

"Sapienza" Università di Roma \_ Dipartimento di Architettura e Progetto  
Dottorato di Ricerca in Architettura - Teorie e Progetto, XXVI Ciclo

**Modello morfo-semantico di  
supporto alla fase creativa del  
progetto:**

# **La piega**

**Chadi El Khoury**

Tesi di dottorato per la presentazione del 16 Luglio 2015

Sotto la direzione di

Tutor: Prof. **Antonino Saggio**

Co-tutor: Prof.ssa **Laura De Carlo**

Co-tutor: Prof. **Graziano Mario Valenti**

Roma  
Luglio 2015



**Modello morfo-semantico di  
supporto alla fase creativa del  
progetto:**

# **La piega**

**Chadi El Khoury**

Tesi di dottorato per la presentazione del 16 Luglio 2015

Sotto la direzione di:

Tutor: Prof. **Antonino Saggio**

Co-tutor: Prof.ssa **Laura De Carlo**

Co-tutor: Prof. **Graziano Mario Valenti**

**Parole chiave:** La piega, modellazione 3D, modello teorico, la concezione in architettura.

## **Abstract**

L'ideazione della forma in architettura si trova ad affrontare un grande problema: la mancanza di modelli teorici, dedicati al campo della progettazione architettonica, che siano solidi per soddisfare i requisiti scientifici e anche sufficientemente flessibili per essere adattabili a qualsiasi progetto architettonico. Il nostro lavoro si concentra su un modello morfo-semantic "la piega", indotto nella società contemporanea dai sistemi di informazione, come struttura che ci aiuta a prendere delle decisioni per supportare la fase creativa del progetto. Il processo della progettazione architettonica è oggetto di molti studi, nel campo della scienza del disegno, o delle scienze cognitive o quello dell'informatica. La sua ricchezza si basa sulla sua complessità e la varietà di condizioni operative che essa include durante il suo progresso. Per i nostri scopi, ci concentreremo sulle fasi iniziali del progetto, i momenti della ricerca concettuale da cui partirà tutto l'approccio progettuale. Questo passo fondante della attività di progettazione architettonica è in gran parte associato alla dimensione creativa. Proponiamo questo modello che convalideremo ricostruendo le fasi concrete di morfogenesi su degli oggetti di riferimento. Poi utilizzeremo la piega come modello in uno strumento dedicato per la progettazione architettonica. La nostra scelta è caduta su questo tema perché la piega è un catalizzatore di una serie di elementi che aiuta il processo progettuale elevando la qualità e le modalità operative di questo e creando una vera e propria "nuova estetica". Pertanto questo modello supera l'apparente opposizione tra l'influenza razionale degli ingegneri che tende a rendere il processo della progettazione completamente intelligibile e quella degli artisti che tendono a considerarlo come un atto creativo, impossibile da comprendere.

**Keywords:** Folding, 3D modeling, theoretical model, architectural concept

## **Abstract**

*The use of architectural concepts in the designing of a project requires a combination of efforts; theoretical models are lacking in both substance and flexibility. Our work focuses on a morpho-semantic model "folding", which has its foundation in contemporary society of information systems. This process gives structure to the decision making which then allows the creative phase of the project to occur. The process of architectural concept is subject of many studies in the field of science of drawing, or in cognitive science or informatics. Its wealth is based on its complexity and the variety of operating conditions that include during its progress. For our purposes, we will focus on the early stages of the project, the moments of conceptual research from which will flow throughout the design approach. This step is the founder of the architectural concept activity is largely associated with the creative dimension. We propose that this model will validate reconstructing the concrete steps of morphogenesis of reference objects. Then we will use the fold model in a dedicated tool for architectural design. Our choice fell on this issue because the fold is a catalyst for a series of elements that helps the design process by raising the quality and operational modalities of this, creating a real 'new aesthetic'. Therefore, this model overcomes the apparent opposition between the rational influence of the engineers who tends to make the process of designing completely intelligible and that of artists who tend to view it as a creative act, impossible to drill through.*

# Indice

**Ringraziamenti** -8

**PARTE I. La domanda, le metodologie** -11

**1. Introduzione** -13

**2. Storia critica del concetto di modello** -21

2.1. L'era rinascimentale -22

2.2. L'era industriale -26

2.2.1. Gli architetti modernisti (anni 1900) -26

2.2.2. L'ossessione per la scatola nel XX° secolo -30

2.2.3. Il luogo nel predominio planetario dell'International Style -33

2.2.4. Le ricerche scientifiche (anni 1960) -37

2.3. L'era informatica -43

2.3.1. Modelli dinamici e "vivi" (anni 1990) -43

2.3.2. Verso un modello intelligente (dopo il 2001) -49

**PARTE II. Il modello, la fabbricazione** -53

**3. La Piega e la rottura della scatola** -55

3.1. Il concetto di suolo come rinnovamento dell'architettura -56

3.2. Dal decostruttivismo alla piega in architettura -58

3.2.1. Il concetto di piega in Deleuze -64

3.3. La geometria nel pensiero di René Thom - 65

3.4. Due fenomeni di trattamento della piega -68

3.4.1. Approccio al metodo artificiale -68

3.4.2. Approccio al metodo naturale -77

**4. Modello teorico morfo-semantico** -86

4.1. Contestualizzare il modello architettonico -88

4.1.1. Il contesto -88

4.2. Il modello "piega" -90

4.3. L'attuazione del modello "piega" -91

4.3.1. La prima piega -93

4.3.2. La seconda piega -100

4.3.3. La terza piega -104

- 4.4. La piega in Alessandro Anselmi -107
  - 4.4.1. Ricostruzione della chiesa S. Pio di Pietralcina -108
  - 4.4.2. Intervista a Valentino Anselmi-112
- 4.5. La piega nella chiesa dell'anno 2000 di Peter Eisenman -115
  - 4.5.1. Ricostruzione della chiesa dell'anno 2000 -117
  - 4.5.2. Intervista a Luca Galofaro -121
  - 4.5.3. Intervista a Christian Fongratz -124

## **5. Forma e materialità nell'era informatica -127**

- 5.1. La progettazione architettonica digitale -127
  - 5.1.1. La maturazione del CAD -127
  - 5.1.2. Strategie scompositive -128
  - 5.1.3. I dati dinamici -132
  - 5.1.4. Processi algoritmici -134
- 5.2. L' ibridazione dei processi -136
  - 5.2.1. Le modalità di fabbricazione digitale -136
  - 5.2.2. Le strategie di fabbricazione -145
  - 5.2.3. Le pratiche avanzate della concezione architettonica -148

## **PARTE III. Modello piega di supporto alla fase creativa del progetto-155**

### **6. Validazione del modello "piega" -157**

- 6.1. Concezione di un museo a partire dal modello "piega" -157
- 6.2. Concezione di un'abitazione a partire dal modello "piega" -161
- 6.3. Concezione di una cappella provvisoria, Danilo Mondada -167
- 6.4. Progetto di ampliamento *Share / Mix / Invite* -182
- 6.5. Progetto di ampliamento *Adjust(ed) Folding* -175

### **7. Riflessioni -189**

- 7.1. Approccio a un modello per la ricerca progettuale -189
- 7.2. Ricerche future -191
  - 7.2.1. La piega, un'interfaccia tra architettura e ingegneria -191
  - 7.2.2. La piega del legno in architettura -191
  - 7.2.3. Concezione di un'abitazione per De Paulo Marino a Paganica in L'aquila -192

### **Tabella delle illustrazioni -196**

### **Bibliografia -198**

### **Glossario -208**

# Ringraziamenti

Questa tesi di dottorato è il risultato finale di una ricerca avviata nel 2010 e nel corso degli anni successivi. Sono stato in grado di esplorare questioni relative al campo della progettazione architettonica digitale con un certo numero di professionisti e negli ambienti accademici. L'elenco delle persone con cui ho avuto il piacere di collaborare è troppo lungo da poter elencare, ma vorrei ricordare alcuni di loro in particolare.

Prima di tutto, sono molto grato al mio tutor, il professor Antonino Saggio, che mi ha dato l'opportunità di continuare a fare ricerca in questo campo. Grazie per avermi permesso di fare nuove esperienze, per i consigli e per la condivisione di molte idee. Vorrei anche estendere i miei ringraziamenti ai miei co-tutor, i professori Graziano Mario Valenti e Laura De Carlo, che mi hanno seguito e mi hanno dato una preziosa valutazione per quanto



riguarda la disciplina della Rappresentazione nella mia ricerca e ringrazio anche la professoressa Paola Gregory per l'approccio teorico generale.

Ho avuto anche la possibilità di verificare le questioni rilevanti per la mia tesi e metterle in pratica. Vorrei ringraziare i miei colleghi dello studio professionale dell'Aquila per il supporto a lungo termine e le collaborazioni, Pamela Giovannone, Carmine Della Penna e Massimiliano Laurenzi. Devo molto ad Annarita Pisotta per il duro lavoro di correggere l'italiano. Una tesi di dottorato dovrebbe essere un prodotto solitario, ma io con l'aiuto di colleghi l'ho resa il contrario. Questa tesi non sarebbe stata possibile senza il sostegno di molte persone con le quali ho avuto discussioni gratificanti, e quindi una preziosa valutazione e una buona compagnia.

Tutto il mio amore per la mia famiglia.

E infine grazie Carmen, per il tuo amore e sostegno.



## PARTE PRIMA

### La domanda, le metodologie



Marcel Duchamp "The Art of Chess" dall'archivio Francis M. Naumann Fine Art  
[www.francisnaumann.com](http://www.francisnaumann.com)



# Introduzione

Questa dissertazione nasce da una curiosità, da una crisi e da una riflessione. Il processo della progettazione architettonica è oggetto di molti studi, dal campo della scienza del disegno, delle scienze cognitive sino a quello dell'informatica. Il rapporto fra progetto architettonico e queste discipline è alla base di tale curiosità. Come aiutare il progettista a concepire un progetto architettonico? Con quali modelli teorici di riferimento? Quale metodo utilizzare per modellare uno? Come fare in modo che questa modellazione possa essere ripercorsa in maniera metodologicamente coerente e come applicarla ad un vasto campo di esemplificazioni? L'ideazione della forma in architettura si trova ad affrontare una grande crisi: la mancanza di modelli teorici dedicati al campo della progettazione architettonica, modelli che

siano sia solidi per soddisfare i requisiti scientifici, sia sufficientemente flessibili per essere adattabili a qualsiasi progetto architettonico<sup>1</sup>.

Il nostro lavoro si concentra su un modello progettuale che può essere utilizzato dagli architetti a supporto della progettazione architettonica; in modo particolare verrà specificato, parametrizzato e sviluppato un modello per adattarlo al dominio architettonico: "la piega".

"La piega, nel suo insieme, dà profondità e solleva dei possibili spazi. Essa permette una continuità spaziale e riunisce i diversi elementi presenti. Dalla piega, la superficie rimane intatta; nella piega c'è la possibilità di passare da una funzione all'altra mantenendo una certa consistenza, ovvero una connessione tra tutti questi elementi, creando una diversità in un tutto"<sup>2</sup>.  
Come definire la piega nello spazio? In effetti piegare, ripiegare lo spazio, vuol dire aprirlo a delle nuove prospettive spaziali. Di che tipo? (utopico, virtuale, possibile...)? Molti filosofi hanno cercato di definirla: la piega è come un chiasma o intreccio per Merleau-Ponty; per Deleuze invece, è la piega della superficie. Si noti che il "concetto" di piega occupa spesso una posizione strategica: la piega è percepita sia nell'architettura sia nelle arti visive come un "concetto di generatore di spazio".

---

<sup>1</sup> Claeys, D. *Architecture & complexité. Un modèle systémique du processus de conception qui vise l'architecture*. (2011) Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme. [http://aet.uclouvain.be/011/Architecture\\_Claeys.pdf](http://aet.uclouvain.be/011/Architecture_Claeys.pdf)

<sup>2</sup> Conferenza "L'espace pliable" tenuta a l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris (2011) coordinata da Aurélie Herbet riguardo al tema «Lo spazio piegato» che aveva lo scopo di collegare gli approcci teorici dell'architettura nonché filosofici e plastici.

Le operazioni morfo-semantiche, nominate da Jean-Claude Bignon<sup>1</sup>, "sono quelle modificazioni della forma che s'ispirano a modelli teleologici, importati da vari campi: natura, arte, meccanica... Gli architetti usano questi operatori avendo un riferimento in mente. Le operazioni morfo-semantiche sono solitamente combinazioni di diverse operazioni geometriche e hanno un insieme di parametri (asse, angolo, intreccio...) utilizzati per produrre risultati diversi". La tesi che difendiamo propone un modello morfo-semanticco di supporto alla fase creativa del progetto. Questo modello dovrebbe rispondere a tutte queste domande imponendo qualche tipo di riflessione.

La ripresa attuale del nuovo linguaggio dell'architettura contemporanea si basa molto sull'utilizzo di modellatori tridimensionali. In una prima fase progettuale, la strategia di modellare gli oggetti è meno utilizzata rispetto alla strategia dell'utilizzo diretto della geometria che formalizza un'idea. Infatti, l'attività di ricerca morfologica, dall'idea iniziale del progetto fino alla sua forma finale richiede molti adattamenti incompatibili con un approccio di modellazione geometrica lineare. Si ipotizza che la genesi delle forme sia il risultato della successiva trasformazione della forma, basata sugli obiettivi semantici e guidati da una o più immagini mentali<sup>2</sup>. L' avanzamento del progetto è composto da prove e ridefinizioni principali delle forme degli oggetti. Queste variazioni possono essere prodotte direttamente dal

---

<sup>1</sup> Bignon J-C. Architetto e Professore presso l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy; Direttore di ricerca del CRAI (Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie).

<sup>2</sup> Wetzel J-P. *Proposition d'un modèle et d'un outil dédiés à la conception morphologique architecturale en phase esquisse.* (2008) Tesi di dottorato - École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy.

progettista oppure da algoritmi generativi: "i modi tradizionali della rappresentazione geometrica, basati su metodi descrittivi, favoriscono un linguaggio formale di "elementi piatti" facili ad essere iscritti in un sistema di coordinate rettangolari e costruiti utilizzando una tecnologia tradizionale. Nelle tecniche di modellazione generative avanzate utilizzate nella progettazione architettonica digitale, gli oggetti non vengono "disegnati" ma sono "calcolati", il che significa che il progettista non modella direttamente la forma esterna, ma la sua logica generativa interna"<sup>5</sup>. La grande sfida dell'architettura contemporanea indotta dalla società dell'informazione è aprire le vie per un nuovo linguaggio architettonico che non è più basato sulla ripetizione.

Negli anni Venti del Novecento, la scatola abitativa è riuscita a rispondere alle grandi sfide del mondo industriale e con la *tabula rasa*, il luogo è gestito geometricamente ed è dissociabile dallo spazio fisico. Gli architetti modernisti pensano che uno stesso posto può essere (ri)creato in diversi luoghi. Questa idea di un terreno piatto con "un'architettura macchina", pronta all'espansione su tutto il territorio, è andata in crisi dopo la seconda guerra mondiale. Negli anni Sessanta, il postmoderno entra nel dibattito architettonico e una delle principali chiavi è quella della relazione con il contesto: nasce un concetto di suolo come rinnovamento dell'architettura, vale a dire "da piano astratto su cui disporre edifici isolati e ben distanziati, si passa a esperienza architettonica vera e propria. Il rapporto tra edificio e suolo è sempre più diretto: le componenti che strutturano l'edificio si

---

<sup>5</sup> Maria Helenowska-Peschke, *Applying generative modelling tools to explore architectural forms* (2012) - University of Technology, Department of Visual Arts, Poland - ISSN 1644-9363 / PLN 15.00 © 2012 PTGIG



proiettano nello spazio aperto interagendo con il disegno di suolo, così come alcuni elementi che appartengono alla morfologia del sito entrano a far parte della composizione architettonica dell'edificio"<sup>5</sup>. Dopo gli anni Novanta, entrerà in gioco il ruolo centrale dell'informazione, che Alvin Toffler definirà la "terza ondata". Il mondo informatico e quello digitale offrono notevoli possibilità da questo punto di vista. "L'argomento del diagramma inizia in maniera importante e diventa una parola chiave in quanto prefigurazione di un campo di possibilità e di un campo di forze che poi sarà di volta in volta giocato nello sviluppo del progetto architettonico per arrivare con una serie di mediazioni e di negoziazioni a una delle possibili forme finali implicite in quel diagramma. Gli architetti, operando con il diagramma, riescono ad avere delle armi di sviluppo progettuale e compositivo che hanno dentro di sé gli enzimi che creano un dialogo e una negoziazione con altre situazioni"<sup>6</sup>. Questi temi sono legati a un cambiamento totale della società: un cambiamento dal modello di tipo industriale e meccanico, che aveva nella scatola il suo simbolo, a un modello di tipo informatico, basato sull'informazione come materia prima, la quale apre grandissime risorse e possibilità proprio nel ripensamento del rapporto con la natura. "Si apre la sperimentazione di uno spazio-tempo in grado di definire l'oggetto, passando da un processo di astrazione a uno a carattere informale"<sup>7</sup>: alcuni architetti, come Eisenman, escogitano una serie di

---

<sup>5</sup> Zanni F. *Abitare la piega - piegare incidere stratificare*. (2010) p.58. Maggioli Milano.

<sup>6</sup> Saggio A. *Conferenza Abitare la piega - intervento dalla scatola al diagramma e oltre* (2008) Milano.

<sup>7</sup> Gregory P. *Teorie di architettura contemporanea. Percorsi del Postmodernismo* (2010) Carocci Roma.

strumenti o tecniche operative inconsueti nella pratica progettuale della cosiddetta piega, che ha influenzato molto l'avanguardia architettonica della fine del secolo XX. In questo contesto la piega può sostanzialmente essere apprezzata come metodo empirico dinamico di generazione della forma; la piega come dispositivo morfogenetico nella progettazione architettonica porta a modelli che si manifestano in un'elevata complessità formale mediante una serie di manipolazioni sulla superficie. Nella teoria architettonica contemporanea, la piega deve essere identificata come un concetto generativo che si è rivelato molto influente negli ultimi sviluppi nel campo dell'architettura. Di tutto quanto sopra, la domanda principale della nostra tesi può quindi essere conclusa come segue:

**Utilizzando un approccio morfo-semantico, com'è possibile modellare in modo euristico un processo di concezione di supporto all'architettura, per consentire a un progettista d'integrare in maniera pertinente il rapporto tra cultura, edificio e suolo?**

Presentata la domanda, l'articolazione della dissertazione può essere quindi organizzata. Il testo è suddiviso in tre parti principali, dettagliato come segue: introdurremo il nostro studio nella prima parte con una domanda principale, al fine di comprendere i meccanismi utilizzati dall'architetto durante la fase creativa. Gli argomenti presentati precedentemente tendono alla spiegazione delle ipotesi necessarie per iniziare il ragionamento (capitolo I). La domanda chiesta rende necessaria una definizione del concetto di modello appartenente alla cultura architettonica in una estensione metodologica. Il modello non è inteso in quanto oggetto tridimensionale come spesso è usato nel campo architettonico, ma è inteso dal punto di vista delle procedure logiche strutturate; gli architetti hanno cercato di costruire tali procedure al fine di approcciare e facilitare lo

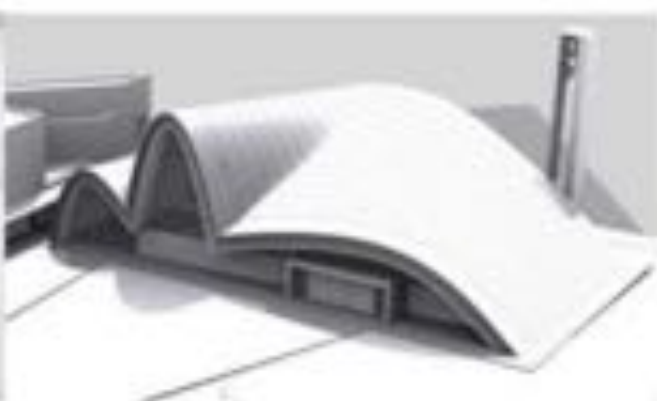
sviluppo del progetto per una serie di componenti (capitolo 2). Nella seconda parte del testo, il concetto di suolo come rinnovamento dell'architettura entra nel dibattito architettonico: è importante il passaggio dall'idea del suolo come piattaforma nel movimento moderno a quella che interpreta il suolo come elemento generativo dell'idea di architettura nell'era informatica. La piega si manifesta in due fenomeni: uno è artificiale, l'altro è naturale (capitolo 3). Il modello teorico e la sua attuazione hanno lo scopo di descrivere e creare una forma strutturale e architettonica piegata; i dati del modello devono contribuire a progettare questa forma, sia dal punto di vista geometrico sia meccanico. Un modello comune può essere utilizzato come ponte tra due discipline: architettura e ingegneria. La modellazione geometrica si costituisce nell'ambiente del modellatore Rhinoceros accoppiato con Grasshopper, un editor di algoritmi grafico di gestione dei dati geometrici parametrici (capitolo 4). Il capitolo successivo, invece, stabilirà le caratteristiche dei metodi di progettazione architettonica emergenti nell'era informatica: identificheremo la maggior parte dei metodi di progettazione attuali e le potenzialità "avanzate" del digitale; poi trattiamo i meccanismi di ibridazione degli strumenti digitali e analogici, come dispositivi più adatti a sostenere l'innovazione e la creazione (capitolo 5). Nell'ultima parte, cerchiamo di convalidare la pertinenza della nostra proposta del modello piega in un processo di progettazione architettonica. La diversità delle risposte formali e la fruibilità del modello rispetto a una modellazione tridimensionale classica sono i criteri per convalidare l'importanza del nostro approccio (capitolo 6). Infine, l'ultimo capitolo conclude la nostra presentazione con i vantaggi, i limiti e le prospettive della nostra tesi (capitolo 7).

