

# ILLUMINAZIONE NATURALE E SUA IMPORTANZA PER LA QUALITÀ DELLA VITA DI OGGI

---

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI NAPOLI

19 Maggio 2008

---

## L'abbagliamento nell'utilizzo della luce naturale

**Prof. Arch. Laura Bellia, Ing. Gennaro Spada**  
**DETEC - Università degli Studi di Napoli "Federico II"**

# Come si compone la luce naturale

Diretta

Diffusa

Riflessa

Luce che arriva  
direttamente  
dal sole

Luce che,  
attraverso lo  
scattering,  
viene diffusa  
nella volta  
celeste

Luce diretta e  
diffusa che  
viene riflessa  
dalle superfici  
circostanti

# I vantaggi nell'utilizzo della luce naturale

Qualità visiva

Benefici psico-fisici

Risparmio energetico

Elevata resa cromatica

Regolazione del ritmo circadiano

E' una risorsa totalmente gratuita

Elevato flusso luminoso

Diminuzione dell'affaticamento visivo grazie alla visione verso l'esterno

Non è inquinante

# Criteri generali per una buona illuminazione con luce naturale

- Assicurarsi che l'illuminamento sia adeguato e sufficientemente uniforme per gli specifici compiti visivi
- Evitare i fenomeni di abbagliamento e assicurare una temperatura di colore adeguata
- Gestire al meglio l'integrazione con la luce artificiale al fine di ottenere il massimo risparmio energetico possibile

Ma quali sono le normative di riferimento in merito a questi tre punti fondamentali ?

# Illuminamenti e altri requisiti generali

- Norma UNI EN 12464-1 (2004) – Luce e illuminazione. Illuminazione dei posti di lavoro. Posti di lavoro in interni.

Sostituisce la UNI 10380 (1994) e fornisce:

Requisiti di illuminazione (illuminamento medio mantenuto, UGR limite, Ra, T<sub>cp</sub>) per interni (zone), compiti e attività

Illuminamento delle zone immediatamente circostanti il compito visivo e rapporto limite di uniformità di illuminamento tra compito visivo e zone immediatamente circostanti

Angoli di schermatura minimi per le specifiche luminanze delle lampade

Gruppi di appartenenza del colore delle lampade

Luminanza limite degli apparecchi che possono riflettersi nello schermo dei videoterminali in funzione del tipo di schermo

# Abbagliamento da luce naturale

- Norma UNI 10840 (2007) - Luce e illuminazione. Locali Scolastici. Criteri generali per l'illuminazione naturale ed artificiale.

Sostituisce la 10840 (2000) che faceva riferimento alla UNI 10380 (1994) e fornisce:

Fattore medio limite di luce diurna per tipo di ambiente, di compito visivo o di attività

Rapporto relativo tra i fattori di luce diurna puntuale

Verifica in situ del colore della luce naturale

Valori limite del DGI in relazione a diverse attività

# Risparmio energetico

- Norma UNI EN 15193 (2007) – Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting.

Introduce per la prima volta un indicatore del consumo energetico per l'illuminazione degli ambienti interni: il LENI

**L**ighting **E**nergy **N**umeric **I**ndicator

$$\text{LENI} = \frac{W}{A} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ anno}]$$

Energia totale  
annua impiegata  
per l'illuminazione  
[kWh/anno]

Superficie utile totale  
dell'edificio [m<sup>2</sup>]

# ABBAGLIAMENTO

Poniamo l'attenzione sul problema dell'abbagliamento.





# Tipi di abbagliamento

- **Abbagliamento fisiologico o abbagliamento disabilitante**

Causa la riduzione delle performance visive dovuta alla diffusione della luce all'interno dell'occhio

- **Abbagliamento psicologico o abbagliamento molesto**

Causa perdita di comfort senza necessariamente provocare una perdita nella visione

# Come si evitano i fenomeni di abbagliamento ?

- Evitando luminanze eccessivamente elevate
- Assicurando un buon rapporto tra le luminanze relative ad elementi presenti all'interno e all'esterno dell'ambiente, ma che ricadono contemporaneamente nel campo visivo dell'osservatore

