

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**



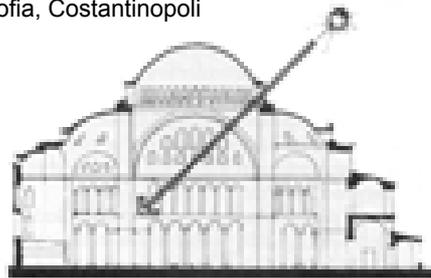
illuminazione naturale: principi e componenti

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

1

fino ai primi decenni di questo secolo l'apporto dell'illuminazione naturale è stato un fattore determinante nella progettazione della maggior parte degli edifici e nel disegno del loro involucro esterno

S.Sofia, Costantinopoli



l'utilizzo dell'illuminazione fluorescente e l'energia a basso costo hanno però reso possibili progettazioni dove i rapporti tra esterno e interno in architettura venivano profondamente mutati ...

l'accesso dei raggi solari cominciava a non essere più garantito in tutti gli ambienti utilizzati dall'uomo e ciò si univa agli effetti derivanti dall'uso della climatizzazione artificiale

questa fase, che si sta vivendo ancora oggi è però destinata a cedere il passo ad una riconsiderazione dell'importanza dell'ambiente circostante e dei fattori che ne determinano qualità e microclima, visti gli effetti dannosi che l'uomo ha causato sulla biosfera e il problema dell'esaurimento delle risorse



nel caso della luce naturale incide però anche un altro fattore:

la risposta negativa degli esseri umani alla vita in ambienti parzialmente o completamente illuminati in modo artificiale

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

2

l'assenza di luce naturale e ed un eccessivo uso di quella artificiale causano problemi di tipo psicofisico come:

demotivazione al lavoro,

desincronizzazione interna indotta dalla carenza di percezione dello scorrere del tempo,

stati depressivi,

frequenti mal di testa,

affaticamento visivo,

problemi di pressione sanguigna

la luce del giorno è poi la luce alla quale siamo naturalmente adattati, è quella con la quale confrontiamo ogni altro tipo di luce, e con cui possiamo vedere le cose, con i loro colori, come esse realmente sono

da sempre, fatta eccezione per quest'ultimo breve periodo storico, l'illuminazione naturale è stata una fondamentale discriminante critica nel progetto degli edifici di alta qualità architettonica, oggi il suo significato va recuperato



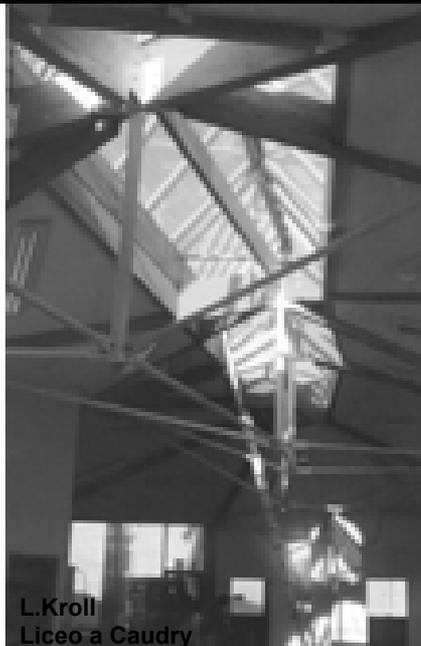
Le Corbusier_Cappella di Ronchamp

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

3

l'uso di luce solare è poi importante anche per il risparmio energetico

la **luce artificiale** comporta **alti consumi** perché da un lato essa richiede l'apporto di grandi quantità di **energia elettrica**, dall'altro un suo uso eccessivo può creare, d'estate, un **surriscaldamento** degli ambienti interni al quale può essere necessario far fronte con ulteriori sprechi



L.Kroll
Liceo a Caudry



l'illuminazione naturale dipende da molti fattori:

la latitudine,

la topografia del luogo,

l'orientamento,

la pendenza,

le condizioni meteorologiche,

l'ora del giorno e la stagione,

la presenza di ostacoli,

la capacità di riflessione degli edifici esistenti,

...

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

4

tali fattori creano situazioni di illuminazione diverse in luoghi diversi ma anche una certa variabilità della luce naturale in uno stesso luogo



sebbene, anche nei paesi più a Nord dell'Europa, per la maggior parte del giorno, i livelli di luce naturale superino abbondantemente quelli per lo svolgimento di normali attività, **questa variabilità, se eccessiva, può causare, insieme ad altri problemi come l'abbagliamento, la mancanza di privacy o la diversità dei livelli luminosi in uno stesso ambiente, problemi di comfort**

la diversità dei livelli luminosi può essere un fattore determinante perché la percezione della luce, da parte delle persone, è relativa

una persona può non sentire il bisogno di luce artificiale se quella naturale garantisce un certo livello di illuminazione in un certo punto di una stanza e contemporaneamente garantisce livelli di illuminazione simili nelle aree circostanti, il bisogno di luce artificiale può invece essere sentito, anche se nel punto considerato vi è un grado di illuminazione superiore al precedente, quando contemporaneamente altre parti della stanza siano molto più illuminate

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

5

e' indispensabile allora una progettazione attenta, capace di utilizzare i vari dispositivi per l'illuminazione solare con coerenza, con attenzione alle condizioni di illuminamento richieste nei vari locali e offerte dall'ambiente esterno

è importante cioè che non ci si adoperi solo per aumentare l'apporto di luce naturale ma anche per gestirlo correttamente attraverso una progettazione accurata degli strumenti di passaggio, conduzione e controllo della luce solare ma anche attraverso una corretta predisposizione degli ambienti interni

gli ambienti interni devono essere opportunamente orientati, secondo l'attività che in essi si svolge e che può richiedere più o meno luce

occorre che siano studiati: la loro dimensione, la loro forma ed i loro colori



es.

una parete bianco brillante liscia può riflettere l'85% della luce incidente, una parete color crema circa il 75% e una parete gialla solo il 65%; colori brillanti, come l'arancione, assorbono circa il 60% della luce che li colpisce

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - modulo: tecnologie bioclimatiche

6

se è vero che la luce solare può avere effetti positivi sul risparmio energetico, sull'ambiente e sulla salute dell'uomo è anche vero che le soluzioni che consentono la sua captazione e il suo utilizzo (da una semplice maggior apertura delle facciate ben esposte all'uso delle tecnologie più sofisticate), hanno costi piuttosto elevati

per limitare tali costi occorre una capacità di controllo sulla possibilità di integrazione con altri tipi di strategie applicati all'edificio

per esempio può essere utile l'uso di elementi polifunzionali con i quali operare, oltre che sulla luce naturale, sulla ventilazione o sul riscaldamento solare, ma occorre anche saper valutare eventuali incompatibilità tra tecniche bioclimatiche diverse

dispositivi per l'illuminazione naturale: i componenti di passaggio, conduzione e controllo della luce del sole

la necessità di trasportare la luce solare all'interno di un edificio e di garantire specifiche condizioni luminose ha determinato una costante evoluzione dei dispositivi per l'illuminazione naturale

tali dispositivi sono di diverso tipo, si possono infatti dividere almeno in tre differenti categorie: componenti di passaggio, di conduzione e di controllo della luce solare

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

7

i componenti di passaggio permettono alla luce naturale di passare da un ambiente illuminato ad un altro, essi sono: la finestra, la portafinestra, il muro traslucido, il lucernario, la copertura rialzata, lo shed, il soffitto traslucido

i componenti di conduzione guidano e distribuiscono la radiazione luminosa all'interno di un edificio, essi sono: la loggia o la galleria, il portico, il patio, l'atrio, la serra, i condotti di luce, i sistemi a fibre ottiche

i componenti di controllo favoriscono o limitano il passaggio della luce, cambiandone eventualmente alcune proprietà (colore, distribuzione, ecc...), essi sono: i vetri speciali, gli scaffali di luce e i vari sistemi di schermatura