Al fine di individuare tale modello si inizierà con un elenco delle varie funzioni che possono descrivere questa azione nei modellatori esistenti (Rhinceros e Grasshopper), poi si lavorerà su un'analisi che presenta una morfologia basata su pieghe. A tal fine, verranno studiati due chiese: la più carismatica è la chiesa dell'anno 2000 a Roma di Peter Eisenman e la chiesa di S. Pio in via di Malafede a Roma di Alessandro Anselmi.

Lo scopo di questa ricerca è quello di sfruttare le nuove possibilità offerte dagli strumenti digitali, mettendo in relazione le potenzialità del CAO (*Computer Aided Optimization*) e l'attività cognitiva dell'architetto durante la concezione del progetto. L'obiettivo che si intende raggiungere è quello di sviluppare una progettazione architettonica che attraverso la modellazione 3D porti al riutilizzo e alla creazione di trasformazioni morfologiche a base di pieghe, al fine di consentire l'esplorazione di nuove espressioni formali.



La chiesa per l'anno 2000, Roma  
Peter Eisenman



La chiesa di S. Pio in via di Malafede, Roma  
Alessandro Arselmi

*Cos'è l'architettura? La definirò io, con Vitruvio, l'arte del costruire? Certamente no.  
Vi è in questa definizione un errore grossolano. Vitruvio prende l'effetto per la  
causa. La concezione dell'opera ne precede l'esecuzione.*

*"I nostri padri costruirono le capanne dopo averne creata l'immagine."*

Étienne-Louis Boullée

## 2. Storia critica del concetto di modello

Questo capitolo sviluppa concetti di metodologia e modelli teorici nella cultura architettonica, permettendo di contestualizzare e di annunciare le problematiche attorno a cui si articola il modello "dinamico", inteso come struttura di supporto alla fase creativa del progetto, indotto nella società contemporanea dai sistemi di informazione.

Anche se molti eventi precedenti hanno segnato il campo di questo periodo e non possono essere dimenticati, uno studio concentrato sui principali modelli teorici della progettazione dal 1970 è necessario per descrivere lo

stato dell'arte consistente in quel campo. Al momento della loro creazione, questi metodi e modelli del mondo architettonico hanno provocato molte reazioni, positive e/o negative, ma quasi sempre avvincenti.

Secondo la riflessione del sociologo statunitense Alvin Toffler (Toffler, 1980) emergono tre diverse ondate che hanno cambiato la storia dell'architettura e della società. La prima ondata arriva fino alla fine del '700 ed è determinata da una società agricola rigidamente divisa con un'economia decentralizzata che aveva la terra come base della stessa economia, della vita e della cultura; La seconda è caratterizzata dalla macchina a vapore e dalla produzione artificiale di energia, mi riferisco alla "rivoluzione industriale", il periodo che ha cambiato il modo di pensare e di agire e che ha comportato grandi sconvolgimenti sociali; la terza ondata consiste nella "società dell'informazione", quella in cui viviamo, dove l'informazione (la materia prima essenziale) e il suo trattamento diventano i protagonisti della ricerca, sostituendo quella basata sull'industria. Anche sul concetto di modello, nel corso della storia si sono avvicendate tre ere:

1. l'era rinascimentale: la progettazione degli edifici funzionava per copie e per procedura. Questo metodo forniva delle "ricette" che procedevano più o meno efficacemente perché sono state ripetute nel corso della storia e raffinate per tentativi, errori e correzioni. (La connotazione della parola modello era l'esempio perfetto da imitare, da riprodurre o da adattare);

2. l'era industriale: la progettazione degli edifici era in primo luogo la realizzazione di prodotti. Questi modelli sottolineavano la razionalità del finito, rivolgendosi, anzitutto, agli elementi prodotti. Era la divisione e la specializzazione del lavoro. Il ragionamento veniva organizzato in maniera



lineare, continuo e monodirezionale, era un modo di operare di tipo induttivo<sup>9</sup>;

3, l'era informatica<sup>10</sup>: questi metodi rappresentano un modo di concepire i progetti basato sui processi, perché offrono al progettista il controllo costantemente connesso al proprio progetto; quindi gli interessi si concentrano sulle regolazioni tra gli oggetti nel tempo piuttosto che sugli oggetti stessi. Questo modello si articola per interrogazioni, è un processo basato sulle interconnessioni dei dati operando con un approccio deduttivo<sup>11</sup>.

## 2.1. L'era rinascimentale

Sulle prime riflessioni sul concetto di modello alcuni autori affermano che non esisteva una teoria coerente nella storia, ma è apparsa nel Rinascimento quando veniva utilizzato principalmente per la presentazione del progetto<sup>12</sup> (figura 1). Questo modello fa riferimento alla dimensione estetica e matematica dell'architettura, perché in quell'epoca, si occupava

---

<sup>9</sup> Approccio al pensiero scientifico e progettuale che parte dalla raccolta analitica delle informazioni e a queste applica, o crea *ex novo*, una teoria. (Saggio 2007, p.160)

<sup>10</sup> Le espressioni "società post-industriale", "civiltà dell'informazione", "terza ondata" hanno assunto un ruolo centrale nella riflessione contemporanea sulla scia degli studi di Alvin Toffler. (Saggio 2010, p.17)

<sup>11</sup> Approccio al pensiero scientifico e progettuale che parte dalla formulazione di ipotesi generali che pone a verifica con la raccolta delle informazioni e la sperimentazione diretta dei risultati (Saggio 2007, p.159)

<sup>12</sup> Il modello architettonico del periodo pre-industriale era inteso come elemento di rappresentazione, come tipo o elemento di riferimento.

principalmente di chiese, palazzi e castelli, per il quale la funzione ereditata dal Medioevo lascia poco spazio a quella dell'adesione.

*"Gli architetti del '400 e '500 utilizzavano modelli in scala di elevate dimensioni costruiti in legno, o con altri materiali quali la "terra molle", la cera e con l'ausilio di ortaggi che potevano essere incisi molto facilmente per la costruzione dei dettagli decorativi, per la presentazione al Papa o al Signore dei loro progetti." (De Luca, 2006, p.15)*



*Figura 1– Modelli per S. Pietro a sinistra: Antonio Sangallo il Giovane. Vaticano, Fabbrica di S. Pietro; a destra: Domenico Cresti. Michelangelo presenta a Paolo IV il modello per S. Pietro, Fl. Casa Buonarroti*

Oltre a questo modello (plastico) utilizzato come modello analogico, l'invenzione della prospettiva di Brunelleschi costituiva in quell'epoca un modello molto importante, (una figura retorica familiare dell'arte e della storia dell'architettura). L'invenzione della prospettiva e il successivo consolidamento del disegno e la geometria come base dell'architettura

possono essere descritti come l'epicentro della trasformazione dell'architettura e prestabiliscono il futuro sviluppo della disciplina: è uno degli strumenti più potenti inventati dall'uomo per rappresentare il mondo a propria immagine e somiglianza, per fare della realtà una proiezione del pensiero umano.

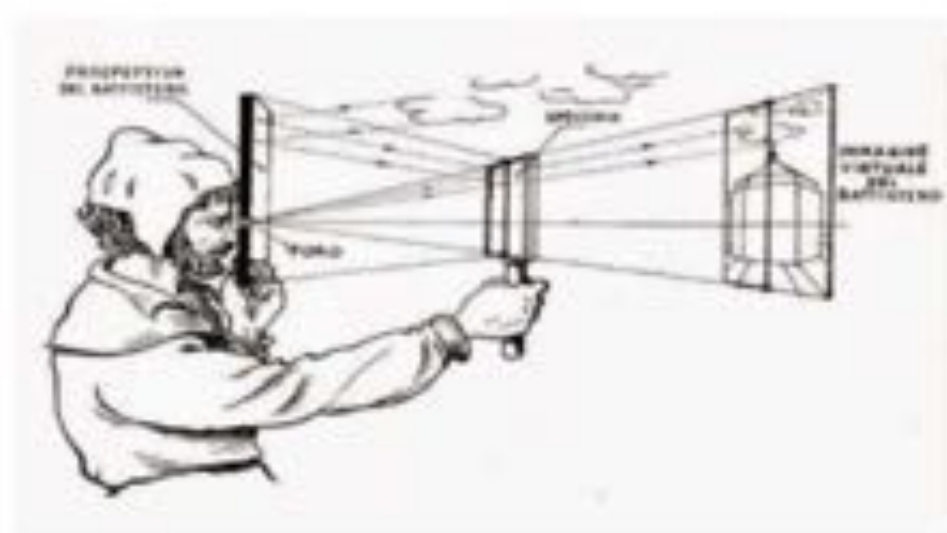


Figura 2 – Filippo Brunelleschi, l'invenzione della prospettiva

Nel Settecento, secondo il teorico dell'architettura francese Jacques Lucan (2009), le parole *distribuzione*, *disposizione*, e *composizione*, nonostante siano state usate con imprecisione, acquisivano un'importanza nei trattati di architettura.

La parola *distribuzione* utilizzata principalmente nell'architettura di quel tempo era per loro "la prima preoccupazione" dell'architetto, consisteva nella ripartizione delle stanze nella pianta, che poi diventavano indipendenti e quindi assumevano una più efficace funzione. Per Biondel (1675-83), la "distribuzione" si occupava della "commoditas" (comodità), mentre la decorazione e la costruzione corrispondevano rispettivamente a "voluptas" (piacere sensuale) e "necessitas" (necessità). La "disposizione" ha invece un

senso più ampio (disposizione delle stanze, delle masse, degli elementi...) e più vago. Nel 1750, al termine del periodo barocco, le rivoluzioni industriali e sociali mettevano fine il "vecchio mondo", l'Illuminismo si concludeva con la rivoluzione francese del 1789, che segnava il passaggio alla modernità.

Nell'Ottocento, la parola *composizione* diventava attuale per descrivere quello che oggi si sarebbe chiamato *progettazione*. Nel cuore di questo periodo, c'era la guerra tra neoclassicismo e neogotico. Le forme venivano trasferite a nuovi tipi di edifici che portavano ad una loro svalutazione. Nella maggior parte dei casi, gli edifici sono stati costituiti da una struttura in cui i materiali erano in continua evoluzione e diversificazione su un involucro ornato è giustapposto. L'involucro si distingueva dalla struttura primaria.

Nel suo *Précis des leçons d'architecture données à l'École royale polytechnique*, Durand (1802) tenta di determinare, in maniera generale la "procedura di base nella composizione di qualsiasi progetto" (titolo della tavola 21). Dal momento che l'architettura è "l'arte di comporre e di eseguire tutti gli edifici pubblici e privati," è ovvio che gli architetti hanno bisogno di un "metodo" per "buona condotta loro dovuta." Durand si stupisce con l'uso generale del termine "composizione", che "non era mai stato affrontato in ogni lavoro o in qualsiasi corso." Nella Tavola 18 (vedi figure 3-4), dimostra, per esempio, che ogni edificio può essere fatto combinando uno schema di base che conteneva un insieme di strutturazioni compositive.

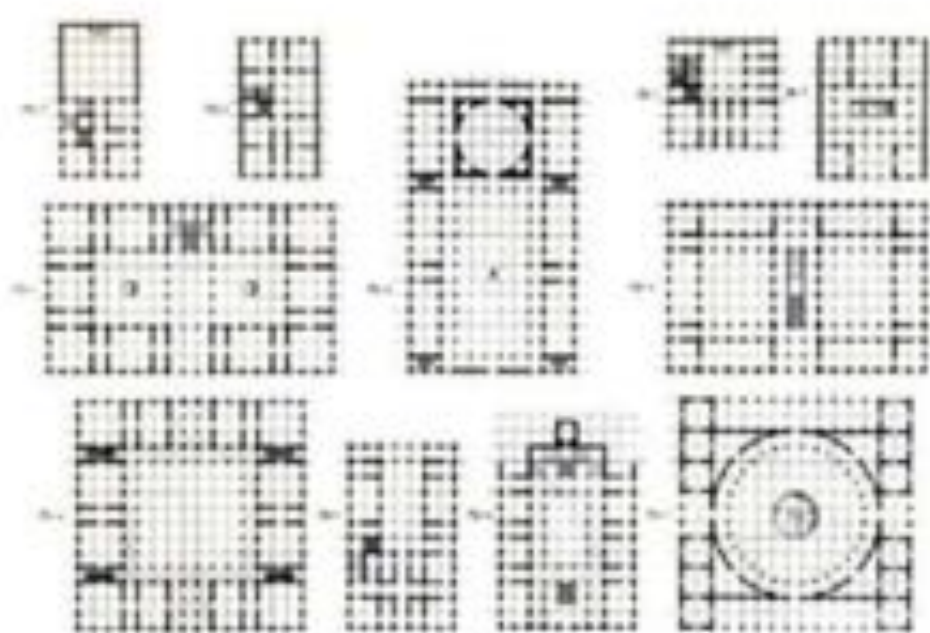


Figura 3- Modulazione degli edifici. Jean-Nicolas-Louis Durand (1813, tavola 18)

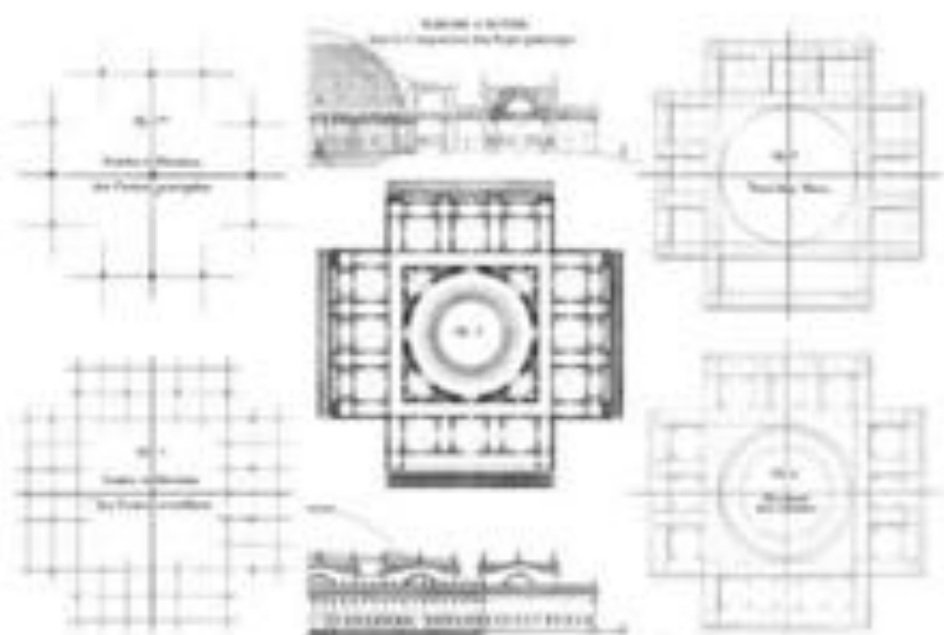


Figura 4- Procedura di base nella composizione di qualsiasi progetto. Jean-Nicolas-Louis Durand (1813, tavola 21).

## 2.2. L'era industriale

### 2.2.1. Gli architetti modernisti (anni 1920)

All'inizio del XX secolo, le avanguardie artistiche e architettoniche si opponevano al neoclassicismo del XIX secolo interrompendo le fondamenta illuministiche, razionalistiche e sociali del XVIII secolo. Questi movimenti si impegnavano a rifiutare la definizione, tipicamente neoclassica, di un insieme di regole estetiche condizionate da una tecnica artistica o da un desiderio di copiare la natura. Nel respingere l'estetismo neoclassico l'architettura "moderna"<sup>11</sup> emergente, guidata da un "desiderio di scientificità" (Cross 2001, pp.49-55), preferiva valorizzare la dimensione materiale dell'architettura attraverso una ricerca scientifica, che consentiva la progettazione di "prodotti". In proposito, Adolf Loos scrisse il suo articolo "Ornamento e Delitto" (1908) in cui mostrava che l'architettura del XX secolo era pronta a "superare l'ornamento" arrivando alla "fase di lavorazione" di "oggetti d'uso". Ciò che rendeva la "grandezza" dell'epoca è quindi la sua incapacità di produrre uno stile (un ornamento). L'assenza di ornamento mostrava anche la "forza dell'anima" del progettista.

La prima guerra mondiale ha lasciato dei segni: dei nuovi mezzi di trasporto (l'auto e l'aereo), dei nuovi materiali e delle nuove tecniche di costruzione appaiono, cambiando il modo di concepire i progetti. Dopo la rivoluzione del 1917, i costruttivisti russi soddisfano le esigenze utilitaristiche della nuova società comunista attraverso l'applicazione del nuovo linguaggio

---

<sup>11</sup> L'aggettivo "moderno" è in questi anni quello più usato. Moderno, e poi Movimento moderno, vuol dire prima di tutto "diverso", alternativo rispetto a quanto esisteva prima (Saggio 2010, p.13)

dell'astrazione geometrica. Vicino ai costruttivisti russi, il movimento *De Stijl* emerge nel 1917. I Neoplasticisti olandesi sostengono l'austerità formale e creano un nuovo 'stile', che soddisfa i requisiti della società industriale. All'interno di questa tendenza, l'architetto olandese Theo Van Doesburg (1917) vede la nascita di una epoca "nuova" dove la società si sarebbe opposta a tutte le considerazioni soggettive sull'architettura.

A Weimar, il Bauhaus, fondato nel 1919 dall'architetto tedesco Walter Gropius, offre con i suoi "maestri", un insegnamento incentrato sulla razionalità e la funzionalità. Durante il primo periodo di Weimar, Walter Gropius ha introdotto il programma iniziato al Deutscher Werkbund: le teorie del Bauhaus sono "funzionaliste", il che significa che "se un oggetto è ben progettato per soddisfare il suo utilizzo previsto, la bellezza verrà come soprappiù" (Gombrich 1950). È la ricerca di una sintesi tra arte e tecnologia, "per dare ai prodotti della macchina un contenuto reale e significativo" (Gropius 1935). La concezione è allora la produzione di oggetti e la realizzazione di "prodotti" reali.



*Figura 5— Il Bauhaus di Walter Gropius a Dessau (1926).*

La possibilità del trasferimento della scuola specialistica del Bauhaus da Weimar alla periferia di Dessau trova il suo momento di rinascita fondamentale. Il nuovo edificio di Dessau rompe tutti gli schemi col passato grazie ad una vista analitica ed antiprospettiva. Il Bauhaus è il primo esempio di una nuova idea di città che ancora non era altro che un paesaggio mentale dei funzionalisti. La trasparenza diventa così un catalizzatore<sup>14</sup> per tutto il movimento moderno, antiretorica e antisimbolica, è cardine di igiene, leggerezza e modernità per muovere le conquiste della nuova architettura industriale in una dimensione non solo pratica, ma anche estetica.

Accanto alle iniziative costruttiviste, il concetto di "struttura" e di "costruzione in serie" appare in Le Corbusier nel suo progetto di "ossatura standard 'Dom-ino' per costruire in grande serie" (1914). L'edificio non è più una massa, ma una "costruzione" determinata esclusivamente da una struttura interna e le facciate continue. Nello sviluppare la sua architettura "funzionale", egli ha sviluppato il concetto di "machine à habiter" (1923) per simboleggiare la casa costruita con un metodo di progettazione oggettivo e razionale, vale a dire, la ricerca di un metodo scientifico della concezione architettonica. Ha inoltre sviluppato il Modulor (1950, 1955) come un insieme di regole di composizione, simile le considerazioni estetiche dei trattati (neo) classici.

*"Dal 1923 al 1929 si afferma nel campo dell'architettura, dell'urbanistica, del design una serie impressionante di novità. Sono risposte articolate, diramanti e per la prima volta convincenti. Nasce in questo breve arco di*

---

<sup>14</sup> Agente che consente a una reazione di avvenire e che determina la combinazione, la direzione e il senso che assumono molteplici sostanze poste in sua presenza (Antonino Saggio).



*tempo un sentire comune, sostanzialmente condiviso in diverse parti del mondo e profondamente distante dal passato.*" (Saggio 2010, p.23)

Mettiamo a confronto questi nuovi modi di progettare (paradigmi) dell'era industriale (figura 6), che hanno ribaltato i concetti precedenti e che hanno portato ad una profonda e irreversibile trasformazione della società, con quella dell'era rinascimentale. Di seguito presentiamo i paradigmi dell'era informatica che sostituiranno quella basata sull'industria.

Ambiti	L'era rinascimentale	L'era industriale
Programma	monumentale	omnicomprensivo
Città	chiusa e delimitata	aperta ed espansiva
Costruzione	struttura continua	struttura puntiforme
Edifici	a blocchi in isolati	senza isolati
Visione	realistica, raffigurativa	astratta, analitica
Metodi	tipologico, forma per attività	non-tipologico, attività da la forma
Espressione	totalizzante	frammentaria
Catalizzatore	prospettiva	trasparenza

*Figura 6- Contrapposizione tra i paradigmi dell'era rinascimentale e quella industriale. Classificazione secondo Antonino Saggio (2007)*

Secondo Antonino Saggio (Saggio 2007) esistono tre tipi di modello<sup>15</sup> di famiglie, il primo è concettuale o decisionale, il secondo è scientifico e il terzo è semantico.

<sup>15</sup> La parola modello non è intesa come un oggetto tridimensionale come è spesso usata nel campo dell'architettura e nemmeno come un archetipo da seguire, ma viene intesa come un modello di sistema di variabili nel suo contesto scientifico (tipico, matematico, statistico, economico) e in questa accezione che rientra dentro l'architettura.

I modelli decisionali sono quelle attitudini procedurali portate avanti dagli architetti nella fase di ideazione, definizione e realizzazione del progetto con il fine di operare scelte spaziali e possiedono quattro sottotipi:

1. oggettivo
2. prestazionale
3. strutturalista
4. diagrammatico

I primi tre sottotipi di modelli decisionali trovano sintesi e realizzazione finale nell'unico modello che, idealisticamente, dovrebbe essere portato avanti (e sfruttato) dagli architetti di oggi, e che intendo sviluppare nei prossimi capitoli.

Il primo modello decisionale è oggettivo<sup>16</sup>.

