



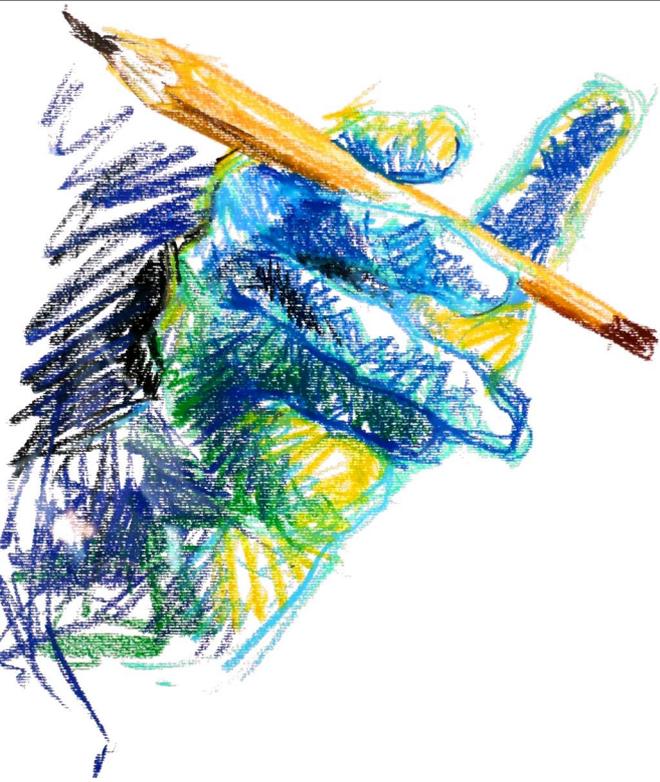
Università degli Studi di Cagliari

**Dottorato di ricerca in Ingegneria Edile
XXIII ciclo**

**Il disegno del progetto architettonico:
dalle origini alla contemporaneità**

*Ricerca di costanti e varianti tra le regole espressive nella storia,
dal disegno manuale al disegno digitale*

SSD ICAR-17



Dottoranda Cristina Vanini
Coordinatore Prof. Ulrico Sanna
Relatore Prof. Serafino Casu



Università degli Studi di Cagliari

DOTTORATO DI RICERCA

INGEGNERIA EDILE

Ciclo XXIII

TITOLO TESI

IL DISEGNO DEL PROGETTO ARCHITETTONICO:

DALLE ORIGINI ALLA CONTEMPORANEITÀ

*Ricerca di costanti e varianti tra le regole espressive nella storia,
dal disegno manuale al disegno digitale*

Settore scientifico disciplinare di afferenza

ICAR-17

Presentata da:

Cristina Vanini

Coordinatore Dottorato

Prof. Ulrico Sanna

Relatore

Prof. Serafino Casu

Esame finale anno accademico 2009 - 2010

**Il disegno del progetto architettonico:
dalle origini alla contemporaneità.**
*Ricerca di costanti e varianti tra le regole espressive nella storia,
dal disegno manuale al disegno digitale*

INDICE

Premessa	I
1. Ricerca preliminare sull'evoluzione cronologica del disegno del progetto architettonico occidentale dalle origini al 1960	1
1.1. Prime testimonianze antiche.....	2
1.2. Antica Roma.....	5
1.3. Medioevo.....	8
1.4. Rinascimento.....	13
1.5. Barocco.....	22
1.6. Neoclassicismo.....	24
1.7. Dal XIX secolo al 1960.....	28
2. Ricerca ed analisi sulla rappresentazione del progetto architettonico dal 1960 all'attualità. Aspetti del disegno digitale	45
2.1. Storia ed evoluzione degli strumenti grafici digitali.....	45
2.1.1. Hardware e software.....	46
2.1.2. Evoluzione degli algoritmi di visualizzazione.....	51
2.1.3. Dispositivi di input e di output.....	55
2.2. Realtà virtuale e disegno: effetti sulla definizione di un linguaggio di rappresentazione.....	57
2.3. La scena post-moderna. L'adozione delle tecniche digitali e la permanenza degli strumenti manuali per il disegno di progetto.....	61
2.4. Le due facce del disegno digitale nel progetto: il disegno tecnico e il disegno di divulgazione.....	66
2.5. Considerazioni sulle caratteristiche peculiari del disegno digitale nel progetto contemporaneo.....	70
2.5.1. Nuove geometrie, nuove forme e disegno come immagine.....	71
2.5.2. Sul ruolo del disegno nel progetto dell'architettura digitale: controllo e casualità.....	75
2.5.3. Verifica prospettica come strumento progettuale.....	78
2.5.4. Nuove espressività. Poetiche del disegno digitale del progetto architettonico.....	82

3. Nozioni e considerazioni fondamentali per la comprensione del rapporto rappresentazione-progetto.....	99
3.1. Rappresentazione e percezione.....	99
3.1.1. Relazione rappresentazione-percezione e implicazioni sul disegno di progetto.....	100
3.1.2. Aspetti dell'ottica della visione e deformazioni della rappresentazione.....	102
3.1.3. Il rapporto dimensionale tra uomo e oggetto del disegno.....	104
3.1.4. L'illusione dell'immagine.....	106
3.1.5. Oggettività e convenzione, soggettività ed espressione.....	108
3.1.6. Disegno come simbolo di un'idea. Ideogrammi di progetto.....	112
3.2. Rappresentazione e costruzione.....	114
3.2.1. Architetture solo nel disegno.....	116
3.2.2. Arti figurative e disegno architettonico.....	117
3.3. Rappresentazione del parametro temporale nel progetto.....	122
3.4. La simulazione grafica di effetti di interazione luci-corpi e di effetti materici.....	125
3.5. Aspetti di teoria del colore.....	133
4. Analisi sincronica. Individuazione di elementi di continuità tra le regole espressive nella storia del disegno del progetto architettonico.....	142
4.1. Sistemi di rappresentazione nel progetto.....	143
4.1.1. Metodi di rappresentazione a confronto.....	143
4.1.2. Valori espressivi nelle tecniche di rappresentazione.....	150
4.2. Uso di riferimenti simbolici concettuali, dimensionali e contestuali.....	155
4.3. Scelta e composizione dell'immagine di rappresentazione.....	159
4.4. Finalità e funzioni del disegno nel progetto architettonico. Alcuni casi particolari.....	164
4.4.1. Il disegno dell'intuizione. L'immediatezza del segno e la forma mentale.....	166
4.4.2. Il disegno della complessità, disegno come composizione e scomposizione.....	170
4.5. L'uso del colore nella rappresentazione del progetto.....	177
4.6. Pensieri critici sulla relazione tra disegno e progetto. Riflessioni.....	180
4.7. Conclusioni.....	184
5. Bibliografia.....	192

Premessa

La ricerca si propone di studiare il rapporto tra il progetto di architettura ed il modo in cui viene rappresentato, attraverso il disegno, nelle diverse fasi che lo caratterizzano e nelle molteplici esigenze comunicative che questo impone. Attraverso l'analisi di esempi appartenenti a tutte le epoche storiche, si giunge all'identificazione di alcuni aspetti comuni del disegno nel processo progettuale, al fine di comprendere il ruolo e l'influenza dell'atto rappresentativo nei vari momenti di definizione e comunicazione dell'idea, e di individuare alcune regole costanti e generali connesse con le finalità perseguite.

Una raccolta degli esempi è stata organizzata e commentata nei due capitoli iniziali: il primo dedicato al disegno di progetto dalle origini al 1960, in cui gli esempi e la storia dell'evoluzione sono stati strutturati in ordine cronologico, per epoche e correnti culturali, basando la raccolta su testi che hanno già analizzato l'argomento; il secondo capitolo, invece, è stato dedicato agli sviluppi della materia a partire da questa data sino all'attualità, con una struttura meno rigida dal punto di vista cronologico ma, piuttosto, già impostata secondo alcuni criteri di inquadramento d'invenzione personale. Agli anni Sessanta del Novecento, infatti, si riconduce la nascita dello strumento grafico informatico, che avrà piena diffusione negli studi di architettura solo trent'anni dopo. Ho ritenuto importante focalizzare l'attenzione sul cinquantennio più recente, proprio per comprendere le complesse relazioni esistenti tra strumenti manuali e digitali. A queste riflessioni, ed allo studio delle tecniche di rappresentazione digitale è stata dedicata un'attenzione particolare, per la ricerca di tendenze e tecniche espressive, comuni od originali, nel progetto contemporaneo. Si fa notare, inoltre che, sullo studio del disegno nelle epoche precedenti a quella contemporanea, sono stati condotti già diversi studi completi, ma pochi hanno affrontato l'argomento riunendo le considerazioni scaturite dall'analisi storica a quelle sugli aspetti più recenti. Si potrebbe addirittura avanzare l'ipotesi che il disegno digitale non abbia ancora trovato una forma ed una definizione univoca, e per questo ritengo fosse di assoluta importanza rivolgere una parte consistente delle mie riflessioni al suo esame critico, mettendolo a confronto con l'esame delle esperienze del passato.

Il terzo capitolo della tesi è dedicato alla riflessione su fattori che stanno alla base dell'analisi dell'argomento. Contiene infatti considerazioni sullo studio degli aspetti percettivi, e sul legame tra percezione e rappresentazione. Viene esaminata la duplice valenza del disegno, sia essa oggettiva, che si traduce in convenzione, sia soggettiva, che si traduce in espressione. Mentre nel primo caso le regole di rappresentazione risultano

codificate, nel secondo è più difficile riuscire a stabilire delle regole universalmente valide. Giunge naturalmente l'esigenza di affrontare il rapporto tra rappresentazione e atto costruttivo, discutendo sull'esistenza di coincidenze tra possibilità costruttive e possibilità rappresentative. Segue una digressione sulle influenze generate sul disegno d'architettura da parte delle arti figurative e sui casi di autonomia del disegno progettuale dalla successiva costruzione. Sempre nello stesso capitolo, si ragiona sulle implicazioni imposte al disegno dall'esigenza di rappresentare il fattore temporale. Infine, è presente una parte dedicata alla descrizione degli effetti di interazione luci-corpi e degli effetti materici, e alle loro modalità di rappresentazione. E ancora, si espongono delle considerazioni sulla teoria del colore, utili all'analisi dell'aspetto cromatico del disegno di progetto.

Il quarto ed ultimo capitolo sviluppa un'analisi sincronica del materiale raccolto: sulla base degli elementi studiati e attraverso ulteriori suddivisioni tematiche, ci si propone di individuare e classificare alcune regole di rappresentazione bidimensionale del progetto architettonico. Vengono studiati: le varie possibilità offerte da metodi e tecniche di rappresentazione e le loro peculiarità espressive; l'aspetto compositivo dell'immagine; la distinzione dei tipi di disegno per finalità; il caso dello schizzo di ideazione, e il caso del disegno come schema "compositivo e scompositivo"; l'uso del colore. Infine, dopo aver passato in rassegna alcuni dei più celebri pensieri critici sul rapporto tra disegno e progetto, ed alla luce dell'intera ricerca condotta, vengono esposte le considerazioni conclusive, con l'obiettivo di mettere in luce i complessi rapporti esistenti tra il progetto di architettura ed il suo linguaggio privilegiato, il disegno, in tutte le sue forme ed espressioni, strumento non solo in grado di esprimere e comunicare il contenuto progettuale, ma degno probabilmente di essere considerato vera forma mentale per l'architetto.

La ricerca ha prodotto analisi e considerazioni personali, ponendo le basi sugli studi bibliografici che hanno già affrontato l'argomento, ma anche sull'osservazione di numerosi esempi di progetto analizzati dal solo aspetto grafico. A partire dal secondo capitolo è stata introdotta una struttura per argomenti che intende svolgersi in una complessiva continuità del discorso, ma isolando volta per volta alcune specifiche riflessioni emerse nel corso della ricerca. Definendo per il disegno del progetto precisi campi di osservazione e categorie di appartenenza, si ottiene una visione globale dei molteplici aspetti dell'argomento di studio, che possono certo essere correlati ma anche osservati singolarmente. L'esigenza di dividere lo studio per argomenti nasce dalla vastità e complessità del tema affrontato, dovendo riflettere sui molteplici

fattori che influiscono sulla rappresentazione del progetto. Comprendere e mettere in relazione il maggior numero possibile di aspetti di osservazione mi ha aiutato nella ricerca di un filo conduttore, di una sorta di continuità di intenti e di necessità espressive che accompagnano il disegno di progetto dalle origini all'attualità, definendosi in elementi costanti o varianti nella storia, a seconda del contesto culturale e scientifico in cui si collocano.

Siamo in un periodo in cui il disegno sembra perdere il suo ruolo formatore e chiarificatore dell'idea progettuale, sommerso dalla crescente complessità dell'opera architettonica e degli strumenti tecnologici coinvolti nel suo processo progettuale e costruttivo. Il disegno sta rischiando di essere relegato alla comunicazione dei risultati e di confondere la propria identità con quella dell'immagine. È dunque fondamentale riflettere sulla sua evoluzione storica e cercare di comprendere a fondo la sostanza dei cambiamenti in atto, per acquisire la consapevolezza ed il controllo sui nuovi strumenti grafici a disposizione per la rappresentazione del progetto di architettura.

1. Ricerca preliminare sull'evoluzione cronologica del disegno del progetto architettonico occidentale dalle origini al 1960

È necessario premettere che, in questo primo capitolo, si è voluto ripercorrere a grandi linee la storia del disegno di progetto dalle origini sino all'Epoca Moderna, lasciando le riflessioni critiche personali ad una seconda fase analitica e ad un confronto con la storia più recente. L'argomento del disegno del progetto architettonico, nella sua globalità, appare immediatamente molto vasto e complesso, e pertanto sarebbe stato impossibile pretendere di poterne approfondire sufficientemente ogni aspetto. Pertanto, una ricerca storica di base è stata utile, all'esordio della ricerca, per cogliere i passi fondamentali dell'evoluzione dell'espressione grafica del progetto d'architettura, in modo da poter condurre successivamente, alla luce dello studio complessivo che comprenderà anche gli ultimi decenni a noi più vicini, un tentativo d'astrazione generale delle tematiche connesse all'argomento. Nel terzo e quarto capitolo, infatti, verranno esposte delle riflessioni critiche, che scaturiscono da un confronto tra le varie forme ed espressioni del disegno emerse dallo studio storico.

Va spiegato inoltre il motivo della suddivisione tra il primo ed il secondo capitolo, che avviene alla data del 1960, con l'ingresso nel mondo grafico della macchina informatica¹.

L'enorme sproporzione tra le dimensioni temporali, analizzate nel primo e nel secondo capitolo, giustifica l'ottenimento di una visione globale nel primo caso, senza approfondimenti su singoli aspetti che certamente potrebbero articolare lo studio di ogni periodo storico in infinite sfaccettature.

La storia del disegno, dalle origini alla modernità, è stata argomento di molti autorevoli studiosi, che hanno dedicato all'argomento interi saggi. Il mio intento è quello di affrontare la tematica guardando agli esempi storici, ma giungendo sino agli anni più recenti, per cercare di cogliere la sostanza che unisce il disegno al progetto architettonico, al variare dei contesti, delle esigenze espressive, della disponibilità tecnica, e inserire lo sguardo sull'attualità in una riflessione che parta dalla comprensione dell'evoluzione di questo rapporto così radicato nella storia.

In un certo senso, quindi, lo studio storico è servito come base di partenza per capire le relazioni tra disegno, contesto culturale e tecnologico ed esigenze progettuali. Le riflessioni teoriche dovrebbero accompagnare sempre la prassi, anche nell'esercizio del disegno, e un buon progettista e disegnatore dovrebbe sempre fondare le proprie capacità sullo studio degli esempi passati².

Inoltre l'intento è stato quello di concentrare, il più possibile, l'attenzione sulla rappresentazione del progetto architettonico e non sulla scienza teorica del disegno e sui suoi fondamenti geometrici, che certamente ne sono a fondamento e spiegazione, oppure sugli altri campi artistici di applicazione del disegno, dedicando solo brevi accenni al substrato culturale che vi sottende e che, nei suoi mutamenti, si riflette, epoca dopo epoca, sulle evoluzioni della disciplina oggetto di studio. Questo tentativo potrebbe rischiare di banalizzare alcune osservazioni di fondo, e per questo è necessario precisare la volontà di sintesi e di focalizzazione di questa esposizione.

Gli sviluppi culturali, sociali, economici si rispecchiano inevitabilmente sull'architettura; le scienze e le arti confluiscono in molteplici modi nell'espressione progettuale; il modo di costruire e, come vedremo, anche il modo di disegnare il progetto, incarnano, seppur nelle diverse personalità, le caratteristiche tipiche di un'epoca, di una determinata esperienza culturale.

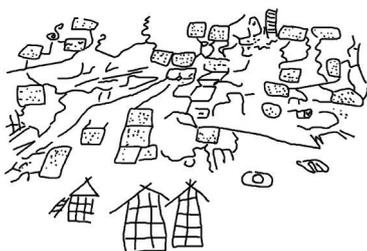
Questa ricostruzione cronologica si basa fondamentalmente su alcuni testi, assunti come riferimento principale. Nel complesso compaiono riferimenti bibliografici che si sviluppano principalmente sulla Scienza della rappresentazione in generale, ed anche in relazione all'espressione pittorica, ed alcuni specificamente dedicati al disegno architettonico, di rilievo e di progetto.

Il testo è accompagnato dalla raccolta di alcuni esempi, non certo esaustivi rispetto alla moltitudine e varietà disponibile, ma ritenuti tra i più interessanti, a volte per i loro aspetti innovativi, di rottura con la tradizione, oppure semplicemente perché incarnano alla perfezione la prassi disegnativa di una certa cultura, o di un particolare autore.

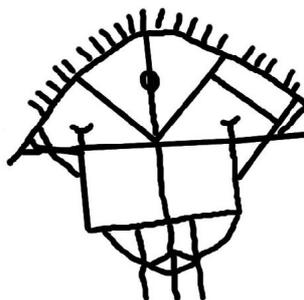
1.1. Prime testimonianze antiche

Le primordiali rappresentazioni di oggetti architettonici coincidono con l'abbandono del nomadismo e la corrispondente realizzazione delle prime capanne e rifugi. Numerose incisioni su lastre di roccia, levigata dall'erosione glaciale, rinvenute in Valcamonica, e che risalgono all'età del bronzo, riportano le rappresentazioni di alcune rudimentali abitazioni. In realtà non

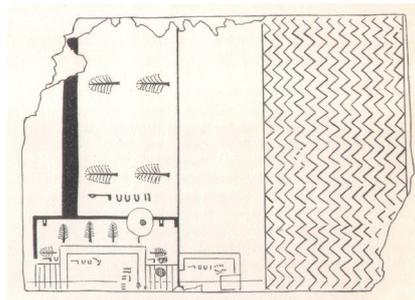
1-2. Ridisegno delle incisioni rupestri dette rispettivamente "Mappa del Genicai", Valcamonica e "Mappa di Meziric", risalenti all'età del bronzo
3. Pianta di un altare in riva al Nilo, disegno egiziano di epoca faraonica



1



2



3

possiamo sapere se si tratti di disegni di progetto o di rappresentazioni di oggetti già realizzati. Le abitazioni in legno sono ritratte con segni lineari in una pseudo proiezione ortogonale. In alcuni casi all'interno delle case sono rappresentate delle sagome umane³ (figure 1 e 2 e figura 24 del capitolo 4). Si possono riconoscere delle notazioni ricorrenti, come nei piccoli segmenti riportati ortogonalmente agli spioventi del tetto a capanna, interpretabili come un rudimentale embrione di convenzione del disegno.

In queste prime manifestazioni il disegno appare come astrazione utile al fine umano, in cui si scorge la necessità di comunicare e di fare programmi⁴, che come vedremo sono due delle costanti generali del disegno per il progetto dell'architettura, nel corso di tutta la storia.

Questi sono solo i primi esempi di disegno di architettura che ci sono pervenuti, e che non siamo certi rappresentino intenti progettuali, mentre le più antiche testimonianze concrete realmente riconducibili a elaborati progettuali sono disegni di architetti egiziani di epoca faraonica.

In generale si suppone che, nell'Antichità, il disegno di progetto non fosse utilizzato in tutti i casi, ma che spesso si pervenisse al manufatto finale attraverso tentativi e grazie al rapporto diretto tra architetto ed artigiano. Ciò avveniva sicuramente per le opere minori, mentre, per quelle più importanti, è ragionevole pensare che dovessero esistere degli studi preliminari di progetto, che aiutassero a padroneggiare la complessità delle relazioni geometriche, costruttive e funzionali.

Nell'antico Egitto, la maggior parte dei progetti era realizzata su papiro, e pertanto, per la natura deteriorabile del supporto, sono veramente pochi i casi in cui elaborati, talvolta anche solo parziali, sono pervenuti integri e leggibili sino ai nostri giorni. Le prime rappresentazioni architettoniche egizie si datano in corrispondenza della I e II dinastia (3500-2778)⁵.

Il disegno più completo parrebbe essere il progetto della tomba di Ramesse IV, realizzato su papiro e oggi conservato al Museo Egizio di Torino. In questo disegno è indicata una pianta, in cui i contorni dello scavo sono evidenziati con una linea doppia e i particolari, come le porte, vengono riportati in prospetto nel punto esatto della pianta in cui sono previsti. Le proporzioni non sono rispettate esattamente e quindi le misure andavano dedotte dalle quote scritte. L'assenza di molte indicazioni utili alla costruzione, senza le quali oggi non sarebbe pensabile interpretare correttamente il disegno, è giustificata dal fatto che una stessa persona era contemporaneamente sia l'architetto che l'impresario, e quindi era perfettamente in grado di interpretare il disegno per poter fornire le giuste indicazioni agli operai⁶. Questo papiro è importante soprattutto perché l'edificio che rappresenta è ancora esistente e quindi può essere confrontato con il disegno: per

quanto riguarda il posizionamento dei dettagli principali, come le porte, è stato rilevato che la pianta appare fedele, mentre la scala grafica risulta imprecisa⁷.

La prassi di riportare i particolari in alzato sulla pianta, quasi come simboli piuttosto che rappresentazioni in scala, posti probabilmente nel punto esatto della loro collocazione, ricorre in vari disegni pervenutici. Nella pianta di un altare in riva al Nilo, compare inoltre una raffigurazione grafica simbolica del corso del fiume (figura 3).

Di questi disegni colpisce il livello di sintesi, paragonabile ad una tendenza alla codificazione⁸ che rende il linguaggio grafico simile a quello geroglifico, dove il codice conserva ancora un elevato grado di somiglianza con l'icona di ciò che rappresenta.

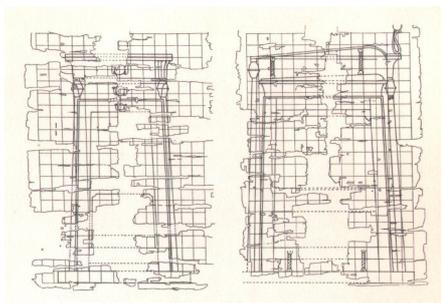
Inoltre si ipotizza che esistesse la prassi di eseguire dei disegni maggiormente dettagliati dei particolari, una sorta di disegni esecutivi, alcuni dei quali sono stati ritrovati. È interessante vedere come uno di questi presunti disegni esecutivi che rappresenta i prospetti di un naos in legno, risalenti al Nuovo Regno (1580-1085 a.C.), sia realizzato su "papiro quadrettato" in modo da rendere più immediata la lettura delle dimensioni (figura 4). Questo metodo era comune anche nei progetti di decorazione in cui la griglia veniva riportata sui muri rendendo più agevole la trasposizione di disegno in opera: infatti in molte costruzioni si possono ancora scorgere i segni delle quadrettature sui muri⁹.

Alcuni ritrovamenti hanno testimoniato la padronanza dell'uso delle quote da parte del popolo egizio. Come già detto, infatti, la scala grafica era spesso sproporzionata e quindi le misure venivano dedotte dalle indicazioni numeriche riportate sui disegni. Ad esempio, uno schizzo a mano libera è stato ritrovato nel recinto del re Djeser a Saqqara (III dinastia, Antico Regno, 2650-2160): in esso sono rappresentati i punti quotati di una curva di un tetto, attraverso delle linee teoricamente collocate alla stessa distanza tra loro con riportate al fianco le misure in cifre¹⁰ (figura 5).

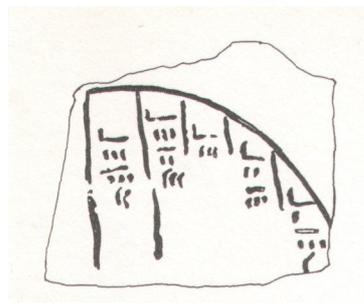
I primi rudimenti della geometria nacquero proprio in Egitto (nei sec. XIX-XVII a. C.), per far fronte a problemi pratici nella gestione delle terre, e questo fattore ebbe sicuramente influenza anche sullo sviluppo del disegno¹¹.

Le testimonianze grafiche giunte fino a noi dall'antico Egitto sono state interpretate come primordiali espressioni grafiche

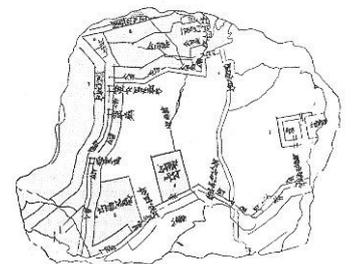
4. Prospetti frontale e laterale di una cella in legno, disegnati sopra un papiro quadrettato
5. Definizione della curva di un tetto con un sistema di quotatura
6. Tavoletta di Nippur risalente approssimativamente al 1.500 a.C



4



5



6

riconducibili al metodo della proiezione ortogonale¹².

Anche dal Vicino Oriente Antico ci giungono esperienze di rappresentazione di oggetti architettonici, non è chiaro però se di rilievo o di progetto, ma assai rigorose e coerenti con il reale¹³ (figura 6).

Della prassi seguita dal popolo dell'antica Grecia per il disegno del progetto, purtroppo, non ci sono giunti reperti ed anzi, al di fuori della pratica architettonica, le uniche testimonianze figurative pervenuteci sono quasi esclusivamente costituite da dipinti vascolari¹⁴. Lungo diversi secoli la civiltà greca contribuì enormemente allo sviluppo della teoria geometrica, e si occupò dello studio dell'ottica come ramo della fisica, ma la scienza tuttavia rimase distaccata dalla ricerca rappresentativa, volta verso una costruzione grafica dell'immagine visiva basata sulle sole apparenze, denominata infatti in seguito *perspectiva naturalis*¹⁵. Gli Antichi infatti utilizzarono questa visione prospettica intuitiva dello spazio, molto diversa da quella rinascimentale, poiché avevano una diversa concezione dello spazio. Come afferma il Panofsky, nell'arte classica, la spazialità tridimensionale viene riconosciuta ai singoli oggetti mentre lo spazio in cui sono immersi è concepito come atmosfera indifferenziata e priva di profondità¹⁶.

1.2. Antica Roma

I Romani non diedero contributi significativi all'evoluzione della teoria geometrica, ma questa veniva usata a soli scopi pratici e lasciata agli agrimensori: l'arte da essi praticata è detta *gromatica* dal termine dello strumento utilizzato, la *groma*¹⁷.

Dalla letteratura apprendiamo che nell'Antica Roma il disegno architettonico era cosa comune: veniva eseguito su pergamena e gli strumenti tecnici atti alla sua esecuzione erano, oltre la *groma*¹⁸, il *chorobatea*, la *dioptra* e le squadre e i compassi¹⁹.

Se guardiamo a quanto la critica ci ha tramandato sulle idee architettoniche e in particolare sul disegno, troviamo in Plinio alcune prime definizioni concettuali che ci chiariscono come questo fosse inteso dagli antichi. Nella sua *Naturalis Historia* troviamo una definizione del concetto di linea tra le più antiche esistenti in proposito:

«La linea di contorno, deve essere chiusa, continua e finire in modo da promettere altre forme al di là di essa e rendere evidenti anche le parti che cela, che sottintende»²⁰.

Questa prima definizione del segno grafico appare importante se la si carica di significato espressivo²¹, si sta infatti riconoscendo al segno un valore personale che va oltre l'oggettività del gesto.

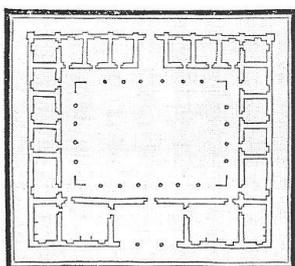
Uno dei testi più importanti per tutta la storia della rappresentazione e dell'architettura fu scritto da Marco Vitruvio Pollione (seconda metà del I secolo a. C.), ed è il *De architectura*

libri decem (25-23 a.C.). Egli stabilisce le tre *species* di cui si costituisce il disegno architettonico (*dispositio*): l'*ichnographia* (figura 7) identificabile con la pianta, doveva essere in scala, alcuni sostengono 1:1, tracciata sul terreno dove doveva sorgere l'edificio, e rispettare quindi le proporzioni in modo da far intendere la collocazione delle parti e la misura della larghezza e lunghezza dell'opera; poi c'è l'*orthographia* (figura 8), cioè l'alzato o elevazione, atta a mostrare le altezze delle opere, che deve essere coincidente alla base con la pianta; infine la *scaenographia* (o sciografia) (figura 9) che da alcuni è stata interpretata come la rappresentazione simultanea di facciata e fianchi, con una prima allusione pseudo-prospettica data dalla convergenza di tutte le linee al centro di un cerchio²². Nel testo vitruviano tuttavia non sono spiegate le costruzioni geometriche dei tre modelli grafici ma sembra esser dato per scontato che chi li utilizzava per mestiere dovesse averne già padronanza ed essere in grado di figurarsi nella mente l'astrazione dello spazio²³.

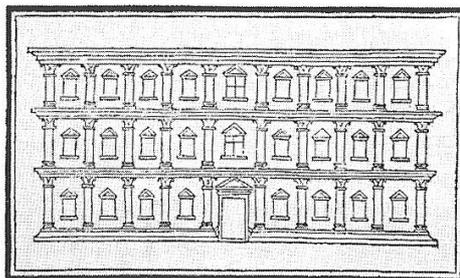
Per quanto riguarda le proiezioni sui piani di rappresentazione orizzontale e verticale, lo stesso Vitruvio riferisce nel suo trattato che tali metodi venivano usati dagli architetti suoi contemporanei²⁴. Il trattato vitruviano non ci è pervenuto in originale ma attraverso una copia manoscritta priva di illustrazioni, rinvenuta nel 1414, che è stata oggetto di numerose riedizioni²⁵. La sua ispirazione è sicuramente di fonte greca, e si riferisce che le tra queste siano predominanti quelle di Ermodoro (II sec.). Le idee architettoniche descritte da Vitruvio si basano su concezioni di una bellezza identificata nella simmetria o pura proporzione numerica, che si riflette nel diletto dei sensi, e di una sorta di valore morale definito *decor*, che contraddistingue l'edificio eseguito a regola d'arte. Aspetti estetici si giustappongono dunque ad aspetti pratici ed economici²⁶.

In periodo romano la figura dell'architetto aveva varie sfaccettature: se ne possono individuare sostanzialmente tre tipi, per ognuno dei quali il disegno doveva avere un diverso valore: da un lato c'erano gli architetti "d'alto intendimento" impegnati nelle opere più importanti, dall'altro i piccoli architetti per le opere pratiche (*ensor* e *gromaticus*), che assomigliavano forse più ad appaltatori che ad architetti, ed infine gli architetti militari. Alla prima categoria, per così dire di architetti aristocratici, come

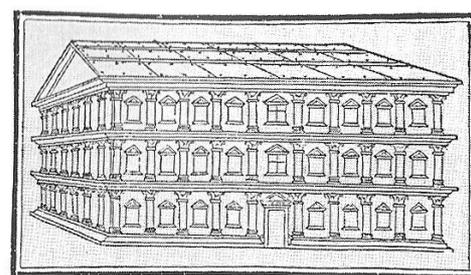
7-8-9. Fra' Giocondo, *M. Vitruvi de Architectura libri decem*, Venezia 1511. *Ichnographia*, *orthographia* e *scaenographia*



7



8



9

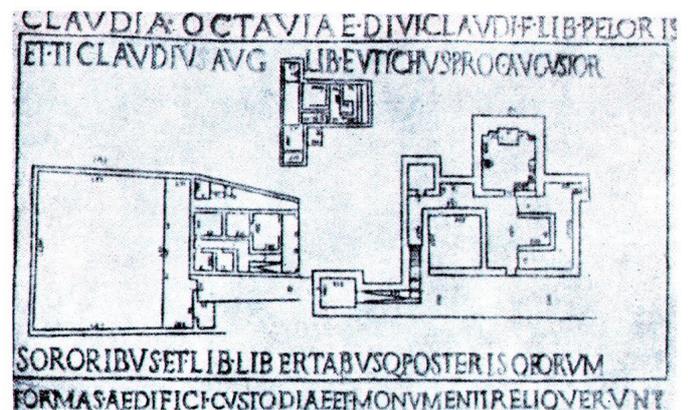
testimoniano Cicerone e Vitruvio, appartenevano persone provenienti da alti ranghi e con una buona educazione, sia umanistica che matematica. Vitruvio ci conferma che fossero preparati in storia, meccanica, musica e disegno. I piccoli architetti pratici si formavano invece con tirocini nelle corporazioni e nell'esercito.

Per meglio comprendere la figura dell'antico architetto romano, è bene distinguere due tipi di impostazione: uno è l'architetto affine al tipo greco ellenistico, il quale è anche fondamentalmente scultore, e quindi siamo portati a pensare che non usasse il disegno per i suoi progetti, che prediligono l'uso del marmo. L'altro tipo di architetto fu quello che ereditò dagli Etruschi la magistrale tradizione costruttiva, cimentandosi in edifici veramente complessi ed innovativi, dalla pianta articolata e le coperture a volta, oppure nella costruzione di ponti, acquedotti ed altre opere grandiose. Questo secondo tipo di architetto, invece, come tramanda Vitruvio, doveva essere abile nel disegnare ed esperto nella regola geometrica. Pittori e decoratori di quell'epoca hanno del resto dimostrato un evoluto livello di conoscenza delle discipline della rappresentazione, e come si vede in alcuni affreschi pompeiani, avevano sviluppato anche un senso pseudo-prospettico²⁷.

Secondo Erwin Panofsky tale forma prospettica era espressione di una caratteristica intuizione dello spazio fondata su premesse ottico-geometriche e su un substrato filosofico-culturale non in grado di cogliere il concetto dello spazio in senso moderno²⁸. La teoria ottico-geometrica di Euclide supponeva infatti la sfericità dell'organo visivo. Ciò si traduceva in termini pratici nell'uso di un quadro curvo di proiezione. Per questo motivo le linee di fuga convergono su un asse centrale e non su un singolo punto²⁹.

Gli architetti romani conoscevano certamente bene la scienza del rilievo e il disegno in proiezione ortogonale. Tra i rari reperti giunti sino a noi, come testimonianza di questa conoscenza, troviamo ad esempio una grande pianta catastale, incisa su una lastra marmorea e conosciuta come "*Forma urbis romae*" e il disegno di una tomba inciso su una targa conservata a Perugia³⁰. Si tratta di un disegno in pianta in cui si può notare la già precisa notazione delle aperture fra i vari ambienti e la quotatura delle dimensioni degli spazi (figura 10). Da questi pochi reperti, di carattere catastale o celebrativo³¹, possiamo dedurre la notazione grafica convenzionale usata dai Romani per rappresentare l'architettura; mentre negli affreschi pompeiani vediamo che erano già in uso intuitive forme di rappresentazione prospettica degli spazi architettonici³². Per la mancanza

10. Pianta di tomba romana incisa su lastra lapidea



di prove certe non possiamo però sapere di quali tipi di elaborati grafici essi si servissero nella pratica del progetto.

Nel passaggio al Protoromano si inizia ad assistere ad una decadenza dell'architettura che coincise probabilmente con quella del disegno, e si perse pertanto la continuità nel suo sviluppo³³.

1.3. Medioevo

Per secoli, la cultura classica non ebbe più sviluppi teorici: il Medio Evo conservò una parte della tradizione antica e le istituzioni corporative, ma non seppe dar vita ad altrettanto fervore culturale. Anzi, l'attenzione degli artisti era concentrata nell'esaltazione del Divino, e ciò indusse ad allontanare gli interessi dalle cose materiali, e pertanto la geometria e il disegno non furono più sviluppati a livello teorico ma intesi solo in senso pratico, come tracce necessarie alla costruzione dell'opera³⁴.

I pochissimi esempi a noi pervenuti avvalorano l'ipotesi che solo raramente venissero eseguiti dei disegni. Si era infatti perduto il concetto di disegno in scala, e quindi è facile ipotizzare che l'elaborato grafico non venisse utilizzato come strumento di comunicazione tra la fase progettuale e quella costruttiva.

Come tramandano alcuni scritti, i disegni delle piante di edifici di grandi dimensioni, come le cattedrali, venivano eseguiti in scala 1:1, direttamente sul terreno. Mentre altri disegni, sempre in scala 1:1, sono stati ritrovati incisi sui muri, e raffigurano prospetti di dettagli come finestre a rosone o guglie. Ciò induce a supporre che architetti e mastri muratori dovessero immaginare le loro opere solo mentalmente, e che comunicassero le proprie idee a voce o ricorrendo a modelli e sagome³⁵.

Certamente, almeno sino al sec. XIV, l'architetto dava al massimo un disegno d'insieme e svolgeva un'azione di coordinamento della decorazione pittorica e scultorea. Il fatto che l'architetto non entrasse nei particolari, lasciando agli artigiani la loro libera esecuzione, pur inquadrandola in un'unità d'insieme, si può dedurre anche dall'osservazione delle diversità che tutt'oggi permangono nelle singole decorazioni delle architetture medievali³⁶.

Uno dei pochi esempi sopravvissuti di disegno medievale, inciso sul suolo, è stato rinvenuto nel 1995, nella Cattedrale di Siviglia. Sul pavimento delle coperture si sono conservate infatti delle linee incise di 2-3 mm che costituirebbero il piano di esecuzione dell'opera finale, in scala reale³⁷ (figure 11 e 12).

Un breve accenno ad alcuni contributi teorici ci può aiutare a capire l'atteggiamento di pensiero diffuso all'epoca sugli argomenti del disegno e del progetto.

L'*architector* fu definito nel 969, da San Osvaldo, vescovo di Worcester, come *instructor fundamenti*, poiché era colui che

definiva la planimetria. La pratica di ricavare l'alzato di una cattedrale dalla planimetria, eseguita dall'*architector*, circolava già tra gli scalpellini del duomo di Strasburgo (XIII sec.), i quali erano obbligati dal loro statuto all'osservanza del silenzio sulle pratiche rappresentative di cantiere, e fu teorizzata da alcuni opuscoli composti tra il XV e il XVI secolo³⁸.

Isidoro di Siviglia scrisse i *Libri Etymologiarum*, una vera enciclopedia che tratta degli edifici dividendoli in tre parti: la *dispositio*, cioè la pianta; la *constructio*, l'elevazione; e la *venustas*, intesa come aspetto artistico: qualcosa che si aggiunge agli edifici, quali tetti policromi, mosaici, luci dorate, e quindi una bellezza che si identifica nella decorazione, nell'ornato, in contrapposizione alla bellezza che il mondo classico aveva invece associato alle proporzioni.

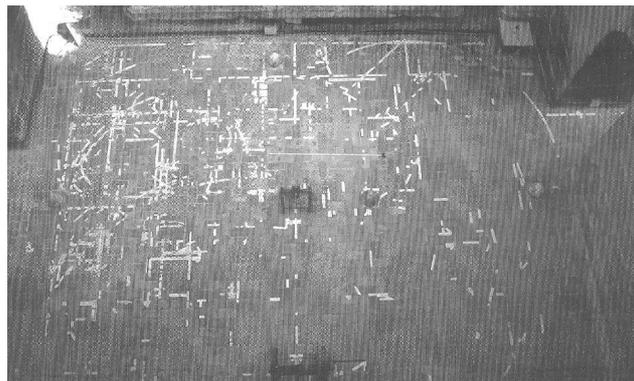
Un altro importante trattatista dell'arte medievale fu il prete Teofilo, il quale scrisse un vero trattato enciclopedico (nel XIII sec. d.C.), che incarna perfettamente il pensiero dell'epoca. Egli ci parla del disegno come pura necessità pratica, e di facile apprendimento. L'architettura è vista come forma di contemplazione e pertanto, nella sua creazione, l'artista si identifica in un processo mistico. A causa di questo concetto sublime, probabilmente, la funzione del disegno si ridusse al solo atto formale di organizzazione pratica, necessario per giungere all'opera compiuta. Queste sono alcune delle giustificazioni teoriche che stanno alla base della mancanza di documenti disegnativi risalenti al XII e XIII secolo, di cui dunque si possono avanzare soltanto ipotesi³⁹.

L'assopimento dell'interesse per lo studio teorico dell'argomento disegno viene risvegliato solo alla fine del XIV secolo, quando il fiorentino Cennini scrive un trattato sull'arte⁴⁰. Egli ci parla di Giotto dicendo che «rimutò l'arte del dipingere di greco in latino, e ridusse al moderno ed ebbe l'arte più compiuta che avesse mai nessuno», che nella sua opera «fondamento dell'arte è il disegno e il colorire». Ma la maggiore innovazione concettuale sta nel fatto di non intendere più il disegno come pura pratica, e cioè come mestiere, ma come prodotto dell'intelligenza: per la prima volta della storia si sente infatti definire il disegno «è quello dentro la testa tua»⁴¹.

11-12. Dettaglio di una linea incisa sul pavimento ceramico di una copertura della Cattedrale di Siviglia, e ricostruzione del disegno, evidenziato con pittura bianca ai lati della linea incisa, localizzato sulla copertura della Cappella di Sant'Andres (Cattedrale di Siviglia).



11



12

Successivamente, in periodo gotico, l'architetto dovette avere un ruolo direttivo più importante. La perizia nel disegno degli architetti del tempo ci è testimoniata dal noto taccuino di Villard de Honnecourt. La dimensione e complessità delle grandi costruzioni gotiche ci potrebbe addirittura indurre ad ipotizzare l'esistenza di veri uffici di disegno annessi alle fabbriche. Nei monumenti maggiori si manifesta una certa unità che ci lascia immaginare un architetto che ordina, disegna, progetta e dirige. In una formella del Campanile di Giotto a Firenze, possiamo vedere effigiata la figura dell'architetto grande e dominante nella composizione, come appunto di chi ordina e dirige. Le maestranze che lavoravano invece nelle opere minori, probabilmente, applicavano schemi inventati dai Maestri, ma imprimevano agli elementi decorativi un carattere individuale, determinando architetture varie ed irregolari⁴².

Il *Livre de portaiture* di Villard de Honnecourt risale alla prima metà del XIII secolo, ma fu ritrovato e ripubblicato solo intorno al 1850. Si tratta di un taccuino rilegato composto da 33 fogli di pergamena nei quali sono presenti ben 250 disegni di soggetti naturalistici, sacri, architettonici, geometrici etc.⁴³.

Numerosi errori nei disegni, soprattutto quelli della cattedrale di Reims, denotano la mancanza di precisione tecnico-grafica nell'autore. Ciò induce a pensare che il volumetto dovesse essere stato pensato più come un manuale di istruzioni, per lettori non professionisti interessati alla tecnologia, che per artigiani e professionisti. E l'autore doveva essere semplicemente un tecnico di modesta levatura piuttosto che un grande architetto, e probabilmente alcuni dei suoi disegni furono copiati da quelli eseguiti dai progettisti della cattedrale. Lo dimostrano anche i numerosi errori presenti nei disegni di rilievo che dovevano essere invece stati copiati dal vero, ad edificio già realizzato⁴⁴.

È stata avanzata l'ipotesi che i prospetti ortogonali presenti nel taccuino fossero stati copiati da quelli eseguiti dall'architetto nella prima fase di costruzione della cattedrale: ma a questo proposito l'Ackerman avanza dei dubbi sulla finalità dei disegni originali. Infatti, essendo disegnati in scala di piccole dimensioni, questi non potevano essere destinati al cantiere. E non avrebbe senso neanche pensare che gli architetti volessero mostrare a qualcuno un progetto destinato a subire modifiche. Si può credere che, sicuramente, un metodo così perfezionato di proiezione ortogonale fosse già in uso e ampiamente sperimentato, e fosse nato probabilmente tra la fine del XII e l'inizio del XIII secolo⁴⁵.

Un ulteriore avvaloramento all'ipotesi che Villard copiò i disegni del taccuino, sta nel ritrovamento di due disegni per la cattedrale di Reims, riemersi in alcune pergamene riutilizzate, cancellati nel 1270, erano stati incisi con uno stilo e dunque i loro tratti sono sopravvissuti all'eliminazione dell'inchiostro. I due disegni sono di piccole dimensioni (30 cm) e in proiezione ortogonale, ma la loro

finalità resta comunque dubbia⁴⁶.

Si può pertanto notare che gli esecutori dell'epoca si fossero interessati a forme di rappresentazione, gli elevati, che non erano destinate esclusivamente alla fase costruttiva dell'opera ma, evidentemente, anche all'attenzione dei committenti⁴⁷.

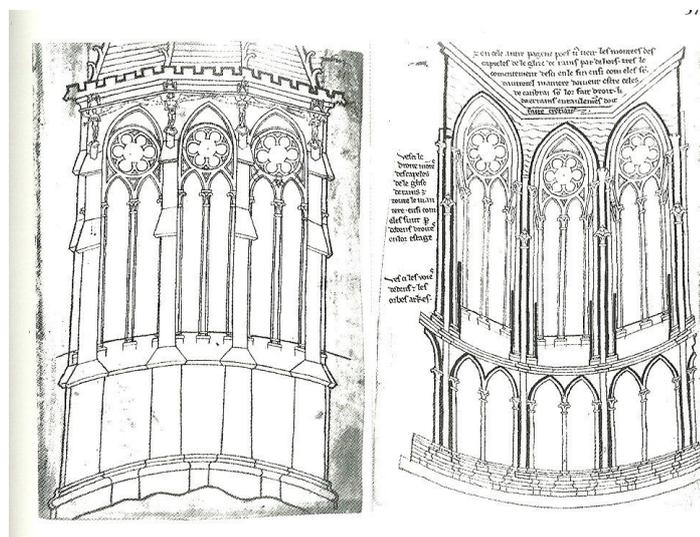
In certi disegni di Honnecourt è documentato un avvicinamento ad una logica di ortogonalità che preannuncia la prassi della doppia proiezione ortogonale, in cui piante e prospetti dell'edificio sono strettamente legati tra loro. Alcuni disegni del taccuino raffigurano il coro della cattedrale di Reims: si tratta di viste curvate, in cui Villard tentò di rappresentare l'arretramento di un muro pur senza allontanare le linee orizzontali verso un punto o un asse centrale. L'effetto ottenuto è quello di un disegno in proiezione ortogonale su una superficie piana, successivamente incurvato in forma semicilindrica, in modo da non alterare significativamente le misure orizzontali e verticali. Tale tentativo di evitare la distorsione non si era mai visto in precedenza. Inoltre le grosse linee nere ai lati delle strutture portanti del claristorio interno suggeriscono passaggi attraverso i pilastri, che non sarebbero visibili in un prospetto ortogonale. Per indicare le volte interne compare una sequenza di linee ondulate⁴⁸ (figura 13).

In un altro foglio possiamo vedere la compresenza, nello stesso disegno, dei due pseudo-prospetti, interno ed esterno della cattedrale, permettendo una lettura simultanea dei due aspetti e l'individuazione delle coincidenze tra elementi interni ed esterni⁴⁹ (figura 46 del capitolo 4).

Mentre nel XIV secolo, in Europa, gli elaborati architettonici avevano ormai raggiunto un notevole grado di precisione nella rappresentazione dei prospetti ortogonali, in Italia permane ancora in essi la presenza di elementi prospettici⁵⁰.

Il primo disegno ortogonale italiano, che ci sia pervenuto, risulta essere di Giotto⁵¹ (figura. 14). Questo disegno in realtà sarebbe una copia di un originale eseguito dal maestro, ed è oggi conservato al Museo dell'Opera del Duomo a Siena: esso raffigura il prospetto del campanile di Santa Maria del Fiore a Firenze. Alcuni elementi, come le finestre gotiche, che non giacciono su piani verticali paralleli al quadro, sono correttamente disegnati in proiezione ortogonale, risultando pertanto deformati. Questo metodo non derivava probabilmente da rigorose regole geometriche, ma piuttosto da un intento di rendere intuitivamente più naturalistico un disegno tecnico⁵². Infatti in questo

13. Dal *Taccuino* di Villard de Honnecourt, conservato alla Biblioteca Nazionale di Parigi, alzati esterno ed interno delle cappelle absidali della Cattedrale di Reims



disegno compaiono alcuni particolari poco coerenti con una corretta rappresentazione ortogonale, come l'effetto prospettico creato dalla distensione delle mensole che reggono il cornicione man mano che ci si avvicina ai lati del campanile⁵³.

In definitiva, di questo periodo così complesso della storia, per la carenza di documenti, non è dunque precisamente conosciuta l'importanza che il disegno ha mantenuto nella realizzazione architettonica.

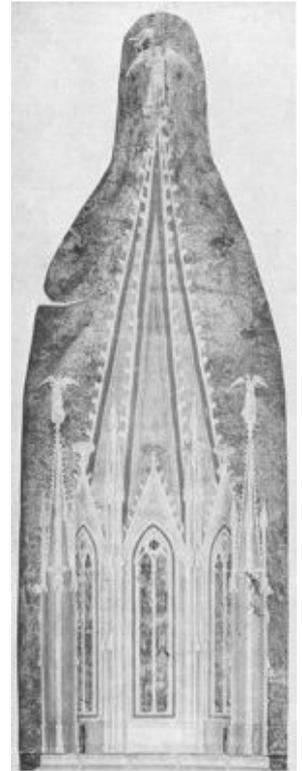
Nel primo Medioevo c'è ancora una certa incertezza tra astrazione geometrica e stimolo prospettico, mentre il rispetto dei rapporti tra le parti è già maturo. Nei disegni infatti si può vedere ad esempio un'intera facciata in proiezione ortogonale con dei particolari in una sorta di prospettiva, i cui plurimi punti di fuga giacciono sull'asse di simmetria, quasi a voler accennare all'idea di profondità.

Nel Tardo Medioevo invece la rappresentazione diventa più precisa e rigorosa abbandonando i compiacimenti visivi (figura. 15).

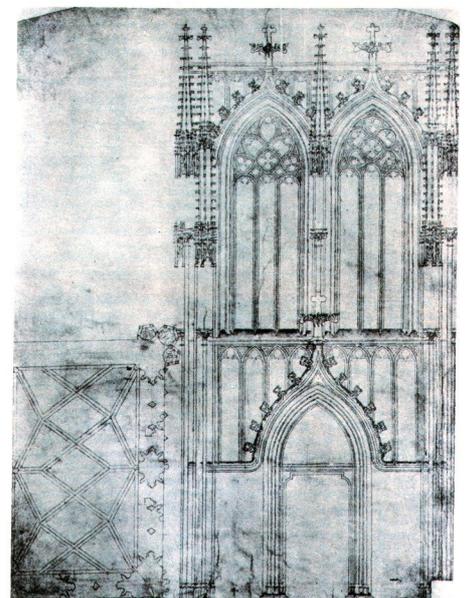
Mentre la Scienza del disegno era ancora molto rudimentale, il disegno si dimostrava strumento pratico via via sempre più indispensabile. Tuttavia fino al secolo XV, evidentemente, è stato assente un disegno che si potesse definire come manifestazione precisa della volontà dell'architetto, delle sue idee e della sua cultura. Il disegno quindi era stato declassato rispetto al passato, e la sua importanza restava semplicemente come mezzo; ma anche così era comunque realizzato come un'intenzione d'ordine generale, di coordinamento, lasciando ad altri la realizzazione dei particolari. Nell'insieme tali composizioni risultavano tuttavia armoniose perché tutti gli artisti, che vi avevano lavorato, erano accomunati da un "eguale sentimento morale"⁵⁴.

14. Giotto, dettaglio del prospetto del campanile di Santa Maria del Fiore, Firenze, dopo 1334

15. Hanns Puchspaum. Pianta e alzato della Cappella di Maria Maddalena in Santo Stefano di Vienna (pergamena). Tardo Medioevo)



14



15

1.4. Rinascimento

Nel Quattrocento inizia un nuovo periodo culturale, il Rinascimento: l'organizzazione degli ordini professionali non muta sostanzialmente rispetto al passato, ma cambia totalmente la ragione dell'arte e dell'architettura. In questo rinnovato clima culturale il disegno assume un importantissimo valore. Fu infatti nel Quattrocento che siamo certi si diffuse l'uso di allegare i disegni ai contratti relativi alle opere da costruire, e questa è una prima forma documentata di disegno progettuale, in senso moderno. Lo sviluppo del disegno è innescato dalla necessità di studiare l'antico, esso è sfruttato soprattutto come mezzo di indagine e cioè di rilievo⁵⁵.

Il ruolo dell'architetto si delinea più come quello di progettista e si separa da quello di impresario, e ciò si riflette immediatamente sulla necessità di eseguire disegni precisi utili alla comunicazione tra le varie figure del processo ideativo e costruttivo⁵⁶.

L'importanza che in questo periodo sarà riconosciuta al disegno nell'architettura è ben chiarita dalle parole di Leon Battista Alberti (1404-1472) che, nel suo trattato *De re aedificatoria* ne parla così:

«...lo edificare consiste tutto in disegni e muramenti. Tutta la forza e la regola dei disegni consiste con buono e perfetto ordine adattare e congiungere insieme linee, e angoli, onde la faccia dello edificio si comprenda e si formi...» e ancora «...sarà il disegno una ferma e gagliarda preordinazione concepita dallo animo, fatta di linee e d'angoli, e condotta da animo, e da ingegno buono»⁵⁷.

Si coglie una distinzione tra il momento progettuale, che si compie grazie al disegno, ed il momento costruttivo; inoltre al primo è assegnato il ruolo importantissimo di controllo della riuscita della buona composizione formale.

Cercheremo di dare una visione complessiva dell'evoluzione del disegno dell'architettura rinascimentale, accennando brevemente all'opera grafica di diversi architetti protagonisti, con esempi e con citazioni anche delle loro opere teoriche, e osservando in particolare le differenze di espressività nel segno dei vari architetti, seguendo le considerazioni critiche del Sacripanti.

Guardando nel complesso i disegni dei maestri del XV e XVI secolo, si può notare che è difficile definire uno stile espressivo uniforme propriamente rinascimentale, poiché lo stile personale dell'artista tende a prevalere su un linguaggio più generale⁵⁸.

Successivamente dedicheremo un excursus agli sviluppi teorici relativi alla codificazione del metodo prospettico rinascimentale, la cui progressiva definizione si coglie anche dall'osservazione della produzione grafica degli architetti.

Alla metà del XV secolo appartiene l'opera del Filarete (1400-1469). L'originalità delle sue invenzioni si è tradotta in disegni di città immaginarie che danno il via a quel tipo di disegno di fantasia che ebbe largo seguito d'artisti a partire dalla fine del

Cinquecento. La sua espressione grafica è caratterizzata da un chiaroscuro quasi accennato, ed i prospetti sono sempre contaminati da scorci prospettici, che sono un naturale sviluppo degli esempi del Tardo Gotico⁵⁹, ma in un certo senso sembrano quasi preludere alla forza con cui si imporrà a breve la rappresentazione prospettica nel disegno rinascimentale (figura 16). Nel suo *Trattato di architettura*, egli riconosce all'architetto anche il controllo esecutivo dell'opera, e non solo la produzione del progetto; inoltre individua tre tipi di disegno: uno schizzo per la fase creativa, un disegno "di disgresso" destinato al committente, ed infine un disegno in scala per gli appaltatori. Dopo l'approvazione del progetto, i disegni venivano anche affiancati da un modello tridimensionale in scala che veniva commentato dall'autore⁶⁰. Nel suo trattato ci dice che «il disegno è fondamento e via d'ogni arte che di mano si faccia⁶¹».

Simone del Pollaiuolo, detto il Cronaca (1457-1508), produsse invece un disegno preciso, con piante quotate. Negli alzati, pur dettagliati, grazie alle indicazioni di misure e materiali, ancora non è superato l'effetto prospettico. La trattazione approfondita dei particolari diventa una caratteristica del suo stile personale, ed il segno è uniforme nel tracciare l'insieme o il dettaglio⁶².

Anche Francesco di Giorgio Martini (1439 -1501), nel suo trattato, esalta l'importanza del disegno e della sua precisione, al quale ancora una volta è affidata la bontà del progetto e la comprensione della composizione degli elementi architettonici⁶³.

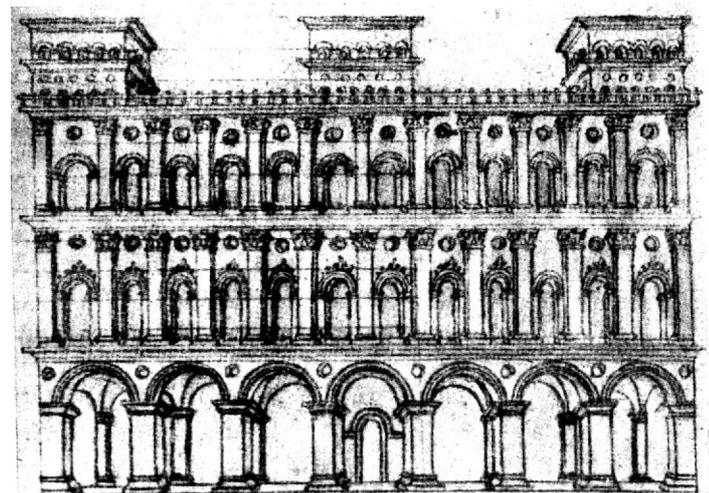
Fu Bramante (1444-1514) ad impersonare finalmente una figura di architetto che comprendeva sia la conoscenza artistica che tecnica. L'architetto studia tutti gli aspetti dell'opera ed è a capo non più di una schiera di artefici, come avveniva nel Medioevo, ma di veri e propri collaboratori di studio che probabilmente lo aiutano anche nella realizzazione dei disegni progettuali⁶⁴.

L'edificio è pensato nel suo insieme e poi nei particolari, intesi come parti in funzione del tutto.

I disegni del Bramante sono per lo più eseguiti a penna con qualche macchia che accentua il senso volumetrico: sono disegni sintetici che cercano di immortalare l'unità dell'organismo architettonico, senza soffermarsi, all'opposto del Cronaca, su ciascun particolare (figura 17). Il segno appare rapido e deciso, e nelle piante compaiono misurazioni e appunti scritti⁶⁵.

Si iniziano a cogliere, nell'opera degli architetti, i risultati della conoscenza del metodo prospettico: le possibilità illusorie che offre si trovano, ad esempio, esaltate

16. Filarete, disegno della facciata di un palazzo



nell'opera architettonica del Bramante. Sul finire del Quattrocento egli realizzò infatti l'abside di S. Maria presso S. Satiro a Milano, in cui in circa un metro di profondità reale viene simulata una profondità illusoria più che decuplicata⁶⁶.

Nei disegni di Fra Giocondo, non si scorge nessuna ricerca grafica espressiva che miri all'esaltazione volumetrica; il segno è netto e pulito e la ricerca di profondità spaziale è demandata interamente alla costruzione prospettica. Anche per lui, come per il Cronaca, è importante la ricerca formale del particolare piuttosto che la visione d'insieme, e quindi i suoi disegni sono precisi ed elaborati (figura 27).

I Sangallo adoperano riga e squadra, e disegnano piante precise dove i muri appaiono campiti. Nei loro disegni sono messe in evidenza le masse e i loro rapporti anche nei minimi particolari costruttivi⁶⁷. Ad Antonio da Sangallo il Giovane (1485 -1546), si deve l'introduzione della resa delle ombre nelle proiezioni ortogonali, mentre fino ad allora questa tecnica era stata riservata ai soli disegni prospettici⁶⁸ (figure 18 e 19).

A dimostrazione delle differenze nell'espressione dei diversi artisti, vediamo come i disegni di Raffaello si rispecchino nel suo essere pittore, per la loro delicatezza e ricercatezza compositiva: non c'è un segno fermo e preciso come nel Bramante o nei Sangallo, ma pur nella oggettività del disegno di architettura, si coglie la natura vibrante del segno del pittore, che emula sapientemente luci e ombre⁶⁹ (figura 20).

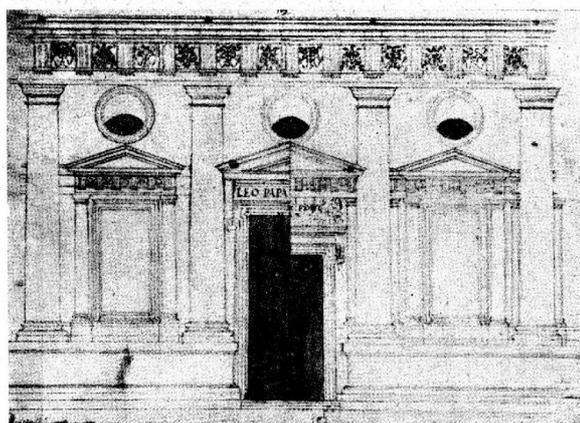
Anche nel Peruzzi (1481-1536) il disegno non è semplicemente lineare: per ottenere effetti espressivi egli usa inchiostro e sanguigna nello stesso disegno. Il segno è forte ed i particolari sono quotati e spiegati con note scritte, che indicano anche i materiali usati (figura 21). Alcune delle sue tavole sono magistralmente disegnate a mano libera con segno dritto e differenziato per spessori e con intersezioni nette⁷⁰.

In Baldassarre Peruzzi compare anche un disegno in prospettiva, costruita geometricamente, molto sviluppato rispetto ai suoi predecessori⁷¹.

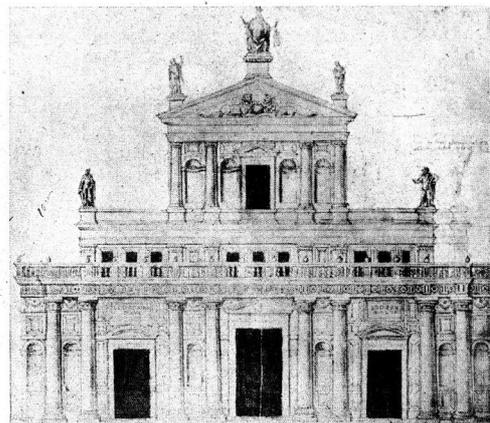
- 17. Disegno del Bramante
- 18. Disegno di Antonio da Sangallo per l'abside meridionale di San Pietro
- 19. Disegno di Giuliano da Sangallo per la facciata di San Lorenzo a Firenze



17



18



19

I disegni di Michelangelo (1475-1564) si contraddistinguono per l'originalità: infatti in essi si coglie il temperamento dello scultore come se il disegno servisse a modellare l'architettura come un'opera plastica. La maggior parte dei disegni rimasti sono conservati a Firenze in casa Buonarroti. La tecnica è a grafite o anche ad acquerello⁷² (figura 22). Michelangelo ordinò che tutti i suoi disegni fossero distrutti dopo la sua morte, esprimendo con questa volontà, da un lato l'intimità dei suoi segni, e dall'altro l'indipendenza del disegno come opera d'arte rispetto all'opera cui era destinato come strumento⁷³.

Architetti come il Sansovino, il Palladio, lo Scamozzi e il Sammicheli appartengono alla Scuola Veneta, che si contraddistingue per uno stile particolare, più moderno, che anticipa i successivi sviluppi settecenteschi. I disegni sono infatti diversi da quelli delle altre scuole italiane, sia nel contenuto che nella rappresentazione grafica. Nelle tavole è superato ogni effetto ridondante, e la tecnica è pulita e geometricamente essenziale. Il chiaroscuro è ottenuto con le sole linee, incrociandole di più o di meno, senza differenziare il segno dei diversi tipi di linea, come facevano invece gli artisti della Scuola Romana.

I quattro libri dell'architettura palladiani sono corredati da stupendi disegni d'esempio per il progetto dell'architetto.

In molti disegni vediamo ancora, sulla scia dell'usanza medievale, proiezioni ortogonali con sovrapposta in alcuni punti una proiezione prospettica, con un risultato descrittivo ingenuo ma efficace (figura 23).

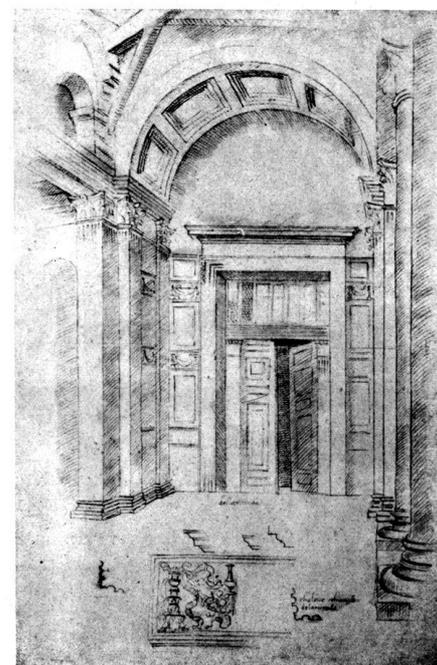
I disegni del Palladio (1508 -1580) sono trattati senza artifici espressivi. La tecnica è quella dell'incisione. I vuoti e le ombre vengono marcati con un tratteggio che li inscurisce e le ombre portate sembrano destare maggiore interesse rispetto a quelle proprie, spesso trascurate.

Palladio scrisse *I quattro libri dell'architettura*, un testo a funzione divulgativa in cui i disegni sono eseguiti con la tecnica silografica e non sono di prima mano; tuttavia hanno un buon grado di astrazione. In essi sono spesso riportate le quote proporzionali invece delle misure assolute (figure 24 e 25).

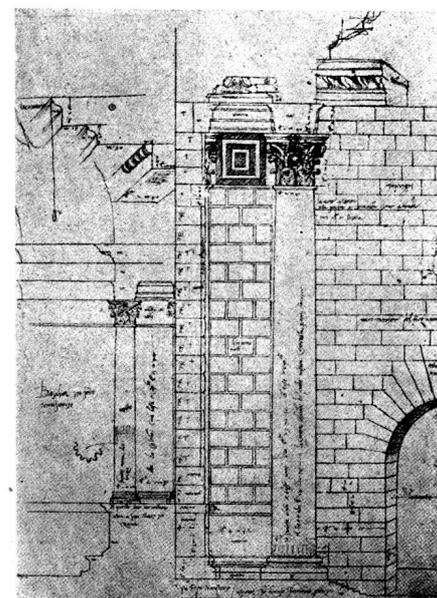
Uno dei più importanti seguaci del Palladio fu Vincenzo Scamozzi (1548-1616). Egli scrisse, nel 1615, la sua *Idea dell'architettura universale* dove descrive le opere da lui progettate e realizzate. Il suo disegno si avvicina un po' a quello delle altre scuole, proprio del Cinquecento, che ricorre spesso allo sfumato. Anche lui, come il Palladio, era solito

20. Disegno di Raffaello, conservato agli Uffizi

21. Disegno del Peruzzi, conservato agli Uffizi



20



21

campire i vuoti che così risultavano meglio scanditi. Lo Scamozzi usa un effetto di chiaroscuro definisce il prospetto e che ottiene con l'uso di acquerello monocromo⁷⁴ (figura 26).

Sul finire del Cinquecento, l'insegnamento delle proporzioni architettoniche fu affidato al trattato del Vignola (1507-1573), che riportò formulari di facile applicazione corredati da progettini tipo.

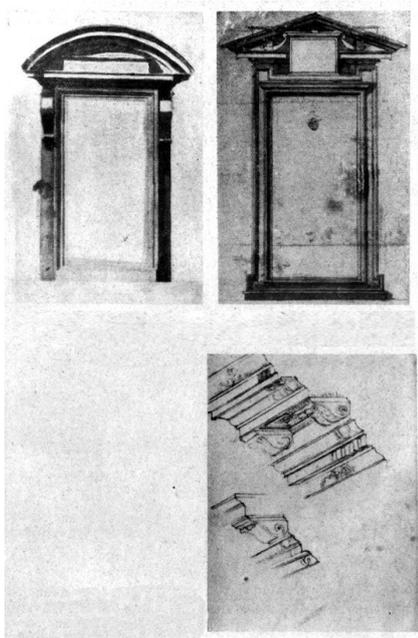
L'opera del Vignola e i trattati d'architettura del Serlio, del Palladio e dello Scamozzi ebbero grande successo e diffusione, venendo pubblicati in numerose edizioni. Tuttavia, pur trattando gli argomenti del disegno, della prospettiva, della tecnica costruttiva etc. essi si configurano solo come manuali per risolvere problemi pratici e non si addentrano nei problemi artistici di fondo⁷⁵.

Con questo rapido excursus, abbiamo dunque visto che i diversi architetti di quest'epoca storica, pur in una unità di linguaggio grafico dovuto alle conoscenze diffuse e alle scuole di appartenenza, svilupparono una forte personalità espressiva. La componente estetica del disegno viene riconosciuta dagli stessi contemporanei che iniziano a collezionare i disegni di architettura, anche se per lo più quelli che rappresentano l'antichità classica o architetture immaginate⁷⁶.

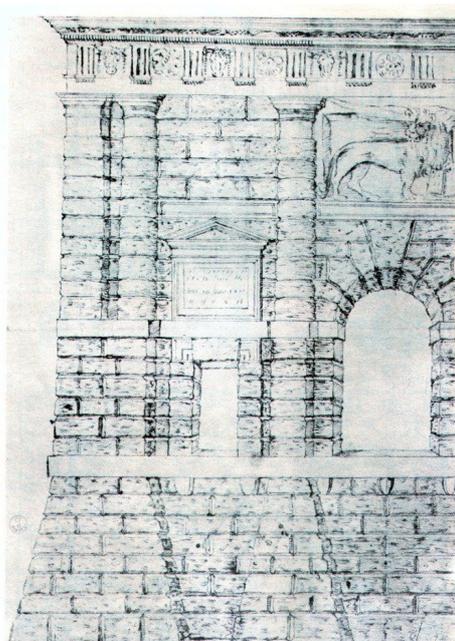
Per la rilevanza assunta dall'argomento, mi sembra opportuno dedicare una parentesi alla storia della nascita e codifica della prospettiva, un metodo di rappresentazione che in un certo senso incarna i valori culturali del Rinascimento. Diversi studiosi notano, infatti, che l'atteggiamento rinascimentale di fiducia nella ragione e nel suo potere di conoscere la totalità ed unità delle cose, si identificava perfettamente nel metodo prospettico: collocare il punto di fuga in un punto preciso e limitato del disegno dava l'illusione di avere il controllo dell'infinito. Assialità, simmetria, unicità riuscivano finalmente a prevalere sulla varietà ed unicità tipiche dell'articolazione spaziale medievale⁷⁷. Anche secondo il Vagnetti, l'introduzione dell'osservatore nella rappresentazione forniva unitarietà e controllabilità allo spazio, riflettendosi in quegli ideali di razionalismo che erano propri del Rinascimento. Di conseguenza egli afferma che ci sia una corrispondenza tra il concetto di spazio rinascimentale e la sua rappresentazione, la prospettiva: lo spazio infinito, una volta che in esso è posto un osservatore, diventa finito e la sua immagine può essere rappresentata e controllata scientificamente⁷⁸.

Una pseudo forma di rappresentazione prospettica è stata tentata intuitivamente sin dai primi segni con cui l'uomo ha disegnato lo spazio che lo circondava⁷⁹. Ma solo nel XV secolo questo metodo ha conquistato una prima definizione geometrica, quando il pittore-matematico Piero della Francesca⁸⁰ ne tentò una organizzazione scientifica nel suo famoso trattato *De Prospectiva pingendi*, e contemporaneamente gli studi matematici, architettonici e pittorici convergevano sulla soluzione degli stessi problemi⁸¹.

La definizione del metodo rigoroso della costruzione prospettica è



22



23

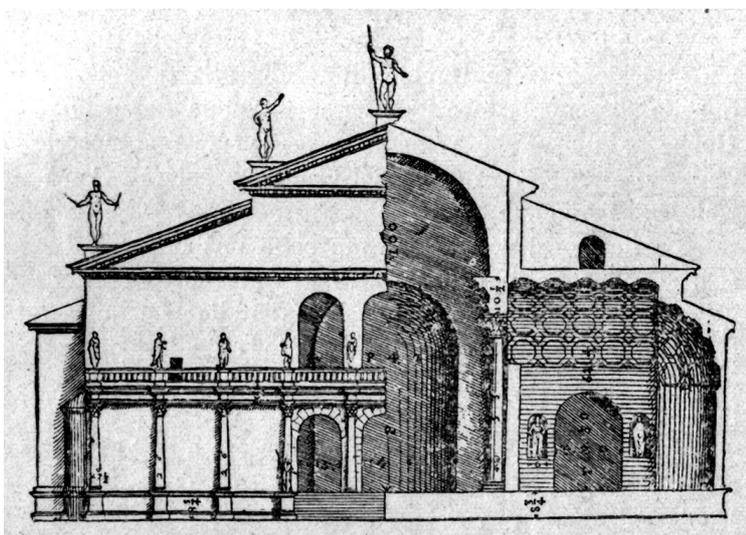
22. Michelangelo:
Studi per le porte della
Biblioteca Laurenziana
(Casa Buonarroti,
Firenze)

23. Michele
Sammicheli.
Prospetto di una porta
di Verona (Firenze,
Uffizi)

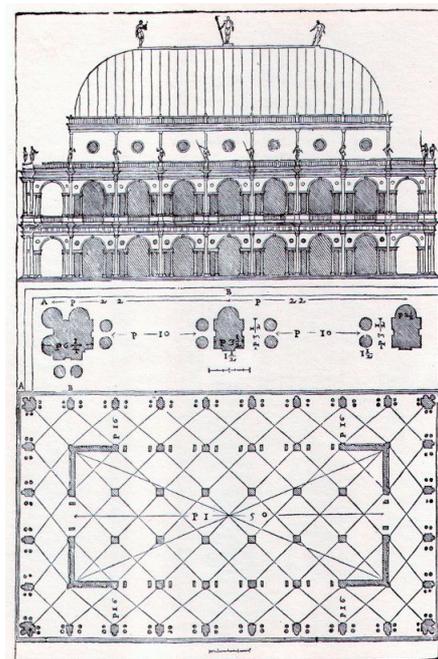
24. Andrea Palladio:
Disegno (L. IV, Ed
1570)

25. Andrea Palladio.
Pianta, prospetto e
dettaglio della Basilica
di Vicenza (da I 4 Libri
della Architettura)

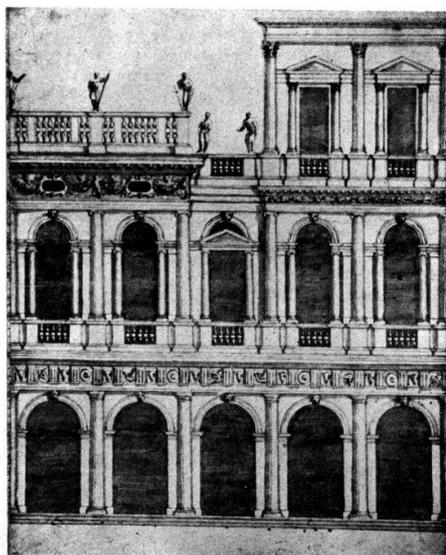
26. Vincenzo
Scamozzi, prospetto
del completamento
della Biblioteca di San
Marco in Venezia
(Firenze, Uffizi)



24



25



26

attribuita a Filippo Brunelleschi⁸². La sua figura è talmente significativa nella ricerca architettonica che storicamente il suo arrivo a Roma, nel 1414, segna l'inizio del Rinascimento in architettura⁸³. Egli ebbe le prime intuizioni sul metodo, ma fu poi Leon Battista Alberti, nel suo trattato *De Pictura*, a definirne i principi fondamentali⁸⁴. Il laborioso procedimento geometrico usato dal Brunelleschi, che si ritrova nelle due tavolette prospettiche raffiguranti il Battistero di S. Giovanni ed il Palazzo della Signoria di Firenze, è ancora di difficile ricostruzione⁸⁵. Il procedimento di costruzione prospettica illustrato più tardi dal suo allievo, l'Alberti è invece più pratico e sintetico: fu lui a risolvere il problema della riduzione dello spazio al piano attraverso la sezione della piramide visiva⁸⁶.

Successivamente, nel secondo Quattrocento, la rappresentazione andò oltre l'inquadratura centrale per indagare anche strutture prospettiche più articolate, con l'uso di elementi del linguaggio prospettico quali articolazione, asimmetria, obliquità, stereometria, definiti da Zevi come antiprospectici⁸⁷.

Agli inizi del XVI secolo, l'interesse della maggior parte degli artisti convergeva verso lo studio dei problemi prospettici, traducendosi in una vera unitarietà di pensiero⁸⁸. E questo ci conferma che il metodo prospettico incarnasse valori culturali che andavano oltre il mero processo pratico.

Nei disegni d'architettura, ormai, il metodo prospettico era certamente adoperato per il controllo formale e visivo (figure 27 e 28).

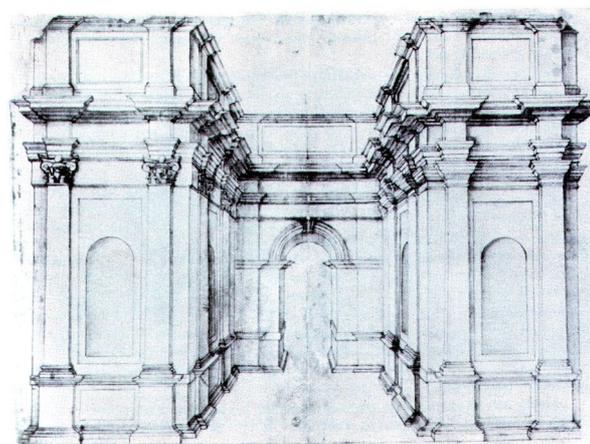
La teorizzazione delle leggi prospettiche diede un contributo decisivo alla diffusione della scienza del disegno, la quale assumerà un vero valore di disciplina completa solo nel Settecento, con l'opera di Monge⁸⁹.

Si deve dar merito anche all'invenzione quattrocentesca della stampa che favorì la pubblicazione e diffusione di quei numerosi trattati, che affrontarono per secoli il problema della prospettiva⁹⁰.

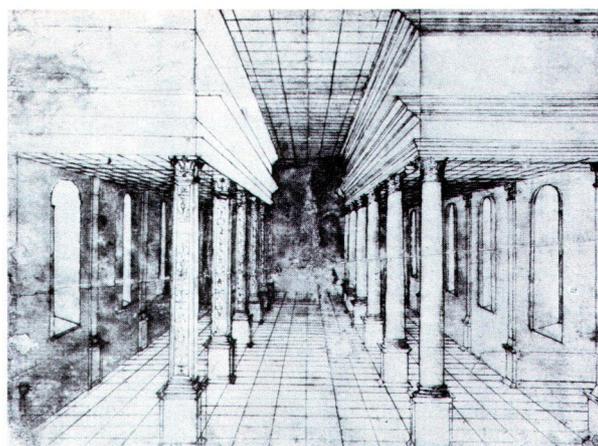
Numerosi contributi di carattere sostanzialmente pratico furono dati allo studio della prospettiva ad esempio da Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer, Jean Cousin, Giacomo Barozzi da Vignola e altri; mentre in campo teorico vanno menzionati Francesco Commandino e il suo discepolo Guidobaldo del Monte che sviluppano il problema prospettico come metodo scientifico avvicinandosi al moderno concetto di "fuga"⁹¹. Spostandoci dunque

27. Fra Giocondo.
Studio prospettico
(Firenze, Uffizi)

28. Vincenzo
Scamozzi. Studio
prospettico (Firenze,
Uffizi)



27



28

sul campo puramente scientifico e teorico dello studio sulla prospettiva ci sarebbe da condurre uno studio approfondito che giunge sino al Novecento, ma in questa sede sarebbe ulteriormente riduttivo cercare di farvi anche solo cenno. I riferimenti pratici inoltre si riferiscono spesso all'applicazione sulla disciplina pittorica e sulla rappresentazione artistica architettonica, e per molti secoli permarrà nello sviluppo della teoria, una forte "dicotomia tra arte e scienza"⁹². Ci concentriamo infatti, nuovamente, sull'applicazione pratica del metodo prospettico nel campo della progettazione architettonica, riportando alcune considerazioni che ci fanno comprendere la sua valenza nei confronti del disegno architettonico.