COMPONENTI DI PASSAGGIO

le finestre e le portefinestre sono i più semplici e usuali sistemi per il passaggio della luce naturale

le dimensioni delle finestre sono legate a quelle dell'ambiente da illuminare; affinché esso raggiunga un opportuno livello di illuminamento, quando riceve luce solo da un lato, dovrebbe essere rispettata tale relazione:

(Energy Research Group, University College Dublin)

$$[(L / W) + (L / H)] \ll [2 / (1 - R_b)]$$

dove: L è la profondità della stanza; W è la larghezza della stanza; H è l'altezza della sommità della finestra dal pavimento; R_b è il fattore di riflessione media delle superfici nella parte retrostante della stanza

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

8

il muro traslucido, realizzato con diversi sistemi, può essere una soluzione, per il passaggio della luce

esso può modificare la luce entrante, in relazione alle sue caratteristiche ottiche, e favorire, di norma, un livello luminoso abbastanza omogeneo ed elevato nelle zone interne adiacenti

normalmente occupa superfici laterali intere, dal pavimento al soffitto, e può essere realizzato in mattonelle o in lastre sagomate in vetro o materiali acrilici (anche TIM)

specie se usato in combinazione con altre soluzioni di passaggio della luce, portefinestre e finestre, può creare effetti di abbagliamento



altra soluzione per il passaggio della luce, alla quale si è accennato in precedenza nell'ambito dello studio di sistemi a guadagno diretto, è il lucernario

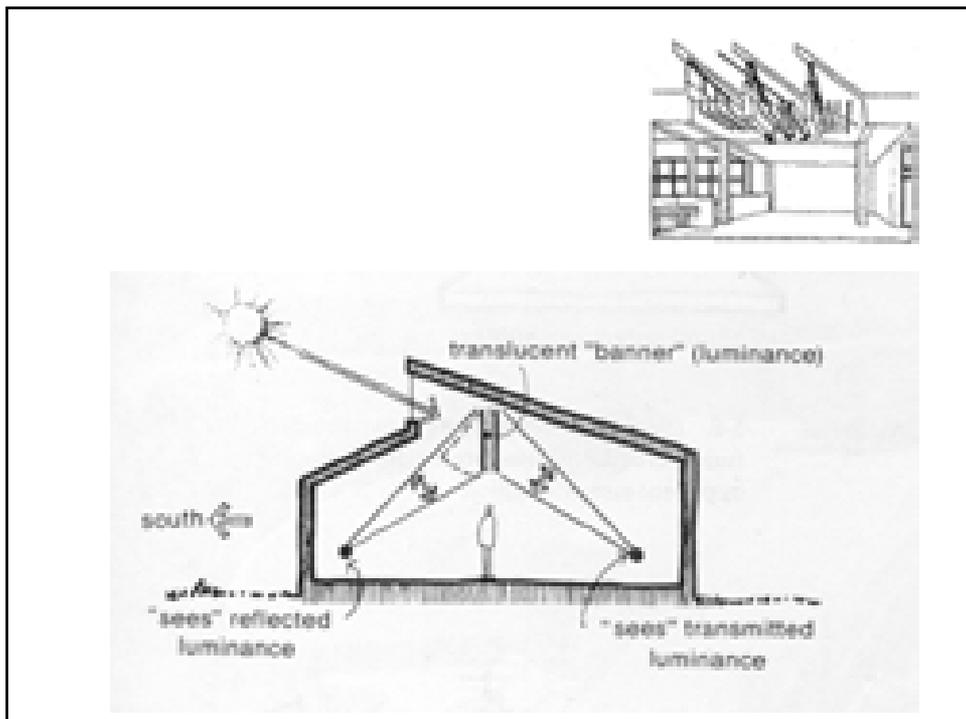
la copertura rialzata si ottiene, generalmente, sollevando una porzione del tetto, comprendente il colmo, rispetto alle falde, e lasciandola aperta e vetrata lateralmente

più frequente può essere il suo uso, come quello degli shed (che garantiscono un'illuminazione più stabile ed omogenea), nell'architettura di tipo industriale

il soffitto traslucido è una chiusura orizzontale che separa lo spazio interno da quello esterno, oppure spazi interni sovrapposti, e permette il passaggio di luce zenitale fornendo un livello luminoso piuttosto alto e omogeneo

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

9



COMPONENTI DI CONDUZIONE

la galleria o la loggia è uno spazio coperto illuminato, che può essere chiuso da elementi vetrati e abitabile

essa garantisce condizioni di illuminazione stabili con riduzione dei contrasti luminosi

molto importante è la sua finitura interna, dal colore della quale dipende la diffusione della luce negli spazi adiacenti dell'edificio



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

10

il portico fornisce luce naturale poco contrastata e piuttosto stabile, e genera un ambiente protetto dalla radiazione solare diretta

anche in questo caso è importante la finitura interna

la corte o il patio sono spazi che permettono il controllo della luce naturale e la sua distribuzione all'interno dell'edificio

coloriture chiare aumentano il livello luminoso al loro interno e le loro capacità di conduzione della luce ai piani bassi dell'edificio

l'atrio è un elemento che può essere coperto con materiali traslucidi o trasparenti e permette l'ingresso di luce poco contrastata in spazi interni di un edificio ad esso collegati tramite componenti di passaggio

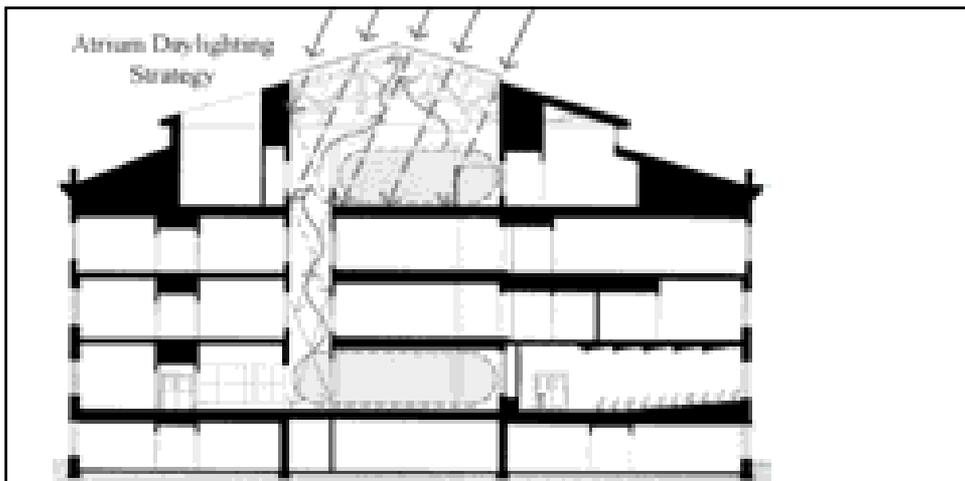
le finiture interne dell'atrio devono essere chiare

alle nostre latitudini vanno previste schermature che evitino il surriscaldamento estivo



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

11



la serra che, come si è visto, può essere uno degli elementi di captazione passiva più efficaci, garantisce, di norma condizioni luminose simili a quelle esterne permettendo, però un loro controllo con l'uso di schermature, vetri speciali, superfici riflettenti

i **condotti di luce** sono sistemi che servono a trasportare la luce diurna in ambienti che non hanno altre possibilità di essere illuminati naturalmente