Alla nascita dell'architettura del funzionalismo, del razionalismo e del movimento moderno negli anni venti del novecento, è molto naturale che gli architetti volessero decisamente avere un tipo di approccio nuovo, che ha il mondo in questa nuova architettura permeata al mondo dell'industria. Questo nuovo modo di prendere decisioni standardizzato consiste in processi di tipo analitico, di tipo logico, di tipo causa-effetto (tra forma e funzione, economia e struttura, forma e programma). Il ragionamento procedeva "dall'alto verso il basso" detto anche *top-down* e rispondeva a un

---

<sup>16</sup> Che cosa vuol dire oggettivo? Secondo A. Saggio oggettivo vuol dire l'estrapolazione di caratteristiche che sono facilmente classificabili, normalizzate che nel mondo della contemporaneità non esiste. Intervento di Antonino Saggio "Modello nel dibattito contemporaneo". Quaderni del Dottorato di Ricerca in Architettura -Teorie e Progetto Dipartimento di Architettura e Progetto. *UnStudio diagramma struttura modello pelle ibridazione*. A cura di: Gaetano De Francesco, Ehsaz Ghazi, Isabella Santarelli. Editore Lulu.com, 2015 (p. 17).

approccio *if-then*, organizzato in maniera lineare come una catena di montaggio. All'interno di un mondo permeato di razionalità (del calcolo e dell'oggettività) e di positività, quindi del mondo dell'industria, questo ragionamento influenza anche il mondo dell'architettura. L'ossessione vera e propria di questa fase storica ruotava sul concetto di oggettività.

Alexander Klein lavora prendendo come "unità di misura" l'uomo e le sue "dimensioni" antropometriche. Calcolava e progettava gli spazi in base alle funzioni di cui l'individuo avrebbe necessitato. Al centro della pratica progettuale i manuali quali Neufert imponevano tutta una serie di modelli in funzione delle differenti tipologie e scale di intervento.

Questo grande sforzo di oggettività si è visto in particolare nella casa popolare: oggettività della situazione, oggettività dei bisogni e oggettività delle soluzioni. Il flusso che ha nel campo della casa popolare dagli anni venti e nei decenni successivi si basa anche nell'applicazione socio-politico purché le persone che vivevano sotto standard, acquisivano finalmente uno standard.

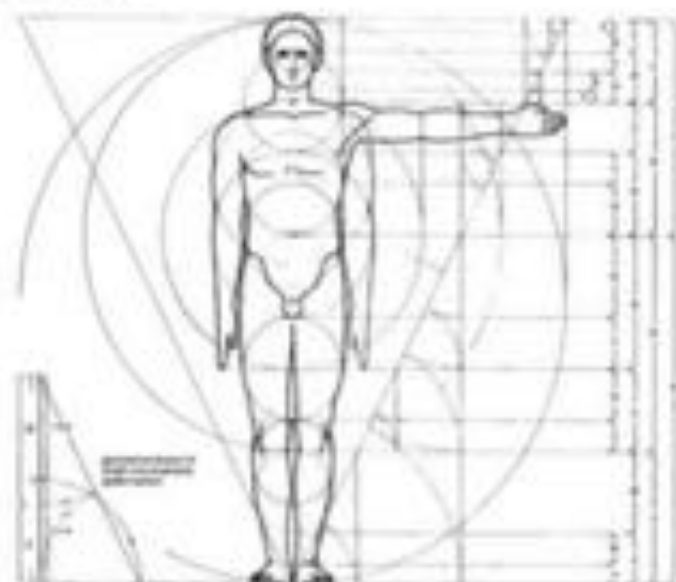


Figura 7- Il manuale Neufert basato sullo studio dell'uomo, delle sue misure e degli spazi su misura.

Per i sostenitori della teoria della *Gestalt*, considerando l'attività di concezione in quanto processo di risoluzione di un problema (*problem solving*<sup>17</sup>), il progettista è quindi di fronte ad una situazione, cerca di raggiungere un obiettivo e deve trovare il modo di raggiungerlo. Lo scopo della risoluzione del problema è quindi di pervenire una *Gestalt*, vale a dire una forma o una configurazione degli elementi della soluzione che è simile alla soluzione desiderata. Il prodotto del processo della concezione è quindi la formazione di una *Gestalt* a partire da operazioni percettive. La risoluzione dei problemi è in realtà il risultato di attività percettive e capire il fenomeno di unirsi, mentalmente le parti in un tutto. La soluzione di un problema può sorgere solo se il progettista è in grado di organizzare le diverse parti del problema da una nuova prospettiva, una nuova *Gestalt*. In quel tempo, i Gestaltisti non avevano fatto una ricerca rigorosa per spiegare come il sistema cognitivo potrebbe raggiungere la formazione di una *Gestalt* ma hanno suggerito alcuni passaggi ricorrenti nella risoluzione dei problemi.

### 2.2.1. L'ossessione per la scatola nel XX secolo

La tendenza alla semplicità, nel riduzionismo, è particolarmente sviluppata nei dipinti suprematisti dell'artista russo Kazimir S. Malevitch, nelle tele giganti che rappresentano l'espressionista astratto americano Mark Rothko, nell'arte minimale americana degli anni 1960 o nella musica minimalista del compositore americano Philip Glass. In architettura, invece, i primi maestri moderni sono Le Corbusier, Ludwig Mies van der Rohe, Walter Gropius...

---

<sup>17</sup> Risolvere problemi significa trovare una strada per uscire da una difficoltà, una strada per aggirare un ostacolo, per raggiungere uno scopo che non sia immediatamente raggiungibile

L'idea della scatola<sup>12</sup>, che a partire dal movimento moderno è riuscita a rispondere alle grandi sfide del mondo industriale, si manifesta nello schema della casa domino di Le Corbusier. Nei suoi primi progetti degli anni venti egli ragionava in maniera concentrica proprio su questa idea della scatola abitativa.



Figura 8- Costruzione in serie casa dom-ino. Le Corbusier (1914)

Molto più tardi, Le Corbusier (1923) ha scritto più volte che "le forme primarie sono quelle belle perché si leggono chiaramente": ciò che è semplice è quindi bello. L'approccio razionale dietro il modernismo non è solo l'estetica, ma allarga l'esperienza e riduce il materiale in architettura con linee rette, parallele, gli angoli, i volumi puri, orizzontali e verticali.

La riduzione è necessaria per raggiungere una fase in cui l'architettura non esprime che se stessa. Per i sostenitori del modernismo, del purismo, del minimalismo architettonico, del regionalismo critico, della nuova semplicità e d'altre posizioni razionali progettare un edificio che sembra semplice per l'utente è difficile. La competenza degli architetti è allora quella di organizzare le parti che compongono l'edificio complesso in un tutto

---

<sup>12</sup> Nella conferenza "Abitare la piega" Antonino Saggio, nel suo intervento "Dalla scatola al diagramma".

semplice. L'architetto di origine ungherese Marcel Breuer (1935) ha descritto l'architettura moderna con espressione ironica "maximum simplicity". Egli ritiene che l'architettura non sia una materia semplice, si tratta di un' "allarmante complessità multipla". Per lui, i moderni cercano la "chiarezza" dall'enfasi delle leggi della struttura, delle funzioni e da una estetica semplice che evita le "forme irrazionali." Questa idea è portata avanti dalla iconica "Less is more" leggendariamente attribuita a Ludwig Mies Van der Rohe. Per John Pawson (1998), il minimalismo diventa anche un "stile di vita".

L'idea di standardizzazione della società industriale, della funzionalità assoluta di un modello sempre uguale, produzione idealmente meccanizzata, inserimento dell'oggetto macchina, tutto questo ragionamento è "basato sul paradigma industriale tende a pensare attraverso la grande parola dell'oggettività, che diviene la parola-contenitore di tutte le altre: oggettività del bisogno, oggettività della soluzione, e questo crea un modello mentale e decisionale. Lo sviluppo di questo approccio conduce alla rappresentazione attraverso il famoso diagramma a blocchi, metodo che si riversa anche nella logica del progetto. Cos'è un diagramma a blocchi? È un procedimento per quantizzare in scala le superfici del progetto. Il secondo ragionamento è lo studio delle adiacenze, ossia cosa deve stare vicino a cosa, è una logica tipicamente organizzativa che nasce da un modello industriale"<sup>71</sup>.

---

<sup>71</sup> Intervento di Antonino Saggio "Modello nel dibattito contemporaneo". Quaderni del Dottorato di Ricerca in Architettura - Teorie e Progetto Dipartimento di Architettura e Progetto. *Un' studio diagramma struttura modello pelle ibridazione*. A cura di: Gaetano De Francesco, Elhaz Ghazi, Babella Santarelli. Editore Lulu.com, 2015 (pp.17-18)

Questa idea di scatola (abitativa) e la sua modalità progettuale nasce da un concetto fondamentale ed è la traduzione in architettura della Ford T. L'idea che possa esistere un prototipo perfetto di macchina da riprodurre in serie in milioni di esemplari assolutamente identica e pensata per la famiglia tipo della nuova urbanizzazione americana per rispondere con l'efficienza, la funzionalità e la standardizzazione ai fenomeni nuovi della società industriale. Henry Ford diceva: "La Ford T può essere di qualunque colore purché sia nera".

Dopo la seconda guerra mondiale Le Corbusier riesce a realizzare l'unità d'abitazione. La città che lui pianificava in quegli anni era fatta da una serie di compartimentazioni omogenee e si presentava come un'idea di un macro elemento posta su una piattaforma.



*Figura 9- Immeuble villa Le Corbusier (1922)*

Un altro architetto che ha lavorato sull'idea della scatola è Peter Eisenman. Alla fine degli anni '50 nasce nell'architetto statunitense un particolare interesse per la scuola comasca del razionalismo. Colin Rowe, teorico dell'architettura a partire dal secondo dopoguerra; è importante per

Eisenman, perché affronta la critica, vedendo l'architettura come testo e sintassi, e individuando nell'architettura dei meccanismi sintattici importanti, Eisenman viene in Italia e comincia a studiare Terragni, inizia così un ragionamento teorico sull'architettura, elemento fondamentale per lui. Si concentra in particolare su due opere: la casa del Fascio e la casa Giuliani Frigerio. L'opera più interessante di Eisenman collegata a questa riflessione critica a partire dal lavoro di Terragni è l'House II (Saggio, 1995).



Figura 10- House II Peter Eisenman (1969)

### 2.2.3. Il luogo nel predominio planetario dell'International Style

Tra il 1928 e il 1956, i CIAM (Congressi internazionali di architettura moderna) sulla base degli obiettivi di miglioramento sociale e sulla ricerca architettonica che tende verso una nuova estetica al tema della società industriale favoriscono lo sviluppo del movimento moderno che si trasforma progressivamente in uno stile internazionale in cui gli edifici non sono più realizzati dai maestri ma dai seguaci: uno stile architettonico per un'architettura universale i cui principi di sviluppo di concezioni sono simili, un'architettura dominata dalla componente formale, attraverso un linguaggio che sarà applicato in tutto il mondo, al di là del contesto storico



o geografico, eludendo anche le particolari condizioni ambientali. Nel 1932 viene organizzata una mostra al MoMA (Museum of Modern Art) di New York dall'architetto Philip Johnson e lo storico Henry - Russell Hitchcock, intitolata "International Style. La mostra tratta due concetti fondamentali che riprendono il nome del titolo: il concetto di "stile" e quello di "internazionalità".

La pubblicazione nel 1932 del libro *International Style: architettura sine 1922*, divenne una sorta di prontuario, generosa fonte di modelli alla quale attingere senza troppi scrupoli da parte di architetti astuti o semplicemente incapaci alla ricerca di soluzioni formali di immediato utilizzo e legittimate da un'aura di modernità. Quello che in origine poteva essere una specie di celebrazione degli architetti migliori del "Movimento Moderno" europeo, da Gropius a Mies, da Le Corbusier a Oud divenne in realtà, probabilmente a causa della sua stessa conformazione, uno degli elementi che contribuirono alla messa in discussione del "Movimento Moderno" nel dopoguerra<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Raffaele Ursino „Tesi di laurea: L' "International Style" e la cultura architettonica italiana.



Figura 11- Lake Shore Drive Buildings Apartments. Mies van der Rohe (1948-51)

Un'indagine fenomenologica del luogo<sup>21</sup> che tenta di raccontare quello che è un luogo è superflua. Anche se è la preoccupazione principale degli architetti, il concetto di luogo significa qualcosa che non può essere isolato e che non ha esistenza fisica. Dal momento in cui si ipotizza che la finalità del progetto architettonico è quella di costruire un luogo, dire qual è la funzione di un luogo, è dire indirettamente qual è la funzione della concezione architettonica e quale natura è la conoscenza mobilitata dal progettista. Molti critici hanno dato (o meglio tentato) delle definizioni di concetto di luogo in architettura. È impossibile elencarli in questo contesto. Un approccio interessante è presentato dai filosofi francesi Christian Godin e Laure Mühlenthaler (2005) che stabiliscono uno stato dei luoghi in architettura, rispondendo all'invito alla "topo-analisi", diretta da Gaston

---

<sup>21</sup> "Il luogo acquista molteplici connotazioni che, pur attinenti a discipline diverse (quali l'antropologia, la psicologia, la sociologia, la semiologia, la psicologia della percezione) si collocano nell'ambito fenomenologico, ovvero all'interno di quella linea di pensiero che vede nella relazione uomo-natura, uomo-territorio, la sostanza dell'essere del luogo" (Gregory, 1996, p.8).

Bachelard (1957) ai suoi lettori, alla fine de *La poetica dello spazio*: si definisce "topo-analisi", "Analisi psicologica sistematica dei siti della nostra vita intima". Godin e Muiethaler suppongono che l'architetto abbia diverse opzioni disponibili durante il suo approccio concettuale: (1) egli parte da peculiarità locali e concepisce un progetto che metta in mostra il *topos*, o (2) egli scoprendo le leggi universali di spazio si adatta o meno, e applica il progetto arbitrariamente a tutti i luoghi, o (3) egli concepisce un progetto che esprima il suo pensiero indipendentemente dalla sua ubicazione. Per loro, tutte le prospettive teoriche sull'architettura possono essere classificate in base al luogo, secondo tre concezioni di quest'ultimo:

(1) "topico" (luogo naturale sacro antico e vernacolare, luogo antropico e particolare, nomadismo, spazio pre-euclideo, architettura singolare).

(2) "pantopico" (luogo astratto classico e modernista, spazio euclideo, architettura universale).

(3) "atopico" (non-luogo globalizzato postmoderno e ipermodernista, spazio post-euclideo, architettura globale).

Per Le Corbusier l'architettura è "una pura creazione dello spirito" (1923); egli ricorda, che "le forme primarie sono quelle belle, perché si leggono chiaramente", che le superfici sono "accusatorie e generative" e che il piano è il loro "generatore". Con la *tabula rasa* del modernismo, il luogo è gestito geometricamente ed è dissociabile dallo spazio fisico. I moderni pensano che un stesso posto possa essere (ri)creato in diversi luoghi. La posizione assunta dall'architettura *pantopica* è inconcepibile per Bachelard (1957) che crede che lo spazio "entra dall'immaginazione" non può restare lo "spazio indifferente dato alla misura e alla riflessione del geometra". Per lui, lo spazio

è abitato 'non nella sua positività, ma con tutta la parzialità dell'immaginazione'.

L'architettura *pantopica* è l'idea di un terreno appiattito, liscio e astratto, nel quale il progettista utilizza i codici culturali di organizzazione dello spazio per concepire un progetto basato sulle sue idee, non sulle particolari caratteristiche dell'ambiente o dell'utente che vuole "abitare la terra" in quel luogo. Una polarità significativa del luogo può essere rilevata dalle componenti *pantopiche* dell'architettura: l'organizzazione culturale dello spazio. Nel caso di architettura *pantopica*, il luogo emerge da un lavoro di messa in relazione dell'uomo con l'ambiente a partire dalla cultura. Non si trova nel *nunc* (adesso) rispetto alla storia, ma nel *hic* (qui) della geometria in quanto pura spazialità.

L'architettura *pantopica* spinge l'architetto a creare architetture come un demiurgo. Il luogo è quindi l'emergere del pensiero astratto del progettista e attraverso lui del sistema socio-culturale di valori in cui opera. Degli archetipi di progetti di architettura chiamati *pantopiche* e tagliate dall'ambiente sono, per esempio, le città ideali del Rinascimento, il *Plan Voisin* (1925) di Le Corbusier o le trame regolari e ortogonali delle grandi città americane. Oltre all'architettura classica e barocca, uno dei correnti architettoniche più *pantopiche* è probabilmente l'*International Style*.

Dagli anni sessanta, il campo dell'architettura era in subbuglio. Da un lato, gli architetti ritenevano che la modernità e la globalizzazione fossero molto positive. Infatti, l'architettura moderna è stata sostenuta per più di quaranta anni, dalla fiducia nel progresso scientifico e dall'utilità funzionale della razionalità e dell'oggettività. Il critico e storico dell'architettura Sigfried Giedion (1941) ha scritto: "tutti sanno che oggi abbiamo molte più risorse di

esercitare un controllo molto più ampio sui cambiamenti che si verificano nel mondo" e che queste "nuove opportunità" sono utilizzate per "dare all'uomo una vita migliore e più equilibrata."

#### **2.2.4. Le ricerche scientifiche (anni 1960)**

Alla fine del 1950, gli scienziati riprendono i progressi scientifici e tecnologici sviluppati dalla NASA e dai militari durante la seconda guerra mondiale per implementarli in applicazioni civili. Si manifestano la ricerca di operazioni e la gestione delle tecniche che prendono delle decisioni, così come i computer e i nuovi mezzi di comunicazione. Molti studiosi di quel tempo cercano di riportare questi risultati nel campo del *problem-solving* e della concezione di manufatti di design. Fu in questo periodo che nacquero la cibernetica e la teoria dell'informazione e della comunicazione in parallelo con l'emergere di una cultura di massa che mette in evidenza la produzione, il consumo e le informazioni. Molti teorici dell'architettura tentano di collegare architettura e informatica. (L. Bruce Archer, J. Christopher Jones, Christopher Alexander, Gordon Best, Nicholas Negroponte, Cedric Price, Gordon Pask, Geoffrey Broadbent...).

Nel corso del 1960, tre incontri eccezionali sono tenuti tra tutti i ricercatori di progettazione riconosciuti dall'epoca. La *Conference on Design Methods* (Settembre 1962) di Londra, è considerata come un importante punto di partenza per questo movimento. Gli interventi di questo primo incontro, pubblicati da J. Christopher Jones e Denis G. Thornley (1963), sono argomenti di riferimento nel settore, anche se i modelli del processo di progettazione sviluppati, sembrano ormai oggi un po' ingenui. Il progetto si svolge (semplicemente) in tre fasi:

(1) L'analisi (costituzione di elenchi di fattori con persone riguardanti la costruzione), (2) la sintesi (fase di scoperta della soluzione tramite i metodi di *brainstorming*) e (3) la valutazione (metodi statistici). Intitolato *The Design Method* (1965), il secondo incontro si è tenuto a Birmingham. I partecipanti hanno tentato di collegare metodo di progettazione e metodo scientifico, con specifico riferimento ad una *design science* (una scienza della concezione). Sidney A. Gregory (1966) pubblica i contributi e definisce per la prima volta il concetto di *design science* come una scienza che studia, ricerca e accumula conoscenze sul processo di progettazione e le operazioni ad essa collegate. Infine, il simposio di *Design Methods in Architecture* (1967) a Portsmouth i cui atti sono pubblicati da Geoffrey Broadbent e Anthony Ward (1969) si occupa di metodi specifici di progettazione, questa volta in architettura. Questo simposio segna il culmine e allo stesso tempo la fine della prima generazione di metodologie.

Secondo J. Christopher Jones, dopo la seconda guerra mondiale, sono apparsi alcuni metodi di rimozione di rigidità mentale<sup>22</sup> (*Synectics, brainstorming...*) nel 1950 e la "concezione tramite il disegno"<sup>23</sup> è diventata sempre più uno strumento per risolvere i problemi e i sotto-problemi

---

<sup>22</sup> Con la rigidità mentale si intende la scarsa adattabilità di questi sistemi alle diverse situazioni. Quando una forma è determinata a priori, o a delle funzioni standard come nel caso della produzione in serie, o quando è strettamente vincolata a rispondere a determinati presupposti ed avendo limitate possibilità di modifica.

<sup>23</sup> Basato su un libro dello scrittore inglese George Sturt (1913) che mostra il passaggio dall'artigianato della fine del XIX secolo all'industrializzazione, J. Christopher Jones (1970) descrive la "concezione artigianale". Egli ha osservato che questa concezione si basa sulle rappresentazioni interne, ma anche su quelle esterne attraverso un modello da imitare. Ne consegue anche alcune caratteristiche del processo di lavoro dell'artigiano in cui pensare e fare sono direttamente correlati. Poi Jones mostra la "concezione tramite il disegno", questa fase consiste di mettere dei documenti grafici progressivamente distinta da quella della produzione reale dell'artefatto.

diventando più complesso (la costruzione di un Boeing 747, di un moderno ospedale o di un sistema operativo del computer). Per stimolare la creatività, sono apparsi dei metodi per aggirare la rigidità mentale e favorire l'originalità delle soluzioni. Questa rigidità mentale è presente quando, per esempio, un progettista reagisce in maniera abituale quando il problema da risolvere o il contesto è differente, o quando non è in grado di percepire delle realtà esterne rendendo le soluzioni da lui proposte irraggiungibili. Da allora, il numero di fattori considerato è in aumento negli ambienti sociali, economici ed ecologici. Degli approcci della psicologia e della concezione diventano comuni. I progettisti lavorano sempre più in squadre (più livelli di intelligenza che devono lavorare insieme) e differenti autori appaiono nel campo dell'architettura e del design. Nuovi problemi sono sorti dall'uso di artefatti (congestione del traffico, problemi di parcheggio, istruzione di massa, degrado urbano...). Compaiono diversi livelli logici: componenti, prodotti, sistemi e comunità. Il numero di agenti coinvolti nel processo è in aumento (comitati, sponsor, squadre di progettisti, imprenditori, operai, distributori di materiali, membri del gruppo sociale...).

