

ROBERTO CARRATÙ

ILLUMINARE GLI SPAZI



SERVIZI GRATUITI ON LINE

Questo libro dispone dei seguenti servizi gratuiti disponibili on line:

- filodiretto con gli autori
- le risposte degli autori a quesiti precedenti
- files di aggiornamento al testo
- possibilità di inserire il proprio commento al libro.

L'indirizzo per accedere ai servizi è: www.darioflaccovio.it/scheda/?codice=DF8869

INDICE

<i>Premessa</i>	pag. IX
<i>Prefazione</i>	» XI

CAPITOLO 1 – NATURA DELLA LUCE E CARATTERISTICA DELLA VISIONE

1.1. Introduzione	» 1
1.2. Energia raggiante	» 2
1.3. Onde elettromagnetiche	» 3
1.4. Corpo nero	» 9
1.5. Occhio e visione: richiami di anatomia	» 12
1.6. Adattamento, accomodazione dell'occhio e contrasto	» 21
1.7. Abbagliamento	» 23
1.7.1. Metodo delle curve di luminanza (UNI 10380/1994-99)	» 24
1.7.2. Metodo dell'indice UGR (UNI EN 12464/2002)	» 26
1.7.3. Indice di abbagliamento CGI (Contrast Glare Index)	» 27
1.7.4. Metodo VCP (Visual Comfort Probability)	» 27
1.8. Percezione e psicologia della visione	» 28
1.8.1. Costanti percettive	» 38
1.8.2. Significato delle forme	» 39
1.9. Richiami di ottica	» 40
1.9.1. Ottica geometrica	» 40
1.9.2. Ottica fisica	» 43
1.9.3. Polarizzazione	» 43
1.9.4. Interferenza	» 45

CAPITOLO 2 – UNITÀ DI MISURA ILLUMINOTECNICHE

2.1. Definizione	» 47
2.2. Unità di misura	» 48
2.2.1. Energia radiante, energia luminosa	» 50
2.2.2. Flusso radiante, flusso luminoso	» 50
2.2.2.1. Fattore di visibilità relativa, efficienza luminosa	» 51
2.2.3. Intensità luminosa, radiante, candela e angolo solido	» 52
2.2.4. Illuminamento e irradianza	» 54
2.2.5. Diagrammi isolux	» 57
2.2.6. Luminanza	» 57
2.3. Solido fotometrico e curve fotometriche	» 61

CAPITOLO 3 – I COLORI

3.1. Definizione	» 65
3.2. Colore nei secoli	» 66
3.3. Teoria del colore: le sintesi	» 75
3.3.1. Sintesi additiva	» 76
3.3.2. Sintesi sottrattiva	» 77

3.4. Spazi di colore	»	79
3.4.1. Spazio RGB (rosso, verde, blu).....	»	81
3.4.2. Spazio HSB, HLC, HLS/HSV	»	81
3.4.3. Spazio CIE (XYZ).....	»	83
3.4.4. Spazio CIEL*a*b.....	»	88
3.4.5. Spazio CMY (ciano, magenta, giallo).....	»	89
3.4.6. Spazio di colore Hieckethier	»	90
3.4.7. Spazio di colore Munsell.....	»	91
3.4.8. Sistema di colori NCS.....	»	92
3.4.9. Cataloghi di colori e tinte piatte	»	94
3.5. Temperatura di colore	»	95
3.6. Indice di resa cromatica.....	»	97
3.7. Cerchio cromatico e teoria dei colori di Itten	»	98
3.8. Significato dei colori	»	103
3.9. Colori adiacenti	»	107
3.10. Colori, computer e numeri.....	»	108

CAPITOLO 4 – SORGENTI E APPARECCHI ILLUMINANTI

4.1. Premessa	»	111
4.2. Nascita ed evoluzione delle sorgenti artificiali	»	112
4.3. Tipologie di sorgenti luminose artificiali	»	118
4.3.1. Lampade a incandescenza.....	»	118
4.3.2. Lampade ad alogeni	»	120
4.3.3. Lampade a scarica in gas	»	122
4.3.4. Lampade fluorescenti	»	123
4.3.5. Lampade fluorescenti compatte	»	125
4.3.6. Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione	»	126
4.3.7. Lampade a vapori di alogenuri metallici (o a ioduri)	»	126
4.3.8. Lampade a vapori di sodio a bassa e alta pressione	»	127
4.3.9. Lampade a induzione magnetica.....	»	128
4.3.10. Lampade allo xenon	»	128
4.3.11. Sorgenti a diodi luminosi (LED).....	»	129
4.3.12. Sorgenti oled	»	132
4.3.13. Fibre ottiche.....	»	132
4.4. Scelta delle sorgenti luminose	»	133
4.5. Specifiche delle sorgenti e degli apparecchi illuminanti.....	»	135
4.5.1. Efficienza luminosa.....	»	136
4.5.2. Resa cromatica	»	137
4.5.3. Temperatura di colore	»	137
4.5.4. Tensione di alimentazione e potenza elettrica.....	»	138
4.5.5. Dimensioni geometriche dell'apparecchio	»	139
4.5.6. Attacchi	»	139
4.5.7. Durata	»	141
4.5.8. Tempi di accensione	»	142
4.5.9. Grado di protezione.....	»	142

