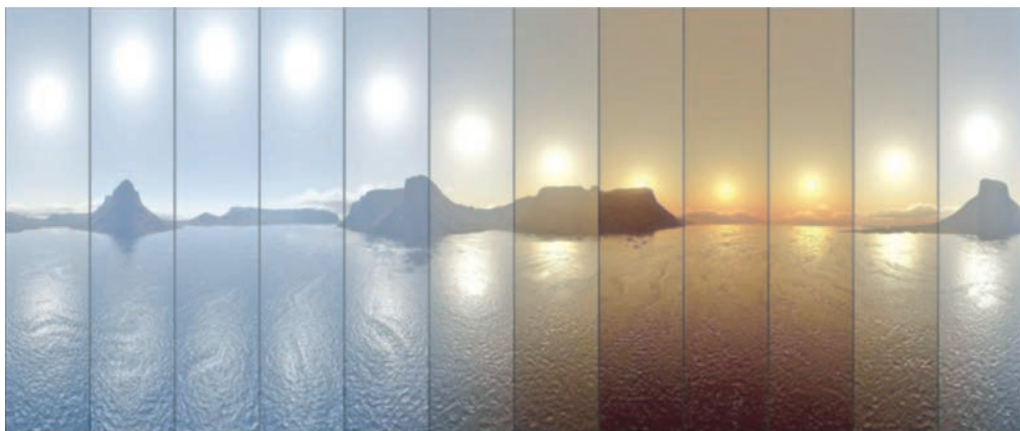


Barbara Gherri

Daylight assessment

**Il ruolo della luce naturale
nella definizione dello spazio architettonico
e protocolli di calcolo**



Ricerche di tecnologia dell'architettura
FRANCOANGELI



Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



RICERCHE DI TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA

diretta da Giovanni Zannoni (Università di Ferrara)

Comitato scientifico:

Andrea Boeri (Università di Bologna), Carlos A. Brebbia (Wessex Institute of Technology, Southampton), Joseph Galea (University of Malta), Maria Luisa Germanà (Università di Palermo), Giorgio Giallocosta (Università di Genova), Maria Chiara Torricelli (Università di Firenze), Jan Tywoniak (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

La collana *Ricerche di tecnologia dell'architettura* tratta prevalentemente i temi della progettazione tecnologica dell'architettura e del design con particolare attenzione alla costruibilità del progetto. In particolare gli strumenti, i metodi e le tecniche per il progetto di architettura alle scale esecutive e quindi le modalità di realizzazione, trasformazione, manutenzione, gestione e recupero dell'ambiente costruito.

I contenuti scientifici comprendono la storia e la cultura tecnologica della progettazione e della costruzione; lo studio delle tecnologie edilizie e dei sistemi costruttivi; lo studio dei materiali naturali e artificiali; la progettazione e la sperimentazione di materiali, elementi, componenti e sistemi costruttivi.

Nel campo del design i contenuti riguardano le teorie, i metodi, le tecniche e gli strumenti del progetto di artefatti e i caratteri produttivi-costruttivi propri dei sistemi industriali.

I settori nei quali attingere per le pubblicazioni sono quelli dei progetti di ricerca nazionali e internazionali specie di tipo sperimentale, le tesi di dottorato di ricerca, le analisi sul costruito e le possibilità di intervento, la progettazione architettonica cosciente del processo costruttivo.

In questi ambiti la collana pubblica progetti che abbiano finalità di divulgazione scientifica e pratica manualistica e quindi ricchi di spunti operativi per la professione di architetto.

La collana nasce sotto la direzione di Raffaella Crespi e Guido Nardi nel 1974.

I numerosi volumi pubblicati in questi anni delineano un efficace panorama dello stato e dell'evoluzione della ricerca nel settore della Tecnologia dell'architettura con alcuni testi che sono diventati delle basi fondative della disciplina.

A partire dal 2012 la valutazione delle proposte è stata affidata a un Comitato scientifico, diretto da Giovanni Zannoni, con lo scopo di individuare e selezionare i contributi più interessanti nell'ambito della Tecnologia dell'architettura e proseguire l'importante opera di divulgazione iniziata quarant'anni prima.

