

POLITECNICO DI MILANO
SCUOLA DEL DESIGN

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN DESIGN DEGLI INTERNI
a.a. 2014/2015

LUCE IN ARTE E CLUTURA
Le Applicazioni e Tecnologie
della Luce Naturale nei Spazi Museali

Relatore
Prof. Gianni Forcolini

Candidato
Haiyong Chen
749833

Dio disse: "Sia la luce!". E la luce fu.

INDICE

Abstract *p.7*

1.0 la Luce *p.8*

1.1 Luce fisica *p.9*

1.2 Caratteristiche psicologiche della luce *p.9*

1.3 Varietà *p.10*

1.4 La qualità della luce *p.12*

2.0 L'ingresso *p.14*

2.1 Finestre *p.15*

2.2 Lucernari *p.17*

2.3 Atrio *p.23*

2.4 Lightshelves e riflettori *p.24*

2.5 Lightpipes and Lightducts *p.25*

2.6 Shading *p.26*

2.7 Glazing *p.27*

2.8 Materiale isolamento trasparente *p.30*

2.9 Illuminazione artificiale *p.31*

2.10 Controlli integrati *p.32*

3.0 i Spazi *p.34*

3.1 Perché luce naturale? *p.35*

3.2 Daylighting uno spazio museale *p.36*

3.3 Case study *p.40*

Louvre 1755

Guggenheim Museum 1959

Rothko Chapel 1971

Musée d'Orsay 1978

Clore Gallery 1980

The Menil Collection 1981

Museo Ludwig cona la Filarmonica 1986

SFMoMA 1995

Skirball Cultural Center 1996

Museo del Prado 1997

Chiesa di San Giovanni Battista 1998

Gulf Coast Art Center 1999

Audrey Jones Beck Building MFAH 2000

Museo dell'Ara Pacis 2006

4.0 i Saloni Napoleonici di Brera *p.66*

4.1 La Storia dei Saloni *p.69*

4.2 Progettare l'illuminazione nello spazio museale *p.75*

4.3 Redesign i Saloni *p.78*

5.0 Bibliografia *p.86*

Abstract

Questa tesi nasce da un tentativo di risistemare l'illuminazione delle Sale Napoleoniche nella Pinacoteca di Brera, l'interno assoluto per eccellenza. La ricerca si è focalizzata sul tema della luce naturale, fondamentale nella vita dell'uomo e in architettura, ed in particolare sulle modalità con cui la luce entra negli spazi museali, definendoli e caratterizzandoli.

Gli intenti principali di questa tesi sono quelli di esplorare gli attuali metodi di illuminazione nei grandi interni, di presentare le tecniche attualmente utilizzate e di sottolineare quanto sia importante il ruolo che la luce come form-giver in uno spazio interno .

Questa tesi cercherà di fornire anche una risposta su come rendere il processo di illuminazione degli interni più accattivante e stimolante. Dal momento che la luce è un fenomeno visivo "in movimento", non può essere completamente catturato e inquadrato sotto le linee guida previste scientificamente. Si cercherà quindi di trovare nuovi linguaggi e nuove modalità per rendere evidente il fatto che "la luce non è qualcosa che si aggiunge all'interior design, ma è implicito in ogni decisione di progettazione".

Attraverso il metodo del processo di progettazione, si cercheranno di esprimere le potenzialità, le limitazioni della luce e le sue qualità. Il progetto renderà inoltre evidente come la luce, insieme alla forma architettonica, può essere utilizzato per rinsaldare la potenza dell'esperienza spaziale.



1.0

la Luce

illuminazione a gallerie d'arte è fondamentale per la funzione e gli impatti direttamente sulla esperienza visiva, la conservazione dell'arte e dell'energia utilizzata degli edifici. D'altra parte, illuminazione naturale è la forma 'ideale' di luce in termini di resa cromatica e variabilità.

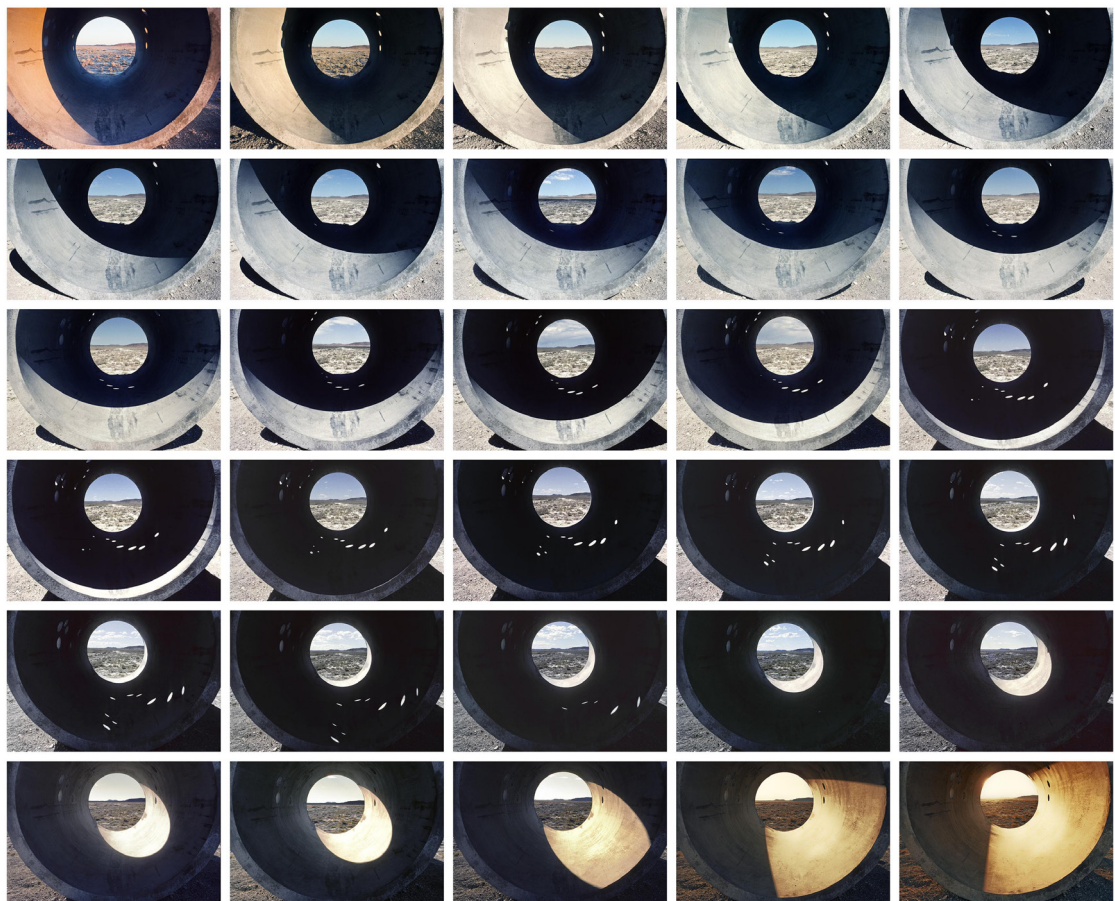
1.1 Luce fisica

La luce viene modificata in primo luogo dal suo ambiente fisico; colori vengono aggiunti, l'intensità è diffusa, e le indicazioni cambiate. La luce viene poi sottoposta ad una modifica mentale: la stessa luce quando percepita da qualcuno in uno stato d'animo felice o in uno stato d'animo triste sembra essere molto diversa

1.2 Caratteristiche psicologiche della luce

La utilizza della luce per influenzare la fisiologia e comportamento umano non è ancora una priorità di illuminazione generale in edifici. Tuttavia, un maggiore uso della luce naturale e attenta personalizzazione dell'ambiente illuminato ha un potenziale di benefici per la salute, l'aumento della sicurezza e produttività. Inoltre, quasi tutto diventa monotono quando siamo esposti ad esso per periodi abbastanza lunghi, in quanto l'organismo umano non è adatta a stimoli costanti o per la completa mancanza di stimoli. La monotonia può portare a efficacia visiva, ma porta anche alla fatica emotiva. L'occhio è utilizzato per un continuo cambiamento, e dovuto il meccanismo di adattamento dell'occhio, ogni scena è vista in modo diverso a seconda del rapporto tra la luminosità del punto di messa a fuoco e dei suoi dintorni.

Inoltre, le persone sono inconsciamente frustrati quando non sono in grado di percepire ciò che sta accadendo con il tempo fuori o non hanno alcun senso del tempo. Uno degli elementi più forti nella creazione di un senso di orientamento e di benessere è la presenza di luce diretta del sole negli edifici. Per esempio nei climi nordici, dove ci sono meno giorni di sole, vi è una quasi travolgente desiderio di andare a sud. Quelli nei climi meridionali più temperato può trovare il sole a disagio o monotono. Tuttavia, l'esperienza indica che il meridionale che si trasferisce a latitudini settentrionali arriverà presto a mancare la presenza di sole



Gli effetti mutevoli della luce
solare attraverso "Sun Tunnels"
di Nancy Holt

1.3 Varietà

il più ovvio e l'aspetto più importante della luce naturale è la sua capacità di cambiamento, che porta alla infinita varietà di aspetto degli interni illuminazione naturale. Il cambiamento è il cuore della luce naturale, il corpo umano ha una capacità di adattamento, in particolare nella nostra visione.

Percezione reagisce a un certo grado di cambiamento, è l'ordine naturale delle cose che l'aspetto degli spazi interni modificano con il tempo, e se abbiamo fiducia nella loro realtà continua, è perché il cambiamento nel loro aspetto luminoso ci permette di continuare l'esplorazione di gli spazi che abitiamo, una misura completamente diversa di esperienza

alle qualità statiche di spazi illuminato interamente da sorgenti artificiali di luce durante il giorno, o dove non c'è accesso per la luce del giorno da fuori.

In primo luogo vi è il naturale passaggio dal giorno alla notte, dalle prime luci dell'alba fino al tramonto e la necessità di sorgenti artificiali di prendere in consegna quando svanisce luce del giorno. Poi ci sono i cambiamenti associati con i cambiamenti del tempo, da belle giornate di sole a giorni bui e nuvoloso o piovoso.

Strettamente legate ai cambiamenti del tempo sono quelli dei cambi di stagione, dalle nevi invernali alla luce del sole estivo; ogni stagione avrà il suo carattere, che come esseri umani abbiamo ospitarvi a modo nostro, ma ciò che è importante è che il mondo esterno, vista attraverso la finestra, fornisce le informazioni necessarie della varietà del mondo esterno, mentre porta a sottili cambiamenti nell'aspetto degli interni.

1.4 La qualità della luce

L'obiettivo di un buon design della luce è, oltre a fornire un livello sufficiente di luce, per garantire un ambiente confortevole e piacevole. Al fine di produrre uno spazio soddisfacente in termini di luce, l'utente deve essere soddisfatto, prima di tutto con un buon livello di comfort visivo, quindi fornendo acuità visiva e poi con la prevenzione di abbagliamento. Tuttavia, i visitatori non sono completamente consapevoli delle caratteristiche di illuminazione che riguardano la loro percezione delle opere, in particolare con condizioni di sfondi di alta luminanza.



Ninfee di Claude Monet
in mostra nel Musée de l'Orangerie

A black and white photograph of the interior of St. Peter's Basilica. The image shows the vast nave with its high, vaulted ceiling featuring a complex geometric pattern of squares and circles. Large Corinthian columns line the sides, supporting the structure. In the background, an altar area is visible with a large window. The floor is highly reflective, showing the silhouettes of people and architectural details. A white rectangular box is superimposed in the center, containing text.

2.0

L'ingresso

window ('windəʊ)

- **noun**

1.a light framework, made of timber, metal, or plastic, that contains glass or glazed opening frames and is placed in a wall or roof to let in light or air or to see through

Related: **fenestral**

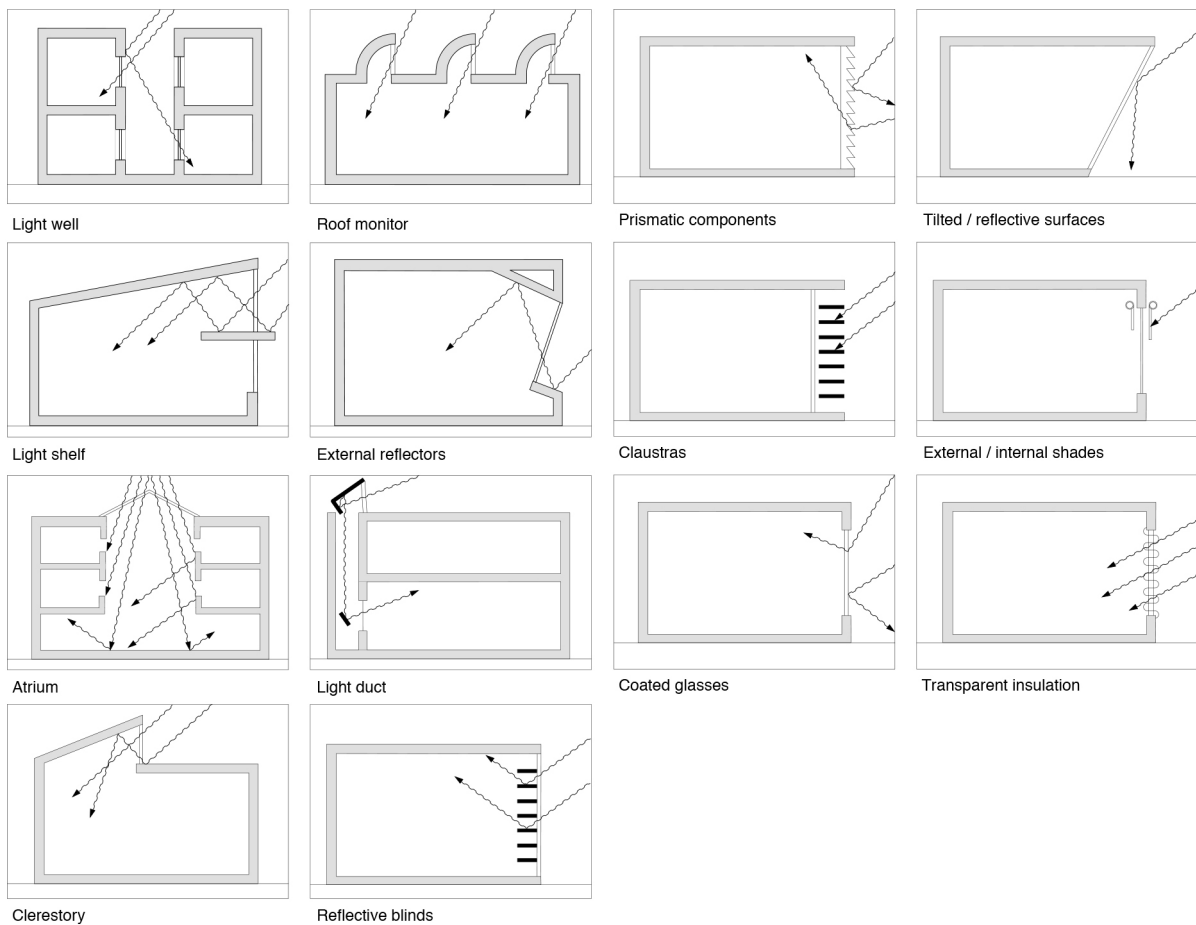
2.an opening in the wall or roof of a building that is provided to let in light or air or to see through

2.1 Finestre

Il design delle finestre è in continuo sviluppo, sia nella forma dell'apertura attraverso cui la luce entra e il carattere di vetro o materiale trasparente permette alla luce di entrare. Le finestre fanno di più che far entrare la luce e sono spesso associati con schermatura solare e ventilazione.

