

Università degli studi di Roma «La Sapienza»

R.A.D.A.A.R.

Dipartimento di Rilievo Analisi e Disegno dell' Ambiente e dell' Architettura

*Dottorato di Ricerca in*

*Scienze della Rappresentazione e del Rilievo*

*XVIII ciclo*

## Percezione e geometria

L'informatizzazione della geometria descrittiva per la creazione di nuovi modelli finalizzati alla percezione attiva degli spazi multimediali

Coordinatore: Prof. Laura De Carlo

Tutor: Prof. Roberto de Rubertis

Dottoranda: Federica Pizzoli

*Roma, dicembre 2006*

*a mio padre e mia madre*



# INDICE

## Premessa

### Capitolo 1 - LA RAPPRESENTAZIONE INFORMATIZZATA

1a. La geometria descrittiva nell'era dell'informatica	9
1b. Il nuovo concetto di spazio elettronico	17
1c. Il ruolo dell'osservatore-attore nella creazione e comunicazione dello spazio digitale	19

### Capitolo 2 - TRA PERCEZIONE E GEOMETRIA

2a. Illusioni ottiche che sfruttano le leggi della geometria	23
1) L'illusione della prospettiva	24
2) La finestra di Ames	28
3) La stanza di Ames	32
4) Il triangolo di Penrose	37
5) L'anamorfosi	42
2b. Percezione e movimento	47
2c. Percezione dello spazio digitale	49
2d. La variazione del punto di vista	52

### Capitolo 3 - IL DISEGNO DELLO SPAZIO IN RELAZIONE ALLO STRUMENTO

3a. La rappresentazione come espressione culturale	55
3b. Evoluzione storica del rapporto tra disegno e progetto	57
1) Rinascimento e prospettiva	57
2) Prospettiva e scenografia	65
3) Movimento Moderno e assonometria	69
4) Futurismo e prospettiva	73

## **Capitolo 4 - APPLICAZIONI PROGETTUALI CONTEMPORANEE**

<b>4a. Le istanze della modernità</b>	77
<b>1) Architettura liquida</b>	79
<b>2) <i>Blob</i></b>	82
<b>3) Compresenza</b>	84
<b>4) Dematerializzazione</b>	86
<b>5) Flussi</b>	88
<b>6) Morfogenesi</b>	94
<b>7) Movimento</b>	96
<b>8) Mutazione</b>	98
<b>9) Piega</b>	101
<b>10) Sospensione</b>	104
<b>11) Spazio virtuale</b>	106
<b>12) Trasparenza</b>	108
<b>CONCLUSIONI</b>	110
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	113
<b>Fonti delle illustrazioni</b>	116

## **Premessa**

Geometria descrittiva e percezione visiva sono due discipline fondamentali della rappresentazione dell'architettura e dell'ambiente. Le leggi che le regolano e che si inseriscono tra le due discipline sono alla base del tema di questa ricerca.

Il campo di interesse si concentra sull'aspetto fondamentale della percezione che è quello tipico del meccanismo della visione, nonché della geometria descrittiva, per cui la realtà tridimensionale viene ridotta ad immagine bidimensionale, sulla retina o sul disegno, per poi essere interpretata nuovamente in chiave tridimensionale dal cervello.

La creazione dell'immagine bidimensionale risponde alle leggi della geometria e dell'ottica. La percezione e quindi la successiva interpretazione di tali immagini è regolata dalle leggi della percezione visiva.

La base comune del modo in cui geometria e percezione producono e usano le immagini consiste nel fenomeno proiettivo: la realtà tridimensionale viene ridotta in immagine bidimensionale secondo il principio ottico della proiezione.

Il pensiero stesso, inoltre, sviluppa costruzioni logiche nella medesima forma bidimensionale in particolare quando ci si riferisce a figure nello spazio.



## Capitolo 1 - LA RAPPRESENTAZIONE INFORMATIZZATA

### 1a. La geometria descrittiva nell'era dell'informatica

Per secoli il fine ultimo della geometria descrittiva è stato quello di creare un sistema di immagini che avessero una corrispondenza biunivoca con oggetti reali o di progetto e che comunque dovessero essere comprese senza alcuna possibilità di dubbi interpretativi. La codificazione della geometria descrittiva su base scientifica nasceva soprattutto dall'esigenza di avere un disegno che potesse racchiudere la reale essenza dell'oggetto tridimensionale che esso rappresentava. Ovviamente lo sforzo maggiore era quello di creare dei disegni che fossero anche di agevole comprensione e lettura.

Le elaborazioni *mongiane* consentivano di trasmettere e comunicare elementi dello spazio 3D con degli strumenti ed una tecnica del tutto conformi agli altri tipi di comunicazioni di contenuti vari del periodo. Con l'uso di matite, colori, fogli di carta, riga e compasso si era in grado di analizzare, progettare e comunicare lo spazio tridimensionale della realtà. Quindi solo un supporto piano, con dei segni costruiti secondo regole scientifiche e quindi univoche, era in grado di trasmettere tutti quei contenuti necessari alla comunicazione di immagini.

L'elaborazione di immagini ha seguito per secoli sempre le stesse metodologie: elaborati grafici in pianta e alzati, viste assonometriche e prospettiche rappresentati su supporti cartacei attraverso l'uso di strumenti manuali.

L'introduzione delle prime tecnologie informatiche ha fornito una soluzione matematica a tutta una serie di utilizzazioni grafiche. Si possono notare delle differenze di ordine concettuale, che hanno modificato radicalmente il rapporto tra opera-

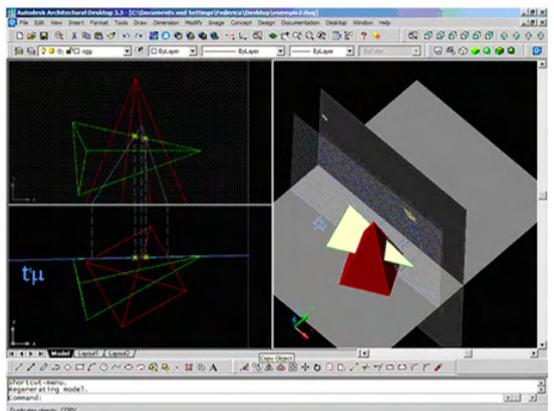
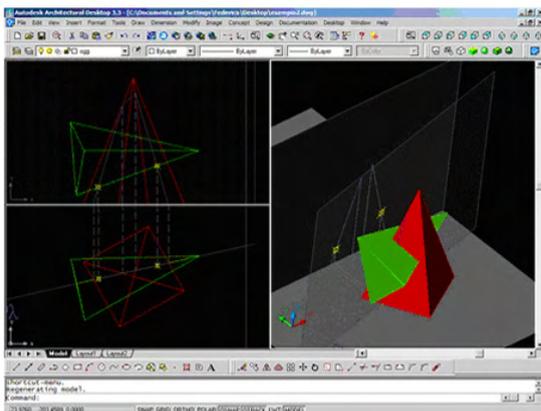
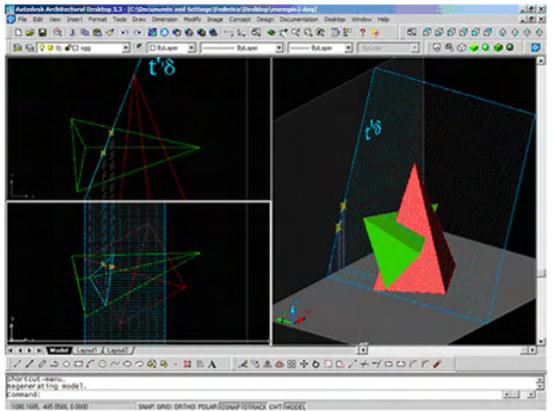
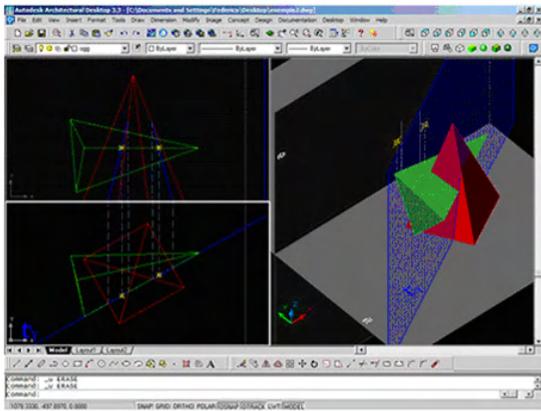
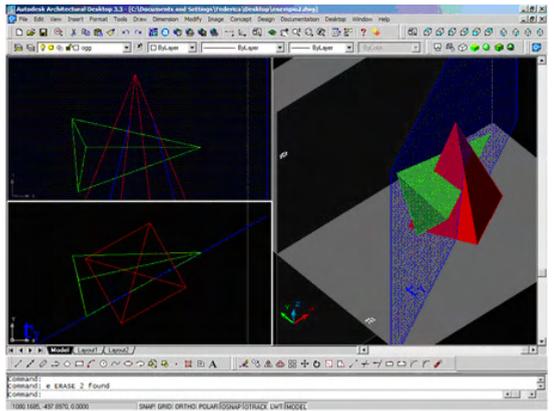
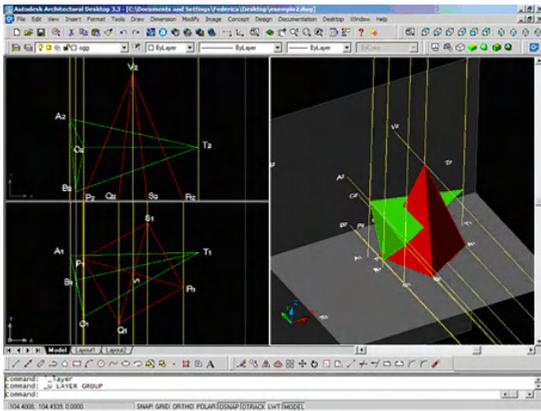
tore e disegno, e differenze di ordine pratico, cioè sostanzialmente modificazioni che derivano esclusivamente dalla natura del mezzo a disposizione.

Concettualmente lo spazio bidimensionale limitato del foglio da disegno si è trasformato da quello che oggi chiameremmo uno spazio *raster* in uno spazio vettoriale. Si è passati dall'uso del foglio da disegno, una superficie che può assumere differenti caratterizzazioni puntuali fisiche per differenze cromatiche (i punti, le rette, le figure piene ecc.) ad un *file* vettoriale governato da leggi analitiche, dove ogni elemento ha una sua precisa funzione matematica che lo regola. Segni che avevano una giustificazione e una essenza in un punto preciso dell'immagine hanno lasciato il posto, quindi, a funzioni matematiche che però, paradossalmente, si manifestano esattamente come le immagini grafiche. I segni sulla carta, quindi, sono stati sostituiti da immagini virtuali con una doppia identità: una manifestazione fisica che appare nella finestra del *monitor* e una legge nascosta ed intrinseca che le governa.

Una prima conseguenza importante consiste nel cambiamento significativo del concetto di spazio di lavoro. Il disegnatore non produce più, infatti, un unico disegno originale, ma un *file* che può essere riprodotto in innumerevoli esemplari identici gli uni agli altri. Perde significato, quindi, l'originale rispetto alla copia. Non esistono più le aberrazioni o le deformazioni delle copie sui vari supporti.

Il metodo di lavoro, inoltre, risulta concettualmente diverso nel modo di operare per passi che possono essere cancellati fino all'origine del disegno, o ripristinati. Non esiste più l'operazione del cancellare fisicamente un segno dal suo supporto. Quello che per secoli è andato perduto nelle operazioni di disegno, attualmente si può recuperare in un continuo processo di eliminazione o di successivo ripristino. Dal punto di vista ope-

*Fig. 1 - Compenetrazione tra solidi. A sinistra di ciascuna immagine sono evidenziate le proiezioni ortogonali del modello sui piani mongiani mentre a destra è possibile visualizzare alcune delle operazioni spaziali effettuate.*



1

rativo, questo aspetto crea nel disegnatore un atteggiamento sostanzialmente diverso. Si procede più liberamente per passi successivi e per tentativi.

Il *file*, inoltre, è per sua natura aggiornabile.

Dal punto di vista pratico l'esito di un disegno digitale comporta diversi aspetti che non cambiano la natura del disegno stesso, ma lo caratterizzano in modo differente.

Una prima conseguenza si è avuta nella precisione metrica tra ciò che veniva disegnato e la sua dimensione corrispondente nell'immagine digitale.

Un'altra importante differenza consiste nella definizione univoca dei punti notevoli degli elementi grafici: i punti di intersezione, di inizio e fine di una retta, ad esempio, non sono più interpretati dalla mano del disegnatore, ma hanno una precisa corrispondenza matematica.

Dal punto di vista del risultato grafico, poi, l'uso dello strumento informatico ha offerto un nuovo universo nel modo di rappresentare i materiali dell'oggetto disegnato e, soprattutto, degli effetti della luce sugli stessi corpi. Riflessi, trasparenze e differenti gradi di luminosità dei corpi sono entrati a far parte delle rappresentazioni comuni nei *rendering*.

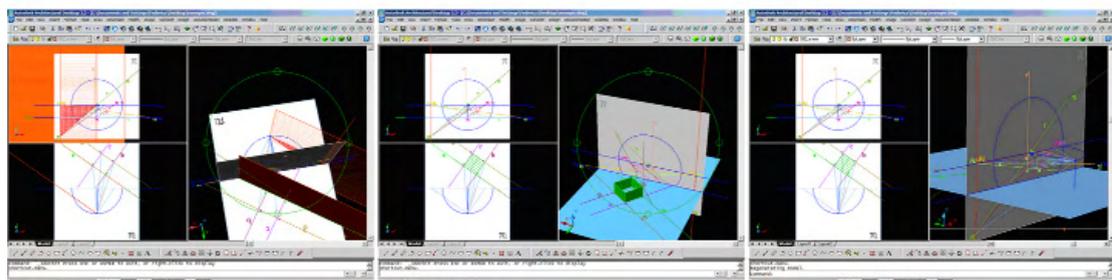
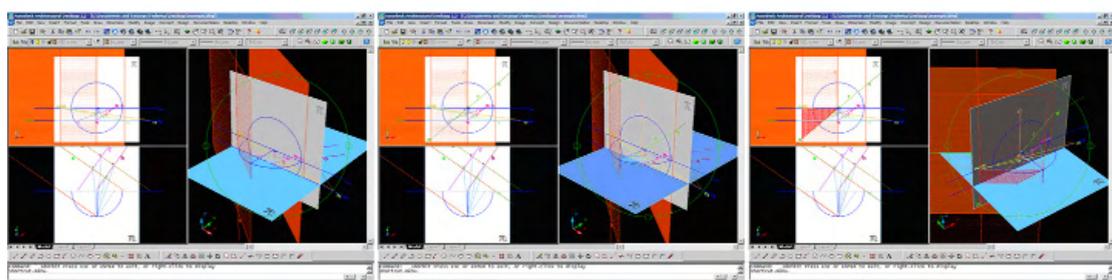
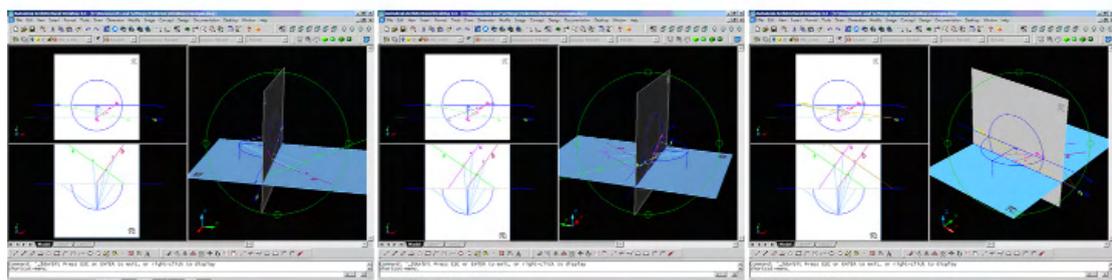
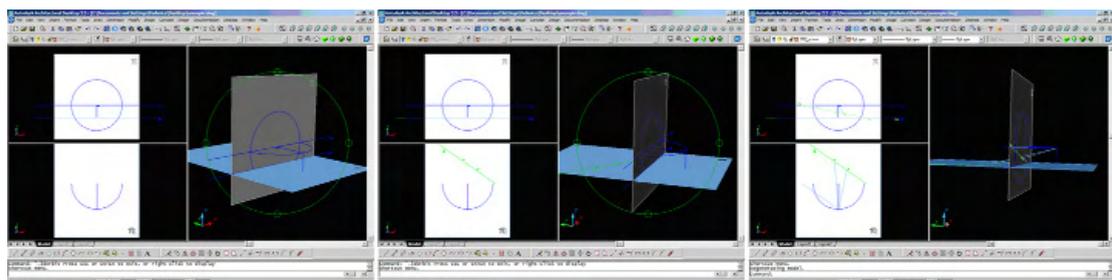
Riguardo alla applicazione dello strumento informatico nella disciplina della geometria descrittiva si deve tener conto del fatto indiscusso che tutte le operazioni della materia atte a disegnare oggetti a due o tre dimensioni sullo spazio bidimensionale del foglio da disegno usano i mezzi della riga, del compasso e la capacità del disegnatore di unire pochi punti notevoli che compongono le figure curve. Lo strumento informatico offre innumerevoli *software* che operano nello spazio bidimensionale e che gestiscono la costruzione di rette, cerchi e *spline* che uniscono i punti notevoli delle curve non regolari. In questa operazione il risultato, oltre ad essere molto più preciso

nella definizione delle parti, nella distinzione delle rette e dei punti di intersezione, è sostanzialmente equivalente dal punto di vista concettuale. Usato come un tecnigrafo di grande precisione il *computer* non porta nessuna innovazione o cambiamento concettuale nella disciplina: il risultato sono disegni più “precisi”, eseguiti forse con più rapidità.

Dove l’uso dello strumento si dimostra fondamentale e apre il campo ad innumerevoli applicazioni consiste nella possibilità operare direttamente nello spazio tridimensionale dei *software*.

Si deve tener presente che lo spazio del *computer* può essere uno spazio a tre dimensioni e che quindi gli oggetti rappresentati hanno una duplice possibilità di essere. Sono oggetti che esistono nel mondo virtuale, si mostrano dalla finestra del *monitor* ed infine possono essere proiettati a formare le diverse rappresentazioni tipiche dei vari metodi. Più precisamente si può notare come il disegno non sia più legato ad un metodo di rappresentazione, ma che si possa operare indipendentemente dall’esito finale. Non si lavora più sulle proiezioni ottenute nei vari metodi, ma si agisce direttamente sull’oggetto.

Questo importante cambiamento operativo consente, quindi, attraverso l’uso di programmi di modellazione solida, la risoluzione dei problemi tipici della geometria descrittiva mediante operazioni spaziali che spesso sono più immediate in quanto non necessitano di alcuna costruzione grafica, e anche più generali. Ad esempio l’immediatezza con cui i *software* a disposizione offrono l’esatta proiezione del contorno apparente di qualsiasi tipo di superficie ha permesso il superamento del metodo grafico manuale che offre un controllo parziale di tutta una serie di forme in quanto si basa necessariamente sull’unione di pochi punti notevoli a meno di non voler appesantire il disegno con innumerevoli segni.



Lo sviluppo dei *software* di modellazione solida ha portato, quindi, la possibilità di indagare, in modo agevole e corretto, figure molto complesse ed anche le loro reciproche relazioni. Una delle conseguenze più evidenti è l'allargamento del repertorio stesso delle curve e delle superfici usate nella progettazione architettonica. L'introduzione delle *NURBS* ha portato la geometria ad una nuova possibilità di controllo e di studio proprio di queste particolari forme.

Un altro uso importante nelle applicazioni della geometria descrittiva è quello di visualizzare le leggi della scienza della geometria con innumerevoli operazioni in tempo reale. Si prenda ad esempio la possibilità del tutto nuova di insegnare la materia attraverso la visualizzazione dell'oggetto tridimensionale e delle sue proiezioni: la geometria descrittiva si avvale dell'informatica per svelare le sue leggi.

Le operazioni spaziali e gli enti geometrici ausiliari che in ogni metodo di rappresentazione si manifestano solo con delle "tracce" sul foglio di lavoro possono essere visualizzate con estrema facilità ed immediatezza nello spazio tridimensionale. Si tratta poi di scegliere una proiezione tra le infinite che lo strumento mette a disposizione per ottenere il disegno dell'oggetto secondo uno dei metodi di rappresentazione scelto.

La grande opportunità dell'uso informatico della geometria è quella di consentire un'osservazione simultanea dell'oggetto rappresentato da più punti di vista. La maggior parte dei programmi CAD permette, infatti, di aprire più "finestre" sullo spazio di lavoro e, aspetto ancora più rilevante, di muoversi all'interno di ciascuna finestra con un semplice tocco di *mouse*. E' possibile anche impostare qualsiasi tipo di movimento, creare delle traiettorie attraverso gli oggetti rappresentati, programmare un percorso della telecamera e lasciarla in movimento per tutto il tempo necessario alla comprensione. Si possono avere,

*Fig. 2 - Esempio di sequenza di fotogrammi per la costruzione di una prospettiva a piano verticale. Nelle singole immagini sono evidenziati a sinistra in alto il risultato della prospettiva sul foglio di lavoro, in basso la vista dall'alto dell'insieme, a destra diverse immagini dello spazio tridimensionale.*

dunque, più finestre statiche o dinamiche aperte contemporaneamente con l'osservazione dello stesso oggetto fatta da punti di vista differenti.

L'aspetto importante di questa opportunità di rappresentazione delle immagini non risiede nel mero utilizzo degli straordinari mezzi informatici, ma consiste principalmente nella possibilità di avere un approccio conoscitivo sulla rappresentazione equivalente a quello che si ha della realtà stessa: il movimento delle immagini nello spazio virtuale dello strumento informatico permette di controllare la variazione delle proiezioni geometriche del modello in modo analogo a quello che succede nella realtà quando si è liberi di cambiare il punto di vista su un oggetto. Ne deriva un'acquisizione ed una conoscenza immediata di tutte le operazioni spaziali la cui comprensione era affidata, nei metodi grafici classici, alle capacità del singolo di immaginare lo spazio.

## 1b. Il nuovo concetto di spazio elettronico

Quello che si apre alla vista oltre la “finestra” del *monitor* del *computer* è un nuovo universo figurativo. Attraverso il rettangolo definito dai bordi del *software* in uso ci si affaccia su uno spazio dotato di tre dimensioni proiettato sulle due dimensioni del *monitor*. E' uno spazio che riproduce matematicamente lo spazio fisico della realtà, è rappresentato da un insieme infinito di punti organizzati e organizzabili secondo la terna di assi cartesiani in relazione matematica tra loro e risponde alle stesse regole di organizzazione dello spazio reale.

Dal punto di vista della rappresentazione architettonica operare nello spazio digitale rappresenta una condizione di particolare corrispondenza con le leggi che regolano lo spazio fisico, a parte la legge di gravità e le caratteristiche proprie dei materiali che compongono l'architettura.

Paradossalmente si potrebbe sostenere che la riproduzione dello spazio reale in uno spazio virtuale consente un maggior numero di operazioni spaziali finalizzate alla conoscenza, in quanto vengono superati alcuni limiti imposti dalla fisicità tanto dei materiali quanto dell'osservatore. Il modello digitale della realtà, ad esempio, può essere sezionato dall'osservatore in punti strategici che hanno la funzione di indagare parti dell'oggetto altrimenti inaccessibili.

Naturalmente lo spazio elettronico può solo essere guardato. L'esclusione del tatto tra i sensi impegnati nella conoscenza comporta un grandissimo scarto tra i due tipi di spazio.

Quello che qui interessa maggiormente sottolineare è il nuovo tipo di approccio che si viene a creare nel momento in cui l'osservatore guarda attraverso il *monitor* e ha a disposizione un *software* per poter effettuare delle operazioni in quello spazio.

Lo spazio digitale risponde alle stesse regole di quello reale, la percezione dei due spazi risponde sempre alle stesse regole della visione: proiezione di oggetti tridimensionali nella forma bidimensionale della visione umana. Si instaura, così, una corrispondenza molto significativa tra i due tipi di spazio.

Lo spazio digitale diventa, quindi, agito ed esplorabile.

E' interessante notare come, tuttavia, la simulazione del reale sia ancora legata ad una proiezione dell'immagine virtualmente tridimensionale nelle due dimensioni del *monitor*.

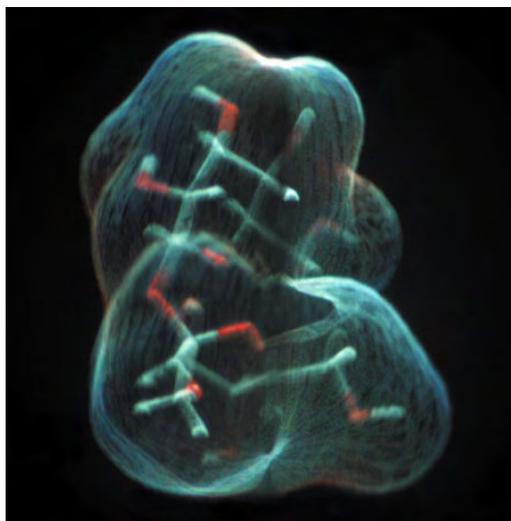
A tal proposito si deve comunque tener conto dello sviluppo di tecnologie che offrono schermi tridimensionali, una sorta di semisfera dove la realtà viene simulata in un ologramma nella sua effettiva tridimensionalità.

Questi studi sono iniziati in campo militare e medico, dove si aveva l'esigenza di controllare in tempo reale il movimento di oggetti, le loro traiettorie e i modi di intercettazione tra le parti in movimento in uno scenario complesso: operazioni per le quali questi strumenti si dimostrano molto più efficaci rispetto alla visualizzazione della stessa scena tridimensionale proiettata sulle due dimensioni dei *monitor* comuni.

*Figg. 3, 4 - Monitor tridimensionale "Perspecta-Spatial 3D" della Actuality Systems. Un'immagine che studia la traiettoria di un aereo e la molecola dello zucchero.*



3



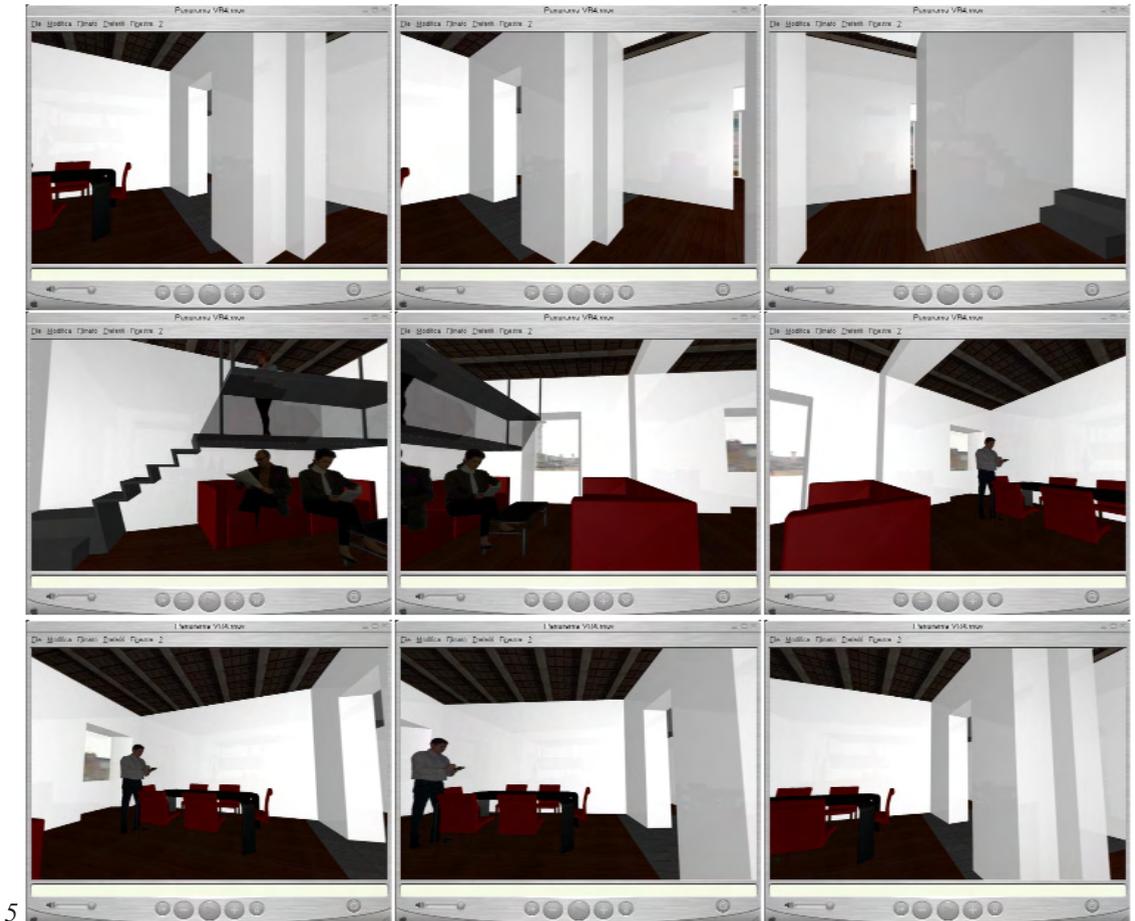
4

## 1c. Il ruolo dell'osservatore - attore nella creazione e comunicazione dello spazio digitale

Le forme attuali di creazione e comunicazione dello spazio sono numerosissime e di diversa natura. Naturalmente, quando ci si trova di fronte al *monitor* del *computer* i mezzi a disposizione sono moltissimi, ed altrettanti sono i modi con cui il fruitore può interagire con le immagini.

*Fig. 5 - Esempio di un panorama all'interno di un appartamento. Il movimento avviene girando intorno ad un punto centrale.*

Una delle tante forme informatizzate di fruizione dello spazio consiste nei cosiddetti "Panorami a 360 gradi" *Quick Time VR*.



Dal punto di vista geometrico non sono altro che la successione di infinite viste prospettiche create da un unico punto di vista, che diventa il centro del panorama, dal quale è possibile osservare l'intorno per l'intero angolo giro di 360°.

L'osservazione, inoltre, può avvenire mantenendo il quadro perpendicolare al punto di vista (prospettive a quadro verticale), oppure inclinandolo verso l'alto o verso il basso con il risultato, quindi, di una successione di prospettive a quadro inclinato.

Un'ulteriore possibilità di scelta si ha nella definizione della distanza del punto di osservazione dal quadro di proiezione che si traduce nella possibilità di avvicinarsi o di allontanarsi dagli oggetti osservati.



6



7

Tale forma di rappresentazione si dimostra molto efficace nel dare l'illusione di poter investigare interamente il luogo oggetto del panorama: la posizione del quadro, infatti, viene governata dall'osservatore, che è libero di scegliere attraverso l'uso del *mouse* le variabili principali della costruzione di viste prospettiche.

L'immagine viene prodotta dal *software* nello spazio digitale o da macchine fotografiche dotate di specifici obiettivi nella realtà. Un altro applicativo permette il movimento soggettivo del *mouse*.

Un altro esempio di rappresentazione arriva dallo spazio sono le cosiddette "viste oggetto".

Sempre dal punto di vista geometrico il risultato della rappresentazione è una successione di una serie di viste prospettiche di un oggetto tridimensionale. A differenza dei panorami, in questo caso quello che rimane fisso è un punto ben definito di mira. La variazione è affidata alla posizione dell'osservatore che può assumere uno degli infiniti punti di vista appartenenti ad una sfera ideale costruita intorno all'oggetto stesso; è possibile, inoltre, variare la posizione del quadro di proiezione rispetto all'osservatore con il risultato di immagini con ampiezza di visuale diversa.