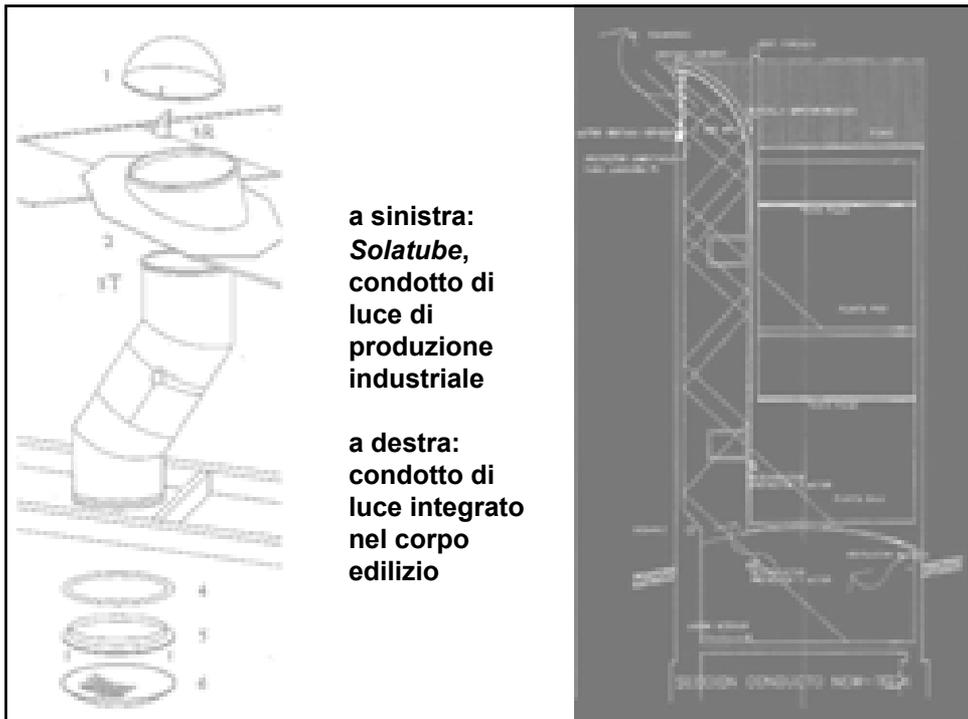
consistono generalmente in colonne o spazi ricavati internamente all'edificio, verticali o orizzontali, costruiti in mattoni, calcestruzzo, ecc... ma, internamente, rivestiti con superfici riflettenti

ad essi la luce viene fornita dall'esterno attraverso specchi che devono essere rivolti costantemente verso il sole

la tecnologia sulla quale si basano è piuttosto semplice ma i rendimenti non sono molto elevati ed i condotti devono spesso avere dimensioni notevoli (da 0,5 x 0,5 m a 2 x 2 m) il che può complicare una loro applicazione

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

12



i sistemi a fibre ottiche servono a trasportare la luce naturale in zone che altrimenti potrebbero essere illuminate solo artificialmente

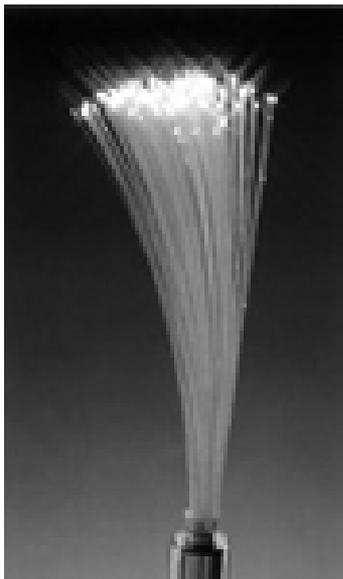
le fibre ottiche possono essere vitree o plastiche ed hanno avuto già un'ampia sperimentazione nel campo del trasporto della luce artificiale

per quanto riguarda la luce naturale essa presenta il problema della scarsa intensità per cui, per essere fatta passare attraverso le fibre ottiche, deve essere concentrata in una zona ristretta da particolari sistemi chiamati collettori solari a focheggiamento orientabili con lenti di Fresnel o specchi cilindrici semplici o doppi

limiti, per quanto riguarda la capacità di captazione della luce solare, sono dati dal fatto che la concentrazione di quest'ultima provoca un innalzamento della temperatura che può essere sopportato solo fino a un determinato valore (circa 250°C) dalle fibre ottiche

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

13

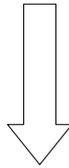


i componenti ora descritti, tra i più innovativi sistemi di conduzione della luce, sono però ancora in fase sperimentale, il loro costo è abbastanza elevato rispetto al rendimento e la tecnologia, sulla quale si basano, legata a campi molto avanzati (come la telematica) per ora non ancora ben integrati con quelli dell'edilizia corrente

COMPONENTI DI CONTROLLO

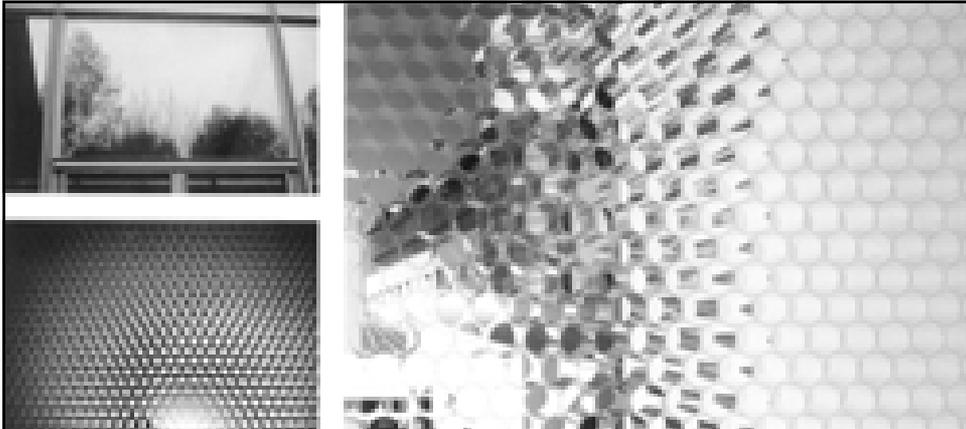
tra i componenti di controllo della luce naturale si possono innanzitutto ricordare i vetri speciali, di questi si parlerà in un'altra lezione

di seguito solo alcuni accenni a prodotti di particolare interesse per quanto riguarda il controllo dell'illuminazione naturale



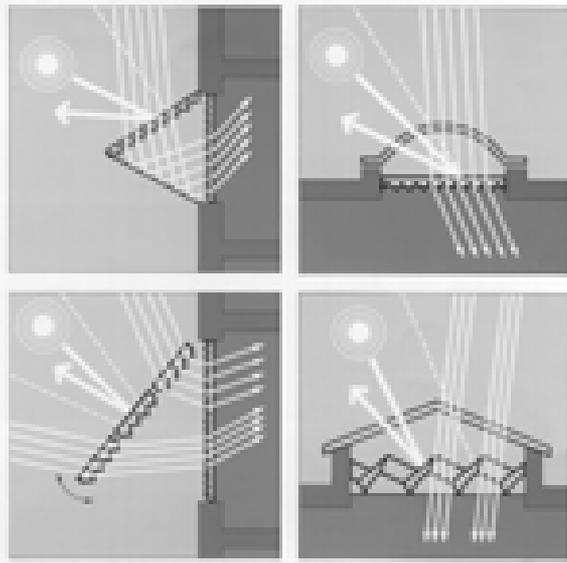
facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