Questa necessità porta al secondo modello decisionale (voluto fortemente a suo tempo da Christopher Alexander, che è la figura chiave per questo ragionamento chiamato "prestazionale"). Questo parte dagli stessi principi del modello oggettivo, in cui si esaspera la ricerca funzionale, definendo e scomponendo ogni singolo elemento capace di definire una funzione specifica, e dalla quale scomposizione ragionata deriverà la decisione ovvero si forma il modello prestazionale.

Attinente a una fiducia nel progresso informatico, la "necessità di razionalità" (Alexander 1964) sostenuta da alcuni architetti diventa per alcuni

metodologisti l'urgenza' di trovare un metodo logico per affrontare l'irresponsabilità' dell'architetto tradizionale che usa l'arbitrario per concepire l'opera.

Per Christopher Alexander, i problemi funzionali diventano sempre meno semplici, ma i progettisti raramente ammettono la loro "incapacità di risolverli."

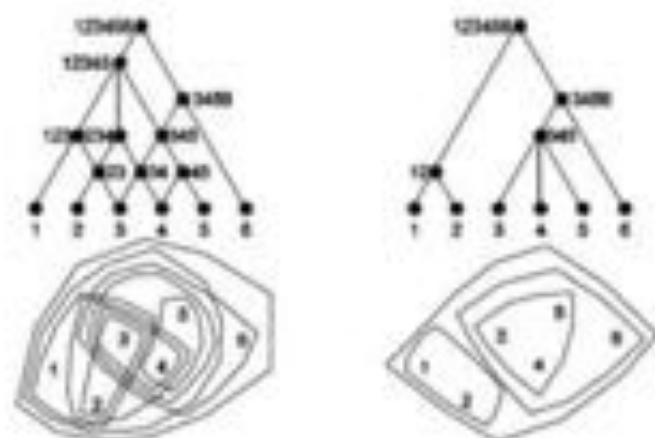


Figura 12 - La città in forma d'albero o in rete. Christopher Alexander (1965)

Quando non apprendono chiaramente un problema per trovare una soluzione, "ricadono su un accordo formale arbitrariamente scelto." Il problema quindi rimane irrisolto a causa della complessità che presenta. Questa critica è stata condivisa da molti metodologisti dell'epoca che hanno ritenuto che gli architetti, spesso sopraffatti dalle problematiche considerate, rutilizzano delle soluzioni già fatte, convenzionali e rassicuranti piuttosto che affrontare realmente i problemi.

Sono molti i principi che Alexander pone alla base del linguaggio dei *pattern* e del suo uso: partecipazione, processo di crescita per parti, ordine organico, diagnosi e coordinazione.



Il paradigma progettuale alexanderiano è diverso da quello dei metodi tradizionali di pianificazione e progettazione. Non sarebbe tanto la prefigurazione dello stato futuro contenuta in un disegno o in un piano a garantire la coerenza e le qualità necessarie al processo di trasformazione del contesto urbano, quanto piuttosto la corretta applicazione del principio di crescita per parti (incrementalismo).

Per Christopher Alexander (1963), la concezione è l'atto di trovare buoni componenti fisici di una struttura fisica. Si concentra in particolare sul processo di concezione, vale a dire "il processo che porta a inventare degli elementi fisici che, rispondenti a una funzione ad assumersi, propongono un nuovo ordine fisico, una nuova organizzazione, una nuova forma" (Alexander 1964). Egli quindi lavora su degli strumenti (matematici) che permettono di rappresentare diversamente i problemi architettonici, per dare al progettista i mezzi per garantire una corrispondenza tra il problema originale e la soluzione formale. Egli ha sviluppato un metodo di "decomposizione" diagrammatico del problema in (sotto) sistemi gerarchici. Uno degli esempi più noti è la sua decomposizione di un villaggio indiano. (Alexander 1963).

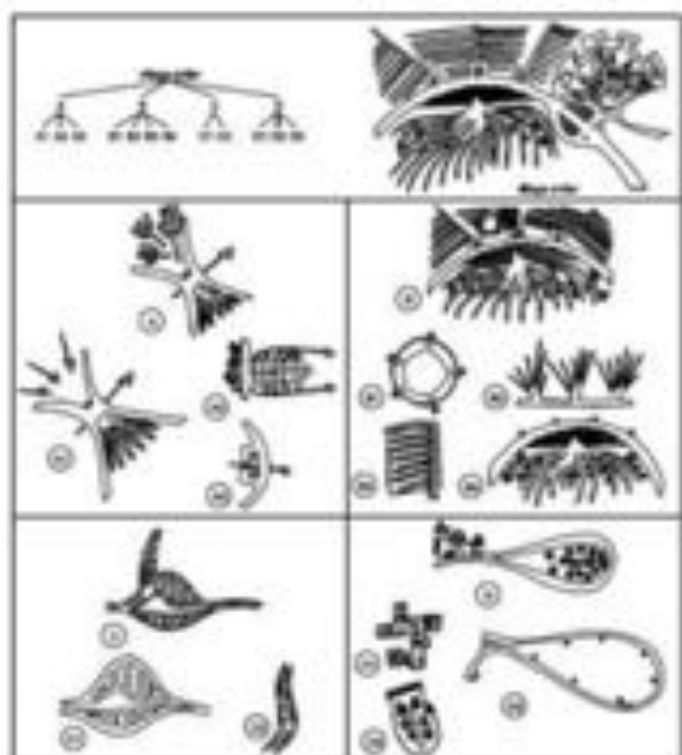


Figura 13- Decomposizione di un villaggio indiano. Christopher Alexander (1963, pp. 33-56)

Il libro più noto di Christopher Alexander, *Notes on the Synthesis of Form* (1964) è la prima tesi di dottorato sostenuta in *design methods*, è una dei primi tentativi di trascrizione del calcolo informatico.

Nell'introduzione del libro - "la necessità di razionalità" - sono evocati i concetti di "processi", di "invenzione", di "nuove forme" ...

Christopher Alexander, Sara Ishikawa e Murray Silverstein (1977) hanno sviluppato a partire dalla teoria degli insiemi il "Pattern Language" (modelli linguistici) nel quale ogni "pattern"<sup>28</sup> (modello) "descrive un problema che si manifesta costantemente nel nostro ambiente, e illustra quindi il cuore della soluzione a questo problema. Si può riutilizzare questa soluzione milioni di

<sup>28</sup> Un *pattern* (modello, modulo, motivo, schema, combinazione, configurazione) per definizione scientifica è una regola o un insieme di istruzioni che governano una parte funzionante di un sistema più complesso.

volte, senza che si fa mai due volte allo stesso modo'. Hanno poi condotto delle ricerche storiche in cerca di situazioni archetipiche, o "pattern" che collegano un contesto, un problema e una soluzione. Un "pattern" è quindi una configurazione che lega una soluzione a un problema in un contesto. Così, un problema ricorrente è in grado di fornire al progettista una soluzione predefinita, o "pattern", pronta per essere adattata al suo contesto specifico. L'uso dei "pattern" consente di dividere i problemi di progettazione in piccoli motivi risolvibili applicando la teoria dell'informazione. Un terzo approccio che ragiona in maniera diversa è il modello di tipo strutturalista<sup>25</sup>.  
Che cosa vuol dire?

"Negli anni sessanta, nasce una riflessione nell'antropologia culturale, nella ricerca e descrizione di alcune categorie, è un modo di ragionare che travasa nel pensiero filosofico e che ha avuto delle influenze importanti anche nel campo della progettazione architettonica. Il modello strutturalista nasce nell'ambito dell'antropologia culturale con la riflessione teorica di Claude Lévi-Strauss, il quale è il primo ad analizzare alcune strutture familiari, comportamentali, sociali e religiose delle popolazioni primitive, usando come modello interpretativo quello della linguistica strutturale. Significa che esistono dei pattern, delle regole quadro, delle "ossature" o strutture, che caratterizzano l'organizzazione di queste comunità e, allo stesso tempo, esistono delle variazioni che si muovono all'interno del sistema della regola generale."<sup>26</sup> L'ordine gerarchico strutturalista è un principio ordinatore della

---

<sup>25</sup> L'approccio strutturalista non vuol dire strutturale propria degli edifici (ma lo include come sottocategoria) bensì come un metodo che gerarchizza le possibilità di scelta, valutando variazioni di forme e di comportamento, ma rimanendo sempre entro i limiti "strutturali" in precedenza. (Saggio, 2015)

<sup>26</sup> Intervento di Antonino Saggio "Modello nel dibattito contemporaneo". Quaderni del Dottorato di Ricerca in Architettura -Teorie e Progetto Dipartimento di Architettura e

realtà, sia che si ragioni con una logica *top-down*, sintetizzando, sia che si ragioni con una logica *bottom-up*, analizzando. John Habraken è la personalità più caratterizzante dal punto di vista teorico nel campo dell'architettura, egli crea il gruppo SAR che ha come filosofia questa idea di muoversi all'interno di questo sistema di "gerarchie delle scelte". Quest'ultime sono strutturanti con un insieme di variazioni compatibili a queste scelte di strutture fisse, per usare la terminologia propria dell'antropologia strutturale, e che hanno un sistema di variazioni molto numerose all'interno di queste strutture.

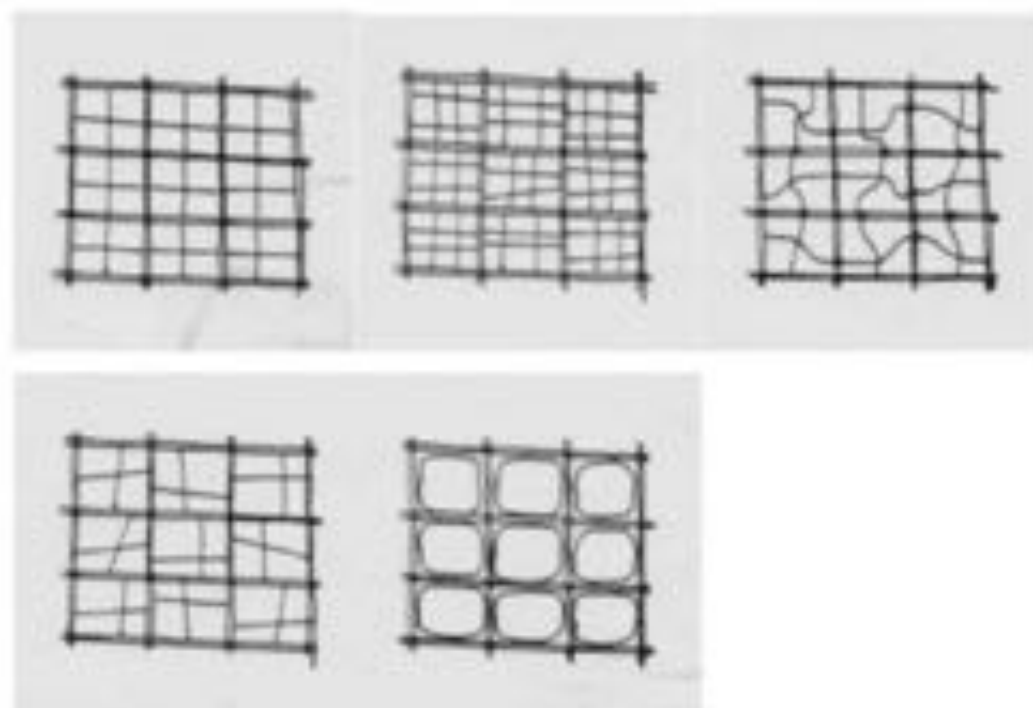


Figura 14- Serie di schizzi di variazioni compatibili all'interno di strutture fisse di primo grado (esempio di pareti divisorie). *Notes on hierarchy in form*. N. John Habraken



Figura 15- Serie di schizzi di variazioni compatibili all'interno di strutture fisse di primo grado (esempio di suddivisione di spazi). Notes on hierarchy in form. N John Habraken

Mentre nel primo caso del modello decisionale tutto si muove all'interno di un sistema molto prescrittivo e lineare attraverso questi concetti di oggettività (preconfezionati) e delle soluzioni molto guidate, muoversi all'interno di questa logica (dialettica) tra strutture di primo grado e molte variazioni che sono compatibili a loro, cambia il modo di pensare e di progettare. Non si creano più dei blocchi tutti uguali, omogenei e resi oggettivi rispetto a quelli che sono i bisogni di una nuova classe operaia per esempio, ma si entra in una logica diversa, più dialettica che si muove in alcuni patti.

Questo è un tipo di ragionamento che ha avuto delle influenze molto interessanti all'interno dei corsi di progettazione in generale (progettazione urbanistica – architettonica).

## 2.3. L'era informatica

### 2.3.1. Modelli dinamici e "vivi" (anni 1990)

Infine, l'ultimo tipo di modello decisionale è quello diagrammatico che rappresenta il vero salto logico per il suo specifico carattere dinamico. Questa parola (diagramma) è densa di significati, ci permette di avvicinarci

ad un pensiero più contemporaneo e ad un modo di approcciare a un modello che può orientare delle scelte.

Secondo Antonino Saggio (Saggio 2010, p.417) *"il diagramma prefigura una serie di relazioni tra le parti che sono di natura topologica e/o parametrica ovvero che esiste un amplissimo campo di deformazioni geometriche compatibili con l'impostazione originaria.[...]Si tratta della creazione di alcune relazioni che devono caratterizzare l'esito finale, queste relazioni costituiscono una sorta di codice DNA generatore e regolatore dello sviluppo del progetto. Gli esiti dipenderanno dagli eventi che intervengono nello sviluppo del progetto come fossero variabili per far evolvere il diagramma-codice verso una forma finale invece che un'altra".*

Gilles Deleuze (Deleuze 2002) descrive il processo creativo del pittore Francis Bacon. Il suo lavoro preparatorio è quello di fare segni a caso (tratteggi e linee), pulire, spazzare o deformare dei luoghi o delle zone (macchie colorate), gettare della vernice, sulle angolazioni e a velocità diversa. Il pittore convalida segni figurativi che sono virtuali e correnti e crea le condizioni per qualcosa che emerge, nasce, suggerisce un'estensione che gli parla. Questi segni sono, dice Bacon, *"a sort of graph"*, che tradotto in italiano indica una "sorta di diagramma". Châtelet parla di metafora creativa. Tutte queste linee, tratteggi e macchie accidentali, hanno la funzione di suggerire, introdurre opportunità che il pittore trasforma in fatti. Funziona come un dispositivo molto suggestivo, contenitore di possibilità in attesa di essere attuate. L'attualizzazione è creazione, invenzione di una forma a partire da una "configurazione dinamica di forze e di finalità" (Levy 1998).

Frank O. Gehry non utilizza i diagrammi per progettare. Inizia con degli schizzi e genera dei plastici con forme semplici corrispondenti ad uno schema funzionale, lavorando proprio il modello prefigurando un'immagine iniziale. Una volta che il modello ha raggiunto un livello di composizione considerato soddisfacente, sarà raffinato e digitalizzato con strumenti informatici (Catia Dassault Systems). Si comincia con una prima spazialità di geometria primitiva basata sulla considerazione dei vincoli funzionali. Poi opera delle trasformazioni di queste primitive usando operazioni morfologiche.



*Figura 16- Ginger Rogers e Fred Astaire Dancing House, Praga Frank O. Gehry (1992-96)*

Attraverso la forma della "Dancing House", Frank O. Gehry ha voluto raffigurare la coppia Ginger Rogers e Fred Astaire eseguendo una figura di danza (Figura 11). Ha iniziato con la modellazione dell'edificio utilizzando delle "scatole" che rappresentano le funzioni del programma. Poi ha

realizzato un modello, elettronico, che sarà la base di tante altre verifiche, modifiche e perfezione.

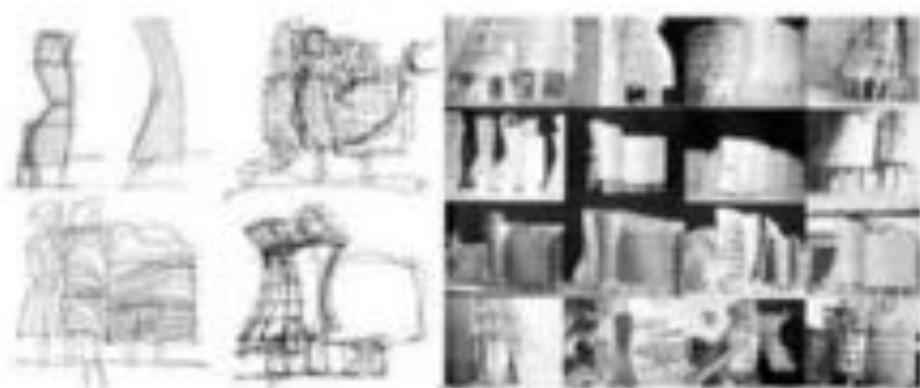


Figura 17- Schizzi e plastici realizzati durante la concezione dell'edificio Dancing House, Praga Frank O. Gehry (1992-96)

Peter Eisenman, che è una figura imprescindibile per questo tipo di approccio, usa il diagramma in maniera diversa. Per lui il diagramma non è uno schizzo oppure la prefigurazione di un'immagine precedente ma la figurazione di un processo. In proposito, secondo Antonino Saggio il diagramma è la prefigurazione delle relazioni che intercorreranno nell'architettura a partire da codice dna generatore e regolatore del suo sviluppo.

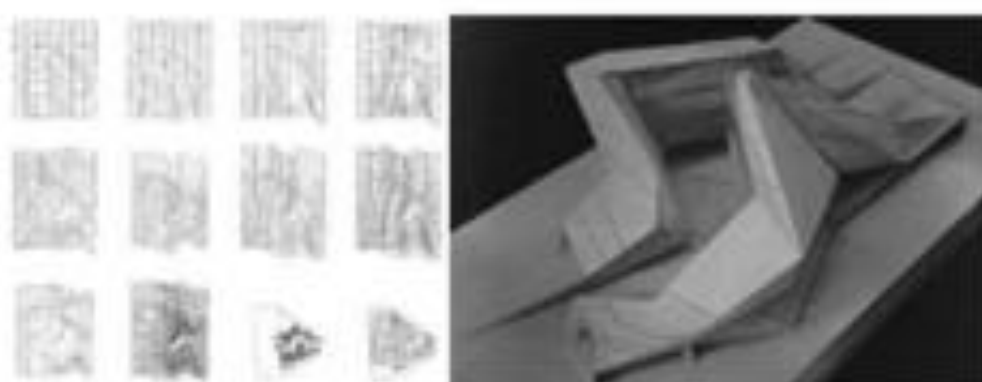


Figura 18- Diagramma e plastico della chiesa dell'anno 2000 a Roma. Peter Eisenman (1997)



#### - Il pensiero diagrammatico

Il diagramma è una tecnica concettuale e formale, non contiene soluzioni concrete e precise; il suo scopo è di far proliferare delle idee nella mente del progettista, si basa su dei procedimenti euristici, cioè non delimitati da strutture ordinate ben precise. Il diagramma ritarda la definizione tipologica collocandosi tra forma e parole.

Secondo Deleuze la prima parte di ogni processo architettonico ha poco a che vedere con un processo di tipo meccanico<sup>27</sup>. Di solito, dopo aver definito il programma, il passo iniziale sta nella produzione di un primo diagramma; questo diagramma generalmente contiene una possibile descrizione di funzioni organizzate secondo un tipo e ulteriormente elaborate in base alle considerazioni rispetto al sito. Un secondo diagramma raffigura tutti gli aspetti del sito, definito da molteplici fattori: non semplicemente dalle sue condizioni fisiche reali, ma anche dalle sue storie passate e presenti. Il diagramma del sito interagisce con i diagrammi di funzione e tipo in un processo iterativo che produce una mescolanza dei tre livelli.

Quest'organizzazione tripartita funziona generalmente allo stesso modo in cui si sviluppa la maggior parte dei procedimenti tradizionali, nel senso che, analogamente ad essi, producono la forma di un contenitore bidimensionale planimetrico. Questo contenitore è di solito estruso in un volume tridimensionale. La seconda fase è probabilmente la più difficile, essa richiede la scelta di un agente esterno, un altro diagramma, quasi un *Deus*

---

<sup>27</sup> Nel 1971, Gilles Deleuze e Félix Guattari inaugurarono la loro ontologia meccanica, cogliendo il momento in cui la cibernetica abbandonava la fabbrica per innervare l'intera società.

ex machina che descrive processi i quali, una volta sovrapposti al primo diagramma producono un *blurring*, una sfocatura. Un tale dispositivo potrebbe non essere immanente nel primo diagramma ma deve attivare un processo che abbia la capacità di modificarlo. Onde solitoni, strutture del DNA, sono stati usati come reagente per tale secondo diagramma, confluendo in processi geometrici quali onde sinusoidali. (Saggio, 2010)

Bénédicte Letellier (Letellier 2005) nel suo commento al libro "Pensare in diagramma da Gilles Deleuze a Gilles Châtelet" definisce il diagramma come un sopra pensiero. È la prospettiva del "non-ancora-pensato" e si riferisce a una posizione intermedia, guidata dalla sola intuizione che si apre per diventare delle forze in gioco di questo emergere. Il diagramma sembra completare e specificare le qualità e le caratteristiche degli schizzi di architettura. Noëlle Batt (Batt 2005) ricorda l'etimologia della parola<sup>28</sup> e segnala da un lato, le funzioni di rappresentanza e spiegazione del diagramma e in secondo luogo la capacità di esprimere un'evoluzione, risultato di variazioni dello stesso fenomeno.