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Barbara Gherri

Daylight assessment

**Il ruolo della luce naturale
nella definizione dello spazio architettonico
e protocolli di calcolo**

Ricerche di tecnologia dell'architettura
FRANCOANGELI

Il volume è stato realizzato a seguito del percorso di ricerca maturato nell'ambito del corso di dottorato di Forme e Strutture dell'Architettura e successivamente, presso il Dipartimento DICATeA dell'Università degli Studi di Parma.

Per le immagini si ringrazia il Kimbell Art Museum – Fort Worth (pag. 22), il Nasher Sculpture Center – Dallas (pag. 69), EPFL – Alain Herzog (pag. 75), Dreyfuss & Blackford Architects (pag. 109) e Chantal Basurto (pag. 113) per la concessione alla riproduzione.

Ringrazio infine Giovanni, mia spalla e compagno insostituibile, che ha condiviso con me l'entusiasmo per questo tema, per la sua costante pazienza e l'incondizionato sostegno durante questi anni di ricerca, che mi conosce e mi appoggia, da sempre. Questo è per lui.

Copyright © 2013 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

Indice

La luce naturale, come valutare l'immaterialità, di <i>Giovanni Zannoni</i>	pag.	7
Introduzione	»	9
Prima parte - La luce naturale nel progetto di architettura		
1. La luce naturale per la definizione dello spazio architettonico	»	15
1.1. La luce naturale come materiale da costruzione	»	15
1.2. I significati architettonici della luce naturale	»	24
1.3. La luce naturale nei progetti di architettura. Testimonianze attraverso gli scritti	»	31
1.4. Il daylighting tra progetto e definizione dello spazio	»	60
2. Daylighting, strategie architettoniche a confronto	»	63
2.1. Sistemi di illuminazione naturale e altri dispositivi per il daylighting	»	63
2.2. Una questione dicotomica: penetrazione solare <i>vs</i> schermature	»	76
2.3. I principali sistemi di schermatura esterna ed interna	»	85
2.4. Il ruolo del daylighting nelle procedure di certificazione ambientale ed energetica	»	115
2.5. Il daylighting tra progetto e gestione della luce	»	122
Seconda parte – Il calcolo della luce naturale. Dal modello statico al modello dinamico		
3. Daylight assessment: l'evoluzione del modello statico	»	129
3.1. Il daylight factor: metodi e strumenti di calcolo	»	133
3.2. Limiti di applicabilità dell'approccio statico	»	150

3.3. L'apparato normativo italiano per la valutazione della luce naturale	pag.	153
3.4. Lo stato attuale della legislazione per il daylighting: codici europei e internazionali	»	157
3.5. La necessità di un nuovo paradigma internazionale	»	165
4. Daylight assessment: la definizione del modello dinamico	»	169
4.1. La simulazione multiscala su base climatica Climate-Based Daylight Modelling – CBDM	»	171
4.2. Useful Daylight Illuminance UDI	»	180
4.3. Daylight Autonomy DA e continuous Daylight Autonomy cDA	»	185
4.4. Altri parametri: Daylight Saturation Percentage, Annual Sunlight Exposure e Spatial Daylight Autonomy	»	189
4.5. Analisi comparativa dei parametri dinamici	»	192
4.6. Il daylight assessment e la performance dinamica: un'anomalia degna di essere sistematizzata	»	196
5. Un nuovo paradigma per il daylight assessment	»	200
5.1. Definizione di un protocollo per l'ottimizzazione della procedura del daylight assessment	»	200
5.2. Applicazione del nuovo protocollo di valutazione: la simulazione dinamica per un caso di studio	»	215
5.3. Considerazioni sull'applicazione del nuovo paradigma	»	235
5.4. Un'estensione del campo della fenomenologia della luce naturale	»	238
Postfazione , di <i>Agnese Ghini</i>	»	257
Glossario	»	259
Bibliografia	»	269

La luce naturale, come valutare l'immaterialità

di *Giovanni Zannoni*

L'apparentemente limitato repertorio di segni con cui la luce naturale si manifesta ha per diverso tempo persuaso la comunità scientifica, e in particolare il mondo dei professionisti e studiosi dell'architettura, a considerare la luce come un elemento comprimario alla definizione dello spazio architettonico e alla percezione dello stesso.