4.6. Classe di protezione elettrica	» 146
4.7. Emissione e tipologia della sorgente	» 147
4.8. Sistema ottico.....	» 148

CAPITOLO 5 – IL PROGETTO DELLA LUCE

5.1. Introduzione	» 151
5.2. Tipologie di illuminazione	» 154
5.3. Principi di progettazione illuminotecnica percettiva	» 159
5.4. Spazi interni	» 162
5.4.1. Spazi abitativi	» 162
5.4.2. Ambienti di lavoro e uffici	» 164
5.4.3. Spazi museali ed espositivi	» 168
5.4.4. Scuole, aule didattiche.....	» 171
5.4.4.1. Esempio di progettazione integrata di illuminazione di una scuola	» 171
5.4.5. Attività commerciali, negozi, ristoranti	» 174
5.4.6. Edifici per il culto	» 178
5.5. Spazi esterni.....	» 180
5.5.1. Illuminazioni urbane	» 180
5.5.2. Monumenti e architetture	» 183
5.5.3. Piani di luce comunali.....	» 185
5.5.3.1. Classificazione delle strade e dei percorsi	» 186
5.5.3.2. Colore della luce	» 187
5.5.3.3. Apparecchi illuminanti e lampade	» 188
5.5.3.4. Risparmio energetico e inquinamento luminoso	» 188
5.5.3.5. Gestione dell'impianto	» 188
5.5.4. Esempio di progettazione illuminotecnica di un parco urbano.....	» 189
5.5.5. Illuminazione del verde e dell'acqua	» 195
5.6. Illuminazione dinamica, biologica.....	» 200
5.7. Illuminazione domotica	» 202

CAPITOLO 6 – ILLUMINAZIONE NATURALE

6.1. Introduzione	» 205
6.2. Radiazione solare e angolo di incidenza	» 207
6.3. Coordinate geografiche	» 208
6.4. Percorso solare.....	» 210
6.5. Diagrammi solari	» 212
6.6. Applicazioni del diagramma solare	» 215
6.7. Ora solare e ora civile	» 216
6.8. Maschera di ombreggiamento	» 218
6.9. Dispositivi di ombreggiamento	» 221
6.10. Fattore di luce diurna	» 226
6.11. Circolare del Ministero Lavori Pubblici n. 3151 (22/5/1967).....	» 227
6.12. Calcolo degli apporti solari	» 231
6.13. Abbagliamento della luce naturale	» 234

CAPITOLO 7 – RENDERING ILLUMINOTECNICO

7.1. Introduzione	» 237
7.2. Plastici e luce	» 239
7.3. Modelli elettronici per le simulazioni	» 241
7.4. Costruzione del modello	» 242
7.5. Algoritmi dell'illuminazione	» 242
7.6. Immagine forzata	» 247
7.7. Animazioni.....	» 251
7.8. RGB – Tripletta protagonista anche nel rendering	» 251
 <i>Appendice A</i>	
Schede tecniche di lampade e apparecchi luminosi	» 255
 <i>Appendice B</i>	
Energia raggiante e teoria della relatività.....	» 275
 <i>Bibliografia consigliata</i>	» 282

Premessa

Si è soliti relegare l'idea della illuminazione, sia artificiale che naturale, ad una fase conclusiva della progettazione architettonica, ed a volte neanche in questa fase.

Al contrario l'ideazione di un pensiero di luce deve far parte, fin dall'inizio, delle riflessioni di ogni progettista, di ogni creatore di volumi, di spazi, altrimenti ci si rende conto, il più delle volte troppo tardi, di non poter percorrere delle soluzioni ideali ai fini della riuscita del progetto nella sua più ampia totalità.

La luce, infatti, esige un'analisi approfondita ed accurata, come una materia informe che aspetta di essere modellata. Per questo motivo è necessario avere un diverso approccio alla complessa problematica della progettazione architettonica, in cui la luce, non sia, come spesso accade, un problema da risolvere in una fase conclusiva del progetto, da parte spesso di persone poco competenti, ma il fulcro centrale di un corretto iter progettuale.

Illuminare uno spazio, un ambiente, un pensiero, non vuol dire solo stabilire la corretta quantità e qualità di luce, ma soprattutto coinvolgere il luogo, l'architettura, per appassionarsi in un processo unitario in cui il tutto risuona di un'unica nota.

Fondamento di questo libro è quindi la ferma convinzione che la forma della luce debba esprimere tali necessità, concetti, opportunità; che debba creare sensazioni e dare loro risposte concrete. Illuminare gli spazi deve divenire una pratica per dare vita a sensazioni e stimolare emozioni, un nuovo processo che restituisca alla scienza illuminotecnica lo status di arte. Per far questo è necessaria però una comprensione approfondita di questa materia affascinante, misteriosa, a volte imperscrutabile in cui le conoscenze scientifiche si mescolano a quelle psicologiche, in cui la materia si fonde nei sensi.

Il libro si presenta sotto forma di manuale in cui i primi quattro capitoli, riguardanti la natura della luce, il meccanismo della visione umana, le grandezze fotometriche, la teoria e il concetto del colore, le sorgenti luminose e gli apparecchi illuminanti, sono propedeutici alla comprensione dei temi esposti successivamente. Il capitolo quinto tratta la tematica della progettazione illuminotecnica, dove, divise per tipologie, sono presentate le questioni ricorrenti nella professione, come l'illuminazione di interni di abitazioni, uffici, spazi commerciali, luoghi per il culto, e di esterni come parchi, monumenti e giardini. Nel capitolo sesto

si affronta la tematica della progettazione della luce naturale, con particolare attenzione al calcolo e alla verifica dei dispositivi di ombreggiamento finalizzato soprattutto al risparmio energetico. Il capitolo settimo riguarda il rendering illuminotecnico e i suoi metodi di rappresentazione.

Le appendici, infine, propongono utili schede per la scelta degli apparecchi luminosi e un ulteriore approfondimento sulla teoria della luce.

Prefazione

La luce, malgrado i numerosi studi compiuti per conoscerne la sua essenza, rimane in parte avvolta da un alone di mistero. Onde o corpuscoli?