Nelle prescrizioni per il disegno di architettura elaborate da Leon Battista Alberti si legge:

«Tra l'opera grafica del pittore e quella dell'architetto c'è questa differenza: quello si sforza di far risaltare sulla tavola oggetti in rilievo mediante le ombreggiature e il raccorciamento di linee e angoli; l'architetto, invece, evitando le ombreggiature, raffigura i rilievi mediante il disegno della pianta, e rappresenta in altri disegni la forma e l'estensione di ciascuna facciata e di ciascun lato servendosi di angoli reali e di linee non variabili: come chi vuole che l'opera sua non sia giudicata in base a illusorie parvenze, bensì valutata esattamente in base a misure controllabili»⁹³.

Alberti criticava la prassi, allora prevalente tra gli architetti italiani, di continuare a rappresentare in prospettiva le porzioni aggettanti e rientranti di un edificio. Secondo lui la rappresentazione prospettica era cosa da pittori mentre gli architetti dovevano eseguire i loro disegni col metodo della proiezione ortogonale, utile a fornire in modo inequivocabile tutte le informazioni numeriche relative alle misure. I primi disegni a soddisfare le richieste di Alberti sarebbero stati quelli di Antonio da Sangallo il Giovane, eseguiti nella seconda decade del XVI secolo, seguiti da quelli di Antonio da Sangallo, Baldassarre Peruzzi e Andrea Palladio⁹⁴.

Anche Raffaello, nella lettera a Leone X (1520 circa), scrisse qualcosa di simile a quanto affermato dall'Alberti:

«E perché, secondo il mio giudizio, molti s'ingannano circa il disegnare le edificj; che in luogo di far quello che appartiene ad Architetto, fanno quello che appartiene al Pittore, dirò qual modo mi pare che s'abbia a tenere, perché si possano intendere tutte le misure giustamente; e perché si sappiano trovare tutti li membri degli edificj si divide in tre parti; delle quali la prima è la pianta, o voliamo dire disegno piano; la seconda è la parete di fuori, con li suoi ornamenti; la terza è la parete di dentro, pure con li suoi ornamenti [...] In somma, con questi tre modi si possono considerare minutamente tutte le parti di ogni edificio dentro, e fuori»⁹⁵.

Rispetto alla considerazione fatta dall'Alberti, si aggiunge la necessità di una rappresentazione che indicasse il rapporto tra interno ed esterno, cioè una sezione con lo spessore dei muri.

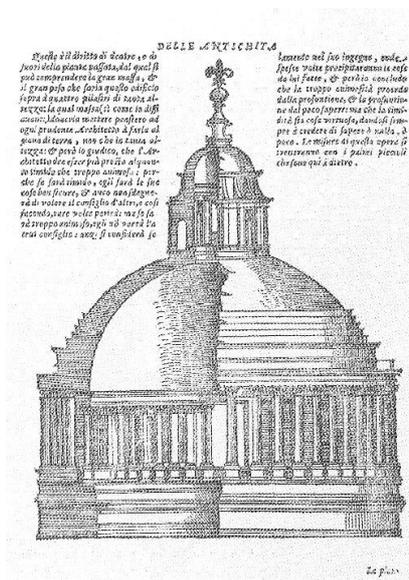
Riportiamo l'esempio di un disegno copiato da un originale del Bramante, del 1505, e un disegno di Antonio da Sangallo che incarnano perfettamente le indicazioni fornite da Alberti e poi da Raffaello⁹⁶ (figure 29 e 30).

Secondo l'Ackerman, le radici della rappresentazione architettonica moderna si possono trovare nei disegni dal XVI secolo in poi. Gli architetti rinascimentali infatti fissarono le prime convenzioni del disegno architettonico ortogonale⁹⁷, pur senza cimentarsi in una vera teorizzazione. Nella prassi progettuale l'uso del metodo prospettico si affiancava certamente all'uso di piante, prospetti e sezioni. Troviamo nel Serlio i primi chiari riferimenti del prospetto alla pianta, mentre il Palladio conferma questa corrispondenza anticipando il metodo della doppia proiezione ortogonale⁹⁸. Anche nel trattato del du Cerçeau, troviamo una importante testimonianza della proiezione ortogonale in pianta e alzato, e l'uso della prospettiva a volo d'uccello, che a volte si sbilancia verso tentativi imprecisi che si avvicinano all'assonometria.

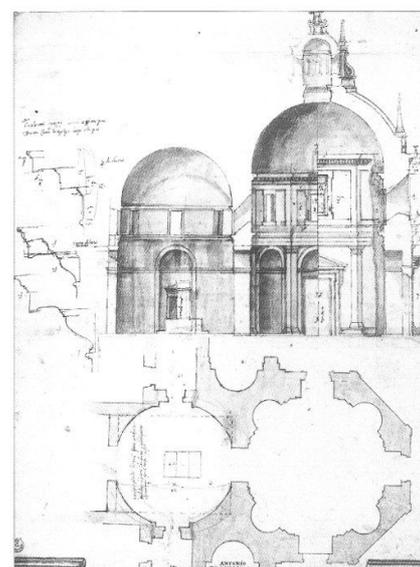
Per la sua importanza nella trattazione del progetto architettonico e in particolare del disegno di progetto, deve essere menzionato infine il trattato di architettura di Philbert De L'Orme (1514 – 1570). Quest'opera sottolinea la distinzione tra il tempo del progetto e quello della costruzione, confermando la nuova identità che il progetto ha assunto proprio nel Rinascimento, delineandosi verso il suo significato moderno⁹⁹.

29. Sebastiano Serlio, copia del progetto di Bramante per la cupola di San Pietro in Vaticano. Da *Tutte le opere d'architettura*, 1540, libro III, 66v.

30. Antonio da Sangallo il Giovane, progetto per la chiesa di Monte Moro presso Montefiascone, pianta, prospetto e sezione, 1526 circa. Firenze, Uffizi, Arch. 173.



29



30

1.5. Barocco

Nel XVII secolo la ricerca teorica sulla prospettiva diventa sempre più intensa, e l'interesse dilaga anche al di fuori dell'Italia, in particolare in Olanda, nei Paesi Bassi e in Francia¹⁰⁰.

L'architettura seicentesca si cimenta con nuovi temi ed inventa nuove espressioni, facendo spaziare il suo campo tra l'edilizia e la decorazione. La figura professionale dell'architetto muta rispetto al Rinascimento, egli diviene anche impresario ed ha un seguito di scalpellini, muratori e stucchinai¹⁰¹.

La ricerca formale si rispecchiava in una perfetta padronanza della tecnica ma anche delle scienze teoriche, come il disegno, l'idraulica, la meccanica, etc. E per questo l'insegnamento impartito durante i tirocini non era più sufficiente, e si diffuse così l'insegnamento dell'architettura nelle Accademie. Le prime furono quelle di S. Luca a Roma, della Clementina di Bologna, dell'accademia d'Architettura fondata nel 1671 in Francia e nella scuola di Roma voluta dal Colbert. Di conseguenza compaiono anche i primi veri e propri libri di testo come quello dello Shulte del Du Cerceau, del Delorme, dei Bibbiena, del Blondel e Rondelet. L'importanza del disegno per la redazione del progetto è ormai dichiarata, e nelle scuole si insegnano regolarmente argomenti come la geometria, la prospettiva, gli ordini architettonici.

Il metodo di insegnamento del disegno giungerà sostanzialmente invariato sino al XIX secolo. Il disegno di architettura si cimenterà anche con lo studio delle forze statiche e non sarà più visto solo come qualcosa che precede semplicemente la realizzazione, ma diverrà una vera e propria idea che si raggiunge solo attraverso l'impegno di una esecuzione perfetta. Il disegno dell'architettura, nel Seicento, aveva raggiunto un altissimo grado di perfezione nella tecnica, era preciso e sapientemente chiaroscurato e spesso andava oltre la rappresentazione oggettiva dell'architettura rappresentata, raggiungendo un effetto artificioso¹⁰² (figura 31).

Un fattore che influì notevolmente sul carattere espressivo del disegno architettonico dell'epoca fu l'invenzione della stampa e l'uso sempre più diffuso ed esperto della tecnica dell'incisione, che in periodo barocco inizia a prediligere il supporto della lastra di rame piuttosto che la xilografia¹⁰³. La diffusione dei disegni nei trattati, studiati nelle Accademie, e i vincoli imposti dalla tecnica di loro realizzazione, influirono sulla definizione di un linguaggio grafico uniforme, preciso ed elaborato nel dettaglio.

Nel Barocco assunse grande importanza la decorazione, che fece risaltare le membrature costruttive; il disegno di decorazione fu modo elaborato e di grande valore artistico: tra coloro che lo hanno usato, sfruttando anche l'illusione pittorica, ricordiamo Pietro da Cortona, Bernini, Carlo Rainaldi e forse il più noto esempio ne è fornito dai disegni del padre gesuita Andrea Pozzo¹⁰⁴. Quest'ultimo, sul finire del Seicento, scrisse anche un

trattato, *Perspectiva pictorum et architectorum*, importantissimo nello svolgimento storico della codifica della prospettiva¹⁰⁵.

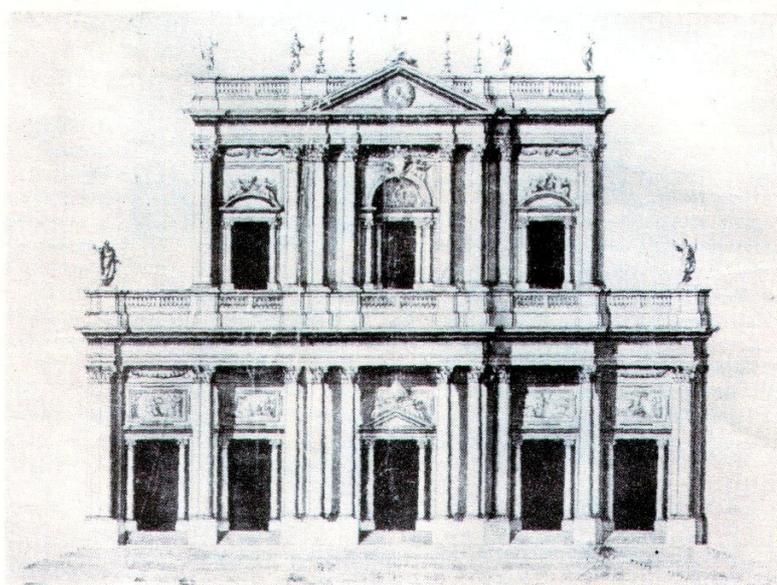
Le architetture di Guarino Guarini (1624 – 1683) si esprime in una ricerca formale che dimostra la piena padronanza dello strumento geometrico e delle conoscenze prospettiche¹⁰⁶. Nella sua opera *L'Architettura Civile*, appare in modo molto più accentuato di quanto non fosse mai avvenuto nella storia, l'integrazione della teoria scientifica geometrica nella pratica artistica del disegno, e il testo appare come un approfondito testo di geometria, in cui compaiono le prime enunciazioni teoriche sul metodo di rappresentazione della proiezione ortogonale, i cui procedimenti sono giustificati da riferimenti geometrici¹⁰⁷.

Se vogliamo sottolineare come la personalità dell'autore si esprimesse fortemente nello stile del disegno, possiamo fare un paragone tra il Bernini ed il Borromini (figure 32 e 33).

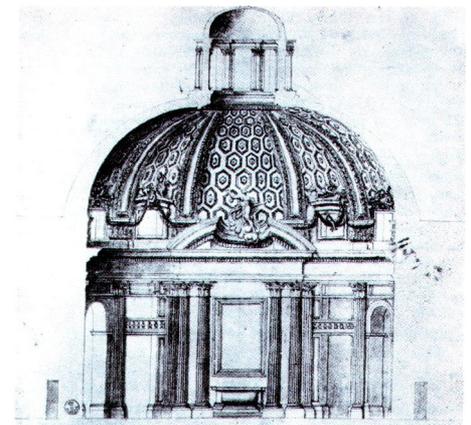
Il Bernini esegue i suoi disegni con tratto largo quasi sempre a sanguigna, con schizzi di contorno indefinito e disperso. La sensibilità scultorea del Bernini si manifesta nel modo di abbozzare un'idea; in un insieme di linee intrigate che fissano la massa, le luci e le ombre. Nel suo disegno mancano le annotazioni.

Il Borromini, invece, esegue disegni che scendono così minuziosamente nel particolare da lasciarci la descrizione delle inferriate, delle vetrate e dei pavimenti: il suo disegno è sempre corredato da misure che cercano di chiarire e fissare le forme col metro. Il Borromini parte dalla forma base elementare, con disegni semplici e quasi convenzionali, per poi sviluppare gradualmente il suo pensiero in forme sempre più complesse. I multipli disegni realizzati per una stessa opera fanno intendere come egli penetrasse nell'essenza del progetto studiandone le differenti possibilità di soluzione. Così ci può capitare

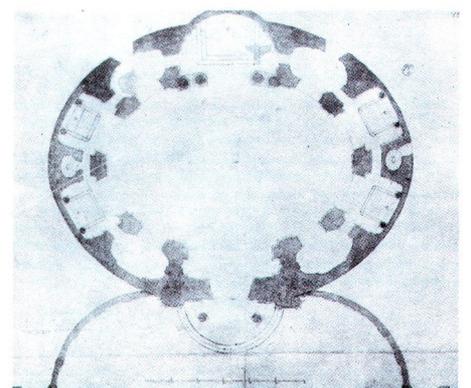
31. Nicola Salvi.
Progetto per la facciata di S. Giovanni in Laterano a Roma (Roma, Accademia di S. Luca). Si notino le ombre nel prospetto
32. Lorenzo Bernini.
Sezione e pianta di S. Andrea al Quirinale in Roma (Firenze, Uffizi). Probabilmente si tratta di un'esecuzione di seconda mano



31



32. LORENZO BERNINI. Sezione di S. Andrea al Quirinale in Roma (Firenze, Uffizi).



32

di vedere nei suoi fogli come egli allinei una serie di varianti segnando quella che gli sembra la più opportuna con una indicata una scritta «questo»¹⁰⁸.

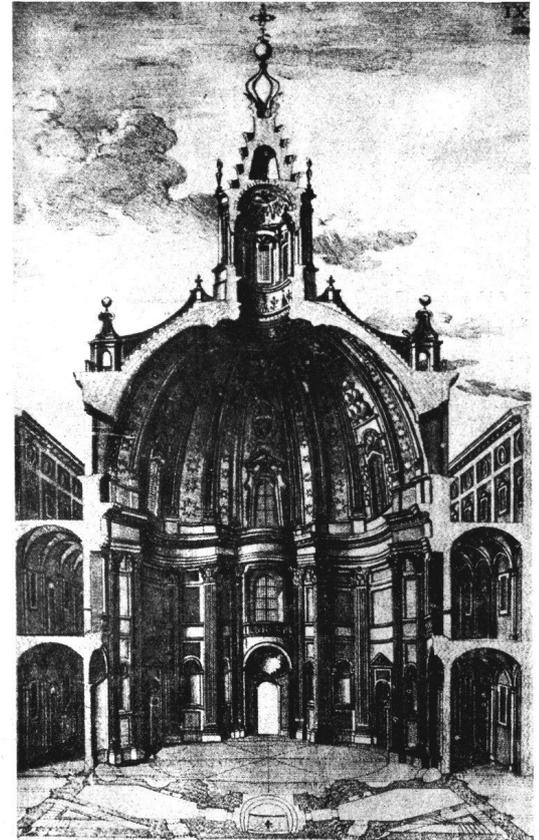
Si può affermare che Borromini fu l'inventore della nuova forma, rinnovando la concessione classica delle proporzioni.

In parallelo con gli sviluppi della matematica e della geometria, gli architetti del Barocco spostarono la loro attenzione dalle linee rette alle curve e dalle superfici piane a quelle coniche¹⁰⁹.

I disegni erano considerati talmente importanti per gli architetti del Seicento, che in essi vedevano non soltanto un puro atto tecnico, ma soprattutto l'espressione delle proprie volontà creatrice, che Borromini, prima di morire, volle distruggere molti dei suoi disegni bruciandoli, in modo che non potessero finire in mani indegne¹¹⁰.

Già dagli inizi del Seicento si era ormai consapevoli anche dell'esistenza di un'ulteriore possibilità rappresentativa offerta dalle proiezioni ortografiche, che ancora lungi dall'essere una procedura codificata, si possono assimilare alle proiezioni assonometriche. Il metodo era stato usato già nel Rinascimento, soprattutto nei casi in cui era richiesta maggior precisione tecnica. Queste permettevano di avere una visione della tridimensionalità mantenendo riconoscibili le proprietà metriche¹¹¹.

33. Borromini, S. Ivo alla Sapienza



33

1.6. Neoclassicismo

Nel Settecento si assiste ad una sorta di ritorno all'essenziale, ad un'architettura intesa come arte del costruire una struttura, privata di ogni futile ornamento. Questo fatto si riflette anche nel modo di disegnare, che diviene mezzo di comunicazione efficace dei concetti di ordine e semplicità strutturale. Le proiezioni ortogonali divengono il veicolo privilegiato per comunicare l'architettura. L'assonometria e la prospettiva vengono invece usate per costruire immagini spaziali, e la seconda viene vista come un metodo eccessivamente soggettivo, tanto che alcuni critici parlano di una "fossilizzazione della prospettiva" in epoca illuminista¹¹².

Dall'alleanza tra ragione ed esperienza empirica nascono nuovi dibattiti tra cui la questione del disegno di architettura, oggetto di una complessa dialettica tra il concetto di rappresentazione e

quello di espressione¹¹³.

Il disegno del primo Settecento risente ancora dell'ispirazione seicentesca, ed è spesso caratterizzato da un'impostazione scenografica. Si vedano, ad esempio, i disegni di progetto del Vanvitelli, rappresentati in proiezione ortogonale e trattati a punta di matita con tecnica leggermente sfumata (figura 34).

Il Settecento è il secolo in cui l'architetto si forma principalmente nelle Scuole, e ciò può essere uno dei motivi del progressivo irrigidimento della composizione architettonica neoclassica, fenomeno che continuerà ad intensificarsi sino al secolo successivo. Tuttavia, in alcuni casi, nel Settecento il disegno mantiene ancora un certo valore espressivo che si manifesta nell'uso dell'acquarello con cui si trattano gli effetti di chiaroscuro. Ad esempio architetti come Vanvitelli, Fuga, Iuvarda, Bibbiena e hanno eseguito disegni estremamente espressivi. Inoltre, nella seconda metà del Settecento nacque la passione per

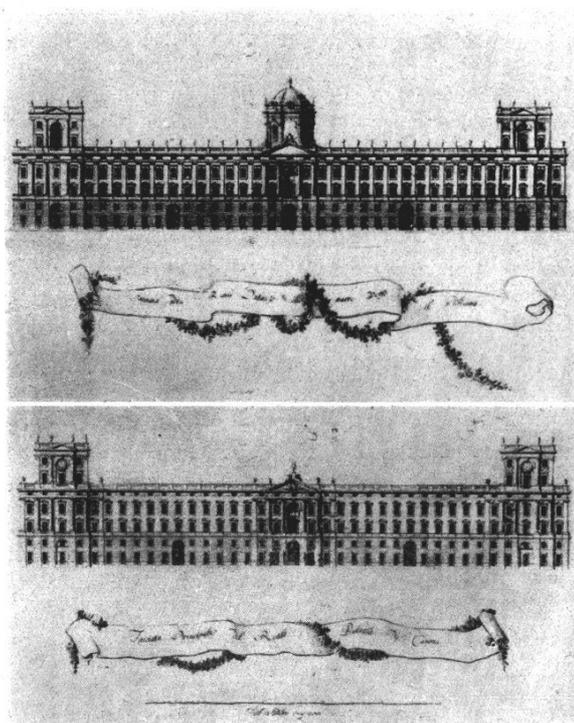
34. Vanvitelli, disegni per la Reggia di Caserta

35. Disegno del Valadier per la sistemazione del Colle del Pincio in Piazza del Popolo a Roma

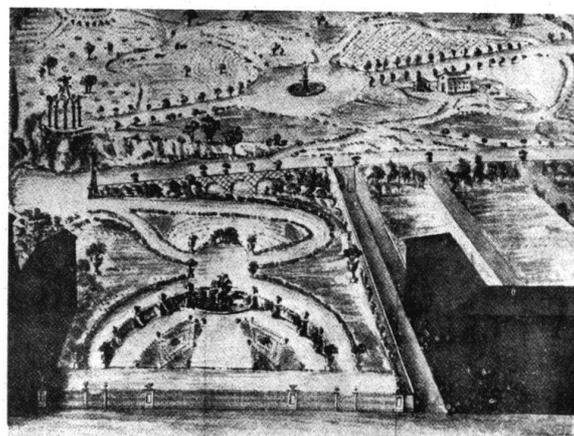
36. Luigi Canina. Disegno di progetto per i Propilei di Villa Borghese in Roma

37. Karl Friedrich Schinkel. Prospetto della Chiesa di S. Nicola in Potsdam.

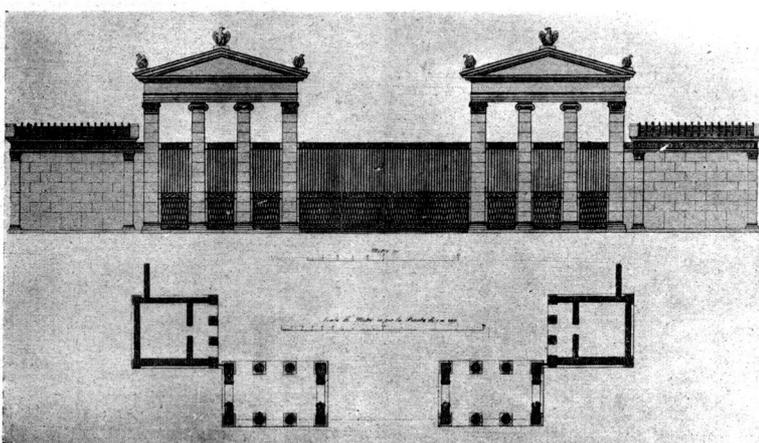
Rappresentazione di seconda mano



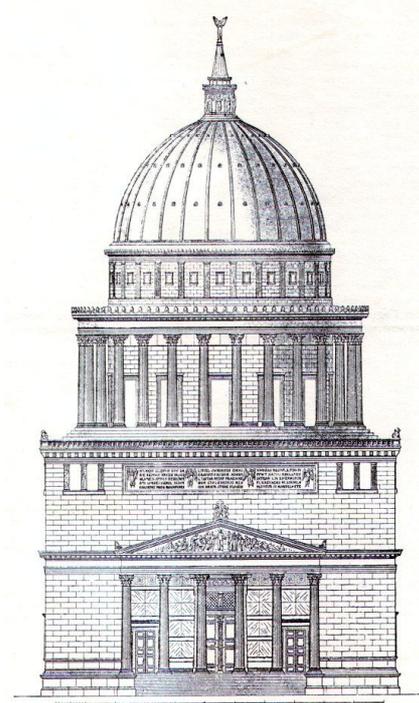
34



35



36



37

l'archeologia e si sviluppò una vera e propria dottrina del “bello ideale”; ma gli architetti neoclassici ridussero la loro osservazione verso l'antico alla tristezza dell'imitazione e l'originalità fu pressapoco assente. Il disegno architettonico risentì di queste dottrine artistiche poco aperte alla fantasia e agli apporti personali e il suo linguaggio si conformizzò in quello tipico e metodico delle accademie, realizzato principalmente in proiezione ortogonale e con la tecnica del chiaroscuro. Nell'architettura neoclassica il disegno si rivela non più di un'applicazione teorica: principalmente era eseguito a penna con le ombre ad acquerello, uniformandosi al punto di apparire simile per tutti gli autori¹¹⁴ (figura 36). Nell'esercizio progettuale si diffonde la pratica di delegare la parte grafica del lavoro a disegnatori che non sono necessariamente degli architetti, ma sono preparati a dovere a tale scopo, e si esprimono spesso in abbellimenti di carattere decorativo, anche sulle notazioni accessorie del disegno come il cartiglio e la scala metrica¹¹⁵.

Etienne Louis Boullée ci ricorda però che l'architettura non deve essere soltanto l'applicazione di principi e regole fisse, ma essa deve evocare la natura con la quale è in stretto contatto. In quest'ottica il rigore delle proiezioni ortogonali riacquista espressività attraverso il ricorso alla luce e all'ombra e all'inserimento dell'ambiente circostante quale paesaggio ideale all'interno del quale realizzare l'utopia architettonica. E così nei disegni dei cosiddetti architetti rivoluzionari del Settecento (Boullée, Ledoux e Lequeu) compaiono segni espressivi che vanno oltre il rigore della semplice rappresentazione ortogonale¹¹⁶. Architetti come Boullée e Ledoux si allontanano dalla rappresentazione prospettica e scenografica dello spazio perché vedono l'architettura come definizione di oggetti edilizi. Non progettano più quindi solo per piante e sezioni ma per entità volumetriche, per solidi geometrici in cui individuano la sintesi di idea e cosa¹¹⁷.

Per questa volontà di ricerca spaziale e volumetrica è esaltato l'uso degli effetti di chiaroscuro e delle ombre. Alla fine del Settecento il procedimento di costruzione per punti delle linee separatrici d'ombra, propria o portata, è ormai totalmente acquisito ed utilizzato correntemente¹¹⁸ (figure 38, 39, 40 e 41).

Si può asserire che nell'Ottocento entri in crisi il sistema prospettico: la rappresentazione più consona alla pretesa oggettività delle forme sarà la proiezione parallela (prospetto-asonometria) e da più fronti partiranno le critiche alla eccessiva soggettività della “*perspectiva artificialis*”¹¹⁹.

Il paradosso del disegno nell'epoca dei lumi sta in effetti nella divergenza tra prassi comune, e cioè quella di usare prevalentemente la proiezione ortogonale per la rappresentazione del progetto, e fervida ricerca intellettuale sul campo geometrico e matematico, nello studio delle leggi prospettiche, delle tematiche

ottico-percettive e della filosofia estetica¹²⁰.

Si deve ad esempio a Willelm JaKob s'Gravesande il trattato *Essai de perspective*, con importanti scoperte nel campo della costruzione geometrica del metodo prospettico¹²¹. Accanto a saggi così specialistici, si pongono opere di carattere più empirico, rivolte alla pratica pittorica e scenografica: come quella di Ferdinando Galli da Bibiena (1675-1743) con l'opera *L'architettura Civile preparata sulla Geometria e ridotta alla prospettiva*. Il Bibiena teorizzò la cosiddetta tecnica prospettica della "scena d'angolo", in cui il punto principale si trova fuori dallo sguardo in posizione d'angolo.

Gli studi scientifici sulla prospettiva giunsero al loro apice verso la fine del Settecento (si veda l'opera dell'inglese Brook Taylor e del francese Lambert) per poi essere scalzati dall'interesse crescente per la doppia proiezione ortogonale. Il metodo era conosciuto già dagli inizi del Settecento e veniva impiegato soprattutto nella stereotomia, perché da esso potevano essere tratti i dati metrici ed angolari esatti per il taglio delle pietre (si veda ad esempio il primo trattato settecentesco di stereotomia del 1728, di Jean Baptiste de La Rue)¹²².

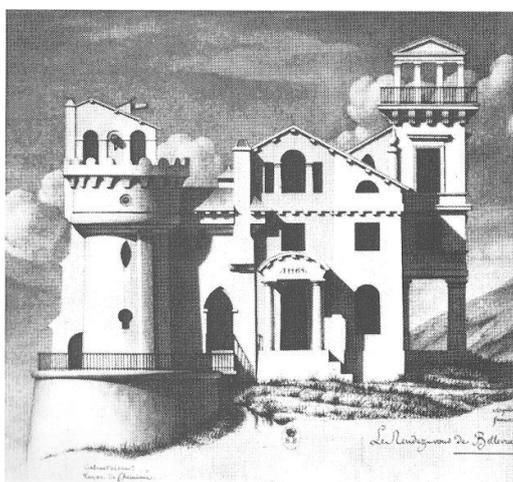
Come abbiamo potuto vedere osservando i secoli passati, l'uso intuitivo delle proiezioni ortogonali era diffuso da tempi antichi, e

38. J. J. Lequeu, Padiglione di Bellevue, da *Architecture civile*, Parigi 1782

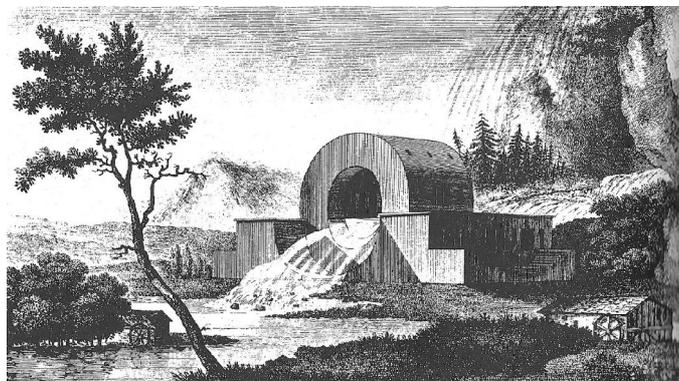
39. C.-N. Ledoux, progetto per Casa per i sorveglianti del fiume Loue

40. E. L. Boullée, progetto per un cenotafio, Bibliothèque Nationale, Parigi

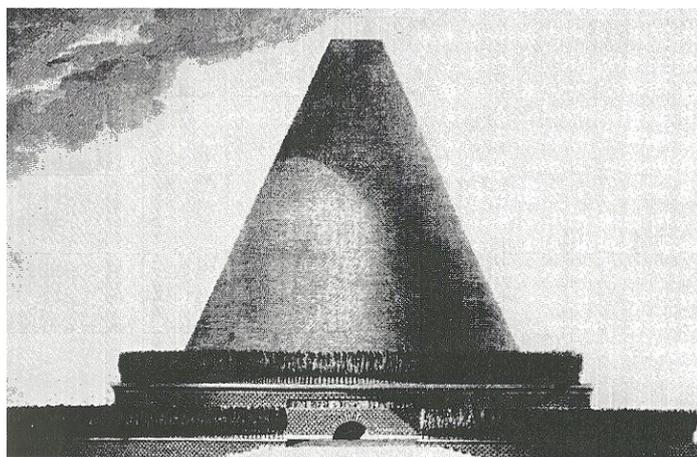
41. C. N. Ledoux. Pianta generale dei Bagni pubblici della Città Ideale di Chaux



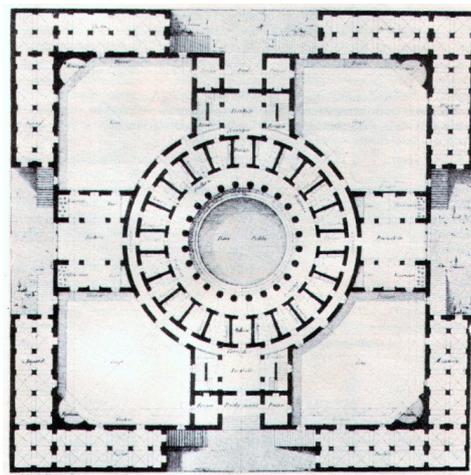
38



39



40



41

via via era stato perfezionato sino a diventare metodo di rappresentazione irrinunciabile. Ma solo alla fine del XVIII secolo, l'esatta codificazione del metodo ne stabilì l'uso generale, ed il disegno di progetto assunse l'aspetto di un linguaggio universale convenzionale ed indifferenziato¹²³. Con il testo *Géométrie descriptive* (Parigi, 1799), infatti, Gaspard Monge è riconosciuto come il padre della geometria descrittiva¹²⁴. Egli affronta in modo sistematico, e orientato alla didattica, temi come la doppia proiezione ortogonale, le ombre proprie e portate, la prospettiva, gli effetti della luce sulle superfici etc. I suoi insegnamenti resero la disciplina del disegno profondamente arricchita come metodo scientifico. La sua opera, e i suoi insegnamenti, che durarono sino ai primi decenni dell'Ottocento, ebbero largo seguito e inaugurarono un secolo di studi e ricerche sulla scienza del disegno, che definirono man mano tutti gli aspetti della disciplina definendone la codificazione moderna.

Nella pratica, infatti l'uso delle doppie proiezioni ortogonali, era già ampiamente diffuso, come abbiamo visto, e la conoscenza delle leggi matematiche che vi sottendevano era già nota ma, come sottolineato nel testo di Docci e Migliari, la vera innovazione dell'opera mongiana sta nell'aver ricondotto il problema della rappresentazione a quello di riferire lo spazio, che ha tre dimensioni, ad uno spazio bidimensionale, descrivendolo in modo univocamente interpretabile¹²⁵.

Il metodo della proiezione quotata aveva fatto la sua comparsa già nella prima metà del Settecento, venendo utilizzato soprattutto in ambito militare, ma solo nel 1873 fu descritto sistematicamente come metodo da Noizet¹²⁶. In questo metodo il secondo piano della proiezione ortogonale è sostituito dall'indicazione della quota di ciascun punto rispetto al piano di riferimento: le immagini dei punti aventi la stessa quota appaiono collegate da linee generalmente curve, dette curve di livello¹²⁷.

1.7. Dal XIX secolo al 1960

Alla fine del Settecento prese avvio la cosiddetta critica Romantica, delle arti e dell'architettura, che determinò l'esaurimento del Neoclassico. Per il Romanticismo l'ideale dell'arte diventa l'elemento caratteristico e capace di attrarre l'attenzione, e l'interesse per l'Antico viene sostituito da quello per la più recente storia medievale.

Nell'Ottocento un gran numero di correnti e scuole si diresse verso la definizione di una nuova architettura. Le condizioni di base per questo impulso sono molteplici, tra queste c'è sicuramente lo sviluppo delle grandi città, la nascita di una struttura sociale parlamentare e quindi più liberale, lo sviluppo delle grandi industrie. La nuova concezione architettonica era fortemente

influenzata anche da una conoscenza ingegneristica molto ardita e dalla creazione di nuovi materiali costruttivi.

Il disegno risentì di tutti questi fatti e tornò ad apparire personale, uscendo dalla scolastica del Neoclassico, assumendo nuovi aspetti tecnici, che si identificavano in diverse correnti e scuole quali l'Arts and Crafts, l'Art Nouveau, e poi il Razionalismo, la Wagnersckull e la Secessione Viennese.

Nel periodo che va dall'Ottocento ai primi dell Novecento, il disegno si può dire distinto in due forme espressive preponderanti: una è l'espressione lineare tendente al tecnico, alla quale è collegata tutta una cultura architettonica, che parte dal Neo-Gotico di inizio Ottocento, teorizzato da Ruskin e Viollet Le Duc; per poi caratterizzare successivamente l'Arts and Crafts e l'Art Nouveau con un disegno che trascurava gli effetti artistici, divenendo un'espressione quasi tecnica.

Dall'altro lato la Scuola Austriaca invece insiste sull'uso di un'espressività classica, col ricorso alla decorazione ed alla ricerca di effetti di luci ed ombre. Avremo le opere di Wagner, Hoffmann e Olbrich, con un disegno che torna allo sfumato nella necessità di trattare la decorazione, ed un gusto per l'ornato che si ritrova anche nelle illustrazioni e nella decorazione di interni¹²⁸.

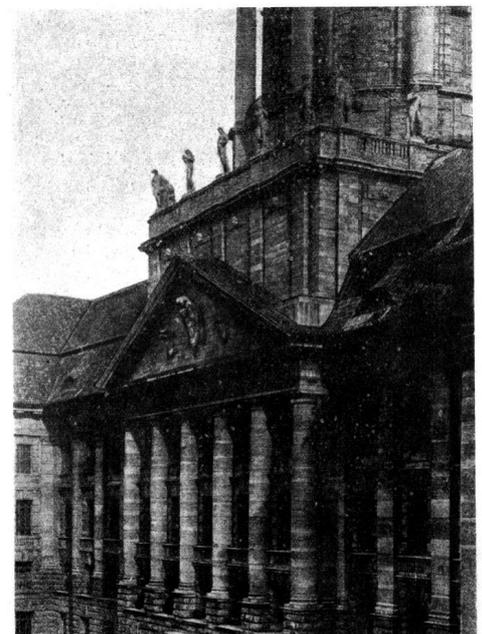
Il disegno tecnico, ormai preciso e codificato, si affianca a rappresentazioni che mirano ad esaltare l'aspetto volumetrico con l'uso sapiente delle tecniche di riproduzione degli effetti della luce, e una perizia tale nella simulazione grafica da avvicinare il disegno ad un aspetto molto realistico (figure 42 e 43).

Agli inizi dell'Ottocento, un altro metodo, già ampiamente praticato in precedenza, vide le prime definizioni rigorose: si tratta dell'assonometria, già annoverata dal Monge come tipo particolare di prospettiva ottenuta come proiezione da un centro improprio, venne poi descritta dal Tramontini in Italia, nel 1811, che nel suo trattato la definì "prospettiva parallela", e da Farish in Inghilterra, nel 1820, che la definì "prospettiva isometrica".

Il tipo di proiezione descritto dal Farish fu aspramente criticato in Francia dove lo si riteneva esteticamente sgradevole, preferendo invece la "prospettiva obliqua militare". Si erano dunque già delineati i tipi di proiezione che ancora oggi distinguono i metodi assonometrici, in base alla direzione di proiezione rispetto al quadro, e cioè le proiezioni assonometriche ortogonali e quelle oblique¹²⁹.

All'alba del XIX secolo, il disegno era ormai la disciplina fondamentale sulla quale si formava l'architetto-disegnatore. Il disegno finalizzato alla rappresentazione e comunicazione dell'architettura raggiunge nel XIX secolo il suo apogeo tecnico-

42. Hoffmann. Disegno realistico



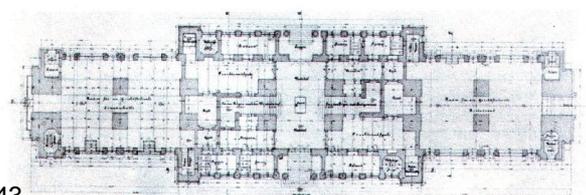
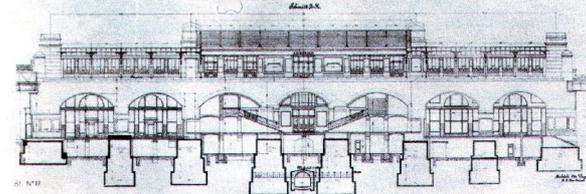
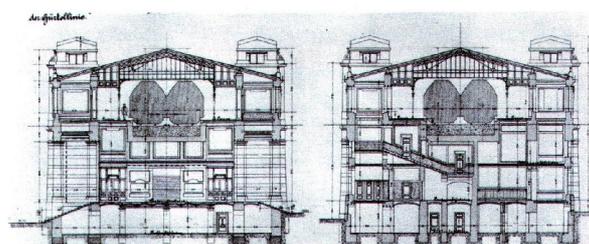
espressivo configurandosi come il mezzo privilegiato per la costruzione del progetto e la successiva realizzazione degli edifici. Nella *Encyclopédie méthodique* di Quatremère de Quincy (1799), alla voce "Dessin" si legge:

«...la maggior parte degli antichi disegni di architettura non erano che semplici tratti a penna...intinta lievemente nel bistro. Gli architetti moderni invece sembrano aver fatto un'arte particolare del disegnare l'architettura...».

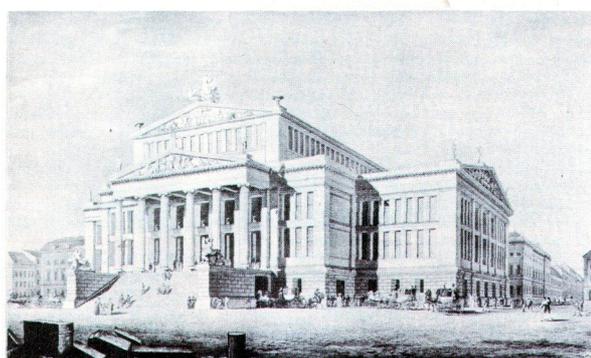
Una novità per il disegno di architettura, nell'Ottocento, fu la prassi di organizzare apposite esposizioni di disegni architettonici, in varie occasioni e sedi prestigiose come al *Salone annuale di Parigi* o alla *Royal Academy* di Londra, oppure in occasione delle grandi Esposizioni Universali che ebbero luogo nella seconda metà del secolo. A volte, per queste occasioni, gli architetti eseguivano disegni espressamente destinati all'esposizione pubblica, delineando una tendenza che si protrarrà sino al XX secolo, generando un'attenzione particolare per il disegno di architettura. Infatti durante tutto l'Ottocento si sviluppa una vasta produzione grafica che, pur non aggiungendo novità nei metodi, ormai noti, di rappresentazione, si esercita in modo mirabile nel raggiungimento di effetti realistici¹³⁰ (figure 44 e 45).

Il disegno d'architettura praticato nelle Accademie ottocentesche raggiunse un grado esemplare di perizia d'esecuzione, esprimendosi soprattutto nella resa degli effetti volumetrici nelle proiezioni ortogonali, attraverso la riproduzione delle ombre. Questo modo di disegnare era quasi codificato nell'insegnamento accademico, tanto da diventare un vero e proprio stile, in cui è difficile riconoscere le differenze da un autore all'altro. I tratti erano nitidi e precisi e generalmente i disegni erano colorati ad acquarello o ad

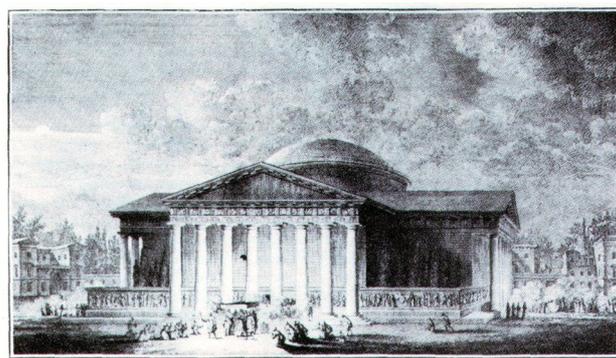
43. O. Wagner. Progetto per la Stazione urbana di Waehringer strasse, Vienna. Prospetto, Sezioni, Pianta. Tipica rappresentazione da studio professionale della fine del XIX sec.
44. Karl Friedrich Schinkel. Veduta prospettica del progetto per il Teatro Imperiale di Berlino
45. N. C. Ledoux. Veduta prospettica del progetto per la Chiesa di Chaux.



43



44



45

inchiostro monocromatico¹³¹.

Viollet-le-Duc, probabilmente il più autorevole teorico di architettura dell'Ottocento, pone la tecnica alla base di ogni architettura razionale. Le sue concezioni ebbero un'importante influenza anche sul tema della rappresentazione e per lui il disegno funge da tramite nella dialettica tra teoria e pratica nella definizione dei fatti architettonici.

Anche Jean Baptiste Rondelet, nel suo *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* (Parigi, 1802), rivolse la sua attenzione ai fondamenti della rappresentazione architettonica, convinto del fatto che il disegno progettuale fosse il miglior modo per risolvere i problemi costruttivi prima di arrivare al cantiere, grazie all'uso di procedimenti grafici di valore scientifico, come le proiezioni ortogonali, che garantivano la riproduzione bidimensionale precisa della realtà¹³².

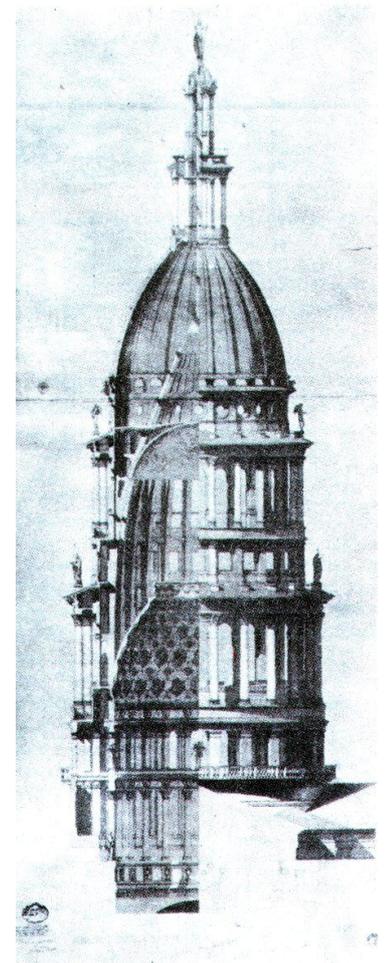
Dal punto di vista teorico, si deve al francese Jean Victor Poncelet una codificazione della geometria proiettiva nel suo *Traité des propriétés projective des figures* (Parigi, 1822), definendo quel metodo oggi denominato delle Proiezioni centrali. Numerosissimi altri studiosi contribuirono nel XIX secolo alla definizione della scienza della geometria descrittiva, in gran parte così come la conosciamo oggi.

All'Ottocento si deve inoltre la pratica della prospettiva a tre punti di fuga, basata sulla convergenza verso l'alto delle linee verticali, che prima nessuno aveva mai sostenuto. E anche l'intensificarsi degli studi sulla prospettiva curvilinea, con la convinzione di poter rappresentare l'aspetto della natura dell'occhio umano¹³³.

Nelle accademie e nelle scuole politecniche ottocentesche, lo studio della prospettiva era ormai definitivamente inserito nei corsi di studio di ingegneria e di architettura. Il ricorso al metodo prospettico era infatti molto usato soprattutto nella rappresentazione pittorica di architetture progettate o semplicemente immaginate, come negli architetti inglesi Soane, Cockerell, Scott e Waterhouse, in disegni che mostravano una tale abilità nella simulazione realistica della materia da confondersi col vero. D'altro canto, in opposizione all'illusivo metodo prospettico, al metodo delle proiezioni ortogonali e soprattutto a quello assonometrico, era invece affidato il compito di descrivere i progetti con precisione metrica. Il metodo della "prospettiva militare" era usato di frequente per trasmettere informazioni di natura tecnico-costruttiva sull'oggetto.

Fu Auguste Choisy il primo architetto ad appropriarsi prevalentemente delle proiezioni assonometriche. Tuttavia bisogna riconoscere che, in origine, tale metodo era conosciuto col nome di "prospettiva isometrica" e solo in seguito fu definito assonometria, per arrivare a come lo

46. Alessandro Antonelli. Studio per la Cupola di S. Gaudenzio in Novara (Conservato all'Archivio Municipale, Novara)



conosciamo oggi solo attraverso le elaborazioni di numerosi studiosi¹³⁴.

In Italia, durante tutto l'Ottocento, non si assiste ad un fermento paragonabile a quello che alimenta l'architettura del resto d'Europa, e l'attività si manifesta piuttosto conservatrice e formalista, riflettendosi in un disegno accademico, virtuoso e diligente, ma mai carico di originalità espressiva¹³⁵ (figura 46).

Nel 1857, John Ruskin scrisse il suo *Elementi del disegno e della pittura*, un testo che riassume l'atteggiamento caratteristico dell'epoca e in particolare del movimento *Arts and Crafts*, è descritta chiaramente la prassi dell'insegnamento del disegno che si distingue tra quello che mira ad una scadente forma artistica senza precise finalità e un altro volto invece ad imprimere la capacità di «disegnare rapidamente e a buon prezzo per le manifatture»¹³⁶.

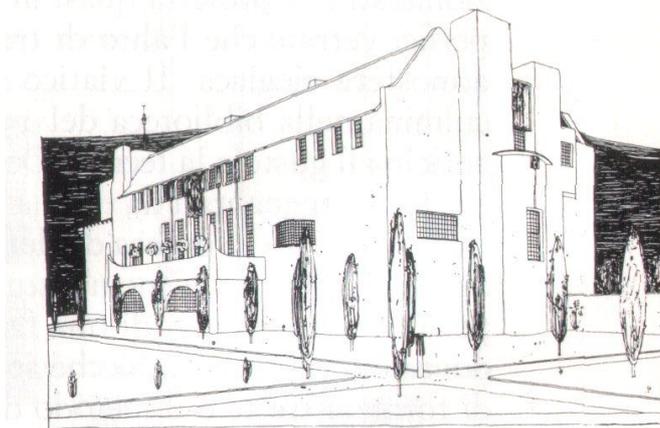
Sul fronte dei metodi di rappresentazione, nel Novecento, non si hanno innovazioni particolari, ma solo un continuo perfezionamento di quelli già acquisiti e lo sviluppo di tecniche espressive assai originali¹³⁷.

Il fiorire di correnti artistiche e di pensiero, in Europa e nel resto del mondo, si rispecchiò in numerosi movimenti architettonici. E, mentre da un lato, alcuni di questi movimenti svilupparono uno stile disegnativo caratteristico, alcuni singoli architetti si distinsero invece per un linguaggio espressivo originale e personalizzato. Sarebbe impossibile passarli tutti in rassegna, ma i concetti e le personalità più noti saranno menzionati e i loro insegnamenti saranno ricordati anche nella trattazione dei successivi capitoli della tesi.

Sul finire del secolo precedente e durate i primi decenni del Novecento spopola in tutta Europa il Movimento Art Nouveau, che assume varie tendenze da luogo a luogo, e si esprime con un linguaggio artistico ben identificabile, che si rispecchia anche nel modo di disegnare, lineare e semplificato (Berlage, Richardson, Victor Horta, Henry Van

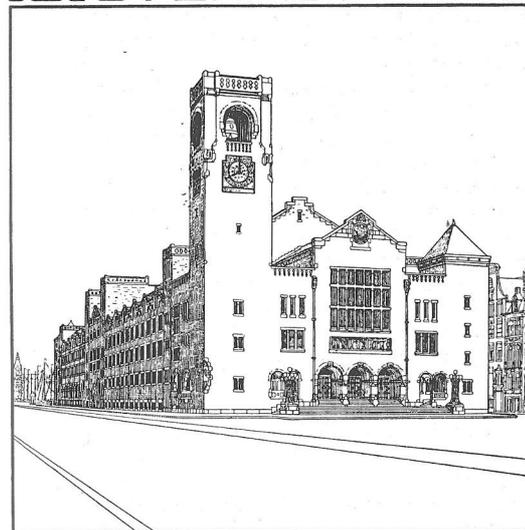
47. Charles Rennie Mackintosh, progetto per il concorso per la Casa di un cultore d'arte a Darmstadt, 1901

47bis. H. P. Berlage, la Borsa di Amsterdam, 1890 ca.



47

BESCHOUWINGEN
OVER STYL



DE BEURS VAN AMSTERDAM

48

der Velde, Mackintosh)¹³⁸ (figure 47 e 48).

Il codice grafico espresso dall'Art Nouveau sembra continuare un modo di disegnare del XIX secolo, che sarà superato invece dallo stile prorazionalista (di cui alcuni noti esponenti furono Loos, Garnier, Perret, Tessenow), e che portò il disegno di architettura verso una riduzione di espressività grafica¹³⁹, tendente alla massima semplificazione, che si rifletteva anche nelle idee formali e costruttive dei suoi autori.

Alcune delle correnti artistiche dei primi decenni del Novecento sono definite Avanguardie e hanno lo scopo preminente di condurre le arti su nuovi terreni di ricerca¹⁴⁰. Il disegno delle Avanguardie è caratterizzato da importanti innovazioni rispetto al passato ed originalità espressive. Come sottolinea il Sacchi, due sono le ragioni di questa rilevanza: la prima è la forte relazione tra avanguardie architettoniche e pittoriche, e la seconda è che la maggior parte della produzione architettonica delle avanguardie non ebbe modo di concretizzarsi nella costruzione e pertanto restò confinata nella sua espressione grafica, facendone il veicolo principale di sperimentazione¹⁴¹.

In Italia, il primo movimento di rottura con gli stili accademici, fu il Futurismo: i disegni di Sant'Elia sono più dei disegni scenografici che dei disegni di architettura, e rappresentano un contenuto dove originalità creativa e stranezza figurativa si confondono¹⁴² (figura 49).

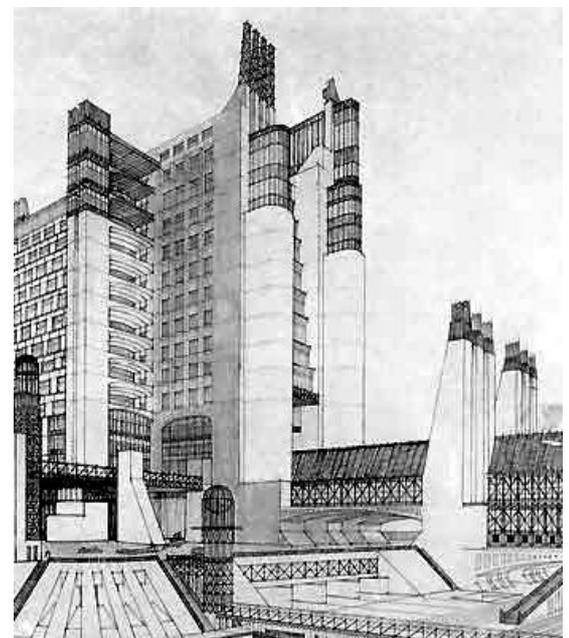
Inoltre la prima età dell'architettura moderna vede una teoria figurativa, il Cubismo, riflettersi in un pensiero architettonico razionalista, incarnato dal Neoplasticismo, ed espresso da artisti quali Le Corbusier, Gropius ed il gruppo De Stijl, i cui principali esponenti furono il pittore Mondrian, e gli architetti Pieter Oud, van Doesburg, van Eesteren, van't Hoff e Gerrit Rietveld.

Pervasi dall'insegnamento di una pittura come quella di Mondrian, gli architetti razionalisti propendono per un disegno lineare e corredato di quote come fosse per una composizione meccanica¹⁴³.

A proposito del disegno di Le Corbusier va fatto un breve accenno all'uso che egli fa di molteplici tecniche e metodi per cui è impossibile trovare uno schizzo tipo. In particolare egli usa a volte un modo di comunicare per sequenza che è anche molto attuale¹⁴⁴.

Un cenno merita anche l'avanguardia russa, e in particolare, in architettura, il Costruttivismo, che con autori come Chernikhov, Malevič, Tatlin, El Lissitzky, raggiunse uno straordinario grado di prefigurazione attraverso il disegno, esercitandosi principalmente in fantasie architettoniche¹⁴⁵.

49. Antonio Sant'Elia, casa comunicante con ascensori e ponte esterno, inchiostro e matita colorata su carta. 1914 (Museo civico di Como)

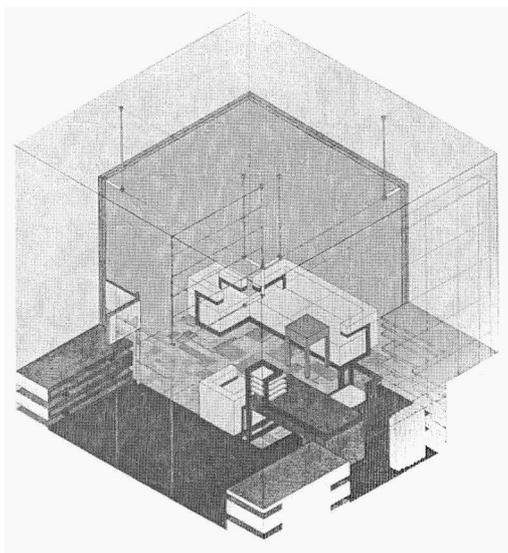


In quegli anni nasceva in Germania la scuola Bauhaus, dove artisti ed architetti celebri nel panorama di quel periodo, divennero insegnanti, e molti di loro dedicarono particolare attenzione allo studio ed alla ricerca sull'arte del disegno e della pittura (come Paul Klee, Wassily Kandinsky, Johannes Itten, Walter Gropius e tanti altri) (figure 50 e 52). Le connessioni tra arti figurative e architettura, soprattutto nel clima pluridisciplinare della Bauhaus, furono immediate. La formazione offerta dalla scuola prevedeva, tra le conoscenze di base, l'insegnamento del disegno, oltre allo studio di discipline filosofiche ma soprattutto pratiche e applicative, attraverso i laboratori. Accanto ai maestri di disegno infatti vi erano i maestri artigiani. Nella direzione della Scuola succede a Gropius, Hannes Meyer, che rivendica la relazione dei suoi disegni con l'essenza costruttiva dell'architettura, in opposizione a certe sperimentazioni formaliste contemporanee. Vanno poi ricordati, per la loro tendenza all'essentialismo e al minimalismo grafico, Ludwig Hilberseimer e Ludwig Mies van der Rohe¹⁴⁶.

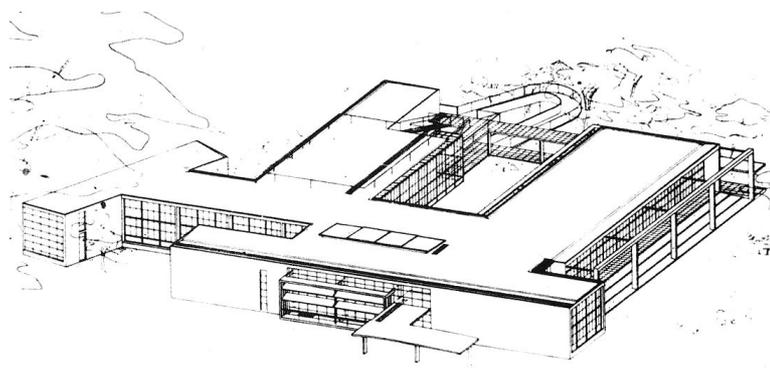
In Italia, come rappresentanti del razionalismo, vanno anche menzionati i disegni di Giuseppe Terragni, e quelli di Alberto Sartoris¹⁴⁷ (figura 51).

Va menzionato anche l'Espressionismo tedesco, con Hans Poelzig ed Eric Mendelshon, per i loro disegni carichi di emotività: il primo ci ha lasciato tavole graficamente elaborate dove usa la luce come effetto di ricerca e valorizzazione della decorazione; il secondo fu

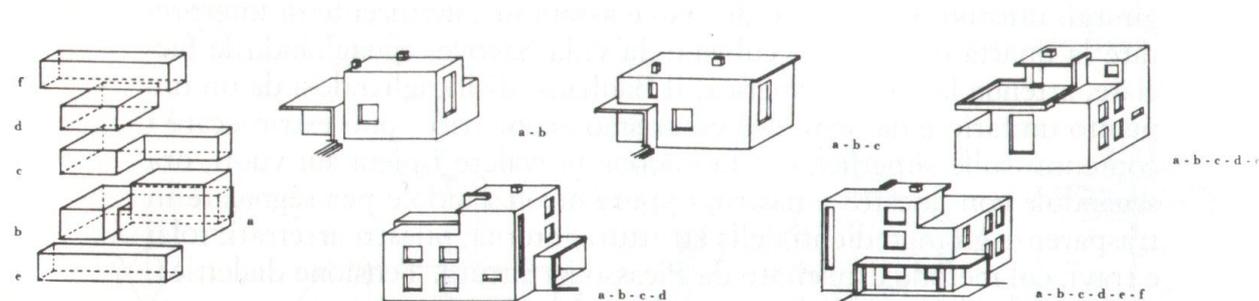
50-52. W. Gropius, ufficio nello Staatliches Bauhaus di Weimer, 1923 e studio schematico per una casa prefabbricata 51. Giuseppe Terragni, Progetto di un'officina per la produzione del gas, 1927



50



51

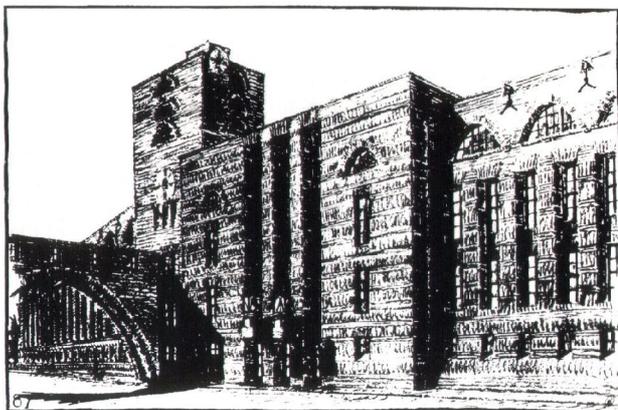


52

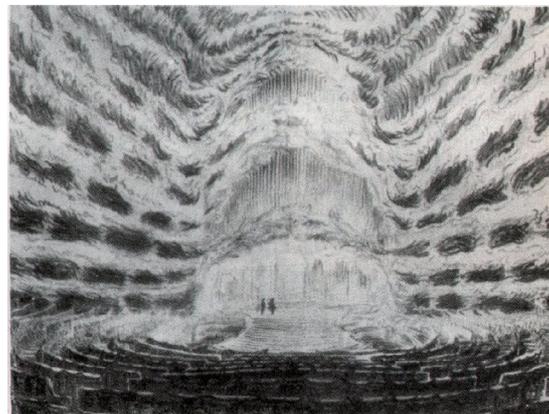
esecutore di schizzi molto personali caratterizzati da un segno largo e sinuoso¹⁴⁸ (figure 53 e 54). Tra gli altri citiamo anche Taut, Höger, Finsterlin e Berg. La forte intuizione creativa che contraddistingue le loro architetture è immortalata in schizzi iniziali di particolare carica emotiva ed espressività¹⁴⁹.

53. Peter Behrens, Uffici della Hochster Farbwerke, Francoforte sul Meno, 1920-24

54. Hans Poelzig, progetto per il teatro di Salisburgo, 1924



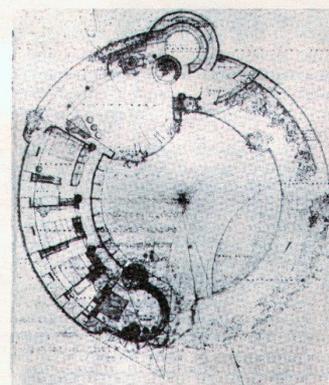
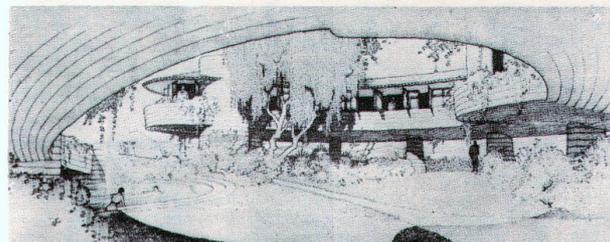
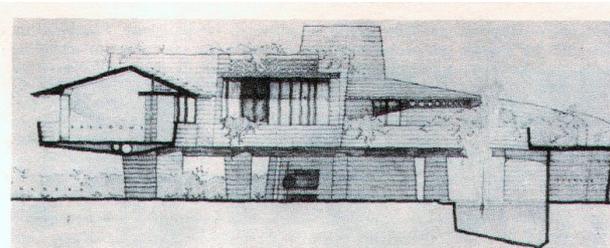
53



54

Autori come Richardson, Sullivan e Wright ed in Europa, Alvar Aalto, furono i rappresentanti più illustri del movimento cosiddetto "organico", che intendeva umanizzare la tecnica adeguandola alla intimità dell'uomo. Il loro disegno è molto diverso da quello degli architetti razionalisti europei: il segno non è più filiforme ma corrisponde con la sua intensità alla materia che descrive, con il chiaroscuro e un'attenzione precisa per i particolari¹⁵⁰. Nel disegno dell'architettura organica sembra prevalere un segno intuitivo rispetto ad uno freddo e razionale. Inoltre si preferisce la rappresentazione col metodo prospettico, e si esaltano gli elementi naturalistici, sia nella trattazione grafica che nell'uso del colore in modo realistico¹⁵¹. La fortissima personalità figurativa di F.L. Wright si manifesta anche nella stesura dei disegni di progetto (figura 55).

55. Frank Lloyd Wright. Progetto della Casa David Wright in Phoenix (Arizona). Sezione, Prospettiva, Pianta



55

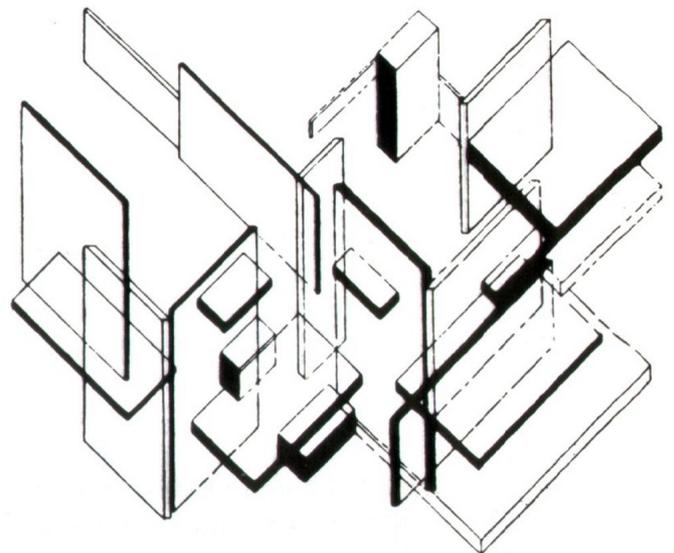
stesso di quell'architettura¹⁵². L'uso delle proiezioni parallele piuttosto che centrali si rifletteva a livello teorico in un crescente interesse verso l'astrazione figurativa: per questo l'assonometria è stata definita come "forma simbolica" dello stile moderno, e le parole di Theo van Doesburg lo confermano

«Già ora si vede l'inizio di un'architettura concepita su una base spazio-funzionale, che viene disegnata secondo il metodo assonometrico. Questo metodo di rappresentazione consente la lettura contemporanea di tutti gli elementi della casa nei loro rapporti esatti, persino dall'alto e dal basso, cioè senza punti di fuga prospettici. È ovvio che l'intero progetto deve venire elaborato anche assonometricamente dalle fondazioni al tetto»¹⁵³.

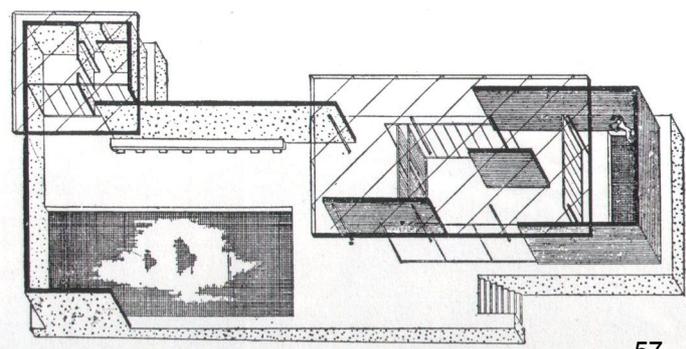
Le nuove composizioni architettoniche non erano più legate a concetti di simmetria e assialità ma in esse era prevista una molteplicità di modi di fruizione. L'assonometria, non soggetta a deformazioni prospettiche, si mostra la più adatta a rappresentare questa nuova libertà di osservazione. Il fatto di essere un metodo basato su un'impalcatura non ottica la rende slegata da forme di prefigurazione e quindi scelta dagli architetti neoplastici. Inoltre l'assonometria si conforma anche ad un precetto di economia poiché con due sole immagini assonometriche è possibile avere tutte le informazioni necessarie alla descrizione di un oggetto; e ad un concetto di astrazione poiché gli oggetti vengono facilmente ricondotti ad un insieme di punti, linee e superfici e volumi, elementi base del linguaggio modernista razionalista¹⁵⁴ (figure 56 e 57).

Tuttavia la rappresentazione assonometrica ha forse qualcosa di apparentemente innaturale, per cui nell'immediato è difficile intuire il processo astrattivo che le sottende e può sembrare dunque una proiezione prospettica deformata¹⁵⁵. Infatti il ritorno alla prospettiva non tarda ad arrivare, spinto da una sorta di esigenza di restituire al disegno architettonico il valore dell'esperienza individuale. L'assonometria infatti non fu l'unico metodo impiegato anche all'interno dello stesso movimento De Stijl: vi furono artisti, come Johannes Pieter Oud o Gerrit Thomas Rietveld, che utilizzarono la prospettiva con fredda precisione¹⁵⁶. Alcuni architetti usano il metodo prospettico

56. Theo van Doesburg, scomposizione e incastro di piani in un progetto architettonico
57. Mies van der Rohe, Padiglione Tedesco all'Esposizione di Barcellona, 1929



56



57

abituamente, come Le Corbusier, caricandolo anche di una certa espressività grafica personale (figura 58).

L'architettura, dal secondo dopoguerra sino alla fine degli anni Sessanta, definibile come tardo moderna, è ancora oggetto di dibattute classificazioni. Essa tuttavia si muove sulla scia del movimento Moderno, secondo due linee principali, come ci dice il Sacchi. La prima esplora le possibilità del moderno sino a

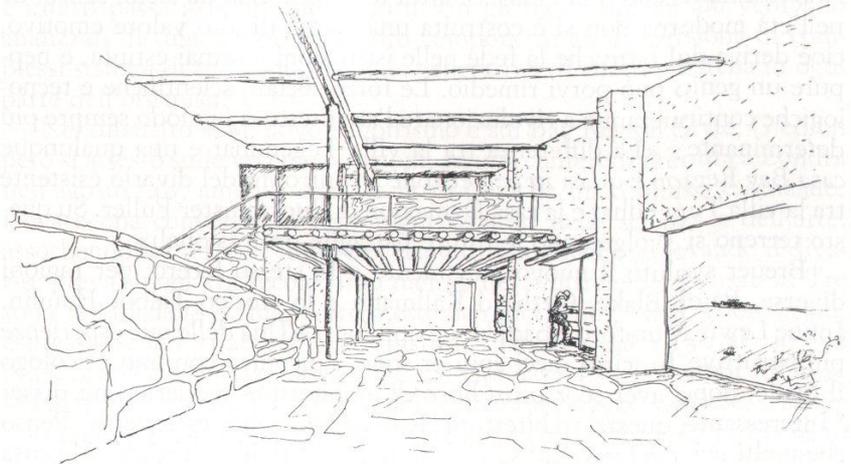
sperimentazioni estreme (e tra i nomi possiamo citare Peter Smithson, Buckminster Fuller, i giapponesi di Metabolism, le neo-avanguardie utopiche degli inglesi Archigram, e degli italiani Superstudio di Adolfo Natalini) (figura 59). Qui le tecniche tradizionali si uniscono a sperimentazioni e commistioni originali, con l'uso di collage, fotografia, aerografo, litografie a colori.

La seconda tendenza è quella di riscoprire e studiare il rapporto tra storia e progettazione, e tra questi citiamo gli italiani Samonà, Ridolfi, Quaroni, Gardella e Scarpa; e poi Saarinen, Asplund e infine Kahn¹⁵⁷.

D'obbligo, infine, l'accento allo studio delle geometrie non-euclidee (Gauss, Riemann, Möbius per fare alcuni nomi) avviatosi già sul finire dell'Ottocento, che indusse gli studiosi della geometria verso la definizione di spazi a n-dimensioni: sono allora i nostri imperfetti sensi che ci impediscono di immaginare concretamente dimensioni superiori alla terza. Il nome di Möbius resta legato alla geometria topologica¹⁵⁸. Questo nuovo concetto geometrico ebbe le sue ripercussioni anche in architettura ma, momentaneamente, non in ambito puramente rappresentativo, quanto su considerazioni di carattere concettuale e di contenuto formale.

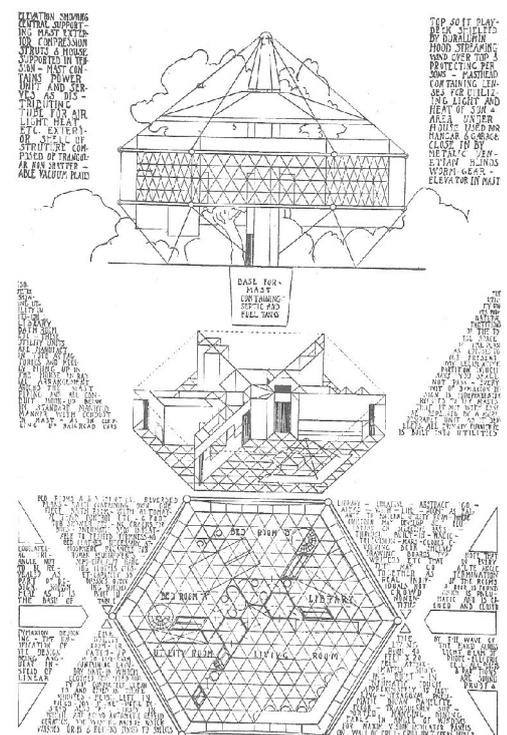
Con la scoperta di nuove teorie geometriche definite non euclidee, si comincia a destabilizzare il concetto di una geometria assoluta, e con essa compare una diversa percezione dello spazio. Nella filosofia si fa luce una nuova sensibilità nei rapporti tra soggetto e oggetto nella percezione dello spazio e si inizia a differenziare lo spazio

58. Le Corbusier, interno della casa Errazuris in Cile, 1930



58

59. Buckminster Fuller, Dymaxion House, 1927



59

concettuale dallo spazio sensibile. Nell'idea moderna di spazio compare il concetto del tempo ed il rapporto tra soggetto percipiente ed oggetto percepito si esplica in una relazione di divenire spazio-temporale. Anche le innovative teorie Einsteiniane e gli sviluppi della Psicanalisi imprimono la loro influenza sul fatto artistico-rappresentativo. Ed in termini semplici il risultato figurativo fu l'allontanamento dal convenzionale e rigoroso modello prospettico, e l'abbandono del realismo visivo di tipo accademico¹⁵⁹.

A partire dagli anni Cinquanta del Novecento lo studio della geometria descrittiva passa dall'esclusivo ambito delle discipline matematiche alle facoltà di architettura ed ingegneria, dove si conferma fondamento scientifico per la soluzione di problemi legati alla rappresentazione e al progetto¹⁶⁰.

Note al capitolo 1.

1. Per un approfondimento delle motivazioni si rimanda all'introduzione del capitolo secondo.
2. Kandinsky W., in *Punto Linea e superficie*, a pag. 7, ci ricorda che ogni teoria figurativa dovrebbe fondarsi sullo studio delle basi scientifiche e della storia dell'arte passata.
3. Per la descrizione delle primordiali rappresentazioni architettoniche, cfr. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo* in De Rosa A., Sgrosso A., Giordano A., *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*, vol. I, pag. 8.
4. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, pag. 80.
5. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 22.
6. Cfr. De Cenival J., *Architettura egiziana. Epoca faraonica*.
7. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 23.
8. Cfr. De Rubertis R., *Op. Cit.*, pag. 83.
9. Cfr. De Cenival J., *Op. Cit.*
10. Cfr. De Cenival J., *Op. Cit.*, pag. 146.
11. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 26.
12. Sakarovitch J., *Èpures d'architecture. De la coupe de pierres à la géométrie descriptive XVI-XIX siècles*, cit. in De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 23, nota n. 47.
13. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 30.
14. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 37.
15. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 58.
16. Cfr. Panofsky E., *La prospettiva come "forma simbolica" e altri scritti*, pag. 37.
17. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 76.
18. La *groma* è uno strumento che veniva usato per tracciare sul terreno delle linee ortogonali tra loro. Esso era costruito in legno e metallo ed era costituito da un'asta verticale sulla cui sommità erano fissate, tramite un braccio, altre due aste tra loro ortogonali, alle estremità delle quali erano fissati dei fili a piombo. Dall'allineamento dei fili si poteva individuare un terzo punto appartenente alla stessa direzione retta.
19. Cfr. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag. 8.
20. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 6.
21. Cfr. Grassi L., *Storia del disegno*, pag. 11-12.
22. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 76-78.
23. Cfr. Docci M., Migliari R., *Scienza della rappresentazione*, pag. 74-75.
24. Cfr. Sacchi M., *L'idea di rappresentazione*, pag. 13.
25. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 77.
26. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 7-8.
27. Per le descrizioni dei tipi di architetto romano, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 8-11.
28. Cfr. Panofsky E., *La prospettiva come "forma simbolica" e altri scritti*, pag. 52-53.
29. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 81-83.
30. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 10.
31. Cfr. De Rubertis., *Op. Cit.*, pag. 84.
32. Cfr. De Rubertis., *Op. Cit.*, pag. 86.
33. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 12.
34. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 12.
35. Cfr. Ackerman J. S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 30-31.
36. Cfr. Sacripanti, *Op. Cit.*, pag. 16.
37. Cfr. Ruiz de la Rosa J. A., *Sobre el dibujo de arquitectura de los siglos XIII a XVI. El dibujo de ejecución. Testimonios en la Catedral de Sevilla*, in Strollo R. M., *Rappresentazione e formazione. Tra ricerca e didattica*, pag. 50-51.
38. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 204, nota 167.
39. Per Isidoro di Siviglia e Teofilo, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 13-14.
40. Cfr. Grassi L., *Op. Cit.*, pag. 13.
41. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 15.
42. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 18.

43. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 203, nota 167.
44. Sugli errori nei disegni di Villard de Honnecourt, cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 31-33.
45. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 41.
46. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 41-42.
47. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 163.
48. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 37-38.
49. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 165.
50. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 42-43.
51. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 45.
52. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 165.
53. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 42.
54. Per le considerazioni conclusive al paragrafo, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 18-20.
55. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 23-24.
56. Cfr. Sgrosso A., *Rigore scientifico e sensibilità artistica tra Rinascimento e Barocco*, pag. 129.
57. Alberti L. B. *De re aedificatoria*, Libro Primo, tradotto da Bartoli C., cit. in Puppo E., *Il disegno del progetto architettonico*, pag. 3.
58. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 32.
59. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 25-26.
60. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 132.
61. Cit. in De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, nota n. 30 a pag. 114.
62. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 26.
63. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 134.
64. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 27.
65. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 28-30.
66. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 72.
67. Per Fra Giocondo e i Sangallo, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 31-32.
68. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 130.
69. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 32.
70. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 35-37.
71. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 59.
72. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 42.
73. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, pag. 171.
74. Per le descrizioni degli architetti della Scuola Veneta, da Palladio a Scamozzi, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 42 e 45-48.
75. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 54-55.
76. Il primo a collezionare disegni di architettura fu il Vasari alla metà del XVI secolo. De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, nota n. 42 pag. 116.
77. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 65.
78. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 50.
79. Cfr. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 40.
80. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 5.
81. Cfr. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 40.
82. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 14.
83. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 22.
84. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 22.
85. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 25-31.
86. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 40.
87. Cfr. De Rubertis R., *Op. Cit.*, pag. 29.
88. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 19.
89. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 30.
90. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 127.
91. Cfr. Docchi M., Migliari R., *Op. Cit.*, pag. 273.
92. Docchi M., Migliari R., *Op. Cit.*, pag. 272.
93. Alberti L. B., *De re aedificatoria*, libro II, cap.1 (pubblicato nel 1490), cit. in Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 29.
94. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 30.

95. Cit. in Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 50-51.
96. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 55.
97. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 29.
98. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 130.
99. Per il du Cerçeau e il De L'Orme, cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 143-146.
100. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 221.
101. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 51-52.
102. Sugli insegnamenti teorici e del disegno nelle Accademie, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 53-56.
103. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, pag. 102 e nota n. 51 a pag. 116.
104. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 60-61.
105. Cfr. De Rubertis R., *Op. Cit.*, pag. 191, nota 19.
106. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 296.
107. Cfr. Docci M., Migliari R., *Op. Cit.*, pag. 75.
108. Per il confronto tra Bernini e Borromini, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 56-58.
109. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 51.
110. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 54.
111. Cfr. Sgrosso A., *Op. Cit.*, pag. 326-327.
112. Cfr. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 6.
113. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 3.
114. Dal disegno del primo Settecento, di impostazione scenografica, a quello delle Accademie, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 62-70.
115. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, pag. 105.
116. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 8-9.
117. Cozzi G., *Dallo spazio rinascimentale allo spazio moderno: problemi di rappresentazione*, in De Rubertis, *Il disegno dell'architettura.*, pag. 96-97.
118. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 11.
119. Cozzi G., *Op. Cit.*, pag. 97.
120. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 120.
121. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 15.
122. Per Galli da Bibiena, Taylor e Lambert e poi de La Rue, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 20-23.
123. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 18 e 32.
124. Cfr. De Rubertis R., *Op. Cit.*, pag. 192, nota 20.
125. Cfr. Docci M., Migliari R., *Op. Cit.*, pag. 76.
126. Cfr. Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 16.
127. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 117-118.
128. Per l'introduzione al paragrafo, sino al disegno di Wagner, Hoffmann e Olbrich, cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 73-78.
129. Per i cenni sulla definizione del metodo assonometrico, cfr. Docci M., Migliari R., *Op. Cit.*, pag. 208-210.
130. Sul disegno come disciplina fondamentale per l'architetto e la descrizione delle esposizioni dei disegni, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 141-142 (Quatremère de Quincy è cit. a pag. 141).
131. Sullo stile accademico, cfr. Sainz J., *Il disegno neoaccademico: il recupero della rappresentazione grafica come immagine della realtà architettonica*, pag. 28-30.
132. Su Viollet-le Duc e Jean Baptiste Rondelet, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 148-149.
133. Da Jean Victor Poncelet agli studi sulla prospettiva curvilinea, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 156-161.
134. Sul disegno nelle Scuole e sul metodo "assonometrico", cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 189-192 e 199.
135. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 82-85.
136. Cfr. Ruskin J., *Elementi del disegno e della pittura*, premessa.
137. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 237.

138. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 24. concetto di geometria assoluta, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 238.
139. Cfr. Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 128-130.
140. Cfr. Ackerman J. S., *Op. Cit.*, pag. 24.
141. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 128-130.
142. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 86.
143. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 78-79.
144. Cfr. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 32.
145. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 134.
146. Per Hannes Meyer, Ludwig Hilberseimer e Ludwig Mies van der Rohe, cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 138.
147. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 138.
148. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 80.
149. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 138.
150. Cfr. Sacripanti M., *Op. Cit.*, pag. 80-81.
151. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 138.
152. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 38.
153. Assonometria come "forma simbolica" dello stile moderno, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 246-248. (Teo van Doesburg cit. a pag. 247-248).
154. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 253.
155. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 40.
156. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 253.
157. Per l'architettura tardo moderna, cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 140-142.
158. La «nuova branca della geometria è detta *analysis situs*, meglio nota come topologia: le proprietà topologiche sono quelle che le figure conservano anche quando siano sottoposte a trasformazioni così profonde, come la deformazione continua, da perdere tutte le altre proprietà, sia metriche che proiettive». Due figure sono topologicamente equivalenti quando si possono trasformare l'una nell'altra per deformazione continua e senza strappi. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 259-263.
159. Sul concetto di destabilizzazione del

Fonti delle immagini del capitolo 1

- Figura 1. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 8. L'immagine è stata ridisegnata.
- Figura 2. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 9. L'immagine è stata ridisegnata.
- Figure 3 e 4. De Cenival Jean-Louis, *Architettura egiziana. Epoca faraonica*, pag. 145.
- Figura 5. De Cenival Jean-Louis, *Architettura egiziana. Epoca faraonica*, pag. 146.
- Figura 6. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 30.
- Figure 7-8-9. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 77-78.
- Figura 10. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 19.
- Figure 11 e 12. Ruiz de la Rosa José. Antonio, *Sobre el dibujo de arquitectura de los siglos XIII a XVI. El dibujo de ejecución. Testimonios en la Catedral de Sevilla*, in Strollo Rodolfo Maria, a cura di, *Rappresentazione e formazione. Tra ricerca e didattica*, pag. 51-53.
- Figura 13. De Rubertis Roberto, *Il disegno dell'architettura*, pag. 89.
- Figura 14 De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 166.
- Figura 15. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 21.
- Figura 16. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.25.
- Figura 17.Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.29.
- Figure 18-19. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.33.
- Figura 20. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.35.
- Figura 21. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.36.
- Figura 22.Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.43.
- Figura 23.Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 24.
- Figura 24.Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.47.
- Figura 25.Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 23.
- Figura 26.Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.49.
- Figure 27-28.Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 57.
- Figura 29. Ackerman J.S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 53.
- Figura 30. Ackerman J.S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 57.
- Figura 31. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 34.
- Figura 32. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 31.
- Figura 33. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.57.
- Figura 34. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.63.
- Figura 35. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.72.
- Figura 36. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.71.
- Figura 37. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 37.
- Figura 38. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 11.

- Figura 39. De Fusco R., *Mille anni d'architettura in Europa*, pag. 464.
- Figura 40. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 9.
- Figura 41. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 35.
- Figura 42. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag.77.
- Figura 43. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 41.
- Figure 44-45. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 123.
- Figura 46. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 39.
- Figura 47. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 63.
- Figura 48. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 63.
- Figura 49. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 176.
- Figura 50. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 250.
- Figura 51. Tafuri M., Dal Co F., *Architettura contemporanea*, pag. 252.
- Figura 52. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 114.
- Figura 53. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 85.
- Figura 54. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, tav. 47 fig. 6.
- Figura 55. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 43.
- Figura 56. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 17.
- Figura 57. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, tav. 202 fig. 1.
- Figura 58. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 257.
- Figura 59. De Fusco, *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 396.

2. Ricerca ed analisi sulla rappresentazione del progetto architettonico dal 1960 all'attualità. Aspetti del disegno digitale

La scelta di dedicare, a questo periodo della produzione architettonica, una parte della ricerca ed una prima analisi critica, che conduce all'elaborazione di alcune considerazioni sull'espressività dello strumento grafico digitale, scaturisce dalla necessità di isolare e studiare con maggiore attenzione le dinamiche generate dalla sua introduzione nel disegno del progetto.

Le prime sperimentazioni grafiche in ambiente digitale, come vedremo, risalgono infatti agli anni Sessanta del Novecento, e lo strumento si diffuse ampiamente negli studi di architettura solo alla fine degli anni Ottanta, per diventare di uso comune negli ultimi decenni più attuali. Nell'arco di questo periodo, di intensa e varia ricerca formale, l'architettura ha trovato molteplici sistemi di espressione, sia nel metodo che nella tecnica di rappresentazione. Strumenti manuali e digitali hanno convissuto, prevalendo ora l'uno ora l'altro, all'interno degli stessi processi progettuali. Per questo le dinamiche rappresentative del progetto di quest'ultimo cinquantennio appaiono decisamente complesse. Su quest'argomento si continuano a scrivere numerosi contributi, alla ricerca di spiegazioni e nuove definizioni per un disegno profondamente sconvolto nella sua prassi e nel suo aspetto espressivo. La rapida e continua evoluzione degli strumenti informatici, in un lasso di tempo così breve rispetto all'evoluzione storica degli altri strumenti di rappresentazione, non ha forse ancora permesso di soffermarsi sull'analisi delle sue potenzialità di espressione, relegando i risultati all'automatizzazione e rischiando che l'importanza del disegno nel processo progettuale venga offuscata dagli innovati contenuti dell'architettura.

Il confronto ed il nesso tra strumenti manuali e digitali del disegno saranno alcuni dei cardini dell'argomentazione di questa tesi, anche nei due successivi capitoli, dove si cercherà di identificare le possibili linee di continuità del disegno attraverso il suo evolversi, e dunque anche al variare dei suoi strumenti.

2.1. Storia ed evoluzione degli strumenti grafici digitali

Prima di iniziare l'esposizione di fatti e concetti, vorrei porre l'accento su una questione di fondo secondo me molto rilevante, ai fini della comprensione del rapporto tra disegno e architettura. Nei secoli precedenti l'architettura si è espressa con strumenti nati ed esclusivamente dedicati alla pratica del disegno, pur nei suoi diversi impieghi artistici e scientifici. Il mezzo informatico nasce invece come strumento di calcolo, ed è destinato ad una grande versatilità d'utilizzo, per essere indirizzato verso diverse vie di

specializzazione, nell'hardware e soprattutto nel software. Molti di questi applicativi, a loro volta, vengono ideati e sviluppati in altri settori, per poi essere recepiti ed usati per disegnare e per progettare architetture.

L'architettura, forse proprio per il fatto di essere sempre vincolata alla natura materiale e costruttiva, costringe sempre la sua rappresentazione a dei vincoli concreti¹, e sembra più lenta rispetto ad altre discipline, come cinema, design, moda, multimedialità, nel tenere il passo dei rapidi cambiamenti tecnologici degli ultimi decenni. Ricevendo dunque gli strumenti da altre discipline, la pratica architettonica si è arricchita di intuizioni dalle molteplici origini². Ma è probabile che, proprio per questa sua difficoltà a tenere il passo del rapido sviluppo tecnologico, l'architettura contemporanea non abbia avuto il tempo di stabilizzarsi in una forma grafica definitiva e sia tuttora incessantemente alla ricerca di un'espressività e di un linguaggio propri dei nuovi strumenti di rappresentazione digitale. In molti aspetti infatti, l'elaborato grafico digitale si trova ad emulare altre tecniche, manuali o fotografiche, o addirittura non si ritiene ancora adatto a sostituire la mano in determinati momenti della concezione progettuale.

2.1.1. Hardware e software

Cercheremo di illustrare i rapidi sviluppi degli strumenti digitali percorrendo parallelamente l'evoluzione dei supporti hardware e degli applicativi software, poiché gli avanzamenti di questi ultimi sono strettamente legati al progressivo potenziamento delle capacità del supporto fisico. Processi di calcolo via via sempre più complessi sono stati permessi dalla aumentata capacità computazionale raggiunta dalle macchine informatiche.

Pur essendo disponibili in commercio calcolatori elettronici già nei primi anni Cinquanta, essi erano costosi ed enormi e venivano usati per la gestione di grandi moli di dati, così fu solo negli anni Sessanta, con l'avvento della *computer graphic*, che il computer iniziò ad essere usato per disegnare, anche se i primi esperimenti furono una sorta di svago per i programmatori³, e dunque non avevano un fine ben definito.

Il nucleo azionante dei calcolatori elettronici fu costituito da transistor (sin dagli anni quaranta) e da transistor piani su lastre di silicio alla fine degli anni cinquanta, e solo nel 1971 fu inventato il chip o microprocessore⁴, che permise finalmente, oltre che l'accelerazione dell'elaborazione anche la riduzione delle dimensioni del computer.

Negli anni Sessanta i ricercatori A. Coons e Larry G. Roberts ottennero una rappresentazione prospettica attraverso un

calcolatore, mediante operazioni matematiche ripetute, i primi algoritmi prospettici, che convertivano i punti più importanti di un oggetto nelle rispettive immagini in prospettiva⁵. A Coons va infatti il merito di aver aperto la strada alle sperimentazioni grafiche digitali, seppur nell'ambito dell'industria automobilistica e aeronautica. In Europa è invece Bezier, un matematico che lavora alla casa automobilistica della Renault, a usare per la prima volta le nuove tecnologie grafiche per il disegno delle macchine⁶.

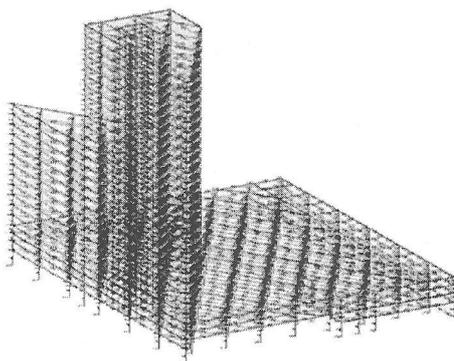
In architettura, inizialmente, i calcolatori furono impiegati in ambiti strutturali e di computistica di cantiere, da alcuni studi pionieri, e l'aspetto grafico primordiale di questi primi esperimenti era quello del *wireframe* (figure 1 e 2). Le prime esperienze di Progettazione Assistita dal Calcolatore (*Computer Aided Design*) risalgono dunque ai primi anni Sessanta. Il modo in cui veniva utilizzato il nuovo strumento può paragonarsi a quello di un "tecnigrafo elettronico", che serviva semplicemente a semplificare i procedimenti già utilizzati. In questo senso i vantaggi introdotti dal computer erano la facilità di correzione del disegno, l'elevatissimo livello di precisione, l'automatizzazione di procedure ripetitive, la facilità di archiviazione di grandi moli di dati⁷.

In questo primo momento, dunque, il computer in ambito progettuale architettonico, viene accolto come quello strumento in grado di dare precisione e certezza, eliminando tutte le accezioni soggettive, immaginando che questo possa portare ad un'architettura più velocemente ed economicamente costruibile⁸.

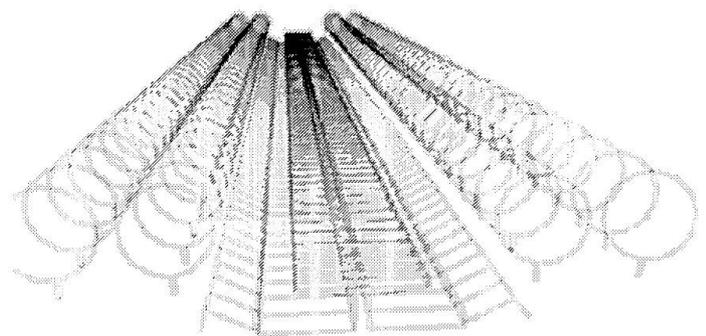
Se guardiamo oggi il complesso rapporto che relaziona il progettista allo strumento digitale, ci rendiamo conto di quanto fosse utopistica questa previsione: lo strumento informatico ha certamente reso più veloci e precisi alcuni processi, ma non è stato ancora in grado, per fortuna, di escludere gli apporti soggettivi dell'architetto. La semplificazione dei processi ha inoltre permesso di gestire maggiori complessità ma ha anche reso il rapporto tra strumento e progetto sempre più intricato.

Nel 1963, Ivan Sutherland, studente del MIT⁹, presentò pubblicamente il suo progetto di *Sketchpad* (figura 3), sistema interattivo grafico computerizzato che permetteva di ottenere dei disegni semplici. Lo strumento funzionava così: con una penna

1. C. F. Murphy Associates, *Structural plot* del progetto dell'Hotel Sheraton in Salk Lake City
2. C. F. Murphy Associates, prospettiva di un progetto per un'arteria stradale, 1969



1



2

luminosa era possibile tracciare, direttamente su uno schermo, delle sottili linee bianche e, con comandi digitati sulla tastiera, si potevano connettere diversi punti stabiliti sullo schermo; poi con altri comandi a tastiera si potevano spostare gli oggetti sullo schermo, scolarli, ruotarli, ribaltarli. Questa invenzione suscitò grande meraviglia ed entusiasmo nel pubblico esperto, e si cominciarono a prefigurare i suoi possibili sviluppi, una volta che, reso accessibile economicamente, fosse stato introdotto negli studi di progettazione. Secondo le fantasiose aspettative della critica, il computer, nel futuro, avrebbe potuto interpretare gli schizzi manuali dell'architetto ed eseguire automaticamente i passaggi progettuali successivi sino a pervenire agli studi strutturali, alle visioni prospettiche ed agli elaborati esecutivi.

Nei successivi decenni, la tecnologia dell'hardware si era evoluta rapidamente, determinando l'abbassamento dei prezzi. Così nacquero le prime società per la produzione di software per il disegno, i cosiddetti programmi CAD, e si misero nel mercato dei pacchetti comprendenti hardware, software e assistenza tecnica. Gli architetti furono allora affascinati dall'idea che questo strumento potesse facilitare e rendere più accurata la redazione del progetto. Uno dei primi applicativi per la progettazione ad essere commercializzato fu il BOP (*Building Optimization Program*) che era già stato usato negli anni Sessanta dal pioniere studio di Skidmore, Owings & Merrill. Le aspettative dei progettisti erano che il computer riuscisse ad eseguire automaticamente, velocemente ed in modo preciso operazioni di progetto come i calcoli dimensionali, le misure strutturali, i fabbisogni di superficie, gli aspetti economici, elaborando i disegni direttamente dai dati. Un altro aspetto favorito dall'uso del computer nella progettazione fu la standardizzazione: le caratteristiche specifiche delle parti industrializzate, pronte per l'assemblaggio, erano tutte contenute nel computer, il quale poteva essere guidato per la loro combinazione. Ci si iniziava a chiedere se fosse possibile finalizzare il computer alla guida di altre macchine in grado di costruire un edificio senza l'intervento umano, praticamente una prefigurazione degli attuali processi CAM (*Computer Aided Manufacture*).

Lo strumento parve anche dimostrare un certa agevolazione per la modellazione di superfici complesse e consentire dunque una maggior libertà di strutture e forme.

Inoltre si sviluppavano applicativi in grado di produrre simulazioni che introducevano anche la dimensione temporale ed erano in grado di emulare gli aspetti meteo-atmosferici.

Nonostante queste potenzialità, la personalità e soggettività degli architetti non riusciva ad esprimersi attraverso i nuovi strumenti e negli anni Settanta si diffusero i cosiddetti *design methods*. Nacque, ad esempio *Flatwriter*, un programma che consentiva a chiunque di progettare un proprio spazio, e che fu ideato da Yona

Friedman, con l'intento di ottenere un'architettura più democratica e vicina ai bisogni dei clienti. Questa convinzione che il computer potesse sostituirsi all'uomo nell'intero processo progettuale prese piede tra la comunità scientifica, ed uno dei maggiori sostenitori ne fu Nicholas Negroponte, ricercatore del MIT, che nel suo *The Architecture Machine*, descrisse alcuni esperimenti condotti sull'interazione uomo-macchina. Ideò un programma appositamente per la progettazione, che si chiamava *Urban5*, inteso al fine di rendere interattivo, e quindi meglio comprensibile, l'aspetto della configurazione spaziale nel progetto. Il computer è in grado di costruire rapidamente varie configurazioni dell'oggetto di progetto, anche con viste prospettiche, mediante l'elaborazione automatica di dati inseriti a tastiera, come ad esempio le funzioni o il numero di occupanti di un edificio, oppure le ore in cui si vuole che il sole illumini determinati ambienti. Benché non sia del tutto chiaro come il programma potesse funzionare nella pratica, l'intento era comunque quello di eliminare il tramite della figura dell'architetto e delegare alla macchina l'intero processo progettuale, comandato dalle richieste dirette dell'utente.

L'avvento della grafica computerizzata ebbe inizialmente più successo tra gli ingegneri che tra gli architetti. E non solo per i costi eccessivi che tra gli anni Sessanta e Settanta non consentirono una effettiva diffusione del computer. Alla scarsa diffusione contribuì infatti anche un fattore teorico: la semiologia, una delle correnti ideologiche più forti negli anni Sessanta, considerava arte e architettura come linguaggi profondamente radicati nella cultura, e le relazioni intercorrenti tra architetto e processo progettuale sembravano minacciate dagli strumenti informatici. In questo senso il computer per essere accettato sarebbe dovuto essere quantomeno in grado di riconoscere i segni dell'architetto, di interpretare i suoi schizzi come generatori di forme. E furono tentati degli esperimenti in questa direzione: lo stesso Negroponte inventò un programma, chiamato *Hunch*, che avrebbe permesso al computer di interpretare uno schizzo manuale eseguito dall'operatore su una tavoletta grafica, analizzando la forma, la velocità e la pressione del segno. Tuttavia la riuscita di un simile intento era ancora remota, a causa della scarsa intelligenza dei computers del tempo.

Solo a partire dagli anni Ottanta si assiste all'effettiva diffusione dello strumento informatico finalizzato alla grafica. Il computer non viene più visto come macchina che sostituisce l'uomo ma come macchina che lavora assieme all'uomo. Nascono i primi programmi di grafica paragonabili agli attuali, che riducono notevolmente i tempi di esecuzione del progetto ma senza intervenire nel processo progettuale. In campo filosofico le riflessioni si concentrano sul passaggio ad una cultura materiale ad una cultura immateriale, e nascono le prime riflessioni sulle possibilità del mondo virtuale¹⁰.

È da quegli anni in poi che l'uso del computer ebbe un impatto decisivo sulla professione del progettista¹¹. Alla fine degli anni Ottanta infatti l'uso del computer a fini progettuali era introdotto in circa la metà degli studi di architettura ed ingegneria¹².

Mentre negli studi di architettura si iniziava ad usare abitualmente il CAD, l'architettura iniziava a prendere in prestito dal mondo della produzione industriale, le funzionalità del CAM (*Computer Aided Manufacturing*), con significativi impatti nel mondo della progettazione¹³.

L'invenzione delle NURBS (*Non Uniform Rational B-Splines*), il cui studio ebbe origine in campo meccanico, permise la definizione e rappresentazione di superfici di qualsiasi forma (superfici *free-form*), che cioè non possono essere rappresentate né per via analitica, né per via geometrica¹⁴. Questo tipo di curve, su cui tuttora si basa la grafica vettoriale dei sistemi CAD, fu inventato nel 1972 da Pierre Bézier (1910–1999), ingegnere dell'industria Renault, col fine di illustrare automaticamente e nel modo più semplice possibile, direttamente alle presse, le curve che definivano il progetto di un'auto¹⁵.

Una superficie NURBS è una superficie delimitata da bordi (*edges*) ed è simile ad un foglio elastico che, essendo deformabile, può essere modellato assumendo qualunque configurazione geometrica. Esse non sono composte da punti discreti ma da un continuum di valori relativi. La descrizione di queste superfici è di tipo parametrico e la superficie risulta composta da curve (*splines*) di interpolazione che passano per punti vincolati (*control points*) che, uniti tra loro, formano poligoni di controllo che determinano la forma della superficie. Un altro importante vantaggio offerto dalle superfici NURBS consiste nella necessità di una minore quantità di dati per la loro rappresentazione rispetto ad altri metodi come, ad esempio, le *mesh*¹⁶. La modellazione solida resa possibile dallo strumento digitale, infatti, si distingue fundamentalmente in due metodi, il metodo cosiddetto matematico o parametrico, che è quello delle NURBS, ed il metodo numerico, che è invece quello delle superfici *mesh*, o poligonali. Quest'ultimo metodo, è meno maneggevole in termini di gestione dei dati da parte del calcolatore¹⁷.

Come accennato nel precedente capitolo, gli studi teorici sulla Topologia ebbero inizio già alla fine del XIX secolo, senza avere immediati risvolti pratici nella progettazione architettonica, se non a livello teorico. Con l'invenzione delle NURBS diventa possibile descrivere le superfici topologiche e si dà il via alle applicazioni¹⁸.

Le potenzialità geometriche offerte dai software di modellazione, che danno vita ad una nuova disponibilità di operazioni di deformazione delle forme, mai contemplata prima nella prassi progettuale, originano veri e propri metodi di lavoro a cui molti progettisti contemporanei si sono affidati per la generazione delle loro architetture¹⁹.

2.1.2. Evoluzione degli algoritmi di visualizzazione

Lo sviluppo delle tecniche di visualizzazione è basato innanzitutto sulle potenzialità dell'hardware che le supporta, ed è sempre finalizzato alla scoperta di metodi che ottengano risultati sempre migliori gestendo il minor numero possibile di informazioni, in modo da rendere il processo di visualizzazione rapido e efficace²⁰.

Agli albori dell'uso dello strumento digitale in campo grafico, le immagini rispecchiavano palesemente la natura astrattamente matematica del loro processo generativo, mostrandosi nel loro primordiale aspetto geometrico lineare (*wireframe*). Ma durante gli anni Settanta e Ottanta le ricerche sulla *computer graphic* si intensificarono facendo aumentare via via il realismo visivo delle immagini digitali, sino a pervenire, negli anni Novanta, all'invenzione di algoritmi facilmente eseguibili su computer economici e quindi pronti per una rapida diffusione. Questi algoritmi erano in grado di produrre immagini prospettiche a colori, emulando gli effetti materici e di interazione di luci e corpi, in modo sempre più realistico²¹.

Un modello digitale vettoriale può essere rappresentato, per via informatica, in diversi modi: ad ognuno di questi corrisponde un algoritmo di calcolo o una combinazione di algoritmi.

Non dimentichiamo infatti che, dietro ogni operazione eseguita dal computer, c'è una funzione numerica che traduce nel linguaggio informatico le operazioni necessarie all'ottenimento del risultato atteso. E quindi, anche nel caso del *rendering*, sono numerosissimi gli algoritmi di calcolo che sottendono alle varie funzioni: molte volte i nomi dei creatori di tali algoritmi permangono nel nome delle funzioni che utilizziamo.

Gli algoritmi a nostra disposizione, che tutt'ora vengono utilizzati, sono stati sviluppati in tempi diversi, diventando via via più complessi e potenti man mano che andavano sviluppandosi ed incrementandosi le potenzialità di calcolo dell'elaboratore.

Ci sono tuttavia delle discordanze tra coloro che usano parlare di *rendering*, sulla distinzione tra metodi di visualizzazione e metodi propriamente di *rendering*. Infatti alcuni hanno l'abitudine di considerare come *rendering* anche le rappresentazioni prodotte dagli algoritmi più elementari, che altri sostengono debbano invece essere definiti come semplici forme di visualizzazione, proprio perché non contemplano la possibilità di simulare quegli effetti fisici, propri dei corpi, riproducendo fedelmente la realtà. Io credo che, almeno nel campo della rappresentazione architettonica, non ci sia necessità di distinguere il due termini nel contenuto, ma eventualmente per la finalità o fase di lavoro in cui sono utilizzati. Infatti, nel linguaggio comune, si è soliti identificare come forma di visualizzazione quella che accompagna un oggetto durante la sua manipolazione progettuale, mentre con *rendering* si

indica il processo finalizzato alla realizzazione di un determinato effetto visivo sull'oggetto. Credo comunque che i due termini possano essere considerati sinonimi, anche perché con il grado di evoluzione che gli applicativi stanno raggiungendo attualmente, sarà possibile gestire l'oggetto mentre ci stiamo ancora lavorando, con l'aspetto visivo definitivo.

Tuttavia, bisogna ricordare che un determinato algoritmo di visualizzazione, anche elementare, può essere scelto per la rappresentazione, anche per le sue intrinseche caratteristiche espressive, e questo è ad esempio il caso del *wireframe* che, come vedremo, è una delle tecniche più usate nell'architettura contemporanea, proprio perché incarna l'intima essenza geometrica del disegno digitale. Pertanto, nella scelta dell'applicativo, possiamo concordare sul fatto che «non esiste un *renderer* migliore degli altri e non esiste una semplice regola che permetta di scegliere il *renderer* per il proprio lavoro. L'unico modo per fare una scelta corretta è quello di conoscere tutte le variabili in gioco per fare una scelta cosciente»²².

Percorriamo ora la recente storia di evoluzione dei principali algoritmi di visualizzazione, in una sintesi delle loro definizioni e potenzialità.

Il metodo di visualizzazione più elementare è quello in *wireframe* (filo di ferro), con il quale vengono visualizzati, come linee, soltanto i contorni delle superfici piane e alcune generatrici delle superfici curve. Tutte le superfici vengono considerate non opache e pertanto vengono visualizzate tutte le linee del modello, anche quelle poste dietro altre superfici. Essendo la forma di visualizzazione più semplice e leggera per il calcolo, questa è in effetti la più usata nella fase di costruzione del modello, pur non avendo qualità di simulazione materiale.

La modalità *hideline* (linea nascosta) rappresenta un livello appena superiore rispetto al *wireframe*, perché le superfici vengono ora considerate opache e quindi non vengono più visualizzate le linee nascoste, ossia quelle linee che rispetto all'osservatore sono posizionate dietro altre superfici.

Aumentando di complessità, troviamo lo *shading* (ombreggiatura), in cui vengono riprodotte le ombre proprie degli oggetti. Le superfici sono colorate e l'intensità del colore varia a seconda dell'esposizione alla luce, secondo la legge di *Lambert*²³. Tuttavia il calcolo dell'intensità luminosa viene eseguito soltanto per il baricentro di ogni superficie piana. Il calcolo per le superfici curve è eseguito approssimandole a superfici poliedriche per ognuna delle quali viene sempre considerato il baricentro²⁴.

Un'ulteriore distinzione sussiste tra il cosiddetto *flat shading* e il *Warnock shading*: il primo ombreggia allo stesso modo tutte le superfici aventi la stessa inclinazione rispetto ai raggi luminosi, anche se hanno diversa distanza dalla sorgente luminosa, con una conseguente perdita di profondità dell'immagine; il secondo

invece introduce la progressiva diminuzione dell'intensità della luce con l'aumentare della distanza della superficie illuminata dalla sorgente luminosa. Inoltre per la prima volta si prende in considerazione la riflessione speculare e con essa la possibilità di rappresentare le superfici lucide²⁵.

Un passo avanti è rappresentato dal *Gouraud shading* (algoritmo di *Gouraud*, dal nome del suo inventore) conosciuto anche come *intensity interpolation shading*²⁶, nel quale l'intensità luminosa viene sempre calcolata per un solo punto a superficie, ma il colore viene sfumato per interpolazione sino ad incontrare quello delle superfici contigue. In questo modo si elimina l'effetto sfaccettato che era invece presente nei precedenti algoritmi. Questo algoritmo permette anche la rappresentazione del materiale degli oggetti ma non prevede il calcolo delle ombre portate. È molto usato perché richiede pochi calcoli da parte del computer restituendo immagini abbastanza realistiche²⁷. Tuttavia risulta anche immediatamente riconoscibile a causa della colorazione a bande dovuta all'impossibilità di ricostruire perfettamente la continuità delle superfici²⁸.

Procedendo per sempre maggiore complessità, troviamo l'algoritmo di *Phong* (dal nome dell'inventore) noto anche come *normal-vector interpolation shading*²⁹, che può essere considerato la base dei veri e propri algoritmi di *rendering*. Viene introdotta la tecnica di calcolo del *raytracing*, «che valuta il colore alla intersezione tra un immaginario raggio uscente dall'occhio dell'osservatore e il modello; sono calcolati tanti raggi quanti sono i punti di definizione dell'immagine che si desidera realizzare. L'impostazione geometrica del problema, molto fedele al fenomeno reale, risolve contemporaneamente sia il problema della distribuzione della luce sulle superfici che quello della generazione delle ombre portate»³⁰.

Gli algoritmi sopra esposti, nel complesso, vanno sotto il nome di metodi *scanline*, mentre il *raytracing* e il *radiosity* stanno alla base dei metodi più avanzati.

Il *raytracing* consente di ottenere effetti di riflessione e rifrazione, e di ottenere ombre precise e nette. Questo algoritmo calcola il tracciato seguito dall'illuminazione nella scena virtuale in modo opposto a ciò che avviene nel mondo fisico. Infatti nella realtà la luce è emessa dalla sorgente luminosa, colpisce una superficie e viene riflessa o assorbita raggiungendo poi l'occhio dell'osservatore. Il *raytracing* invece traccia l'illuminazione partendo da un determinato *pixel* (dell'immagine che si vuole ottenere), ricreando il tracciato della luce sino alla sorgente luminosa. In questo modo si è certi che ogni raggio calcolato raggiunge l'immagine finale³¹. Questo metodo presenta un'elevata complessità di calcolo.

Il *radiosity* consente il calcolo delle inter-riflessioni che esistono tra i vari oggetti che compongono la scena, ossia gli effetti luminosi

dovuti alla luce indiretta, sempre a scapito di una notevole pesantezza di calcolo. Un'importante novità è tuttavia costituita dal fatto che gli algoritmi *radiosity* «determinano il contributo luminoso relativo a ogni superficie in maniera indipendente dalle trasformazioni di visualizzazione. Quindi, una volta espletati i calcoli iniziali, sarà necessario effettuare le sole trasformazioni relative all'osservatore e al punto di vista, risparmiando una notevole quantità di calcoli»³².

Come spiegheremo nella trattazione degli effetti luminosi, descritti nel capitolo successivo, nel mondo reale i vari possibili effetti dovuti all'interazione tra luce e corpi non avvengono mai da soli ma quasi sempre contemporaneamente e in combinazione tra loro, determinando una notevole complessità di resa nella rappresentazione.

Se si pensa al caso della diffusione della luce, si evidenzia che i raggi incidenti vengono riflessi in tutte le direzioni, e possono essere ulteriormente scomposti incontrando altri oggetti della scena, prima di raggiungere l'occhio dell'osservatore. L'unico algoritmo in grado di riprodurre tali interazioni è il *radiosity*.

Gli applicativi più evoluti integrano gli algoritmi di *raytracing* e di *radiosity*, permettendo di ottenere risultati sorprendentemente fotorealistici.

Esistono oggi numerosissimi tipi di algoritmi, che tendono a perfezionare sempre più il realismo dell'immagine, anche affinandosi sulle caratteristiche di particolari categorie di materiali, come ad esempio i metalli.

Negli ultimi anni più recenti nuove tecniche hanno implementato gli algoritmi sopra esposti, che restano pur sempre alla base del *rendering*, perfezionando sempre più la resa dell'illuminazione e con questa la verosimiglianza dell'immagine.

La maggior parte dei motori di *rendering* fotorealistici, tuttavia, usa ancora in qualche modo il *ray-tracing* (tra questi si possono citare alcuni motori di *rendering* come *blender internal*, *yaf(a)ray*, *mental ray*®, *indigo*®, *sunflow*®).

I motori di *rendering* basati sulla *radiosity*, invece, sono meno, forse proprio per la difficoltà di calcolo che questo procedimento richiede, e questo algoritmo è sempre abbinato ad altri.

Una recente novità è rappresentata dai *renderer* che usano micropoligoni, che generalmente si basano sull'algoritmo REYES®, ma sono ancora poco diffusi³³.

La maggior parte delle tecniche attualmente più diffuse possono pertanto essere definite ibride proprio perché combinano diversi algoritmi: tra queste ne citiamo qui di seguito alcune.

La mappa di fotoni (*photon mapping*) memorizza in una mappa una parte delle informazioni sulla radianza, e si può scegliere anche di memorizzare solo alcune informazioni, ad esempio quelle sulle caustiche.

L'*ambient occlusion* «è una tecnica che approssima tutti i materiali

come diffusi e precalcola l'occlusione (per le ombre) degli oggetti». Fornisce una buona approssimazione della scena se la maggior parte dei materiali è di tipo diffuso.

L'*irradiance changing* «è una tecnica in cui vengono salvati dei campioni nella scena, così se un raggio cade vicino ad un altro che è stato già valutato, non bisogna ricalcolare nulla»³⁴.

Infine un breve cenno deve essere riservato ai cosiddetti motori *unbiased* (come ad esempio Maxwell render®, Fryrender®, Indigo Render) «che considerano la luce all'interno della scena 3D come un'onda elettromagnetica, restituendo immagini fisicamente corrette»³⁵.

2.1.3. Dispositivi di input e di output

Il rapporto con lo strumento grafico digitale è obbligatoriamente legato alla natura dei dispositivi utilizzati per l'immissione dei dati da elaborare e poi per la visualizzazione dei dati elaborati.

Uno dei problemi ad emergere per primo quando fu creato il computer, fu quello dell'immissione dei dati di input, che inizialmente avvenne per il tramite della tastiera, mentre l'output, su supporto cartaceo, avvenne dapprima con l'uso di stampanti o plotter con penne ad inchiostro, e solo successivamente, con schermi a tubo catodico, grazie ai quali il risultato poté essere visto direttamente a video senza bisogno di essere stampato³⁶.

La penna luminosa fu inventata nel 1955 per convertire i segnali radar in forma grafica, ma solo successivamente ci si accorse dell'importanza della scoperta per l'evoluzione delle tecniche di rappresentazione digitali. Tuttavia la penna luminosa era molto imprecisa e venne presto sostituita da un nuovo dispositivo, comparso alla metà degli anni Sessanta, il *digitizer* o tavoletta grafica, la cui dimensione poteva variare da quella di un foglio a quella di un tavolo da disegno³⁷. Parallelamente si assiste anche all'evoluzione dei dispositivi di output, che trovano la prima soluzione dalla resa convincente solo alla fine degli anni Sessanta. Saranno infatti proprio i display a tubo catodico i primi a diffondersi assieme alle prime macchine commerciali.

La tipica configurazione dello strumento informatico diffuso negli studi di progettazione divenne quella che prevede l'immissione dei dati da tastiera o tramite mouse, e la loro visualizzazione a schermo e stampa su supporto cartaceo. Si può affermare che, a parte i perfezionamenti tecnologici dei singoli elementi, la configurazione di input e output sia ancora invariata nella pratica comune, mentre si iniziano a sperimentare, anche se solo in ambito di ricerca o in singoli studi particolarmente specializzati e all'avanguardia, nuovi dispositivi.

In ultimo va fatto cenno ai sistemi di input automatici, cioè non

manuali, come lo scanner, che trasferisce in forma di immagine o di dati grafici delle informazioni bidimensionali o tridimensionali, in caso di scanner 3D, direttamente al computer.

Tuttavia lo spostarsi verso dispositivi di scansione tridimensionale per la fase di input, e i dispositivi CAM, per la costruzione automatica di modelli in fase di output, determina una sempre maggiore automatizzazione del processo grafico, spingendone il ruolo verso la semplice visualizzazione in iter. In ambito architettonico è però difficile immaginare una completa automatizzazione di tutto il processo edilizio che porta sino alla costruzione, e le esperienze di prototipazione automatica si riducono alla produzione di modelli, che comunque passano attraverso successive manipolazioni grafiche prima di essere trasformati in realtà architettonica (è il caso particolare ad esempio dell'opera degli ultimi decenni di Frank O. Gehry).

Tra i dispositivi di visualizzazione, se ne sono diffusi anche altri tipi, che sfruttano le leggi ottiche della visione umana per produrre immagini ancora più realistiche e sensorialmente coinvolgenti. Alcuni tipi di questi Visual Display sono i *personal displays* (monitor, HMD); i *large volume displays* (*active glasses, walls, Surround screen display, workbench, CAVE*). Gli *Head Mounted Display*: sono dispositivi indossati dall'utente, possono utilizzare una vista monoscopica o una vista stereoscopica³⁸ (figura 4).

Questi particolari dispositivi offrono una visione di tipo tridimensionale delle immagini prodotte, generando nell'osservatore la sensazione di essere immerso nello spazio dell'immagine. Il principio è quello della *stereopsis* ossia la fusione di due immagini in una singola immagine stereoscopica, che si ottiene mostrando due immagini distinte sui due schermi separati, ciascuno mostrato ad uno dei due occhi.

La conseguenza è quella della sempre maggiore coincidenza tra spazio reale in cui si trova fisicamente l'osservatore e spazio della realtà virtuale, rappresentato in modo realisticamente attendibile.

3. Ivan Sutherland ed il suo *Sketchpad*
4. Esempio di dispositivo HMD



3



4

2.2. Realtà virtuale e disegno: effetti sulla definizione di un linguaggio di rappresentazione

Già i primi sviluppi della grafica computerizzata spinsero l'immaginazione verso la possibilità di creare con lo strumento digitale un intero mondo, che simulasse realisticamente lo spazio fisico. Queste potenzialità furono applicate inizialmente per simulazioni di volo e per i viaggi nello spazio. Ma, nel 1969 fu creato da Peter Kamnitzer un esperimento con finalità architettoniche, chiamato *Cityscape*. Questo progetto sfruttava il sistema *Moon Landing Simulator*, sviluppato per la NASA, per ricostruire una città immaginaria, che l'osservatore poteva sorvolare o esplorare dall'interno. Le architetture ricostruite erano semplici e rappresentate, in uno schermo circolare, con le prime forme di visualizzazione ombreggiata e colorata, che, confrontate col *wireframe*, a cui si era ormai abituati, fecero davvero scalpore per il loro realismo. Seguirono altri esperimenti simili come quello di Donald Greenberg che riproduce virtualmente un sito circoscritto realmente esistente, e quello capeggiato da Negroponte con l'*Architecture Machine Group* del MIT, che ambisce a riprodurre un viaggio immaginario in una città intera. Questi sofisticati programmi non furono subito disponibili per la maggior parte degli architetti, che ancora per diversi anni non useranno il computer nel processo progettuale³⁹.

Furono questi primi esperimenti ad aprire la strada ad un nuovo modo di fruire le immagini prodotte con lo strumento digitale. Questa modalità fruitiva è la cosiddetta realtà virtuale.

Già negli anni Sessanta si immaginava che gli sviluppi futuri avrebbero portato ad avvicinare sempre più l'apparenza di questo mondo a quello reale. Per rendere più realistico quanto rappresentato virtualmente al di là dello schermo, è necessario che lo spettatore vi si cali all'interno, partecipando egli stesso nella pienezza sensoriale della nuova realtà. Da allora si sono rapidamente sviluppati dispositivi sempre più sofisticati per rendere il più verosimile possibile l'esperienza virtuale. Sono stati così inventati gli occhiali virtuali oppure una sorta di casco/maschera, e altri dispositivi complementari come i guanti interattivi che permettono di emulare le sensazioni tattili sugli oggetti. Lo scopo è quello di raggiungere il totale coinvolgimento multisensoriale dell'utente e la ricerca continua a spingersi oltre per il raggiungimento di questo obiettivo. Attualmente uno dei campi principali di sperimentazione della realtà virtuale è sicuramente il settore dei video-games.

Solo di recente la realtà virtuale viene presa in considerazione per alcuni aspetti della ricerca architettonica.

Vedono così la luce sofisticati programmi in cui questa nuova esperienza diviene il luogo deputato alla verifica visivo-percettiva degli spazi progettati dall'architetto, prima che questi vengano

realizzati. Quindi la realtà virtuale può essere considerata uno strumento di rappresentazione dell'architettura davvero innovativo: la possibilità di sentirsi immersi nello spazio tridimensionale, modellato virtualmente col computer, non è raggiungibile con la rappresentazione tradizionale. Poiché l'esperienza dello spazio è un'esperienza multisensoriale e dinamica, solo la realtà virtuale, ottenuta con la rappresentazione digitale, è in grado di emularla attraverso la riproduzione degli aspetti percettivi di tutti i sensi ed del movimento⁴⁰.

C'è da precisare tuttavia che la realtà virtuale, a seconda del livello in cui viene simulata e anche a seconda dei diversi tipi di fruizione a cui è soggetta, assume varie sfaccettature. Il Sacchi, citando Maldonado, precisa un'importante distinzione esistente tra una realtà virtuale di tipo "immersivo-inclusivo", in cui l'utente vede dall'interno lo spazio generato virtualmente; e una tipo "di terza persona" in cui l'utente vede dall'esterno la propria immagine che interagisce con lo spazio virtuale. Vi è poi una virtualità di tipo "forte" ed una di tipo "debole", in cui la virtualità è realizzata con un computer di livello comune in cui, come spiega l'autore di *Reale e virtuale*,

«l'utente partecipa dall'esterno allo scopo di simulare un proprio coinvolgimento dinamico nello spazio rappresentato nel video [...] in questo caso si includono nella categoria delle realtà virtuali tutte le immagini simulate della grafica computerizzata in cui, tramite l'agire interattivo dell'operatore, si compiono variazioni dinamiche di posizione, forma e colore [...] questa dinamica interattiva, della quale fa parte anche, e non per ultimo, l'eventuale ricorso a trasformazioni topologiche, è una stravolgente novità nei confronti di altri mezzi di rappresentazione illusoria (ad esempio quelli filmico-televisivi) in cui la dinamica interattiva è ancora molto modesta»⁴¹.

È proprio questa dimensione interattiva, che avviene dall'esterno, ad interessare maggiormente il nostro discorso, perché in questa modalità il disegno spaziale è comunque costretto a tornare bidimensionale nel momento in cui lo spazio virtuale interagisce con il suo soggetto attraverso uno schermo. Allo stesso tempo questa è anche la modalità più diffusa negli studi di progettazione, e per questo è importante riflettere sulle sue conseguenze espressive nell'elaborazione delle immagini. Molte delle proprietà peculiari degli spazi simulati dal mezzo digitale, che esistono primariamente nella dimensione virtuale, infatti, si riflettono su alcuni dei caratteri espressivi dominanti nella rappresentazione bidimensionale del progetto architettonico digitale.

Nel panorama contemporaneo sempre più architetti stanno utilizzando la tecnologia digitale per sfruttare la relazione fra il reale e il virtuale, studiando veri e propri ambienti architettonici multimediali. L'esistenza di spazi progettati per esistere solo nel mondo virtuale genera conseguenze anche sul loro modo di

apparire, poiché si crea confusione tra il fatto che si sta guardando uno schermo bidimensionale ma allo stesso tempo si ha la sensazione di essere immersi in un ambiente tridimensionale. Alcuni architetti sostengono che questo induca un'attenuazione della percezione dello spazio fisico e una tendenza alla smaterializzazione dell'immagine che lo rappresenta⁴².

Nascono, in questo clima di sperimentazione sia tecnologica che concettuale, progetti pensati per esistere esclusivamente nello spazio virtuale, fruibili dall'utente solo attraverso il suo *avatar*, impersonato tramite dispositivi di visualizzazione o di interazione plurisensoriale digitali. È così per i progetti di ambienti virtuali di Asymptote (Hani Rashid e Lise Anne Couture). La Borsa virtuale di New York è stata pensata inizialmente come spazio solo virtuale e solo successivamente ai progettisti è stato richiesto di trasferire il virtuale sul reale e l'idea è stata adeguata e realizzata. Il Guggenheim Museum virtuale invece prende vita solo su schermi a cristalli liquidi. L'osservatore interagisce con le immagini dello spazio virtuale, le cui superfici si mostrano in sequenze di continua trasformazione (figure 5 e 6).

Grazie a queste esperienze architettoniche virtuali, alcuni architetti sono giunti alla conclusione che la concreta e materiale realizzazione del progetto non ne rappresenti necessariamente la conclusione. È il caso, ad esempio, di Kadambari Baxi e Reinhold Martin, che attraverso la dimensione virtuale, «riportano l'attenzione sul progetto ritenendo che il modello informatico sia già architettura, allo stesso modo in cui è strumento»⁴³ (figura 7). In quest'ottica la rappresentazione assume l'importanza principale nella definizione dello spazio architettonico, che si concretizza solo attraverso di essa. Ciò non avviene nel progetto tradizionale che è destinato alla successiva realizzazione dell'opera. Solitamente in architettura si fa un progetto per la sua successiva realizzazione: e per fare ciò nella rappresentazione si deve tenere conto della simulazione degli aspetti fisici e materici dell'oggetto. Inoltre, una volta

5. Asymptote,
progetto per La Borsa
virtuale di New York
6. Asymptote,
Guggenheim Museum
virtuale



5



6

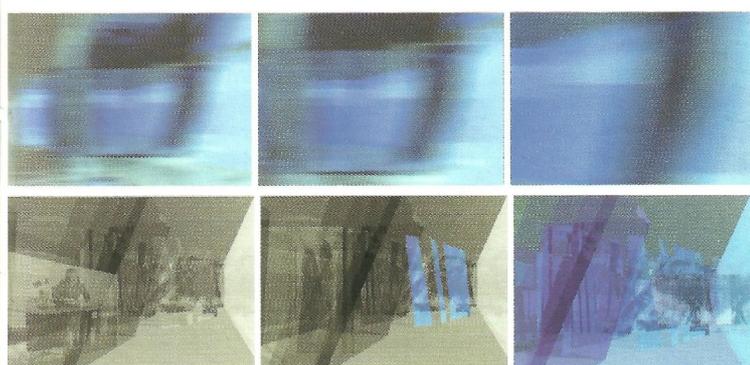
che l'opera è stata costruita, sembra che il progetto perda immediatamente importanza, diventando insufficiente a descrivere perfettamente la condizione materiale dell'opera; basti notare come nella rappresentazione di un'opera già realizzata le sue fotografie, e quindi le immagini più realistiche e meno simboliche e codificate, prendano il sopravvento rispetto ai disegni.

Concludiamo che gli elementi tipici della poetica espressiva dell'architettura virtuale possono pertanto essere identificati nelle seguenti caratteristiche: la smaterializzazione degli elementi fisici, che nella rappresentazione corrisponde all'uso di trasparenze e colori non rispondenti ad alcun tipo di materiale; l'assenza di riferimenti simbolici concettuali fisici, in particolare l'assenza della figura umana, idealmente trasposta al di là dello schermo; l'assenza di simulazione di effetti d'interazione con la luce, in particolare quella naturale, come la proiezione di ombre portate (quelle proprie servono comunque per descrivere la volumetricità degli oggetti); infine, la sovente ricerca di effetti illusori e disorientanti come ad esempio la sfocatura, la distorsione del quadro proiettivo e la compresenza di più punti di vista, che derivano dal fattore temporale, che è sempre parte di una realtà virtuale interattiva, e sono indotti dalla necessità di accentuare attraverso l'immagine aspetti legati al continuo mutamento temporale dell'oggetto (figura 8).

In effetti, come afferma il Sacchi, l'idea fondamentale alla base della tecnologia di simulazione di uno spazio virtuale non si allontana dall'idea di una tradizionale immagine prospettica che cambia in tempo reale al movimento dell'osservatore nell'ipotetico ambiente in cui è immerso⁴⁴. Tuttavia, le tecniche di rappresentazione digitali hanno aggiunto possibilità aumentate anche senza "inventare" alcun nuovo metodo proiettivo; basti pensare alla simultanea rappresentazione dello stesso oggetto da diversi punti di vista oppure secondo diverse modalità proiettive, oppure la possibilità di riprodurre facilmente la distorsione del quadro utilizzando visuali che emulano l'obiettivo fotografico.

È facilmente giustificabile il fatto che un'architettura virtuale, nata dai sistemi basati sulla variazione temporale, resi possibili dalle tecnologie informatiche, mettesse in crisi la tradizionale nozione di spazio di rappresentazione, verso una nuova idea di

7. Baxi e Martin, fermi immagine tratti dal cdrom interattivo che esprime il progetto multimediale di ambiente virtuale *Entropia*
8. Stephen Perrella, progetto per l'Haptic Horizon



7



8

rappresentazione mossa da forze animate⁴⁵. Per questo la forma di rappresentazione più adatta per la realtà virtuale è ritenuta essere quella dinamica, e la sua costrizione alla staticità ed alla dinamicità di riflette inevitabilmente su obbligate caratteristiche dell'immagine.

2.3. La scena post-moderna. L'adozione delle tecniche digitali e la permanenza degli strumenti manuali per il disegno di progetto

Lo sguardo sul panorama vario e vasto della produzione architettonica di questo cinquantennio, attraverso l'analisi dei soli disegni di progetto, avrà luogo senza la pretesa di ripercorrere cronologicamente una storia ordinata di tutte le espressioni che l'architettura ha attraversato in questi decenni, quanto mai ricchi di correnti artistiche in continua dialettica tra loro e con gli sviluppi tecnologici e culturali, e di caratterizzazioni a volte comuni ma anche specifiche di uno stile, o di un singolo autore.

Lo strumento grafico digitale si insinua nel panorama architettonico parallelamente ad un'evoluzione quanto mai varia e complessa del linguaggio grafico manuale, che oscilla tra esperienze di recupero e rivisitazione di espressività storiche e consolidate, dal linguaggio classicista a quello modernista, e sperimentazioni originali, che spesso prendono spunto dalle opere d'Avanguardia, e che uniscono tecniche grafiche tradizionali a tecniche innovative o coniugano il disegno con altre arti, come la fotografia.

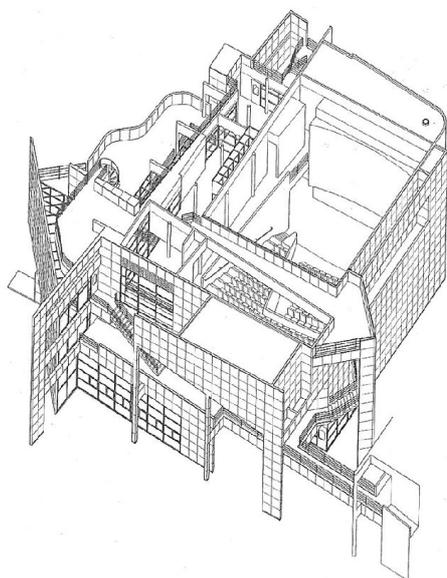
Il Sacchi riconosce due linee generali secondo cui la produzione grafica successiva agli anni Sessanta può essere inquadrata, senza l'obbligo di una classificazione troppo rigida che rischierebbe di non considerare la varietà e complessità dei contributi singolari : un nuovo classicismo o storicismo e dall'altra un nuovo modernismo. La prima tendenza vede il disegno in un ruolo centrale e portatore di ideali ad esempio nell'esperienza della cosiddetta Architettura Disegnata, a cui ho riservato una riflessione più approfondita nel terzo capitolo, al paragrafo sulle architetture di carta. Le forme espressive del disegno del nuovo classicismo vanno dalla ripresa di rappresentazioni tipicamente ottocentesche (come in Michael Graves dalla seconda metà del 1970, Charles Moore, Robert Stern, Leon Krier, Paolo Portoghesi) a forme più originali e radicate nella cultura contemporanea, come lo stile pop (di cui non possiamo non citare Robert Venturi).

Anche all'interno della linea neo-modernista si possono delineare alcune specifiche tendenze: l'uso non personalizzato dell'espressione grafica tipica del moderno (come ad esempio in Richard Meier, Oswald Mathias Ungers, Vittorio Gregotti e Tadao Ando) (figure 9 e 10); nella corrente architettonica High Tech non

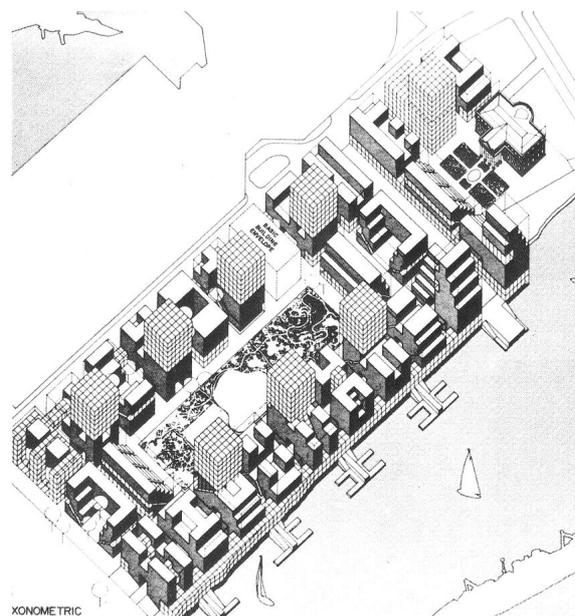
troviamo sperimentazioni grafiche particolarmente innovative ed originali ma tuttavia riconosciamo la bellezza grafica di elaborati progettuali ad esempio di Norman Foster, Renzo Piano, Richard N. Rogers; in un "razionalismo morfo-tipologico" è compresa l'opera di Aldo Rossi, dalla sorprendente perizia disegnativa, e di Massimo Scolari, che spaziano nell'uso sapiente di diverse tecniche manuali di rappresentazione, come l'inchiostro, il pastello, l'acquerello, l'aerografo, l'incisione e il collage; infine c'è un'espressione grafica che prende dichiaratamente spunto da quella delle Avanguardie artistiche del Novecento, e un'affine tendenza appartenente alla corrente architettonica decostruttivista: citiamo John Hejduk per le profonde relazioni che legano il suo disegno alle Avanguardie. Le tecniche manuali usate nelle prime sperimentazioni decostruzioniste vanno dall'uso di tecniche tradizionali ad una loro commistione con tecniche quali il collage, il fotomontaggio, l'aerografo, lo smalto, la carta fotocopiata, etc. (si citano i disegni relativi agli anni Ottanta e Novanta di Rem Koolhaas e Zaha Hadid), c'è poi il contributo di Bernard Tshumi, Coop Himmelb(l)au, Morphosis, Daniel Libeskind, Peter Eisenman, che analizzeremo in modo più approfondito nel corso della successiva trattazione, cercando di identificare anche con più precisione il passaggio dall'uso degli strumenti grafici manuali a quelli digitali⁴⁶.

Il metodo progettuale fatica a distaccarsi dal linguaggio modernista sino all'adozione di strategie compositive tipiche del linguaggio decostruttivista e che si basano su cambiamenti direzionali, distorsioni delle linee, concetti basati su variazioni dinamiche. Gli stessi più noti esponenti di questa corrente, hanno percorso inizialmente la linea neo-modernista, sviluppando le loro idee attraverso strumenti tradizionali. Gli embrioni degli sviluppi formali di rottura con la modernità, nascono prima della diffusione del computer e dei software specializzati, ma spesso non trovano

9. Richard Meier.
Assonometria.
Atheneum, New
Harmony, Indiana
10. Oswald Mathias
Ungers, Progetto di
concorso per
Roosevelt Island
Housing, New York.
1975



9



10

applicazione concreta.

Per un linguaggio razionalista, in cui forme e funzioni sono ancora controllabili nel piano cartesiano, le modalità di rappresentazione osservate sinora, sono ancora adeguate.

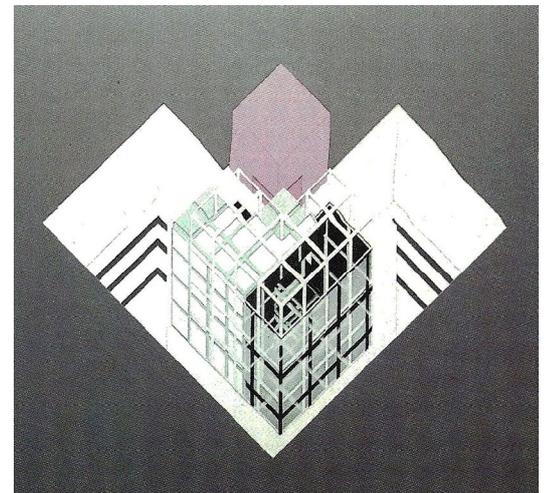
I disegni progettuali ripropongono gli insegnamenti del passato; metodi e tecniche si combinano in infinite possibilità, trovando a volte espressioni originali e innovative, e differenziandosi da autore ad autore. Alcune ideologie di progetto, come già era avvenuto in passato, trovano la loro naturale ed esclusiva forma di comunicazione nel metodo assonometrico, che diventa in questo modo l'icona di uno stile o di un processo generativo. E così, riconoscibili metodologie progettuali, impostate sull'uso di diagrammi a griglia e slittamenti ortogonali tra loro, si incarnano nel metodo assonometrico facendone di sicuro un necessario supporto progettuale. Ne sono esempio i disegni di progetto di Oswald Mathias Ungers, James Stirling, ma anche progetti di Eisenman degli anni Ottanta (figura 11). L'assonometria infatti è ideale per il controllo formale in fase compositiva, sino a quando le operazioni effettuate sugli elementi si possono ricondurre a operazioni facilmente riferibili ai tre assi cartesiani: traslazioni, sovrapposizioni, rotazioni, di cui visivamente si intuisce la direzione e l'entità.

Con l'aumentare della complessità dovuta alle prime sperimentazioni formali, che si sviluppano a partire dagli anni Ottanta, i progetti trovano una loro esigenza espressiva particolare, ancor prima della diffusione degli strumenti digitali. La necessità di evidenziare i rapporti volumetrici, traslazioni, inclinazioni e rotazioni degli elementi, impone a livello rappresentativo l'uso obbligato di viste tridimensionali, e l'uso delle ombre portate, sia nel metodo tridimensionale che nelle proiezioni ortogonali (figura 12).

La prospettiva invece, come in passato, sembra essere preferita per questioni di verifica percettiva, viene usata per viste di inserimento nel contesto e viste di interni.

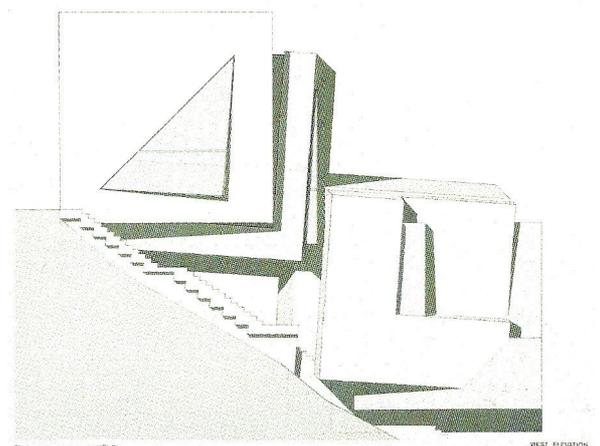
Nel passaggio dall'uso degli strumenti tradizionali a quelli digitali, assisteremo invece ad un deciso ritorno del disegno di progetto al metodo prospettico. Ciò, come spiegheremo nel prossimo paragrafo dedicato alla verifica prospettica come strumento progettuale, deriva probabilmente dalla possibilità interattiva offerta dal mezzo digitale, e dal

11. Peter Eisenman, progetto Fin d'Ou T Hou S, 1983. Disegno di studio



11

12. Peter Eisenman, Guardiola House, Puerto De Santa Maria, Cadice, 1988. Prospetto ovest



12

conseguente ruolo assunto dall'architetto come osservatore nello spazio progettato.

Dagli anni Sessanta agli anni Ottanta, dunque, l'uso del computer negli studi di progettazione era davvero per pochi: pertanto lo strumento di comunicazione bidimensionale del progetto restava il disegno manuale, supportato da strumenti e tecniche ormai consolidati. L'aria di innovazione conseguente alle prime sperimentazioni americane sulla grafica computerizzata, nella maggior parte degli studi professionali, non era neanche arrivata. Il ventennio successivo costituisce invece il vero periodo di transizione per la diffusa prassi progettuale architettonica, in cui avviene il passaggio dagli strumenti tradizionali a quelli informatici, e permane per lungo tempo la convivenza di entrambi. Da un lato la lentezza della transizione è dovuta alla lunga attesa per la diffusione del computer, e dall'altro a motivi ideologici e di scelta. Questo secondo fattore merita una discussione. Nonostante oramai nessuno studio progettuale sia sprovvisto di dotazione informatica, il disegno manuale è ancora molto usato, soprattutto nella fase iniziale di ideazione del progetto. Come avremo modo di approfondire nell'ultimo capitolo, infatti, l'immediatezza offerta dallo schizzo manuale, in cui viene immortalata l'idea che si forma nella mente del progettista, è tuttora insostituibile da qualunque potente mezzo a disposizione. La maggior parte degli architetti, anche i più avanguardisti e "digitalizzati", dichiarano di non poter rinunciare a questo momento disegnativo per la genesi progettuale. Ma, a parte il momento intuitivo e l'immediatezza del segno manuale, la diffidenza verso il nuovo strumento grafico, può essere anche più generale.

E qui si potrebbero individuare almeno tre principali diverse prese di posizione nei confronti di ciò che inesorabilmente stava accadendo: chi si oppose categoricamente all'ingresso dei nuovi strumenti nel proprio studio di progettazione; chi accolse il computer come una specie di potentissimo e velocissimo tecnografo di dimensioni ridotte; e chi invece trovò nel nuovo mezzo ciò che stava inconsciamente aspettando. La prima categoria di progettisti forse si sta estinguendo del tutto solo nell'ultimo decennio più vicino a noi, con la generazione dei "nati con il computer"⁴⁷. La comprensione della loro posizione sta certamente nel non aver potuto intravedere le effettive potenzialità del mezzo, che tuttora sono ancora in via di sperimentazione; nel non averlo saputo conoscere ed usare appieno e quindi nel non avervi identificato concreti spunti innovativi; in una comprensibile paura di lasciare il vecchio per il nuovo, il conosciuto per lo sconosciuto; e infine, come avevano preannunciato le reazioni della critica ai primi esperimenti di grafica digitale, per la paura che il proprio ruolo, all'interno del processo progettuale, potesse essere totalmente sostituito dallo strumento automatico, giungendo ad una paradossale cancellazione della figura

dell'architetto. Ormai si può certo affermare che queste paure fossero infondate, e alimentate sicuramente dalla poca conoscenza e controllo dell'evolversi degli strumenti.

La seconda categoria di progettisti, invece, è quella che tuttora utilizza in computer per semplificare e accelerare alcuni passaggi del processo progettuale. Questo atteggiamento è stato paragonato a quello di chi usa il computer come un potente tecnografo. È vero che, da un certo punto di vista, gli architetti di questa seconda categoria, che usano il computer con metodo per così dire tradizionale, non hanno trovato in esso innovazione radicale. Ma anche il solo aumento di velocità, precisione e possibilità di gestione di grandi quantità di dati ha avuto una notevole influenza sul processo progettuale. Il mezzo digitale è stato accolto con vantaggio in tutti quei casi in cui serviva a controllare la complessità. E dal punto di vista puramente grafico, il computer ha certamente permesso di intensificare la produzione degli elaborati, ed in particolare, degli elaborati di simulazione tridimensionale e realistica. La semplificata produzione di immagini di simulazione percettiva dell'opera ne determina l'aumento di quantità e soprattutto l'uso non solo al termine del processo progettuale, ma anche durante la sua evoluzione, come verifica interattiva in grado di indurre a tornare sui propri passi compositivi. Questa è una differenza sostanziale che distingue il processo progettuale informatizzato da quello manuale.

Questa seconda categoria di progettisti, e cioè quelli che usano il computer per velocizzare i processi e gestire la complessità, è sicuramente il caso più diffuso ed è difficile discernere da caso a caso, quanto e in che modo il disegno digitale, per loro, abbia influito sulla genesi formale del progetto.

L'ultima categoria individuata racchiude, infine, tutti quegli architetti che hanno acquisito lo strumento informatico rendendolo veramente creatore di forme.

Un esempio è il caso di Zaha Hadid, per la quale la sperimentazione formale e concettuale era già avviata prima dell'adozione dello strumento digitale come mezzo di progettazione. Nel suo studio il computer ha fatto ingresso alla fine degli anni Ottanta. Allora, utilizzando software come *Model-Shop* e successivamente *FormZ*, si realizzavano semplici modelli digitali tridimensionali in parallelo al disegno manuale. Ma il linguaggio architettonico era già stabilito. Alla metà degli anni Novanta si è iniziata a usare la progettazione bidimensionale computerizzata e, solo nella seconda metà degli anni Novanta, sono stati introdotti i softwares che utilizzavano curve *spline* e griglie di poligoni. L'uso di programmi che utilizzavano curve complesse ha invece effettivamente reso possibile composizioni ancor più sofisticate basate su geometrie sempre più sinuose.

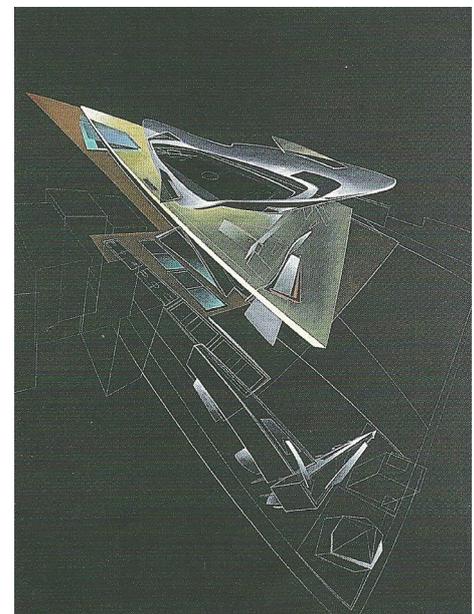
Nei primi anni Ottanta, Zaha Hadid ha prodotto progetti spettacolari espressi da disegni e pitture eseguiti manualmente.,

che sono stati inizialmente accolti con diffidenza per la difficoltà di interpretazione. In questo caso le originali modalità di rappresentazione furono al tempo stesso modalità di creazione. I nuovi strumenti, in poche parole, «corrispondevano ad un'inclinazione verso la complessità e la fluidità che era già presente nell'opera di Zaha Hadid». Nelle sue sperimentazioni grafiche pre-digitali, la Hadid utilizzò le proiezioni assonometriche e prospettiche in modo non convenzionale, applicando eccessive distorsioni dell'immagine per conferire dinamicità allo spazio. Comparivano proiezioni anamorfiche e numerose costruzioni prospettiche fuse tra loro senza soluzione di continuità. Il tentativo può essere inteso come la volontà di rappresentare i diversi aspetti di una composizione architettonica mentre la si osserva muovendosi attraverso di essa e immortalandone diversi punti di vista contemporaneamente⁴⁸. Un altro aspetto di queste pitture, che si avvicina in modo incredibile all'espressività, allora ancora sconosciuta, offerta dal mezzo digitale, è l'uso della trasparenza ai fini di suggerire la profondità spaziale e la compenetrazione degli elementi (figura 13).

Un ulteriore esempio è quello di Ben van Berkel e Caroline Bos di UN Studio, che credono fermamente nel fatto che lo strumento digitale incarni le nuove ideologie che liberano l'architettura verso nuove interpretazioni dello spazio e del tempo⁴⁹.

La rapida successione dei movimenti del Postmodernismo, Decostruttivismo e *Folding*, dagli anni Sessanta agli anni Novanta, sviluppati in principio su carta prima di assimilare i nuovi mezzi digitali, ha creato le basi concettuali da cui si ha preso avvio la sperimentazione attuale, che ha trovato nello strumento digitale tutta la libertà formale richiesta⁵⁰.

13. Zaha Hadid, disegno per l'Al Whada Stadium, Abu Dhabi, 1988



13

2.4. Le due facce del disegno digitale nel progetto: il disegno tecnico e il disegno di divulgazione.

Un altro fatto che contraddistingue, in modo sempre più evidente, il disegno di questo cinquantennio, è il delinearci di un deciso divario tra elaborati tecnici, dai contenuti oggettivi e funzionali al processo costruttivo, e sempre più specifici, e disegni di divulgazione, che mirano invece alla comunicazione di contenuti espressivi. È certamente in questo secondo tipo che si andranno a cercare i caratteri comuni del nuovo linguaggio, o i disegni più personali, eseguiti con le tecniche più originali.

Come si è visto nello studio della storia passata, è stato nell'Ottocento che si è iniziato a considerare i disegni di progetto come vere e proprie opere d'arte, con una propria autonomia

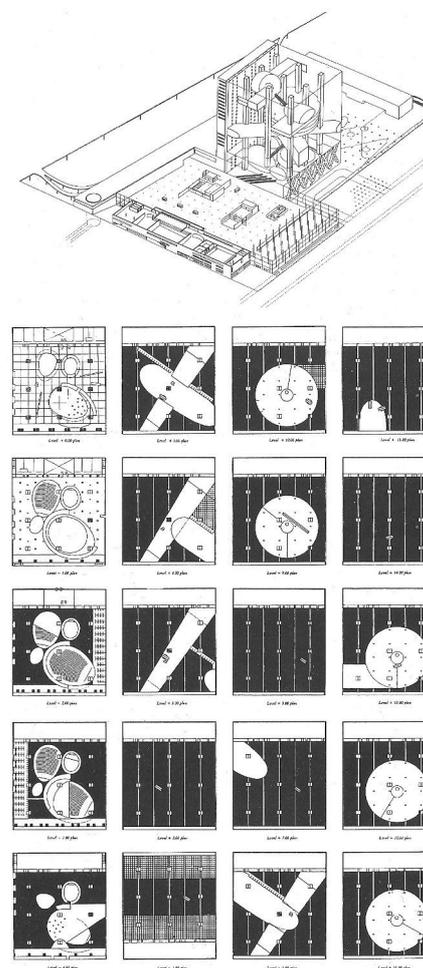
estetica, e così gli elaborati progettuali hanno preso due strade diverse, a seconda della loro principale finalità: il disegno tecnico dal valore oggettivo e il disegno divulgativo dal valore espressivo. Come approfondiremo nel terzo capitolo, questa doppia valenza del disegno progettuale ha generato due diverse categorie di elaborati grafici progettuali che si sono evolute spesso distintamente: entrambe in dipendenza delle conoscenze scientifiche e strumentali, ma l'una più legata alle tecnologie ed alle prassi produttive e costruttive, e l'altra più condizionata dalle esigenze comunicative richieste dalla destinazione degli elaborati, e quindi maggiormente implicata da valori culturali ed artistici.

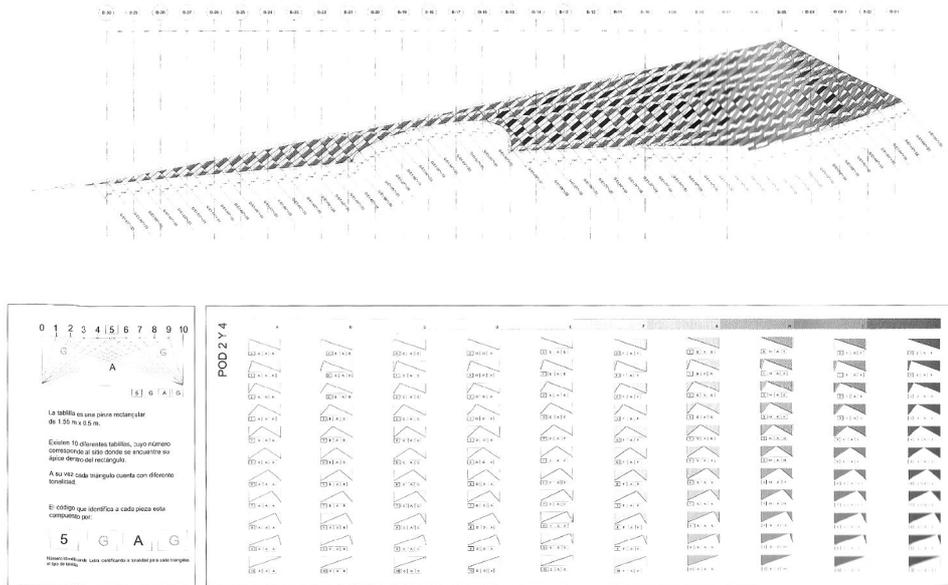
Nel secolo scorso, il linguaggio del disegno tecnico è andato delineandosi sino ad assumere una codificazione generalizzata, stabile ed universale, definita in norme internazionali. La produzione degli elaborati finali inoltre è sempre vincolata da strumenti normativi imposti, che spesso non permettono particolari libertà di scelta. In questo campo il disegno digitale non apporta cambiamenti di convenzione grafica in sé, ma piuttosto impone e permette la produzione di tanti elaborati quanti la nuova complessità costruttiva richiede.

Infatti, quando l'opera progettata presenta quei caratteri di complessità e non serialità, tipici di alcuni linguaggi sperimentali contemporanei, allora anche il disegno tecnico deve adeguarsi alla complessità, ma non nella modifica delle convenzioni, quanto nell'aumento numerico degli elaborati necessari alla completa e univoca descrizione del progetto.

In questo senso, anche il disegno tecnico, seppur con meno evidenza, ha subito importanti modifiche con l'evolversi degli strumenti di progetto e soprattutto delle tecnologie costruttive. Ad esempio, per la descrizione di un oggetto di forma molto complessa, sarà necessario un gran numero di sezioni, eseguite in più punti ed in più direzioni, per fornire le esatte informazioni utili a spiegare il progetto (figura 14). Oppure, nel caso di architetture costituite da singoli elementi costruttivi tutti diversi, e quindi non seriali, la cui progettazione è stata resa possibile ed eseguibile solo grazie al computer ed alle tecnologie CAM, per l'esecuzione in cantiere vengono prodotti dei veri e propri cataloghi dove i singoli pezzi sono descritti formalmente e dimensionalmente, generalmente in proiezione ortogonale, indicandone la curvatura, il colore etc, e ognuno è identificato da un codice. Il loro assemblaggio è esplicitato attraverso disegni che assomigliano ad istruzioni di montaggio, dove sono indicate le reciproche posizioni dei singoli pezzi (figura 15).

14. Rem Koolhaas, Biblioteca di Francia, Parigi, 1989. Sequenza di piante ai vari livelli





15. Zaha Hadid, Padiglione-ponte, Expo 2008, Saragozza. Stereotomia di una facciata e parte del catalogo dei pezzi di rivestimento delle facciate

Una riflessione va dedicata inoltre al metodo usato per generare gli elaborati tecnici. I grafici sono prodotti generalmente in modo automatico, attraverso il computer, e vengono cioè ottenuti da modelli virtuali tridimensionali. Durante l'iter progettuale, la dialettica tra tridimensionale e bidimensionale è continua e bilaterale. Sarebbe stato impensabile riuscire a gestire la complessità di tali organismi architettonici direttamente nella proiezione a due dimensioni. In questo senso il disegno digitale introduce un'importante novità rispetto a quello manuale. E in certi casi possiamo notare come i disegni tecnici vengano, per così dire, contaminati dal metodo usato per produrli. L'estetica del disegno digitale si riversa quindi anche sugli elaborati tecnici bidimensionali, evocando in essi elementi espressivi tipici di questo strumento, e che definiremo nel seguito.

Avveniva anche prima, col disegno manuale, che negli elaborati tecnici comparissero effetti grafici espressivi, anche attraverso tecniche ricercate come l'acquarello, o il collage, ma la differenza sta proprio nella successione temporale della produzione del disegno. Manualmente, l'effetto grafico personalizzato, eseguito sull'elaborato tecnico, è qualcosa che si produce dopo, sopra il disegno, con volontà espressiva specifica. Mentre digitalmente, l'effetto grafico nasce assieme all'elaborato, poiché deriva da un'operazione effettuata sul modello virtuale, la cui apparenza generalmente possiede intrinseche proprietà estetiche tipiche del linguaggio digitale (figura 16).

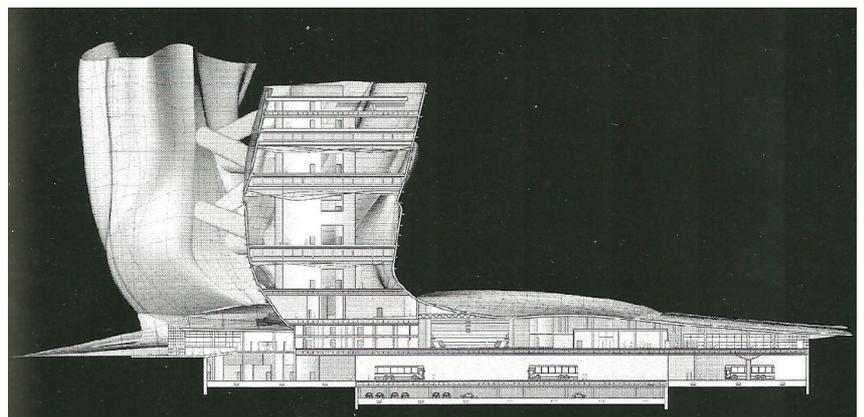
Quest'ultima è tuttavia una condizione ibrida, che non compare certo nei disegni da cantiere, ma solo in quelli destinati, in qualche modo, ad un'interpretazione meno precisa (ad esempio gli elaborati di massima, quelli di concorso, quelli destinati al committente o ad una illustrazione tecnica pubblica del progetto). E qui si apre un campo di indagine ricco di considerazioni. Il disegno

di divulgazione è certamente stato quello che ha portato in sé, fin da quando è esistito, i caratteri più soggettivi e caratterizzanti di un'epoca o di un'espressione culturale. Il disegno di divulgazione è quello che comunica il progetto in modo figurativo. La sua realizzazione persegue diverse finalità, come preciserò nel capitolo successivo, che spesso implicano la conoscenza e l'uso di fattori percettivi. Ma in questo paragrafo mi interessa discutere dell'enorme diffusione del disegno di divulgazione in epoca contemporanea. I perché sono certamente molteplici, e tra questi c'è sicuramente la diffusione della comunicazione di massa, sia attraverso la stampa che attraverso la rete informatica, e con questa la crescente abitudine all'abbondanza di immagini, che contraddistingue il pubblico a cui è destinata la comunicazione. Aggiungerei, come motivazione, anche l'iter partecipato che spesso accompagna la scelta e l'approvazione di un'opera da realizzare. Questa diffusione dell'immagine ha implicazioni importanti anche sulla sua estetica, che tende sempre più ad incarnare valori di iperrealismo e persuasività. Il predominio della sfera visiva pervade ormai ogni spazio dell'informazione, ed ai prodotti dell'immagine sono richieste qualità di spettacolarità⁵¹, che non possono che ripercuotersi sui suoi contenuti espressivi.

Ma il mio obiettivo non ha la pretesa di indagare i substrati filosofici e culturali, seppure essi siano fondamentali in questi eventi. Ma tornando a focalizzare l'attenzione sul campo di ricerca, vorrei sottolineare come questa abbondanza di immagini derivi direttamente anche dalle possibilità offerte dallo strumento di rappresentazione. Infatti il mezzo digitale, come si è detto più volte, permette di produrre in breve tempo, grazie a processi di disegno automatico, una notevole quantità di immagini. Nei casi più sfortunati, questa abbondanza si traduce in ridondanza, ma nei casi migliori, che sono quelli che mi sono proposti di osservare come esempi, diventa un'utile supporto alla rappresentazione della complessità e soprattutto, si tramuta in vero e proprio strumento progettuale.

Si può distinguere inoltre un'ulteriore doppia tendenza, da un lato un disegno che si identifica perfettamente nelle possibilità espressive del mezzo di rappresentazione, discostandosi dall'emulazione realistica dell'aspetto materiale del progetto, e dall'altro invece un disegno che riproduce con estrema perfezione effetti fisici che rispecchiano il patrimonio concettuale proprio di un progetto.