*Fig. 6 - All'interno del panorama è anche possibile muovere lo sguardo dall'alto al basso con il risultato di prospettive a quadro inclinato o verticale.*

*Fig. 7 - Attraverso l'uso di un comando si può aumentare o diminuire la distanza tra punto osservato ed osservatore.*

Questo metodo, dal punto di vista percettivo, consente una osservazione dell'oggetto tridimensionale da più punti di vista: una sorta di ipotetica analisi totale, dove, a differenza di altri modi, le cosiddette "zone d'ombra" delle prospettive vengono messe in chiaro dalla possibilità di movimento del punto di osservazione sull'oggetto.

La particolarità di questi mezzi di osservazione consiste nell'immediatezza e nella facilità di uso che ne deriva.

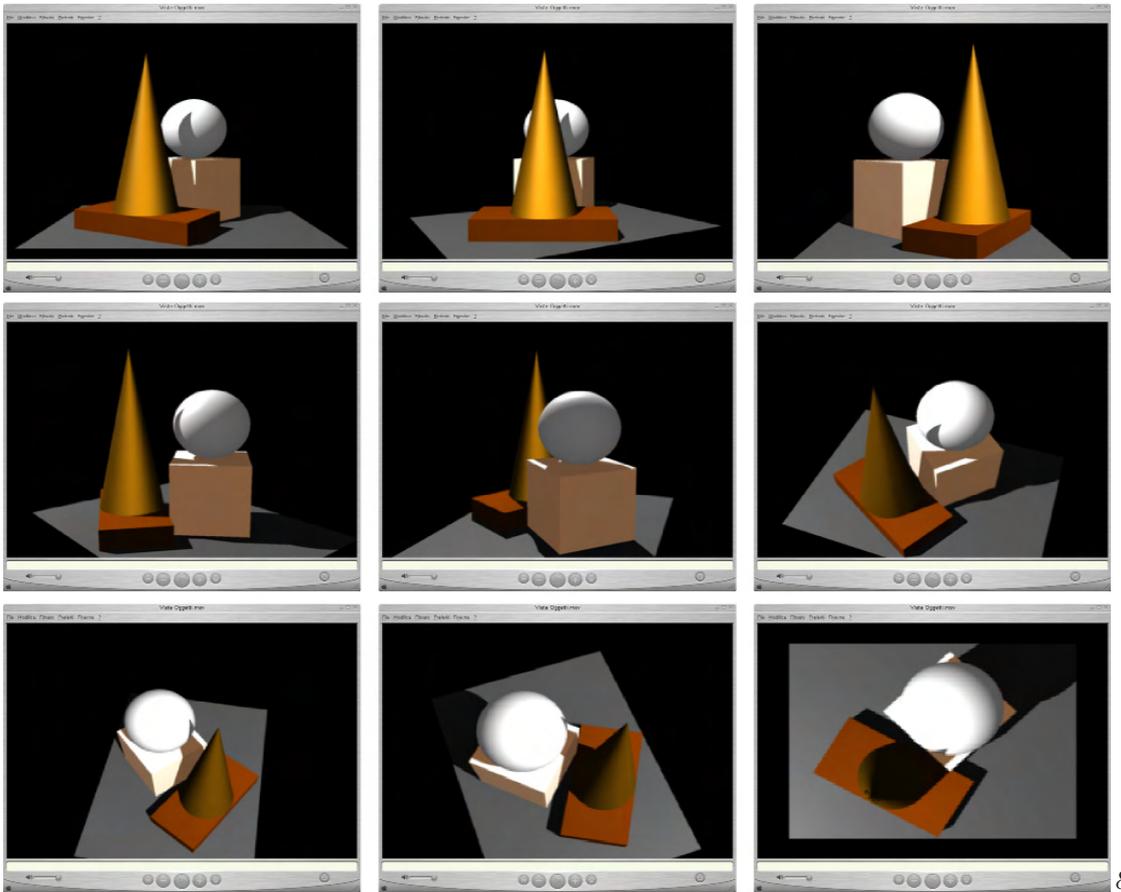
L'osservatore è effettivamente il protagonista dell'indagine visiva. Gli strumenti usati sono esclusivamente la finestra del

monitor e il mouse.

In entrambi questi casi il fruitore è anche co-produttore delle immagini che vuole osservare.

Nel caso di un osservatore-progettista, quindi, tra le possibilità offerte dalla tecnologia, oltre a quella di modificare gli oggetti vi è anche quella di decidere come osservare la modificazione e l'alterazione del progetto. Probabilmente diventerà l'unico fruitore delle immagini da lui stesso prodotte.

Fig. 8 - Un insieme di solidi osservati attraverso l'uso di un applicativo che permette, attraverso il movimento soggettivo del mouse, di spostare il punto di osservazione in uno degli infiniti punti appartenenti ad una sfera ideale costruita attorno all'oggetto.



## **Capitolo 2 - TRA PERCEZIONE E GEOMETRIA**

### **2a. Illusioni ottiche che sfruttano le leggi della geometria**

Spesso le illusioni ottiche si basano su alcuni fenomeni tipici del meccanismo della visione: si pensi ad esempio a tutta la serie di inganni percettivi riferiti alla esatta percezione dei colori. Ne fanno parte il fenomeno dell'inibizione laterale e l'adattamento cromatico: l'illusione deriva dalla conformazione dell'organo umano della visione. L'occhio come recettore di immagini comunica al cervello alcuni stimoli secondo ben determinate modalità che derivano dalla struttura fisica dell'occhio e dalla necessità della natura di "notare" alcuni aspetti rispetto ad altri.

Nell'infinito campo delle illusioni ottiche e degli inganni percettivi numerosissimi sono quelli che sfruttano le regole della geometria per creare illusioni. In questa serie di esempi si sono considerate alcune illusioni che si basano, appunto, sulla conoscenza delle leggi della geometria descrittiva, partendo dal presupposto che la visione umana è comunque un'operazione di proiezione e sezione su un campo bidimensionale (la retina) di una realtà tridimensionale osservata. Questa analogia tra percezione e geometria consente la effettiva validità delle illusioni prese in esame.

## 1) L'illusione della prospettiva

L'illusione della prospettiva è basata sull'applicazione delle principio geometrico della riduzione delle grandezze apparenti.



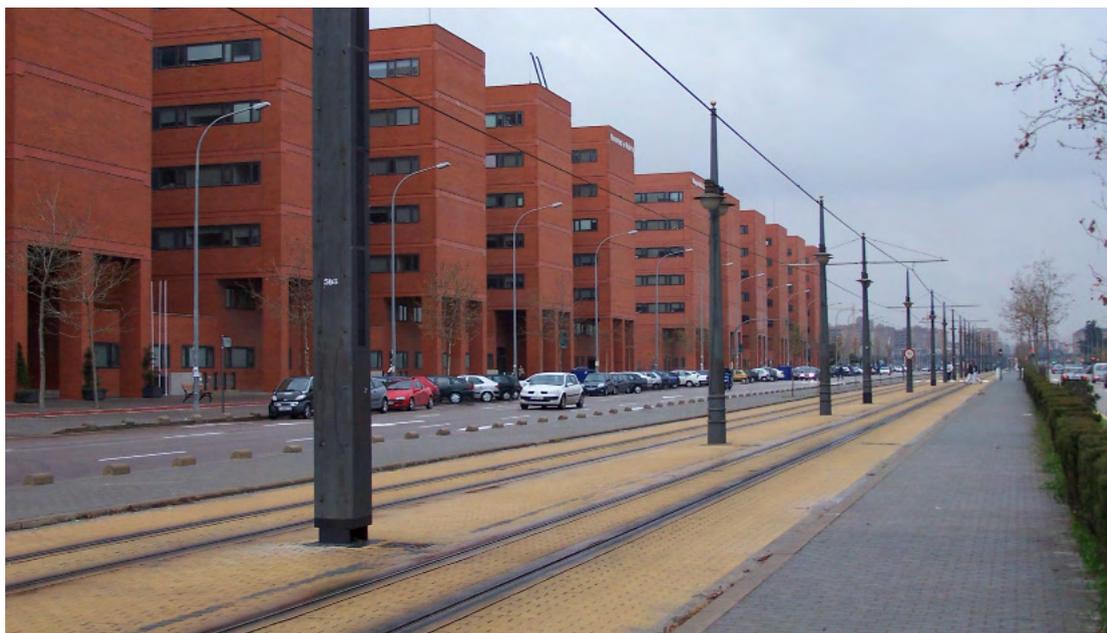
9

*Fig. 9 - "L'uomo nero" di Gombrich.*

Il celebre e «misterioso uomo nero che cammina per le pagine dei ... trattati»<sup>1</sup> sembra aumentare le sue dimensioni via via che procede verso il fondo dell'immagine.

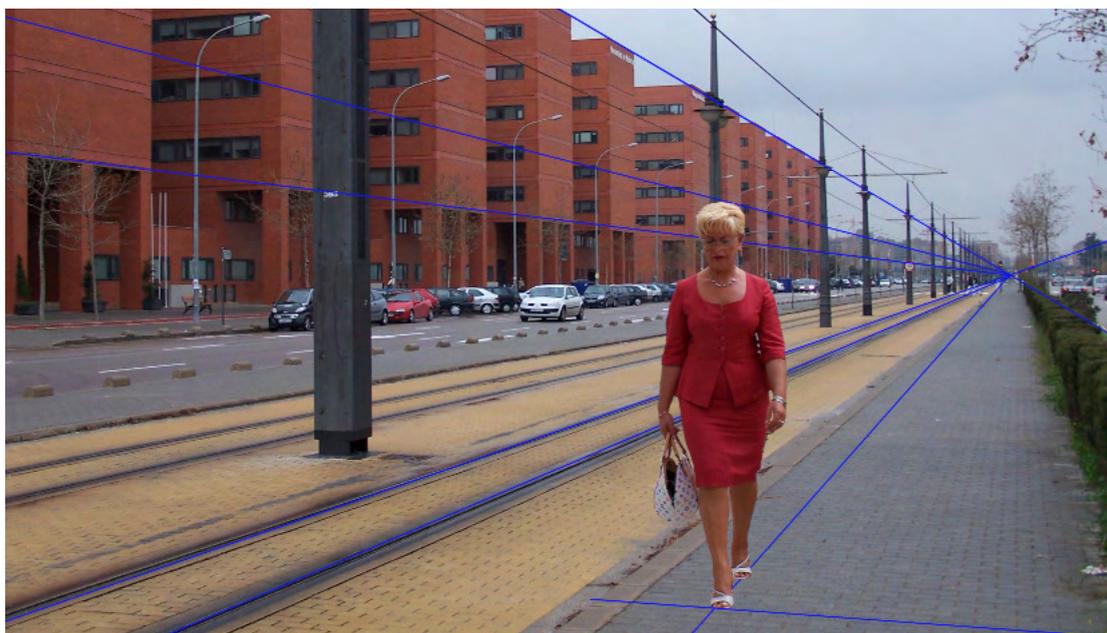
In prospettiva, infatti, così come accade nella visione naturale, il risultato dell'operazione di proiezione di oggetti sul piano bidimensionale, dell'immagine o della retina, è direttamente proporzionale alla distanza di questi dall'osservatore. Accade così che entità di pari grandezza poste a distanze maggiori assumano dimensioni minori con il progressivo allontanamento dall'osservatore.

In questa serie di esempi si è cercato di evidenziare il fenomeno:



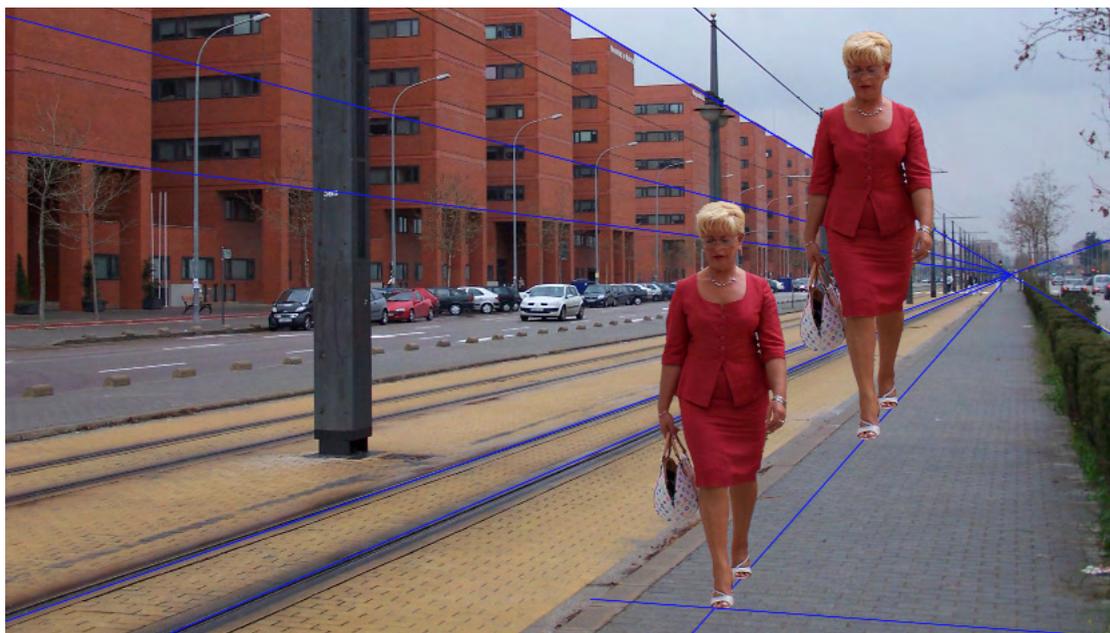
10

*Fig. 10 - Una strada di Valencia: le linee di fuga della prospettiva sono ben evidenziate dai binari del tram e dalla ripetitività del disegno dei palazzi in cortina rossa.*



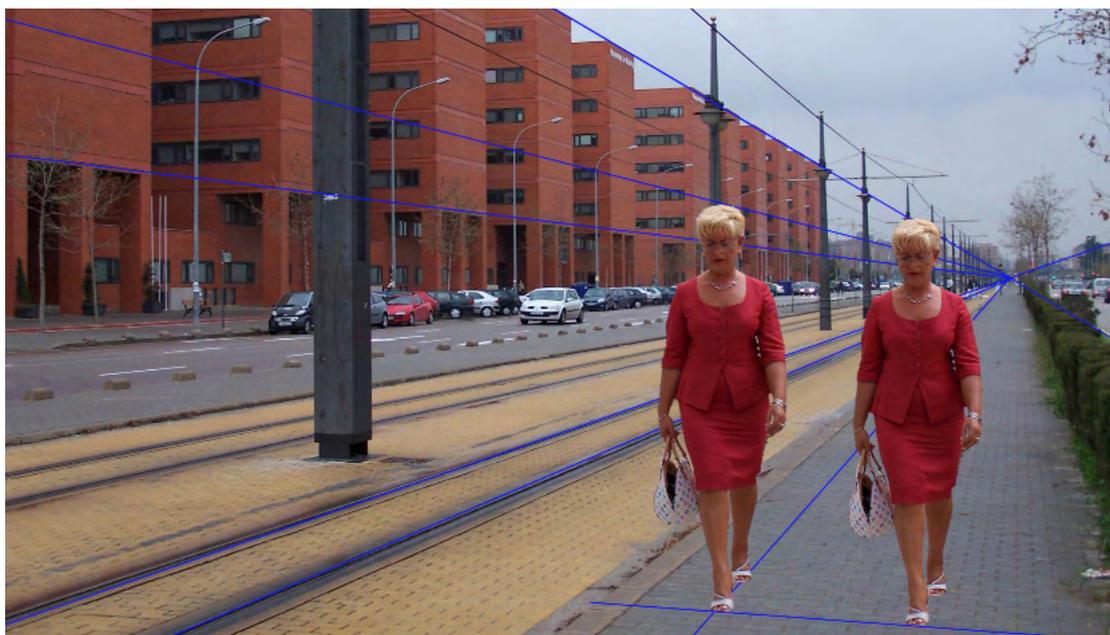
11

*Fig. 11 - Una “signora in rosso” cammina indisturbata.*



12

*Fig. 12 - La figura alle sue spalle, pur essendo della stessa dimensione, appare percettivamente di grandezza maggiore.*



13

*Fig. 13 - La stessa figura in posizione di primo piano: si nota come effettivamente le dimensioni siano identiche.*



14

*Fig. 14 - Così è come dovrebbe apparire una persona posta alla distanza data: esatta riduzione della grandezza apparente rispetto alla posizione assunta.*



15

*Fig. 15 - Confronto tra il rapporto di scala della figura in primo e secondo piano.*

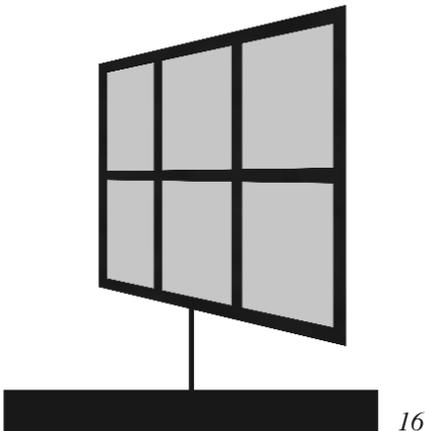
## 2) La finestra di Ames

Un'altra illusione che si fonda sul principio della prospettiva è la finestra di Ames. Questa consiste in un trapezio che ruota attorno ad un asse. Il trapezio simula nel suo aspetto una finestra.

Normalmente, nella nostra cultura, grazie proprio all'illusione della prospettiva, siamo portati a considerare figure bidimensionali, quali trapezi o rombi, come immagini in prospettiva di quadrati o rettangoli.

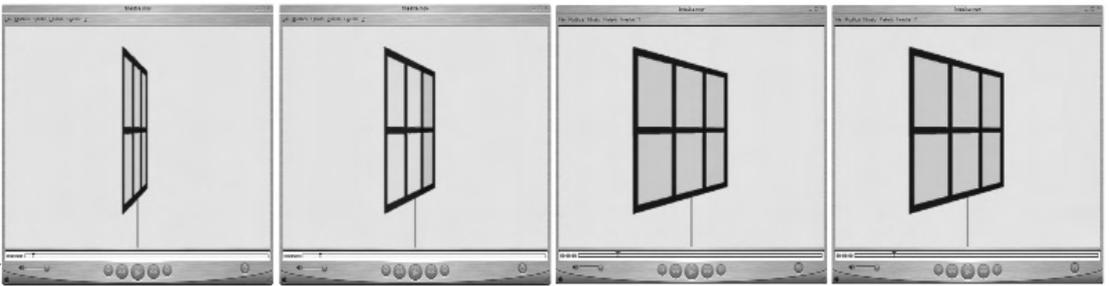
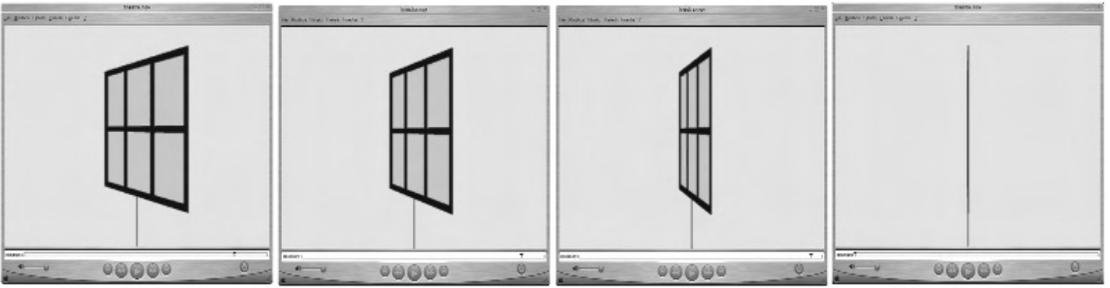
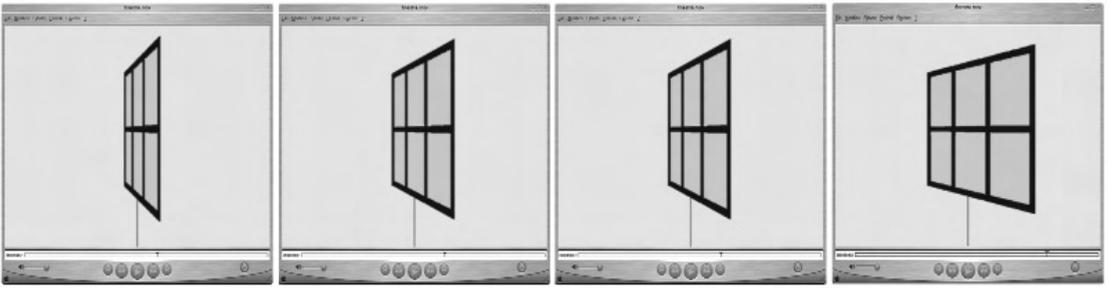
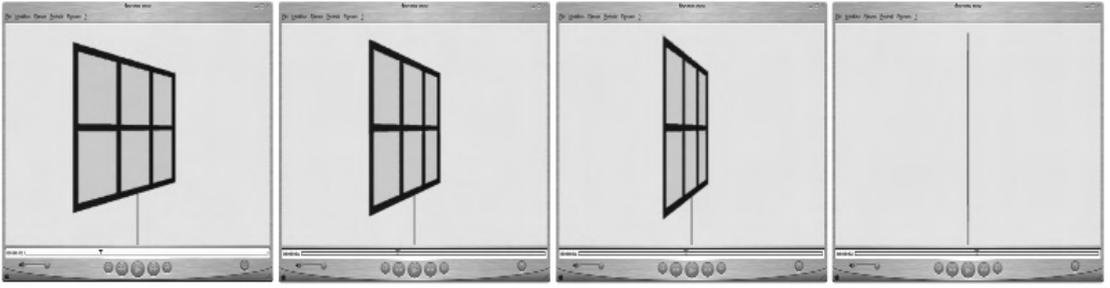
Una finestra disegnata in prospettiva a quadro verticale, per il principio di riduzione delle grandezze apparenti, mostra i suoi due lati verticali di dimensioni differenti: quello più vicino all'osservatore appare più grande e quello più lontano appare di dimensioni minori.

La propensione ad interpretare come più lontano un oggetto che appaia più piccolo e viceversa è così radicata che, nel vedere tale figura in movimento, non si riesce a scorgere la rotazione reale che compie di 360 gradi, ma si è portati ad interpretare il movimento come una rotazione a senso alternato, considerando sempre che il lato che appare più lungo sia quello più vicino all'osservatore.



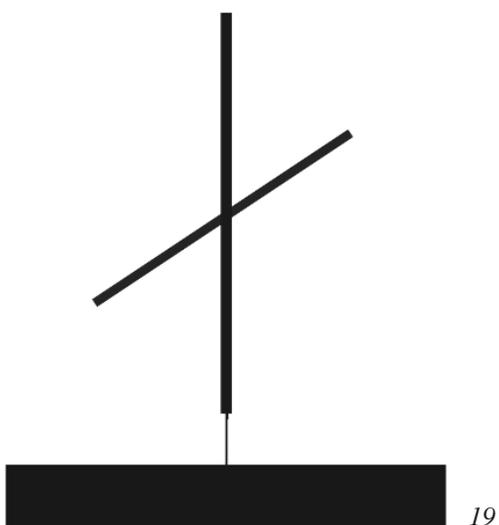
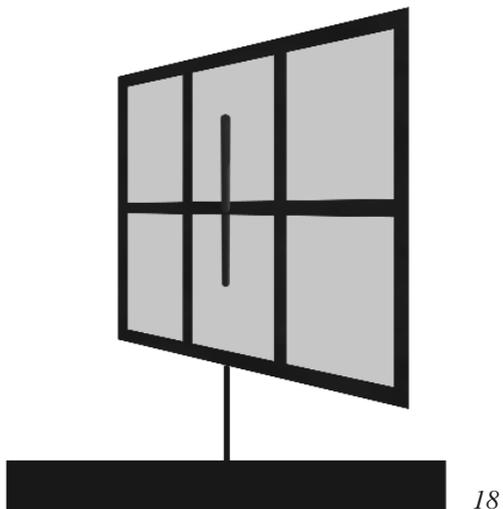
*Fig. 16 - Vista frontale della finestra trapezoidale.*

*Fig. 17 - Sequenza di frames dal filmato della finestra in movimento che compie la rotazione di 360°.*



L'illusione è tanto grande che neppure associando al trapezio un'asta che lo attraversi si riesce a percepire la rotazione totale degli oggetti solidali tra loro.

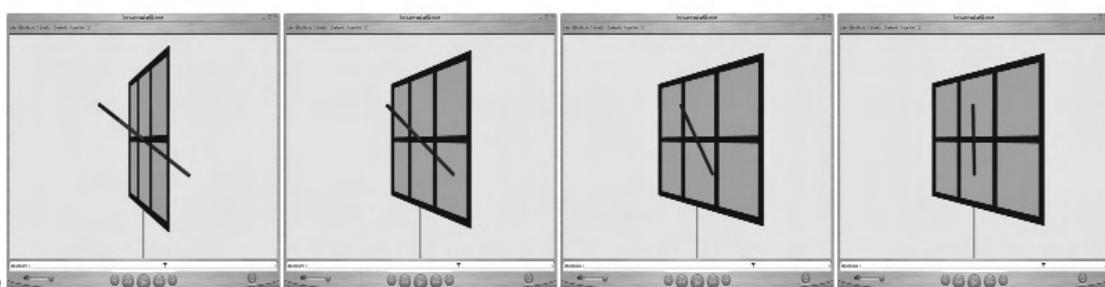
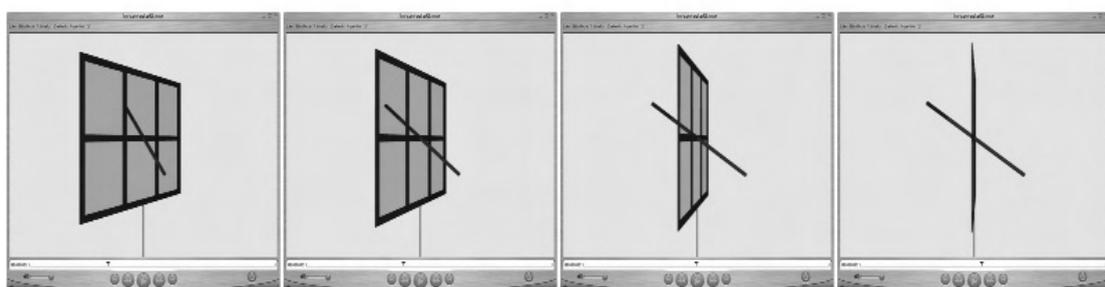
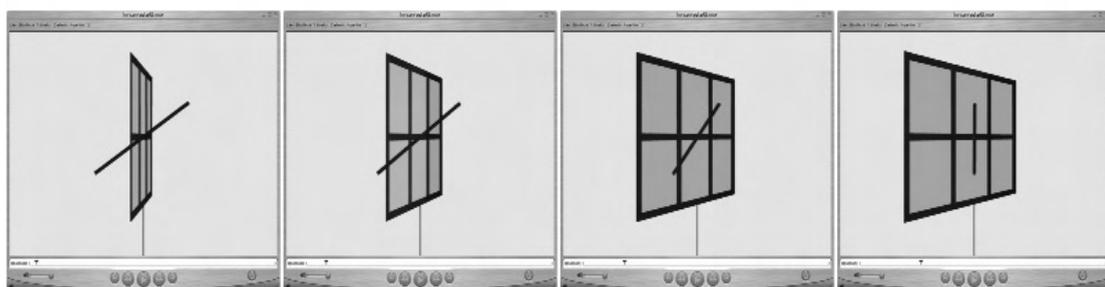
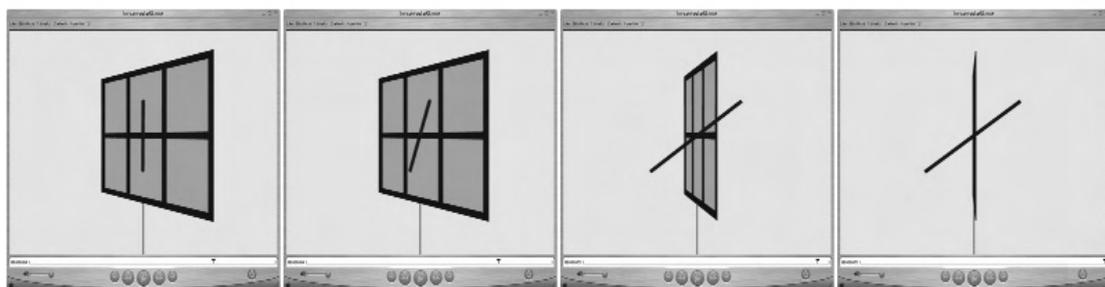
In realtà si ha l'illusione che i due oggetti ruotino insieme fino ad un punto, superato il quale, la finestra "torni indietro" mentre l'asta continua il suo giro.



*Fig. 18 - Vista frontale della finestra con l'asta inserita.*

*Fig. 19 - Vista laterale della finestra con l'asta inserita.*

*Fig. 20 - Sequenza di frames dal filmato della finestra con l'asta in movimento che effettuano la rotazione di 360°.*



### 3) La stanza di Ames

Un'altra serie di inganni percettivi si fondano sull'unicità del punto di vista dell'osservatore. L'immagine viene presentata secondo precise impostazioni prospettiche. Quando ci si allontana dal punto di osservazione l'inganno viene svelato e figure che avevano senso diventano una maglia di rette oppure figure che apparivano impossibili trovano senso compiuto.

Un esempio molto importante può essere la stanza di Ames: l'apparenza è quella di una stanza di forma rettangolare con soffitto e pavimento piani, porte e finestre. Le persone che sono all'interno dell'ambiente sono di dimensioni estremamente diverse le une dalle altre.

