



Involucro trasparente e apporti solari gratuiti (13/10/2010)

Tiziana Poli, Giorgio Pansa

**Costruire la qualità in edilizia oltre la classe A –
Politecnico di Milano**

L'obiettivo prestazionale

- ridurre il fabbisogno energetico (messa a sistema del componente);
- garantire la **Qualità Ambientale** (garantire benessere **igrotermico, luminoso e acustico**).

Quali prestazioni controllare e come

- prestazioni termiche (vetrazione + telaio + *sistema oscurante + posa in opera*);
- apporti solari gratuiti (vetrazione + protezione solare)
- prestazioni luminose (vetrazione + protezione solare)
- prestazioni acustiche (isolamento acustico rumori per via aerea – vetrazione + telaio + posa – disaccoppiamento acustico vetro-telaio , telaio fisso-mobile e telaio fisso-controtelaio)

Requisiti collegati alla qualità degli ambienti interni:

- **Controllo del flusso termico (fabbisogno e benessere igrotermico - T_{op}),**
- **Controllo del flusso di energia**
- Rischio di condensazione (edificio, serramento);
- Controllo propagazione rumori aerei
- **Controllo flusso luminoso in ambiente**
- Qualità dell'aria
- Tenuta all'acqua e permeabilità all'aria
- Privacy
- Facilità nell'uso e nella manovra

- Luce:
 - quantità e qualità luce [τ_v – light transmittance]
- Energia:
 - Perdite termiche [U – thermal transmittance]
 - Guadagni solari [g – solar energy transmittance]
- Acustica
- Ventilazione
- Tenuta (aria e acqua)
- Resistenza strutturale
- Estetica
- Costi

Introduzione

1. **I serramenti e l'energia (UNI TS 11300-1, UNI 10077-1, Decreto 5796 Reg. Lomb.)**
 1. Telai
 2. Distanziatore
 3. Vetri
2. Requisiti normativi (DPR 59/09, DGR VIII/8745)
 1. Dispersioni
 2. Apporti
3. Trasmittanza termica U [UNI EN 10077 (parts 1 & 2)]
4. Fattore solare g [UNI EN 13363-1:2008]
5. Influenza nel bilancio

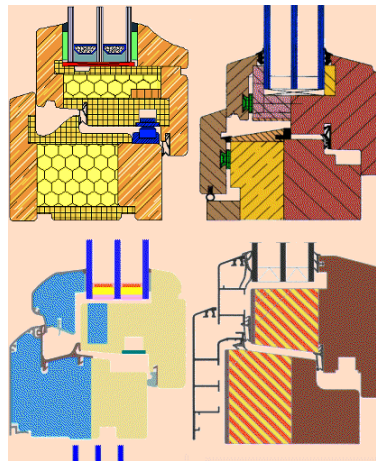
Thermal Transmittance



www.internorm.it



Material and shape



Thermal Insulation
Thermal Break (TB)

6	Aluminium
3.7	Aluminium TB
3.2	
2.8	Aluminium + Wood
2.7	
2.3	Wood th. 50mm (λ 0.18)
2.2	PVC (2 hollow chambers)
2.0	Aluminium TB + Wood PVC (3 hollow chambers) Wood th. 50mm (λ 0.13)
1.0	
	Highly-Insulated frames ($>$ th.)

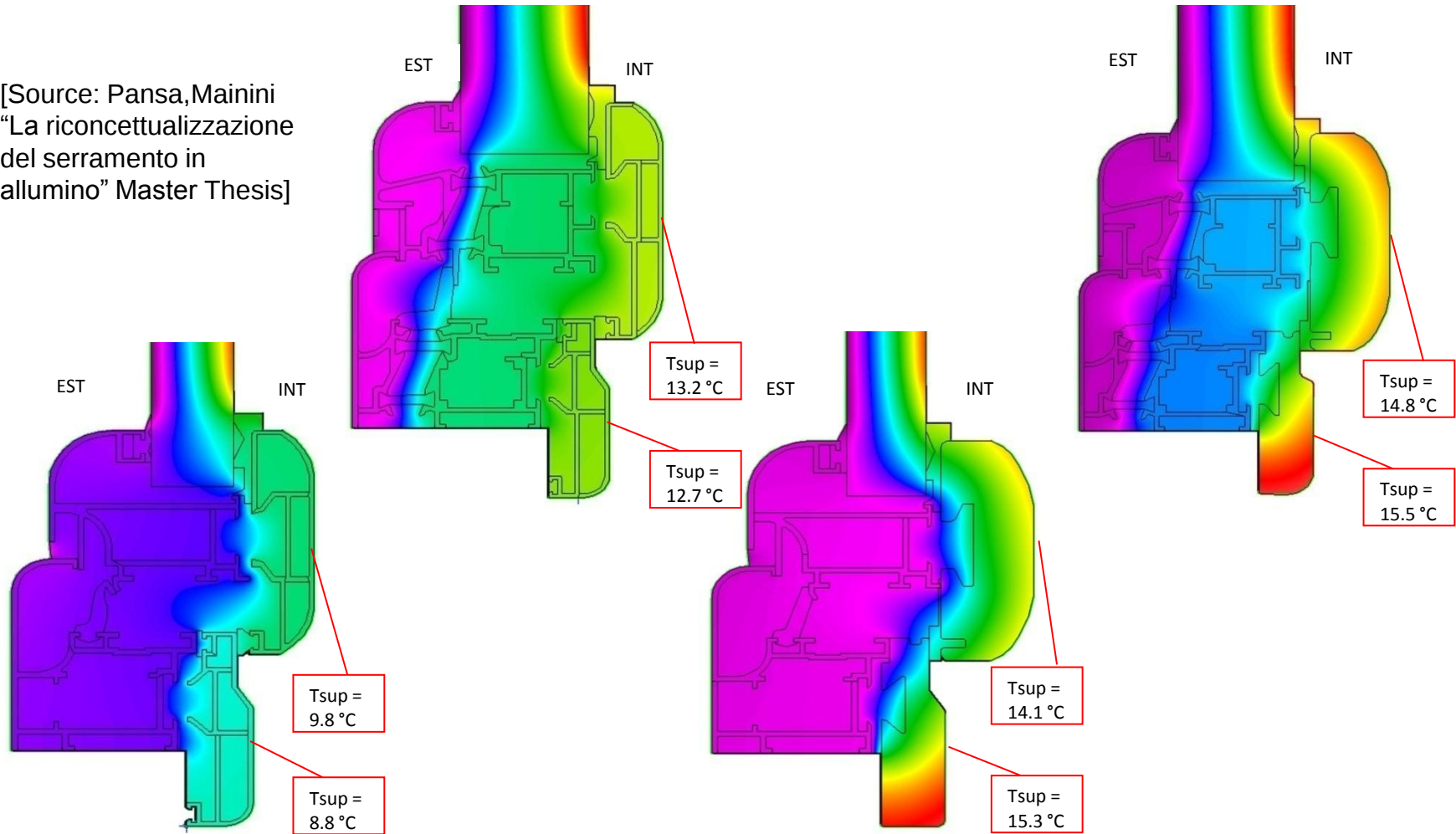
Materiale	Tipo	Trasmittanza termica U_T (W/m ²)
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥ 5	2,8
PVC – profilo vuoto	con due camera cave	2,2
	con tre camera cave	2,0
Legno duro	spessore 70 mm	2,1
Legno tenero	spessore 70 mm	1,8
Metallo	-	5,5
Metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	2,4

Prospetto VII – Valori della trasmittanza termica del telaio per alcune tipologie di materiale
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

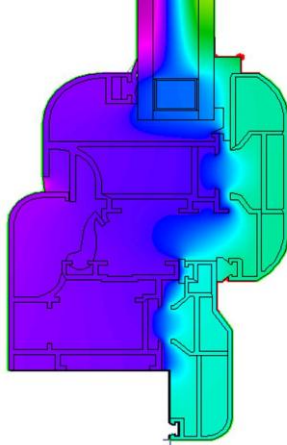
Fonte: Decreto 5796

[Procedura di calcolo Reg. Lombardia]

[Source: Pansa, Mainini
“La riconcettualizzazione
del serramento in
alluminio” Master Thesis]



Aluminium without thermal break



$$U_w = 3,08 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

$$U_g = 1,90 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_t = 6,41 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$\psi = 0,038 \text{ [W/mK]}$$

Hollow PVC with Polyurethane foam [inwards]



$$U_w = 2,33 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

$$U_g = 1,90 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_t = 2,87 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$\psi = 0,056 \text{ [W/mK]}$$

[Source: Pansa]

Window dimensions: 1400 x 1500 mm

Aluminium-wood frame with thermal break



$$U_w = 2,19 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

$$U_g = 1,70 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$U_t = 2,86 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$\psi = 0,075 \text{ [W/mK]}$$

Hollow PVC with Polyurethane foam [inwards]



$$U_w = 1,95 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$$

$$U_g = 1,70 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

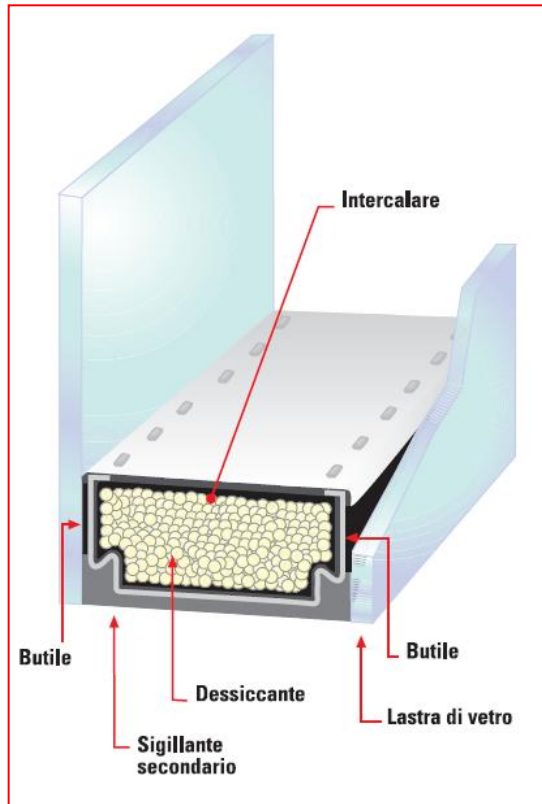
$$U_t = 1,88 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$$\psi = 0,086 \text{ [W/mK]}$$

[Source: Pansa]

Window dimensions: 1400 x 1500 mm

- Glazing spacer bar



www.alticino.it



Fonte: Decreto 5796

Materiali del telaio	Vetrata doppia o tripla non rivestita, intercapedine con aria o gas Ψ [W/mK]	Vetrata doppia con bassa emissività, vetrata tripla con due rivestimenti a bassa emissività intercapedine con aria o gas Ψ [W/mK]
Telaio in legno o telaio in PVC	0,06	0,08
Telaio in alluminio con taglio termico	0,08	0,11
Telaio in metallo senza taglio termico	0,02	0,05

Prospetto VIII – Valori della trasmittanza termica lineare Ψ per distanziatori in metallo

(Fonte: UNI EN ISO 10077-1:2007)

Materiali del telaio	Vetrata doppia o tripla non rivestita, intercapedine con aria o gas Ψ [W/mK]	Vetrata doppia con bassa emissività, vetrata tripla con due rivestimenti a bassa emissività intercapedine con aria o gas Ψ [W/mK]
Telaio in legno o telaio in PVC	0,05	0,06
Telaio in alluminio con taglio termico	0,06	0,08
Telaio in metallo senza taglio termico	0,01	0,04

Prospetto IX – Valori della trasmittanza termica lineare Ψ per distanziatori in PVC

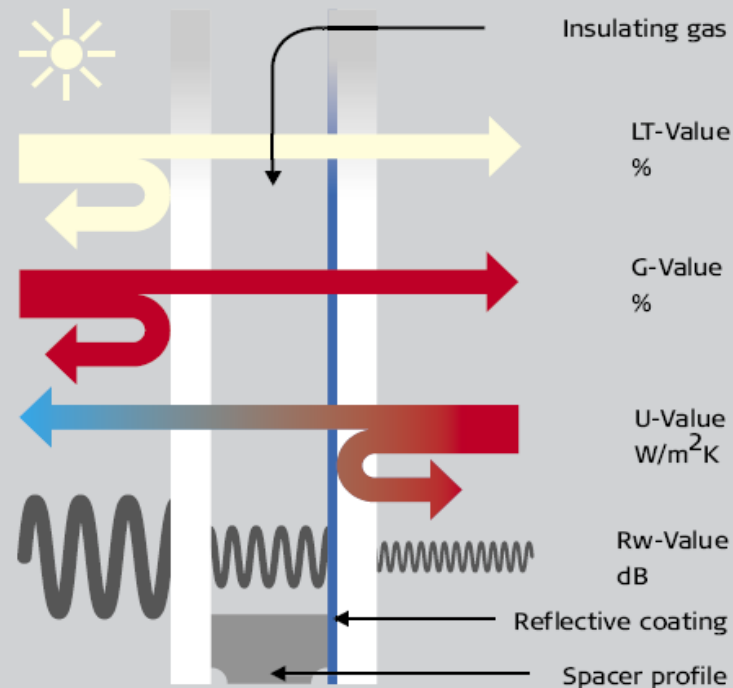
(Fonte: UNI EN ISO 10077-1:2007)

LT-Value – a measure of light transmission: the higher the LT-Value, the greater the amount of solar light admitted into the interior.

G-Value – a measure of free solar heat: the higher the G-Value, the greater the free solar heat admitted into the interior.

U-Value – a measure of heat loss: the lower the U-Value, the better the insulation. VELFAC windows are supplied with Low-Energy double-glazed units as standard with a U-Value of $1.15 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rw-Value – a measure of noise reduction: the higher the Rw-Value, the better the noise reduction. As registered by the human ear, a 9-10dB reduction in external noise represents a 50% drop. A 3dB reduction halves the physical strain on the ear.



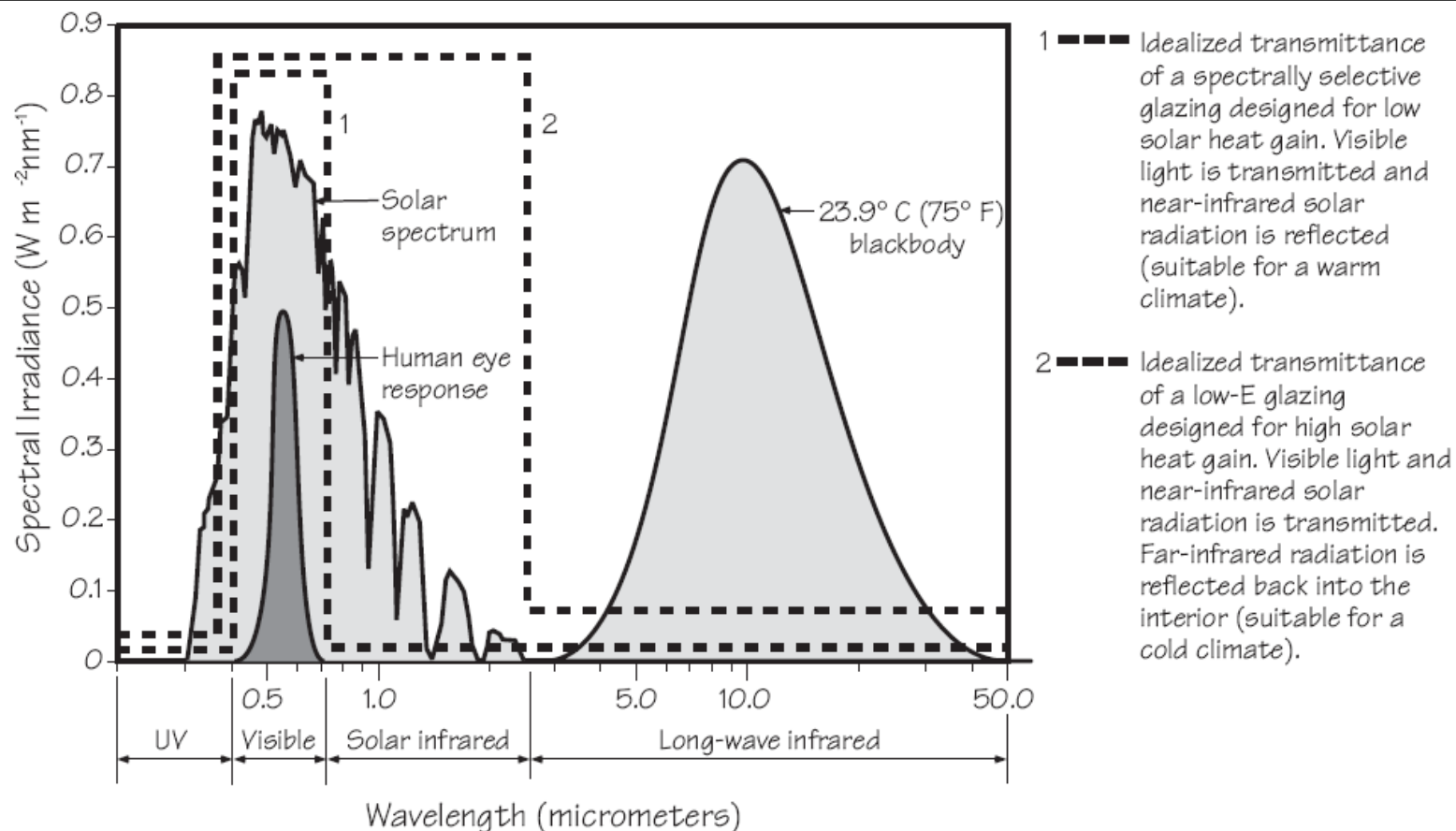
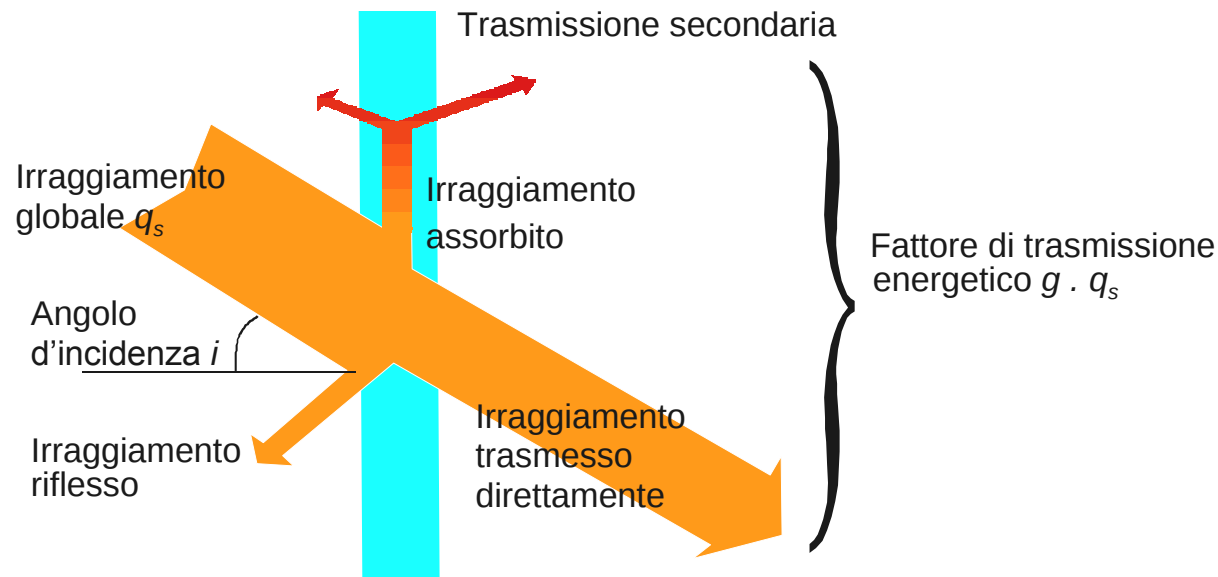
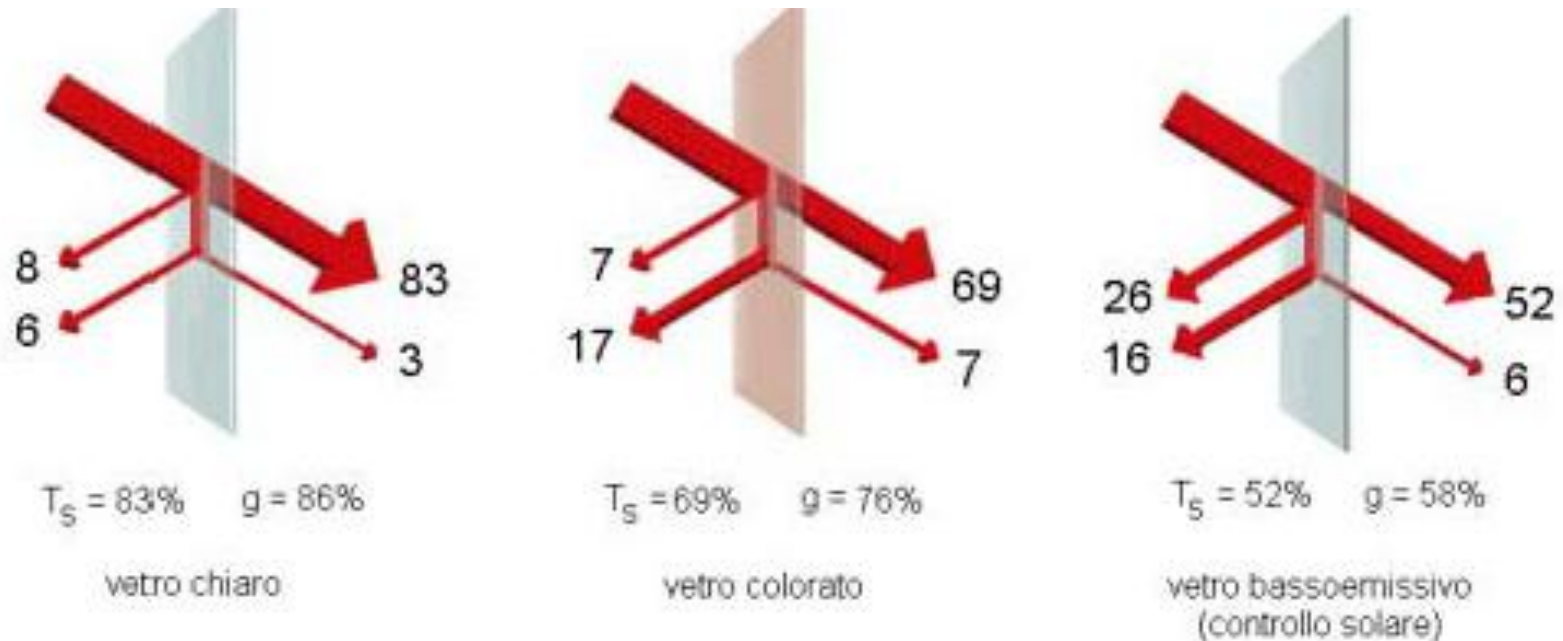


Figure 2-3. Ideal spectral transmittance for glazings in different climates. (Source: "Sensitivity of Fenestration Solar Gain to Source Spectrum and Angle of Incidence." ASHRAE Transactions 10, R. McCluney, June 1996).