Per Foucault il diagramma è l'astrazione di un'espressione avendo effetti culturali, politici e organizzativi. Deleuze invece guarda l'elemento grafico dell'immagine-diagramma. Il diagramma è una "macchina astratta" (Berkel e Bos 1999), che crea un modo di lavorare e non solo una metafora o un riferimento. Il diagramma è multidimensionale, è una valutazione del

---

<sup>28</sup> La parola diagramma deriva dal latino e a sua volta dal greco, da una combinazione di due parole greche *di-graphēin* (scrivere) e *gramma* (linea). L'origine di queste parole è nella combinazione di due radici indoeuropee: *grbh-mn*; *grbh-* graffiare, generare tracce, disegnare, scrivere, ma anche il granchio che registra i suoi movimenti nella sabbia, e *mn-* che darà vita a: immagine, lettera, testo. Una registrazione in modo che possa essere una lettera o un'immagine, lettera e immagine.

pensiero che permette di essere sensibile all'intuizione, che combinando un essere geometrico considerato come una rappresentazione statica e una funzione suggestiva, è un dispositivo molto suggestivo, contenitore di possibilità in attesa di essere attuato.

I diagrammi ci informano non solo di una realtà, ma anche di un processo cognitivo semiotico del paesaggio mentale. (Sowa 2008, pp.44-49)

L'astrazione del diagramma è suggestiva, l'incompletezza del diagramma crea un vuoto inducendo alle possibilità di concretizzare .

Questo tipo di valutazione porta degli elementi espressivi propri.

Secondo Gilles Châtelet e alle condizioni di Knoespel (Knoespel 2005)

"I diagrammi rappresentano le strategie visive di coinvolgimento" e stabiliscono una corrispondenza tra materia e matematica. Servono come "mediazione notazionale tra intuizione matematica e le tecnologie che sorgono." Il diagramma è un modo per accedere al processo per cui il sistema è formato.

Negli ultimi anni alcuni studi di architettura vantano un processo di progettazione che incorpora questo pensiero diagrammatico. UNStudio è un pioniere nell'uso di questa mediazione, abbandona la problematica della rappresentazione virtuale, non progetta uno stato finale concretizzato ma intensifica i suoi sforzi sul processo analitico. Van Berkel rileva l'immagine grafica di orientamento suggestivo portando a una tecnica di strumentazione e una sperimentazione come unica funzione di rappresentazione di un'idea ispiratrice.

Il diagramma contiene quindi una doppia componente di funzione suggestiva e di mediazione di notazione.

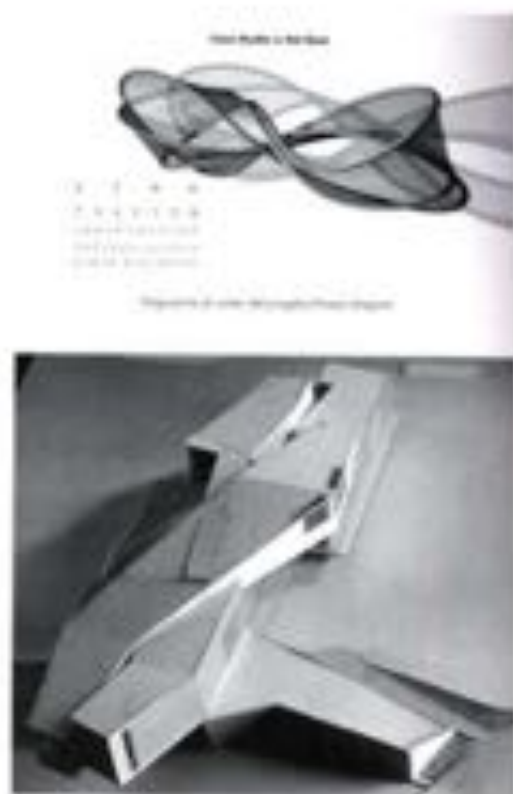


Figura 19- Ben Van Berkel, LIV Studio. Mobius House, Het Gooi (1993-99)

Le idee per la Mobius House sono nate dallo studio del nastro di Möbius (una striscia orientata che fa connettere interno ed esterno formando un otto allungato).

Il diagramma di Möbius viene scelto dai progettisti perché consente di soddisfare le richieste dei due committenti, marito e moglie che vogliono poter incontrarsi e stare appartati durante l'arco della giornata. Il diagramma è quindi una rappresentazione temporale delle ventiquattro ore. Berkel e Bos non trasferiscono il diagramma in modo letterale nel progetto ma lo fanno trapelare dai materiali usati, dalla luce e dalla distribuzione dell'edificio.

L'elemento innovativo e importante del progetto è la sua fluidità: ogni parte, ogni divisione funzionale è mediata e priva di asperità. Il progetto può essere

finalmente inteso (seppur in chiave un po' astratta) come un qualcosa di "vivente" sin dalla sua preliminare fase ideativa.

Secondo il matematico Michael Leyton (Leyton 2006, p.9) nei nuovi fondamenti della geometria e quindi dell'architettura, la forma è quell'aspetto che conserva informazioni sull'azione passata, così diviene equivalente alla conservazione di memoria. Quindi la forma architettonica non deriva solamente dall'esito di un processo diagrammatico ma diventa una conservazione di memoria cioè di quelle azioni che la determinano.

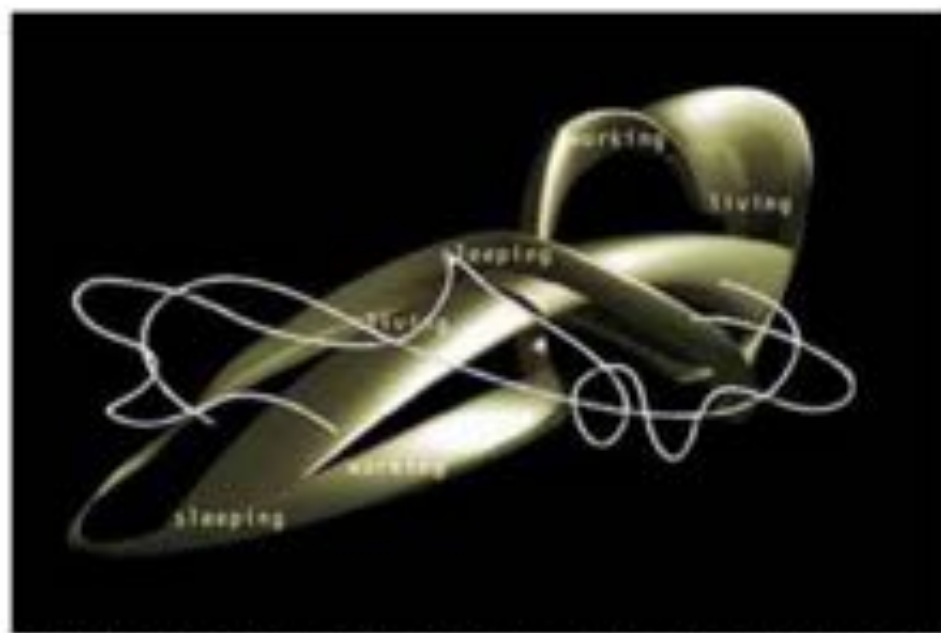


Figura 20- Ben Van Berkel, UUV Studio, diagramma formale e funzionale della Möbius House, Het Gooi (1993-99).

### 2.3.2. Verso un modello intelligente? (dopo il 2001)

La rivoluzione informatica e l'evoluzione degli strumenti digitali (lo spreadsheet, il database e i sistemi gerarchici) permettono all'architetto di approcciarsi al processo di ideazione in maniera dinamica. Questo processo,

dall'idea iniziale del progetto fino alla sua forma finale richiede molti adattamenti incompatibili con un approccio di tipo lineare. Questo modello si articola per interrogazione e procede con un modo di ragionare *what-if-?* operando con un approccio deduttivo.

- Strutture gerarchiche.

L'idea della struttura gerarchica è entrata in molti programmi (il più conosciuto è Autodesk Revit Architecture). I modelli che possono essere usati in architettura sono quindi infiniti, bisogna solamente trovare la convenzione per il passaggio delle informazioni in tre dimensioni. Nasce quindi un nuovo strumento di progettazione architettonica: il BIM (*Building Information Modeling*), è un processo di generazione e di gestione dei dati costruttivi durante la concezione del progetto. Il BIM può contenere qualsiasi informazione riguardante la struttura di base e le sue parti, immagazzinate ed organizzate secondo famiglie. È un'alta espressione del sistema gerarchico e si distingue per interattività, efficienza, dinamicità nei processi.

1. Efficiente: perché ha una capacità di immagazzinare dati e quindi recepire e assorbire i meccanismi del database e del foglio elettronico.
2. Intelligente: perché ha un semplice meccanismo che lo genera. Esso è composto di blocchi e componenti che al variare degli elementi primitivi che li costituiscono, modificheranno l'intero sistema. Questo lo rende un modello in grado di evolversi al variare delle scelte del progettista.
3. Semantico: perché ha una grande forza simbolica portata dai suoi diversi livelli gerarchici.

4. Interattivo: perché risponde ad un approccio del tipo *What-If*. Questo è il carattere più immediato da comprendere ma che ha una potenza molto incisiva.

Un altro progetto inerente al tema (di come fare le scelte) è il Mercedes Benz di Stoccarda. Ben Van Berkel è riuscito, in questa opera, a coniugare il mondo teorico dei modelli informatici e gli aspetti più pratici, costruttivi, economici e funzionali, creando un modello intelligente.



*Figura 21– Museo Mercedes Benz, Stoccarda, Germania. Ben Van Berkel (2001-06)*

Il procedimento di progettazione architettonica subisce una completa rivoluzione rispetto agli standard precedenti, poiché permette un approccio del tutto innovativo rispetto alla gestione del progetto. La possibilità di uscire dagli schemi prestabiliti, dalle strutture vincolanti e dalle forme standardizzate diventa finalmente concreta, ed in parallelo si presentano gli strumenti per riuscire a controllare ed "immaginare" forme, spazi e connessioni compositive precedentemente nemmeno concepibili. Lo strumento diventa valore, la crisi viene superata e si apre una nuova era per la progettazione architettonica.

Ambiti	L'era rinascimentale	L'era industriale	L'era informatica
Programma	monumentale	omnicomprensivo	mixto ibrida
Città	chiusa e delimitata	aperta ed espansiva	reattiva
Costruzione	struttura continua	struttura puntiforme	struttura ottimizzata
Edifici	a blocchi in isolati	senza isolati	spazi interstiziali
Visione	totalizzante	frammentaria	proattiva
Metodi	tipologico, forma per attività	non-tipologico, attività da la forma	diagrammatico
Espressione	realistica, raffigurativa	astratta, analitica	mimesica, contestuale
Catalizzatore	prospettiva	trasparenza	interattività

Figura 22 - Contrapposizioni tra gli approcci dell'era rinascimentale, industriale ed informatica. Classificazione secondo Antonino Saggio (2007)

Il catalizzatore è il processo che contiene tutti gli ambiti caratterizzanti di un nuovo paradigma, creando una nuova estetica (come visione e comprensione del mondo). Se la prospettiva nell'era rinascimentale rappresentava il catalizzatore, la trasparenza lo era nell'epoca industriale formulata da una "nuova oggettività".

*"La trasparenza è usata nel Bauhaus innanzitutto in chiave antiprospectiva, dato che le lunghe strisce orizzontali delle finestre appiattiscono e tolgono profondità alla visione, ma soprattutto il ricorso alle ampie superfici vetrate sui corpi scale e la smaterializzazione dell'angolo dei laboratori ne sanciscono l'aspetto veramente fondamentale. Non vi è più separazione tra interno ed esterno". (Saggio, 2010, p.44)*



Il nuovo catalizzatore dell'architettura contemporanea è l'interattività. Questo deriva dal fatto che l'interattività è la reificazione degli ipertesti e quindi del linguaggio informatico.

L'interattività è ciò che permette quell'effetto specchio tra lo strumento e ciò che con esso viene prodotto. È questa la grande potenza dello strumento un quanto tale e non in quanto utensile, la sua capacità di plasmare il mondo a sua immagine e somiglianza.

Ciò che quindi rende fondamentale la caratteristica di interattività nel modello è la sua capacità di far divenire l'architettura stessa come il modello! Il problema non era rappresentare lo spazio gotico con la prospettiva, ma un'architettura che fosse essa stessa prospettiva. È un'architettura di nuova generazione che incorpora il modello. Il piano più complesso è sempre quello estetico, perché funziona per discontinuità. Nell'architettura contemporanea l'interattività si manifesta a tre livelli differenti:

- Processuale: supporta principalmente tutta la fase creativa del progetto.
- Proiettiva: riguarda un tipo di interattività che invade solo una parte del progetto.
- Fisica: è un livello di interattività profondo, intrinseco nell'opera, la genera e la governa. L'edificio viene interamente concepito e realizzato mediante il BIM. È un'architettura che è in grado di reagire, di adattarsi.



**PARTE SECONDA**  
**Il modello, la fabbricazione**



Giuseppe Morno: scala a doppia spirale elicoidale \_ Musei Vaticani, Italia, Roma (1932)

*"La piega conosce molte applicazioni nell'organizzazione di persone e cose. È l'unico parametro dell'orientamento indotto dalla piega, attiva delle funzioni di tipo topologico, dinamico e di trasformazione. Nel campo dell'ingegneria strutturale o dell'espressione architettonica, la rottura geometrica ordinata dalla piega ha un grande potenziale creativo".*

Jean-Marie Delarue

# 3. La piega e la rottura della scatola

La ripresa attuale del nuovo linguaggio nel mondo dell'architettura contemporanea mostra una predilezione per le curve e le pieghe, per la torsione delle superfici, per le griglie sovrapposte, per i modelli di variabilità unica. Nel corso degli ultimi vent'anni l'interesse degli architetti per la complessità formale è aumentato ed è sostenuto, oltre che stimolato dall'integrazione dell'*information technology* nella fase progettuale: inoltre lo sviluppo del CAM (Computer Aided Manufacturing) sembra soddisfare un

desiderio eminente dell'architetto, aumentando il controllo sulla catena completa di produzione, in cui una determinata idea di progettazione supportata dal software è in grado di materializzare, attraverso macchine a controllo numerico. Nel frattempo assistiamo ad uno spostamento graduale del progetto architettonico da oggetto finito del progettare ad un processo di fabbricazione, che consente la ricerca verso una condizione di variabilità infinita. Liberando gli architetti dalla tipologia a priori e dall'ordine della scatola, l'attenzione sui processi diversifica la ricerca architettonica e consente di esplorare e rendere esplicita la definizione delle strategie.

Volendo ripercorrere la formazione dell'architettura moderna, in particolare della rivoluzione informatica, occorre intraprendere un percorso che interessi vari *layers* o strati, partendo dalla scatola degli anni Venti, fino ad arrivare alle ripercussioni che alcune modifiche storico-politiche hanno portato in architettura.

In architettura, la parola *semplice* è sinonimo di *facile*, o facilmente costruibile, mentre la parola *complesso* è sinonimo di realizzazione *difficile*: in un primo momento, sarebbe più facile costruire una casa sull'albero, che costruire un centro multimodale integrato in contesto urbano. Il settore dell'architettura, invece, è ridotto al puro atto costruttivo di edifici. Tuttavia, la costruzione da sola non consente di fare architettura. L'interesse non è quello di osservare gli edifici completati per vedere se si materializzano in modo semplice o complesso, ma piuttosto di studiare i metodi e le attività di progettazione svolte sul modello architettonico, cioè il paesaggio mentale del progetto di architettura da cui l'edificio è stato generato e di osservare come si usano metodi di semplificazione o di complicazione.

Tra scienza e arte, la domanda se il manufatto debba emergere da un concetto architettonico semplice e razionale o complesso e irrazionale occupa da tempo gli architetti. La ricerca sugli approcci razionalisti e sintetici va ben oltre il contesto specifico di architettura: sono presenti in tutte le arti e anche in altri campi come la filosofia o la psicologia. Due movimenti architettonici del XX secolo, il modernismo e postmodernismo, possono illustrare ampiamente queste due tendenze che esistevano già da tempo. A prima vista, la prima strada promuove l'idea di semplicità con una *tabula rasa* mentre la seconda introduce la complessità.

### **3.1. Il concetto di suolo come rinnovamento dell'architettura**

Nell'era postmoderna, Robert Venturi (1966) lancia l'aforisma *'Less is a bore'* e, invece di promuovere la "chiarezza" mantenuta da Marcel Breuer, egli apprezza l' "ambiguità", la "contraddizione" e la "complessità". Egli vuole riconnettersi con movimenti quali *'Arts and Crafts'* ed è alla ricerca di esuberanza, di profusione, di sorprese e di possibilità. Egli contrasta un lavoro tradizionale e con gli architetti Denise Scott Brown e Steven Izenour (1972) propone di utilizzare il "collage", la giustapposizione di elementi presi da stili diversi nella logica di "capannone decorato" piuttosto che di "edificio scatola".

L'approccio pluralistico di visioni sottostante il postmodernismo implica che l'essenza dell'architettura risiede nella sintesi possibile tra il contesto storico e fisico e dimensioni multiple, eterogenee e a volte contraddittorie che influenzano la progettazione dell'edificio. Allo stesso modo, l'utilizzo caricaturale di principi estetici dell'architettura postmoderna non garantisce al progettista di sviluppare un metodo di progettazione complesso che porta

ad un progetto di architettura globale: le complicazioni ornamentali possono diventare completamente aneddotiche!

Il postmoderno entra nel dibattito architettonico: una delle principali questioni è quella della relazione con il contesto intesa come rapporto mimetico oppure molto vicino alla mimesi.

"Il suolo, da piano astratto su cui disporre edifici isolati e ben distanziati, si trasforma in esperienza architettonica. Il rapporto tra edificio e suolo è sempre più diretto: le componenti che strutturano l'edificio si proiettano nello spazio aperto interagendo con il disegno di suolo, così come alcuni elementi che appartengono alla morfologia del sito entrano a far parte della composizione architettonica dell'edificio" (Zanni, 2010, p.58).



Figura 23\_Cimitero a Parabita. Alessandro Arseni

"La contaminazione tra architettura, territorio e paesaggio interpreta il rapporto tra edificio e suolo fino ad assumere quest'ultimo come elemento generativo dell'idea di architettura" (Zanni, 2010, p.10). Per Matteo Zambelli (Zambelli, 2006, p.74) "nel nuovo modo di pensare il suolo della *Landform*



*Architecture è fondamentale il passaggio dall'idea di suolo come piattaforma [...] a quella che interpreta la piattaforma come sistema operativo*’.

L'arteficio ha inglobato la natura, in tale prospettiva non si pone tanto la questione del rapporto con una natura da ripristinare o rinnovare architettonicamente, quanto con una nuova naturalità da incarnare nel fare architettonico.

Negli anni '70 Eisenman cambia percorso e tenta di avere un impatto nella realtà sociale, lavorando sul "contesto" che finora non aveva mai preso in considerazione, in quanto le case da lui concepite potevano essere poste ovunque, perché poggiate su un piattaforma; ribaltando i termini e vedendo il contesto come palinsesto, cioè come una raccolta di tracce urbane e di memorie urbane, reinterpreta una serie di strumentazioni da lui inventate ovvero tracciati, mappe sovrapposte che creano una pergamena possibile di relazioni attraverso le quali rientra in gioco una modalità di fare un progetto urbano o un progetto architettonico navigando su queste tracce o scegliendo alcune conformazioni. Nasce un modo di progettare molto diverso rispetto a quello del movimento moderno; non c'è più la separazione tra piattaforma e scatola, ma un tessuto di relazioni che ammaglia insieme operazioni costruite, spazio aperto, tracce del passato e nuove architetture con la parola chiave: palinsesto.

### **3.2. Dal decostruttivismo alla piega in Architettura**

*“Gli anni novanta iniziarono angolari e finivano curvilinei. In architettura hanno cominciato decostruttivista e fini topologica”<sup>28</sup>.*

---

<sup>28</sup> Lynn G.: *Folding in Architecture*. Academy Press, 2004.

L'Architettura deve ora fronteggiare e rispondere a questi cambiamenti, deve saper dominare e sfruttare questa nuova fase caratterizzata dell'informazione; la risposta arriva con la mostra *Deconstructivist Architecture* allestita da Philip Johnson e Mark Wigley a New York nel 1988. Viene messo a confronto il lavoro di sette architetti: Frank O. Gehry, Daniel Libeskind, Rem Koolhaas, Peter Eisenman, Zaha Hadid, Coop Himmelbl(l)au e Bernard Tshumi. Si tratta in realtà di una curiosa intersezione di esperienze diverse. Il successo della mostra è legato proprio all'importanza dell'essere al centro dei sistemi mediatici della cultura; ciò comporta una riflessione che meglio ci aiuta a comprendere quanto l'informazione sia rilevante nella nostra società. Questo evento, organizzato a New York, è l'esempio di come sfruttando i sistemi mediatici ed ovviamente presentando degli argomenti rilevanti si possa aver successo, a tal punto da influenzare il futuro del dibattito architettonico.

Il decostruttivismo si impone come stile di rinnovamento delle forme, assorbendo e facendo propri i cambiamenti che vive l'America (ma che si riscontrano in tutto il mondo) e rispondendo ad essi in maniera da incidere su media e stampa, riscoprendo il peso dell'architettura nella società. La "chiusura in se stessi" tipica dello strutturalismo, l'esistenza legata alla funzione del funzionalismo sono ora temi che perdono di significato, e necessitano di una rilettura che si apra all'esterno, al mondo dell'informazione. Il vecchio, il preesistente, le norme classiche e convenzionali non si annullano ma cambiano di significato. Il decostruttivismo sposta l'interesse dal funzionamento ad una forma esterna che sappia comunicare, che sappia informare, in maniera rapida e con un forte impatto, aggettivi che rispondono alla richiesta della nostra società, che si muove rapida e che necessita di input veloci e persistenti. Alcuni concetti

di queste esperienze decostruttiviste possono essere visti come precursori della complessità formale che genera tanto interesse negli anni successivi. L'approccio decostruttivista alla geometria mostra esplicitamente il desiderio di superare la rigidità delle forme elementari dominanti nella seconda metà del XX secolo. La ricerca formale si trasforma in complessità, che viene interpretata soprattutto come contraddizione e si esprime con forme contrastanti, angoli acuti, piani "caotici" organizzati nello spazio.