Le questioni inerenti l'architettura sostenibile e le problematiche legate al contenimento dei consumi energetici hanno recentemente contribuito a riscoprire e valorizzare alcune tra le numerose potenzialità proprie della luce naturale, attraverso l'adozione di sistemi che sfruttino questa risorsa in termini energetici o per creare spazi fruibili e piacevoli da abitare nei quali la luce naturale ha un ruolo da protagonista. Ma è sicuramente limitativo pensare che le qualità e le prestazioni che questo flusso di fotoni che con plurimillennaria, immutata quotidianità ci giunge dalla nostra stella di riferimento possa esaurirsi nello scontro con qualche cella di silicio o rimbalzando all'interno di un sistema vetrato di una serra.

La luce naturale disegna l'architettura, modula gli spazi, dà ritmo ai volumi enfatizzando o celando gli ambiti e i dettagli che li circoscrivono. Considerarla quindi una mera intuizione creativa, o la rappresentazione di una interazione emozionale oppure la verifica di puri principi fisici limita le possibilità interpretative di questo elemento riconducendolo a un pedissequo calcolo fisico tecnico oppure, all'opposto, alla incodificabile sensibilità interpretativa del progettista. Se questo duplice antitetico approccio ha comunque portato a numerose eccellenti architetture nelle quali la luce naturale è una presenza determinante, la ricerca che l'autrice propone in questo volume vuole approfondire per la prima volta la questione luminosa in chiave olistica, superando la mera trattazione della performance luminosa in un'ottica esclusivamente architettonica e/o tecnologica e includendo, invece, la questione, più squisitamente metodologica, di approccio numerico e procedurale alla oggettiva valutazione luminosa.

La scelta di parlare di «daylight assessment» racchiude, in questo senso, l'esigenza di affidare alla luce naturale un ruolo proattivo nell'integrazione con le altre competenze tecniche per esaltarne l'elevato grado di potenzialità. Questo lavoro mira alla definizione di un processo di valutazione e di analisi il più possibile univoco, da cui fare discendere un'azione progettuale cosciente e mirata alla valorizzazione della prestazione luminosa negli spazi interni e finalizzata al raggiungimento di un adeguato livello di comfort, sia in termini luminosi che energetici, sistematizzando aspetti fisici, ottici e geometrici secondo un unico protocollo di analisi. Un metodo che vuole trovare applicazione non solo nelle nuove costruzioni, nelle quali la componente tecnologica richiesta può essere più facilmente integrata all'involucro, ma anche nei manufatti esistenti, in caso di retrofit energetico e di riqualificazione ambientale. Infatti alle ben note implicazioni che connettono lo sfruttamento della luce naturale alla possibilità di contenere i consumi di energia elettrica, si affianca anche la maturata consapevolezza che il ricorso alla luce del sole garantisca uno stato di generale benessere, fino a comprendere effetti fisici sulla regolazione del ritmo circadiano e favorendo la concentrazione e la produttività negli ambienti di lavoro, di studio e di ricerca.

La trattazione originale di questo volume quindi prende in esame i differenti criteri di valutazione e i protocolli di calcolo della luce naturale, dedicando spazio alla questione delle certificazioni energetiche e ambientali a cui il progettista può oggi ricorrere (con attenzione alle possibili carenze connaturate all'applicazione di questi metodi) arrivando poi a proporre un nuovo protocollo integrato di valutazione che consideri tutte le opportunità di utilizzo di questa forma di energia.

Introduzione

Gli inediti modi con cui la luce può essere esaltata e impiegata per la definizione dello spazio sono resi possibili da un uso consapevole della luce naturale nell'ambiente confinato, grazie alle molteplici discipline che ridefiniscono oggi i ruoli della luce naturale nei confronti della materia, dello spazio costruito e della rappresentazione.