# Gli indici di abbagliamento

- II DGI (Daylight Glare Index)
- II DGP (Daylight Glare Probability)

## II DGI

Luminanza della sorgente  
iesima [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]

Angolo solido sotteso  
dalla sorgente,  
corretto in relazione  
alla direzione di  
osservazione [sr]

$$DGI = 10 \log \sum_i \frac{0,48 \cdot L_{S,i}^{1,6} \cdot \Omega_i^{0,8}}{L_b + 0,07 \cdot \omega^{0,5} \cdot L_w}$$

Luminanza media delle  
superfici interne che  
rientrano nel campo visivo  
[ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]

Angolo solido totale  
sotteso dalla finestra  
[sr]

Luminanza media  
della finestra  
ponderata rispetto  
alle aree relative di  
cielo, ostruzione e  
terreno [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]

# Il DGI in relazione all'UGR

$$DGI = \frac{2}{3}(UGR + 14)$$

Categorie per la valutazione dell'abbagliamento	UGR	DGI
Appena percettibile	10 - 13	16 - 8
<b>Accettabile</b>	<b>16 - 19</b>	<b>20-22</b>
Fastidioso	22 - 25	24-26
Intollerabile	28	28

## II DGP

Illuminamento verticale  
all'altezza dell'occhio  
dell'osservatore [lux]

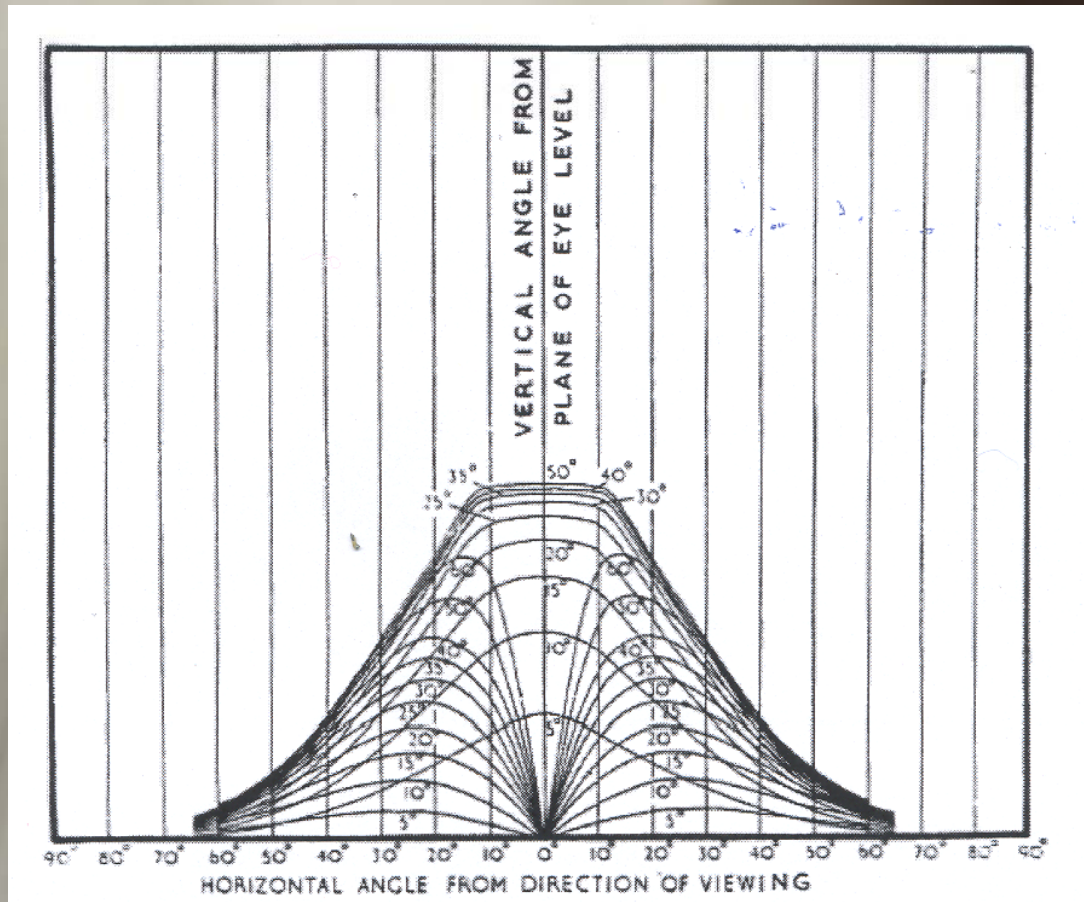
Luminanza della  
sorgente iesima  
[cd/m<sup>2</sup>]