"Una delle figure centrali della decostruzione è certamente Peter Eisenman, la cui posizione è assolutamente anomala rispetto agli altri autori selezionati nella mostra. Il suo apporto è contemporaneamente progettuale e metodologico, capace di creare dei veri e propri rinnovamenti di metodo. La decostruzione, dice Eisenman, è ingannevole, speculativa, cerca l'insieme, il brutto nel bello, l'irrazionale nel razionale per svelare il represso, il reale nascosto, intaccare la testualità e rimuovere il sistema. Proprio per questa sua filosofia, Eisenman vede i suoi progetti decostruttivisti emergere in progetti che contrastano con l'insieme creando un'architettura per un uomo alienato, proprio come Edward Munch aveva fatto in pittura. Eisenman afferma che gli architetti che frantumano, come Gehry e SITE, non stanno realmente decostruendo. Essi sono semplicemente illustrativi e non attaccano il sistema dell'architettura nel complesso. Il passo è fondamentale. Ritorrerò spesso in questo scritto l'idea del rinnovamento del metodo, aspetto che vede Eisenman come figura di primissimo piano, anche se, sempre, ambigua." (Genovese, 2000, p.21)

Sulla stessa linea è anche Tshumi il quale affronta il problema della creazione in architettura come problema di destabilizzazione dei processi creativi. Per lui l'architettura è sempre transitoria. I nuovi concetti di spazio e di tempo hanno trasformato le nozioni della stabilità edilizia. Il suo scopo è distare le icone e le idee di città, da tempo radicate, per mostrare il distacco della

metropoli, non più basata su uno sviluppo organico o quantomeno prevedibile, ma cresciuta per frammenti e crisi.

L'architettura atopica è legata al non-luogo. Il prefisso *a-* è sinonimo dell'assenza in greco, *atopica* significa quindi letteralmente l'assenza del luogo. L'architettura diventa atopica quando si sviluppa fuori del luogo e si deterritorializza: diventa un non-luogo. In un'architettura atopica, l'utente non si trova nel *hic* (*il qui, lo spazio*), ma piuttosto nel *nunc* (*l'adesso il tempo*). L'architettura atopica promuove l'individualità a scapito dell'ambiente e del gruppo sociale.

Eisenman risponde con due opere molto significative a ridosso della mostra del decostruttivismo. La casa guardiola presentata alla mostra, a cui Greg Lynn aveva contribuito in quella fase di ricerca. La casa è collocata su un pendio in riva al mare e si basa su una serie di vibrazioni, dondolamenti e movimenti della geometria legati al movimento delle onde del mare e la spiaggia.

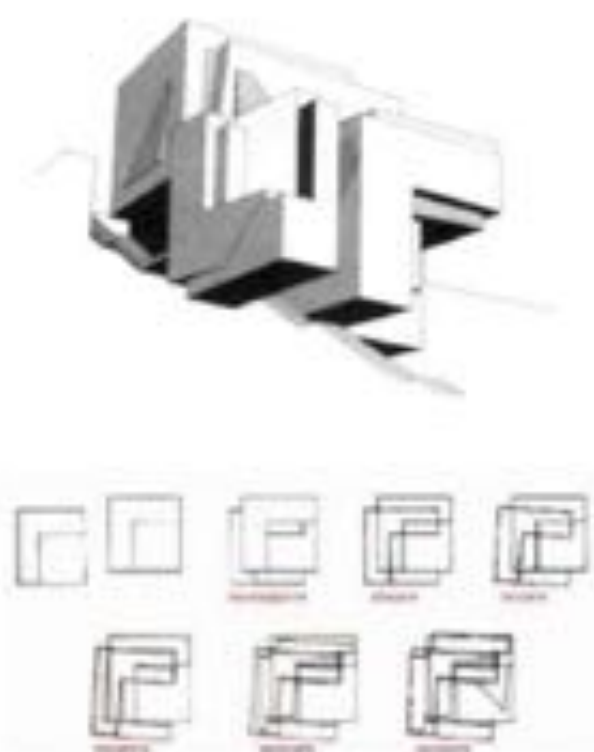


Figura 24- La casa Guardiola a Cadice. Peter Eisenman (1988)

L'altro progetto è una scuola di architettura l'Omonoffa Cincinnati dove gli strumenti compositivi adottati precedentemente (quali sterrati, tracciati, griglie sovrapposte, palinsesti, ecc.), le tecniche formali di oscillazioni e vibrazioni e alcune tecniche di progetto urbano con una presenza fisica di un edificio esistente, conformano suolo, edificio e intorno. Queste tecniche sono essenziali per concepire un'architettura capace di instaurare relazioni dinamiche con il contesto: un nuovo progetto architettonico, dello spazio aperto e della relazione con l'esistente.

"La città contemporanea si estende all'infinito e contiene una varietà di oggetti edilizi, frammentari e dispersi, spazi vuoti e suoli in attesa. Questo vasto territorio segnato da "sussulti individuali" può riscattare la sua indeterminazione offrendosi come campo d'azione per un processo di generazione urbana fondato su un progetto di suolo, un'azione

programmatica che si pone l'obiettivo di conferire senso e qualità allo spazio senza scatola, allo spazio neutro che si dispone tra le cose". (Zanni, 2010, p.42)

*"Between the lines* è il testo con cui Libeskind ci consegna il progetto per il progetto per il nuovo Jewish Museum di Berlino (1989-98), una delle più espressive icone della decostruzione, riflessione drammatica sulla storia di Berlino e sulla cultura ebraica, sull'Olocausto e sul suo impatto sulla modernità. Le due linee sono quelle del suo pensiero (di ogni pensiero), "una dritta ma ridotta in pezzi, l'altra tortuosa ma infinita", dicotomia, scrive Libeskind, "tra ordine e disordine, scelto e non scelto, vocale e muto": un emblema dove l'invisibile, il vuoto che galleggia al centro della cultura berlinese contemporanea, si rende evidente, cortendo frammentato attraverso il drammatico percorso dei frattali zigzaganti".<sup>10</sup>

Il mondo è in forte rapporto con la natura, un rapporto che si gioca su tantissimi piani, non soltanto sul piano formale, ma la sua forza è che questa formalità ha un intreccio con molti altri piani e soprattutto un intreccio con un cambiamento di sguardo. Queste cose sono legate a un cambiamento totale della società, un cambiamento dal modello di tipo industriale e meccanico e che aveva nella scatola il suo simbolo, a un modello di tipo informatico basato sull'informazione come materia prima che apre grandissime risorse e possibilità proprio nel ripensamento del rapporto con la natura.

La data simbolica che rappresenta il cambiamento della nostra società nel XX secolo è il 16 novembre del 1989 (Saggio, 2010), anno in cui viene

---

<sup>10</sup> Gregory, P. 2003 *Territori della complessità New Scapes* p. 31

abbattuto il muro di Berlino. La caduta del muro rappresenta la fine dell'era industriale che aveva dominato per 150 anni la nostra società e che aveva generato le grandi guerre mondiali, moderne e meccaniche. Con il crollo del muro e lo sviluppo dei mezzi di trasporto, lo spazio urbano ha dilatato i suoi confini attraverso l'espansione e la diffusione teoricamente infinita sul territorio.

Entra qui in gioco, proprio dall'espandersi della globalizzazione e dei mercati, il ruolo centrale dell'informazione, quella che da Toffler viene definita la "terza ondata".

Il mondo informatico e quello digitale offrono notevoli possibilità da questo punto di vista. Abbiamo già accennato di come alcuni architetti abbiano tradotto i suddetti spunti in opere di architettura, valorizzando i concetti di immagine digitale, di layer e di vettori. Proprio Peter Eisenman estremizza il concetto vettoriale attraverso una sintassi generativa planare, concretizzando in architettura il sistema della sovrapposizione delle entità e dei sistemi (layer). I concetti espressi da Eisenman furono addirittura dei precursori rispetto alle tecnologie vettoriali, le quali arrivano soltanto successivamente alla prima fase della sua ricerca espressiva.

La ripetizione, la regolarità, la simmetria, le proporzioni, l'ortogonalità, si dimenticano ma si lavora ancora con disegni o elementi lineari che sono "decostruiti" e ricomposti in maniera complessa e irregolare. La diffusione dei strumenti digitali nel campo dell'architettura per modellare e visualizzare le forme complesse, le curve e la dinamica, vedono un desiderio di passaggio dal decostruttivismo conflittuale all'unità complessa, fluida, continua e flessibile. In risposta alla rigidità standardizzata ortogonale del

formalismo moderno e del postmoderno dominato dalle forme semplici e solenni, ci rivolgiamo a una ricerca di continuità, flessibilità, movimento e animazione.

L'argomento del diagramma inizia in maniera importante e diventa una parola chiave in quanto prefigurazione di un campo di possibilità e di un campo di forze che poi sarà di volta in volta giocato nello sviluppo del progetto architettonico per arrivare con una serie di mediazioni, di negoziazioni a una delle possibili forme finali implicite in quel diagramma. Perché questo diagramma è importante? "L'idea di una città scatola del movimento moderno in relazione a un territorio che era *plateau*: un'architettura macchina pronta all'espansione su tutto il territorio è andato in frantumi. Gli architetti, operando con il diagramma, riescono ad avere delle armi di sviluppo progettuale e compositivo che hanno dentro di sé gli enzimi che creano un dialogo e una negoziazione con altre situazioni"<sup>11</sup>.

"Si apre la sperimentazione di uno spazio-tempo in grado di definire l'oggetto, passando da un processo di astrazione a uno a carattere informale"<sup>12</sup>: alcuni architetti, come Eisenman, escogitano una serie di strumenti o tecniche operative inconsueti nella pratica progettuale della cosiddetta *piega*, che ha influenzato molto l'avanguardia architettonica della fine del secolo XX. In questo contesto la *piega* può sostanzialmente essere apprezzata come metodo empirico dinamico di generazione della forma; la

---

<sup>11</sup> Saggio A. Conferenza *Abitare la piega - intervento dalla scatola al diagramma e oltre* (2008) Maggioli Milano.

<sup>12</sup> Gregory P. *Teorie di architettura contemporanea. Percorsi del Postmodernismo* (2010) Carocci Roma.



piega come dispositivo morfogenetico nella progettazione architettonica porta a modelli che si manifestano in un'elevata complessità formale mediante una serie di manipolazioni sulla superficie. Nella teoria architettonica contemporanea, la piega deve essere identificata come un concetto generativo che si è rivelato molto influente negli ultimi sviluppi nel campo dell'architettura. Nel linguaggio semantico architettonico la piega manifesta un'alta connettività concettuale. Se si guarda un dizionario di architettura, la definizione della parola "piega" presenta una grande varietà di significati. Una lettura accurata avrebbe svelato: interconnessioni tra la superficie, piegarsi e dispiegarsi, topologia, curve, trecce, avvolgimenti, torsioni, dispositivi, paradossi, origami, traiettorie dinamiche, flessibilità, obliquità, sistemi e strategie... tante nozioni intorno alle quali il mondo del design è costruito.

La piega è emersa come un discorso architettonico nei primi anni novanta del Novecento con il fine di delineare una nuova architettura per il XXI secolo, che avrebbe raggiunto secondo Jeff Kipnis sia la vitalità formale, sia la rilevanza politica. Nella prospettiva di una genealogia sintetica è stato pubblicato un fascicolo di "Architectural Design" dal titolo *Folding in Architecture*, curato dall'architetto Greg Lynn che include un'antologia di saggi e progetti da parte di un gruppo di architetti che cercano un'alternativa alla logica formale contraddittoria del decostruttivismo attraverso l'integrazione delle differenze nel calcolo della variazione continua inerente forme curve e flessibili, la cui produzione stava diventando sempre più accessibile in combinato disposto con gli sviluppi della tecnologia di modellazione al computer.

### 3.2.1. Il concetto di piega in Deleuze

Per Deleuze l'idea della piega è stata definita per la prima volta, in senso culturale, nel Barocco. Secondo Deleuze è stato Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) il filosofo barocco *par excellence* che per primo ha concepito la materia. All'interno della geometria non euclidea, egli ha sostenuto che nel labirinto del continuo, la più piccola entità non è il punto, ma la piega. Nell'idea della piega, la forma è considerata in diversi modi: sia come un continuum, sia come articolazione di una nuova possibile relazione tra orizzontale e verticale, tra figura e sfondo, rompendo l'ordine esistente dello spazio cartesiano.

La monade è la risposta di Leibniz ai problemi generati dal dualismo di Descartes (Descartes divide il mondo in due sostanze: i corpi spazialmente estesi e le menti non spaziali, generando così il problema della causalità tra di loro). Non è possibile comprendere la monade leibniziana senza fare riferimento all'architettura barocca. Leibniz inventa uno spazio barocco con un livello inferiore perforato da finestre e un livello superiore chiuso, ma risonante, come un salotto musicale che trasforma i movimenti dal basso in suoni. Questi livelli comunicano con "una piega tra le pieghe" tra i due labirinti, tra "le pieghe della materia e quelle dell'anima".

Nel libro "La piega, Leibniz e il Barocco", Gilles Deleuze tratta una serie di caratteri, disegnati da un'analisi dell'arte barocca, dalla scienza e dalla filosofia che si estende al di fuori dei limiti storici del periodo e che hanno fecondato una serie di concetti strumentali nell'architettura d'avanguardia come diagrammi, superfici continue, formazioni, curvilinearità e variabilità. Egli pone una differenza tra il Gotico, che favorisce gli elementi della costruzione (il telaio e il recinto), e il Barocco, che enfatizza la materia, dove

la massa oltrepassa i propri confini, perché non può essere contenuta dall'intelaiatura che arriva persino a scomparire.

Uno dei modelli di pieghe architettoniche descritto da Deleuze è lo Studiolo di Francesco I de' Medici nel Palazzo Vecchio a Firenze, è considerato come modello piega perché secondo Deleuze "la monade è una cella, è più una sacrestia che un atomo: una stanza senza né porte né finestre, dove tutte le azioni sono all'interno" (Adams, 1994). Questa stanza, completata nel 1575 da oltre trentacinque artisti sotto la direzione di Giorgio Vasari, è una stanza privata con soffitto a volta in cui il principe teneva i migliori campioni della sua collezione di minerali e che si trovano dietro i pannelli che sono stati disegnati per aiutare a recuperarli. La piega è quindi un evento unificante che funziona superando la sua cornice, un teatro universale o una continuità tra le arti (il pittore diventa geologo). Solo "la piegatura e lo spiegamento sono le costanti di questa operazione" (Deleuze, 2004, p.11-4). La piega comporta sempre due livelli in un unico mondo che sono fatti per risuonare in concerto da una armonia prestabilita; come appartamenti privati, sconnessi, con variazioni sullo stesso disegno degli interni.

Nel barocco crolla la classicità, il mondo non ha né centro né figure ma molteplicità e variabilità delle prospettive. I principi diventano illusioni. Leibniz gioca a moltiplicare e combinare all'infinito: il suo mondo è a due livelli, è unico e relativo, con pieghe dell'anima e del corpo.

Deleuze, studiando questi due livelli e la loro comunicazione, trova la *piega del mondo* tra le pieghe dell'anima e le pieghe del materiale. La piega articola e distribuisce ciascuna dei livelli, essa solleva la distinzione reale e l'inseparabilità: tra l'anima e il corpo, una volta distinti, c'è la convergenza e l'armonia, ma anche ribaltamento dall'alto in giù. È impossibile dire dove

inizia l'intelligibile e dove finisce il sensibile, poiché c'è sia la distinzione sia la continuità.

Deleuze riprende questa idea: nel livello superiore ci sono le anime, ciascuna distinta, ed esprime il mondo da una prospettiva propria come un vettore interno di concavità. Al livello inferiore è la materia, organica e inorganica, soggetta alle forze derivati, alle leggi dell'elasticità e della plasticità; le sue leggi impartiscono un movimento curvilineo comunicando gradualmente e si estende senza fine in tutte le direzioni.

Deleuze ci dà uno schizzo di questa "allegoria della casa Barocca" con i suoi due livelli. Questa allegoria è un modo efficace di vedere le espressioni dello spirito barocco in architettura (Le Corbusier, Vasari, Maderno), nella pittura (Hantai, El Greco), nella poesia (Mallarmé) e nella musica (Boulez). In ogni caso vi è un portare alla luce due pieghe: una piega sensuale (la facciata, l'avvolgimento di materia, l'immagine verbale o il piacere affettivo) e una piega non sensuale (l'interno, le anime in cielo, le distinzioni astratte o l'amore intellettuale di ordine e misura) seguito da un'apparizione della piega (corrispondenza) delle due pieghe.

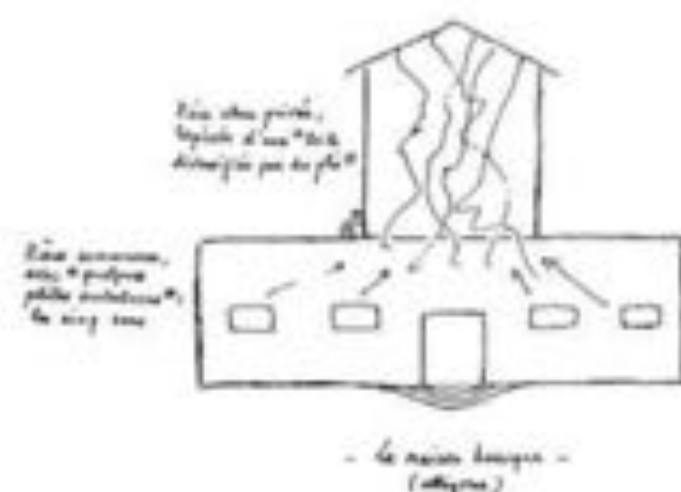


Figura 25- Schizzo di Deleuze della casa barocca (Deleuze, 2004)

I due livelli dello schizzo di Deleuze (figura 25) possono essere interni ed esterni oppure una stanza interna e una facciata autonoma, che rappresentano i livelli autonomi e che agiscono in armonia con la mente (senza alcuna estensione fisica) e il corpo (esteso). Al posto del modello di coscienza dell'empirista Locke come la *tabula rasa* totalmente passiva ad essere iscritta da una forza esterna, Leibniz propone un blocco di marmo che è pieno di vene. Nel modello di coscienza, le vene sono le idee innate, le figure si piegano nell'anima come le forme virtuali che un bravo scultore può sempre trovare all'interno del blocco di marmo. (Adams, 1994)



Figura 26 - A sinistra: lo Studiolo a Palazzo vecchio di Francesco I a Firenze (Musei civici fiorentini) a destra: El Greco. La Sepoltura del conte di Orgaz (1586)

Questa piegatura tra le pieghe è la funzione operativa della piega barocca, "una piega che riverbera su entrambi i lati, in conformità con diversi ordini, è l'innovazione barocca preminente. Essa esprime la trasformazione del cosmo in 'mundus'" (Adams, 1994). Il riferimento di Deleuze a El Greco nella *sepoltura del conte di Orgaz* (1586, Toledo, Santo Tomé) illustra questa

caratteristica del barocco molto bene. Si vede la separazione dei due livelli nella zona medio - bassa, i soggetti avvolti sono i ritratti contemporanei realistici di El Greco accanto a Santo Stefano e Sant'Agostino (che si sono miracolosamente ritrovati al livello inferiore per seppellire il Conte) e nella zona superiore, le anime sono i santi che intercedono per il Conte affinché Cristo gli conceda l'ingresso nella zona superiore (Schroth, 1982). El Greco armonizza ingegnosamente i due livelli, mostrando in fondo a destra il sacerdote che legge il servizio funebre, un testo ben noto che trova la sua illustrazione letterale nella zona superiore in cui si vede come "l'anima ascende al cielo, in un sottile avvolgimento, attesa da moradi santi, ciascuno dei quali è dotato di una propria spontaneità".

Ciò crea la possibilità di un nuovo modo di corrispondenza che era totalmente sconosciuto agli architetti nel periodo pre-barocco. Una nuova armonia emerge tra l'ingresso della facciata e l'interno sigillato.

La piega deve essere usata non semplicemente come dispositivo formale, ma piuttosto come un modo di proiettare nuove organizzazioni sociali in un ambiente urbano esistente.

Deleuze introduce la produzione infinita di pieghe come funzione operativa essenziale del Barocco. Nell'architettura Barocca, la piegatura tra due pieghe opera tra uno spazio unitario di un'interno e una facciata che agisce in modo indipendente in contrasto con la facciata integrata con l'interno delle opere degli architetti rinascimentali. Così la piega è concepita soprattutto come un lavoro infinito o un processo che diventa materia espressiva su diverse scale, velocità e vettori, la determinazione e la materializzazione.

"L'arte moderna, come quella barocca, scrive Deleuze, tende a traboccare, tramutando la pittura in scultura e questa in architettura, quindi

nell'urbanesimo: «un gioco a incastro di riquadri di cui ciascuno si vede sorpassato da una materia che passa attraverso», secondo un'«unità estensiva» che, ponendosi sempre «tra» due arti, cattura al suo interno – come in una performance – lo stesso spettatore». (Gregory, 2010, p. 188).

Secondo Greg Lynn, il concetto di Deleuze della piega è di particolare importanza per questa indagine: «l'integrazione delle differenze all'interno di un sistema continuo ancora eterogeneo» per esso fornisce «una teoria di sintesi e di unità che mantiene i dettagli come momento discreto che partecipa intensamente nella costruzione di un nuovo tipo di insieme» (Lynn, 2004/1993, p. 11, 24).

L'architettura potrebbe interpretare la piega come condizione essenzialmente planare nell'articolare un volume tridimensionale. Queste pieghe non sarebbero semplicemente un'estrusione dal piano come nell'architettura tradizionale, ma qualcosa che contagia sia la pianta sia la sezione.

«La piega di Deleuze esalta l'inarrestabile divenire della realtà e il suo carattere evenemenziale, richiamando al proprio interno il tema linguistico della differenziazione e l'evento catastrofe di Thom, così come gli oggetti frattali, i sistemi caotici e quelli evolutivi». (Gregory, 2010, p. 189).