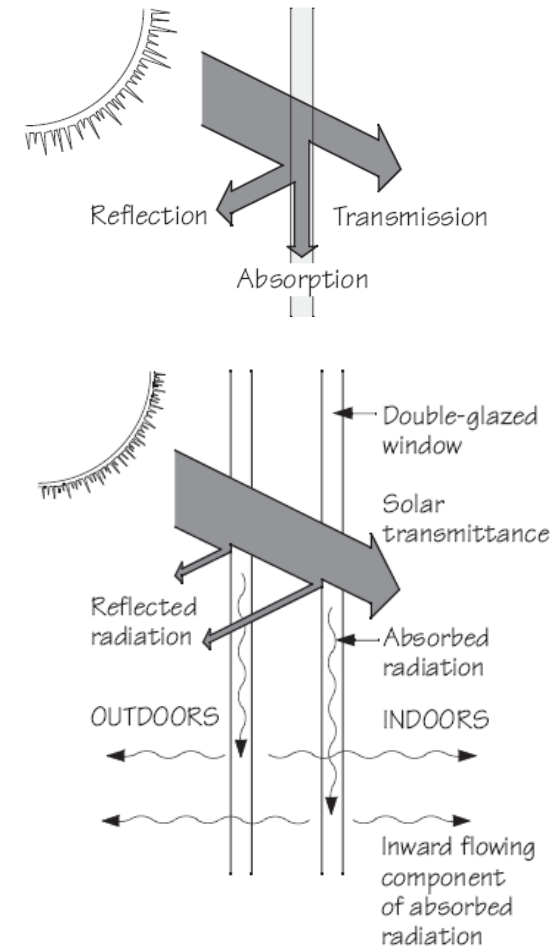
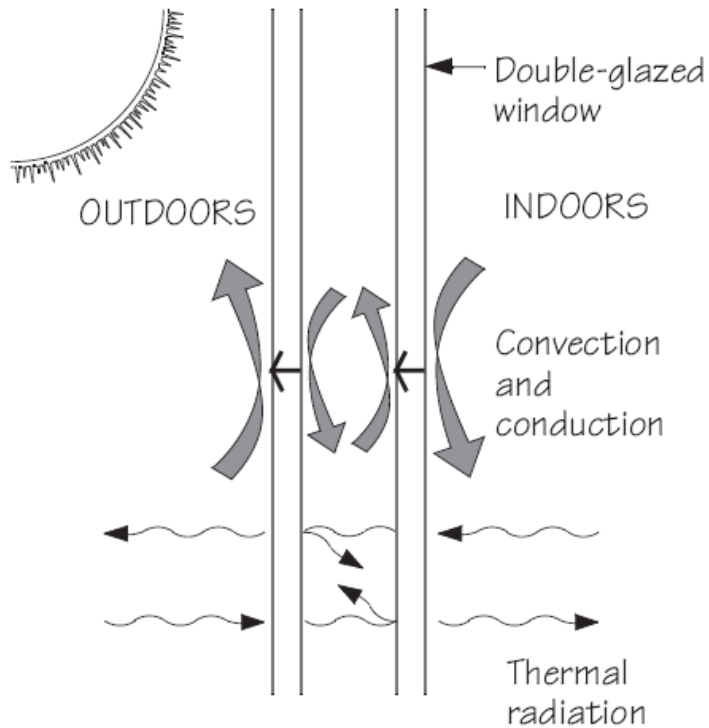
The total solar energy transmission (solar factor, g) is calculated by the sum of the solar direct transmittance τ_e and the secondary internal heat transfer factor q_i , the last resulting from the heat transfer by convection and radiation in the IR of the fraction of the solar incident radiation that has been absorbed by the glazing.

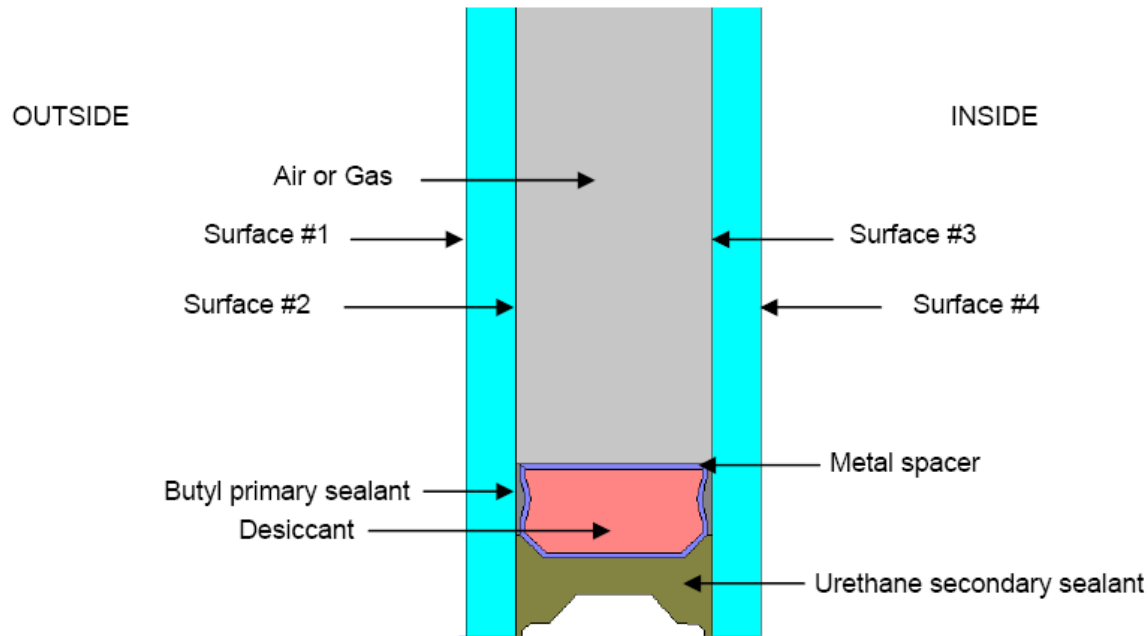
The solar factor g represents the total amount of solar entering through the glazing with reference to the total incident radiation.





Different colour alterations and film applications work on the control of solar energy entering (g), but only some coatings (i.e. low-e) control the heat transmission too (work on U)





Source: THERM MANUAL

Position of low-emissivity layer:

- Best on surface #3 for cold climate
- Best on surface #2 for hot climate

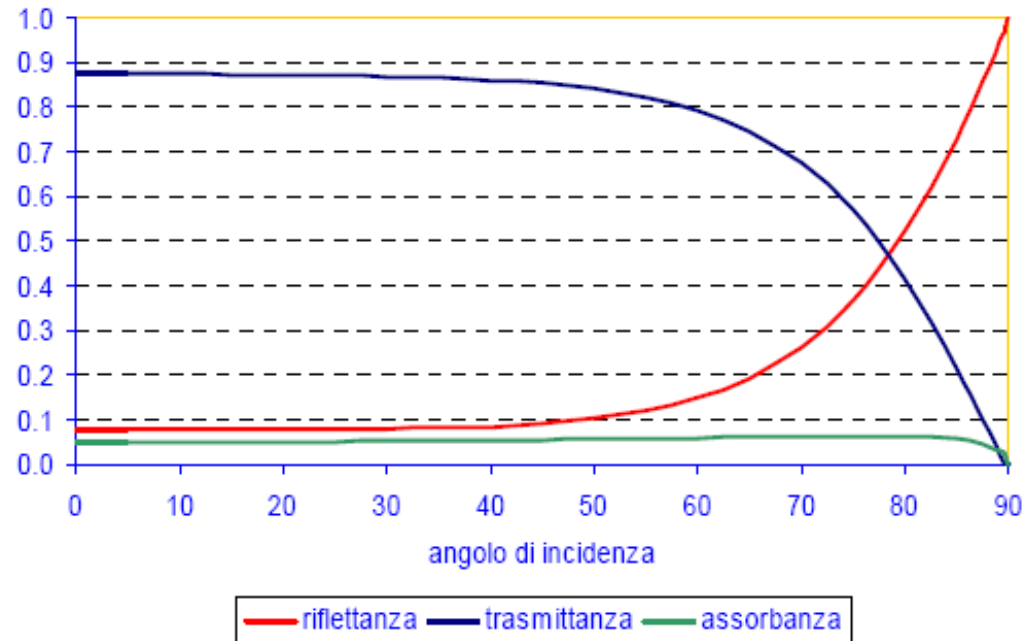
- (aria) Vi sono moti convettivi
- Argon Riempire con gas meno conduttivi
- Krypton
- Xenon
- (SF₆)

Concentrazione gas intorno al 90 % circa

Riempimento con gas incide di più per vetri basso emissivi (è stato ridotta la componente radiativa dello scambio termico)

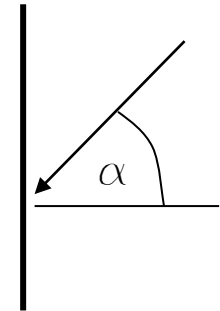
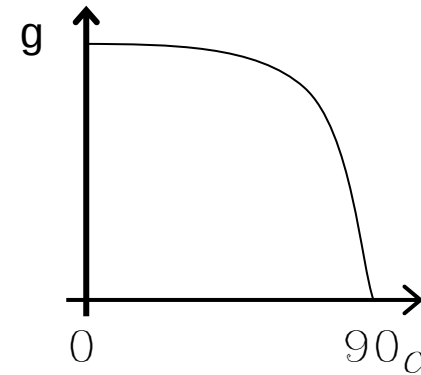
- Transmittance τ
- Reflectance ρ
- Absorptance α

- Depending on:
 - Wavelength
 - Incidence angle



g depends on incidence angle (α)

Testing data are usually referred to ($\alpha = 0$)



	Construction*	Type of glass	U-value* BS/EN673	LT-value* BS/EN410	g-value* BS/EN410	Noise reduction*
1	4-16-4** argon	VELFAC CLEAR /ENERGY	1.15	0.81	0.64	Rw=32 dB
2	6-14-4 argon	VELFAC CLEAR /ENERGY	1.18	0.80	0.63	Rw=35 dB
3	6-12-6 argon	VELFAC CLEAR /ENERGY	1.30	0.79	0.63	Rw=34 dB
4	8-12-4 argon	VELFAC CLEAR /ENERGY	1.30	0.79	0.61	Rw=35 dB

- Attention to light transmittance values!!

	Construction*	Type of glass	U-value* BS/EN673	LT-value* BS/EN410	g-value* BS/EN410	Noise reduction*
1	6 -14 - 4 argon	VELFAC SUN 1 /CLEAR	1.10	0.67	0.37	Rw=35 dB
2	6 -14 - 4 argon	VELFAC SUN 2 /CLEAR	1.18	0.52	0.31	Rw=35 dB
3	6 -14 - 4 argon	VELFAC SUN 3 /CLEAR	1.18	0.40	0.24	Rw=35 dB
4	6 -14 - 4 argon	VELFAC SUN 4 /ENERGY	1.18	0.66	0.41	Rw=35 dB
5	6 -14 - 4 argon	VELFAC SUN 5 /ENERGY	1.18	0.39	0.37	Rw=35 dB

* Definitions on the back page.

- (in USA the solar factor is usually called)
SOLAR HEAT GAIN COEFFICIENT (SHGC)

- $g(\theta)_R = 0.87$
(single float, 3 mm)
- SC is depending on wavelenght

Shading Coefficient SC

- Define

$$SC = \frac{g(\vartheta)_A}{g(\vartheta)_R} \approx \text{costante}$$

A = actual transparent system

R = reference system (single glass)

- So that $\varphi_{in,sol} = g(\vartheta)_R \cdot SC_A \cdot G_T$

$$0.72 / 0.87 = 0.827$$

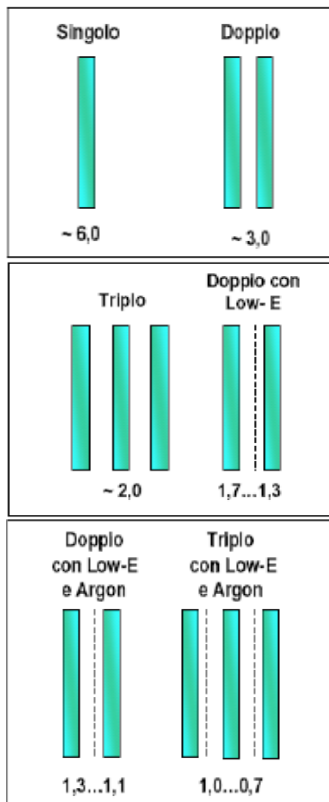
Table 5 – Performance Data Pilkington Insulight with Pilkington K Glass Inner Pane

	Light		Solar Radiant Heat				Shading Coefficient			U value (W/m ² K)	U value (W/m ² K)	Sound Insulation		Mass	Unit Maximum Sizes†		
	Transmittance	Reflectance	Direct Transmittance	Reflectance	Absorptance	Total Transmittance	Short Wavelength	Long Wavelength	Total	Air-filled	Argon-filled	R _m (dB)	R _w (dB)	(kg/m ²)	Annealed (mm)	Toughened (mm)	Descriptive Code
PILKINGTON Insulight (with 6mm Pilkington K Glass inner pane and 12mm cavity – unless indicated)																	
Pilkington Optifloat Clear																	
*4mm	0.75	0.17	0.60	0.14	0.26	0.72	0.69	0.14	0.83	1.9	1.6	29	31	20	2400 x 1300	1500 x 2200	75/72
6mm	0.73	0.16	0.54	0.13	0.33	0.68	0.62	0.16	0.78	1.9	1.6	30	33	30	2400 x 4000	2000 x 4000	73/68
10mm	0.70	0.15	0.49	0.12	0.39	0.62	0.56	0.16	0.72	1.9	1.6	34	38	40	2400 x 4000	2000 x 4000	70/62

Fattore solare

VETRAZIONI

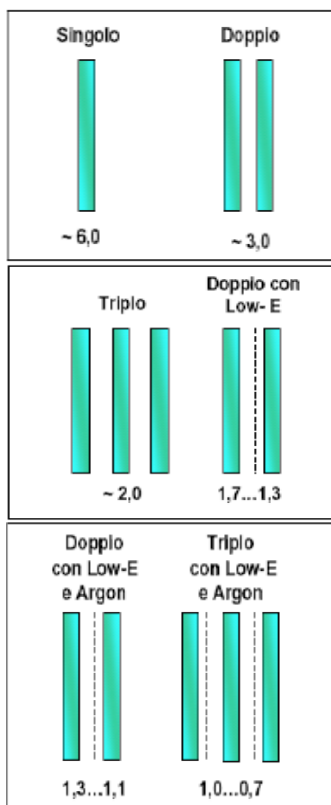
UNI EN 10077-1



Glazing				Thermal transmittance for different types of gas space ^a				
Type	Glass	Normal emissivity	Dimensions mm	U_g				
				Air	Argon	Krypton	SF ₆ ^b	Xenon
Double glazing	Uncoated glass (normal glass)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	One pane coated glass	$\leq 0,2$	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
	One pane coated glass	$\leq 0,15$	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
	One pane coated glass	$\leq 0,1$	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
	One pane coated glass	$\leq 0,05$	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	1,2
			4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1
			4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2
			4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2

VETRAZIONI

UNI EN 10077-1



Glazing				Thermal transmittance for different types of gas space ^a				
Type	Glass	Normal emissivity	Dimensions mm	U_g				
				Air	Argon	Krypton	SF ₆ ^b	Xenon
Triple glazing	Uncoated (normal) glass	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	Two panes coated	$\leq 0,2$	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
	Two panes coated	$\leq 0,15$	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
	Two panes coated	$\leq 0,1$	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
	Two panes coated	$\leq 0,05$	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,5
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5

NOTE The values of thermal transmittance in the table were calculated using EN 673. They apply to the emissivities and gas concentration given. For individual glazing units the emissivity and/or gas concentrations can change with time. Procedures for evaluating the effect of ageing on the thermal properties of glazed units are given in EN 1279-1^[12] and EN 1279-3^[13].

^a Gas concentration ≥ 90 %.

^b The use of SF₆ is prohibited in some jurisdictions.

Trasmittanza di energia solare totale $g_{gl,n}$ di alcuni tipi di vetro

Tipo di vetro	$g_{gl,n}$
Vetro singolo	0,85
Doppio vetro normale	0,75
Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	0,67
Triplo vetro normale	0,70
Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo	0,50
Doppia finestra	0,75

Fonte: UNI TS 11300-1

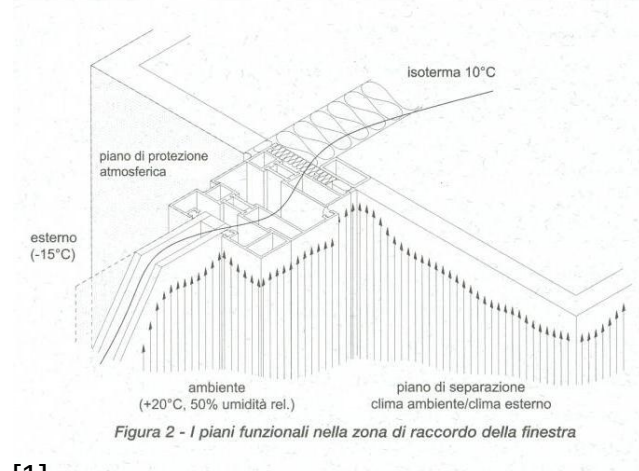
Tipo di vetro	g_L	U_g [W/m ² K]
Vetro singolo	0,85	5,9
Vetro singolo selettivo	0,66	3,2
Doppio vetro normale	0,75	3,3
Doppio vetro con rivestimento selettivo	0,63	2,0
Triplo vetro normale	0,70	1,8
Triplo vetro con rivestimento selettivo	0,54	1,4
Doppia finestra	0,75	-

Prospetto XV - Valori della trasmittanza per energia solare totale, g_L , e di trasmittanza termica, U_g , per alcune tipologie di vetri

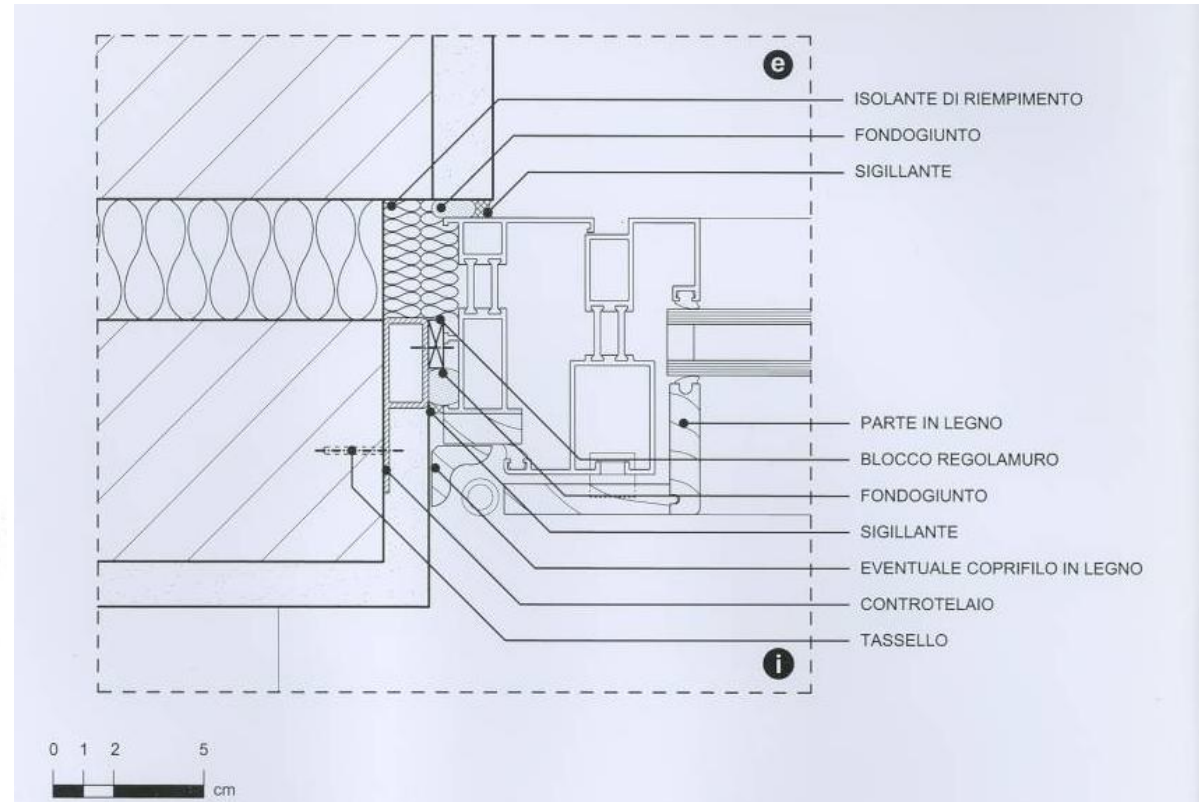
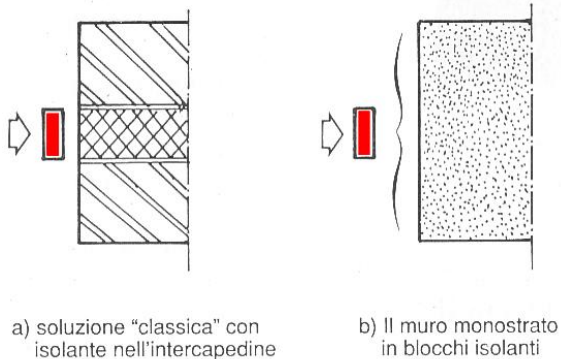
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Fonte: Decreto 5796

[UNCSAAL, UX42]



[1]



[UNCSAAL, UX42]

Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici [%]

