

La luce naturale nell'architettura

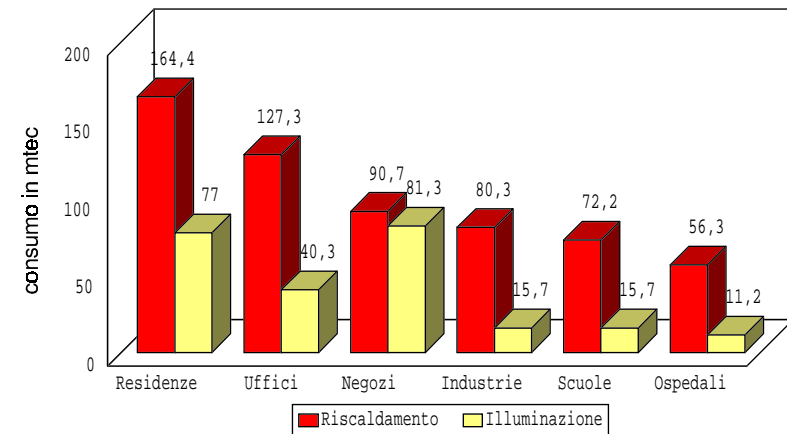
I problemi

- Surriscaldamento estivo e insolazione diretta
- Abbagliamento
- Continua variazione di intensità
- Impossibilità di controllare le ombre
- Perdite di calore attraverso le finestre (consumi energetici maggiorati)
- Carenza di controllo
- Eccessivi condizionamenti sulla progettazione
- Infiltrazioni di aria
- Inadeguata penetrazione in profondità della luce
- Rischi di condensa sui vetri
- Ostruzioni esterne

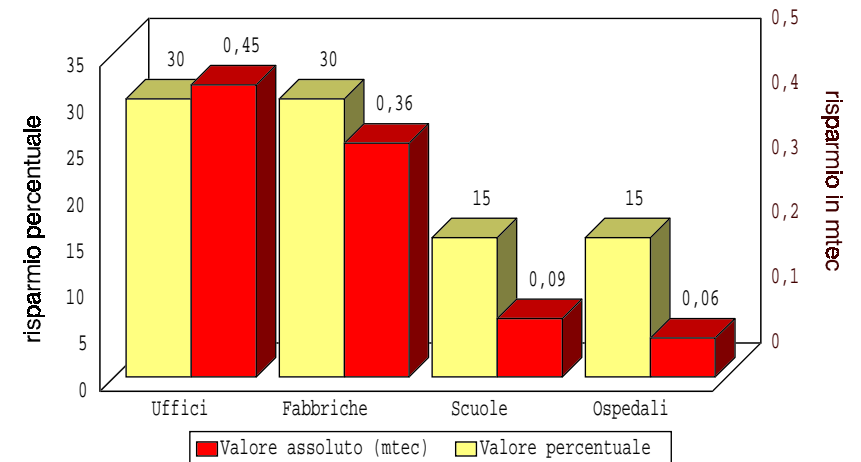
I vantaggi

- Benefici psicologici ed emotivi per le persone
- Variabilità
- Preferenza per la luce naturale da parte degli occupanti
- Effetti direzionali e "modelling"
- Riduzione dei consumi energetici
- Soleggiamento
- Guadagni solari passivi durante l'inverno