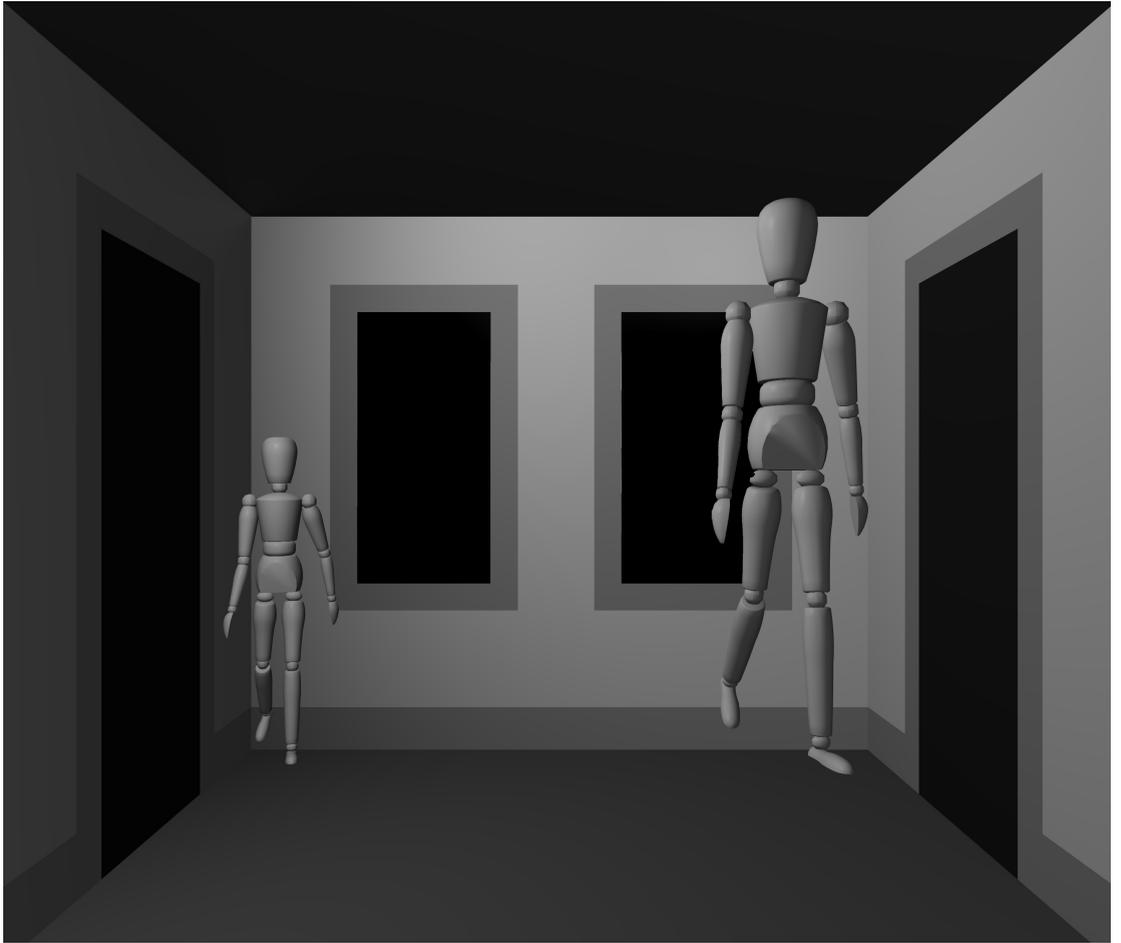
L'inganno si fonda principalmente su una delle regole di base della percezione visiva che consiste nell'interpretare l'oggetto percepito come l'oggetto più semplice e familiare.

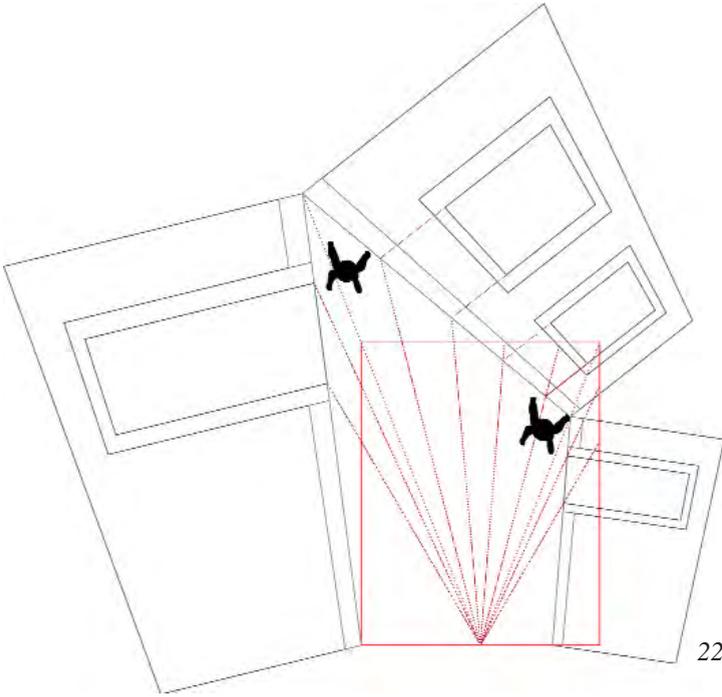
Quando ci si trova di fronte ad una stanza che appare consueta, almeno per la nostra cultura, di forma rettangolare con soffitto, pavimento, finestre e porte, si è portati ad accettare la prima e più semplice interpretazione percepita. Si è più propensi a credere che le persone poste nell'ambiente siano di dimensioni tanto differenti.

In realtà la stanza non è rettangolare e il soffitto e il pavimento non sono piani. Le persone appaiono di dimensioni diverse perché sono poste a distanze diverse dall'osservatore e vale il principio prospettico della riduzione delle grandezze apparenti.

La base dell'illusione consiste nell'unicità del punto di osservazione della scena: da un punto privilegiato la proiezione dell'ambiente reale deformato appare come la stessa proiezione di un ambiente regolare.

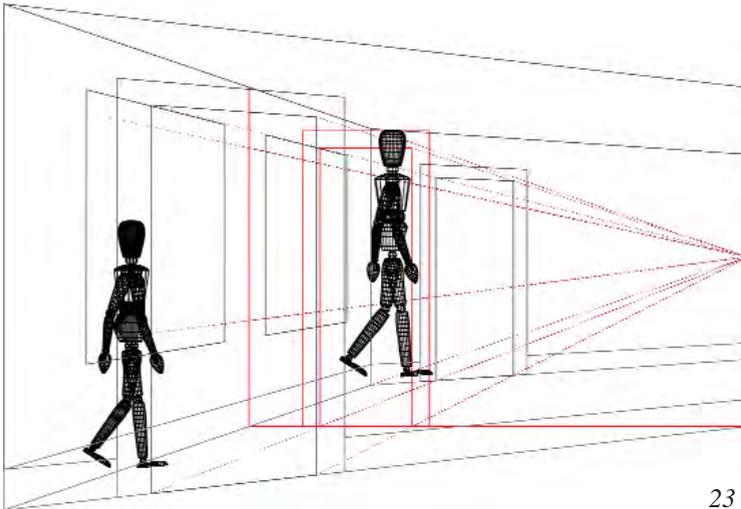
*Fig. 21 - Ricostruzione tridimensionale della stanza di Ames.*





22

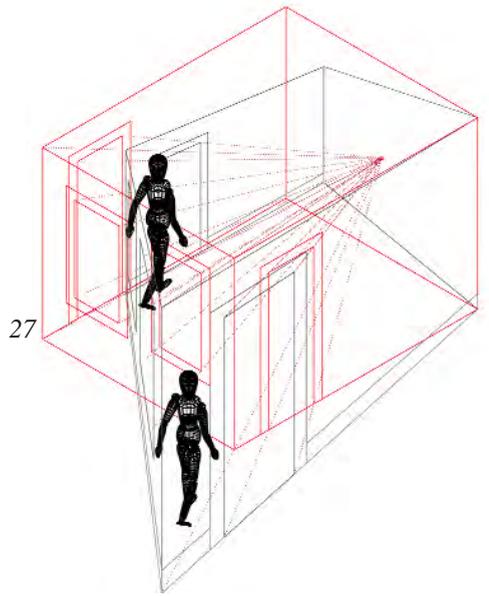
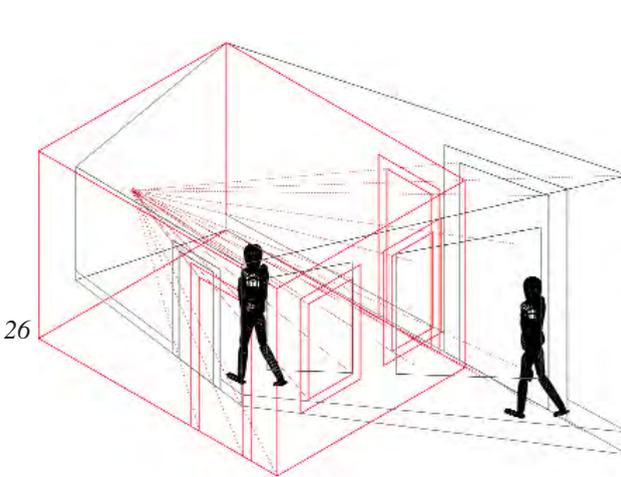
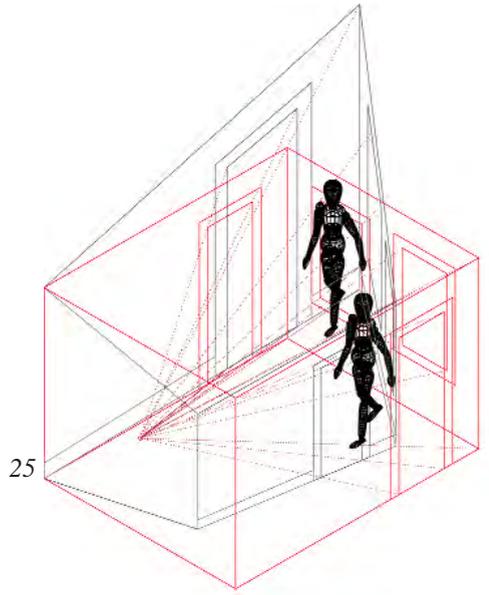
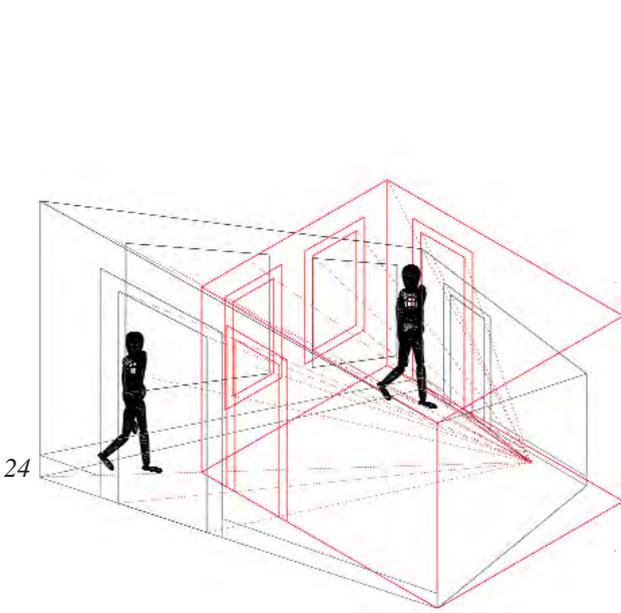
*Fig. 22 - Pianta della stanza di Ames (in grigio) con evidenziato il centro di osservazione privilegiato dal quale partono i raggi proiettanti della corrispondente stanza regolare in rosso.*

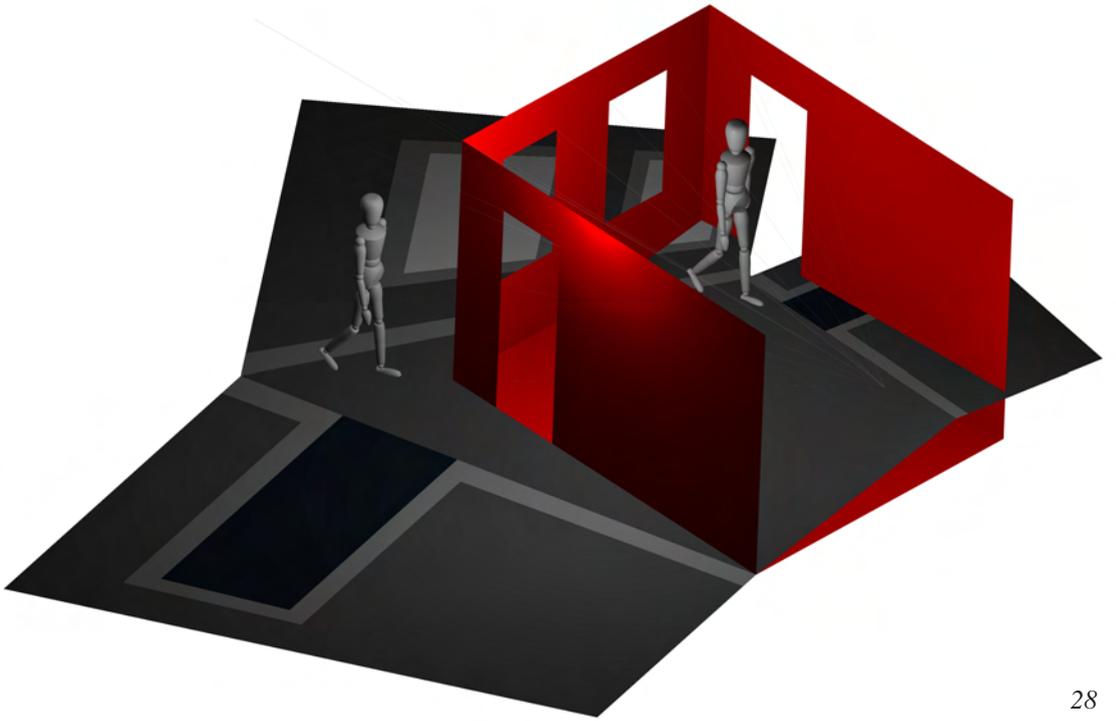


23

*Fig. 23 - Vista laterale delle due stanze: quella deformata in grigio e la sua corrispondente regolare in rosso. Le linee puntinate evidenziano i raggi proiettanti.*

*Figg. 24-27 - Viste assonometriche a "filo di ferro" della stanza di Ames.*





#### 4) Il triangolo di Penrose

Tra le numerosissime figure “impossibili” alcune hanno una possibile costruzione tridimensionale.

Si tratta di quelle figure che, ancora una volta, sfruttano le leggi della geometria proiettiva, in particolare la corrispondenza che si viene a creare quando si osserva un oggetto nello spazio da un unico punto di vista: tutti gli infiniti punti che si trovano lungo lo stesso raggio proiettante producono la stessa immagine.

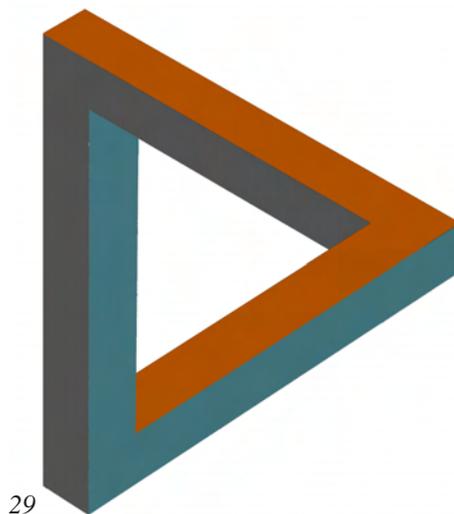
Il “triangolo impossibile” creato dal matematico Roger Penrose negli anni '50 è costituito dall'immagine apparentemente inspiegabile di tre segmenti contigui ortogonali tra loro.

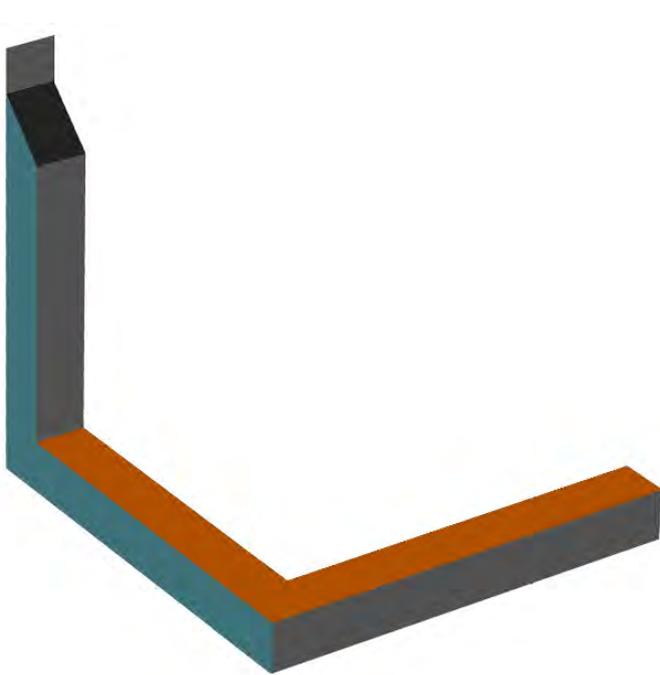
Di questa figura esistono diverse possibili ricostruzioni tridimensionali.

Una è quella di una terna effettivamente costituita da tre segmenti ortogonali tra di loro, ma, ovviamente, non chiusi: osservati da un punto di vista particolare, gli estremi divaricati si sovrappongono prospetticamente dando l'illusione di una figura impossibile.

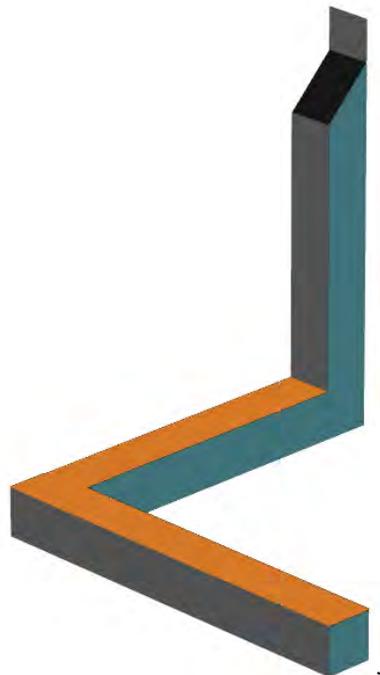
*Fig. 28 - Ricostruzione tridimensionale della camera distorta di Ames con le pareti laterali ruotate.*

*Fig. 29 - Ricostruzione tridimensionale del triangolo di Penrose.*

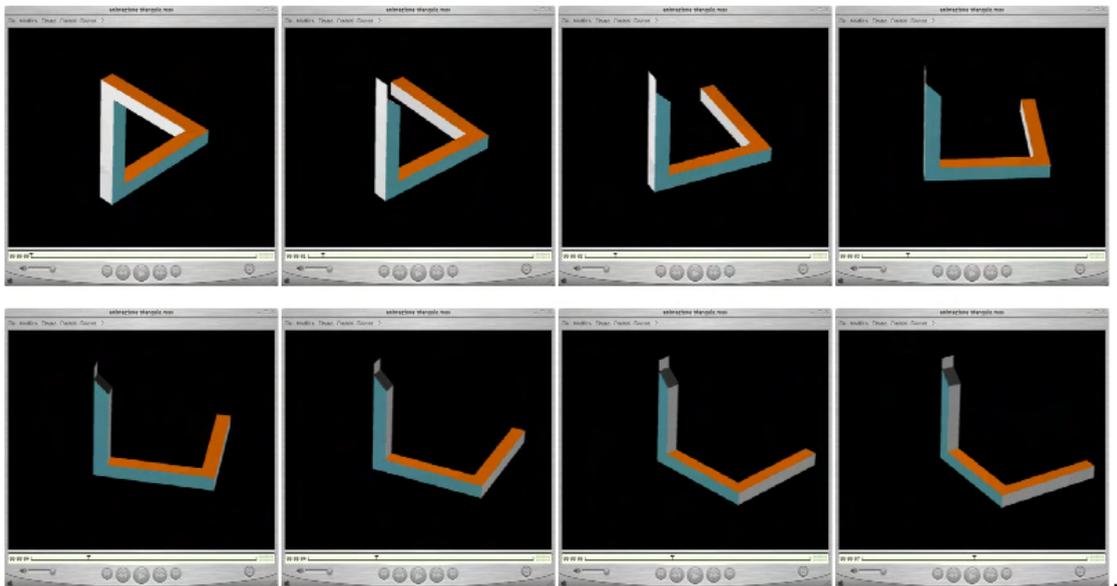




30



31



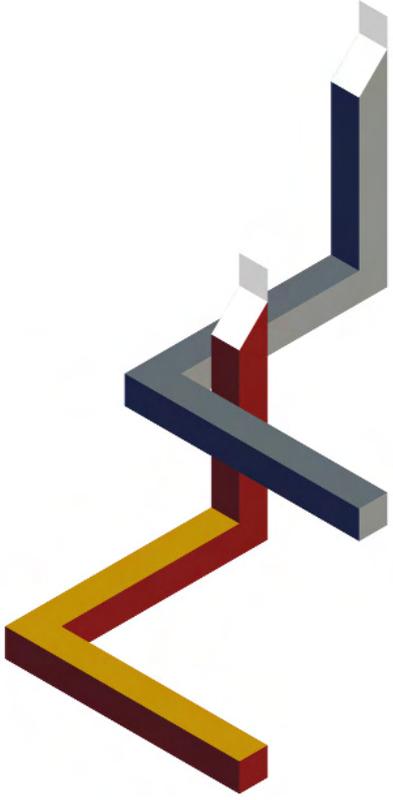
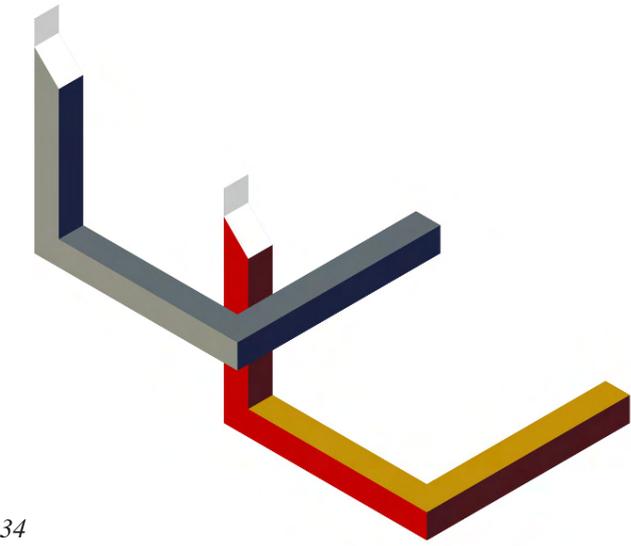
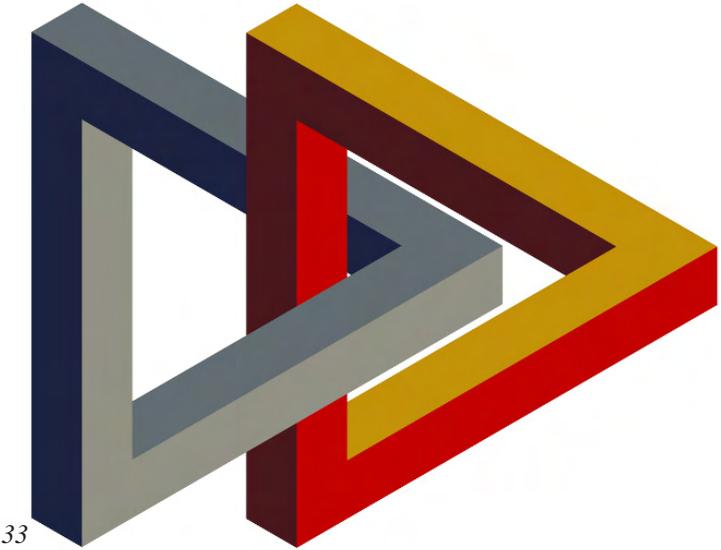
32

*Figg. 30, 31 - Due viste della stessa ricostruzione tridimensionale costituita da tre segmenti ortogonali tra loro ed aperti alle estremità osservata da due punti di vista casuali.*

*Fig. 32 - Sequenze di alcuni frames tratti dall'animazione della ricostruzione del triangolo di Penrose costituita da tre segmenti ortogonali tra di loro ed aperti alle estremità.*

*Fig. 33 - L'illusione della figura impossibile è accentuata ancora di più se si uniscono due "triangoli impossibili".*

*Figg. 34, 35 - Due viste della stessa figura osservata da due punti di vista casuali.*

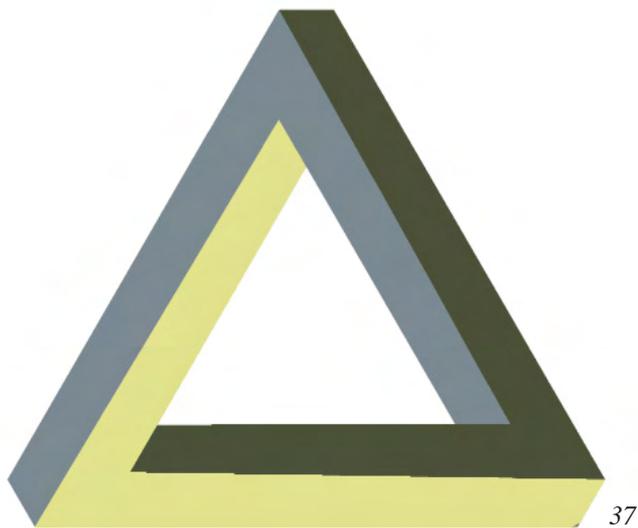


Un'altra possibile ricostruzione è costituita da una figura chiusa dove la terna triortogonale è costituita da superfici rigate.

L'effetto finale è sempre lo stesso: una figura apparentemente impossibile.

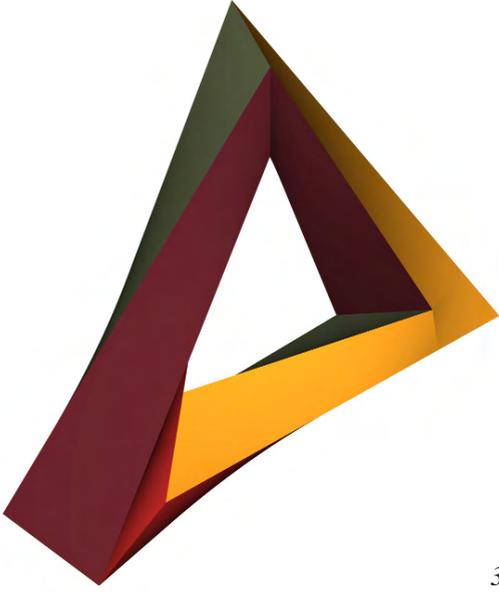


*Figg. 36, 37 - Un'altra possibile ricostruzione tridimensionale del "triangolo impossibile". Le immagine rappresentano il prospetto frontale e quello posteriore di una figura costituita da superfici rigate.*

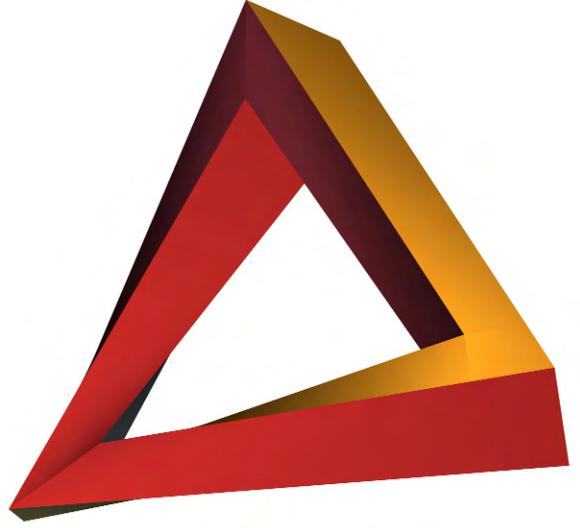


*Figg. 38, 39 - Due viste casuali della stessa ricostruzione a figura intera del "triangolo impossibile" di Penrose.*

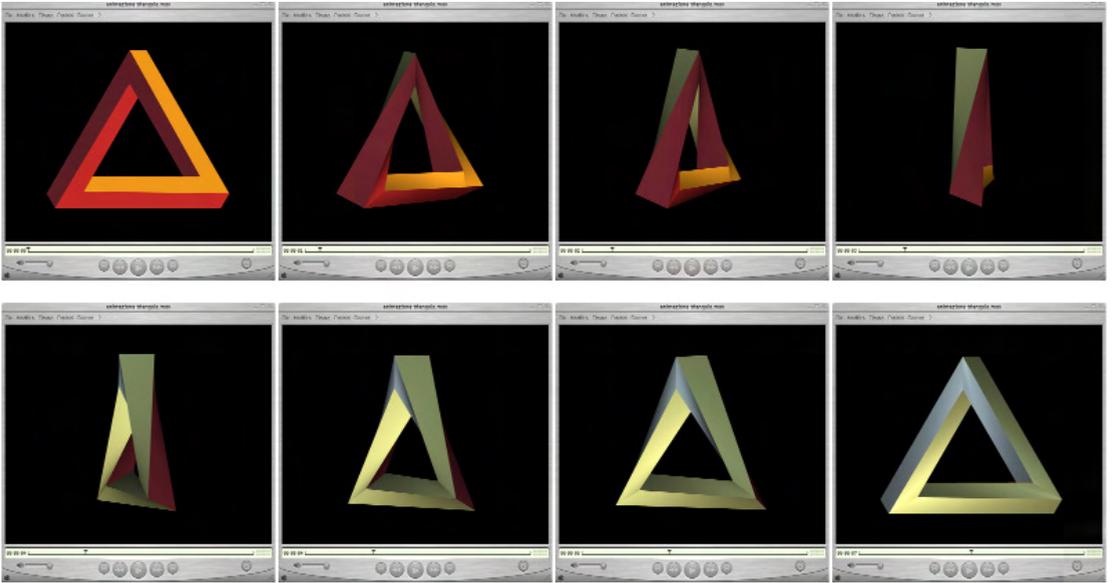
*Fig. 40 - Sequenze di alcuni frames tratti dall'animazione della ricostruzione del "triangolo impossibile" di Penrose costituita da una figura tridimensionale chiusa costituita da superfici rigate.*



38



39

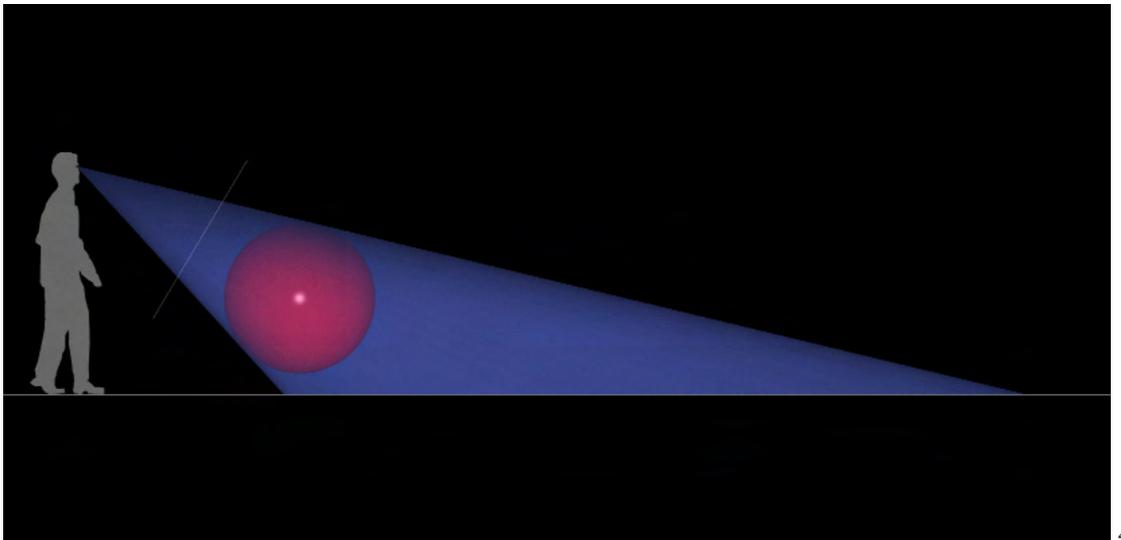
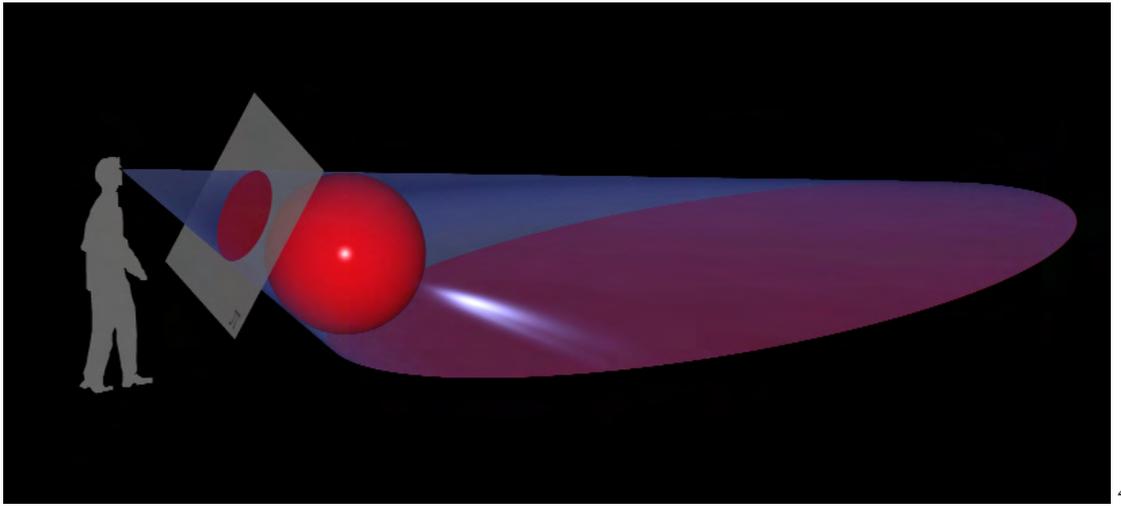


40

## 5) L'anamorfosi

L'anamorfosi sfrutta le leggi inverse della prospettiva per creare un'immagine che acquista significato solo se osservata da un determinato punto di osservazione.