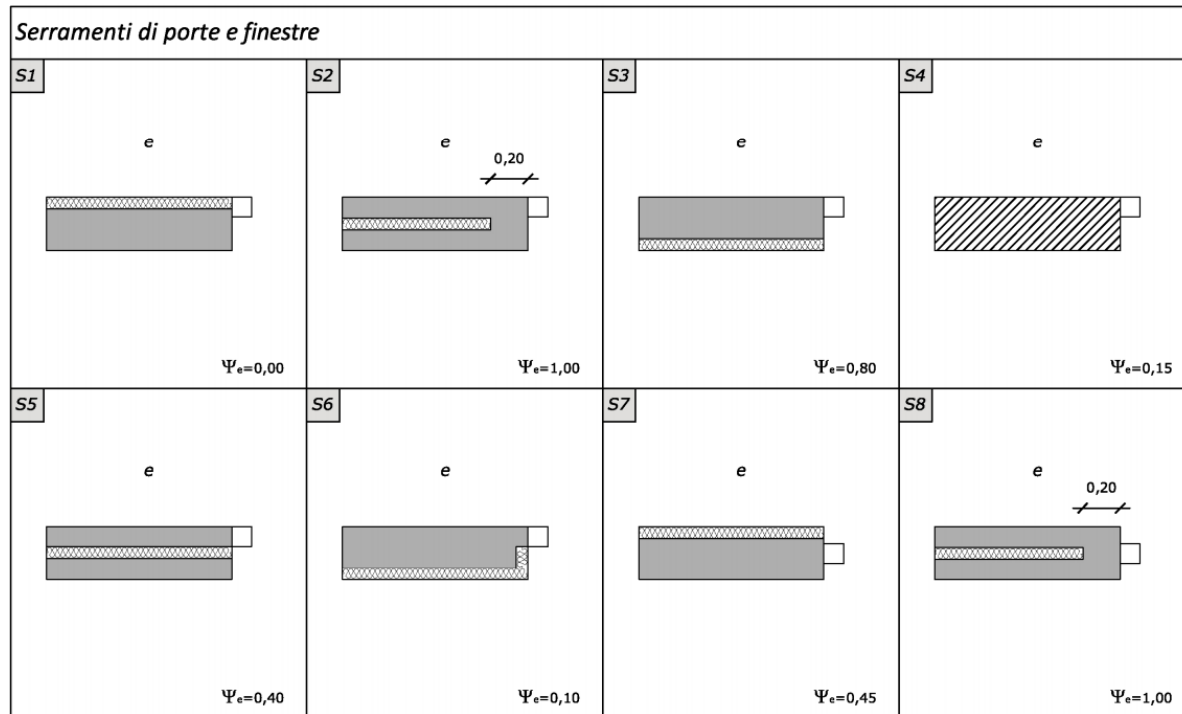
Descrizione della struttura	Maggiorazione ¹¹⁾
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e ponti termici corretti	5
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	30

Fonte: UNI TS 11300-1

Serramenti	Ψ_e [W/mK]
S1	0,00
S2	1,00
S3	0,80
S4	0,15
S5	0,40
S6	0,10
S7	0,45
S8	1,00
S9	0,60

Serramenti	Ψ_e [W/mK]
S10	0,10
S11	0,00
S12	0,10
S13	0,80
S14	1,00
S15	0,00
S16	0,15
S17	0,40
S18	0,20

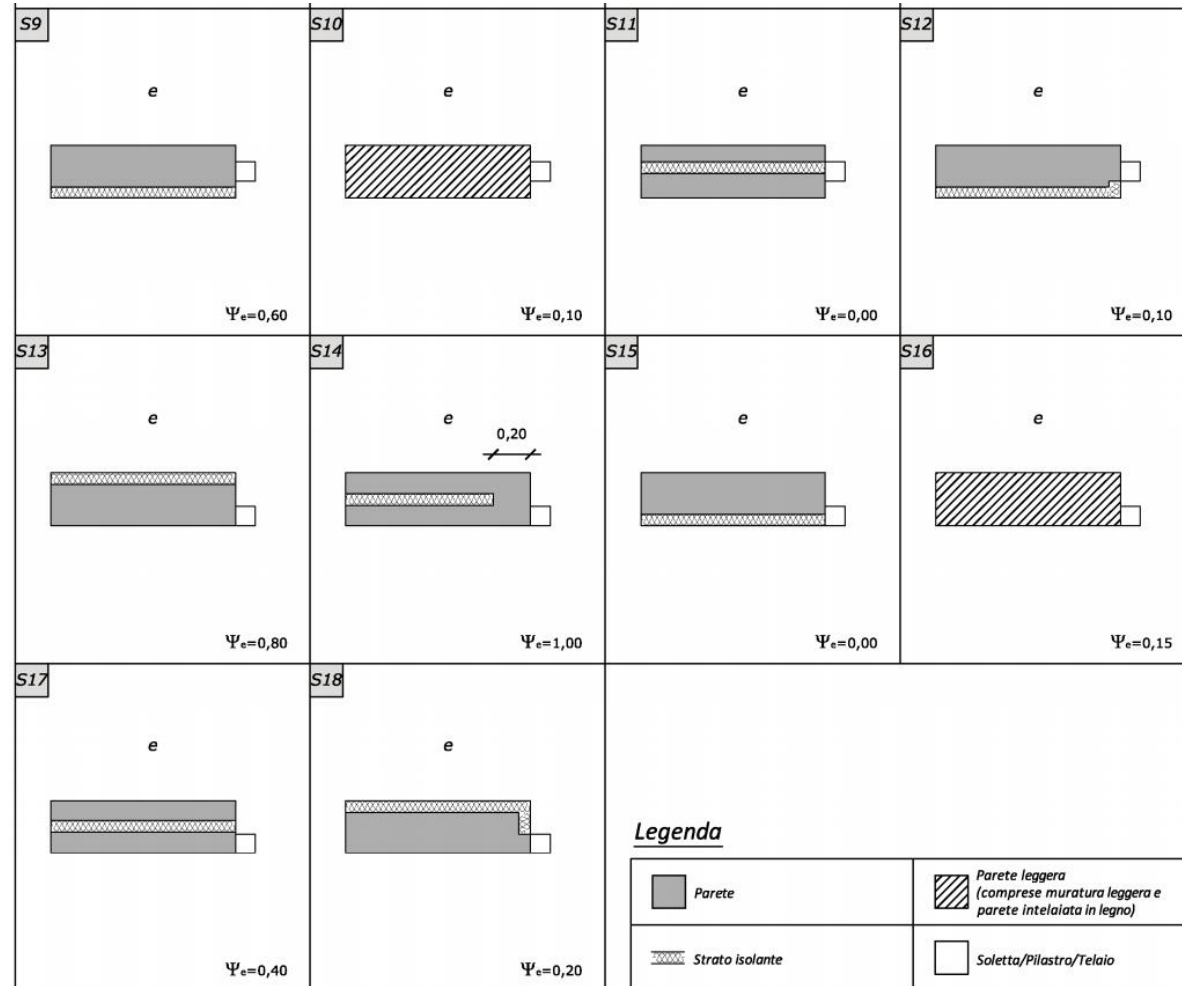
Fonte: Decreto 5796



Serramenti	Ψ_e [W/mK]
S1	0,00
S2	1,00
S3	0,80
S4	0,15
S5	0,40
S6	0,10
S7	0,45
S8	1,00
S9	0,60

Serramenti	Ψ_e [W/mK]
S10	0,10
S11	0,00
S12	0,10
S13	0,80
S14	1,00
S15	0,00
S16	0,15
S17	0,40
S18	0,20

Fonte: Decreto 5796



Introduzione

1. I serramenti e l'energia (UNI TS 11300-1, UNI 10077-1, Reg. Lomb.)
 1. Telai
 2. Distanziatore
 3. Vetri
2. **Requisiti normativi (DPR 59/09, DGR VIII/8745)**
 1. Dispersioni
 2. Apporti
3. Trasmittanza termica U [UNI EN 10077 (parts 1 & 2)]
4. Fattore solare g [UNI EN 13363-1:2008]
5. Influenza nel bilancio

D. Lgs 311/2006

DPR 59/09

Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti

TABELLA 4.a Chiusure trasparenti Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^2K			
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m^2K)
A	5.5	5.0	4.6
B	4.0	3.6	3.0
C	3.3	3.0	2.6
D	3.1	2.8	2.4
E	2.8	2.4	2.2
F	2.4	2.2	2.0

TABELLA 4.b Vetri Valori limite della trasmittanza termica U espressa in W/m^2K			
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m^2K)	Dall' 1 luglio 2008 U (W/m^2K)	Dall' 1 gennaio 2011 U (W/m^2K)
A	5.0	4.5	3.7
B	4.0	3.4	2.7
C	3.0	2.3	2.1
D	2.6	2.1	1.9
E	2.4	1.9	1.7
F	2.3	1.7	1.3

[02.1] I requisiti normativi - Specifiche di prestazione (U)

34

Regione Lombardia

Deliberazione n. VIII/8745 del 22 dicembre 2008

Zona climatica	Strutture rivolte verso l'esterno ovvero verso ambienti a temperatura non controllata			
	Opache verticali	Opache orizzontali o inclinate		Chiusure trasparenti comprensive di infissi
		Coperture	Pavimenti	
D	0,36	0,32	0,36	2,4
E	0,34	0,30	0,33	2,2
F	0,33	0,29	0,32	2,0

Tabella A.2.1 - Valori limite della trasmittanza termica espressa in W/m^2K .

I valori limite della trasmittanza termica riportati alla Tabella A.2.1 di cui all'Allegato A, relativi alla voce «chiusure trasparenti comprensive di infissi» devono essere rispettati da tutte le chiusure apribili ed assimilabili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, considerando le parti trasparenti e/o opache che le compongono.

Regione Lombardia

Deliberazione n. VIII/8745 del 22 dicembre 2008

- Ristrutturazione edilizia che coinvolge il 25% o meno della superficie disperdente dell'edificio a cui l'impianto di climatizzazione invernale o di riscaldamento è asservito;
- Manutenzione straordinaria;
- Ampliamenti volumetrici inferiori al 20% del volume esistente.

Sì

- Nuova costruzione;
- Demolizione e ricostruzione in ristrutturazione;
- Ampliamento di edifici volumetricamente superiori al 20% del volume esistente;
- Ristrutturazioni che coinvolgono più del 25% della superficie disperdente della superficie disperdente dell'edificio a cui l'impianto di climatizzazione invernale o di riscaldamento è asservito;
- Recupero a fini abitativi di sottotetti

No

L'intervento di sostituzione delle chiusure trasparenti che si configura in **intervento di manutenzione ordinaria** NON ricade in ambito di applicazione delle disposizioni legislative regionali e pertanto NON è obbligatorio rispettare alcun limite di trasmittanza termica.

UNCSAAL Vasistas n° 3/2010 (10/02/2010)

DPR 59/09

H controllo climatiz. estiva (comma 18)	Il progettista per la limitazione dei fabbisogni per la climatizzazione estiva e per il contenimento della temperatura interna negli ambienti: — valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
I schermature (comma 19)	È resa obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni. Qualora se ne dimostri la non convenienza in termini tecnico-economici, detti sistemi possono essere omessi in presenza di superfici vetrate con fattore solare (UNI EN 410) minore o uguale a 0,5. Tale valutazione deve essere evidenziata nella relazione tecnica.
J schermature e sistemi filtranti (comma 20)	Il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi filtranti o schermanti delle superfici vetrate, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare. Gli eventuali impedimenti di natura tecnica ed economica all'utilizzo dei predetti sistemi devono essere evidenziati nella relazione tecnica di cui al comma 25. La predetta valutazione può essere omessa in presenza di superfici vetrate con fattore solare (UNI EN 410) minore o uguale a 0,5.

DPR 59/09

DEFINIZIONI (Art. 2)

Si mantengono le stesse definizioni riportate nel DLgs 192/05 e nel DLgs 311/06 aggiungendone ulteriori tre:

Sistemi filtranti: pellicole polimeriche autoadesive applicabili su vetri, su lato interno o esterno, in grado di modificare uno o più delle seguenti caratteristiche della superficie vetrata: trasmissione dell'energia solare, trasmissione ultravioletti, trasmissione infrarossi, trasmissione luce visibile.

35. schermature solari esterne sistemi che, applicati all'esterno di una superficie vetrata trasparente permettono una modulazione variabile e controllata dei parametri energetici e ottico luminosi in risposta alle sollecitazioni solari.

D.Lgs 311

DGR VIII/8745

aaa) *sistemi filtranti*: sono pellicole polimeriche autoadesive applicabili sui vetri, sul lato interno o esterno, in grado di modificare una o più delle seguenti caratteristiche della superficie vetrata: trasmissione dell'energia solare, trasmissione ultravioletti, trasmissione infrarossi, trasmissione luce visibile;

bbb) *sistemi schermanti*: sono sistemi che permettono di ridurre l'irradiazione solare sulle superfici trasparenti appartenenti all'involucro edilizio; non sono considerati tali i sistemi, fissi o mobili, applicati all'interno dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzato;

DGR VIII/8745

5.4 Ad eccezione degli edifici appartenenti alle categorie E.6 ed E.8, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva o il raffrescamento e di contenere la temperatura interna degli ambienti, il progettista, con applicazione limitata alle parti di edificio oggetto dell'intervento:

- a) valuta e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti, che 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; nel caso di ristrutturazioni edilizie che coinvolgano il 25% o meno della superficie disperdente dell'edificio a cui l'impianto è asservito, nel caso di manutenzioni straordinarie, nel caso di ampliamenti volumetrici, sempreché il volume lordo a temperatura controllata o climatizzato della nuova porzione sia inferiore o uguale al 20% dell'esistente e nel caso di recupero a fini abitativi di sottotetti esistenti è consentito impiegare al posto dei sistemi schermanti sistemi filtranti che assicurino le stesse prestazioni. Nel caso di documentata impossibilità tecnica di raggiungere il 70% di riduzione dell'irradiazione solare massima estiva con i soli sistemi schermanti è consentita l'adozione combinata di sistemi schermanti e sistemi filtranti;

D.G.R. VIII/8745

Punto 5.4 a)

Nota interpretativa sulla valutazione quantitativa dell'efficacia dei sistemi schermanti

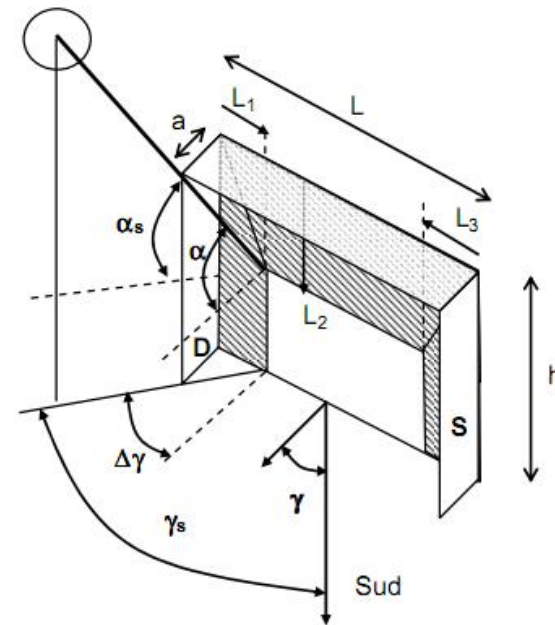


Figura 8 – Ombre proprie dovute sia a schermi verticali che orizzontale

I sistemi schermanti inserite nelle intercapedini vetrate possono essere considerate sistemi schermanti ai sensi della Deliberazione VIII/8745?

In una nota interpretativa al punto 5.4 a) della Deliberazione VIII/8745, il CENED ha chiarito che possano essere considerate conformi quelle soluzioni che prevedono l'inserimento di sistemi schermanti all'interno di intercapedini purché quest'ultime siano ventilate naturalmente o meccanicamente. In entrambi i casi sarà compito del Progettista verificare che nel periodo estivo la portata d'aria di ventilazione sia sufficiente ad evitare fenomeni di surriscaldamento dell'intercapedine.

Decreto 7148 del 13/07/2009

La verifica deve essere effettuata per tutte le superfici trasparenti, ad eccezione di quelle rivolte a nord, nord-est e nord-ovest, con riferimento alla posizione del sole e alla radiazione solare incidente alle ore 11.00, 13.00, 15.00, 17.00 (ora solare) del 21 luglio e alle ore 10.00, 12.00, 14.00 (ora solare) del 21 dicembre.

Nel caso di adozione di sistemi schermanti fissi e non regolabili, deve essere comunque garantito e documentato il rispetto del requisito di illuminazione naturale (fattore medio di luce diurna) anche in condizione di ombreggiamento.

Decreto 14006 (15/12/2009)

10. Ai fini dell'applicazione di quanto previsto al punto 5.4 lettera a) delle Disposizioni allegate alla dgr 8745 del 22.12.2008, si precisa che i vetri con trasmittanza di energia solare diretta non superiore a 0,30 soddisfano tutti i requisiti di schermatura richiesti;

Come si inseriscono i vetri a controllo solare nell'ambito della Deliberazione VIII/8745?

Il Decreto Regione Lombardia 15/12/2009 n°14006 (in vigore dal 15 gennaio 2010) ha chiarito che i vetri con trasmittanza di energia solare diretta τ_e non superiore al 30% soddisfano i requisiti di schermatura richiesti dalla normativa.

Nota: il parametro trasmittanza di energia solare diretta τ_e differisce dal parametro fattore solare g (detto anche trasmittanza di energia solare totale)

UNCSAAL Vasistas n° 3/2010 (10/02/2010)

4. Principi generali tipologici e tecnico costruttivi

Per tutte le categorie di edifici, nei casi previsti al punto 3.1 lettere a) e b), il progettista pone particolare attenzione alla riduzione dei consumi di energia, fatto salvo l'ottenimento e il mantenimento di opportuni livelli di benessere termoigrometrico e visivo e la tutela della salute, tenendo conto, oltre a quelli ambientali, dei seguenti fattori tipologici e tecnico-costruttivi:

b) la corretta distribuzione e l'orientamento delle superfici trasparenti, in rapporto alla superficie opaca, considerando opportuni sistemi schermanti in relazione alla necessità di ottimizzare gli apporti solari diretti nel periodo invernale e il controllo dell'irraggiamento nel periodo estivo e di ottenere un adeguato livello di illuminazione naturale;

DGR VIII/8745

[02.2] I requisiti normativi - Specifiche di prestazione (g)

44

- Trasmissione solare globale – UNI EN 14501:2006

Table 1 — Definition of classes

Class	Influence on thermal comfort				
	0	1	2	3	4
	very little effect	little effect	moderate effect	good effect	very good effect

Table 2 — Total solar energy transmittance g_{tot} — Classification

Class	0	1	2	3	4
g_{tot}	$g_{tot} \geq 0,50$	$0,35 \leq g_{tot} < 0,50$	$0,15 \leq g_{tot} < 0,35$	$0,10 \leq g_{tot} < 0,15$	$g_{tot} < 0,1$

Introduzione

1. I serramenti e l'energia (UNI TS 11300-1, UNI 10077-1, Reg. Lomb.)
 1. Telai
 2. Distanziatore
 3. Vetri
2. Requisiti normativi (DPR 59/09, DGR VIII/8745)
 1. Dispersioni
 2. Apporti
3. **Trasmittanza termica U [UNI EN 10077 (parts 1 & 2)]**
4. Fattore solare g [UNI EN 13363-1:2008]
5. Influenza nel bilancio

*Thermal performance of windows, doors and shutters -
Calculation of thermal transmittance*

- Part 1: General (UNI EN ISO 10077-1:**2007**) [Simplified method]

- specifies methods for the calculation of the thermal transmittance of windows and pedestrian doors consisting of glazed and/or or opaque panels fitted in a frame, with and without shutters.
- gives in the informative annexes default values for glazing, frames, and shutters, together with linear thermal transmittance of frame/glazing junction

- Part 2: Numerical method for frames (UNI EN ISO 10077-2:**2004**)

(under revision)

- specifies a method and gives reference input data for the calculation of the thermal transmittance of frame profiles and of the linear thermal transmittance of their junction with glazings or opaque panels, suitable to be used as input data in the simplified calculation method of the thermal transmittance of windows, doors and shutters given in Part 1

- This calculation method can be applied to set the *energy demand* of a building
- As an alternative:
UNI EN ISO 12567-1:2002 “ Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method - Complete windows and doors”

Main advantage of the calculation method: to have reference values to calculate thermal transmittance without having to test it (hold good for different applications)

- This part of ISO 10077 allows for:
 - different types of glazing (glass or plastic; single or multiple glazing; with or without low emissivity coatings, and with spaces filled with air or other gases);
 - opaque panels within the window or door;
 - various types of frames (wood, plastic, metallic with and without thermal barrier, metallic with pinpoint metallic connections or any combination of materials);
 - where appropriate, the additional thermal resistance introduced by different types of closed shutter, depending on their air permeability.
- Thermal bridge effects at the rebate or joint between the window or door frame and the rest of the building envelope are excluded from the calculation.
- The calculation does not include
 - effects of solar radiation,
 - heat transfer caused by air leakage,
 - calculation of condensation,
 - ventilation of air spaces in double and coupled windows
- Does not apply to:
 - curtain walls and other structural glazing, (UNI EN 13947-2007)
 - industrial, commercial and garage doors

- CASE 1: The thermal transmittance of a single window, U_W , shall be calculated using the following equation

$$U_W = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

*THERMAL TRANSMITTANCE
OF THE WINDOW*

Weighted average values of thermal transmittance of the glazing (U_g) and of the frame (U_f); this value has to be corrected considering the the linear thermal transmittance due to the combined thermal effects of glazing, spacer and frame (ψ_g)

In the case of single glazing the last term of the numerator in Equation (1) shall be taken as zero (no spacer effect) because any correction is negligible.

*THERMAL TRANSMITTANCE
OF DOOR*

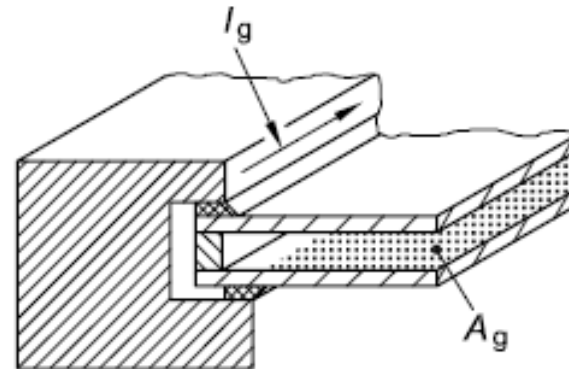
$$U_D = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_p U_p + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g + \sum l_p \Psi_p}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_f}$$

- **Glazed area, opaque panel area**

The glazed area, A_g , or the opaque panel area, A_p , of a window or door is the smaller of the visible areas seen from both sides; see Figure 1. Any overlapping of gaskets is ignored.

- **Total visible perimeter of the glazing**

The total perimeter of the glazing, l_g , (or the opaque panel, l_p) is the sum of the visible perimeter of the glass panes (or opaque panels) in the window or door. If the perimeters are different on either side of the pane or panel, then the larger of the two shall be used; see Figure 1.



- Frame area

Projected frame area (on a plane parallel to glazing)

(U_w)

Developed area (in contact with the air)

(U_f for metal frames)

Key

- 1 sash (moveable)
- 2 frame (fixed)

a Internal.

