

Laboratorio di Progettazione 3M B

Fisica Tecnica

Calcolo del Fattore medio di luce diurna

Università degli Studi di Roma Tre

Facoltà d Architettura

A.A. 2011- 2012

Il fattore di luce diurna

- Il Fattore di luce diurna è un parametro atto a caratterizzare, dal punto di vista illuminotecnico, nel caso di sorgente di luce naturale, l'ambiente oggetto di studio.
- Nella valutazione delle condizioni di illuminazione naturale interna si considera l'assenza di radiazione solare, caratterizzata da una forte direzionalità in funzione della posizione del sole.

Il fattore di luce diurna

E' il rapporto tra l'illuminamento E_i in un punto posto su una superficie all'interno dell'ambiente l'illuminamento E_e che si ha, nelle identiche condizioni di tempo e di luogo, su una superficie orizzontale esterna esposta in modo da ricevere luce dall'intera volta celeste (valutati entrambi in condizioni di cielo coperto, in assenza di irraggiamento diretto del sole).

- E' pertanto una grandezza che consente di valutare le condizioni di luce all'interno dell'ambiente non in termini assoluti, ma in relazione alle condizioni di illuminazione presenti all'esterno (criterio relativo).

ILLUMINAMENTO

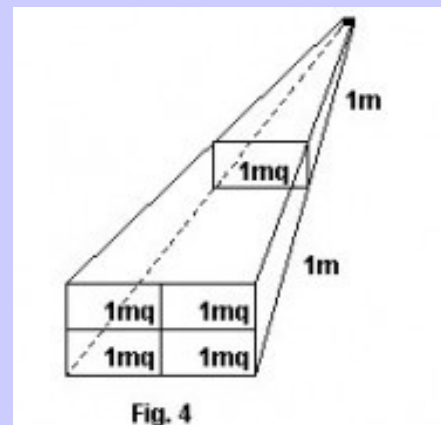
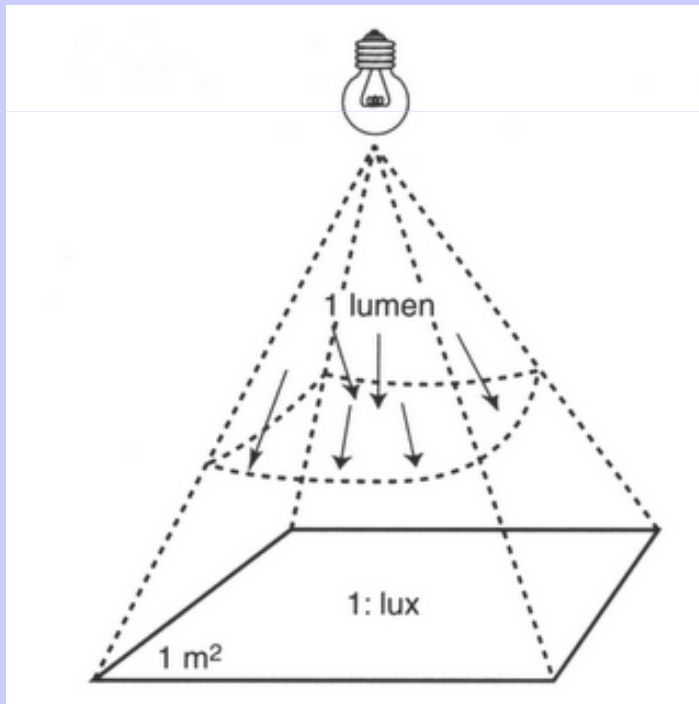
illuminamento

L'**illuminamento** in un punto di una superficie è definito come il rapporto tra il flusso luminoso incidente sulla superficie elementare nell'intorno del punto considerato, e la superficie elementare stessa.

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad [\text{lm/mq}]$$

Si misura in **Lux**

$$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{mq}}$$



All'aumentare della distanza dalla sorgente, aumenta la superficie illuminata e diminuisce l'illuminamento sulla superficie.

Illuminanti e tipo di lampade consigliati

secondo le raccomandazioni UNI 10380

TONALITÀ DI COLORE:		W = < 3300 K	N = tra 3300 K e 5300 K	D = > 5300 K				
APPLICAZIONI	APPARECCHI CONSIGLIATI	TIPO DI AMBIENTE	ILLUMINAMENTO Lux			TONALITÀ		
			MIN	MED	MAX			
OSPEDALI	Wallwasher Compatte stagne Testaletto	Chirurgia, illum. generale	500	750	1000	N		
		Chirurgia, illum. localiz.	10000	30000	100000	N - D		
		Sale autopsia, illum. gen.	500	750	1000	N - D		
		Sale autopsia, illum. local.	5000	10000	15000	N - D		
		Lab. e farmacie, ill. gen.	300	500	750	N - D		
		Lab. e farmacie, ill. local.	500	750	1000	N - D		
		Locali consulti, ill. gen.	300	500	750	W - N		
		Locali consulti, ill. localiz.	500	750	1000	W - N		
		SCUOLE	Apparecchi con coppa Incassi orientabili Saving Incassi schermati Comfort serie 7/8 Apparecchi singolo o a sistema di file continue Rapid system Compatte stagne Apparecchi a luce D/I	Classe, illum. generale	300	500	750	W - N
				Classe, lavagna	300	500	750	W - N
Lab. artistici e scientifici	500			750	1000	W - N - D		
Aule universitarie, ill. gen.	300			500	750	W - N		
Aule universitarie, lavagna	500			750	1000	W - N		
Aule universitarie, banchi per dimostrazioni	500			750	1000	W - N		
Laboratori officine e sale per l'istruzione d'arte	300			500	750	W - N		
Sale per assemblee	150			200	300	W - N		
UFFICI OPEN SPACE	Apparecchi con coppa Incassi orientabili Saving Incassi schermati Comfort serie 7/8 Apparecchi singolo o a sistema di file continue Apparecchi a luce D/I			Uffici gen., dattilografia, sale computer	300	500	750	W - N
				Uffici per disegnatori e per progettazione	500	750	1000	W - N
		Sale riunioni	300	500	750	W - N		
ACCIAIERIE E SIMILI	Rapid system Riflettori industriali Proiettori Armature stagne Armature stagne in acciaio Radon	Impianti di produzione senza intervento manuale	50	100	150	W - N		
		Impianti di produzione con intervento manuale	100	150	200	W - N		
		Postazioni di lavoro fisse in impianti di produzione	200	300	500	W - N		
		Controllo piattaforme ed ispezione	300	500	750	W - N		
ASSEMBLAGGIO	Rapid system Riflettori industriali Proiettori Armature stagne Armature stagne in acciaio Apparecchi con coppa Apparecchi singoli o a sistema di file continue	Macchinario pesante	200	300	500	W - N		
		Motori e telaio veicoli	300	500	750	N - D		
		Macchinario elettronico e per ufficio	500	750	1000	N - D		
		Strumenti ed oggetti di piccole dimensioni	1000	1500	2000	D		
CARTIERE	Armature stagne Riflettori industriali Proiettori	Prod. carta e cartone	200	300	500	W - N		
		Processi automatici	150	200	300	W - N		
		Ispezione, classificazione	300	500	750	W - N - D		
CEMENTIFICI	Armature stagne in acciaio Riflettori industriali Proiettori Radon	Frantumazione e cottura	100	150	200	W - N		