Sono passati tre secoli dai primi studi di Huyghens sulla luce e sulle sue modalità di trasmissione; fece scalpore la sua teoria sulla natura ondulatoria della luce in contrapposizione con quella corpuscolare di Newton. Tuttavia solo nella seconda metà del 1800, Maxwell dimostrò che la luce altro non fosse che onde elettromagnetiche di piccola lunghezza che si propagano nello spazio (anche vuoto). Infine, Einstein all'inizio del secolo scorso, per comprendere fenomeni complessi come quello della fotoelettricità, ebbe bisogno di formulare una teoria, parallela a quella elettromagnetica, fondata su aspetti quantistici.

Nonostante la produzione di studi ed analisi sull'argomento, quello della luce è un tema sempre molto aperto ed affascinante. Basti pensare all'ambito della fotometria, scienza che si occupa della misura della quantità di energia luminosa emessa da una sorgente e ricevuta da una superficie in relazione alle sensazioni prodotte su un individuo, oppure alla capacità che ha l'uomo stesso di attribuire una qualità alla luce (il colore) che dipende dalla sua lunghezza d'onda o, infine, alla recente ineludibile attenzione al risparmio energetico.

Inoltre, la stessa qualità architettonica è influenzata dalla luce per la capacità che hanno le sorgenti luminose, la loro posizione e distribuzione nello spazio, l'integrazione dell'illuminazione naturale con quella artificiale nel produrre effetti che di volta in volta caratterizzano non solo gli oggetti negli ambienti, ma addirittura gli stessi ambienti.

Questo è il motivo della necessità di un approccio olistico alla complessa problematica della progettazione architettonica in cui anche la luce, sia naturale che artificiale, ne diventi parte fondamentale.

Fondamento di questo libro è la convinzione che la forma della luce debba esprimere tali necessità attraverso i suoi concetti e che sia possibile creare quelle sensazioni volute dando al progetto della luce risposte concrete.

Questo libro rispetta questa doppia indicazione ed ha il merito di segnalare le nuove opportunità legate ad una corretta progettazione della luce.

prof. ing. Livio de Santoli

1. NATURA DELLA LUCE E CARATTERISTICA DELLA VISIONE

1.1. INTRODUZIONE

Malgrado al giorno d'oggi la conoscenza della natura della luce sia più chiara che in passato, essa mantiene inalterato il suo aspetto misterioso, magico. La luce, invadendo ogni luogo, conserva la sua essenza invisibile: se ne percepisce solo l'effetto sul corpo, sugli oggetti, sulle pareti, ma non se ne vedono la consistenza, la materia e la sostanza; come ribadisce Edwin Land:

Noi non vediamo la luce, noi vediamo con la luce¹.

Il Sole, fonte primaria di luce, ha acquisito nel tempo una natura di sacralità, di fede, di simbolo di vita, che ne ha trasceso la sua natura prettamente fisica. Questo astro luminoso dà vita, luce e calore; rappresenta la gloria, lo splendore e il trionfo: è da sempre contemplato da tutte le religioni e messo al centro dell'esistenza, al contrario del buio, relegato a simbolo di tenebre e morte. Dante afferma che:

Ora è da ragionare, per lo Sole spirituale Intelligibile, che è Iddio. Nullo sensibile in tutto lo mondo è più degno di farsi esemplo di Dio che 'l Sole².

I miti della tragedia greca narrano che il titano Prometeo ebbe pietà del genere umano e rubò, con l'inganno, il fuoco agli dèi dell'Olimpo, pagando però il prezzo di essere incatenato a una roccia per l'eternità con il corpo esposto ai morsi dell'aquila. L'uomo, da allora, ha sviluppato la capacità di creare tutte le arti. Il fuoco è inteso come luce e luce come conoscenza di chi vuole dominare la natura tentando di oltrepassarne i limiti.

¹ Edwin Land (1909-1991), fisico e industriale americano, fondatore della *Polaroid*, famoso per gli studi sulla polarizzazione della luce.

² D. Alighieri, *Convivio* III, XII, 6-7.

Questo è l'orgoglio di Prometeo, da alcuni considerato anche il suo limite; questa la colpa di avere insegnato all'uomo la via per incamminarsi verso la modernità e la tecnologia. L'uomo moderno, quindi, può creare la luce dal fuoco, e oggi anche dall'elettricità, dal magnetismo, ma anche dalle proprietà di alcune sostanze, come quelle possedute da alcune creature terrestri, le lucciole, che un tempo guidavano il cammino dell'uomo nelle oscure notti estive.

1.2. ENERGIA RAGGIANTE

La luce è definita una energia raggianti capace di eccitare la retina umana e di generare una sensazione visiva.

Il mistero della natura della luce ha da sempre affascinato l'essere umano, rimanendo però a lungo un enigma. Per molto tempo non si è neppure riusciti a capire se avesse una natura corpuscolare, come avevano intuito per primi i Greci e alcuni scienziati arabi (tra cui Ibn-al-Haytham, conosciuto con il nome di Alhazen), o se fosse un fenomeno simile al suono e quindi avesse una natura ondulatoria.

Entrambe queste teorie presentavano comunque dei lati oscuri. Nei secoli si sono succedute diverse teorie:

- teoria corpuscolare;
- teoria ondulatoria;
- teoria elettromagnetica;
- teoria quantistica.

TEORIA CORPUSCOLARE

La teoria formulata da Isaac Newton nel XVII secolo afferma che la luce è composta da piccoli corpuscoli che si propagano in linea retta, a velocità elevatissima. Questo modello non spiegava il fenomeno, già conosciuto all'epoca, della diffrazione luminosa.

TEORIA ONDULATORIA

Opposta a quella di Newton, la teoria proposta nel 1860 da Christiaan Huygens, assimilava la luce al suono, ma non chiariva il perché la luce non aggiri gli ostacoli o perché si propaghi in assenza di mezzo.