Il controllo della luce solare a volte è necessario e molti dispositivi ingegnosi sono stati progettati per far fronte a questo, alcuni dei quali sono in contrasto con i benefici meno tangibili della luce naturale elencati sopra e di prestare attenzione più alla moda architettonica di design funzionale.

L'importanza dell'introduzione di luce per interni moderni in costruzione può essere misurata con i metodi innovativi, spesso impiegati; questi includono l'uso di "tubi di luce", dove le aperture vetrate sono lasciate nel tetto con luce è diretta a parti dell'edificio mediante condotti riflettenti, a volte associati a eliostati posizionati sul tetto per seguire il percorso del sole.



Nelle sezioni di sopra guardiamo nuovi e tradizionali dispositivi di illuminazione naturale e dei prodotti che possono essere utilizzati per controllare la luce del giorno e la luce del sole, e di moderare il conflitto tra il bene illuminazione naturale e un buon ambiente termico che smaltatura così spesso comporta. Di lupo, monitor da tetto e lucernari sono ben stabiliti dispositivi per ottenere la luce in profondità edifici, così come lo sono tende, sfumature e claustras o brise soleil per controllarla. L'atrio può essere visto come un lucernario elaborato e abitato, lightshelves e vetri rivestiti o prismatiche come tonalità sofisticate e tende, mentre i tubi di luce e isolamento trasparente sono concetti nuovi.

Le possibilità di progettazione della 'finestra' sono, ovviamente, estremamente ricco. Sia trattato come un semplice foro nella parete o come un complesso elemento tridimensionale fornisce un contributo fondamentale alla qualità degli spazi interni e l'aspetto esterno di un edificio. Il modo in cui si inquadra una visione, o cattura la luce, o canali calore e il suono e l'aria, aiuta a determinare il carattere di ogni stanza - se esso è destinato ad essere semplicemente un ambiente di lavoro umano e confortevole, un luogo visivamente eccitante e stimolante intrattenimento, o uno spazio solenne con un impatto simbolico e spirituale.

2.2 Lucernari

Lucernari possono essere un utile complemento alle finestre laterali in un interno, e nei spazi museali i lucernari possono agire come un ruolo molto importante. La luce può illuminare il retro di una stanza molto profondo o portare un buono equilibrio con la forte luce laterale. Lucernari possono essere usate da sole per illuminare particolari tipi di interni. Mentre non fornirà una visione di ambiente esterno, le pareti sono liberati a scopo di visualizzazione, ad agire come superfici solide contro le attività all'interno o per aiutare la sicurezza contro le intrusioni esterne. Interni molto profonde possono essere molto luminosi solo utilizzando lucernari.

Mentre il concept del lucernario avrebbe potuto stato detto di aver iniziato con i cortili centrali nella casa romana, questi erano aperti a cielo e la pioggia, e nonostante che fornisce luce allo spazio circostante dimora, non avrebbe fornito la protezione dal clima esterno.



Una Domus Romana

Grazie al cortile, la casa riceveva abbastanza luce e sole anche in inverno e la veranda coperta non era solo un luogo riparato dai venti e dalla pioggia, ma anche un luogo che, in estate, offriva ombra e frescura.



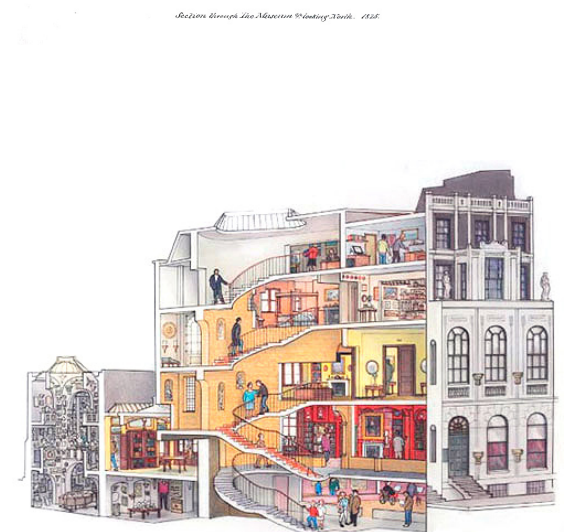
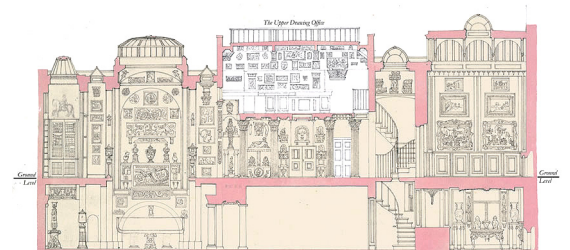
Il Sir John Soane's Museum

è un edificio londinese al n. 13 di Lincoln's Inn Field, sede di un piccolo museo, nato nel XIX secolo per volontà del famoso architetto neoclassico John Soane (1753-1837) che raccolse nella propria residenza una grande collezione d'arte, oltre alla documentazione grafica del proprio lavoro.



Innovazione anche è stato utilizzato nella natura di questi lucernari, ed è interessante studiare la sezione del Sir John Soane's Museum, si vede i lucernari nelle varie forme e dimensioni diverse Soane ideò per introdurre la luce agli spazi differenti, in quando era la sua casa privata.

Oggi, il lucernario, per definizione, permette di entrare luce naturale dall'alto attraverso un'apertura nel tetto vetrato proteggere l'interno dal vento e dalle intemperie. Dal XIX secolo si era sviluppato le tecniche strutturali a consentire volte a botte completamente vetrate o cupole vetrate in misura sufficiente per essere al posto di sopra degli aree hanno una lunga distanza dalle pareti laterali e finestre.



Esempi di centri commerciali diciannovesimo secolo, esistono ancora oggi in cui tali fonti di luce artificiale la luce del giorno per raggiungere in profondità all'interno di edifici, come Le Galeries Lafayette a Parigi.

2012, In occasione del 100° anniversario, la cupola delle Galeries Lafayette di Parigi risplende di nuova luce. A tal fine, circa 3500 apparecchi LED luci sono stati installati dietro i mosaici in vetro dai colori vivaci. Gli apparecchi luci sono fissati in gruppi su binari di metallo e montati in file con uno pratico sistema. Grazie alla retroilluminazione con LED bianchi, la cupola brilla di colori splendenti, come si addice alla gemma del regno dello shopping.

Cupola delle Galeries Lafayette Hausmann

la grande cupola di vetro in stile Art Nouveau - del 1912, ad opera dell'architetto Ferdinand Chanut



Con il XX secolo l'uso dei lucernari era stato ridotto quasi del tutto agli edifici industriali, e la Guida dell'illuminazione CIBSE LG10, 'Daylighting and Window Design' (pubblicato ottobre 1999) illustra una serie di diversi tipi, i più comuni dei quali erano del Shed roof, il Saw-tooth, e il Monitor.

I vantaggi e gli svantaggi di cui CIBSE LG10 ha indicato che il Shed roof originale, è la soluzione più economica, presenta difetti gravi ed è improbabile che possa essere usato oggi, mentre le diverse forme di tetto monitor può essere adattato a situazioni la maggior parte del tetto per risolvere i problemi di illuminazione naturale di seguito.

Forme nuovo tetto sono ancora in fase di sviluppo per l'ammissione di luce a grandi spazi aperti non limitati agli edifici industriali. . . dai supermercati alle università e piscine.

Shed roof



Saw-tooth roof with vertical glazing



Saw-tooth roof with sloping glazing



Monitor



Unequal vertical monitor



Twin sloping monitor



Vertical and sloping monitor



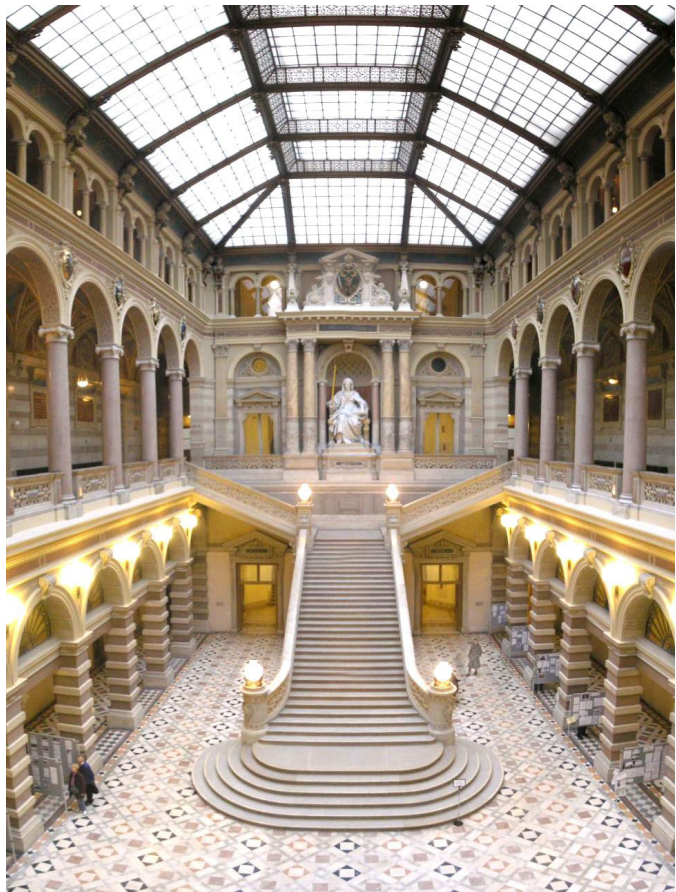
Perché il cielo è generalmente più luminoso allo zenit che vicino all'orizzonte, lucernari orizzontali ammettono più luce del giorno per metro quadrato di superficie vetrata di fare finestre verticali - un lucernario orizzontale è proporzionalmente tre volte più efficace come fonte di luce di una finestra verticale. Essi gettano la loro luce su uno spazio in modo più uniforme, e sono meno probabilità di essere ostruito internamente o esternamente. La luce solare diretta da aperture orizzontali può essere diffusa da vetri traslucidi, e abbagliamento controllato da sistemi deflettori. Effetti molto belle possono essere creati inserendo riflettori inclinati sotto lucernari orizzontali o localizzare il lucernario accanto a un muro, in modo che i soffitti o pareti vengono lavati con la luce.

Uno svantaggio di lucernari orizzontali è che, rispetto a finestre verticali, che raccolgono più luce e calore in estate che in inverno - di solito il contrario di ciò che si desidera. Per questo motivo lucernari verticali o quasi verticali - lucernari, a dente di sega o tetto Monitor - sono spesso preferiti per l'illuminazione di un solo piano spazi profondi. Essi possono essere orientati a Nord, Sud, Est o Ovest le circostanze della domanda, e proiettati con i dispositivi tradizionali. La durata e la qualità della luce può essere migliorata posizionando scoop-luce cattura sul tetto all'esterno del vetro, e la distribuzione di luce riflessa nello spazio sottostante controllati dalla geometria

2.3 Atrio

Finestre che si affacciano un atrio dovrebbero generalmente avere glazing trasparente per sfruttare appieno la vista e la luce diurna.

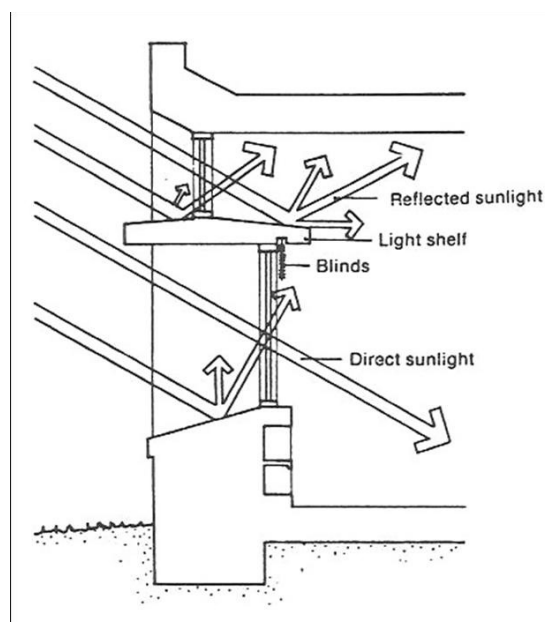
L'illuminazione naturale dei piani successivi di camere comunicano un atrio è interdependente e richiede un approccio equilibrato. Luce dal cielo può facilmente penetrare i piani superiori ma non minore, che si basano principalmente sulla luce riflessa dalle superfici interne dell'atrio. I piani superiori devono avere area della finestra meno di quelli inferiori, e se le pareti dell'atrio sono di colore chiaro delle pareti superiori saranno riflettere la luce verso i piani inferiori. Un'ulteriore strategia è utilizzare lucernari per permettere alla luce dalla rooflighting sovraccarico di penetrare le camere, finestre laterali per consentire una visione e, piani inferiori, luce riflessa dal pavimento dell'atrio.



Atrio del Palazzo di Giustizia di Vienna

2.4 Lightshelves e riflettori

Il lightshelf, un elemento piano o curvo posto al vano finestra sopra degli occhi, reindirizza la luce in arrivo sul soffitto e contemporaneamente garantisce il riparo per l'area della camera vicino alla finestra. La parte inferiore della mensola può anche ridirigere la luce da una superficie di terra esterno alta riflettanza sul pavimento all'interno della camera. Un lightshelf è più efficace quando è esterno, provoca l'ostruzione minimo per l'area della finestra, ha speculari superfici riflettenti, ed è abbinato ad un massimale di alta riflettanza. Ripiani interni non sono stati trovati per essere efficace - che ostruiscono la luce del giorno di entrare nella stanza, fornendo poco contropartita. Le funzioni di protezione solare e di controllo riverbero di un lightshelf fissa sono meno efficaci a basso angolo di sole. Nel nord Europa lightshelves dovrebbero generalmente essere prese in considerazione solo se il riverbero è un problema, o la dimensione della finestra è limitato e superfici interne (diversi dai soffitti) devono essere di bassa riflettanza.