Il ruolo che la luce naturale riveste in tal senso, si colloca tra definizione della forma, costruzione dell'architettura e percezione dello spazio, facendo sì che la luce del sole si affranchi dalla storica posizione succedanea, che per secoli ha rivestito, immergendo lo spazio costruito e il fruitore che vi sosta nel suo flusso dinamico e variabile, che come tale deve essere analizzato e valorizzato.

La ricerca nel settore dell'illuminazione, così come accade per quello dell'innovazione tecnologica in ambito luminoso, coinvolge differenti campi di indagine, che si intrecciano e rivestono differenti ambiti, dal risparmio energetico alla ricerca del comfort visivo.

La luce del giorno, con il suo carattere altamente variabile e aleatorio, si modifica, cambia aspetto e varia con il tempo, conferendo allo spazio prestazioni luminose sempre differenti, qualità ambientali difficilmente prevedibili, ma al tempo stesso assicura una condizione di comfort indoor difficilmente raggiungibile con l'esclusivo ricorso ai soli sistemi tecnologici. Parimenti si può ricorrere alla luce naturale, diretta o indiretta, filtrata o riflessa per aggiungere enfasi ad un dettaglio architettonico, per evidenziare una funzione e per facilitare la visione.

Le estese possibilità connesse al ricorso della luce del sole da sempre interessano l'architettura, sia per la funzione abitativa sia per esigenze più articolate, ma raramente le potenzialità della luce come strumento espressivo, visivo ed energetico sono messe a sistema in un progetto unitario.

Da queste premesse deriva uno dei più rilevanti fraintendimenti connotati all'uso stesso della luce naturale. La questione per lo più travisata è

radicata nel confondere un'architettura realizzata secondo le strategie di daylighting con un involucro architettonico provvisto di numerose finestre o altre forature; non si può dunque parlare di architettura della luce, realizzata allo scopo di massimizzarne vantaggi.



Fig. 1 – Forme di luce: natura, architettura e tecnologia

Le forme, gli spazi e i materiali devono essere pensati e realizzati in un'ottica integrata, secondo un progetto unitario in cui differenti discipline e conoscenze scientifiche si interfacciano per elaborare un sistema formale e tecnologico che dia pieno spazio al progetto della luce naturale.

La valorizzazione della componente legata al comfort visivo deve essere posta tra le necessità fondamentali da garantire al fruitore finale, insieme ad un'illuminazione confortevole, che sia in grado di assicurare il miglior equilibrio tra risparmio energetico, riduzione dei carichi termici e illuminazione modulabile in relazione ai compiti visivi.

Il soddisfacimento di questa globalità di fattori distingue dunque un'architettura del daylighting, o per meglio dire un'architettura consapevole, naturale e a basso impatto ambientale.

Un ulteriore equivoco nasce dal modo stesso in cui la luce viene considerata: si tratta di un elemento primario difficilmente controllabile e gestibile, la cui presenza e la cui assenza devono essere previste a monte del progetto architettonico, per essere in grado, in fase di esercizio, di sfruttarne i benefici e limitarne le carenze.

Il daylight assessment si è dunque sempre concentrato sulla mera fase d'analisi nel momento della composizione delle forme, nell'istante in cui la

materia prende forma e si configura come spazio costruito, quando cioè la presenza istantanea della luce è stata colta e fissata, una volta per sempre, nelle figure, negli spazi e nelle aperture che compongono la costruzione. Qualsiasi modificazione, variazione o alterazione della luce del percorso del raggio luminoso non possono più essere messe in discussione.

Nonostante recenti studi abbiano dimostrato come gli effetti visivi e non visivi della luce abbiano un forte impatto sulla salute umana e su aspetti determinanti in termini di risparmio energetico, la cultura tecnica manca ancora di consapevolezza nei confronti delle elevate potenzialità della luce e sui metodi per valutarla e calcolarla.