### **3.3. La geometria nel pensiero di René Thom**

René Thom è un matematico dell'*Institut des Hautes Etudes Scientifiques*, Bures-sur-Yvette, in Francia. Egli ebbe la grande capacità di operare all'interno delle teorie matematiche apportando la morfogenesi e interpretando topologicamente i fenomeni naturali. In primo luogo ha presentato «la teoria delle catastrofi» nel suo libro *Stabilità strutturale e*

*morfogenesi*<sup>21</sup>, in cui descrive i salti improvvisi (cambiamenti catastrofici) nella morfogenesi di embriologia, in termini di procedure matematiche derivate dal calcolo e di geometria derivata dalla topologia. "La teoria delle catastrofi" in grado di fornire modelli eleganti che insieme alla geometria frattale di Benoit Mandelbrot e alle "strutture dissipative" di Ilya Prigogine ben evidenzia "il carattere dinamico dell'equilibrio che connota il mondo naturale; le scienze della vita, infine, che, sempre più tese a studiare la coevoluzione globale della biosfera vivente e non vivente, sottolineano, soprattutto dagli anni novanta, una concezione della vita quale proprietà emergente, ecologica e relazionale che discende dalle interne condizioni fisico-chimiche del pianeta primordiale" (Gregory, 2010, p. 186).

Si trattava di individuare e definire la stabilità di un sistema insensibile alle piccole perturbazioni, che però localmente assumevano potente significazione strutturale. Questa teoria può essere intesa come una transizione, da una forma ad un'altra, sulla base di meccanismi sottostanti di conflitto. Thom raggruppò queste deformazioni in sette forme di catastrofe elementare: piega / cuspidi / coda di rondine / farfalla / ombelico iperbolico / ombelico ellittico / ombelico parabolico (figura 27-28).

---

<sup>21</sup> René Thom, *Stabilità strutturale e morfogenesi. Saggio di una teoria generale dei modelli* Einaudi, Torino 1960 (edizione originale Paris 1972).



### The first seven catastrophe geometries

	CATASTROPHE	CODING (SINGULARITY)	DECODING (SINGULARITY)	FUNCTION	FINAL SINGULARITY
CUSPORS	FOUR	1	1	$x^2 - ax$	$x^2 - a$
	CUSP	2	1	$x^2 - ax - \frac{1}{2}bx^2$	$x^2 - a - bx$
	SWALLOWTAIL	3	1	$x^2 - ax - \frac{1}{2}bx^2 - \frac{1}{6}cx^3$	$x^2 - a - bx - cx^2$
	BUTTERFLY	4	1	$x^2 - ax - \frac{1}{2}bx^2 - \frac{1}{6}cx^3 - \frac{1}{24}dx^4$	$x^2 - a - bx - cx^2 - dx^3$
UMBILIC	HYPERBOLIC	2	2	$x^2 + y^2 - ax + by + cxy$	$x^2 + y^2 + ax$ $x^2 + y^2 + by$
	ELLIPTIC	3	2	$x^2 - y^2 + ax + by + cxy + dy^2$	$x^2 - y^2 + ax + by$ $-by + x + dy$
	PARABOLIC	4	2	$x^2 + y^2 + ax + by + cxy + dy^2$	$x^2 + y^2 + ax$ $x^2 - y^2 + by + cxy$

Figura 27- René Thom, *Le prime sette geometrie catastrofi* (Adams, 1994)

“Non appena ogni disciplina raggiunge la fase di essere una ‘teoria morfologica’, cioè non appena offre un corpus di forme da studiare, allora la teoria delle catastrofi può essere applicata.”<sup>14</sup>

Difatti quello che la teoria delle catastrofi propone sono gli schemi generali che permettono di spiegare la genesi delle forme. “In effetti tale teoria ha senza dubbio contribuito alla definizione attraverso il concetto della biforcazione e dei punti di catastrofe, a produrre una teoria generale della piega a sostegno delle teorie di Deleuze. Difatti essa è una teoria ermeneutica che si sforza, di fronte a qualsiasi dato sperimentale, di costruire l’oggetto matematico più semplice che possa generarlo.”<sup>15</sup>

<sup>14</sup> René Thom, “René Thom—creator of catastrophe theory—replies”, *New Scientist* 70 (1975), p. 63. For an excellent introduction to René Thom (Adams, Tim, 1994) *The Eisenman Deleuze Fold* p.10.

<sup>15</sup> Lizzio Carmelo, *Folding Architecture—XX ciclo - QUADERNI DEL DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA EDILE/ARCHITETTURA - UE, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA, DIET - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA EDILE E DEL TERRITORIO*

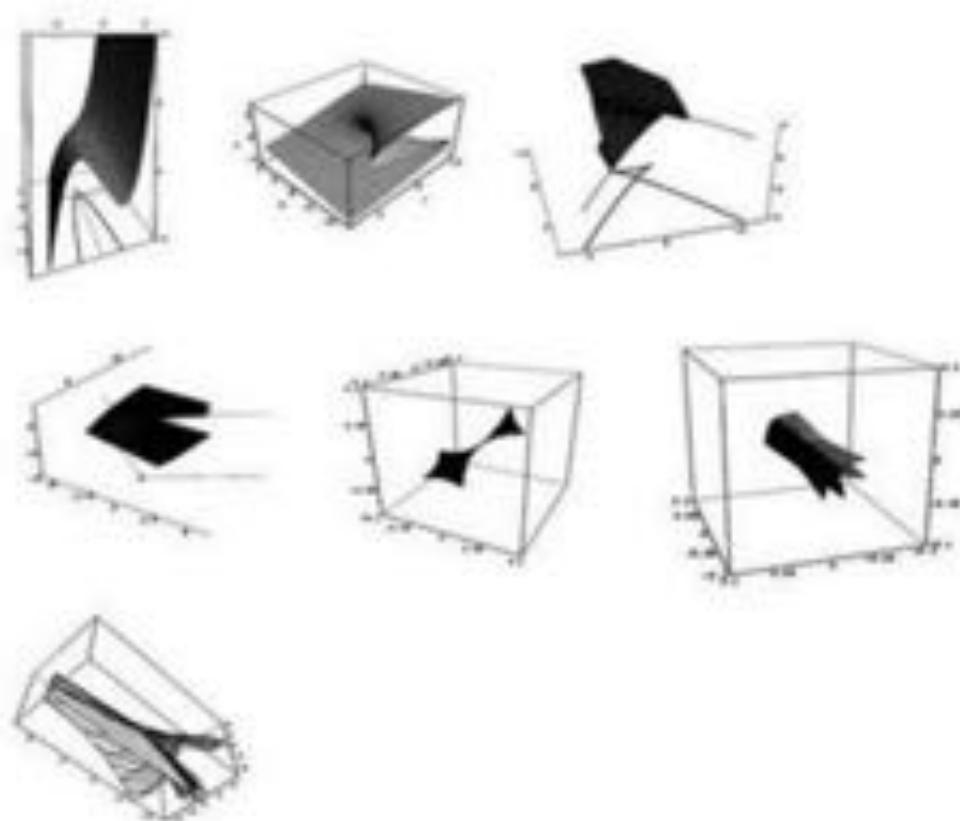


Figura 2.8- Le sette applicazioni delle Teorie di René Thom sulle situazioni morfogenetiche

### 3.4. Due fenomeni di trattamento della piega

Non tutte le pieghe sono barocche. Ci sono anche delle pieghe dell'oriente: origami (*ori*: piega, *kami*: carta) in cui la piega oscilla tra il vuoto di un foglio di carta e il pieno della forma piegata. Bisogna distinguere due tipi di trattamento della superficie piegata. La prima, legata al raggiungimento di un processo artificiale di piega, vede l'uso della piega per arrivare a definire con essa una specifica forma: animali, fiori, o poliedri regolari. In essi la piega è creata per ridurre e guidare il foglio di carta, questo si sovrappone, si ripiega su se stesso si ridistende fino ad ottenere la forma voluta. Il secondo, invece, è legato ad una architettura della natura, come la definisce Bernard

Cache, legata ai sistemi complessi naturali e vuole indagare le proprietà che la piega è capace di determinare sulla superficie e nelle sue possibili configurazioni spaziali. "Le problematiche affrontate in questi modelli sperimentali potrebbero essere risolte con maggiore efficienza utilizzando altre vie messe a disposizione dalla matematica, ma la soluzione geometrica ha senza dubbio il vantaggio di essere più efficace e generatrice di spunti creativi all'interno del processo progettuale. In quest'ottica l'uso sperimentale di sistemi di sviluppo che operano all'interno di modellatori tridimensionali, oltre che facilitare il progetto di architetture responsive, favorisce l'avvicinamento delle nuove generazioni di progettisti allo studio della geometria, un aspetto non trascurabile per lo sviluppo della ricerca e della didattica nel campo del disegno". (Casale e Valenti, 2013, p.7)

### **3.4.1 Approccio al metodo artificiale**

La piega artificiale ovvero la piega degli origami è più legata al concetto di ricerca del conflitto con il territorio circostante generando al livello urbano delle deformazioni spaziali. È un'architettura condizionata o confezionata, più rigida e ripetitiva, che quindi in essa trova la sua espressione più chiara. L'elemento piegato ripetitivo diventa esso stesso il progetto. Il paperfold intende la piega come "atto compositivo" ovvero un processo generativo nella progettazione architettonica basato su principi di sperimentazione, della non linearità e del bottom-up. Tale approccio progettuale può essere considerato come un sistema aperto basato sulla evoluzione dinamica, il progetto evolve con l'alternanza di periodi di disequilibrio, intendendo quindi il progetto come generato da fasi di transizione.

La ricerca per sistematizzare e definire gli elementi che sono alla base di un'architettura della piega trova riscontro nel lavoro proposto da Sophia

Vyzoviti: la Vyzoviti introduce il processo di "paperfold program", per sviluppare e definire i processi che sono alla base dell'architettura della piega. Questo processo fornisce alla carta un peso ed una capacità strutturale. La questione è quella di esplorare estensivamente le trasformazioni della singola superficie di un foglio, in un volume, mantenendo la continuità del materiale.



Figura 29, esempio di fogli che diventano struttura a destra FOA a sinistra (Vyzoviti 2003)

Un esito interessante a questi concetti è il Terminal di Yokohama progettato dallo studio FOA, come esempio del processo di piega artificiale (paperfold) e ripetitiva.

La piega in architettura si definisce in entrambi i metodi già descritti: quella artificiale e quella naturale. La piega artificiale ovvero la piega degli origami è più legata al concetto di ricerca del conflitto con il territorio circostante generando al livello urbano delle deformazioni spaziali. È un'architettura condizionata o confezionata, più rigida e ripetitiva, che quindi in essa trova la sua espressione più chiara. L'elemento piegato ripetitivo diventa esso stesso il progetto (esempio il Terminal di Yokohama di FOA).



*Figura 30\_ Vista interna della copertura del parcheggio del Terminal di Yokohama in Giappone, FOA, (2000)*

### **3.4.2. Approccio al metodo naturale**

L'altro aspetto della progettazione della piega è quello legato alla generazione di una piega della natura: esso sfrutta gli elementi tipici dell'architettura detta topologica, intesa come la ricerca di nuove forme ottenute attraverso processi di deformazioni successive, che non alterino le caratteristiche intrinseche della forma geometrica. Possiamo pensare proprio alla stoffa e alle sue pieghe, a un tessuto che si trama di infinite increspature. Il concetto di piega naturale consente di creare un nuovo suolo urbano che si eleva dal suolo originario, scava il terreno ed il territorio, facendone emergere creste e pieghe che alludono ad una architettura

sotterranea. Le deformazioni avvengono sulla forma, lo spazio e la percezione.

Accartocciare dei fogli di carta rappresenta secondo noi l'esempio più convincente per rendere il concetto di piega di questo tipo; cogliere è uno dei riflessi primitivi dell'umanità ed è considerato in questo esempio un gesto istintivo che regola e coglie materialità. La mano che afferra funziona come un dinamico generatore di forma, assume delle azioni su un foglio di carta che influenzano le prestazioni e può fornire in retrospettiva guide per l'interazione con il materiale come pieghe, curve e torsioni. (Vyzoviti 2012)

"Abitare la piega vuol dire cercare sistemi di ibridazione tra le regole formative dell'architettura e quella della natura... vuol dire inserire nei nuovi corpi architettonici processi metabolici in cui piante, vegetazione, acquisizione e scambio di energia facciano parte integrante di uno statuto ibrido dell'architettura. Uno statuto in cui architettura stessa diventi progressivamente parte della natura"<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup>Tratto da Dalla scatola al Diagramma e Oltre \_ Conferenza Abitare la piega – Milano (Saggio, 2008)



*Figura 31 - Tratto dalla conferenza Abitare la piega – Intervento di Antonino Saggio - Dalla scatola al Diagramma e Oltre – Milano, 2008  
([www.arc1.uniroma1.it/saggio/Conferenze/Milano/Piega.htm](http://www.arc1.uniroma1.it/saggio/Conferenze/Milano/Piega.htm))*

Per quanto riguarda il metodo naturale della piega, ovvero quella del tessuto, realizza quasi la volontà di voler mimetizzarsi con il territorio generando poi al suo interno dei conflitti spaziali. È un'architettura assimilabile e più fluida intesa come ripiegamenti della materia come la introduce Deleuze e come l'unione della filosofia di Leibniz e la piega dell'arte Barocca.



Figura 32- Città della cultura della Galizia, Santiago de Compostela 1999-2009 – Peter Eisenman

L'effetto materiale di cogliere comprende questo studio: accartocciare una superficie piegata in modo casuale la cui geometria di forma libera è generata dinamicamente dalle forze della mano umana.

Sophia Vyzoviti entra ancora di più nella complessità della piega, da quella artificiale con il "paperfold program" a quella naturale con una ricerca intitolata "La mano che 'coglie' come generatrice di forma". Lei dimostra il potere di generare forme, accartocciando in un approccio sperimentale dal basso verso l'alto. La complessa geometria di accartocciare, è approssimata attraverso strumenti di modellazione digitale standard volti a metodi di ricostruzioni digitali e simulazioni.

La metodologia della ricerca utilizza il concetto di modellazione generativa, spostando l'attenzione da oggetti a operazioni e definendo una forma da una sequenza di processi, piuttosto che avere solo il risultato finale. Il paradigma predominante di modellazione generativa in architettura è computazionale. Celestino Soddu (1999) definisce la progettazione generativa come un processo morfogenetico utilizzando algoritmi strutturati



come sistemi non lineari per risultati unici e non ripetibili eseguite da un'idea base. Il principio generativo per la modellazione architettonica come una sequenza di processi di lavorazione è stata dimostrata materialmente da processi morfogenetici ed in particolare nel caso di trasformazione della superficie attraverso la piega (Vyzoviti , 2003).

La metodologia di questo studio dell'accartocciare esplora il rapporto simbiotico tra processi fisici e generazione di forma digitale, una condizione che può essere ritenuta intrinseca alla superficie come mezzo architettonico. All'interno del dibattito attuale in architettura digitale la nozione di superficie sembra essere un caso di ibridazione tra l'astratto e l'ultra-materiale (Picon 2004). Basato sulla geometria computazionale la superficie è prevalentemente astratta, eppure reinventa costantemente la sua materialità attraverso progressi nella fabbricazione digitale.

Michael Leyton parla dell'accartocciare come processo, secondo lui si può ricostruire adeguatamente una complessa geometria di accartocciare computazionalmente applicando delle forze sulla superficie, però in questo contesto la geometria accartocciata è intesa in termini di modellazione generativa in sequenze di processi regolati di un atto spontaneo casuale in un continuum dalla progettazione alla fabbricazione.

Gli esperimenti presentati nella sezione successiva sono strutturati in un approccio dal basso verso l'alto che iniziano con una interpretazione dettagliata di accartocciare e procedono ulteriormente con la modellazione utilizzando una combinazione di strumenti digitali, tra cui l'elaborazione delle immagini (Photoshop), la generazione del modello 2D (Autocad), la

modellazione di superfici (Rhino), la simulazione cinematica (Freeform Origami) e il supporto di fabbricazione (Rhino, Pepakura Designer).

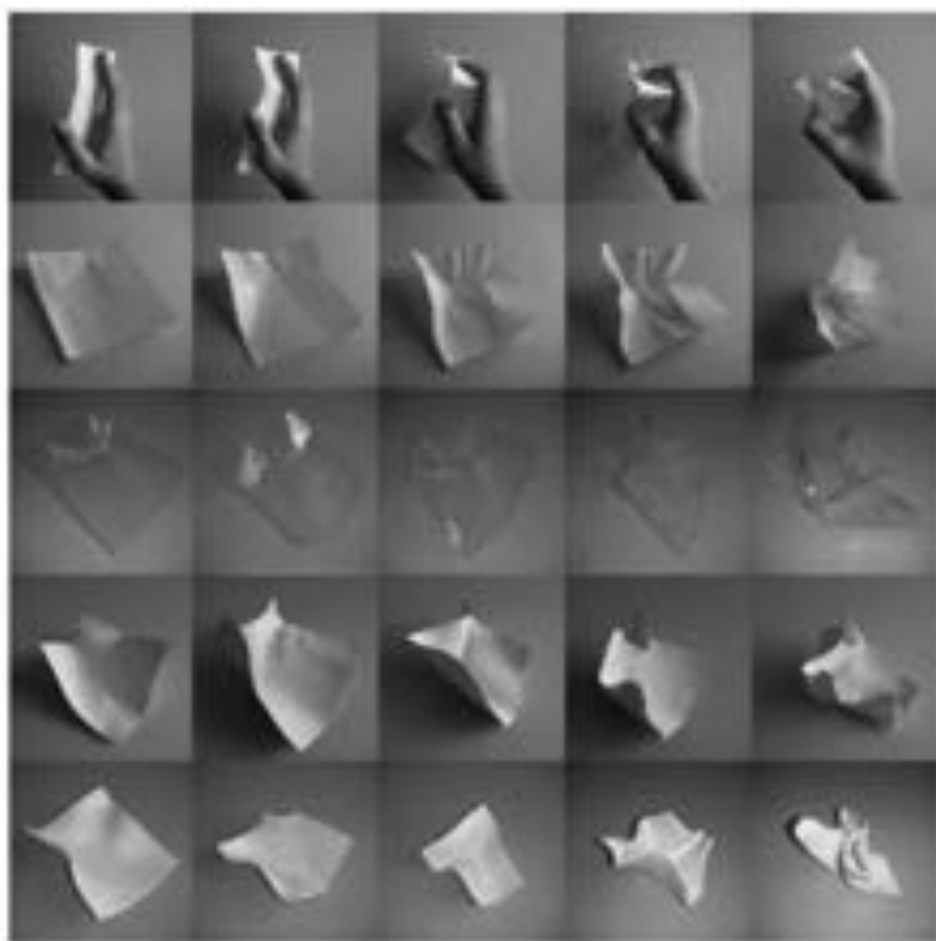
#### - **Esperimenti di modellazione generativa di accartocciare**

Questa parte esplora la geometria di accartocciare attraverso la modellazione generativa, la sperimentazione di supporti fisici e digitali, delineando interdipendenze e ritorni tra i due.

Quattro esperimenti sono analizzati al riguardo:

1. Foglio accartocciato
2. Simulazione di superficie piegata sulla base del modello di piega sviluppato
3. La generazione di superfici piegate in Rhino
4. Ricostruzione della superficie in Rhino

L'esperimento fisico con un foglio accartocciato fornisce la base materiale dei modelli computazionali. In conclusione agli esperimenti la fabbricazione di precisione geometrica delle superfici piegate è dimostrata tramite metodi di sezionamento e di tassellazione adatti per applicazioni architettoniche future.



*Figura 33- Foglio accartocciato, prensione della mano e effetto materiale (dall'alto) di carta, plexiglass, acrilico, argilla (Myzoviti, 2012)*

## 1. Foglio accartocciato

Il verbo accartocciare significa schiacciare l'insieme e premere. Come sostantivo si distingue per una piega irregolare. Quando un foglio di carta è accartocciato, la carta acquisisce cicatrici permanenti visualizzando la distribuzione delle sollecitazioni lungo la superficie. Queste sollecitazioni, le pieghe irregolari che sguaciscono la superficie della carta, rivelano che il ripiegamento si è concentrato su alcuni punti, superando il limite di resa del materiale e portando così a deformazioni plastiche irreversibili.

La morfologia di una superficie accartocciata è una griglia di nervature rettilinee o piegate che si incontrano nei vertici taglienti. I fogli accartocciati sono stati studiati dai fisici per quanto riguarda le loro proprietà di instabilità e dai matematici attraverso la geometria delle superfici sviluppabili. Più recentemente la morfologia della piega è stata indagata nel dominio della geometria architettonica principalmente associata con delle pieghe curve (Casale e Valenti, 2013).

Nel primo degli esperimenti fisici di accartocciare i fogli (Figura 26) un pezzo di cartone opalino di 15 per 15cm si stringeva saldamente in mano. Sotto pressione la carta si stringe e gradualmente si abbandona dimostrando massima resistenza ad ulteriore compressione. Documentato in fermo immagine, il processo è segmentato in cinque fasi distinte che dimostrano la versatilità della mano di pressione<sup>17</sup>. L'esperimento della mano che coglie viene eseguito iterativamente utilizzando carta e acrilico, plexiglas e argilla. I fogli di materiali selezionati differiscono in termini di proprietà intrinseche (spessore, consistenza, trasparenza e flessibilità) nonché i processi che rendono malleabili (raffreddamento e riscaldamento). Durante il processo di accartocciare i risultati mostrano somiglianze nella complessiva forma di configurazione, rendendo gli effetti di pressione della mano visibile nella superficie di generazione della forma libera. La carta è l'unico materiale che manifesta le pieghe. Le tracce che derivano dallo sviluppo del foglio di carta accartocciato saranno dimostrate come la rappresentazione geometrica minima necessaria per favorire il processo della modellazione operativa di accartocciare.

---

<sup>17</sup> L'azione di afferrare o di cogliere.