Illuminamenti e tipo di lampade consigliati

secondo le raccomandazioni UNI 10380

TONALITÀ DI COLORE:		W = < 3300 K	N = tra 3300 K e 5300 K	D = > 5300 K		
APPLICAZIONI	APPARECCHI CONSIGLIATI	TIPO DI AMBIENTE	ILLUMINAMENTO Lux			TONALITÀ
			MIN	MED	MAX	
ABITAZIONI E ALBERGHI	Apparecchi con coppa Compact	Zone di conversazione o di passaggio	50	100	150	W
	Incassi orientabili	Zone di lettura	200	300	500	W
	Incassi schermati	Zone di scrittura	300	500	750	W
	Comfort serie 7/8	Zone dei pasti	100	150	200	W
	Saving	Cucina	200	300	500	W
	Incassi vari	Bagno, illum. generale	50	100	150	W
	Wallwasher	Bagno, zona specchio	200	300	500	W
	Apparecchi a luce D/I	Camere, illum. generale	50	100	150	W
	Apparecchi singoli o a sistema di file continue	Camere, zona armadi	200	300	500	W
	Armature stagne Compatte stagne	Camere, stiratura, cucitura e rammendo	500	750	1000	W
AMBIENTI COMUNI	Compact	Aree di passaggio, corridoi	50	100	150	W - N
	Incassi orientabili	Scale, ascensori	100	150	200	W - N
	Saving	Magazzini e depositi	100	150	200	W - N
	Comfort serie 7/8 Rapid system Armature stagne					
AMBIENTI SPORTIVI	Proiettori	Bocce	300	500		N
	Riflettori industriali	Palestre	300	500		N
	Armature stagne	Piscine	300	500		N
	Rapid system	Tennis/pallavolo	500	750		N
AUDITORI BIBLIOTECHE	Apparecchi con coppa Compact	Teatri e sale da concerto	50	100	150	W - N
	Saving	Multiuso	150	200	300	W - N
	Incassi orientabili	Scaffalature sistemazione libri (verticali)	150	200	300	W - N
	Incassi schermati	Tavoli di lettura	300	500	750	W - N
	Comfort serie 7/8	Banchi catalogazione e classificazione	200	300	500	W - N
	Wallwasher	Legatura	200	300	500	W - N
	Apparecchi singoli o sistema di file continue Apparecchi a luce D/I Armature stagne Compatte stagne					
CHIESE	Proiettori	Ambiente gen., banchi	50	100	150	W - N - D
	Riflettori industriali	Altare, pulpito	150	200	300	W - N - D
NEGOZI MAGAZZINI	Compact	Aree di circolazione	150	200	300	N
	Incassi orientabili	Esposizioni merci	300	500	750	N
	Saving Incassi schermati Apparecchi singolo o a sistema di file continue Rapid system Armature stagne	Vetrine	500	750	1000	W - N - D
OSPEDALI	Apparecchi con coppa Compact	Corsie, illum. generale	50	100	150	W
	Incassi orientabili	Corsie, esami	200	300	500	W
	Saving	Corsie, lettura	150	200	300	W
	Comfort serie 7/8	Corsie, circolazione notturna	3	5	10	W
	Apparecchi singolo o a sistema di file continue	Locali esami, illum. gener.	300	500	750	W
	Incassi schermati	Locali esami, ispezioni	750	1000	1500	W - N
	Apparecchi a luce D/I	Terapie intensive	200	300	500	W

Interni civili

LOCALE O TIPO DI LAVORAZIONE	D.P.R. 303/56	ISO 8995		
1. Aree esterne di circolazione	-	20	30	50
2. Depositi, locali non usati con continuità	10	100	150	200
3. Luoghi di passaggio, semplice orientamento	20	50	100	150
4. Lavori grossolani, requisiti visivi semplici	40	200	300	500
5. Lavori media finezza, requisiti visivi medi	100	300	500	750
6. Lavori fini, requisiti visivi di precisione	200	500	750	1000
7. Lavori finissimi, requisiti visivi difficili	300	750	1000	1500
8. Requisiti visivi speciali	-	1000	1500	2000
9. Requisiti visivi molto precisi	-	>2000	-	-

ISO 8895

LOCALI	Em (lux)
RISTORANTI, MENSE	
• Corridoi	100
• Reception, cassa	300
• Buffet	300
• Ristorante self service	200
• Ristoranti, sale da pranzo	regolabile
• Cucine	500
• Magazzini e stanze di stoccaggio	100

UNI EN 12464

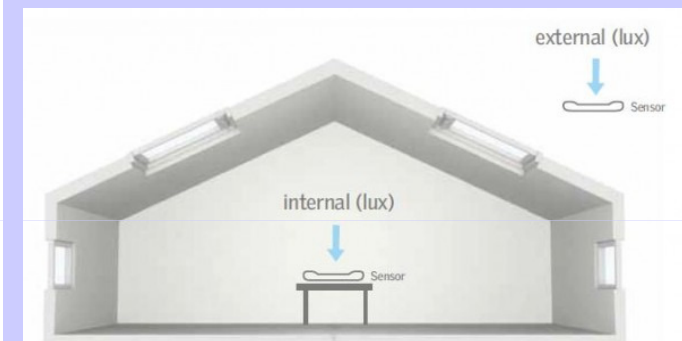
$$\eta = \frac{E_i}{E_e}$$

$$0 < \eta < 1$$

E_i = illuminamento in un punto interno dell'ambiente dovuto alla sola luce naturale diffusa dalla volta celeste