14



un vetro molto innovativo, per quanto riguarda la captazione di luce naturale, ma che ha anche applicazioni nel riscaldamento passivo, è l'isolante termico traslucido in vetro Helioran, della Schott-Rohr Glas GmbH

si tratta di un sistema realizzato con tubi in vetro, posti, l'uno accanto all'altro, nella sezione dell'elemento e capaci di indirizzare la luce naturale per distribuirla all'interno nel modo desiderato



le vetrate prismatiche (attualmente prodotte dalla Siemens) utilizzano la proprietà, del vetro o delle materie plastiche trasparenti, di riflettere diverse proporzioni della luce che giunge su di loro, a seconda dell'angolo di incidenza, trasmettendo in misura maggiore i raggi con direzione che si avvicina alla normale alla loro superficie

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
 corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

15

la luce trasmessa viene direzionata poi verso il soffitto grazie alle sfaccettature presenti sulla superficie interna o esterna della lastra e da qui diffusa in modo più omogeneo nell'ambiente interno

tali componenti, però, modificano l'immagine degli oggetti osservati ed è per questo motivo che, di norma, se ne limita l'uso alla sola parte superiore delle vetrate

in questa posizione i vetri prismatici possono essere usati, in una combinazione di due lastre (di cui una verticale ed una aggettante) e di uno strato riflettente: si ottiene così una sorta di schermo che ostruisce il passaggio dei raggi solari quando questi sono bassi sull'orizzonte, e favorisce invece (grazie a una serie di riflessioni) il passaggio di luce zenitale, ridirezionandola sul soffitto del locale su cui si interviene

un inconveniente dei sistemi a vetri prismatici è quello di accumulare polvere compromettendo, nel tempo, il proprio funzionamento è per questo che spesso essi vengono inglobati tra lastre di vetro piano

tra i componenti di controllo si possono ricordare anche gli scaffali di luce

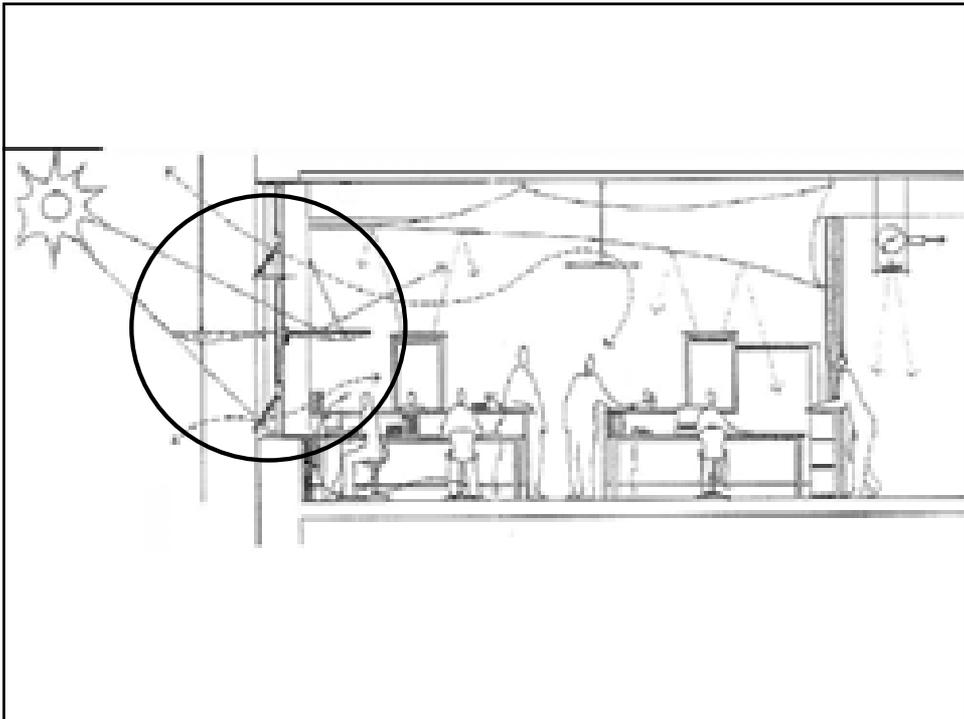
sono elementi posizionati orizzontalmente, sopra il livello dell'occhio all'interno di un componente di passaggio verticale, che ne rimane diviso in due parti distinte, una inferiore ed una superiore

servono per proteggere la zona a ridosso delle aperture dell'edificio intercettando la radiazione solare diretta e ridirezionandola sul soffitto, ottenendo un'illuminazione più uniforme

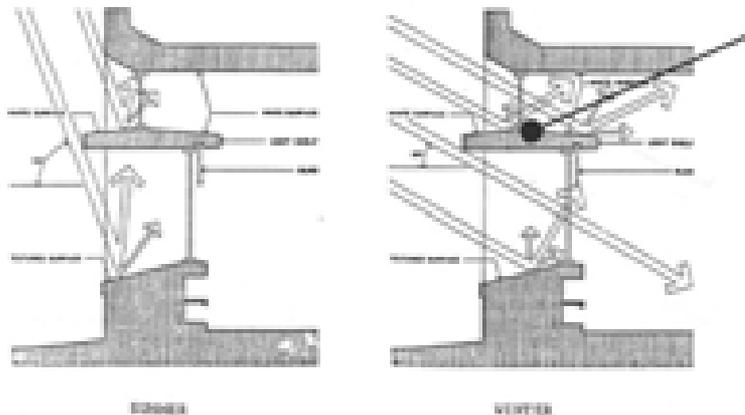
possono essere di diversi materiali e dimensioni e generalmente sono dotati, sul lato superiore, di una superficie riflettente

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

16



anche le **strombature delle finestre** e i **davanzali**, se opportunamente studiati, in dimensioni e colori, possono avere funzione di indirizzare parte della luce incidente sul soffitto e le pareti laterali



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

17

ancora, tra i vari sistemi di controllo della luce naturale, vi sono le **schermature** delle quali si parlerà in un'altra lezione

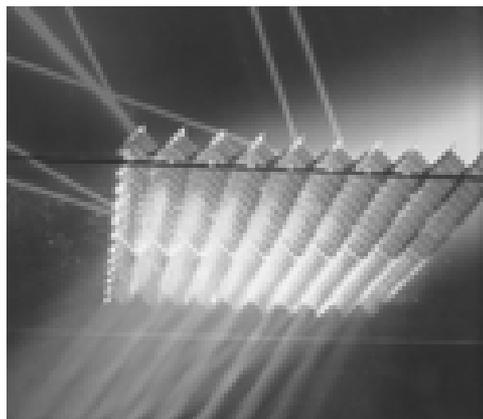
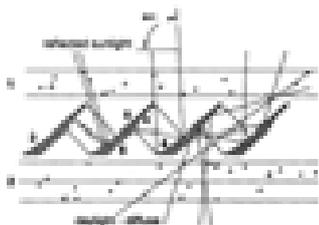
tra esse i **componenti a lamelle riflettenti**

sul mercato esistono diversi tipi di questi sistemi: a lamelle orizzontali, a lamelle verticali e a lamelle incrociate

i componenti a lamelle orizzontali sono prevalentemente utilizzati sulle facciate Sud, quelli a lamelle verticali sono ideali per esposizioni a Sud-Est e a Sud-Ovest, quelli a lamelle incrociate sommano i vantaggi degli uni e degli altri ma riducono notevolmente il livello di illuminamento e la veduta dell'esterno

esistono sia elementi a lamelle fisse che elementi a lamelle mobili, i primi richiedono minore manutenzione ma offrono minori possibilità di schermatura e captazione della luce naturale durante la giornata