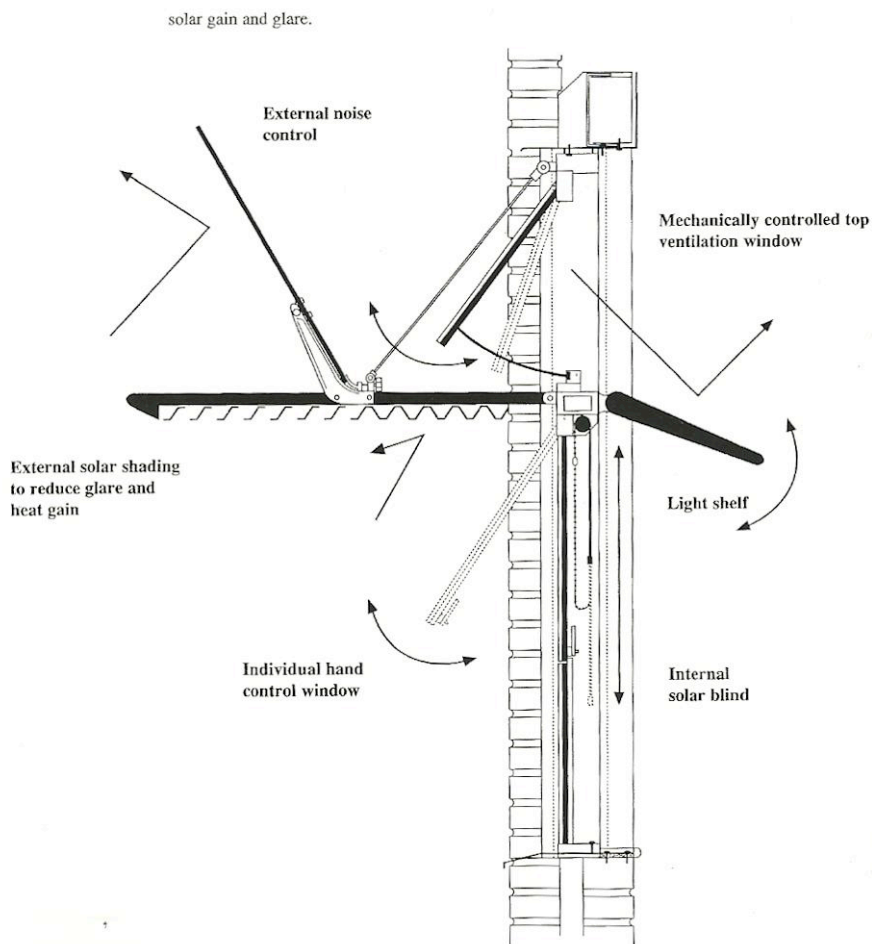
un esempio del lightshelf

Lamelle orientabili con una finitura speculare sulle superfici superiori delle loro lame possono essere angolate per reindirizzare luce solare o luce diffusa nello stesso modo. Sono più sensibili di quelli lightshelves e, se completamente a scomparsa, causa ostruzione di luce del giorno nelle giornate nuvolose. Sofisticati sistemi fissi a lamelle, che incorporano lenti e le facce a specchio, sono ora disponibili. Questi sono fatti su misura per le particolari latitudine e facciata orientamenti e fornirà ombreggiatura e reindirizzare la luce diretta e diffusa più in profondità nell'edificio.



2.5 Lightpipes e Lightducts

Lightducts e lightpipe sono tra i dispositivi più meccanicamente complessa illuminazione naturale. La luce del sole viene raccolta da eliostati (specchi controllati da un dispositivo di tracciamento), concentrati per mezzo di specchi o lenti, poi diretti verso il nucleo dell'edificio attraverso pozzi o tramite barre acriliche o cavi di fibre ottiche. Perché dipendono da luce diretta del sole, e sono relativamente costosi da installare, saranno costo-efficace solo nelle regioni in cui cieli azzurri e aria pulita può essere garantito per gran parte dell'anno. Lampade di back-up a basso consumo energetico possono essere fissati alla testa dell'albero per sostituire la luce solare in condizioni di cielo coperto frequenti. Il recente sviluppo di sistemi di monitoraggio termo-idraulici alimentati da celle solari dovrebbe migliorare la redditività economica di questi dispositivi.



Questa finestra interattiva mostra un approccio integrato al controllo ambientale di un edificio ed è stato progettato con i seguenti criteri in mente:

- La fornitura di luce diurna
- Per risolvere il problema di ventilazione dell'edificio meccanica controllata
- Per soddisfare un adeguato isolamento termico
- Per fornire un adeguato isolamento acustico per circostanze normali
- Per controllare il guadagno solare e diminuire sole e cielo abbagliamento

2.6 Shading

Il tipo, la dimensione e il posizionamento di qualsiasi dispositivo di shading dipenderà dal clima, uso dell'edificio, e la fonte di luce da escludere - alto o basso angolo di luce solare diretta, diffusa luce del cielo, o forse la luce riflessa dal spianando la strada esterno.

Alcuni dispositivi shading possono svolgere doppi ruoli. Persiane o lamelle coibentate riducono la perdita di calore quando è chiuso di notte. I vetri trattati e dispositivi prismatiche, come lamelle con facce speculari, forniscono shading selettiva e reindirizzamento della luce.

2.7 Glazing

Vari tipi di glazing riducono l'impressione di luce in modo significativo, oscurano sia l'interno, e la vista, mentre la vista dall'esterno verso l'edificio rende la facciata sembrare nero. E 'solo quando i confronti sono fatti tra la vista attraverso una finestra di vetro trasparente e uno con un bicchiere modifica che riduce la luce del giorno, che i risultati creano delusione ... è vero che è la natura umana di apprezzare l'ambiente naturale, con tutte le sue varianti di colore, luce e ombra.

Glazing trasparente

Questo può essere foglio singolo, doppio o triplo vetro o in alternativa un bicchiere 'spessore', ma i più fogli o maggiore è lo spessore del vetro più la luce sarà diminuita, sebbene l'impressione del colore dell'esterno sarà ancora percepito come naturale.

Vetro trasparente consentendo nel contempo un'alta trasmissione di luce, sarà allo stesso tempo e taluni Cades edificio FA consentire un'alta trasmissione della radiazione solare. E 'questo fatto che ha portato allo sviluppo delle più bicchieri alta tecnologia progettati per ridurre il guadagno solare, con la conseguente perdita di trasmissione della luce. Altri mezzi, come tende interpiano, che si trova tra le lastre di vetro, possono presentare una soluzione. Questi avrebbe solo bisogno di essere installato sul Cades FA soggetti a guadagno solare e quindi attivati solo quando necessario

Vetro colorato

Questo è di due tipi: il primo in cui il vetro trasparente è a sua volta modificato in modo tale da produrre differenti di trasmissione di calore radiante caratteristiche, quindi lo spessore del vetro minore è la trasmissione di luce, e maggiore è il controllo del calore radiante dalla luce del sole.

Il secondo tipo di occhiali sono quelli rivestiti con strati microscopicamente sottili di ossidi metallici che riflettono il calore lontano e fuori dell'edificio. Questi rivestimenti sono applicati allo strato interno di vetro generalmente in associazione con altri vetri in vetrocamera sigillata come protezione, poiché da soli sarebbero vulnerabili ai danni.

Questi vetri rivestiti possono essere progettati per avere alta diurna trasmissione, a causa del sottile strato di materiale riflettente; in modo che quasi danno l'apparenza di vetro trasparente, e non soffrono le obiezioni sollevate dai vetri oscurati che riducono la luce del giorno in modo significativo. Inoltre essi non ostacolano la vista; tuttavia hanno implicazioni di costo e dovrebbero essere utilizzate solo quando la specifica lo richieda. Occhiali altamente riflettenti sono disponibili, ma devono essere utilizzati con cautela per evitare il pericolo di abbagliamento agli altri edifici o automobilisti.

Vetri Varie

Un certo numero di diversi tipi di vetro vengono inseriti in questa categoria, soprattutto perché non possono essere accomunate in un'unica categoria; essi consistono in:

Vetro modellato

Qualsiasi numero di modelli può essere arrotondato in vetro semi-fuso, per fornire fogli decorativi o diffondente per vari scopi, anche se raramente per finestre, in quanto la loro capacità di trasmissione della luce viene modificato.

Vetri retinati

Un processo simile è usato per la fabbricazione di vetro metallico, in cui una rete metallica è inserita nello spessore del vetro. Questo usato generalmente in situazioni di sicurezza, e talvolta come una protezione per lucernari vulnerabili.

Vetri stratificati

Simili metodi di fabbricazione sono utilizzati per laminazione di fogli di plastica tra lastre di vetro, nuovamente utilizzati per motivi di sicurezza la resistenza agli urti. Queste ridurre la trasmissione di luce.

In musei dove reperti sono esposti a luce diurna, sarà necessario controllare l'ingresso di luce UV. Ciò può essere fatto con l'uso di vetri stratificati, dove i filtri assorbenti UV possono essere laminate tra le lastre di vetro trasparente.

Mattoni di vetro

Questi erano una forma popolare di parete di vetro nel 1930, con caratteristiche termiche a causa della natura cavità dei blocchi, che, a causa della loro natura strutturale, sono ancora in uso oggi per l'introduzione di luce in nuovi edifici, ma aperture straordinarie saranno necessaria per fornire una visione.

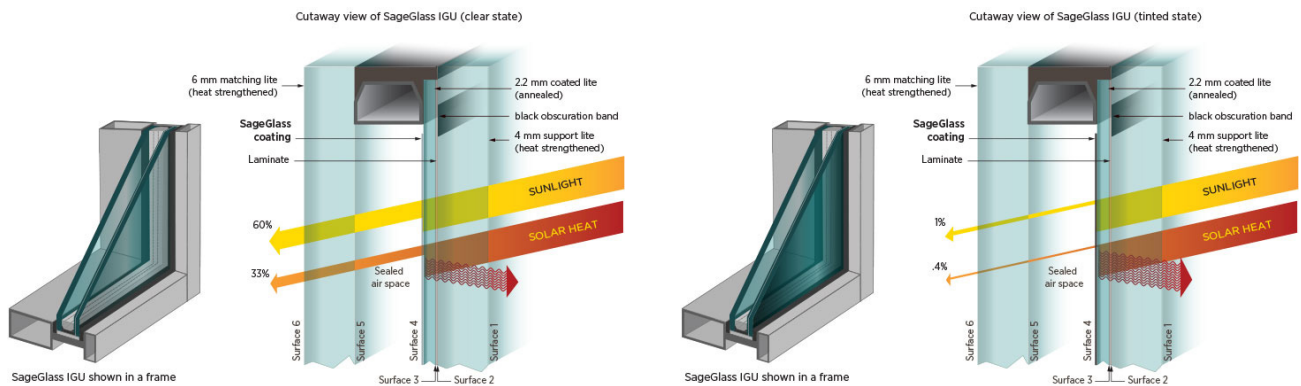
Vetri fotocromatici

che rispondere direttamente ad uno stimolo ambientale (temperatura o luce) piuttosto come gli occhiali speciali che sono già disponibili che alterano il loro fattore di trasmissione in base alla luminosità della luce ambientale;

Vetri elettrocromici

progettato per rispondere indirettamente mediante l'applicazione di una corrente elettrica che altera le caratteristiche visive e termiche. Questi occhiali sono ancora in fase sperimentale, ma sono suscettibili di essere ulteriormente sviluppata al punto in cui possono diventare vitali.

⋮



Sezione di un esempio del vetro elettrocromico

2.8 Materiale isolamento trasparente

(Transparent Insulation Materials, TIM), che tendono ad essere traslucida piuttosto che veramente trasparente, sono stati sviluppati principalmente come materiale isolante per strutture murarie. Utilizzato come rivestimento esterno riducono le perdite di calore dall'interno pur permettendo radiazione solare di raggiungere un foglio interno ad accumulo termico. Ma, perché trasmettono la luce, possono anche funzionare come un materiale per vetrate. Ci sono diverse categorie di TIM, utilizzando diversi materiali e una varietà di forme - espanso, capillare, a nido d'ape, fibre e gel. Più bisogno di protezione su uno o entrambi i lati da vetro o plastica fogli. Trasmissione della luce di TIM varia dal 45% al 80%, con una riduzione di circa l'8% per ogni lastra di vetro protettivo usato. Valori di isolamento sono molto meglio di vetro. Per esempio, 98 millimetri esagonale a nido d'ape poliammide TIM ha un fattore di trasmissione della luce del 61% combinata con un valore di isolamento cinque volte quella di una finestra a doppio vetro.

TIM can be incorporated into purpose-made window assemblies by most window manufacturers. Costs tend to be approximately three times those of conventional double-glazed windows. Aerogel windows, in which a transparent, fragile, low density solid of extremely low thermal conductivity is sandwiched between two sheets of glass, are extremely effective in preventing heat loss from the interior. Daylight transmission, however, is moderate, being in the region of 50% for 12mm glazing.



Museo Nelson-Atkins of Art in Kansas City / USA

L'uso del vetro isolante con uno speciale inserto capillare di PMMA su una superficie di circa 350 metri quadrati, crea le condizioni di luce ideali per le esigenze del museo. Il vetro fornisce un alto livello di trasmissione della luce, mentre allo stesso tempo offre un ottimo isolamento termico e protezione dai raggi solari, che assicura che le opere d'arte non sono influenzate dalle radiazioni UV. L'intarsio è offerto con il marchio Kapipane ed è fornito dalla ditta Okalux.

2.9 Illuminazione artificiale

Non importa quanto è buono il disegno illuminazione diurna, praticamente ogni edificio ha bisogno di un sistema di illuminazione artificiale, come pure - per l'uso notturno, per gli spazi senza finestre, o per integrare la luce del giorno quando si scende al di sotto dei livelli accettabili.

Fino ad anni recenti la maggior parte delle aree di lavoro sono stati illuminati da luce al tungsteno o lampade fluorescenti con lampade a scarica ad alta pressione a volte in uso per edifici sportivo-correlate e industriali. Ma a ioduri metallici compatte più recente e lampade al sodio ad alta pressione con buone caratteristiche di rendering del colore sono ora utilizzati negli uffici e negozi, in particolare per l'illuminazione decorativa o la visualizzazione.

Lo sviluppo di lampade "a risparmio energetico", insieme con la disponibilità di una vasta gamma di modelli di apparecchi, ha reso possibili risparmi energetici molto significativi per illuminazione generale e ha portato effetti luce drammatici alla portata dei budget relativamente modestialternative di energia da onda o vento.

2.10 Controlli integrati

Se un sistema di illuminazione naturale è quello di produrre un risparmio energetico è importante che l'illuminazione artificiale non si accende fino a quando la luce del giorno sta fornendo adeguata illuminazione. Ad esempio, è prassi comune per un gran numero di apparecchi in un'area di lavoro di essere controllato da uno o due banchi di interruttori a parete situati vicino alle porte. La prima persona in arrivo presto in una mattina d'inverno buio si accende tutte le luci. Come il giorno illumina, è probabile che nessuno noterà che le luci sono rimaste accese o, se lo fanno, si preoccupano di disattivarle. Una risposta a questo problema è quello di fornire gli interruttori della luce intorno a molto più piccoli banchi di apparecchi di illuminazione. L'accessibilità è importante - interruttori a tirante possono essere utilizzati dove non ci sono partizioni nei dintorni; interruttori mano-detenuti sono utili nelle stesse circostanze o in cui i cambiamenti nel layout della partizione sono frequenti. Semplice commutazione locale di questo tipo può produrre il 20% di risparmio energetico.

Un'altra risposta è quella di fornire livelli più bassi di illuminazione generale completati da illuminazione compita regolabile individualmente ad ogni posto di lavoro - questo è particolarmente appropriato in cui le stazioni di lavoro sono occupati in modo intermittente. Compito di illuminazione può anche essere progettato per funzionare come illuminazione supplementare all'interno di un sistema, una illuminazione naturale scrivania che si trova in profondità nella stanza può avere bisogno mentre scrivania vicino alla finestra hanno più di luce naturale sufficiente. Compito di illuminazione nei luoghi di lavoro è generalmente apprezzato. Oltre a fornire un buon livello di luce regolabile fornisce calore visivo e un senso di 'territorio personale' - per cui non può essere spento anche quando i livelli di luce sono adeguati.

3.0

i Spazi

“So this is a kind of invention that comes out of the desire to have natural light. Because it is the light the painter used to paint his painting. And artificial light is a static light . . . where natural light is a light of mood . . . the painting must reveal itself in different aspects if the moods of light are included in its viewing, in its seeing. I think that’s the nature, really, of a place where you see paintings.”