E_e = illuminamento esterno massimo

- E dovuto alla sola luce diffusa dalla volta celeste
- E in assenza di ostruzioni esterne
- E orizzontale



Posto il cielo coperto come condizione ottimale di valutazione, il rapporto tra illuminamento interno ed esterno non deve avere caratteristiche di variabilità legate all'ora del giorno, al periodo dell'anno, all'orientamento del locale: il fattore di luce diurna [FLD] è una grandezza sintetica e adimensionale, espressa in percentuale, definita come il rapporto fra l'illuminamento misurato in un punto specifico dell'ambiente interno e l'illuminamento misurato all'esterno su una superficie orizzontale che vede l'intera volta celeste senza ostruzioni in condizioni di cielo coperto.

La misura in opera del fattore di luce diurna andrebbe eseguita con due luxmetri (strumenti per la misura dell'illuminamento) per misurare contemporaneamente l'illuminamento all'interno e all'esterno.

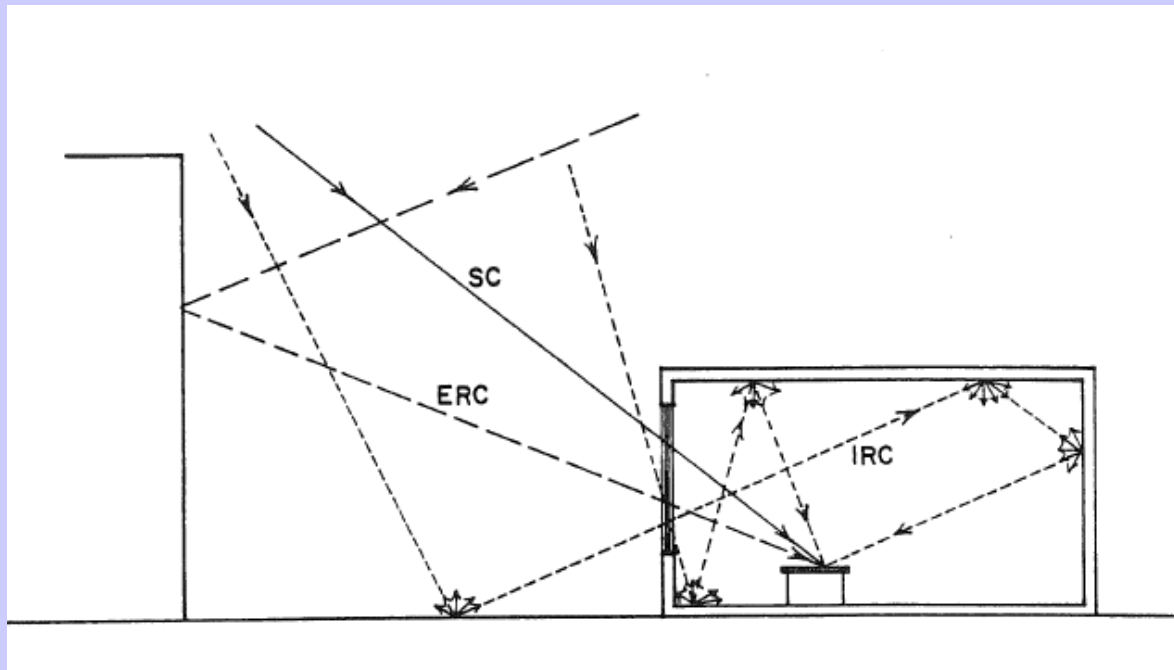
La misura dell'illuminamento all'esterno va fatta su un piano orizzontale, che non riceva radiazione solare diretta, ma che sia libera da ostacoli in modo da "vedere" la totalità della volta celeste (no in cortili, cavedi, balconi, sotto aggetti, ecc.

All'interno la misura va fatta a finestre chiuse, senza schermature. Per ottenere un valore medio del fattore di luce diurna, vanno fatte varie misure, in punti distribuiti uniformemente nell'ambiente, a distanza di almeno 1 m dalle finestre e a circa 50 cm dalle pareti.

Inserire schemi disposizione punti misura

Il Fattore di Luce diurna dipende da tre componenti

1. Componente cielo, SC (Sky Component).
Quantità di luce che dal cielo, considerato a luminanza costante, arriva direttamente nel punto considerato, attraverso l'apertura della finestra.
2. Componente di riflessione esterna, ERC (Externally Reflected Component)
Quantità di luce che arriva dopo aver subito riflessioni causate da superfici esterne (alberi, edifici vicini, ecc.)
3. Componente di riflessione interna, IRC (Internally reflected component)
Quantità di luce che arriva dopo aver subito riflessioni dovute alle superfici interne (pavimento, pareti, soffitto).



Per semplificare la valutazione può essere utilizzato il Fattore medio di luce diurna, che tiene conto delle tre componenti insieme.

Tale parametro è attualmente riconosciuto dalla normativa italiana in ambito di edilizia residenziale, scolastica ed ospedaliera (Decreto Min. Sanità 5/7/75, Decreto Min. 18/12/75, Circ. Min. Lavori Pubblici n.13011,22/11/74).

Il Fattore medio di luce diurna FLD_m è pari al rapporto tra l'illuminamento medio nell'ambiente e quello esterno (nelle identiche condizioni di tempo e di luogo, su una superficie orizzontale esterna esposta in modo da ricevere luce dall'intera volta celeste, in condizioni di cieli coperto).

Ha un valore compreso tra 0 e 1, solitamente espresso in %.

Valori di riferimento:

	$\eta_m=0.01$	$\eta_m=0.02$	$\eta_m=0.03$
<i>Edilizia residenziale</i>		tutti i locali di abitazione	
<i>Edilizia scolastica</i>	uffici, spazi di distribuzione, scale, servizi igienici	palestre, refettori	Ambienti ad uso didattico, laboratori
<i>Edilizia ospedaliera</i>	come edilizia scolastica	palestre, refettori	Ambienti di degenza, diagnostica, laboratori

Il calcolo del fattore medio di luce diurna η_m (FLD_m)

L'illuminamento all'esterno della finestra dipende da come la finestra "vede" il cielo: se è un lucernario orizzontale ed è libero da ostacoli vede l'intera volta celeste, se verticale e libera da ostacoli ne vede la metà, se ci sono ostacoli meno della metà.