Prima parte

*La luce naturale
nel progetto di architettura*

1. La luce naturale per la definizione dello spazio architettonico

1.1. La luce naturale come materiale da costruzione

La definizione di “architettura della luce” è quella che meglio si addice a descrivere il ruolo sostanziale che la luce naturale riveste nel fissare, informare e rendere viva l’architettura dello spazio costruito; il merito fu di Joachim Teichmüller che coniò tale definizione nel 1927, in occasione di una pubblicazione sulla rivista *Licht und Lampe*, usando il termine “Lichtarchitektur”. La rilevanza di tale definizione è stata poi sancita dall’uso diffuso che se ne fece nel corso dei decenni successivi, sia per definire l’architettura del passato, che riconosceva alla luce un ruolo attivo, ma anche per le architetture che impiegavano in modo innovativo le nuove soluzioni per la luce artificiale.

«Esiste un’architettura della luce. E non soltanto in nuce. Dovunque questo germoglio cresce ed è già cresciuto con una tale varietà e abbondanza che è difficile abbracciare l’intero campo e fare ordine nella grande quantità di manifestazioni»¹.

Veniva così individuato un nuovo ruolo per l’illuminazione artificiale e per l’impiego degli apparecchi luminosi, così come si proponeva di attribuire alla luce naturale un ruolo preponderante di elemento architettonico, al pari di un qualsiasi altro materiale.

La questione percettiva legata agli stimoli visivi e luminosi era, proprio in quegli anni, in corso di definizione e sperimentazione, ma occorre tracciare la via per l’impiego consapevole della luce a livello architettonico, affinché essa non fosse relegata a semplice elemento decorativo.

Sebbene la luce illuminasse da sempre l’architettura e desse risalto alla forma, occorre stabilire i confini, i meriti e le possibilità di una vera e

¹ Teichmüller J. (1927), “Lichtarchitektur”, *Licht und Lampe*, Union, Berlin, 13,14.

propria scienza, che fondesse assieme l'esperienza storica, maturata in millenni di tradizioni costruttive e le nuove esigenze dell'uomo moderno, poiché con essa, si potessero suscitare variabili effetti architettonici.

Nel 1927 venne così enunciato il ruolo di un'architettura della luce, grazie anche a Walter Kohler² che ebbe il merito di aver tradotto in inglese e dato eco internazionale all'opera di Teichmuller, secondo cui il concetto di "architettura della luce" rappresentava la naturale evoluzione delle concezioni architettoniche degli antichi che, sfruttando pienamente le potenzialità della luce del sole per le proprie esigenze, la resero un vero e proprio materiale da costruzione.

La luce è oggi dunque, uno dei temi cardine per l'architettura, materiale da costruzione e componente fondamentale nella percezione dello spazio costruito.

Il potere inespriabile della luce la relega spesso ad elemento secondario del progetto architettonico, rendendo difficile sperimentarla in modo tangibile (Kahn, 1974): «è la luce che, quando termina di essere luce, diventa materia. Tutta la materia è luce. La luce è la donatrice di ogni presenza»³.

L'attenzione verso l'architettura sembra spesso risiedere nella seduzione di un'immagine: lo scopo di rendere attraente la forma costruita induce sempre più spesso a tralasciare la cura di quelle soluzioni formali e tecniche, che contribuiscono a rendere fruibile e confortevole lo spazio architettonico. La luce naturale deve essere innanzitutto strumento di lettura per l'architettura, celebrazione dell'armonia delle parti, esaltazione delle forme e dei materiali, così come è sinteticamente raccontata dall'opera di Vermeer Milkmaid (1660) e, in una sorta di parallelo contemporaneo, in Casa Barragan (Città del Messico, 1947): in entrambi i casi la luce del sole permea le stanze, ne esalta e ne valorizza forme, colori, dimensioni e funzioni; in un momento di estasi rivelatrice, l'architettura non è semplice forma, ma diventa essa stessa spazio suggestivo, così come appare in spazi architettonici quali Notre Dame du Haut, a Ronchamp, o nel Padiglione dei Paesi Nordici, a Venezia.

Poiché la bellezza risiede nella percezione individuale, mutevole e variabile e dipende dal contesto in cui l'osservazione si realizza, la luce deve assumere un ruolo fondamentale nella determinazione dello spazio architettonico. Le relazioni spaziali e percettive che un raggio di luce crea non

² Kohler W. (1959), *Lighting in architecture. Light and color as stereoplastic elements*, Van Nostrand Reinhold, New York, NY.