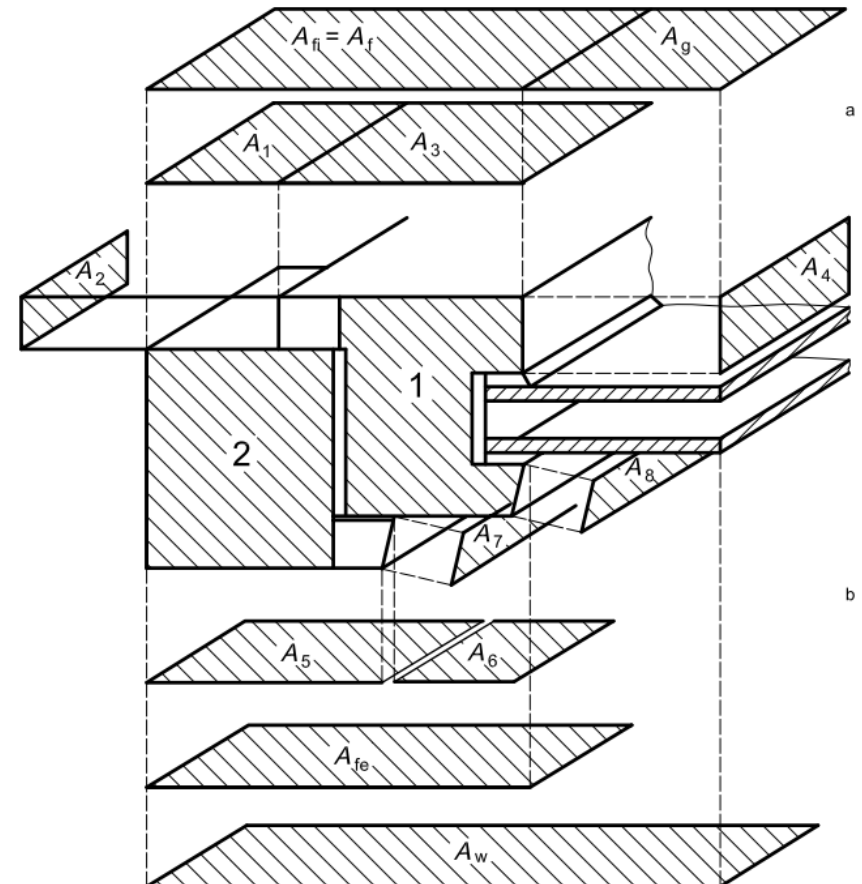
b External.

$$A_f = \max(A_{f,i}; A_{f,e})$$

$$A_w = A_f + A_g$$

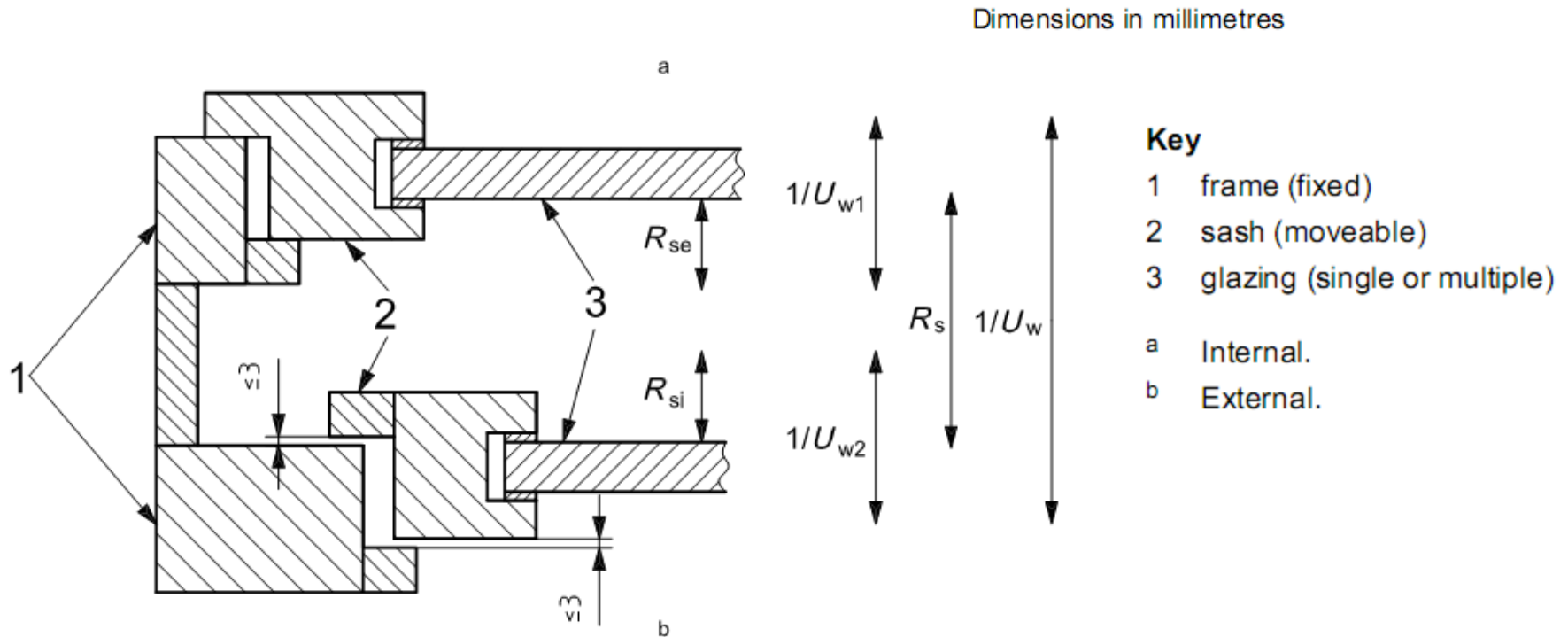
$$A_{f,di} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A_{f,de} = A_5 + A_6 + A_7 + A_8$$

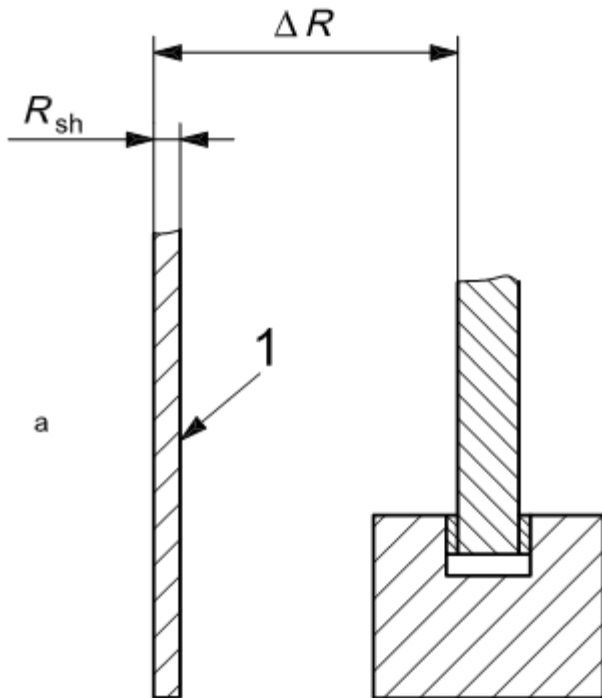


- CASE 2: Double Windows

$$U_w = \frac{1}{1/U_{w1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{w2}}$$



- CASE 3: Window with closed shutters



- 1 shutter
a Internal.
b External.

$$U_{ws} = \frac{1}{1/U_w + \Delta R}$$

ΔR is the additional thermal resistance due to the air layer enclosed between the shutter and the window and the closed shutter itself

This value enters in the energy balance as a time-weighted average

$$U_{w,corr} = U_{w+shut} \times f_{shut} + U_w \times (1 - f_{shut})$$

$$f_{shut} = 0,6.$$

ΔR depends on the thermal transmission properties of the shutter and on its air permeability (see Annex G)

Air permeability of shutter ^a	Additional thermal resistance ΔR $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Very high	0,08
High	$0,25 R_{\text{sh}} + 0,09$
Average	$0,55 R_{\text{sh}} + 0,11$
Low	0,80
Tight	0,95

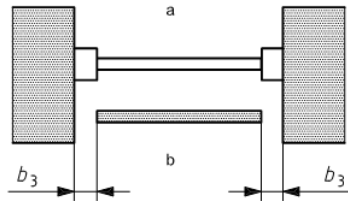
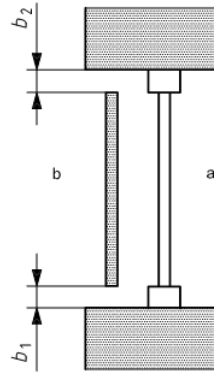
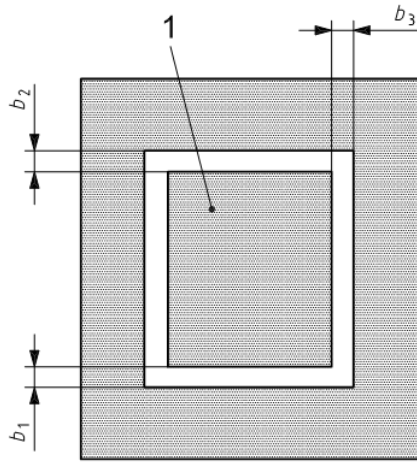
R_{sh} is the thermal resistance of the shutter itself

Additional thermal resistance for windows with closed shutters

^a The definition of the air permeability of shutters is given in Annex G.

Shutter type	Typical thermal resistance of shutter R_{sh} $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	Additional thermal resistances at specific air permeability of the shutters ^a		
		ΔR $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ High or very high air permeability	Average air permeability	Tight or low air permeability
Roller shutters of aluminium	0,01	0,09	0,12	0,15
Roller shutters of wood and plastic without foam filling	0,10	0,12	0,16	0,22
Roller shutters of plastic with foam filling	0,15	0,13	0,19	0,26
Shutters of wood, 25 mm to 30 mm thickness	0,20	0,14	0,22	0,30

^a The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.



Key

1 shutter

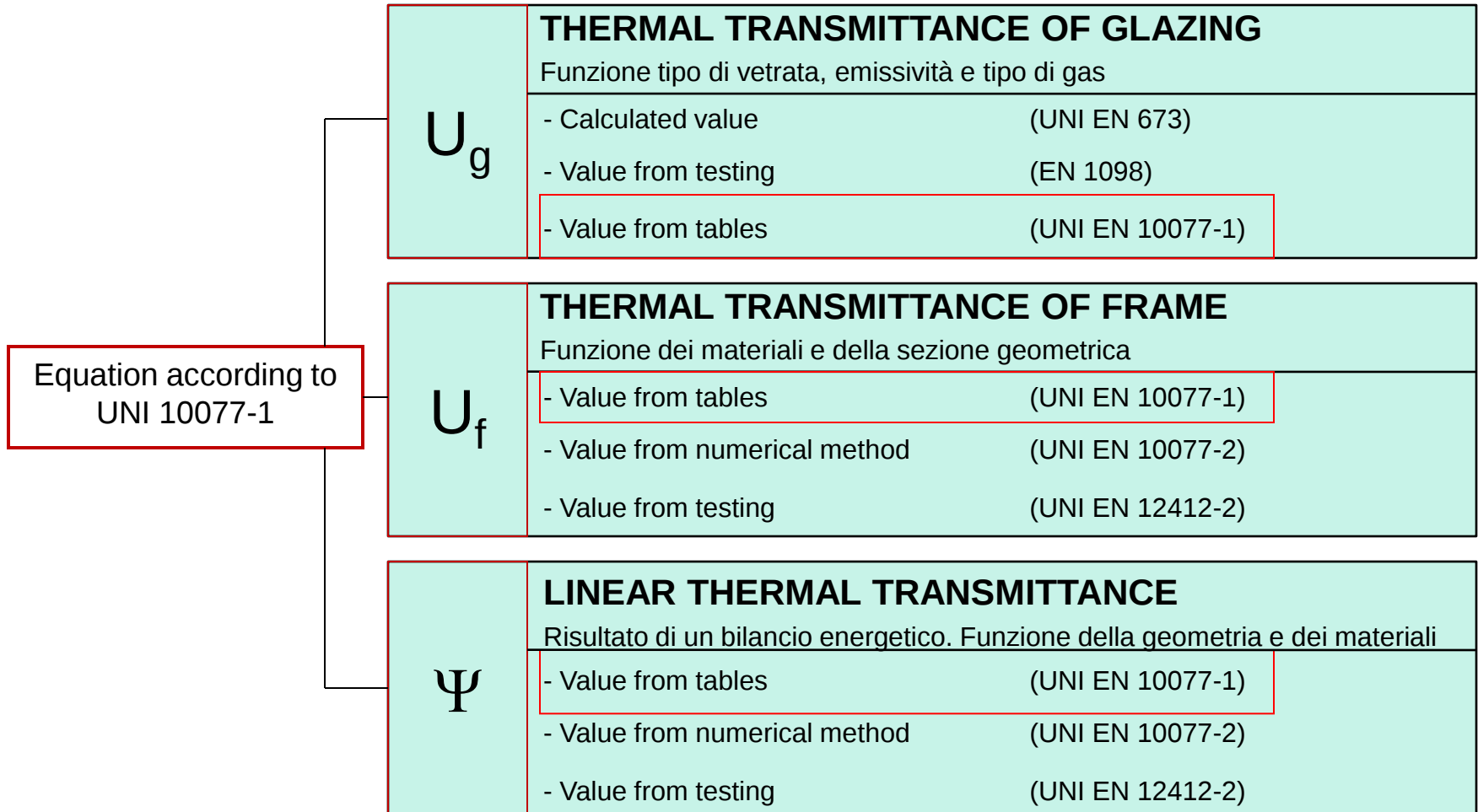
a Internal.

b External.

Permeability of shutters

expressed in terms of an effective total gap b_{sh} between the shutter and its surround

Class	Air permeability of shutter	b_{sh} mm
1	Very high	$b_{sh} \geq 35$
2	High	$15 \leq b_{sh} < 35$
3	Average	$8 \leq b_{sh} < 15$
4	Low	$b_{sh} \leq 8$
5	Tight	$b_{sh} \leq 3$ and $b_1 + b_3 = 0$ or $b_2 + b_3 = 0$



GLAZING

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_j R_{s,j} + R_{si}}$$

- R_{se} is the external surface resistance;
- λ_j is the thermal conductivity of glass or material layer j ;
- d_j is the thickness of the glass pane or material layers j ;
- R_{si} is the internal surface resistance;
- $R_{s,j}$ is the thermal resistance of air space j .

- For typical normal emissivities (≥ 0.8) for the inside and outside surfaces of the glazing, the following values for the surface resistances R_{se} and R_{si} shall be used.

Table A.1 — Surface thermal resistances

Window position	Internal R_{si} $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	External R_{se} $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
Vertical, or inclination, α , of the glazing to the horizontal such that $90^\circ \geq \alpha \geq 60^\circ$ (heat flow direction $\pm 30^\circ$ from the horizontal plane)	0,13	0,04
Horizontal, or inclination α of the glazing to the horizontal such that $60^\circ > \alpha \geq 0^\circ$ (heat flow direction more than 30° from the horizontal plane)	0,10	0,04

- R_{si} for special cases, for example a low-emissivity coating on the outer surface of the interior pane, can be calculated in accordance with EN 673, using the convective coefficient from ISO 6946 for horizontal heat flow if $\alpha > 60^\circ$ and for upwards heat flow if $\alpha \leq 60^\circ$.

- Thermal resistance of air spaces between glazing and thermal transmittance of coupled, double or triple glazing
- (calculated in accordance with EN 673)

- for vertical windows,
 - for spaces filled with air,
 - with both sides uncoated or with one side coated with a low-emissivity layer,
 - for a mean temperature of the glazing of 283 K and a temperature difference of 15 K between the two outer glazing surfaces.

Thickness of air space mm	Thermal resistance R_s m ² ·K/W				
	One side coated with a normal emissivity of				Both sides uncoated
	0,1	0,2	0,4	0,8	
6	0,211	0,191	0,163	0,132	0,127
9	0,299	0,259	0,211	0,162	0,154
12	0,377	0,316	0,247	0,182	0,173
15	0,447	0,364	0,276	0,197	0,186
50	0,406	0,336	0,260	0,189	0,179

- For triple glazing: iteration (EN 673)
- For wider air layers like in double windows or doors the calculation according to EN 673 does not lead to correct results.

Glazing				Thermal transmittance for different types of gas space ^a U_g				
Type	Glass	Normal emissivity	Dimensions mm	Air	Argon	Krypton	SF ₆ ^b	Xenon
Double glazing	Uncoated glass (normal glass)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	One pane coated glass	≤ 0,2	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
	One pane coated glass	≤ 0,15	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
	One pane coated glass	≤ 0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
	One pane coated glass	≤ 0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	1,2
			4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1
			4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2
			4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2

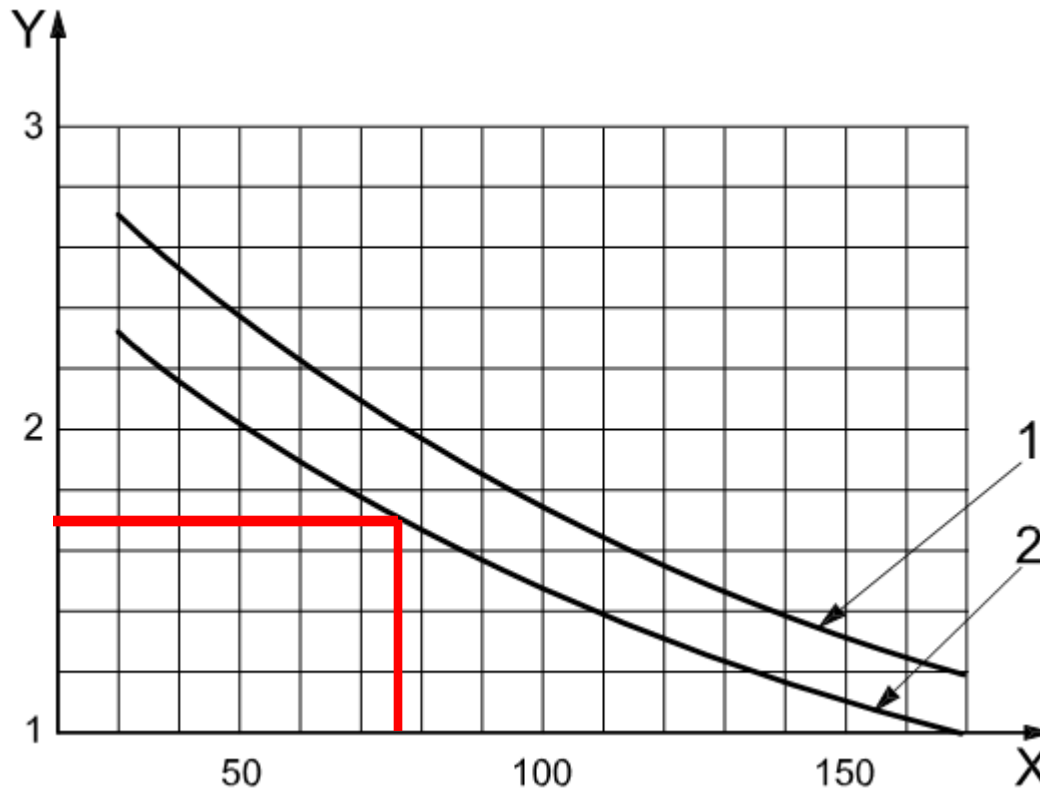
Glazing				Thermal transmittance for different types of gas space ^a U_g				
Type	Glass	Normal emissivity	Dimensions mm	Air	Argon	Krypton	SF ₆ ^b	Xenon
Triple glazing	Uncoated (normal) glass	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	Two panes coated	≤ 0,2	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
	Two panes coated	≤ 0,15	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
	Two panes coated	≤ 0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
	Two panes coated	≤ 0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,5
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5

NOTE The values of thermal transmittance in the table were calculated using EN 673. They apply to the emissivities and gas concentration given. For individual glazing units the emissivity and/or gas concentrations can change with time. Procedures for evaluating the effect of ageing on the thermal properties of glazed units are given in EN 1279-1^[12] and EN 1279-3^[13].

^a Gas concentration ≥ 90 %.

^b The use of SF₆ is prohibited in some jurisdictions.

Wood frames



X thickness of frame, d_f , expressed in millimetres

Y thermal transmittance of frame, U_f , in $W/(m^2 \cdot K)$

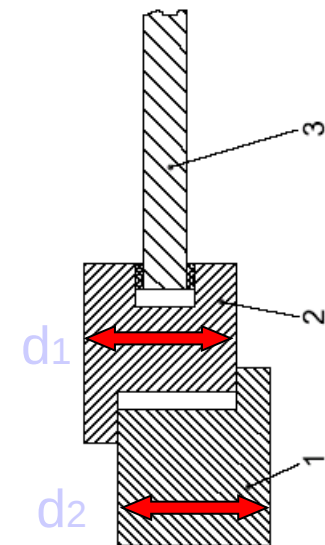
1 hardwood (density 700 kg/m^3), $\lambda = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

2 softwood (density 500 kg/m^3), $\lambda = 0,13 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

Example:

$d_f = 75 \text{ mm}$

$U_f = 1.7 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$



$$d_f = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Metal frames

Thermal conductivity, λ , of thermal break materials such that

$$0,2 < \lambda \leq 0,3 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

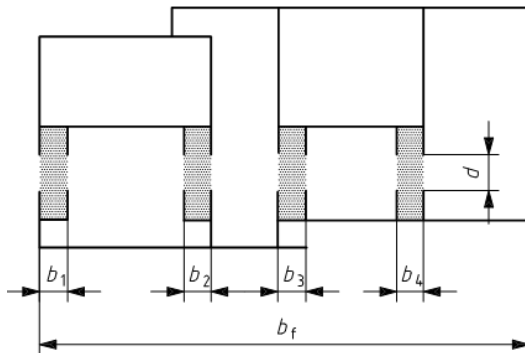
where

d is the smallest distance between opposite aluminium sections of the thermal break;

b_j is the width of thermal break j ;

b_f is the width of the frame.

$$\sum_j b_j \leq 0,2 b_f$$



Correction according to developed and projected areas

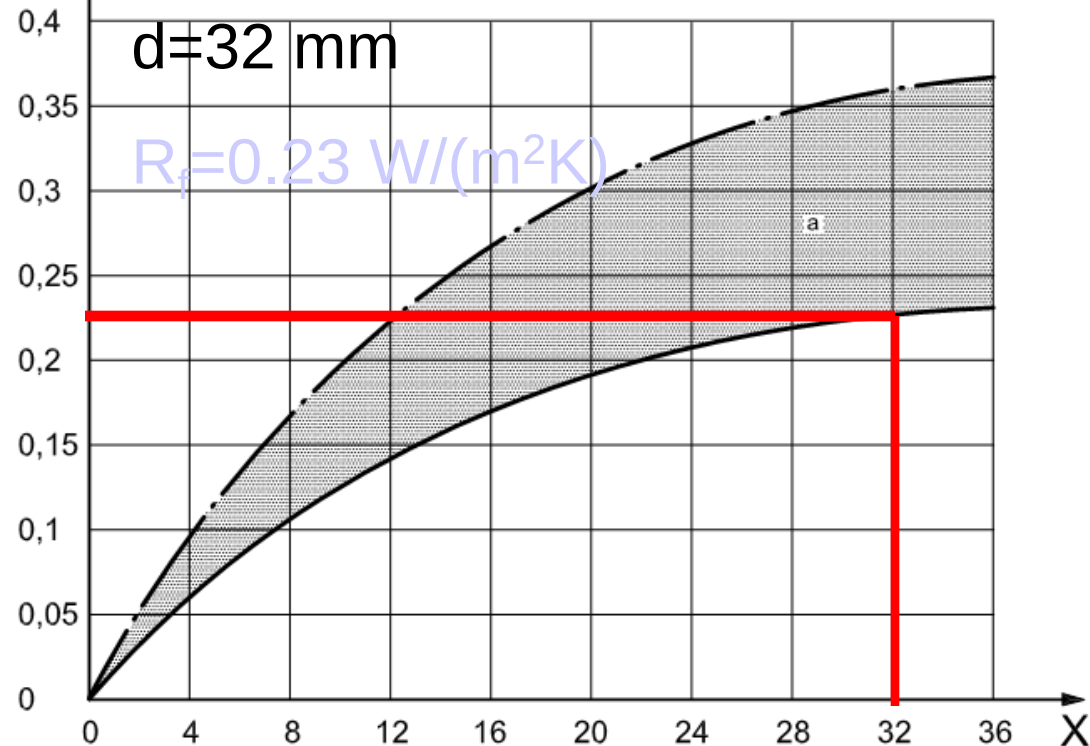
$$U_f = \frac{1}{R_{si} A_{f,i} / A_{f,di} + R_f + R_{se} A_{f,e} / A_{f,de}}$$