TEORIA ELETTROMAGNETICA

James Clerk Maxwell per primo, sulla base di esperimenti elaborati da Faraday, individuò il legame esistente tra l'elettricità e il magnetismo e le radiazioni: cariche accelerate o correnti elettriche variabili generano dei campi elettromagnetici in rapido movimento, dette *onde* o *radiazioni elettromagnetiche*; così come si è scoperto che tale meccanismo è valido anche per la luce.

TEORIA QUANTISTICA

Sostiene che la luce è composta da un insieme di pacchetti discreti (non continui) di energia, detti *quanti* o *fotoni* (quando l'evento riguarda la luce), generati in un particolare intervallo di lunghezze d'onda delle radiazioni elettromagnetiche dette del visibile.

Per la prima volta la meccanica quantistica abolisce la distinzione tra teoria corpuscolare e ondulatoria. Un fascio di luce, così come un fascio di elettroni, presenta entrambe le caratteristiche tipiche di eventi di natura ondulatoria, rispettando i fenomeni di interferenza e diffrazione, ma anche rispettando il carattere corpuscolare, poiché formato da un flusso continuo di quanti.

1.3. ONDE ELETTROMAGNETICHE

L'atomo, così come ipotizzato da Niels Bohr e frutto delle teorie di Ernest Rutherford, è costituito da un nucleo con carica positiva e da uno o più elettroni con carica negativa che gli ruotano attorno, con orbite e distanze che dipendono dall'energia posseduta dall'elettrone (figura 1.1).

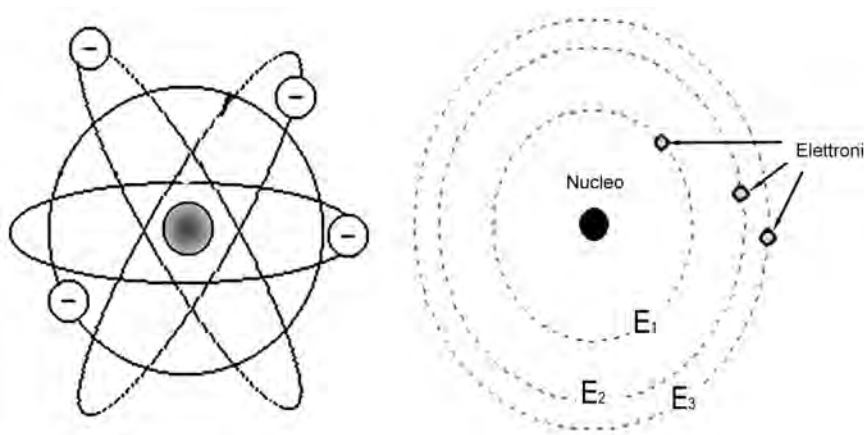


Figura 1.1
Modello atomico ipotizzato da Rutherford-Bohr

Gli elettroni che ruotano attorno al nucleo più interno hanno orbite più stabili, mentre quelli più esterni sono più instabili e sono chiamati *elettroni di valenza*. Sono proprio questi ultimi che possiedono la capacità, se eccitati, di compiere un salto di orbita. Questa nuova posizione, però, non è stabile e l'elettrone torna nella sua orbita precedente, o in una intermedia, rilasciando energia sotto forma di un quanto di luce o fotone. Gli elettroni che appartengono a un atomo possono esse-

re portati dal loro stato a energia minima a stati di energia superiore, ad esempio riscaldando una sostanza o facendola attraversare da una corrente elettrica.

L'emissione nel campo delle frequenze del visibile è particolarmente probabile quando gli elettroni che compiono le transizioni, e quindi i salti di orbita, sono elettroni delle orbite esterne (di valenza). Se invece le transizioni coinvolgono elettroni appartenenti a orbite interne, l'emissione è nel lontano ultravioletto o nella regione dei raggi X.

Si ha invece emissione nell'infrarosso in corrispondenza di transizioni che coinvolgono strati eccitati di tipo rotazionale o vibrazionale delle molecole causate dall'agitazione termica a temperature superiori a 1000 K. Le frequenze dell'energia raggiante variano in funzione della sorgente e sono comprese tra pochi e milioni di Hertz (cicli al secondo).

Le lunghezze d'onda più piccole, corrispondenti alle frequenze comprese tra 10^{24} e 10^{16} Hz, sono caratteristiche dei raggi cosmici, dei raggi gamma e dei raggi X, e dei raggi ultravioletti fino ad arrivare a valori di lunghezza d'onda compresi tra 380 nm³ e 780 nm, corrispondenti a radiazioni visibili (384 e 788 THz⁴). Le lunghezze d'onda maggiori (da 10^{-6} m fino a 10^4 m) sono conosciute come radiazioni termiche, microonde, fino ad arrivare alle onde radio (figura 1.2 e tabella 1.1).

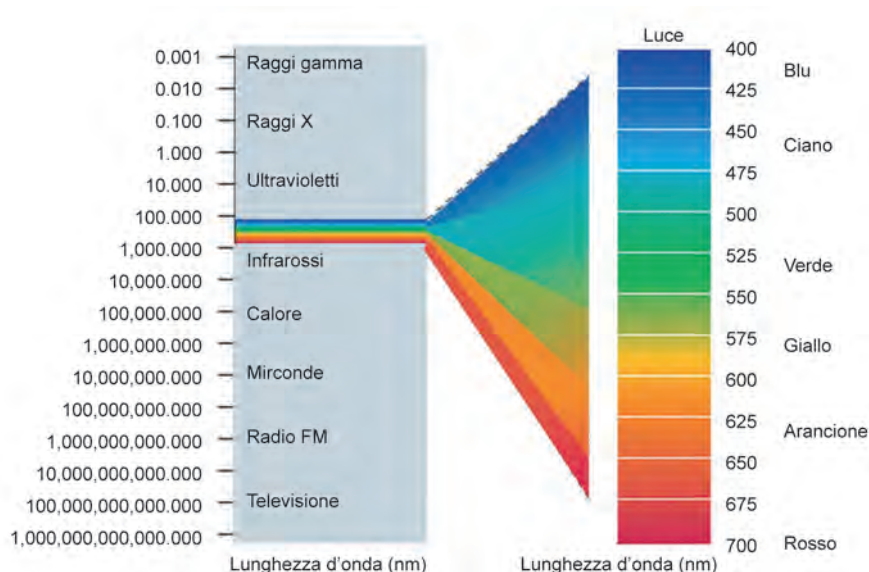


Figura 1.2
Spettro delle radiazioni elettromagnetiche, con evidenziate le radiazioni visibili

³ 1 nm = nanometro = 10^{-9} m.