16. Peter Eisenman, Museo delle Confluenze, Lione, 2000. Sezione longitudinale



2.5. Considerazioni sulle caratteristiche peculiari del disegno digitale nel progetto contemporaneo

Come accennato in premessa, è molto difficile riuscire a distinguere e separare il substrato concettuale, che sta alla base di un progetto, dalla sfera puramente rappresentativa. È difficile capire dove finisce un campo e dove ne inizia un altro, e con l'aumentare della complessità progettuale, i rapporti si fanno sempre più intricati. Le potenzialità rappresentative si incarnano a tal punto negli aspetti concettuali che è impossibile stabilire gli elementi dominanti: il rapporto tra mezzi e pensieri culturali diventa simbiotico, e stabilire una priorità tra strumento o concetto diventa quasi come sciogliere il noto dilemma uovo-gallina.

In una concezione progettuale in cui il movimento assurge a principio generatore della forma, come afferma Prestinzenza Puglisi, «il movimento è il sublime del nostro tempo, ciò che ci incanta e ci terrorizza, forse il motore di una nuova estetica»⁵², è difficile stabilire se lo strumento digitale, con le potenzialità offerte dai sistemi parametrici dinamici, sia giunto casualmente ad hoc, ad incarnare e rappresentare i concetti, oppure si sia sviluppato appositamente in quella direzione, perché le esigenze culturali lo richiedevano; o ancora se sia stato lo strumento a suggerire lo sviluppo di talune teorie.

A questo proposito è stato interessante leggere una descrizione, riportata in una monografia su Zaha Hadid, che racconta l'iter seguito per la composizione formale del progetto della stazione dei treni ad alta velocità di Firenze. Si dice infatti che, nel progetto, si è partiti dalla definizione delle curve generative tracciate sulla base di modelli fisici; quindi per via digitale si sono applicate sezioni trasversali e da queste si sono originate superfici complesse che hanno restituito il primo modello digitale di studio; poi si è agito sui vertici delle curve generative, modificando la superficie; poi le sezioni trasversali sono estratte dal modello digitale e diventano la base per lo sviluppo che si traduce in nuove piante da cui si genera un nuovo modello digitale, sul quale si ripetono le operazioni di modifica sino ad ottenere un risultato soddisfacente⁵³. Nel caso descritto è ancora identificabile un'azione controllata sul disegno, nel momento in cui si compiono delle modifiche di forma alle curve ottenute da sezioni del modello, mantenendone un controllo grafico di visualizzazione. Ma, nella maggior parte dei casi, il ruolo del disegno, nel processo compositivo dell'architettura contemporanea, sta rischiando di essere subordinato alle dinamiche generative proprie del linguaggio astratto della macchina, soprattutto in quegli applicativi che elaborano una forma grafica da input numerici e concettuali. Qui il disegno viene relegato a strumento di controllo del processo, posteriore alla definizione della forma, oppure a semplice tramite di comunicazione dei risultati. In quest'ottica, purtroppo, credo che il disegno avrebbe più ragione di essere chiamato immagine.

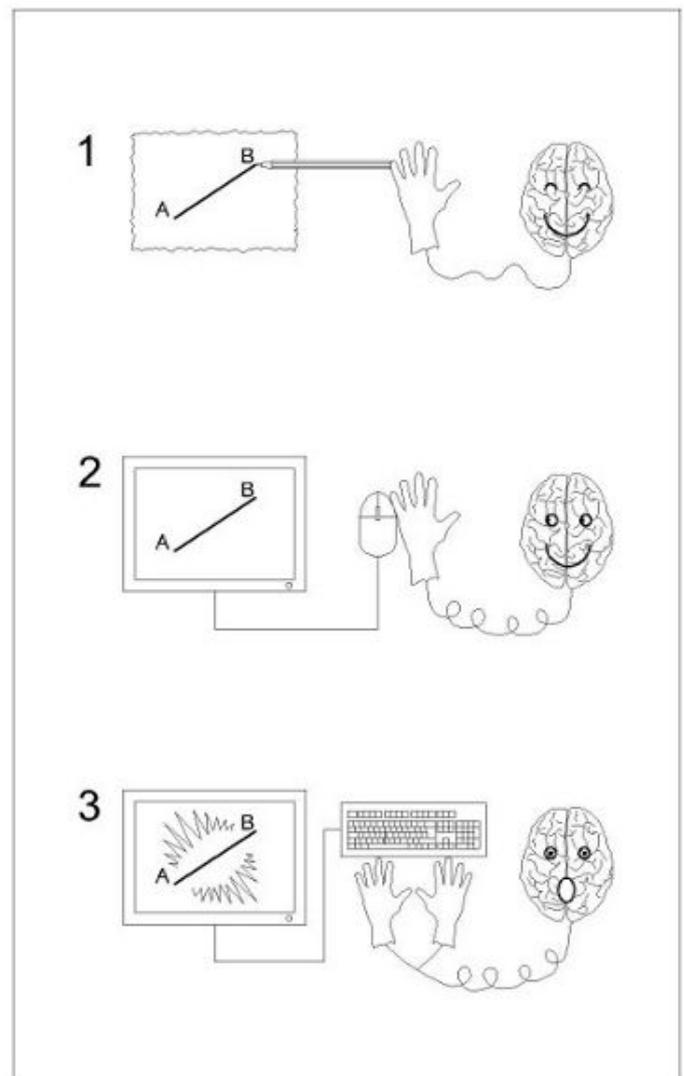
2.5.1. Nuove geometrie, nuove forme e disegno come immagine

Si è già detto che i primi studi sulle geometrie non euclidee sono in realtà molto lontani nel tempo, risalgono infatti alla fine del XIX secolo, ma non trovarono applicazione pratica sino all'invenzione delle NURBS, che sono in grado di fornire il modello matematico di qualunque tipo di superficie. Nel caso della elaborazione di queste geometrie complesse attraverso il computer, la distinzione tra rappresentazione matematica e grafica è molto sottile. Infatti, quando adoperiamo il computer come strumento progettuale e grafico, la gestione delle funzioni geometriche avviene all'interno del calcolatore, in forma numerica e quindi matematica, mentre il processo di visualizzazione avviene in realtà tramite altri algoritmi appositamente preposti: tuttavia noi vediamo sul monitor la forma grafica della geometria e quindi siamo portati ad identificarne l'entità concettuale con il disegno. Facciamo un paragone semplicistico con il disegno delle curve coniche: le formule matematiche che le descrivono non avrebbero mai potuto vestire una forma grafica geometrica, senza l'uso del compasso. E senza forma grafica non sarebbero mai potute essere usate per la composizione architettonica. Ma tornando al presente, in realtà, la formula che permette al calcolatore di gestire le NURBS è una scoperta teorica, connessa al linguaggio del computer, che coinciderebbe con lo strumento, e in questo caso il disegno sarebbe da identificare esclusivamente nella forma grafica assunta sullo schermo dalla geometria, grazie agli algoritmi di visualizzazione. In quest'ottica il disegno in sé, come metodi e come tecniche, non avrebbe fatto alcun passo avanti. Se invece la definizione matematica e la codificazione numerica in linguaggio informatico si inglobano nella definizione dello strumento, allora quello che si suole indicare come "disegno" risulta profondamente innovato rispetto al passato. Siccome abitualmente questa distinzione tra i momenti suddetti di elaborazione computazionale e visualizzazione è spesso trascurata, si suole identificare la scoperta teorica con la virtuale fisicità del disegno. Come se lo strumento fosse il disegno e non il computer e i complessi calcoli che lo fanno funzionare, e che ci rende oggi in grado di rappresentare le geometrie non-euclidee. Invece forse il disegno non è lo strumento, ma la visualizzazione del processo. È questo il motivo per cui il disegno digitale ha più ragione d'essere chiamato immagine: l'immagine di un processo numerico a noi difficilmente comprensibile⁵⁴. Qui sta il punto, perché si potrebbe far notare che gli innumerevoli algoritmi che sono necessari per il funzionamento del calcolatore, in realtà fanno parte della sua essenza, sono il suo linguaggio, il suo meccanismo interno. In questo senso macchina e suo supporto teorico sarebbero un unico strumento ed allora avrebbe senso parlare di disegno digitale, che utilizza tale

strumento. Tuttavia, sfido la maggior parte dei comuni mortali ad essere in grado di comprendere pienamente i meccanismi che conducono dall'immissione dei dati alla loro visualizzazione, ed è per questo che sono diffidente verso la convinzione di chiamarlo disegno: manca infatti quel rapporto diretto con lo strumento che ci permette di prefigurarci il risultato visivo nel tracciare un segno. È incredibile che siamo arrivati a questo grado di alienazione nei confronti dello strumento, al solo pensare che le prime interfacce grafiche digitali nacquero con l'intento di imitare la gestualità della mano che disegna⁵⁵.

Per spiegare meglio la distinzione introdotta, illustro un piccolo schema, che interpreta l'atto di disegnare un segmento in tre diversi modi (figura 17). Nel primo caso, collegando con una matita due punti A e B ottengo un segmento, che vedo inverarsi in tempo reale come una linea di dimensioni definite che giace su un supporto fisico bidimensionale. Il segno è collegato allo strumento il quale è collegato alla mano che infine è collegata direttamente al cervello umano. Segno, strumento e mano si muovono simultaneamente e analogamente sullo stesso piano. Poiché l'atto del disegno si esplica nel gesto spontaneo e semplice, il cervello non ha necessità di elaborare comandi complessi per controllare il processo. L'esempio è tanto semplice da sembrare banale, ma se faccio la stessa cosa col computer, collego i due punti trascinando il selezionatore con il mouse: ho effettuato un procedimento analogo. Con la differenza che lo strumento non è collegato direttamente e fisicamente al segno, perché il passaggio avviene tramite calcoli, che la mano è collegata al segno tramite il mouse e quindi si muove sempre simultaneamente e analogamente ma non sullo stesso piano. Infine il cervello che impartisce gli ordini per svolgere il processo del disegno, è costretto a elaborare ragionamenti più complessi che richiedono un maggior numero di nozioni intellettuali per far funzionare lo strumento. In questo secondo caso si può parlare comunque ancora di disegno in senso tradizionale, poiché permane la componente di

17. Schema che illustra il rapporto uomo-disegno in diversi casi di utilizzo dello strumento grafico



prefigurazione e di finalizzazione del gesto al risultato, seppur con l'uso di uno strumento potentissimo per velocità, precisione e semplificazione dei processi di costruzione grafica. Nell'ultimo caso, invece, immetto parametricamente le coordinate dei due punti nella barra di stato, con impostato il comando linea; la visualizzazione grafica appartiene ad un secondo momento temporale, innescato dall'invio, che in questo caso elementare, sarò in grado di prefigurare, ma in casi più complessi esula dalla mia comprensione. Questa è la sfera del disegno-immagine. In cui l'atto del disegno si confonde negli intricati meandri numerici della macchina, e l'immagine scaturisce magicamente come prodotto finale di un processo del quale siamo al comando, spesso non del tutto consciamente. La simultaneità e l'analogia fisiche del gesto col segno non esistono più, sono sostituite dall'input numerico; il processo aumenta di complessità richiedendo ancor più nozioni intellettuali e concettuali per la sua gestione controllata. In tutti e tre i casi si può notare che seppur semplice o complesso esiste il collegamento tra la mano e il cervello, inteso come ente consapevole delle proprie azioni. Tuttavia l'ultimo caso è quello più a rischio per la rottura di tale legame, perché, a causa dell'elevata complessità del funzionamento dello strumento da disegno-immagine, è possibile innescare processi che generano risultati grafici senza essere minimamente in grado di prefigurarli.

Riprenderò queste motivazioni nel capitolo quarto per capire il nesso tra disegno e composizione, discutendo di argomenti quali il disegno come forma mentale e la necessità della capacità di prefigurazione nel processo progettuale.

Finalmente libere di essere rappresentate, sotto forma di disegno-immagine, grazie alle potenzialità dello strumento digitale, le geometrie non euclidee aprono la strada all'uso di nuove forme anche in campo architettonico.

Gli studi concettuali sulla Topologia si concretizzano in innumerevoli sperimentazioni. L'elaborazione delle superfici NURBS fa emergere alcune categorie formali come come i *blob*, i *fold*, i *box* digitali. Alcuni progettisti, infatti, hanno usato queste espressioni per definire alcune delle superfici da loro progettate: ad esempio Eisenman usa il termine *fold* per indicare una superficie che si piega su se stessa; mentre Gehry chiama *blob* l'effetto ottenuto da una palla che impatta su una superficie liquida. L'architettura che utilizza questo nuovo repertorio formale, superando i vincoli imposti dalla geometria classica, è stata designata da alcuni critici proprio con il nome di "Architettura digitale"⁵⁶, il che è emblematico della forte relazione che lega lo strumento alla sperimentazione formale architettonica.

Anche il pensiero filosofico ha avuto da riflettere in conseguenze di queste potenzialità offerte dai mezzi digitali per la manipolazione della forma (si pensi teorici del postmodernismo come Gilles Deleuze e Fredric Jameson), abbandonando la netta

contrapposizione tra superficie, originariamente intesa come ente bidimensionale, e profondità⁵⁷. Bernard Cache afferma che l'immagine

«non è più l'immagine dell'oggetto, ma l'immagine di tutte le costrizioni dalla cui combinazione l'oggetto è creato. Quest'oggetto non riproduce più un modello di imitazione, ma dà corpo a un modello di simulazione»⁵⁸.

La simulazione dell'oggetto, ottenuta virtualmente grazie al mezzo informatico, non è più temporalmente conseguente alle leggi che definiscono graficamente il progetto, ma spesso le precede scaturendo automaticamente dall'elaborazione di concetti tradotti nel linguaggio macchina e attraverso di esso tramutati in immagine.

Con la possibilità di rappresentare le geometrie n-dimensionali e non-euclidee, si può parlare anche di un superamento della realtà percettiva: la geometria, che è una scienza nata originariamente proprio per misurare il mondo fisico così come l'uomo lo percepisce, ha ampliato i propri confini tanto da perdere il nesso con le potenzialità della percezione⁵⁹. Da qui il dubbio su cosa il disegno sia chiamato a rappresentare, se per sua natura questo è regolato dalle leggi della percezione. Esso non essendo adatto a rappresentare la natura intima delle geometrie complesse, dovrà comunque ricondurle ad un piano percepibile e ciò implica necessariamente una certa inadeguatezza della rappresentazione nei confronti della conformazione reale dell'oggetto. Per questo le sue nuove tendenze espressive sono tese verso qualità percettive ambigue o indefinite, volte forse a sottolineare questa natura di strumento di visualizzazione di processi che gestiscono geometrie complesse.

Potrebbero sorgere delle perplessità anche sul fatto che il disegno crea per definizione una cosa fissa, in esso il concetto di moto può essere solo evocato tramite il suo uso ripetuto in sequenza o attraverso particolari effetti grafici, e dunque esso si potrebbe ritrovare come mezzo non più sufficiente a comunicare contenuti di progetto, basati su concetti dinamici, e fondatori di molte architetture contemporanee. Può avvenire infatti che, quando si lavora all'interno della dimensione spazio-temporale del computer, la forma muta costantemente secondo parametri variabili. Dunque, dal punto di vista concettuale, potrebbero essere avanzate delle perplessità quando un'immagine viene bloccata per realizzare un'architettura come ente statico⁶⁰. È per questo che il progetto tende a necessitare oggi di una notevole quantità di disegni e immagini per essere spiegato, e ciò si traduce spesso nell'uso di rappresentazioni filmiche, o sequenze di immagini statiche, che, come approfondiremo più avanti, diventano tipiche della rappresentazione del progetto digitale.

Insomma, si può anche ammettere che lo strumento sia arrivato dopo lo sviluppo di certe teorie, ma certamente il suo

ingresso è capitato ad hoc, è servito per elaborare i concetti emergenti, ne ha incarnato la poetica, diventandone ulteriore incentivo, e sicuramente rendendo possibile l'aumento di complessità, grazie alla accresciuta capacità di gestione.

La manipolazione della forma complessa, rappresentata come geometria NURBS, è diventata d'uso comune, liberando le teorie più ardite dall'inerzia degli strumenti.

E sicuramente si può affermare che la nuova capacità rappresentativa abbia spinto i creatori di forme verso linee più sinuose e forme organiche. In Peter Eisenman, ad esempio, negli anni Novanta (a tal proposito si veda il progetto per Santiago de Compostela) notiamo l'ingresso di forme organiche generate da diagrammi fluidi, con linee più dinamiche e forme più continue⁶¹.

Anche nel caso di UN Studio le nuove tecniche offerte dal computer sono state il mezzo per liberare la composizione verso una spazialità che poteva finalmente espandersi nello spazio n-dimensionale⁶².

Con la convinzione che è dunque necessario rivalutare il ruolo del disegno nel progetto architettonico attuale, spostando la sua definizione verso qualcosa di più complesso ed articolato rispetto al disegno tradizionale, proseguiamo la nostra analisi su più fronti, perseguendone la comprensione.

2.5.2. Sul ruolo del disegno nel progetto dell'architettura digitale: controllo e casualità

Sulla scia del discorso sviluppato nel paragrafo precedente, è necessario interrogarsi ancora sui ruoli che il disegno si trova ad occupare all'interno degli innovati processi progettuali dell'architettura digitale.

Numerosi metodi progettuali si sviluppano secondo vari procedimenti e sfruttando diverse combinazioni di strumenti e tecniche digitali e non, e generano un intero mondo operativo e concettuale, ricco di idee originali. Tra questi possiamo descrivere i principali. In un primo tipo di metodo si procede dal concepimento della prima idea in modo tradizionale, mediante schizzi cartacei, quindi si realizza un modello tridimensionale fisico (il plastico) e questo viene trasformato in modello digitale attraverso una scansione con *laser scanner*. In questa fase la forma grafica è inizialmente quella di una nuvola di punti discreti, che rappresentano i dati acquisiti, e poi vengono elaborati tramite software che ricostruisce e restituisce visivamente la figura delle superfici. Da qui l'evoluzione progettuale procede per via digitale, anche se spesso vengono realizzati e utilizzati ancora dei modelli fisici di pari passo con le trasformazioni digitali. Una volta raggiunto il modello ritenuto definitivo, si ricavano, per via informatica, gli elaborati grafici esecutivi bidimensionali. Questo

tipo di procedimento è noto sotto il nome di *Reverse Modelling*, nasce una quindicina di anni fa in campo meccanico e recentemente viene usato anche in architettura. Il più noto architetto ad aver adottato questa procedura creativa nei suoi progetti è certamente Frank O. Gehry.

I disegni definitivi non sono più necessari qualora la produzione del progetto venga affidata a macchine a controllo numerico, il che avviene ormai diffusamente nel campo del Design Industriale⁶³, mentre in architettura, per ovvii motivi, è ancora fantascienza, sebbene attualmente qualche pioniere si stia cimentando con la sfida di affidare alla macchina dei processi di prototipazione di oggetti architettonici in dimensione reale, che cioè possono contenere al loro interno delle persone⁶⁴.

In un secondo tipo di metodo il concepimento della forma avviene direttamente attraverso il computer. Alcuni software permettono di creare e modificare nello spazio virtuale superfici complesse non descrivibili con l'uso della geometria tradizionale. In questo modo superfici anche molto complesse possono essere manipolate e solo successivamente, alle forme ottenute, si assegnano le funzioni richieste. La modellazione generativa e quella cinematica fanno parte di questo secondo tipo di metodo, le ripetute e continue modificazioni spazio-temporali della forma vengono registrate come possibili varianti. Si possono ulteriormente distinguere due approcci diversi: uno che utilizza le sole variabili spaziali, e partendo dalle sezioni variabili permette la costruzione di superfici. In questo caso vengono usati modificatori spaziali (*spacewarp*), che generano deformazioni spaziali sugli oggetti, e sistemi particellari. L'altro introduce invece la variabile del tempo ovvero del moto: è basato su alcune tecniche come il *morphing* permette di controllare le trasformazioni intermedie tra una forma ed un'altra; il *keyframing* con cui è possibile modificare nel tempo, cioè in corrispondenza di ogni *keyframe*, ogni parametro che definisce la forma; i *metaball (blob)* utilizzano interazioni dinamico-fisiche per essere generati e modificati. In ognuno di questi casi la novità sta nel fatto di usare come materiale compositivo concetti come il tempo, le forze fisiche, la luce e così via. (ad esempio Eisenman, lo studio dECOi, Kas Oosterhuis, Greg Lynn)⁶⁵.

In questi procedimenti progettuali il disegno funge spesso da elemento di visualizzazione di ciò che accade alla forma ed il suo ruolo assume pertanto a quello di "controllo a posteriori". La differenza con una procedura tradizionale del disegno sta nella mancanza di prefigurazione da parte del progettista. Quando la minore complessità del progetto permetteva di seguirne l'intera trasformazione, dalla genesi all'esecuzione, attraverso azioni ricostruibili graficamente, allora il disegno era vero strumento di "controllo in iter" della generazione e definizione della forma.

Anche col computer è possibile eseguire graficamente tutte le tappe evolutive di certi procedimenti formali, ma sempre seguendo

metodi di progettazione tradizionali, che in molti casi non sono più adatti a gestire la crescente complessità richiesta dall'architettura. È solo quando nel metodo progettuale si fondono veramente i concetti liberati dalle potenzialità della macchina informatica, che il processo diventa non completamente figurabile. Le operazioni di modifica sul progetto vengono reiterate continuamente sulla base dei "controlli intermedi" attuati sull'immagine. Sino a pervenire alla forma ottimale, che nessun progettista è sicuramente in grado di immaginare totalmente dall'inizio alla fine.

È qui che entra in gioco il concetto di casualità: e cioè nel momento in cui il progettista non è più in grado di comprendere completamente le trasformazioni formali indotte dallo strumento digitale sulla sua creazione, poiché la visualizzazione della variazione è discontinua e appartiene ad un momento successivo. Questo disegno pertanto ha un certo valore di inconsapevolezza. Gli elementi di sorpresa che scaturiscono da questo mancato controllo, vengono spesso accolti dagli architetti come validi spunti di elaborazione, da cui ripartire, riportando così il potere decisionale in mani umane. Nelle nuove tecniche di composizione digitali, le infinite possibilità di incorrere in elementi casuali, e cioè non prefigurati, conferiscono al processo progettuale, come afferma Patrik Schumacher, una "produttiva indeterminatezza"⁶⁶.

Uno degli architetti più rappresentativi dell'era digitale, che dichiaratamente lascia entrare la casualità nel suo metodo progettuale, è Ben van Berkel di UN Studio. Dai primi disegni manuali degli anni Ottanta alle elaborazioni digitali che caratterizzano la produzione dagli anni Novanta, il suo lavoro compositivo si muove senza gerarchie, secondo concetti di fluidità e defigurazione. A proposito della casualità nel suo processo compositivo, van Berkel dice che

«durante il processo ideativo, quando un evento inaspettato o un imprevisto entra nell'organizzazione o nella sperimentazione del modello che stiamo realizzando, gli permetto di accedere solo quando esso arricchisce e migliora il progetto stesso»⁶⁷.

Un ulteriore elemento di dialettica tra controllo e casualità, che contraddistingue il ruolo del disegno, è inoltre introdotto dalla pratica diffusa negli studi di progettazione di demandare l'atto del disegno ad operatori CAD, che spesso non hanno la stessa cultura progettuale dell'architetto⁶⁸. Questo modo di lavorare può essere indotto da una scarsa confidenza del progettista con gli strumenti informatici, sempre in continua evoluzione, e anche dalla necessità di gestire contemporaneamente molti processi grafici, inerenti lo stesso progetto o più progetti. I risultati a cui pervengono i vari operatori coinvolti, dunque, portano al vaglio dell'architetto ulteriori apporti da lui non controllati direttamente.

2.5.3. Verifica prospettica come strumento progettuale

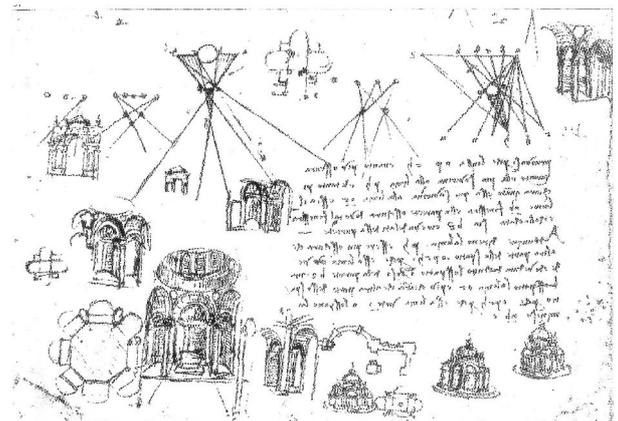
Uno degli aspetti specifici della prassi progettuale che utilizza lo strumento informatico, è il frequente ricorso alla rappresentazione prospettica, non solo in fase conclusiva, ma durante tutto l'iter compositivo. La possibilità di visualizzare velocemente e semplicemente immagini prospettiche di ciò che si sta costruendo, addirittura in tempo reale e compiendo le modifiche direttamente in vista prospettica, dall'interno dello spazio virtuale, diventa in questo modo vero e proprio strumento progettuale. Il disegno-immagine prospettico permette in ogni momento di verificare la situazione percettiva assunta dall'osservatore, e se questa evidenzia aspetti non soddisfacenti, induce a tornare indietro e decidere di effettuare i cambiamenti ritenuti necessari.

Il disegno in prospettiva, per sua natura, è stato sempre usato nella verifica degli aspetti percettivi dell'opera in progetto, e in questo senso non è certo un'invenzione dell'architettura contemporanea. Nel passato, è tuttavia raro trovare il ricorso al disegno prospettico durante l'iter di composizione formale, mentre questo viene riservato momenti di verifica in cui l'architettura ha già una forma definita. Come esempio del primo caso, mi viene in mente un disegno di Leonardo, in cui si vedono le prospettive dell'interno di una chiesa quasi volessero evocare l'esperienza visiva avuta nell'avvicinamento all'altare, e il punto di vista viene ad un certo punto spostato verso l'alto come ad evocare lo sguardo del visitatore che piega la testa all'indietro per guardare la cupola⁶⁹ (figura 18). Un altro esempio ci giunge dalle parole del teorico Germain Boffrand (1667-1754) che, nel suo *Livre d'Architecture*, affermò che, grazie al disegno prospettico, l'architetto può prevedere quale sarà l'effetto percettivo dell'opera, in fase progettuale, e tornare indietro sui suoi passi compositivi qualora lo stesso effetto percettivo lo richieda, e proclamando il primato dall'immagine sulla forma⁷⁰.

Tuttavia, sino all'avvento dello strumento digitale, la laboriosità della costruzione manuale del disegno prospettico, rendeva il suo utilizzo meno spendibile, e spesso questo tipo di elaborato era riservato a pochi momenti dell'iter di rappresentazione.

Quello che si può fare oggi col computer, si avvicina, per l'importanza nella definizione del progetto, a quello che si può fare con lo schizzo a mano libera. Come vedremo più approfonditamente nell'ultimo capitolo, l'uso del disegno a mano libera sembra essere ancora il sistema di rappresentazione preferito dagli architetti, anche i più "digitali", per

18. Leonardo da Vinci, progetti di chiese, 1507 circa. Milano, Biblioteca ambrosiana, Codice Atlantico, 104r/37r b.



comunicare la prima idea del progetto, ed elaborarla rapidamente attraverso il disegno. Dall'osservazione di molti schizzi di architetture progettate, nell'arco della storia, si può notare che il ricorso alla prospettiva è quasi sempre presente, perché costituisce il metodo grafico più affine alla visione percettiva che l'uomo ha dello spazio, e quindi forse il più naturale e intuitivo nella rappresentazione soggettiva. Tuttavia le importanti differenze tra strumento manuale e digitale li spingono nuovamente verso momenti e compiti separati all'interno dell'iter disegnativo del progetto. La prima differenza su cui abbiamo in più occasioni incentrato il discorso, è ovviamente la capacità di prefigurazione insita nel disegno manuale e non in quello digitale. La seconda differenza fondamentale sta nella diversa precisione geometrica del disegno a parità di velocità di realizzazione. Ovviamente lo schizzo a mano libera usa una prospettiva intuitiva e quindi non costruita geometricamente, che ha un forte margine d'errore, e presuppone, tra l'altro, la capacità dell'autore di intuizione prospettica (che è una dote sicuramente un po' innata e un po' coltivabile con l'esercizio). Invece il computer restituisce in modo immediato un'immagine prospettica assolutamente precisa, scaturita dalla visualizzazione di un modello tridimensionale virtuale (la cui costruzione non è inclusa ovviamente nel raffronto di velocità dei due disegni⁷¹), e può addirittura riprodurre facilmente deformazioni curvilinee che imitano il funzionamento dell'obiettivo fotografico. L'operatore che usa il computer non deve essere necessariamente dotato di intuizione prospettica per avere un buon risultato e ciò, da un lato, si può ripercuotere sulla produzione di moltitudini di immagini scontate e ridondanti, a cui forse non viene data la giusta importanza.

Un concetto fondamentale che vorrei insinuare è che questo uso, così abbondante, dell'immagine prospettica, si traduce nella progettazione di spazi "percettivamente omnidirezionali", cioè di spazi che possono essere guardati indifferentemente in tutte le direzioni senza avere una direzione preferenziale di fruizione visiva. Mi spiego meglio: quando il disegno in prospettiva era riservato alla rappresentazione di alcune vedute selezionate, e solo in alcuni momenti definiti della progettazione, le forme architettoniche erano paradossalmente più ricche di punti di riferimento prospettici. Era come se la forma stessa dell'architettura portasse in sé un certo numero di possibili viste prospettiche preferenziali, attraverso cui essere guardata. Ad esempio, le opere di Brunelleschi avevano una concreta marcata linearità, evidenziata dalla bicromia, le note rappresentazioni prospettiche rinascimentali inquadravano frontalmente architetture perfettamente simmetriche, quasi che la loro essenza fondatrice fosse proprio la convergenza di tutte le linee in un punto, e come se da quel solo punto fossero destinate ad essere ammirate per sempre. Mentre, quando guardiamo i movimenti Moderni del XX

secolo preferire la proiezione parallela a quella centrale, da più voci ci è confermato che questa consentiva loro di sviluppare la forma più liberamente in tutte le direzioni, per essere fruita indifferentemente da diversi i punti di vista, mentre alla prospettiva costruita ancora in senso rinascimentale, era assegnato un valore di rigidità ed eccessivo privilegio per determinate direzioni fruibili. Ma il metodo di proiezione parallela reca ancora i presupposti per una referenzialità percettiva, perché le linee che sono state disegnate in riferimento all'infinito, potranno tramutarsi in linee convergenti in un punto, nella costruzione prospettica, individuando comunque un riferimento visivo preciso nella condizione immersiva.

Oggi invece si progetta in costante condizione visuale prospettica. E questo fatto, incredibilmente, si traduce nella possibilità di creare spazi architettonici senza riferimenti prospettici, a causa di plurimi o innumerevoli punti di vista che si susseguono dinamicamente. Questo ovviamente non accade sempre, ma solo in alcuni casi, ed è di certo una conseguenza di un atteggiamento concettuale che trova l'ottimale strumento di conformazione progettuale nel mezzo di rappresentazione digitale, e in particolare nella sua dimensione parametrica spazio-temporale e nell'uso di geometrie complesse. L'effetto di smarrimento perseguito è ottenuto grazie all'uso di elementi delimitati da linee distorte rispetto ad un ipotetico punto di convergenza, oppure dall'uso di sole linee curve, la cui percezione prospettica è sempre poco naturale. Il risultato percettivo è una condizione destabilizzante certamente di forte impatto. Dal punto di vista della rappresentazione, ci si trova di fronte a casi in cui è impossibile, guardando un'immagine di queste architetture, riconoscere se sia disegnata secondo un metodo prospettico o assonometrico, e spesso, si è ovviato al problema inserendo nell'immagine una notevole quantità di figure di ipotetici abitanti dello spazio, che oltre a fungere da simboli per la comunicazione delle possibilità d'uso, sono spesso collocati in modo da suggerire una possibile interpretazione prospettica. Nell'ultimo capitolo sono riportati alcuni esempi.

Il continuo dialogo tra composizione e verifica percettiva è dunque una caratteristica peculiare del disegno digitale. E costituisce un vero metodo progettuale, in quanto la decisione di compiere un passo indietro e modificare il progetto sulla base dell'immagine prospettica visualizzata, è ancora un atto consapevole dell'architetto, nel momento in cui sfugge al processo automatico. L'architetto ha quindi in mano il controllo visivo dell'opera.

A questo proposito, inserisco la risposta che il noto architetto paesaggista, Christophe Girod, diede in occasione di una conferenza tenuta presso la nostra Università⁷², alla mia domanda su quanto fosse importante, nel suo atelier di progettazione, la

verifica percettiva, ottenuta tramite la simulazione virtuale immersiva, e cioè a dimensione umana. E se l'ausilio di questa forma di rappresentazione si ripercuotesse ripetutamente nel momento progettuale, inducendo a tornare indietro sui propri passi, oppure costituisse solo un momento secondario di esposizione dei risultati. La risposta fu questa:

«Il problema è che la tecnica non segue la domanda. Il problema per la tecnica oggi è che si fa l'elaborato e poi si entra in una fase di rappresentazione, non si può andare indietro, diciamo quando si entra dalla porta del Photoshop e si mette tutto dentro, poi ci vogliono tre, quattro giorni per fare l'immagine, la foto perfetta, però non si può ritornare indietro, e ritrovare, rielaborare sulla pianta, il problema è che adesso la tecnica non permette di andare e di tornare, come dice la domanda. Io non sarei tanto dogmatico per dire che c'è una differenza tra la visione dall'alto o la grande visione e quella a piccola scala, adesso, con la tecnica, perché si può veramente andare da una scala all'altra. Siamo fuori scala sempre, con questi computer, si può andare al livello del dettaglio, con quello del territorio, in un minuto, mentre questo non succedeva prima, e la divisione tra i professionisti, la pianificazione, i progettisti ecc. era precisa e che c'era uno che era specialista nel fare la pianta al diecimila, l'altro al mille, l'altro al cento, e ognuno aveva la sua pianta che aveva la sua verità, e il risultato è quello che vediamo fuori e che lo vivo anche io e io sono d'accordo che c'è ancora oggi questa verità, tra virgolette, della pianta vista dall'alto, dove l'ente verde ha la sua pianta verde, l'ingegnere viario ha la sua pianta, quello che fa l'edilizia ha la sua, e non c'è mai veramente un coordinamento d'insieme, e non si fa il master plan, è un mito che è morto, non si fa più. Io direi, per rispondere, la tecnica va molto veloce, negli ultimi cinque anni i passi sono giganti, e io penso che nei prossimi cinque anni sarà possibile fare una visualizzazione alla scala umana perché io penso, se io capisco bene la domanda, questa scala, questa giustezza deve essere verificata, però è anche importante poter dopo la verifica tornare indietro e modificare la topologia, modificare le masse, modificare la forma; e questo non è ancora totalmente possibile, è un po' il problema ancora attuale, però l'abbiamo identificato, stiamo lavorando anche con dei dipartimenti di programmazione, per trovare un modo di andare e di tornare, io penso che questo arriverà».

L'aspetto più critico di questa affermazione sta sicuramente nella constatazione che i progettisti che operano nell'attualità sono alla ricerca di processi che automatizzino il continuo passaggio inverso dalla visione prospettica immersiva realistica al controllo dell'elaborato grafico bidimensionale. Un passaggio che una volta acquisito renderà il metodo progettuale ancor più sconvolto rispetto al passato, spostando l'importanza del disegno sempre più verso la condizione immersiva ed automatizzandone sempre più la produzione di elaborati astratti.

Oggi dunque progettiamo in prospettiva, siamo in grado di

formare uno spazio avendo in tempo reale la sua percezione soggettiva. Mentre in passato, senza lo strumento digitale, la rappresentazione prospettica diventava una verifica successiva alla composizione della forma e probabilmente non era prassi comune compiere un continuo dialogo tra composizione e verifica percettiva, proprio per la laboriosità della costruzione di questa; si potrebbe tuttavia ipotizzare che gli architetti in passato fossero meglio allenati all'immaginazione dei risultati prospettici di uno spazio progettato; mentre oggi questa capacità si affievolisce a causa della velocità di resa offerta dal computer, e paradossalmente la facile disponibilità di immagini prospettiche, e la loro abbondanza nel processo progettuale, si riflette nella creazione di spazi architettonici anti-prospettici.

Comunque, per la mancanza di una totale automatizzazione del processo, si può dire che questo continuo e reiterato passaggio tra rappresentazione come verifica percettiva e modificazione del progetto, sia un atto consapevole ancora nelle mani decisionali del progettista. E proprio per questo motivo credo che il disegno, pur nelle sue nuove espressioni digitali, in questo caso, mantenga ancora un ruolo di controllo consapevole da parte dell'architetto.

2.5.4. Nuove espressività. Poetiche del disegno digitale del progetto architettonico

Nuove sono dunque le esigenze di rappresentazione richieste dalla complessità formale, funzionale e costruttiva che contraddistingue il progetto di architettura nell'era dell'elettronica. E nuove sono anche le aspettative estetiche del pubblico a cui è destinata l'immagine del progetto architettonico.

Ad un'osservazione analitica del materiale iconico raccolto, hanno iniziato ad emergere alcuni caratteri ricorrenti e altri originali, che mi hanno permesso di identificare vere e proprie tendenze espressive nel disegno-immagine del progetto digitale contemporaneo.

L'obiettivo di questa parte della ricerca era quello di fare chiarezza sul ruolo e sulle peculiarità espressive del disegno prodotto con gli strumenti digitali, all'interno del processo progettuale. Dopo aver discusso a lungo sul ruolo, è giunto il momento di dedicare attenzione alla forma espressiva. Un tentativo personale è stato quello di creare delle categorie che fossero in grado di identificare le caratteristiche principali e diffuse del suddetto disegno. Tale invenzione non pretende di essere nulla di imprescindibile né di definitivo, ma è anzi aperta a critiche, integrazioni e anche personali ripensamenti, alla luce di nuove considerazioni. Tuttavia è stata per me un modo utile per tentare di classificare le molteplici tendenze individuate, con l'illusione di poterne avere così una maggiore consapevolezza ed un maggiore controllo,

verso la definizione di quella veste formale della quale, come ho detto nell'introduzione, la rappresentazione architettonica è ancora in via di sperimentazione, alla ricerca di un linguaggio espressivo identificabile. A queste categorie ho dato il nome di "poetiche", proprio per esaltarne il valore artistico espressivo e la ricorrenza nell'essere utilizzate per comunicare alcuni caratteri insiti nello strumento e nelle sue innovate potenzialità.

Nel progetto, la sfera rappresentativa e quella concettuale sono in continuo dialogo tra loro, prevalendo ora l'una ora l'altra e confondendosi nella loro reciproca corrispondenza. Una rappresentazione, profondamente condizionata dalle possibilità intrinseche dello strumento digitale, da esso fa emergere, attraverso l'immagine, linee espressive che non sempre corrispondono alla descrizione oggettiva della materialità dell'opera, spesso indotte da un'affascinante alternativa virtuale alla costruzione.

La poetica della trasparenza.

Per descrivere questa categoria è necessario distinguere due casi: il primo è quello in cui l'oggetto rappresentato è costituito di materiale trasparente, per cui lo strumento non fa che emularne il comportamento reale alla luce, creando corrispondenza tra simulazione grafica e oggetto concreto del progetto; il secondo caso, invece, vede l'uso della trasparenza come vero mezzo espressivo, reso facilmente utilizzabile dai mezzi digitali, col quale si persegue, a volte, la visibilità di parti nascose per rendere meglio comprensibile la forma, generalmente complessa: a volte si persegue una resa immateriale della scena, che interpreta valori di indeterminatezza ed evanescenza materica. Mentre nel primo caso non c'è nessuna novità rispetto al passato, se non l'aumentata facilità e precisione nell'emulare questa proprietà del materiale; nel secondo caso si tratta effettivamente di una tendenza propria e diffusa della rappresentazione architettonica digitale.

La poetica della luce.

In questo caso, si tratta generalmente di rappresentazioni che emulano il futuro comportamento, nella realtà, dell'opera progettata. Il mezzo digitale ha potenziato enormemente la capacità di emulare gli effetti di interazione tra luci e corpi, tanto che con disinvoltura si rappresentano, non solo le ombre, ma anche condizioni di emissione luminosa, effetti di riflessione, effetti atmosferici, di diffusione della luce e di inter-riflessione, raggiungendo risultati foto-realistici. Grazie a questa possibilità è consueto rappresentare l'opera pensata in condizioni notturne, di emanazione luminosa. Questa poetica incarna le caratteristiche reali dell'oggetto progettato, e la sua innovazione rispetto agli strumenti tradizionali risiede proprio nell'aumentata e semplificata capacità di simulazione realistica, che permette spesso di esaltare

gli effetti di interazione con la luce, creandone appositamente le condizioni favorevoli.

La poetica del wireframe.

Una delle prime forme di visualizzazione sviluppate, e fortemente carente di elementi utili alla riconoscibilità della forma, in un certo senso può dunque essere definita una forma rappresentativa ambigua. Tuttavia, questa categoria incarna l'essenza del linguaggio informatico, costituisce la primaria forma grafica della rappresentazione matematica della forma, attuata dal computer. Nell'uso che attualmente continua a farsene, per la rappresentazione del progetto, essa assume la valenza di poetica quando viene scelta appositamente perché contraddistingue il linguaggio grafico della modellazione digitale, la sua prima visione, la sua struttura intima.

La poetica dell'assenza di contorno.

Questa categoria individua un tipo di espressività che è proprio dei più comuni algoritmi di visualizzazione utilizzati nella pratica. L'immagine, restituita nel *rendering*, riproduce oggetti delimitati da superfici che si intersecano tra loro definendo spazi e volumi, ma senza marcature dei contorni né delle intersezioni. I cambiamenti di entità e di direzione sono visibili soltanto grazie al cambiamento di colore. Questa poetica è ed è stata usata anche con strumenti di rappresentazione tradizionale, ma in modo ricercato, perché il segno grafico manuale si traduce spontaneamente nel segno netto. Avviene il contrario per lo strumento digitale, e cioè la rappresentazione di default, per non dire spontanea, adotta normalmente questa poetica e la riproduzione del segno di contorno è invece ricercata. Per questo ho notato tendenze particolari, in alcuni autori, che si distinguono proprio per la scelta volontaria di evidenziare comunque le linee di contorno, ottenendo così un'espressività autografa.

La poetica della maquette.

Questa categoria espressiva del progetto digitale emerge, in realtà, da una possibilità di fondo offerta dal mezzo, e cioè quella di elaborare il modello virtuale tridimensionale del progetto come fosse un plastico di studio. Ciò avviene comunemente durante l'iter generativo, ma, a volte, può capitare che un tale grado di definizione del modello sia usato per la rappresentazione allo scopo di evidenziare particolari aspetti, per cui non è necessario mostrare il particolare. Capita che, forse per esaltare il labile confine tra virtualità e realtà, il progettista scelga di rappresentare la maquette digitale come fosse concreta, emulando gli effetti materici, in modo difficilmente distinguibile dall'immagine di una maquette reale.

La poetica della texture.

Questa categoria espressiva riguarda il modo in cui viene usata la capacità di simulazione materica dello strumento. Le

possibilità spaziano dal valore simbolico a quello foto-realistico. La prima opzione è raramente utilizzata ma conferisce un carattere più originale alla rappresentazione: con essa si sceglie di usare l'immagine che riproduce la *texture* in modo non rispondente al vero, usando variazioni di scala oppure di colore o di direzione. L'effetto finale è simile ad un collage. La seconda opzione, quella della *texture* realistica, spinge l'immagine verso la simulazione fotografica, e incarna la poetica più diffusa e perseguita nell'immagine di divulgazione del progetto digitale.

La poetica dello sfondo scuro.

Inserita in un discorso molto ricco di spunti riflessivi, che abbraccia tutta la storia della rappresentazione del progetto architettonico, l'individuazione di questa poetica appartiene principalmente al disegno digitale. La motivazione può essere ricercata nell'essenza degli strumenti: mentre il supporto cartaceo è generalmente chiaro, il supporto digitale, lo schermo, si presenta originariamente con sfondo scuro e su di esso l'immagine contrasta come elemento luminoso. Ciò si traduce spessissimo, anche nella stampa, nella produzione di immagini di progetti che emergono su sfondo nero.

La poetica della sequenza.

Questa categoria espressiva va analizzata per le sue diverse occasioni d'uso. L'esigenza e la scelta di rappresentare aspetti di un progetto attraverso sequenze di disegni o immagini, non è una novità introdotta dallo strumento digitale. È un espediente ricorrente nella storia della rappresentazione del progetto. I casi in cui viene utilizzata sono diversi: ad esempio la sequenza può ritrarre le fasi di evoluzione dell'idea al fine di spiegarne la genesi e lo sviluppo; oppure la sequenza può esporre diverse visioni dell'oggetto al variare del punto di vista, e cioè impersonare lo spostamento dell'osservatore, o anche per rendere una visione completa della forma; oppure può descrivere casi in cui l'oggetto della rappresentazione è dotato di movimento proprio o è sottoposto a variazioni. Questa categoria espressiva diventa una poetica della rappresentazione digitale dal momento in cui il ricorso ad essa è necessario per l'espressione di concetti che sottendono il parametro temporale.

Il ricorso alla rappresentazione sequenziale diviene indispensabile nell'ambito del progetto contemporaneo, dove il fattore temporale fa parte integrante del processo di generazione della forma. Per questo le sequenze diventano una categoria espressiva caratteristica e le singole immagini, chiamate fotogrammi o anche *snapshots*, raccontano il progetto nel suo evolversi, o modificarsi del punto di vista, secondo le modalità sopra elencate.

La poetica dell'immersività.

Questa categoria espressiva riguarda il ricorso alla rappresentazione prospettica in tempo reale, e il suo uso come

strumento di verifica percettiva continua. In termini di immagine ciò si traduce nella presenza costante di una visione prospettica a schermo durante tutto l'iter evolutivo della forma progettuale, e nella produzione, in output, di un gran numero di viste prospettiche risultanti, utilizzate nella comunicazione del risultato progettuale, quasi che la condizione immersiva evocata da questa immagine, fosse un elemento indispensabile per la fase divulgativa e il coinvolgimento del futuro fruitore.

La poetica della deformazione.

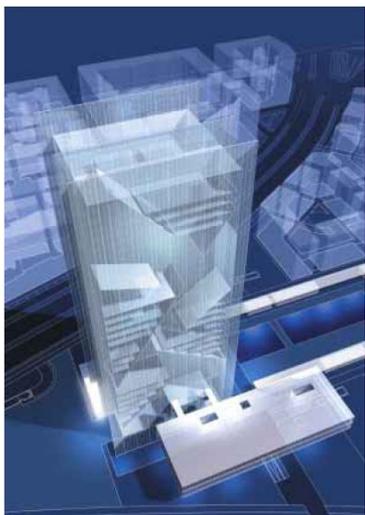
Questa poetica è una variante della precedente, poiché riproduce la condizione immersiva del fruitore dell'opera progettata, ma ne esaspera le condizioni percettive, spaziando dalla simulazione di effetti grandangolari propri dell'obiettivo fotografico, del quale lo strumento digitale riproduce il comportamento visivo, a distorsioni curvilinee, più rare da trovare, e usate per perseguire effetti di smarrimento e destabilizzazione concettuale.

La poetica della sfocatura.

Ove sia presente l'esigenza di rappresentare in qualche modo il fattore movimento, compare, anche se di rado, questa categoria espressiva, che emula la sfocatura dell'immagine. Chiaramente tale poetica si incarna in teorie che mirano alla mancanza di stabilità e referenzialità dell'oggetto rappresentato.

La poetica del riferimento simbolico.

Così pervase da valori di smaterializzazione e indeterminatezza, le immagini digitali del progetto architettonico contemporaneo rischiano spesso di poter essere confuse con opere a puro fine figurativo. E ciò avviene non solo per la scelta di determinate poetiche espressive, ma anche per la natura in se stessa complessa di ciò che rappresentano. Pertanto è molto diffuso, più che in passato, il richiamo di significati riconoscibili attraverso l'uso di figure simboliche collocate all'interno dell'immagine. A volte, il ricorso a questi fantasmi del reale sembra quasi essere l'ultima arma espressiva per richiamare il nesso tra immagine e finalità fruitiva dell'oggetto rappresentato, portando questo atteggiamento ad essere definito una vera e propria poetica dell'immagine di progetto.



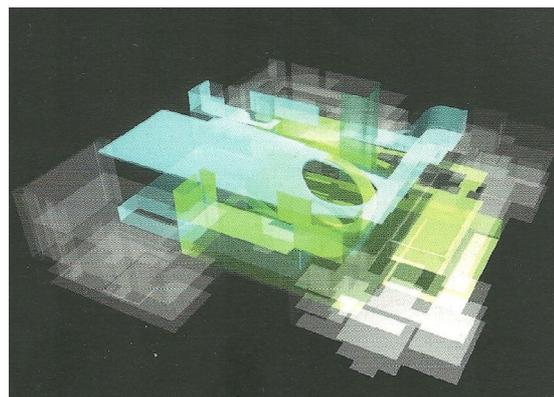
19



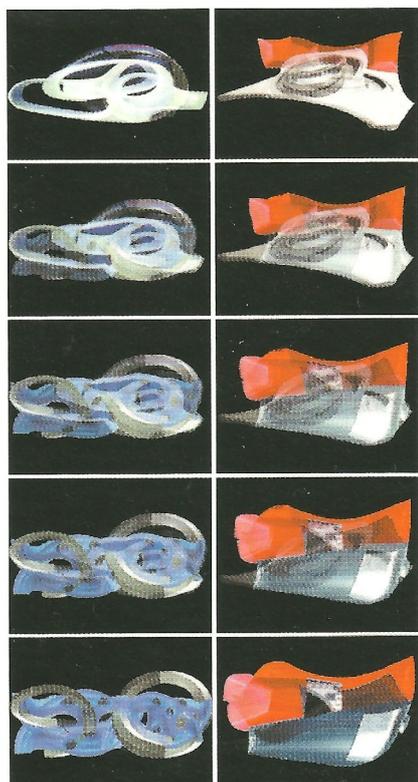
20



22



21



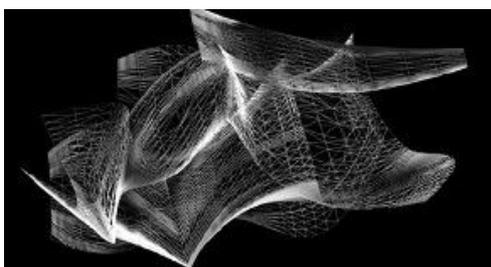
24



23



25



26

19. Massimiliano Fuksas, nuovo Palazzo della Regione a Torino, concorso 1999-2001

20. Peter Eisenman, Centro culturale a Santiago de Compostela, 1999

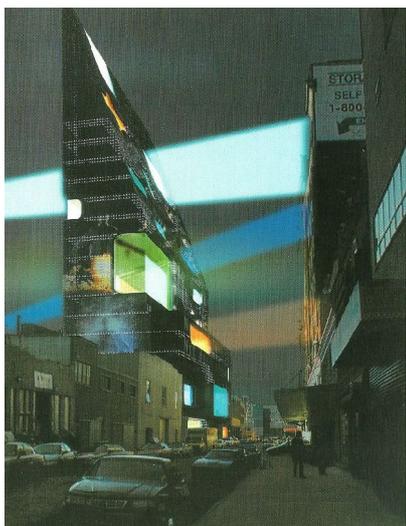
21. UN Studio (Ben van Berkel e Caroline Bos), Wadsworth Atheneum Museum of Art, Hartford, 1999-2006

22. dECOi, Paramorph: un ingresso per il South Bank, Londra. Sezione, pianta e prospetto della versione finale

23. Jean Nouvel + Atelier 8000 – Jiri Stritecky, Martin Krupauer. Complesso Anděl, Praga

24-25. Asymptote Architecture, Guggenheim Virtual Museum

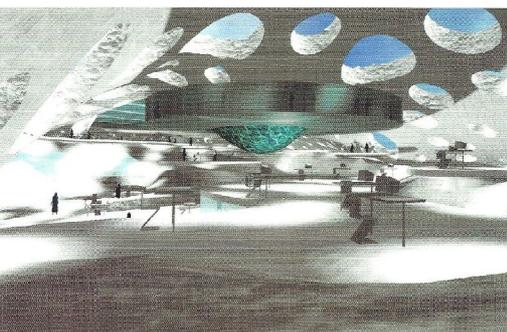
26. OCEAN Colonia – Helsinki – Oslo, Superfici urbane. Veduta dall'alto della struttura



27



28



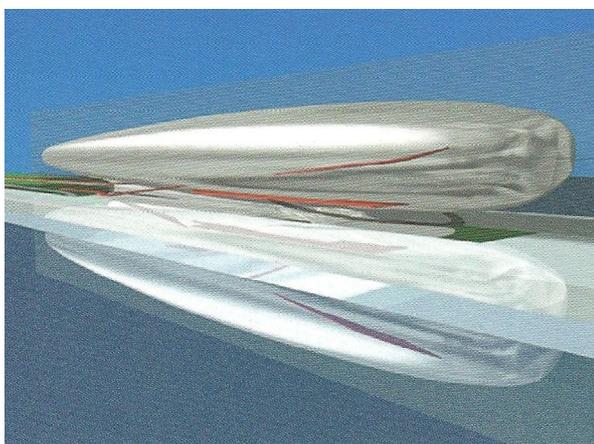
29



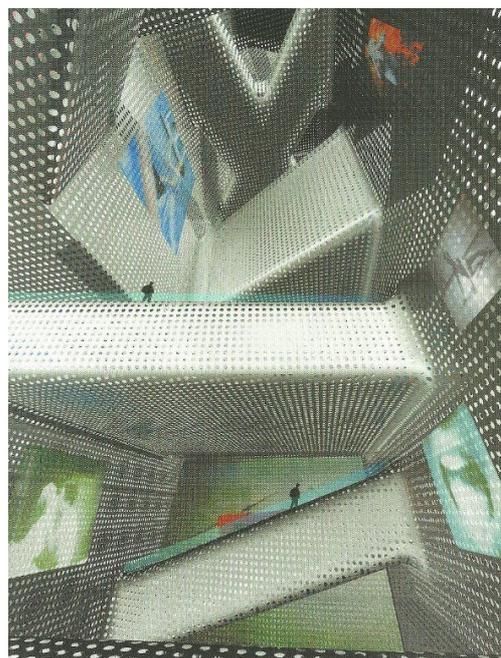
30



31



32



33

27. MVRDV (Winy Maas, Jacob van Rijs e Natalie da Vries), Media Galaxy, New York, 2001-2002

28. Coop Himmelb(l)au (Wolf D. Prix e Helmut Swiczinsky), Centro urbano per l'intrattenimento, Guadalajara, Messico, 1998/2003-2005

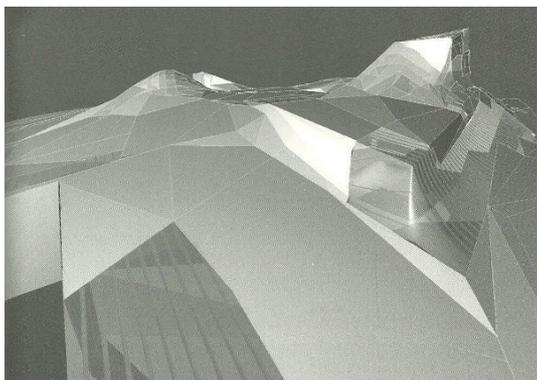
29. MVRDV, Silicon Hill, Stoccolma, 2000. Nuova sede centrale delle Poste Svedesi. Vista dell'interno

30. Jean Nouvel, Officine Ferrari a Maranello: nuovo fabbricato montaggio vetture e uffici, 2006

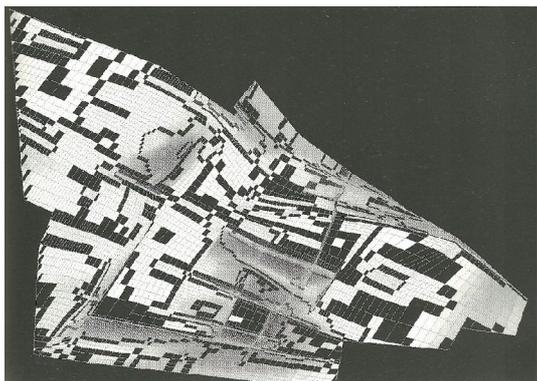
31. Daniel Libeskind, Dream Hub Yongsan IBD, Seoul, South Korea, (In design 2024)

32. UN Studio (Ben van Berkel e Caroline Bos), Yokohama International Port Terminal, 1994. Studio volumetrico

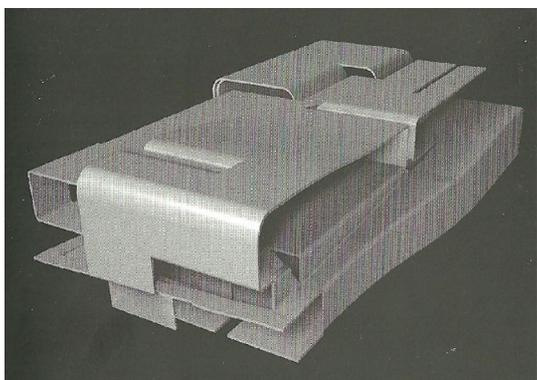
33. MVRDV (Winy Maas, Jacob van Rijs e Natalie da Vries), Media Galaxy, New York, 2001-2002. Vista dell'interno



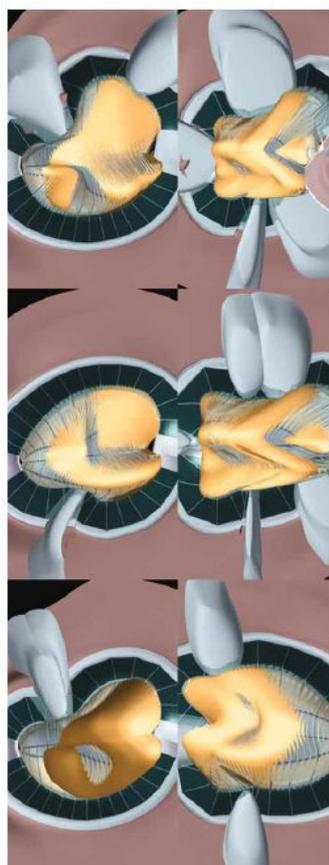
34



36



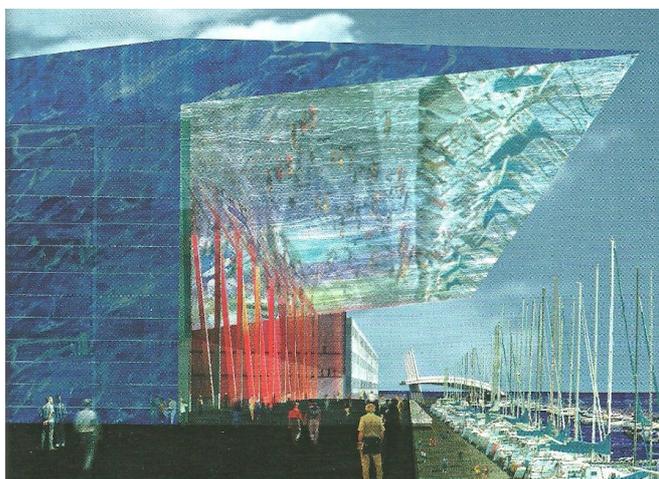
37



35



38



39

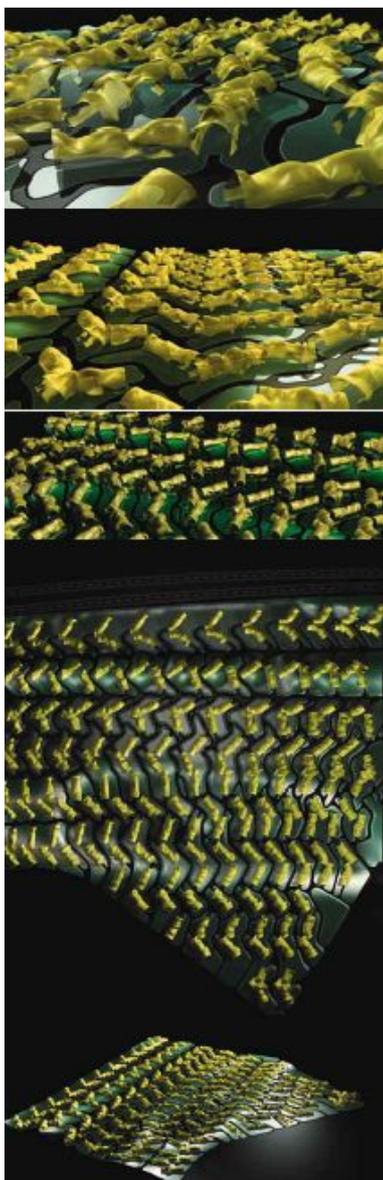
34 e 36. Coop Himmelb(l)au (Wolf D. Prix e Helmut Swiczinsky), Museo delle "Confluenze", Lione, Francia, 2001-2006. Progetto di concorso, primo premio

35. Greg Lynn, Embryologic Houses ©TM, veduta dall'alto di sei varianti

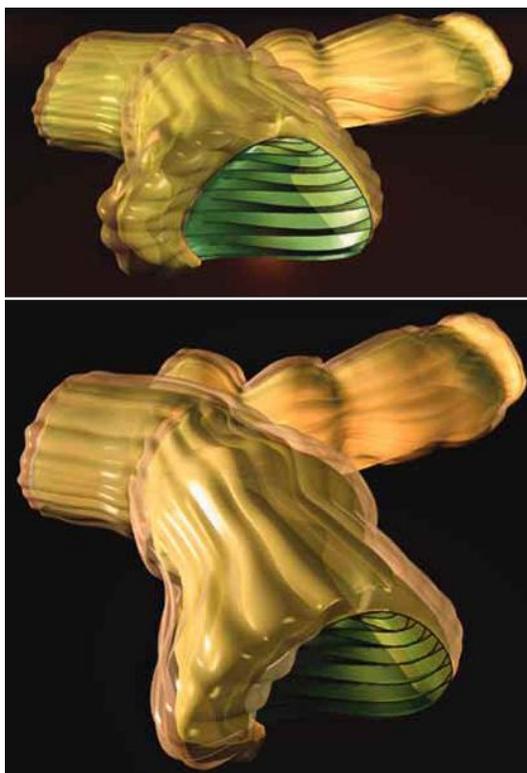
37. UN Studio (Ben van Berkel e Caroline Bos), Centro di ricerche nucleari NMR, Utrecht, 1997-2000. Modello di studio

38. Peter Eisenman, La scatola dei cambiamenti, Concorso per il Museo Guangdong, 2004

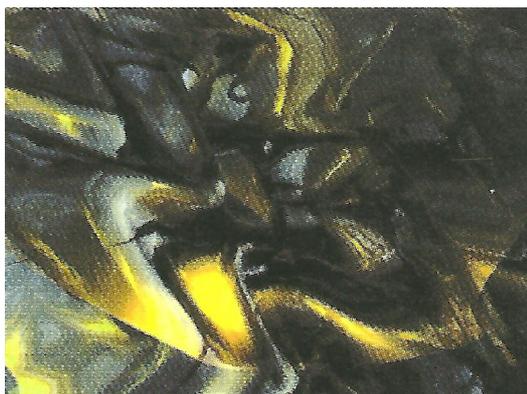
39. Jean Nouvel, Nuovo Padiglione presso la Fiera di Genova, 2005



40



41

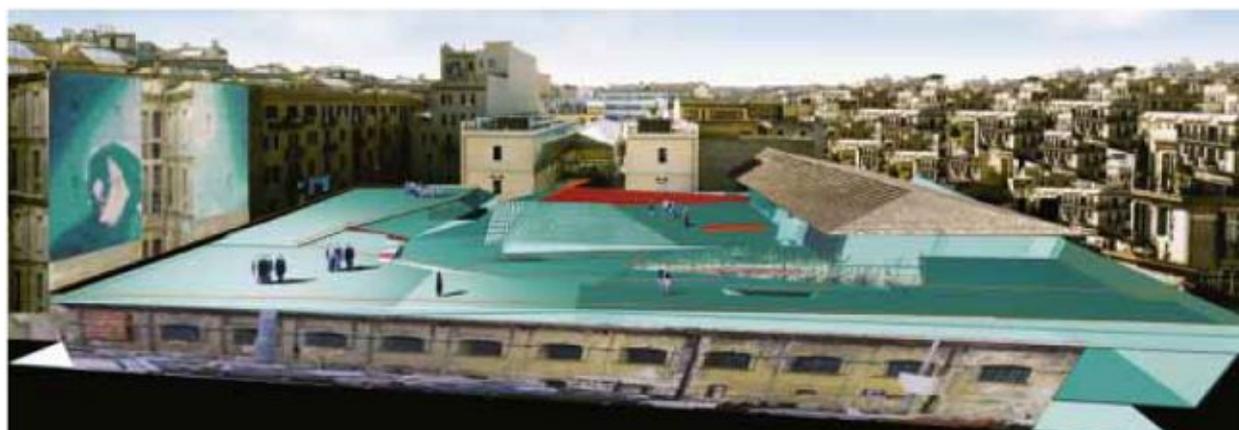


42

40 e 41. NOX – Lars Spuybroek, OfftheRoad_5speed: case prefabbricate presso Eindhoven, Paesi Bassi. Schemi dell'insediamento residenziale, dalla veduta complessiva al dettaglio delle unità di abitazione

42. Marcos Novak, immagine di Trans-Architectures, proposte architettoniche dal carattere liquido che sono il risultato di una continua trasformazione algoritmica. Queste architetture vengono create nella geometria di uno spazio multidimensionale e sono concepite come ambienti virtuali nel cyberspazio

43. Odile Decq e Benoît Cornette Architectes, vincitore concorso per la Galleria Comunale d'Arte Moderna a Roma, sull'ex birreria Peroni



43

Nelle pagine precedenti sono raccolte una serie di immagini esemplificatrici delle poetiche elencate. Sono tutte immagini di progetti realizzati nell'ultimo quindicennio e tutte prodotte con tecniche grafiche digitali. In ognuna di esse si possono identificare una o più poetiche, ma per maggiore chiarezza le passeremo in rassegna singolarmente. Nel *rendering* del progetto per il nuovo palazzo della Regione a Torino, (concorso del 1999-2001), di Massimiliano Fuksas, troviamo la poetica della trasparenza, quella della maquette, quella della luce, quella dell'assenza di contorno (figura 19). Nell'immagine che ritrae una fase di studio per il Centro culturale a Santiago de Compostela di Peter Eisenman, del 1999, troviamo la poetica del wireframe insieme a quella della trasparenza e dell'assenza di contorno, e la poetica dello sfondo scuro (figura 20). Nell'immagine schematica del progetto di UN Studio (Ben van Berkel e Caroline Bos) per il Wadsworth Atheneum Museum of Art ad Hartford del 1999-2006, vediamo ancora sfondo scuro, trasparenza, assenza di contorno e poetica della maquette (figura 21). Nel disegno di dECOi, Paramorph: un ingresso per il South Bank di Londra, notiamo ancora le poetiche dello sfondo scuro e della trasparenza, l'assenza di contorno, la maquette, e anche la poetica della luce per la scelta del materiale dall'effetto riflettente (figura 22). Nell'immagine del progetto di Jean Nouvel con Atelier 8000 – Jiri Stritecky, Martin Krupauer, per il Complesso Anděl a Praga, troviamo sempre le poetiche dello sfondo scuro, della trasparenza e della luce, combinate con una poetica della texture utilizzata in modo non realistico e, anche se per la piccola dimensione dell'immagine forse non si riesce a cogliere, è presente anche una lieve deformazione curvilinea del quadro proiettivo (figura 23). Abbiamo poi due immagini che rappresentano il Guggenheim Virtual Museum di Asymptote Architecture, che è un caso particolare poiché la sua esistenza è destinata alla sola dimensione virtuale, per cui notiamo oltre alle solita presenza dello sfondo scuro, dell'assenza di contorno e della luce, anche una forte componente distorsiva, che come si è detto è una tendenza espressiva che la rappresentazione del progetto ha in comune con l'espressività che contraddistingue lo spazio virtuale digitale (figura 25). Nell'immagine che rappresenta invece la successione di possibili conformazioni dell'oggetto, e cioè variazioni formali dipendenti dal parametro temporale, vediamo inoltre la poetica della sequenza (figura 24). L'ultima immagine della pagina, espressa con la poetica del wireframe, su sfondo scuro, è del progetto Superfici urbane (Colonia – Helsinki – Oslo) di OCEAN (figura 26).

Nella pagina successiva troviamo immagini di progetto contraddistinte soprattutto dalla poetica della luce, dell'assenza di contorno, della texture usata in senso fotorealistico, dell'immersività e del riferimento simbolico. Il *rendering* per il Media Galaxy di New York, del 2001-2002, di MVRDV, espresso

fondamentalmente in una poetica fotorealistica, combina in questo senso texture, riferimenti simbolici e luce, creando le condizioni notturne favorevoli per l'esaltazione di una condizione d'emissione luminosa che caratterizza il progetto (figura 27). Coop Himmelb(l)au nell'immagine per il Centro urbano per l'intrattenimento di Guadalajara in Messico, del 1998/2003-2005, in una poetica immersiva, combinano trasparenze e riflessioni, ottenendo un effetto di smaterializzazione, riportato alla concretezza della finalità dell'opera compiuta, attraverso una poetica del riferimento simbolico, dove centinaia di figure umane popolano lo spazio riportandolo al suo contenuto d'utilizzo (figura 28). Analogamente si comportano MVRDV nell'immagine per il progetto della Nuova sede centrale delle Poste Svedesi nella Silicon Hill a Stoccolma, del 2000. Qui l'effetto di smaterializzazione è ottenuto con i soli effetti luminosi dovuti alla luce naturale che interagisce con la struttura (figura 29). Nei *renderings* di Jean Nouvel per il nuovo fabbricato montaggio vetture e uffici delle Officine Ferrari a Maranello, del 2006, e in quello di Daniel Libeskind per il Dream Hub Yongsan IBD di Seoul, in South Korea, ancora in progettazione, gli architetti si esprimono in una generale poetica fotorealistica basata sull'uso di effetti che esaltano l'interazione della luce con materiali molto riflettenti (poetica della luce e della texture realistica) (figure 30 e 31). Infine nelle ultime due immagini, ancora di UN Studio e di MVRDV, riconosciamo nuovamente le poetiche della maquette e della luce, e del riferimento simbolico (figure 32 e 33). Ancora Coop Himmelb(l)au nel progetto di concorso vincitore del primo premio per il Museo delle "Confluenze" a Lione in Francia, del 2001-2006, si esprimono in una grafica che incarna le dinamiche intrinseche della costruzione digitale della forma, attraverso una combinazione di poetiche del *wireframe*, della trasparenza e dello sfondo scuro (figure 34 e 36). Ancora poetica della sequenza per le varianti delle Embryologic Houses ©™ di Greg Lynn (figura 35). Nelle ultime tre immagini della pagina, per i progetti di UN Studio per il Centro di ricerche nucleari NMR di Utrecht (1997-2000), di Peter Eisenman per il Concorso per il Museo Guangdong (2004), e di Jean Nouvel per il Nuovo Padiglione presso la Fiera di Genova (2005), identifichiamo ancora poetiche della maquette, dell'assenza di contorno, della texture e del riferimento simbolico (figure 37, 38 e 39). Delle figure dell'ultima pagina, per i progetti di NOX-Lars Spuybroek, OfftheRoad_5speed: case prefabbricate presso Eindhoven, Paesi Bassi; Marcos Novak, ambiente virtuale di Trans-Architectures; Odile Decq e Benoît Cornette Architectes nel concorso per la Galleria Comunale d'Arte Moderna a Roma, sull'ex birreria Peroni, evidenziamo, tra le altre, le poetiche della sequenza, della deformazione e della sfocatura (figure 40, 41, 42 e 43).

Questi esempi sono solo alcuni dell'innumerevole quantità

di casi simili, che ci propongono l'immagine del progetto architettonico attuale, e che vediamo abitualmente su testi, riviste e web. Una loro interpretazione sulla base delle dodici poetiche da me individuate, può essere applicata a tutte, poiché ne individua la comune espressività che deriva dalle tecniche digitali usate per produrle, o se è consentito, per disegnarle.

Note al capitolo 2

1. Per un approfondimento critico sul rapporto tra rappresentazione e costruzione si rimanda al capitolo 3, *Capacità di rappresentazione e capacità di costruzione*.
2. Cfr. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*, pag. 82.
3. Cfr. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 276.
4. Cfr. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 456.
5. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 276.
6. Cfr. Polistina A., *Computergraphica e rappresentazione in architettura*. Pag. 91.
7. Sui primi impieghi del computer, definito come "tecnigrafo elettronico", cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 276-277.
8. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 273-274.
9. Cfr. Polistina A., *Op. Cit.*, pag. 91.
10. Dalla descrizione dello *Sketchpad* di Sutherland a qui, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 278-283.
11. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 273-274.
12. Cfr. Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 157.
13. Cfr. Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 39.
14. Cfr. Docci M., Ippolito A., *Il ruolo del disegno nel progetto dell'architettura digitale*, in Strollo R. M., a cura di, *Rappresentazione e formazione. Tra ricerca e didattica*, pag. 199.
15. Cfr. Nardini M., *Design virtuale. Il digitale nel progetto*, pag. 28.
16. Descrizione delle NURBS, cfr. Docci M., Ippolito A., *Op. Cit.*, pag. 200-202.
17. Cfr. Ciammaichella M., *Architettura in NURBS. Il disegno digitale della deformazione*, pag. 13.
18. Cfr. Docci M., Ippolito A., *Op. Cit.*, pag. 200.
19. In Ciammaichella M., *Op. Cit.*, sono analizzati una serie di processi di deformazione sulle superfici ed il loro utilizzo per la creazione di forme architettoniche, con particolare riferimento all'opera di alcuni progettisti di architetture digitali, che li hanno utilizzati.
20. Cfr. Nardini M., *Op. Cit.*, pag. 26.
21. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 273-274.
22. *Blender Magazine Italia n.1 – febbraio 2008, Motori di Rendering*, pag. 22.
23. Per la definizione della legge di Lambert, si rimanda al successivo capitolo 3, paragrafo 4.
24. Per la descrizione di *wireframe*, *hideline* e *shading*, cfr. Valenti G. M., *Laboratorio delle applicazioni CAD*, in Migliari R., *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*, pag. 261-262.
25. Per la descrizione di *flat shading* e *Warnock shading*, cfr. Emler T., *Modellazione 3D & Rendering*, pag. 43.
26. Emler T., *op. cit.*, pag. 43.
27. Per la descrizione del *Gouraud shading*, cfr. Valenti G. M., *op. cit.*, pag. 261-262.
28. Cfr. Emler T., *op. cit.*, pag. 44.
29. Emler T., *op. cit.*, pag. 44.
30. Definizione del *ray-tracing*, Valenti G. M., *op. cit.*, pag. 262-263.
31. Descrizione del processo di *ray-tracing*, Cfr. Emler T., *op. cit.*, pag. 44.
32. Descrizione e definizione di *radiosity*, cfr. Emler T., *op. cit.*, pag. 45.
33. Sugli applicativi attuali, che implementano *ray-tracing* e *radiosity* e sui *renderer* a micropoligoni, cfr. *Blender Magazine Italia n.1 – febbraio 2008, Motori di Rendering*, pag. 24-25.
34. Sulle tecniche ibride, il *photon mapping*, l'*ambient occlusion* e l'*irradiance changing*, cfr. *Blender Magazine Italia n.1 – febbraio 2008, Motori di Rendering*, pag. 27. Qui è definita anche l'illuminazione caustica, che è quella che si crea su un materiale che diffonde la luce quando, su di esso, arrivano i raggi che da una luce sono rimbalzati attraverso una superficie speculare.
35. Sui motori *unbiased*, cfr. *Blender*

- Magazine Italia* n.2 – giugno 2008, *Indigo Render 1.0 primi passi verso il fotorealismo*, pag. 23.
36. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 276.
37. Per la penna luminosa e il *digitizer*, cfr. Polistina A., *Op. Cit.*, pag. 90-91.
38. Cfr. Bordegoni M., *Tecnologie di visualizzazione, Knowledge Aided Engineering Manufacturing and Related Technologies*.
39. Sulle prime sperimentazioni di spazi virtuali, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 280.
40. Per la descrizione e le riflessioni sugli sviluppi della realtà virtuale dagli anni Sessanta in poi e le applicazioni in campo architettonico, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 285-287.
41. Maldonado T., *Reale e virtuale*, cit. in Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 161.
42. Sulle architetture virtuali multimediali, sulla loro percezione e la smaterializzazione dell'immagine, cfr. Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 59-62.
43. Per la descrizione della Borsa virtuale di New York e del Guggenheim Museum virtuale di Asymptote e sulla teoria di Baxi e Martin, cfr. Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 67.
44. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 161.
45. Cfr. Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 79.
46. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, per il nuovo classicismo pag.142- 150 e per il nuovo modernismo pag. 150-155.
47. Si è usata una nota espressione di Antonino Saggio che identifica la nuovissima generazione di architetti per cui il mezzo digitale assurge a principale mezzo di espressione sia compositiva che grafica.
48. Per l'evoluzione della prassi grafico-progettuale di Zaha Hadid, cfr. Schumacher P., *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, pag. 7-9.
49. Cfr. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 44.
50. Cfr. Schumacher P., *Op. Cit.*, pag. 21-23.
51. Cfr. Purini F., *Comporre l'architettura*, pag. 30.
52. Prestinzenza Puglisi L., *Rem Koolhaas. Trasparenze metropolitane*, pag. 32.
53. Descrizione dell'iter progettuale di Z. Hadid per la stazione dei treni ad alta velocità di Firenze, cfr. Meossi M., *Il processo digitale di progettazione*, in Schumacher P., *Op. Cit.*, pag. 71.
54. La riflessione è stata sviluppata nel contributo personale, Vanini C., *Disegno o immagine per l'architettura contemporanea?* In Atti del VI Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della Rappresentazione, *Disegno & Progetto* (Lerici), ottobre 2009. Pag. 245.
55. Ci si riferisce alle invenzioni degli anni Sessanta, come quella di I. Sutherland. Cfr. Polistina A., *Op. Cit.*, pag. 90.
56. Sulle nuove categorie formali e la definizione dell'"Architettura digitale", cfr. Docci M., Ippolito A., *Op. Cit.*, pag. 202-203.
57. Cfr. Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 5.
58. Cache B., *Earth Moves: The Furnishing of Territories*, cit. in Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 59.
59. Cfr. Nardini M., *Op. Cit.*, pag. 21.
60. Cfr. Imperiale A., *Op.Cit.*, pag. 74.
61. Cfr. Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 30.
62. Cfr. Marotta A., *Op. Cit.*, pag. 42.
63. Per la descrizione del procedimento di *Reverse Modelling* e dei processi di costruzione automatica, cfr. Docci M., Ippolito A., *Op. Cit.*, pag. 204.
64. Si veda, ad esempio, la sperimentazione condotta da Enrico Dini, *D-SHAPE* per una stampante tridimensionale di strutture in roccia artificiale. I contenuti della ricerca sono stati esposti dall'autore in occasione di una conferenza tenutasi presso il Dipartimento di Architettura di Cagliari, il 3 luglio 2009.
65. Per la descrizione del secondo metodo progettuale digitale, la modellazione generativa e quella cinematica, l'uso di variabili spaziali e temporali, cfr. Docci M., Ippolito A., *Op. Cit.*, pag. 204-214.
66. Cfr. Schumacher P., *Op. Cit.*, pag. 17.
67. Cfr. Marotta A., *Op. Cit.*, pag. 8 e citazione dall'intervista di Antonello Marotta a

Ben van Berkel, Napoli, 7 giugno 2002, a pag. 13-14.

68. Cfr. Sacchi L., *Op.Cit.*, pag. 159.

69. Cfr. Ackerman J.S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 80.

70. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 7-8.