—Louis Kahn, *Light is the Theme*.

3.1 Perché luce naturale?

- Mentre l'illuminazione naturale dei musei pone un problema di design unico e complesso, si tratta di una sfida superabile. Molti team di progettazione hanno incorporato con successo la luce del giorno in gallerie e contemporaneamente tener conto delle particolari esigenze dei manufatti in mostra. In realtà, la luce fornisce una migliore resa dei colori di luci elettriche, il che significa che gli artefatti si possono osservare più attentamente il loro somiglianza reale.
- Diurna offre inoltre un risparmio energetico per il museo riducendo al minimo la quantità di luce elettrica necessaria durante il giorno per illuminare il museo. In un periodo di tempo, questi risparmi possono aiutare a pagare indietro il potenziale costo aggiuntivo di costruzione da luce naturale.
- Infine, illuminazione naturale migliora la qualità dell'esperienza del visitatore, fornendo un collegamento con l'esterno e mostrando il passare del tempo, come la luce cambia durante il giorno.

3.2 Daylighting un spazio museale

Quando si usa la luce naturale in uno spazio museale, ci sono alcuni principi di base da seguire e gli aspetti da considerare.

- La luce solare diretta deve essere evitato completamente in spazi espositivi.
- L'esposizione ai raggi UV deve essere limitata utilizzando i filtri UV.
- I componenti deve essere considerata:
 - illuminazione laterale (finestre di vista),
 - Illuminazione da sopra (cleristori e lucernari),
 - sistemi di ombreggiatura (interni ed esterni),
 - sensori (luce e occupazione), ecc

Regola del pollice

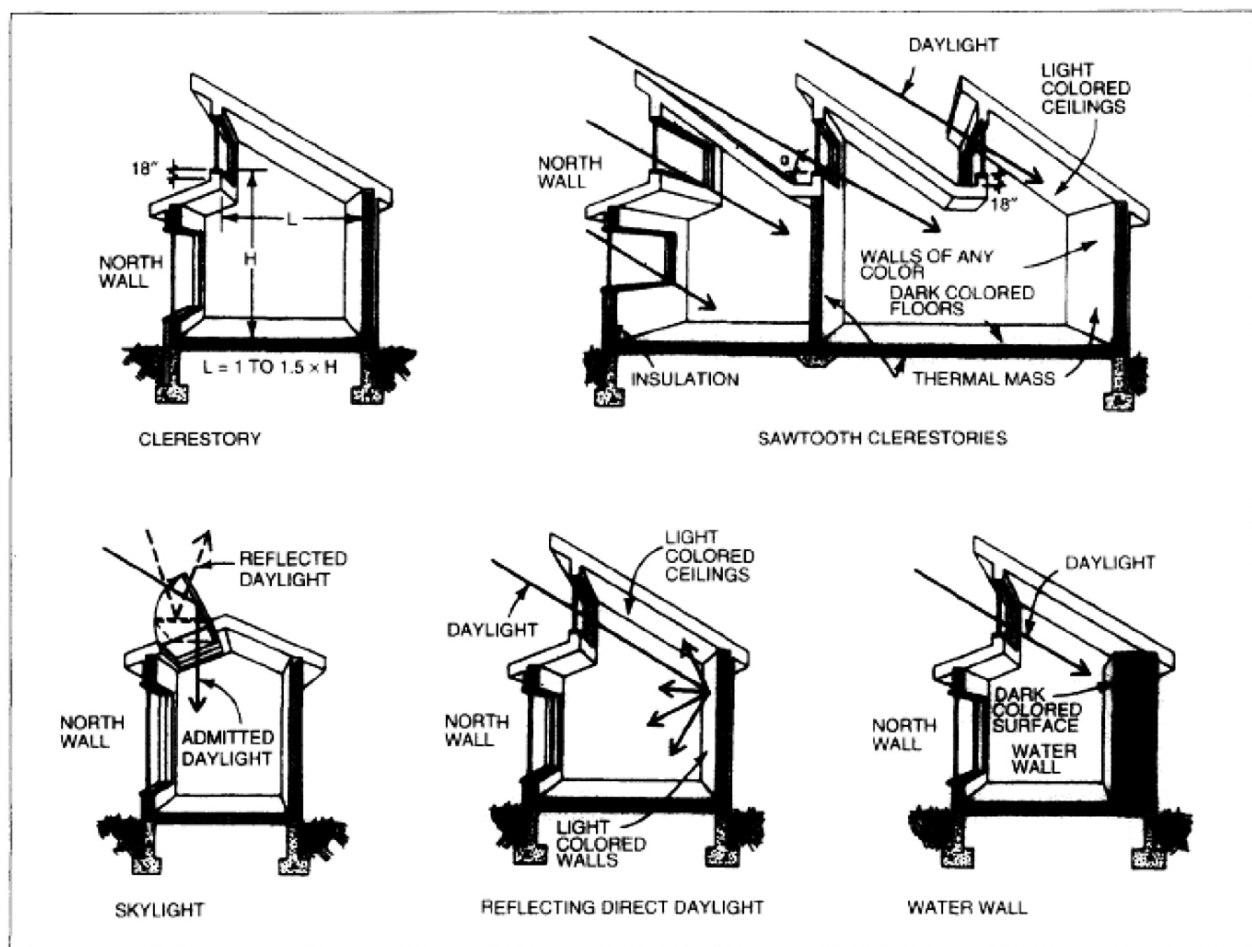
- Esporre luminosità non dovrebbe essere più di cinque volte la luminanza della zona circostante.
- Il visitatore deve spendere da cinque a otto minuti nelle zone di transizione.
- Pareti finestra devono affrontare nord nell'emisfero settentrionale.
- Vetri dovrebbe eliminare tutte le lunghezze d'onda inferiori a 400 nm.
- Illuminamenti all'interno di uno spazio dovrebbero restare entro le linee guida delineate nella Tabella [vedi tabella a destra]. Ciò potrebbe portare con vetratura trasmittanza inferiore al cinque per cento dell'energia visibile e solare.

Recommended Total Exposure Limits in Terms of Illuminance Hours Per Year to Limit Light Damage to Susceptible Museum and Art Gallery Artifacts

Note: All ultraviolet radiation (400 nm and below) should be eliminated.

Types of Materials	Maximum Illuminance (Neither value should be exceeded)	Lux-Hours/Yr
Highly susceptible displayed materials: textiles, cotton, natural fibers, furs, silk, writing inks, paper documents, lace, fugitive dyes, watercolors, wool, some minerals.	50 lux	50,000
	<i>Note: Approximately (50 lux) × (8 hours per day) × (125 days per year). Different levels (higher or lower) and/or different periods of display (4 hours for 250 days) may be appropriate, depending upon material. If in doubt, consult a conservator.</i>	
Moderately susceptible displayed materials: textiles with stable dyes, oil paintings, wood finishes, leather, some plastics.	200 lux	480,000
	<i>Note: Approximately (200 lux) × (8 hours per day) × (300 days per year). Lower levels may be appropriate, depending upon material. If in doubt, consult a conservator.</i>	
Least susceptible displayed materials: metal, stone, glass, ceramic, most minerals.	Dependent upon exhibition situation.	

Sezioni generici per l'illuminazione diurna una galleria



Multiple architectural design alternatives for admitting daylight into a museum environment.

(Based on: *Architectural Graphic Standards, Eighth Edition*, Hoke, John Ray, Jr., NY, 1988, The American Institute of Architects. Reprinted by John Wiley & Sons, Inc., New York, NY. p. 721.)



3.3 Case study

Louvre Gallery

1755

parigi



nel 1755, partirono i lavori di ristrutturazione, venne attuato un intervento d'avanguardia: si decise di realizzare una serie di lucernari per illuminare gli ambienti interni e mostrare per la prima volta alla luce del sole le collezioni d'arte, fino ad allora illuminate da torce.

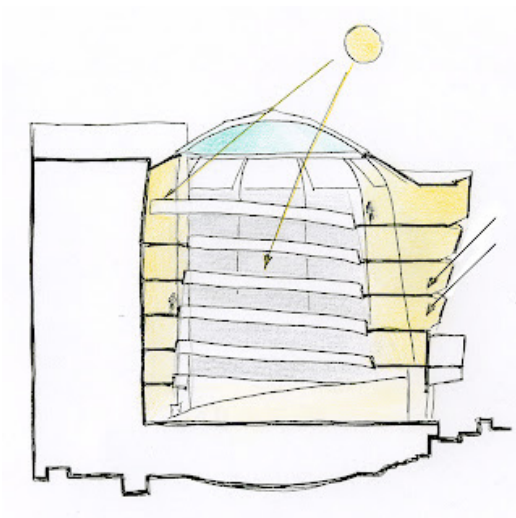


Guggenheim Museum

Frank Lloyd Wright

1959

New York



La luce proviene dall'alto, sia dalla grande cupola di vetro che sovrasta l'ampio spazio, sia dalle suggestive fessure che le spirali superiori della struttura creano sporgendo su quelle inferiori.

Le opere sono quindi illuminate da una luce diffusa, riflessa dalle superfici curve e bianche, che conferisce un senso di naturalezza all'intero ambiente e che accentua la sinuosità delle forme.



Rothko Chapel

Philip Johnson, Howard Barnstone,
Engene Aubry & Mark Rothko

1971

Houston



È un luogo di meditazione e di preghiera non-denominational, non legato a nessuna religione. Si entra nel nudo edificio di mattoni rosa, senza ornamenti esteriori; si firma il registro, si può prendere in prestito il testo sacro di ciascuna delle maggiori religioni del mondo, e si è ammessi in un ottagono grigio, alle cui pareti stanno quattordici pannelli di un colore impossibile da definire. Neri, ma anche blu, viola, grigio scuro, verde scuro, a seconda delle variazioni di luce che filtrano dal soffitto. Un foro centrale, rotondo, al quale sottostà un diaframma che impedisce alla pioggia di entrare, lascia passare lateralmente una luce circolare e diffusa. L'effetto, una volta entrati, è quello di avere cambiato pianeta. Nessun rapporto tra l'interno e l'esterno.

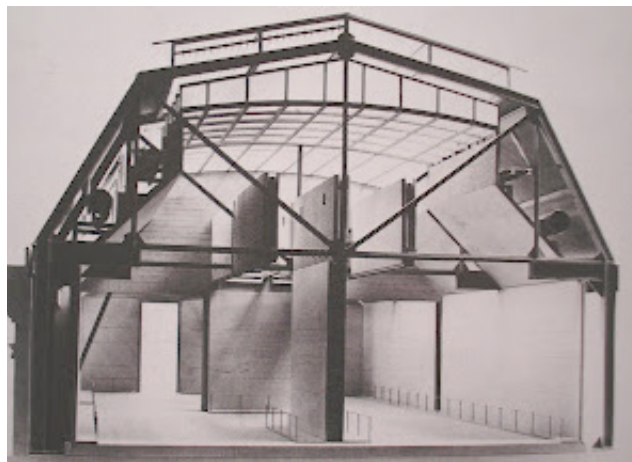
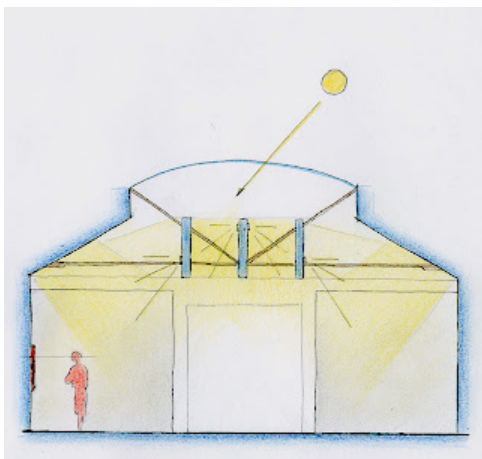


Musée d'Orsay Galerie des Impressionistes

Gae Aulenti

1978

Parigi



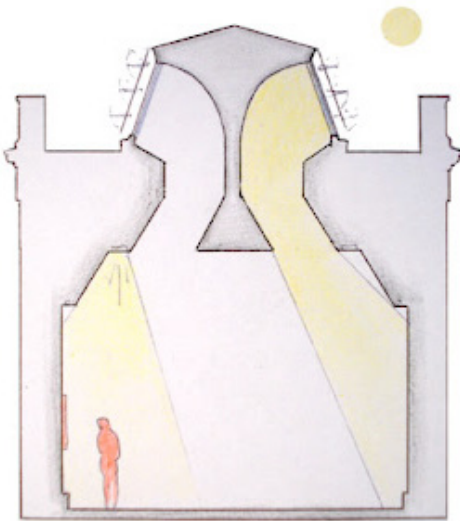
Lo studio della luce è scrupolosissimo.

L'illuminazione proviene dai lucernai ed una serie di setti verticali sospesi funge contemporaneamente da schermatura della luce diretta e da elemento riflettente.

La luce quindi penetra nelle sale diffusamente ed è integrata da un sistema di illuminazione



James Stirling, Michael Wilford
1980
Londra



Il sistema di illuminazione è altamente sofisticato, misto – basato sulla mescolanza della luce naturale e di quella artificiale – e corredato di sensori e sistemi computerizzati per mantenere costante l'intensità luminosa interna al variare di quella esterna. La visibilità dei quadri rimane quindi la medesima nell'arco della giornata, ma all'osservatore non è negata la possibilità di percepire la luce all'esterno, cogliendo quindi il passare delle ore e le diverse fasi della giornata.

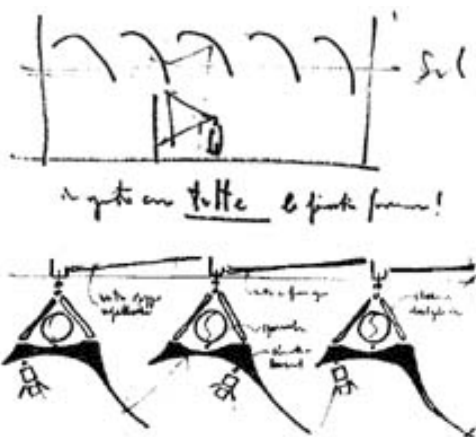


The Menil Collection

Renzo Piano

1981

Houston



Si tratta di pannelli montati su una struttura leggera di copertura, il cui trattamento superficiale consente la riflessione della luce su entrambe le facce. La luminosità è resa anche dalle pareti bianche e dal pavimento in legno scuro e questo conferisce all'edificio un carattere unico e di prestigio.

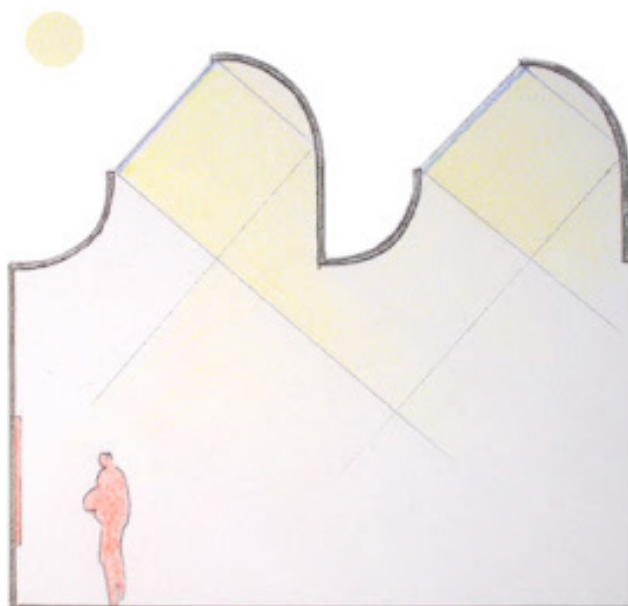


Museo Ludwig con la Filarmonica

Peter Busmann

1986

Colonia



Il tema principale di questo museo è proprio la luce, filtrata da un numero elevatissimo di shed studiati appositamente per la resa migliore. La sezione è data dalla combinazione di un cerchio e di un quadrato: la luce penetra dalle vetrate inclinate, si riflette sulla superficie curva e piove all'”interno”, con una naturalezza estrema. L'illuminazione artificiale, ridotta all'essenziale, ha un ruolo del tutto marginale.