⁴ Multiplo dell'Hertz, che corrisponde a 1 bilione di cicli al secondo (10^{12}).

5. IL PROGETTO DELLA LUCE

5.1. INTRODUZIONE

La luce ha una forma, e quindi, come qualsiasi forma di un progetto di architettura, necessita di essere creata, pensata, ideata e immaginata. La luce avvolge gli oggetti che incontra nel suo cammino e diventa realtà costruttiva per modellare superfici, plasmare volumi e delimitare spazi. La cognizione visiva dell'oggetto non si basa sulle sue proprietà visive, bensì viene determinata dal modo in cui l'oggetto è illuminato; la luce artificiale si prefigura come una nuova "materia" che plasma la percezione mutando da una visione bidimensionale a una tridimensionale, da una luce dai toni caldi a una dai toni freddi a seconda dei significati che intenzionalmente le vengono attribuiti. La luce mette in comunicazione l'oggetto, la sua forma, la sua natura con la sua anima recondita, nascosta.

Illuminare non vuole dire soltanto consegnare all'ambiente o all'oggetto la giusta quantità di luce, ma misurare, dominare, controllare e interpretare lo spazio circostante. In questo modo si restituisce alla scienza illuminotecnica un fondamento di comprensione e umanità, in altre parole lo status di arte. Il processo progettuale illuminotecnico coinvolge considerazioni e analisi che includono lo spazio, l'ambiente, il contesto architettonico, il background storico, il contesto psicologico, sociale e culturale, le esigenze delle persone, la loro sicurezza e, non ultimo, il *genius loci*.

La forma della luce deve esprimere tali concetti, necessità, opportunità, e deve dar loro risposta. Alla base di questo iter progettuale c'è un'idea chiara, unica e indistinguibile; simile a tante altre ma appartenente a un'unica persona. Si deve pensare alla luce come se si immaginassero i diversi momenti mutevoli della vita, con pause, accelerazioni, ansie e gioie. Ogni progetto è differente da un altro: quel luogo, quell'ambiente, quello spazio è come se avessero già in sé la soluzione ricercata.

Illuminare gli spazi allora non significa semplicemente dare luce a superfici, a forme, a oggetti, ma creare delle sensazioni; la luce non agisce solo su materiali

e colori, ma soprattutto sulla psiche e sulla fisiologia umana (figura 5.1). La progettazione illuminotecnica è una logica conseguenza del progetto di architettura e non deve essere lasciata come ultimo problema da risolvere.

La luce non si vede, la luce non appare, esiste solo il suo effetto; sarebbe quindi forse più corretto parlare di progetto dell'ombra.



Figura 5.1
Illuminare uno spazio,
un'architettura, un oggetto
richiede equilibrio,
sensibilità e passione

Il dialogo dell'architetto con la committenza è fondamentale per capire, mediare e indirizzare le esigenze, indicare le scelte, le soluzioni, che non devono essere solo estetiche, ma soddisfare in pieno le istanze illuminotecniche. I livelli di illuminamento richiesti, a eccezione di situazioni particolari, derivano dalle funzioni svolte in quel luogo, dalle attività che si compiono in un determinato spazio. Quindi una regola utile per il calcolo, il dimensionamento e la determinazione della quantità degli apparecchi luminosi è quella di riferirsi all'attività o alla funzione svolta in quel determinato spazio.

Il compito visivo è funzione del tipo di accuratezza che richiede quell'attività, che, se più elevata, necessita di un livello di illuminamento superiore. Molti

ambienti sono a volte sovradimensionati in quantità e potenza installata di apparecchi luminosi. Il sistema visivo non funziona per numeri assoluti, ma per rapporti: uno spazio viene valutato sempre in rapporto al suo contesto, al suo livello, per così dire, di fondo. Illuminare tutto con la stessa quantità di luce, quindi, non serve a nulla: non se ne percepiscono le differenze, perché la percezione si fonda sul rapporto esistente tra l'osservatore e l'oggetto e non sul valore assoluto. Il livello di qualità richiesto al progetto illuminotecnico deve essere determinato non dal budget economico a disposizione, ma dalle specifiche indicazioni progettuali necessarie per la buona riuscita di una scenica illuminotecnica (figure 5.2, 5.3, 5.4).

La luce riflessa dalle superfici e quella emessa dalle sorgenti interagiscono nel produrre la percezione dello spazio; per questo sono fondamentali il colore e il

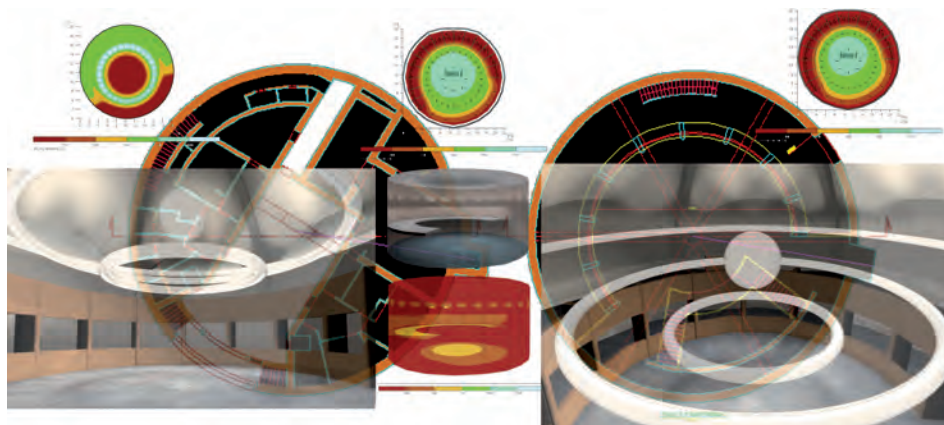


Figura 5.2

Proposta di progetto illuminotecnico per la sede I.O.R., Città del Vaticano (R. Carratù, M. Bruno, F. Torzetti)