Key

X smallest distance, d , between opposite metal sections, expressed in millimetres

Y thermal resistance, R_f , of frame, expressed in $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$

Example:



For metal frames without a thermal break, $R_f = 0$

Frame/Glazing junction: Aluminium and steel spacers

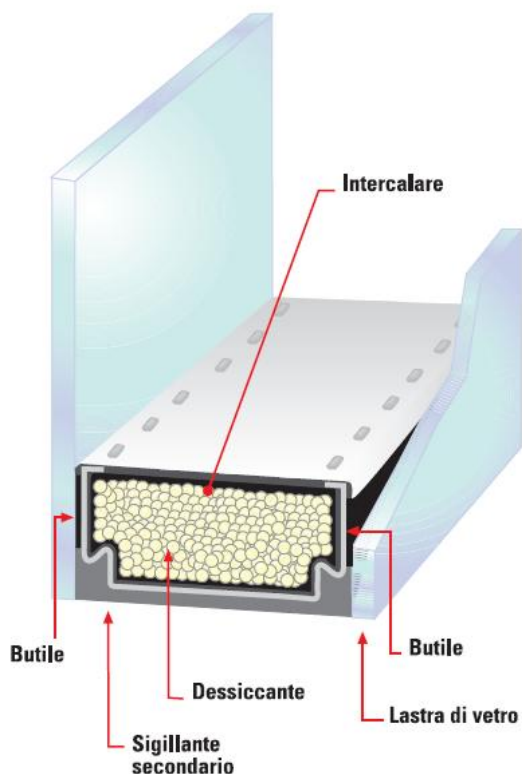


Table E.1 — Values of linear thermal transmittance for common types of glazing spacer bars (e.g. aluminium or steel)

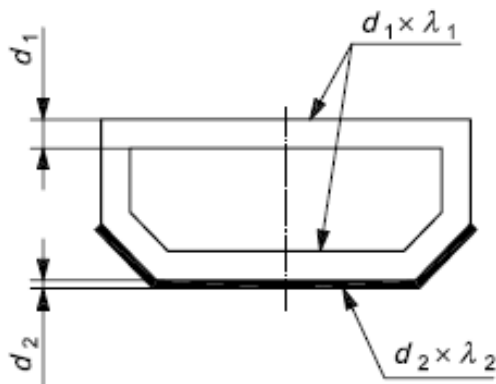
Frame type	Linear thermal transmittance for different types of glazing ψ_g	
	Double or triple glazing uncoated glass air- or gas-filled	Double ^a or triple ^b glazing low-emissivity glass air- or gas-filled
Wood or PVC	0,06	0,08
Metal with a thermal break	0,08	0,11
Metal without a thermal break	0,02	0,05
^a One pane coated for double glazed. ^b Two panes coated for triple glazed.		

- Frame/Glazing junction: thermally improved spacers

Table E.2 — Values of linear thermal transmittance for glazing spacer bars with improved thermal performance

Frame type	Linear thermal transmittance for different types of glazing with improved thermal performance ψ_g	
	Double or triple glazing uncoated glass air- or gas-filled	Double ^a or triple ^b glazing low emissivity glass air- or gas-filled
Wood or PVC	0,05	0,06
Metal with a thermal break	0,06	0,08
Metal without a thermal break	0,01	0,04
^a One pane coated for double glazed. ^b Two panes coated for triple glazed.		

$$\sum(d \times \lambda) \leq 0,007$$



a) Hollow spacer

$$\sum(d \times \lambda) = 2(d_1 \times \lambda_1) + (d_2 \times \lambda_2)$$

The second part (*UNI EN ISO 10077-2 – Numerical method for frames*) specifies a method and gives reference input data for the calculation of the thermal transmittance of frame profiles and of the linear thermal transmittance of their junction with glazings or opaque panels.

As an alternative:

EN 12412-2, Thermal performance of windows, doors and shutters – Determination of thermal transmittance by hot box method – Part 2: Frames

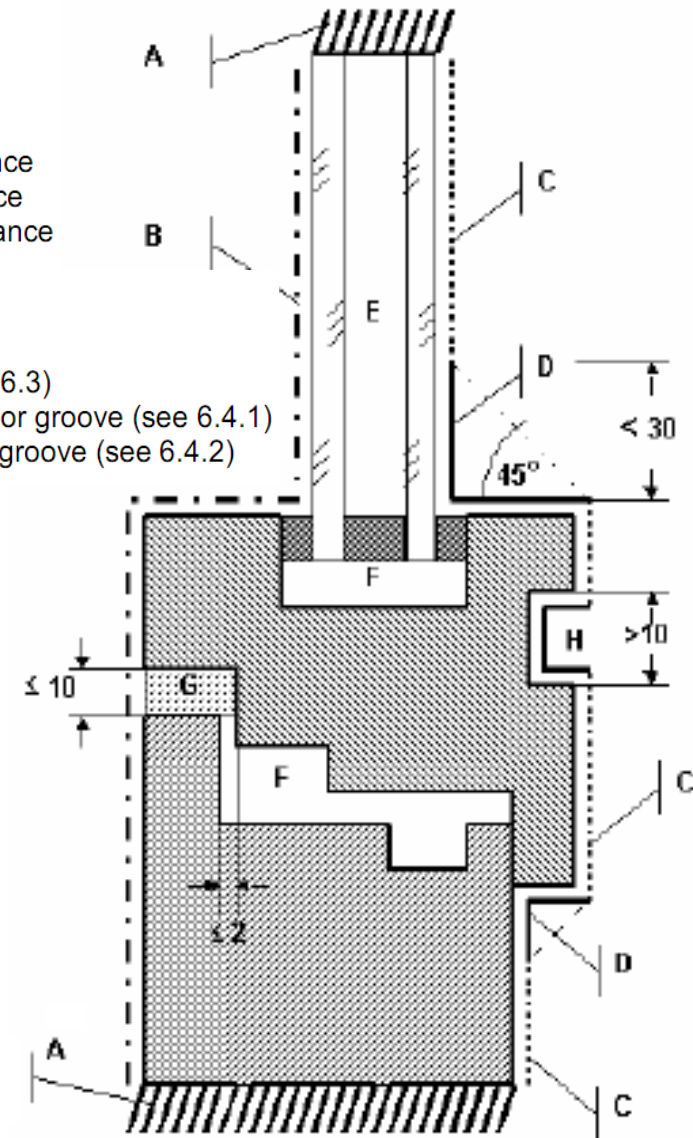
Key

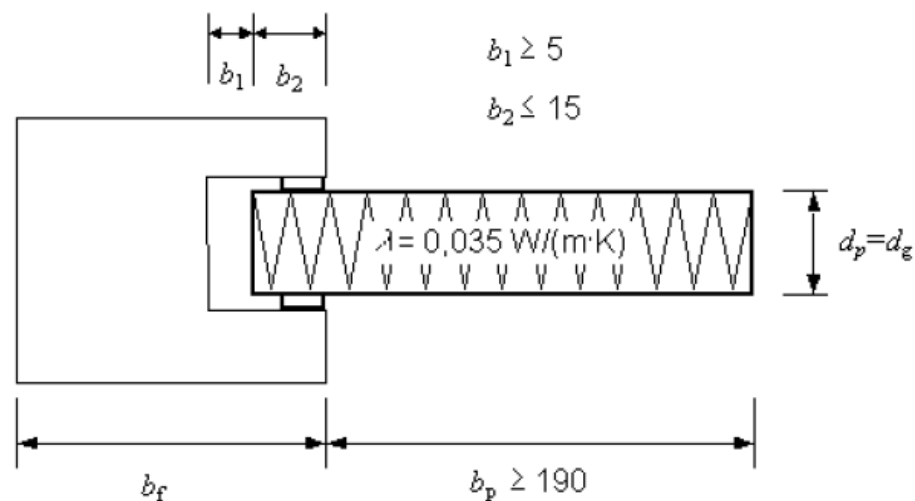
Boundaries (see annex B):

- A Adiabatic boundary
- B External surface resistance
- C Internal surface resistance
- D Increased surface resistance

Cavities and grooves:

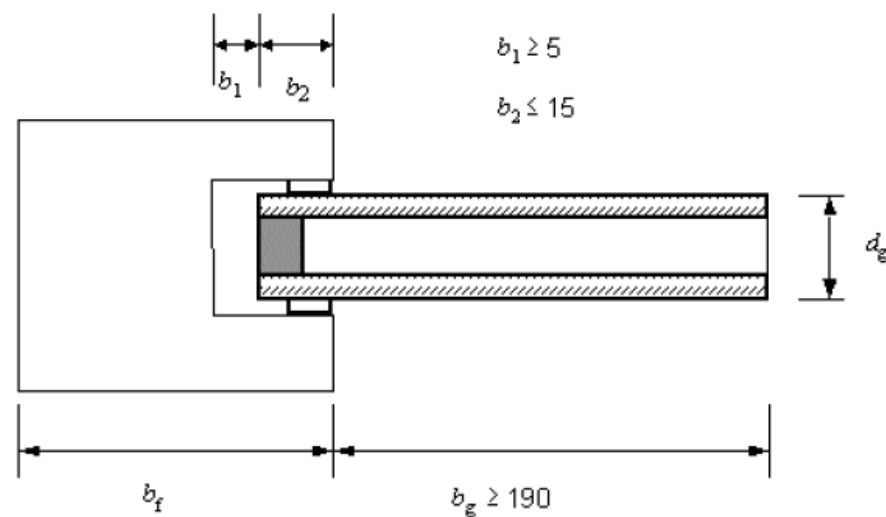
- E Glazing (see 6.2)
- F Unventilated cavity (see 6.3)
- G Slightly ventilated cavity or groove (see 6.4.1)
- H Well ventilated cavity or groove (see 6.4.2)

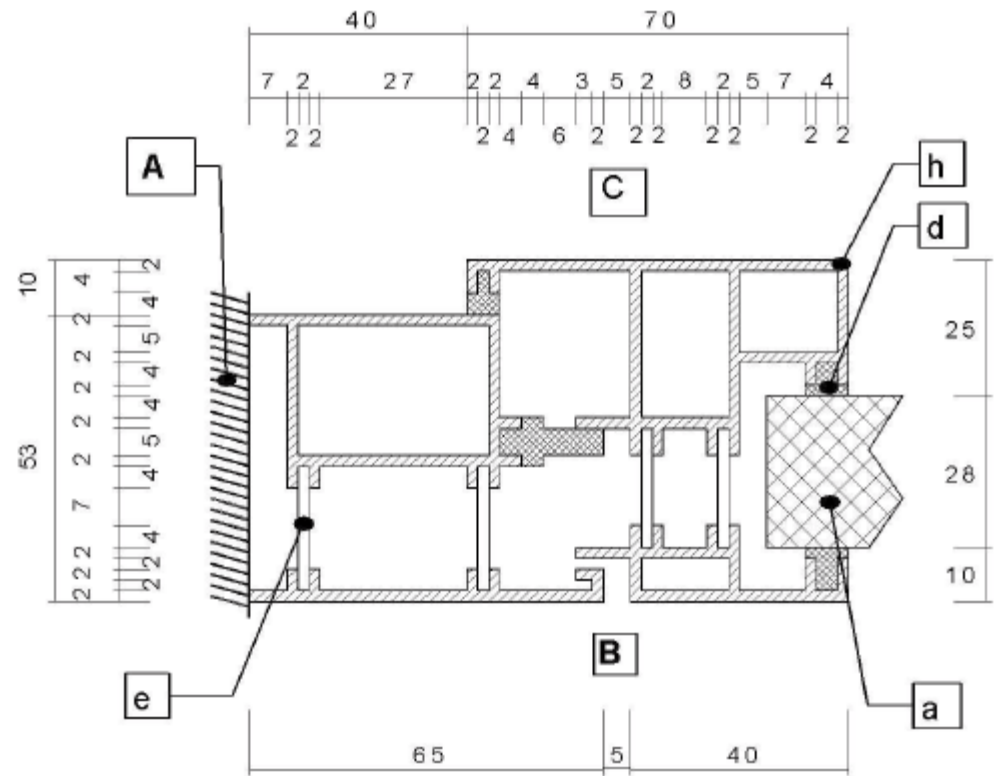




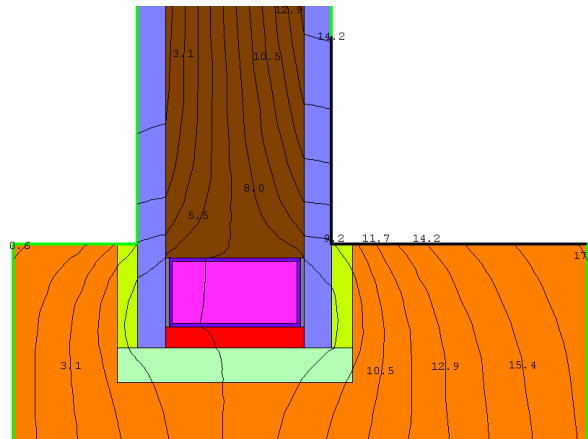
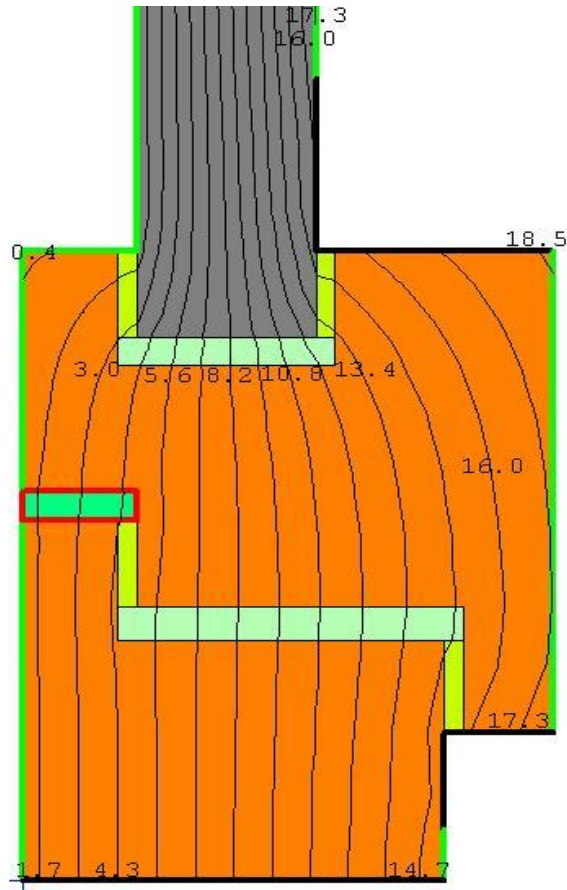
$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p \cdot b_p}{b_f}$$

$$\Psi = L_{\psi}^{2D} - U_f b_f - U_g b_g$$





POLITECNICO DI MILANO



- Limits on thermal transmittance of window and glass (national standards)
- (glasses: single glazing is “banished”)
- Frames? Good practice (to avoid surface humidity condensation)

TABELLA 4.a Chiusure trasparenti (U limite in W/m ² K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 gennaio 2008	Dal 1 gennaio 2010
A	5.5	5.0	4.6
B	4.0	3.6	3.0
C	3.3	3.0	2.6
D	3.1	2.8	2.4
E	2.8	2.4	2.2
F	2.4	2.2	2.0

Limit values for thermal transmittance
[DPR 59/09]

TABELLA 4.b Vetri (U limite in W/m ² K)			
Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006	Dal 1 luglio 2008	Dal 1 gennaio 2011
A	5.0	4.5	3.7
B	4.0	3.4	2.7
C	3.0	2.3	2.1
D	2.6	2.1	1.9
E	2.4	1.9	1.7
F	2.3	1.7	1.3

- Do not take a priori the declared value of “termotrasmittanza” given by some producers (it depends from geometrical areas, perimeter of the glazing..)
- (Geometrical ratio)

$$U_w^{(1)} = x \cdot U_f - x \cdot U_g + U_g$$

$$x = \frac{A_f}{A_w}$$

- SENSIBILITY: When it is “convenient” (energy) to work on thermal performance of frame or glass
 - It depends on the correlation between thermal transmittance of glass and frame and the geometric ratio

(Incidence of spacer: up to 5 - 10 %

according to insulated – not insulated frame)

Table F.1 — Thermal transmittances for vertical windows with fraction of the frame area 30 % of the whole window area and common types of glazing spacer bars

Type of glazing	U_g W/(m ² ·K)	Thermal transmittances for common types of glazing spacer bars													
		U_f W/(m ² ·K)													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Single	5,7	4,2	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1	
Double or triple	3,3	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	4,4	
	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,2	4,0	
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	3,0	3,1	3,9	
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,8	2,9	3,7	
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6	
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6	
	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,5	
	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4	
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	3,2	
	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1	
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	3,1	
	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0	
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9	
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9	
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,8	
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7	
	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7	
	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6	

Frame 30%

Table F.2 — Thermal transmittances for vertical windows with fraction of the frame area 20 % of the whole window area, common types of glazing spacer bar

Type of glazing	U_g W/(m ² K)	Thermal transmittances for common types of glazing spacer bars U_t W/(m ² K)													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Single	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0	
Double or triple	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1	
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0	
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9	
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9	
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8	
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,7	
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6	
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,1	3,5	
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5	2,8	2,9	3,0	3,5	
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,4	2,7	2,8	2,9	3,4	
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,7	2,7	2,8	3,3	
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,6	2,7	2,7	3,2	
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,7	3,1	
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1	
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0	
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9	
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8	
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7	
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7	
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6	
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5	
	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4	
	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3	
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	2,1
	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	2,0
	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9

Frame 20%

Table F.3 — Thermal transmittances for vertical windows with fraction of the frame area 30 % of the whole window area, glazing spacer bars with improved thermal performance

Type of glazing	U_g W/(m ² ·K)	Thermal transmittances for common types of glazing spacer bars U_f W/(m ² ·K)												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Single	5,7	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
Double or triple	3,3	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,4
	3,1	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,2
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	4,1
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,8	2,9	3,0	3,9
	2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	2,9	3,0	3,9
	2,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,0	3,8
	2,3	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,7	2,8	2,9	3,0	3,7
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,0	3,7
	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	3,6
	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6
	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,5
	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,4
	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3
	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,2
	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,0
	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9
	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,8
	0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7
	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6
	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5

Frame 30%

Table F.4 — Thermal transmittances for vertical windows with fraction of the frame area 20 % of the whole window area, glazing spacer bars with improved thermal performance

Type of glazing	U_g W/(m ² ·K)	Thermal transmittances for common types of glazing spacer bars U_f W/(m ² ·K)												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Single	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
Double or triple	3,3	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9
	3,0	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,8
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,7
	2,8	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,5	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,8	2,8	2,9	3,4
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	2,7	2,8	2,8	3,3
	2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,5	2,6	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,6	3,1
	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,5	2,5	3,0
	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,9
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,5
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4
	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,1
	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0
	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9

Frame 20%

Introduzione

1. I serramenti e l'energia (UNI TS 11300-1, UNI 10077-1, Reg. Lomb.)
 1. Telai
 2. Distanziatore
 3. Vetri
2. Requisiti normativi (DPR 59/09, DGR VIII/8745)
 1. Dispersioni
 2. Apporti
3. Trasmittanza termica U [UNI EN 10077 (parts 1 & 2)]
4. **Fattore solare g [UNI EN 13363-1:2008]**
5. Influenza nel bilancio

$$Q_{\text{sol}} = \left\{ \sum_k \phi_{\text{sol},mn,k} \right\} \times t$$

Monthly energy balance

$$\phi_{\text{sol},k} = F_{\text{sh},ob,k} A_{\text{sol},k} I_{\text{sol},k}$$

Solar flux

$$A_{\text{sol}} = F_{\text{sh},g} g_{\text{gl}} (1 - F_F) A_{w,p}$$

Effective collecting area

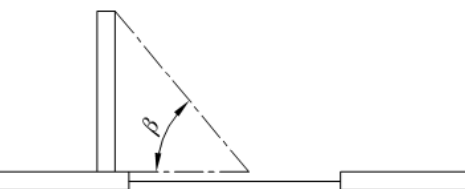
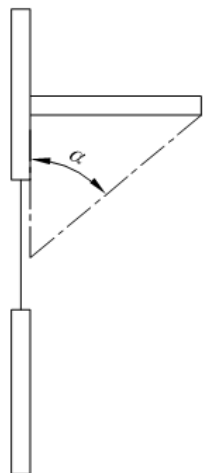
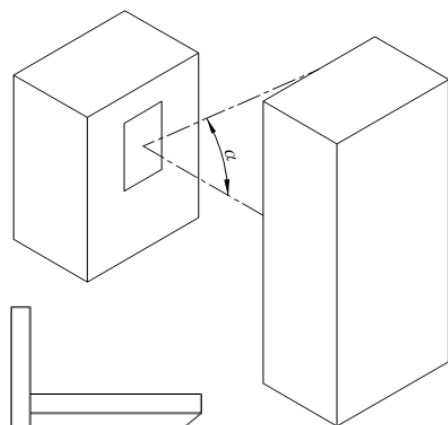
0.2

Solar energy transmittance of the glazing

Reduction factor for the presence of external shading

Reduction factor for the presence of movable shading

$$F_{sh,ob} = F_{hor} \times F_{ov} \times F_{fin}$$



prospetto D.1 Fattore di ombreggiatura F_{hor} relativo ad ostruzioni esterne. Mese di GENNAIO

Angolo su orizzonte	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,86	0,83	0,95	0,85	0,83	0,94	0,83	0,83	0,93	0,81	0,83	0,91	0,80	0,83	0,88	0,76	0,83
20°	0,85	0,67	0,67	0,82	0,65	0,67	0,77	0,63	0,67	0,70	0,60	0,67	0,59	0,58	0,67	0,47	0,54	0,67
30°	0,46	0,47	0,52	0,34	0,45	0,52	0,25	0,44	0,52	0,15	0,44	0,52	0,09	0,44	0,52	0,05	0,39	0,52
40°	0,05	0,37	0,38	0,05	0,33	0,38	0,05	0,30	0,38	0,05	0,27	0,38	0,05	0,23	0,38	0,04	0,21	0,38

prospetto D.18 Fattore di ombreggiatura F_{ov} relativo ad aggetti orizzontali. Mese di GIUGNO

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,63	0,77	0,83	0,60	0,77	0,83	0,61	0,77	0,83	0,63	0,77	0,82	0,64	0,78	0,82	0,66	0,78	0,82
45°	0,57	0,65	0,78	0,55	0,66	0,78	0,55	0,66	0,77	0,56	0,67	0,76	0,55	0,67	0,76	0,56	0,68	0,75
60°	0,52	0,54	0,73	0,50	0,54	0,73	0,50	0,54	0,72	0,51	0,55	0,71	0,51	0,56	0,70	0,51	0,57	0,69

prospetto D.28 Fattore di ombreggiatura F_{fin} relativo ad aggetti verticali. Mese di APRILE

Angolo	36° N latitudine			38° N latitudine			40° N latitudine			42° N latitudine			44° N latitudine			46° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,87	0,91	0,87	0,87	0,90	0,87	0,88	0,90	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88
45°	0,83	0,87	0,83	0,83	0,86	0,83	0,83	0,85	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,83	0,83
60°	0,81	0,83	0,78	0,81	0,82	0,78	0,81	0,81	0,78	0,81	0,80	0,79	0,80	0,79	0,79	0,80	0,78	0,79

$$g_{gl} = g_{gl,n} \times F_w$$

F_w = fattore di esposizione (0.9)

Trasmittanza di energia solare totale $g_{gl,n}$ di alcuni tipi di vetro

Tipo di vetro	$g_{gl,n}$
Vetro singolo	0,85
Doppio vetro normale	0,75
Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	0,67
Triplo vetro normale	0,70
Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo	0,50
Doppia finestra	0,75

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

$$F_{sh,with} \rightarrow \text{Irradianza} > 300 \text{ W/m}^2$$

Fattore di riduzione per le schermature mobili, $f_{sh,with}$

Mese	Nord	Est	Sud	Ovest
1	0,00	0,52	0,81	0,39
2	0,00	0,48	0,82	0,55
3	0,00	0,66	0,81	0,63
4	0,00	0,71	0,74	0,62
5	0,00	0,71	0,62	0,64
6	0,00	0,75	0,56	0,68
7	0,00	0,74	0,62	0,73
8	0,00	0,75	0,76	0,72
9	0,00	0,73	0,82	0,67
10	0,00	0,72	0,86	0,60
11	0,00	0,62	0,84	0,30
12	0,00	0,50	0,86	0,42

Fattori di riduzione per alcuni tipi di tenda

$$(g_{gl+sh}/g_{gl})$$

Tipo di tenda	Proprietà ottiche della tenda		Fattori di riduzione con	
	assorbimento	trasmissione	tenda interna	tenda esterna
Veneziane bianche	0,1	0,05	0,25	0,10
		0,1	0,30	0,15
		0,3	0,45	0,35
Tende bianche	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,80	0,75
		0,9	0,95	0,95
Tessuti colorati	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Tessuti rivestiti di alluminio	0,2	0,05	0,20	0,08

SCHERMATURE MOBILI PERMANENTI

The method specifies a simplified method based on the thermal transmittance and total solar energy transmittance of the glazing and on the light transmittance and reflectance of the solar protection device to *estimate the total solar energy transmittance of a solar protection device combined with glazing*.

