'effettivo **angolo caratteristico**, all'**orientamento** della superficie vetrata e alla **latitudine** della località.

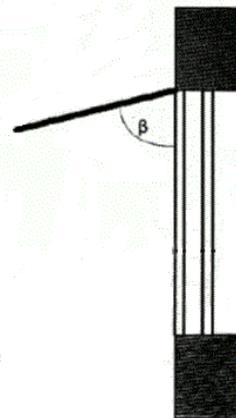
In caso di presenza di **più aggetti od ostruzioni della stessa tipologia**, si considera solo quello che determina l'angolo maggiore o comunque **quello che** per esposizione **incide maggiormente** (l'aggetto e/o ostruzione con effetto ombreggiante maggiore).

Fattore di trasmissione solare totale, g_{tot} (UNI 14500)

La norma **UNI EN 14500** descrive un metodo semplificato per il calcolo della trasmittanza totale di energia solare di un dispositivo di protezione solare comunque inclinato, abbinato ad una superficie vetrata.

Sono considerati tre casi a seconda del valore dell'**angolo di inclinazione della schermatura** solare, β , rispetto alla superficie vetrata:

1. β compreso tra **0 e 30°**: la protezione solare è considerata come se fosse “**verticale**” e il fattore g_{tot} va valutato con la norma **UNI EN 52022-1:2018**;
2. β compreso tra **30 e 60°**: la protezione solare è considerata come “**obliqua**” e il fattore g_{tot} è valutato secondo la norma **UNI EN 14500 (ANNEX D)**;
3. β compreso tra **60° e 90°**: la protezione solare è considerata come “**orizzontale**” e il fattore g_{tot} è valutato secondo la norma **UNI EN 14500 (ANNEX D)**.



Schermatura “Verticale” (UNI 52022-1)

La norma **UNI 52022-1** prevede tre posizioni della protezione solare: **interna, esterna e integrata tra due superfici vetrate.**

La norma è applicabile per valori della **trasmittanza solare del solo vetro** compresa tra 0,15 e 0,85, che comprende quasi tutti i tipi di vetro usati nelle abitazioni civili.

Il metodo può essere applicato quando la **trasmittanza solare della protezione**, T_{eb} , e la **riflettanza solare della protezione**, R_{oeb} , hanno valori compresi nei seguenti range:

$0 \leq T_{eb} \leq 0,5$; $0,1 \leq R_{oeb} \leq 0,8$.

La norma fornisce le **espressioni analitiche** per il calcolo del fattore di trasmissione solare totale.

ENEA ha sviluppato un **algoritmo** all'interno dell'applicazione Schermature Solari per il **calcolo del fattore g_{tot}** in funzione dei parametri della schermatura implementando la norma **UNI 52022-1**.

Schermatura “Obliqua e Orizzontale” (UNI 14500)

Per la radiazione solare globale (diffusa più diretta) **nel periodo estivo**, si ipotizza una media pesata della frazione della trasmissione solare diretta con un peso pari a 0,85 e pari a 0,15 per la frazione diffusa, indipendente dal mese considerato (ipotesi semplificativa presente nella norma UNI EN 52022-3).

Il **fattore di trasmissione solare totale, g_{tot}** , è ottenuto moltiplicando il **trasmissione solare del solo vetro** per il **fattore di riduzione globale F_{glo}** .

ENEA ha sviluppato un **algoritmo** all'interno dell'applicazione Schermature Solari **per il calcolo del fattore g_{tot}** in funzione dei parametri della schermatura implementando la norma **UNI 14500**.

Table D.1 – Reduction factor F_{glo} for solar protection devices at 45°

	North	Other façades
Solar protection device at 45°, opaque	0,45	0,25
Solar protection device at 45°, $\tau_e = 0,2$	0,50	0,35

Table D.2 – Reduction factor F_{glo} for solar protection devices at 90°

	North	East, West	South
Solar protection device at 90°, opaque	0,90	0,60	0,45
Solar protection device at 90°, $\tau_e = 0,2$ diffuse transmission	0,90	0,65	0,50
Solar protection device at 90°, $\tau_e = 0,2$ direct transmission	0,90	0,70	0,60

Risparmio Energetico

Una volta nota la **differenza degli apporti termici** del componente vetrato in assenza e in presenza di schermatura solare, dividendo per **l'indice di efficienza energetica (EER) o per il GUE** dell'impianto di climatizzazione estiva e, moltiplicando per l'opportuno **fattore di conversione dell'energia primaria** tabellato nel decreto requisiti minimi è possibile ricavare **l'energia primaria non rinnovabile risparmiata con l'installazione della schermatura mobile** a protezione di una superficie vetrata.

Considerazioni sul controllo della radiazione solare

Per gli edifici residenziali il **controllo della radiazione solare** è di fondamentale importanza sia per lo sfruttamento dell'illuminazione naturale, sia per il riscaldamento degli ambienti durante il periodo invernale sia per il raffrescamento degli ambienti nel periodo estivo.

Durante l'inverno, **l'energia che proviene dal sole** costituisce un apporto termico gratuito all'edificio; **durante i mesi estivi**, invece, **può causare un surriscaldamento** all'interno dell'edificio e dunque un carico per l'impianto di climatizzazione estiva.