71. Si potrebbe addirittura immaginare che esista un "modello virtuale" pensato, da cui scaturisce lo schizzo manuale, e che questo sia figurato nella mente dell'architetto; mentre il modello virtuale digitale è strappato all'interiorità della mente ed estraniato nell'interiorità del computer, da cui emerge già in forma di immagine.

72. Dalla Conferenza pubblica di Christophe Girot, ETH di Zurigo. *New Territories in Landscape Architecture*. Cagliari, 13-06-2008. La risposta del progettista alla mia domanda è riportata integralmente.

Fonti delle immagini del capitolo 2

- Figura 1. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 274.
- Figura 2. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 275.
- Figura 3. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 278.
- Figura 4. Bordegoni Monica, *Tecnologie di visualizzazione*, fonte <http://www.kaemart.it/Is-ing/bovisa/bordegoni/materiale/VIZ-parte-1.pdf>
- Figura 5. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 64.
- Figura 6. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 65.
- Figura 7. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 69.
- Figura 8. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 76.
- Figura 9. Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 152.
- Figura 10. Tafuri M., Dal Co F., *Architettura Contemporanea*, pag. 360.
- Figura 11. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 73.
- Figura 12. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 122.
- Figura 13. Schumacher P., *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, pag. 13.
- Figura 14. Prestinenzza Puglisi Luigi, *Rem Koolhaas. trasparenze metropolitane*, pag. 69-70.
- Figura 15. Biagi Marco, *Nel ventre del cetaceo. Zaha Hadid, Padiglione-ponte Expo 2008, Saragozza*, in Casabella n. 768, pag. 28.
- Figura 16. Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 67.
- Figura 17. Schema autografo.
- Figura 18. Ackerman J.S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 73.
- Figura 19. De Michelis M., *Funzionano i concorsi in Italia?*, in Domus n. 841, pag.94.
- Figura 20. Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 56.
- Figura 21. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 65.
- Figura 22. Goulthorpe Marc, *dECOi. Paramorph: un ingresso per il South Bank, Londra*, in Domus n. 822, pag. 24/25.
- Figura 23. Chaslin F., *Intervista a Jean Nouvel*. In Domus n. 800, pag. 24.
- Figura 24. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 65.
- Figura 25. Rashid Hani, *Asymptote Architecture. Guggenheim Virtual Museum*, in Domus n. 822, pag. 30.
- Figura 26. Bettum J., Hensel M., Sotamaa K., *OCEAN. Superfici urbane*. In Domus n. 822, pag. 34.
- Figura 27. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*. pag. 151.
- Figura 28. Darò M., Zamponi B., *Coop Himmelb(l)au*, pag. 91.
- Figura 29. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*. pag. 149.
- Figura 30. Prati C., *Jean Nouvel*, pag. 139.
- Figura 31. <http://www.daniel-libeskind.com/projects/show-all/dream-hub-yongsan-ibd/>

- Figura 32. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 53.
- Figura 33. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*. pag. 153.
- Figure 34 e 36. Darò M., Zamponi B., *Coop Himmelb(l)au*, pag. 95.
- Figura 35. Lynn Greg, *Embryologic Houses*™, in in *Domus* n. 822, pag. 9.
- Figura 37. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 37.
- Figura 38. Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 105.
- Figura 39. Prati C., *Jean Nouvel*, pag. 137.
- Figura 40. Spuybroek Lars, *NOX. OfftheRoad_5speed*, in *Domus* n. 822, pag. 39.
- Figura 41. Spuybroek Lars, *NOX. OfftheRoad_5speed*, in *Domus* n. 822, pag. 40.
- Figura 42. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 77.
- Figura 43. De Michelis M., *Funzionano i concorsi in Italia?*, in *Domus* n. 841. Pag.93.

3. Nozioni e considerazioni fondamentali per la comprensione del rapporto rappresentazione-progetto

A questo punto della mia ricerca, dopo aver studiato l'evoluzione storica del disegno e dei suoi strumenti, il mio intento è stato quello di proseguire mantenendo una visione globale degli esempi raccolti, in modo da pervenire a delle definizioni conclusive che prendano spunto dal disegno di ogni epoca e di ogni forma. Ho iniziato ad intravedere le possibilità di analisi e distinzione delle categorie di disegni, e di individuazione di alcune regole di rappresentazione. Ma per compiere i passi successivi con maggior coscienza sull'argomento, ho ritenuto necessario approfondire alcuni aspetti di fondo che stanno alla base della comprensione del mondo del disegno di progetto. Prima di tutto il modo che lega la rappresentazione alla percezione e quindi agli aspetti fisiologici e psicologici del fenomeno, con le possibili ripercussioni che queste possono avere sulla composizione architettonica. Dallo studio di questo rapporto iniziano ad emergere anche le prime distinzioni fondamentali tra tipi di disegno e loro finalità comunicative, e nascono molteplici considerazioni. La padronanza delle regole che sfruttano la conoscenza degli aspetti percettivi dello spazio e dell'immagine, fornisce lo strumento per la comprensione di particolari aspetti ingannevoli, più o meno volontari, ottenuti nella rappresentazione bidimensionale.

Si susseguono dunque una serie di riflessioni su argomenti che sono emersi essere di primaria importanza, nello studio del disegno di progetto. Ognuno di questi argomenti meriterebbe un proprio approfondimento per la ricchezza di possibilità di ricerca, ma in questa occasione il suo accenno è utile per prenderne coscienza in vista dei passi successivi.

3.1. Rappresentazione e percezione

Il complesso rapporto che lega l'atto umano di rappresentare la realtà o, come nel caso del progetto, l'idea della realtà, e la percezione visiva che l'uomo ha di questa e della sua immagine bidimensionale, è da sempre stato oggetto di ricerca e di riflessioni scientifiche e filosofiche.

Tralasciamo a priori, in questa occasione, lo studio di tutte quelle forme di rappresentazione fisiche tridimensionali e quelle dinamiche, sulle quali si è forzatamente scelto di non soffermarsi, per concentrare la ricerca alla sola rappresentazione grafica statica bidimensionale. Queste altre forme di rappresentazione presentano, infatti, sul campo del rapporto percettivo, altre implicazioni, che andrebbero approfondite separatamente. L'attenzione si sposta pertanto alla pura sfera del disegno e dell'immagine, mentre gli aspetti percettivi coinvolti sono essenzialmente quelli dell'apparato visivo. Elementi percepiti

attraverso altri sensi, come il tatto, l'udito, fanno certo parte dell'esperienza sensibile dello spazio, e secondo alcune teorie sono elementi sostanziali dell'attenzione progettuale, ma nella rappresentazione bidimensionale statica la loro evocazione è comunque tradotta in una forma percepibile visivamente. Ci saremmo trovati in ben diversa situazione se ci fossimo dedicati a studiare, ad esempio, anche i modelli plastici fisici oppure le rappresentazioni multimediali, virtuali e interattive.

3.1.1. Relazione rappresentazione-percezione e implicazioni sul disegno di progetto

Il filosofo greco Platone (427-347 a.C.) scrisse

«Quando osservi un letto di lato, oppure frontalmente, o da qualunque altra posizione, questo forse cambia, o continua in realtà ad essere lo stesso, sebbene esso appaia differente?...Esso appare differente, ma in realtà non lo è...Quale fine si propone la pittura? Tende a imitare quello che è l'essere quale veramente è, o quella che ne è l'apparenza così appunto come appare?...È dunque imitazione di un'apparenza!»¹.

Dunque da sempre l'uomo si è posto questa domanda, e cioè quale fosse la natura della relazione tra realtà e modo in cui la raffiguriamo. Se la rappresentazione fosse in grado di riprodurre in modo onesto l'essenza vera della realtà, oppure se attraverso di essa la realtà subisse un'interpretazione soggettiva di cui dover in qualche modo diffidare.

Più tardi, nel suo trattato, Vitruvio scrisse

«...la vista non dà sempre un'esatta interpretazione della realtà, anzi spesso induce a giudicare in modo errato. Nelle scene dipinte, ad esempio, ci sembra di vedere colonne che avanzano, mensole che sporgono, figure scolpite a rilievo, mentre il quadro è perfettamente piano...»².

In quest'altro passo leggiamo invece la consapevolezza della possibilità illusoria contenuta nell'immagine pittorica, che può essere usata appositamente per suscitare impressioni visive di inganno percettivo.

La complessità della relazione tra percezione della realtà e sua rappresentazione è stata infatti sentita e studiata sin dall'Antichità: numerosissimi studi scientifici e filosofici si sono occupati dell'argomento, generando diverse teorie sulla comprensione delle regole che ne stanno alla base. Come vedremo nel prossimo paragrafo, molte di queste teorie hanno esaltato il problema della conformazione dell'organo visivo umano, tentando di capire in che modo la rappresentazione dovesse emularla. Altre teorie si sono invece concentrate sul fattore del movimento e sulle sue implicazioni sull'atto percettivo. Ma innanzitutto è bene ragionare sulla questione aggiungendo un ulteriore parametro, e cioè quello

del progetto architettonico. E quindi chiederci in che modo il rapporto rappresentazione-percezione riguarda il disegno del progetto. I paragrafi che seguono cercheranno di indagare su questo dilemma, analizzando progressivamente aspetti dell'ottica, poi i legami simbolici tra segno e significato che, a seconda della loro grado di astrazione, si traducono in rappresentazioni oggettive o soggettive, per le quali il rapporto con gli aspetti percettivi è sostanzialmente diverso.

Inoltre si dovrà analizzare l'aspetto dimensionale dello spazio architettonico, che influisce in modo significativo sul tipo di rappresentazione che lo riguarda, e quindi sulle implicazioni percettive. Infine, consci della possibilità di manipolare gli effetti ottenuti dall'immagine sullo spettatore, si parlerà di casi di illusione visiva nel disegno progettuale.

Tutto ciò alla luce della consapevolezza che i passaggi dall'elaborazione mentale alla rappresentazione e viceversa, che gestiscono la traduzione dall'idea del progettista alla sua concretizzazione, sono molteplici e non uno soltanto. Partiamo dall'idea che nasce nella mente dell'architetto: ipotizzando che la forma del suo pensiero sia in qualche modo già un'immagine, abbiamo così una prima implicazione del rapporto realtà-percezione nell'iter progettuale. La prima traduzione grafica dell'idea introdurrà necessariamente elementi più o meno simbolici che poi passeranno nuovamente al vaglio dell'atto visivo per essere rielaborati mentalmente. A causa di questo doppio passaggio attraverso l'atto percettivo, alcuni hanno ipotizzato che fosse superfluo ricercare forme di rappresentazione che emulassero la sfericità dell'organo visivo, poiché comunque l'immagine sarebbe risultata nuovamente distorta alla sua lettura. Ma soffermarci su queste considerazioni generali indurrebbe ad addentrarsi in ambiti troppo filosofici e psicologici, pertanto cercheremo di ripercorrere le riflessioni sull'argomento, sulla base delle idee degli architetti e degli studiosi del fenomeno, che si sono susseguite nel tempo.

Poiché il progetto architettonico, sino alla realizzazione concreta dell'opera, si esprime soprattutto come disegno di uno spazio immaginato, qualunque sia il metodo, la tecnica o lo strumento usato per realizzarlo, la comprensione delle regole che legano la percezione dello spazio e la sua rappresentazione grafica, sono sempre state reputate fondamentali per avere il controllo sulla buona riuscita del progetto. Un importante capitolo, per il disegno e l'arte, fu scritto all'interno delle aule del Bauhaus, dove si dedicò primaria importanza al ruolo del disegno e si studiarono le relazioni percettive ed emotive che questo instaurava con la forma, dando vita ad originali teorie che ancora oggi hanno i loro seguaci. Walter Gropius affermò

«Se riusciremo a intendere la natura di ciò che vediamo e il modo in cui lo percepiamo, sapremo di più sull'influenza potenziale di

una composizione creata dall'uomo sul sentire e sul pensare umani»³.

In realtà non è necessario che il disegno di progetto sia visivamente sostituibile ad un'immagine reale, perché la sua caratteristica è anche quella di essere carico di valori simbolici. L'esigenza di rendere l'immagine bidimensionale il più possibile verosimile sotto l'aspetto percettivo nasce piuttosto nei casi in cui il disegno mira al raggiungimento di un coinvolgimento emotivo del destinatario.

3.1.2. Aspetti dell'ottica della visione e deformazioni della rappresentazione

L'ottica a cui faremo riferimento, è quella disciplina che studia il comportamento fisico-geometrico delle radiazioni luminose atte ad impressionare il nostro occhio, in relazione agli aspetti fisiologici dell'apparato percettivo.

L'Antichità classica ha prodotto i primi trattati che si sono occupati dell'ottica dal punto di vista sia geometrico (Euclide, Tolomeo), oftalmologico (Claudio Galeno), ed anche filosofico (Platone, Aristotele e Teofrasto)⁴. Non sono mai mancate le perplessità a riguardo della coincidenza della rappresentazione con la realtà, i dubbi sulla corrispondenza delle leggi geometriche con quelle che regolano la visione dell'occhio umano. Già dall'Antichità classica infatti iniziano le critiche alle deformazioni ed agli inganni della rappresentazione architettonica⁵. In seguito, nel Medioevo, troviamo grande diffidenza nei confronti delle apparenze ottico-prospettiche della realtà. Le progressive scoperte della scienza della rappresentazione hanno sempre generato dubbi e critiche dovute proprio agli studi ed alle riflessioni sul rapporto percezione-rappresentazione. Infatti, nel Rinascimento il successo ottenuto dalla teorizzazione del metodo prospettico si scontrò subito con le perplessità dovute al fatto che il disegno veniva costruito come se fosse guardato con un occhio solo, e col fatto che il metodo non emulasse perfettamente le possibilità del cono visivo umano producendo aberrazioni marginali⁶.

Quando nasce la geometria descrittiva come scienza (secoli XVI e XVII) permane una separazione tra rappresentazione prospettica e insieme di codificazioni matematico-geometriche oggettive. Il dualismo tra "teorici" e "pratici" non si risolve neanche nel XVIII secolo con la pubblicazione dell'opera del Pozzo e di quella di Monge⁷.

Facciamo un rapido accenno al funzionamento dell'organo visivo, giusto per aver chiaro il tipo di problema. L'immagine retinica degli oggetti osservati non è una proiezione su una superficie piana, bensì su una superficie curva, costituita dalla retina. Su questa proiezione influiscono sia la struttura binoculare col conseguente

effetto stereoscopico, sia tutti i fenomeni atmosferici, luminosi e cromatici che accompagnano la realtà visiva.

Pertanto il disegno ottenuto mediante una proiezione prospettica di qualsiasi oggetto, e perciò anche di un'architettura, non è identico all'immagine retinica dell'oggetto dallo stesso punto di vista. Inoltre, sempre a causa della struttura fisiologica dell'apparato visivo, le immagini che si formano sulla retina non sono egualmente precisate in tutte le loro parti, ma si delineano con maggiore intensità e nitidezza nella zona centrale, nel fuoco dell'immagine retinica, che possiede cellule di gran lunga più sensibili delle altre. Man mano che ci si allontana da questa zona centrale, la visione diviene meno nitida e le immagini appaiono più confuse, come se sfumassero verso i bordi del quadro. L'effetto immediato, se vogliamo quasi inconscio, sulla rappresentazione grafica, è che l'autore sarà portato a concentrare la precisione del disegno nella sua zona centrale, lasciandola più approssimata al contorno⁸. Questo fatto è riscontrabile in molti schizzi progettuali realizzati a mano libera, ma può essere anche un effetto ricercato, attraverso tecniche di sfumatura dei contorni o addirittura, nelle moderne tecniche digitali, attraverso algoritmi che riproducono tali effetti di sfocatura.

Numerose riflessioni sulla fisiologia e sulla psicologia dell'atto visivo, e sulle sue relazioni con l'atto rappresentativo, presero vita nel pensiero ottocentesco, determinando tentativi di avvicinare l'immagine disegnata alla struttura dell'occhio umano, ed un conseguente mutamento dei sistemi di rappresentazione convenzionali⁹. Nuovi modelli rappresentativi comparsero nella sperimentazione pittorica, distaccandosi da un modello visivo consolidatosi a partire dal Rinascimento; mentre in parallelo, nasceva la fotografia inserendosi in un discorso di evoluzione della percezione prospettica¹⁰, e generando nuovi dilemmi critici e riflessioni filosofiche, sui quali, in questa sede, non ci soffermeremo. La rappresentazione fotografica in architettura, infatti, non appartiene in genere al momento progettuale, se non come materiale iconografico di partenza per un'elaborazione grafica successiva, bensì al post-costruzione, in cui la maggior parte delle volte si sostituisce alla rappresentazione grafica del progetto.

Nei primi decenni dell'Ottocento ha dunque preso forma in Europa un nuovo modello dominante di osservatore, in conseguenza di una serie di riflessioni fisio-filosofiche sull'atto visivo, dovute alla diffusione di strumenti come la camera oscura e lo stereoscopio. Si passa dall'ottica geometrica, propria del XVI e XVII secolo, ad un'ottica psicologica del XIX secolo, in cui vengono studiati sistematicamente fenomeni come le immagini retiniche persistenti, la visione periferica, la visione binoculare e le soglie di attenzione¹¹. Dopo Herman von Helmholtz (1821 - 1894), che fu il primo a trattare il problema della percezione sotto aspetti anche

psicologici, la teoria principale è stata quella della Gestalt¹², che elaborò interessanti teorie che recentemente sono però state messe in discussione alla luce delle nuove conoscenze sull'apparato percettivo¹³. L'idea promossa di un'autosufficienza della percezione rispetto alla sfera psicologica e all'esperienza dell'individuo, con la conseguente esistenza di una forma autonoma dall'idea, apparve criticabile già agli stessi contemporanei¹⁴.

In epoca moderna, forse anche per l'influenza concettuale della fisica einsteiniana, secondo cui l'osservatore modifica i fenomeni e ne viene modificato, anche chi si occupava di spazio architettonico ha talvolta sostenuto la curvatura dello spazio in un'ottica di continuum spazio-temporale, portando ovviamente un contributo cervellotico e complesso alla teoria della rappresentazione dello spazio. Hanno avuto una rapida ma non fortunata diffusione teorie che promuovevano l'impiego di una prospettiva curvilinea per una rappresentazione dello spazio più consona alla realtà visiva. La costruzione geometrica di tali forme rappresentative risulta tuttavia molto complessa, e pertanto di difficile impiego. Inoltre c'è da notare che, quando gli oggetti sono molto distanti dall'osservatore o comunque ricadono sotto angoli visivi decisamente acuti, la prospettiva tradizionale tende a coincidere quasi perfettamente con quella curvilinea¹⁵.

In epoca attuale, con l'introduzione dello strumento digitale, gli effetti di deformazione della rappresentazione, come abbiamo detto nel precedente capitolo, sono in genere dovuti a tecniche che emulano il comportamento ottico dell'obiettivo fotografico. Nei casi in cui le distorsioni visive dell'immagine vengono esasperate, ciò deriva concettualmente da una volontà di allontanamento dell'immagine dalla percezione oggettiva della realtà, con la sua trasposizione sul piano ideale, riferendosi spesso a dimensioni spazio-temporali che esistono solo nel mondo virtuale.

3.1.3. Il rapporto dimensionale tra uomo e oggetto del disegno

Da un punto di vista percettivo, che si ripercuote direttamente sull'approccio rappresentativo, uno degli aspetti fondamentali, che caratterizza il disegno del progetto architettonico, è il rapporto dimensionale con l'oggetto rappresentato. Infatti, in questo caso, l'oggetto rappresentato è uno spazio costruito e circoscrivibile ad un'area delimitata. In caso di spazi più dilatati si avrebbe a che fare con un ambito urbanistico o paesaggistico, che ho deciso a priori di non comprendere nella mia analisi, proprio per le diverse implicazioni di ordine percettivo e rappresentativo che porta in sé. In sintesi, infatti, la grande dimensione spaziale comporta uno sforzo rappresentativo diverso, poiché la visione

globale del progetto è comunque soggetta a forti riduzioni di scala, e quindi a visioni generalmente dall'alto. Inoltre trova larghissima espressione nel disegno cartografico e planimetrico sempre alla grande scala, richiedendo dunque convenzioni e simbologie diverse rispetto al disegno del progetto architettonico.

Lo spazio architettonico, invece, è uno spazio circoscritto e come tale esprimibile con maggior dettaglio. Nel suo disegno appare maggiormente l'esigenza di rappresentare visioni dall'interno, o comunque in cui si legge immediatamente il raffronto dimensionale con la figura umana. Il disegno di un'architettura progettata mette quindi in gioco il repertorio dell'immaginario dell'architetto, che nasce dalla sua diretta esperienza spaziale e dalla sua capacità di tradurre in immagine la percezione che ha dello spazio. Alcuni sostengono che l'"intuizione spaziale", frutto dell'esperienza personale del progettista, assieme ai sostegni grafici che la rappresentazione fornisce al pensiero, sono alla base della capacità di immaginare, progettare e disegnare spazi più o meno articolati sia dal punto di vista formale che espressivo¹⁶. E proprio per questa valenza interiore, che la rappresentazione dell'architettura ha in comune con la concezione spaziale, si può asserire con le parole di Giedion che

«non esiste e non può esistere un'arte o un metodo di rappresentazione visiva degli oggetti che non sia organicamente connesso con la concezione dello spazio del proprio periodo»¹⁷.

Un secondo ordine di riflessioni nasce invece dal confronto tra l'oggetto del progetto architettonico e l'oggetto del progetto di design. Nel secondo caso infatti l'oggetto è di piccole dimensioni, contenibili in uno spazio. La rappresentazione del suo progetto risente di questa differenza di fondo nel momento in cui non sente quasi mai l'esigenza di sfruttare il metodo prospettico, non sussistendo la possibilità di una visione immersiva. I disegni, per esempio, di oggetti di piccole dimensioni sono generalmente gestiti in proiezione parallela. Nel caso del design, ma questo è un fatto di natura tecnologica, inoltre, l'uso del disegno esecutivo sta tendendo a scomparire per la diffusione della possibilità di dialogo diretto tra macchine, una che fornisce le indicazioni di progetto e una che le esegue automaticamente.

In definitiva, poiché il disegno del progetto architettonico si caratterizza come la configurazione di uno spazio, in esso non è necessario fornire solo dati di un oggetto singolo, ma anche del rapporto di questo con altri oggetti, che ne compongono il complesso, e con gli elementi del contesto a cui appartiene. Per il progetto d'architettura allora, l'arma del disegno non deve servire solo a rappresentare un oggetto come fosse astratto dal mondo che lo circonda, ma deve descriverne i complessi rapporti formali interni, anche in rapporto con un contesto spaziale che lo contiene, e determina influenze reciproche.

3.1.4. L'illusione dell'immagine

Nella rappresentazione dello spazio l'"ambiguità dell'immagine" è quella che R. L. Gregory definisce come

«la proprietà dell'immagine di essere contemporaneamente se stessa e l'oggetto rappresentato, di essere cioè un supporto materico recante segni bidimensionali e di evocare al tempo stesso lo spazio profondo, tridimensionale, infinito che quei segni trasmettono»¹⁸.

Secondo quest'affermazione, l'immagine bidimensionale è per definizione un'illusione della realtà. Tuttavia ci sono diversi gradi di corrispondenza dell'immagine con la verità percettiva. L'architetto dovrebbe essere conscio di questo dato ed impadronirsi delle regole che permettono di controllare l'illusione generata dall'immagine. Se il fine del disegno è solo quello oggettivo, e cioè quello di comunicare in modo univoco dei dati che non devono essere fraintesi, allora è auspicabile che esso sia il più possibile veritiero nei confronti della realtà che ritrae e quindi il grado di illusorietà sia minimo. Tuttavia, basta guardare qualche esempio, per accorgersi che l'illusione è qualcosa che accompagna di frequente il disegno e l'immagine del progetto architettonico.

Io penso che, in realtà, questa ambiguità sia spesso ricercata, che l'illusione del bidimensionale venga usata come arma espressiva, è un "potere"¹⁹ aggiunto in mano al disegnatore. Immagine come inganno, dunque, ma anche come attrazione, il cui scopo non è soltanto quello di rappresentare univocamente uno spazio quanto quello di evocarlo tramite la stimolazione di sensazioni e di false apparenze. E ciò è ottenuto sia con configurazioni spaziali innaturali che con espedienti che mirano alla ricerca della spettacolarità, dell'incredibilità dell'immagine ossia della sua non rispondenza al vero ma della sua capacità di evocazione dell'esperienza dello spazio anche con l'uso di elementi visivi che richiamino esperienze proprie degli altri sensi.

Un inciso di Herman von Helmholtz, studioso ottocentesco, che si dedicò allo studio del problema percettivo, pienamente consapevole dei limiti dell'illusione pittorica rispetto ai fenomeni della visione naturale, riassume il nesso tra percezione e rappresentazione, «L'artista non può trascrivere la natura; la deve tradurre»²⁰. Le armi per compiere questa traduzione sono i sistemi di rappresentazione, e cioè l'unione di metodi e tecniche rappresentativi per l'ottenimento della simulazione di un'immagine in grado di evocare effetti più o meno congruenti con la realtà.

In un panorama architettonico come quello attuale, in cui per molti progettisti, l'obiettivo è quello di decentrare il corpo e sminuire il controllo visivo degli spazi, è naturale che anche l'immagine vada alla ricerca di sensazioni illusorie, miri piuttosto alla comunicazione di valori fraintendibili che alla comunicazione oggettiva della realtà (figure. 1 e 2).

Ma l'illusione che può caratterizzare un disegno di architettura non è sempre solo quella voluta e ricercata, può essere anche involontaria, quando si viene a determinare per una serie di condizioni che non permettono di ricostruire i segni in modo univoco, e pertanto rendono l'immagine ambigua o di difficile interpretazione. Ad esempio alcuni fattori che possono generare l'illusione sono la scelta di un determinato tipo di metodo proiettivo, l'inclinazione dei raggi proiettivi, oppure l'uso indifferenziato del segno per esprimere diversi valori grafici, o ancora la sovrapposizione di piani per trasparenza etc. (figure 3 e 4).

Infine, oltre all'illusione dell'immagine ricercata nella rappresentazione del progetto e a quella involontaria, si può individuare un ultimo tipo di illusorietà che, questa volta, non si manifesta nella sfera rappresentativa ma, attraverso di essa, si crea nella percezione della realtà dell'opera compiuta. Il ruolo della rappresentazione, in questo caso, consiste nel controllare, attraverso il dominio delle leggi geometriche che il disegno consente, l'illusione che verrà generata dalla visione dell'opera realizzata nel suo futuro osservatore. Grazie alla padronanza delle leggi geometrico-percettive e dei mezzi grafici che permettono di controllarle, è infatti possibile prefigurare determinate condizioni

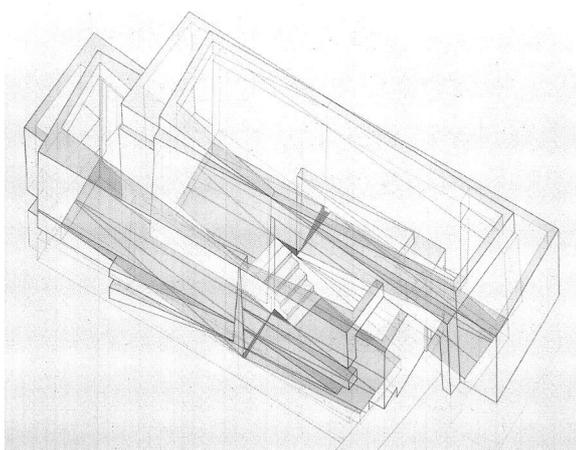
1. OMA (Office for Metropolitan Architecture) – Rem Koolhaas e Gary Bates, studio per un grattacielo
2. Jean Nouvel, Musée des Arts et Civilisations, Quai Branly, Parigi
3. Peter Eisenman, Padiglione video, Groningen, Olanda, 1990. Sezione assonometrica
4. Coop Himmelb(l)au, cinema multisala UFA, Dresda. Vista prospettica in *wireframe*



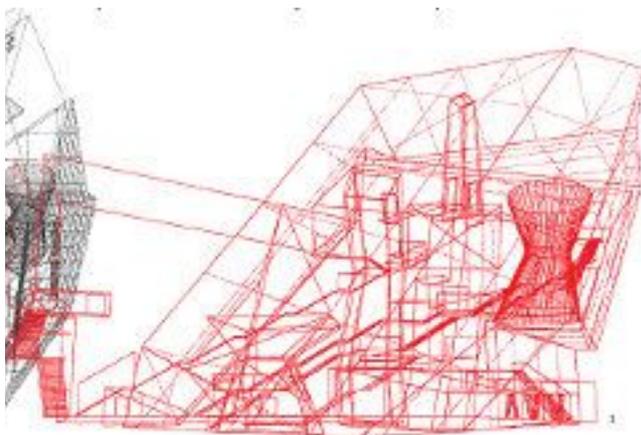
1



2



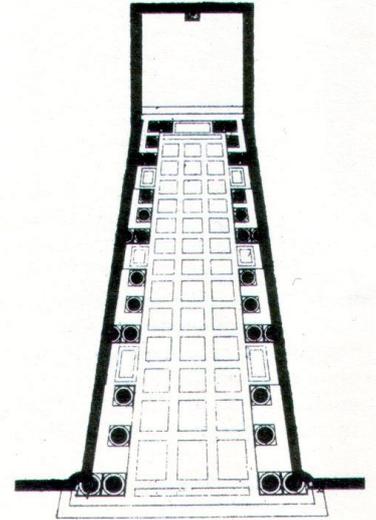
3



4

che riguardano la percezione di un determinato aspetto dell'opera. Un esempio può essere il caso del colonnato prospettico di Palazzo Spada a Roma, in cui il Borromini, grazie alla conoscenza delle leggi prospettiche, disegna una pianta dove i lati del colonnato convergono, in modo che poiché il fruitore si aspetta una condizione di parallelismo, si determina l'impressione di una maggiore profondità del colonnato (figura 5).

5. Francesco Borromini, pianta del colonnato prospettico del Palazzo Spada, Roma



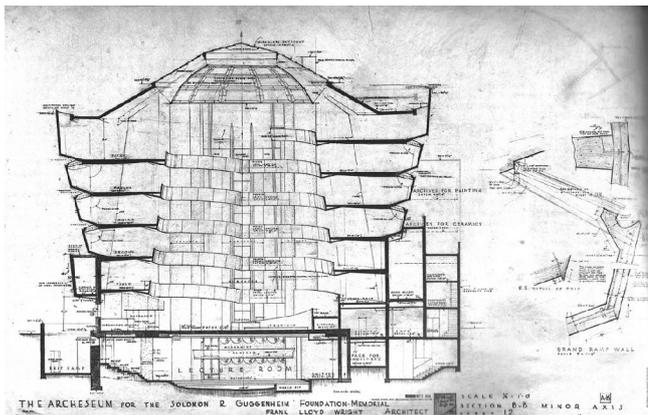
5

3.1.5. Oggettività e convenzione, soggettività ed espressione

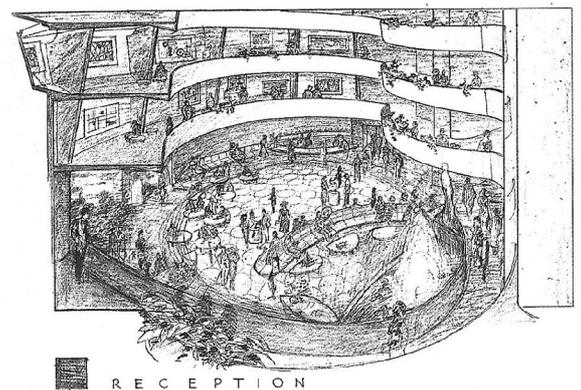
La prima causa di differenziazione dei tipi di disegno di progetto è sicuramente la finalità del suo utilizzo. Questa primaria motivazione si traduce in una vasta ed articolata gamma di gradazioni che spaziano dall'estrema oggettività all'opposta soggettività. Al variare della funzione di un disegno, infatti, cambiano la forma e i contenuti della comunicazione che esso rappresenta, e cambiano anche i destinatari. Normalmente per ogni progetto sono previsti diversi tipi di elaborati per cui diversi contenuti sono rappresentati, per la stessa opera, in vesti differenti, spesso diametralmente opposte (figure 6 e 7).

Il fatto che all'elaborato tecnico sia richiesto maggior rigore scientifico e una maggiore chiarezza di interpretazione induce l'adozione di un codice simbolico. La tendenza all'universalità e

6,7. Frank Lloyd Wright, Guggenheim Museum, 1956. New York. The Archesum, sezione sull'asse minore (con a destra dettaglio del lucernaio) e schizzo con la sistemazione della rampa e del piano terra



6



7

oggettività di questo codice si traduce in perdita di espressività e personalità del disegno. In molti casi, l'elaborato oggettivo può essere contaminato dall'espressività personale dell'autore, determinando una vasta gamma di possibili differenziazioni della forma rappresentativa²¹.

La necessità di rendere univocamente interpretabili i disegni destinati alla realizzazione di un'opera architettonica, si rende maggiormente necessaria in epoca moderna, sia perché nel processo edilizio intervengono molti individui estranei alla mente ideatrice del progetto, sia per la mancanza di quell'"unità di intenti" e di cultura artistica, che prima della Rivoluzione Industriale rendeva l'architettura un'"attività corale". Successivamente la possibilità di colloquio tra autore ed esecutore dell'opera è andata persa, e si è aggiunta una crescente specializzazione, determinando un'aumentata quantità e codificazione delle indicazioni necessarie nel disegno perché si potesse tramutare senza fraintendimenti nell'opera materiale²².

Le convenzioni del disegno sono nate spontaneamente, agevolando la comunicazione tra artista e spettatore, esse hanno un valore simile a quello del linguaggio, ma con un carattere più universale (essendo leggibili da popoli di lingua e cultura diverse) e più duraturo (resistono meglio ai mutamenti regionali e personali)²³. Nel XIII secolo sono comparsi spontaneamente prospetti e sezioni che facevano uso di invenzioni grafiche che si sono tramutate immediatamente in convenzioni, perdurando immutate per secoli²⁴. Da allora molte le convenzioni del disegno si sono evolute sino a noi, adeguandosi agli sviluppi culturali e tecnici, e arricchendosi al crescere della complessità del processo ideativo e costruttivo, sino ad arrivare ad una rigida normalizzazione e universalità, poco aperta a variazioni personalizzate. Tuttavia, nel disegno contemporaneo, non di rado si nota una volontà autografa nell'uso della simbologia codificata usata per indicare le informazioni oggettive. Si veda ad esempio la

notazione usata per indicare la sezione. Alcune norme, inoltre, possono essere coinvolte in applicazioni particolari, che rendono necessario adeguare i codici alla complessità dei contenuti da rappresentare.

Non è detto che, in un disegno convenzionale, non possano prendere posto elementi espressivi, come la simulazione degli effetti luminosi, o la caratterizzazione del segno

8. Sean Godsell, Glenbourn House, Victoria (Australia), 2004-2007. Sezioni trasversali sugli spazi principali della casa e sezioni di dettaglio delle pareti lungo il perimetro dell'edificio

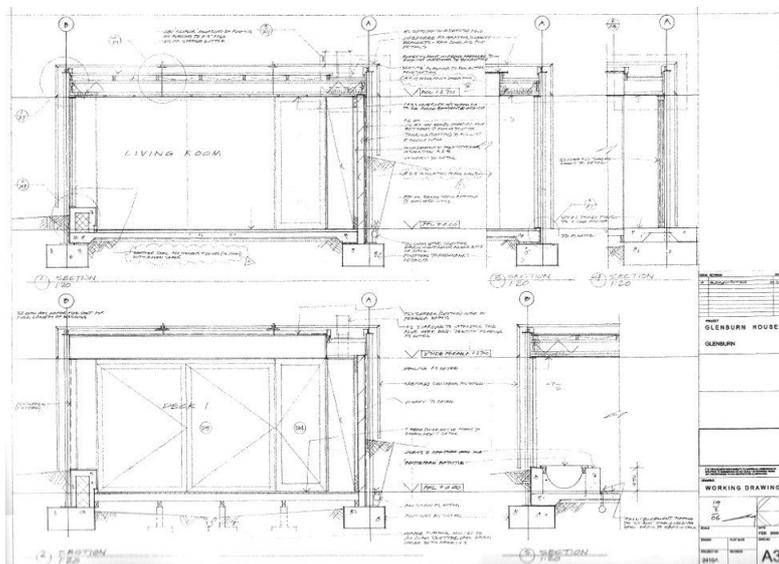


grafico. E non è detto neppure che il disegno tecnico oggettivo non possa coincidere con l'uso di tecniche a mano libera. Tutto è consentito, purché il disegno resti comunque univocamente interpretabile e trasmetta concetti scientificamente attendibili (figura 8).

Chiaramente le proiezioni parallele, ossia il metodo della proiezione assonometrica e quello della proiezione ortogonale, sono più indicati per la trasmissione di dati oggettivi, poiché le misure e le proporzioni sono anche immediatamente confrontabili. Pertanto la maggior parte dei disegni tecnici si esprime attraverso questi metodi. Tuttavia anche un disegno in prospettiva può avere un certo valore oggettivo, qualora in esso si persegua l'uso di segni che mirino alla comunicazione del solo significato geometrico.

Leon Battista Alberti era talmente convinto del sufficiente grado di oggettività che rendeva il disegno di progetto totalmente non fraintendibile, da affermare che, una volta eseguiti tutti i grafici di progetto, l'architetto si sarebbe potuto disinteressare di tutte le fasi successive di realizzazione dell'opera, in quanto queste erano già tutte esaurientemente analizzate nel progetto, ed il loro risultato finale era potenzialmente scontato²⁵.

Di contro, esiste una sfera soggettiva del disegno che appartiene intimamente alla personalità artistica del suo autore. Questo aspetto si manifesta nella differenziazione grafica del disegno, con conseguente discostamento dalla codificazione simbolica, verso una maggiore volontà espressiva. La sfera espressiva del disegno è tesa alla comunicazione di precisi contenuti ma non necessariamente è universalmente interpretabile. Infatti la soggettività risiede non solo nel creatore del disegno ma anche nel destinatario, che lo interpreta secondo la propria esperienza e sensibilità. Le finalità espressive di questo disegno sono maggiormente legate alla sfera percettiva, e ad un "contenuto emotivo" dell'idea progettuale²⁶.

Nella storia del disegno di progetto questo aspetto si è accentuato dal momento in cui il disegno ha iniziato a conquistare una certa autonomia artistica, e diventare oggetto di ammirazione in se stesso, e non solo per l'opera architettonica che rappresentava. Da allora si può dire che il disegno di progetto abbia preso due strade differenti, una del grafico oggettivo e convenzionale, e l'altra del disegno espressivo, dovuto ad un'interpretazione soggettiva. Come si è già detto, tale distinzione è fondamentalmente dovuta alla finalità comunicativa dell'elaborato progettuale. La massima espressività si può riscontrare in due casi dalla funzione differente. Il primo è il caso dello schizzo manuale, col quale l'architetto intende immortalare rapidamente le immagini mentali dell'idea progettuale. L'espressività di questo gesto grafico si genera da un atto impulsivo ed intuitivo profondamente legato

alla capacità del suo autore, e non è generalmente filtrata da processi ragionati e controllati, poiché il destinatario del disegno è spesso lo stesso autore, o al massimo qualcuno direttamente coinvolto nell'interpretazione del suo segno grafico.

Il secondo caso, invece, è quello del disegno destinato alla divulgazione dei contenuti dell'opera progettata. In questo caso la gamma di possibilità si complica, perché estremamente vario è il repertorio di contenuti possibili da esprimere ed anche il tipo di pubblico a cui il disegno si rivolge. Il metodo e la tecnica devono essere in grado di trasmettere il contenuto desiderato in modo convincente, coinvolgendo la sfera percettiva ed emotiva del destinatario. L'aspettativa estetica, che il destinatario della fruizione visiva del disegno ha nei confronti di questo, è fondamentale per la definizione delle qualità espressive del disegno, e dipende fortemente dal suo substrato culturale.

Mentre il disegno oggettivo, cioè dalla funzione strumentale e convenzionale, è più devoto nella scelta dei metodi grafici delle proiezioni parallele, anche se abbiamo visto che possono esistere delle eccezioni, il disegno soggettivo spazia con più disinvoltura nella scelta del metodo ed anche delle tecniche di rappresentazione. Anche se la prospettiva ha insita una soggettività dovuta alla sua essenza geometrica, non è scontato che contraddistingua i disegni più espressivi. Basti infatti pensare che spesso, nel momento creativo, si ricorre alla definizione di piante e alzati che sono pertanto intrise della personalità dell'autore, e che invece alcune vedute prospettiche possono essere prive di contenuti grafici espressivi e risultano pertanto oggettivamente interpretabili.

Il disegno di progetto non ha un'autonomia espressiva totale, ma è strettamente vincolato ai contenuti dell'architettura rappresentata. Quando si assiste ad un allontanamento del disegno dalla comunicazione di elementi concretamente realizzabili, questo diventa completamente autonomo ma, come vedremo a breve, è destinato a esistere solo come progetto di architetture immaginarie.

Inoltre, l'espressività è fortemente influenzata dall'ambiente culturale e dalla corrente artistica a cui appartiene. La personalità grafica dell'architetto si muove quasi sempre in sintonia con le tendenze estetiche del suo tempo e del suo movimento artistico d'appartenenza. Infine la facoltà espressiva dipende anche dalle possibilità grafiche offerte dagli strumenti da disegno.

Il carattere espressivo di un disegno può nascere sia in maniera istintiva, quando l'autore vi sia naturalmente portato, sia in maniera ricercata, con un'adeguata conoscenza dei meccanismi della percezione visiva e delle tecniche grafiche della rappresentazione.

Se proviamo a guardare al passato per cercare degli esempi, scopriamo che più è forte la relazione dell'architettura progettata

con un qualunque sentimento, sia esso religioso, patriota, esaltatore di un potere, devoto ad un affetto, maggiore è l'espressività dell'immagine, la ricchezza dei contenuti figurativi.

Nel momento in cui invece la produzione architettonica diventa seriale, anonima, vicina alla macchina, razionalista, la sua rappresentazione tende maggiormente alla sintesi e perde espressività.

E ancora l'espressività del disegno si vede esaltata quando la rappresentazione dell'opera diviene veicolo di divulgazione e di persuasione. Quanto più il disegno è chiamato a descrivere i contenuti artistici dell'opera architettonica tanto più questo li interpreta attraverso la sua sfera espressiva.

3.1.6. Disegno come simbolo di un'idea. Ideogrammi di progetto.

Ci sono casi in cui l'astrazione grafica è il risultato di un processo soggettivo che mira alla creazione di un simbolo unico ed irripetibile, che rappresenta l'identità di un progetto. Molte volte, infatti, il contenuto che dobbiamo rappresentare racchiude significati che vanno oltre la semplice indicazione delle misure e dei materiali. Le immagini possono essere in grado di esprimere senza parole alcuni di questi significati.

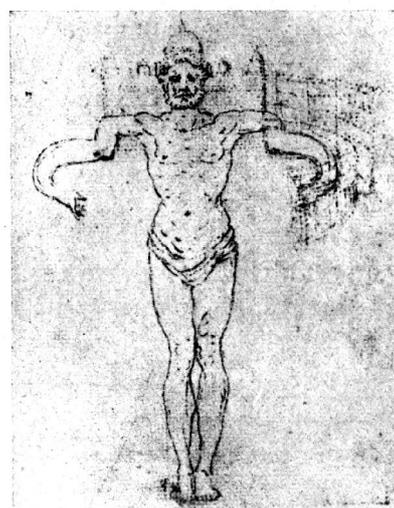
Come si è già detto, nella comunicazione del progetto è sempre stata presente questa volontà di esprimere non solo la genesi materiale dell'opera ma anche i concetti e i sentimenti che ne hanno indotto la creazione. Questi sono probabilmente la parte più convincente di un progetto, e devono essere esaltati nella sua rappresentazione. La rappresentazione grafica simbolica di questi contenuti genera quelli che vengono comunemente chiamati ideogrammi di progetto, e può riguardare aspetti sia formali che teorici dell'opera.

Sin dall'antichità possiamo trovare esempi in cui i concetti che

9. Disegno parietale egizio: il tempio di Denderah, rappresentato al centro dell'orizzonte, illuminato dai raggi del sole che la dea Cielo mette al mondo al mattino
10. G. L. Bernini, disegno simbolico per la Piazza San Pietro



9



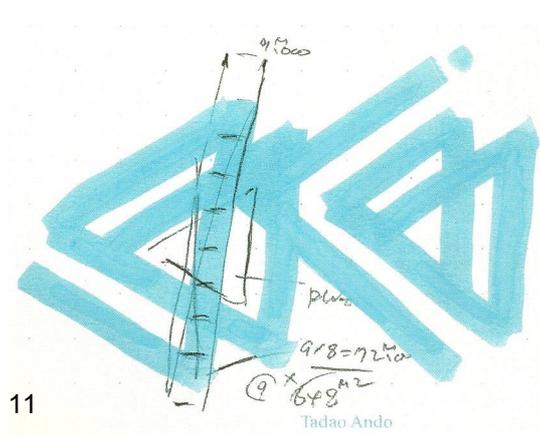
10

stanno alla base della composizione architettonica vengono espressi tramite grafici simbolici che ne sintetizzano gli aspetti identitari in modo originale e riconoscibile. Guardando l'arte egizia, ad esempio, ci accorgiamo di come un'architettura, oggetto di un sentimento religioso, possa essere rappresentata in un'immagine semplice, simbolica ma non astratta, che esprime allo stesso tempo un dato oggettivo ed un sentimento profondo come quello religioso, come nel caso portato a riferimento in cui il dato dell'esposizione solare dell'opera è raffigurato come se questa fosse abbracciata dalla dea dal cui ventre si sprigiona il calore del sole (figura 9).

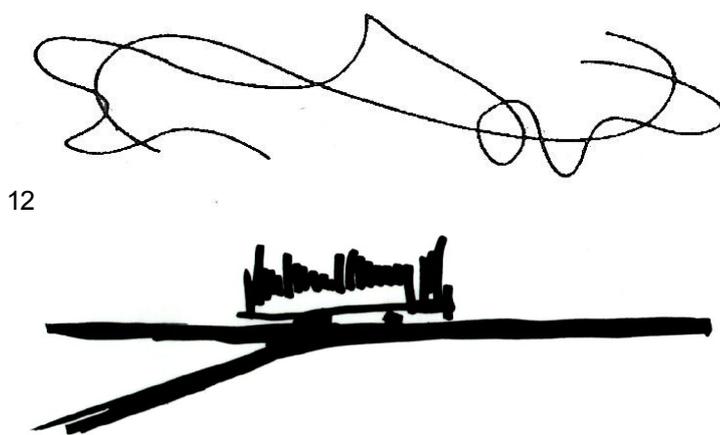
L'immagine simbolica può essere quindi creata a posteriori per esprimere globalmente concetti fondamentali per il progetto, oppure si può creare durante l'iter di ideazione, può essere addirittura quel simbolo evocativo destinato ad improntare la genesi formale del progetto. Un esempio è il caso della piazza San Pietro a Roma la cui forma nacque dall'idea espressa in un notissimo disegno ideogrammatico del Bernini, dove si vede un gigantesco San Pietro che ha la cupola per Mitria e il colonnato come braccia che accolgono le genti al centro della piazza²⁷ (figura 10).

Nel caso invece l'ideogramma rappresenti contenuti soltanto formali, esso può nascere come embrione schematico dell'idea progettuale, e servire poi come ricordo simbolico della forma iniziale, oppure può essere prodotto in fase successiva alla definizione della forma finale, come segno incisivo di sintesi, che funge quasi da marchio originale di un dato progetto (figure 11, 12 e 13).

11. Tadao Ando, 21_21 Design Sight, Tokyo. 2005-2007. Schizzi di studio
 12. UN-Studio (Ben van Berkel e Caroline Bos), Möbius House, schizzo
 13. Maurizio Sacripanti, ideogramma del progetto per il Concorso del Nuovo Teatro Lirico di Cagliari, 1964-65



11



12

13

3.2. Rappresentazione e costruzione

All'interno delle riflessioni sulla relazione che lega la rappresentazione al progetto, è d'obbligo considerare il rapporto tra capacità costruttive e architettura, e capire in che modo il disegno, con le sue potenzialità, possa intervenire in questo connubio. Con le parole del Frampton ricordiamo che prima di tutto

«l'architettura è arte tettonica e come tale si identifica nell'arte del costruire in base alle leggi fisiche, alle forze della natura, al contatto col terreno. *Tektonikos* è colui che conosce l'arte del costruire e *Architektonikos* è chi dirige il processo di costruzione. [...]»²⁸.

Quando l'Alberti, nel *De re aedificatoria*, afferma che l'architettura è «disegno e costruzione»²⁹, sembra riassumerne in modo conciso una distinzione tra due momenti distinti ma correlati, il primo ideale e concretizzato nel disegno, il secondo materiale e intimamente connesso alla natura fisica dell'oggetto. A volte il progetto può dunque assumere un valore artistico autonomo, anche se non viene realizzato³⁰.

In un'intervista di Livio Sacchi, Francesco Dal Co afferma che

«l'architettura è un processo unitario che necessariamente tende al costruire...è inevitabile che ogni espressione disegnata dell'architetto contenga in sé questo tendere al costruire»

e il destino del disegno è proprio quello di portare a soluzione il contrasto tra se stesso e la costruzione³¹.

Se paradossalmente l'architettura non fosse così intimamente legata alla sua struttura fisica, allora sarebbe pura forma e la rappresentazione, nel processo di composizione, sarebbe regolata soltanto dalle leggi della geometria e della percezione, e vincolata dai suoi strumenti. Forse è per questo che in quelle architetture in cui l'aspetto estetico esercita un ruolo dominante e la sperimentazione formale si spinge all'estremo, la rappresentazione si mostra più incisiva e gioca al massimo le sue carte espressive. Tuttavia il vincolo fisico è, come abbiamo sottolineato attraverso le citazioni precedenti, imprescindibile rispetto alla realtà architettonica, e nel momento in cui la forma prende corpo è necessario che sia sottomessa alle esigenze pratico-costruttive. Anche in questo senso il disegno gioca un ruolo dominante nel controllo del processo compositivo, stabilendo i nessi tra la forma e la capacità delle tecnologie costruttive. Nel panorama attuale, questa seconda esigenza di sottomissione della forma alle capacità costruttive, sembra tuttavia affievolirsi, poiché ormai le evolute tecnologie permettono di realizzare qualunque forma, e il disegno tende a perdere il suo ruolo analitico, soppiantato dalla comunicazione automatica tra macchine che progettano e macchine che realizzano gli elementi costruttivi.

D'altro canto, i casi in cui la sperimentazione formale è

subordinata a fattori di ordine costruttivo sono ancora la maggioranza perché la libertà formale è ancora un privilegio molto costoso in termini economici e come tale è concesso di rado. L'architettura dunque, come è sempre stato, resta ancora sottomessa al vincolo fisico, al variare delle possibilità concesse dalle tecnologie e dai processi costruttivi, e di tutte le condizioni materiali connesse.

Nel chiederci come il disegno si sia comportato nei confronti della possibilità di realizzazione dell'opera, troviamo nella storia della rappresentazione, due principali tendenze: nella maggior parte dei casi il disegno si è evoluto proprio per soddisfare certe esigenze rappresentative legate agli aspetti costruttivi. Mentre, in altri casi, esso si è spinto oltre l'idea di realizzabilità, producendo rappresentazioni di progetto non realizzabili e rimaste per sempre sulla carta.

Come esempio del primo caso, possiamo citare le origini dell'uso della doppia proiezione ortogonale nell'architettura, constatando che ad imporne la necessità, furono le esigenze della stereotomia³², e cioè di poter ricavare dal disegno le esatte misure ed angoli per la pratica del taglio. I primi trattati che teorizzano questo metodo di disegno sono infatti quelli settecenteschi di stereotomia (come quelli del Le La Rue, del Désargues o del Frézier) a cui si rifece successivamente anche il Monge³³.

Geometria e disegno al servizio della pratica costruttiva dunque. In questo caso è evidente che le esigenze pratiche imposte dalla tecnologia costruttiva hanno imposto l'uso di un determinato metodo grafico, che permettesse l'esecuzione esatta di una prassi particolare.

Troviamo dunque il disegno al servizio della pratica architettonica: e in questo caso la purezza geometrica e l'estrema chiarezza e oggettività contraddistinguono l'esecuzione degli elaborati.

D'altra parte non mancano le teorie che sostengono l'autonomia del disegno dall'esigenza pratico-costruttiva. È il caso, ad esempio di Franco Purini il quale sostiene che

«non si possa fare una distinzione tra architettura progettata e architettura disegnata, in quanto si può benissimo rappresentare una casa senza che la si debba costruire; in particolare, quando un'architettura disegnata è buona è da considerarsi architettura essa stessa perché possiede, di questa, la concretezza logica e la densità espressiva. Inoltre, la storia dell'architettura non può essere fatta solo a partire dalle opere realizzate, costruendosi anche attraverso gli edifici rimasti sulla carta».

In questo caso il disegno di progetto avrebbe una sua vita propria che prescinde dalla realizzazione o meno dell'opera e così il momento rappresentativo diverrebbe il momento creativo più importante per l'architettura³⁴.

3.2.1. Architetture solo nel disegno.

Molti disegni di progetti architettonici, avveniristici per la loro epoca, hanno superato, con la fantasia, le effettive capacità costruttive del tempo in cui sono stati realizzati, rimanendo così, per sempre, solo disegni. Questo fatto può indurci a riflettere sul fatto che la mente, supportata dalla capacità rappresentativa, possa essere in grado di superare formalmente le possibilità offerte dalla tecnologia costruttiva; ma, alla fine, la concreta realizzazione dell'opera dipenda sostanzialmente dalla sua realizzabilità, in termini sia tecnologici che socio-economici.

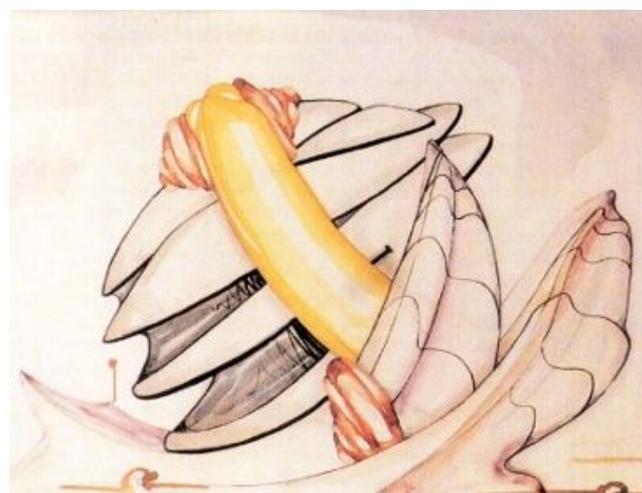
L'architettura come disciplina progettuale distinta dall'atto fisico del costruire si fonda sul disegno, inteso come strumento esterno e precedente all'operazione materiale del costruire.

I disegni di questi progetti irrealizzabili sono spesso caratterizzati da forte tecnica espressiva, ma hanno anche un alto livello oggettivo, essendo spesso carichi di particolari e precisi nel dettaglio, quasi a voler giustificare il falso, e cioè la possibile costruibilità dell'opera che rappresentano. Un esempio sono i disegni di Herman Finsterlin, artista appartenente all'espressionismo tedesco, che trova un interesse particolare per fantasiose architetture immaginate ispirate a forme organiche³⁵ (figura 14).

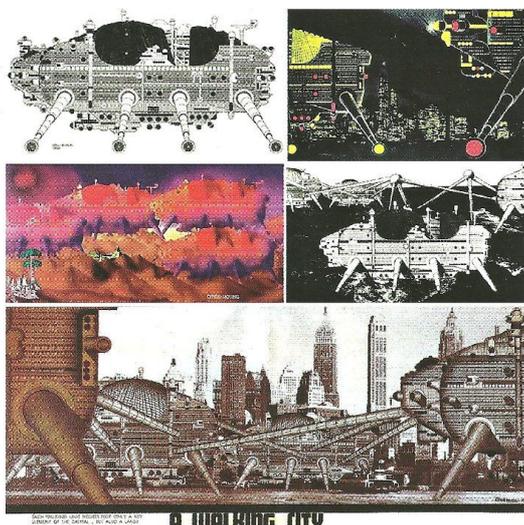
Se penso agli anni Sessanta e Settanta del Novecento, mi vengono in mente le ardite sperimentazioni formali e concettuali attuate da gruppi di varia nazionalità, come i metabolisti in Giappone, che portano ai limiti estremi l'espressività strutturale; gli Archigram in Inghilterra; Superstudio e Archizoom in Italia, che propongono soluzioni spesso decontestualizzate e idealizzate³⁶. Questi movimenti propongono un'architettura che si evolve, la cui struttura muta, vuole superare la necessaria stabilità e contestualità tipica dell'opera costruita. E ciò, inevitabilmente, si traduce in progetti non realizzati, perché la fisicità e la staticità sono condizioni imprescindibili dell'architettura. (figure 15 e 16).

In questi casi il disegno ha principalmente due tendenze espressive: la prima di manifesta nella ricchezza del particolare e perfetto realismo quasi volesse giustificare l'ipotetica costruibilità, con l'abbondanza di dettagli e di rappresentazioni che dimostrano la possibilità d'uso; la seconda tendenza, all'opposto, rispecchia la dichiarata non costruibilità dell'oggetto rappresentato, con un linguaggio espressivo che ricerca effetti sorprendenti, ai limiti della verosimiglianza col reale, effetti che simulano l'evanescenza del materiale e

14. Hermann Finsterlin, Casa del futuro, 1919 circa

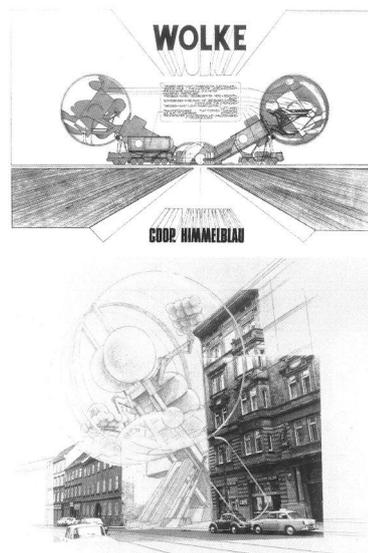


la decontestualizzazione dell'opera. Questo è quello che succede, come abbiamo visto nel secondo capitolo, anche alla rappresentazione degli spazi virtuali. Così la ragion d'essere dell'architettura si slega dal mondo fisico, e vive esclusivamente nel mondo della rappresentazione, donandole piena libertà espressiva ed avvicinandola alle arti figurative.



Ron Heron (Archigram), Walking City, 1964

15



16

15. Ron Heron (Archigram), Walking City, 1964
 16. Coop Himmelb(l)au (Wolf D. Prix e Helmut Swiczinsky), progetto non realizzato, per l'Unità d'abitazione Cloud, Living Cloud, 1968-1972

3.2.2. Arti figurative e disegno architettonico

Nel corso della sua esistenza, l'architettura non è mai stata una disciplina isolata dal contesto, sia scientifico che culturale. In essa hanno confluato, a volte contemporaneamente, implicandosi a vicenda, gli sviluppi tecnologici ed i fermenti concettuali caratteristici della propria epoca. Ma quando i riferimenti concettuali al pensiero culturale si sono sviluppati a prescindere dalle possibilità costruttive disponibili, l'architettura ha ampliato il suo distacco dalla tecnica, avvicinandosi alla sperimentazione formale e figurativa. L'autonomia concettuale dell'architettura dalle capacità costruttive ha iniziato a prendere coscienza delle proprie possibilità di esistenza singolare proprio grazie al disegno.

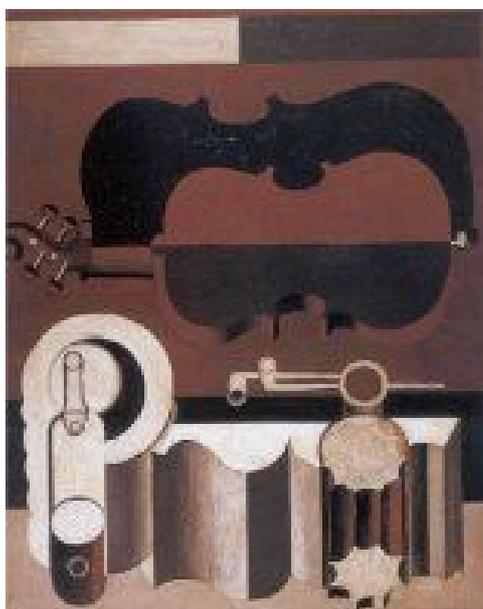
L'ispirazione concettuale del progetto di architettura ha tratto beneficio dallo scambio con altre forme d'arte e di cultura, tanto che oggi gli spunti ideologici di molte teorie compositive derivano dai campi più disparati, dalla musica alla biologia, dalla filosofia alla matematica, dalla pittura al cinema, e così via sino ai riferimenti più originali ed inimmaginabili. Tali esperienze non sono mancate neppure prima dell'avvento del computer, ma è certo che l'enorme flessibilità degli strumenti digitali e la loro capacità di essere adattati ad ogni esigenza, ha costituito una liberazione dell'aspetto concettuale dall'inerzia dello strumento rappresentativo. Di conseguenza sul disegno e attraverso di esso

di sono espresse tutte queste influenze, tra le quali la più affine nei mezzi espressivi è certamente la pittura.

In passato la composizione progettuale ha tratto spesso spunto dalla disciplina pittorica, dichiaratamente o per circostanze di affinità d'ambiente o di pensiero in cui nasceva. Le esperienze figurative nelle varie epoche e culture, infatti, sono alla base delle conoscenze degli architetti e molte volte ne influenzano fortemente la formazione ed il modo di esprimersi graficamente.

Sin dal Tardo Gotico i maestri di architettura del Nord Europa avevano sviluppato un modo di disegnare molto diverso da quello meridionale, ed in particolare da quello italiano. Infatti, i primi compivano la loro formazione nelle officine dei muratori, mentre gli italiani iniziavano come pittori e scultori. Ne risultava uno stile di disegno molto diverso: i primi erano già in grado di eseguire prospetti ortogonali precisi e nitidi; mentre nei secondi prevaleva una volontà pittorica che li spingeva verso disegni di prospetto pieni di elementi in pseudo-prospettiva e trattati con tecniche artistiche come il chiaroscuro. Sino al primo Rinascimento, in Italia, si può affermare che l'architetto non avesse una vera e propria formazione da architetto, ma imparasse l'arte del disegno come un pittore. A lamentarsi della diffusa prassi pittorica tra gli architetti, fu tra i primi Leon Battista Alberti, il quale denunciava l'impossibilità di controllare le misure reali in disegni eseguiti in prospettiva, e pertanto dominati da illusorie parvenze. I disegni in prospetto, sino al XVI secolo, continuavano ad essere contaminati da viste a prospettiva intuitiva ed erano spesso ombreggiati e colorati³⁷.

Nel Sette-Ottocento si assiste ad una tendenza pittorica molto spiccata nel disegno di architettura, si inizia a diffondere la prassi dell'esposizione dei disegni come fossero essi stessi opera d'arte, e molti architetti raggiungono una tale abilità disegnativa da riprodurre graficamente effetti visivi tendenti all'iperrealismo.



17

Nel primo Novecento è interessante notare come siano proprio le arti figurative le prime a

17. Le Corbusier, natura morta, 1920 circa

18. Theo Van Doesburg e Cornelis Van Eesteren, progetto per un'aula dell'Università di Amsterdam, 1923



18

staccarsi dal rigoroso modello geometrico della prospettiva accademica sinora utilizzato. Impostazioni basate sull'immagine di un campo visivo sferoidico, o addirittura diedrico, diventano il modello percettivo di pittori come Cézanne, Picasso, Gris, Braque dove una pluralità di visuali sembra intersecarsi nello stesso piano. Immagini in pseudo-proiezione e in pseudo-assonometria conferiscono alle opere artistiche cubiste un certo carattere costruttivo che ne spiega i forti legami con le avanguardie architettoniche. Edouard Jeanneret (in arte Le Corbusier) e Amédée Ozenfant, con la pubblicazione del loro *Après le Cubisme* (1918), propugneranno l'avvento di un'arte nuova sorta dall'economia di mezzi, dalla collaborazione con la tecnica e dalla geometria pura. Non è un caso che molte delle matrici geometrico-configurative dei loro dipinti, si ritrovino nella successiva produzione grafico-architettonica³⁸ (figura 17).

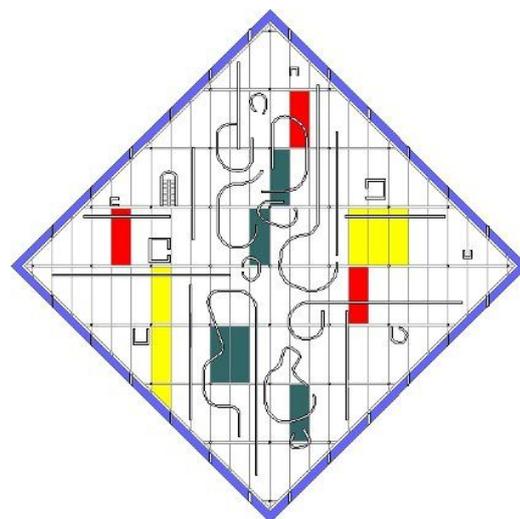
Si trovano alcuni disegni di progetto in cui è fatto addirittura esplicito riferimento ad uno stile pittorico, e gli elementi che compongono l'architettura sembrano disporsi in modo da evocare con la loro immagine un quadro, un esempio può essere il riferimento alla pittura di Mondrian nei disegni di Van Doesburg (figura 18).

Anche nelle opere grafiche di un altro architetto-pittore, El Lissitzky, sono palesi gli influssi dell'arte figurativa, nello specifico della corrente suprematista russa. L'interesse di questo architetto sovietico verso i mutamenti del concetto di spazio e le sue ricadute rappresentative, è documentato nel suo saggio del 1925 *K. Und Pangeometrie*. Il metodo assonometrico consente una reversibilità percettiva, lo scambio del davanti col dietro, del sopra col sotto, che torna utile al discorso modernista del distruggere l'assialità e il ruolo dominante della facciata, col fine di definire uno spazio astratto nel senso di polimorfo e atopico. Lo stesso El Lissitzky ha affermato che il Suprematismo ha creato l'illusione di uno spazio caratterizzato da un'estensione illimitata fra primo piano e sfondo, rendendo possibile disegnare davanti alla superficie ma anche in profondità³⁹.

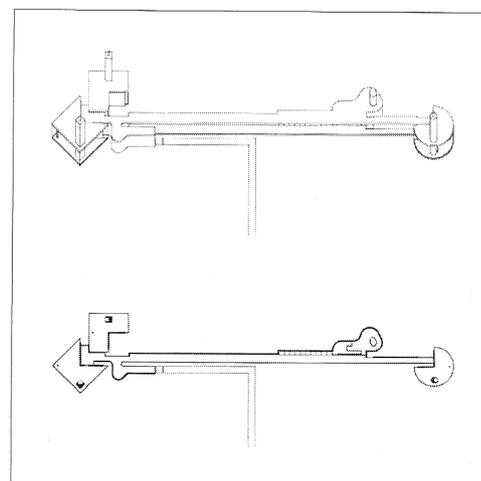
Oppure i disegni di John Hejduk per la House X, casa unifamiliare disegnata in pianta e assonometria, sono evidentemente ispirati a linguaggi d'arte figurativa come il Cubismo ed il Purismo⁴⁰ (figure 19 e 20).

In Italia, nel ventennio che ha inizio dal 1968, diversi importanti progettisti presero parte al

19. John Hejduk,
House X: pianta del
primo piano, 1963-67
20. John Hejduk,
pianta e assonometria
per la House X



19



20

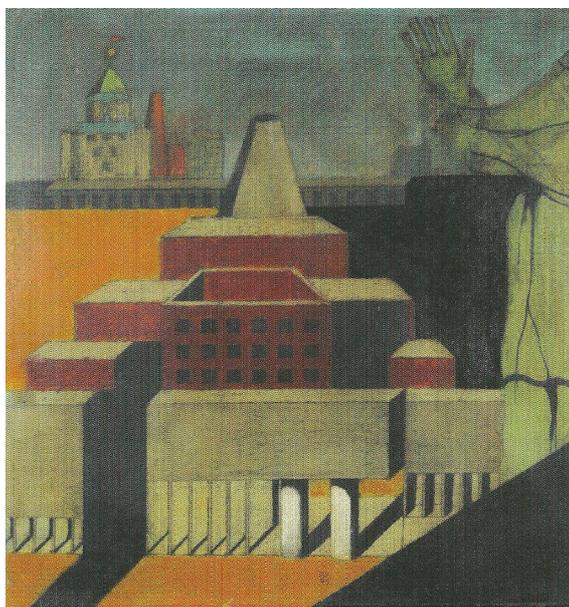
movimento dell'Architettura Disegnata. Tra questi citiamo ad esempio l'opera di Aldo Rossi, le cui tele portano l'architettura a soggetto pittorico quasi metafisico, allontanato dal suo realismo metrico e da uno scontato metodo rappresentativo. In molte delle opere che vi appartengono, i volumi architettonici sono spesso raffigurati attraverso diverse visioni proiettive e con salti di scala che coesistono nello stesso piano⁴¹. Tra gli altri autori di queste visioni architettoniche ai confini con l'arte figurativa, ricordiamo Massimo Scolari e i suoi acquerelli, Arduino Cantafora e i suoi dipinti ad olio, Giangiaco d'Ardua, Dario Passi, Franz Prati, Lebbeus Woods, Leon Krier e altri⁴².

Secondo alcuni critici, il fiorire di questo movimento fu sicuramente alimentato dal fatto che in Italia in quel periodo ci fu una crisi della costruzione, e l'architettura dovette dunque concentrare le sue sperimentazioni solo sul campo ideale⁴³. Secondo altri invece, questo fiorire del disegno d'architettura non fu imposto dalle circostanze, ma piuttosto si trattò di una scelta da parte dei suoi protagonisti che forse intendevano sottrarsi a certi aspetti della pratica professionale che non permettevano loro di esprimersi come volevano nelle loro idee e nei loro disegni⁴⁴. A sostenere questa ipotesi sembra emblematica una frase di uno degli interpreti di questo movimento di architetture immaginate e tradotte solo sulla carta, Leon Krier, che disse «non costruisco, perché sono un'architetto»⁴⁵. La mancanza della necessità costruttiva è certamente una delle ragioni che spingono il disegno di architettura ad allontanarsi da un'immediata corrispondenza con la realtà visiva, abbandonando le regole ferree della proiettività

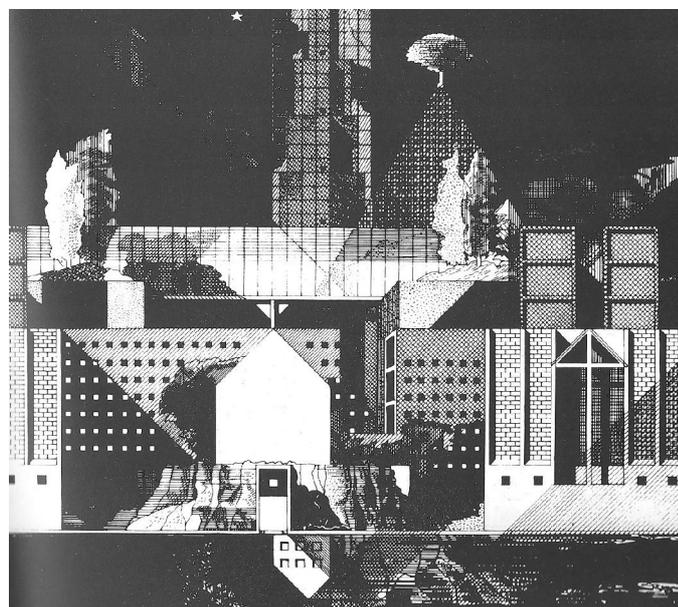
21. Carlo Aymonino,
Disegni per il
"Gallaratese" di
Milano
22. Aldo Rossi,
Composizione con
cimitero di Modena e
Santo, olio su
tavola, 1979
23. Franco Purini,
Concorso per la
sistemazione della
Lützowplatz, Berlino,
1983



21



22



23

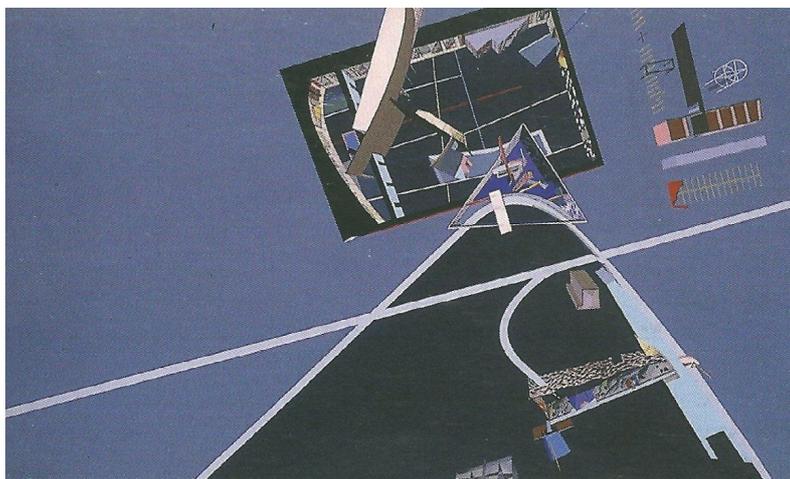
geometrica classica verso interpretazioni più personali e astratte, e riportando in questo modo la rappresentazione ad essere privilegiato strumento di indagine dell'architettura, a prescindere da una sua successiva opera costruttiva, spostando l'interesse verso la sperimentazione concettuale e immaginaria⁴⁶ (figure 21, 22 e 23).

In definitiva si può dire che l'architettura moderna, ed in particolare quella d'Avanguardia, abbia beneficiato della rivoluzione compiutasi nelle arti visive del Ventesimo secolo, poiché le concezioni figurative dello spazio e del tempo, che si sono sviluppate in seno ad essa, l'hanno svincolata dal peso della rappresentazione⁴⁷. Le suggestioni introdotte in quegli anni nel mondo artistico non smettono tuttora di fornire spunto ai progettisti d'architettura. A tal proposito merita un accenno il caso particolare di Zaha Hadid, la cui visionaria tecnica pittorica le permise, sin dagli anni Ottanta, di sperimentare forme progettuali ardite, che si discostavano da qualunque linguaggio architettonico precedente, prendendo liberamente ispirazione dalla pittura costruttivista. Come abbiamo già avuto modo di raccontare nel capitolo precedente, la Hadid aveva un metodo molto personale ed elaborato di produrre l'immagine della sua idea progettuale, che attraverso il processo stesso del disegnare trovava la sua genesi formale. Distorsioni, plurimi punti di vista, tipi di proiezioni diverse nello stesso dipinto, sembravano recuperare alcuni concetti propri delle sperimentazioni spazio-temporali cubiste (figura 24).

Dagli anni Ottanta sino alla metà degli anni Novanta, anche Ben van Berkel e Caroline Bos hanno compiuto un interessante lavoro di collezione di diagrammi di flussi, di annotazioni musicali, di diagrammi a nodi, ripresi da manuali tecnici o dal mondo dell'arte, dal lavoro di Kandinskij e di Klee, traducendoli nelle loro composizioni architettoniche. Lo stesso van Berkel, ha dichiarato di aver preso spunto dall'opera del pittore Francis Bacon, rielaborandone la tecnica in senso inverso e cioè non muovendosi dalla figura all'astratto, come faceva Bacon, ma dall'astratto alla figura⁴⁸.

Il repertorio formale pittorico, dunque, non smetterà mai di appartenere alla cultura dell'architetto, che nello strumento del disegno trova affinità fraterna con le arti figurative; e tramite questo, grazie alle tecnologie avanzate, si esprime ormai liberamente senza condizionamenti geometrici né pratici.

24. Zaha Hadid, Residenza del primo ministro irlandese, Dublino, 1979-1980



3.3. Rappresentazione del parametro temporale nel progetto

Secondo l'interpretazione Kantiana lo spazio «non è un concetto empirico, ricavato da esperienze esterne....» bensì «....una rappresentazione a priori che sta a fondamento di tutte le intuizioni esterne....». Dunque lo spazio diventa una categoria del pensiero, è interamente concepibile e razionalizzabile in se stesso, diventa il “modo” in cui organizziamo le sensazioni provenienti dalla realtà esterna. Il tempo invece è la forma del senso interno ed ha dunque una certa priorità nei confronti dello spazio. Kant è dunque il primo a teorizzare il fatto che nell'atto di percepire un qualsiasi fenomeno, l'uomo tende ad ordinare le immagini in una successione temporale. E pertanto la percezione dello spazio è subordinata al tempo. Tuttavia il pensiero di Kant non ebbe immediato riscontro nell'architettura e nella sua rappresentazione di quel periodo, dove lo stile dominante era il Neoclassico e le sue rappresentazioni più originali erano quelle di Boullée e Ledoux⁴⁹ che, pur discostandosi espressivamente dal freddo stile accademico, non superavano la staticità delle proiezioni di facciata.

Dal punto di vista della rappresentazione, per la prima volta, il problema del rapporto spazio-tempo è stato sentito fortemente dalle avanguardie artistiche del primo Novecento (Cubismo, Futurismo, etc.). Ed ha finito per essere uno dei nodi dell'architettura moderna, dove lo spazio è concepito come un *continuum* che l'uomo può fruire attraverso infiniti punti di vista, in costante movimento. I percorsi diventano fondamentali nell'esperienza dello spazio reale e di conseguenza anche di quello progettato. All'inizio del Novecento, Henri Bergson, nel suo saggio *L'evoluzione creatrice*, espone una teoria sul divenire e sul concetto di movimento, secondo la quale la percezione umana dello spazio nasce necessariamente in uno stato di movimento, e afferma che «il meccanismo della nostra conoscenza abituale è di natura cinematografica», accogliendo la novità dell'invenzione del cinema come espressione dell'interiorità umana⁵⁰.

Negli anni Sessanta e Settanta del secolo scorso si intensificarono le attenzioni verso la percezione degli spazi in movimento, ponendo alla base di alcuni studi progettuali uno studio in forma grafica delle sequenze percettive, delle posizioni nel tempo dell'osservatore, dei suoi movimenti spontanei, guidati, o obbligati, in modo da poter controllare e comunicare i fenomeni studiati. Uno dei più accorati sostenitori del metodo, in quel periodo, fu Kevin Lynch che dichiarava il problema, che affliggeva il progetto, in questi termini:

«Oggi l'ambiente è percepito soprattutto attraverso la visione in movimento, eppure il disegno sequenziale è praticato raramente e in modo molto rudimentale: le sue potenzialità di espressione artistica sono ancora quasi del tutto inesplorate»⁵¹.

Infine, nel panorama architettonico contemporaneo, il fattore temporale diventa pane quotidiano per la composizione architettonica, molti progettisti hanno dichiarato apertamente di utilizzare il fattore movimento nel momento della concezione formale dell'oggetto. Ad esempio, Greg Lynn i cui concetti fondatori del progetto si concentrano in affermazioni di questo tipo:

«Un vettore la cui traiettoria è relativa ad altri oggetti nonché a forze, campi, flussi definisce una forma all'interno di uno spazio attivo di forze in movimento»⁵².

Oggi il cambiamento temporale è uno degli elementi di base del concetto di modificazione del progetto, anche dal punto di vista creativo e strumentale, poiché si caratterizza come uno dei parametri fondamentali dei processi generativi digitali.

Inoltre, sempre grazie al supporto del mezzo digitale, è possibile usare immagini dinamiche, per riprodurre gli effetti di variazione temporale sulla rappresentazione del progetto. Il ricorso al film sta diventando sempre più diffuso nell'architettura contemporanea, soprattutto supportato dai mezzi di diffusione mediatica, poiché il parametro temporale è ormai entrato da tempo a far parte dei concetti che stanno alla base del progetto, sino ad essere diventato parte integrante del funzionamento del più diffuso strumento di progettazione che è il computer.