- all types of solar protection devices parallel to the glazing (louvre, venetian or roller blinds)
- The position of the solar protection device can be interior, exterior or between single panes in a dual glazing system.
- when the total solar energy transmittance of the glazing is between 0,15 and 0,85
- Venetian or louvre blinds are assumed to be adjusted so that there is no direct solar penetration.
- For external solar protection devices and for integrated solar protection devices, the space between the solar protection devices and the glazing is UNVENTILATED
- for internal solar protection devices this space is VENTILATED.
- The simplified method is based on the normal incidence of radiation and does not take into account either the angular dependence of transmittance and the reflectance or the differences of spectral distribution.

$$0 \leq \tau_{e,B} \leq 0,5 \text{ and } 0,1 \leq \rho_{e,B} \leq 0,8$$

Solar protection device (range values)

U_g	thermal transmittance of the glazing;
g	total solar energy transmittance;
τ_v	light transmittance of the glazing;
ρ_v	light reflectance of the side of the glazing facing the incident radiation;
ρ'_v	light reflectance of the side of the glazing facing away from incident radiation.
τ_e	solar direct transmittance of the glazing
ρ_e	solar direct reflectance of the side of the glazing facing the incident radiation
ρ'_e	solar direct reflectance of the side of the glazing facing away from the incident radiation

Table A.1 — Data for typical glazing

Product	Thermal transmittance U_g W/(m ² ·K)	Total solar energy transmittance g	Light transmittance τ_v	Light reflectance $\rho_v = \rho'_v$
Single clear glass	5,7	0,85	0,90	0,08
Double clear glass	3,0	0,75	0,82	0,15
Triple clear glass	2,0	0,65	0,75	0,20
Double clear glass with low emissivity coating	1,6	0,70	0,75	0,17
NOTE The data are on the safe side for cooling load estimations.				

- Solar protection device

$\tau_{e,B}$ solar transmittance of the solar protection device;

$\rho_{e,B}$ solar reflectance of the side of the solar protection device facing the incident radiation;

$\rho'_{e,B}$ solar reflectance of the side of the solar protection device facing away from the incident radiation;

$\tau_{v,B}$ light transmittance of the solar protection device;

$\rho_{v,B}$ light reflectance of the side of the solar protection device facing the incident radiation;

$\rho'_{v,B}$ light reflectance of the side of the solar protection device facing away from the incident radiation.

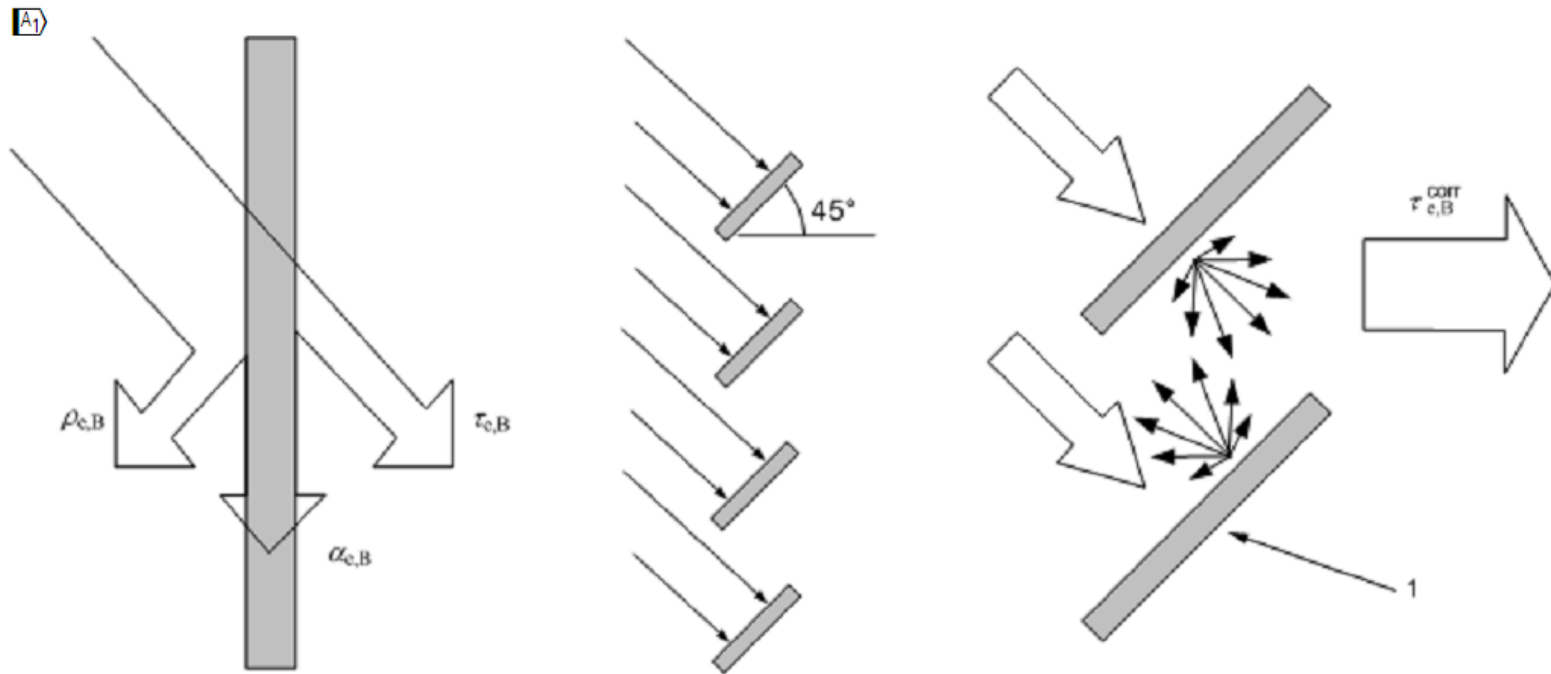
Table A.2 — Data for typical solar protection devices

Transmittance $\tau_{e,B}$		Reflectance $\rho_{e,B}$			
		white	pastel	dark	black
Opaque	0,0	0,7	0,5	0,3	0,1
Medium translucent	0,2	0,6	0,4	0,2	0,1
High translucent	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}.$$

It is assumed that the transmittance and the reflectance for light are equal to the corresponding values for solar energy.

Principles of solar transmittance of solar protection devices



Key

1 Blinds 45°

$$\tau_{e,B}^{\text{corr}} = 0,65 \cdot \tau_{e,B} + 0,15 \cdot \rho_{e,B}$$

$$\rho_{e,B}^{\text{corr}} = \rho_{e,B} \cdot (0,75 + 0,70 \cdot \tau_{e,B})$$

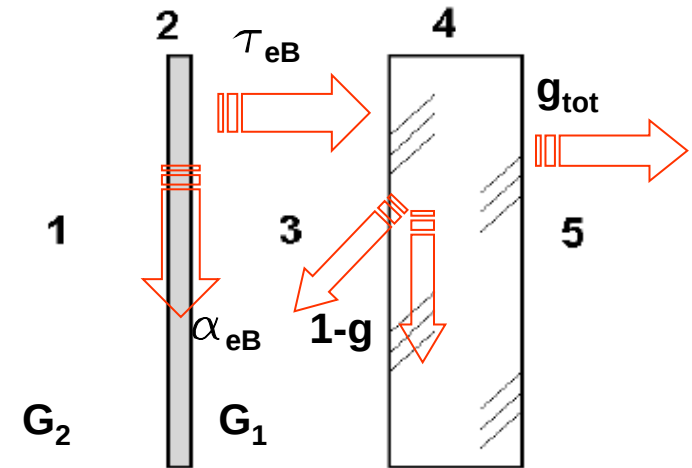
(a) transmittance, absorptance and reflectance of a solar protection device

(b) no direct penetration in the case of louvre or Venetian blinds open to 45°

(c) principle of the correction of the transmittance in the case of blinds open to 45°

EXTERNAL SOLAR PROTECTION DEVICE

- 1 Exterior
- 2 Solar protection device
- 3 Unventilated air space
- 4 Glazing
- 5 Interior



Simplified equation:

$$g_t = \tau_{e,B} g + \alpha_{e,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,B} (1 - g) \frac{G}{G_1}$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

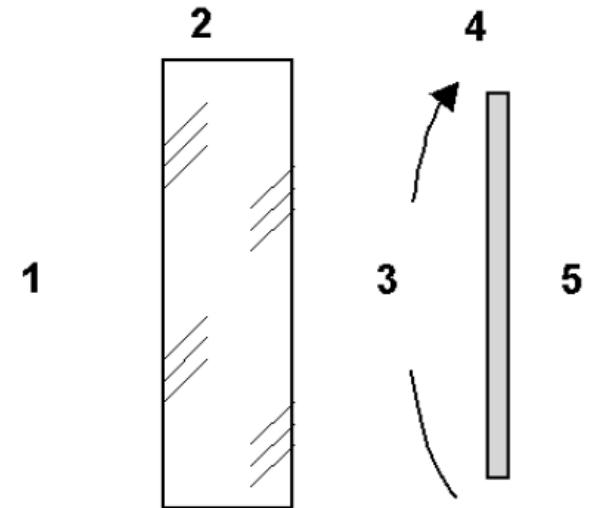
$$G_1 = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G_2 = 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$

INTERNAL SOLAR PROTECTION DEVICE

- 1 Exterior
- 2 Glazing
- 3 Air space, ventilated to the interior
- 4 Solar protection device
- 5 Interior



Simplified equation:

$$g_t = g \left(1 - g \rho_{e,B} - \alpha_{e,B} \frac{G}{G_2} \right)$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

$$G_2 = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1} \boxed{A_1}$$

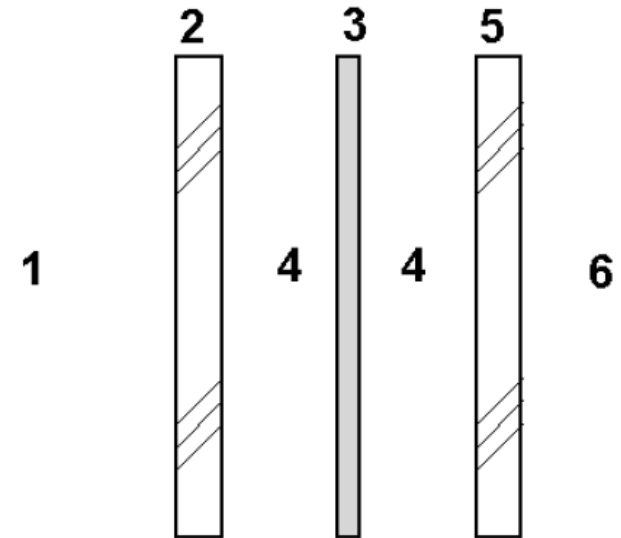
INTEGRATED SOLAR PROTECTION DEVICE

- 1 Exterior
- 2 Single glazing, uncoated
- 3 Solar protection device
- 4 Unventilated air space
- 5 Single glazing, coated or uncoated
- 6 Interior

The calculation method is valid for a system where the outer pane is uncoated and the inner pane is either uncoated or with low emissivity coating.

Simplified equation:

$$g_t = g \tau_{e,B} + g (\alpha_{e,B} + (1 - g) \rho_{e,B}) \frac{G}{G_3}$$



$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

$$G_3 = 3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_3} \right)^{-1}$$

- LIGHT TRANSMITTANCE

$$\tau_{v,t} = \frac{\tau_v \tau_{v,B}}{1 - \rho_v \rho'_{v,B}}$$

for external solar protection devices

$$\tau_{v,t} = \frac{\tau_v \tau_{v,B}}{1 - \rho'_{v,B} \rho_v}$$

for internal solar protection devices

Equation does not take into account either the angular dependence of the transmittance and the reflectance, or the differences of spectral distribution. It shall not be used for calculation of daylight distribution in rooms.

- SOLAR DIRECT TRANSMITTANCE

$$\tau_{e,t} = \frac{\tau_e \tau_{e,B}}{1 - \rho_e \rho'_{e,B}}$$

for external solar protection devices

$$\tau_{e,t} = \frac{\tau_e \tau_{e,B}}{1 - \rho'_{e,B} \rho_e}$$

for internal solar protection devices

Quota trasmessa e “filtrata” dal vetro

Quota che attraversa la protezione solare mediata sulle caratteristiche del contorno

Quota che viene riflessa e assorbita dal vetro e mediata sulle caratteristiche del contorno

$$g_t = \tau_{e,B} g + \alpha_{e,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,B} (1 - g) \frac{G}{G_1}$$

$$g_t = g (1 - g \rho_{e,B} - \alpha_{e,B} \frac{G}{G_2})$$

$$g_t = g \tau_{e,B} + g (\alpha_{e,B} + (1 - g) \rho_{e,B}) \frac{G}{G_3}$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

$$G_1 = 5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G_2 = 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G = (\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2})^{-1}$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

$$G_2 = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G = (\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_2})^{-1} \boxed{A_1}$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

$$G_3 = 3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$G = (\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_3})^{-1}$$

EXERCISE

Glazing data

$$\tau_v = 0,82$$

$$g = 0,75$$

$$U = 3,0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$\rho_v = \rho'_v = 0,15$$

Protection device data (medium translucent pastel)

$$\tau_{e,B} = 0,2$$

$$\rho_{e,B} = 0,4$$

$$\alpha_{e,B} = 1 - 0,2 - 0,4 = 0,4$$

To calculate the total solar energy transmittance of the glazing in combination with following protection devices:

- [a] External solar protection device
- [b] Internal solar protection device
- [c] Solar protection device between panes

$$G = \frac{1}{\frac{1}{3,0} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}} = 1,6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$g_t = 0,2 \times 0,75 + 0,4 \times \frac{1,6}{10} + 0,2 \times (1 - 0,75) \times \frac{1,6}{5} = 0,23$$

$$\tau_{v,t} = \frac{0,82 \times 0,2}{1 - 0,15 \times 0,4} = 0,17$$

$$G = \frac{1}{\frac{1}{3,0} + \frac{1}{30}} = 2,7 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$g_t = 0,75 \times (1 - 0,75 \times 0,4 - 0,4 \times \frac{2,7}{30}) = 0,50$$

$$\tau_{v,t} = \frac{0,82 \times 0,2}{1 - 0,15 \times 0,4} = 0,17$$

$$G = \frac{1}{\frac{1}{3,0} + \frac{1}{3}} = 1,5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$g_t = 0,75 \times 0,2 + 0,75(0,4 + (1 - 0,75) \frac{1,5}{3,0}) = \underline{\underline{0,34}}$$

$\tau_{v,t}$ no simplified calculation provided.

Introduzione

1. I serramenti e l'energia
 1. Telai
 2. Distanziatore
 3. Vetri
2. Requisiti normativi
3. Trasmittanza termica U [UNI EN 10077 (parts 1 & 2)]
4. Fattore solare g [UNI EN 13363-1:2008]
5. **Influenza nel bilancio**

Gli apporti solari nel bilancio energetico di un edificio

Dispositivi Regione Lombardia (Dlr n. 15833 del 13 dicembre 2007)

Apporti mensili di calore gratuiti

$$Q_S = N \cdot \sum_j \bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot F_T \cdot g_{\perp,i} \cdot F_S \right) \cdot 0,85 + Q_{S,S}$$

Dispositivi Regione Lombardia (Dlr 5796 del 11.06.092007 - Nuove procedure di calcolo)

E.6.3.6 Apporti mensili di calore gratuiti

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

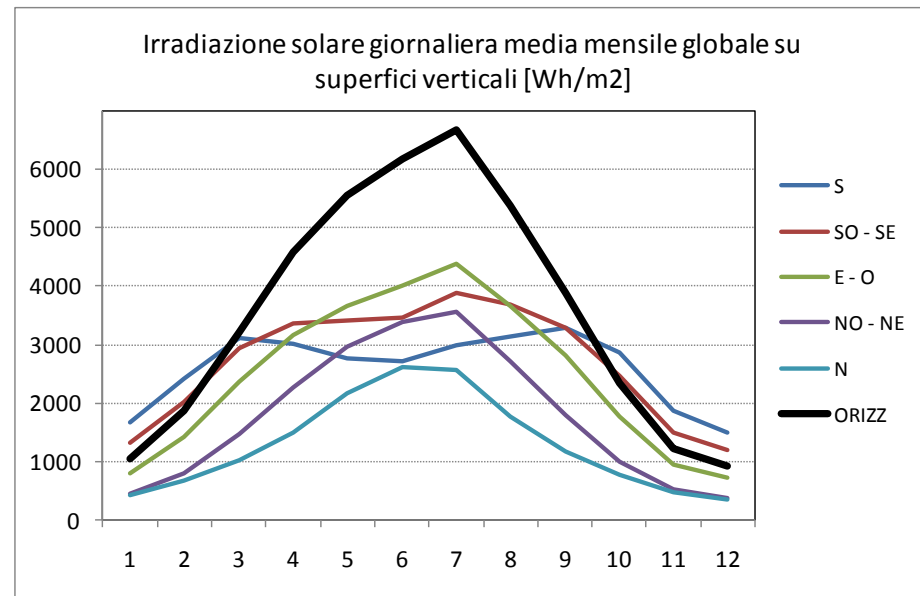
Diagram illustrating the components of the solar gain calculation formula:

- Geometria solare**: Points to $\bar{H}_{s,j}$.
- Geometria componente**: Points to $\sum_i A_{L,i}$.
- Caratt. ottico/energetica vetratura**: Points to $F_{(sh+gl),i,j}$.
- Geometria solare + configurazione geometrica**: Points to $F_{S,i,j}$.
- Geometria solare + protezioni solari**: Points to the entire term in parentheses: $\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i}$.