L'illusione si fonda sul principio fondamentale di base della geometria descrittiva: l'operazione di proiezione.



*Fig. 41 - Vista tridimensionale dell'operazione di proiezione di una sfera da un centro individuato nell'occhio dell'osservatore. Il risultato sul piano della rappresentazione è identico sia per la sfera che per l'ellisse, sua proiezione dallo stesso centro, appartenente ad un piano orizzontale.*

*Fig. 42 - Vista frontale della stessa operazione.*

*Fig. 43 - Esempio di un'immagine anamorfica dell'artista inglese Julian Beaver osservata da un punto casuale.*

Proiettare un oggetto significa assumere un centro di proiezione (l'occhio dell'osservatore) e da questo condurre un fascio di rette proiettanti attraverso l'oggetto da rappresentare.

Da un solo centro di proiezione l'immagine ottenuta sul piano della retina risulta essere identica per tutte quelle figure che da quel preciso punto di osservazione hanno lo stesso contorno apparente: non è possibile, infatti, individuare la vera forma e neanche la posizione dell'oggetto reale rappresentato. L'anamorfosi sfrutta proprio questo principio fondamentale.

L'immagine bidimensionale, dal punto di vista geometrico, risulta essere la proiezione sul piano della strada di un globo posto di fronte ad un osservatore. Esiste un solo punto dal quale è possibile ricostruire l'immagine tridimensionale.

La tecnica dell'anamorfosi ha precedenti illustri nel corso della storia: basti pensare alle opere di Andrea Pozzo.





44

L'intento illusorio doveva essere quello di stupire l'osservatore ponendolo di fronte alla meraviglia di architetture magnifiche e quasi impossibili nel mondo reale.

Un interessante applicazione moderna di anamorfosi si può trovare nel mondo della pubblicità.

I campi da gioco del calcio sono osservati da numerose telecamere poste in ben determinati punti: conoscendo la posizione di quelle che inquadrano l'area di gioco in modo prevalente si costruisce su un tappeto bidimensionale l'anamorfosi di loghi tridimensionali.

L'illusione viene svelata solo quando l'azione del gioco impone un cambio di telecamera.

Un altro tipo di anamorfosi, cosiddette catottriche, ricostruiscono l'immagine distorta bidimensionale con l'aiuto di una superficie riflettente piana o curva a seconda dei casi.

*Fig. 44 - L'immagine anamorfica dell'artista inglese Julian Beaver osservata dal punto di vista corretto.*

*Fig. 45 - Anamorfosi del logo della Tim. L'immagine mostra due pannelli verticali su base con impresso il logo pubblicitario. In realtà si tratta di un tappeto bidimensionale poggiato sul terreno esterno al campo.*

*Fig. 46 - Se osservato da un altro punto di ripresa la stessa immagine risulta non essere più comprensibile.*



45



46

L'osservazione allo specchio produce effetti di rilievo e di profondità, ma soprattutto di animazione: l'immagine vive e si muove seguendo lo spostamento degli occhi di chi guarda.

L'aspetto particolare di questo tipo di immagini consiste nella possibilità di creare effetti di movimento con mezzi bidimensionali cartacei: sono sufficienti immagini opportunamente distorte e un foglio di carta riflettente a specchio che possa essere fissato a formare un cilindro. E' interessante notare, a titolo di esempio, che questa tecnica è stata utilizzata dalla rivista «Domus d'autore», che nel suo primo numero, uscito ad aprile 2006, ha affidato a Rem Koolhaas il compito di illustrare le sue opere. Secondo quanto afferma lo stesso autore l'intento principale è quello di provare a presentare gli edifici in

modo fresco e più complesso, interessati ai loro effetti sui rispettivi visitatori e utenti.

Sfruttando l'anamorfose l'utente può avere l'impressione di vivere lo spazio tridimensionale dei luoghi riuscendo a ricreare il movimento degli oggetti nello spazio con la rotazione dello sguardo. L'uso di questa tecnica, in una rivista del settore, potrebbe rappresentare la manifestazione del nuovo modo di fruizione dello spazio tridimensionale: sempre più viene riconosciuta al fruitore la possibilità di interagire con lo spazio rappresentato. Quando questo non è possibile con gli strumenti informatici si ricorre ad una tecnica che anticamente veniva usata per altri scopi.



47



*Fig. 47 - Immagine distorta di un ambiente del Mc Cormick-Tribune Campus Center, IIT, Chicago, USA (Rem Koolhaas).*

*Fig. 48 - Lo stesso ambiente ricostruito tridimensionalmente attraverso l'uso dello specchio.*

48

## 2b. Percezione e movimento

La percezione della realtà si basa su alcuni fenomeni tipici del meccanismo della visione che consentono di attribuire ad oggetti posti a distanze diverse dall'osservatore determinate caratteristiche di dimensione, di apparenza e di luminosità. Tali "indizi di profondità" consentono l'esatta definizione della posizione reciproca degli oggetti osservati nello spazio tridimensionale della realtà. Tra i vari indizi, molti si possono applicare sia nella percezione statica della realtà, sia nella sua rappresentazione sul piano bidimensionale dell'immagine.

La rappresentazione infatti si avvale di tali indizi applicandoli nei vari metodi di rappresentazione al fine di produrre sul piano dell'immagine uno stimolo simile a quello che il cervello percepisce dall'immagine catturata dalla retina nella realtà vissuta. A partire dalle primissime forme di espressione grafica, infatti, la rappresentazione si è fondata unicamente sulla simulazione della realtà in un preciso momento spazio-temporale stabilito dalla mano del disegnatore-osservatore.

Esiste, però, un indizio che ha valore solo nella percezione dinamica della realtà: la parallasse del movimento. Quando l'occhio dell'osservatore si sposta nello spazio gli oggetti osservati cambiano rapidamente la loro forma apparente e la posizione. Queste trasformazioni sono più evidenti negli oggetti vicini all'osservatore. Naturalmente sarebbe impossibile riprodurre questo effetto in una rappresentazione statica: solo la percezione del reale o la rappresentazione animata sono in grado di offrire questo ulteriore elemento valutativo.

La differenza tra la percezione statica della realtà, che produce nel cervello un risultato analogo a quello di un disegno in prospettiva, e l'osservazione dinamica rimane nel fatto che

l'osservazione diretta permette una quantità di movimenti, mirati in base all'esperienza di ciascun individuo, che permettono di cogliere la vera essenza tridimensionale della realtà.

Il movimento, dunque, è alla base della nostra conoscenza.

Quando si cammina, o si modifica semplicemente la direzione dello sguardo, le immagini di oggetti vicini o lontani si modificano in proporzione alla distanza dall'osservatore.

Si percepisce la profondità degli oggetti ma non si ha l'impressione che gli stessi si muovano nello spazio. La predisposizione naturale e l'esperienza ci informano del fatto che il nostro movimento governa il risultato percettivo raggiunto.

Un caso significativo, a tal proposito, può essere la percezione che si crea quando, seduti su un treno ancora fermo in stazione, si assiste alla partenza di quello del binario accanto: l'impressione è quella di essere in movimento e continuare ad osservare la porzione statica della realtà al di là del finestrino. Si considera, infatti, l'immagine in movimento del treno accanto come il risultato del nostro soggettivo allontanamento dalla stazione. La predisposizione ad interpretare il succedersi delle proiezioni sulla retina come immagini di un mondo che è fermo fa in modo di farci avvertire un movimento che di fatto non si è verificato. Questo esempio ci dimostra quanto possa essere importante la percezione visiva quando addirittura supera la percezione sensoriale della accelerazione dovuta ad un movimento effettivo.

## 2c. Percezione dello spazio digitale

«Nel giro di lunghi periodi storici, insieme coi modi complessivi di esistenza delle collettività umane, si modificano anche i modi e i generi della loro percezione sensoriale. Il modo secondo cui si organizza la percezione sensoriale umana ... non è condizionato soltanto in senso naturale, ma anche storico»<sup>2</sup>. Con queste affermazioni W. Benjamin già nel 1955 metteva in evidenza uno degli aspetti fondamentali dello sviluppo delle nuove tecnologie. Quello che sono i modi di organizzazione della percezione, dipendono, quindi, anche dallo sviluppo storico della evoluzione delle società. Benjamin non è il solo, infatti, ad aver preannunciato quella rivoluzione che avrebbe portato l'evoluzione tecnologica.

Il nuovo modo di fruire di uno spazio virtuale, del tutto assente nel corso della storia passata, ha portato delle innovazioni nel modo di fruire lo spazio reale.

Riferendoci allo spazio costruito dell'architettura si deve tener presente della particolarità della fruizione dello spazio reale. Il fatto che le forme tridimensionali della realtà vengano ridotte in immagine bidimensionale dalla retina e in tale forma vengano interpretate dal cervello, porta un'inevitabile analogia con la percezione degli spazi virtuali attraverso la loro proiezione nelle due dimensioni del *monitor*.

Il fatto del tutto nuovo che all'osservatore delle immagini digitali sia data la possibilità, prima negata in ogni forma di rappresentazione, di potersi muovere liberamente nello spazio virtuale tridimensionale assecondando tutte le esigenze interpretative dettate dal cervello investigatore, comporta una rivoluzione nel modo di percepire le immagini.

Il cervello ha fatto sua questa nuova possibilità acquisendo-

la tra le forme investigative a sua disposizione. Così come nella realtà si può cambiare il punto di vista sugli oggetti muovendo lo sguardo nello spazio, altrettanto è dato nel mondo delle immagini virtuali. La percezione diventa, quindi, attiva.

La simulazione della realtà si fonda quindi sia sullo stesso metodo di rappresentazione (la proiezione di oggetti tridimensionali su un supporto bidimensionale) sia sulla stessa possibilità di cambiare in tempo reale il punto di vista.

Nell'osservazione di spazi architettonici 3D con mezzi informatici, tuttavia, siamo portati a considerarci artefici dei movimenti degli oggetti nello spazio virtuale del *computer* e non abbiamo l'impressione che gli stessi si muovano rispetto ad un punto di osservazione fisso.

Naturalmente non si verifica la percezione di un movimento fisico. Una spiegazione potrebbe essere il rapporto inverso di subordinazione dimensionale; un altro motivo l'esistenza di una cornice che ci fornisce una porzione statica dell'immagine in un contesto in movimento.

Un aspetto fondamentale, che potrebbe avere conseguenze sulla percezione reale dei materiali, consiste nella possibilità degli oggetti dello spazio digitale di poter cambiare rapidissimamente non solo la pelle, ma il materiale stesso con cui è costituita una architettura.

Il modello digitale può diventare trasparente, opaco, riflettente e tutto in tempo reale.

L'osservatore si trova, quindi, immerso in uno spazio capace di rapidissimi cambiamenti sostanziali che alterano profondamente la percezione dello spazio. Cambiamenti di materiale e quindi di opacità e livelli di trasparenza, comportano la possibilità di percepire spazi del tutto nuovi, dove le architetture sembrano spesso dover rispondere ad una nuova istanza: quel-

la della variabilità.

Se è vero che «la psiche riconosce le configurazioni significative in base a procedimenti di confronto tra i segni recepiti e i modelli che fanno parte del bagaglio mnemonico»<sup>3</sup> si dovrebbero aggiungere a questo “bagaglio” anche la nuova forma di spazio che deriva dall’applicazione degli strumenti digitali nella riproduzione della realtà.

Nasce così una architettura mutante ed in continuo movimento, dove i materiali sembrano assecondare la percezione delle forme virtuali insita nelle nuove immagini digitali.

## 2d. La variazione del punto di vista

L'evoluzione tecnologica ha portato dei cambiamenti significativi nel modo di vivere quotidiano.

Si prenda, ad esempio, il nuovo modo di fruire di eventi musicali, sportivi, grandi avvenimenti che coinvolgono moltitudini di persone: l'evento viene ripreso con telecamere poste in diversi punti di vista e poi riprodotto simultaneamente su innumerevoli megaschermi. La percezione è assolutamente diversa, e, paradossalmente, più articolata per quelle persone che non sono a diretto contatto con l'evento stesso.

Per l'uomo contemporaneo è normale ed è stimolante assistere al susseguirsi di immagini in movimento dello stesso oggetto riguardato da diversi punti di vista, piuttosto che l'immagine statica o a misura degli spostamenti compatibili con il solo movimento della testa o delle gambe.

L'uomo attuale non è più spaventato dalla simultaneità delle immagini, dalla velocità del susseguirsi di fotogrammi sulla retina, dal cambio repentino di forme, colori o materiali del mondo reale o virtuale che vede davanti a sé'.

Ne è un esempio significativo lo sviluppo degli effetti speciali nel cinema: l'osservatore sembra ormai essere assolutamente a proprio agio di fronte a mondi virtuali che, solo qualche anno fa, avrebbero spaventato e creato incredula meraviglia negli occhi di chi li avesse guardati.

In pratica si assiste ad una evoluzione del punto di vista: da un punto di vista statico, si è passati ad un punto di vista dinamico fino ad arrivare ad un punto di vista multiplo e presente.

Rispetto al disegno dell'architettura, la storia ci offre esempi di come il punto di vista abbia influenzato l'esito progettua-

le: si pensi alle numerosissime architetture rinascimentali costruite sfruttando le regole prospettiche.

Da un solo centro statico privilegiato si percepisce l'intero complesso architettonico; muovendosi intorno all'oggetto si svelano tutti i trucchi prospettici.

Il punto di vista mobile serve invece a comprendere architetture di tipo diverso: basti pensare a tutta l'architettura moderna, che, per essere percepita nella sua complessità, necessita di un approccio che tenga conto dei movimenti dell'osservatore all'interno e all'esterno del complesso architettonico.

Nell'architettura contemporanea si assiste ad un ulteriore fenomeno importante: al punto di vista dinamico si è aggiunto il punto di vista multiplo.

Si prendano ad esempio quelle architetture che consentono la vista contemporanea di più parti di essa, le architetture trasparenti, effimere, costruzioni che sembrano alterare le leggi di gravità, costruite con materiali che cambiano nel corso della giornata, pareti luminose che diventano parte integrante del progetto, architetture riflesse che entrano a far parte della percezione spaziale, architetture manifesto e architetture simbolo corredate da immagini in movimento proiettate simultaneamente.



## Capitolo 3 - IL DISEGNO DELLO SPAZIO IN RELAZIONE ALLO STRUMENTO

### 3a. La rappresentazione come espressione culturale

Esiste una relazione tra il metodo di rappresentazione dell'idea progettuale e il risultato stesso del progetto?

«Il pensiero si forma in bocca»<sup>4</sup>. Con questa felice e nota espressione l'artista Tristan Tzara ha evidenziato uno degli aspetti più importanti della storia delle arti.

Il modo di creare un progetto, quindi, potrebbe non essere del tutto indipendente dal mezzo a disposizione per formarlo. Esiste un'influenza diretta tra mezzi e modalità attuative.

E' possibile pensare che realizzazioni architettoniche che appartengono al passato siano la conseguenza di un metodo di disegno?

«Il *computer* è stato per noi come vincere una guerra di liberazione. Il nemico, l'oppressore era la prospettiva, questo concetto di rappresentazione che ha soggiogato intere generazioni dall'inizio del Rinascimento (...). Insomma, l'enorme danno che la prospettiva ha fatto è stato quello di semplificare, di squadrare, di banalizzare l'architettura mediante gli angoli retti, mentre non c'è un solo angolo retto in Piazza del Campo, anzi non ce n'è uno in tutta Siena»<sup>5</sup>.

Secondo B. Zevi, infatti, la prospettiva non solo ha influenzato l'esito progettuale degli artisti del passato, ma ne ha addirittura limitato la fantasia.

Ci si può chiedere, a questo punto se e fino a che punto il nuovo mezzo informatico possa incidere sulla fase ideativa del

progetto e se sia capace di influenzare, oltre che i comportamenti percettivi, anche i linguaggi e gli stili ed infine la capacità creativa della mente di chi ne fa uso per la progettazione.

Per poter rispondere a questo quesito può essere utile affrontare uno studio critico del rapporto particolare tra disegno e progetto, in alcuni momenti significativi della storia della rappresentazione, per scoprire se esiste ed in che misura una corrispondenza tra tipo di disegno e tipo di progetto.

### **3b. Evoluzione storica del rapporto tra rappresentazione e progetto**

#### **1) Rinascimento e prospettiva**

L'architettura del Rinascimento e le sue relazioni con la prospettiva sono state analizzate diffusamente da molti studiosi e secondo molteplici punti di vista. In questa sede si intende approfondire il rapporto tra metodo grafico e contenuto progettuale.

Riguardo al legame fra la tecnica della proiezione prospettica e il formato del foglio rettangolare assimilabile ad una finestra prospettica, si è soffermato Ackerman insistendo su come la tecnica della prospettiva descritta da Leon Battista Alberti nel *De Pictura*, poco dopo l'introduzione della carta, influenzi il formato del foglio<sup>6</sup>.

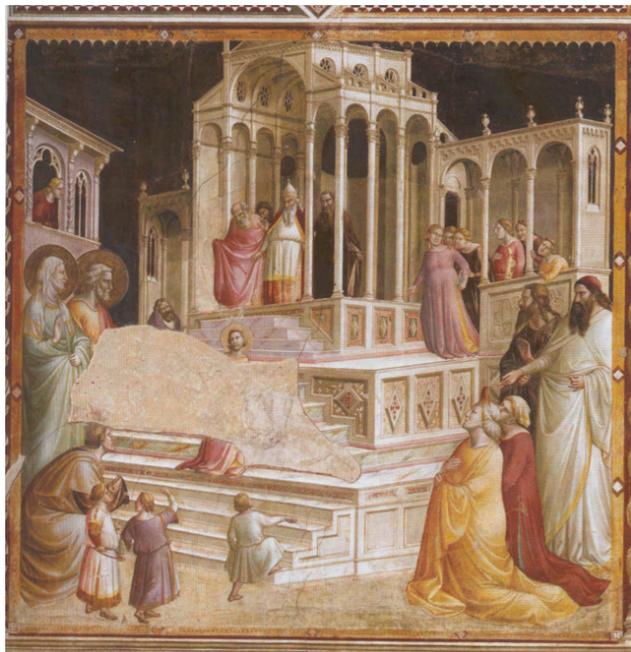
Una delle caratteristiche più importanti introdotta nel Rinascimento con la codificazione delle leggi scientifiche della prospettiva consiste nella indissolubilità tra mondo della visione e mondo della rappresentazione.

Per la prima volta i tentativi di riprodurre la realtà si liberano dalle incertezze delle forme di rappresentazione empiriche, caratterizzate da immagini non riconducibili a fenomeni scientifici e quindi da una non corrispondenza tra realtà e visione. Le architetture dipinte possono essere comprese nella loro reale essenza tridimensionale mediante l'immedesimazione dell'osservatore in uno spazio ben determinabile all'interno della rappresentazione.

Le opere pittoriche<sup>7</sup> di Arnolfo, Giotto, Taddeo Gaddi, del tardo '300 e primo '400, propongono spesso, nella loro ambientazione edifici che via via divengono spazialmente più strutturati, e che si rifanno all'antico e sono ricostruibili come spazi

tridimensionali tanto da indurre a pensare a fabbriche progettate in cui si ambientano le vicende narrate.

L'impianto prospettico di rappresentazione dell'intero edificio, nella sua organizzazione di interno ed esterno, segue il proporzionamento dell'edificio, dell'impaginato e dell'organiz-

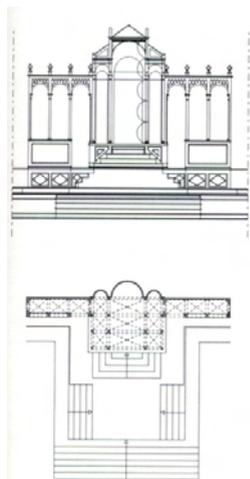


49

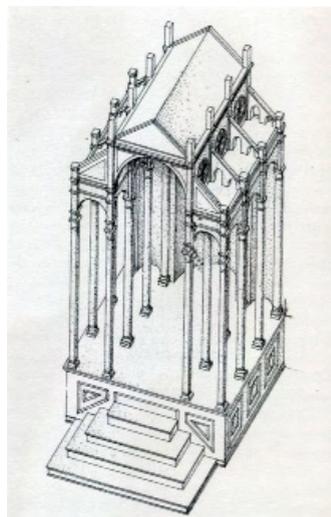
zazione delle sue parti.

Nei dipinti lo sfondo architettonico diviene un elemento fondamentale; la necessità di ricostruirlo scientificamente induce con il tempo a differenziare l'autore delle figure da quello dei fondali architettonici.

Nella *Trinità* di Masaccio in Santa Maria Novella il complesso partito architettonico da molti attribuito a Brunelleschi<sup>8</sup> restituisce un impianto coperto con una volta a botte cassettonata, all'antica, inquadrato all'interno di un arco con paraste ai lati rappresentato in prospettiva centrale. Le linee di fuga della copertura della volta insieme alla presenza di un pieno in asse, caratteristica peculiare del linguaggio brunelleschiano, esaltano



50

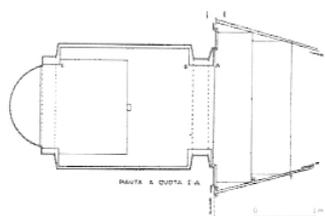


51

Fig. 49 - Taddeo Gaddi: *Presentazione al Tempio*. Santa Croce, Firenze 1332-38.

Figg. 50, 51 - Disegni di restituzione dell'impianto architettonico della *Presentazione al Tempio* di Taddeo Gaddi (P. Zampa).

53



54

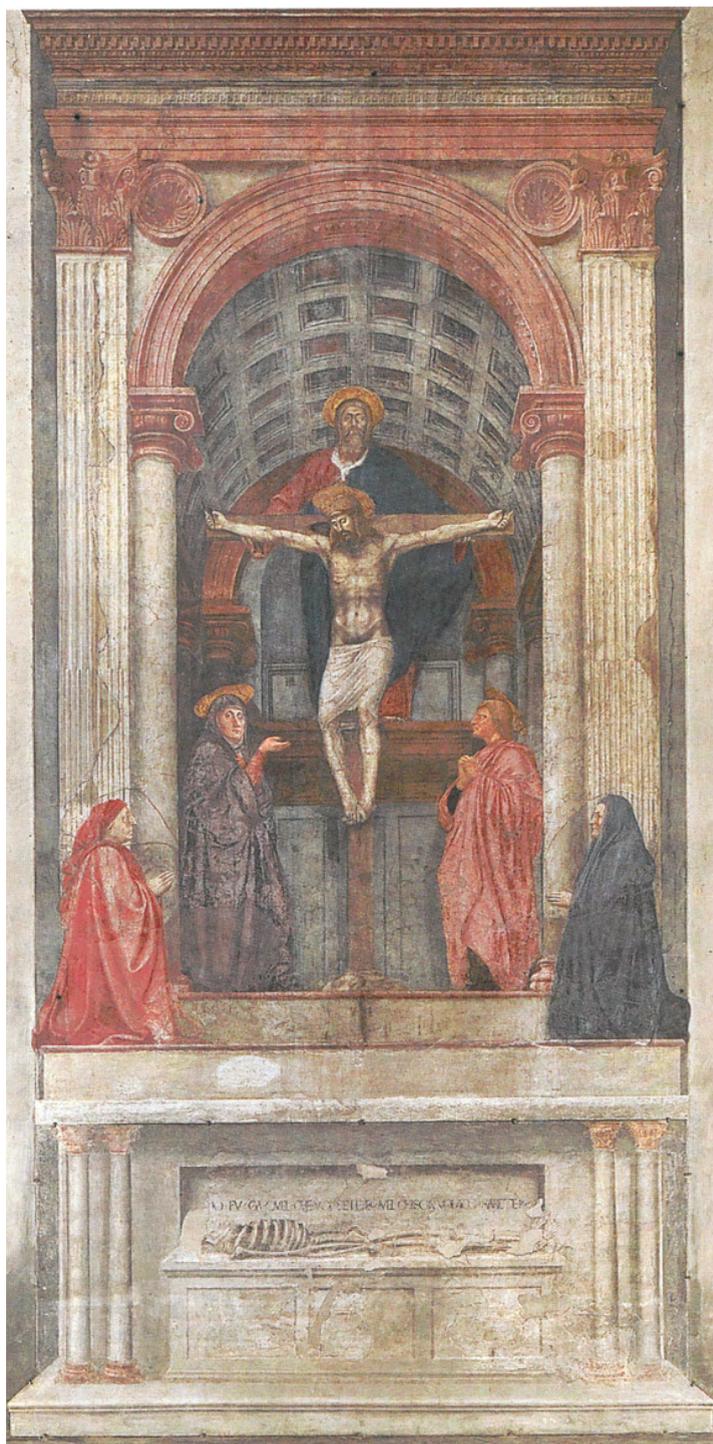
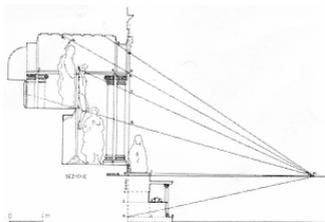


Fig. 52 - Masaccio: *Trinità*.  
 Santa Maria Novella, Firenze  
 1425-27.

Figg. 53, 54 - Disegni di resti-  
 tuzione dell'impianto architet-  
 tonico della *Trinità* di  
 Masaccio (P. Sanpaolesi).

52

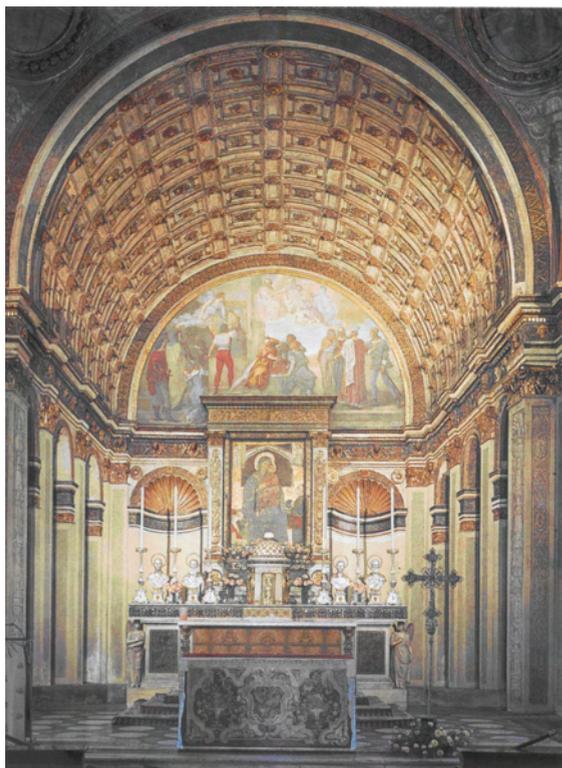
ed assecondano l'impostazione centrale della visione.

La rispondenza delle leggi della rappresentazione prospettica alle leggi dell'ottica e della visione umana comporta la corrispondenza delle immagini percepite dello spazio figurativo a quello delle immagini percepite nella realtà.

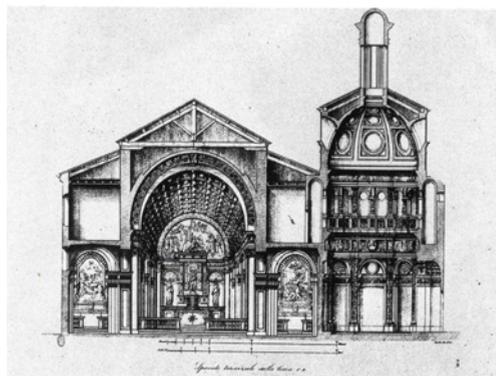
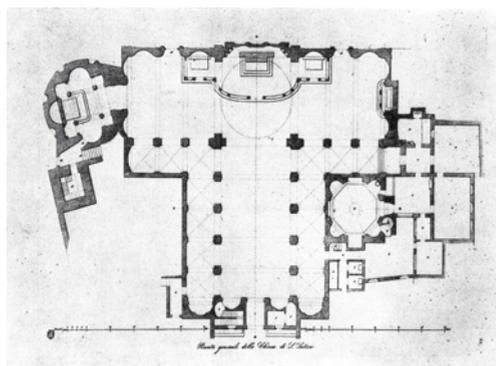
La capacità di immaginazione viene stimolata con riferimenti oggettivi. Lo spazio illusorio prospettico offre all'osservatore un'immagine veritiera della realtà che riesce ad immaginare con l'osservazione di un disegno.

Tuttavia quando la fruizione si allontana da un preciso punto di osservazione, l'immagine appare meno veritiera. Esiste, infatti, un unico punto di vista che regola l'intera costruzione dell'immagine.

La conoscenza della realtà rappresentata, quindi, si imposta su un rigido criterio di osservazione: il punto di vista viene ine-



55



56

vitabilmente fissato.

Bramante nel coro di Santa Maria presso San Satiro ricostruisce con una finta prospettiva l'immagine di uno spazio che non esiste. Il coro è schiacciato in uno spazio minimo ma offre l'illusione all'osservatore di possedere una sua propria e proporzionata spazialità. Esiste, naturalmente un punto privilegiato di osservazione, in asse con il centro della parete di fondo del coro, in cui l'artificio è completamente efficace.

La scelta della posizione del punto di vista idoneo per l'osservazione e la rappresentazione della realtà, tuttavia, non è del tutto casuale: esistono infinite prospettive possibili che però non mettono in evidenza il tipo di spazialità prediletta dagli uomini rinascimentali.

Solo la prospettiva centrale è in grado di comunicare l'idea di spazio rappresentato in ambienti regolari di forma quadrata o parallelepipedica quando un lato di detti ambienti coincide con il piano di intersezione della piramide visiva che parte dall'occhio dell'osservatore-disegnatore (posto, quindi, ad altezza uomo sul piano perpendicolare all'asse del quadro).

Si deve notare, tuttavia, che, per l'epoca rinascimentale, le immagini costruite con il metodo della prospettiva esprimevano il massimo grado di iconicità allora mai raggiunto da qual-

*Fig. 55 - Bramante: Coro della Chiesa di Santa Maria di San Satiro, Milano 1482.*

*Fig. 56 - Pianta e sezione della Chiesa (A. Cassina 1840).*

*Fig. 57 - Filippo Brunelleschi: Ospedale degli Innocenti, Firenze dal 1419.*

57





58

siasi tipo di rappresentazione: non esistevano le fotografie e neppure le rappresentazioni animate.