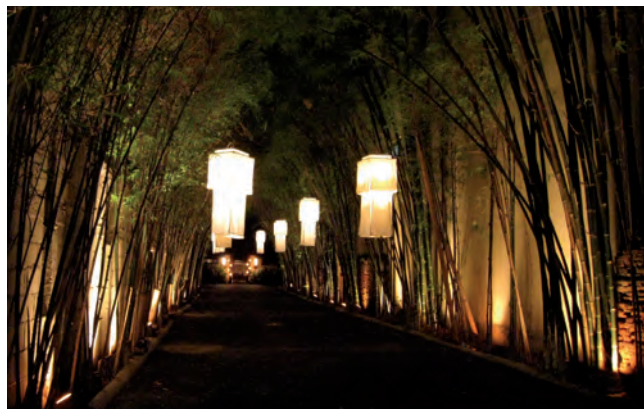


Figura 5.3

Illuminazione dell'ingresso di un albergo a Chang Mai

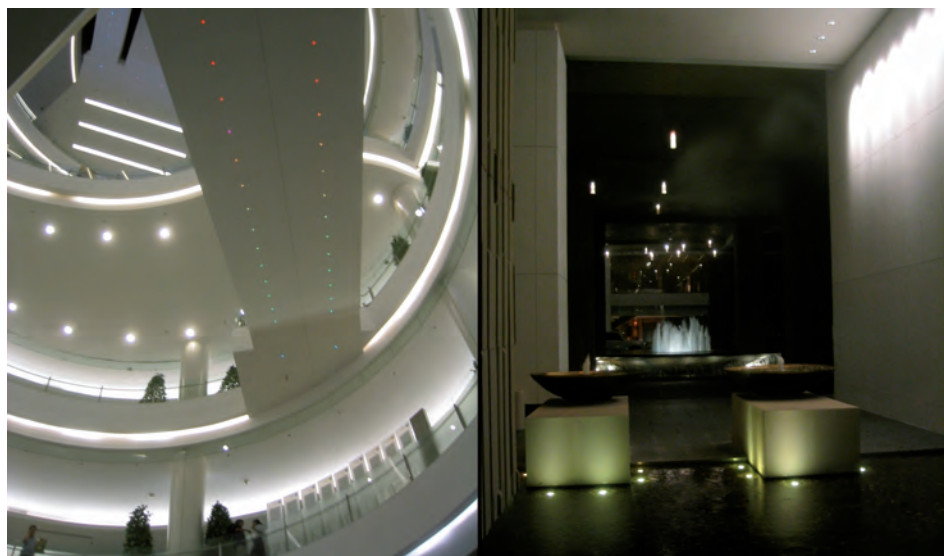


Figura 5.4
Esempi di progetti architettonici con un uso sapiente della luce e dei suoi effetti

relativo spettro percepito. Poiché colori e superfici influenzano in modo determinante l'illuminazione di uno spazio, una buona illuminazione non può venire progettata senza considerare le caratteristiche dell'ambiente stesso e soprattutto i colori in esso presenti.

5.2. TIPOLOGIE DI ILLUMINAZIONE

Si possono individuare diverse strategie illuminotecniche in base alla loro tipologia e agli effetti desiderati. È importante conoscere a priori le conseguenze relative all'uso di una tipologia piuttosto che un'altra, considerando principalmente l'effetto conseguente.

L'adozione di una tipologia influisce sulla percezione degli oggetti in quella scena, con particolare riferimento alle ombre generate che conferiscono all'ambiente una percezione visiva caratteristica.

Dovendo catalogare le tipologie illuminotecniche, con tutti i limiti e le approssimazioni che un'operazione del genere comporta, si possono identificare i seguenti tipi di illuminazione:

- illuminazione diretta puntuale;
- illuminazione diretta-indiretta;
- illuminazione indiretta.

ILLUMINAZIONE DIRETTA PUNTUALE

È la tipologia prevista, ad esempio, mediante i classici faretti montati a controsoffitto, dà origine, se le distanze non sono ben calcolate a illuminamenti non uniformi e non produce particolari effetti visivi.

La luce proviene unicamente dall'alto e forma dei leggeri contrasti di luminosità, a seconda della distanza di montaggio dei faretti. È fonte costante di ombre proiettate.

Si deve fare attenzione ai possibili abbagliamenti che questa tipologia può indurre, soprattutto in alcuni punti (figura 5.5).

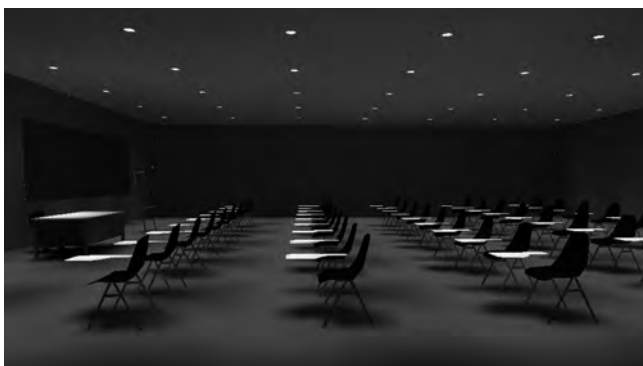


Figura 5.5
Esempio di illuminazione diretta mediante faretti incassati a soffitto. I faretti possono montare delle lampade con ottiche diverse, a fascio stretto o largo. In generale, in prossimità dell'area illuminata, se non sono ben schermati, generano dei fastidiosi effetti di abbagliamento

ILLUMINAZIONE DIRETTA-INDIRETTA

Ottenuta con l'installazione di apparecchi luminosi con curva fotometrica doppia, verso l'alto e verso il basso, viene effettuata in genere con lampade fluorescenti, a volte accoppiate, per la luce diretta, a lampade alogene. L'illuminazione è abbastanza omogenea e le ombre proiettate sono ridotte (figura 5.6).