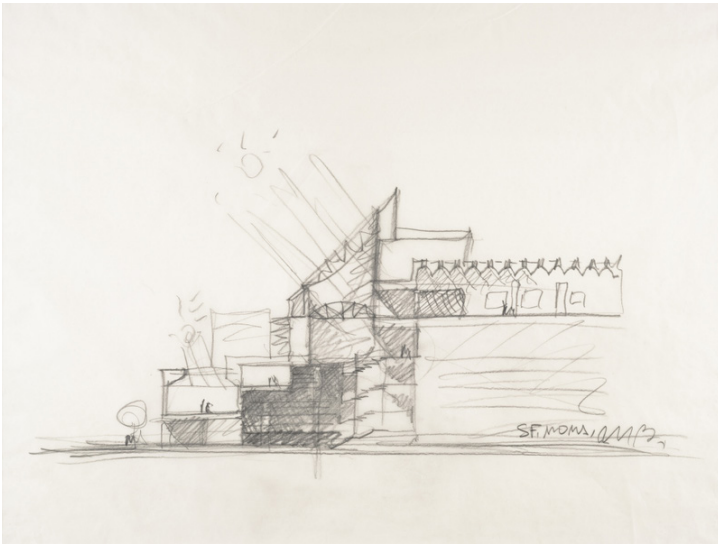


SFMoMA

Mario Botta

1995

San Francisco



costruzione, alla pari dei graniti e dei mattoni che rivestono l'edificio. L'atrio d'ingresso, che smista con il corpo scala le gallerie del museo, si caratterizza per l'uso policromo dei rivestimenti, accostandolo all'inedita immagine dell'interno di una cattedrale, illuminato da un intenso fascio di luce naturale proveniente dal grande lucernario della torre centrale.



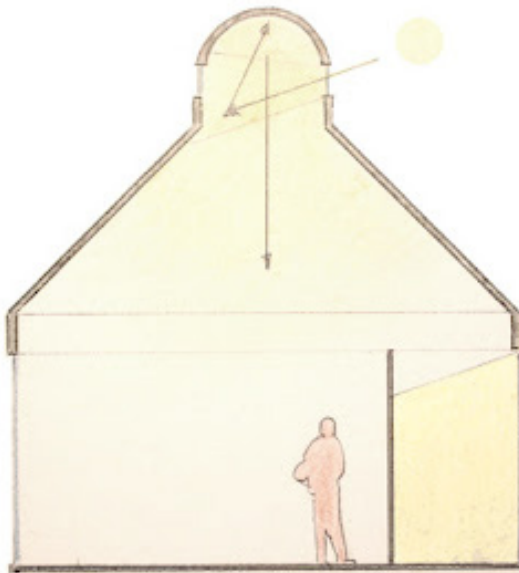
da spazio esterno a spazio interno.

Skirball Cultural Center

Moshe Safdie

1996

Los Angeles



Gli unici spazi a non avere contatti diretti con l'esterno sono proprio le sale espositive, illuminate attraverso un sistema semplice, ma efficace, studiato in sezione e ripreso dalle chiese romanico-bizantine. Ogni sala è coperta da due falde, interrotte in prossimità del colmo per lasciare spazio ad una stretta volta leggermente rialzata. Una finestratura a nastro lascia entrare la luce e questa, riflettendosi prima sulla parete di fronte e poi sulla superficie curva della volta, viene diffusa verso il basso, sulle opere esposte. Anche i due lati maggiori delle sale sono vetrati, ma la luce diretta è schermata da un setto continuo.

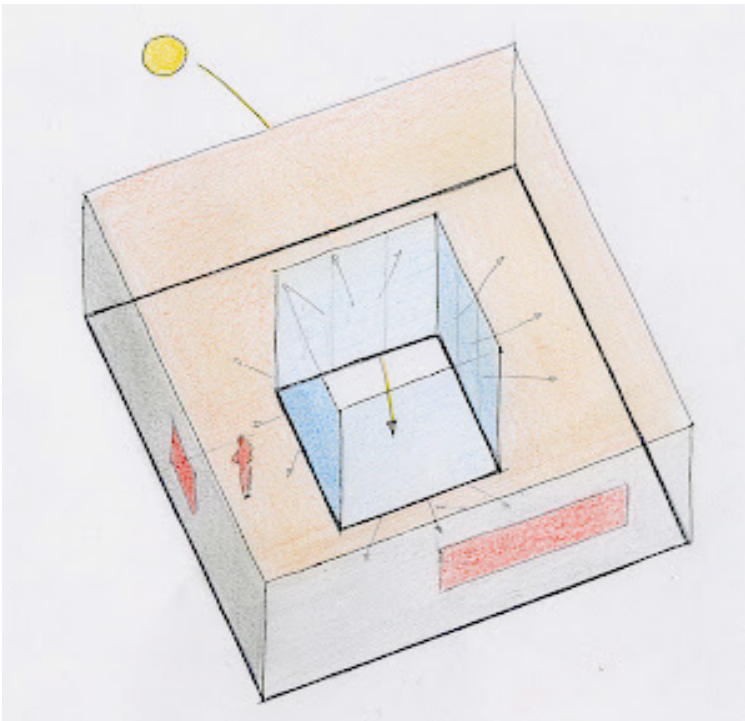


Museo del Prado Moneo

Rafael Moneo

1997

Madrid



La luce penetra attraverso ampi lucernari e pozzi vetrati al centro delle sale e illumina le opere diffusamente, ma mai in modo diretto. Un ampio ambiente è poi ricavato dal chiostro, chiudendolo con una copertura vetrata e convertendolo

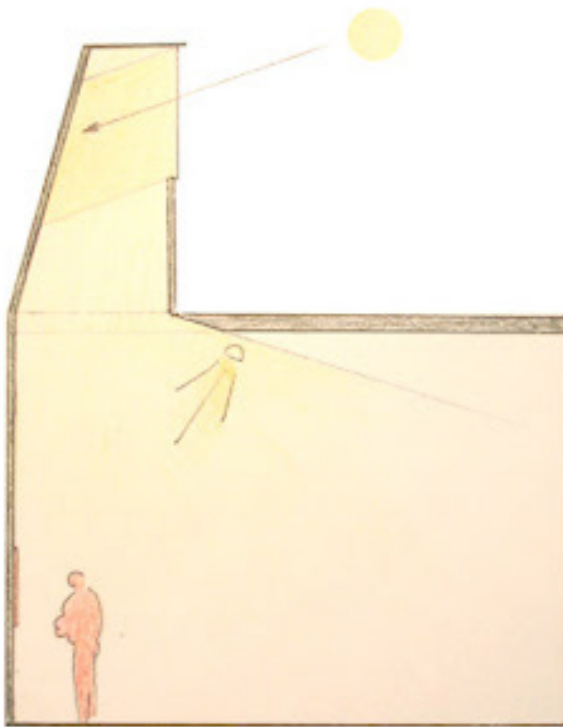


Gulf Coast Art Center

Charles Rose

1999

Florida



Il complesso è in continuo dialogo con l'esterno e gli edifici si inseriscono nel verde come semplici blocchi geometrici. L'illuminazione delle sale avviene quasi esclusivamente dall'alto, attraverso degli imponenti camini larghi quanto l'edificio, che prendono la luce lateralmente, la riflettono sull'estesa superficie intonacata e la diffondono verso il basso, in modo del tutto indiretto. Lo stesso pavimento in cemento liscio contribuisce attivamente a riflettere la luce. L'illuminazione è poi integrata da un sistema di faretti posti a notevole distanza dalle opere, in modo da mantenere l'effetto di luce diffusa ed evitare fastidiosi riflessi.

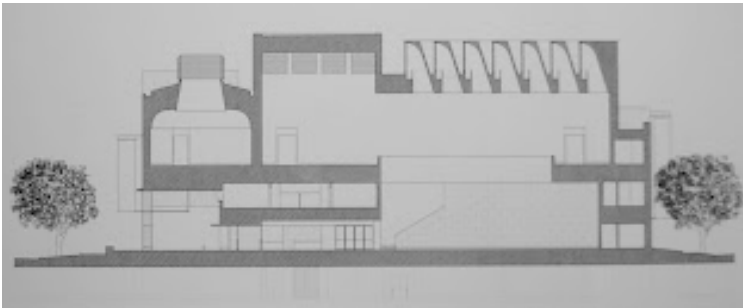


Audrey Jones Beck Building MFAH

Rafael Moneo

2000

Houston



L'illuminazione è infatti totalmente affidata a lucernai, con forme e soluzioni diverse a seconda dell'ambiente, della quantità di luce richiesta e della necessità di filtraggio o meno. L'ingresso, con il doppio scalone, si configura come uno spazio ampio ed arioso inondato di luce attraverso una sequenza fitta e ripetuta di lucernai che, come nel Florida Gulf Coast Art Center, prendono luce lateralmente e la specchiano all'interno, riflettendola sulle pareti bianche. Le sale espositive hanno anch'esse una serie di lucernai allineati che portano la luce direttamente dal centro del soffitto, ma questi sono schermati da piccoli setti verticali che aumentano la superficie specchiante. I dipinti sono collocati ad una distanza considerevole dalla sorgente luminosa e una serie di punti luce artificiali li illumina singolarmente.

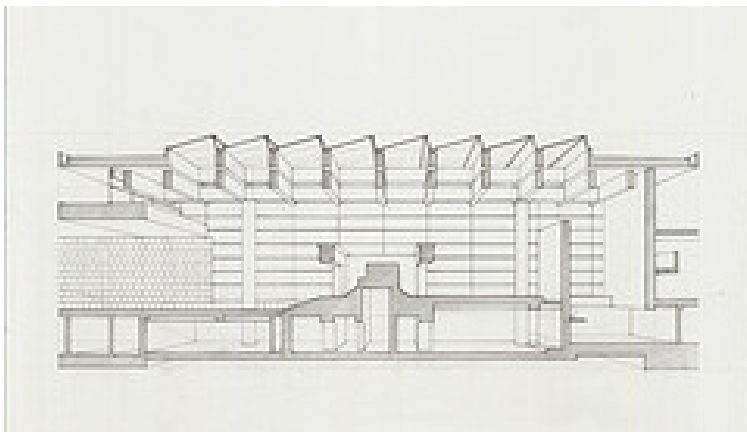


Museo dell'Ara Pacis

Richard Meier

2006

Roma



Il guscio vetrato è stato studiato attentamente per evitare l'”effetto gabbia” di un reticolo strutturale troppo fitto e per filtrare la luce, pur mantenendo la sua naturalezza.

Si tratta di un involucro di 1500 mq di vetro temperato, in due strati spessi 12 mm con un'intercapedine di gas argon e con uno strato di ioni di metallo nobile per il filtraggio della luce, composto da lastre grandi fino a tre metri per cinque.

Questo sistema, oltre al filtraggio della radiazione solare, ri

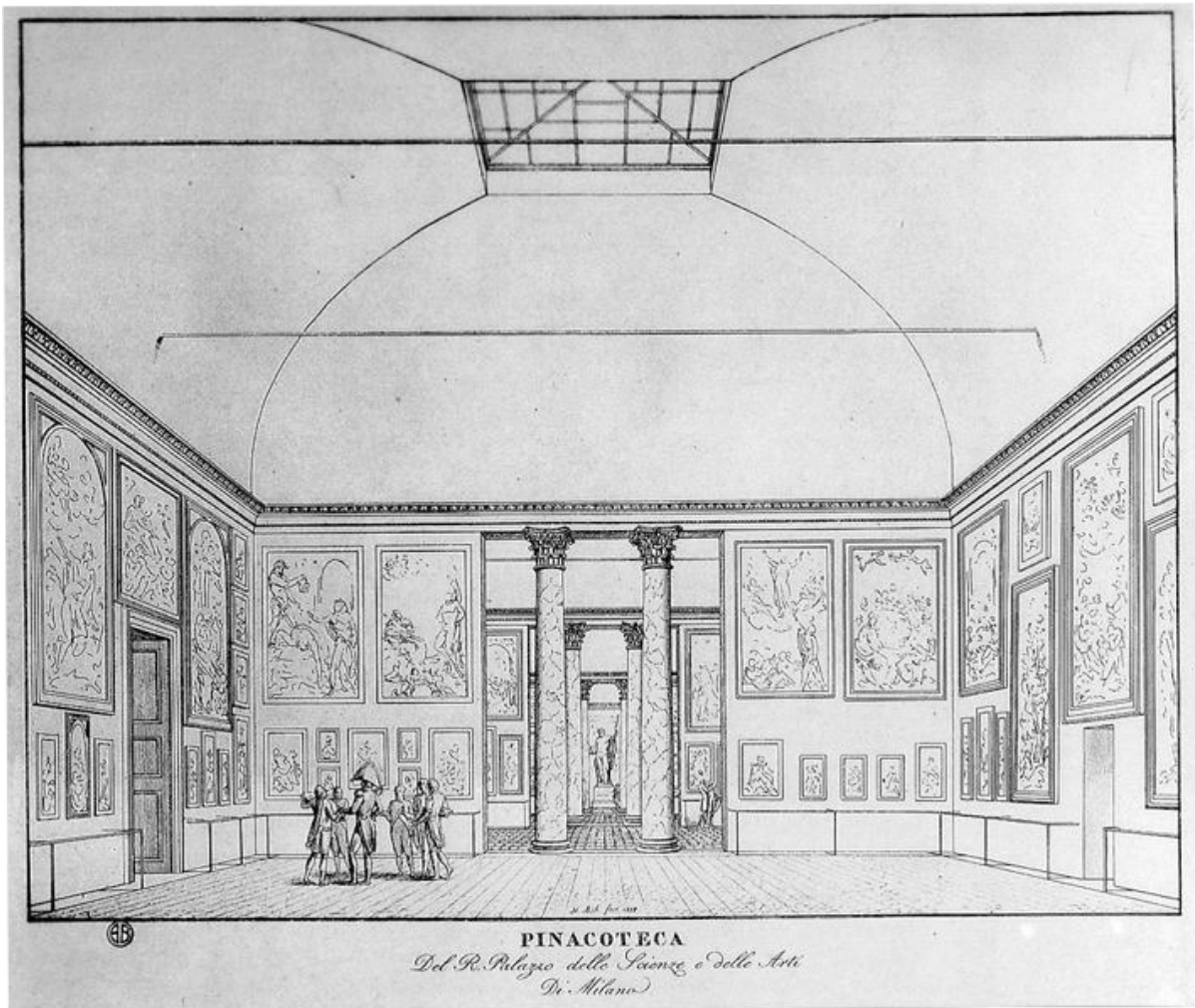
4.0

i Saloni Napoleonici di Brera

Il sogno umanistico dell'accordo di arte, lettere e scienze che Maria Teresa e Napoleone realizzarono nella pietra viva di Brera è il nostro sogno; e a questo accordo la Pinacoteca di Brera vorrà portare un vivo contributo con le sue sale di esposizione, con il suo laboratorio di ricerche scientifiche e di restauro, con un'attività didattica destinata al popolo e realizzata nelle conferenze, nelle lezioni, nelle visite guidate da specialisti, nelle serate popolari, affinché il museo finalmente aderisca al dinamismo della vita moderna e la cultura estetica circoli come vivo fermento della società.