Lo sguardo attraverso gli occhi dell'osservatore-disegnatore sembrava così altamente corrispondente alla visione naturale che osservando la realtà stessa ci si poneva possibilmente come si sarebbe posto il disegnatore-osservatore.

L'architettura rinascimentale si dota di linee che assecondano lo sfondamento prospettico e che possano essere rappresentati facilmente mediante prospettiva con punto di fuga centrale. Ad esempio gli elementi propri dell'edificio, come la presenza di marcapiani, cornicioni aggettanti e continui che fuoriescono dal volume dell'edificato esaltano, infatti queste possibilità.

L'unitarietà della rappresentazione consiste nella possibilità in un unico disegno di avere un'idea molto ben precisa della realtà rappresentata. Le zone d'ombra della prospettiva non tagliano parti di edifici fondamentali per la comprensione dell'intero organismo architettonico. Anzi, spesso, la struttura architettonica si moltiplica nelle parti laterali quasi come a ripetere il principio ordinatore manifestato in facciata. Lo sguardo ad altezza uomo consente di visualizzare l'intero organismo architettonico.

Le regole che governano la costruzione sono quindi la simmetria, la costruzione secondo angoli retti, la regolarità e ripetitività degli elementi ordinatori dello spazio tipo colonne, fine-

*Fig. 58 - Luciano Laurana (attribuito): La città ideale. 1470 circa.*

*Fig. 59 - Filippo Brunelleschi: interno della Chiesa di San Lorenzo. Firenze dal 1419.*

stre, portici, elementi verticali che danno profondità all'immagine.

Il tipo di gradimento di ambienti rappresentabili con queste modalità e secondo leggi scientifiche, che avallavano la correttezza formale dell'immagine, ha avuto un'influenza altrimenti non spiegabile nella progettazione delle nuove forme architettoniche e soprattutto nelle visioni delle città ideali.

Quello che si può supporre è che, ad esempio, nell'osservazione di una piazza urbana si privilegiasse un punto di vista centrale che potesse mettere bene in evidenza le linee di fuga delle rette orizzontali e che consentisse una immagine spaziale unitaria del complesso architettonico.

La realtà si guarda e si costruisce secondo il nuovo punto di osservazione antropocentrico, misurabile e scientificamente corrispondente alla visione della realtà in un preciso momento spazio-temporale. Le architetture che meglio incarnano il pensiero razionale di questo modo scientifico di osservazione e rappresentazione della realtà si fondano tutte, evidentemente,

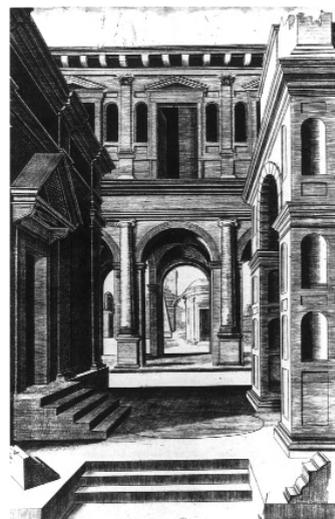


assecondando una spazialità di tipo euclidea con gli spazi organizzati e fruibili secondo un punto di vista privilegiato, centrale ed ad altezza uomo.

Si possono citare innumerevoli esempi di architetture costruite o solo progettate secondo questo schema logico. La prospettiva è uno strumento di codifica della cultura: il punto di vista ad altezza uomo ne esalta la qualifica di *artefice* della realtà e ne agevola il controllo, supera la trascendenza, acquisisce padronanza concettuale e geometrica dello spazio che lo circonda.

Anche le fabbriche sono coinvolte e influenzate da questo processo e in esse si ritrovano quegli attributi che sono messi in evidenza nelle visioni prospettiche.

Lo spaccato prospettico nasce nel periodo rinascimentale: il noto disegno di Peruzzi per San Pietro (1534-35)<sup>9</sup> ne è un esempio significativo, forse il primo. Questo complesso metodo di rappresentazione si riscontra anche nell'accurato disegno di Vincenzo Scamozzi per le *Terme di Diocleziano* dove in un unico grafico si restituisce la pianta, la sezione prospettica e la volumetria di un complesso organismo architettonico.



60

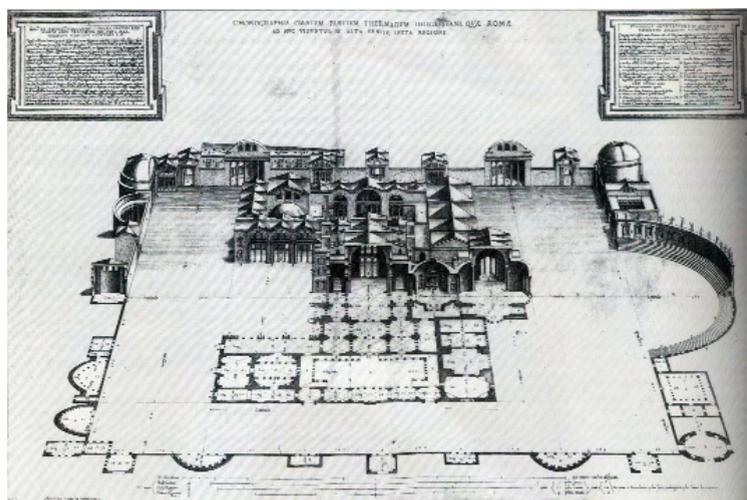


Fig. 60 - Prospettiva architettonica dal "De Pictura" (copia del 1518).

Fig. 61 - Vincenzo Scamozzi: corografia delle Terme di Diocleziano, 1580.

## 2) Prospettiva e scenografia

La costruzione delle scenografie teatrali corrisponde all'evoluzione del disegno in prospettiva: de sempre lo scopo finale di tali opere è stato quello di ricreare in un unico quadro di insieme l'illusione della profondità.

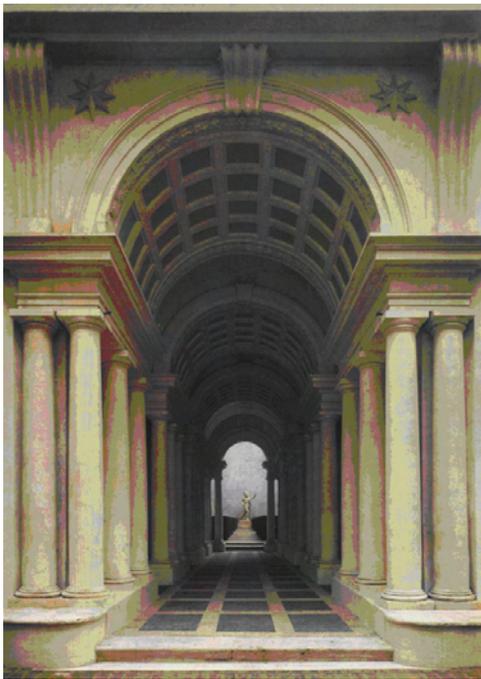
Con la codificazione scientifica della prospettiva nel Rinascimento le scene teatrali tendono a diventare, a differenza delle scenografie precedenti, dei quadri unitari.

L'evoluzione della prospettiva scenica consiste soprattutto nella moltiplicazione e nel decentramento dei punti di fuga.

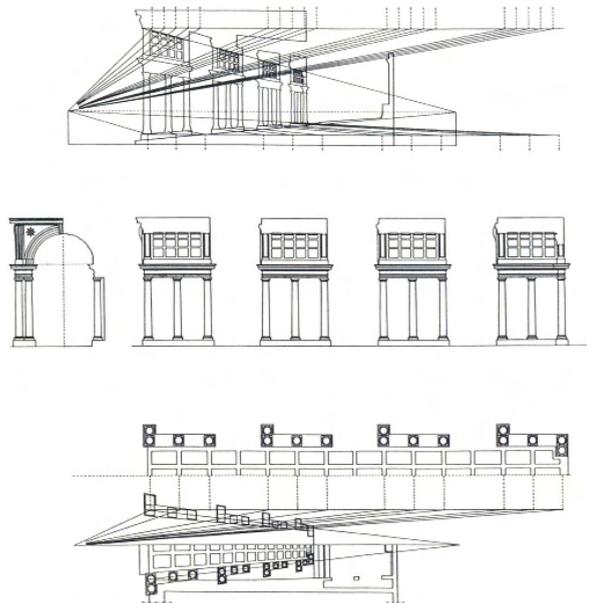
Prende posto anche l'applicazione di figure anamorfiche, che, opportunamente studiate per una visione dalla sale, aumentano la profondità e l'illusionismo dello spazio.

Ulteriore evoluzione dello spazio scenico è rappresentata dalla prospettiva solida: un esempio emblematico in architettu-

*Figg. 62, 63 - Francesco Borromini: galleria prospettica. Palazzo Spada, Roma 1652. Vista fotografica e restituzione della prospettiva (F. Camerota).*



62



63

ra si trova nella Galleria Spada opera di Borromini.

Questo tipo di “prospettiva solida accelerata”<sup>10</sup> trova un grande campo di applicazione in tutte le scenografie teatrali.

Ne sono un esempio significativo le scene per il Teatro Olimpico di Andrea Palladio a Vicenza (1585), opera di Vincenzo Scamozzi.

Dietro ad un fronte classicheggiante partono sette vie che presentano numerosi artifici che si avvalgono, appunto, delle illusioni basate sulle leggi della prospettiva come ad esempio la forte inclinazione in salita dei pavimenti e la convergenza accentuata inversa delle linee di colmo dei tetti.

Oltre alla scena fisicamente costruita, l'illusione della profondità prosegue con delle scene dipinte, anch'esse secondo i canoni della prospettiva, che accrescono ancora di più la profondità dell'insieme.<sup>11</sup>

La ricerca delle scenografie teatrali nel Rinascimento si basa, fondamentalmente, sull'applicazione delle leggi scientifiche della prospettiva.

La scena si concepisce sempre come la proiezione di una geometria reale da un unico punto di vista privilegiato e si articola secondo un punto di fuga centrale.



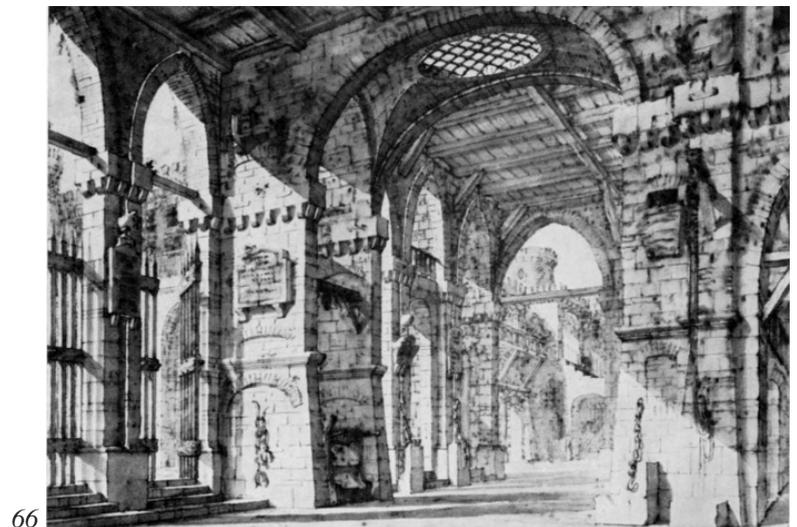
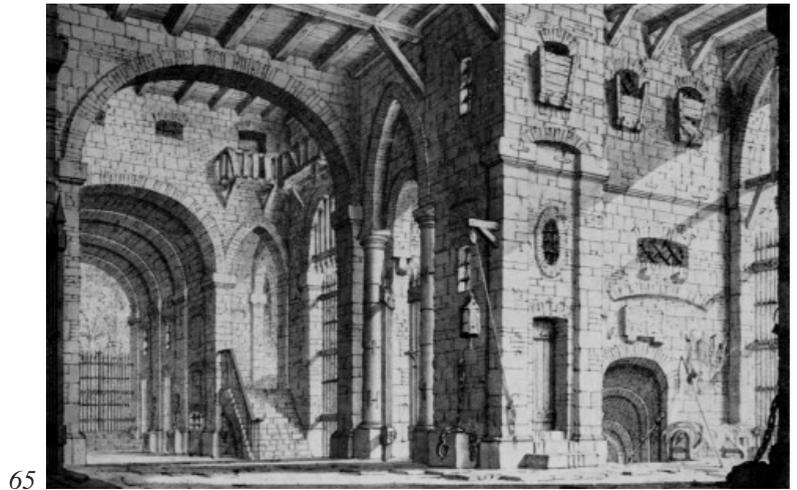
*Fig. 64 - A. Palladio – V. Scamozzi: scena fissa del Teatro Olimpico di Vicenza (1585).*

*Fig. 65 - Giuseppe Bibiena: interno di fortezza (1713).*

*Fig. 66 - Francesco Bibiena: 64 corte d'armi (1722).*

Questo aveva comportato, inoltre, che gli artifici prospettici atti ad aumentare la profondità fittizia della scena erano funzionali nella visione frontale privilegiata, ma spesso erano poco comprensibili dai punti di osservazione laterali.

L'evoluzione degli studi sulla scenografia teatrale porta i vari autori a ricercare sempre di più effetti illusionistici nelle scene che, quindi, tendono a svincolarsi dalla ricostruzione prospettica "esatta" di uno spazio fisico reale per raggiungere una



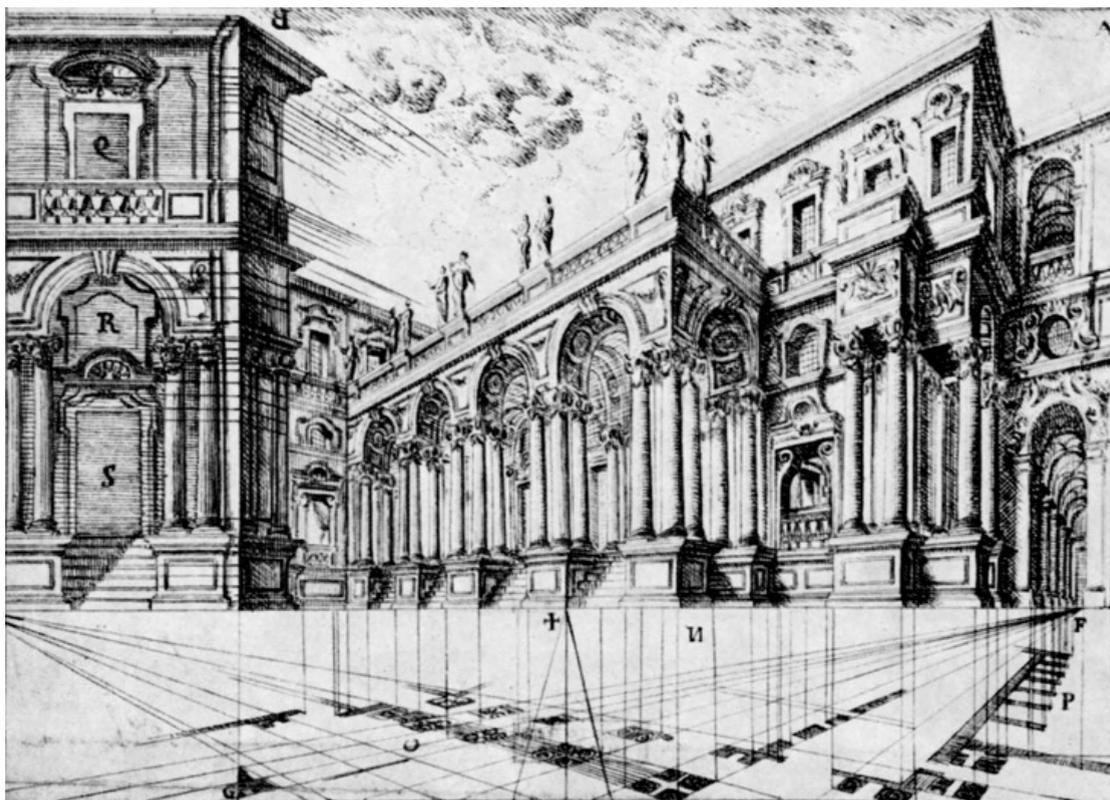
maggiore libertà.

Si ricercava maggiormente l'effetto spettacolare ed in questo filone si afferma la ricerca della famiglia Galli Bibiena: le scenografie proposte si caratterizzano per la cosiddetta "scena d'angolo" costituita dalla posizione accidentale, rispetto al piano del boccascena, di tutti gli elementi appartenenti alla scenografia.

Il primo piano è affidato non più alla facciata degli edifici, ma agli angoli. In questo modo le rette orizzontali, che nella scenografia rinascimentale convergevano nell'unico punto di fuga centrale, vanno ad unirsi verso punti di fuga diversi.

La moltiplicazione dei punti di vista offriva uno spettacolo molto più godibile e comprensibile da più punti di vista posti in luoghi distanti nella platea.

*Fig. 67 - Ferdinando Bibiena: cortile per angolo (1711).*



### 3) Movimento Moderno e assonometria

La codificazione delle proiezioni ortogonali attuata da Gaspard Monge nel 1794 corrisponde ad un momento storico di grande importanza dal punto di vista dei cambiamenti del rapporto tra l'uomo e la realtà che lo circonda.

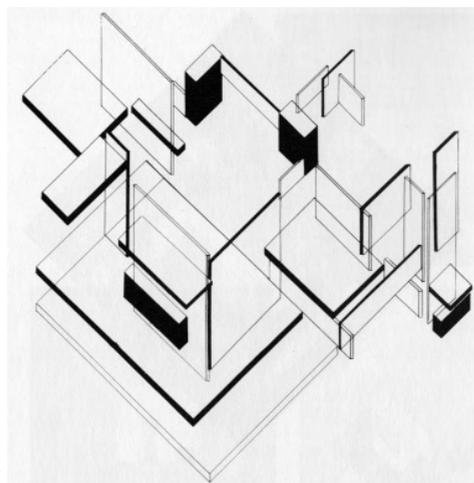
Questa codificazione mette in evidenza il passaggio concettuale e storico che avviene da una cultura del rapporto soggettivo ed individuale del progetto ad una necessità e volontà di rendere il linguaggio del disegno come un codice universalmente comprensibile e riproducibile.

Le proiezioni assonometriche, così definite da M.H. Mayer nel 1852, rappresentano il grado più alto di astrazione nelle rappresentazioni tridimensionali di un oggetto.

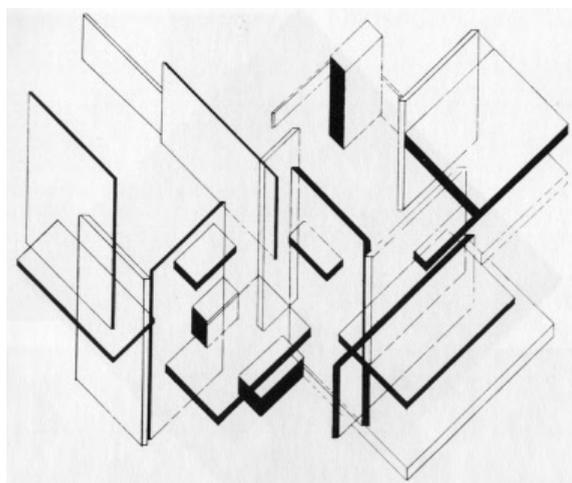
Il risultato della proiezione dal punto di vista improprio ha come esito un'immagine del tutto lontana dai parametri percettivi naturali dell'uomo.

Nata come risposta alla necessità di rappresentare tridimensionalmente gli oggetti del mondo delle fabbriche, si applica in architettura a tutta la serie di progetti dove quello che più conta

*Figg. 68, 69 - Theo van Doesburg: analisi di architettura "contro - costruzioni" (1923).*



68

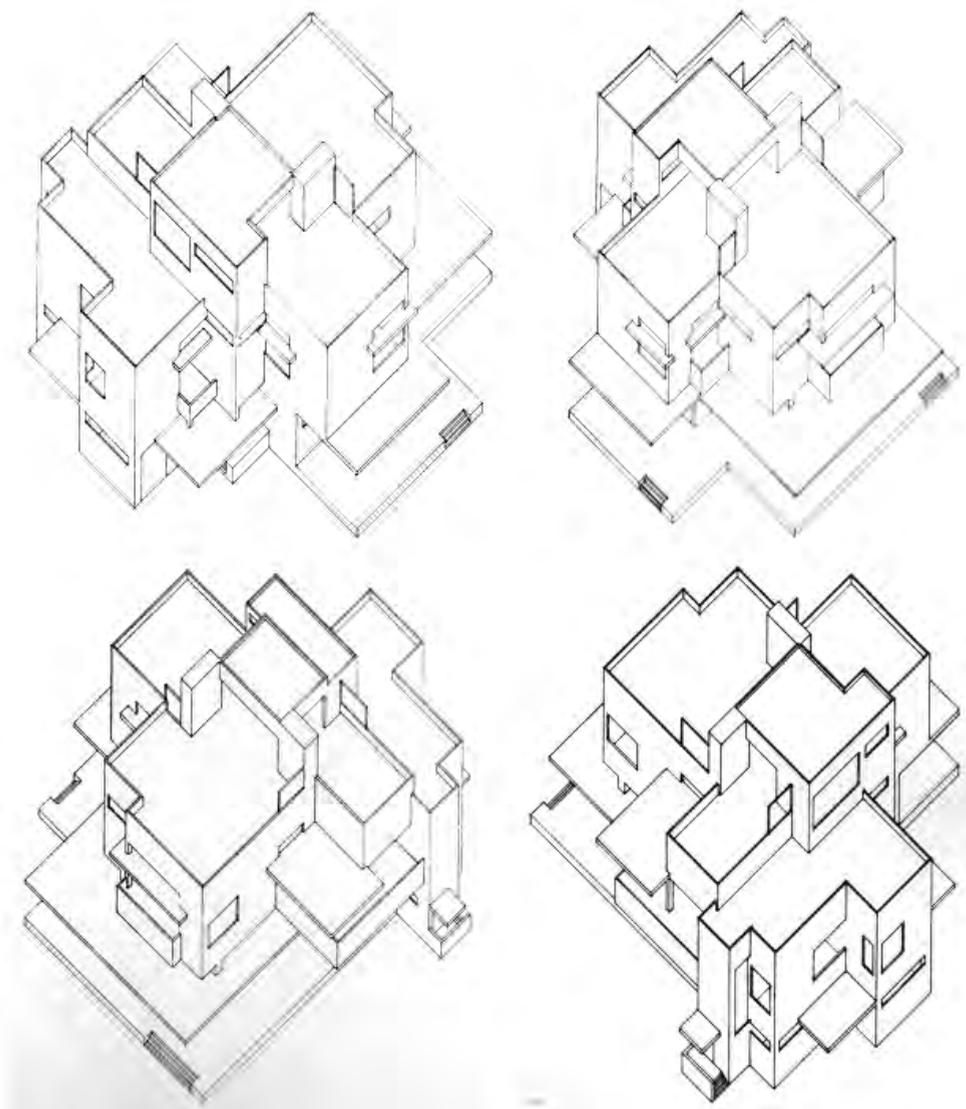


69

è la messa in evidenza delle relazioni tra le parti e tra i volumi.

Le proiezioni dal punto di vista improprio offrono la possibilità di leggere la reale essenza del mondo osservato da un punto di vista non soggettivo.

L'uomo non è più il centro e la misura delle cose, ma quello che maggiormente si evince dalle rappresentazioni sono le reali forme rappresentate nella loro oggettiva essenza.



Lo sguardo da lontano pone l'attenzione, percettivamente, sulle proporzioni tra le parti, sui singoli elementi e sulla vera misura degli oggetti.

I volumi sono osservati e rappresentati a prescindere dallo sguardo di chi li esamina e indipendentemente dal punto di vista dell'osservatore-uomo.

Questo rappresenta un cambiamento radicale proprio nel modo di percepire e di prefigurare lo spazio.

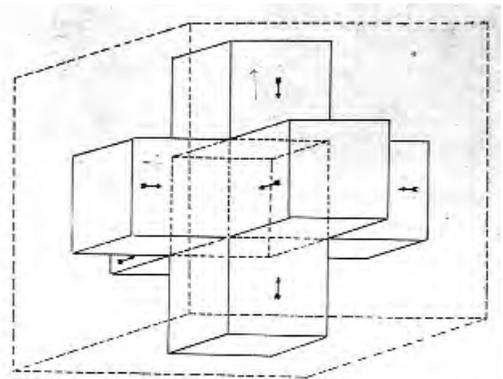
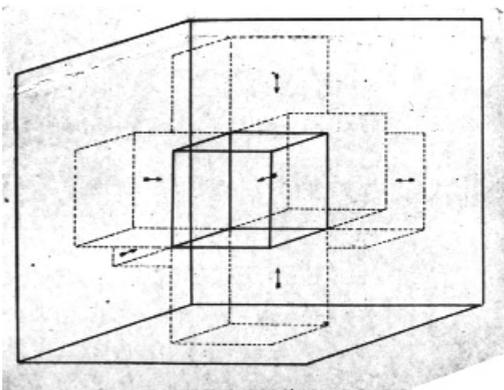
In architettura questa introduzione è coincisa con la nascita e lo sviluppo dell'architettura moderna, ma soprattutto con l'abbandono di tutta una serie di stilemi appartenenti al vicino passato.

In questo senso tutti i grandi maestri del Movimento Moderno, soprattutto con il Neoplasticismo, si affidano a rappresentazioni secondo una visione assonometrica della gran parte dei loro progetti, individuando, proprio in quella forma di rappresentazione, il mezzo per poter esprimere l'essenza oggettiva della loro arte che aveva come presupposto quella fiducia nella razionalità e nel progresso che il movimento stesso si poneva come obiettivo.

L'assonometria risulta, quindi, essere un mezzo per visualizzare con immediatezza ed a tutte le scale metriche l'essenza

*Fig. 70 - Theo van Doesburg, Cornelis van Eesteren: schemi di architetture. Viste assonometriche (1923).*

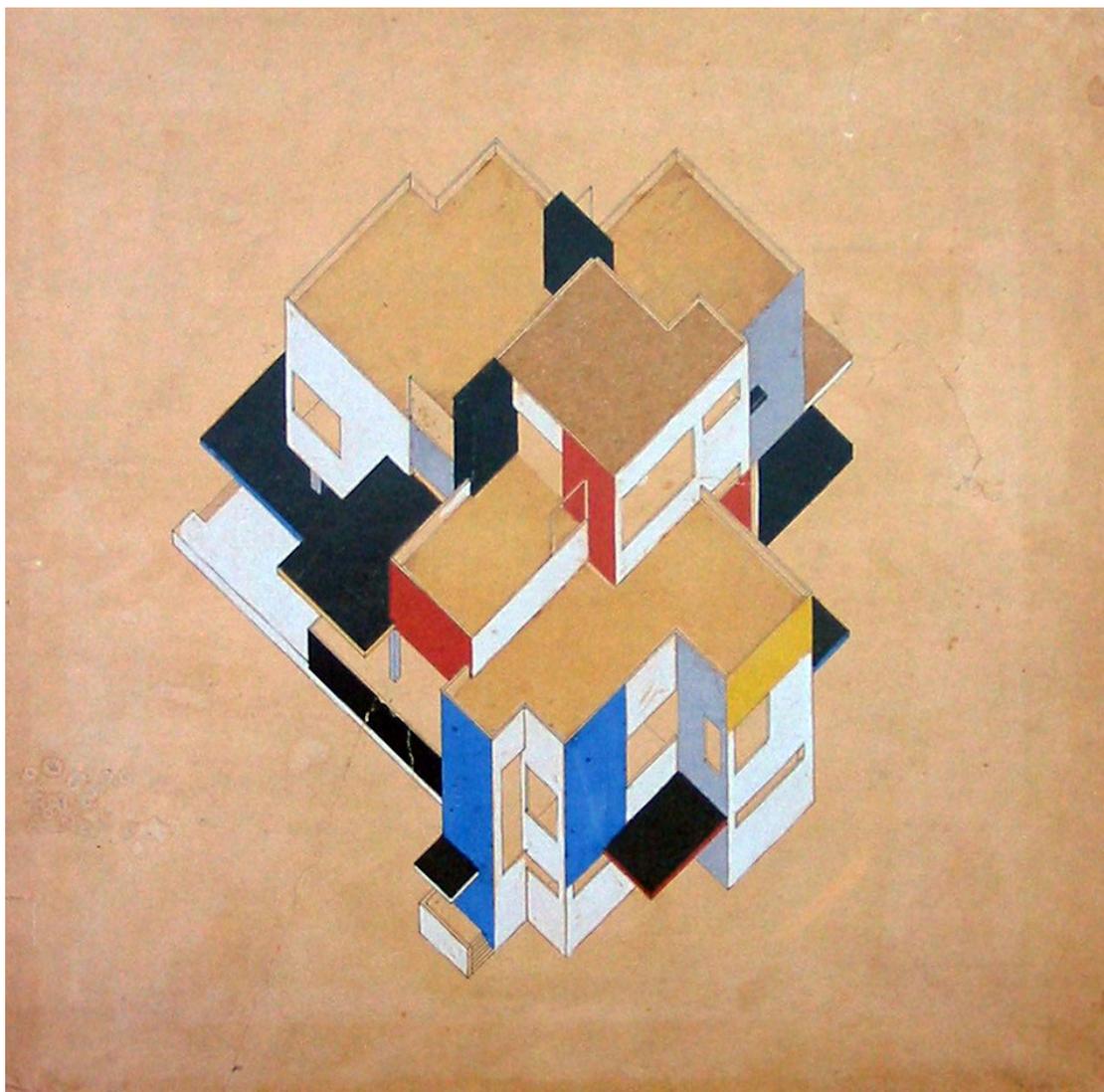
*Fig. 71 - Theo van Doesburg, Cornelis van Eesteren: rappresentazioni schematiche di due "tesseract" (1925).*



volumetrica e, in qualche modo, la legge compositiva stessa che regola il progetto.

La rappresentazione del progetto, che si allontana dalla visione soggettiva a scala umana propria dei metodi della prospettiva, appare quindi come funzionale ad incarnare quei principi di razionalità e di oggettività tipici dei principi dell'architettura moderna.<sup>12</sup>

*Fig. 72 - Theo van Doesburg, Cornelis van Eesteren: assonometria (Architecture, vue d'en haut 1923).*



#### 4) Futurismo e prospettiva

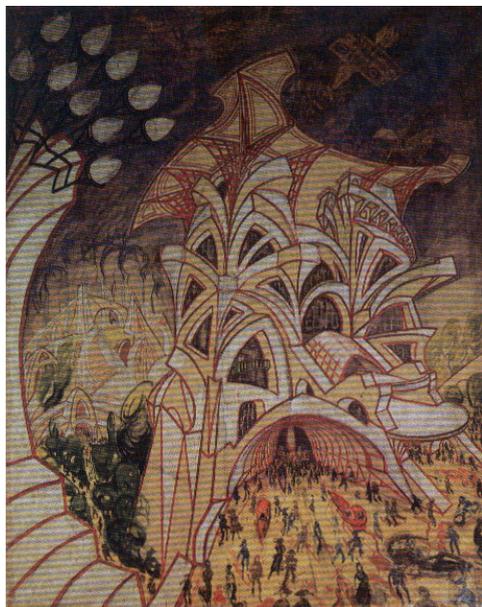
Il futurismo in architettura è la diretta conseguenza del futurismo in pittura. Con la fine dell'800 da più punti di vista cominciano a sorgere teorie che comprendono lo spazio nell'idea di tempo.