³ A proposito del *Jatiyo Sangshad Bhaban, Bangladesh's Parliament building*, Dhaka, Bangladesh, 1962-1974.

sono riproducibili artificialmente e proprio questo carattere di originalità qualifica la luce naturale come strumento per denotare la qualità dello spazio confinato.

Poiché la materia di per sé non ha alcuna forma, ma è l'opera dell'architetto a conferire dignità e valore allo spazio, l'impiego sapiente e calibrato della luce ne delinea l'immagine e la bellezza.

La ricerca continua del potere epifanico della luce e dello spazio costruito da essa è colta da Tadao Ando, secondo il quale è la luce stessa a conferire dignità e senso agli oggetti, relazionando le forme allo spazio e, allo stesso modo, come sosteneva Giedion, eliminando la luce si sottrae contenuto emotivo allo spazio stesso.

L'arte di impiegare il daylight coinvolge aspetti complessi, che non comprendono solo il mero calcolo della quantità di radiazione solare da assicurare in un edificio, ma considerazioni riguardo al comfort e alle preferenze degli utenti.

Le implicazioni che la luce possiede in ambito architettonico sono dunque fondamentali per comprendere appieno l'essenza stessa dell'architettura. Uno dei più importanti traguardi nelle scienze applicate tra il XIX e il XX secolo fu proprio la definizione di un metodo per la quantificazione e la codificazione dei bisogni degli occupanti all'interno dello spazio costruito in relazione alla luce solare.

L'architettura trova dunque pieno compimento nel suo materializzarsi nella luce e attraverso la luce; l'architettura come arte tattile e visiva richiede la presenza di luce e di ombra per poter essere vissuta ed apprezzata: si tratta di un'arte che si realizza solo attraverso la presenza della luce e del tempo, come elementi epifanici. Senza la luce le caratteristiche spaziali, materiche, geometriche e visive, tattili e suggestive non potrebbero essere colte. All'interno dello spazio costruito l'occupante, sia esso semplice spettatore o utilizzatore, percepisce lo spazio grazie alla presenza dei limiti fisici, degli elementi architettonici che delimitano lo spazio e in virtù della luce che illumina, definisce e rende comprensibile lo spazio. All'interno di questo sistema chiuso e immutato la luce gioca il ruolo predominante di elemento catalizzatore che permette all'architettura, agli elementi materici in essa presenti, di prendere vita nello spazio e nel tempo, di modificarsi e di muoversi grazie alla luce che ne delinea le forme, i colori e che nell'arco del giorno e delle stagioni continuamente muta.

La relazione di interdipendenza è da sempre nota ad architetti e costruttori che, sin dall'edificazione dei primi monoliti, hanno cercato di rendere sincrono il movimento del sole e degli astri celesti con la disposizione planimetrica dei monoliti stessi.

Dalle esperienze primitive come a Stonehenge, la luce viene investita di un ruolo rivelatore, essa disegna lo spazio ancora prima dell'intervento della materia tangibile e lo riempie di molteplici significati, declinati nei secoli e nelle architetture, diventando simbolo, stimolo ed elemento rivelatore. Al tempo stesso la luce del sole definisce il significato dell'ombra, che essa stessa genera, giustifica e disvela.

La percezione sensoriale dell'architettura risiede dunque nello stretto legame tra luce e ombra, nel continuo mutare di due poli antitetici che riescono a generare la sensazione di spazio. Dalla piena consapevolezza delle peculiarità della luce naturale, del sole e delle stelle gli uomini primitivi hanno cercato di riprodurre fedelmente la relazione tra la notte e il giorno negli spazi costruiti, sia per scopi religiosi sia per gli usi quotidiani.

Percorsi di luce, raggi sottili che si insinuano in piccole fessure, nelle maglie degli edifici, in anfratti dell'architettura, che segnano percorsi simbolici, elementi sacri o semplici suggestioni visive, scandiscono da sempre le architetture, eclissando il potere creativo dell'architetto per rendere omaggio al potere epifanico e suggestivo della luce.