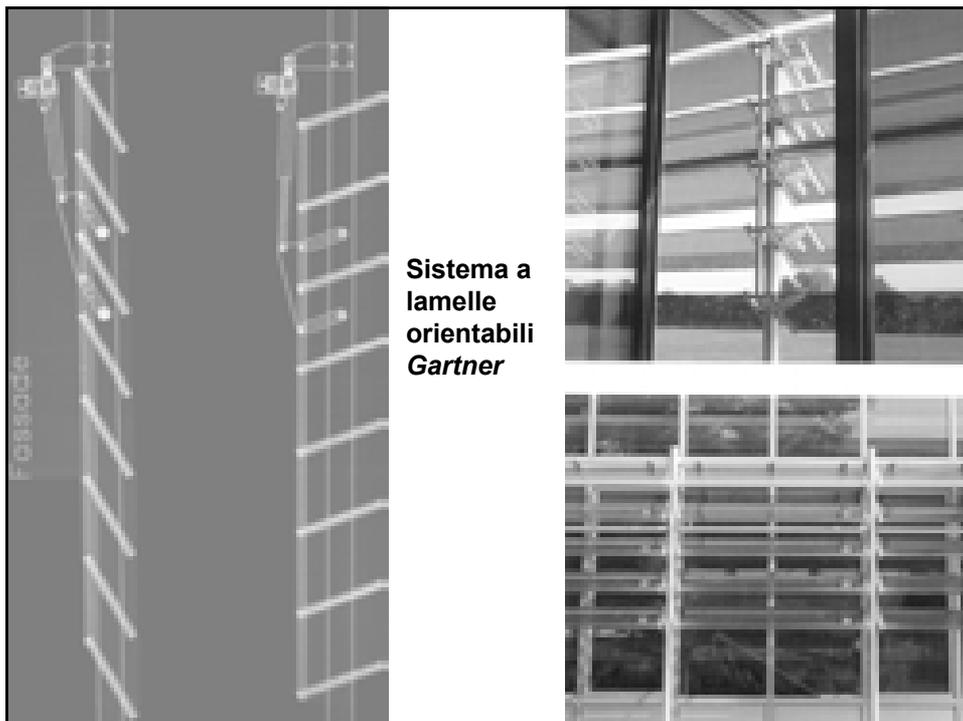
bisogna ancora ricordare che le lamelle riflettenti possono essere posizionate all'esterno del vetro, tra due vetri o sul lato interno dei vetri, dentro lo spazio in cui esercitano il loro effetto

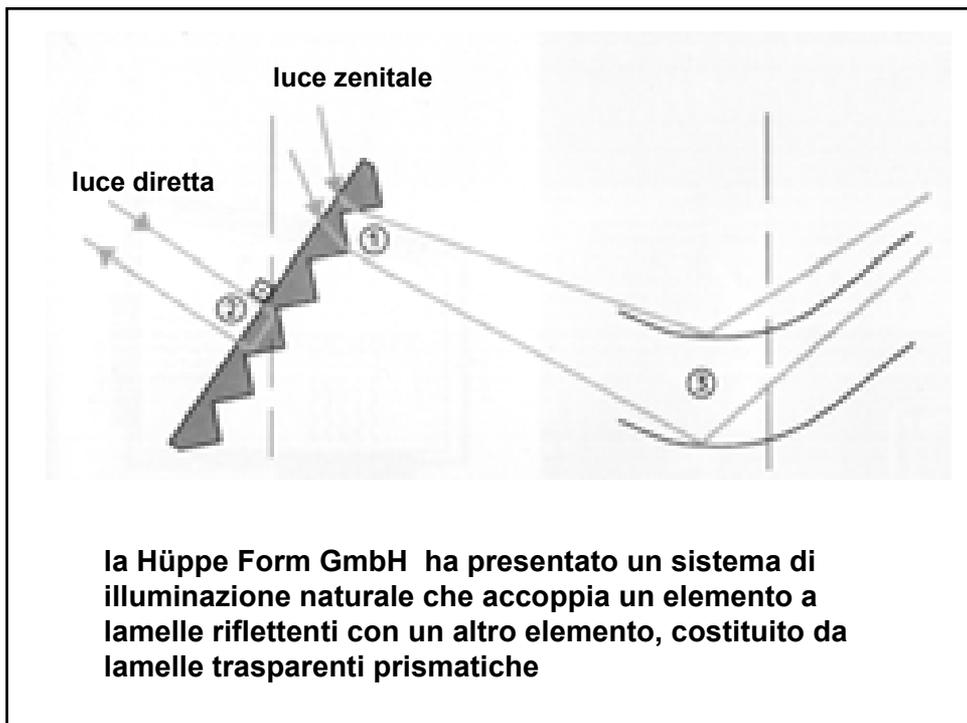


Centro per esposizioni e congressi
Linz 1986-94 – di T.Herzog & C.
sistema di diffusione della luce AG
Siemens

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

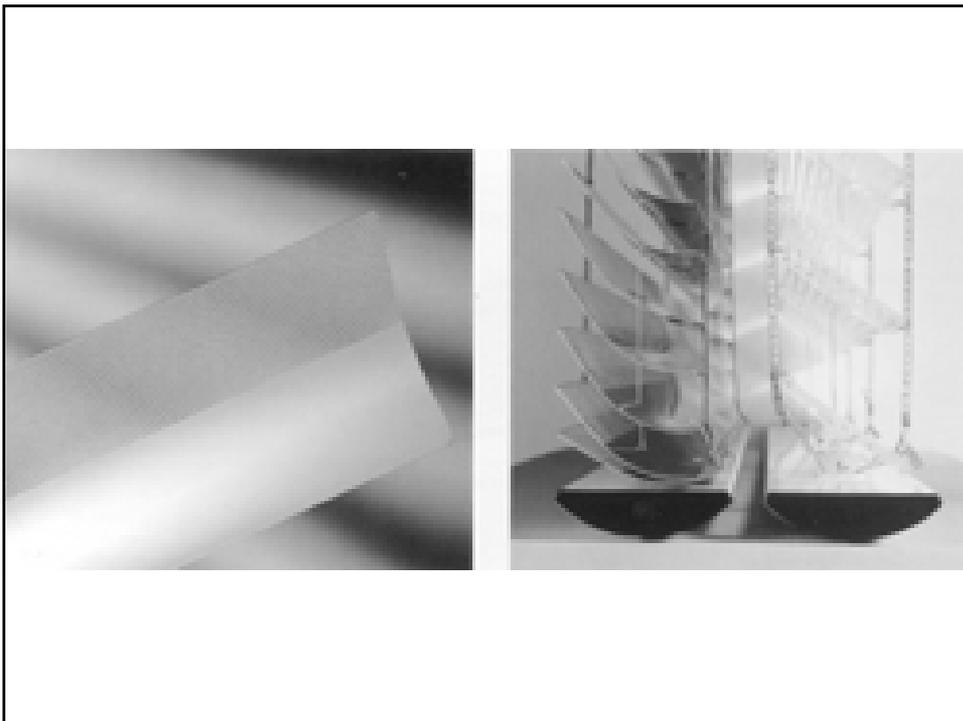
18





facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

19



Descrizione del campo luminoso confinato

grandezze fondamentali che definiscono il fenomeno luminoso:

FLUSSO LUMINOSO: è la quantità di energia emessa da una sorgente luminosa nell'unità di tempo e si misura in **LUMEN (Lm)**;

INTENSITA' LUMINOSA: è la quantità di energia emessa da una sorgente luminosa nell'unità di tempo per un determinato angolo solido e si misura in **CANDELE (Cd=Lm/sr)**;

ILLUMINAMENTO: rappresenta la quantità di energia su una superficie, si misura in **LUX (Lm/mq)** ed è il parametro più indicativo per il comfort visivo;