Fernada Wittens

*Discorso per l'inaugurazione della Pinacoteca di Brera,
9 giugno 1950*



15 agosto 1809, inaugurazione della Pinacoteca di Brera
(da M. Bisi e R. Gironi, *Pinacoteca del Palazzo Reale*,
Stamperia reale, Milano 1812)

4.1 La Storia dei Saloni

L'inaugurazione

Nel 1805, Andrea Appiani venne nominato Commissario per le Belle Arti e a Brera cominciarono ad affluire da ogni parte dipinti dalle chiese soppresse. Intanto nel 1806 Giuseppe Bossi inaugurava il primo museo dell'Accademia, di impronta spiccatamente didattica. Nel 1808 si decise di tramezzare l'antica Chiesa di Santa Maria in Brera in due piani per realizzare i "Saloni Napoleonici" destinati a ospitare le gallerie del regno.

Il 15 agosto 1809, giorno genetliaco di Napoleone, vennero inaugurate le tre sale, dominate dal grande gesso di "Napoleone come Marte pacificatore" di Antonio Canova. Si trattò di un evento temporaneo legato all'occasione (erano esposti solo 139 dipinti), e l'effettiva apertura delle gallerie delle statue e delle pitture ebbe luogo il 20 aprile 1810.



I saloni napoleonici dopo il riordino di Corrado Ricci del 1902

Ricostruzione di Brera dopo guerra

La riforma delle coperture consiste, innanzitutto, nella sostituzione delle antiche capriate lignee, bruciate durante i bombardamenti dell'agosto del 1943, con capriate in cemento armato. Vengono erette 80 di queste strutture in cemento armato, ardite per il materiale in cui sono costruite, ma stilisticamente molto eleganti, e si sviluppano linearmente per 800 metri. Grazie ad esse, vengono coperti 5000 metri quadrati di tetti e ne risulta una superficie dedicata a velari e lucernari di 2000 mq.

I velari sono coperti in parte da thermolux di grande trasparenza e di perfetta tonalità in colore, in parte da cristalli, tra i quali ricordiamo i cristalli curvi della Galleria degli Affreschi, di cui abbiamo precedentemente parlato. I vetri diffusori thermolux, sono appositamente progettati per la Pinacoteca, in modo che siano formati da una combinazione di filati di vetro leggermente cromati, la quale mantiene le caratteristiche di diffusione dei raggi luminosi, evitando il tipico effetto di luce rarefatta dei thermolux in commercio all'epoca, garantendo così un'ottimale visione delle opere.



I saloni napoleonici dopo I bombardamenti del 1953

L'innovazione più importante per quanto riguarda i velari è nelle sale napoleoniche, dove le capriate reggono i nuovi velari circolari che Portaluppi pensa in sostituzione ai vecchi dalla forma a croce, che producevano zone di ombre negli angoli. Questi velari, dal diametro di 8 metri, sono inseriti nelle ampie volte a padiglione raccordate, che l'architetto costruisce in sostituzione delle antiche volte neoclassiche a spigolo acuto. La copertura delle sale napoleoniche diventa una volta a sezione ellittica, con lucernario circolare in modo da garantire un'illuminazione diffusa con l'eliminazione di zone d'ombra.

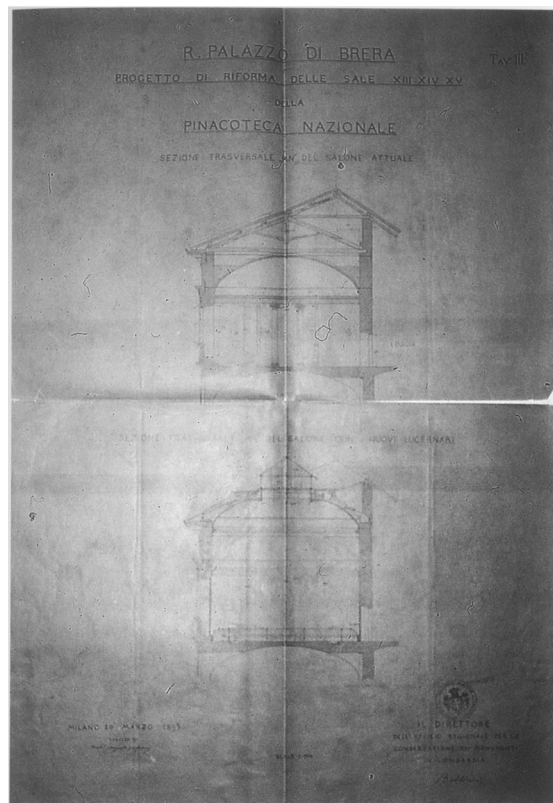
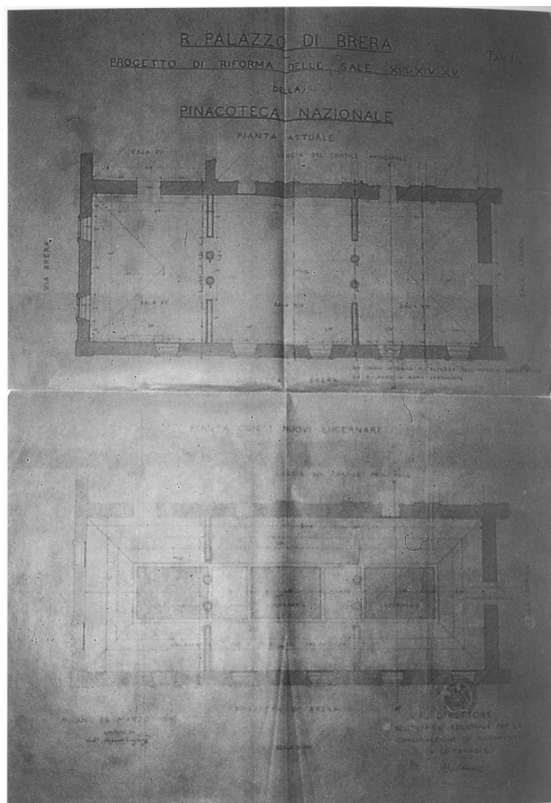


Fotomontaggio dei saloni napoleonici con i lucernari a forma croce



I saloni napoleonici e I grandi lucernari studiati da Gregotti

Con questa trasformazione le sale napoleoniche acquistano un'illuminazione armoniosa e distribuita, perfettamente atta a far risaltare i dipinti di Tintoretto, di Veronese, del Lotto, di Gentile Bellini e le grandi pale lombarde del Quattrocento in esse contenute; inoltre "la loro scenografia neoclassica è accentuata, non solo dall'importante uso di marmi medicei, ma anche dalla successione dei velari cupoliformi tale da dare agli interni della Pinacoteca una solennità senza confronto in alcun museo d'Europa".



Progetto di riforma delle sale XIII-XIV-XV della Pinacoteca Nazionale.

Tav. I:
Pianta attuale;
Pianta con i nuovi lucernari
30 marzo 1895

Tav. III:
Sezione trasversale del salone attuale;
Sezione trasversale del Salone con i
nuovi lucernari con i nuovi lucernari
30 marzo 1895

Fra l'altro l'illuminazione dall'alto con velari, a croce greca nel centro del locale nelle Sale Napoleoniche, come risultava prima del sinistro bellico in questi ambienti, provocava delle zone d'ombra che occorreva eliminare ricorrendo a velari di maggiore ampiezza e di forma più razionale. In queste sale perciò fu deciso di ricostruire la copertura con capriate di cemento armato impostate su un anello di coronamento in calcestruzzo debolmente armato, strutture che più si prestavano per la risoluzione del problema della stabilità connessa con le esigenze di illuminazione dall'alto, consentendo la costruzione di ampi lucernari e di sottostanti velari.

Il tipo di struttura adottato concedeva prima di tutto la garanzia dell'incombustibilità che dovrebbe essere uno degli elementi peculiari in ambienti di questo genere, oltre agli altri fattori favorevoli della stabilità e della rigidità rispetto alle strutture di altro materiale, nonché delle trascurabili spese di esercizio e di manutenzione.

Queste strutture dovevano rispondere ai requisiti seguenti:

1) con la illuminazione dall'alto a luce naturale mediante lucernari, le membrature non dovevano proiettare ombre troppo rilevanti sui velari per non compromettere l'uniformità della illuminazione;

2) alle strutture così costituite dovevano essere affidati, oltre ai carichi connessi con la copertura, quelli degli ampi velari sottostanti e delle passerelle di servizio e di ispezione del sottotetto. Questi requisiti sono stati rispettati con le strutture progettate ed eseguite, malgrado la luce libera delle capriate che in certi casi raggiunge la lunghezza di m. 15. I velari a forma circolare di superficie assai superiore a quelli preesistenti sono stati ricavati con l'adozione di un anello circolare in cemento armato portato dalle capriate, nel contorno del quale trova appoggio un reticolato di profilati di leghe speciali leggere portante vetri doppi con interposta lana di vetro, di colorazione conveniente al filtraggio della luce. La forma circolare adottata consente una migliore armonizzazione con le volte a padiglione che fanno dal soffitto alla sala. La generatrice delle volte costituite ha la forma di un segmento di ellisse che concede ai locali una migliore pastosità senza togliere alla volta la sua caratteristica cupoliforme. La volta è stata ottenuta con robuste centine in legno opportunamente trattato per renderlo incombustibile, protette nella loro parte superiore da un solaio in laterizio e soprastante solettona, per servire anche da passerella.



Sala XV recente

Questa funzione culturale, così saldamente radicata nel passato, permane attualmente in tutta la sua importanza, e costituisce il principale punto di riferimento per la vita artistica e culturale della città; così come il complesso di Brera è profondamente connesso con la struttura urbana in cui è localizzato, attraverso un insieme di attività collaterali, dando una precisa impronta all'ambiente urbano determinando in modo considerevole la utilizzazione degli spazi in questa parte del centro storico.

Vittorio Gregotti

Relazione dei concetti e dei lavori in progetto
per la riorganizzazione della Pinacoteca di Brera,
settembre 1985, Milano

4.2 Progettare l'illuminazione nello spazio museale

Contrariamente ai musei che presentano prevalentemente oggetti in vetrine, in gallerie dove dipinti e sculture sono in mostra l'illuminazione architettonica è anche una parte essenziale del concetto di design di illuminazione. In entrambi gli edifici storici e musei moderni l'architettura è spesso in concorrenza con gli oggetti esposti. L'obiettivo del concetto di design di illuminazione sarà solitamente continuare a bilanciare l'importanza dell'arte all'architettura.

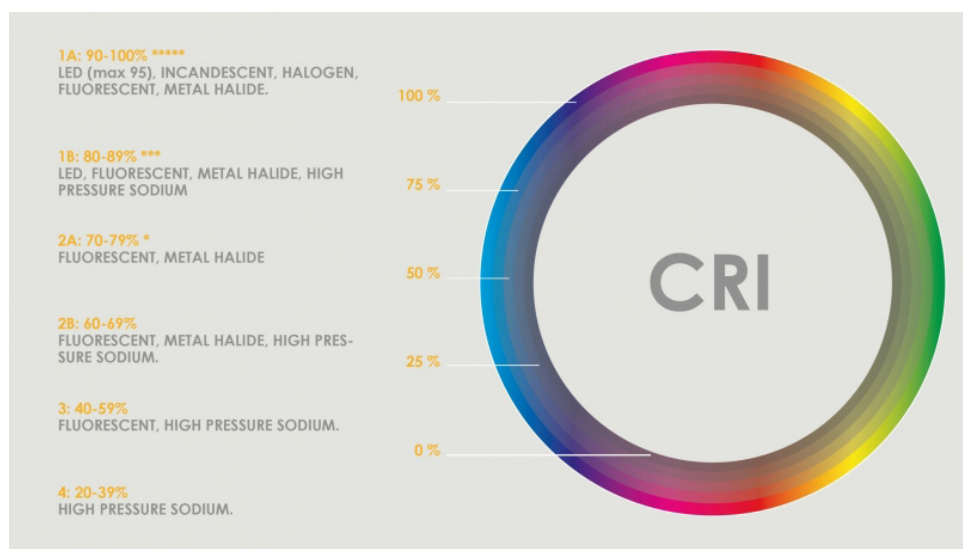
Musei spesso usano anche la luce del giorno così come l'illuminazione artificiale. Il concetto di design di illuminazione deve mirare a controllare la luce del giorno e coordinare la luce naturale con la luce artificiale. Daylight può essere controllato dalla architettura in una certa misura; dispositivi e attrezzature supplementari possono essere necessari per controllare l'illuminamento secondo specifiche disposizioni curatoriali.

Sistemi di controllo elettronici sono ora disponibili che permettono il controllo combinato di luce incidente con alette orientabili, così come l'illuminazione artificiale, quando la luce è eccessiva o inadeguata. Il sistema di illuminazione dovrebbe fornire adeguati livelli di illuminamento in ogni momento del giorno e della notte.

Le mostre da illuminare sono principalmente dipinti e disegni alle pareti e sculture al centro degli spazi. Le opere d'arte alle pareti possono essere illuminati da luci a parete uniforme fornito da wallwasher o l'illuminazione d'accento tramite proiettori. In entrambi i casi, è indispensabile fare in modo che l'angolo di incidenza è stato calcolato correttamente per evitare fastidiosi riflessi su vetro o superfici lucide. Un angolo di incidenza di 30 ° rispetto alla verticale (angolo di incidenza per i musei) ha dimostrato di essere una buona guida, perché gestisce riflette abbagliamento, illuminamento e le ombre del telaio in modo ottimale. Sculture in genere richiedono dirette luce per rivelare la loro qualità e la superficie struttura tridimensionale. Di solito sono illuminati da faretti o faretti direzionali da incasso.

Indice di resa cromatica

L'indice di resa cromatica (IRC), oppure in inglese Color Rendering Index (CRI), di una sorgente luminosa è una misura di quanto naturali appaiano i colori degli oggetti da essa illuminati.



Valori dell'indice di resa cromatica con alcune sorgenti reali

Tutti i radiatori termici a spettro continuo, quindi tutte le lampade a filamento incandescente, siano esse ad alogeni o normali, avendo un'emissione sostanzialmente simile a quella del corpo nero, presentano un indice di resa cromatica pari al 100%. Per tutte le sorgenti a scarica nel gas, cioè con spettro a bande, l'indice sarà sempre minore del 100%. Per esempio, le lampade fluorescenti trifosforo hanno un indice di resa cromatica pari all'80-85%, mentre per le pentafosforo il valore è intorno al 95%.

In generale, un indice pari all'85-100% indica un'ottima resa cromatica. Essa è considerata buona per valori del 70-85% e discreta per valori del 50-70%.