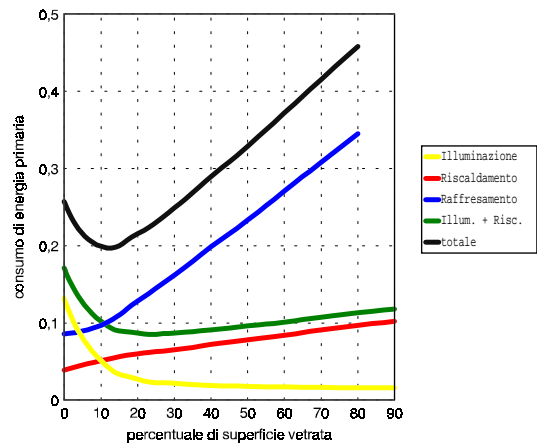
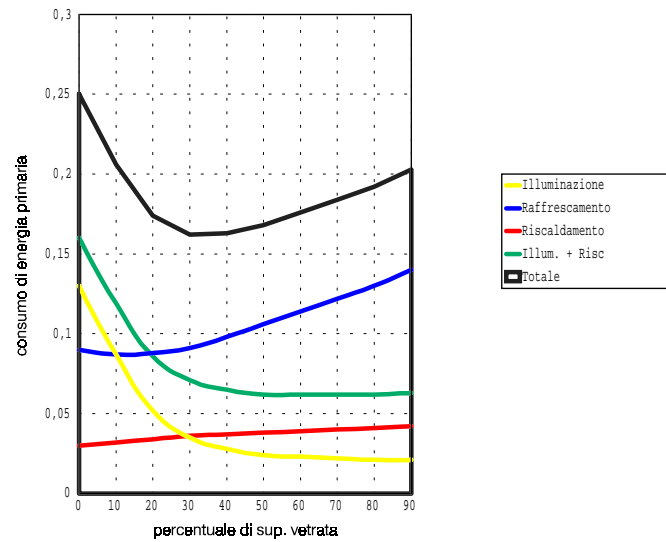
Il consumo di energia negli edifici



Il risparmio di energia



La dimensione della superficie vetrata



Condizioni: facciata a Sud, profondità ambiente = $2 \times H_{fin}$, 300 lux, guadagni termici interni: 15 W/m^2 , clima centro europeo

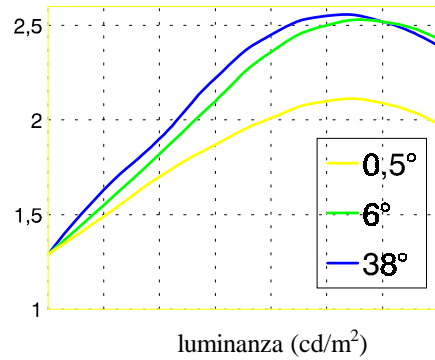
La luce naturale: i parametri di controllo

- Livello di illuminamento
- Uniformità di illuminamento
- Fenomeni di abbagliamento
- Rapporti di luminanza tra le superfici
- Direzione di provenienza della luce

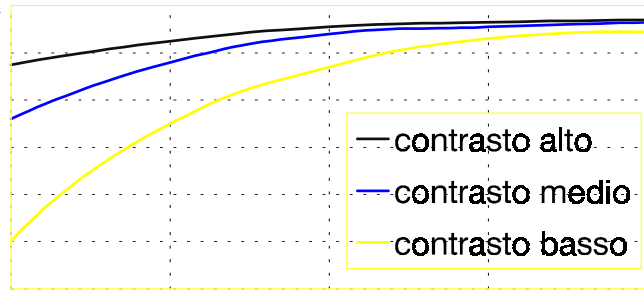
- Visibilità dell'esterno
- Privacy
- Colore della luce e delle superfici dell'ambiente