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

20

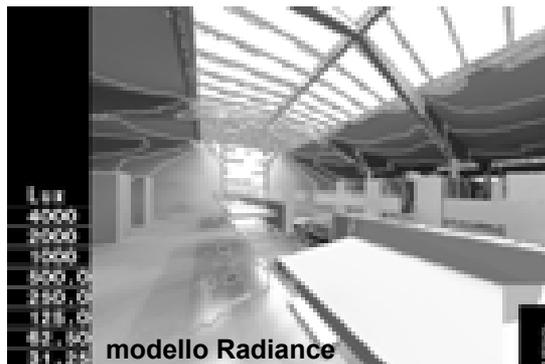
LUMINANZA: indica la sensazione percepita dall'occhio umano che osserva una superficie illuminata e si misura in **Cd/mq**

la differenza di luminanze determina un **contrasto (C)** che è proporzionale alle luminanze stesse; in particolare se c'è un oggetto di luminanza L_o su una superficie di luminanza L_b si ha che: $C=(L_o-L_b)/L_b$

un altro fenomeno di particolare rilevanza è l'**abbagliamento**

abbagliamento: effetto molesto per la visione causato da un eccessivo contrasto tra elementi aventi luminanza differente che si trovino nel campo visivo dell'osservatore, la sua valutazione è piuttosto complessa e può essere legata a fattori oggettivi e soggettivi

esistono misurazioni oggettive del campo luminoso in uno spazio confinato ma il problema della percezione che i residenti hanno di un certo ambiente luminoso è legato anche a fattori di tipo psicologico e culturale o ad esigenze biologiche dal soddisfacimento delle quali può dipendere non solo il comfort ma anche la salute dell'uomo



occorre rilevare anche che la luce, oltre che elemento fisico, psicologico, biologico, può essere un mezzo creativo e di conoscenza e questo introduce tutta un'altra serie di variabili nel processo di progettazione di un ambiente luminoso

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

21

esistono strumenti per la valutazione del campo luminoso che considerano molti di questi aspetti, uno di particolare interesse è quello sviluppato da Alessandro Rogora

secondo questo sistema per studiare un ambiente dal punto di vista luminoso occorre conoscere il campo luminoso confinato

si definisce campo luminoso confinato un campo luminoso geografico naturale (che è quello che c'è in un'area completamente libera) perturbato dalla configurazione dell'ambiente circostante e dall'involucro dell'edificio, che agisce come un insieme di barriere e connessioni tra interno ed esterno

le variabili fondamentali che identificano un campo luminoso confinato sono cinque: il livello luminoso, la stabilità, il tipo di luce, il gradiente, la morfologia

il livello luminoso indica la quantità media di luce in un determinato ambiente e può essere espresso sia indicando valori numerici (livello assoluto) sia indicando valori percentuali rispetto alle condizioni di illuminazione esterne

a seconda dei vari compiti da svolgersi in un edificio e della latitudine del sito in cui è posto sono stabiliti diversi gradi di illuminamento in Lux o diversi valori percentuali di fattore di luce diurna

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

22

il fattore di luce diurna è il rapporto tra l'illuminazione determinata in un punto da un cielo di luminanza nota e quella che si misurerebbe nello stesso momento in un intorno privo di costruzioni

$$df = (E_{in} / E_{out}) \times \%$$

dove: df = fattore di luce diurna, E_{in} = illuminamento interno medio, E_{out} = illuminamento esterno orizzontale non ostruito

il fattore di luce diurna deve essere indicativamente pari al 5% per una buona illuminazione naturale senza ausilio di illuminazione artificiale

le normative prevedono il 2%

il fattore di luce diurna può essere calcolato con specifiche rilevazioni o con la seguente formula:

$$df = T Aw J / [A(1-R^2)] \%$$

dove: T= trasmittanza del vetro comprensiva delle correzioni per lo sporco sul vetro (per vetro singolo chiaro è 0,8 circa),

Aw = area vetrata netta della finestra,

A = area totale delle superfici della stanza (soffitto, pavimento, pareti finestre);

R = fattore di riflessione media (si può considerare = 0,5 per stanze di colore chiaro),

J = angolo di cielo visibile misurato tra due rette nel piano verticale della finestra che partono dal centro della finestra e vanno, una, sull'altezza massima di eventuali ostruzioni, l'altra sul bordo superiore esterno della finestra

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

23

la stabilità indica la capacità del campo confinato di mantenersi invariato al variare del campo esterno

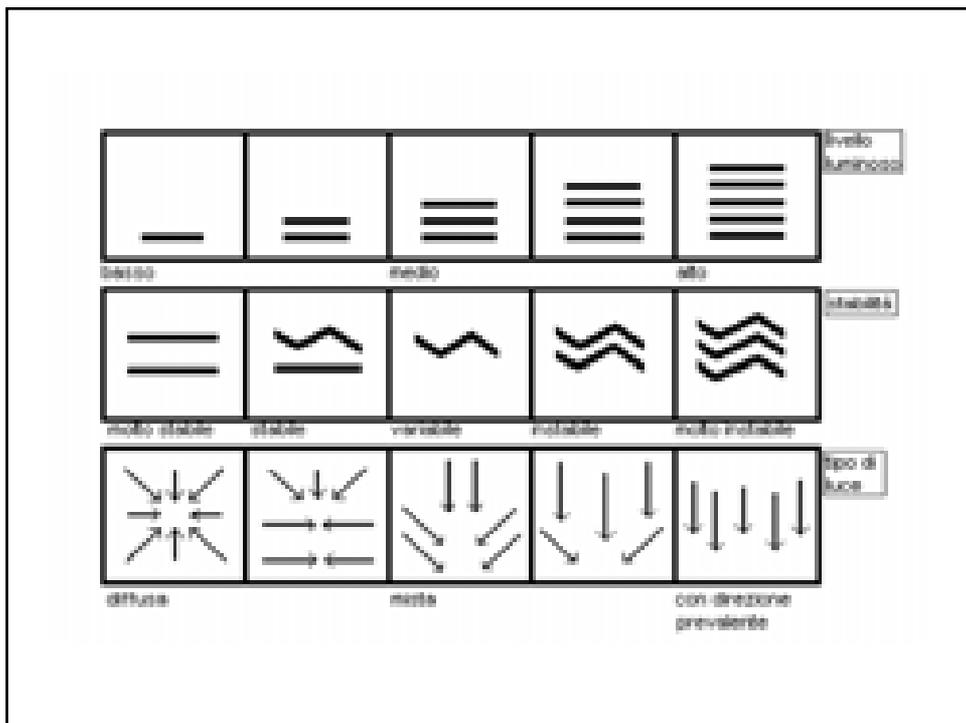
come il livello luminoso è rappresentabile graficamente attraverso un'icona che considera l'esistenza di cinque classi

il tipo di luce indica la distribuzione spaziale della luce in un ambiente

questa può variare da condizioni di illuminazione omogenea e diffusa a condizioni di illuminazione diretta o comunque con una direzione predominante

nel caso di luce diffusa le ombre risultano morbide, le forme tridimensionali molto marcate, i contrasti meno leggibili ed i colori più omogenei

nel caso di illuminazione con una direzione prevalente le ombre saranno dure, i contrasti forti, le differenze di colore molto nette



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
 corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