Utilizzo delle diverse sorgenti luminose in base all'indice di resa cromatica
La norma UNI 10380 suddivide l'insieme dei possibili valori dell'indice di resa cromatica in cinque gruppi:

- 1A: $R_a \geq 90\%$
- 1B: $80\% \leq R_a < 90\%$
- 2: $60\% \leq R_a < 80\%$
- 3: $40\% \leq R_a < 60\%$
- 4: $20\% \leq R_a < 40\%$

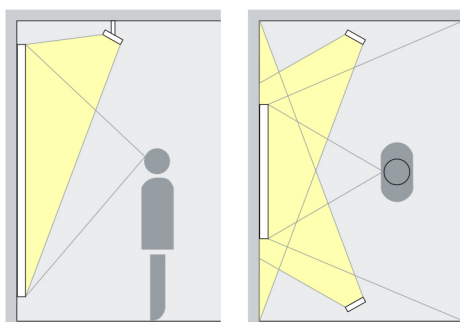
La norma fornisce anche qualche indicazione su quale IRC utilizzare a seconda degli ambienti da illuminare:

- 1A: abitazioni, musei, studi grafici, ospedali, studi medici, ecc.
- 1B: uffici, scuole, negozi, palestre, teatri, industrie tessili e dei colori, ecc.
- 2: locali di passaggio, corridoi, scale ascensori, palestre, aree servizio, ecc.
- 3: interni industriali, officine, magazzini depositi, ecc.
- 4: parcheggi, banchine, cantieri, scavi, aree di carico e scarico, ecc.

Perfezionare il godimento dell'arte con il comfort visivo

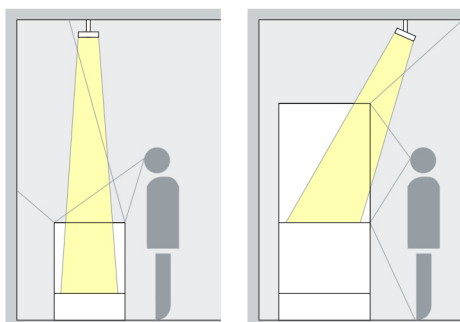
Non è solo il modo di mettere gli oggetti in scena con la luce a contribuire alla qualità dell'esperienza vissuta con la visita all'esposizione, ma anche il comfort visivo dell'illuminazione.

La corretta disposizione degli apparecchi permette di illuminare le opere d'arte in modo omogeneo ed evita che gli osservatori proiettino le proprie ombre sui quadri. I coni di luce a fascio stretto e le schermature delle superfici di emissione della luce minimizzano l'abbagliamento diretto nel percorso espositivo. Con un'adeguata disposizione degli apparecchi si evitano inoltre anche i fastidiosi abbagliamenti da riflessione.



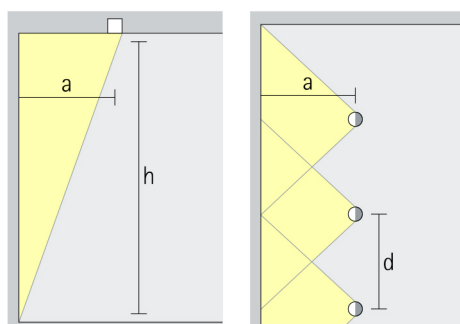
Minimizzare le ombre create dagli osservatori

Disponendo due faretti lateralmente per illuminare un quadro si previene l'abbagliamento dovuto alla riflessione degli apparecchi sugli oggetti esposti e si evita la proiezione dell'ombra dell'osservatore sul quadro.



Illuminare le vetrine senza abbagliamento

Gli espositori in vetro possono essere illuminati anche dall'esterno con dei faretti, purché dal punto di vista dell'osservatore questi restino al di fuori delle superfici di riflessione.



Disporre correttamente gli apparecchi per l'illuminazione diffusa delle pareti

Per una distribuzione omogenea della luce sulla parete la distanza dei wallwasher dalla parete stessa deve essere pari a un terzo dell'altezza del locale. La distanza tra gli apparecchi corrisponde alla distanza dalla parete.

4.3 Redesign i saloni

1. Recrea l'atmosfera

Le particolari condizioni ambientali di Venezia, che rendevano difficile la conservazione di pitture murali, non incisero soltanto sul tipo di decorazione pittorica delle Scuole, ma anche su quella degli edifici sacri, che fu affidata per intero alle pale d'altare piuttosto che a cicli di affreschi. Spesso di dimensioni monumentali, come dimostrano alcuni esempi qui raccolti, erano dotate di sontuose cornici - sovente in pietra - che non solo si integravano con lo spazio dipinto, ma lo raccordavano a quello reale della chiesa, creando raffinati effetti illusivi.

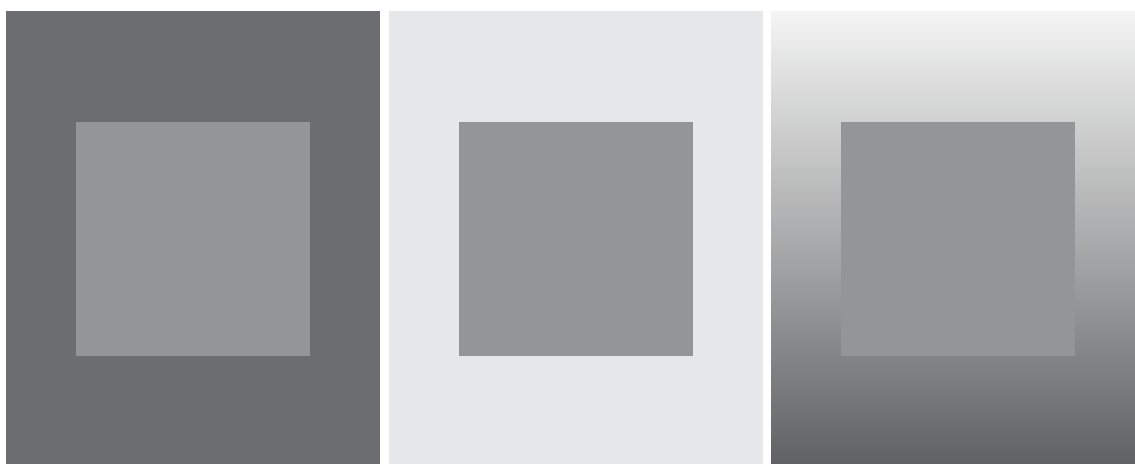
Nuovo progetto tenta di ristabilire l'atmosfera di chiesa, e quindi ridurre la luminosità della stanza, mentre ulteriormente proteggendo le opere.

In questo modo, le opere hanno meno illuminazione, e il loro sfondo diventa più importante.

valori di illuminamento in ambiente chiesa (lux)

corpo della chiesa	50 - 100 - 150
coro, altare, pulpito	150 - 200 - 300

2. Sfondo



Uno sfondo scuro determina per effetto del contrasto simultaneo lo schiarimento dell'opera.

Uno sfondo ad alta luminanza induce nell'opera una riduzione della sua chiarezza.

Se la luminanza della parete o del piano di sfondo non è uniforme ma ha un gradiente, il contrasto riproduce il gradiente invertito nell'opera.

3. Luce indiretta

Luce naturale può essere un bene in un museo, perché rende di colore perfettamente. Luce solare sarà filtrata attraverso i filtri UV, e bouncing nello spazio sopra i soffitti, poi entra l'interno dei saloni.

colore - fattore riflessione %

bianco		70-85
grigio chiaro		46-65
grigio		25-40
grigio scuro		10-20
nero		5

materiale - fattore riflessione %

vernice bianco	87-88	mattoni chiari	20-30
alluminio anodizzato lucido	75-87	mattoni scuri	10-15
alluminio anodizzato opaco	75-84	legno chiaro	30-50
contros, fonoass, bianco, forato	60-80	legno scuro	10-25
marmo bianco	60-70	acciaio inox	55-65
malta chiara	35-50	vetro chiaro	7
calcestruzzo chiaro	30-40	vetro riflettente	20-30
calcestruzzo scuro	15-25	vetro colorato	7
arenaria chiara	30-40	erba	8-10
arenaria scura	15-25	vegetazione	25
granito	15-25		

3. DALI sistema

Luce naturale raccolta comporta l'interruzione o la regolazione dei sistemi di illuminazione in risposta alla luce diurna disponibile in uno spazio. Tuttavia, la quantità di luce varia a seconda della distanza dal diaframma luce.

Come risultato, oscuramento le lampade intorno un'apertura luce insieme possono provocare alcuni spazi avente un livello di luce superiore o inferiore richiesto. Per risolvere questo problema, è necessario un livello di granularità maggiore. I progettisti possono costituire apparecchi adiacenti ad una finestra, per esempio, su circuiti paralleli in modo che i dispositivi vicini alla finestra sono controllate separatamente dalla fila più lontana successivo, e così via.

Questa strategia massimizza il risparmio energetico e assicura la giusta quantità di luce. Con un sistema di controllo basato su DALI, ogni reattore o dispositivo possono essere designati come propria zona di controllo, fino a 16 zone. La granularità dell'illuminazione è quindi limitata solo da questo numero e il numero di fotosensori progettista desidera aggiungere. Granularità superiore offre la possibilità anche per un maggiore risparmio energetico e la garanzia di adeguati livelli di luce.

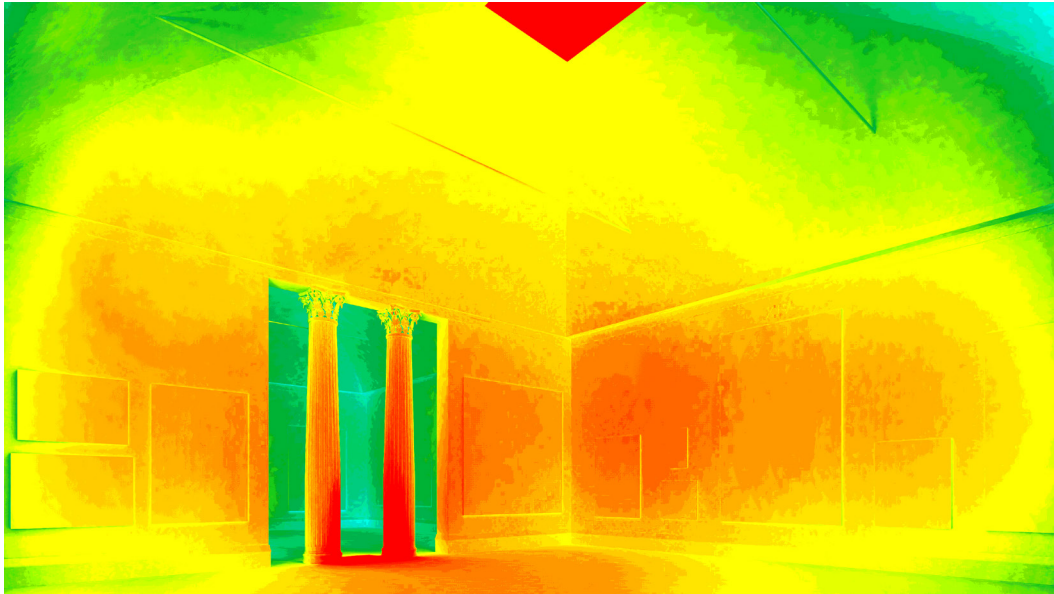
lux studi di spazio originale e attuale



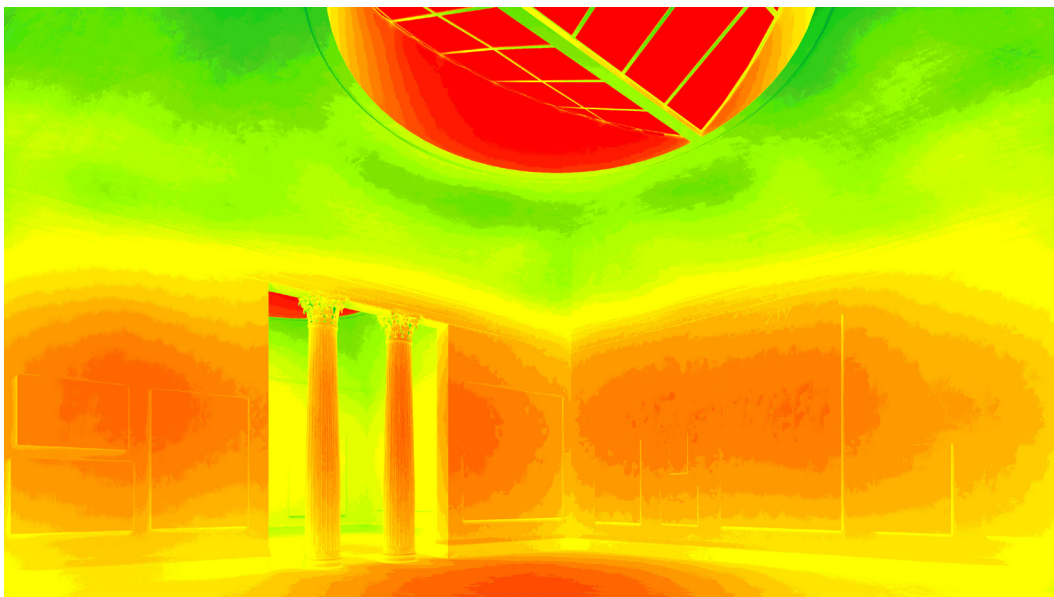
Saloni napoleonici, 1812



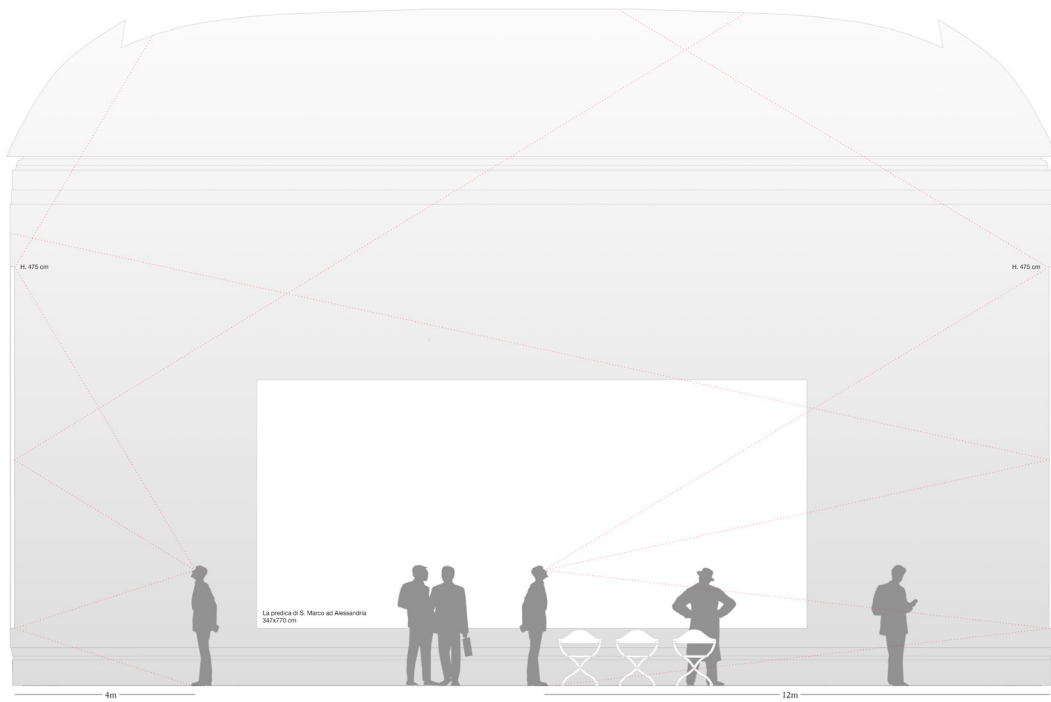
I saloni napoleonici e I grandi lucernari studiati da Gregotti, 2001