L'introduzione nelle rappresentazioni della quarta dimensione si manifesta con le prime espressioni del cubismo e del futurismo quando si comincia a rappresentare il tempo con la sovrapposizione di istantanee che contengono ciascuna un frammento temporale.

S. Geidion sostiene che «il cubismo rompe con la prospettiva rinascimentale. Esso considera gli oggetti relativamente, cioè da più punti di vista, nessuno dei quali ha il predominio assoluto».<sup>13</sup>

Fig. 73 - Virgilio Marchi:  
*Città fantastiche* (1919).

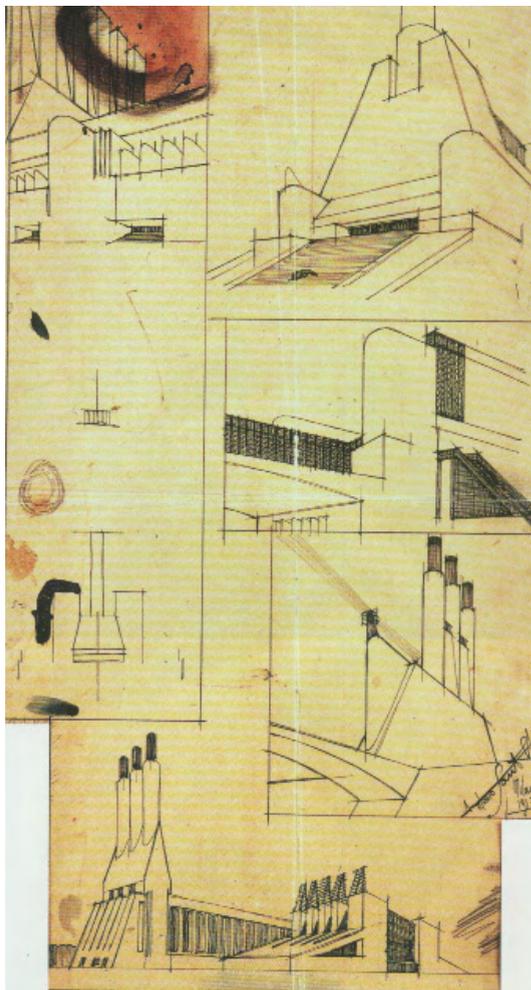
Il valore delle prospettive futuriste consiste proprio nella ricerca del fattore tempo come possibile forma rappresentabile.



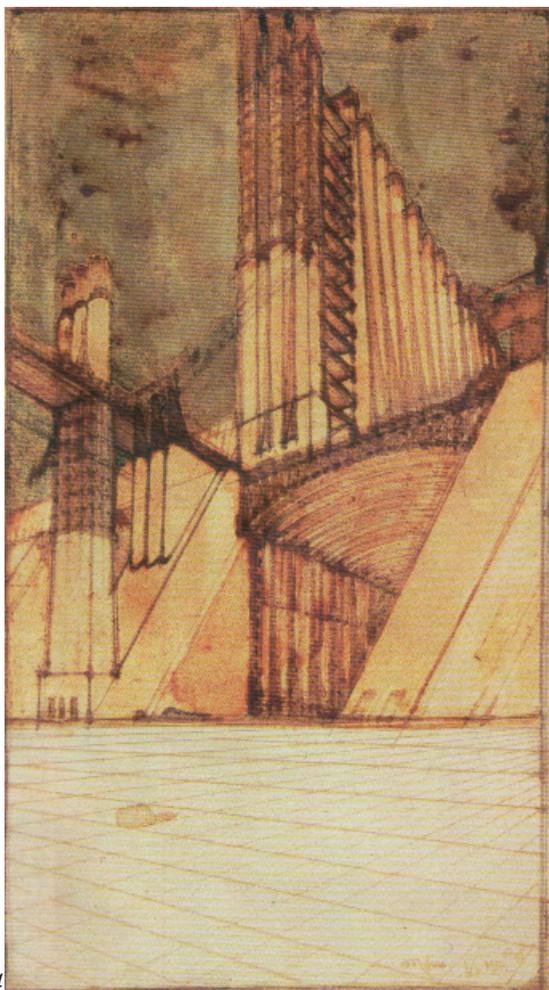
Nella stessa immagine si cerca di rappresentare più fasi spazio-temporali.

La differenza fondamentale tra l'uso della prospettiva di tipo rinascimentale, e l'utilizzo di questo metodo da parte degli esponenti del Futurismo consiste nella diversa scelta del punto di vista.

Dalla visione antropocentrica a scala umana, quindi, si passa ad una visione da un punto di vista quasi del tutto



74



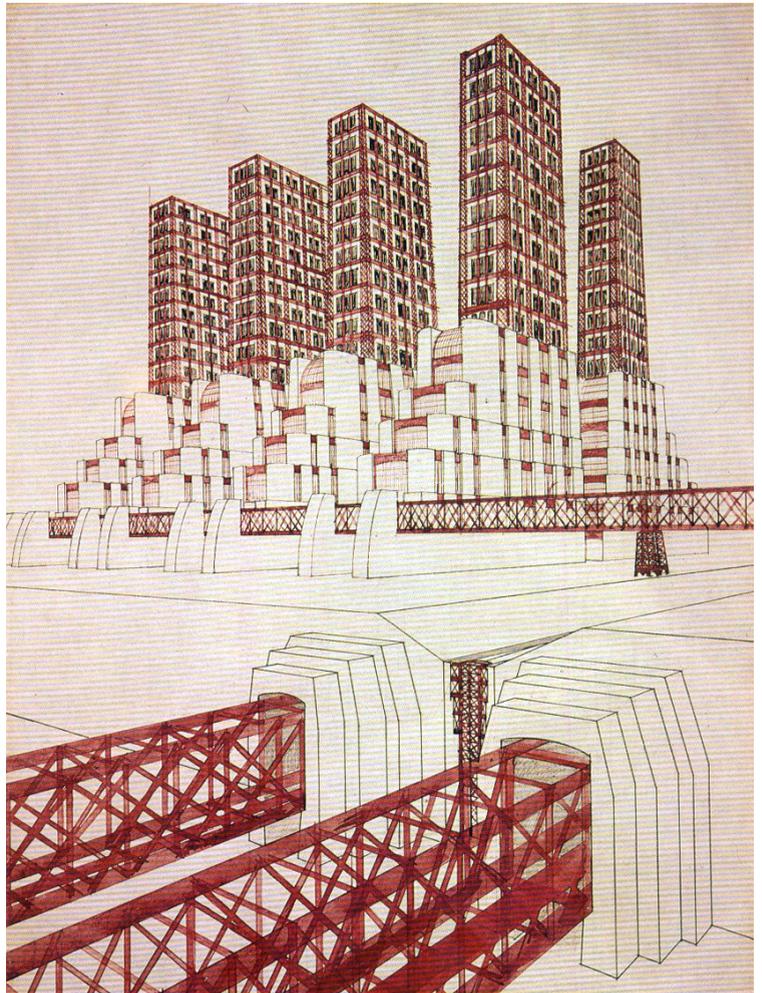
75

innaturale.

Non è facile, spesso, individuare dei riferimenti a valori percettivi naturali.

Il punto di vista spesso è alterato in quanto posto ad una distanza dalla linea di terra molto bassa o molto alta.

L'intento di dimostrare la fiducia nel progresso e nelle strutture architettoniche riesce perfettamente ad essere compreso ed enfatizzato da questo tipo di rappresentazioni.



*Fig. 74 - Antonio Sant'Elia: città nuova, casamento con terrazza su due piani stradali (1913).*

*Fig. 75 - Antonio Sant'Elia: città nuova (1914).*

*Fig. 76 - Mario Chiattonne: Ponte e studio di volumi (1914).*

76



## Capitolo 4 - APPLICAZIONI PROGETTUALI CONTEMPORANEE

### 4a. Le istanze della modernità

Per poter ricercare le relazioni tra la rappresentazione informatizzata e gli esiti dell'architettura contemporanea si è costruito una sorta di dizionario delle istanze dell'architettura contemporanea, dove per ogni termine si è associato uno o più esempi corrispondenti a quella voce.

Naturalmente potrebbe risultare riduttivo cercare un solo singolo aspetto in ogni architettura: quello che qui preme mostrare sono alcune delle caratteristiche specifiche che sembrano essere conseguenza diretta dei nuovi mezzi a disposizione.

E' doveroso sottolineare, inoltre, che gli esempi che seguono potrebbero essere catalogati in molte delle voci che appartengono alle istanze della contemporaneità. Come noto, ogni progetto è diverso e molto complesso: ogni manifestazione d'arte non può rispondere ad una singola istanza. Uno dei principi unificatori dell'architettura contemporanea sembra comunque essere la complessità, che per la sua stessa natura implica una sommatoria di aspetti ed elementi significativi.

All'interno dell'immenso panorama di esempi realizzati o di progetto si è cercato di isolare i progetti che mostrassero maggiormente rispetto alle altre quelle istanze che si è scelto di analizzare.

E' opportuno, tuttavia, precisare che alcune di queste istanze si possono trovare in rappresentazioni artistiche ed architettoniche proprio nel corso dell'ultimo secolo da parte di avanguardie artistiche ed architettoniche, e quindi prima dell'introduzione dei mezzi informatici attuali.

Se si pensa, ad esempio, all'istanza del moto indotto ad alcuni oggetti architettonici, che nel dizionario proposto di seguito viene rappresentato dall'architettura dei Mecanoo, non si può non ricordare gli esperimenti teatrali che si facevano nella Bauhaus con il "Teatro Totale" di Gropius o con gli esperimenti di Moholy-Nagy con gli "abbagliamenti repentini" dello spettatore.<sup>14</sup>

Tuttavia, seguendo il pensiero di W. Benjamin, si può affermare che «uno dei compiti dell'arte è stato da sempre quello di generare esigenze che non è in grado di soddisfare attualmente». Così come «il Dadaismo cercava di ottenere con i mezzi della pittura ... quegli effetti che oggi il pubblico cerca nel cinema»<sup>15</sup> ci si può riferire ad esperimenti dell'avanguardia artistica ed architettonica come a tentativi finalizzati all'affermazione ed alla ricerca di determinate istanze che oggi fanno parte del bagaglio dell'architettura contemporanea. Si può anche affermare, quindi, che l'introduzione degli strumenti informativi sia la risposta tecnica alle nuove esigenze di rappresentazione dell'oggetto architettonico manifestate dal progettista.

Nel corso dei capitoli precedenti si è trattato degli strumenti della rappresentazione informatizzata come veicolo di nuovi metodi per la fruizione attiva degli spazi.

In questo senso, dunque, con una visione più ottimistica rispetto alla paura spesso dimostrata di fronte al dilemma della perdita della creatività del progettista, che si troverebbe ad essere sottomesso allo strumento, ci si può sentire più liberi di affermare che gli esiti della architettura contemporanea non sarebbero semplici applicazioni delle nuove tecnologie, ma che le nuove tecnologie siano nate, insieme a tutto il sistema di comunicazione dei nuovi media, come risposta a sopraggiunte esigenze che coinvolgono innumerevoli aspetti di tutta la vita quotidiana dell'uomo moderno.

## 1) Architettura liquida

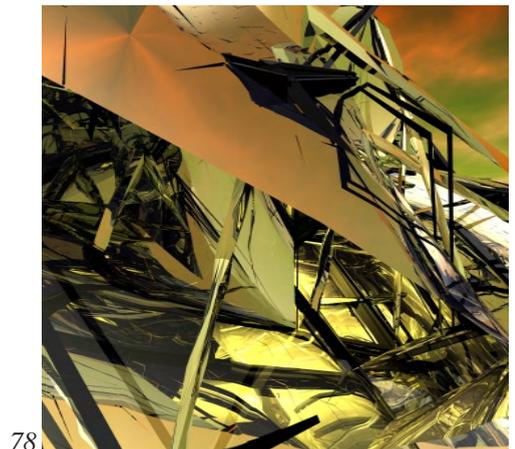
Per architettura liquida si intende un tipo di architettura capace di mutare la sua forma a seconda di alcune variabili inserite. Come un fluido prende corpo a seconda del suo contenitore, così le architetture fluide sono in grado di assumere diverse forme nello spazio e nel tempo. In questo tipo di architetture l'elemento tempo assume un ruolo formativo come parte attiva nella creazione dello spazio.

Altro aspetto conseguente è un'imprevedibile trasformazione evolutiva della forma che tiene conto di numerose variabili determinate da particolari del mondo reale.

Un esempio di questa istanza applicata ad un uno spazio virtuale si può ritrovare nelle architetture di Marcos Novak. Secondo la sua stessa definizione i suoi lavori sono «architetture liquide e musiche navigabili».<sup>16</sup>

Per creare le sue architetture Novak utilizza algoritmi informatici che sono concepiti in principio per comporre partiture musicali: il risultato sono architetture a quattro dimensioni che si muovono nello spazio mutando colori e forme. In alcuni casi queste singolari strutture fluide intonano delle melodie controllate dai movimenti di chi percorre quegli spazi.

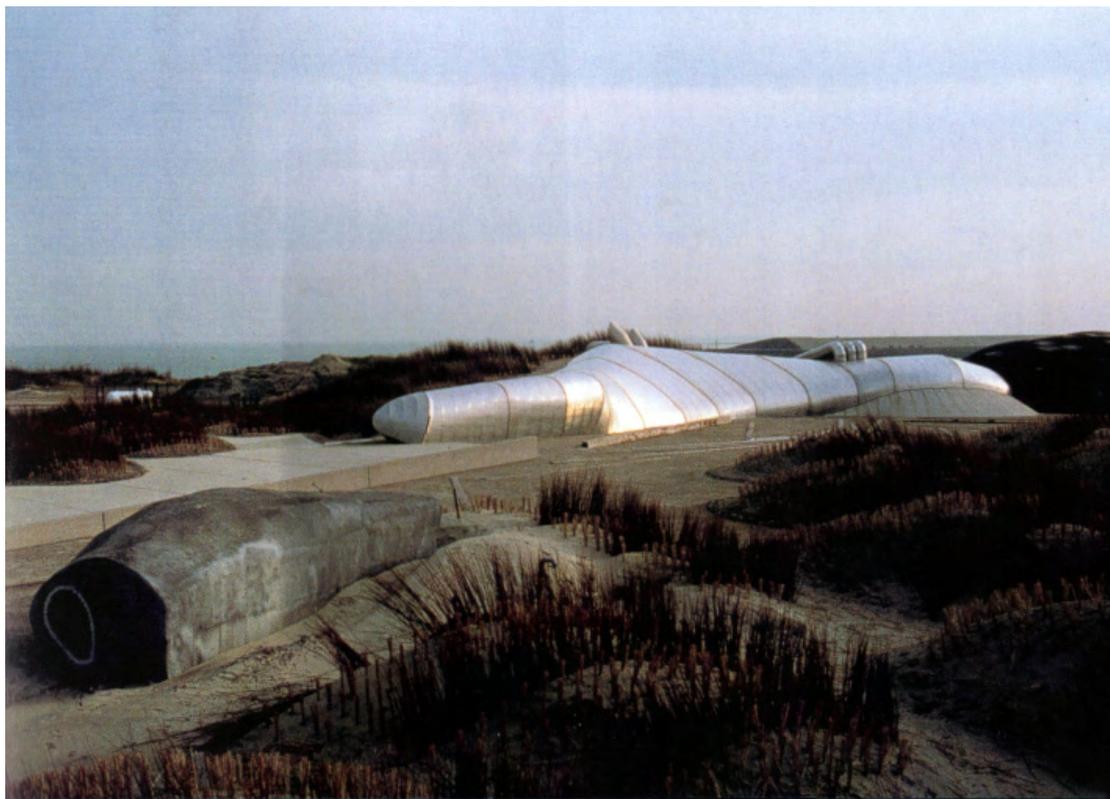
*Figg. 77, 78 - Marcos Novak:  
Paracube 1997-98; Variable  
Data Forms 1999.*

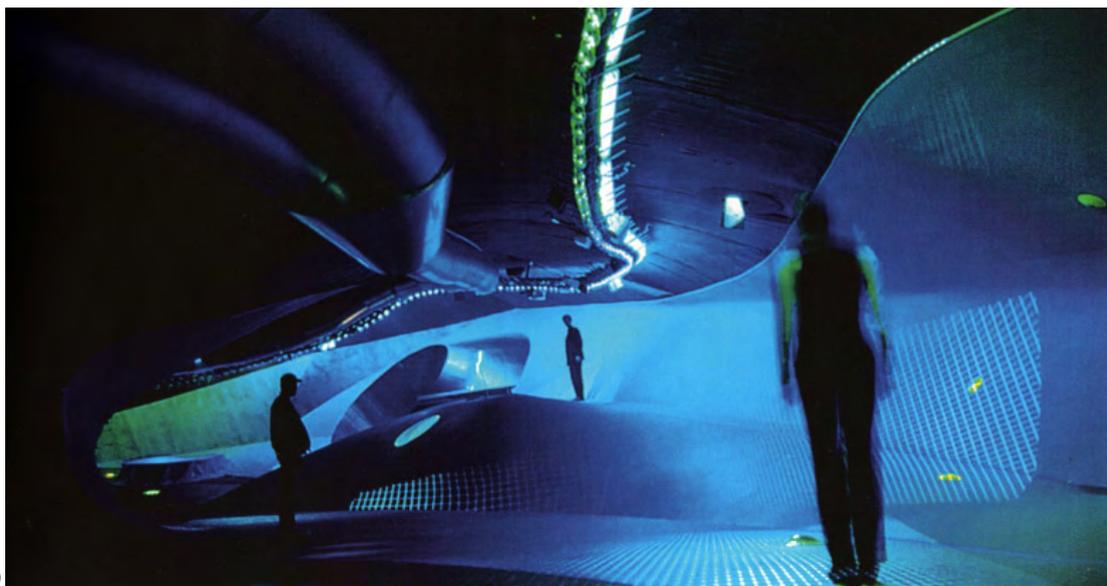


Un caso molto emblematico di architettura liquida realmente costruita si riscontra nel noto padiglione *Fresch H<sub>2</sub>O* eXPO di Neeltje (Olanda, 1997) opera del gruppo Nox di Lars Spuybroek.

Si tratta di un'esposizione che si svolge all'interno di ambienti dalle forme avvolgenti e morbide, basata sulla deformazione di una sorta di tubo, all'interno del quale lo spettatore è guidato lungo dei percorsi attraversati da installazioni di suoni e di luci.

L'intero ambiente sembra essere la reale trasformazione fisica di un ambiente virtuale. All'interno dell'installazione è facile perdere il senso dell'orientamento, non ci sono riferimenti alla verticalità, se non nei getti d'acqua, e i percorsi si snodano, spesso, lungo piani inclinati. La continuità tra soffitto e





*Figg. 79, 80 - NOX: Fresch H<sub>2</sub>O eXPO, Neeltje, Olanda 1997. Vista dell'esterno e dell'interno del padiglione.*

pavimento è garantita dalla struttura matematica stessa dell'opera che di fatto è costituita dalla deformazione di una serie di ellissi per tutta la lunghezza del percorso.

Il sapiente gioco di luci unito alla particolare comunicazione con l'esterno offrono uno spettacolo di completo coinvolgimento.

Lo spazio sembra dilatarsi e rarefarsi in un fluido continuo.

Elemento fondamentale, inoltre, sono una serie di giochi interattivi costituiti da getti di acqua e suoni che dipendono dall'attività dei visitatori. Il risultato dell'immagine visiva è relazionata, quindi, al movimento del visitatore nello spazio espositivo.

L'architettura si trasforma in modo attivo attraverso suoni, luci, colori e effetti dinamici dell'acqua che assume diverse forme nello spazio: si tratta di uno degli esempi costruiti di percezione interattiva.

## 2) *Blob*

Le forme sotto cui si presenta l'architettura contemporanea sono spesso denominate *blob*. La definizione evoca il noto film *The Blob* (Usa 1958, regia di Irvin S. Yeaworth jr.) in cui una massa aliena informe e deforme invadeva tutti gli spazi aggredendo e distruggendo tutto quello che trovava intorno.

I *blob* in architettura sono le nuove forme avvolgenti e “a bolla”. Questo è il caso forse più emblematico di legame tra questo tipo di configurazioni e l'utilizzo dello strumento informatico per la loro gestione nello spazio. Tali strutture sarebbero del tutto ingestibili, o quantomeno lo sarebbero con grande difficoltà, senza l'aiuto del *computer*.

I *blob* sembrano appartenere alle cosiddette geometrie non euclidee.

Il concetto di spazio non euclideo è uno dei fondamenti di tutta la cultura architettonica e fisica della modernità: Naturalmente è molto difficile associare questo tipo di spazio matematico allo spazio fisico della realtà che risponde molto bene ai principi intuitivi e verificabili della geometria di Euclide.

Se si parla di geometrie non euclidee, in matematica, ci si riferisce a spazi che superano il concetto della tradizionale terna di assi cartesiani per raggiungere ordini di dimensioni superiori.

In particolare, con una grande approssimazione, quando ci si riferisce a figure geometriche non euclidee in architettura si parla di spazi non riconducibili direttamente alle geometrie dei solidi platonici, basati essenzialmente su associazioni di piani e di rette, ma a figure che non abbiano matrici geometriche piane: tutti gli spazi avvolgenti che difficilmente sono pienamente comprensibili attraverso la rappresentazione consueta

*Figg. 81-83 - Frank O. Gehry: Experience Music Project, Seattle, USA 2000. Vista del prospetto est, particolare della scocca metallica e vista dall'alto.*

In architettura esistono numerosi esempi di *blob*.

Tra le realizzazioni dell'architetto americano Frank O. Gehry si può portare come esempio *l'Experience Music Project* a Seattle, Washington (USA, 2000).

In questo caso la struttura avvolgente ricoperta di scocche metalliche crea una forma scultorea.

81



La particolarità dal punto di vista operativo consiste nella pratica progettuale con cui è stato realizzata l'opera. Lo studio di Gehry, infatti, si è avvalso di *software* dedicati (CATIA) che hanno permesso il totale controllo delle varie fasi del progetto.

82



83



### 3) Compresenza

La possibilità di avere più viste contemporanee dello stesso progetto nello spazio virtuale dei *monitor* offre la possibilità di avere uno sguardo totale sull'oggetto indagato. Una possibile traduzione di questa modalità potrebbe essere l'istanza della compresenza. All'interno di uno spazio costruito si offre la possibilità, attraverso diversi accorgimenti, di avere una simultanea visione di parti di diversa natura e posizione nello spazio. Da un solo punto fisico di osservazione si possono vedere o quantomeno intuire altri spazi.

E' facile trovare, nell'architettura contemporanea, un ampio uso di parti vetrate (quindi trasparenti) o la presenza di opportuni tagli nella struttura che consentono l'introspezione in altri ambienti.

Quando la connessione fisica è negata si può fare ricorso addirittura a proiezioni video che lasciano guardare attraverso i volumi solidi.

*Fig. 84 - Coop Himmelb(l)au: JVC New Urban Entertainment Center, Guadalajara, Messico 1998-2008. Vista dell'atrio.*

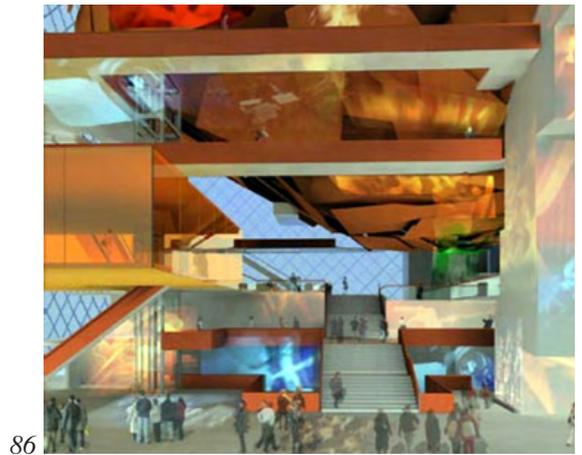
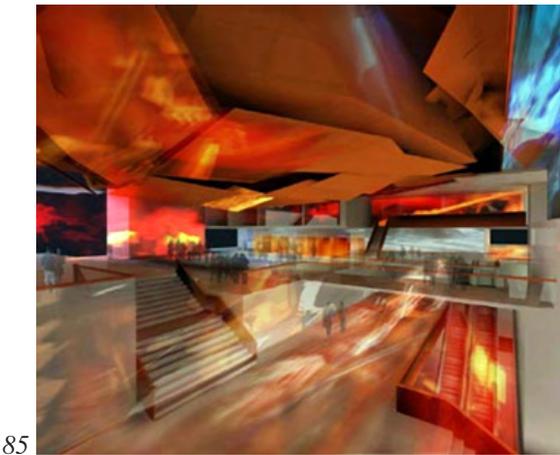
*Figg. 85-87 - Jean Nouvel: Symphony Orchestra, Copenhagen, Danimarca 2002 (progetto). Due viste interne dell'atrio; tre immagini della facciata.*



Un esempio che racchiude molte istanze della modernità, ma quella della compresenza in particolare, è rappresentato dal progetto dello studio Coop Himmelb(l)au per il *JVC New Urban Entertainment center* di Guadalajara (Messico, 1998-2008).

In questo spazio sono chiaramente messe in relazione più parti dell'edificio stesso attraverso l'uso di parti trasparenti, di affacci a livelli differenti, di riflessioni che permettono l'introspezione. Il caos figurativo che ne deriva sembra essere la sommatoria di più viste diverse prese in tempi successivi e giustapposte per dare l'idea totale dello spazio.

Della stessa compresenza si può parlare a proposito del progetto di Jean Nouvel per la *Synphony Orchestra* di Copenhagen (Danimarca, 2002): in questo ambiente più parti dello stesso edificio sono messe in relazione.



#### 4) Dematerializzazione

Per dematerializzazione si intende la capacità che hanno determinate architetture di annullare totalmente la loro materialità. Questa istanza sembra poter derivare dalla possibilità nello spazio virtuale di acquisire qualsiasi aspetto materico appartenente o no al repertorio dei materiali classici dell'architettura.

Con il "contagocce" (strumento in grado di acquisire le proprietà di un intorno) si può assumere qualsiasi caratteristica si voglia.

Di esempio di dematerializzazione si può parlare a proposito del progetto di Herzog & De Meuron per il *Barcelona Forum* di Barcellona (Spagna, 2004). La combinazione delle lastre di vetro insieme al metallo crea una smaterializzazione dei volumi che difficilmente vengono percepiti nella loro reale posizione. Le superfici sembrano essere amplificate dai riflessi.

Un esempio molto emblematico di dematerializzazione può

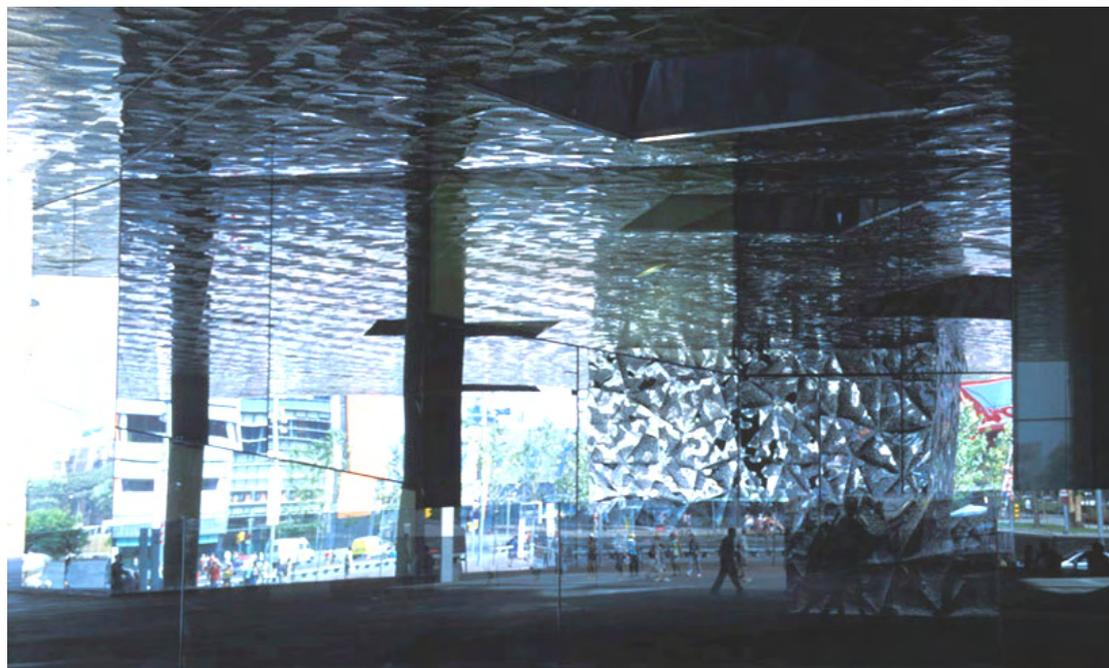


Fig. 88 - Herzog & De Meuron: Barcelona Forum, Barcellona, Spagna 2004. Vista dell'atrio.

Figg. 89, 90 - Diller + Scofidio: Blur building, Expo International, Yverdon Les Bains, Svizzera 2002. Vista diurna e notturna.

essere il padiglione di Diller + Scofidio *Blur building* realizzato per l'Expo International a Yverdon Les Bains (Svizzera, 2002). In questo caso una fitta rete di getti d'acqua ricopriva l'intero corpo dell'edificio. Una volta azionati i getti il padiglione assumeva di fatto la consistenza di una nuvola di vapore acqueo.

Questo esperimento è molto significativo proprio nella scelta del materiale, l'acqua, che rappresenta forse il caso di sostanza più lontana dall'idea di solidità della costruzione.



89



90

## 5) Flussi

Come il *web*, la rete e l'uso del *computer* nella vita quotidiana hanno abituato l'uomo moderno ad accettare una sorta di esistenza parallela che si consuma all'interno dello spazio del *monitor*, sottoponendo l'osservatore ad una sollecitazione continua di informazioni in successione, così l'architettura fa propri gli stessi strumenti di comunicazione e diffusione di informazioni.

Le prime conseguenze dell'applicazione di questa istanza si ritrovano in origine in architetture che si dotano di elementi di comunicazione in facciata. Successivamente l'intero corpo diventa comunicazione attraverso l'utilizzo degli elementi tipici della diffusione di massa. L'edificio perde così la sua consistenza tridimensionale per divenire un mondo superficiale.

Alcuni esempi di questo processo si possono riscontrare nel progetto dei Neutelings Riedijk per la *Veenman Printing Office* a Ede (Olanda, 1995-97) dove la facciata è ricoperta di caratteri tipografici, oppure nel progetto di Herzog & De Meuron della *Library of the Eberswalde Technical School*, a Eberswalde (Germania, 1994-99), dove la scatola architettonica è comple-

*Figg. 91, 92 - Herzog & De Meuron: Library of the Eberswalde Technical School, Eberswalde, Germania 1994-99. Vista dell'edificio e particolare delle immagini serigrafate.*

*Fig. 93 - Jenny Holzer: Installazione per la XLIV Biennale di Venezia 1990.*



91

92

tamente ricoperta di fotografie.

Il concetto di base è sempre lo stesso: comunicazione di superficie.

Naturalmente tale comunicazione può essere affidata a strumenti statici o dinamici.

L'aspetto dinamico viene dapprima applicato su alcune strutture che si adeguano ad essere veicolo di supporto informativo. Ne è un esempio l'opera dell'artista Jenny Holzer per la Biennale d'Arte di Venezia del 1990 in cui comparivano delle grandi scritte sull'antico edificio, che poi via via si specializzavano in strutture appositamente concepite per la trasmissione di informazioni.