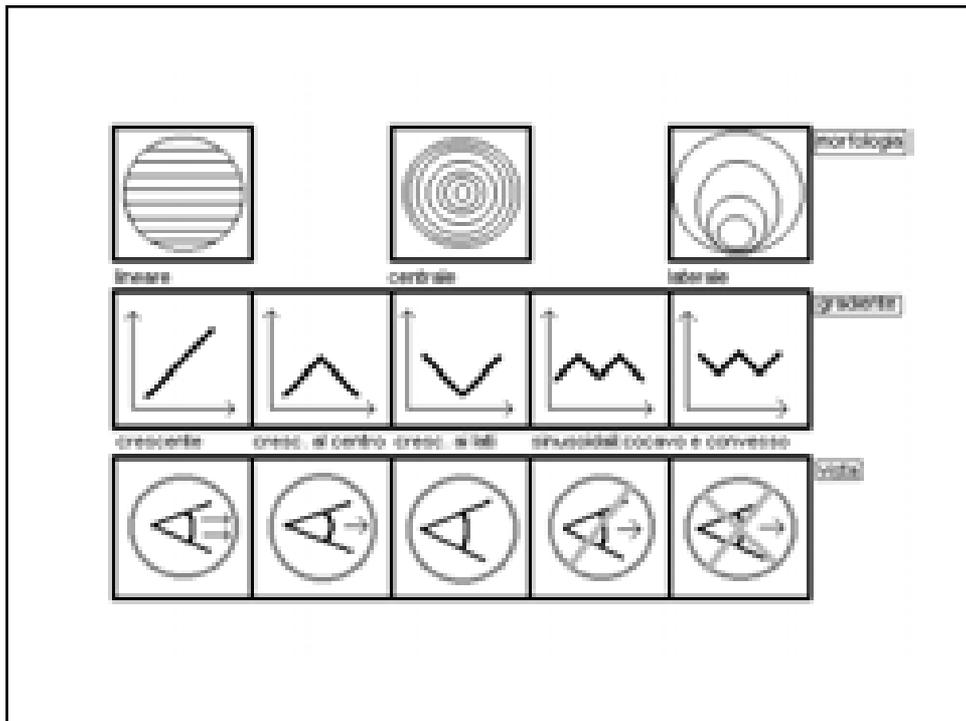
24

la **morfologia** indica la distribuzione dei punti che giacciono su un piano orizzontale di riferimento e che presentano uguali condizioni di illuminazione; essa si può rappresentare attraverso curve di isolux (per ciascuna delle quali si hanno appunto stessi livelli di illuminazione

il **gradiente** indica il livello luminoso delle diverse curve di isolux, indicate dalla morfologia e si può esprimere graficamente

oltre a queste cinque variabili fondamentali ve ne sono altre, ad esse più o meno legate, che possono avere espressione di giudizio di tipo grafico e giocare un certo ruolo nella definizione di un campo luminoso:

tra esse, la **tendenza**, serve a specificare meglio la variabile di morfologia, l'**intensità del gradiente**, serve a specificare maggiormente la variabile del gradiente, la **vista dell'esterno**, indica la possibilità di connessione visiva tra il campo confinato e l'ambiente esterno circostante e si può esprimere graficamente



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
 corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

25

oltre alle variabili fin qui viste vi sono alcuni fattori che possono essere considerati per giudicare un campo luminoso:

la dimensione apparente, che mette in relazione le dimensioni fisiche di un oggetto e la sua distanza dall'osservatore;

il contrasto, che considera la differenza di luminanza tra i diversi elementi del campo visivo;

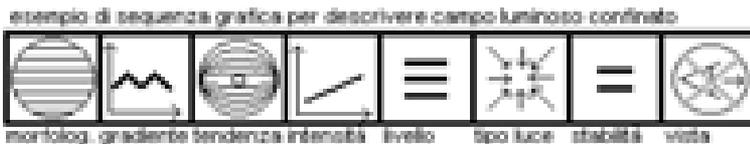
l'età media degli utenti, che è importante nella valutazione dell'efficienza dell'occhio umano;

la durata del tempo previsto per lo svolgimento delle attività in un dato ambiente;

il livello luminoso da cui si proviene, determinante nella valutazione dei tempi di adattamento alla luce;

il periodo dell'anno in cui si svolge prevalentemente un'attività

per un'analisi di un campo luminoso si possono considerare tutte o alcune delle variabili considerate e costruire, a seconda dei casi, sequenze grafiche ad icone che possono permettere giudizi sintetici sul campo luminoso e guidare la progettazione



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

26

se, ad esempio, si presenta la necessità di aumentare il livello luminoso è possibile intervenire con scelte architettoniche che influenzino l'edificio a diversi livelli:

agendo sull'intorno: diminuendo le ostruzioni all'orizzonte, facendo uso opportuno degli elementi naturali ed aumentando il coefficiente di riflessione degli elementi che ostruiscono la volta celeste;

agendo sulle forme : diminuendo la compattezza dell'edificio per limitare la profondità dei corpi di fabbrica ed aumentare la superficie esterna in cui aprire connessioni con l'esterno;

agendo sull'involucro: aumentando gli elementi di connessione luminosa tra esterno ed interno localizzando le fonti luminose nella direzione in cui maggiore è la luminosità esterna ed utilizzando i dispositivi maggiormente idonei in relazione al tipo di intorno;

agendo sull'interno: diminuendo le partizioni interne opache che limitano la propagazione della luce e utilizzando colori chiari che ne favoriscano la diffusione

Illuminazione naturale: modelli di cielo e sistemi di valutazione del livello luminoso

negli ultimi cinquant'anni sono stati elaborati, soprattutto negli istituti di ricerca americani, canadesi e Nord-Europei, vari modelli di cielo

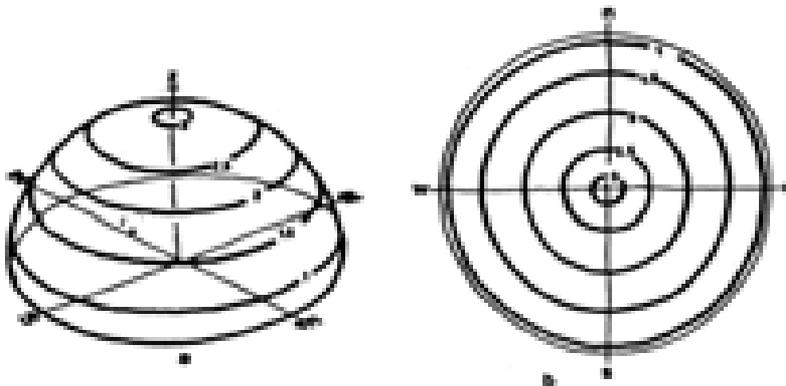
tra essi uno dei più utilizzati nelle valutazioni di progetto è il Modello di cielo standard uniformemente coperto elaborato dal CIE

secondo tale modello “la luminosità della volta celeste è supposta variabile e crescente in funzione dell'altezza sul piano dell'orizzonte”

tale luminosità aumenta cioè allo zenit; così, ad esempio, un interno illuminato da una finestra risulterà caratterizzato, in questo caso, da un forte gradiente tra la zona più prossima alla finestra e quella sul fondo della stanza

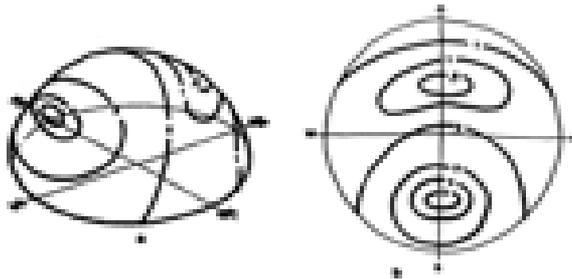
facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

27



l'uso del modello visto, che si è rivelato molto adatto nel Nord-Europa, non è sempre corretto nei paesi dell'area mediterranea, come l'Italia

alle nostre latitudini infatti può essere utile integrare tale modello con il Modello di cielo standard sereno elaborato sempre dal CIE e nel quale “la luminosità della volta celeste è maggiore nella direzione del sole e minore nella direzione opposta ad esso”