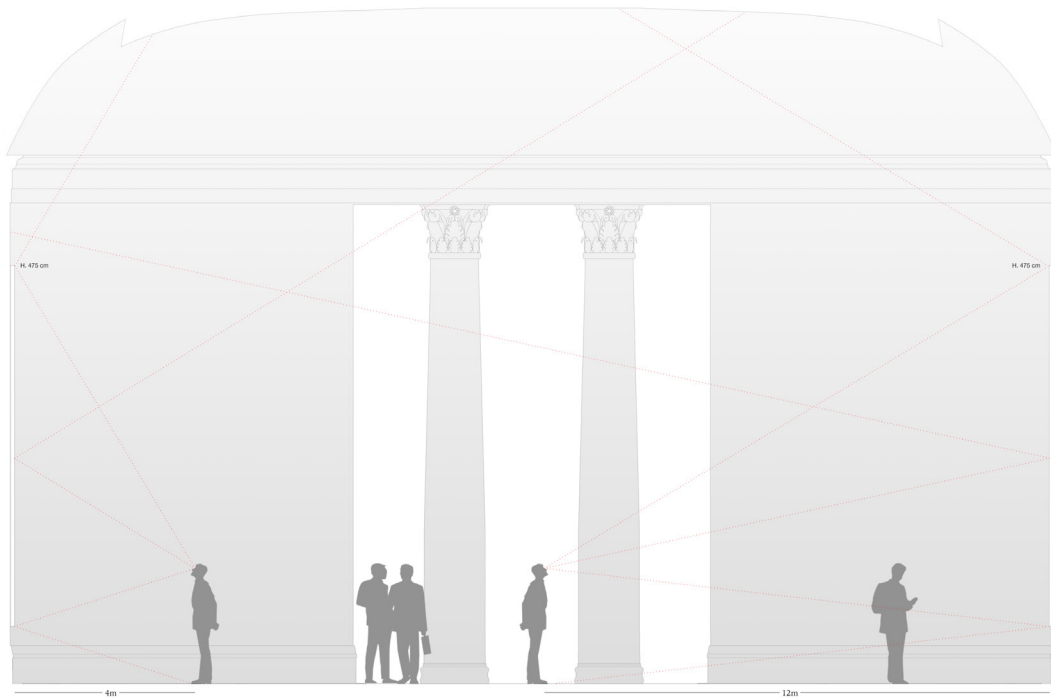
simulazione: Saloni napoleonici, 1812



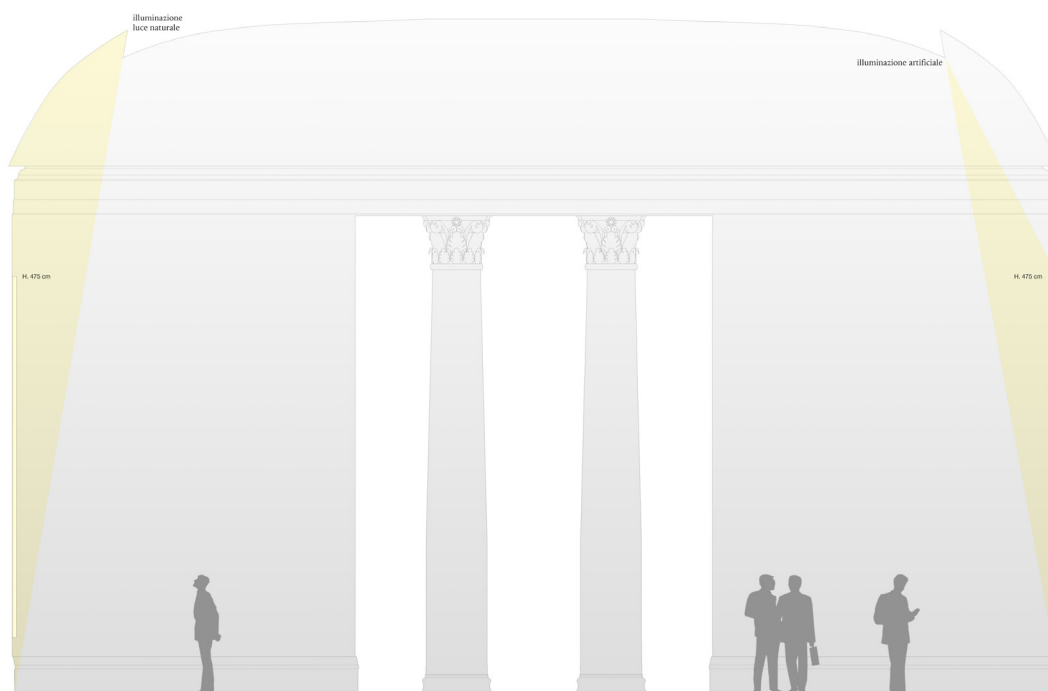
simulazione: I saloni napoleonici e I grandi lucernari studiati da Gregotti, 2001



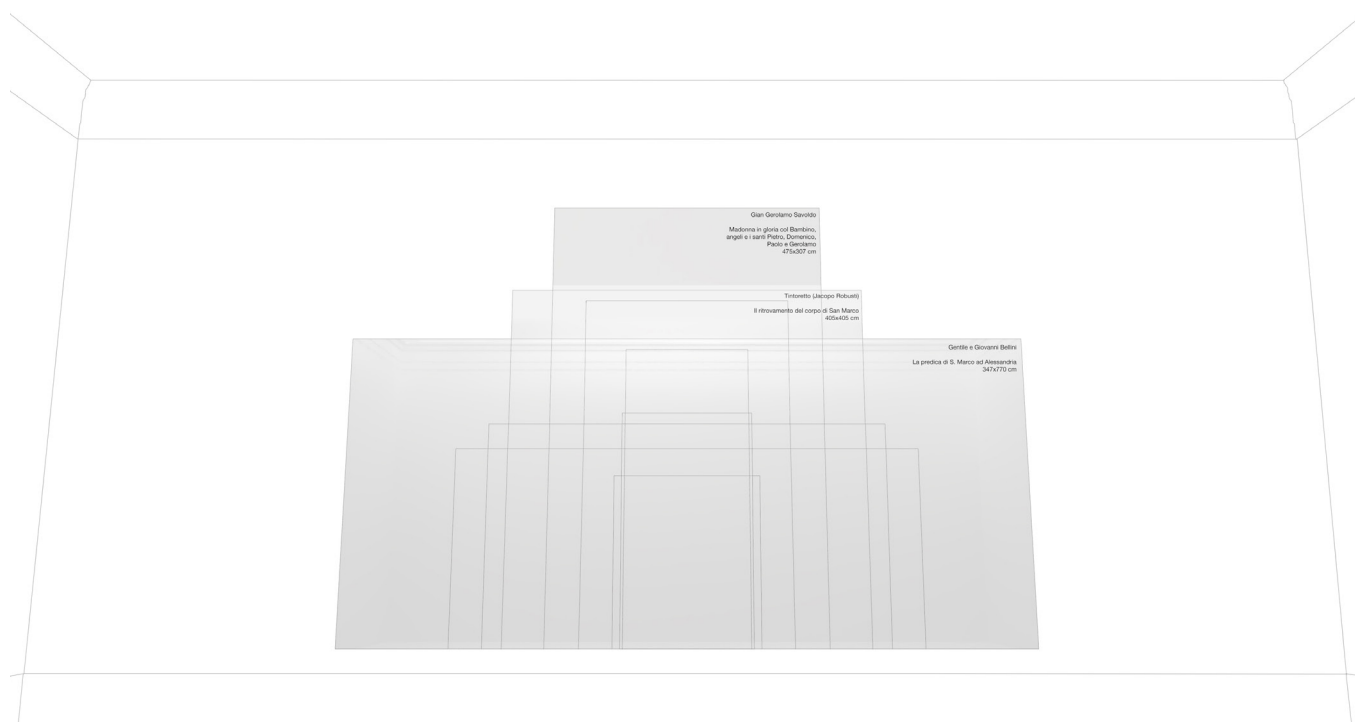
Sezione A-A



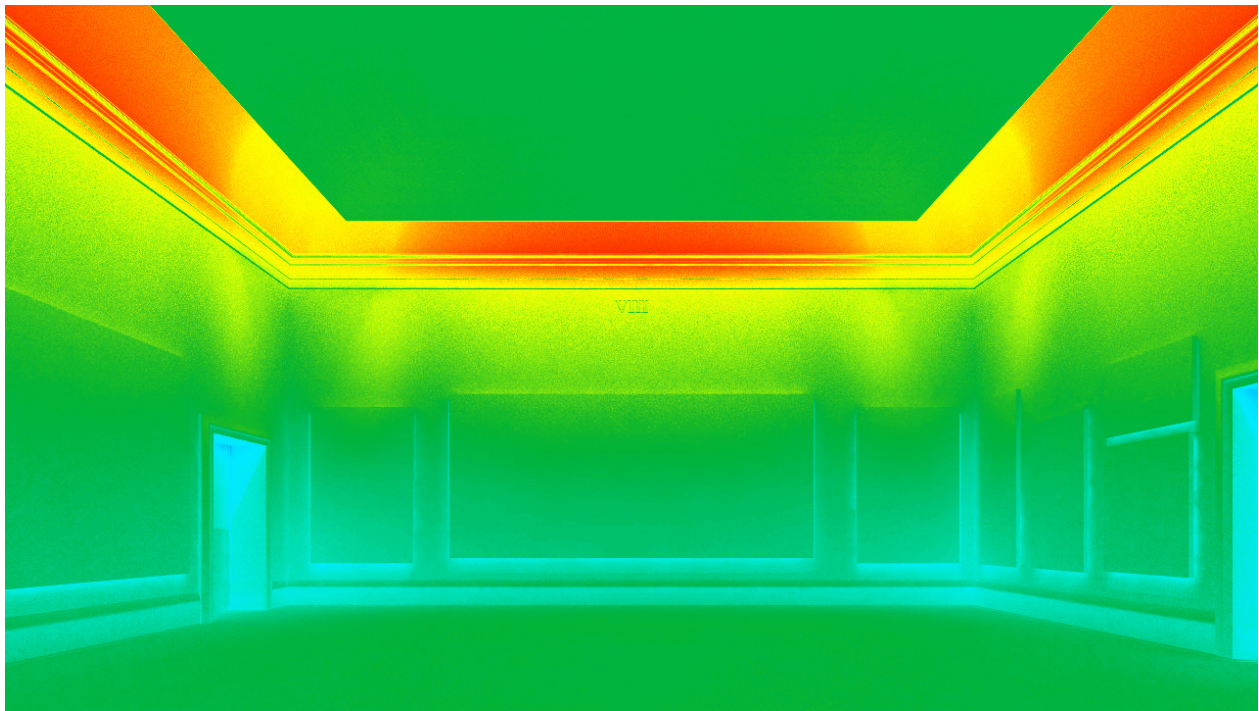
Sezione B-B

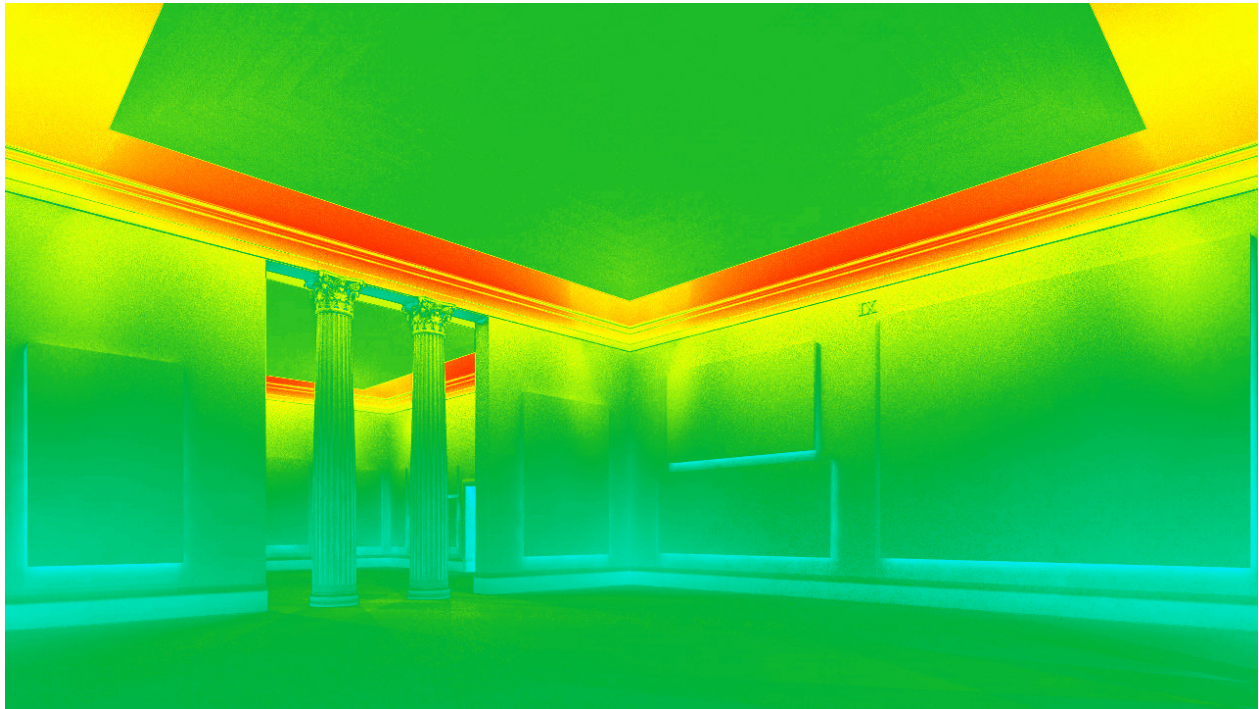


Studi della illuminazione



Studi della riflessione





5.0

referimenti bibliografici

Bianchi F.; Pulcini G., **Manuale di illuminotecnica**, NIS, 1995, Roma

Bonomo M.; Bertolaja C., **L'illuminazione delle opere d'arte negli interni. Guida alla progettazione**, Ediplan, 2013, Parma

Boubekri M., **Daylighting Design: Planning Strategies and Best Practice Solutions**, Birkhauser, 2014, Basilea

Forcolini G., **Lighting**, Hoepli, 2008, Milano

Forcolini G., **Illuminare con i condotti ottici**, Hoepli, 1999, Milano

Forcolini G., **Illuminazione LED**, Hoepli, 2008, Milano

Forcolini G., **La luce del museo**, Maggioli, 2012, Milano

Ganslandt R.; Hofmann H., **Handbook of Lighting Design**, Vieweg, 1992, wiesbaden

Phillips D. **Lighting Modern Buildings**, AP, 2000, Oxford

Rogora A.; Locatelli A., **L'illuminazione canalizzata in architettura**, SE, 2011, Napoli

Tanizaki J., **Libro d'ombra**, Bompiani, 2000, Milano

rivista:

DETAIL 2010-4 Interior and Lighting, IFIAD, 2010, Colonia

DETAIL 2014-10 Interior and Lighting, IFIAD, 2014, Colonia