La luce è da sempre materiale simbolico per la composizione dell'architettura, dall'oculo del Pantheon, alle finestre che illuminano le cappelle laterali nelle chiese barocche, per arrivare ai mirabili effetti ottici di John Soane, ricreati per rendere la residenza di Lincoln's Inn Fields uno spazio di suggestioni iperboliche, grazie al gioco dei materiali, illuminati da raggi di luce sapientemente celati dietro ad elementi architettonici.

Si tratta di un repertorio poco noto ma ricco di esempi che riflettono il ruolo "costruttivo" della luce, al pari di altri materiali, ma con una capacità espressiva che solitamente si desumere da altri elementi.

L'architettura moderna, traendo spunto dalle esperienze storiche dell'architettura classica, contribuisce a innalzare la luce e il suo uso simbolico alle grazie di un materiale costruttivo vero e proprio, come si trattasse di un elemento portante e costitutivo.

In questa accezione, alcune esperienze "fuori dal coro" possono dunque essere gli esempi di architetture nordiche, di un grande maestro quale Sverre Fehn, le cui prime opere sono chiaramente improntate a quello che è stato definito un uso portante della luce (Giorello, 1995), che si realizza attraverso un tentativo di materializzazione delle strutture verticali. Se si osservano il Padiglione della Norvegia a Bruxelles (1958) e il Padiglione dei Paesi Nordici (1962) è possibile leggere il suo tentativo di rendere impalpabili, quasi fino a scomparire, le strutture verticali di supporto, grazie alla presenza di un nuovo materiale da costruzione, la luce, che filtra dalle travi della copertura e modella lo spazio sottostante. Le scelte progett-

tuali, architettoniche e compositive sono da sempre influenzate dalla percezione di un materiale, dall'accostamento di questo nello spazio, in relazione alla luce e alle ombre: costruttori ed architetti hanno cercato di ottenere effetti di contrasto e di somiglianza, costruendo volumi e oggetti che ne simulassero altri, che ne mascherassero la vera funzione e che ne modificassero di continuo la percezione e l'aspetto.

L'obiettivo è quello di esaltare forme e texture, ma al tempo stesso di negare la natura intrinseca di un materiale, accentuando a dismisura il riflesso, trattando superfici ruvide e porose quasi fino ad ottenere un effetto specchio, grazie alla luce radente o impiegando una luce zenitale che inonda gli spazi fino a dilatarne i confini.

La grande rotonda del Pantheon con l'oculo zenitale assume così il ruolo di testimonianza perfetta, una vera e propria metonimia, per rappresentare le potenzialità espressive della luce, che inonda, scandisce, modifica, altera lo spazio, i materiali e, conseguentemente, le percezioni sensoriali dell'occupante, così come Ando la descrive.

Allorché l'interno del Pantheon viene illuminato dall'apertura di nove metri di diametro al centro della copertura, lo spazio risulta veramente esperibile. In natura non vi è nulla di simile per ciò che concerne la luce e i materiali, e ciò che mi colpì fu il potere dell'architettura che in quest'opera si manifesta⁴.

Similmente, la calibrazione sapiente dell'ombra, densa o appena accentuata, rende possibile nascondere elementi, che si disvelano solo in presenza di determinate condizioni meteorologiche o variazioni stagionali, alterando di continuo la comprensione di un oggetto o di un volume. Le potenzialità espressive della luce e del suo opposto, l'ombra, vivificano l'architettura, la rendono continuamente mutevole e articolata.

Si pensi alla celebre composizione stilistica che Bernini realizza nella Cappella Cornaro, nella chiesa di Santa Maria della Vittoria a Roma con l'Estasi di Santa Teresa (1647-1651), emblema di come la luce costituisca l'elemento di perfetta fusione compositiva tra architettura e scultura, creando mirabili effetti scenografici.

L'intuizione del Bernini rappresenta la capacità della luce di porsi come elemento costruttivo vero e proprio, grazie all'apertura di una piccola finestra sulla sommità dell'abside della cappella, che raccoglie l'intera scena, attraverso la quale la luce entra e, celata agli occhi dell'osservatore, colpisce la scultura rendendola viva.

⁴ Ando T. (1990), *Materials, Geometry and Nature*, Academy Editions, London.