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

28

nel secondo caso l'orizzonte può essere più luminoso dello zenit e può produrre un gradiente di illuminazione diverso da quello che si ha con cielo coperto

per questo motivo, in regioni dove prevalgono condizioni meteorologiche di cielo coperto, è indicato l'uso di lucernari più che nelle regioni calde dove minore è l'apporto luminoso zenitale

oltre a questi modelli ne esistono altri più complessi come il Mediterraneo Standard

i modelli di cielo considerano l'illuminazione indiretta; sebbene il contributo della luce diretta, proveniente dal sole, sia quantitativamente molto elevato, nelle analisi illuminotecniche, generalmente esso non si considera a causa della eccessiva luminanza e della variabilità dovuta a fattori climatici e ambientali

i modelli di cielo possono essere utilizzati in combinazione con maschere di ombreggiamento e profili dell'orizzonte su diagrammi solari polari, per valutare, a seconda dei casi, il livello luminoso degli ambienti considerati

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

29

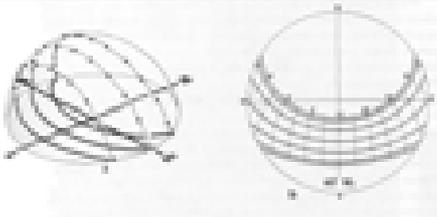
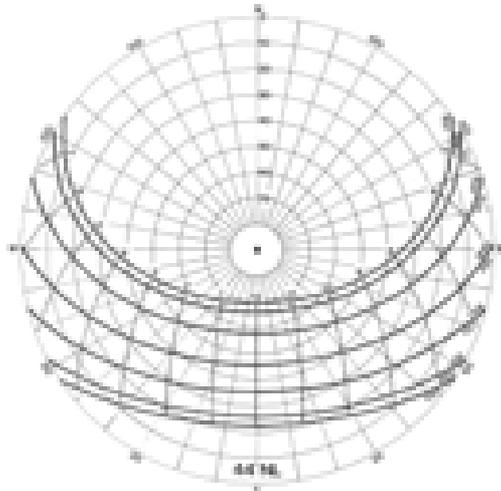
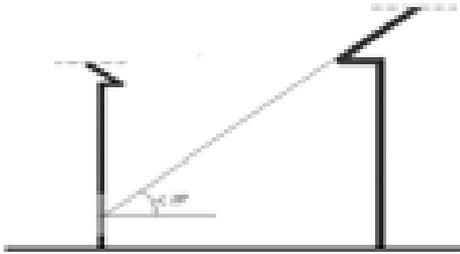


diagramma solare polare



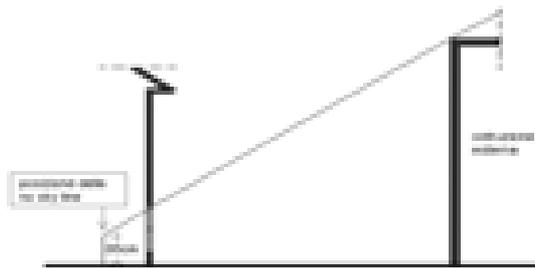
esistono anche altri sistemi sintetici per valutazioni di massima delle condizioni di illuminazione naturale di ambienti confinati



per stabilire se in un determinato punto interno ad un edificio si può vedere una sufficiente porzione di cielo, bisogna verificare che: l'angolo formato dalla retta orizzontale passante per il centro della finestra più bassa dell'edificio e quella congiungente questo punto con la sommità dell'edificio prospiciente non sia superiore ai 25°

facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

30

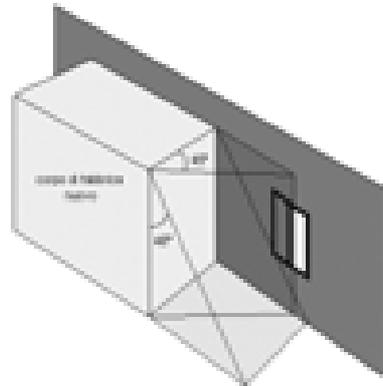


la **no sky line** è una linea ideale che può essere tracciata sul pavimento di un alloggio in un edificio esistente; essa racchiude un'area formata dall'insieme dei punti dai quali si vede il cielo all'esterno di una finestra, da un'altezza maggiore di 85 cm

se per effetto di nuove costruzioni l'area racchiusa da tale linea diminuisce, di oltre 0,8 volte il valore precedente, le possibilità di sfruttamento della illuminazione naturale nell'edificio esistente vengono seriamente compromesse

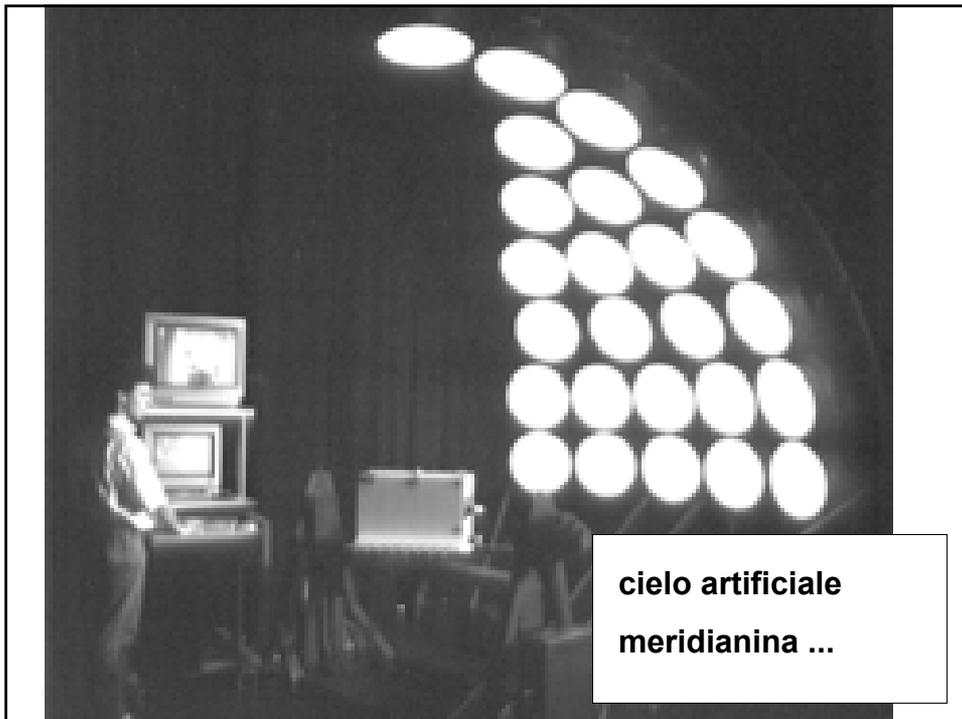
per quanto riguarda gli edifici esistenti, quando vengono addossati ad essi dei nuovi corpi di fabbrica, un metodo semplice per valutare se questi ultimi ostacolano l'illuminazione naturale è quello di disegnare l'ombra portata dall'ampliamento, secondo linee di proiezione disposte a 45° rispetto agli spigoli verticali ed orizzontali dello stesso

si deve verificare che il centro di tutte le finestre esistenti non sia interessato da tale ombra



facoltà di architettura di genova_docente_andrea giachetta
corso di progettazione bioclimatica - **modulo: tecnologie bioclimatiche**

31



alcuni riferimenti bibliografici:

Lewis J. Owen, McNicholl Ann. *Daylighting in Buildings*. The European Commission Directorate-General for Energy (DGXVII), 1994.

Rogora Alessandro. *Luce naturale e progetto*. Rimini, Maggioli, 1997.

Sala Marco, Torricelli Maria Chiara, Secchi Simone. *La luce del giorno, tecnologie e strumenti per la progettazione*. Firenze, Alinea editrice, 1995.

Fuller Moore. *Concepts and Practiced of Architectural Daylighting*. New York, VNR, 1985.