Le immagini trasmesse diventano flussi di informazioni



che attraversano la scena.

Si prenda come esempio l'*Uovo dei Venti* di Toyo Ito a Tokyo (Giappone, 1990-91).

In questo caso la struttura è costituita da una grande scultura ovoidale rivestita di pannelli in alluminio traforato. Di notte, da proiettori opportunamente disposti, si riproducevano immagini sulla scocca che si sommarono alle immagini direttamente mostrate dall'interno della struttura attraverso alcuni schermi. La sovrapposizione delle immagini non ne consente, generalmente, la piena registrazione da parte dell'osservatore, che, come conseguenza, ha difficoltà ad interpretarle singolarmente.

Questa ridondanza di stimoli simboleggia la compresenza delle informazioni fornite nella vita quotidiana dai media.

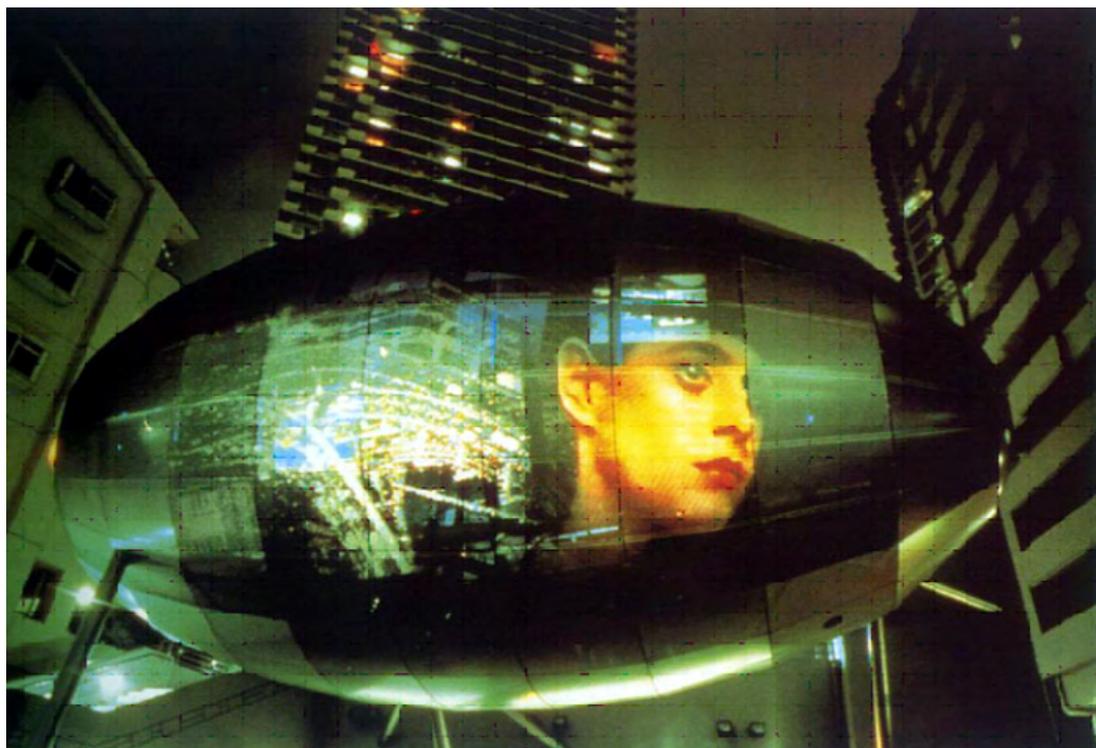
Il limite di questa struttura, la sua valenza notturna, sembra essere stato superato dall'opera di Anish Kapoor, *The Cloud*



94

*Figg. 94, 95 - Toyo Ito: Uovo dei Venti. Tokyo, Giappone 1990-91. Visione diurna e notturna.*

*Figg. 96-98 - Anish Kapoor: the Cloud Gate, Chicago, USA 2004. Due viste diurne e particolare.*



95

*Gate*, a Chicago (USA, 2004), in quanto in questo ovoide il materiale riflettente fornisce anche di giorno una sovrapposizione di immagini dovute ai riflessi deformati della scena che si svolge intorno. La sovrapposizione di immagini conferma il principio del flusso di informazioni.

In realtà gli esempi per il principio del flusso sono numerosissimi. Si sono scelti questi perché qui l'oggetto architettonico



96



97

98



aveva esclusivamente questa funzione.

Le architetture contemporanee abbondano di esempi in cui una parte più o meno integrata dell'opera si trova ad essere veicolo di informazioni o di immagini in movimento. Si pensi al caso più eclatante di *Times Square* a New York o all'incrocio della stazione di *Shibuya* di Tokyo.



Fig. 99 - Tokyo: vista notturna dell'incrocio di fronte alla stazione di Shibuya.

Fig. 100, 101 - Peter Zumthor: *Kunsthau*s, Bregenz, Austria 1997. Vista notturna con il riflesso sul lungolago e particolare.

Fig. 102, 103 - Peter Cook: *Kunsthau*s, Graz. Austria 2004. Immagine del complesso e particolare notturno.

Come esempio di architettura come flusso di immagini si può considerare la *Kunsthau*s di Bregenz (Austria, 1997) di Peter Zumthor: in questo caso l'intera scatola dell'edificio è ricoperta da pannelli retroilluminati che permettono la formazione di immagini. L'effetto del flusso è amplificato dalla vicinanza dell'edificio al fiume. Alle immagini proiettate si aggiun-

Fig. 104, 105 - *Realities Unites: SPOTS Light and Media Installation*, Postdamer Platz, Berlino, Germania 2005. Immagine notturna e diurna.



gono così i riflessi delle stesse immagini che si fondono in un insieme fluido.

Altro esempio significativo si può trovare nella *Kunsthhaus* di Graz (Austria, 2004) opera di Peter Cook. In questa architettura parte del *blob* costituito da pannelli di vetro viene retroilluminata e coperta di scritte che danno informazioni sugli avvenimenti presenti all'interno.



102



103

Dello stessa istanza di flusso si può parlare anche per il progetto dei Realities: unites (Jan Edler, John deKron, Tim Edler) *SPOTS Light and Media Installation* per Postdamer Platz a Berlino, (Germania, 2006). Come spesso accade la misura della dimensione dei flussi dipende dalla distanza dalla quale si può fruire dell'informazione.



104



105

## 6) Morfogenesi

Con la parola morfogenesi si intende richiamare l'attenzione su tutti i processi della genetica della forma che coinvolgono l'uso dello strumento informatico proprio come creatore e combinatore dell'esito architettonico.

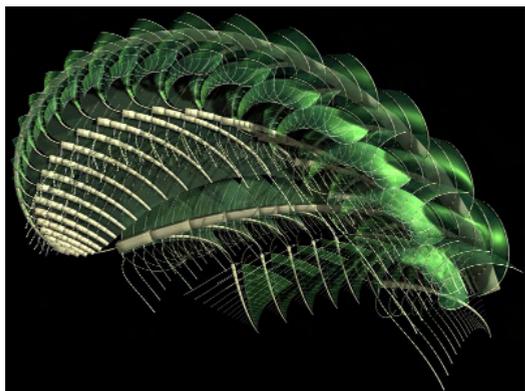
La progettazione architettonica si avvale dello strumento per poter controllare i parametri di partenza che intervengono nella definizione degli elementi che si intendono immettere nel progetto. I risultati delle operazioni di calcolo sono poi sottoposte alla scelta autonoma del progettista.

Tra gli autori che si occupano di questo particolare aspetto della genetica della forma si possono citare Karl Chu con *L-System Genetic Housing* del 2000, opera destinata ad un'elaborazione tutta compresa nello spazio *web*, e Greg Lynn/Form con il progetto *Embriological house*, nel quale lo sforzo maggiore è quello di rendere effettivamente realizzabili le varie tipologie di abitazioni nate da questo tipo di processo.

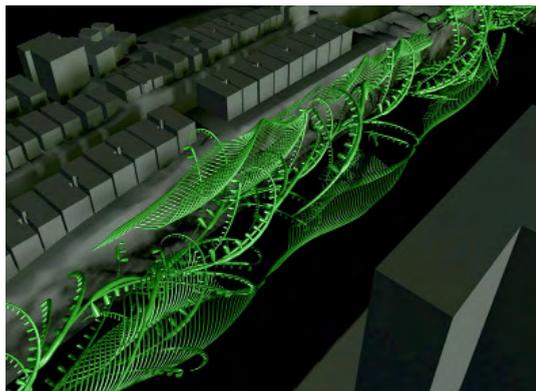
L'opera di Karl Chu si avvale di un *software* che consente l'elaborazione e la combinazione complessa a partire da alcune informazioni di carattere algebrico opportunamente designate. Il risultato è quelle che lui chiama "superfici generative",<sup>17</sup> che intervengono nella creazione degli spazi geometrici.

*Figg. 106, 107 - Karl Chu: L-System Genetic Housing, 2000.*

*Figg. 108, 109 - Greg Lynn/Form: Embryological House, 1998. In evidenza gli strati di cui è costituita la forma ed una struttura di una singola unità.*



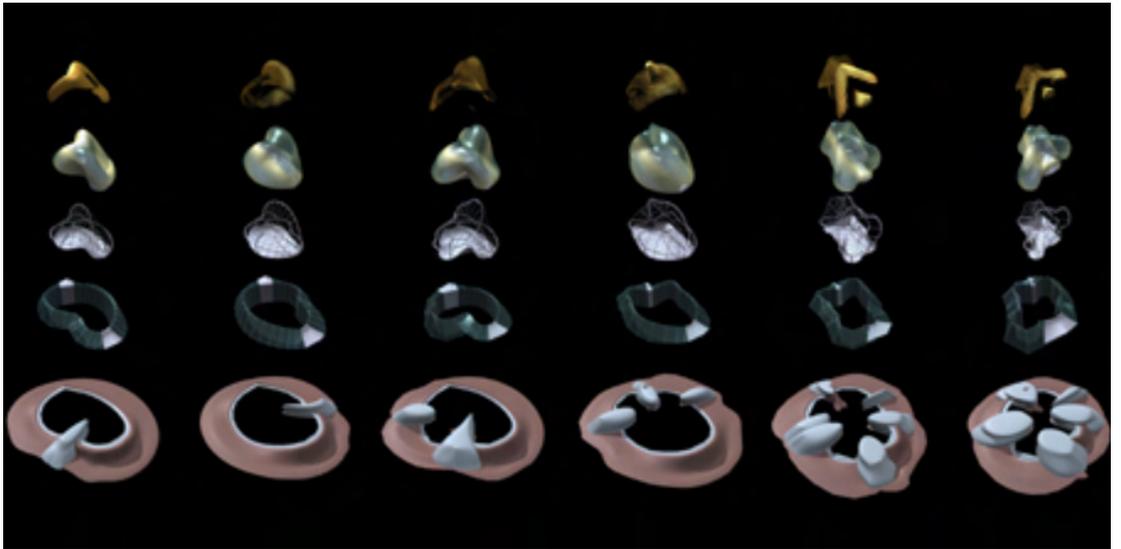
106



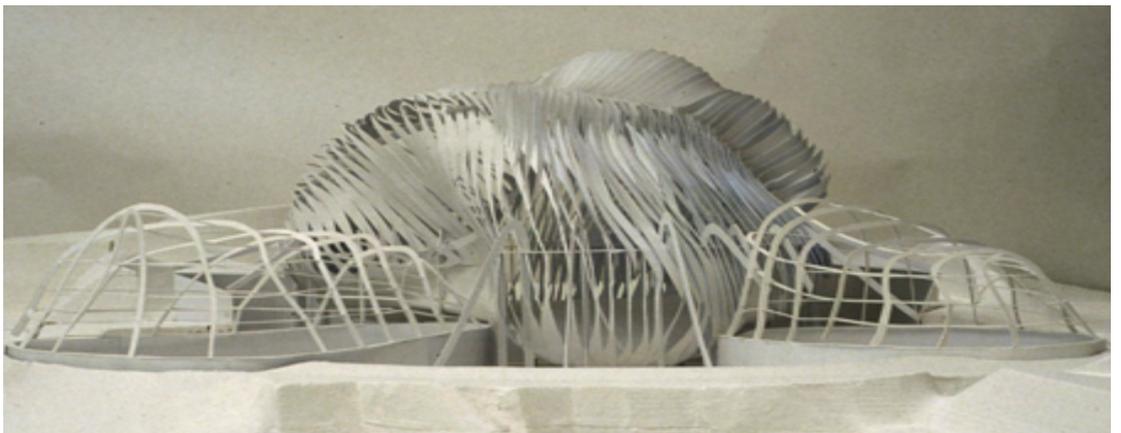
107

Il progetto di Greg Lynn/Form, *Embriological Housing* del 1998, accoglie come parametri fondamentali nella creazione della forma finale tutte le tensioni del contesto legate alla natura del luogo nel quale l'oggetto architettonico dovrà inserirsi.

Diventano, quindi, fondamentali la topografia del sito, le vedute, le infrastrutture presenti. Il processo di genetica della forma cerca di combinare secondo serie stocastiche tutti gli elementi, creando, così, delle strutture molto complesse, articolate e differenti l'una dalle altre.



108



109

## 7) Movimento

L'istanza del movimento può essere alla base di due fondamentali soluzioni progettuali: il movimento fisico di oggetti nello spazio e il movimento come generatore della forma.

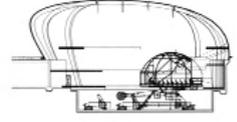
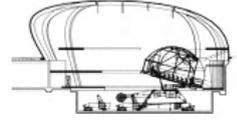
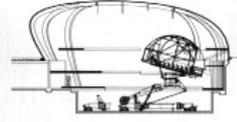
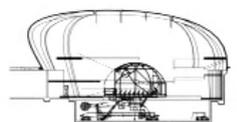
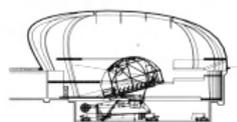
La prima valenza del movimento rappresenta la traduzione fisica della possibilità di godere di punti di vista differenti all'interno di una stessa opera architettonica.

All'interno dello spazio tridimensionale del *monitor*, attraverso semplici comandi, si dà la possibilità al fruitore di godere della opportunità di cambiare punto di osservazione sugli oggetti.

Questa facoltà di movimento all'interno dello spazio virtuale per assistere a viste differenti sembra aver trovato una corrispondenza nell'opera dei Mecanoo *National Heritage Museum* di Arnhem (Olanda, 1995-2000).

In questa architettura è presente un ovoide parzialmente ipogeo all'interno del quale lo spettatore è sistemato su sedie ancorate ad una piattaforma dotata di differenti e numerose possibili direzioni di moto.

Il movimento nello spazio di tale struttura consente al frui-



tore di assistere, di volta in volta, a differenti scene allestite o a filmati. L'obiettivo è quello di aggiungere alla percezione visiva la percezione del movimento.

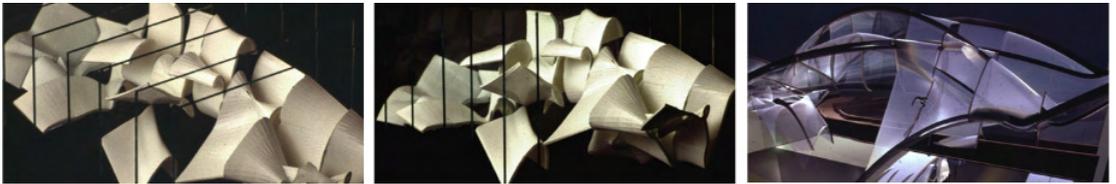
La seconda istanza del movimento inteso come generatore della forma riguarda la possibilità di considerare il moto degli oggetti relativi al contesto come elementi in grado di determinare la forma finale dello stesso progetto architettonico.

Ne è un esempio emblematico il progetto di Gregg Lynn/Form per il *Port Authority Gateway* di New York (USA, 1995).

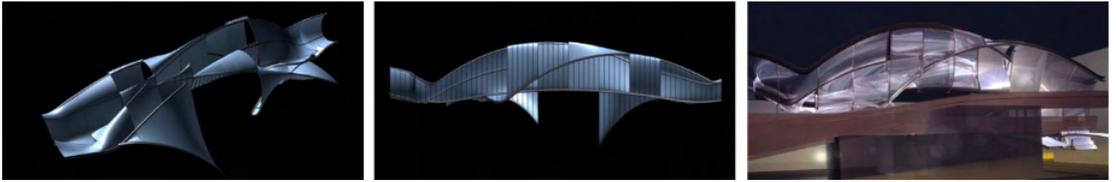
In questo caso la genesi della forma della pensilina per la fermata degli autobus è derivata dall'applicazione di un programma, nato per gli effetti speciali nel cinema, che studia le variazioni di moto: sono stati associati il tipo di movimento effettuato dai pedoni in attesa con quello degli autobus, oltre a quello del traffico veloce delle automobili. I movimenti ciclici in un periodo di tempo sono stati catturati e cristallizzati nelle forme sinuose della pensilina.

*Figg. 110, 111 - Mecanoo: National Heritage Museum di Arnhem, Olanda 1995-2000. Vista esterna del teatro mobile, sezioni longitudinali della struttura mobile. Sono visibili i meccanismi per procurare il movimento dello spazio della platea.*

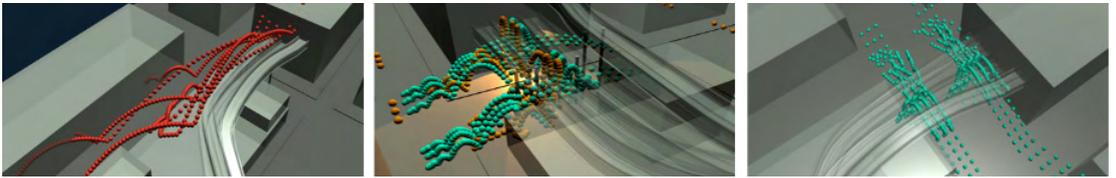
*Figg. 112, 113 - Gregg Lynn/Form: Port Authority Gateway, New York, USA 1995. Immagini di concorso e studio delle direzioni e intensità dei movimenti dei pedoni, degli autobus e delle vetture.*



112



113



## 8) Mutazione

Attraverso il processo del *morphing*, è possibile avere una successione di passaggi graduali e continui da un'immagine di partenza in un'altra finale.

Questo processo si può applicare alle immagini bidimensionali, ma può essere associato anche a figure tridimensionali.

Le applicazioni di questo tipo di passaggio sono innumerevoli e abbracciano diversi campi delle espressioni artistiche. La storia dell'arte contemporanea offre numerosissimi esempi di questo tipo di immagini. Nel campo cinematografico è consuetudine diffusa avere grande familiarità con tali trasformazioni in movimento e in tempo reale.

In architettura il *morphing* viene associato o ad immagini in movimento proiettate su porzioni comunque statiche dell'oggetto, oppure al vasto mondo dell'architettura virtuale.

Nello spazio tridimensionale del *monitor* è possibile applicare il processo del *morphing* anche a strutture tridimensionali.

Un esempio molto significativo di questa istanza è rappresentato dal *Guggenheim Virtual Museum* progettato dal gruppo Asymptote costituito da Hani Rashid e Lise Anne Couture.

Il progetto consiste in un luogo tutto virtuale che ospita all'interno le opere di proprietà Guggenheim. Il concetto stesso di museo viene in questo caso esteso ad una fruizione globale; inoltre, per la natura stessa del mondo *web*, il progetto consente a tutte le sedi mondiali delle collezioni Guggenheim di poter essere aggiornato.

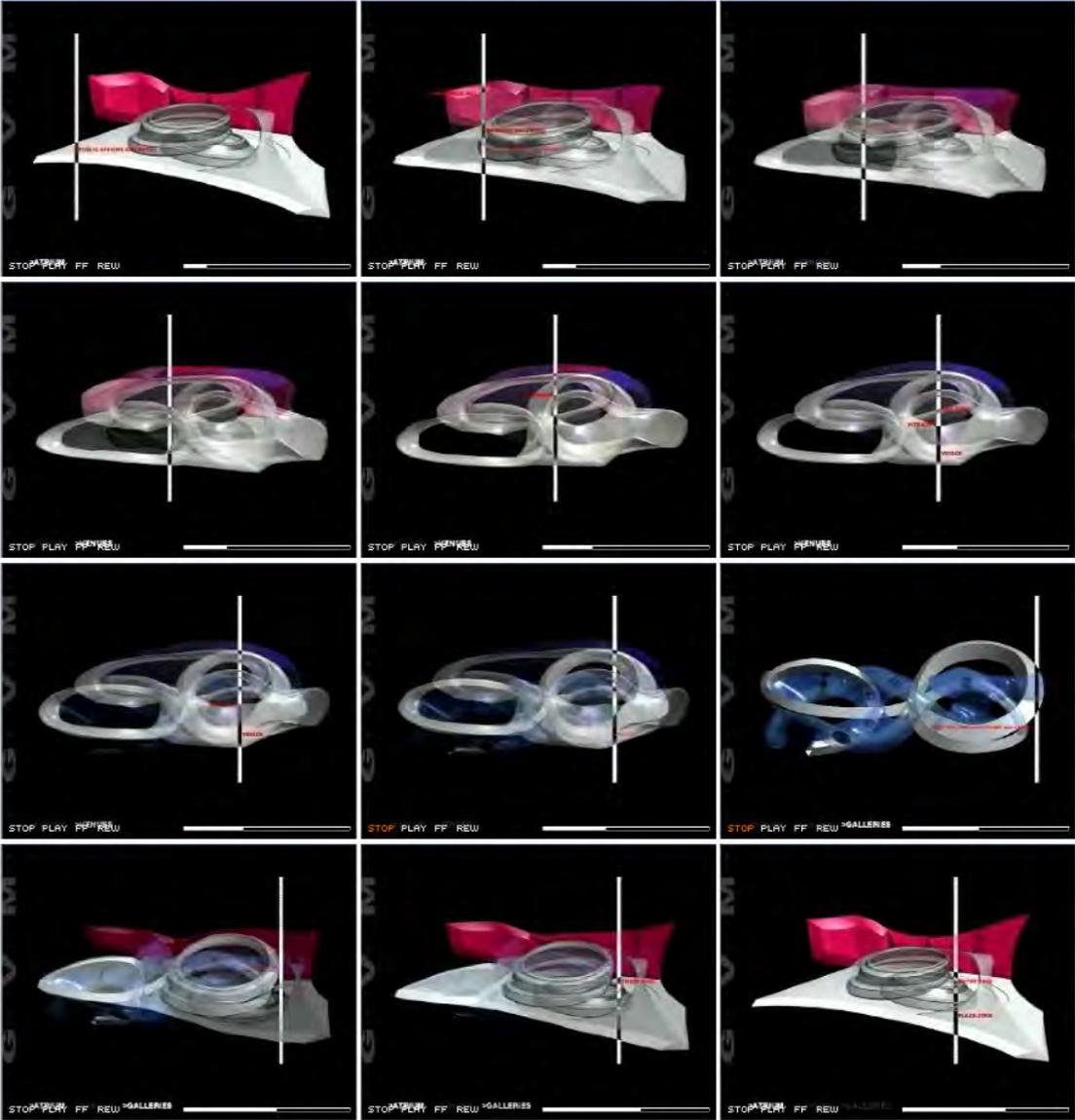
Il sistema è ideato come una successione di ambienti virtuali entro i quali è possibile avvicinarsi a gruppi tematici di opere d'arte.

Attraverso alcuni passaggi è possibile accedere agli ambienti successivi.

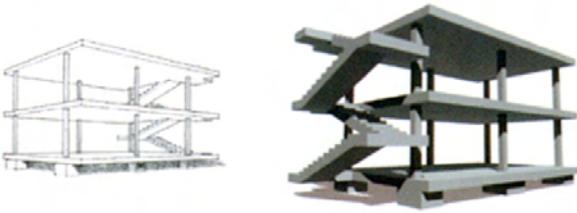
Fig. 114 - *Asymptote: Virtual Guggenheim Museum, 1999-2002. Sequenza di immagini tratte dal video di presentazione in cui si notano i passaggi tramite morphing tra una galleria virtuale ed un'altra.*

Il principio strutturale è simile a quello di tutti i siti *web*, ma quello che cambia è la mutazione morfologica che viene associata ad ogni tipo di ambiente a seconda dei contenuti.

Il museo virtuale si costituisce, così, di una successione di forme mutanti che si deformano una nell'altra in modo molto coerente dal punto di vista formale.



Sempre di *morphing* si può parlare riguardo al progetto di Dagmar Richter *Maison Dom-In(f)o*, del 2002, nel quale, prendendo come punto di partenza la *Maison Domino* di Le Corbusier, attraverso vari processi di mutazione della forma, si arriva ad una serie di alternative progettuali che mantengono inalterata la sostanziale struttura dell'originario progetto, ma che si avvolgono in una spazialità del tutto rispondente alla nuova cultura elettronica.



## 9) Piega

Nella ricerca di una nuova spazialità che possa rispondere molto bene al diverso modo di percepire e di verificare tridimensionalmente un progetto di architettura, diversi autori si sono posti il problema del superamento dell'organizzazione spaziale secondo assi, punti e simmetrie tipiche della regola prospettica con fulcro nella centralità dell'osservatore.

E' nata l'esigenza, o si è giunti alla conseguenza, di organizzare lo spazio non più secondo masse e volumi governabili con un solo colpo d'occhio, ma di ricercare una spazialità complessa che tenga conto della nuova visione multipla e articolata fornita dai nuovi media.

Esempio significativo di questo tipo di spazio piegato si trova nel progetto *Interrupted Projection* di Neil Denari per la Gallery MA di Tokyo (Giappone, 1996).

Il progetto consiste in una superficie bidimensionale che nasce come supporto grafico e poi si piega lungo il percorso fino a diventare spazio architettonico anch'esso ricoperto da segni grafici. Il progetto si ispira ad una tipologia di superficie ripiegata in cui non si riconosce la differenza tra interno ed esterno (ad esempio la bottiglia di Klein).

Fig. 115 - Dagmar Richter:  
*Maison Dom-In(f)o*, 2002.

Fig. 116 - Neil Denari:  
*Interrupted Projection*  
Gallery MA, Tokyo, Giappone  
1996.

116



Di spazi piegati e collegati come un nastro si può parlare anche riguardo al progetto dell'architetto americano Michele Saeed per il *Cafè Nescafé* del 2001.

Il nastro accompagna i flussi del caffè insieme a tutta la superficie del bar.

L'intero corpo architettonico è avvolto, ripiegato e dispiegato. La piega diventa di volta in volta bancone, spazio per le casse, nicchia, parete, arredo o anche supporto per la grafica.

Sempre riguardo a superfici che nascono da piegature non si può non ricordare il progetto di Daniel Libeskind per il *Creative Media Center* di Honk Kong (Cina, 2002-2006).

L'edificio è concepito come una superficie piegata a spirale avvolta su se' stessa. Il movimento della spirale collega spazialmente l'interno e l'esterno della struttura.

Seguendo la ricerca matematica di Deleuze, Peter Eisenman, insieme ad altri autori, ha individuato nel processo del *folding* un nuovo modo per strutturare lo spazio. La piega come fonte generatrice di spazi rappresenta la possibilità di avere una continuità ininterrotta tra interno ed esterno con la conseguenza della creazione di numerosi spazi interstiziali che diventano parte fondamentale del progetto.

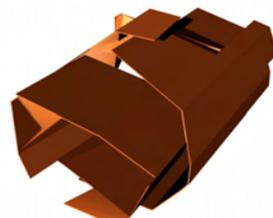
Numerosi progetti di Eisenman vengono concepiti a partire da una maglia o griglia strutturante che, a seconda delle varie sollecitazioni cui viene sottoposta, viene deformata dallo strumento informatico piegandosi e richiudendosi su se' stessa fino a generare appunto lo spazio ricercato.

Molto significativo, a tal proposito, è il progetto per la *Virtual House* dello stesso Eisenman: la griglia base che la costituisce è composta da nove cubi che vengono sottoposti nel tempo a sollecitazioni deformanti operate da opportuni vettori dotati per loro natura di intensità, direzioni e verso differenti.

Il risultato è un'operazione molto concettuale dove la crea-



117



118



119



120



121

tività dell'architetto consiste nell'impostazione dei criteri di deformazione e nella successiva valutazione della risposta dello strumento.

Figg. 117-120 - Michele Sae: *Cafè Nescafé, Val d'Europe, Orléans, Parigi, Francia 2001. Studi volumetrici e vista tridimensionale.*

122

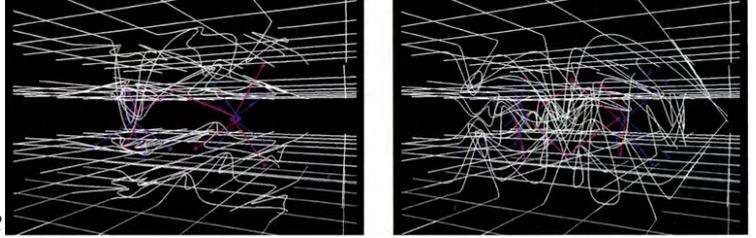


Fig. 121 - Daniel Libeskind: *Creative Media Center, Hong Kong, Cina 2002-2006.*

Figg. 122, 123 - Peter Eisenman: *Virtual House, Berlino, Germania 1997. Immagini della maglia strutturale deformata e rendering.*

123

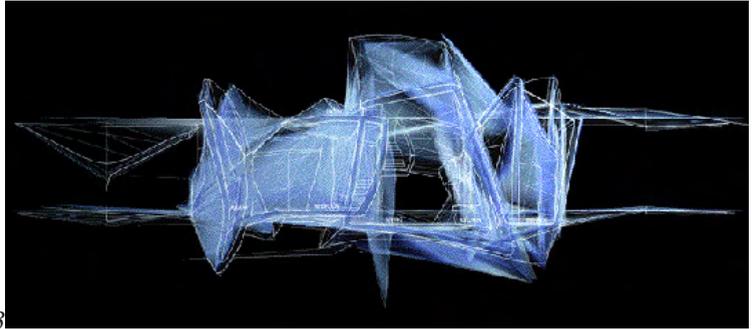
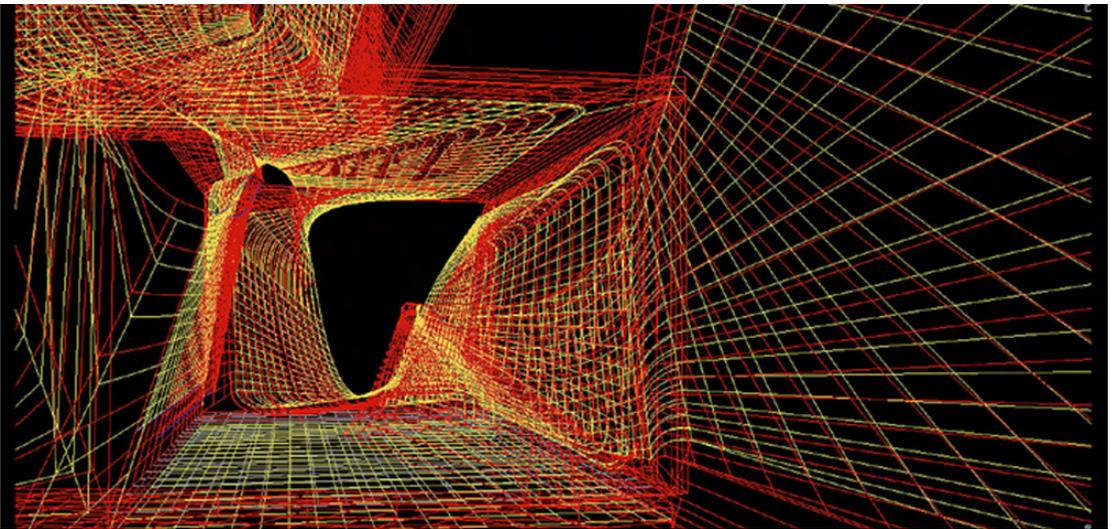


Fig. 124 - Degre Zero Architecture: *In X House, 2003.*

La piega delle superfici che arriva quasi ad annullare le categorie stesse dell'orizzontalità e della verticalità si trova anche nel progetto del gruppo Degre Zero Architecture *In X House* del 2003.