Livello di illuminamento

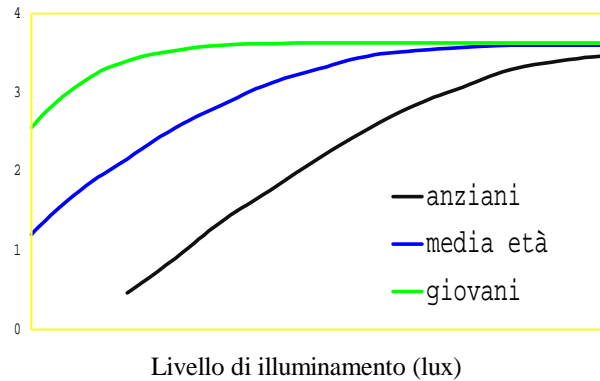
Acutezza visiva



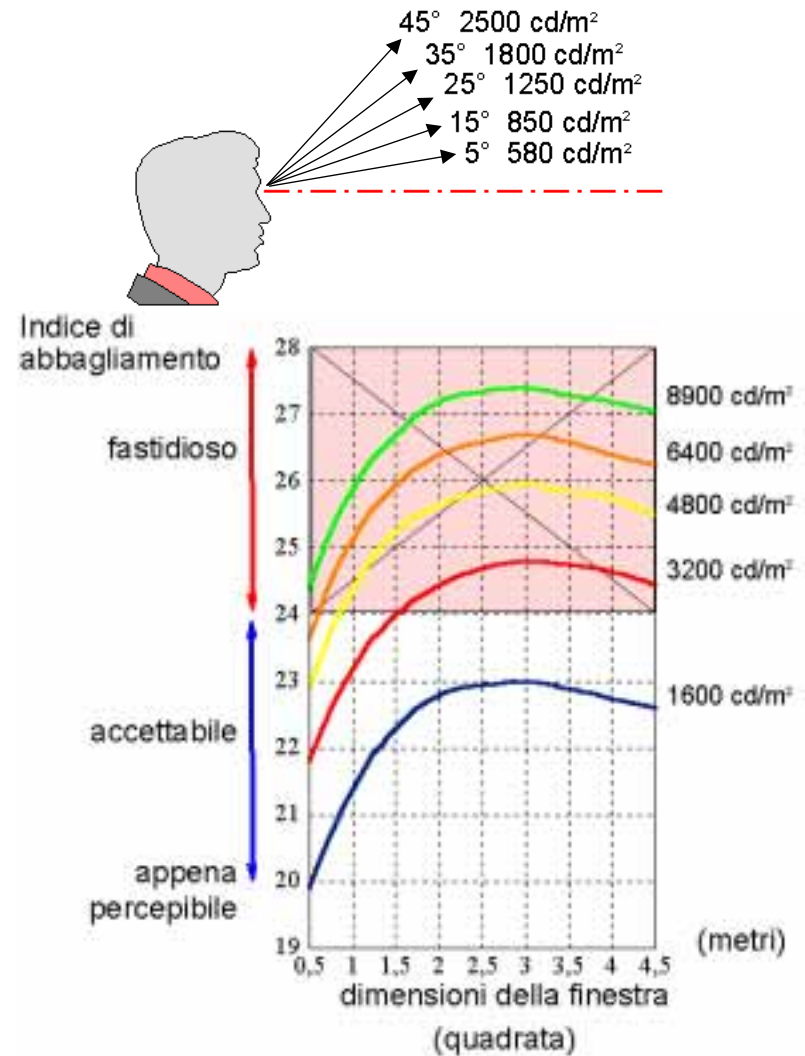
Prestazioni visive



Prestazioni visive



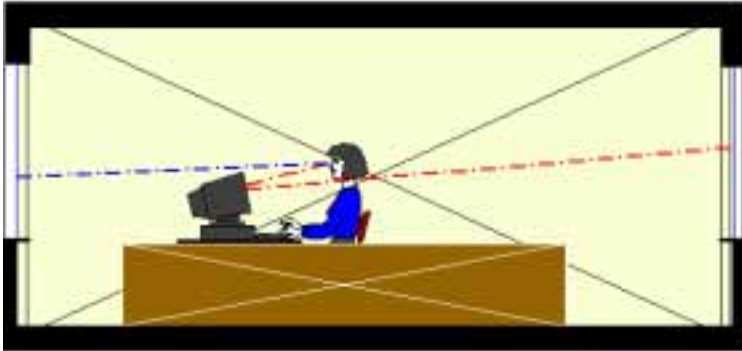
Abbagliamento



Riflessioni abbaglianti

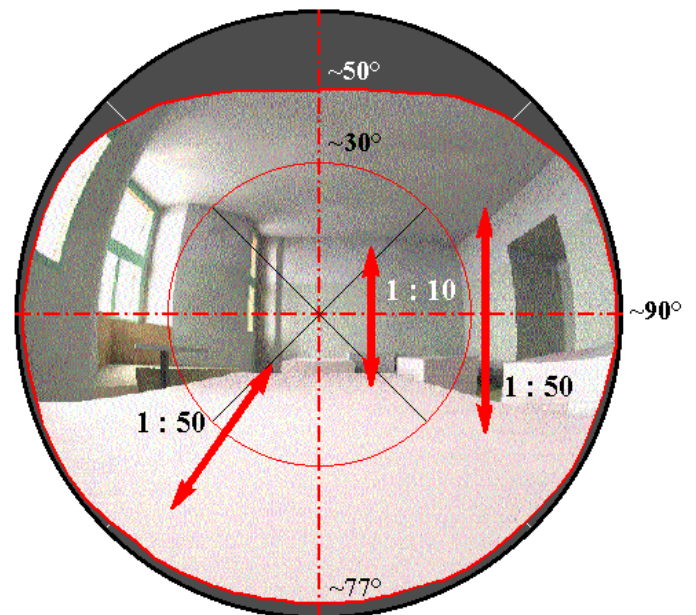


Normali compiti visivi orizzontali

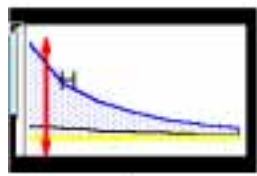


Videoscrittura

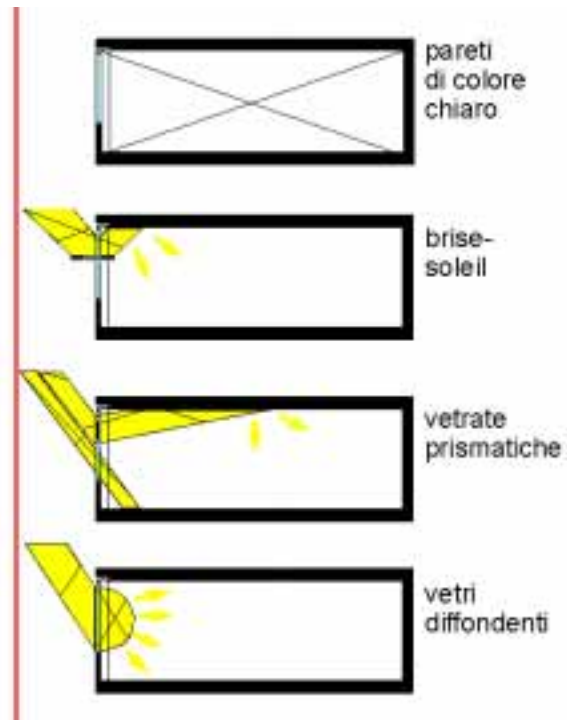
Rapporti di luminanza nel campo visivo



DISTRIBUZIONE DELLA LUCE



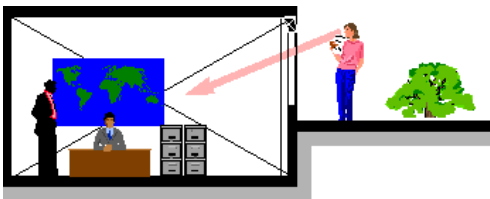
$H \geq D/2$



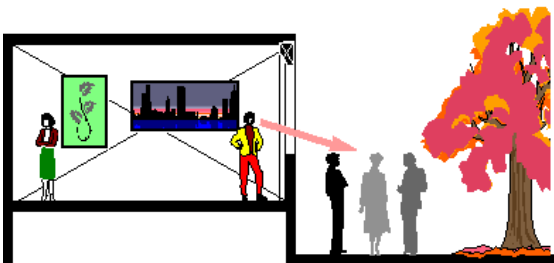
Privacy

Tipo di relazione visiva

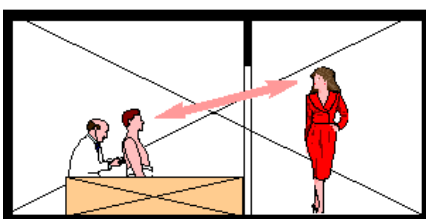
Dall'esterno verso l'interno



Dall'interno verso l'esterno



Da interno a interno



Vista dell'esterno



Cielo

Sfondo

Primo piano



Calcolo del fattore medio di luce diurna

$$FLD_m = \frac{A_f t \varepsilon}{S_{tot} (1 - r_m)}$$

A_f è la superficie vetrata della finestra (m^2);

t è il coefficiente di trasmissione luminosa del vetro;

ε è il fattore finestra,;

S_{tot} è l'estensione complessiva delle superfici che delimitano l'ambiente interno (compresa la superficie delle finestre) (m^2)

r_m è il coefficiente medio pesato di riflessione luminosa delle superfici interne.

Calcolo della superficie vetrata A_f

(Quando non sia nota la superficie precisa dell'area vetrata dell'infisso)

$$A_f = 0,75 \cdot A_i$$

- A_i = area totale dell'infisso

Calcolo del coefficiente di trasmissione luminosa del vetro t

$$t = 0,9 \cdot \tau$$

Calcolo del fattore finestra ε

$$\varepsilon = \frac{1 - \operatorname{sen}\alpha}{2}$$

dove α è l'angolo piano di altitudine che sottende la parte ostruita di cielo (figura 1).