Figura 5.6
Esempio di illuminazione mediante apparecchi a sospensione a soffitto di tipo diretto-indiretto. La luce risulta in questo caso più morbida

ILLUMINAZIONE INDIRETTA

Ottenuta utilizzando il soffitto e le pareti come superfici riflettenti per rinviare la luce in modo indiretto. Questo tipo di illuminazione, provenendo da più direzioni, ammorbidisce molto le ombre e quindi diminuisce i contrasti, originando quella una visione bidimensionale degli oggetti. Essendo la luce di tipo indiretto, fonte quindi di riflessioni, ha bisogno di una maggiore potenza luminosa da installare (figura 5.7).

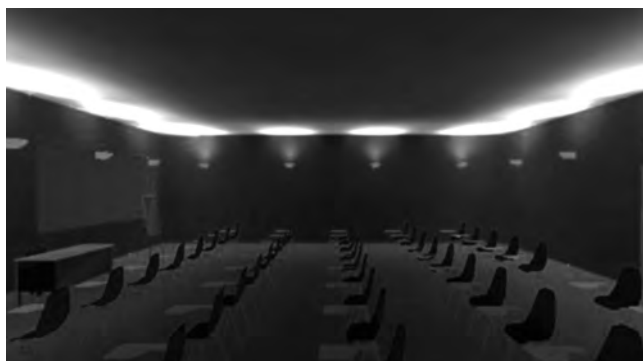
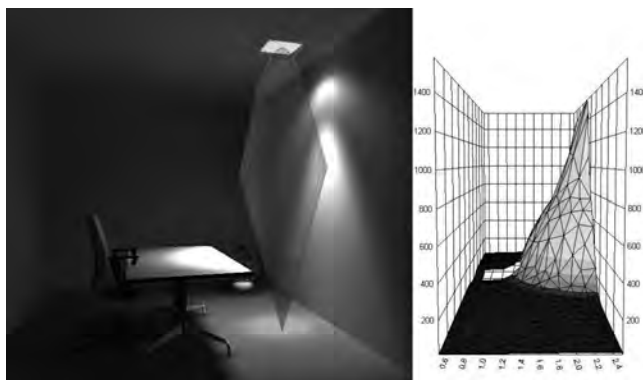


Figura 5.7
Esempio di illuminazione mediante apparecchi a parete di tipo totalmente indiretto. È una luce sicuramente non fastidiosa, ma che necessita di maggiori potenze luminose

A ognuna delle tipologie di illuminazione corrisponde una ben precisa sensazione dello spazio che si illumina. Esiste inoltre la possibilità, dovuta alle caratteristiche intrinseche degli apparecchi illuminanti e alla rotazione su uno o più assi o all'ottica delle lampade usate, di avere una illuminazione simmetrica o asimmetrica (figure 5.8-5.9). Ciò consente di ridurre significativamente gli abbagliamenti, in particolare lungo gli assi della visione.

Figura 5.8
Esempio di illuminazione con un apparecchio con ottica simmetrica; si notino la distribuzione della luce al di sopra del tavolo e la curva tridimensionale dei valori dell'illuminamento



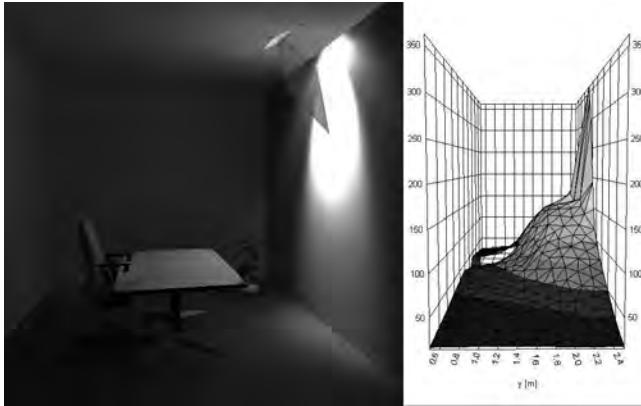


Figura 5.9
Esempio di illuminazione con lo stesso apparecchio mostrato in figura 5.8, stavolta inclinato di 30° verso la parete con simulazione di ottica asimmetrica: cambiano la distribuzione della luce al di sopra del tavolo, ora non più illuminato, e la curva tridimensionale dei valori dell'illuminamento

La luce disegna le superfici che colpisce e rende visibili le zone di ombra; è quindi importante, nel posizionamento degli apparecchi, prevedere il disegno delle zone illuminate rispetto a quelle in ombra.

Ad esempio, la tipologia di apparecchi detta *wallwasher* è usata in particolare per “lavare” di luce le superfici laterali.

A seconda del direzionamento della luce, si usa il termine *uplight* per indicare la luce diretta verso l'alto, e il termine *downlight* per la luce diretta verso il basso (figure 5.10-5.11).