124



## 10) Sospensione

L'istanza della sospensione risponde al principio della perdita di carico in assenza di gravità dovuto alla leggerezza del nuovo peso dell'architettura.

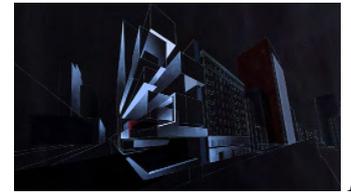
Si tratta di architetture che sembrano non prendere in considerazione il problema del peso e della massa degli edifici. I volumi sembrano essere sospesi nel nulla.

La progettazione che non tenga conto dell'aspetto massivo degli edifici sembra poter derivare la sua esistenza dalla smaterializzazione che si effettua nella rappresentazione virtuale dei progetti di architettura.

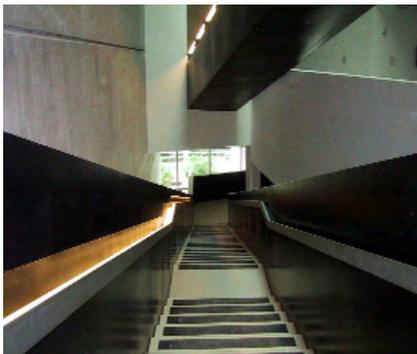
*Figg. 125-130 - Zaha Hadid: Rosenthal Center for Contemporary Art, Cincinnati, Ohio, USA 1998-2003. Vista della facciata principale; viste dell'interno; disegni di progetto e rendering.*



128



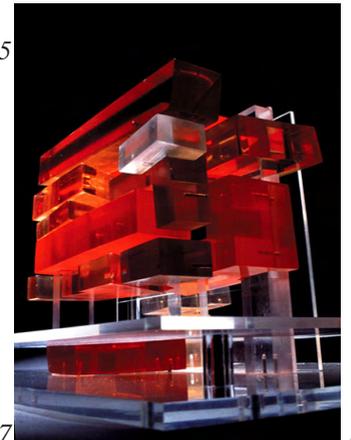
129



126



127



130

Figg. 131-135 - Massimiliano Fuksas: Centro Congressi Italia, Roma (1999-2004). Immagini di progetto e rendering della facciata principale.

Un esempio di questo tipo di poetica si riscontra nel dinamismo sospeso di Zaha Hadid: nel suo progetto per il *Rosenthal Center for Contemporary Art* a Cincinnati (Ohio, USA 1998-2003), l'architetto trasforma gli spazi espositivi in una nuova dimensione composta da organi solidi e informi che sembrano galleggiare. Le gallerie interne, infatti, sono ritagliate come piani nel blocco di calcestruzzo, e sembrano sospese sullo spazio dell'atrio, pesanti e allo stesso tempo leggere, sfidando, in questo modo, la legge di gravità.

Un altro esempio molto noto, ma altrettanto significativo, è il progetto di Massimiliano Fuksas per il *Centro Congressi Italia* per l'EUR di Roma (1999-2004).

Anche in questo caso la ricerca è orientata verso una struttura aerea che sfida la forza gravitazionale attraverso la creazione di una massa trasparente, la "nuvola", retta da una fitta maglia di nervature d'acciaio e sospesa tra il pavimento e il soffitto della grande hall dei convegni all'interno di un grande contenitore strutturale traslucido. La "nuvola", inoltre è ricoperta di teflon, un materiale traslucido, in grado di riflettere la luce esterna illuminandosi la sera e facendo passare i raggi del sole di giorno.

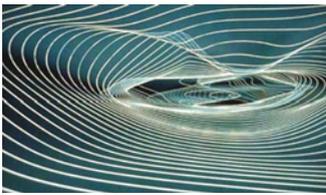
131



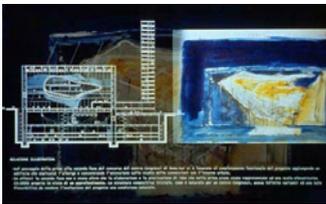
132



133



134



135

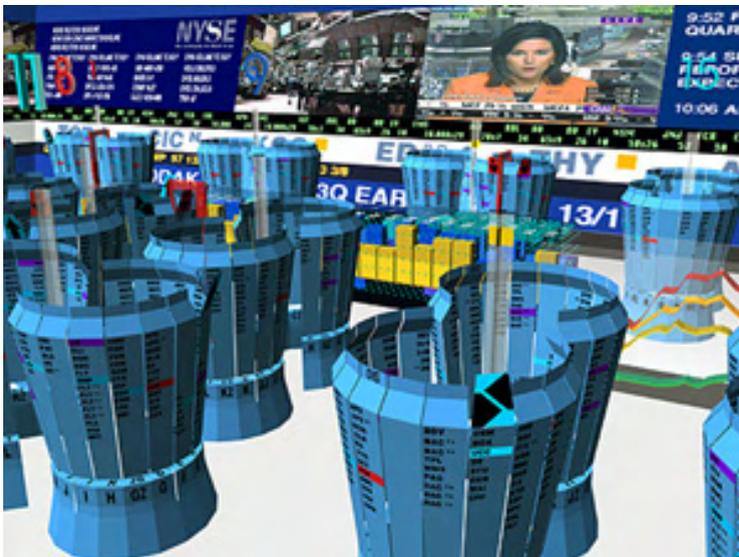


## 11) Spazio virtuale

Il mondo *web* ha generato una sorta di realtà immateriale con la quale il mondo fisico inevitabilmente tende a confrontarsi. La sociologa americana Sherry Turkle definisce questi luoghi immateriali come «micromondi simulati... spazi ed oggetti senza alcun referente fisico la cui estetica ha a che fare con la manipolazione e la ricombinazione»<sup>18</sup>. In sostanza quello che si va configurando, all'interno del *web*, sono degli spazi in cui si ha una difficoltà percettiva nel distinguere la realtà dalla sua simulazione. Tale difficoltà si manifesta soprattutto nella rappresentazione di spazi architettonici dove vengono applicati gli indizi della percezione visiva tradizionali, ai quali però viene aggiunto il fattore tempo.

La possibilità di padroneggiare l'aspetto temporale, all'interno degli spazi virtuali, conferisce alla rappresentazione della realtà un *input* in più.

Un esempio di questo tipo di ambienti virtuali si ha nel noto progetto del gruppo Asymptote per la *New York Stock*

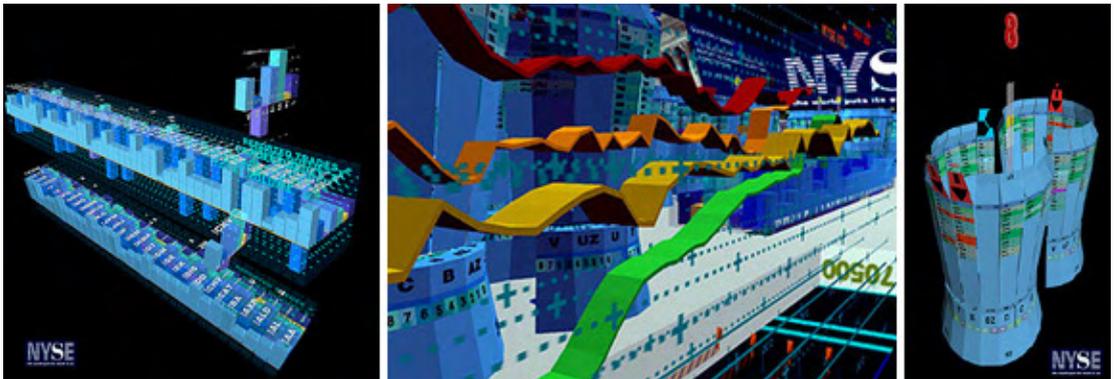


136

137



138



*Fig. 136-138 - Asymptote: New York Stock Exchange, 1998. Immagini degli ambienti virtuali.*

*Exchange del 1998.*

In questo caso si tratta di un progetto di un ambiente virtuale che doveva essere in grado di rappresentare tridimensionalmente e in tempo reale l'articolato meccanismo degli scambi commerciali.

Il risultato è un modello virtuale di uno spazio navigabile completamente interattivo nel quale gli operatori possono accedere direttamente ad un ampio campo di flussi informativi, dati e modelli per intervenire direttamente sul mercato delle contrattazioni.

## 12) Trasparenza

L'istanza della trasparenza appare come una delle conseguenze più scontate della traduzione fisica dello spazio rarefatto e trasparente del *web*.

Sicuramente l'architettura contemporanea non è l'unica ad incarnare questa istanza. Numerosi esempi di architetture moderne sono costruite da materiali trasparenti.

La particolarità della applicazione contemporanea risiede soprattutto nella caratteristica della trasparenza unita alla complessità ed alla confusione che sono generate dalle numerose possibilità della sommatoria dei vari strati trasparenti.

Così come nei *rendering* si dà la possibilità di scegliere quanti gradi di trasparenza è possibile attraversare con l'osservazione, così le nuove architetture sembrano essere penetrate totalmente dallo sguardo dell'osservatore che rimane confuso ed incredulo di fronte allo spettacolo proposto in molte architetture.

Uno degli architetti particolarmente attenti a questo tipo di effetti è Jean Nouvel.



139



140

Tra gli esempi più significativi, a tal riguardo, si possono ricordare il progetto per la *Fondation Cartier* a Parigi (Francia, 1994) e la *Galeries Lafayette* a Berlino (Germania, 1996).

Nella *Fondation Cartier* il setto vetrato crea un rimando di riflessioni e trasparenze che producono una sommatoria di immagini che a loro volta rendono molto difficile la distinzione tra ciò che è reale e ciò che è riflesso.

Il cono trasparente all'interno della *Galerie Lafayette*, invece, consente una vista simultanea di tutto l'interno del magazzino che appare amplificato e moltiplicato attraverso le sfaccettature del vetro.

Se alla trasparenza si uniscono dei giochi di colore si crea una percezione del tutto alterata e fuorviante anche nel riconoscimento della dimensione temporale.

All'interno del progetto di Rüdiger Lainer, *Entertainment Gasometer*, realizzato a Vienna (Austria, 1999) l'effetto di trasparenza si somma alla ricerca cromatica. Il risultato è una sorta di straniamento che coinvolge la percezione totale dell'ambiente: l'osservatore si trova immerso in uno spazio che non riesce a comprendere totalmente e nel quale perde anche la concezione temporale legata allo scorrere delle ore del giorno.

Fig. 139 - Jean Nouvel:  
*Fondation Cartier, Parigi, Francia 1994. Vista dell'esterno.*

Fig. 140 - Jean Nouvel:  
*Galeries Lafayette, Berlino, Germania 1991-1995. Vista dell'interno.*

Fig. 141 - Rüdiger Lainer:  
*Entertainment Gasometer, Vienna, Austria 1999. Vista dell'interno.*

141



## CONCLUSIONI

A partire dalla analisi delle nuove forme di creazione e visualizzazione dello spazio dovuta alle applicazioni della geometria descrittiva nell'era informatica si è cercato di indagare il nuovo ruolo dell'osservatore-attore nella creazione e comunicazione dello spazio digitale.

Per comprendere, successivamente, le relazioni tra la geometria descrittiva e la percezione visiva si è approfondito lo studio di alcune illusioni ottiche classiche che mostrassero in modo efficace lo stretto rapporto tra le due materie inteso come intima relazione tra le operazioni di proiezione e la percezione delle immagini stesse che si basa sul medesimo principio proiettivo.

Si è poi cercato di affrontare il concetto di movimento come strumento attivo della percezione e si sono analizzati i nuovi metodi di rappresentazione e creazione della realtà come applicazione del nuovo modo percepire lo spazio.

Relativamente, poi, al quadro delle nuove forme di comunicazione visiva si è cercato di studiare, nel corso della storia della rappresentazione, alcuni dei momenti significativi che mostrassero uno stretto rapporto tra disegno e progetto dell'architettura.

Riguardo alle applicazioni dell'architettura contemporanea si è costruito un breve dizionario che tenta di sintetizzare alcune delle tendenze in atto legate al rapporto con il metodo grafico di rappresentazione e comunicazione.

Il denominatore comune di tutti gli esempi riportati, che corrispondono a diversi studi di architettura, ognuno dei quali avente una visione e una poetica dell'architettura spesso molto differente, consiste proprio nella appropriazione di questi nuovi strumenti come fonte di creatività dello spazio.

Quello che sembra emergere in conclusione del discorso è che durante tutta la storia dell'architettura, ed in generale della cultura, esiste una stretta connessione tra le varie forme di comunicazione dell'arte ed il risultato stesso della creatività.

Attualmente si può considerare come determinante il nuovo modo di vedere, osservare, indagare e rappresentare. Questa differenza rispetto al passato ha aperto il campo a numerose possibilità, prima negate, di gestione dello spazio, della forma e dei materiali della nuova architettura.

Oggi si vede in modo diverso rispetto al passato.

Un altro elemento fondamentale è l'allargamento del concetto di spazio: non è più possibile, infatti, parlare di spazio della percezione come esclusivamente di spazio fisico legato alle architetture costruite: esiste un mondo parallelo e spesso integrato di fruizione "altra" che è entrata prepotentemente a far parte della nostra vita quotidiana.

Sarebbe riduttivo non considerare che questo mondo parallelo possa avere ripercussioni sul nostro nuovo modo di vedere e quindi di vivere il nuovo concetto di spazio.

## NOTE

- <sup>1</sup> GOMBRICH E., *Art and Illusion. A study in the psychology of pictorial representation*, Washington 1959; ed. it. *Arte e Illusione. Studio sulla psicologia della rappresentazione pittorica*, Milano 2003, p. 255.
- <sup>2</sup> BENJAMIN W., *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*, Frankfurt am Main 1955; ed. it. *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Torino 1966 p. 33.
- <sup>3</sup> DE RUBERTIS R., *Il disegno dell'architettura*, Roma 1994, p. 50.
- <sup>4</sup> DE SIMONE M., *Disegno, rilievo, progetto*, Roma 1990, p. 31.
- <sup>5</sup> B. Zevi intervistato da Pietro Zullino, in «Telega», n. 15, 1998/1999, p. 19.
- <sup>6</sup> ACKERMAN J. S., *Introduction: The Conventions and rhetoric of Architectural Drawing*, in: ACKERMAN J. S., JUNG W. (a cura di), *Conventions of Architectural Drawing: Representation and Misrepresentation*, Cambridge 2000, ed. it. *Convenzioni e retorica nel disegno architettonico*, in *Architettura e disegno. La rappresentazione da Vitruvio a Gehry*, Milano 2003, pp. 249-269, in particolare p. 250.
- <sup>7</sup> Arnaldo Bruschi ha fatto numerosi studi sulle architetture dipinte nel Medioevo e nell'Umanesimo e di come in esse si possano rintracciare i primi tentativi di rinnovamento del metodo progettuale. Il tema viene trattato dall'autore in alcuni saggi degli anni '70 e ripubblicato in BRUSCHI A., *Prima del Brunelleschi: verso un'architettura sintattica e prospettica*, in: RICCI M., ZAMPA P. (a cura di), *L'antico, la tradizione, il moderno. Da Arnolfo a Peruzzi, saggi sull'architettura del Rinascimento*, Milano 2004, pp. 19-84.
- <sup>8</sup> BRUSCHI A., *Filippo Brunelleschi*, Milano 2006 p. 78.
- <sup>9</sup> Vedi FROMMEL C.L., *Baldassare Peruzzi planimetria e prospettiva a volo d'uccello*, in: PAOLUCCI A. (a cura di), *Petros eni. Pietro è qui*, Roma 2006 p. 76.
- <sup>10</sup> PAGLIANO A., *Il disegno dello spazio scenico. Prospettive illusorie ed effetti luminosi nella scenografia teatrale*, Milano 2002 p. 13.
- <sup>11</sup> Vedi GIOSEFFI D., *Palladio e Scamozzi*, in: «Bollettino del Centro Internazionale di Studi di Architettura A. Palladio» n.16, Vicenza 1974, p. 65.
- <sup>12</sup> Cfr. UGO V., *Fondamenti della rappresentazione architettonica*, Bologna 1994 p. 96; e REICHLIN B., *Assonometria come progetto*, in «Lotus International» n. 22 a. 1979.
- <sup>13</sup> GEIDION S., *Space, Time and Architecture. The growth of a new tradition*, Cambridge 1941; ed. it. *Spazio, tempo e architettura, lo sviluppo di una nuova tradizione*, Milano 1967 p. 322.
- <sup>14</sup> Cfr. SCHLEMMER O., MOHOLY-NAGY L., MOLNAR F., *Il teatro del Bauhaus*, Torino 1981.
- <sup>15</sup> BENJAMIN W., *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*, Frankfurt am Main 1955; ed. it. *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Torino 1966 p. 42.
- <sup>16</sup> Intervista a Marcos Novak in «Architectural Review», n. 127, gennaio 2003, pag. 24.
- <sup>17</sup> CHU K., *Diagram Work: Data Mechanics for a Topological Age*, in «ANY» n. 23, 1998.
- <sup>18</sup> TURKLE S., *La vita sullo schermo*, Milano 1997, p. 39.

## BIBLIOGRAFIA

- ANCONA L., *Dinamica della percezione*, Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, Milano 1970.
- AMBROSI A., DE MATTIA F., NETTI L., ZACCARIA C.A. (a cura di), *Geometria e percezione nei metodi di rappresentazione grafica. Atti del primo incontro di studi. Bari, 23 e 24 settembre 1992*, Edipuglia, Bari 1994.
- ARNHEIM R., *Art and Visual Perception*, London 1956; ed. it. *Arte e Percezione Visiva*, Feltrinelli, Milano 1962.
- BAKER R., *Designing the future. The computer transformation of reality*, Thames and Hudson, London 1993.
- BENJAMIN W., *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*, Frankfurt am Main 1955; ed. it. *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Einaudi, Torino 1966.
- BONANNO L., *Fra geometria e percezione: relazioni fra immagini*, Cogras, Palermo 1990.
- CACHE B., *Earth Moves*, MIT Press, London 1995.
- CECCARELLI N., *Progettare nell'era digitale. Il nuovo rapporto tra design e modello*, Marsilio, Venezia 2002.
- DE KERCKHOVE D., *L'architettura dell'intelligenza*, Testo & Immagine, Torino 2001.
- DE ROSA A. (a cura di), *Lo sguardo denigrato: ruolo dell'osservatore nell'era della rappresentazione digitale*, Atti del Seminario di Studi, Venezia 30-31 ottobre 2003, Il Poligrafo, Padova 2003.
- DE RUBERTIS R., *Progetto e percezione: analisi dell'incidenza dei fenomeni percettivi sulla progettazione e sulla fruizione dell'ambiente architettonico*, Officina, Roma 1971.
- DE RUBERTIS R., *Il disegno dello spazio*, Kappa, Roma 1979.
- DE RUBERTIS R., *Il disegno dell'architettura*, Nuova Italia Scientifica, Roma 1994.
- DE RUBERTIS R.; CLEMENTE M., *Percezione e comunicazione visiva dell'architettura*, Officina, Roma 2001.

- DE SIMONE M., *Disegno, rilievo, progetto. Il disegno delle idee, il progetto delle cose*, Nuova Italia Scientifica, Roma 1990.
- DIODATO R., *Eстетica del virtuale*, Bruno Mondadori, Milano 2005.
- ENGELI M., *Storie digitali. Poetiche della comunicazione*, Testo & Immagine, Torino 1999.
- GAIANI M. (a cura di), *Metodi di prototipazione digitale e visualizzazione per il disegno industriale, l'architettura degli interni e i beni culturali*, Poli. design, Milano 2003.
- GENOVESE P.V., *Dalla decostruzione alla cyber-architettura e oltre. L'uso del computer nella progettazione degli spazi non-euclidei*, Liguori, Napoli 2005.
- GIOSEFFI D., *Rappresentazione geometrica dello spazio*, in «XY, dimensioni del disegno», anno I, n. 1, marzo 1986.
- GIOSEFFI D., *Impressioni di un convegno*, in «XY, dimensioni del disegno», anno I, n. 2, dicembre 1986.
- GOMBRICH E. H., *Art and Illusion. A study in the psychology of pictorial representation*, Washington 1959; ed. it. *Arte e Illusione. Studio sulla psicologia della rappresentazione pittorica*, Leonardo Arte, Milano 2002.
- GOMBRICH E. H., HOCHBERG J., BLACK M., *Art, Perception, and Reality*, The Johns Hopkins University Press 1972; ed. it. *Arte, percezione e realtà. Come pensiamo le immagini*, Piccola biblioteca Einaudi, Torino 2002.
- GREGORY R.L., *Eye and Brain: the psychology of seeing*, McGraw-Hill Book Company, New York 1966; ed. it. *Occhio e Cervello: la psicologia del vedere*, Il Saggiatore, Milano 1966.
- GREGORY R.L., *L'occhio confuso*, in «XY, dimensioni del disegno», anno I n. 1, marzo 1986.
- IMPERIALE A., *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*, Testo & Immagine, Torino 2001.
- LADAGA A., MANTEIGA S., *Strati mobili. Video contestuale nell'arte e nell'architettura*, Edilstampa, Roma 2006.
- LAWLOR R., *Sacred Geometry, philosophy and practice*, Thames and Hudson, London 1982.
- MALDONADO T., *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano 1992.

- MANDELLI E., *La rappresentazione grafica: lineamenti programmatici del corso di Disegno e Rilievo nella didattica delle facoltà di Architettura*, Alinea, Firenze 1992.
- MARTEGNANI P. (a cura di), *Digital habitat. Evolving architecture international network 2006*, Mancosu, Roma 2006.
- MARTELOTTO D., *Architettura dei sensi*, Mancosu, Roma 2004.
- MASSIRONI M., *Comunicare per immagini. Introduzione alla geometria delle apparenze*, Il mulino, Bologna 1989.
- MASSIRONI M., *Fenomenologia della percezione visiva*, Il mulino, Bologna 1998.
- MEZZETTI C. (a cura di), *La rappresentazione dell'architettura. Storia, metodi, immagini*, Kappa, Roma 2000.
- MIGLIARI R. (a cura di), *Disegno come modello. Riflessioni sul disegno nell'era informatica*, Kappa, Roma 2004.
- MUNTONI A., *Architettura nell'era elettronica*, Mancosu, Roma 2005.
- PANOFSKY E., *Die Perspektive als symbolische Form*, Berlin 1927; ed. it. *La prospettiva "come forma simbolica" e altri scritti*, Feltrinelli, Milano 1961.
- PRESTINENZA PUGLISI L., *Hiperarchitettura. Spazi nell'età dell'elettronica*, Testo & Immagine, Torino 1998.
- QUICI F., *Il disegno cifrato. Ermeneusi storica del disegno d'architettura*, Officina, Roma 1996.
- SACCHI L., *L'idea di rappresentazione*, Kappa, Roma 1994.
- SACCHI L., UNALI M. (a cura di), *Architettura e cultura digitale*, Skira, Milano 2003.
- TURKLE S., *La vita sullo schermo*, Apogeo, Milano 1997.
- UNALI M., *Pixel di architettura*, Kappa, Roma 2000.
- VIRILIO P., *La bomba informatica*, R. Cortina, Milano 2000.
- VIRILIO P., *La macchina che vede*, SugarCo, Milano 1989.
- VITTA M., *Il sistema delle immagini. Estetica della rappresentazione quotidiana*, Liguori, Napoli 1999.

## Fonti delle illustrazioni

- Fig. 9: GOMBRICH E. H., *Art and Illusion. A study in the psychology of pictorial representation*, Washington 1959; ed.it. *Arte e Illusione. Studio sulla psicologia della rappresentazione pittorica*, Milano 2002, p. 255.
- Fig. 43, 44: <http://users.skynet.be/j.beever/index.html>.
- Fig. 47, 48: «Domus d'autore», a. 1, n. 1, aprile 2006 p. 78.
- Fig. 49: BRUSCHI A., *Prima del Brunelleschi: verso un'architettura sintattica e prospettica*, in BRUSCHI A., *L'antico la tradizione, il moderno. Da Arnolfo a Peruzzi, saggi sull'architettura del Rinascimento*, Milano 2004 p. 67.
- Fig. 50: *id.* p. 72.
- Fig. 52: BRUSCHI A., *Filippo Brunelleschi*, Milano 2006 p. 84.
- Fig. 53, 54: SANPAOLESI P., *Brunelleschi*, Milano 1962 in: *id.* p. 84.
- Fig. 55, 56: BRUSCHI A., *Bramante*, (1°ed. Bari 1973), Bari 1998 p. 49.
- Fig. 57: BRUSCHI A., *Filippo Brunelleschi*, Milano 2006 p. 71.
- Fig. 58: ACIDINI C., MOROLLI G. (a cura di), *L'uomo del Rinascimento. Leon Battista Alberti e le arti a Firenze tra ragione e bellezza*, Catalogo della mostra, Firenze 2006 p. 434.
- Fig. 59: BRUSCHI A., *Filippo Brunelleschi*, Milano 2006 p. 104.
- Fig. 60: Lucca Biblioteca Statale 1448 C23 r in: ACIDINI C., MOROLLI G. (a cura di), *L'uomo del Rinascimento. Leon Battista Alberti e le arti a Firenze tra ragione e bellezza*, Catalogo della mostra, Firenze 2006 p. 373.
- Fig. 61: DALY DAVIS M., *Corografia delle terme di Diocleziano*, in BARBIERI F., BELTRANIN G. (a cura di), *Vincenzo Scamozzi 1548-1616*, Venezia 2003, p. 191.
- Fig. 62, 63: CAMEROTA F., *L'architettura illusoria*, in: SCOTTI TOSINI A. (a cura di), *Storia dell'architettura italiana. Il Seicento*, Milano 2003 pp. 35, 38.
- Fig. 64: BATTILOTTI B., *Terraferma veneta e Palladio*, in: CONFORTI C., TUTTLE R. (a cura di), *Storia dell'architettura italiana. Il secondo Cinquecento*, Milano 2001 p. 462.
- Fig. 65-67: MURARO A., POVOLEDO M.T. (a cura di), *Disegni teatrali dei Bibiena*, Vicenza 1970 pp. 109, 107, 5.
- Fig. 68, 69: BOIS Y.A., REICHLIN B., *De Stijl et l'architecture en France*, Liege - Bruxelles 1985 p. 151.
- Fig. 70-72: VAN STRATEN E., *Theo van Doesburg. L'opera architettonica*, Milano 1993 pp. 110, 170, 131.
- Fig. 73-76: HULTEN P. (a cura di), *Futurismo & Futurismi*, Milano 1986. Catalogo della Mostra Palazzo Grassi Venezia 1986 pp. 337, 212, 213, 166.
- Fig.77: NOVAK M., *Transarchitecture and Hypersurfaces*, Architectural design, *Hypersurfaces Architecture*, 1998.
- Fig. 78: <http://www.archilab.org/public/2000/catalog/novak/novaken.html>
- Fig. 79, 80: IBELINGS H. (a cura di), *The Artificial Landscape. Contemporary architecture, urbanism, and landscape architecture in the Netherlands*, Nai Publishers, Rotterdam 2000 pp. 160-161.
- Fig. 81-83: «Casabella: rivista internazionale di architettura e urbanistica» a. 64, n. 679, giugno 2000 pp. 32-37.
- Fig. 84: WERMER F., *Covering + Exposing: the architecture of Coop Himmelb(l)au*, Basel 2000 p. 106.
- Fig. 85-87: «El Croquis: Jean Nouvel 1994/2002», nn. 112-113, 2002 pp. 320-331.

- Fig. 88: «Casabella: rivista internazionale di architettura e urbanistica» a. 68, n. 726, ottobre 2004 p. 84.
- Figg. 89, 90: «Casabella: rivista internazionale di architettura e urbanistica» a. 63, n. 673-674, dicembre 1999-gennaio 2000 pp. 104-106.
- Fig. 91, 92: «L'industria delle costruzioni: rivista tecnica dell'Associazione nazionale costruttori edili» a. 34, n. 339, gennaio 2000 pp. 58-65.
- Fig. 93: <http://creativetime.org/programs/archive/2005/holzer/index3.html>
- Figg. 94, 95: MAFFI A. (a cura di), *Toyo Ito*, Milano 2001 p. 57.
- Figg. 96-98: «Casabella: rivista internazionale di architettura e urbanistica» a. 68, n. 721, aprile 2004 pp. 30-35.
- Fig. 99: MARTEGNANI P. (a cura di), *Digital habitat. Evolving architecture international network 2006*, Roma 2006 p. 58.
- Figg. 100, 101: ZUMTHOR P., *Pensare architettura*, Milano 2003 p. 73.
- Figg. 104, 105: <http://www.realities-united.de/index.html>
- Figg. 106, 107: IMPERIALE A., *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*, Roma 2001 p. 27.
- Figg. 108, 109: GREG LYNN, *Embriologic Houses*, in: «Domus. Architettura Design Arte Comunicazione» a. 72, n. 822, gennaio 2000 pp.8-13.
- Fig. 110: HOUBEN F., MECANOO ARCHITECTS, *Composition, contrast, complexity*, Basel 2001 p. 56.
- Fig. 111: «Casabella: rivista internazionale di architettura e urbanistica» a. 65, n. 687, marzo 2004 p. 31.
- Figg. 112, 113: ZELLNER P., *Hybrid Space. New forms in digital architecture*, London 1999 pp. 77-78.
- Fig. 114: <http://www.asymptote.net/#>
- Fig. 115: <http://www.architektur.abk-stuttgart.de/richter/richter.html>
- Fig. 116: IMPERIALE A., *Nuove bidimensionalità. Tensioni superficiali nell'architettura digitale*, Roma 2001 p. 16.
- Figg. 117-120: SAEI M., *Instances of pages*, Firenze 2001 pp. 52-58.
- Fig. 121: <http://www.daniel-libeskind.com/daniel/index.html>
- Figg. 122, 123: GALOFARO L., *Eisenman digitale. Uno studio dell'era elettronica*, Torino 1999 p. 43.
- Fig. 124: <http://www.degrezero.com/enter.html>
- Figg. 125-130: BADEN B.H., *Architecture of Zaha Hadid*, London 2004 pp. 158-167.
- Figg. 131-135: CAVANI A., *Massimiliano Fuksas*, Milano 2006 pp. 127-133.
- Figg. 136-138: «Casabella: rivista internazionale di architettura e urbanistica» a. 63, n. 673-674, dicembre 1999-gennaio 2000 pp. 107-110.
- Fig. 139: PISANI M., *La fondazione Cartier a Parigi*, in «L'industria delle costruzioni: rivista tecnica dell'Associazione nazionale costruttori edili» a. 31, n. 306, aprile 1997 pp. 26-33.
- Fig. 140: «El Croquis: Jean Nouvel 1987/1998», nn. 65-66, 1998 pp. 298-305.
- Fig. 141: SARNITZ A., *Vienna: New Architecture 1975-2005*, New York 2003 p. 158.