$$DGP = 5,87 \cdot 10^{-5} \cdot E_v + 9,18 \cdot 10^{-2} \cdot \log \left( 1 + \sum_i \frac{L_{S,i}^2 \cdot \omega_{S,i}}{E_v^{1,87} \cdot P_i^2} \right) + 0,16$$

Indice di posizione di  
Guth

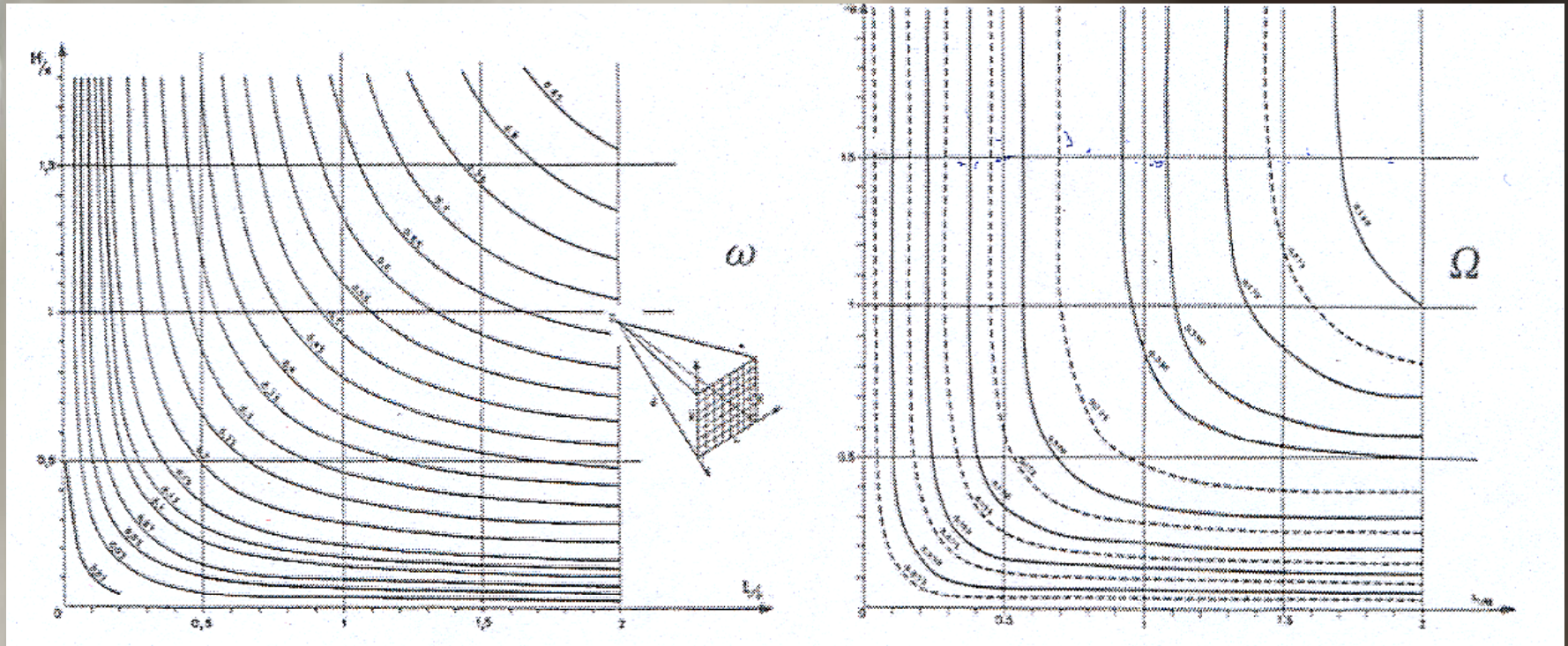
Angolo solido sotteso  
dalla sorgente iesima  
[sr]