Di questo si tiene conto attraverso il fattore finestra, ε ($\varepsilon=1$ per finestre orizzontali, $\varepsilon=0,5$ per finestre verticali, $\varepsilon<0,5$ per finestre verticali con ostacoli).

Il flusso luminoso che "entra" in ambiente dipende dall'illuminamento all'esterno della finestra, dalla superficie della finestra A_f e dalla trasparenza del vetro τ .

Il valore medio all'interno, dipende da come il flusso entrante può diffondersi, e da come viene assorbito e rinvitato dalle pareti, e quindi dalle proprietà di assorbimento a (o riflessione ρ) delle pareti e dalla loro estensione S .

Inoltre, si tiene conto della profondità della finestra attraverso il fattore ψ (v. grafico).

Il calcolo del fattore medio di luce diurna η_m (FLD_m)

Per un ambiente con una finestra, il fattore medio di luce diurna vale:

$$\eta_m = \frac{\tau A}{(1 - \rho_m) S_{tot}} \varepsilon \psi$$

A=area della finestra

τ =fattore di trasmissione del vetro della finestra

ε =fattore finestra della finestra

ψ =fattore di riduzione del fattore finestra della finestra

S_{tot} = superficie totale delle pareti dell'ambiente (compresi soffitto e pavimento)

ρ_m =fattore di riflessione medio ponderato delle superfici dell'ambiente.

Se le superfici dell'ambiente con finitura/colore diverso sono k , il fattore di riflessione medio ponderato risulta:

$$\rho_m = \frac{\sum_k \rho_k S_k}{S_{tot}}$$

$$S_{tot} = \sum_k S_k$$

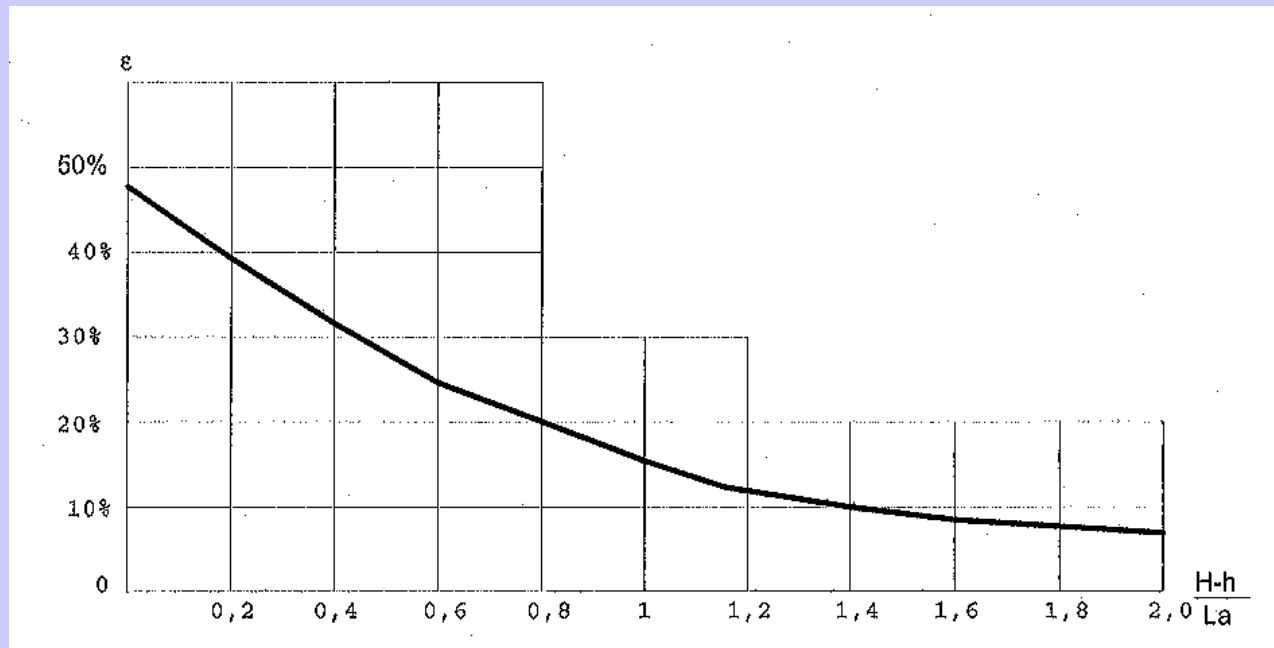
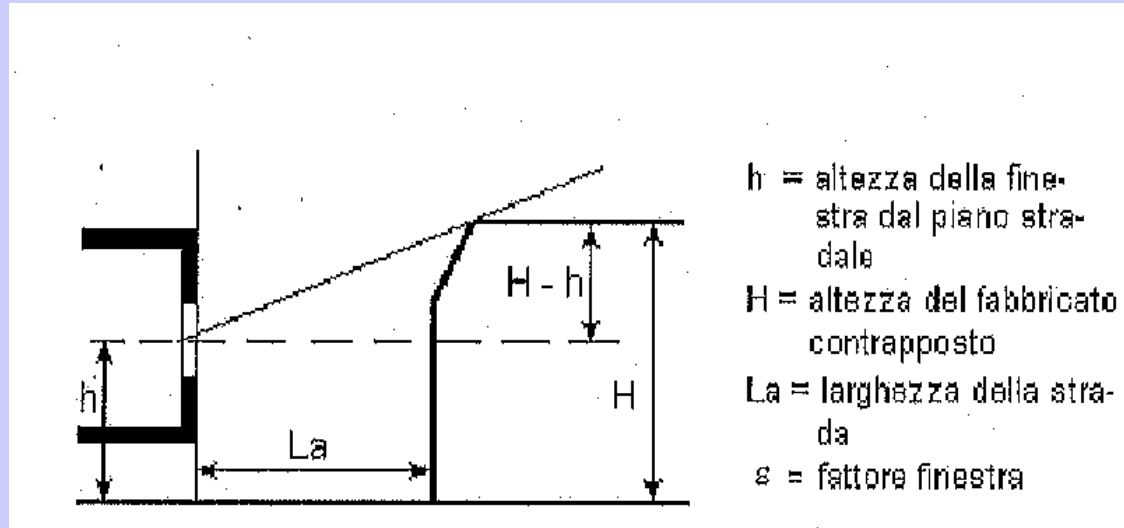
Per un ambiente con n finestre, il fattore di luce diurna vale:

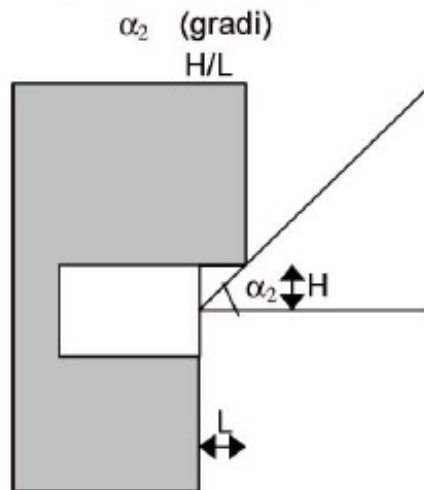
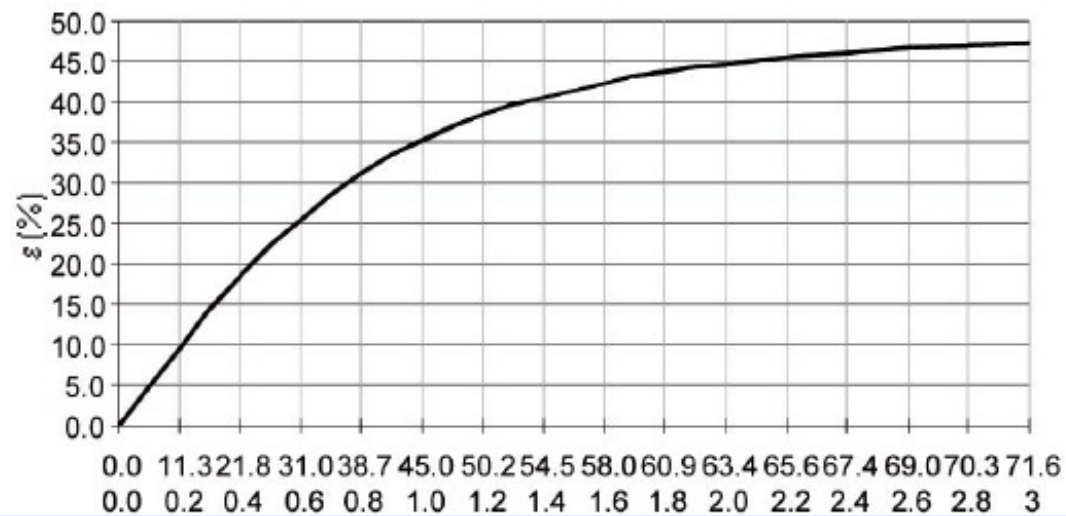
$$\eta_m = \frac{\sum_i^n \tau_i A_i \varepsilon_i \Psi_i}{(1 - \rho_m) S}$$

Per un ambiente con n finestre, si somma il contributo di tutte le finestre, e si divide per il prodotto $(1 - \rho_m) S$.

Simbolo	Definizione	Unità di misura
A	Area delle superfici trasparenti della finestra del locale	m ²
S	Area delle superfici interne dell'ambiente	m ²
t	Coefficiente di trasparenza del vetro (vedi Tab.4)	
r _m	Coefficiente medio di rinvio delle superfici interne dell'ambiente (vedi Tab.2)	
e	Fattore finestra inteso come rapporto tra illuminamento della finestra e radianza del cielo (vedi fig.1)	
ψ	Coefficiente di riduzione del fattore finestra, funzione dell'arretramento della finestra (vedi fig.2)	
L _a	Distanza del fabbricato (o comunque dell'ostacolo) contrapposto alla finestra.	m
H	Altezza del fabbricato contrapposto a quello nel quale è situato l'ambiente considerato	m
H	Altezza della finestra dal piano stradale, misurata in corrispondenza del baricentro del vano finestra	m
l _f	Larghezza del vano finestra	m
h _f	Altezza del vano finestra	m
p	Profondità di arretramento della finestra rispetto al filo esterno del vano	m