Riportiamo l'affermazione di un altro architetto contemporaneo, quella di Toyo Ito, che con certezza dice, in un suo scritto, che

«Sulla funzionalità del corpo organico si è posata la pellicola di un corpo elettronico, che sta per generare nuove percezioni. Dobbiamo dare al software design dell'ambiente che ci circonda la stessa importanza che l'ambiente costruito reale ha: spazio e tempo sono destinati a produrre nuove modalità di percezione della realtà.....L'architettura nell'era dell'elettronica è un'architettura che progetta il tempo»⁵³.

La natura dinamica della genesi progettuale, che l'architettura ha sperimentato negli ultimi anni, costituisce un effettivo ostacolo alla rappresentazione statica. Tuttavia, per scelta a priori, ho deciso di non analizzare le forme di rappresentazione dinamiche, che rappresentano un campo di studio che andrebbe approfondito separatamente per i molti aspetti che lo contraddistinguono. E quindi mi limiterò a studiare il modo di rappresentare i casi elencati, di interazione del progetto con il fattore temporale, analizzando le sole forme bidimensionali e fisse della rappresentazione.

Nel precedente capitolo si è già parlato dell'esigenza di rappresentazione del fattore temporale, in particolare riferimento al progetto digitale, elevando al grado di poetica espressiva l'uso delle sequenze di immagini per il racconto dell'architettura.

Ma, in questo momento, trovo necessario fare un passo indietro, per analizzare la questione in maniera più generale, distinguendo i diversi casi in cui la rappresentazione architettonica deve

cimentarsi col fattore temporale per descrivere un aspetto del progetto.

La rappresentazione del fattore temporale si rende utile in varie occasioni e ricorre spesso dal momento in cui si prende coscienza dell'importanza della percezione del cambiamento nella rappresentazione progettuale.

I casi in cui il fattore temporale può implicare, nel progetto, una rappresentazione in cambiamento sono sostanzialmente riconducibili a quattro: il primo è dato dall'esigenza di rappresentare l'evoluzione del progetto, dalla sua genesi allo sviluppo nella fase definitiva; il secondo è indotto dal movimento dell'osservatore rispetto all'oggetto rappresentato, che può essere necessario per esplorare sia esternamente che internamente l'opera progettata; il terzo è conseguente alla variazione dei fattori ambientali (atmosferici, luminosi, naturali e del di rapporto col contesto in genere) al trascorrere del tempo; infine esistono possibilità di movimento dell'organismo progettato o di sue parti, quindi l'esigenza sarà di rappresentare questi mutamenti in dipendenza del tempo.

Il sistema di rappresentazione grafica del tempo nel progetto è la sequenza di disegni.

Il primo caso di coinvolgimento del fattore temporale nella rappresentazione riguarda la genesi e l'evoluzione del progetto dalla sua nascita alla sua progressiva definizione: in questo caso le immagini in sequenza servono ad immortalare le varie fasi della metamorfosi.

Il secondo caso riguarda il movimento ipotetico dell'osservatore rispetto all'oggetto della rappresentazione: trattandosi di uno spazio architettonico, il tipo di esperienza visiva potrà variare a seconda della vicinanza all'oggetto. Si potranno dunque avere sequenze di esplorazione dall'interno o dall'esterno dell'architettura progettata (figura 25).

Un terzo caso riguarda la variazione, nel tempo, delle condizioni contestuali in cui viene inserita l'opera. Si possono trovare sequenze che mostrano le diverse condizioni di illuminazione nell'arco della giornata o dell'anno, oppure sequenze che mostrano le variazioni stagionali del contesto naturale, e anche sequenze che illustrano la condizione del contesto prima e dopo l'inserimento dell'opera progettata, quando vi siano particolari concetti da esprimere. E vi sono anche sequenze che

25. NOX/Lars
Spuybroek con Kris
Mun, Florent
Rougemont, Chris
Seung-woo Yoo e
Ludovica Tramontin,
ParisBRAIN, 2001



mostrano il movimento di personaggi che popolano il disegno, a dimostrare le funzioni d'uso dell'opera (figura 26).

Come quarta possibilità, vi sono le sequenze che illustrano il funzionamento dell'edificio, i suoi elementi mobili o modificabili al trascorrere del tempo. Il punto di vista resta fermo e il movimento o la modificazione riguardano l'oggetto della rappresentazione.

Come corollario dell'ultimo caso si può citare un ultimo tipo di rappresentazione sequenziale, che coinvolge il fattore temporale nel momento del disegno, laddove le variazioni spaziali degli elementi stessi del disegno, che interagiscono con l'oggetto rappresentato, vengono esposte sequenzialmente in una successione che permette la ricostruzione spaziale: ad esempio una serie di sezioni dello stesso oggetto, compiute in punti sequenziali, descrive la forma al variare della posizione del piano di sezione nello spazio. Quest'ultimo tipo di sequenza è diffusissima laddove ricorra l'esigenza di esprimere graficamente forme complesse (figura 27).

Il ricorso alla rappresentazione sequenziale è ormai indispensabile nell'ambito del progetto contemporaneo, in cui il fattore temporale fa parte integrante del processo di generazione della forma, diventando uno dei concetti fondamentali che vincolano la composizione architettonica.

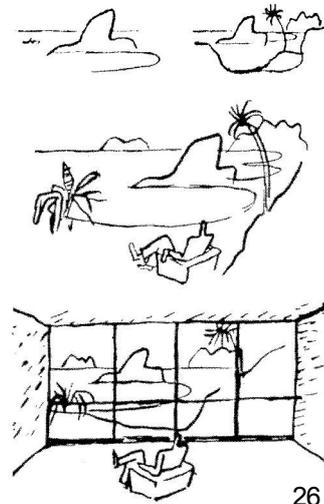
Nella rappresentazione statica per sequenze del progetto digitale, capita spesso che le immagini siano estrapolate da sequenze dinamiche attraverso le quali si attua la genesi del progetto, e costituiscono dunque fotogrammi di film, i cosiddetti *snapshots*.

In alcuni casi, la perdita di distinzione tra esterno ed interno dell'oggetto, formato da superfici topologiche, induce alla simultaneità della rappresentazione di questi due aspetti e dunque a proporre sequenze di immagini che ne ritraggono il passaggio. Corpi tridimensionali ruotano mostrando le loro innumerevoli facce all'osservatore e generando infinite possibili immagini diverse. Non esiste più una superficie alla quale posizionare parallelo il quadro, non esistono più i prospetti frontali laterali ecc. ma piuttosto questi, per essere identificati, devono prendere orientamento dai punti cardinali, cioè riferirsi ad elementi esterni al progetto.

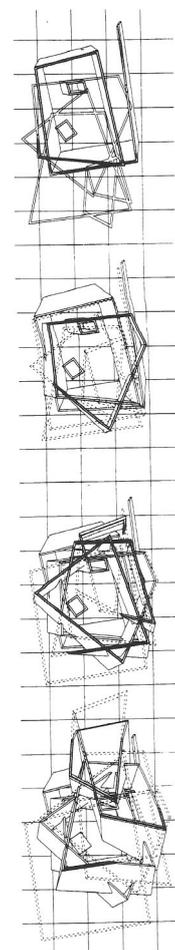
3.4. La simulazione grafica di effetti di interazione luci-corpi e di effetti materici

Dal momento in cui il disegno architettonico inserisce nel suo repertorio l'imitazione degli effetti realistici che si ipotizzano per l'opera progettata, si sviluppa uno studio sempre più accurato della resa grafica dell'aspetto dei corpi. Le tecniche si affinano a tal punto da rendere l'immagine del progetto in competizione

26. Le Corbusier, sequenza di schizzi, rio de Janeiro, 1936



27. Daniel Libeskind, estensione del Victoria and Albert Museum di Londra, piante della spirale a diversi livelli



artistica con l'oggetto stesso del disegno. Già nell'Ottocento, il disegno era in grado di produrre immagini in grado di emulare in modo convincente l'inserimento dell'opera nel contesto, con l'interazione luci-corpi, e una buona emulazione dei materiali (figura 28). Lo studio dei comportamenti dei corpi alla luce è ormai codificato nelle leggi della geometria descrittiva, ed è entrato definitivamente nel repertorio del disegno di architettura.

Nel 1799, Gaspard Monge oltre alla determinazione dei punti brillanti sulle superfici levigate, affrontò il problema geometrico della costruzione della prospettiva aerea,

criticando però l'utilizzazione abusiva di questo fenomeno, ben conosciuto dai pittori, nella resa dell'architettura⁵⁴.

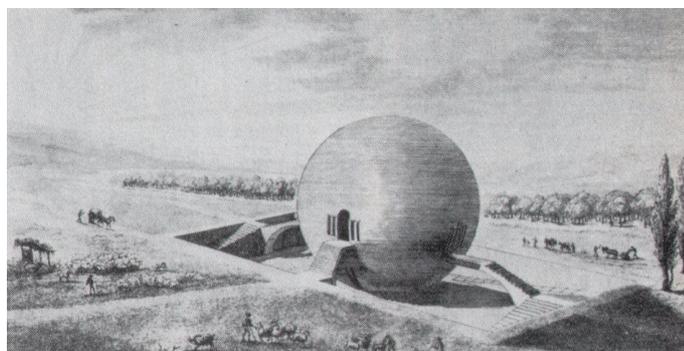
Nel testo *Elementi del disegno e della pittura* in cui John Ruskin, negli anni Venti del Novecento, elabora una teoria del disegno e della pittura mirato alla formazione dei giovani all'esercizio artistico di queste arti, vengono proposti una serie di esercizi pratici tra cui quello della copiatura dal vero di un modello di sfera. A proposito emergono alcune considerazioni sul fatto che in natura non esistano linee di contorno e sull'importanza delle ombre e del chiaroscuro, nonché del "colore di sfondo". Così leggiamo nel testo:

«naturalmente l'oggetto più semplice che si possa dare per modello ad un allievo che lo deve disegnare, è una sfera bianca; [...] Ciò che egli deve apprendere nello studio della palla è che l'ombra serve a dare il rilievo. Il che è della massima evidenza nella sfera, poiché ogni forma solida terminata da linee rette o da superfici piane deve parte del proprio rilievo alla sua prospettiva; ma nella sfera quello che, senza l'ombra, sarebbe un circolo piano, diventa solo che vi si aggiunga l'ombra, l'immagine di una palla solida; e questo è ciò che fa capire all'allievo se il suo contorno circolare è giusto o falso»⁵⁵.

E prosegue dicendo che:

«La prima cosa che gli viene insegnata è che la Natura rileva una massa, od una tinta, contro l'altra, ma nessun contorno. [...] Deve essere data una grandissima importanza, fin da principio, al color locale (cioè la tonalità generale dell'ambiente in cui si trova l'oggetto che si vuol copiare, o, per meglio dire, il rapporto reciproco del colore di questo oggetto con quello degli oggetti circostanti; per modo che, ad esempio, non si consideri il chiaroscuro di un oggetto come cosa per sé stante, ma bensì in relazione al colore dello sfondo che vien dato all'oggetto stesso; onde la copia di questo nel suo chiaroscuro non deve scindersi dalla copia del suo sfondo nella propria tonalità»⁵⁶.

28. C.N. Ledoux, progetto di casa per le guardie agricole a Meaupertuis, 1804



28

Allo stesso modo, secoli prima, nel suo *Trattato della pittura*, si era espresso Leonardo con queste parole:

«Lo studio de' giovani i quali desiderano professionarsi nelle scienze imitatrici di tutte le figure delle opere di natura, dev'essere circa il disegno accompagnato dalle ombre e lumi convenienti al sito dove tali figure sono collocate»⁵⁷.

Sebbene siamo portati a credere che l'estremo realismo dell'immagine sia stato raggiunto solo di recente, con l'ausilio dello strumento digitale, ciò non è vero. Con diversi strumenti e tecniche grafiche manuali, infatti, si sono raggiunti gradi sorprendenti di verosimiglianza con la realtà. L'unica cosa certa è che i processi di emulazione dell'interazione della luce coi corpi che investe, non sono di facile realizzazione con metodi e strumenti manuali. Le costruzioni geometriche risultano laboriose e in alcuni casi sono solo approssimate. Gli algoritmi che permettono, invece, al computer di emulare questi aspetti, rendono il processo grafico estremamente più semplice e rapido, superando anche i limiti della costruzione geometrica tradizionale.

Ma per avere ben chiaro di cosa stiamo parlando sarà bene compiere un veloce excursus attraverso la definizione dei vari effetti determinati dall'interazione fisica di luce e corpi, e della loro simulazione grafica.

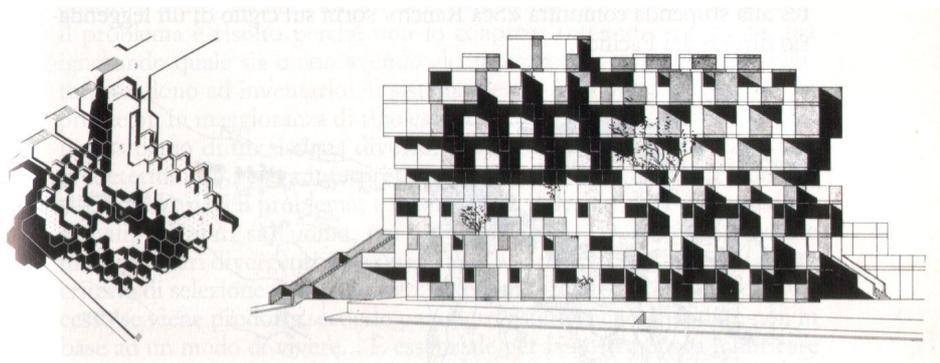
La scienza del disegno ha da sempre studiato il modo di riprodurre in un modello grafico gli effetti generati dalla luce sui corpi. A seconda del tipo delle sorgenti luminose, della natura dei corpi e delle loro superfici, delle loro posizioni nello spazio, ma anche in dipendenza dalle condizioni dell'ambiente circostante, luci e oggetti interagiscono in molti modi generando effetti più o meno noti e più o meno complessi da rappresentare. Tra questi effetti definiremo i principali, cercando di individuare i parametri da cui dipendono. Ricordiamo che normalmente nella realtà più effetti si sovrappongono, determinando interferenze ed effetti risultanti più complessi.

Iniziamo dagli effetti che dipendono dalla posizione reciproca di luci e oggetti. In questa categoria troviamo le ombre, la penombra e il chiaroscuro.

Le ombre sono zone di oscurità o minore luminosità su una superficie, prodotte dall'interposizione di un corpo opaco tra essa e la sorgente di luce. Si distinguono in ombre proprie, quando la superficie d'ombra appartiene al corpo stesso che la produce, e ombre portate quando l'ombra è prodotta su una superficie da un altro corpo. Il processo di costruzione grafica si basa sulla definizione della sorgente luminosa, e sull'intersezione, con le superfici interessate, degli ipotetici raggi luminosi che partono dalla sorgente.

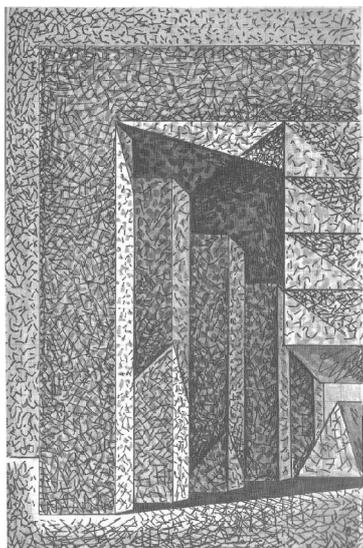
Nel disegno architettonico le ombre sono molto utilizzate, non solo nei casi maggiormente espressivi, ma anche nei disegni più tecnici e oggettivi, per suggerire l'idea della terza dimensione agevolando

la più immediata interpretazione della forma (figure 29, 30 e 31).

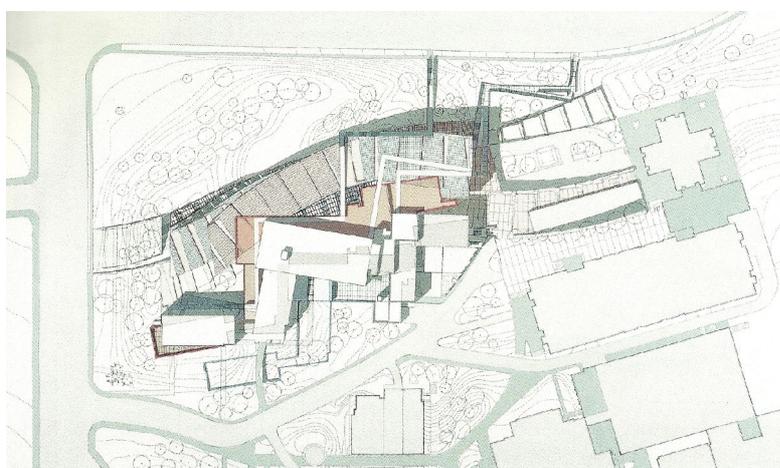


29

29. Alfred Neumann, Zvi Hecker, Eldar Sharon, Appartamenti a Ramat-Gan, 1960-65
 30. Franco Purini, schizzo per un palazzo per uffici del 2005
 31. Peter Eisenman, College of Design Architecture Art and Planning, University of Cincinnati, Ohio, 1986. Planivolumetrico



30



31

La penombra si ha quando la sorgente luminosa è di grandi dimensioni (ad esempio il Sole) e quindi un corpo è illuminato sia dai raggi che escono dal centro della sorgente luminosa che da quelli che provengono dalle sue zone più periferiche con la conseguenza che i contorni dell'ombra dell'oggetto appaiono sfumati. Questa zona sfumata che contorna le ombre portate si chiama penombra, e la sua ampiezza dipende dalla distanza tra il corpo che porta l'ombra e quello su cui questa viene proiettata: maggiore è la distanza e maggiore è l'ampiezza della zona di penombra⁵⁸.

L'effetto di chiaroscuro è la variazione dell'intensità luminosa al variare dell'angolo di incidenza dei raggi luminosi su una superficie: se l'angolo è piccolo, come avviene in caso di luce radente, il grado di intensità luminosa della superficie è modesto, mentre se i raggi luminosi sono perpendicolari alla superficie illuminata, il grado di intensità è massimo. Questo fenomeno è descritto dalla prima Legge di Lambert: «il grado di intensità luminosa di una superficie varia con il coseno dell'angolo che il raggio di luce forma con la normale alla superficie nel punto considerato». Nella pratica, se consideriamo una superficie piana

e la sorgente luminosa è posta a grande distanza da essa, come nel caso del Sole, l'angolo di incidenza dei raggi può essere considerato costante in ogni punto della superficie e quindi il piano risulta uniformemente illuminato.

«La geometria insegna a misurare il grado di intensità luminosa in un punto di una superficie ed anche a costruire le linee isòfote, cioè quelle linee che presentano uguale grado di intensità luminosa»⁵⁹. Una tecnica di resa manuale del chiaroscuro è quella cosiddetta della *scala delle tinte* che permette di associare alle distanze progressive una determinata gradazione della tonalità usata.

Vi sono poi gli effetti di trasparenza/opacità. Essi dipendono dalla natura dei corpi esposti alla luce. Come vedremo nel paragrafo dedicato al colore, un corpo si può definire trasparente o opaco anche nei confronti di una certa banda di frequenze d'onda, cioè selettivamente rispetto ad un solo colore. In questo paragrafo intendiamo invece come proprietà di trasparenza/opacità quella riferita all'intera gamma di frequenze d'onda che compongono la luce bianca, per cui dunque definiamo trasparente un corpo attraverso il quale possiamo vedere ciò che gli sta dietro e viceversa per un corpo opaco. Con tecniche manuali, la trasparenza non è facile da simulare, tuttavia non mancano gli esempi che, nella storia, si cimentano nell'imitazione di materiali da costruzione come il vetro (figura 32). Nella rappresentazione digitale, invece, come abbiamo visto nel capitolo secondo, grazie alla semplicità con cui gli algoritmi grafici sono in grado di restituire il fenomeno, la trasparenza è usata molto di frequente, sino a delinearci come vero strumento espressivo, e non solo nei casi in cui imita il reale comportamento del materiale.

Troviamo inoltre gli effetti di riflessione. Possiamo distinguerli in riflessi e punti brillanti. I riflessi sono dovuti alla luce diffusa (e riflessa) dalle superfici illuminate: in scene composte da più oggetti è possibile, anzi quasi certo, che le zone in ombra propria o portata di alcuni corpi siano investite dalla luce diffusa o riflessa da altri corpi illuminati direttamente, risultando così schiarite. La geometria tradizionale imita il fenomeno attraverso osservazioni empiriche, mentre il computer è in grado di simularlo più compiutamente, seppur con algoritmi avanzati che richiedono lunghi tempi di calcolo.

Se per esempio pensiamo ad una sfera poggiata sopra un piano riflettente ed esposta alla luce solare, si noterà che la parte in ombra propria della sfera più vicina al piano sarà schiarita a causa del fenomeno del riflesso della luce sul piano⁶⁰.

I punti brillanti sono i riflessi dell'immagine della sorgente luminosa

32. Mies van der Rohe, grattacielo su un lotto triangolare della Friedrichstrasse, Berlino. 1919



sulle superfici: sono dunque l'effetto dei raggi luminosi, generati dalla sorgente di luce, che colpiscono la superficie e vengono riflessi in direzione dell'occhio dell'osservatore. Ciò che egli vede è, pertanto, l'immagine riflessa della sorgente luminosa sulla superficie (figura 33). Questo fenomeno dipende dalla qualità della superficie illuminata: più questa è liscia, maggiore sarà il grado di riflessione (la luce che non viene riflessa viene invece diffusa), «se la superficie è perfettamente speculare, l'osservatore può distinguere la forma della sorgente luminosa. Quando, infatti, la superficie è liscia, i raggi luminosi vengono riflessi in modo ordinato e soltanto alcuni raggiungono l'occhio dell'osservatore, determinando un'immagine più piccola e definita della sorgente di luce; se invece la superficie è ruvida, i raggi luminosi vengono riflessi in modo caotico, cioè in più direzioni, e quindi una maggiore quantità di essi raggiunge l'occhio dell'osservatore, determinando un'immagine di maggiori dimensioni, minore intensità luminosa e dai contorni sfocati»⁶¹.

La geometria tradizionale insegna la costruzione dei punti brillanti delle superfici, ma anche il computer, in modo più rapido, è capace di simularli finemente.

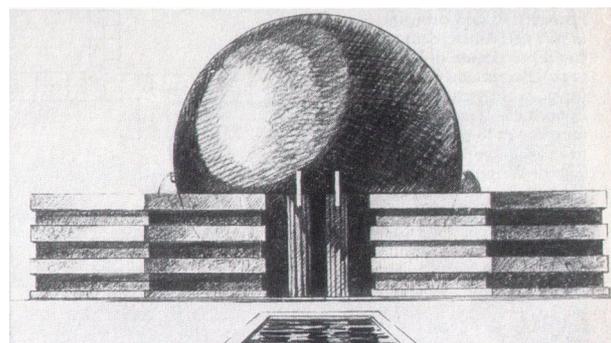
Vi sono poi gli effetti di diffusione. Il fenomeno della diffusione può anche essere chiamato riflessione diffusa e differisce dalla semplice riflessione perché la direzione della luce diffusa non dipende univocamente da quella del raggio incidente: la luce diffusa viene infatti riflessa in tutte le direzioni.

Dobbiamo inoltre tenere in considerazione il fatto che la luce che colpisce una superficie opaca viene diffusa all'intorno e solo una parte di questa luce diffusa raggiunge l'occhio dell'osservatore, e questo fatto determina una certa chiarezza apparente del corpo. Il grado d'illuminazione di un punto (regolato dalla legge di *Lambert*) è pertanto diverso dalla chiarezza apparente di quello stesso punto, che quindi non avrà un valore univoco ma varierà a seconda dell'osservatore⁶².

Gli effetti della rifrazione, che consiste nella deviazione dei raggi luminosi rispetto alla direzione originaria e si verifica sulla superficie di separazione di due mezzi otticamente diversi. Questo fenomeno è generalmente accompagnato anche da una riflessione. L'angolo di rifrazione è legato all'angolo di incidenza da una relazione che dipende dall'indice di rifrazione del secondo mezzo rispetto al primo. Se il primo mezzo è il vuoto l'indice di rifrazione è detto assoluto. In architettura non capita sovente la necessità di descrivere gli effetti di rifrazione, se non in casi molto particolari, ad esempio in presenza di volumi d'acqua nella composizione.

L'effetto di dissolvenza è dovuto alla

33. Terragni, Sironi e Nizzoli, allestimento celebrativo. 1932



massa d'aria interposta tra l'oggetto e l'osservatore e viene definito prospettiva aerea. Questo fenomeno era noto e rappresentato sin dai tempi di Leonardo. In particolare si nota che i corpi chiari tendono a diventare più scuri man mano che ci si allontana dall'osservatore, mentre i corpi scuri tendono invece a schiarirsi.

Un altro effetto dovuto alle masse d'aria è la diffusione della luce: la luminosità diffusa del cielo ne è una conseguenza⁶³.

Nel disegno tradizionale il fenomeno viene riprodotto principalmente per via empirica, mentre sono rari e complessi i tentativi di emulazione precisa e geometrica.

Un effetto che molto spesso si trova simulato in architettura è l'emissione luminosa da parte di un oggetto che compone la scena. Questo avviene poiché, non solo il rapporto con la luce naturale è sempre stato considerato elemento compositivo, ma anche gli elementi di luce artificiale entrano a far parte del repertorio architettonico.

L'altro campo da analizzare per capire quali attributi dell'oggetto il nostro disegno è chiamato a descrivere e in che modo, è quello dell'aspetto materico. Infatti l'indicazione del tipo di materiale di cui si costituisce l'oggetto disegnato è una delle necessità espressive tipiche del disegno di architettura. Tale indicazione non è necessariamente esprimibile solo con il mezzo grafico, anzi spesso è lasciata alla pura descrizione didascalica.

La ricerca di espressione del tipo di materiale dell'oggetto non caratterizza soltanto le rappresentazioni più realistiche, bensì è presente anche al livello di schizzo, o come semplice notazione schematica e simbolica.

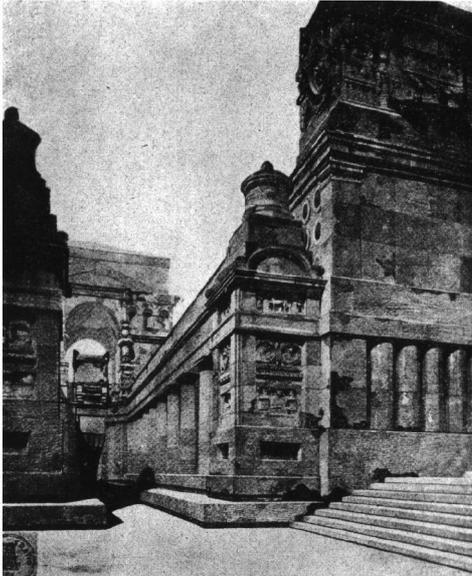
Il tentativo di rendere, con le tecniche del disegno, gli effetti materici delle superfici rappresentate è sempre esistito. Ovviamente, ai giorni nostri, la simulazione ha raggiunto, grazie ai mezzi digitali, i più alti gradi, giungendo al fotorealismo. Tuttavia anche in passato, con mezzi non automatici, sono stati raggiunti risultati eccellenti nell'imitazione del vero. Ciò è stato ottenuto con tecniche varie, a penna, con acquerello, con colori acrilici etc. (figura 34). Negli anni Sessanta del secolo scorso, era diffusa una tecnica grafica manuale, nota come *rendering*, che, seppur con procedimenti complessi e ricercati, riusciva ad ottenere risultati molto vicini a quel che oggi produce il *rendering* digitale (figura 35).

La *texture* materica, può essere efficacemente riprodotta dal livello di schizzo, con rapidi segni grafici, sia a livello fotografico. Non è detto che la *texture* fotografica debba essere necessariamente utilizzata in modo realistico, anzi, spesso, la si carica di valori simbolici, impiegandola in fuori scala o con cambiamenti cromatici, o di direzione della trama. Gli esempi di disegno di progetto che adoperano le *texture* in modo simbolico presentano un alto grado di personalizzazione (figura 36).

Inoltre, la notazione del materiale, nel disegno tecnico di progetto, fa riferimento a precise notazioni simboliche di *textures*, fornite dalla normativa.

La simulazione degli effetti luminosi sulle superfici è argomento strettamente correlato alla simulazione dei materiali, poiché è proprio grazie alla resa della luce che spesso sono messe in evidenza le caratteristiche morfologiche e cromatiche dell'oggetto rappresentato. Infine l'aspetto materiale e luminoso è strettamente correlato anche ad uno studio dell'aspetto cromatico.

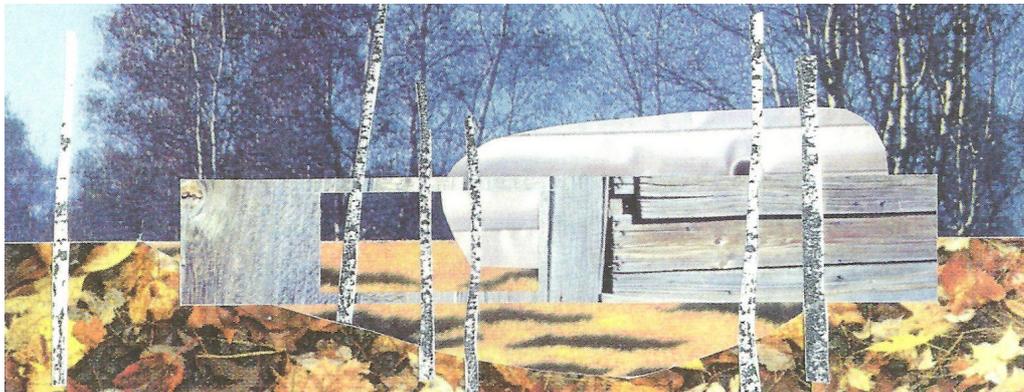
34. Pietro Aschieri.
Disegno, 1920 circa
35. Kempa & Schwartz
Architects, passenger
facilities for Iberia and
Icelandic Airlines, New
York International
Airport
36. Mecanoo (Henk
Doll, Francine
Houben), Museo ad
Arnhem, 1995-2000.
Concept collage



34



35



36

3.5. Aspetti di teoria del colore

Nel testo già citato, dedicato alla stesura di un metodo per insegnare a disegnare e dipingere, John Ruskin riserva l'intero ultimo capitolo alla trattazione del colore e della sua composizione. Tra le righe si legge quanto segue:

«mentre la forma è assoluta, cosicché tu puoi accorgerti nello stesso mentre che disegni se una linea è giusta o sbagliata, il colore invece è affatto relativo. Ovvero dipende da ciò che gli sta intorno nella composizione».

Anche in questo caso Ruskin cita un passo del *Trattato* di Leonardo che recita così:

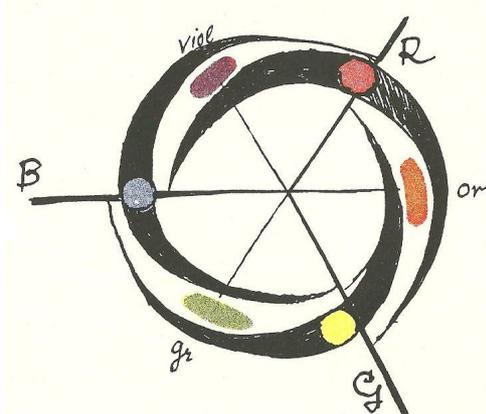
«Delle cose di egual chiarezza, quella si dimostrerà di minor chiarezza, la quale sarà veduta in campo di maggior bianchezza; e quella parrà più bianca, che campeggerà in spazio più oscuro; e l'incarnata parrà pallida in campo rosso, e la pallida parrà rosseggiante essendo veduta in campo giallo; e similmente i colori saranno giudicati quello che non sono mediante i campi che li circondano»⁶⁴.

Da queste citazioni introduciamo subito il concetto della relatività del colore, che pur essendo un fenomeno scientificamente definibile, è interpretato secondo stati psicologici e soggettivi. Nella trattazione del disegno e della pittura lo studio del colore occupa una parte sostanziale. I testi interamente o parzialmente dedicati al suo studio ed al suo uso finalizzato sono innumerevoli. Ad esempio, nella *Teoria della forma e della figurazione* di Klee, un'intera sezione è dedicata alla teoria del colore, all'ordine dei colori, al loro allineamento, al passaggio dall'uno all'altro⁶⁵. Al colore dunque sono attribuiti dei significati spaziali, secondo teorie personali, ma sicuramente fondate su una teoria percettiva del colore: al passaggio da un colore all'altro, secondo regole definite, si producono sensazioni di movimento, si creano gerarchie e direzioni all'interno della figura colorata (figura 37).

Pertanto, per uno studio appropriato dell'aspetto cromatico nel disegno del progetto architettonico, ho ritenuto utile fissare alcuni concetti di base della teoria del colore.

Si definisce colore quella qualità associata dall'osservatore ad un fascio di luce che colpisce il suo occhio. Tale associazione avviene grazie ad uno stimolo fisiologico che dipende dalla lunghezza d'onda della luce emessa o riflessa dalle superfici degli oggetti. Dal punto di vista fisiologico il fenomeno della visione è basato sulla trasformazione di particolari sostanze chimiche (pigmenti visivi) contenute nelle cellule fotoricettrici (coni e bastoncelli), che si trovano nella retina, trasformazione che avviene per effetto dell'energia luminosa assorbita e durante la quale viene inviato al cervello un impulso

37. Paul Klee, disegno del "canone della tonalità cromatica"



nervoso.

L'occhio umano è sensibile alle radiazioni elettromagnetiche aventi lunghezza d'onda compresa tra 7600 e 4000 Å circa, e una miscela di lunghezze d'onda che coprono tutto questo intervallo dà all'occhio una sensazione detta di luce bianca (o luce diurna).

Benché sia facile scindere teoricamente il processo della visione in tre elementi (stimolo, recettore, sensazione), non è facile quantificare esattamente il fenomeno, poiché è impossibile prescindere dai suoi aspetti fisiologici e psicologici. Pertanto si usa dare al colore, analogamente a quanto si fa in acustica per il suono, una trattazione dal punto di vista psicofisico, riferendo tutti i dati ad un ipotetico osservatore umano medio, creato su base statistica. Il problema può essere affrontato anche da un punto di vista strettamente fisico prescindendo dagli aspetti sensoriali ed utilizzando per l'identificazione appositi strumenti, detti colorimetri, ed in questo caso il colore diviene sinonimo di lunghezza d'onda.

Numerose teorie hanno cercato, nel corso dei secoli, di spiegare la visione dei colori. Tra le più famose ricordiamo ad esempio i contributi di Newton, Goethe, Young ed Helmholtz, Hering.

Secondo la Commissione Internazionale per l'Illuminazione (CIE), le caratteristiche fondamentali di un colore sono riassunte in tre variabili: brillantezza, tono di colore, saturazione. La brillantezza è la maggiore o minore vivacità del colore; il tono di colore (o cromaticità) è la qualità che individua il colore stesso (giallo, verde, etc.); la saturazione è il rapporto tra il colore in esame ed il corrispondente colore dello spettro solare: infatti i colori dello spettro solare sono considerati saturi o puri, mentre tutti gli altri sono una miscela del colore considerato con il bianco: l'indice di saturazione dà la percentuale di colore puro del colore in esame.

Normalmente si dà il nome di luce bianca alla luce solare che contiene luce di ogni lunghezza d'onda percepibile dall'occhio umano. Il singolo colore di una qualunque zona dello spettro si dice colore semplice o luce monocromatica. I colori degli oggetti illuminati da luce bianca sono prodotti da una riflessione selettiva, alcuni vengono assorbiti e gli altri riflessi.

Un corpo che si lascia attraversare dalla luce viene detto trasparente, se invece assorbe alcune radiazioni della luce e le respinge è detto corpo opaco. Quindi ogni oggetto che appare colorato al nostro occhio, sottrae alcune radiazioni alla luce e ritrasmette per riflessione tutte le altre. Ciò che il nostro occhio vede come colore sono quindi le radiazioni riflesse.

Il colore degli oggetti non dipende solo dalla pigmentazione della sua superficie, ma anche dalla natura della luce che lo illumina. Alla luce delle lampade al sodio o di quelle a vapori di mercurio (che non emettono l'intero spettro della luce bianca ma prevalentemente determinate lunghezze d'onda) tutti i colori risultano alterati: una superficie bianca alla luce del Sole, appare gialla alla luce del sodio e violacea alla luce del mercurio.

La sensazione di colore fornita da un fascio di luce dipende poi da numerosi altri elementi: colore del campo visivo circostante, condizioni dell'occhio, intensità del fascio, etc..

È poi necessario accennare al fenomeno della scomposizione naturale della luce, che prende il nome di dispersione della luce. Esistono degli strumenti, detti spettroscopi, che ci permettono di vedere separate le componenti di uno spettro luminoso: un semplice esempio è costituito dall'esperimento di Newton sulla dispersione. Egli fece passare un fascio di luce bianca solare attraverso una fessura orizzontale e poi attraverso un prisma triangolare. Osservò che la luce si scompone e, mentre la parte che continua in linea retta resta invariata rispetto alla luce diretta, le altre parti deviate sono raggi di luce rifratta che costituiscono lo spettro luminoso (o iride), come successione di rosso, arancio, giallo, verde, azzurro, indaco, violetto. Questi colori determinano la struttura della luce.

Per l'osservatore medio, ad ogni determinata composizione spettrale della luce corrisponde un colore definito; la sensazione di un identico colore può però essere provocata anche da combinazioni diverse di luce con differente lunghezza d'onda: esiste la possibilità di riprodurre o imitare tutte le differenti sensazioni evocate dalle migliaia di differenti lunghezze d'onda esistenti, mediante una miscela di tre sole lunghezze d'onda corrispondenti ai cosiddetti colori primari: rosso, verde e blu.

È bene precisare che i fisici individuano i colori primari nel rosso, verde e blu. Per quanto riguarda invece le applicazioni pratiche, anziché sui colori primari, l'interesse si concentra sui colori fondamentali (detti anche pigmenti primari: giallo, rosso e blu). Usualmente quando si parla di colori primari, nella teoria del colore in pittura, si intende parlare di questi ultimi, cioè giallo, rosso e blu; mentre i colori secondari sono: viola, verde e arancione, i quali sono anche detti complementari rispetto ai corrispondenti primari (viola è complementare del giallo, verde del rosso e arancione del blu). Questa distinzione tra fisici e pittori sussiste anche nel metodo di combinazione dei colori considerato: i primi procedono con una combinazione detta additiva mentre i secondi con un metodo detto combinazione sottrattiva. Questa discordanza dipende dal fatto che i fisici si riferiscono alla luce mentre i pittori si riferiscono ai pigmenti colorati.

Si suole dividere i colori in due gruppi: i colori caldi (rossi, gialli, arancioni) e i colori freddi (verdi, blu, violetti), la cui azione sulla nostra psiche è opposta, i primi suscitano emozioni forti, mentre i secondi inducono alla calma⁶⁶.

Sin dall'Antichità si notò che i colori potevano avere degli effetti sulla psiche umana. I colori dunque sono spesso associati a degli stati d'animo o a delle reazioni emotive. Per questo le teorie che si sono sviluppate intorno allo studio di questo fenomeno sono molto utilizzate negli ambiti di comunicazione che si basano sulle

leggi della percezione visiva. Il cromatismo ha molteplici effetti psicologici, generati non solo dal singolo colore, ma anche dal loro abbinamento e da leggi definite, come ad esempio il contrasto simultaneo o reciproco, basato sul principio della complementarietà, o il contrasto successivo.

Chi utilizza il colore deve conoscere tutte le leggi che ne dominano la percezione per gestirne gli esiti di influenza sull'osservatore. In questo senso è importante valutarne tutti i fattori come la distanza di zone cromatiche che interagiscono; la complementarietà o meno; le differenze o similitudini nella luminosità e nella tinta; l'opposizione di chiaro-scuro o di freddo-caldo; lo sfondo su cui giacciono; la dimensione e la forma degli elementi colorati; etc⁶⁷.

Ad esempio il maggior contrasto si ottiene dall'accostamento di due colori complementari. Tuttavia, due colori che nel cerchio cromatico si trovano in posizione opposta, e cioè sono complementari, suggeriscono sia la massima differenziazione sia l'idea di completamento.

C'è poi il fenomeno dell'"irradiazione", per cui il grado di luminosità del colore fa apparire più o meno grande una forma (i colori chiari sono più irradianti di quelli scuri). Questa proprietà deriva dalla maggior riflessione della luce offerta dalle superfici più chiare, che stimolando maggiormente il meccanismo sensitivo, determina una percezione meno delineata del contorno e quindi della dimensione. Un ulteriore fattore è quello "cinetico" che determina l'apparente giacitura su diversi piani dei diversi colori. Ad esempio su sfondo nero una forma di colore giallo ci apparirà sollevata dal piano in avvicinamento verso di noi, e in ordine progressivo decrescente ciò accadrà con l'arancio, poi il rosso, il verde ed il blu e infine il viola non ci apparirà sollevato. Lo stesso fenomeno avverrà su sfondo bianco invertendo l'ordine dei colori che emergono progressivamente⁶⁸.

Questi sono solo alcuni esempi di come i colori possano comunicare, ed essere portatori di contenuti che vanno oltre la pura natura cromatica. Come vedremo nel prossimo capitolo, nella rappresentazione del progetto, l'uso del colore sfrutta in molti casi la conoscenza di queste leggi per delineare, sottolineare, far emergere, un elemento o un concetto. In questo senso, nella rappresentazione architettonica, convergono tutte quelle leggi che un buon grafico della comunicazione dovrebbe conoscere.

Note al capitolo 3

1. Platone, *Repubblica* (X,568), cit. in De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 51-52. L'autore si chiede se la pittura, ἡ γραφική si possa in effetti tradurre anche come disegno.
2. Vitruvio, *De architectura libri decem*, cit. in De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 79.
3. Gropius W., *Architettura integrata*, 1963. Cit. in De Rubertis R., *Progetto e percezione*, pag. 34.
4. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 58.
5. Compaiono ad esempio in Platone e poi in Plotino, cfr. De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 27.
6. Cfr. Sgroso A., *Rigore scientifico e sensibilità artistica tra Rinascimento e Barocco*, pag. 15.
7. Cfr. De Rubertis R., *Op. Cit.*, pag. 27.
8. Per i cenni sul funzionamento dell'organo visivo e sugli effetti che ciò induce in alcuni aspetti del disegno, cfr. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 68 e 114-116.
9. Cfr. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 151.
10. Sui nuovi modelli rappresentativi, come quello che caratterizza l'impressionismo, e l'invenzione della fotografia (1839), cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 151-152.
11. Cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 152.
12. Cfr. De Rubertis, *Il disegno dell'architettura*, pag. 52. La scuola della forma (*Gestalt*) elaborò una teoria detta psicologia della forma, e nacque in Germania intorno al 1912 ad opera di Wertheimer, Kofka e Köler.
13. Cfr. Gregory L., *L'occhio confuso*, pag. 21.
14. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, pag. 52.
15. Cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 157.
16. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 35.
17. Giedion S., *L'eterno presente:le origini dell'arte. Uno studio sulla costanza e il movimento*, 1965, cit. in De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 10. nota n.21.
18. Gregory L., *Occhio e cervello*, cit. in De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 41.
19. Cfr. Gregory L., *L'occhio confuso*, pag. 20. Gregory ci dice che il potere dell'illusione al chiarimento della realtà viene utilizzato dall'artista.
20. Von Helmholtz H., *Handbuch der physiologischen Optik*, 1856-1866, cit. in Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 155.
21. Per le riflessioni sul rapporto tra oggettività e soggettività del disegno, cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 22.
22. Per la riflessione sull'unità di intenti esistente prima della Rivoluzione Industriale e la successiva specializzazione e codificazione, cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 58-60.
23. Cfr. Ackerman J.S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 6.
24. Cfr. Ackerman J.S., *Op. Cit.*, pag. 5.
25. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 66.
26. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 110. Per l'autore le facoltà espressive a disposizione sono sempre state usate per rendere maggiormente evidente e chiaro un contenuto tradotto in termini grafici, e soprattutto per comunicare all'osservatore anche il contenuto emotivo di un'idea progettuale.
27. Cfr. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag. 60.
28. Gregotti V., introduzione a Frampton K., *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*, pag. 10.
29. Cit. in Purini F., *Comporre l'architettura*, pag. 54.
30. Cfr. Purini F., *Op. Cit.*, pag. 54.
31. Cfr. Dal Co Francesco, *Sul disegno d'architettura: dodici domande*, pag. 6.
32. Stereotomia: arte del taglio dei corpi solidi usata per risolvere i problemi geometrici in costruzioni complesse. Cfr. Sgroso A., *Rigore scientifico e sensibilità artistica tra Rinascimento e Barocco*, nota 75 a pag. 210.

33. Cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 23-24.
34. Cfr. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 87-88, da cui è anche estratta la citazione.
35. Cfr. Contessi G., *Architetti-pittori e pittori-architetti*, pag. 195.
36. Cfr. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 6.
37. Sulla formazione degli architetti dal Tardo Medioevo al Rinascimento, e la sua influenza sul modo del disegno, cfr. Ackerman J.S., *Op. Cit.*, pag. 45-46 e 50.
38. Sui modelli percettivi dei pittori del primo Novecento, e i legami con le avanguardie architettoniche, e l'esempio di *Après le Cubisme*, cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 239-241 e 245.
39. Per la descrizione relativa a El Lissitzky, cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 251-252.
40. Cfr. Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 35.
41. Casonato C., *La teoria nel segno. Rossi e Boullée, disegni tra ragione e memoria*, in Trentin Annalisa, a cura di, *La lezione di Aldo Rossi*. Pag. 70.
42. Cfr. Purini F., *Comporre l'architettura*, pag. 105-106.
43. Cfr. Purini F., *Per una centrale "marginalità"*, pag. 64.
44. Cfr. Dal Co F., *Sul disegno d'architettura: dodici domande*, pag. 15.
45. Cit. in De Rubertis R., De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, pag. 175.
46. Cfr. Purini F., *Architettura didattica*, pag. 92-93.
47. Schumacher P., *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, pag. 16.
48. Per le ispirazioni artistiche e pittoriche di Ben van Berkel e Caroline Bos, cfr. Marotta A., *Op. Cit.*, pag. 8-10.
49. Sulle teorie kantiane di spazio e tempo e il loro impatto sull'architettura dell'epoca, (con la citazione di Kant I., dalla *Critica della ragion pura, Estetica Trascendentale*), cfr. Giovanni Cozzi, *Dallo spazio rinascimentale allo spazio moderno: problemi di rappresentazione*, in De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 94-96.
50. Per il rapporto spazio-tempo nelle avanguardie artistiche del Novecento e la citazione di Bergson H., cfr. Marotta A., *Op. Cit.*, pag. 42-43.
51. Sul metodo del Lynch e la sua citazione, cfr. De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 64-65.
52. Lynn G., *Animate form*, 1999, cit. in Docci M., Ippolito A., *Il ruolo del disegno nel progetto dell'architettura digitale*, in Strollo R. M., *Rappresentazione e formazione*, pag. 197.
53. Ito T., *L'immagine dell'architettura nell'era dell'elettronica*, in Domus n. 500 del 1998.
54. Cfr. Giordano A., *Op.Cit.*, pag. 102.
55. Ruskin J., *Elementi del disegno e della pittura*, prefazione pag. XXIX.
56. Ruskin J., *Op. Cit.*, prefazione pag. XXX e nota a pag. XXX-XXXI.
57. Leonardo da Vinci, *Trattato della Pittura*, cit. in Ruskin J., *Op. Cit.*, prefazione pag. XXX e nota pag. XXX-XXXI.
58. Per la descrizione della penombra, cfr. Valenti G. M., *Laboratorio delle applicazioni CAD*, in Migliari R., *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*, pag. 258-259.
59. Per la descrizione del chiaroscuro e la prima legge di Lambert, e per la restituzione del grado di intensità luminosa, cfr. Migliari R., *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*, pag. 141.
60. Descrizione degli effetti di riflessione: riflessi, cfr. R. Migliari, *op. cit.*, pag. 142.
61. Punti brillanti, cfr. G. M. Valenti, *op. cit.*, pag. 266.
62. Chiarezza apparente, cfr. R. Migliari, *op. cit.*, pag. 141.
63. Definizione della rifrazione e degli effetti di dissolvenza, cfr. R. Migliari, *op. cit.*, pag. 142.
64. Ruskin J., *Op. Cit.*, in cui è contenuta anche la citazione di Leonardo dal *Trattato della Pittura*, pag. 126.
65. Klee P., *Teoria della forma e della figurazione*, pag. 465.

66. Le nozioni e definizioni di teoria del colore, di fisica e di fisiologia dell'apparato visivo, contenute nel paragrafo da pag. 133 a pag. 135, sono tratte dalla voce "colore" dell'*Enciclopedia Europea Garzanti* e dal testo G. Antonucci, *Itinerari corso di disegno*. Edizioni Calderini, Bologna, 1990.

67. Sul colore e gli effetti sulla psiche umana, cfr. De Grandis L., *Teoria e uso del colore*, pag. 101-105.

68. Per i fenomeni di contrasto, di irradiazione e cinetico, cfr. De Grandis L., *Op. Cit.*, pag. 107-111. Nel testo i fenomeni sono analizzati con maggior dettaglio, e sono descritti molti altri fattori, con particolare riferimento alla pittura ed alla comunicazione grafica.

Fonti delle immagini del capitolo 3

- Figura 1. Loosma Bart, *Rem Koolhaas. Alla ricerca del nuovo modernismo*, in *Domus* 800, pag. 51.
- Figura 2. Nouvel Jean, *La tecnologia come veicolo di nuovi valori*, in *Domus* n. 827, pag. 16-17.
- Figura 3. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 61.
- Figura 4. Kil Wolfgang, Bachmann Wolfgang, *Coop Himmelb(l)au. Cinema multisala UFA, Dresda*, in *Domus* n. 807, pag. 8.
- Figura 5. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 61.
- Figura 6. Trombetti Tomaso, *Il funzionamento strutturale del Guggenheim Museum di Frank Lloyd Wright*, in *Casabella* n. 760, pag. 48.
- Figura 7. Trombetti Tomaso, *Il funzionamento strutturale del Guggenheim Museum di Frank Lloyd Wright*, in *Casabella* n. 760, pag.51.
- Figura 8. Godsell Sean, *Brevi note sul metodo di progettazione e rappresentazione. Sean Godsell, Glenburn House, Victoria, Australia*, in *Casabella* n. 763, pag. 33.
- Figura 9. De Cenival J-L., *Architettura egiziana. Epoca faraonica*, pag. 86.
- Figura 10. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag. 59
- Figura 11. Martin Jean-Marie, *Il sarto e l'architetto. Tadao Ando, 21_21 design sight, Tokyo*, in *Casabella* n. 758, pag. 93.
- Figura 12. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 37.
- Figura 13. Giancotti A., Pedio R., *Maurizio Sacripanti. Altrove*, pag. 19.
- Figura 14. Ricci G., *Trasparenza e illusione*, pag. 8.
- Figura 15. Prati C., *Jean Nouvel*, pag. 20.
- Figura 16. Darò M., Zamponi B., *Coop Himmelb(l)au*, pag. 33.
- Figure 17 e 18. Fonte Internet: <http://www2.unibas.it/ubiradio/media/pdf/8%20Neoplasticismo,%20Bauhaus,%20Razionalismo.pdf>
- Figura 19. Fonte Internet: <http://www.quondam.com/19/1849.htm>
- Figura 20. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 35.
- Figura 21. Dal Co F., *Sul disegno d'architettura: dodici domande*, in *XY dimensioni del disegno* n. 10 – 1989, pag. 12.
- Figura 22. Trentin A., cura di, *La lezione di Aldo Rossi*, pag. 37.
- Figura 23. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag.583.
- Figura 24. Schumacher Patrik, *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, pag. 17.
- Figura 25. Sacchi L., Unali M., *Architettura e cultura digitale*, pag. 167.
- Figura 26. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 31.
- Figura 27. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità*, pag. 29.
- Figura 28. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, tav. 7 n.8.
- Figura 29. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 413.
- Figura 30. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 78.
- Figura 31. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 95.

Figura 32. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, tav. 197 n.1.

Figura 33. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*,tav. 53 n.6.

Figura 34. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag. 87.

Figura 35. Halse Albert O., *Architectural Rendering*, pag. 217.

Figura 36. Bilò F., *Mecanoo*, pag. 118.

Figura 37. Klee P., *Teoria della forma e della figurazione*, pag. 492.

4. Analisi sincronica. Individuazione di elementi di continuità tra le regole espressive nella storia del disegno del progetto architettonico

Giunti finalmente a trarre alcune conclusioni su questa osservazione storica, sembra palese che, come afferma anche il De Rubertis, il disegno di progetto sia il prodotto della cultura a cui appartiene¹ e, come tale, non possa che essere influenzato dalle basi concettuali che lo sostengono e dal substrato scientifico che lo rende realizzabile, anche in dipendenza dalle disponibilità strumentali per la sua realizzazione e divulgazione.

Consci di questa realtà, si è provato a ricercare una sorta di continuità che accompagni il disegno di progetto dalla sua nascita sino all'attualità. Questa continuità è connessa con le esigenze di rappresentazione intrinseche dell'architettura e, come vedremo in conclusione, è forse la chiave per impadronirsi consapevolmente di nuovi metodi e strumenti progettuali.

Alcune delle considerazioni sul rapporto rappresentazione-progetto sono state passate in rassegna nei precedenti capitoli, e in quest'ultimo si è tentato di definirne alcune delle regole espressive, osservando quando e come queste sono influenzate dai cambiamenti culturali e tecnologici. Si è provveduto anche a discernere i ruoli del disegno nel processo progettuale, sottolineandone alcuni aspetti del rapporto con la composizione architettonica.

Il primo passo sarà quello di riassumere i metodi e le tecniche, riconsiderando concetti espressi nei capitoli precedenti, e stavolta confrontando, in una visione globale ed alla luce di tutti gli esempi raccolti, le implicazioni che di volta in volta si inducono nell'atto progettuale, al variare delle scelte del sistema rappresentativo usato.

Si sono indicati, poi, alcuni espedienti espressivi ricorrenti nella storia, che al variare del loro uso si caricano di significati simbolici e referenziali per il progetto. Sono stati infatti analizzati l'uso di riferimenti grafici figurativi nel disegno e alcune scelte compositive che si riflettono sull'espressività dell'immagine disegnata.

Si è tentato di classificare le diverse esigenze che il disegno si trova a dover soddisfare nell'iter progettuale, a seconda delle funzioni e delle finalità cui è destinato, sia dal punto di vista del contenuto da esprimere, sia dal punto di vista della sua destinazione. In particolare si sono approfonditi due aspetti fondamentali del disegno di progetto, quello che ne contraddistingue il primo invero del concepimento ideale, e quello che ne caratterizza la comprensione e comunicazione della complessità.

Inoltre, per la ricchezza di possibilità, si è dedicata una sezione specifica all'esposizione dei vari modi d'uso del colore per la rappresentazione del progetto.

Infine, alla luce di tutte le considerazioni esposte, e della riflessione su alcuni pensieri della critica di settore, si sono tratte le conclusioni, cercando di definire il rapporto disegno-progetto, attraverso i suoi fattori di continuità, nella sua evoluzione storica.

4.1. Sistemi di rappresentazione nel progetto

Definirò, prima di tutto, come sistemi di rappresentazione, le combinazioni di metodi e tecniche, che si esplicano nell'ottenimento di un risultato grafico.

Il metodo di rappresentazione identifica l'insieme di regole geometrico-proiettive che permettono di tradurre, attraverso il disegno, l'idea spaziale sul supporto bidimensionale.

La tecnica di rappresentazione è il complesso di norme grafiche che regolano la realizzazione pratica del disegno determinandone uno stile espressivo; la tecnica dipende strettamente dai mezzi usati per eseguirla, ossia dall'insieme di strumenti materiali usati per realizzare il segno.

A differenziare fortemente gli elaborati progettuali concorre infine l'oggetto rappresentato, a cui si applica il sistema scelto. L'oggetto può essere un'architettura nella sua totalità o in una sua parte, può essere il rapporto col contesto oppure un particolare costruttivo, può essere una sezione, uno spazio interno o uno spazio esterno, uno schema funzionale e così via.

Per intenderci facciamo degli esempi: in una prospettiva chiaroscurata, a mano libera con matita su carta, di un interno arredato, la prospettiva è il metodo, il chiaroscuro eseguito a mano libera è la tecnica, carta e matita sono gli strumenti e l'interno arredato è l'oggetto della rappresentazione; in un *rendering* digitale di uno spaccato assonometrico, l'assonometria è il metodo, il *rendering* (di cui si possono specificare molti tipi diversi) è la tecnica, l'insieme del pc, il software, i dispositivi di output e il supporto sono gli strumenti e infine lo spaccato è l'oggetto.

Come abbiamo visto, le possibili combinazioni sono tantissime, ma l'importante è tenere sempre presente che alla base di ogni sistema di rappresentazione c'è la scelta dell'autore, giustificata dalle sue conoscenze, dalle sue abilità tecniche, e dalla finalità che persegue nella rappresentazione. Vediamo quindi quali sono i rapporti tra metodi e tecniche di rappresentazione e processo progettuale.

4.1.1. Metodi di rappresentazione a confronto

Inizieremo col parlare della prospettiva, perché, come metodo esatto, è stato teorizzato prima, e di ben tre secoli, rispetto alle proiezioni parallele.

La teorizzazione quattrocentesca della *perspectiva artificialis*,

ossia della moderna prospettiva lineare², come abbiamo visto, fu preceduta da numerosi tentativi intuitivi di esprimere la terza dimensione, cioè la profondità, già a partire dall'arte pittorica classica; straordinari esempi di *perspectiva naturalis* si trovano poi negli affreschi romani, e in diversi autori medievali, che fecero dello studio dei fenomeni visivi un fatto trascendentale, traducendosi in vere e proprie sperimentazioni proto-prospettiche. Tuttavia solo nell'opera vitruviana troviamo una definizione più precisa di quella da lui chiamata *scaenographia*, ma non è indicato il momento in cui dovesse essere impiegata. Pertanto, sino al Rinascimento, non è dato sapere se si facesse in qualche modo uso di quella prospettiva intuitiva nella rappresentazione progettuale dell'architettura.

Diversi autorevoli studiosi del settore hanno constatato che il fatto che la teorizzazione del metodo prospettico abbia preceduto quella delle proiezioni ortogonali, sia stato dovuto proprio al fatto che la rappresentazione prospettica sia più somigliante al meccanismo visivo e quindi più intuitiva, mentre la proiezione parallela richieda un maggior grado di astrazione³.

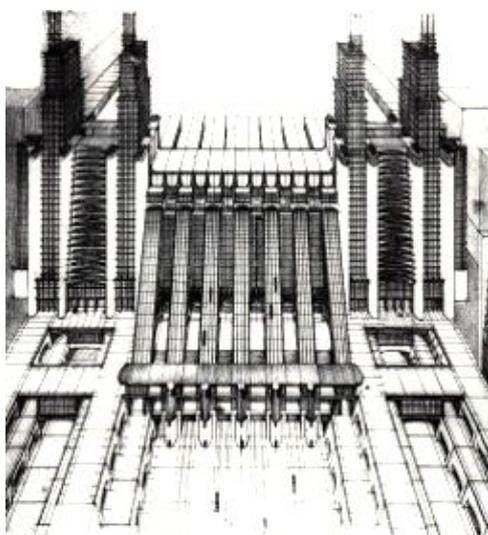
A questo proposito, il Panofsky nel suo saggio del 1927, *La prospettiva come "forma simbolica"*, osservò che la teorizzazione della prospettiva incarnò la razionalizzazione del «passaggio dallo spazio psicofisiologico allo spazio matematico: in altre parole, un'obiettivazione della soggettività»⁴. E scriveva

«la prospettiva esatta astrae radicalmente dalla struttura dello spazio psico-fisiologico [...] essa prescinde dal fatto che noi non vediamo con un occhio fisso, bensì con due occhi in costante movimento, e che ciò conferisce al "campo visivo" una forma "sferoide"; non considera l'enorme differenza tra l'"immagine visiva" psicologicamente condizionata, attraverso la quale il mondo visibile si presenta alla nostra coscienza, e l'"immagine retinica" che si forma meccanicamente nel nostro occhio fisico»⁵.

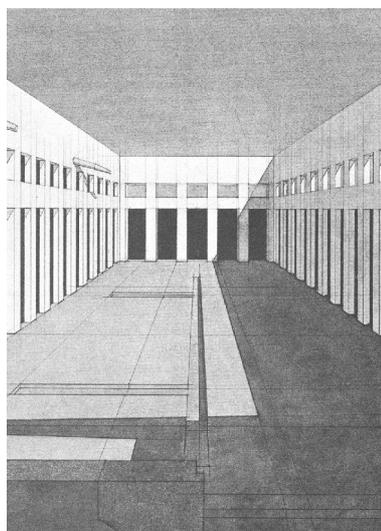
La teoria esposta dal Panofsky è molto articolata e ricca di spunti critici, tanto che sono innumerevoli, e tuttora attuali, i riferimenti alle sue affermazioni. Tuttavia l'uso di metodi prospettici curvilinei, e che cercassero di emulare più verosimilmente l'effettiva fisiologia dell'apparato percettivo, si è sempre rivelato di difficile impiego e forse solo oggi, con l'impiego delle tecnologie digitali, è possibile pensare di applicarlo agevolmente alla rappresentazione architettonica, grazie all'emulazione della curvatura del quadro di proiezione e alla possibile produzione e fruizione di immagini stereometriche.

In ogni caso, una costante nella scelta del metodo prospettico tradizionale è che è sempre stato usato per rappresentare l'immagine di un'opera come percepibile da un osservatore, più o meno oggettivato che sia. Piuttosto, nel tempo, si può dire che sia variato il momento dell'iter progettuale in cui viene usato. Come è già emerso nella ricerca, infatti, il ruolo del metodo prospettico è

cambiato sostanzialmente con l'avvento degli strumenti digitali. Attraverso le tecniche manuali, la prospettiva viene generalmente utilizzata per una verifica a posteriori del risultato formale, cioè è raro poter affermare che si progetti “in prospettiva” mentre, in alcuni casi, si può invece dire che si sia progettato “per la prospettiva” anzi “per una prospettiva”. Il controllo visivo offerto dal metodo prospettico diventa invece continuo con l'introduzione degli strumenti digitali, assumendo un ruolo fondamentale nell'intera evoluzione del progetto. L'uso di una prospettiva in continuo mutamento, dove la posizione dell'osservatore si sposta generando infinite viste diverse dell'oggetto architettonico, si riflette spesso in una indifferenziazione della composizione rispetto a ipotetiche direzioni preferenziali di fruizione visiva. La facilità di produzione dell'immagine prospettica col mezzo digitale libera la composizione formale da ogni vincolo di controllabilità geometrica, tuttavia il processo grafico costruttivo è difficilmente intuibile quando l'oggetto rappresentato non presenta elementi rettilinei che permettano di ritrovare la convergenza verso i punti di fuga. Questo fattore provoca nell'immagine una sorta di senso di disorientamento che, come vedremo, viene spesso ovviato grazie



1



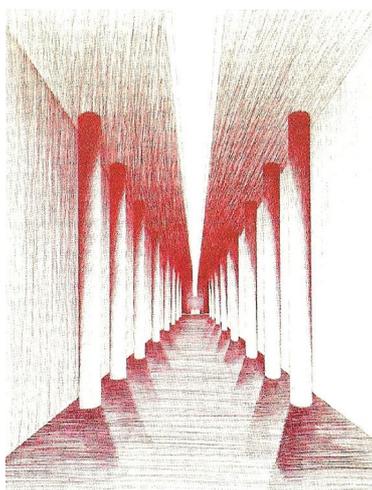
2

1. A. Sant'Elia,
disegno in prospettiva
da *La Città Nuova*,
1914

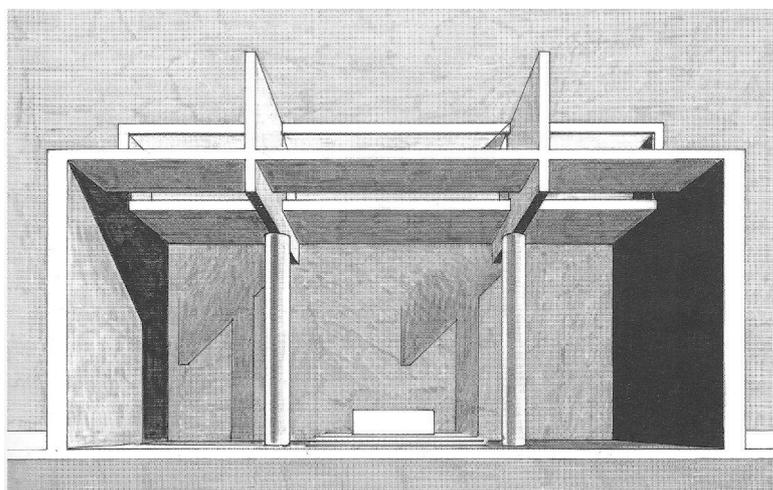
2. G. Grassi,
Laboratorio di Paullo,
1968

3. P. Zermani, Chiesa
di San Giovanni,
Perugia, 1997.

Schizzo dell'interno
4. F. Purini, schizzo di
progetto per una
chiesa, 2005



3



4

all'introduzione di riferimenti simbolici e dimensionali.

In questo modo la prospettiva ha però cessato di essere “forma simbolica” per l'architettura, poiché il suo uso è quasi scontato, e non è più una scelta di base su cui improntare l'intera genesi grafica del progetto. Un metodo di rappresentazione, in generale, si può identificare in un metodo progettuale quando i principi geometrici che lo definiscono incarnano dei valori concettuali che si riflettono, attraverso di esso, nell'architettura. Nel Rinascimento, ad esempio, la possibilità di controllo geometrico offerta dalla prospettiva si rispecchiava nella ricerca delle leggi che regolavano l'universo e la convergenza di tutte le linee ad un solo punto impersonava la centralità dell'uomo. Quando invece il Razionalismo moderno dichiarò la sua preferenza per le proiezioni parallele, la giustificò con un desiderio di maggiore oggettività e indifferenziazione direzionale. E solo così probabilmente, scegliendo il metodo per un fine, viene influenzato tutto l'iter formativo dell'opera, che sviluppata attraverso quel metodo, ne viene necessariamente influenzata.

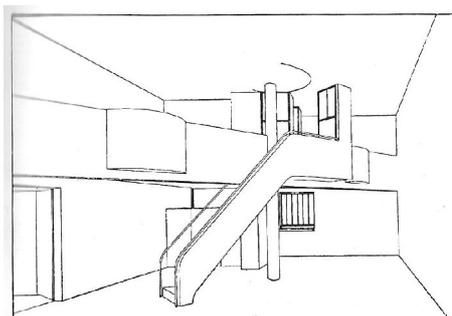
A tal proposito il Vagnetti ha osservato che la relazione tra le leggi della prospettiva e il linguaggio proprio dell'architettura rinascimentale è uno degli esempi più evidenti del rapporto simbiotico esistente tra il disegno e la composizione architettonica. Le ricerche prospettive frontali dei primi trattatisti si riflettono in alcune caratteristiche fondamentali della progettazione in epoca rinascimentale, quali la predilezione per la simmetria e la visione frontale, e il gusto per il possesso completo dell'oggetto osservato, immediatamente e interamente leggibile⁶. Ciò indusse verso uno stile semplificatore e linearistico, tanto che, ad esempio, la dicromina che caratterizza l'opera brunelleschiana potrebbe essere interpretata come una forma di visualizzazione delle linee che scaturisce dall'influenza degli studi prospettici e geometrici⁷.

Una distinzione andrebbe fatta sul posizionamento del punto di vista e del quadro di proiezione. Infatti, ad esempio, la prospettiva centrale viene preferita per rappresentare situazioni di simmetria. (figure dalla 1 alla 4).

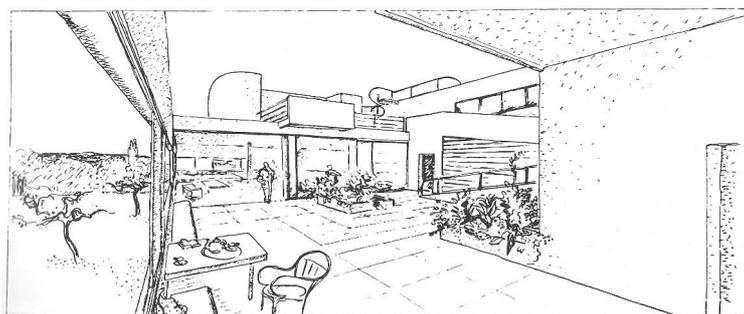
Quando questo metodo è chiamato a descrivere in modo neutrale la visione dello spazio progettato, come nota il De Rubertis, una regola generale della rappresentazione architettonica dovrebbe essere l'uso della prospettiva a quadro inclinato, e questo proprio

5. Le Corbusier, Case per artigiani, prospettiva di interno. 1924

6. Le Corbusier, Villa Savoye a Poissy, prospettiva del tetto-giardino. 1929-31



5



6

perché la posizione del quadro è indifferente rispetto agli elementi di riferimento dell'ambiente rappresentato. Così questo tipo di prospettiva sarebbe quella che meglio interpreta il movimento dello sguardo in ogni direzione senza vincoli a particolari piani presenti nell'ambiente architettonico.

Una rappresentazione prospettica a quadro inclinato sarebbe dunque quella più vicina al modo percettivo con cui la natura si presenta all'uomo⁸.

Infine si può osservare l'infinita gamma di tecniche espressive con cui il disegno di progetto si è espresso in prospettiva, constatando come ci possano essere delle tecniche che rendono il metodo più o meno "soggettivo", avvicinandolo da un

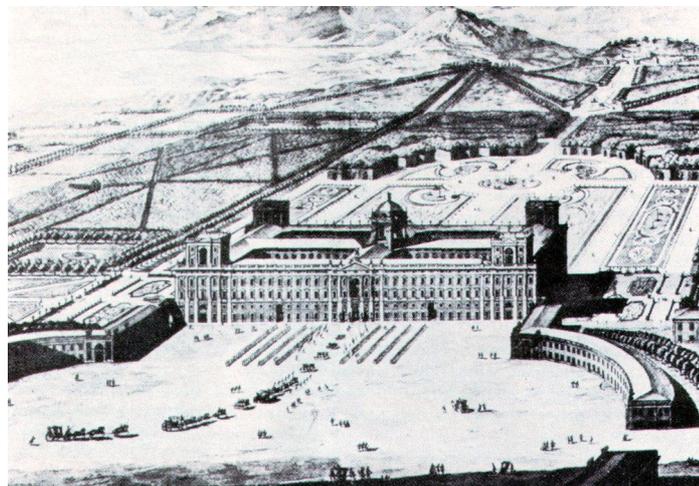
lato alla pura oggettività della costruzione geometrica, con linee dritte ed essenziali proprie del disegno tecnico, mentre all'opposto tecniche più ricercate o anche semplicemente un segno più intuitivo e indeciso possono aumentare la suggestione di protagonismo dell'osservatore nell'immagine (figure 5 e 6)

Tuttavia è in essa che, nella maggior parte dei casi, si esercitano le tecniche espressive atte a raffigurare nel modo più convincente possibile gli aspetti che si vogliono sottolineare nel disegno di un progetto. Fu nel Settecento che si riconobbe, per la prima volta, alla prospettiva un ruolo di strumento naturale, spontaneo, per descrivere il mondo e quindi non solo una costruzione geometrica tutta mentale e astratta: così il mondo intero poteva essere ricondotto ad una visione prospettica⁹ (figura 7).

La proiezione ortogonale nasce in forma intuitiva nelle primissime forme di espressione grafica della civiltà. Tuttavia, per moltissimo tempo, in essa hanno confluato richiami istintivi alla terza dimensione, e la codifica del metodo scientifico è arrivata addirittura più tardi di quello prospettico, attraverso un vero e proprio processo di astrazione ed eliminazione del fattore profondità. Il metodo, rigoroso ed affidabile, ha avuto largo impiego nelle applicazioni stereometriche, poiché permetteva di indicare in modo esatto ed inequivocabile misure e proporzioni. Per questo suo primario valore oggettivo, esso ha assunto presto un ruolo convenzionale nella rappresentazione architettonica. Ancora oggi, infatti, la rappresentazione fondamentale del progetto richiede di norma l'uso di elaborati in proiezione ortogonale (planimetrie, prospetti e sezioni).

I vantaggi offerti dall'uso delle proiezioni ortogonali nella

7. Luigi Vanvitelli.
Veduta prospettica del
progetto per la Reggia
di Caserta



rappresentazione dell'architettura sono dunque di ordine pratico e strumentale e permettono di controllare graficamente, in sede di progetto, le dimensioni dell'oggetto in un rapporto preciso e costante (scala) con quelle reali, senza possibilità di equivoci o distorsioni. Il riferimento ai tre assi coordinati cartesiani rende la lettura spaziale estremamente facile ed intuitiva¹⁰.

L'elaborazione di un progetto attraverso disegni eseguiti solo in proiezione ortogonale può essere sufficiente ad una completa descrizione di tutta l'opera architettonica. Un maggiore chiarimento, per la lettura immediata dei rapporti volumetrici in proiezione ortogonale, può essere introdotto con la costruzione delle ombre.

Si potrebbe ipotizzare che un progetto definito soltanto attraverso l'uso di proiezioni ortogonali possa scadere in una piattezza compositiva. Ciò può essere certo accaduto in occasioni particolari, ma non è una necessaria conseguenza del solo uso delle proiezioni ortogonali. Il progetto di facciata proprio dei linguaggi accademici settecenteschi, ad esempio, si esprime principalmente con questo metodo, ma il suo risultato formale è sotteso da una ricerca di rigore di più ampia motivazione culturale. Alcuni celebri architetti hanno affermato che in principio i loro progetti nascono proprio da disegni in proiezione ortogonale, in particolare partendo dalla definizione della pianta. Ad esempio, Le Corbusier, in *Vers une Architecture*, scrive che

«la pianta è la generatrice. Senza pianta c'è disordine, arbitrio. Nella pianta è già compreso il principio della sensazione. [...] La pianta sta alla base...La pianta richiede la più attiva immaginazione e la più severa disciplina. La pianta determina tutto: è il momento decisivo»¹¹.

Sempre alla categoria delle proiezioni parallele appartiene in metodo assonometrico, che introduce nella descrizione grafica la terza dimensione, restando comunque metricamente oggettivo e dunque agevolmente misurabile.

Il metodo dell'assonometria ha assunto un suo statuto geometrico nell'Ottocento, ad opera di alcuni studiosi che, partendo da finalità meramente pratiche, ne hanno codificato le regole, ottenendo un metodo rigoroso ma allo stesso tempo spazialmente convincente; inizialmente l'assonometria fu impiegata principalmente per l'architettura militare e per la documentazione dell'esistente, per perseguire scopi di estrema precisione scientifica¹². Come abbiamo avuto poi modo di vedere, l'assonometria è stata il metodo di rappresentazione privilegiato per molti esponenti sia del Movimento Moderno sia dell'Architettura Razionale¹³.

Un'ardita supposizione potrebbe insinuare che l'uso indiscriminato dell'assonometria, in un certo periodo, sarebbe coinciso con la diffusione del tecnigrafo, strumento per il disegno che agevolava il tracciamento di linee parallele. Tuttavia, anche in questo caso, si è

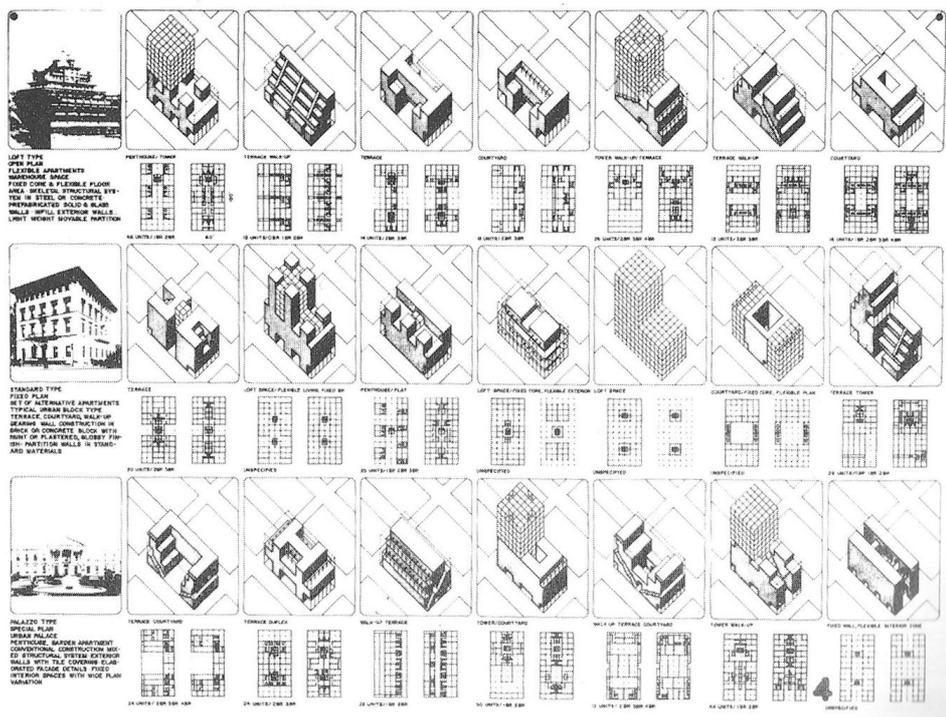
certi di poter affermare che il metodo incarna soprattutto precise volontà culturali: l'astrazione rispecchia infatti il concetto dell'industrializzazione e della standardizzazione della produzione architettonica, l'idea dell'edificio-macchina insomma. L'assenza di un punto di vista proprio, inoltre, svincola l'osservatore da una posizione obbligata, e permette di sviluppare la forma spaziale senza direzioni privilegiate.

Il metodo assonometrico, come vedremo tra poco, è ancora usato con valenza oggettiva, esso è ad esempio scelto in genere per l'analisi schematica dell'organismo edilizio.

Per questa sua connotazione così strumentale, forse si può affermare che le tecniche grafiche ad esso associate siano prevalentemente tendenti all'espressività tecnica, ammettendo ovviamente delle eccezioni; mentre una maggiore tendenza alla personalizzazione sia associabile, e anche qui non sempre ma prevalentemente, al metodo prospettico. Il metodo delle proiezioni ortogonali invece è quello in cui le tecniche espressive si esprimono in modo più vario in dipendenza della finalità a cui è destinato l'elaborato.

Si è ommesso di commentare il metodo delle proiezioni quotate, più affine alla rappresentazione topografica, in quanto il suo uso nel progetto architettonico è sostanzialmente riservato ai casi in cui vi è esigenza di rappresentare estese porzioni di suolo, connotate da dislivelli.

In definitiva, si conclude che per ogni progetto viene scelto il metodo di rappresentazione più adatto alla finalità comunicativa. Tuttavia, si può notare che, facendo riferimento a particolari momenti storici, a determinate correnti architettoniche o singoli



8. O. M. Ungers, progetto per il Concorso per Roosevelt Island Housing, 1975

autori, ed in alcuni casi osservando la produzione artistica di uno stesso autore nell'arco della sua carriera, è spesso possibile identificare una corrispondenza tra il metodo di rappresentazione del progetto e un determinato atteggiamento concettuale che vi si rispecchia in qualche modo. Infatti, alcune esperienze formali sono, a mio avviso, in una sorta di simbiosi col metodo scelto per la loro rappresentazione. La rappresentazione assonometrica, per esempio, si può facilmente far coincidere con una scelta di ortogonalità degli spazi progettati, come abbiamo ripetutamente potuto constatare nel corso della ricerca (figura 8). A questo proposito la Grütter ha notato che nell'opera di Le Corbusier, dopo un iniziale periodo purista in cui egli ricorse soprattutto allo schema assonometrico geometricamente costruito, per rappresentare i suoi disegni, l'architetto tornò in periodo maturo all'uso del metodo prospettico con tecnica per lo più a mano libera in forma di essenziali schizzi, senza rinunciare all'ambientazione naturalistica¹⁴.