# Gli angoli solidi



Petherbridge, Longmore (1954)

# Gli angoli solidi



Chauvel et. Al. (1982)

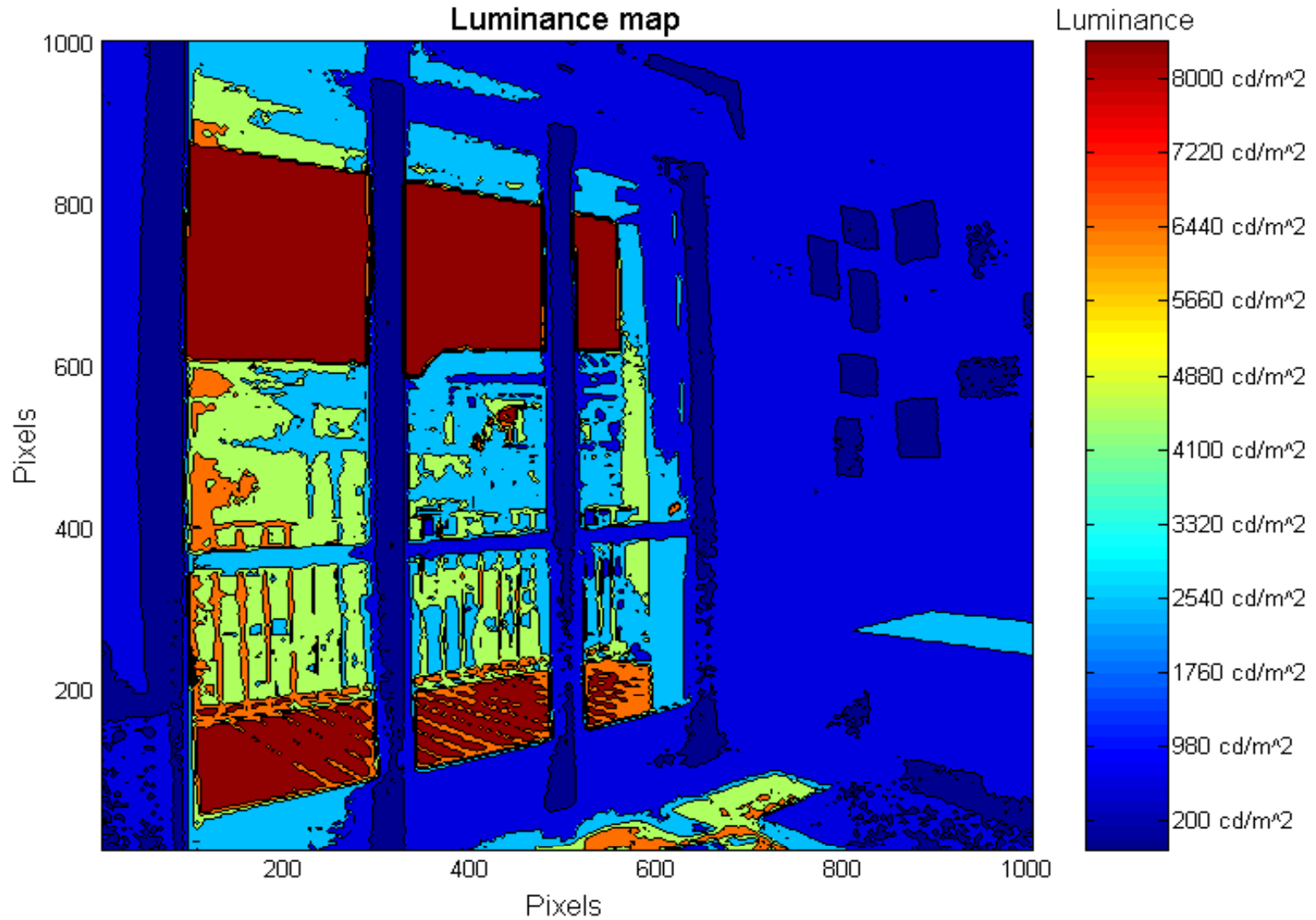


Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Superfici complesse



# Il videoluminanzometro



# Il metodo automatico per il calcolo geometrico

**ANGOLO SOLIDO (STERADIANTI)**

Position Index CieloOstruzioniTerreno DGI

**y**

Vertice in alto a sinistra (metri)  
**x, y**

Finestra  
Altezza (m)   
Larghezza (m)