Fattore finestra ε

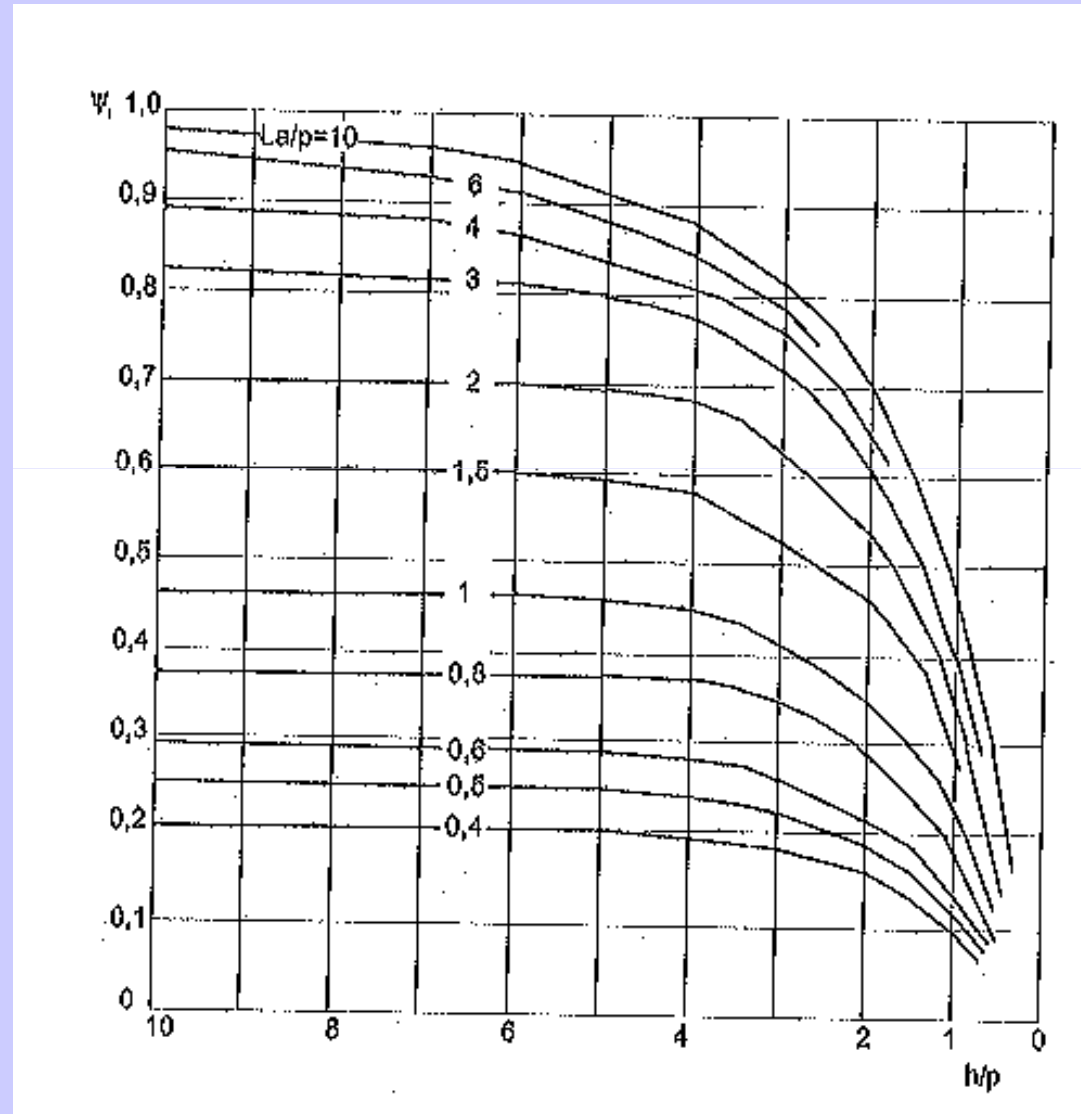
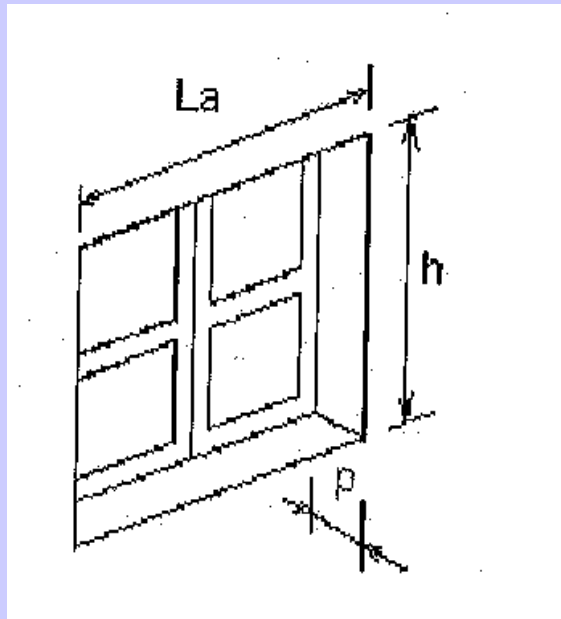




Valore del fattore finestra ε per ostruzioni "a loggia".

Fattore di riduzione del fattore finestra: ψ

Calcolati i rapporti h/p e La/p , si riporta sull'asse delle ascisse il valore h/p calcolato e si trova, in corrispondenza di esso, il punto sulla curva La/p : tracciando una retta orizzontale per il punto così trovato, si individua sull'asse delle ordinate il corrispondente valore di ψ .



Tipo di superficie trasparente	t
Vetro semplice trasparente	1.00
Lamina di vetro retinato lucido	0.95
Vetro retinato	0.90
Stampo grezzo o vetro rullato	0.95
Vetro cattedrale	1.00
Vetro stampato	0.80 - 0.95
Vetro "antisua"	0.85
Vetro "colorex"	0.55
Doppio vetro trasparente	0.85
Materiali sintetici trasparenti	0.65 - 0.90

TABELLA SINOTTICA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI (luminose ed energetiche) DI VETRO SINGOLO