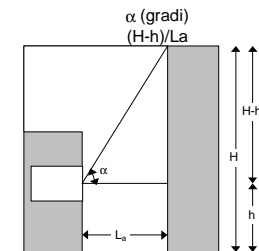
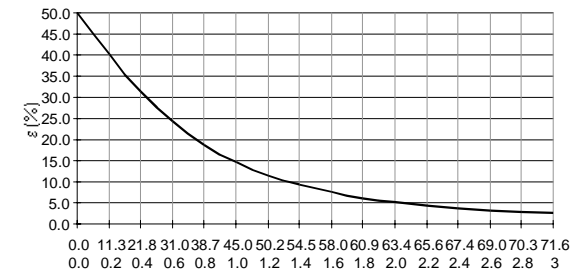
Nel caso di ostruzioni collocate nella parte alta del panorama, si può invece impiegare la seguente relazione:

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{sen}\alpha_2}{2}$$

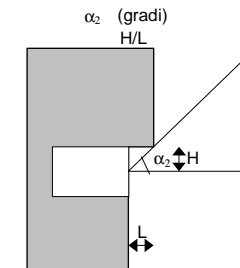
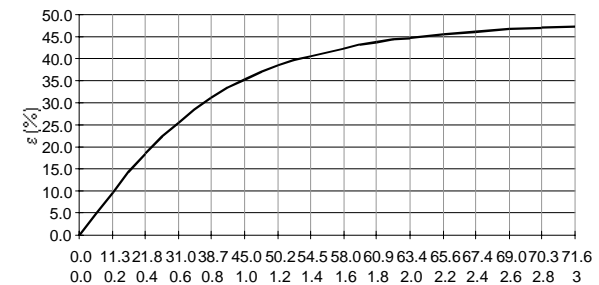
dove α_2 è l'angolo piano che sottende la parte visibile di cielo (figura 2).

Nel caso infine di ostruzioni che occupano sia la parte alta che quella bassa del panorama si devono combinare le due espressioni.

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{sen}\alpha_2 - \operatorname{sen}\alpha}{2}$$



Valore del fattore finestra ε per ostruzioni poste di fronte alla finestra del locale considerato.



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

Relazione tra superficie in pianta dell'ambiente e superficie della finestra (rapporto illuminante)

- ambiente di forma cubica e lato "a" ($S_{tot} = 6a^2$)
- privo di ostruzioni esterne ($\epsilon = 50\%$)
- coefficiente medio di riflessione luminosa r_m pari a 0,6 (pareti chiare, pavimento scuro e mobilio)
- vetrocamera chiaro ($t = 0,8$).

$$2 = \frac{A_f \cdot 0,8 \cdot 50}{6a^2(1 - 0,6)} \Rightarrow A_f = \frac{1}{8,3} a^2,$$

Se il locale è sotto un balcone profondo 2 metri:

$$2 = \frac{A_f \cdot 0,8 \cdot 35}{6a^2(1 - 0,6)} \Rightarrow A_f = \frac{1}{5,8} a^2,$$

Se il locale è ostruito da un edificio frontale di altezza pari alla distanza tra le facciate:

$$2 = \frac{A_f \cdot 0,8 \cdot 14,6}{6a^2(1 - 0,6)} \Rightarrow A_f = \frac{1}{2,4} a^2,$$

Se, oltre ad avere una finestra completamente non ostruita, il locale è caratterizzato da superfici interne chiare e da vetro semplice pulito:

$$2 = \frac{A_f \cdot 0,9 \cdot 50}{6a^2(1 - 0,7)} \Rightarrow A_f = \frac{1}{12,5} a^2$$

➤ **La regola del rapporto illuminante è estremamente limitativa ed è coerente con la specifica sul fattore medio di luce diurna solo in pochi casi particolari.**

Relazione tra superficie in pianta dell'ambiente e superficie della finestra (aerazione naturale)

- Ventilazione assicurata dalla sola permeabilità all'aria degli infissi
- locale di altezza 2,7 metri e pianta S_p
- sito sulla fascia costiera fino a 800 m s.l.m

$$n = \frac{q_s S}{V} \left(\frac{m^3}{hm^3} \right)$$

n = numero di ricambi d'aria all'ora (m^3/hm^3)

q_s = portata d'aria dell'infisso chiuso per m^2 di superficie apribile (m^3/hm^2)

S = superficie apribile dell'infisso (m^2)

V = volume del locale (m^3).

$$q_s = a \cdot p_c^{0,66} \left(\frac{m^3}{hm^2} \right)$$

per infissi di:

classe A1: $a = 1,47$;

classe A2: $a = 0,73$;

classe A3: $a = 0,23$.