**H** **T** **R**  **$\alpha$**   **$\beta$**

**X**

Station Point (metri)  
**x, y, z**

Parametri di Hopkinson  
d   
H/d   
L/d

Lsorgente (cd/m<sup>2</sup>)   
Lbackground (cd/m<sup>2</sup>)

**DGI**

DGI

omega  $\omega$   **OMEGA CORRETTO**  $\Omega$

# Dati di output

- $\omega$
- $\Omega$
- DGI
- Possibilità di effettuare sequenze di prove ed elaborazioni
- Possibilità di calcolare altri indici del tipo  
 $G=f(\omega, \Omega, L_s, L_b)$

Valori limite del DGI (UNI 10840)	
Attività	DGI <sub>max</sub>
Laboratori	21
Sale lettura	21
Aule	21
Sale computer	21
Aule da disegno	21
Aule di musica	23
Biblioteche	21
Palestre	23

# Il controllo della luce naturale

**Schermatura:** Louver, Blind, Fish-System, Okasolar, Masosolar, Tende, Tende anti-UV

**Controllo:** Mensola riflettente, Mensola di luce con trattamento ottico, Variable Area Light Reflecting Assembly, Sun-Protection Mirror Louver, Anidolic Ceiling, Anidolic Zenithal Opening, Anidolic Solar Blind, Materiali a selettività angolare, Materiali cromogenici auto-regolanti (fotocromici, termocromici) e attivati elettricamente (elettrocromici, Reflective Hydrides, vetri a cristalli liquidi, Suspended Particle Display, Transparent Insulating Materials, Aerogels), Okalux, Kapilux, Okapane e Kapipane, Film olografici, Vetri a guide di luce con film olografico, Veneziana olografica, Filtri ant-UV e anti-IR, Vernici riflettenti, Pannello prismatico, Sun Shading Louver, Huppe System, Sun-Directing Glass