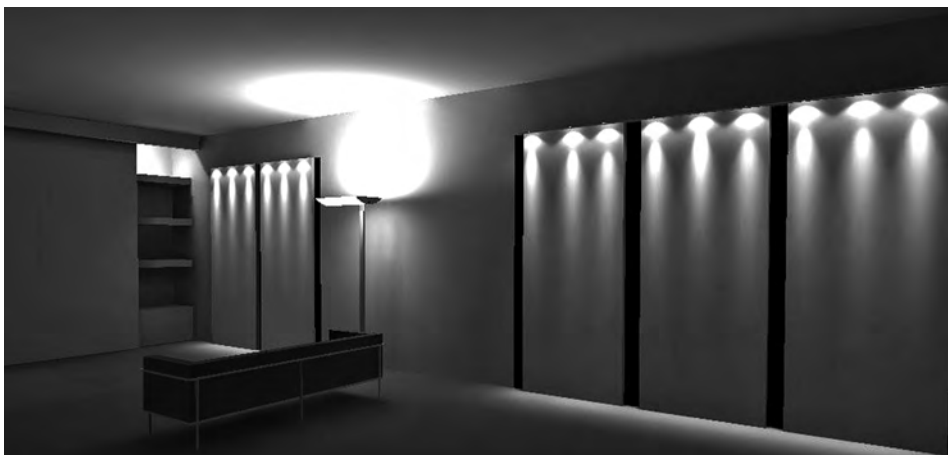


Figura 5.10
Esempio di illuminazione con un apparecchio wallwasher, tipo downlight, con ottica simmetrica; si percepisce la scansione luminosa tra le zone illuminate e le zone d'ombra



Figura 5.11

Esempio di illuminazione con un apparecchio wallwasher montato a pavimento con ottica simmetrica, tipo uplight. Con questo tipo di luce si deve fare molta attenzione agli abbagliamenti e alla temperatura dell'apparecchio illuminante, che, in particolare se usa sorgenti a incandescenza, tipo alogene, può essere fonte di notevole calore

Una tipologia di illuminazione è detta *di accento* quando, ad esempio, sono illuminati solo gli oggetti o dei particolari e non l'ambiente (figura 5.12). Questa luce caratteristica acuisce i sensi dei contrasti luminosi, ingigantisce le ombre proiettate e infonde un senso quasi drammatico alla scena.

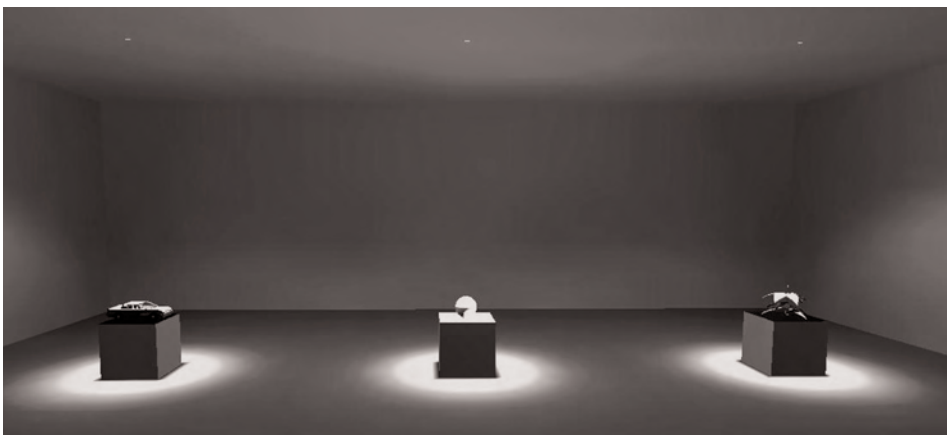


Figura 5.12

Illuminazione di accento. La luce si concentra solo sugli oggetti e non viene di spersa nell'ambiente; il fascio di luce è stretto e concentrato, la scena risulta drammatica

Esiste anche un tipo di illuminazione chiamata *di orientamento*, in cui i dispositivi illuminotecnici, in genere sorgenti a led o a fluorescenza, sono utilizzati per segnare dei percorsi o per indicare dei segni sui pavimenti o sulle superfici. Un altro tipo di illuminazione è quella detta *al negativo*, in cui la forma di un oggetto retroilluminato emerge per contrasto di luce negativa (figura 5.13).



Figura 5.13
Illuminazione al negativo;
la luce disegna il contorno
della forma

5.3. PRINCIPI DI PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA PERCETTIVA

È possibile, in accordo con le teorie della percezione, elaborare una serie di regole, che come tutte le regole prevedono delle eccezioni, utili per disporre, ad esempio, degli apparecchi su un controsoffitto o su una parete. La percezione di questi apparecchi viene organizzata dal cervello umano in base alle regole della interpretazione, che tende ad apprezzare certe disposizioni, certe geometrie, certe architetture ed effetti di luce perché influenzate da alcuni schemi mentali innati. La disposizione potrebbe, quindi, seguire una delle seguenti regole percettive:

- della vicinanza, continuità;
- della chiusura;
- della simmetria;
- del destino comune;
- della buona forma.

DELLA VICINANZA, CONTINUITÀ

Gli apparecchi che sono posti uno accanto all'altro sono raggruppati, in fase di percezione, in un'unica forma. Si tende a raggruppare elementi simili in categorie e classi e a percepire quindi delle forme semplici, come quadrati o cerchi, in realtà inesistenti (figura 5.14).



Figura 5.14

Esempi di installazione di apparecchi riconducibili alla regola percettiva della vicinanza o contiguità

DELLA CHIUSURA

Si tende a percepire delle unità formali quando esistono degli apparecchi che creano una forma incompleta. È più facile riconoscere delle forme evidenti e completare ciò che in realtà non è completo (figura 5.15).



Figura 5.15

Esempi di forme di apparecchi percepite come delle forme chiuse

DELLA SIMMETRIA

Si preferisce percepire e raggruppare delle forme che possono essere ricondotte a regole di simmetria (figura 5.16).



Figura 5.16

La percezione è semplificata e raggrupata in una visione simmetrica