TIPOLOGIA	COLORE	s [mm]	τ_s	ρ_s	ϵ	τ_1	\bar{U} [W/m ² K]	TSET
vetro chiaro		3	0,87-0,88	0,08	0,84	0,91	5,9	0,87
		4	0,86	0,08	0,84	0,90-0,91	5,7-5,8	0,86
		6	0,79-0,83	0,07-0,08	0,84	0,88-0,9	5,7-5,8	0,82-0,85
		8	0,76-0,81	0,07	0,84	0,87-0,88	5,6-5,7	0,8-0,84
vetro assorbente	bronzio	3	0,67	0,06	0,84	0,67	5,9	0,75
		4	0,61	0,06	0,84	0,6	5,8	0,7
		6	0,47-0,5	0,05	0,84	0,48-0,49	5,7-5,8	0,59-0,62
		8	0,38-0,41	0,05	0,84	0,39-0,4	5,6-5,7	0,52-0,56
	grigio	3	0,64	0,06	0,84	0,60-0,62	5,9	0,72
		4	0,57	0,06	0,84	0,52-0,54	5,8	0,67
	verde	6	0,45-0,46	0,05	0,84	0,40-0,43	5,7-5,8	0,58
		8	0,35-0,36	0,05	0,84	0,30-0,33	5,6-5,7	0,52
		3	0,65	0,06	0,84	0,61	5,9	0,73
		4	0,58	0,06	0,84	0,78	5,8	0,68
	6	0,46-0,48	0,05-0,06	0,84	0,72	5,7-5,8	0,59-0,61	
	8	0,39-0,4	0,05	0,84	0,66	5,6-5,7	0,53-0,56	
vetro riflettente (per pirolisi)	argento (1)	6	0,61-0,65	0,25	0,84	0,64	5,7-5,8	0,63-0,67
		8	0,6-0,62	0,25	0,84	0,63-0,64	5,6-5,7	0,63-0,65
	(2)	6	0,61-0,65	0,22-0,21	0,84	0,64	5,7-5,8	0,64-0,68
		8	0,62-0,63	0,21	0,84	0,63-0,64	5,6-5,7	0,64-0,66
	chiaro (1)	6	0,46-0,53	0,27-0,39	0,84	0,43-0,49	5,7-5,8	0,5-0,57
		8	0,46-0,51	0,25-0,27	0,84	0,43-0,44	5,6-5,7	0,54-0,56
	(2)	6	0,26-0,53	0,17-0,39	0,84	0,14-0,45	5,7-5,8	0,36-0,56
		8	0,28-0,29	0,24-0,27	0,84	0,21-0,24	5,7-5,8	0,39-0,41
	bronzio (1)	8	0,23-0,24	0,24-0,27	0,84	0,18-0,19	5,6-5,7	0,36-0,37
		6	0,28-0,42	0,09-0,10	0,84	0,23-0,41	5,7-5,8	0,43-0,55
(2)	8	0,23-0,34	0,07-0,08	0,84	0,18-0,33	5,6-5,8	0,34-0,43	
vetro riflettente (per polverizzazione catodica)	argento (2)	6	0,07-0,28	0,11-0,36	0,84	0,08-0,35	4,3-5,2	0,21-0,45
		8	0,06-0,09	0,10-0,12	0,84	0,08-0,17	4,3-5,1	0,22-0,31
	grigio (2)	6	0,06-0,29	0,10-0,26	0,84	0,07-0,35	4,3-5,2	0,21-0,45
		8	0,06-0,20	0,06-0,13	0,84	0,11-0,33	4,3-5,1	0,22-0,36
vetro riflettente (per sputtering magnetronico)	argento (2)	6	0,06-0,38	0,07-0,33	0,84	0,08-0,41	4,4-5,5	0,18-0,46
		8	0,15-0,33	0,09-0,21	0,84	0,20-0,40	4,7-5,3	0,28-0,47
	bronzio (2)	6	0,09-0,21	0,05-0,11	0,84	0,11-0,21	4,8-5,5	0,26-0,39
verde (2)	6	0,06-0,22	0,05-0,14	0,84	0,11-0,34	4,7-5,5	0,23-0,4	
vetro	faccia 1	4	0,62-0,76	0,11-0,15	0,10-0,30	0,80-0,87	3,4	0,74-0,78
		6	0,56-0,73	0,11-0,15	0,10-0,30	0,79-0,86	3,4	0,72-0,77
		4	0,76	0,1	0,10-0,30	0,8	3,4	0,77
faccia 2	6	0,73	0,1	0,10-0,30	0,79	3,4	0,77	

Nota: (1, (2, (3 indicano la posizione del film sul vetro, cioè rispettivamente sulla faccia esterna e sulla faccia interna

TABELLA SINOTTICA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI (luminose ed energetiche) DI VETROCAMERA

TIPOLOGIA	COLORE	s [mm]	τ_s	τ_1	\bar{U} [W/m ² K]	TSET
chiaro + chiaro	chiaro + chiaro	6 12 6	0,64-0,72	0,78-0,82	3,0-3,1	0,72-0,77
	bronzio + chiaro	6 12 6	0,37-0,39	0,43-0,44	3,0-3,1	0,47-0,48
	grigio + chiaro	6 12 6	0,36-0,40	0,38	3,0-3,1	0,47-0,49
	verde + chiaro	6 12 6	0,38-0,39	0,64-0,67	3,0-3,1	0,46-0,48
riflettente per pirolisi + chiaro	argento + chiaro (1)	6 12 6	0,23-0,51	0,19-0,59	3,0-3,1	0,32-0,56
	argento + chiaro (2)	6 12 6	0,51	0,59	3,1	0,57
	chiaro + chiaro (1)	6 12 6	0,38-0,52	0,29-0,58	3,0-3,1	0,44-0,59
	chiaro + chiaro (2)	6 12 6	0,38-0,52	0,3-0,58	3,0-3,1	0,44-0,6
	bronzio + chiaro (1)	6 12 6	0,23-0,32	0,20-0,31	3,0-3,1	0,3-0,4
	bronzio + chiaro (2)	6 12 6	0,23-0,32	0,21-0,31	3,0-3,1	0,34-0,42
riflettente per polverizzazione catodica + chiaro	argento + chiaro (2)	6 12 6	0,06-0,29	0,07-0,51	1,4-2,7	0,12-0,33
	bronzio + chiaro (2)	6 12 6	0,05-0,21	0,07-0,36	1,4-2,6	0,14-0,26
	grigio + chiaro (2)	6 12 6	0,05-0,44	0,08-0,47	2,2-2,9	0,14-0,51
	verde + chiaro (2)	6 12 6	0,06-0,24	0,10-0,38	1,3-2,7	0,14-0,28
riflettente per sputtering magnetronico + chiaro	argento + chiaro (2)	6 12 6	0,05-0,29	0,07-0,36	2,3-2,8	0,12-0,39
	blu + chiaro (2)	6 12 6	0,12-0,27	0,18-0,36	2,4-2,7	0,2-0,37
	bronzio + chiaro (2)	6 12 6	0,07-0,17	0,10-0,19	2,5-2,8	0,18-0,28
	verde + chiaro (2)	6 12 6	0,05-0,18	0,10-0,31	2,4-2,8	0,14-0,29
chiaro + basso emissivo	chiaro+chiaro b-e (3)	6 12 6	0,48-0,62	0,67-0,77	1,6-2,3	0,61-0,71
bassoemissivo + chiaro	chiaro b-e + chiaro (2)	6 12 6	0,34-0,49	0,51-0,7	1,9	0,42-0,58
	grigio b-e + chiaro (2)	6 12 6	0,21	0,08-0,23	1,8	0,27-0,28
	bronzio b-e + chiaro (2)	6 12 6	0,21	0,3	1,8	0,28
	verde b-e + chiaro (2)	6 12 6	0,15-0,21	0,33-0,43	1,7	0,21-0,28
	grigio + chiaro b-e (3)	6 12 6	0,23-0,29	0,28-0,36	1,5-1,9	0,38-0,42
	bronzio+chiaro b-e (3)	6 12 6	0,29-0,30	0,37-0,41	1,5-1,6	0,39-0,42
assorbente + basso emissivo	verde+chiaro b-e (3)	6 12 6	0,24-0,33	0,44-0,61	1,5-1,9	0,39-0,42
	grigio(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,17-0,22	0,14-0,18	1,6-1,8	0,24-0,33
riflettente per pirolisi + basso emissivo	grigio(2+chiaro b-e)	6 12 6	0,17-0,22	0,16-0,23	1,6	0,29-0,35
	arg.(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,46	0,53	2,3	0,54
	arg.(2+chiaro b-e)	6 12 6	0,46	0,53	2,3	0,54
	ch.(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,30-0,41	0,34-0,51	1,6-2,3	0,43-0,58
	ch.(2+chiaro b-e)	6 12 6	0,30-0,41	0,37-0,51	1,6-2,3	0,44-0,58
	bronzio(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,21	0,18	1,8-2,3	0,26-0,29
	bronzio(2+chiaro b-e)	6 12 6	0,21-0,29	0,18-0,37	1,6-2,3	0,29-0,43
	arg.(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,05-0,21	0,07-0,30	1,4-1,6	0,1-0,29
	bronzio(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,07-0,10	0,07-0,15	1,4-1,8	0,1-0,17
	grigio(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,06-0,13	0,08-0,17	1,4-1,7	0,12-0,2
verde(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,05-0,15	0,10-0,28	1,4-1,8	0,11-0,22	
riflettente per sputtering magnetronico + bassoemissivo	arg.(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,04-0,23	0,07-0,33	<1,3	0,1-0,33
	blu(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,10-0,21	0,17-0,33	<1,3	0,16-0,29
	bronzio(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,06-0,13	0,09-0,17	<1,3	0,11-0,22
	verde(1+chiaro b-e)	6 12 6	0,04-0,14	0,09-0,28	<1,3	0,1-0,22