**Conduzione:** Laser-Cut Panel, Veneziana mobile con Laser-Cut Panel, Angolare Selective Skylight

**Diffusione:** Lucernari, Lucernari riflettenti, Shed, Cupola trasparente, Prisma riflettente

**Trasporto:** Light pipe, Camino di luce passivo e attivo con testa di captazione mobile o con eliostato

Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Internal Light shelf



Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# External Light shelf



# Shading louvers





Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Internal Curtain



Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Internal Blinds



Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Internal Venetian Blinds



# External Blinds



Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# External Venetian Blinds



# Skylight



# Light chimney / Sky tube



Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Electrochromic glass





Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Laser cut panel

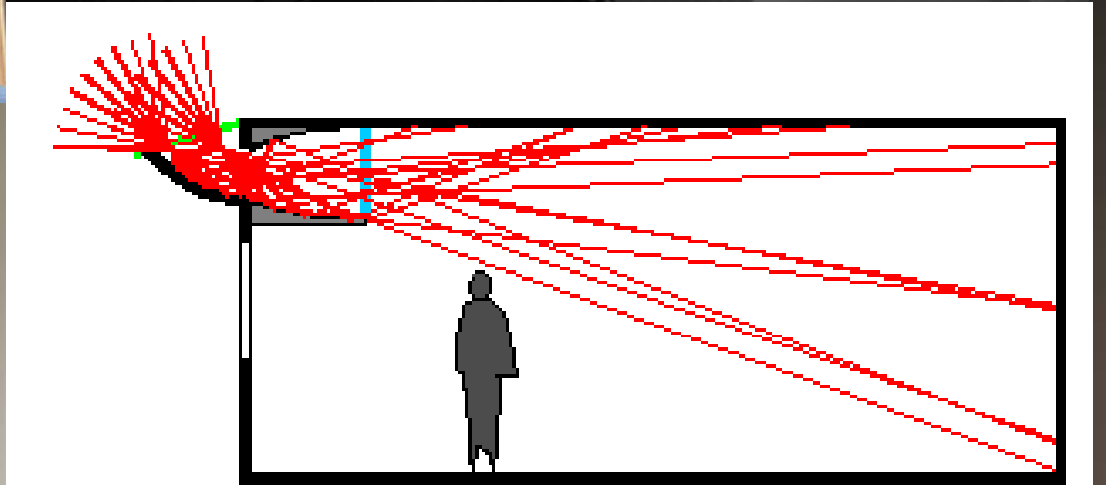


# Light pipe



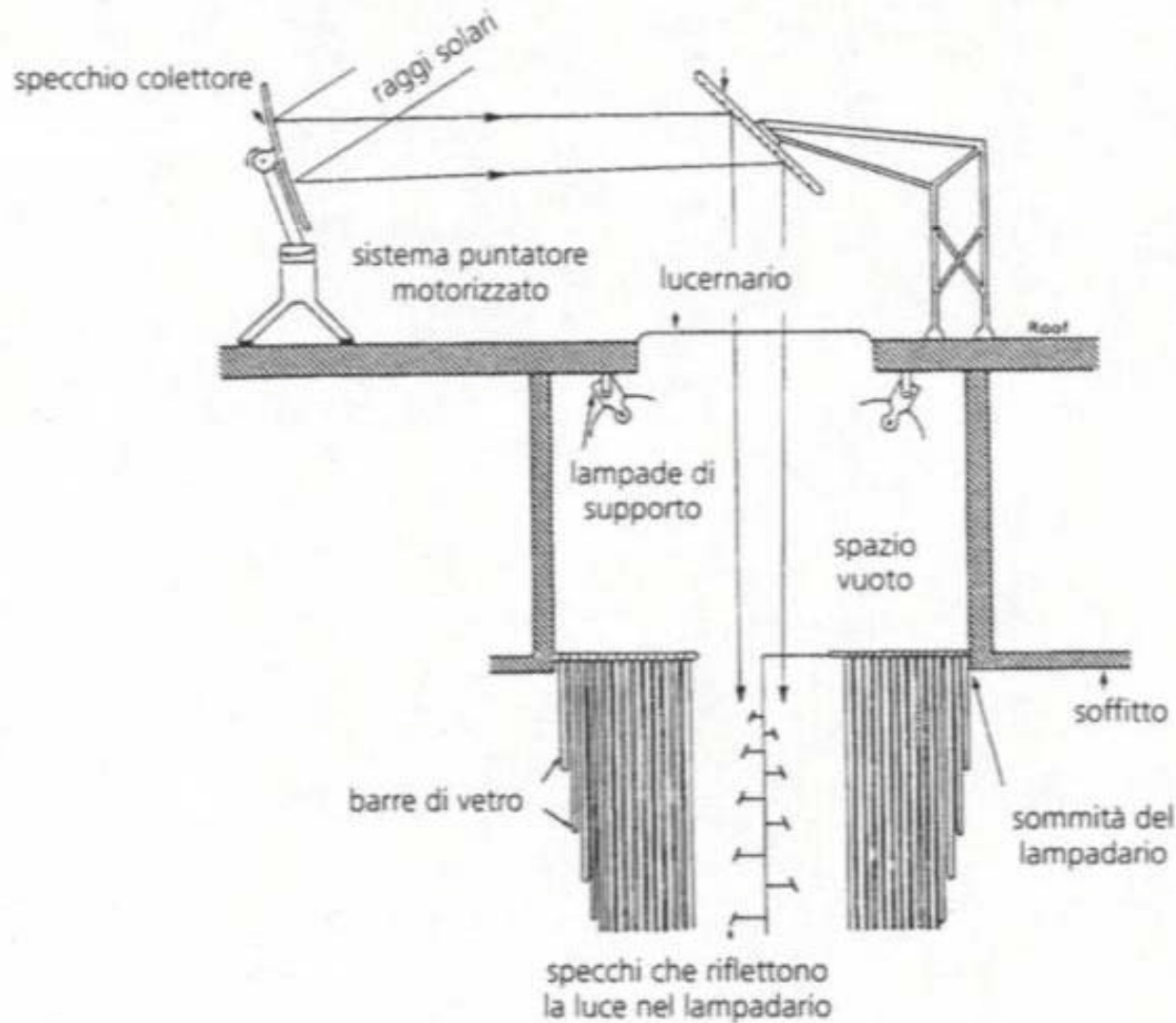
Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