Considerazioni sul controllo della radiazione solare

In generale, si possono elencare quali siano le caratteristiche di ciascuna delle facciate di un edificio a seconda dell'orientamento **nel periodo estivo**:

- **Esposizione Nord:** Le facciate orientate verso Nord non ricevono la radiazione solare diretta ma solo quella diffusa e di albedo, la facciata Nord rimane sempre la parete più fredda.
- **Esposizione Sud:** In estate, essendo i **raggi solari meno inclinati**, è possibile schermare la radiazione solare sui vetri con **sistemi schermanti inclinati** senza ricorrere necessariamente a quelli verticali;
- **Esposizione Est-Ovest:** In estate, le radiazioni solari che colpiscono il vetro non possono essere schermate facilmente con un oggetto e/o schermatura in quanto i raggi solari sono molto inclinati e oltrepassano quest'ultimi. A Est e a Ovest sono quindi da preferire **sistemi schermanti verticali**.

Applicazione Schermature Solari sviluppata da ENEA

È stata sviluppata e messa a punto un'applicazione in Visual Basic implementando tutte le informazioni riportate in questa presentazione, per valutare **il risparmio di energia primaria non rinnovabile** conseguito con l'installazione di una schermatura solare comunque inclinata a protezione di una superficie vetrata.

L'applicazione è stata validata effettuando il confronto dei risultati ottenuti con quelli prodotti da software commerciali di terze parti, ottenendo degli ottimi riscontri con **differenze massime intorno al -2,2%**. Tali differenze sono ritenute del tutto trascurabili e accettabili poiché i dati climatici disponibili in letteratura non vengono aggiornati nel breve periodo, si riferiscono ad anni passati e, sono affetti da errori di misurazione.

Confronto con Software Commerciali

A titolo di esempio si riporta il confronto tra i risultati dell'Applicazione ENEA e quelli di un software commerciale di terze parti.

E' stata considerata una superficie vetrata netta di 1,6 metri quadrati (solo vetro), una schermatura solare con fattore g_{tot} pari a 0,1, e un indice di efficienza energetica (EER) dell'impianto di climatizzazione estiva pari a 3.

Provincia	Esposizione	Applicazione ENEA [kWh/anno]	Software Commerciale [kWh/anno]	Errore (%)
MI	SUD	91,92	92,95	-1,1
MI	EST	164,71	165,75	-0,6
RM	SUD	97,34	99,45	-2,1
RM	EST	189,41	189,80	-0,2
PA	SUD	84,92	86,45	-1,8
PA	EST	169,74	170,95	-0,7

Interfaccia applicazione Schermature Solari

L'interfaccia dell'**applicazione** è stata **semplificata** al massimo per renderla “user-friendly” consentendo all'utente finale un'immediata comprensione dei passi da seguire nell'inserimento dei dati per il calcolo del risparmio energetico da trasmettere ad ENEA per usufruire delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica (ex legge 296/2006)

L'applicazione **sarà resa disponibile** sul sito www.acs.enea.it e consentirà agli utenti finali di valutare, in maniera autonoma e semplice, il risparmio di energia primaria non rinnovabile conseguito con l'installazione di una schermatura solare mobile comunque inclinata a protezione di una superficie vetrata.

Video Tutorial per l'uso dell'applicazione

È stato registrato un **video tutorial** al fine di guidare l'utente nell'inserimento dei dati per il calcolo del risparmio di energia primaria non rinnovabile conseguito con l'installazione di una Schermatura Solare mobile.



Cosa STAMPA l'Applicazione

È di seguito riportato un es. di stampa dell'Applicazione



ENEA-DUEE-SPS-SAP

"Laboratorio Supporto
Attività Programmatiche
per l'efficienza energetica"

SCHERMATURA N.

Provincia	Esposizione*	Tipo di vetro*	Fattore di trasmissione totale g _{tot} *	Superficie vetrata protetta (solo vetro) [m ²]	EER o GUE*	FC Energia primaria non rinnovabile
AG	EST	Vetro doppio chiaro	0.25	2.6	3.1	1.95

Mese	aggetto orizzontale (F _{ov})	aggetto verticale (F _{fin})	Ostruzione (F _{hor})	Risparmio di energia primaria non rinnovabile [KWh]	Latitudine
					37° 18' N
Giugno	1.00	1.00	1.00	68.05	
Luglio	1.00	1.00	1.00	72.20	
Agosto	1.00	1.00	1.00	67.95	
Angolo	0.00	0.00	0.00		
Esposizione	0	0	0		

Risparmio di energia primaria non rinnovabile [kWh/anno]*	208.20
---	--------

* Valori da inserire nella scheda descrittiva da trasmettere ad ENEA

Conclusioni

L'applicazione sviluppata costituisce uno **strumento standardizzato ed omogeneo** nella valutazione del **risparmio energetico** conseguito con l'installazione di una Schermatura Solare a protezione di una superficie vetrata.

Tale dato, come già detto, è necessario alla compilazione della scheda descrittiva da trasmettere ad ENEA per usufruire delle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica (ex legge 296/2006).

Infine, l'Applicazione può costituire uno **strumento utile per la ricerca dei parametri della Schermatura Solare** da utilizzare a protezione di una superficie vetrata affinché venga rispettato il **valore limite del fattore di trasmissione solare** per usufruire delle detrazioni.

R. Giammusso,
D. Prisinzano,
G. Azzolini
DUEE-SPS-SAP



```
1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000
```