Quindi, per infisso di classe A1 (minore tenuta all'aria) posto ad un'altezza minore di 10 metri sopra il piano del terreno, con facciata non protetta ($p_c = 20$ Pa), si ottiene:

$$0,5 = \frac{1,47 \cdot 20^{0,66} S}{2,7 S_p} \Rightarrow S = \frac{1}{7,9} S_p$$

Per infisso di classe A2:

$$0,5 = \frac{0,73 \cdot 20^{0,66} S}{2,7 S_p} \Rightarrow S = \frac{1}{3,9} S_p$$

Per infisso di classe A3:

$$0,5 = \frac{0,23 \cdot 20^{0,66} S}{2,7 S_p} \Rightarrow S = \frac{1}{1,2} S_p$$

Uniformita' dell'illuminamento naturale

$$P/L + P/H < 2/(1-\delta_m)$$

P = profondità della stanza;

L = larghezza della stanza;

H = altezza dal pavimento del bordo superiore della finestra;

δ_m = coefficiente medio di rinvio delle superfici interne nella metà dell'ambiente più distante dalla finestra.

Definizione del locale campione

dimensioni: 3 (larghezza) x 4,7 (profondità) x 2,7 (altezza);

finestra: 1,4 x 1,4 m centrata;

davanzale: 0,9 m;

r muri: 75%;

r soffitto: 75%

r pavimento: 40%

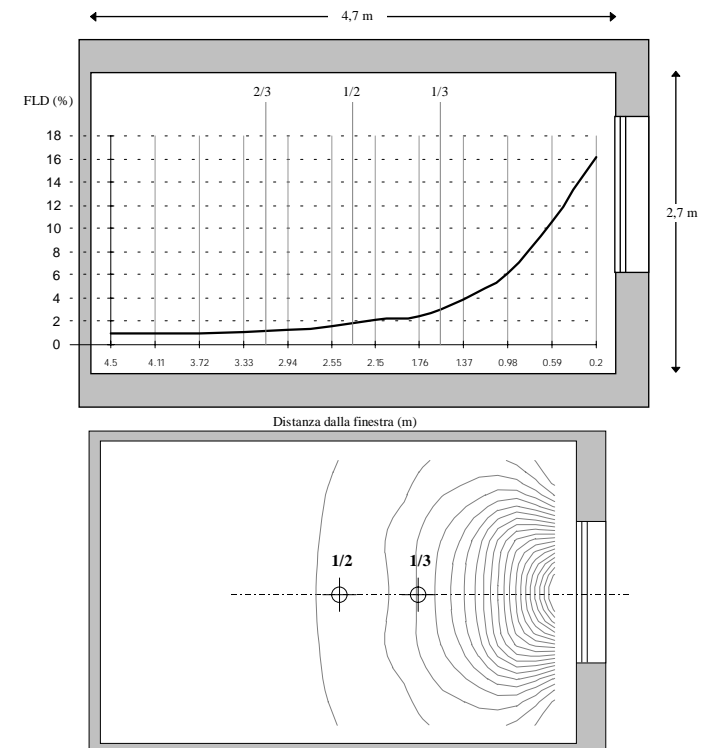
r suolo esterno: 0%

t vetro: 80%;

altezza piano di calcolo/misura: 0,8 m;

spessore muri esterni: 0,3 m;

$$FLD_m = \frac{A_f \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \psi}{S_{tot} \cdot (1 - r_m)} = \frac{1,9 \cdot 80 \cdot 0,48 \cdot 0,86}{69,78 \cdot 0,32} = 2,9 \%$$



Valore del fattore di luce diurna in asse alla finestra:

a 1/3 della profondità dell'ambiente: 3.29 %

a 1/2 della profondità dell'ambiente: 1.72 %

a 2/3 della profondità dell'ambiente: 1.25 %