# Anidolic Zenithal Opening



# Integrated System

Sistema adottato nell'atrio dell'aeroporto di Manchester

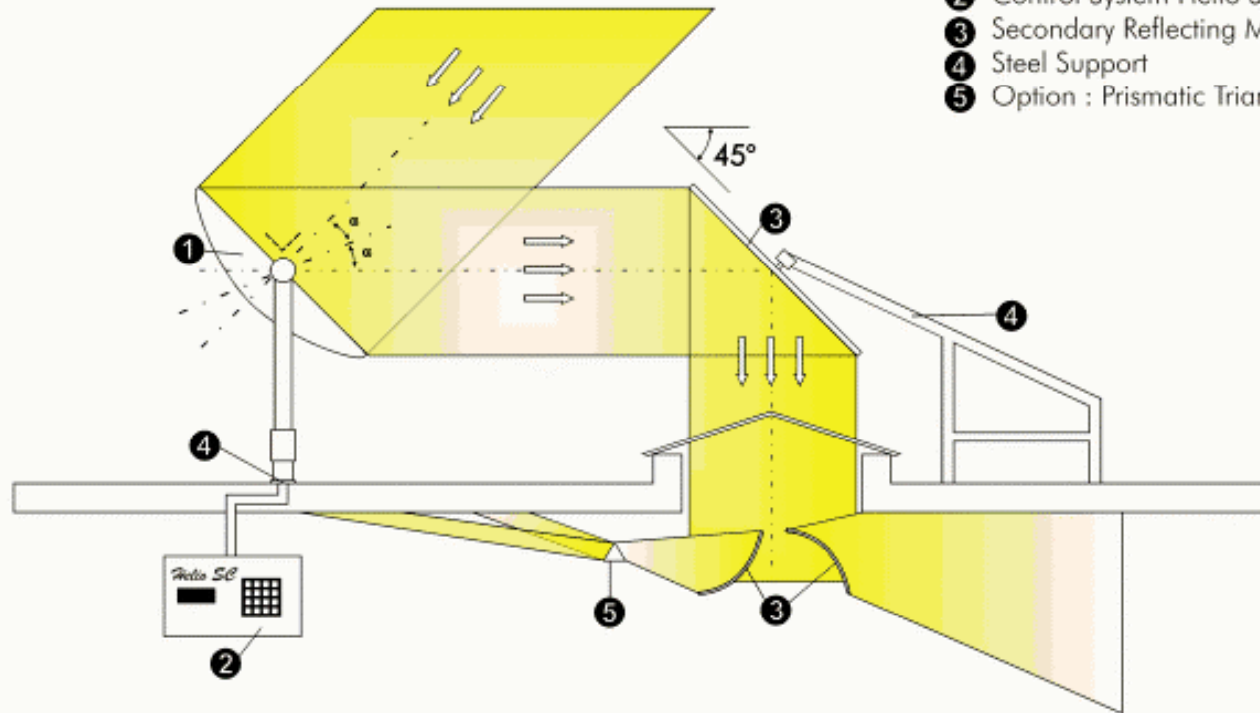


# Heliostatic System

## Heliostatic System



- ① Heliostat LIGHTRON (mobile)
- ② Control System Helio SC
- ③ Secondary Reflecting Mirrors
- ④ Steel Support
- ⑤ Option : Prismatic Triangle



## Functional Description

# Liquid crystal window

Abitazione dotata di vetrata a cristalli liquidi; a sinistra lo stato inattivo in cui il vetro è traslucido e presenta una colorazione bianco-latte. Il vetro diventa trasparente (immagine a destra) quando, tramite un semplice interruttore, si attiva il campo elettrico.