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

UNI 10349:1994

Fonte: Decreto 5796



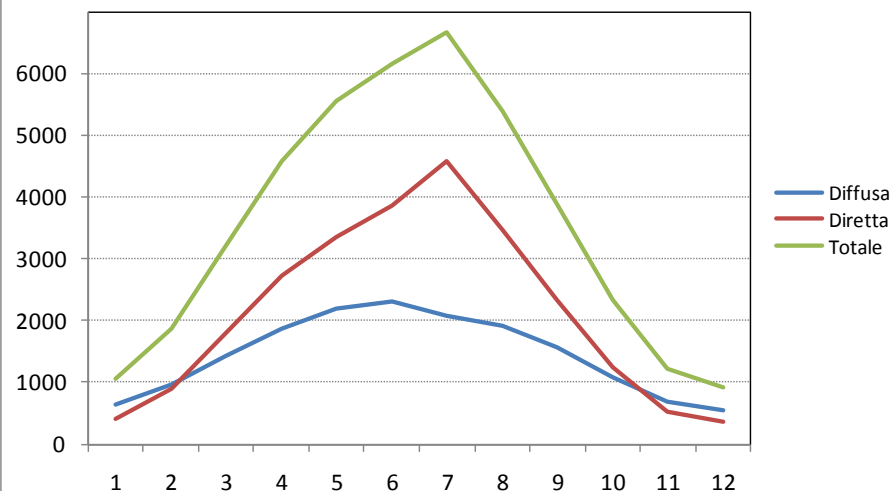
MESE	LC						LO						MI						MB					
	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H
G	0,5	0,4	1,1	1,9	2,4	0,5	0,4	0,4	0,8	1,3	1,6	1,0	0,4	0,4	0,8	1,3	1,7	1,1	0,4	0,4	0,8	1,3	1,7	1,1
F	0,7	0,8	1,5	2,2	2,7	0,7	0,7	0,8	1,4	2,0	2,3	1,8	0,7	0,8	1,4	2,0	2,4	1,9	0,7	0,8	1,4	2,0	2,4	1,9
M	1,0	1,4	2,3	2,9	3,1	1,0	1,0	1,4	2,3	2,8	3,0	3,1	1,0	1,5	2,4	2,9	3,1	3,2	1,0	1,5	2,4	2,9	3,1	3,2
A	1,5	2,2	3,0	3,2	2,9	1,5	1,5	2,3	3,1	3,3	3,0	4,6	1,5	2,3	3,2	3,4	3,0	4,6	1,5	2,3	3,2	3,4	3,0	4,6
M	2,1	2,8	3,4	3,1	2,6	2,1	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6
G	2,5	3,2	3,7	3,3	2,6	2,5	2,7	3,5	4,1	3,6	2,8	6,4	2,6	3,4	4,0	3,5	2,7	6,2	2,6	3,4	4,0	3,5	2,7	6,2
L	2,4	3,3	4,0	3,6	2,9	2,4	2,6	3,6	4,5	3,9	3,0	6,8	2,6	3,6	4,4	3,9	3,0	6,7	2,6	3,6	4,4	3,9	3,0	6,7
A	1,8	2,6	3,4	3,5	3,0	1,8	1,8	2,8	3,7	3,8	3,2	5,4	1,8	2,7	3,7	3,7	3,1	5,4	1,8	2,7	3,7	3,7	3,1	5,4
S	1,1	1,8	2,7	3,1	3,1	1,1	1,2	1,8	2,8	3,2	3,2	3,8	1,2	1,8	2,8	3,3	3,3	3,9	1,2	1,8	2,8	3,3	3,3	3,9
O	0,8	1,1	1,9	2,8	3,3	0,8	0,8	1,0	1,7	2,4	2,7	2,3	0,8	1,0	1,8	2,5	2,9	2,3	0,8	1,0	1,8	2,5	2,9	2,3
N	0,5	0,6	1,1	1,9	2,4	0,5	0,5	0,5	0,9	1,4	1,8	1,2	0,5	0,5	0,9	1,5	1,9	1,2	0,5	0,5	0,9	1,5	1,9	1,2
D	0,4	0,4	0,9	1,7	2,2	0,4	0,4	0,4	0,7	1,1	1,4	0,9	0,4	0,4	0,7	1,2	1,5	0,9	0,4	0,4	0,7	1,2	1,5	0,9

Prospetto XIV – Irradiazione globale giornaliera media mensile incidente nelle province lombarde, [kWh/m²]

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

UNI 10349:1994

Irradiazione solare giornaliera media mensile su piano orizzontale [Wh/m²]



Fonte: Decreto 5796

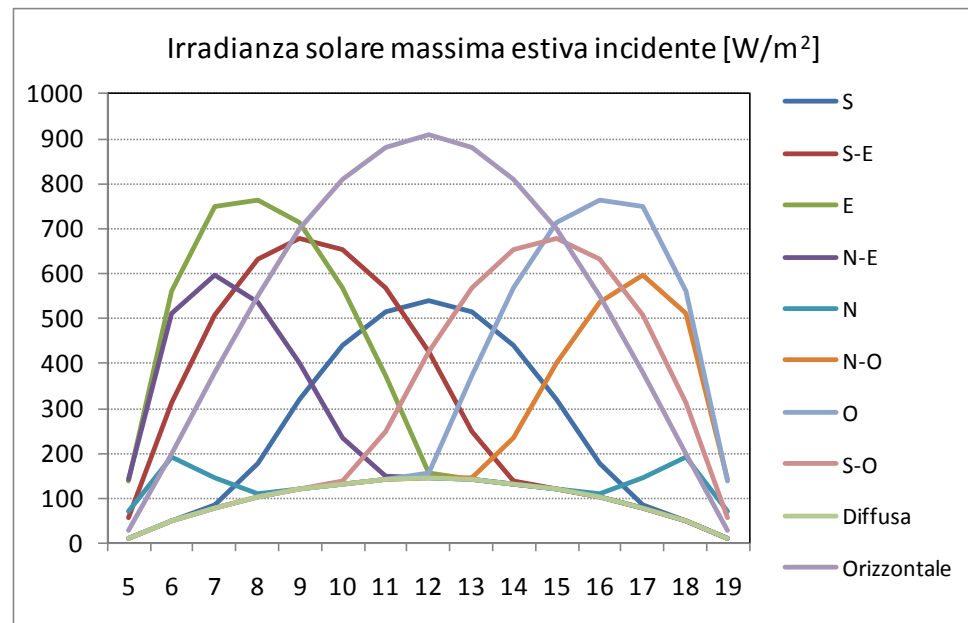
MESE	LC						LO						MI						MB					
	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H
G	0,5	0,4	1,1	1,9	2,4	0,5	0,4	0,4	0,8	1,3	1,6	1,0	0,4	0,4	0,8	1,3	1,7	1,1	0,4	0,4	0,8	1,3	1,7	1,1
F	0,7	0,8	1,5	2,2	2,7	0,7	0,7	0,8	1,4	2,0	2,3	1,8	0,7	0,8	1,4	2,0	2,4	1,9	0,7	0,8	1,4	2,0	2,4	1,9
M	1,0	1,4	2,3	2,9	3,1	1,0	1,0	1,4	2,3	2,8	3,0	3,1	1,0	1,5	2,4	2,9	3,1	3,2	1,0	1,5	2,4	2,9	3,1	3,2
A	1,5	2,2	3,0	3,2	2,9	1,5	1,5	2,3	3,1	3,3	3,0	4,6	1,5	2,3	3,2	3,4	3,0	4,6	1,5	2,3	3,2	3,4	3,0	4,6
M	2,1	2,8	3,4	3,1	2,6	2,1	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6
G	2,5	3,2	3,7	3,3	2,6	2,5	2,7	3,5	4,1	3,6	2,8	6,4	2,6	3,4	4,0	3,5	2,7	6,2	2,6	3,4	4,0	3,5	2,7	6,2
L	2,4	3,3	4,0	3,6	2,9	2,4	2,6	3,6	4,5	3,9	3,0	6,8	2,6	3,6	4,4	3,9	3,0	6,7	2,6	3,6	4,4	3,9	3,0	6,7
A	1,8	2,6	3,4	3,5	3,0	1,8	1,8	2,8	3,7	3,8	3,2	5,4	1,8	2,7	3,7	3,7	3,1	5,4	1,8	2,7	3,7	3,7	3,1	5,4
S	1,1	1,8	2,7	3,1	3,1	1,1	1,2	1,8	2,8	3,2	3,2	3,8	1,2	1,8	2,8	3,3	3,3	3,9	1,2	1,8	2,8	3,3	3,3	3,9
O	0,8	1,1	1,9	2,8	3,3	0,8	0,8	1,0	1,7	2,4	2,7	2,3	0,8	1,0	1,8	2,5	2,9	2,3	0,8	1,0	1,8	2,5	2,9	2,3
N	0,5	0,6	1,1	1,9	2,4	0,5	0,5	0,5	0,9	1,4	1,8	1,2	0,5	0,5	0,9	1,5	1,9	1,2	0,5	0,5	0,9	1,5	1,9	1,2
D	0,4	0,4	0,9	1,7	2,2	0,4	0,4	0,4	0,7	1,1	1,4	0,9	0,4	0,4	0,7	1,2	1,5	0,9	0,4	0,4	0,7	1,2	1,5	0,9

Prospetto XIV – Irradiazione globale giornaliera media mensile incidente nelle province lombarde, [kWh/m²]

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

UNI 10349:1994

Fonte: Decreto 5796



MESE	LC						LO						MI						MB					
	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H	N	NE NO	E O	SE SO	S	H
G	0,5	0,4	1,1	1,9	2,4	0,5	0,4	0,4	0,8	1,3	1,6	1,0	0,4	0,4	0,8	1,3	1,7	1,1	0,4	0,4	0,8	1,3	1,7	1,1
F	0,7	0,8	1,5	2,2	2,7	0,7	0,7	0,8	1,4	2,0	2,3	1,8	0,7	0,8	1,4	2,0	2,4	1,9	0,7	0,8	1,4	2,0	2,4	1,9
M	1,0	1,4	2,3	2,9	3,1	1,0	1,0	1,4	2,3	2,8	3,0	3,1	1,0	1,5	2,4	2,9	3,1	3,2	1,0	1,5	2,4	2,9	3,1	3,2
A	1,5	2,2	3,0	3,2	2,9	1,5	1,5	2,3	3,1	3,3	3,0	4,6	1,5	2,3	3,2	3,4	3,0	4,6	1,5	2,3	3,2	3,4	3,0	4,6
M	2,1	2,8	3,4	3,1	2,6	2,1	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6	2,2	3,0	3,7	3,4	2,8	5,6
G	2,5	3,2	3,7	3,3	2,6	2,5	2,7	3,5	4,1	3,6	2,8	6,4	2,6	3,4	4,0	3,5	2,7	6,2	2,6	3,4	4,0	3,5	2,7	6,2
L	2,4	3,3	4,0	3,6	2,9	2,4	2,6	3,6	4,5	3,9	3,0	6,8	2,6	3,6	4,4	3,9	3,0	6,7	2,6	3,6	4,4	3,9	3,0	6,7
A	1,8	2,6	3,4	3,5	3,0	1,8	1,8	2,8	3,7	3,8	3,2	5,4	1,8	2,7	3,7	3,7	3,1	5,4	1,8	2,7	3,7	3,7	3,1	5,4
S	1,1	1,8	2,7	3,1	3,1	1,1	1,2	1,8	2,8	3,2	3,2	3,8	1,2	1,8	2,8	3,3	3,3	3,9	1,2	1,8	2,8	3,3	3,3	3,9
O	0,8	1,1	1,9	2,8	3,3	0,8	0,8	1,0	1,7	2,4	2,7	2,3	0,8	1,0	1,8	2,5	2,9	2,3	0,8	1,0	1,8	2,5	2,9	2,3
N	0,5	0,6	1,1	1,9	2,4	0,5	0,5	0,5	0,9	1,4	1,8	1,2	0,5	0,5	0,9	1,5	1,9	1,2	0,5	0,5	0,9	1,5	1,9	1,2
D	0,4	0,4	0,9	1,7	2,2	0,4	0,4	0,4	0,7	1,1	1,4	0,9	0,4	0,4	0,7	1,2	1,5	0,9	0,4	0,4	0,7	1,2	1,5	0,9

Prospetto XIV – Irradiazione globale giornaliera media mensile incidente nelle province lombarde, [kWh/m²]

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

Fonte: Decreto 5796

Tipo di vetro	$g_{\perp}$	U_g [W/m ² K]
Vetro singolo	0,85	5,9
Vetro singolo selettivo	0,66	3,2
Doppio vetro normale	0,75	3,3
Doppio vetro con rivestimento selettivo	0,63	2,0
Triplo vetro normale	0,70	1,8
Triplo vetro con rivestimento selettivo	0,54	1,4
Doppia finestra	0,75	-

Prospetto XV - Valori della trasmittanza per energia solare totale, $g_{\perp}$, e di trasmittanza termica, U_g , per alcune tipologie di vetri

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{S,i,j} = F_{h,i,j} \cdot \min(F_{o,i,j}; F_{f,i,j})$$

$F_{h,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad ostruzioni esterne per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVI);

$F_{o,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad aggetti orizzontali per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVII);

$F_{f,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad aggetti verticali per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVIII).

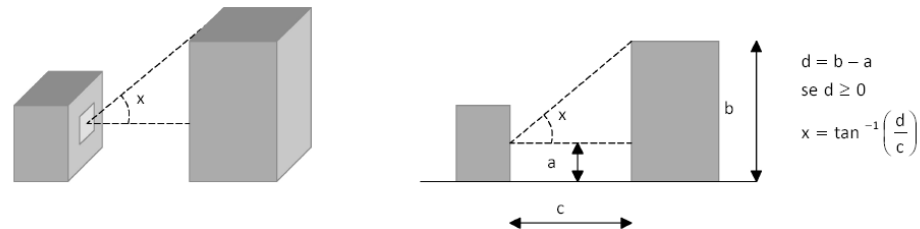


Figura 2 – Fattore di riduzione dovuto ad ostruzioni esterne, F_h

Angolo x	GENNAIO			FEBBRAIO			MARZO			APRILE			MAGGIO			GIUGNO		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,88	0,76	0,83	0,93	0,83	0,83	0,96	0,85	0,83	0,93	0,86	0,84	0,90	0,84	0,81	0,89	0,87	0,85
20°	0,47	0,54	0,67	0,80	0,63	0,67	0,92	0,66	0,67	0,87	0,69	0,68	0,81	0,69	0,64	0,79	0,72	0,66
30°	0,05	0,39	0,52	0,40	0,45	0,52	0,87	0,49	0,52	0,81	0,52	0,54	0,73	0,53	0,51	0,69	0,56	0,52
40°	0,04	0,21	0,38	0,14	0,32	0,38	0,49	0,33	0,38	0,75	0,37	0,40	0,65	0,38	0,39	0,60	0,39	0,41

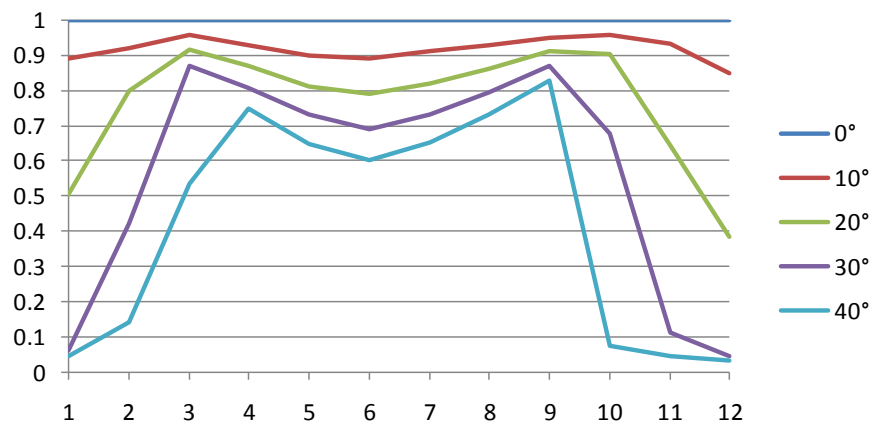
Angolo x	LUGLIO			AGOSTO			SETTEMBRE			OTTOBRE			NOVEMBRE			DICEMBRE		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,91	0,87	0,83	0,93	0,88	0,84	0,95	0,81	0,83	0,96	0,81	0,83	0,93	0,81	0,83	0,84	0,71	0,83
20°	0,82	0,71	0,64	0,86	0,71	0,69	0,91	0,64	0,67	0,90	0,63	0,67	0,61	0,58	0,67	0,35	0,51	0,67
30°	0,73	0,55	0,52	0,79	0,54	0,55	0,87	0,48	0,51	0,64	0,44	0,52	0,09	0,43	0,52	0,04	0,35	0,52
40°	0,65	0,38	0,41	0,73	0,39	0,42	0,83	0,32	0,37	0,06	0,33	0,38	0,04	0,23	0,38	0,03	0,21	0,38

Prospetto XVI – Fattore di riduzione dovuto ad ostruzioni esterne, F_h

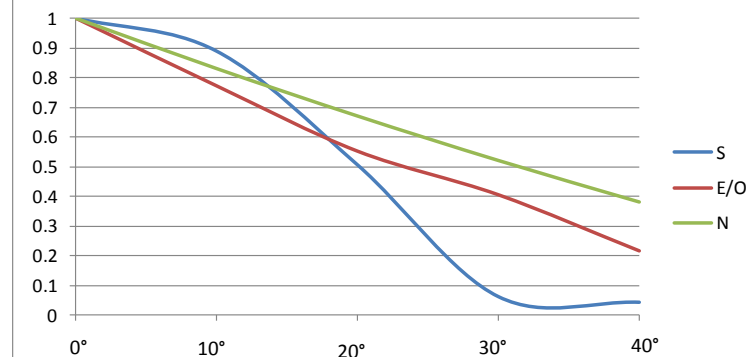
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

Fonte:
schemi – dispositivi Regione Lombardia

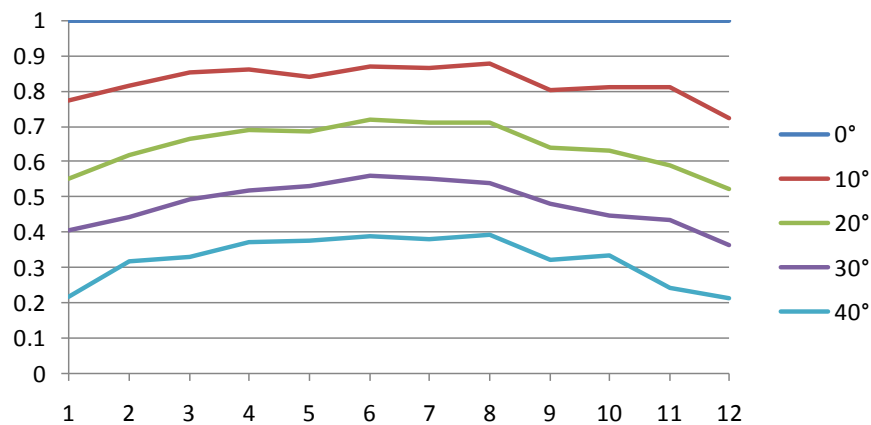
ESTERNO_SUD



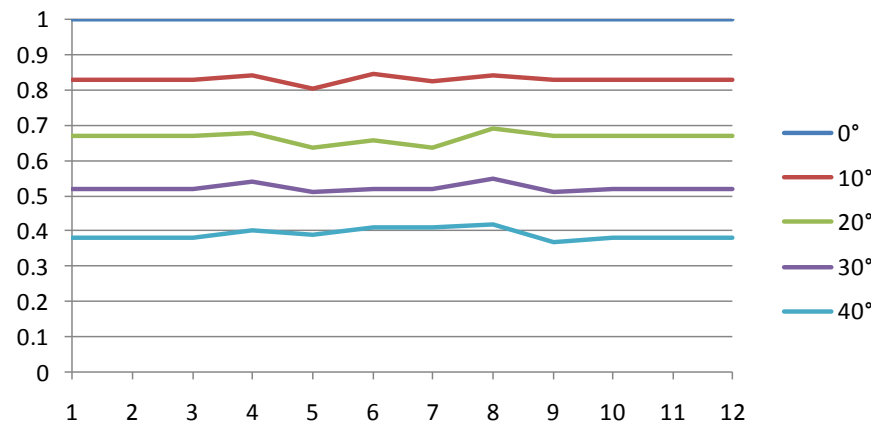
Gennaio



ESTERNO_EST/OVEST



ESTERNO_NORD



$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{S,i,j} = F_{h,i,j} \cdot \min(F_{o,i,j}; F_{f,i,j})$$

$F_{h,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad ostruzioni esterne per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVI);

$F_{o,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad aggetti orizzontali per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVII);

$F_{f,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad aggetti verticali per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVIII).

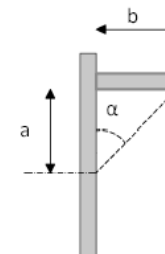


Figura 3A

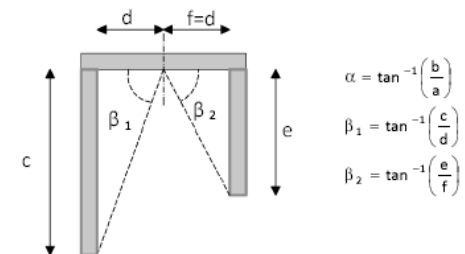


Figura 3B

Figura 3 – Pareti opache con aggetti orizzontali e verticali (A: sezione verticale; B: sezione orizzontale)

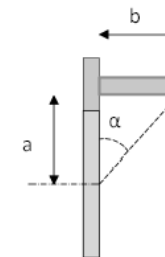


Figura 4A

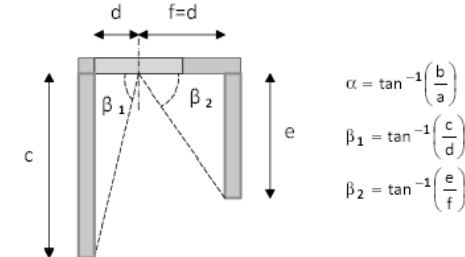


Figura 4B

Figura 4 – Superfici trasparenti con aggetti orizzontali e verticali (A: sezione verticale; B: sezione orizzontale)

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{S,i,j} = F_{h,i,j} \cdot \min(F_{o,i,j}; F_{f,i,j})$$

$F_{h,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad ostruzioni esterne per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVI);

$F_{o,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad aggetti orizzontali per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVII);

$F_{f,i,j}$ è il fattore di ombreggiatura parziale dovuto ad aggetti verticali per il serramento i, con esposizione j, (Prospetto XVIII).