Infine, parlando di metodi di rappresentazione, è d'obbligo riflettere su quello che sta accadendo nell'attualità. Secondo il Migliari, la Rivoluzione Informatica ha introdotto due nuovi metodi di rappresentazione, oltre a sfruttare quelli già esistenti: la rappresentazione matematica e la rappresentazione numerica o poligonale. La prima descrive le forme attraverso equazioni e cioè con continuità, mentre la seconda descrive le forme in modo discreto, attraverso approssimazioni poliedriche¹⁵. Io credo che la differenza fondamentale tra questi e i metodi tradizionali stia nella separazione della sfera ideale o geometrica da quella puramente rappresentativa o visiva. Mentre nei quattro metodi consolidati l'oggetto rappresentato è manipolato geometricamente attraverso il disegno e si mostra attraverso il medesimo, nei nuovi metodi il disegno per la conformazione della forma e il disegno per la sua visualizzazione sono due cose diverse, gestite da funzioni separate. La visualizzazione grafica di questi due ultimi metodi si continua a compiere in prospettiva, assonometria o proiezione ortogonale, mentre le funzioni matematiche che conformano in modo nuovo lo spazio si concretizzano graficamente in geometrie continue o discontinue.

4.1.2. Valori espressivi nelle tecniche di rappresentazione

Come affermò il Vasari può accadere che i mezzi tecnici non siano sufficienti a tradurre un'idea¹⁶. Viene dunque da riflettere sul fatto che la tecnica utilizzata per la rappresentazione debba essere scelta ad hoc per comunicare graficamente i propri intenti. Pertanto è necessaria una sua conoscenza ed esecuzione appropriata e l'osservazione delle sue peculiarità espressive in modo da potersi orientare nella scelta e ottenere un risultato efficace.

La tecnica dipende sostanzialmente dai seguenti fattori: gli strumenti e i materiali usati per produrre il disegno, la gestualità e la caratterizzazione espressiva del segno, la scelta cromatica. Questi parametri possono trovare infinite combinazioni.

In genere, le tecniche del disegno sono prestate alla pratica architettonica da quella pittorica, e in molti casi hanno radici lontanissime nel tempo; ad esempio una prima differenza tra tecnica al tratto, detta tecnica della punta secca, e pitture, col dito o con rudimentali pennelli, era già presente nel paleolitico¹⁷.

Gli strumenti e i materiali possono essere distinti in attrezzi che tracciano il segno e supporti che lo accolgono. Gli strumenti possono essere di tipo manuale o digitale. Le caratteristiche fisiche degli strumenti, dei supporti e dei materiali ed il modo in cui si possono utilizzare influiscono fortemente sulla tecnica di rappresentazione.

La gestualità e la caratterizzazione del segno si esprimono nella scelta del tratto, per il quale si possono individuare diverse modalità di stesura (linee, dritte o curve, nette o imprecise, parallele o incrociate, tratteggio, puntinato, macchie, campiture uniformi, campiture sfumate, etc.).

Infine la scelta cromatica può spaziare dal bianco e nero alla singola tonalità o ai contrasti e così via.

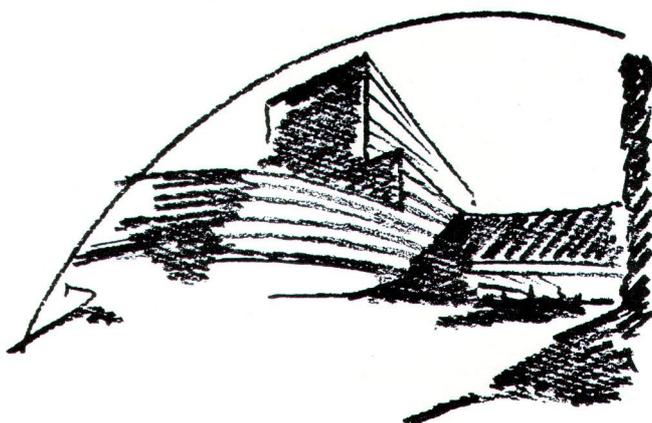


9

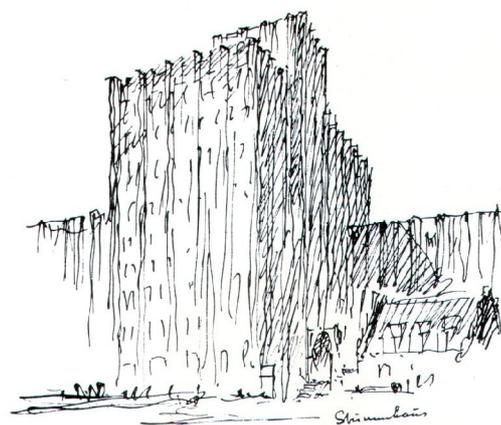
9. H. Poelzig, schizzo per il Festspielhaus a Salisburgo, 1920

10. E. Mendelshon, schizzo di studio del progetto per la sede della Metal Worker's Union in Berlino

11. P. Bonatz, schizzo di studio del progetto per la Stummhaus in Dusseldorf



10



11

In questo paragrafo ci interessa in particolare osservare quando e come vengono impiegate le diverse tecniche disponibili per coglierne l'utilità e la peculiare valenza espressiva. Analizziamo alcuni esempi di tecniche usate per la rappresentazione architettonica, descrivendone le peculiarità di utilizzo.

Notiamo che il segno manuale ha in sé una forte valenza espressiva che ne determina una vasta gamma di possibili variazioni, che sono influenzate anche dal materiale usato per imprimerlo, il quale può essere più o meno morbido, più o meno scuro etc., e dalle caratteristiche del supporto bidimensionale che lo accoglie: ad esempio una carta a grana grossa conferirà una tipica rugosità al segno. Notiamo poi che alcuni tipi di segno sono talmente caratterizzati da poter essere immediatamente riconosciuti come propri di un autore o di uno stile (figure 9, 10 e 11). Materiali come la grafite, il carboncino, la sanguigna hanno un ulteriore vantaggio rispetto agli inchiostri, e cioè quello di poter essere più o meno agevolmente cancellati: ma per l'abile disegnatore quest'esigenza non è fondamentale.

La tecnica dell'incisione, invece, è vincolata da un segno molto sottile e pulito; veniva usata, soprattutto in passato, per produrre disegni che dovevano essere riprodotti in gran numero, ad esempio per la stampa: per la poca immediatezza d'uso, è una tecnica destinata al disegno di divulgazione, dunque, e non di certo all'elaborazione progettuale.

Strumenti e materiali a pennello sono impiegati, in genere, per la campitura di superfici; anche per questi è molto importante il rapporto con il tipo del supporto. Anche il segno a pennello può essere fortemente personalizzato, e varia anche a seconda del colore impiegato e del tipo e quantità di diluente (ad esempio ci sono gli acquarelli, le tempere ad acqua, le tempere ad olio, gli acrilici e così via) (figura 12).

Una tecnica molto ricorrente in architettura, che si basa sulla gradazione delle campiture, è quella del chiaroscuro, che emula efficacemente il comportamento alla luce.

Esistono molte tecniche miste, che cioè utilizzano diverse tecniche semplici combinate tra loro.

Inoltre, di pari passo con le sperimentazioni attuate dalle arti figurative, a partire dai primi decenni del XX secolo, si sono diffuse tecniche particolari, che uniscono alla grafica, elementi di

12. A. Rossi, progetto per la ricostruzione del Teatro La Fenice di Venezia; inchiostro di china, acquerello, tempere su cartoncino



fotografia e altri espedienti. Nell'estremamente vario repertorio di tecniche di rappresentazione del progetto architettonico si possono pertanto trovare tecniche miste in cui si disegna su supporto fotografico, o tecniche a collage, o l'uso di fotocopie, o l'impiego di trielina, e altro ancora (figure dalla 13 alla 18).

Una tecnica mista di rappresentazione molto usata nella rappresentazione dell'architettura è il fotomontaggio. Uno dei primi ad usarla fu Mies van der rohe, per rappresentare la Resor House¹⁸ (figura 15).

Per quanto riguarda le tecniche digitali, esse sono veramente tante, perché in effetti gli algoritmi e le loro combinazioni, che permettono la visualizzazione di determinati aspetti grafici, sono moltissimi. I principali algoritmi di

13. R. Venturi, National Collegiate Football Hall, Fame. Prospettiva a collage, 1967

14. P. Eisenman, Progetto per il Parc de La Villette, Parigi. Collages che rappresentano la pianta, 1986

15. L. Mies van der Rohe, Resor House. Collage, 1936-38

16. V. De Feo, concorso per il nuovo palazzo uffici della Camera dei Deputati, Roma, fotomontaggio, 1967

17. F. Cellini, concorso per il Parco ex Italsider a Bagnoli, Napoli, foto disegnata e ritoccata, 2005

18. F. Purini, palazzo per uffici "Kubo", Ravenna, schizzo su fotocopia, 1997



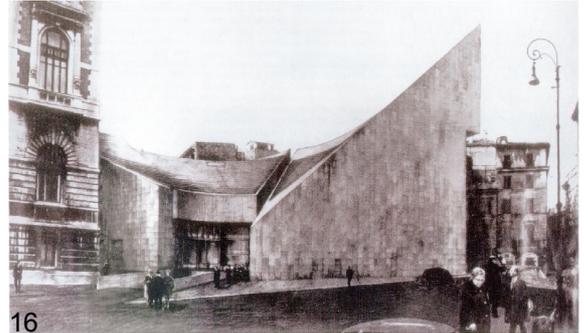
13



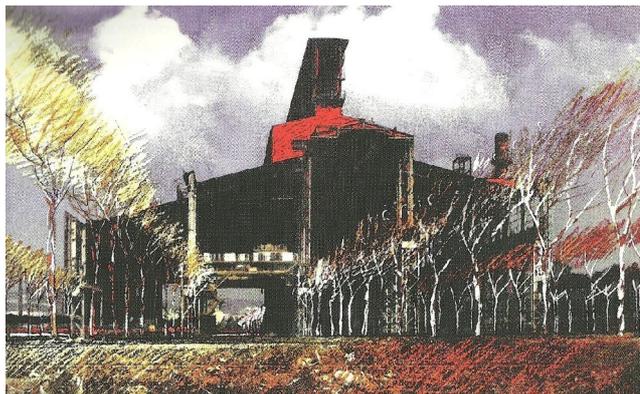
14



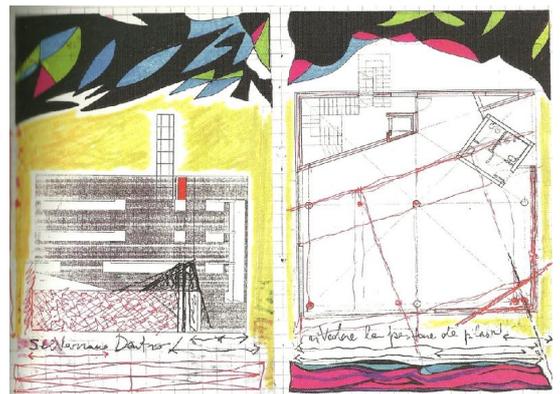
15



16



17

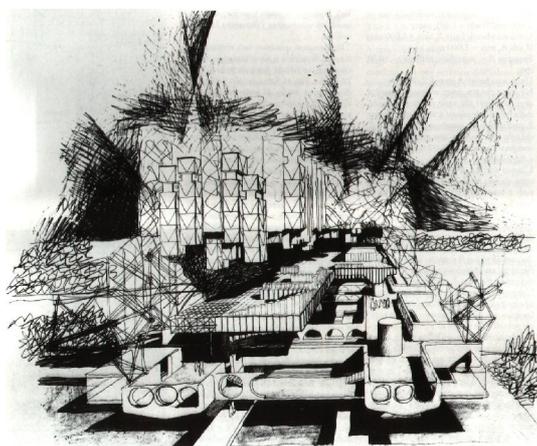


18

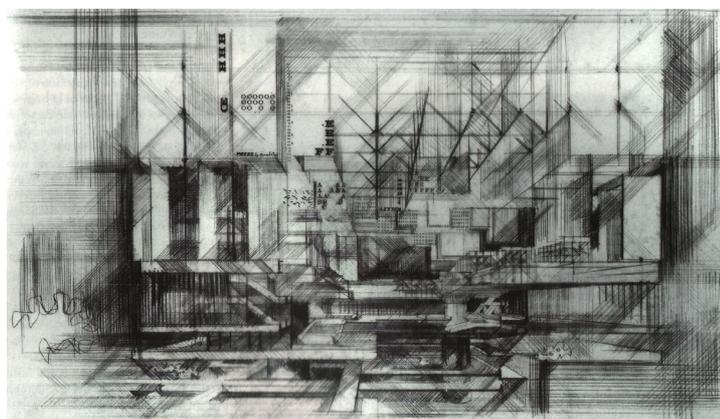
visualizzazione e le tecniche più attuali sono state già descritte nel secondo capitolo, insieme alle loro peculiari espressività.

Bisogna ora precisare che, oltre ad aver sviluppato un certo linguaggio espressivo tipico, l'immagine prodotta col computer è in grado di emulare efficacemente anche tutte le tecniche eseguite manualmente. Tuttavia sono pochi i casi in cui, nella rappresentazione del progetto, gli architetti ricorrono a questo trucco grafico, e preferiscono, invece, esprimere col mezzo digitale lo stile grafico che gli è proprio.

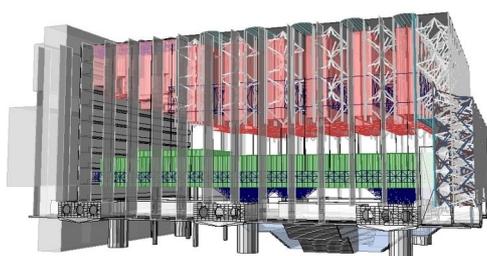
In occasione di un recente Congresso internazionale ho avuto occasione di cimentarmi con la ricostruzione virtuale del modello di un progetto dai disegni di concorso di Maurizio Sacripanti per il Nuovo Teatro Lirico di Cagliari (1964-65), potendo ammirare la perizia e la forte personalità di quest'architetto nei suoi disegni ed avendo quindi modo di confrontare l'espressività del segno grafico con quella dell'immagine digitale. A conclusione



19



20

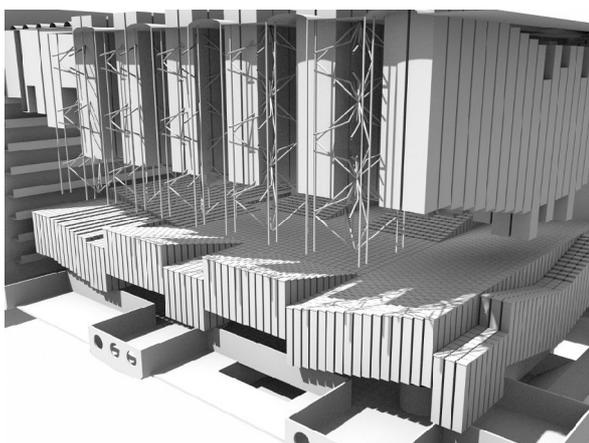


21

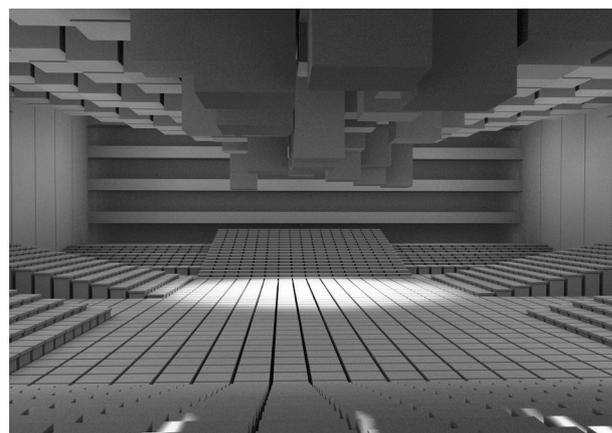
19, 20. M.Sacripanti,
disegni di concorso per
il Nuovo Teatro Lirico di
Cagliari, 1965

21, 22, 23.

Ricostruzione virtuale
dai disegni di concorso,
immagine in *wireframe*
e *rendering* a effetto
plastico



22



23

di questo paragrafo ripropongo dunque qualche immagine che sottolinea questo paragone, dove la decisione grafica e la concitazione del segno manuale del Sacripanti si trovano affiancati all'impersonale, ma precisa e chiara restituzione digitale di alcune immagini del modello virtuale, dove si riconoscono in particolare alcune delle poetiche descritte nel secondo paragrafo, come quella dell'assenza di contorno e della luce (figure dalla 19 alla 23)¹⁹.

4.2. Uso di riferimenti simbolici concettuali, dimensionali e contestuali

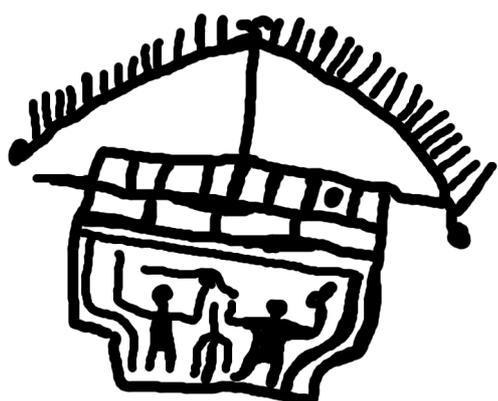
Uno degli espedienti più diffusi per conferire un certo significato ad uno spazio disegnato, è l'utilizzo di riferimenti a figure simboliche. La rappresentazione di queste figure può spaziare dall'estrema convenzionalità all'opposta personalizzazione.

Le occasioni d'uso di questi riferimenti sono sostanzialmente riconducibili a tre.

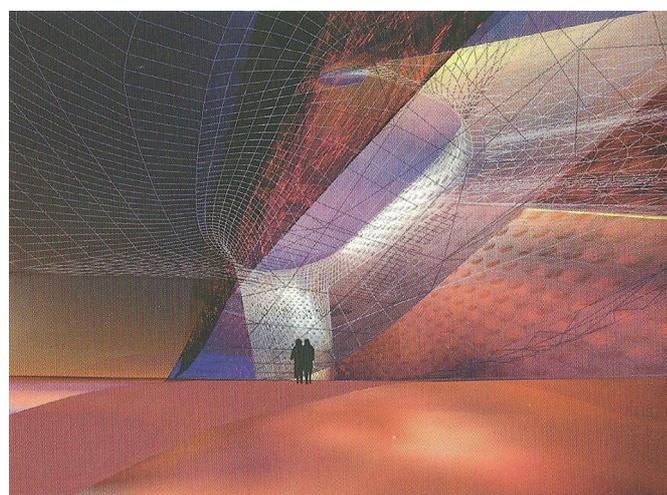
La prima esigenza è di ordine concettuale, cioè attraverso l'inserimento di una determinata figura simbolica si aggiunge un significato di contenuto all'immagine. Ad esempio il semplice inserimento di una figura umana, anche stilizzata, permette l'immediato riconoscimento del significato di spazio in un'immagine altrimenti priva di riferimenti di contenuto. Oppure il posizionamento di figure umane o altri simboli, come arredi o macchine, e elementi di vegetazione, può simboleggiare, in alternativa al testo, la differenziazione di destinazione d'uso degli ambienti.

La seconda esigenza è di ordine dimensionale, cioè con l'inserimento di riferimenti simbolici in scala opportuna, si aggiunge un significato di grandezza e ordine spaziale all'immagine. L'espediente è di lontana invenzione, ma è usato tantissimo e forse abusato nella rappresentazione

24. Incisioni rupestri con abitazioni e figure umane, Naquane (Valcamonica), età del Bronzo (15.000 a.C. ca.), ridisegnato
25. UN Studio, Facoltà di Architettura, Venezia, 1998



24



25

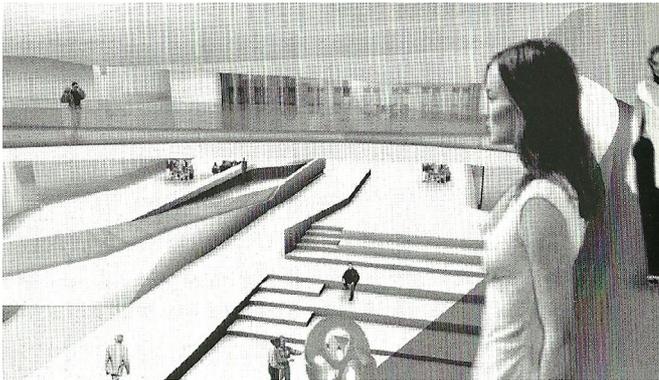
contemporanea. Questo fatto consegue certamente alla mancanza di riferimenti spaziali e dimensionali in molti contesti architettonici formalmente complessi, e alla ricerca progettuale di effetti di smarrimento e destabilizzazione. Il riferimento dimensionale può inoltre essere articolato con l'inserimento di più figure dislocate all'interno dell'immagine in modo da fornire effetti di profondità e struttura alla rappresentazione dello spazio quando ne è carente.

Infine la terza esigenza è di tipo contestuale. Questa categoria fonde insieme contenuti della prima e della seconda categoria, con la differenza che si inverte il rapporto simbolo-oggetto della rappresentazione. Nei primi due casi il simbolo era infatti contenuto all'interno dell'oggetto rappresentato, mentre ora è l'oggetto rappresentato ad essere contenuto nel riferimento contestuale. Il grado di astrazione del riferimento contestuale,

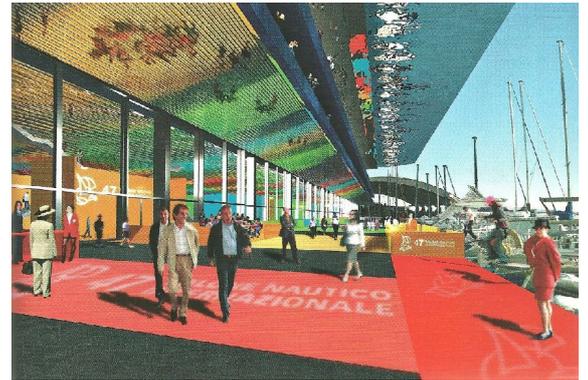
26. A. Isozaki, New Station (Competition), firenze, 2003
 27. UN Studio, Wadsworth Atheneum Museum of Art, Hartford, 1999-2006
 28. J. Nouvel, Nuovo Padiglione presso la Fiera di Genova, 2005
 29-30. Z. Hadid Architects, Concorso per il Nuragic & Contemporary Art Museum, Cagliari, 2008



26



27



28



29



30

come negli altri due casi, può spaziare dall'essere estremamente sintetico all'essere estremamente realistico.

Non sempre, nella rappresentazione del progetto, il grado di astrazione del riferimento simbolico o del contesto coincide con quello dell'oggetto rappresentato.

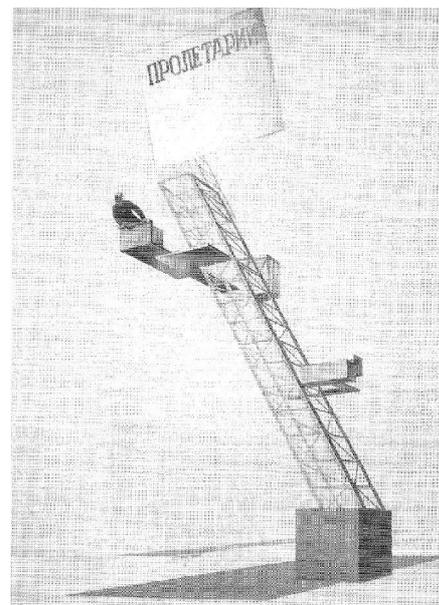
Proponiamo di seguito alcuni esempi che mostrano alcuni dei possibili impieghi di tali riferimenti, riscontrabili nella rappresentazione del progetto architettonico.

La figura umana può essere usata come riferimento concettuale e dimensionale. Il suo livello figurativo può essere astratto o dettagliato. La scelta tra le due opzioni, e tra tutti i livelli intermedi ovviamente, si configura come una scelta espressiva per l'immagine in cui viene inserita. Potremo dunque trovare semplici sagome scure o trasparenti, oppure figure eseguite con una tecnica diversa da quella del disegno dell'architettura, oppure fotografie di soggetti reali, e addirittura personaggi riconoscibili (figura 31).

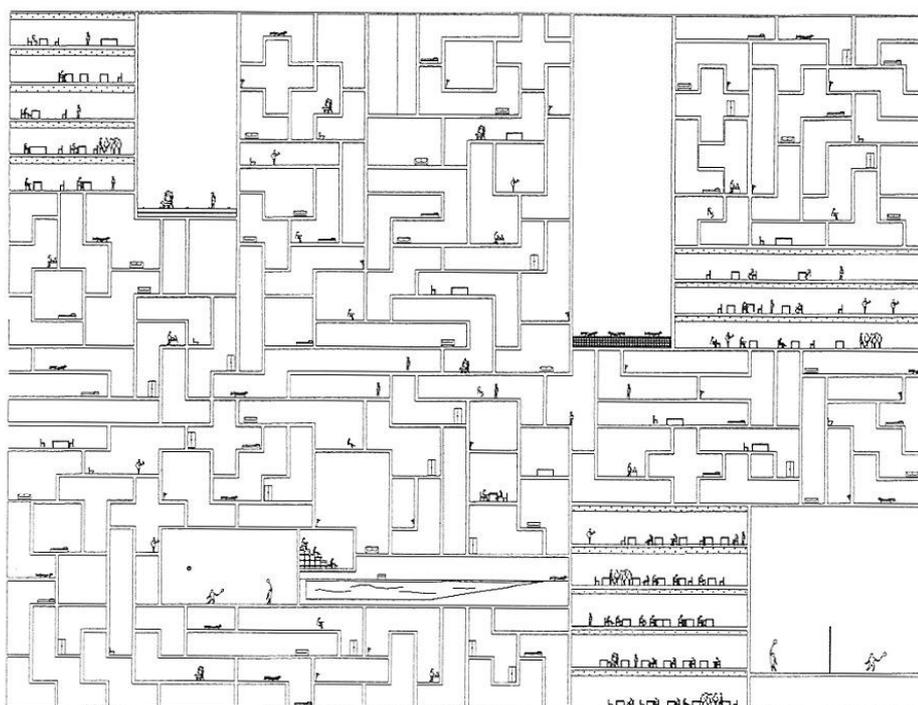
Come abbiamo accennato, il semplice inserimento di una sagoma umana in un'immagine può essere sufficiente a identificare un concetto di spazio (figure 24 e 25).

Ulteriori scelte, come il posizionamento di più figure dislocate nello spazio a diverse distanze, possono invece conferire effetti di profondità all'immagine e dare corpo ad un orientamento spaziale (figure dalla 26 alla 30).

Inoltre con l'aggiunta di una gestualità alla figura si può



31. El Lissizkij, progetto per tribuna di Lenin del 1924



32. MVRDV (Winy Maas, Jacob van Rijs e Natalie da Vries), Berlin Voids, Berlino, 1991. Sezione parziale

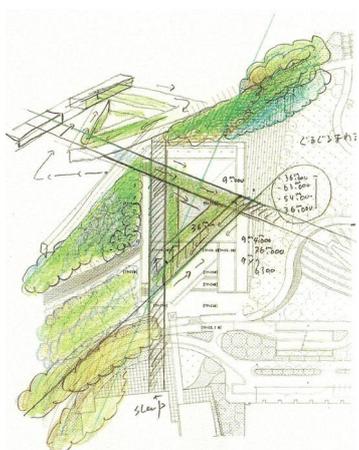
simboleggiare un'azione e dunque aggiungere significati al contesto rappresentato, come ad esempio definire la destinazione d'uso di un ambiente (figura 32).

La seconda esigenza, di riferimento dimensionale, è automaticamente soddisfatta dall'inserimento della figura umana, in quanto è approssimativamente nota l'altezza dell'individuo, e quindi il confronto con gli elementi spaziali è immediato.

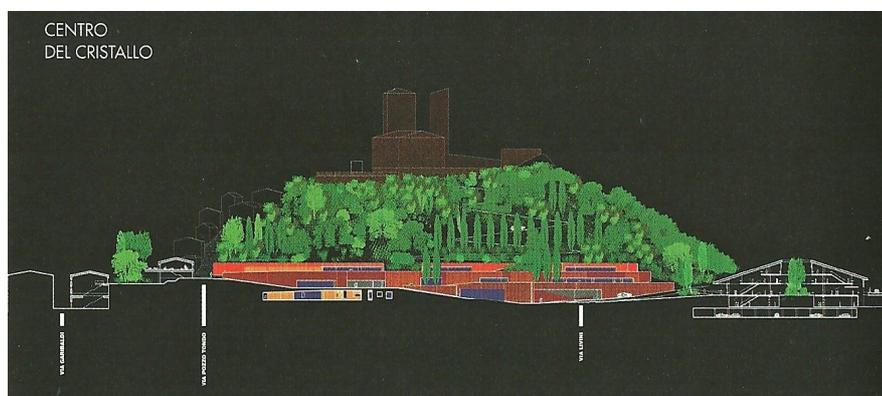
La presenza umana è stata evocata da sempre nella rappresentazione architettonica, quasi a ricordare che l'oggetto architettonico ha un senso solo in quanto spazio fruito dall'uomo.

Il modo d'uso dei riferimenti simbolici, il loro stile, o la loro assenza può delineare una espressività personale. Un celebre esempio è il *modulor* di Le Corbusier, che veniva usato anche per popolare le rappresentazioni architettoniche.

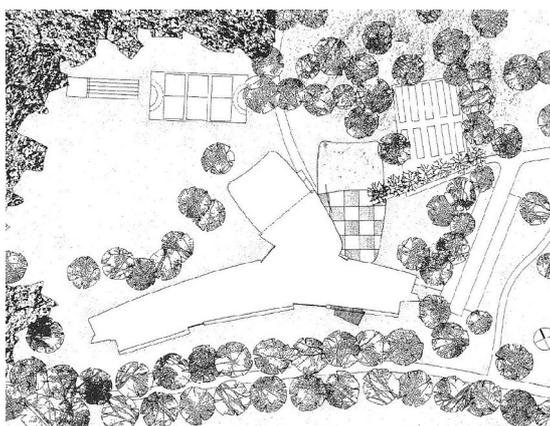
Possiamo fare infine una riflessione sull'uso "generoso" di figure simboliche, nella rappresentazione digitale, in fase divulgativa: i personaggi sono spesso in procinto di compiere delle azioni, dei gesti, in relazione tra loro all'interno dello spazio progettato e con lo spazio progettato, come se, attraverso l'inserimento di tanti riferimenti figurati, si tentasse di recuperare il significato e la dimensione spaziale. Come si è detto, in molti casi, ciò è giustificato dalla difficile interpretazione dell'immagine nel suo giusto senso, data la complessità delle forme e delle rappresentazioni.



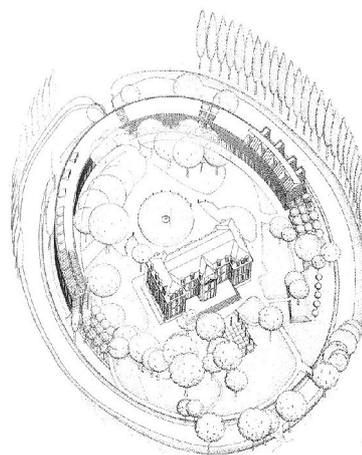
33



34



35



36

33. T. Ando, 21_21 Design Sight, Tokyo. 2005-2007. Schizzo di studio
34. P. Eisenman, Fabbrica Colle a Colle Val D'Elsa, Siena, 1999
35. Mecanoo (H. Doll, F. Houben), Isala College a Silvolde, 1990-1995
36. O. M. Ungers, progetto per il Museo del Castello di Morsbroich, Leverkusen, 1976-84

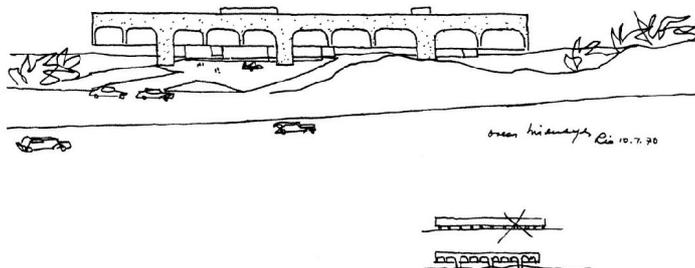
Il riferimento contestuale è generalmente di tipo più figurativo che astratto, rispetto agli altri riferimenti. Tende, infatti, a riprodurre in modo preciso le condizioni ambientali in cui viene inserita l'opera progettata, poiché la finalità del suo utilizzo, in genere, è proprio quella di relazionarsi ad essa.

Il riferimento contestuale, oltre che con un'immagine di sfondo, può essere richiamato anche con singole figure, come elementi di vegetazione o naturali in genere. Gli elementi di vegetazione possono essere considerati, a volte, anche parte integrante del progetto, identificandosi così come elementi architettonici.

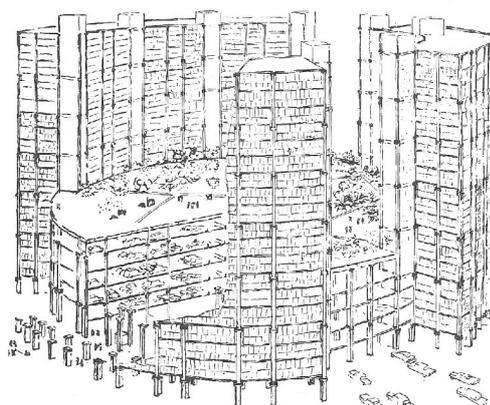
Ad ogni tecnica utilizzata e spesso ad uno stile grafico personale appartengono svariati modi di rappresentare queste figure. E i modi si differenziano, oltre che per la tecnica, anche a seconda del metodo di rappresentazione impiegato (figure dalla 33 alla 36). Molti altri tipi di riferimenti simbolici, di carattere sia concettuale che dimensionale possono ritrovarsi nel disegno di architettura (figure 37 e 38). Ad esempio, macchine e autoveicoli, elementi di arredo, animali, etc. alcuni dei quali, di frequente, compaiono anche nel disegno tecnico. Alcuni simboli, inoltre, possono attrarre il significato dell'architettura raffigurata verso altri contenuti, sino spingersi verso contenuti astratti.

37. O. Niemeyer, schizzo di progetto della sede FATA a Pianezza, Torino, 1976

38. L. Kahn, disegno per un silos automobilistico,



37



38

4.3. Scelta e composizione dell'immagine di rappresentazione

Vi sono delle regole di espressione e composizione dell'immagine che si possono applicare in generale all'immagine di rappresentazione, qualunque sia la tecnica e lo strumento usato per realizzarla. In questo paragrafo si vuol cercare di individuare alcune di queste regole facendo riferimento all'analisi di esempi di varia epoca, vari metodi, tecniche e finalità, in modo da riconoscere alcuni espedienti ricorrenti per la composizione dell'immagine nella rappresentazione del progetto, cercando di giustificarne le motivazioni.

Le distinzioni di base, da cui possiamo partire nella nostra osservazione, riguardano l'oggetto rappresentato che, già in sé, porta delle caratteristiche peculiari che automaticamente vincolano la sua rappresentazione. Questi attributi riguardano la dimensione, il tipo, la destinazione d'uso, i materiali di cui è costituito, il contesto in cui va inserito, lo stile architettonico, etc. Ad esempio, è chiaro che un oggetto architettonico di piccole dimensioni è più agevolmente rappresentabile nel suo complesso, ed anche con un dettaglio apprezzabile, mentre un edificio molto grande potrà incorrere più facilmente a suddivisioni nella rappresentazione, e la sua visione globale sarà meno dettagliata, a meno che non disponiamo di immagini enormi. Per quanto riguarda la destinazione d'uso, invece, ad esempio potremmo aspettarci tipi di rappresentazione diversi a seconda che l'oggetto sia, ad esempio, un museo oppure una banca, poiché, a fini divulgativi, l'immagine del primo dovrà suscitare impressioni diverse rispetto a quella del secondo.

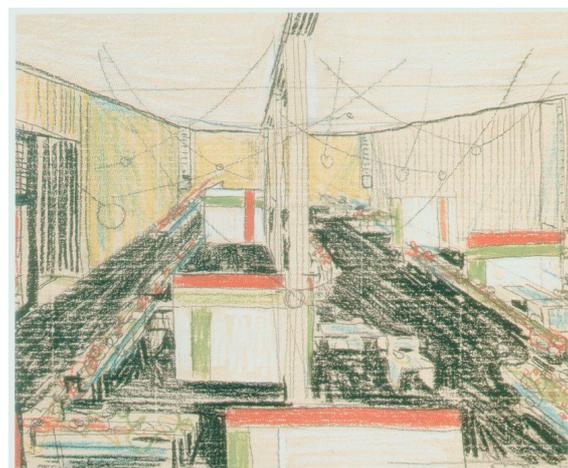
Anche la forma dell'oggetto, come abbiamo sottolineato precedentemente, avrà notevole influenza su alcune scelte rappresentative. Inoltre la scelta del punto di vista dell'immagine risulterà fondamentale e mirata verso determinati scopi. Avremo dunque immagini che ritraggono spazi interni o esterni, oggetti vicini o lontani, viste complessive o di particolare.

Una riflessione particolare merita la scelta dell'inquadratura dell'immagine, ovvero del punto di vista del suo ipotetico osservatore, in rapporto alla forma dello spazio architettonico rappresentato. Osserviamo, in alcune immagini portate ad esempio, come l'effetto scenografico e l'esaltazione di alcuni aspetti spaziali, siano favoriti da determinate scelte di inquadratura. Nel caso l'oggetto rappresentato presenti forti elementi di asimmetria, la vista frontale indurrà ad un immediato confronto delle parti rispetto all'asse di simmetria, accentuando le differenze (figura 39). Ma la visione centrale accentua anche gli elementi che si trovano in posizione centrale, ed è scelta spesso per esaltare l'organizzazione simmetrica di uno spazio (figura 40).

39. S. Holl, Museo di arte contemporanea Kiasma, Helsinki
40. C. Scarpa, progetto di padiglione provvisorio, Lido di Venezia, 1948



39



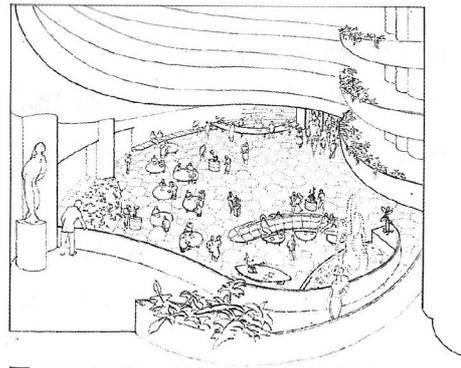
40

Quando l'oggetto rappresentato non presenta linee dritte che convergono verso alcuna fuga, l'immagine perde profondità e appare indifferenziata (figura 41).

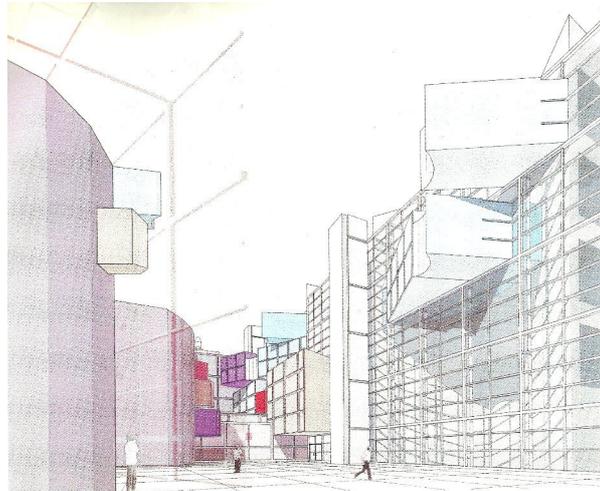
Una visione d'angolo invece tenderà a distrarre lo sguardo verso le fughe, relazionando così gli elementi particolari al complesso. Osservando le immagini portate ad esempio, vediamo come Alvar Aalto spostando il punto di vista su un lato del disegno ottiene la valorizzazione dell'elemento dominante costituito dalla parete ondulata, ma poiché lo sguardo è convogliato verso il fondo del Padiglione, questa appare relazionarsi con l'intero spazio piuttosto



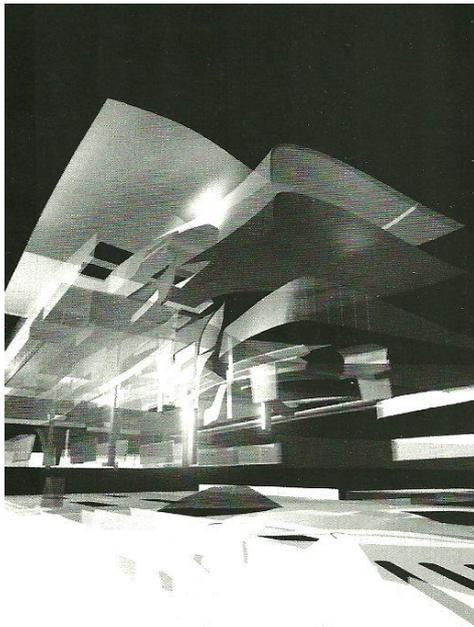
42



41



43



44



45

41. F. L. Wright,
Guggenheim Museum,
New York. 1958

42. A. Aalto,
Padiglione finlandese
all'Esposizione
Universale di New
York, 1938-39

43. P. Eisenman,
Biocentro per la J. W.
Goethe Universität,
Francoforte sul Meno,
1987

44. UN Studio,
Arnhem Central,
Arnhem, 1996-2007

45. L. Barragan,
acquarello per il Parco
Atzeco e Museo a
Mexico City, 1954

che con altri elementi singoli (figura 42). Accade un fatto simile anche nel disegno di Eisenman per la J. W. Goethe Universität (figura 43). La visione d'angolo può anche essere accompagnata da effetti di luce che accentuano la volumetria dell'oggetto differenziando i diversi piani secondo il loro orientamento rispetto al quadro (figura 44). Infine può accadere che alcuni elementi del progetto indirizzino lo sguardo verso un punto esterno all'opera, favorendone così l'integrazione con il contesto (figura 45).

Un'attenzione particolare va riservata al caso in cui nella stessa immagine sono compresenti simultaneamente diverse rappresentazioni di uno o più aspetti dell'opera. Ciò accade spesso nella composizione delle tavole definitive, ma può ricorrere anche in altri casi, qualora si renda necessario relazionare due o più aspetti dello stesso oggetto. Queste variazioni possono coinvolgere, ad esempio, rappresentazioni d'insieme con altre di particolare; oppure passaggi di scala dimensionale messi tra loro in relazione; oppure la compresenza di rappresentazioni compiute con diversi metodi o con diverse tecniche; immagini da più punti di vista messe a confronto e altri fattori ancora.

Sin dal Medioevo, nel taccuino di Villard de Honnecourt, troviamo interessanti disegni che mostrano un tipo di simultaneo accostamento di visioni dell'edificio, come ad esempio in un disegno della cattedrale di Reims, dove la presenza contemporanea su di un unico foglio degli pseudo-prospetti – interno ed esterno – permette di leggere sinotticamente, su di un'unica tavola, a quali elementi interni corrispondano le scansioni orizzontali e verticali presenti sul paramento murario esterno²⁰ (figura 46).

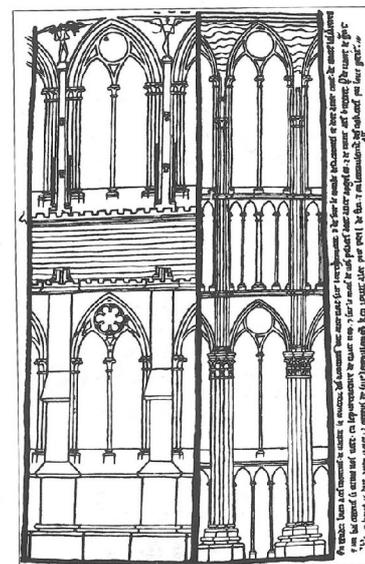
La compresenza di rappresentazioni di diversi aspetti dell'opera, nello stesso foglio, è un metodo fondamentale che, attraverso il disegno, permette di porre relazioni e effettuare confronti immediati, nel processo di ideazione, elaborazione e comunicazione dell'architettura.

Notiamo molto spesso il ricorso a tale espediente nei disegni di Palladio²¹: nell'esempio riportato, pianta e prospetto convivono nello stesso disegno rendendo immediata la lettura delle corrispondenze tra interno ed esterno dell'edificio (figura 47). Abbiamo visto che questo metodo si rivelò poi l'embrione del metodo della doppia proiezione ortogonale, codificato più tardi, sottolineando l'esigenza di cogliere la corrispondenza di più aspetti dell'opera per ottenere un immediato significato spaziale.

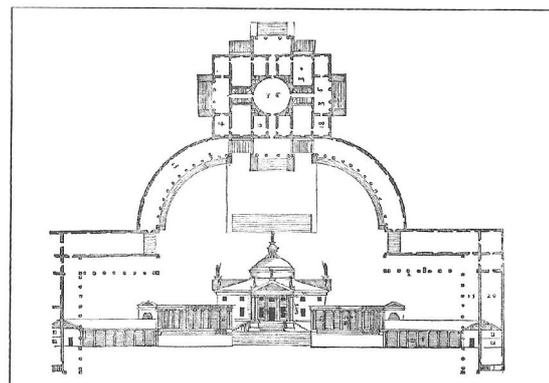
Anche il passaggio continuo tra diverse scale di rappresentazione e il loro rapporto globale è un dato fondamentale dell'iter progettuale²²,

46. Villard de Honnecourt, alzati della cattedrale di Reims, dal *Livre de portaiture*

47. A. Palladio, progetto per Villa Trissino a Meledo, 1568. Da *I quattro libri dell'architettura*



46



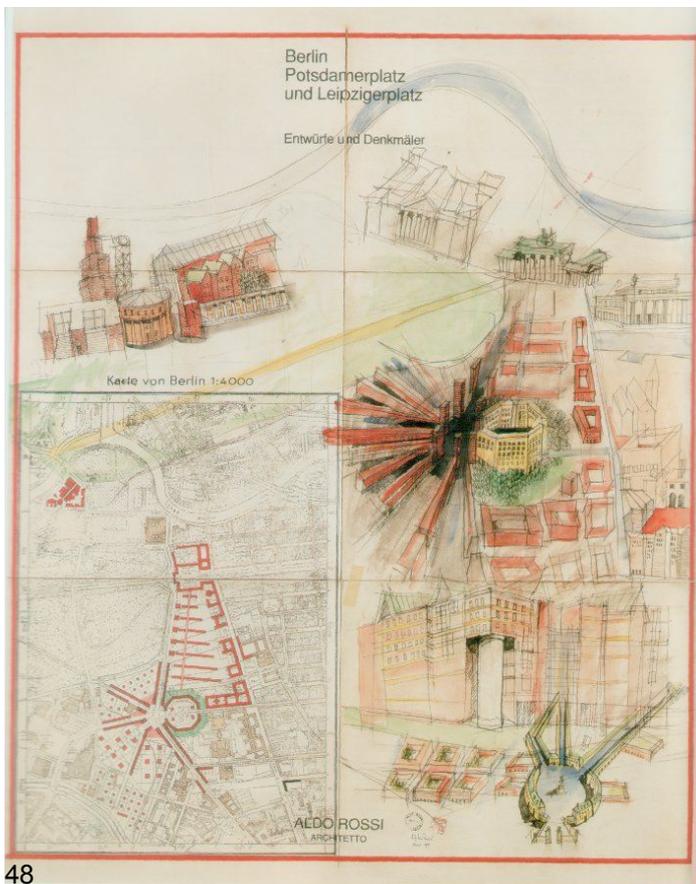
47

compiuto attraverso il disegno.

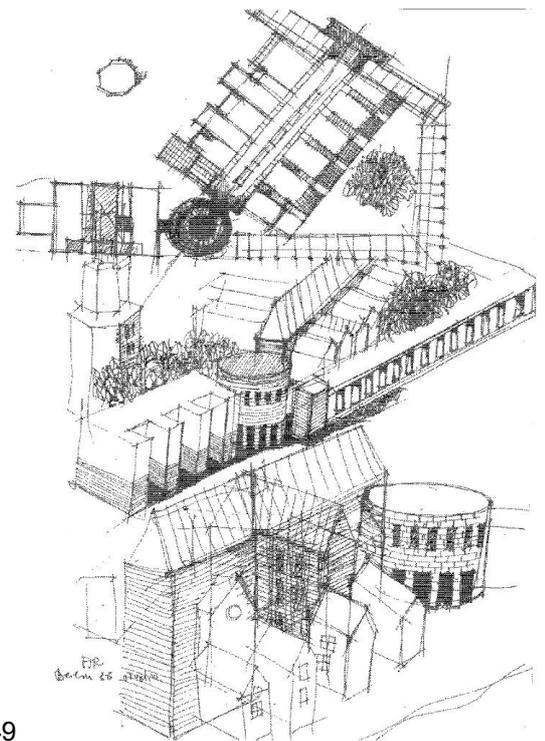
Molto comune è inoltre il ricorso alla compresenza di diversi metodi di proiezione nella stessa immagine. Ogni metodo, infatti, come si è discusso precedentemente, è caratterizzato da una specifica funzionalità nella descrizione spaziale, e pertanto il passaggio dall'uno all'altro si rende necessario per una simultanea analisi di più aspetti del progetto. Questa regola di composizione dell'immagine compare istintivamente nel momento ideativo, manifestandosi negli schizzi progettuali, e viene spesso richiamata nella composizione delle immagini finali di comunicazione dell'opera definita (figure 48 e 49).

Il dato intuitivo di questa tendenza è riscontrabile fin dalle prime espressioni grafiche architettoniche degli antichi Egizi, in cui si potevano vedere disegni in pianta popolati da dettagli in prospetto.

48. A. Rossi, Berlin-Postdamerplatz und Leipzigerplatz, 1990
 49. A. Rossi, Museo di Storia di Berlino, 1998
 50. E. Sottsass, Villaggio sul pendio della Jasmine Hill, Singapore
 51. Architron (F. Lee Huat, P. Gonzales Herraiz), Casa unifamiliare, Selangor, Malesia. Collage



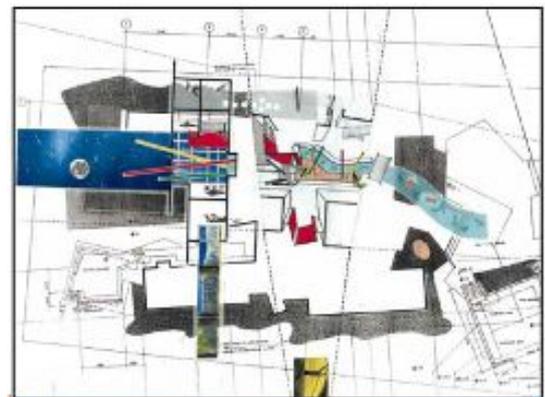
48



49



50



51

Quasi a ricercare un aspetto ingenuo, alcuni autori recuperano questa prassi, ottenendo immagini molto convincenti nel loro intento comunicativo (figura 50).

Infine parliamo di compresenza di più tecniche nello stesso disegno. Le possibili combinazioni sono infinite ed aperte alle sperimentazioni più fantasiose. Si possono trovare abbinamenti di tecniche a mano libera con tecniche a squadra, diversi tipi di segno e di colore, inserti fotografici o a collage su disegni tecnici, disegni di precisione e schizzi d'ideazione e così via (figure 48 e 51).

4.4. Finalità e funzioni del disegno nel progetto architettonico. Alcuni casi particolari

Ormai prossimi alla conclusione di questo lavoro di raccolta ed analisi dei disegni progettuali di architetture di ogni epoca e sorta, possiamo certamente muoverci con consapevolezza nei confronti dell'individuazione di funzioni e finalità dei diversi tipi di elaborati grafici.

La natura personale dell'espressione grafica è la prima causa di differenziazione, poiché ogni disegno è innanzitutto, come dice Di Napoli, il "*segno-di*" qualcuno:

«di chi ha qualche emozione da visualizzare con immediatezza; di chi ha qualche idea da rappresentare con chiarezza; di chi deve comunicare in modo efficace un'informazione precisa e completa»²³.

Oltre alla valenza espressiva autografa che si attribuisce al disegno, e che è certo la prima causa di differenziazione di uno stile personale che lo contraddistingue, in questa definizione vengono annunciati sommariamente alcuni contenuti che influiscono sulla diversificazione dei tipi di disegno nel progetto.

Ci sono infatti anche dei dati oggettivi che permettono di creare delle classificazioni dei tipi di disegno. Si può allora provare a individuare una serie di fattori che stanno alla base di questa distinzione:

La fase progettuale che il disegno rappresenta.

Si possono avere disegni nella fase ideativa di concepimento del progetto, nella fase ideativa di evoluzione della forma, nella fase di definizione del risultato, nella fase della sua divulgazione, nella fase costruttiva;

La valenza comunicativa che il disegno deve avere.

Una rappresentazione può dover assolvere a funzioni di immediatezza comunicativa, oppure a funzioni di chiarezza esplicativa, oppure di estrema precisione ed inequivocabilità, oppure può tendere volutamente all'ambiguità percettiva;

Il destinatario, ossia l'interlocutore del dialogo che avviene attraverso il mezzo grafico.

Il destinatario può essere lo stesso autore dell'immagine, o i suoi

collaboratori, oppure può essere il committente, il pubblico cui è destinata l'opera, o infine il suo esecutore materiale.

Il tipo di contenuto da rappresentare.

L'oggetto della rappresentazione, in relazione al progetto, può essere la forma (bi-tri-dimensionale), oppure la tecnica costruttiva, la funzione statica, la funzione d'uso, o anche la relazione con il contesto, la relazione con il fruitore; l'evoluzione temporale di un aspetto del progetto. In epoca attuale l'oggetto di progetto diviene sempre più complesso e articolato, e un maggior numero di informazioni necessita di essere comunicato attraverso l'immagine, richiedendo pertanto una scomposizione e ricomposizione di funzioni attraverso la rappresentazione.

Infine il mezzo usato per la sua divulgazione.

Ad esempio, il mezzo può essere un elaborato cartaceo di scambio, oppure la stampa, oppure un altro mezzo mediatico, un evento pubblico, etc..

È chiaro che, in relazione alla combinazione dei precedenti fattori, il disegno di progetto sarà contraddistinto da diverse finalità e pertanto dovrà assolvere a diverse funzioni. Per questo motivo il disegno prenderà strade diverse, come abbiamo avuto modo di vedere, scegliendo tra metodi e tecniche disponibili, per comunicare vari tipi di contenuti.

Il valore oggettivo, che trova il suo linguaggio nell'universalità delle convenzioni, ed il valore soggettivo, che trova invece voce nelle qualità espressive personali, dialogano tra loro in moltitudini di elaborati progettuali prodotti dall'architetto per soddisfare tutte le esigenze elencate.

A questo proposito, Philip Johnson, attribuendo diversi livelli comunicativi al disegno, affermò che

«riconosceva due tipi di disegni architettonici ciascuno rivolto ad un diverso pubblico. Il primo tipo è rivolto al largo pubblico e mostra l'architetto in un "bel comportamento" attraverso prospettive elaborate, disegni passati con cura ad inchiostro ed altri disegni di "presentazione". Il secondo tipo di disegno è il risultato di un dialogo dell'architetto con se stesso su ciò che va progettando. Questo tipo di disegno è una sorta di "traccia" per l'atto creativo, specialmente quando è visto in una sequenza di disegni simili o quando contiene più livelli di pensiero visivo. I due gruppi di disegni vengono definiti da Johnson come quelli del "pubblico" e del "privato"»²⁴.

È proprio per questa forte valenza che il disegno assume nel dialogo dell'architetto, prima di tutto con se stesso, e poi nella spiegazione della sua opera al pubblico, nei paragrafi che seguono, si verranno analizzati due aspetti particolari del disegno del progetto, contraddistinti ognuno da proprie funzioni comunicative e finalità espressive.

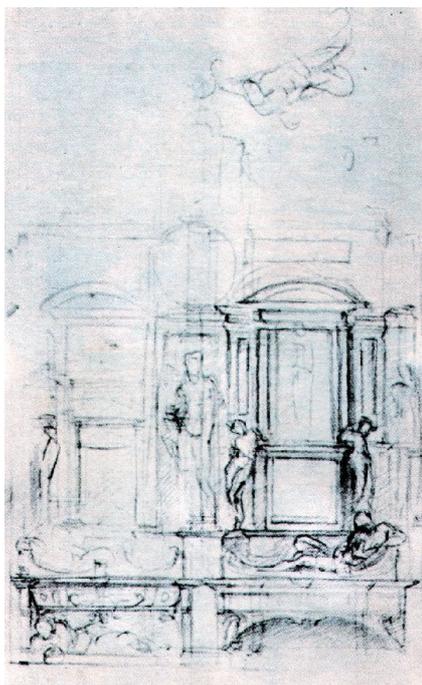
È importante però sottolineare che questa sorta di classificazione non vuole essere una compartimentazione tassativa dei tipi di

disegno elencati, ma che questi sono aspetti di un processo disegnativo unitario, che si esprime diversamente nelle diverse fasi del progetto e a seconda dei contenuti da comunicare, ma pur sempre va ricondotto ad una volontà unica, che è quella di espressione dell'idea architettonica per il suo inverarsi nella realtà. Di fronte a questo possibile equivoco di smembramento di un'unità inscindibile, quale dovrebbe essere quella del progetto architettonico, come afferma Purini, il disegno dovrebbe essere invece inteso come valore unitario che ne interpreta la complessità

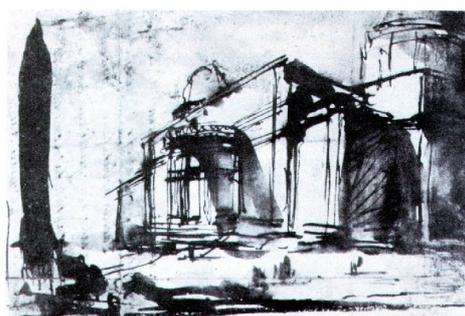
«...A fronte dei rischi di settorializzazione attraverso i quali l' "unità" iniziale dei processi di costruzione del mondo fisico viene ridotta a frammenti incomunicabili, solo il disegno, nella sua accezione più piena, può garantire una corrispondenza tra gli obiettivi dell'architettura e i suoi risultati. Distinguere tra le vere forme del disegno assume allora un valore positivo solo nel senso di una presa di coscienza della complessità, mentre acquista un significato negativo quando la distinzione viene intesa come un progetto di "dissoluzione" in sottotecniche di qualcosa di profondamente unitario»²⁵.

4.4.1. Il disegno dell'intuizione. L'immediatezza del segno e la forma mentale

Lo schizzo di progetto è quel disegno, normalmente eseguito a mano libera, che esprime in modo rapido un'idea formale e concettuale. Le sue doti fondamentali sono la sintesi e la forte espressività, dovuta alla predominante incidenza dello stile personale dell'architetto. La sua caratterizzazione dipende ovviamente, oltre che dall'autografia del segno, anche dalle

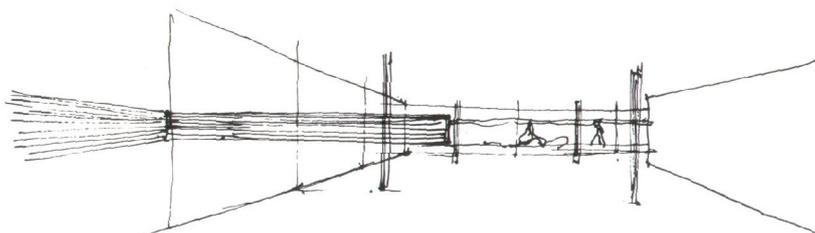


53



52

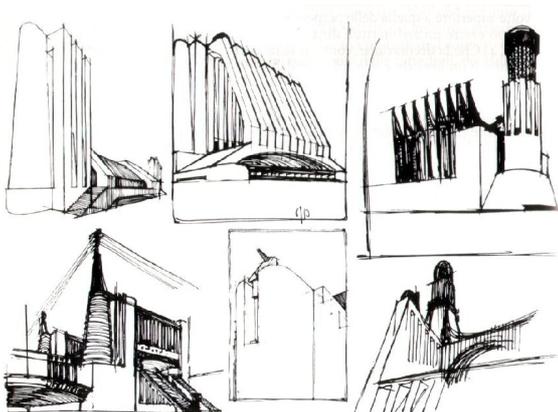
52. G. B. Piranesi, schizzo di studio, probabilmente per la facciata di S. Maria Aventina in Roma
53. Michelangelo Buonarroti, schizzo di studio per la tomba dei Medici in Firenze
54. L. Mies van der Rohe, progetto di casa a corte, 1931



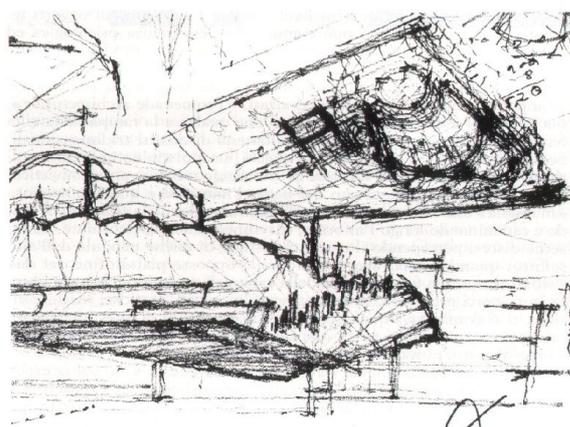
54

conoscenze teoriche proprie all'autore e dagli strumenti usati per realizzarlo (figure 52, 53 e 54).

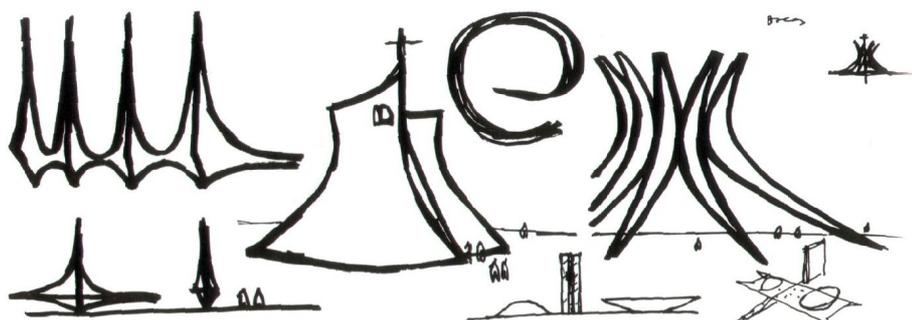
Come nota il Vagnetti, questo momento del disegno di progetto è generalmente eseguito in modo istintivo, e non organizzato: per questo motivo l'architetto deve possedere la capacità di esprimersi in modo naturale con il disegno, in modo da poter visualizzare, in maniera automatica e senza impedimenti materiali, le idee che popolano la sua mente. E siccome ogni progetto non è mai il risultato



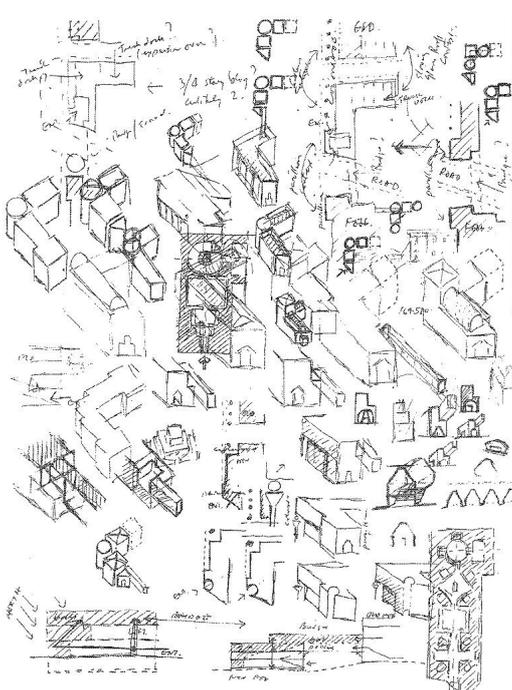
55



56



57



58



59

55. A. Sant'Elia, edifici per la Città Futurista, 1913-15

56. A. Aalto, schizzo per la sala da concerti del Palais Finlandia a Helsinki, 1962

57. O. Niemeyer, motivi architettonici di Brasilia, 1958-60

58. J. Stirling, schizzi di progetto per il Museo Sackler ad Harvard, 1979/1984

59. Á. Siza, schizzi per il progetto della casa a Pego, Sintra, 2007

di un solo elementare istinto figurativo, ma anche e contemporaneamente di tutti gli approfondimenti strutturali, della valutazione unitaria di tutti gli attributi formali, costruttivi e distributivi dell'opera, lo schizzo architettonico è spesso costituito da un insieme di disegni, nei quali tutti gli aspetti più importanti dell'opera sono presi in esame, ed esplorati attraverso il disegno²⁶.

Spesso infatti, in un singolo foglio, gli schizzi si affollano e si sovrappongono, esplicando le successive metamorfosi dell'idea e i molteplici passaggi che congiungono pochi segni concettuali di partenza a figure più complesse che si avvicinano gradualmente alla forma finale. Più aspetti e visuali dell'opera sono immortalate in rapide sequenze o in disordinate composizioni di intuizioni grafiche (figure dalla 55 alla 59).

Il disegno, in questo suo particolare aspetto, si configura dunque come primo, naturale ed istintivo, concretizzarsi dell'idea del progettista, di un'idea che esiste in forma astratta nella sua mente e si può esprimere soltanto attraverso l'intimo segno grafico dell'autore. Così lo descrive Franco Purini:

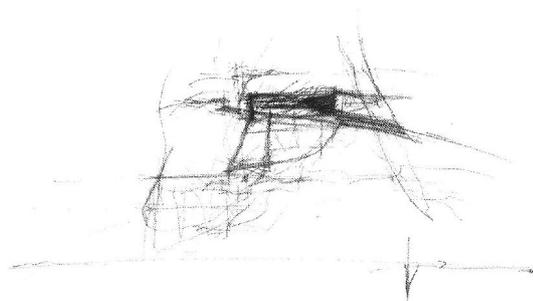
«Lo schizzo è l'irruzione improvvisa, nel mondo, di una decisione che prende forma dopo un'elaborazione lenta e misteriosa. Come attraversata da una scarica elettrica la mano, in una identità assoluta con la mente, traccia sul foglio alcuni segni che sono né più né meno che l'idea. Un'idea che molto difficilmente potrà essere modificata nei suoi tratti fondamentali. Io continuo a cercare le idee in questo modo, ricordando che tali idee sono già virtualmente presenti in quell'a priori invero in disegni teorici...»²⁷.

Senza il contatto fisico diretto col segno, e cioè senza quella continuità tra la mente e la matita, di cui ho parlato nel secondo capitolo, non sarebbe possibile affidare la propria opera grafica alla gestualità del corpo, e il tradursi delle forme pensate in disegni non riuscirebbe ad interpretare i veri sentimenti che muovono il progetto. I progettisti dello studio viennese Coop Himmelb(l)au, ad esempio, nel caso del progetto per una casa a Malibu (figura 60), hanno dichiarato che

«il progetto è venuto fuori da uno schizzo disegnato ad occhi chiusi dove la mano agisce come un sismografo, registrando quei sentimenti che creano lo spazio»²⁸.

Alessandro Anselmi sostiene che oggi, che abbiamo a disposizione il computer, lo schizzo a mano assume un'importanza ancor maggiore, perché il nuovo strumento non è ancora riuscito a sostituirsi a quello manuale in questo particolare momento del disegno e l'intuizione ideativa continua ad esprimersi come è sempre stato. Tuttavia egli riconosce al disegno digitale, nelle sue varie forme di studio del progetto, che cioè non sono ancora

60. Coop Himmelb(l)au, progetto per una casa monofamiliare, Malibu, Usa, 1983

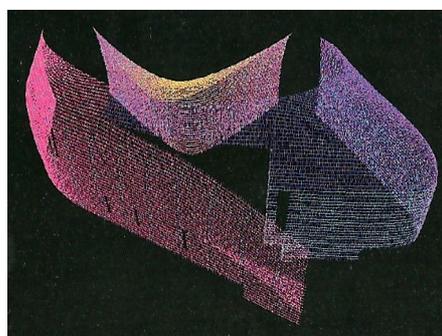


immagini definitive, un valore di “schizzo informatico”²⁹ che fornisce comunque un ausilio grafico euristico durante tutto il processo progettuale. In questo senso anche tutte le elaborazioni digitali che, graficamente, aiutano a comprendere e dispiegare la forma architettonica si possono elevare certo a validissimi sostegni del processo progettuale ma, per la presenza del fattore automatico introdotto dalla macchina, perdono il loro valore intimo ed intuitivo. Il computer è certo in grado di rappresentare ogni forma pensata ma non lo fa in modo altrettanto istantaneo (figure 61 e 62). Tuttavia alcuni degli architetti contemporanei più protesi verso le nuove espressioni formali concesse dagli strumenti informatici, promuovono la capacità del disegno digitale anche alla fase ideativa. Superfici complesse e topologiche vengono così gestite con libertà e relativa immediatezza grazie ai programmi basati sulle NURBS³⁰. Ad esempio Greg Lynn, nel suo libro *Animate Form* dice che secondo lui gli architetti di oggi, proprio grazie agli strumenti digitali, eseguono degli «schizzi con l'analisi matematica»³¹, sottolineando così l'unità strumentale del computer e dell'insieme di funzioni numeriche che ne permettono il funzionamento.

Se invece guardiamo i celebri schizzi manuali di Frank O. Gehry, possiamo notare nel segno una “irrequietezza formale” che sembra riflettersi nella filosofia delle sue opere³². Nel suo



61

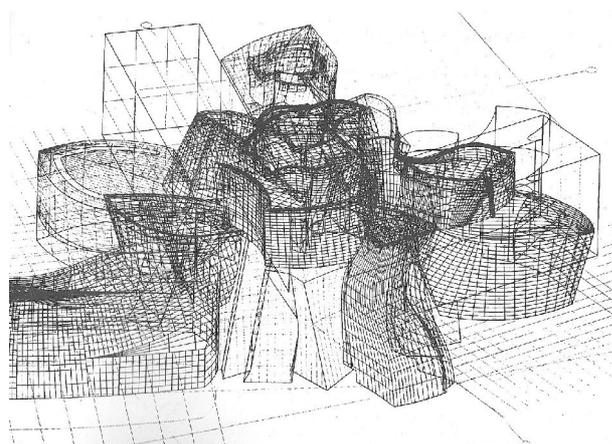


62

61, 62. Arata Isozaki, *cafa Art Museum*, Pechino. 2003-2005. Acquerello di studio e studio al computer
63. F. O. Gehry, *American Center*, Parigi. 1988-94
64. F. O. Gehry, *Museo Guggenheim*, Bilbao. 1992-97



63



64

particolare metodo progettuale, il disegno digitale assume un ruolo quasi completamente automatizzato, passando attraverso un continuo dialogo con il prototipo fisico. Ma, secondo me, è interessante notare come la complessità del segno manuale sembri quasi emulare la struttura reticolare del *wireframe* digitale, come se l'autore avesse interiorizzato l'espressività propria dello strumento digitale (figure 63 e 64).

Nel disegno, in questa fase che potremmo definire di intuizione e di prima concretizzazione dell'idea progettuale, vediamo dunque da un lato l'aspetto istintivo del segno, in cui inconsciamente confluisce l'esperienza dell'autore, e dall'altro le costrizioni materiali dovute alla necessità di esteriorizzazione dell'idea. Già in questo primo momento il disegno inizia a mostrare le sue capacità di sintesi e astrazione dell'immagine, e con queste la sua funzione analitica e conformativa. Se ci si sofferma a osservare gli schizzi progettuali nella storia, si nota che la maggior parte dei disegni sono dominati dalla presenza della linea di contorno, l'uso della linea è di gran lunga più spontaneo nella definizione istantanea di una forma piuttosto che la campitura di superfici che si intersecano. Eppure la percezione del reale non evidenzia la presenza di linee demarcate, ma soltanto variazioni cromatiche, e dunque solo grazie al disegno avviene una prima codificazione dell'immagine. Come afferma Purini

«la linea è il fondamento logico della continuità dello spazio, la base primaria della sua intelligenza e della sua descrizione. Tale descrizione è di carattere astratto, ma questa astrazione, lungi dal configurarsi come un fattore che aumenta le difficoltà di lettura e l'incertezza interpretativa, si propone come un elemento che incrementa le possibilità di entrare nelle ragioni esplicite e in quelle segrete della struttura che un manufatto possiede³³»

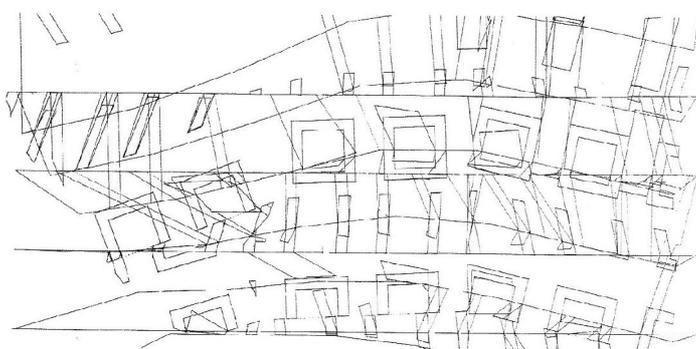
4.4.2. Il disegno della complessità, disegno come composizione e scomposizione

Nella rappresentazione di un progetto, accanto agli elaborati tradizionali, quali piante, prospetti, sezioni, disegni tridimensionali, che comunicano una certa quantità di informazioni standard, esistono un'infinità di espedienti grafici, come schemi e diagrammi, abachi e cataloghi disegnati, modelli tridimensionali esplosi etc., che vengono prodotti con lo scopo di comunicare, in modo semplificato, precise caratteristiche del progetto, siano esse funzioni, leggi compositive, materiali costruttivi, e tanti altri attributi, che compongono il progetto nella sua complessità. L'uso di questi elaborati si può collocare in diverse fasi del progetto, con diverse funzioni: da un lato può servire in fase di costruzione e definizione dell'idea progettuale per visualizzare, ordinare e comporre gli elementi che confluiscono nell'opera; dall'altro può costituire una fase successiva alla definizione del progetto, e utile alla sua

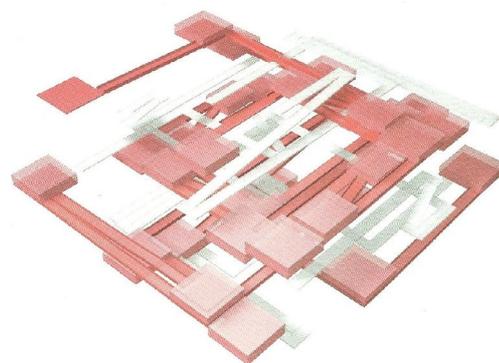
comunicazione e spiegazione, passando dunque attraverso una scomposizione grafica della complessità che lo caratterizza.

Per quanto riguarda schemi e diagrammi, termini che vengono spesso intesi come sinonimi, nella mia trattazione ho deciso che dovessero essere intesi separatamente per differenziare la rappresentazione di un oggetto statico, con la parola schema, e di un fenomeno che prevede una variazione di parametri, con la parola diagramma. Cioè col concetto di schema ho inteso una sintesi riduttiva e quindi statica, tesa alla rappresentazione di un'aspetto già definito; mentre col concetto di diagramma ho inteso una sintesi generativa, cioè tesa allo sviluppo, usata come traduzione grafica di un concetto di trasformazione.

65. P. Eisenman, progetto di massima per il Rebstock Park, Francoforte sul Meno, 1990, diagramma
66. P. Eisenman, La scatola dei cambiamenti, Concorso per il Museo Guangdong, 2004



65



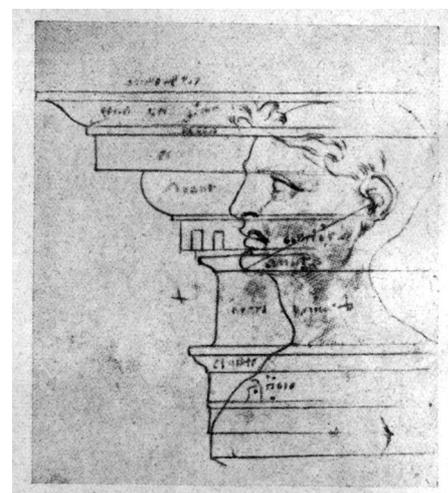
66

Schemi e diagrammi si possono esprimere graficamente in molti modi, ma generalmente perseguono la semplicità e la chiarezza espositiva. La struttura del disegno può affidarsi o meno al carattere del segno per far emergere una gerarchia o un ordine. Può accadere che la mancata differenziazione del segno generi un aumento di complessità in un disegno che intende spiegare relazioni formali complesse (figura 65). Tecniche espressive di ogni tipo possono essere giudicate, di volta in volta, le più efficaci per descrivere schematicamente un certo aspetto. Molte volte la semplificazione formale offerta dal modello schematico tridimensionale permette di usare la trasparenza come elemento espressivo che agevola la lettura simultanea di elementi anteriori e posteriori, esterni ed interni (figura 66).

Schemi e diagrammi si possono classificare, oltre che per il tipo di sistema rappresentativo usato per eseguirli, per il contenuto che esprimono. Questo può essere un contenuto semplicemente formale oppure funzionale alla spiegazione di aspetti d'uso, costruttivi, etc..

Nel caso del contenuto formale, schemi e diagrammi si identificano spesso con la traduzione grafica del processo compositivo. L'uso di disegni schematici a che fungono da strutture a cui appoggiare

67. Fra Giocondo, schemi di proporzioni di elementi architettonici riferiti alla figura umana



67

la genesi compositiva del progetto è conosciuto da tempo (figura 67). J.N.L. Durand, nel *Précis des leçons d'architecture*, Parigi 1813, illustra un procedimento da seguire per la composizione di un qualsiasi progetto: parte da una coppia di assi ortogonali, per poi costruire una griglia modulare che assume il ruolo di ordito strutturale spaziale, in cui gli elementi architettonici sono gerarchicamente ordinati. Per lui questo metodo compositivo diventa così obiettivo ed universalmente applicabile (figura 68). Ma non è la prima volta che l'uso della griglia compare in sede grafico-progettuale: ad esempio la troviamo nell'edizione vitruviana di Cesare di Lorenzo Cesariano (*De architectura*, Como 1521); anche Philibert de L'Orme la impiegò per l'interpretazione della *Divina Proportione* in *Le Premier Tome de l'Architecture*, Parigi 1567)³⁴. In questo senso il diagramma diventa qualcosa che, attraverso il disegno, raccoglie informazioni in modo sintetico e rende possibile lo sviluppo di una forma in modo astratto. Cioè il diagramma è un modo generativo che collega l'idea alla forma (figura 69).

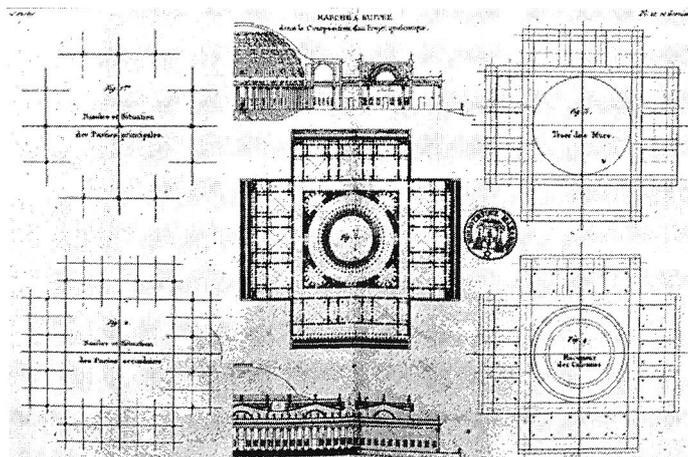
Il diagramma diventa dunque anche un fatto concettuale, oltre che grafico. In molti casi accade che il metodo progettuale si fonda su un vero e proprio uso strumentale del diagramma, come per Peter Eisenman, che lo usa costantemente nel processo di progettazione, come tramite tra la regola interiore dell'architettura e l'opera concreta. Egli afferma che il diagramma è qualcosa che «[...] cerca di collocare un oggetto teorico in uno fisico [...]»³⁵.