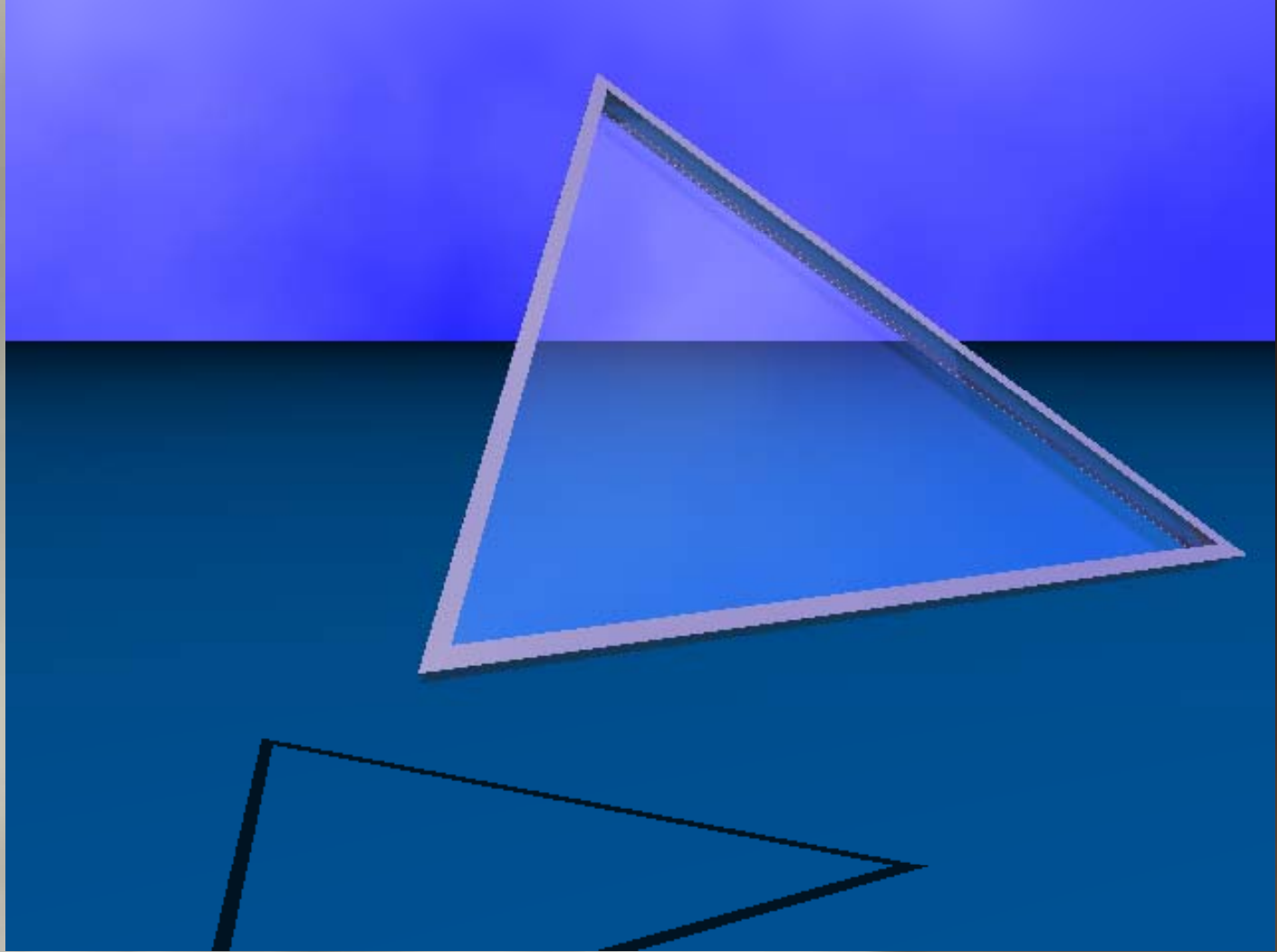


# Holographic film

A seconda della posizione del sole i pannelli possono ruotare e deviare la radiazione solare impedendo che essa penetri all'interno dell'abitazione.



# Aerogel window





Prof. Arch. Laura Bellia,  
Ing. Gennaro Spada

Grazie per l'attenzione