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

Angolo α	GENNAIO			FEBBRAIO			MARZO			APRILE			MAGGIO			GIUGNO		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,90	0,88	0,80	0,84	0,83	0,80	0,80	0,83	0,80	0,72	0,80	0,80	0,68	0,79	0,82	0,66	0,78	0,82
45°	0,84	0,85	0,72	0,77	0,77	0,72	0,70	0,76	0,72	0,60	0,72	0,73	0,55	0,70	0,75	0,56	0,68	0,75
60°	0,77	0,83	0,65	0,68	0,72	0,65	0,58	0,71	0,65	0,49	0,63	0,66	0,50	0,60	0,69	0,51	0,57	0,69

Angolo α	LUGLIO			AGOSTO			SETTEMBRE			OTTOBRE			NOVEMBRE			DICEMBRE		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,65	0,78	0,82	0,69	0,79	0,81	0,77	0,83	0,80	0,84	0,85	0,80	0,89	0,87	0,80	0,91	0,90	0,80
45°	0,53	0,68	0,76	0,56	0,70	0,73	0,65	0,76	0,72	0,75	0,80	0,72	0,82	0,83	0,72	0,86	0,87	0,72
60°	0,49	0,57	0,70	0,48	0,60	0,66	0,52	0,69	0,65	0,65	0,76	0,65	0,74	0,81	0,65	0,79	0,85	0,65

Prospetto XVII – Fattore di riduzione parziale dovuto ad aggetti orizzontali, F_o

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

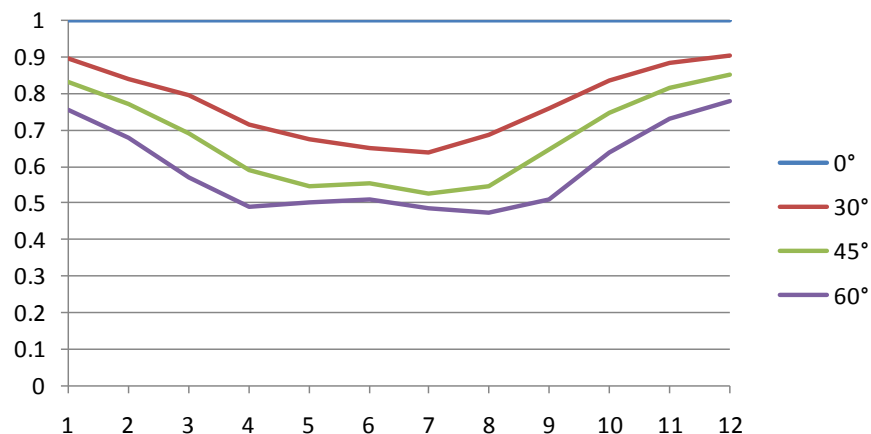
Angolo β	GENNAIO			FEBBRAIO			MARZO			APRILE			MAGGIO			GIUGNO		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,92	0,68	0,89	0,90	0,82	0,89	0,88	0,83	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,91	0,85	0,89	0,92	0,85
45°	0,87	0,54	0,85	0,84	0,73	0,85	0,83	0,74	0,85	0,83	0,83	0,83	0,85	0,87	0,80	0,85	0,89	0,79
60°	0,80	0,38	0,80	0,78	0,63	0,80	0,78	0,65	0,80	0,80	0,78	0,79	0,82	0,84	0,75	0,82	0,85	0,75

Angolo β	LUGLIO			AGOSTO			SETTEMBRE			OTTOBRE			NOVEMBRE			DICEMBRE		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	0,88	0,92	0,84	0,88	0,90	0,87	0,88	0,86	0,89	0,89	0,78	0,89	0,92	0,70	0,89	0,92	0,66	0,89
45°	0,85	0,88	0,78	0,84	0,85	0,83	0,83	0,79	0,84	0,84	0,68	0,85	0,87	0,56	0,85	0,87	0,50	0,85
60°	0,82	0,85	0,74	0,81	0,81	0,78	0,79	0,72	0,79	0,78	0,56	0,80	0,80	0,42	0,80	0,80	0,34	0,80

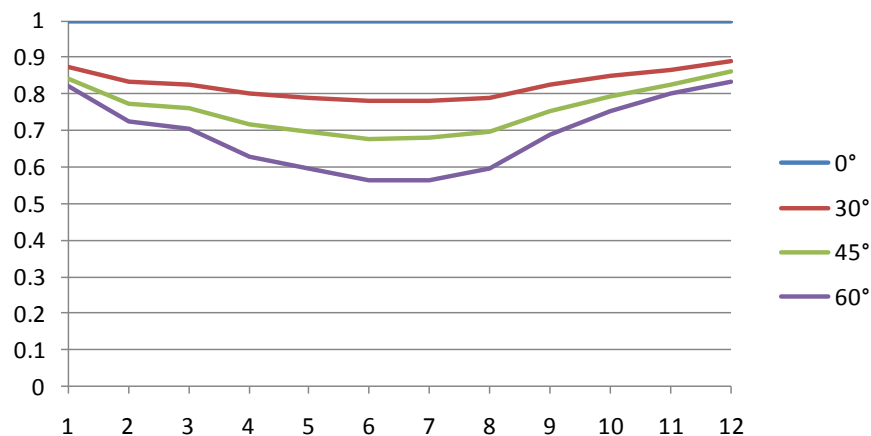
Prospetto XVIII – Fattore di riduzione parziale dovuto ad aggetti verticali, F_f

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

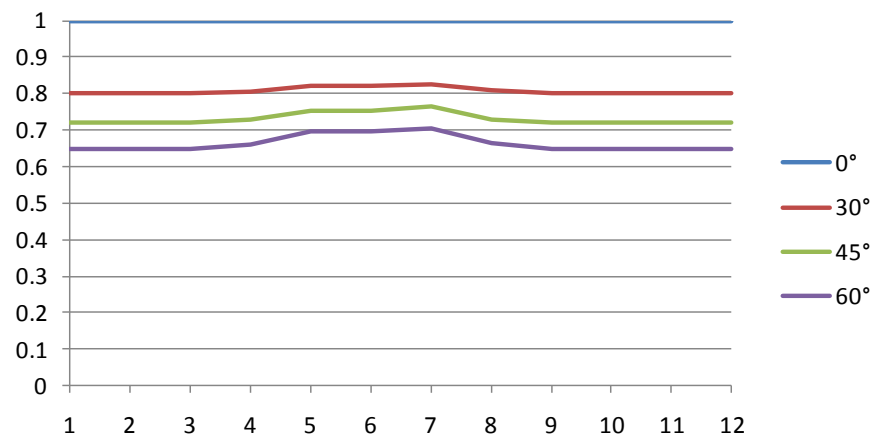
ORIZZONTALE_SUD



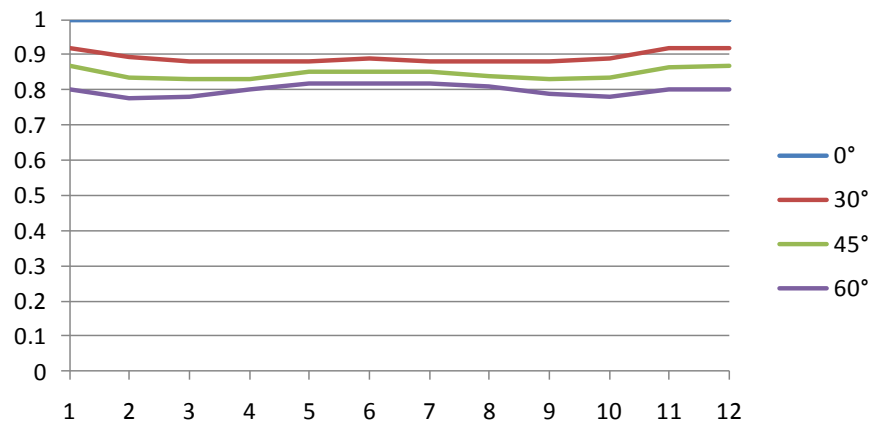
ORIZZONTALE_EST/OVEST



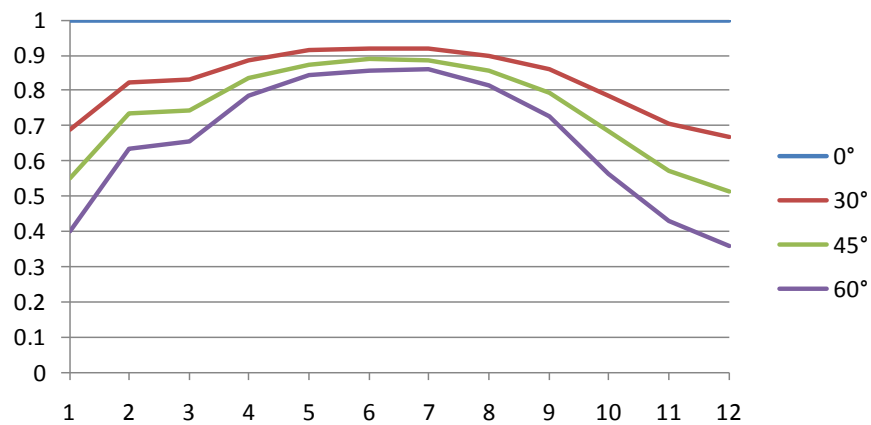
ORIZZONTALE_NORD



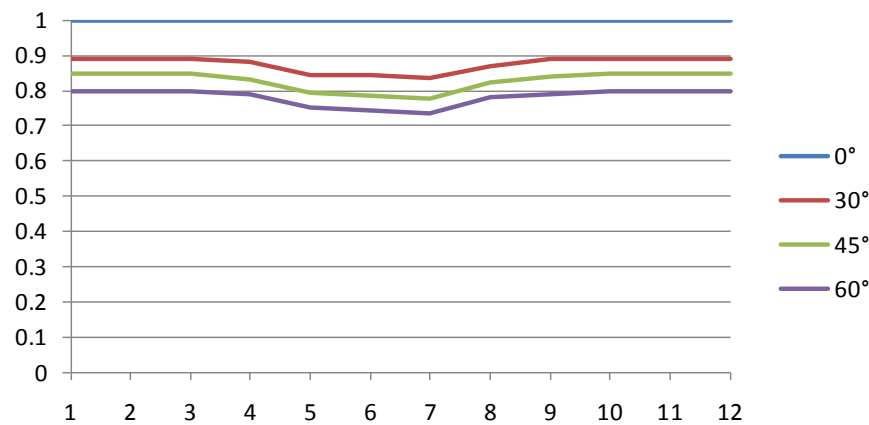
VERTICALE_SUD



VERTICALE_EST/OVEST



VERTICALE_NORD



UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

$F_{(sh+gl),i,j}$ è il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili o fisse complanari al serramento i, con esposizione j, ovvero di correzione per angolo di incidenza medio giornaliero diverso da 0° (incidenza normale), giacché tiene esplicitamente conto della riduzione dovuta all'inclinazione dei raggi solari rispetto alla superficie verticale interessata, sia per il serramento con schermature che per il serramento senza schermature;

$f_{shd,j}$ è la frazione di tempo in cui la schermatura solare è utilizzata, pesata sull'irradianza solare incidente, ed in funzione della sua esposizione j; i valori di riferimento sono riportati nel Prospetto XIX, ed è assunta nulla nel calcolo del fabbisogno energetico invernale;

$F_{sh,i,j}$ è il fattore di riduzione degli apporti solari dovuto all'effetto di schermature mobili permanenti, cioè integrate nell'involucro edilizio e non liberamente montabili e smontabili dall'utente, calcolato secondo l'equazione (38), comprensivo della riduzione dovuta all'inclinazione dei raggi solari rispetto alla superficie verticale interessata;

$F_{gl,i}$ è il fattore di correzione che tiene conto della dipendenza angolare delle proprietà ottiche della superficie trasparente i, quando non è schermata, ed è desumibile per diverse tipologie di vetrate dal Prospetto XX;

$g_{(sh+gl),b,i}$ è la trasmittanza di energia solare diretta totale dell'i-esimo serramento in presenza di sistemi schermanti. Il cui calcolo viene effettuato in accordo a quanto indicato al § E.6.3.10.1;

$f_{b,j}$ è il fattore di peso dell'irradiazione diretta rispetto all'irradiazione totale sulla superficie con esposizione j, valori di riferimento convenzionali da impiegare per la Regione Lombardia sono riportati nel Prospetto XXI;

$g_{(sh+gl),d,i}$ è la trasmittanza di energia solare diffusa totale dell'i-esimo serramento in presenza di sistemi schermanti. Il calcolo viene effettuato in accordo a quanto indicato al § E.6.3.10.1;

$g_{\perp,i}$ è la trasmittanza dell'energia solare totale della superficie trasparente del serramento, i, (alcuni valori indicativi del coefficiente di trasmissione solare, $g_{\perp}$, di alcuni tipi di vetri sono riportati nel Prospetto XV: tali valori devono essere utilizzati solo quando non sono disponibili dati più precisi forniti dal costruttore).

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

Mese	Nord	Est	Sud	Ovest
Gennaio	0,00	0,52	0,81	0,39
Febbraio	0,00	0,48	0,82	0,55
Marzo	0,00	0,66	0,81	0,63
Aprile	0,00	0,71	0,74	0,62
Maggio	0,00	0,71	0,62	0,64
Giugno	0,00	0,75	0,56	0,68
Luglio	0,00	0,74	0,62	0,73
Agosto	0,00	0,75	0,76	0,72
Settembre	0,00	0,73	0,82	0,67
Ottobre	0,00	0,72	0,86	0,60
Novembre	0,00	0,62	0,84	0,30
Dicembre	0,00	0,50	0,86	0,42

Prospetto XIX – Fattore di riduzione f_{shd} per le schermature mobili, nel caso di orientamenti non considerati si procede per interpolazione lineare
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

F_{gl} (trasmissione termica, fattore solare)	$g_{\perp} < 0,5$	$0,5 \leq g_{\perp} < 0,7$	$0,7 \leq g_{\perp} < 0,9$	$g_{\perp} \geq 0,9$
$U_g \geq 2,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	0,85	0,85	0,90	0,95
$1 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq U_g < 2,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	0,80	0,85	0,90	0,90
$U_g < 1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	0,80	0,85	0,85	0,90

Prospetto XX – Valori dei coefficienti correttivi F_{gl} per diverse tipologie di vetrate (derivanti da una correlazione empirica per le diverse tipologie di vetri e rivestimenti assumendo la distribuzione della radiazione diffusa)

(Fonte: A. Roos *et al.* 2000)

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

Mese	Nord	Est	Sud	Ovest
Gennaio	0,00	0,52	0,81	0,39
Febbraio	0,00	0,48	0,82	0,55
Marzo	0,00	0,66	0,81	0,63
Aprile	0,00	0,71	0,74	0,62
Maggio	0,00	0,71	0,62	0,64
Giugno	0,00	0,75	0,56	0,68
Luglio	0,00	0,74	0,62	0,73
Agosto	0,00	0,75	0,76	0,72
Settembre	0,00	0,73	0,82	0,67
Ottobre	0,00	0,72	0,86	0,60
Novembre	0,00	0,62	0,84	0,30
Dicembre	0,00	0,50	0,86	0,42

Prospetto XIX – Fattore di riduzione f_{shd} per le schermature mobili, nel caso di orientamenti non considerati si procede per interpolazione lineare
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

f_b (mese, esposizione)	Sud	Est/Ovest	Nord	Orizzontale
Gennaio	0,75	0,50	0	0,40
Febbraio	0,70	0,50	0	0,50
Marzo	0,65	0,55	0	0,55
Aprile	0,55	0,55	0,10	0,60
Maggio	0,40	0,55	0,25	0,60
Giugno	0,35	0,55	0,30	0,65
Luglio	0,45	0,60	0,35	0,70
Agosto	0,50	0,60	0,15	0,65
Settembre	0,65	0,60	0	0,60
Ottobre	0,75	0,55	0	0,55
Novembre	0,75	0,50	0	0,45
Dicembre	0,75	0,50	0	0,40

Prospetto XXI – Fattori di peso f_b della radiazione solare diretta sulla totale (ricavati per la Regione Lombardia con approssimazione conservativa per il fabbisogno estivo), nel caso di orientamenti non considerati si procede per interpolazione lineare.

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

- a) Schermature solari poste all'esterno dell'elemento di involucro trasparente, con intercapedine tra schermo e superficie chiusa e ventilata (approccio conservativo)

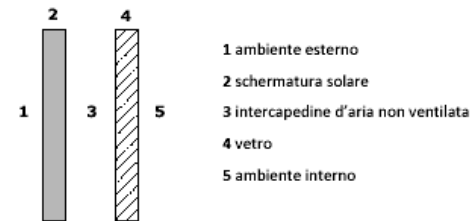


Figura 5 – Schematizzazione di una schermatura solare esterna

$$g_{(sh+gl),b} = \tau_{e,b} \cdot g_{\perp} + \alpha_{e,b} \cdot \frac{G}{G_2} + \tau_{e,b} \cdot (1 - g_{\perp}) \cdot \frac{G}{G_1}$$

$$g_{(sh+gl),d} = \tau_{e,d} \cdot g_{\perp} + \alpha_{e,d} \cdot \frac{G}{G_2} + \tau_{e,d} \cdot (1 - g_{\perp}) \cdot \frac{G}{G_1}$$

dove:

G_1 è assunto dalla normativa pari a 5 W/m²K;

G_2 è assunto dalla normativa pari a 10 W/m²K;

G è espressa in W/m²K e definita come:

$$\alpha_{e,b} = 1 - \tau_{e,b} - \rho_{e,b}$$

$$\alpha_{e,d} = 1 - \tau_{e,d} - \rho_{e,d}$$

$$G = \left(\frac{1}{G_1} + \frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

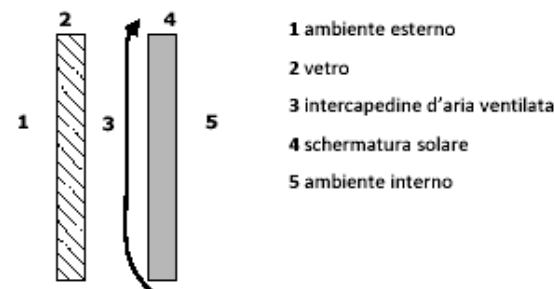


Figura 6 – Schematizzazione di una schermatura solare interna con intercapedine d'aria ventilata

$$g_{(sh+gl),b} = g_{\perp} \cdot \left(1 - g_{\perp} \cdot \rho_{e,b} - \alpha_{e,b} \cdot \frac{G}{G_2} \right)$$

$$g_{(sh+gl),d} = g_{\perp} \cdot \left(1 - g_{\perp} \cdot \rho_{e,d} - \alpha_{e,d} \cdot \frac{G}{G_2} \right)$$

dove:

G_2 è assunto dalla normativa pari a 30 W/m²K;

G è espressa in W/m²K e definita come:

$$\alpha_{e,b} = 1 - \tau_{e,b} - \rho_{e,b} \quad G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1}$$

$$\alpha_{e,d} = 1 - \tau_{e,d} - \rho_{e,d}$$

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

c) Schermature solari integrate con intercapedine d'aria non ventilata

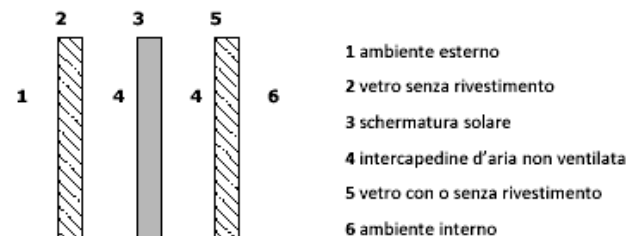


Figura 7 – Schematizzazione di una schermatura solare integrata con intercapedine non ventilata

$$g_{(sh+gl),b} = g_{\perp} \cdot \tau_{e,b} + g_{\perp} \cdot (\alpha_{e,b} + (1 - g_{\perp}) \cdot \rho_{e,b}) \cdot \frac{G}{G_3}$$

$$g_{(sh+gl),d} = g_{\perp} \cdot \tau_{e,d} + g_{\perp} \cdot (\alpha_{e,d} + (1 - g_{\perp}) \cdot \rho_{e,d}) \cdot \frac{G}{G_3}$$

dove:

G_3 è assunto dalla normativa pari a $3 \text{ W/m}^2\text{K}$;

G è espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$ e definita come:

$$\alpha_{e,b} = 1 - \tau_{e,b} - \rho_{e,b} \quad G = \left(\frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_3} \right)^{-1}$$

$$\alpha_{e,d} = 1 - \tau_{e,d} - \rho_{e,d}$$

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

UNI EN 13363-1:2008

PROTEZIONE ESTERNA

$$Q_{SI} = N \cdot \sum_j \left[\bar{H}_{s,j} \cdot \left(\sum_i A_{L,i} \cdot (1 - F_{F,i}) \cdot F_{S,i,j} \cdot F_{(sh+gl),i,j} \cdot g_{\perp,i} \right) \right]$$

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,i} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

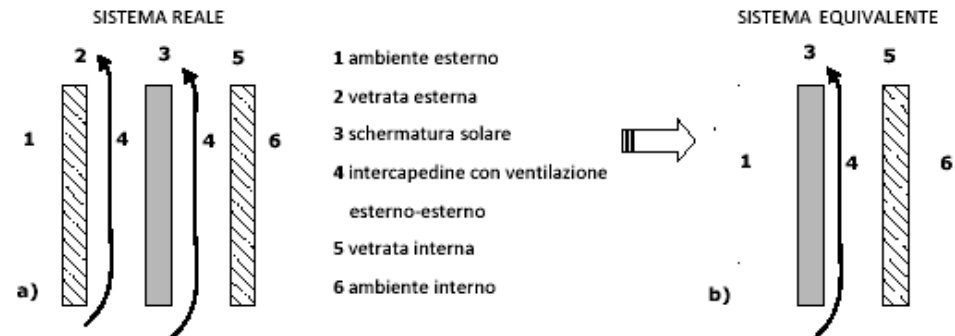


Figura 8 – Schematizzazione di una schermatura solare integrata con intercapedine ventilata esterno su esterno e del suo sistema equivalente ai fini del calcolo semplificato del fabbisogno estivo

Fonte:
schemi – dispositivi Regione
Lombardia

CHIUSURA TRASPARENTE (gl) + SCHERMATURA SOLARE (sh)

$g_{(sh+gl),b}$ => calcolata secondo la UNI EN 13363-1:2008 =>

$g_{(sh+gl),d}$ => calcolata in modo analogo alla diretta modificando opportunamente i fattori. E' introdotta per far fronte alle diverse prestazioni fornite dai sistemi a lamelle a seconda del tipo di radiazione.

Tali parametri **tengono** implicitamente in considerazione la **dipendenza angolare giornaliera** della radiazione diretta incidente.

Limite norma:

Le tipologie trattate sono limitate al caso di elementi schermanti disposti sul piano parallelo a quello del sistema trasparente e del seguente tipo:

- tende avvolgibili (i valori delle due trasmittanze coincidono);
- tende veneziane;
- persiane;
- frangisole a lamelle orizzontali o verticali.

- Per alcune tipologie di **sistema trasparente non direttamente contemplate nella citata norma**, viene riportata di seguito un'estensione dell'applicazione della UNI EN 13363:2008 che associa ad ognuna di esse la tipologia prevista con prestazioni estive più simili, ma potenzialmente meno favorevoli (valutazione conservativa), qui definita come “**sistema equivalente**”.
- **Per altre configurazioni** è suggerito il ricorso ad una valutazione delle prestazioni energetiche attraverso **l'uso di opportuni codici di simulazione dinamica** che impieghino il metodo di calcolo dettagliato descritto nella norma o analoghi modelli sviluppati e validati da Università o Enti di Ricerca.

$$F_{(sh+gl),i,j} = f_{shd,j} \cdot F_{sh,i,j} + (1 - f_{shd,j}) \cdot F_{gl,i}$$

$$F_{sh,i,j} = \frac{g_{(sh+gl),b,j} \cdot f_{b,j} + g_{(sh+gl),d,i} \cdot (1 - f_{b,j})}{g_{\perp,i}}$$

**PRESENZA DI
"SCHERMI"**

Valori convenzionali –
f(clima) (da procedura)

Valori da produttore
(serramento + schermo)

[UNI 13363]

Diverse formule a seconda
posizione schermo

Valori convenzionali (da norma)
 $G = f(U_g)$

Valori schermatura da
produttore (diversi per diretta e
diffusa)

SOLO DIRETTA [B] – Unici
valori suggeriti da software

tende avvolgibili [B = D]
tende veneziane;
persiane;
frangisole a lamelle [correz B]

se non fornita dal produttore, sono calcolate con le seguenti formule:

$\rho_{e,b}$

$$g_{(sh+gl),b} = \tau_{e,b} g_{\perp} + \alpha_{e,b} \cdot \frac{G}{G_2} - \tau_{e,b} \cdot (1 - g_{\perp}) \cdot \frac{G}{G_1}$$

$\rho_{e,d}$

$$g_{(sh+gl),d} = \tau_{e,d} g_{\perp} + \alpha_{e,d} \cdot \frac{G}{G_2} + \tau_{e,d} \cdot (1 - g_{\perp}) \cdot \frac{G}{G_1}$$

Valori di $\tau_{e,B,\perp}$ in funzione della trasparenza della schermatura		$\rho_{e,B,\perp}$				$\alpha_{e,B,\perp}$			
		Bianco	Pastello	Scuro	Nero	Bianco	Pastello	Scuro	Nero
Opaca	0,0	0,7	0,5	0,3	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Mediamente traslucida o perforata	0,2	0,6	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7
Altamente traslucida o perforata	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5