Nota: (1, (2, (3 indicano la posizione del film sul vetro, cioè rispettivamente sulla faccia esterna, in intercapedine sulla faccia esterna, in intercapedine sulla faccia interna

<i>tipologia di vetro (a lastra singola o in vetrocamera)</i>	τ_1 [-]
vetro chiaro singolo	0,87 – 0,91
vetro singolo colorato:	
bronzo	0,39 – 0,67
grigio	0,30 – 0,60
verde	0,66 – 0,81
vetro riflettente	
chiaro	0,63 – 0,64
argento	0,14 – 0,49
bronzo	0,18 – 0,33
vetrocamera (chiaro + chiaro)	0,78 – 0,86
vetrocamera (riflettente + chiaro)	
riflettente chiaro + chiaro	0,30 – 0,58
riflettente argento + chiaro	0,19 – 0,59
riflettente bronzo + chiaro	0,20 – 0,44
riflettente verde + chiaro	0,60 – 0,67
vetrocamera (assorbente + chiaro bassoemissivo)	
assorbente argento + chiaro b.e.	0,29 – 0,45
assorbente bronzo + chiaro b.e.	0,37 – 0,41
assorbente verde + chiaro b.e.	0,44 – 0,61

<i>tipologia di schermo o di pacchetto vetro + schermo</i>	τ_1 [-]
tende a bande verticali orientabili a trama fitta	
colore azzurro	0,28
colore arancione	0,35
colore grigio	0,19
tende a rullo filtranti a trama fitta	
colore nero	0,10
colore bianco	0,22
colore azzurro	0,15
tende plissé a trama fitta	
colore blu, argento, rosso	0,25
colore bianco	0,56
colore giallo	0,52
colore grigio	0,32
tende in stoffa a trama fitta	
colore blu, argento	0,04
colore beige	0,28
colore bianco	0,48
vetrocamera (chiaro + chiaro) + tenda veneziana (interna o in intercapedine)	0,10 – 0,19
vetrocamera (chiaro + chiaro) + frangisole esterno verticale a griglia	0,25 – 0,40
vetrocamera (chiaro + chiaro) + light-shelf interno	0,55
vetrocamera (chiaro + chiaro) + light-shelf interno-esterno	0,4
vetrocamera (chiaro + chiaro) + lamelle speculari	0,3

Materiale e natura della superficie	Coefficiente di rinvio
Intonaco comune bianco (latte di calce o simili) recente o carta	0,8
Intonaco comune o carta di colore molto chiaro (avorio, giallo, grigio)	0,7
Intonaco comune o carta di colore chiaro (grigio perla, avorio, giallo limone, rosa chiaro)	0,5 - 0,6
Intonaco comune o carta di colore medio (verde prato, azzurro chiaro, marrone chiaro)	0,3 - 0,5
Intonaco comune o carta di colore scuro (verde oliva, rosso)	0,1 - 0,3
Pavimenti di tinta chiara	0,4 - 0,6
Pavimenti di tinta scura	0,2
Alluminio	0,8 - 0,9

Coefficiente di riflessione dei materiali più comuni

<i>Colore</i>	<i>Fattore riflessione %</i>	<i>Materiale</i>	<i>Fattore riflessione %</i>
Bianco	70-85	Vernice bianca	87-88
Grigio chiaro	45-65	Alluminio, anodizzato lucido	75-87
Grigio	25-40	Alluminio, anodizzato opaco	75-84
Grigio scuro	10-20	Contros. fonoass. bianco, forato	60-80
Nero	5	Marmo, bianco	60-70
Giallo	65-75	Malta, chiara	35-50
Bruno giallastro	30-50	Calcestruzzo, chiaro	30-40
Marrone scuro	10-25	Calcestruzzo scuro	15-25
Verde chiaro	30-55	Arenaria, chiara	30-40
Verde scuro	10-25	Arenaria, scura	15-25
Rosa	45-60	Granito	15-25
Rosso chiaro	25-35	Mattoni, chiari	20-30
Rosso scuro	10-20	Mattoni, scuri	10-15
Celeste	30-55	Legno, chiaro	30-50
Blu	10-25	Legno, scuro	10-25
		Acciaio inox	55-65
		Vetro chiaro	7
		Vetro riflettente	20-30
		Vetro colorato	7
		Erba	6-10
		Vegetazione	25

Ambienti illuminati unilateralmente

Se l'ambiente è illuminato unilateralmente, è bene che sia verificato che

$$\frac{L}{W} + \frac{L}{H} < \frac{2}{1 - \rho_m}$$

L = profondità della stanza;

W = larghezza della stanza;

H = altezza dal pavimento del bordo superiore della finestra;

ρ_m = coefficiente medio ponderato di rinvio delle superfici interne nella **metà dell'ambiente più distante dalla finestra** (in arancio in figura).