Nel mondo attuale, grazie agli strumenti informatici, accade sovente che una teoria progettuale, già insita nel diagramma, venga tradotta automaticamente in un modello matematico e quindi usata come base per generare una trasformazione nel progetto³⁶. Ponendosi in una situazione intermedia tra idea e forma, il diagramma le include entrambe e come dice Ben van Berkel: «Non è più necessario passare dall'idea alla forma: si può passare da un diagramma allo spazio»³⁷.

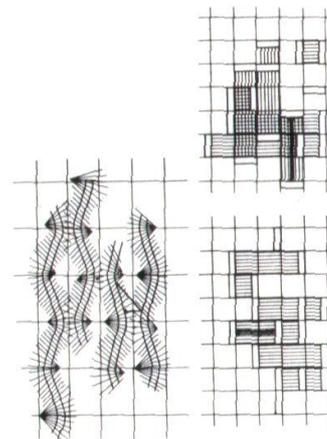
Qualora, invece, il contenuto dello schema sia funzionale alla spiegazione di aspetti d'uso, costruttivi, etc., il panorama è ugualmente molto vario. Mostriamo un campione di esempi, in cui si possono

68. J.-N.-L. Durand, *Marche à suivre dans la composition d'un projet quelconque*, da *Précis des leçons d'architecture*, Parigi 1813

69. A. Aalto, progetto di un complesso residenziale a Pavia, 1966



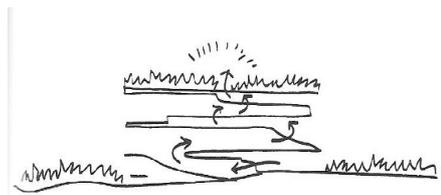
68



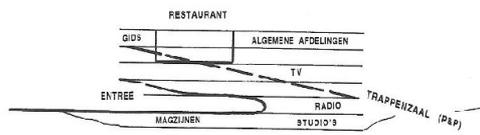
69

vedere schematizzati aspetti come il rapporto con l'elemento naturale o col contesto (figure 70 e 76), le funzioni di collegamento verticale ed orizzontale (figure 70, 71, 72, 73), le suddivisioni d'uso (figure 74 e 75), e aspetti tecnologici e più complessi e articolati (figure 77, 78 e 79).

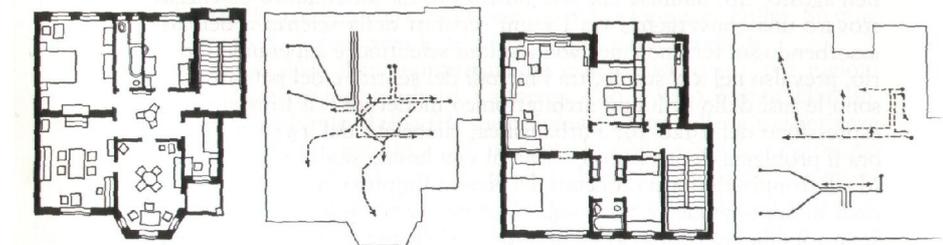
Troviamo spesso schemi e diagrammi espressi in sequenza, ad esempio, per l'esplicazione dello sviluppo di un'idea progettuale, oppure per la dimostrazione di rotazioni funzionali dello stesso edificio, o per mostrare il comportamento dell'opera in base a modificazioni esterne ad essa.



70

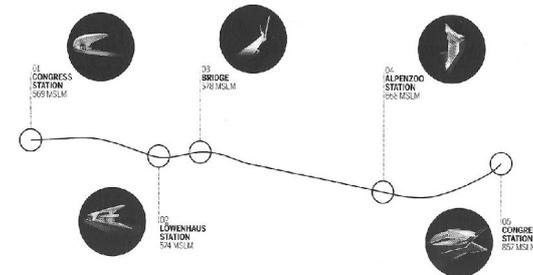


70. MVRDV, Villa VPRO, Hilversum, 1994-1997. Schemi configurativi



71

71. A. Klein, studi sulla circolazione nel progetto di una casa
72. Z. Hadid, Nordpark Cable Railway, Innsbruck (Austria). 2004-2005. Sequenza delle quattro stazioni e del ponte realizzati lungo il tracciato della funicolare tra Innsbruck e Hungerburg

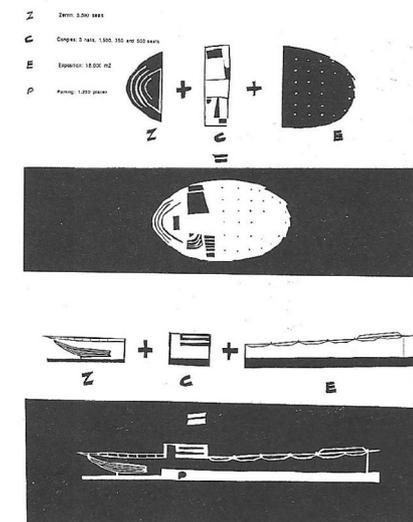


72



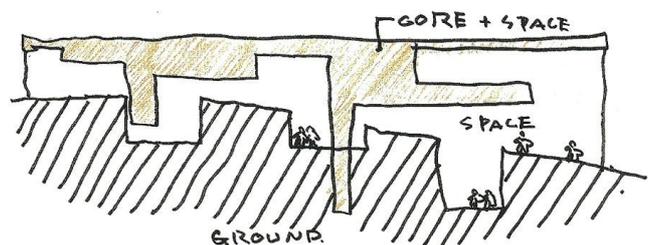
73

73. UN-Studio, Flagstore Louis Vuitton, Japan, 2006



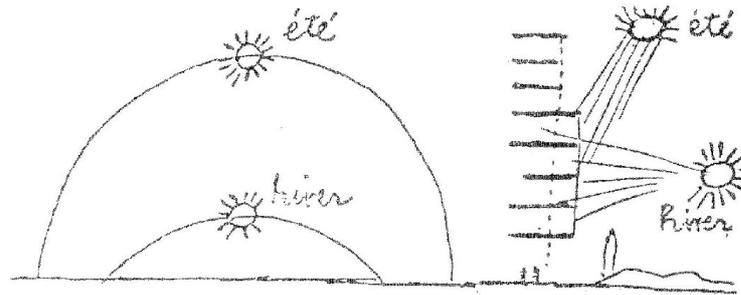
74

74. R. Koolhaas, Euralille-Congrexpo, Lille, 1996. Schema configurativo

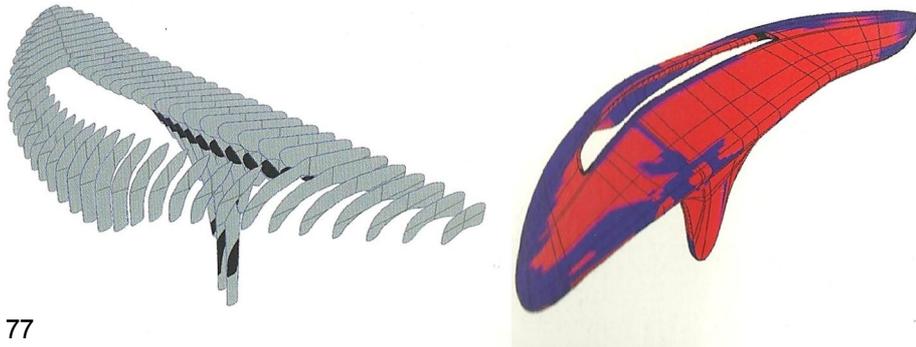


75

75. J. Aoki, Museo dell'arte Aomori, Aomori (Giappone). 1999-2002. Schizzo che esemplifica la relazione dell'edificio con il suolo

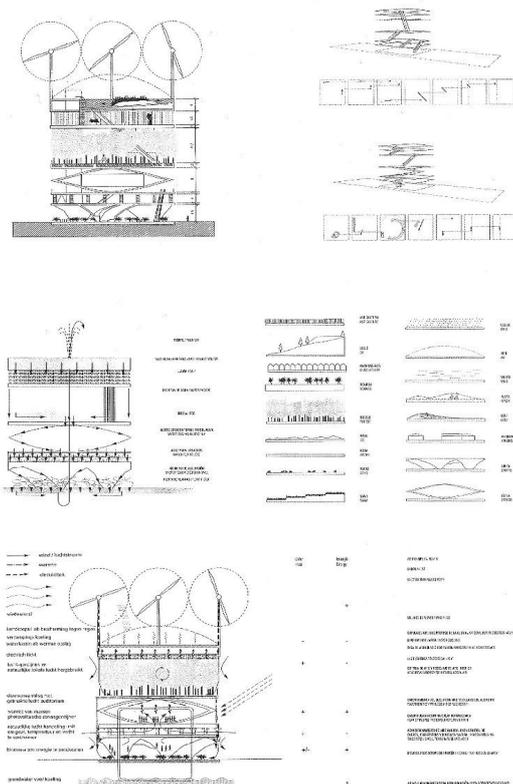


76



77

76. Le Corbusier, "Il sole che cambia", disegno elaborato negli anni Venti
 77. Z. Hadid, Nordpark Cable Railway, Innsbruck (Austria). 2004-2005. Stazione Löwenhaus, modello tridimensionale delle costole portanti in acciaio e diagramma di analisi strutturale del gradiente di curvatura dei pannelli di rivestimento in vetro float
 78. MVRDV, Silicon Hill, Stoccolma, 2000. Nuova sede centrale delle Poste Svedesi. Schema d'uso
 79. MVRDV, Dutch Pavilion, Hannover, 1997-2000. Schemi tecnico-funzionali



79



78

L'enorme complessità formale, strutturale e funzionale raggiunta da alcuni edifici progettati in epoca contemporanea, implica la necessità di esprimerne il più chiaramente possibile i contenuti e i significati, per renderli comprensibili. Ciò induce il ricorso a numerosi schemi interpretativi che spiegano i diversi aspetti dell'opera, producendo soluzioni ricche di inventiva. Se l'intento è quello di comunicare chiaramente un concetto, le armi del disegno che andranno utilizzate sono quelle che mirano alla maggior oggettività possibile.

Un'ulteriore possibilità di rappresentazione di tipo sintetico è offerta dall'uso di abachi e cataloghi in forma grafica.

Si definisce abaco una rappresentazione grafica, opportunamente disposta, di una funzione di più variabili; mentre un catalogo è l'elenco ordinato e sistematico di una o più serie di oggetti, con le indicazioni a essi relative, compilato per determinati fini.

La rappresentazione degli oggetti che compongono abachi e cataloghi non deve essere necessariamente schematica.

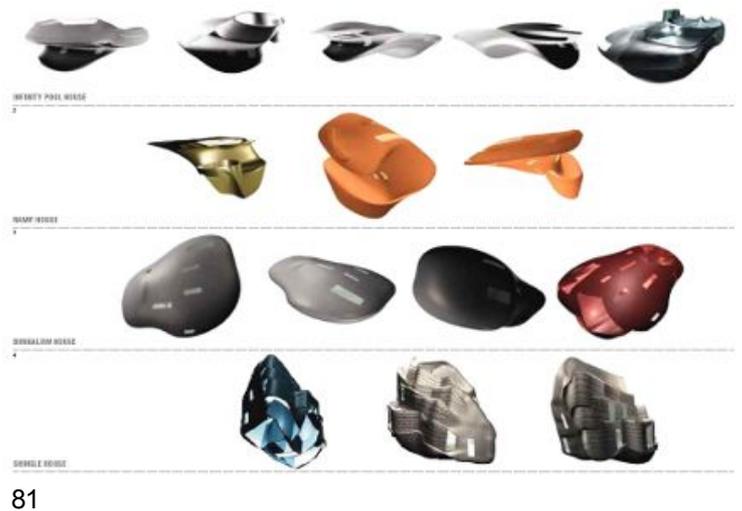
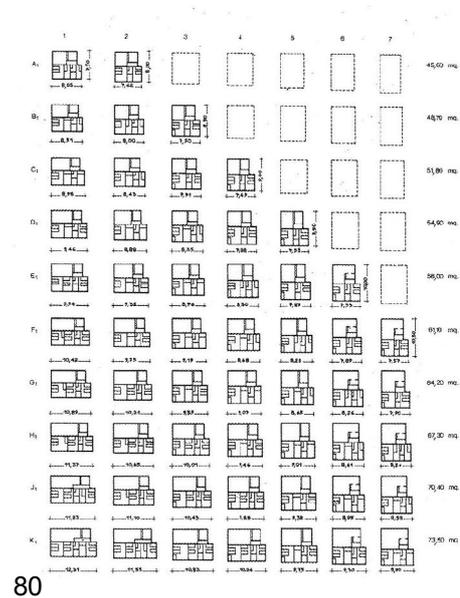
L'uso di abachi e cataloghi esiste da tempo, poiché è utile ogni qual volta vi sia la necessità di esporre una serie di variazioni su uno stesso tema. Un tipo molto diffuso di abaco è quello in cui si usa una griglia con valori in asse x e asse y che intersecandosi identificano un determinato elemento caratterizzato da quei valori di x e y. Questo genere di abaco è molto ordinato e di facile lettura (figure 80 e 81).

Il metodo più comune in cui si esprimono gli oggetti facenti parte di questi elenchi è la proiezione ortogonale, ma ove possibile, si usano

80. A. Klein, studi sulla modificazione delle piante degli alloggi al variare della profondità di corpo e della superficie utile, 1930

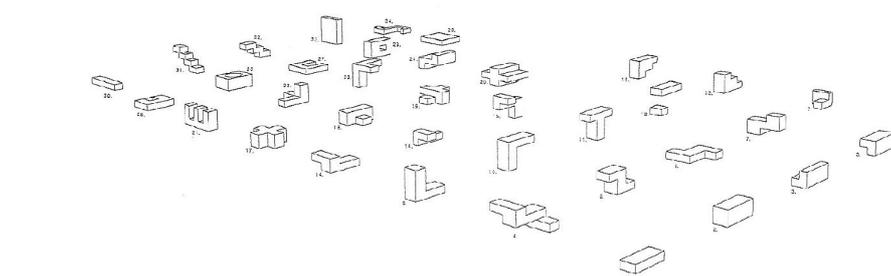
81. K. Mac Donald Studio, Casa unifamiliare Raybould, Fairfield, Connecticut. Quattro varianti di case

82. MVRDV, Berlin Voids, Berlino, 1991. Catalogo degli alloggi



80

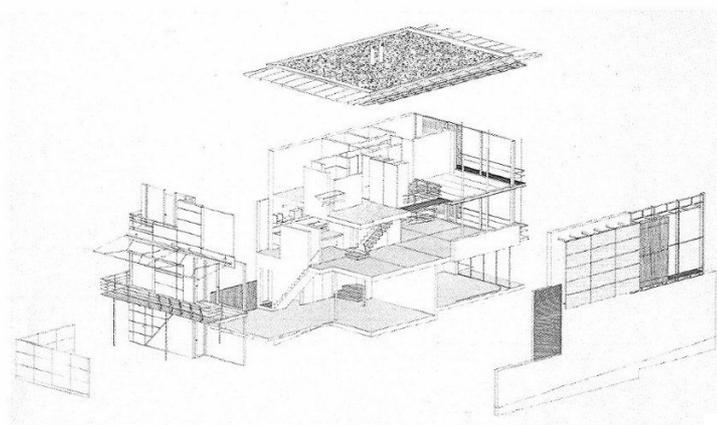
81



82

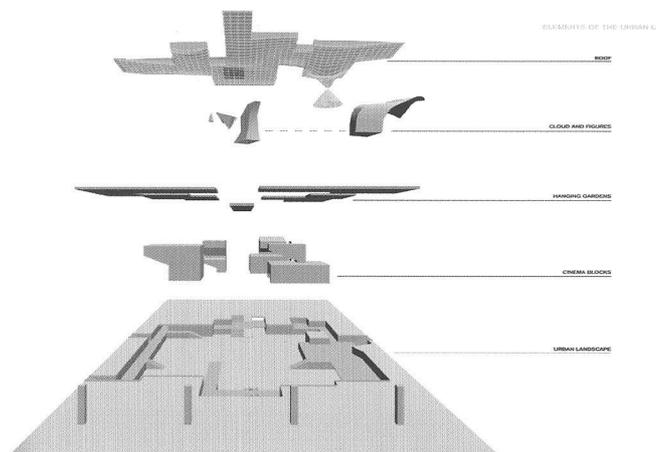
anche rappresentazioni volumetriche, generalmente assonometriche. I volumi variati vengono ordinati in caselle susseguenti tra loro e possibilmente numerati ed identificati da didascalie. Si possono tuttavia trovare casi originali in cui anche la struttura dell'abaco è presentata come un ente tridimensionale (figura 82).

Un ennesimo sistema sovente utilizzato per la spiegazione del progetto è il disegno del modello tridimensionale esploso, in cui si separano le varie componenti per evidenziarle singolarmente. L'esploso può essere sia assonometrico che prospettico e svilupparsi in una o più direzioni (figura 83). È molto più comune trovare esempi di esploso assonometrico e generalmente sviluppato lungo la direzione dell'altezza, per separare i livelli degli edifici (figure 84 e 85).

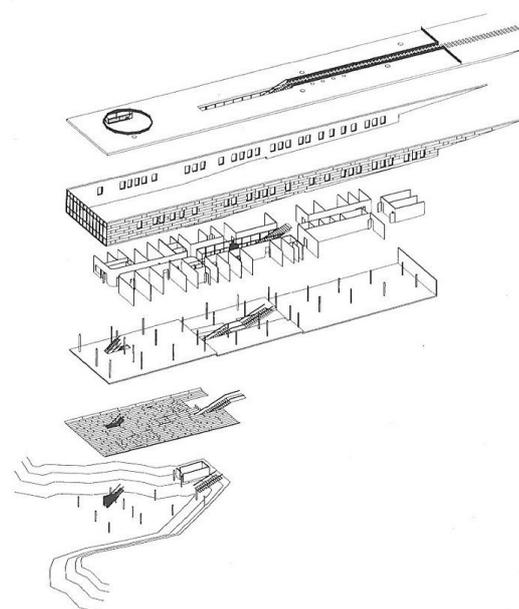


83

83. Mecanoo, Casa con studio a Rotterdam, 1989-1991. Esploso assonometrico
84. Coop Himmelb(l)au, Centro urbano per l'intrattenimento, Guadalajara, Messico, 1998/2003-2005
85. MVRDV, Edificio RVU, Hilversum (1994-1997). Esploso assonometrico dell'edificio



84



85

4.5. L'uso del colore nella rappresentazione del progetto

Questo paragrafo è riservato all'osservazione dell'uso del colore nella rappresentazione del progetto architettonico. Ho pensato di soffermarmi su quest'aspetto avendo notato che l'uso del colore non è spesso scontato, ma segue a volte regole precise, che lo rendono partecipe dei processi comunicativi di cui è dotata l'immagine. Per poter usare il colore con determinate finalità è necessario conoscerne gli aspetti teorici e le implicazioni percettive.

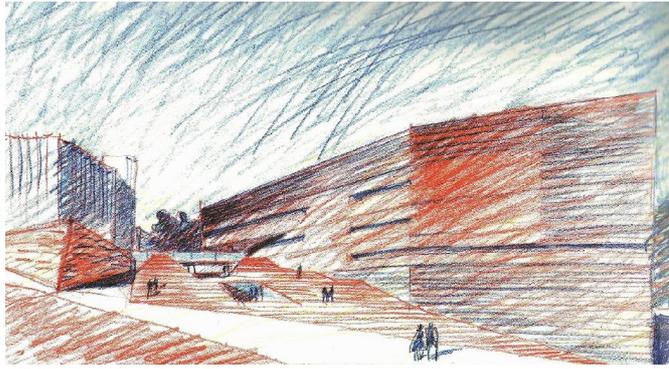
Vediamo che il modo più spontaneo di usare il colore nella rappresentazione architettonica è quello che imita l'aspetto reale. Il colore dunque ha un valore di emulazione e la sua interpretazione, che corrisponde al colore del materiale che rappresenta, è immediata. Questo modo di usare il colore è certamente il più antico e diffuso nella storia. Tuttavia possiamo trovare casi in cui il colore è esaltato verso tonalità estreme, rispetto alla tonalità reale: in queste situazioni il colore assume anche un valore simbolico, cioè non esprime più, in modo imitativo, il colore dell'oggetto che rappresenta, ma ne dichiara il tono in modo innaturale, generalmente per differenziare ed identificare degli elementi diversi. In questo caso, ad esempio, un oggetto di materiale laterizio sarà rappresentato con un rosso vivo e degli elementi di vegetazione con un tono verde acceso o comunque non rispondente al reale, l'acqua blu e così via (figure 87 e 89).

Quando la colorazione simbolica del disegno non risponde ad una tonalità del materiale, spesso è usata come indice di un preciso significato. Ad esempio, due colori opposti possono ad esempio essere usati in contrasto per evidenziare una differenza (figure 86 e 88), o tre tonalità dei colori primari su diversi elementi possono sottolineare una separazione (figura 90), o ancora passaggi di gradazione cromatica possono marcare una sequenzialità (figura 91).

Ovviamente il colore può essere usato anche come riferimento associato ad una legenda, ma in questo caso è privo di significato proprio.

Un altro caso molto diffuso è quello in cui si usa il colore come campitura totale di uno spazio, col fine di delimitarlo e separarlo da altro. In genere si vuole separare il vuoto dal pieno, l'interno dall'esterno, oppure l'oggetto dallo sfondo. Per questo scopo è usato sovente il contrasto bianco e nero (figura 94).

Infine riserviamo alcune considerazioni al colore dello sfondo. In primo luogo il colore dello sfondo può dipendere dal colore naturale del supporto, che non è sempre necessariamente bianco, anzi spesso viene scelto di altri colori proprio per l'effetto caratterizzante e la generazione di interessanti interferenze col colore usato per disegnare (figure 92 e 93). Altre volte lo sfondo viene colorato e l'oggetto architettonico lasciato bianco, e messo in risalto in questo modo (figura 95).



86

86. A. Anselmi, disegno per l'ampliamento del Palazzo di Giustizia a Siena del 2000

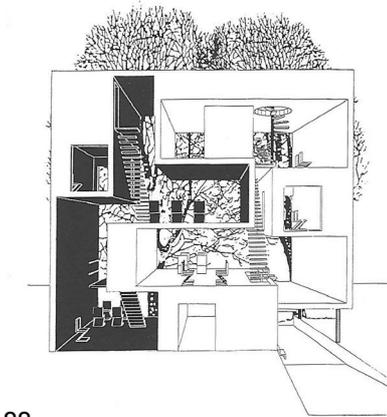
87. Mecanoo, Masterplan Gdansk, Poland

88. MVRDV, Double House, Utrecht, 1995-1997. Sezione prospettica

89. P. Eisenman, Fabbrica Colle a Colle Val D'Elsa, Siena, 1999

90. S. Holl, schizzo preliminare del progetto per l'Art Museum di Bellevue

91. UN Studio, Arnhem Central, Arnhem, 1996-2007



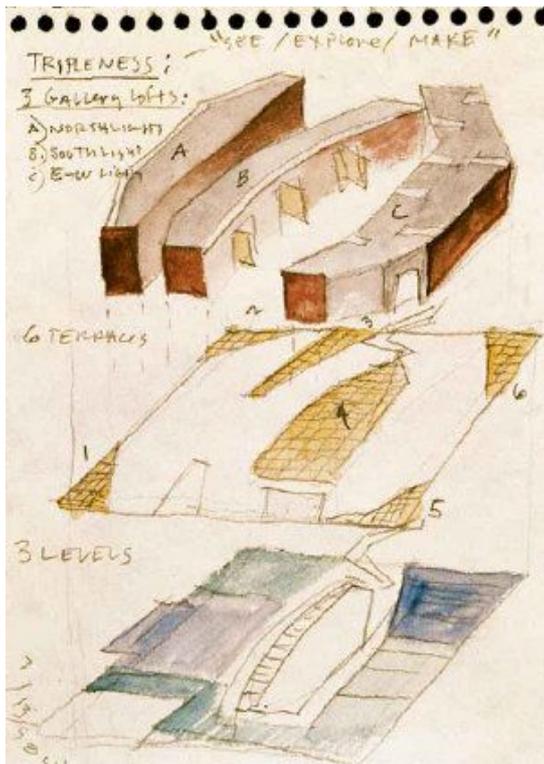
88



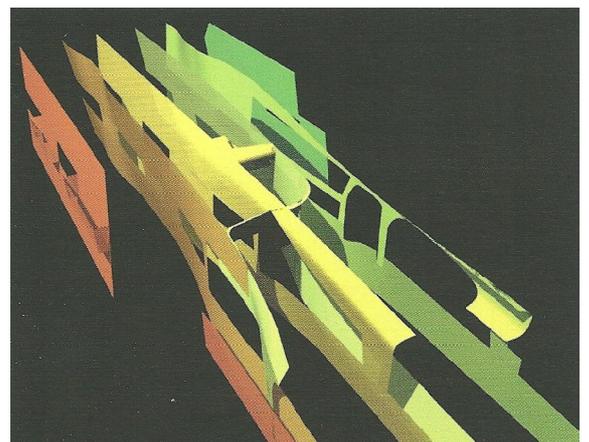
87



89

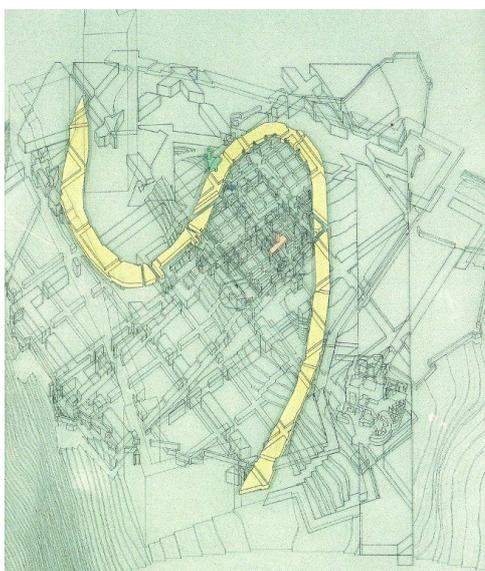


90

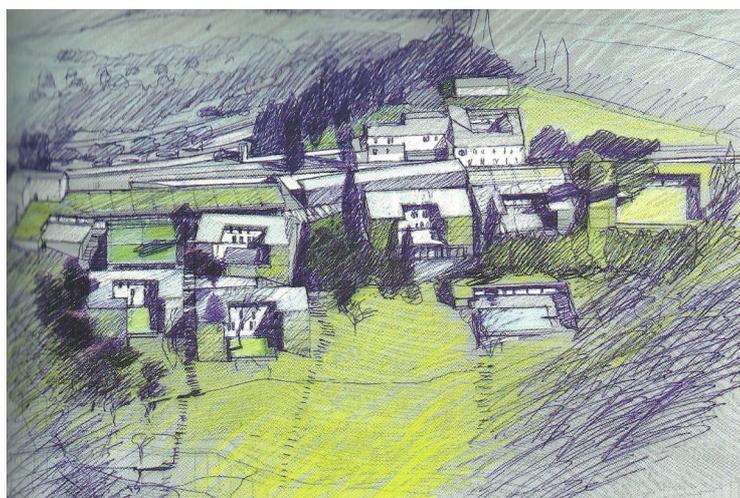


91

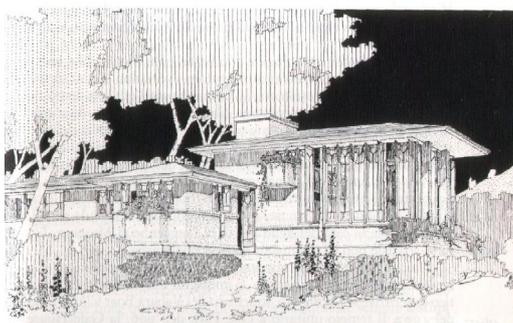
Se poi ci soffermiamo ad osservare il disegno digitale del progetto, notiamo, anche nella stampa, la tendenza diffusa verso la scelta di uno sfondo nero. Si potrebbe ipotizzare che questo fatto sia indotto dal colore del supporto informatico, lo schermo, che per ragioni di sollecitazione dell'organo visivo, viene di preferenza impostato di colore scuro (figura 96). Questa scelta si configura anche come elemento caratterizzante di un'espressione grafica, infatti ci sono architetti che usano più di altri rappresentare lo sfondo o il contesto scuro e il progetto che emerge come elemento chiaro quasi luminoso, è il caso ad esempio di Zaha Hadid (figura 97).



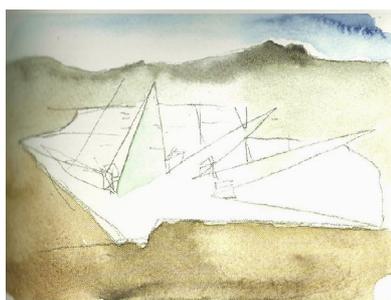
92



93



94



95

92. P. Eisenman, Moving Arrows, Eros and Other Errors: Romeo and Juliet, Verona, 1985

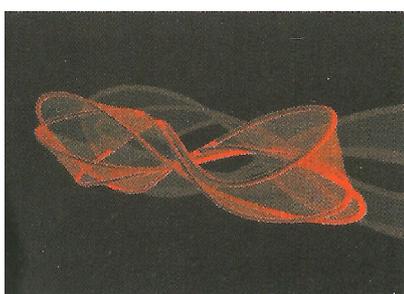
93. F. Cellini, concorsoper il Centro Congressi di San Miniato, 2004

94. F. L. Wright, Ernest Vosburgh House a Grand Beach, Michigan, 1916

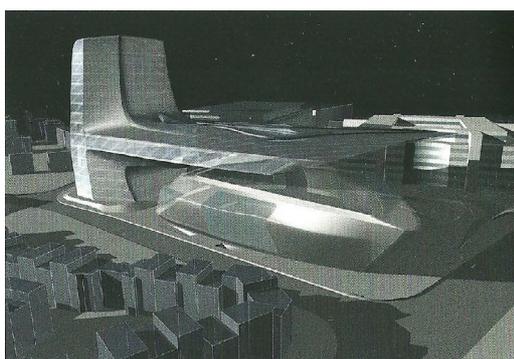
95. A. Anselmi, schizzo di studio per il concorso per la nuova centralità urbana, alla Romanina, 2005

96. UN-Studio, Möbius House, diagrammi

97. Z. Hadid, Uffici e centro musicale della BBC, Londra



96



97

4.6. Pensieri critici sulla relazione tra disegno e progetto. Riflessioni

L'osservazione dell'evoluzione del disegno di progetto nella storia dovrebbe portare infine a riconoscere il rapporto esistente tra il disegno e il processo progettuale. Tuttavia tale relazione non è unica e universale, come abbiamo avuto ripetutamente modo di vedere, ma è ricca di interpretazioni e di possibilità.

Prima di trarre le mie conclusioni, ho pensato di proporre alcune teorie di studiosi e architetti, che hanno dato una loro definizione a questo rapporto, prendendo spunto da esse per elaborare alcune riflessioni.

Cominciamo con una distinzione di due ordini diversi di relazione tra disegno e architettura, indipendenti tra loro, proposta dal Vagnetti. Secondo questa teoria il primo tipo di relazione sarebbe esclusivamente strumentale, e in esso l'uso del disegno è condizionato dallo scopo a cui deve servire. In questo caso il ruolo del disegno è subordinato a quello dell'architettura, che non deve subire da esso alcun vincolo, ma deve essere libera ed indipendente. Il secondo tipo di relazione proposto, invece, pone disegno e architettura in un rapporto di affinità espressiva, come settori analoghi della manifestazione artistica, ognuno caratterizzato da un suo linguaggio espressivo. Ma la cosa più importante è che così si stabilisce un rapporto di conseguenza che lega il risultato della creazione architettonica al modo usato per raggiungerlo, e così il disegno si trova ad assumere un ruolo formativo all'interno del processo progettuale³⁸. Secondo questo autore, dunque, il disegno ha più ruoli a seconda della sua finalità, e ciò ribadisce ciò che abbiamo detto distinguendo le due opposte tendenze del disegno, oggettivo o soggettivo, tese verso la convenzionalità o l'espressività, e la loro differenziazione in base alla destinazione. Il ruolo definito strumentale incarna certamente l'aspetto più oggettivo e codificato del disegno, e si relaziona soprattutto con l'aspetto costruttivo dell'architettura. Esso esprime principalmente una funzione comunicativa che non deve interferire col contenuto, ma trasferire semplicemente delle informazioni nel modo più neutrale possibile. Il secondo aspetto invece è quello che è stato analizzato in modo più approfondito in questo studio, perché in esso si riscontra l'importanza del ruolo del disegno nella progettazione architettonica. Qui la relazione disegno-progetto si fa simbiotica, i significati del disegno e i concetti dell'architettura si confondono. Il modo in cui l'idea progettuale viene trasferita sul supporto bidimensionale condiziona fortemente i metodi e gli esiti della composizione formale dello spazio architettonico. In quest'ottica, assumono un peso tutti gli aspetti precedentemente analizzati: i metodi di rappresentazione, le tecniche, gli strumenti, le scelte del colore, le scelte di composizione dell'immagine, i riferimenti simbolici, e tutte le componenti che definiscono un

disegno entrano in relazione con l'atto progettuale, dialogando attivamente con esso.

Il disegno diventa un'espressione molto personale dell'architetto che, grazie ad esso, riesce a comunicare in modo efficace le sue idee. Nelle sue manifestazioni più autografe ed espressive il disegno si configura anche come un fatto istintivo e gestuale. E forse è proprio per l'affievolirsi del rapporto fisico con lo strumento, che non si riesce a riconoscere al disegno digitale le stesse facoltà di quello manuale.

Infatti, come fa notare il Giordano, nel caso del disegno digitale, il computer sembra eseguire i comandi dell'operatore trascurando le imprecisioni della mano. Produrre disegni al computer richiede nuove e più complesse competenze tecniche e teoriche. La struttura matematica, che rappresenta il disegno nel linguaggio digitale, manca di immediata comprensibilità, e dunque resta un'inquietante zona d'ombra, nel passaggio dell'idea al computer e poi nel passaggio della memoria al video: il messaggio, accolto ed elaborato dalla macchina, rimane opaco persino al suo creatore. Pur essendo aumentate la capacità e la velocità di rappresentazione, tanto da poter disegnare qualunque cosa:

«l'atto creativo è reso astratto, ripulito da ogni sbavatura, dallo stesso computer che assume così il pesante surplus dell'attività mentale, apparendoci di fatto come un'esteriorizzazione della mente».

E lo stesso autore prosegue dicendo che quella zona oscura che esiste tra il messaggio, inserito nella macchina, che quindi esiste all'interno del computer nella forma codificata di un insieme complesso di *bits*, e l'operatore, forse, costituisce l'elemento veramente nuovo: la forma rappresentativa in cui è tradotto il disegno, ignota allo stesso autore, può probabilmente essere identificata come la "forma simbolica" del nostro tempo³⁹.

Abbiamo discusso ampiamente di questa questione, parlando di disegno-immagine nel secondo capitolo, e la constatazione finale è stata quella di vedere un disegno che sembra perdere il suo ruolo formativo dell'idea progettuale, per nascondersi, appunto, nella veste numerica dell'intimo linguaggio informatico. Se dunque si riuscirà ad acquisire consapevolezza dei nuovi strumenti, rendendoli effettivamente sottomessi alle nostre scelte, e controllabili dalla nostra prefigurazione, allora si potrà affermare di avere recuperato il controllo sul disegno, e di avergli restituito nuovi compiti espressivi nella rappresentazione del progetto.

È certo che i nuovi mezzi non possono sostituire completamente quelli vecchi, perché l'immediatezza e la materialità del segno manuale è una necessità imprescindibile per l'architetto. Per confermare questo fatto riporto un'interessante discorso di Zaha Hadid sul ruolo assunto dagli strumenti di progettazione:

«La rappresentazione comincia a informare l'opera e a fornire spunti» e ancora «Continuo a ritenere che anche nei progetti più recenti, per i quali abbiamo usato il computer, la pianta bidimensionale sia tuttora fondamentale. Il computer mostra che cosa si può vedere da diversi, selezionati, punti di vista, ma io sono dell'idea che non conferisca sufficiente trasparenza, che l'elaborato rimanga troppo opaco. Non solo, penso che il suo effetto sia molto più gradevole sullo schermo rispetto a quando viene stampato sulla carta, perché lo schermo dà luminosità. E poi, se si paragona la resa manuale a quella del computer, bisogna riconoscere che il disegno e la pittura consentono di improvvisare molto di più. Quando si lavora sul disegno è possibile raggiungere via via un grado di concettualizzazione al quale, per diverse ragioni, non si perviene usando il computer [...] La tecnologia permette di fare molte cose, ma non di raggiungere lo stesso grado di astrazione. Quando si disegna a mano una prospettiva, si può decidere di evidenziare certe cose e di tralasciarne altre. Non accade lo stesso quando si usa il *wire-framing*. [...] In ogni caso, siccome siedo davanti agli schermi di quindici, venti computer che posso simultaneamente consultare, mi vengono forniti ancora ulteriori spunti. È possibile vedere contemporaneamente sezione, pianta e diverse prospettive solide in movimento che mentalmente possono essere configurate secondo altrettante possibilità. Non saprei dire se questo indebolisca o rafforzi la percezione del progetto. A mio parere è un metodo alternativo. Del resto, continuiamo a costruire plastici, e io a produrre schizzi»⁴⁰.

In questa intervista emerge un attaccamento al disegno manuale molto significativo, se si pensa all'importanza che lo strumento digitale assume nei progetti della Hadid. L'architetto afferma infatti che il disegno a mano possiede una capacità di astrazione maggiore rispetto a quello digitale. La moltitudine di elaborati, prodotti attraverso il computer, è eseguita dai collaboratori e viene utilizzata come materiale progettuale affiancandolo ancora ai metodi tradizionali. In questa affermazione si intravede la distanza che lo strumento digitale ha ancora nei confronti della forma mentale interpretata dal disegno.

A questo proposito mi piace fare riferimento ad una definizione del disegno data da Purini, che ne eleva il ruolo a quello di linguaggio privilegiato dell'architettura. In questo modo il disegno si trova legato indissolubilmente all'idea di progetto,

«il disegno è una delle tre forme-pensiero primarie dell'architettura...non è, quindi, uno strumento di rappresentazione delle idee ma il luogo stesso di formazione dell'idea»⁴¹.

In questo senso il disegno è una prefigurazione del risultato progettuale, e pertanto possiede anche una sorta di funzione ambigua, di copia dal valore autonomo dell'opera architettonica. E altrove ribadisce che

«La vera vista dell'architetto è il disegno. Il segno grafico possiede una capacità separatrice dei corpi che non ha eguali nella sua incisività chirurgica»⁴².

Del resto, il Purini non è l'unico né il primo a pensarla così. Per Aldo Rossi il progetto contiene già tutto il necessario per essere considerato reale, e dunque il disegno coincide esattamente con il pensiero stesso dell'architetto, un progetto

«...è una anticipazione, una presa di coscienza della realtà e quindi tutt'altro che utopia. [...] non c'è dopo il progetto alcuna sorpresa di fronte al cantiere. [...] tra gli schizzi, i disegni e la realizzazione della mia architettura, vi è assoluta coerenza. [...] lo credo che i disegni di architettura siano negativi o aberranti quando non rispondono all'esigenza di tradurre un preciso motivo architettonico attraverso il disegno; [...] per me il disegno di architettura è molto importante quando coincide con un lavoro, un pensiero sulla forma»⁴³.

Anche Gaspare De Fiore ha osservato che

«L'idea architettonica è un'idea "disegnata". L'idea di un'architettura è dovuta a diversi e molteplici fattori, è conseguenza di un complesso di parametri costruttivi culturali ed estetici, ma per diventare veramente architettura occorre che questi parametri si organizzino veramente in un disegno, cioè in una forma pensata, "vista" nella fantasia. [...] È difficile pensare ad un'architettura non "prevista" in un progetto: chi immagina un'architettura, la progetta nella sua fantasia, la vedrà "disegnata" e prima o poi, per realizzarla, dovrà disegnarla. Ma ancora prima, anche se materialmente non lo fa con un pezzo di carbone sulla carta o sul muro, il progettista ha fatto un "disegno" della sua architettura; ha immaginato quello spazio e ne ha "previsto" gli elementi per realizzarlo. [...] Tutto questo, mentre stabilisce da una parte che l'architettura esiste solo se è costruita, così dall'altra conferma come il disegno preceda l'architettura, presente come idea e come segno organizzato e logico»⁴⁴.

L'idea di un disegno come forma mentale dell'architettura, come linguaggio grafico organizzato della sua analisi e comprensione, senza il quale, insomma, il progetto non potrebbe nascere né tantomeno essere realizzato, esiste probabilmente da quando il disegno acquista una sua dignità artistica, ed una controllabilità scientifica. Il Vasari, ad esempio, ci lascia scritto che

«Perché il disegno, padre delle tre arti nostre, architettura, scultura e pittura, procedendo dall'intelletto cava di molte cose un giudizio universale, simile a una forma ovvero idea di tutte le cose della natura, la quale è regolarissima nelle sue misure, di qui è, che non solo ne i corpi umani e degli animali, ma nelle piante ancora e nelle fabbriche e sculture e pitture, cognosce la proporzione che ha il tutto con le parti e che hanno le parti fra loro e col tutto insieme. E perché da questa cognizione nasce un certo concetto e giudizio, che si forma nella mente quella tal cosa che poi è espressa con le mani si chiama disegno, si può concludere che esso disegno

altro non sia che una apparente espressione e dichiarazione del concetto che si ha nell'animo, e di quello che altri si è nella mente immaginato e fabbricato nell'idea»⁴⁵

E quando il disegno inizia a delinarsi come scienza esatta, la convinzione delle potenzialità euristiche che esso possiede nella interpretazione dello spazio, e dunque nella concezione e concretizzazione di un progetto architettonico, è ormai certa e definita. Gaspard Monge dava della della geometria descrittiva questa definizione

«una lingua necessaria all'uomo di genio che concepisce un progetto, a quelli che devono dirigerne l'esecuzione, infine agli artisti che devono essi stessi eseguirne le diverse parti...un mezzo per ricercare la verità»⁴⁶.

4.7. Conclusioni

Abbiamo ormai compiuto questo viaggio attraverso la storia, osservando disegni di progetti architettonici in tutte le loro forme ed espressioni. La ricerca ha voluto articolarsi mediante la suddivisione in argomenti, spinta ogni volta da considerazioni che emergevano dall'osservazione degli esempi, con la consapevolezza delle innumerevoli possibilità di approfondimento rimaste inesplorate. La varietà di disegni possibili è infatti infinita, poiché ogni progetto può introdurre delle esigenze espressive particolari e poiché il disegno è anche un'espressione soggettiva e, come tale, è suscettibile dell'introduzione di elementi personali dell'architetto.

È emerso come i modi con cui il disegno si è relazionato al progetto si sono evoluti, nei secoli, attraverso fattori costanti ed altri varianti, a seconda del contesto culturale e scientifico in cui si inseriscono, e quindi a seconda delle scoperte geometriche che lo sostengono, delle ideologie concettuali che lo accompagnano, delle personalità creative che lo generano, delle architetture che deve rappresentare, degli strumenti che lo realizzano.

Come emerge nella maggior parte dei pensieri critici citati, è comune la convinzione che il disegno abbia un ruolo formatore nel progetto architettonico, tanto da assurgere a suo mezzo espressivo per eccellenza.

Cercando di definire universalmente il rapporto disegno-progetto, nella sua evoluzione storica, si possono individuare degli elementi di continuità tra le regole espressive, una sorta di filo conduttore che determina la coesione in questo rapporto.

In sintesi, questi fattori di continuità, nel rapporto disegno-progetto, possono sostanzialmente riassumersi così.

Il disegno è prima di tutto un simbolo, e dunque esprime un linguaggio. Pur potendo spaziare dalla sintesi estrema alla simulazione più realistica, esso determina comunque un'immagine

di qualcosa che ancora non esiste, è la virtualizzazione di un'idea architettonica concretizzabile. Il disegno è dunque il linguaggio grafico della geometria e, come tale, è strumento di manipolazione dell'aspetto formale del progetto; ma è anche, più in generale, il linguaggio della percezione, di tutti gli aspetti fisici interpretati dall'occhio umano, e come tale è strumento di controllo dell'aspetto percepibile dell'opera in potenza.

Il disegno è il tramite tra l'idea e la costruzione e, come tale, nasce e persiste finalizzato ad essa, o comunque ad un'ipotetica costruibilità. Esso è strumento di comprensione e spiegazione della complessità dell'organismo edilizio.

Il disegno è la traduzione della concezione spaziale sul piano, qualunque sia il supporto bidimensionale. Visualizzazione e conformazione spaziale possono o meno coincidere. Come si è visto, quando ciò accade, il metodo proiettivo e la tecnica possono influenzare fortemente l'aspetto formale.

Il disegno è traccia, è un legame materiale tra un concetto ideale e la fisicità del segno, che cattura l'evoluzione del pensiero progettuale in determinati istanti.

Il disegno infine è la forma di prefigurazione dell'architetto, prima di tutto nella sua mente, e per se stesso. Diventa poi comunicazione nel momento in cui altri partecipano al processo progettuale e costruttivo. In questo senso il disegno è un aspetto intimo e poi pubblico del progetto.

Nel mantenimento di questi fattori di continuità che accompagnano, in molteplici sfaccettature, la storia del rapporto disegno-progetto, come si è visto ripetutamente nel corso della ricerca, è critico il passaggio tra strumenti manuali e digitali. La maggior parte degli architetti esprimono tuttora l'esigenza di esprimersi manualmente, e la nascita della prima idea formale si materializza generalmente nello schizzo manuale, dichiarando la distanza che lo strumento digitale ha ancora nei confronti della forma mentale interpretata dal disegno. Visualizzare, attraverso gli strumenti digitali, un'idea che si conforma nell'intricato ventre numerico del computer, si allontana pericolosamente dal concetto di intima prefigurazione che sta alla base del rapporto disegno-progetto, minandone alla base l'unione e la coincidenza. Se la mente dei progettisti riuscirà a prefigurarsi l'idea nella forma della rappresentazione digitale, allora il nuovo rapporto uomo-strumento sarà veramente simbiotico e il prodotto di questo connubio (tecnologie costruttive permettendo) incarna realmente le poetiche espressive del linguaggio digitale.

Note al capitolo 4

1. Cfr. De Rubertis R., *Il disegno dello spazio*, pag. 58.
2. Cfr. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 150.
3. Cfr. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 40. (anche il De Fiore nel suo *Dizionario sul disegno* esprime la stessa convinzione).
4. Panofsky E., *La prospettiva come forma simbolica e altri scritti*, pag. 70.
5. Panofsky E., *La prospettiva come forma simbolica e altri scritti*, pag. 40-41.
6. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 50.
7. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 44.
8. Cfr. De Rubertis R., *Op. Cit.*, pag. 35-38.
9. Cfr. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 47-48.
10. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 32.
11. Cit. in maniera più estesa in Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 123.
12. Cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 189-191
13. Cfr. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 19.
14. Cfr. Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 254.
15. Cfr. Migliari R., intervento in videoconferenza al Corso *Immaginare, comunicare, interagire. Architettura, beni culturali e virtualità* a cura di Anna Marotta. Politecnico di Torino, ottobre 2009.
16. Cfr. Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 26.
17. Cfr. Sacchi L., *Op. Cit.*, pag. 28.
18. Cfr. Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 34.
19. Per un approfondimento si veda l'articolo C. Vanini, *Interpretazione e ricostruzione virtuale dai disegni progettuali di Maurizio Sacripanti per il concorso del Nuovo Teatro Lirico di Cagliari. Espressioni grafiche a confronto* in atti del 13 International Congress of Architectural Graphic Expression, València, 2010. Volume II., pag. 205.
20. Cfr. De Rosa A., *Op. Cit.*, pag. 165.
21. Cfr. Ackerman J. S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 32.
22. Cfr. Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 9.
23. Di Napoli G., *Disegnare e conoscere. La mano, l'occhio, il segno*, pag. XIII.
24. Cit. in Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 30-32.
25. Purini F., *Per una centrale "marginalità"*, pag. 60.
26. Cfr. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 114-116.
27. Purini F., cit. in Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 81-83.
28. Cit. in Darò M., Zamponi B., *Coop Himmelb(l)au*, pag. 34.
29. Per il pensiero di Anselmi, cfr. Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 93-94.
30. Cfr. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*, pag. 42.
31. Lynn G., cit. in Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 42.
32. Cfr. Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 70.
33. Purini F., *Comporre l'architettura*, pag. 102.
34. Per la descrizione relativa a J.N.L. Durand, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 145-146, e per il *De architectura* e Philibert de L'Orme, cfr. pag. 220, nota 11.
35. Eisenman P., *Diagrams of exteriority, Diagram Diaries*, 1999, cit. in Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 9-10.
36. Cfr. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 9.
37. Cfr. Marotta A., *Op. Cit.*, pag. 8 con citazione dall'intervista di Antonello Marotta a Ben van Berkel, Napoli, 7 giugno 2002.
38. Cfr. Vagnetti L., *Op. Cit.*, pag. 151.
39. Per il pensiero di Giordano, cfr. Giordano A., *Op. Cit.*, pag. 283-284, citazione da pag. 283.
40. Hadid Z., tratto da un'intervista, rilasciata a Mohsen Mostafavi, presidente

dell'Architectural Association School of Architecture, cit. in Schumacher P., *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, pag. 10 e segue a pag. 13-14.

41. Purini F., *Autointervista sul disegno*, Domus n. 763 del 1994, cit. in Grütter G., *Op. Cit.*, pag. 15.

42. Purini F., *Comporre l'architettura*, pag. 99-101.

43. Rossi A., cit. in Vitale D., *Aldo Rossi e il disegno*, in Trentin Annalisa, a cura di, *La lezione di Aldo Rossi*, pag. 268.

44. De Fiore G., *La figurazione dello spazio architettonico*, cit. in Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 125.

45. Vasari G., *Le vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori Italiani*, Firenze 1550, cit. in De Rubertis R., *Il disegno dell'architettura*, nota n. 30 pag. 115.

46. Monge G., cit. in Sacchi L., *L'idea di rappresentazione*, pag. 11.

Fonti delle immagini del capitolo 4

Figura 1. Fonte Interne: <http://ita.archinform.net/arch/2773.htm>

Figura 2. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 490.

Figura 3. Bucci Federico, *Un'aula per la sinassi. Paolo Zermani, Chiesa di San Giovanni, Perugia*, in Casabella n.764, pag.35.

Figura 4. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 79.

Figura 5. Tafuri M., Dal Co F., *Architettura contemporanea*, pag. 115.

Figura 6. Tafuri M., Dal Co F., *Architettura contemporanea*, pag. 117.

Figura 7. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 121.

Figura 8. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 34.

Figura 9. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 23.

Figure 10 e 11. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 117.

Figura 12. Baldi P., Guccione M., Terenzoni E., *Archivi per l'architettura moderna e contemporanea*. In *Disegnare idee immagini* N.26, pagg. 54-55.

Figura 13. Fonte Internet: <http://www.quondam.com/79/7810.htm>

Figura 14. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 103.

Figura 15. Fonte Internet: <http://www.slideshare.net/LAAH933/week2b>

Figura 16. Baldi P., Guccione M., Terenzoni E., *Archivi per l'architettura moderna e contemporanea*. In *Disegnare idee immagini* N.26, pag. 61.

Figura 17. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 103.

Figura 18. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 85.

Figura 19. Neri M. L., Thermes L. a cura di, con A. Giacotti e C. Serafini, *Maurizio Sacripanti. Maestro di architettura. 1916-1996*, pag. 72.

Figura 20. Neri M. L., Thermes L. a cura di, con Giacotti A. e Serafini C., *Op. Cit.*, pag. 65.

Figura 21. Vanini C., *Interpretazione e ricostruzione virtuale dai disegni progettuali di Maurizio Sacripanti per il concorso del Nuovo Teatro Lirico di Cagliari. Espressioni grafiche a confronto* in atti del 13 International Congress of Architectural Graphic Expression, pag. 209.

Figura 22 e 23. Vanini C., *Op. Cit.*, pag. 210.

Figura 24. De Rosa A., *Dall'Antichità al Medioevo*, pag. 10.

Figura 25. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag. 80.

Figura 26. Fonte Internet: <http://www.isozaiki.co.jp/plans/>

Figura 27. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag.66.

Figura 28. Prati C., *Jean Nouvel*, pag. 136.

Figure 29 e 30. Fonte Internet: <http://www.zaha-hadid.com/cultural/nuragic-and-contemporary-art-museum>

Figura 31. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 19.

Figura 32. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 18.

Figura 33. Martin Jean-Marie, *Il sarto e l'architetto. Tadao Ando, 21_21 design sight, Tokyo*, in Casabella n. 758, pag. 93.

Figura 34. Prati C., *Jean Nouvel*, pag. 76.

Figura 35. Bilò F., *Mecanoo*, pag. 90.

Figura 36. Noebel Walter A., *La precisione del pensiero. Oswald Mathias Ungers, Nuovo ingresso alle Kaiserthermen, Treviri, Germania*, in Casabella n. 763, pag. 85.

Figura 37. Marandola Marzia, *La sede per gli Uffici FATA di Pianezza (Torino). Oscar Niemeyer e Riccardo Morandi*, in Casabella n. 764, pag. 8.

Figura 38. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 403.

Figura 39. Steiner Dietmar, *Steven Holl. Museo di Arte Contemporanea Kiasma, Helsinki*, in Domus 810, pag. 13.

Figura 40. Baldi P., Guccione M., Terenzoni E., *Archivi per l'architettura moderna e contemporanea*. In Disegnare idee immagini N.26, pag. 52.

Figura 41. Trombetti Tomaso, *Il funzionamento strutturale del Guggenheim Museum di Frank Lloyd Wright*, in Casabella n. 760, pag. 53.

Figura 42. Frampton K., *Retrospectiva di Alvar Aalto: sei punti focali per il prossimo millennio*, in Domus 801, pag. 59.

Figura 43. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 109.

Figura 44. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag.58.

Figura 45. Andreani Gianmario, *Barragan: moderno ma non modernista*, in Domus n. 843, pag. 3.

Figura 46. De Fusco R., *Mille anni di architettura in Europa*, pag. 94.

Figura 47. Ackerman J.S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, pag. 221.

Figura 48. Baldi P., Guccione M., Terenzoni E., *Archivi per l'architettura moderna e contemporanea*. In Disegnare idee immagini N.26, pag. 56.

Figura 49. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 23.

Figura 50. Sottsass Ettore, *Il villaggio di Sottsass*, in Domus n. 832, pag. 36.

Figura 51. Brandolini Sebastiano, *Architron. Casa unifamiliare, Selangor, Malesia*, in Domus n. 808, pag. 31.

Figura 52. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 113.

Figura 53. Vagnetti L., *Disegno e architettura*, pag. 108.

Figura 54. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 116.

Figura 55. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 176.

Figura 56. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 227.

Figura 57. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 390.

Figura 58. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 53.

Figura 59. Dal Co Francesco, *Álvaro Siza: la felicità di "un uomo assennato"*, in Casabella n. 763, pag. 24.

Figura 60. Darò M., Zamponi B., *Coop Himmelb(l)au*, pag. 35.

Figura 61. Martin Jean-Marie, *Una corazza per uno spazio liquido. Arata Isozaki, Cafa Art Museum, Pechino*, in Casabella n.768, pag. 37.

Figura 62. Martin Jean-Marie, *Una corazza per uno spazio liquido. Arata Isozaki, Cafa Art Museum, Pechino*, in Casabella n.768, pag. 44.

- Figura 63. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 673.
- Figura 64. De Fusco R., *Storia dell'architettura contemporanea*, pag. 751.
- Figura 65. Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 28.
- Figura 66. Gerber A., *Peter Eisenman*, pag. 104.
- Figura 67. Sacripanti M., *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*, pag. 30.
- Figura 68. Giordano A., *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, pag. 145.
- Figura 69. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 230.
- Figura 70. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 41.
- Figura 71. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 260.
- Figura 72. Biagi Marco, *La logica del dettaglio nell'oggetto architettonico come opera unica. Zaha Hadid, Nordpark Cable Railway, Innsbruck, Austria*, in Casabella n.763, pag.97.
- Figura 73. <http://www.unstudio.com/projects/recent/1/343#img3>
- Figura 74. Prestinenzza Puglisi L., *Rem Koolhaas. trasparenze metropolitane*, pag. 66.
- Figura 75. Chiorino Francesca, *Scavo archeologico di un edificio. Jun Aoki, Museo dell'arte aomori, Giappone*, in Casabella n.760, pag.41.
- Figura 76. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 30.
- Figura 77. Biagi Marco, *La logica del dettaglio nell'oggetto architettonico come opera unica. Zaha Hadid, Nordpark Cable Railway, Innsbruck, Austria*, in Casabella n.763, pag.100.
- Figura 78. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 148.
- Figura 79. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 73.
- Figura 80. Bilò F., *Mecanoo*, pag. 21.
- Figura 81. Kolatan Sulan, MacDonald William J., *Kolatan Mac Donald Studio, Casa unifamiliare Raybould, Fairfield, Connecticut*, in Domus n. 822, pag.16.
- Figura 82. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 18.
- Figura 83. Bilò F., *Mecanoo*, pag. 85.
- Figura 84. Darò M., Zamponi B., *Coop Himmelb(l)au*, pag. 87.
- Figura 85. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 49.
- Figura 86. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 92.
- Figura 87. <http://www.mecanoo.com/main.php>
- Figura 88. Costanzo M., *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*, pag. 54.
- Figura 89. Prati C., *Jean Nouvel*, pag. 77.
- Figura 90. Ryan Raymund, *Steven Holl. Un centro per la città confine*, in Domus n. 842, pag. 64.
- Figura 91. Marotta A., *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*, pag.57.
- Figura 92. Ciorra P., *Peter Eisenman. Opere e progetti*, pag. 82.
- Figura 93. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 99.
- Figura 94. Zevi B., *Storia dell'architettura moderna*, pag. 315.
- Figura 95. Grütter G., *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*, pag. 97.

Figura 96. Imperiale A., *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*, pag. 36.

Figura 97. Schumacher P., *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*, pag. 60.

5. Bibliografia

Ackerman James S., *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*. Mondadori Electa spa, Milano. 2003.

Albisinni Piero, *Nel segno dell'architetto*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 9.

Andreani Gianmario, *Barragan: moderno ma non modernista*, in Domus n. 843, Editoriale Domus, Milano. Dicembre 2001. Pag. 2.

Baborsky Matteo Siro, *XX Secolo Architettura*. Edizioni Electa, Milano. 2001.

Baldi Pio, Guccione Margherita, Terenzoni Erilde, *Archivi per l'architettura moderna e contemporanea*. In *Disegnare idee immagini* N.26. Dipartimento RADAAR dell'Università "La Sapienza" di Roma. Gangemi editore, Roma. 2003. Pag. 46.

Bedoni Cristiana, *Disegnare il nuovo o un nuovo modo di disegnare? Il disegno di progetto o un progetto per il disegno?*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 18.

Benevolo Leonardo, *Storia dell'architettura moderna*. Editori Laterza, Roma-Bari. 1977 (prima edizione 1960).

Bettum Johan, Hensel Michael, Sotamaa Kivi, *OCEAN. Superfici urbane*. In Domus n.822, Editoriale Domus, Milano. 2000. Pag. 32.

Biagi Marco, *La logica del dettaglio nell'oggetto architettonico come opera unica. Zaha Hadid, Nordpark Cable Railway, Innsbruck, Austria*, in Casabella n.763, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag.94.

Biagi Marco, *Nel ventre del cetaceo. Zaha Hadid, Padiglione-ponte Expo 2008, Saragozza*, in Casabella n. 768, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag. 17.

Bilò Federico, *Mecanoo*. Editrice Edilstampa, Roma. 2004.

Blender Magazine Italia, n.1 - febbraio 2008. *Motori di Rendering*, pag. 25.

Blender Magazine Italia, n.2 – giugno 2008. *Indigo Render 1.0 primi passi verso il fotorealismo*, pag. 23.

Blotto Laura, *L'espressione grafica nell'idea di progetto*, in atti della X International Conference Graphic Expression Applied to Building, *New lines of research in Building Engineering*, (Alicante-Spagna), 2-4 dicembre 2010. Volume I, pag. 21.

Bordegoni Monica, Dipartimento di meccanica, Politecnico di Milano. *Tecnologie di visualizzazione, Knowledge Aided Engineering Manufacturing and Related Technologies*. Fonte Web: <http://www.kaemart.it/ls-ing/bovisa/bordegoni/materiale/VIZ-parte-1.pdf>

Bracco Sergio, *Disegno Com.e. A mano libera con un occhio al computer*. Edizione Testo&Immagine, Torino. 2001.

Brandolini Sebastiano, *Architron. Casa unifamiliare, Selangor, Malesia*, in Domus n. 808, Editoriale Domus, Milano. Ottobre 1998. Pag. 30.

Brunetti Rita, Rovida Edoardo, *La sezione "disegno tecnico" del Museo Lombardo di Storia dell'agricoltura*, Progetto editoriale Lettera22 srl comunicazione e immagine, Pantigliate (MI). 2006. Fonte Web http://ingprj.diegm.uniud.it/bricks/storia_ingegneria/catalogo_museo_disegno.pdf

Brusatin Manlio, *Storia delle linee*. Editrice Einaudi, Torino. 1993.

Bucci Federico, *Un'aula per la sinassi. Paolo Zermani, Chiesa di San Giovanni, Perugia*, in Casabella n.764, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag.34.

Cardaci Alessio, *Note sulla rappresentazione digitale. La progettazione iterativa: il digitale per il disegno di un mondo fantastico*, in Atti de Convegno E-Ar-Com, *Tecnologie per comunicare l'architettura*, Università Politecnica delle Marche. CLUA Edizioni, Ancona. 2004.

Casonato Camilla, *La teoria nel segno. Rossi e Boullée, disegni tra ragione e memoria*, in Trentin Annalisa, a cura di, *La lezione di Aldo Rossi*. Bononia University Press, Bologna. 2008.

Chaslin François, *Intervista a Jean Nouvel. Il futuro sarà fatto di cambiamento*, in *Domus* n. 800, Editoriale Domus, Milano. 1998. Pag. 16.

Chiorino Francesca, *Scavo archeologico di un edificio. Jun Aoki, Museo dell'arte aomori, Giappone*, in Casabella n.760, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2007. Pag.40.

Ciammaichella Massimiliano, *Architettura in NURBS. Il disegno digitale della deformazione*. Edizioni Testo&Immagine, Torino. 2002.

Ciorra Pippo, *Peter Eisenman. Opere e progetti*. Electa, Milano. 1993.

Cocchiarella Luigi, *Disegno e progetto_progetto e disegno*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 77.

Cocco Giovanni Battista, *La costruzione dell'idea architettonica. Disegno e progetto di architettura*, in Corti Enrico, *Quaderni del Laboratorio di Architettura* n.3. Edizioni Cuec, Cagliari. 2003. Pag. 146.

Contessi Gianni, *Architetti-pittori e pittori-architetti. Da Giotto all'età contemporanea*. Edizioni Dedalo, Bari. 1985.

Costanzo Michele, *MVRDV. Opere e progetti. 1991-2006*. Skira editore, Milano. 2006.

Dal Co Francesco, *Álvaro Siza: la felicità di "un uomo assennato"*, in Casabella n. 763, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag. 24.

Dal Co Francesco, *Sul disegno d'architettura: dodici domande*, in *XY dimensioni del disegno* n. 10 – 1989. Cedis Editrice, Roma. 1989. Pag. 5.

Darò Mattia, Zamponi Beatrice, *Coop Himmelb(l)au*. Edizioni EdilStampa, Roma. 2004.

De Cenival Jean-Louis, *Architettura egiziana. Epoca faraonica*. Il Parnaso Editore, Milano. 1964.

De Fiore Gaspare, *Dizionario del disegno*, 1967.

De Fusco Renato, *Mille anni d'architettura in Europa*. Editori Laterza, Bari-Roma. 2007.

De Fusco Renato, *Il progetto d'architettura*. Editori Laterza, Bari. 1983.

De Fusco Renato, *Storia dell'architettura contemporanea*. Editori Laterza, Bari. 2003 (prima edizione 1974).

De Fusco Renato, Sacchi Livio, *Il codice dei «limiti». L'architettura alla fine del secolo XX*, in De Fusco Renato, *Storia dell'architettura contemporanea*. Editori Laterza, Bari. 2003.

De Grandis Luigina, *Teoria e uso del colore*. Mondadori Electa, Milano. 2003 (prima edizione del 1984).

Dell'Aquila Mariella, *La rappresentazione nel progetto di architettura*. Edizioni Giannini, Napoli. 1990.

De Luca Francesco, Nardini Marco, *Dietro le quinte. Tecniche d'avanguardia nella progettazione contemporanea*. Edizioni Testo&Immagine, Torino. 2003.

De Michelis Marco, *Funzionano i concorsi in Italia?* In *Domus* n. 841, Editoriale Domus, Milano. 2001.

De Rosa Agostino, *Dall'Antichità al Medioevo*, in De Rosa A., Sgrosso A., Giordano A., *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. Volume I. UTET, Torino. 2000.

De Rubertis Roberto, *Il disegno dell'architettura*. Carocci editore, Roma. 2002.

De Rubertis Roberto, *Il disegno dello spazio*. Edizioni Kappa, Roma. 1979.

De Rubertis Roberto, *Progetto e percezione. Analisi dell'incidenza dei fenomeni percettivi sulla progettazione e sulla fruizione dell'ambiente architettonico*. Officina Edizioni, Roma. 1971.

Di Napoli Giuseppe, *Disegnare e conoscere. La mano, l'occhio, il segno*. Piccola Biblioteca Einaudi, Torino. 2004.

Docci Mario, Ippolito Alfonso, *Il ruolo del disegno nel progetto dell'architettura digitale*, in Strollo Rodolfo Maria, a cura di, *Rappresentazione e formazione. Tra ricerca e didattica*. Aracne Editrice, Roma. 2008.

Docci Mario, con la collaborazione di Ippolito Alfonso e Borgogni Francesco, *Dibujo y proyecto de arquitectura*, in atti del 13 International Congress of Architectural Graphic Expression. Editorial de la Universitat Politècnica de València, Valencia (Spagna), maggio 2010. Volume II., pag. 13.

Docci Mario, Migliari Riccardo, *Scienza della rappresentazione*. Ed. La Nuova Italia Scientifica, Roma. 1992.

Empler Tommaso, *Modellazione 3D & Rendering*. Officina Edizioni, Roma, 2006.

Erioli Alessio, *Hyperarchitettura: reale/virtuale nella progettazione architettonica*. Alinea editrice, Firenze. 2005.

Farné Mario, *Illusione e realtà. Problemi della percezione visiva*. Edizioni Le Scienze Spa, Milano. 1978.

Farroni Laura, *Visibile e invisibile nel disegno di architettura*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 118.

Frampton Kenneth, *Retrospectiva di Alvar Aalto: sei punti focali per il prossimo millennio*, in Domus 801, Editoriale Domus, Milano. Febbraio 1998. Pag. 49.

Frampton Kenneth, *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*. Skira editore, Milano. 1999.

Fuksas Massimiliano con Conti Paolo, *Caos sublime*. Rizzoli, Milano. 2001.

Gay Fabrizio, *“Io nel pensier mi fingo”. “Progetto” e specificità disciplinare del “disegno”*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 123.

Gerber Andri, *Peter Eisenman*. Edizioni Edilstampa, Roma. 2004.

Giancotti Alfonso, Pedio Renato, Maurizio Sacripanti. *Altrove*. Edizioni Testo&Immagine, Torino. 2000.

Giordano Andrea, *Dal secolo dei Lumi all'epoca attuale*, in De Rosa A., Sgrossio A., Giordano A., *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. UTET, Torino. 2000.

Godsell Sean, *Brevi note sul metodo di progettazione e rappresentazione. Sean Godsell, Glenburn House, Victoria, Australia*, in Casabella n. 763, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag. 32.

Goulthorpe Marc, *dECOi. Paramorph: un ingresso per il South Bank, Londra*, in Domus n. 822, Editoriale Domus, Milano. Gennaio 2000. Pag. 20.

Grassi Luigi, *Storia del disegno*. Bardi Editore, Italia. 1947.

Gregory Richard L., *L'occhio confuso*, in *XY dimensioni del disegno* n. 1 – 1986. Cedis Editrice, Roma. 1986. Pag. 19

Grütter Ghisi, *Disegno e immagine tra comunicazione e rappresentazione*. Edizioni Kappa, Roma. 2006.

Halse Albert O., *Architectural Rendering*. Edizioni F. W. Dodge Corporation, New York. 1960.

Imperiale Alicia, *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*. Edizione Testo&Immagine, Torino. 2001.

Ito Toyo, *L'immagine dell'architettura nell'era dell'elettronica*, in Domus n. 800, Editoriale Domus, Milano. 1998.

Kandinsky Wassily, *Punto, linea, superficie*. Adelphi edizioni, Milano. 1968. (Titolo originale *Punkt und Linie zu Fläche*, 1926)

Kanizsa Gaetano, *Grammatica del vedere. Saggi su percezione e gestalt*. Società editrice Il Mulino, Bologna. 1980.

Kil Wolfgang, Bachmann Wolfgang, *Coop Himmelb(l)au. Cinema multisala UFA, Dresda*, in Domus n. 807, Editoriale Domus, Milano. Settembre 1998. Pag. 8.

Kipnis Jeffrey, Some thoughts on contemporary paintings in the hope that analogies to architecture might be drawn. Hunch 9 Book.indb. 2005. Fonte internet http://www.jeffkipnis.com/pdf_pubs/Kipnis_Hunch9.pdf

Klee Paul, *Teoria della forma e della figurazione*. Feltrinelli Editore, Milano. 1959. (Titolo originale *Das bildnerische Denken*, 1956)

Kolatan Sulan, MacDonald William J., *Kolatan Mac Donald Studio, Casa unifamiliare Raybould, Fairfield, Connecticut*, in Domus n. 822, Editoriale Domus, Milano. Gennaio 2000. Pag.14.

Loosma Bart, *Intervista a Rem Koolhaas. Alla ricerca del nuovo modernismo*, in Domus 800 - Gennaio 1998, pag. 38.

Lynn Greg, *Embryologic Houses*™, in in Domus n. 822, Editoriale Domus, Milano. Gennaio 2000. Pag. 8.

Maestro Roberto, *Disegno per l'analisi e per il progetto*. Società Editrice Esculapio, Bologna. 1991.

Maffei Andrea, a cura di, *Le opere i progetti gli scritti. Toyo Ito*. Electa, Milano. 2003.

Marandola Marzia, *La sede per gli Uffici FATA di Pianezza (Torino). Oscar Niemeyer e Riccardo Morandi*, in Casabella n. 764, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag. 6.

Marotta Antonello, *Ben van Berkel. La prospettiva rovesciata di UN Studio*. Edizioni Testo&Immagine, Torino. 2003.

Martin Jean-Marie, *Il sarto e l'architetto. Tadao Ando, 21_21 design sight, Tokyo*, in Casabella n. 758, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2007. Pag. 90.

Martin Jean-Marie, *Una corazza per uno spazio liquido. Arata Isozaki, Cafa Art Museum, Pechino*, in Casabella n.768, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag. 36.

Migliari Riccardo, *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*, Edizioni Kappa, Roma 2000.

Migliari Riccardo, *Metodi e tecniche di rappresentazione dello spazio virtuale*. Appunti sulla videoconferenza tenuta all'interno del Corso *Immaginare, comunicare, interagire*, a cura di Anna Marotta, Politecnico di Torino, 01-10-2009.

Migliari Riccardo, a cura di, *Prospettiva dinamica interattiva. La tecnologia dei videogiochi per l'esplorazione di modelli 3D di architettura*. Edizioni Kappa, Roma. 2008.

Mitchell William J., McCullough Malcolm, *Digital Design Media. Strumenti digitali per il design, l'architettura e la grafica*. Ed. MacGraw-Hill Libri Italia, Milano. 1996.

Nardini Marco, *Design virtuale. Il digitale nel progetto*. Ed. Mattioli 1885, Fidenza. 2003.

Negroponte Nicholas, *Essere Digitali*. Sperling & Kupfer Editori, 1995. (Titolo originale *Being Digital*, tradotto da F. e G. Filippazzi)

Neri Maria Luisa, Thermes Laura a cura di, con Giancotti Alfonso e Serafini Carlo, *Maurizio Sacripanti. Maestro di architettura. 1916-1996*. Gangemi Editore, Roma. 1998.

Noebel Walter A., *La precisione del pensiero. Oswald Mathias Ungers, Nuovo ingresso alle Kaiserthermen, Treviri, Germania*, in Casabella n. 763, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2008. Pag. 83.

Nouvel Jean, *La tecnologia come veicolo di nuovi valori*, in Domus n. 827, Editoriale Domus, Milano. Giugno 2000. Pag. 2.

Panofsky Erwin, *La prospettiva come "forma simbolica" e altri scritti*. Giangiaco Feltrinelli Editore, Milano. 1961. Titolo originale *Die Perspektive als "symbolische Form"*, 1927.

Pellegrini Giulia, *Disegno e progetto. Principi e variazione dinamica nella costruzione della forma*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 196.

Perbellini Maria Rita, Pongratz Christian, *Nati con il computer: giovani architetti americani*. Edizioni Testo&Immagine, Torino. 2000.

Polistina Alessandro, *Computergraphica e rappresentazione in architettura*, in in XY dimensioni del disegno n. 1 – 1986. Cedis Editrice, Roma. 1986. Pag. 89.

Prati Carlo, *Jean Nouvel*. Edizioni EdilStampa, Roma. 2007.

Prenzel Rudolf, *Disegno d'architettura e tecniche di rappresentazione*. Hoepli, Milano. 1981.

Prestinenz Puglisi Luigi, *Rem Koolhaas. trasparenze metropolitane*. Edizioni Testo&Immagine, Torino. 1997.

Puppo Ernesto, *Il disegno del progetto architettonico*. Edizioni Vitali e Ghianda, Genova. 1961.

Purini Franco, *L'architettura didattica*. Gangemi Editore, Roma. 2002 (prima edizione 1980).

Purini Franco, *Comporre l'architettura*. Editori Laterza, Bari. 2000.

Purini Franco, *Per una centrale "marginalità"*, in in XY dimensioni del disegno n. 2 – 1986. Cedis Editrice, Roma. 1986. Pag. 59.

Rashid Hani, *Asymptote Architecture. Guggenheim Virtual Museum*, in Domus n. 822, Editoriale Domus, Milano. Gennaio 2000. Pag. 26.

Ricci Giacomo, *Trasparenza e illusione. Lineamenti dell'architettura moderna delle origini: il contributo dell'espressionismo*. Edizioni Archigrafica, Italia. 2008. Fonte internet: <http://www.archigrafica.org/espressionismo01.pdf>

Ruiz de la Rosa José. Antonio, *Sobre el dibujo de arquitectura de los siglos XIII a XVI. El dibujo de ejecución. Testimonios en la Catedral de Sevilla*, in Strollo Rodolfo Maria, a cura di, *Rappresentazione e formazione. Tra ricerca e didattica*. Aracne Editrice, Roma. 2008.

Ruskin John, *Elementi del disegno e della pittura*. Fratelli Bocca Editori, Torino. 1924 (il testo originale è del 1857).

Ryan Raymund, *Steven Holl. Un centro per la città confine*, in Domus n. 842, Editoriale Domus, Milano. Novembre 2001. Pag. 62.

- Sacchi Livio, *L'idea di rappresentazione*. Edizioni Kappa, Roma. 1994.
- Sacchi Livio, Unali Maurizio, *Architettura e cultura digitale*. Skira editore, Milano. 2003.
- Sacripanti Maurizio, *Il disegno puro e il disegno dell'Architettura*. Fratelli Palombi Editori, Roma. 1953.
- Sainz Jorge, *Il disegno neoaccademico: il recupero della rappresentazione grafica come immagine della realtà architettonica*, in *XY dimensioni del disegno* n. 2 – 1986. Cedis Editrice, Roma. 1986. Pag. 27.
- Schumacher Patrik, *Hadid digitale. Paesaggi in movimento*. Edizione Testo&Immagine, Torino. 2004.
- Sgrosso Anna, *Rigore scientifico e sensibilità artistica tra Rinascimento e Barocco*, in De Rosa A., Sgrosso A., Giordano A., *La Geometria nell'Immagine. Storia dei metodi di rappresentazione*. UTET, Torino. 2000.
- Soletti Adriana, *Regesto dell'architettura disegnata in Italia*, in *XY dimensioni del disegno* n. 10– 1989. Cedis Editrice, Roma. 1989. Pag. 105.
- Sottsass Ettore, *Il villaggio di Sottsass*, in *Domus* n. 832, Editoriale Domus, Milano. Dicembre 2000. Pag. 36.
- Spuybroek Lars, *NOX. OfftheRoad_5speed: case prefabbricate presso Eindhoven, Paesi Bassi*. In *Domus* n. 822, Editoriale Domus, Milano. 2000.
- Steiner Dietmar, *Intervista a Steven Holl. Museo di Arte Contemporanea Kiasma, Helsinki*, in *Domus* 810, Editoriale Domus, Milano. 1998. Pag. 12.
- Strollo Rodolfo Maria, a cura di, *Rappresentazione e formazione. Tra ricerca e didattica*. Aracne Editrice, Roma. 2008.
- Tafari Manfreda, Dal Co Francesco, *Architettura Contemporanea*. Electa, Milano. 1976.
- Taibi Giacinto, *Disegnare le idee in nuce. Un rapporto dialettico in un processo osmotico tra rappresentazione e progetto*, in *Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 227.
- Trentin Annalisa, a cura di, *La lezione di Aldo Rossi*. Bononia University Press, Bologna. 2008.
- Trombetti Tomaso, *Il funzionamento strutturale del Guggenheim Museum di Frank Lloyd Wright. Come è stato costruito il Guggenheim Museum di Frank Lloyd Wright*, in *Casabella* n. 760, Arnoldo Mondadori Editore, Milano. 2007. Pag. 48.
- Ugo Vittorio, *«Rappresentare/costruire»*, in *XY dimensioni del disegno* n. 10 – 1989. Cedis Editrice, Roma. 1989. Pag. 77.
- Unali Maurizio, *Pixel di architettura*. Edizioni Kappa, Roma. 2001.
- Vagnetti Luigi, *Disegno e architettura*. Società Editrice Vitali e Ghianda, Genova. 1958
- Valenti Graziano Mario, *Laboratorio delle applicazioni CAD*, in Migliari R., *Fondamenti della Rappresentazione Geometrica e Informatica dell'Architettura*. Edizioni Kappa, Roma, 2000.

Vanini Cristina, *Disegno o immagine per l'architettura contemporanea?*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 245.

Vanini Cristina, *Interpretazione e ricostruzione virtuale dai disegni progettuali di Maurizio Sacripanti per il concorso del Nuovo Teatro Lirico di Cagliari. Espressioni grafiche a confronto* in atti del 13 International Congress of Architectural Graphic Expression. Editorial de la Universitat Politècnica de València, Valencia (Spagna), 27-29 maggio 2010. Volume II., pag. 205.

Vanini Cristina, *Tecniche espressive nella rappresentazione del progetto digitale contemporaneo*, in atti della X International Conference Graphic Expression Applied to Building, *New lines of research in Building Engineering* (Alicante-Spagna), 2-4 dicembre 2010. Volume I, pag. 39.

Vitale Daniele, *Aldo Rossi e il disegno*, in Trentin Annalisa, a cura di, *La lezione di Aldo Rossi*. Bononia University Press, Bologna. 2008.

Vocabolario della lingua italiana, Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani, Roma. 1989.

Zerlenga Ornella, *Il disegno e le nuove frontiere della rappresentazione nel processo progettuale*, in Sesto Congresso UID e XXXI Convegno Internazionale delle Discipline della rappresentazione, *Disegno&Progetto*, Lerici ottobre 2009. Pag. 265.

Zevi Bruno, *Storia dell'architettura moderna*. Edizioni Einaudi, Torino. 1996.

Siti Internet

<http://ita.archinform.net>

<http://www.asymptote.net>

<http://www.daniel-libeskind.com>

<http://www.isozaiki.co.jp>

<http://www.mecanoo.com>

<http://www.nmda-inc.com>

<http://www.oosterhuis.nl>

<http://www.quondam.com>

<http://www.rappresentazione.it>

<http://www.reiser-umemoto.com>

<http://www.slideshare.net>

<http://www.unstudio.com>

<http://www.zaha-hadid.com>

<http://www2.unibas.it>