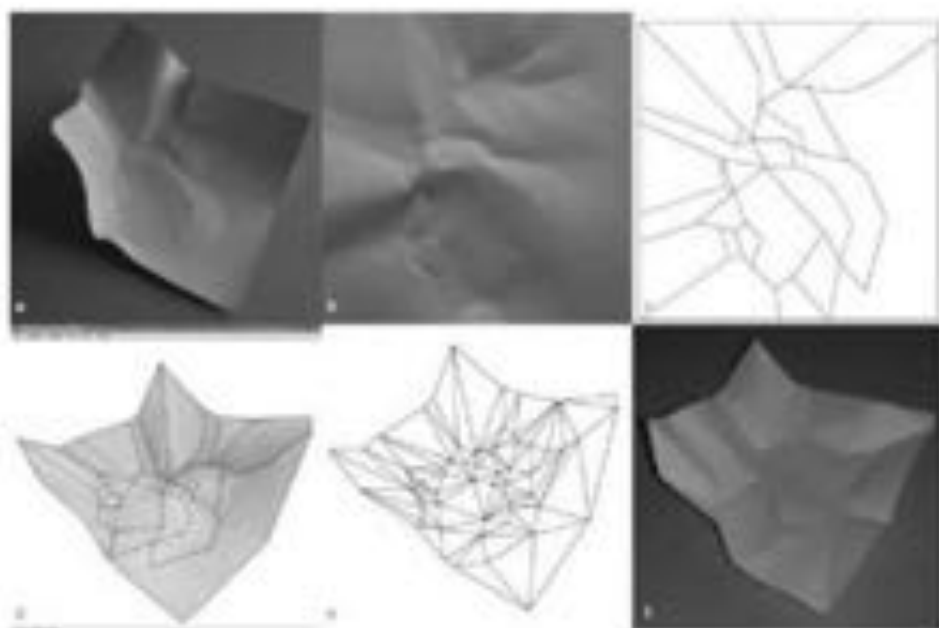


Figura 34- Processo di simulazione di superficie accartocciata: (da sinistra in alto)  
 a- Foglio accartocciato. b- Foglio sviluppato. c- Modello razionale di piega. d- Ricostruzione Freeform Origami. e- Geometria mesh in Rhino. f- Fabbricazione via Pepakura (Vyzoviti, 2012)

## 2- Simulazione di superficie piegata sulla base del modello di piega sviluppato

La ricostruzione e la simulazione della superficie piegata sulla base di modelli di piega sviluppati si basa sulla razionalizzazione della griglia complessa di rilievi dritti e curvilinei e pieghe in una tassellazione schierabile. La capacità di distribuzione di un foglio di carta accartocciato corrisponde alla sua soglia di deformazione e in questo senso la sua cinematica è limitata rispetto ad un piano piegato di superficie distribuibile. Tuttavia l'esperimento (Figura 27) dimostra che un modello piegato razionalizzato è sufficiente per simulare la sua minima cinematica. C'è una ricerca sostanziale sulle pieghe correlate a tassellature (Pellegrino e Vincent 2001), che forniscono questo esperimento con capacità, supportando una razionalizzazione coerente della rete complessa geometrica di pieghe in una tassellazione della piega.

L'esperimento utilizza il programma open source Freeform Origami sviluppato da Tomohiro Tachi (2010). Freeform Origami è un sistema informatico basato sulla simulazione interattiva della cinematica di origami che opera calcolando la configurazione del modello piega con maggiore capacità di modellazione. In questo esperimento Freeform Origami è impiegato per simulare la deformazione della carta e anche per estrarre la geometria mesh tridimensionale, appropriata per lo sviluppo di progettazione e produzione.

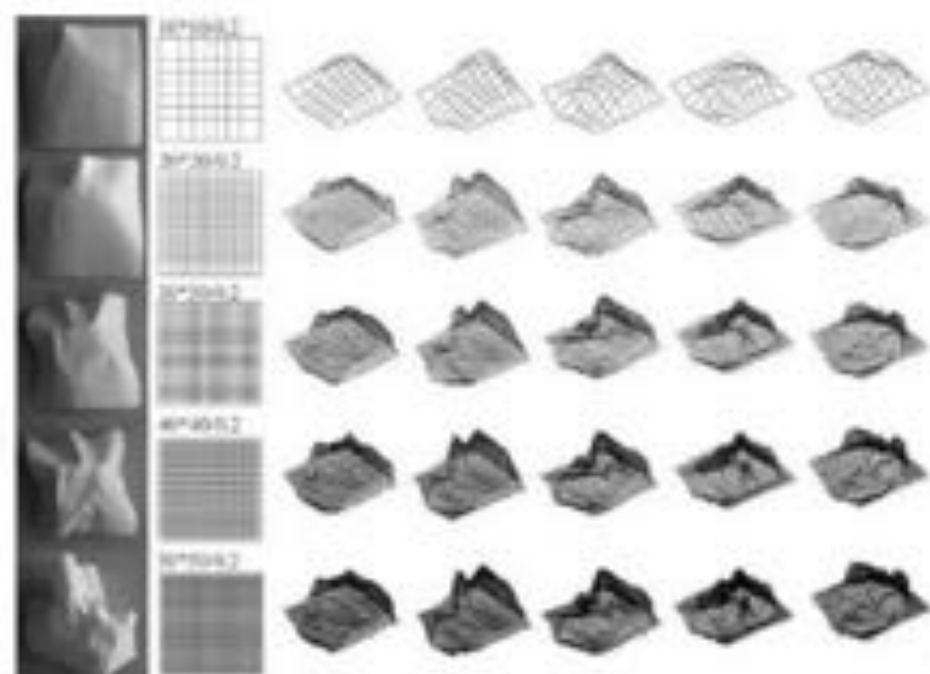


Figura 35— Diverse griglie del foglio accartocciato. (Myzoviti, 2012)

### 3- La generazione di superfici piegate in Rhino

L'esperimento presenta un metodo di bitmap-driven, geometria più definita. La tecnica (Figura 28) fornisce una rappresentazione delle condizioni della superficie accartocciata piuttosto di una ricostruzione. Il comando in Rhino per la regolazione della griglia è usato in questo esperimento come uno

strumento che converte l'immagine bitmap data alla geometria calcolabile. In questo caso la rappresentazione della superficie accartocciata non richiede alcuna analisi geometrica e manca di precisione. Tuttavia, la griglia dei modelli digitali del campo rende evidente l'intensità delle creste e pieghe e l'inflessione dei punti della superficie. L'esperimento si basa sul materiale prodotto precedentemente riguardo il foglio accartocciato descritto nella prima parte (I) : immagini di cinque ripiegamenti distinti che generano una serie di superfici a forma libera attraverso la variazione della densità della griglia. L'aumento della densità della griglia fornisce oscillazioni e maggior dettaglio all'interno del campo in rilievo. Mentre con la griglia di 10/10 i campi sono lisci ed uniformi, con quella da 50/50 si evidenziano più curve di altezza differente. L'altezza complessiva del modello 3d è stabile e rende la superficie piegata distinguibile. Nonostante la mancanza di un'analisi geometrica nel processo della griglia più fitta, gli effetti formali di accartocciare la superficie, a forma di creste, monti e valli sono raggiunti .

#### **4- Ricostruzione della superficie accartocciata in Rhino**

La mano umana ha piccole ossa ed è estremamente versatile manifestando 28 gradi di libertà. Il processo di prendere possesso di un oggetto per uno scopo di manipolarlo, trasportarlo o sentirlo si chiama prensione. MacKenzie & Iberall (1994) definisce prensione come l'applicazione di forze funzionalmente efficaci dalla mano a un oggetto. Il comportamento umano del cogliere comprende un campo di studio interdisciplinare tra psicologia, scienze cognitive, kinesiologia, neuroscienze, medicina, informatica e robotica. La tassonomia umana di accartocciare manifesta una vasta gamma di posizioni di prensione tra prese di potenza e precisione.

Durante il processo di accartocciare un foglio, la presa umana è dinamica, si trasforma gradualmente dalla precisione alla forza. In questo esperimento (figura 29) l'anatomia di prensione delle mani durante il processo di accartocciare fornisce linee guida generative per la definizione della geometria della superficie.

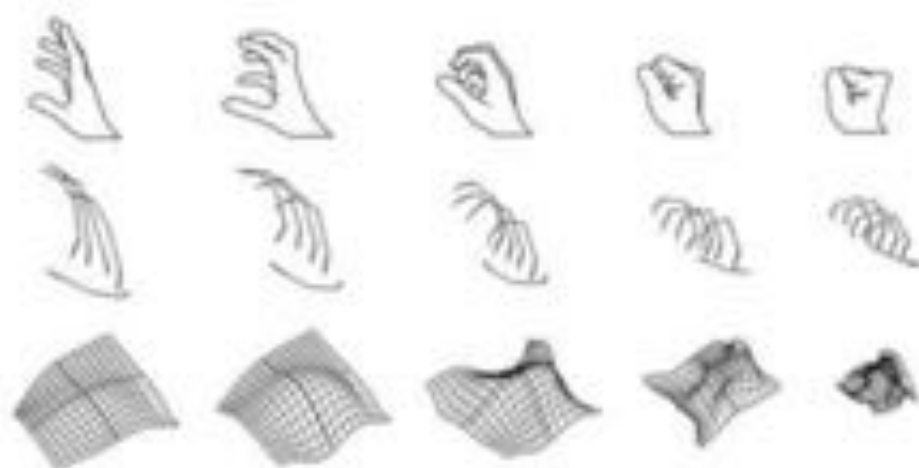


Figura 36- Ricostruzione della superficie accartocciata dell'anatomia di prensione in 5 passi (Nyzoviti 2017)

La procedura di cogliere è suddivisa in cinque fasi che compongono la prensione della forma da una presa di precisione ad una presa più stretta. La superficie accartocciata viene generata in due serie di operazioni. Inizialmente la struttura ossea della mano, la divisione in segmenti delle dita e il pollice sono disegnati con curve semplici. La struttura ossea di segmenti regolatrici produce una singola superficie che è ulteriormente liscata e manipolata simulando le funzioni del palmo durante il processo di accartocciare. Il foglio accartocciato a forma libera risulta da una combinazione delle forze assunte dalle ossa, dalle dita e dal palmo. La manipolazione della superficie dai punti di controllo utilizza una griglia di 15



per 15. Le manipolazioni dei punti di controllo simulano il processo di accartocciare nei modelli fisici così come i suoi effetti materiali. Gli esperimenti hanno portato alle approssimazioni più accurate dei modelli fisici.

La definizione del concetto di forma, trova un ottimo interlocutore, in Focillon, il quale distaccandosi dai termini e dalle impostazioni rigide di Cassirer, introduce il concetto della forma nel suo complesso del significato. Nella introduzione al libro *la Vie des Formes*, di Focillon, Castelnuovo pone l'attenzione su come tutta l'opera di Focillon, sia strutturata sul problema del primato della forma, sia nell'ipotesi dell'esistenza di un universo delle forme con le sue leggi, il suo spazio, il suo sviluppo e le sue materie; sia nella definizione della forma e dei suoi rapporti con il contenuto. (Lizzio, 2004, p.150)

### **La forma architettonica e lo spazio di significazione**

Specificiamo ora i diversi significati che la forma architettonica prende nel corso della storia recente. Noi conosciamo attraverso la percezione. È da questa che dipende nostra struttura cognitiva. In altre parole, il mondo è identico al mondo che percepiamo. Se la realtà che percepiamo dipende della nostra struttura mentale, ne consegue che ci sono più realtà che individui.

Questo tipo di percezione si basa sul fatto che l'occhio è già un filtro. Questa dimensione psico-fisiologica può essere integrata da una dimensione sociale e culturale la cui influenza è insita nelle nostre modalità di percezione. In questo capitolo ci proponiamo di dare un'occhiata a diversi modelli associati, alle nozioni di significato e alla percezione della forma architettonica.

### **La forma nel significato**

I trattati del XVIII secolo considerano che le sensazioni sono legate alle forme codificate, i cui significati sono di ordine sociale. Per esempio, la manipolazione di proporzioni armoniche come produzione di bellezza porta ad alcune forme sono convenzionalmente associati a determinati significati. Ma noi non vediamo le cose solo come segni. I loro effetti non sono limitati al loro significato. La forma genera un effetto sensibile che è diverso dal significato associato alla forma convenzionale.

### **La forma come forma**

Wölfflin (Wölfflin, 1915) mette in relazione la percezione di un edificio con il corpo umano. Si tratta di un corpo fisico e che ci permette di apprendere una forma percepita. Le Corbusier ripete questo significato nella "pittura moderna", affermando che *"tutte le forme provocano delle sensazioni differenziali di colore della verticale"*. Wölfflin ha identificato analogie fisionomiche tra l'organizzazione del corpo umano e quella dell'edificio.

Arnheim (Arnheim 1999) fa notare che nel tempo l'architettura è appresa dall'uomo in azione. Il suo secondo principio, che determina la percezione, si basa sul concetto di dinamica: una struttura percettiva è vista come una struttura di forza. Questa tensione percettiva risulta da una deformazione. La teoria della forma, *gestalt*, derivata dalla psicologia della percezione, coinvolge la nostra memoria e la nostra intelligenza. Questa mette in evidenza i fenomeni permanenti, basati sull'identificazione di figure, per risvegliare in noi delle sensazioni.

Infine, uno sguardo funzionalista potrebbe dare un senso ad una forma attraverso la sua funzione. Questo punto di vista può essere esteso al fatto che *"tra gli architetti moderni la forma non deve essere solo funzionale, ma deve anche esprimere quello che è. Deve significare la funzionalità, che non è la stessa cosa di essere funzionale."* (Lucan 2005)

### **La forma ricercata**

In alcuni architetti contemporanei, la forma architettonica è considerata come un tutto indivisibile. Il principio di morfogenesi non è la composizione di parti separate, ma piuttosto l'applicazione di operatori di trasformazione a una forma unitaria iniziale. [...] *La forma architettonica tiene dei confini del sito, e in alcuni punti si allontana sotto la pressione dei vincoli o per la coesistenza di attività esterne dell'edificio. La forma finale non è scolpita ma dedotta da tutti che informa l'edificio dall'esterno."* (Lucan 2003).

### **Variazione invariante**

Deleuze (Deleuze 1988) propone il concetto di "objectile" per caratterizzare la forma come risultato di un processo continuo. L'oggetto "si svolge in un continuum di variazione" e comporta lo sviluppo continuo della forma.

L'oggetto è un momento significativo di un processo morfologico continuo e ampio. Si riferisce ad una *"modulazione temporale che prevede la creazione variazione continua del materiale come uno sviluppo continuo della forma."*

Il ruolo del progettista passa per una meta-designer che ha per oggetto la definizione di un mondo formale, la definizione delle componenti generali di una intera specie (Soddu 2004).

## **Il concetto di affordance**

La parola "affordance" (Ganascia 2006) si riferisce alle possibilità di azioni riferite ad un dato oggetto, indipendente dall'ambiente informativo in cui noi lo percepiamo. Tali percezioni sono fermate dal flusso di sensazioni che ci assalgono. Tutte le sensazioni si combinano per creare la percezione che si modifica a seconda della nostra esperienza. Le "affordance" raccolgono tutte le potenzialità che nasconde il nostro ambiente. Le "affordance" sono sviluppate sulla base dei nostri bisogni, delle nostre paure e dei nostri desideri. Si modificano con l'esperienza. Così la nostra percezione visiva dipende sia dall'origine culturale, sia dall'apprendimento individuale, sia dai nostri gusti personali. L'apprendimento sensibile è quindi molto soggettivo. La percezione di un oggetto dipende dalle nostre esperienze e dalle nostre conoscenze.

## **Percezione informata e informante**

La psicologia costruttivista formulata da Piaget ritiene che la comprensione della realtà evolve da rappresentazioni di eventi sperimentate. Un fenomeno di ristrutturazione o di riconcettualizzazione si verifica sulla base dell'esperienza individuale. Sembra, infine, che la percezione sia interpretazione. "Il cervello cerca di vedere qualcosa secondo una ipotesi, la visione è generata dall'ipotesi." (Boudon e al. 2001) Un luogo è uno spazio qualificato. Il suo ambiente affronta non solo la ma per tutti i sensi, è quindi legata al corpo. Le indicazioni non sono indifferenti alla posizione del corpo nello spazio, ma anche dipendenti dall'origine culturale, dell'apprendimento individuale e dai gusti personali. Per citare Boudon, "La percezione è

culturalmente informata e fa parte di un campo più ampio che è la ricezione”.



# 4. Modello teorico morfo-semantico

In questo capitolo, parliamo di modelli morfo-semantici, che basano i loro sviluppi sul lavoro dell' "Intelligenza Artificiale". Per la creazione di processi formativi quali frattali e le grammatiche della forma è importante parlare dei modelli generativi costruiti attraverso algoritmi generativi ed evolutivi.

- Algoritmi generativi

Il metodo generativo si riferisce a qualsiasi arte in cui l'artista utilizza un sistema, una grammatica della forma, un programma informatico, una macchina o altri meccanismi procedurali, che presentano un certo grado di

autonomia nell'elaborazione della forma finale. Questi meccanismi generativi fondano i loro sviluppi sul lavoro dell' "Intelligenza Artificiale" (Ceccato 1999). Un metodo generativo permette di produrre delle forme complesse da un insieme di regole.

Lo sviluppo dello "scripting" ha facilitato la progettazione algoritmica: questo permette l'emergere di forme complesse attraverso la creazione di istanze di un insieme di funzioni iterative; questa modalità di progettazione facilita l'interattività e permette al progettista di esplorare i temi della crescita e della complessità. La modifica dei valori dei parametri permette l'esplorazione di una serie di soluzioni e facilita la comprensione delle interazioni. Questo approccio è caratterizzato da una dimensione non lineare. Le situazioni sono inizialmente imprevedibili, il progetto quindi non è più formale, ma diventa procedurale.

I meccanismi generativi hanno degli interessi, non solo nell'elaborazione di prodotti o di manufatti, ma anche nell'elaborazione di processi di creazione. La peculiarità di questi dispositivi è basata sul fatto che il progettista non manipola l'oggetto in fase di progettazione, ma il sistema generativo. Fischer (Fischer & Herr 2001) individua tre vantaggi intrinseci di questi meccanismi: il primo di questi vantaggi consente l'esplorazione automatica di un gran numero di soluzioni; il secondo è che stimola la creatività del progettista; infine, questi meccanismi di generazione dovrebbero individuare le buone soluzioni, tuttavia, una valutazione automatica basata su criteri soggettivi, estetici o visivi rimane difficile.



#### - Algoritmi evolutivi

Il processo di generazione della forma nell'architettura evolutiva è basato sui principi dell'evoluzione della specie e della selezione naturale. Per algoritmo genetico, si intende un processo informatico modellato sul concetto di selezione naturale di Darwin: la popolazione, la crescita, la riproduzione e la selezione. I concetti architettonici sono espressi come regole e la loro evoluzione può essere testata rapidamente. Un modello numerico viene trasformato da incroci successivi e valutati sulla base di obiettivi e vincoli predefiniti.

Con l'avvento di tecnologie digitali nel campo del design, il ruolo del progettista è trasformato. Come ha scritto Pierre Lévy (Lévy 1992), il progettista non disegna più un oggetto ma un sistema di oggetti possibili, una macchina per esplorare le virtualità. Il dominio di competenza è saltato ad un passo logico a monte, un'oggettivazione della realtà è necessaria per permettere una forma logica di operazioni intellettuali.

L'impiego di questi dispositivi procedurali implica dalla parte del progettista una forma di noncuranza: quest'ultimo accetta solo che una parte delle decisioni verranno prese dallo strumento; l'emergere di novità o di soluzioni sorprendenti è il risultato del processo. Non c'è nessuna certezza sul risultato finale. Il progettista stabilisce le condizioni di generazioni di soluzioni, ma non opera la materializzazione di una soluzione esclusiva, fa delle scelte da un insieme di possibilità che gli vengono offerte.

Queste pratiche inducono una riflessione sull'influenza dello strumento e sulla sua capacità di amplificare le facoltà cognitive. Esso non sarà solo di automazione delle attività ripetitive o noiose, non sarà solo per il completamento, effettuato dalle macchine, di calcoli oltre la nostra portata.

La questione si focalizza sul cambiamento del nostro intendimento, la nostra capacità di conoscere, di memorizzare e di concettualizzare.

#### **4.1. Contestualizzare il modello architettonico**

Nel pensiero sistemico<sup>19</sup>, l'osservatore del sistema, il sistema osservato e le interazioni che lo mantengono costituiscono un "insieme di elementi in interazione dinamica, organizzati secondo uno scopo" (Rosnay 1975). Il sistema, inoltre, è sempre osservato in interazione dinamica con il contesto: sistema e contesto formano anch'essi un sistema. Nel campo della progettazione architettonica è lo stesso. Il progettista (l'osservatore del sistema) interagisce con lo spazio architettonico (il sistema osservato) e, all'interno di quest'ultimo, il modello architettonico è in interazione dinamica con il contesto. (Claeys, 2013, pp. 237-238) Tutte le operazioni di posizionamento condotte dal progettista concernano sia il modello architettonico che il suo contesto, così come il rapporto mantenuto dal progettista stesso con il modello dialogico architettonico ↔ contesto

##### **4.1.1. Il contesto**

Una delle parole più usate nel campo dell'architettura è la parola contesto. Secondo Antonino Saggio esistono almeno tre significati distinti riguardo questa parola: il primo ne vede l'impiego nell'ambito del concetto di luogo, la morfologia specifica del sito dove l'architettura sorgerà e il ruolo, la configurazione e il significato architettonico e urbano degli edifici preesistenti nell'immediata area circostante; il secondo ne descrive il quadro

---

<sup>19</sup> Il pensiero sistemico trae le sue origini dalla filosofia greca, in particolare da Aristotele e dai primi pitagorici, i quali concentravano le proprie riflessioni sulla forma e sostanza delle cose.

sociale, storico e culturale che influenza una condizione dell'operare in un'area specifica; Il terzo combinando i due significati, ci spinge a pensare al contesto attraverso l'immagine di una tessitura.

Il contesto è la principale meta-discussione del modello architettonico: esso consiste nel definire, a partire da questioni mirate, il quadro locale (in)direttamente rilevante per lo sviluppo del progetto architettonico. I limiti del contesto come concetto di luogo del progetto nel reale sono delineati e utilizzati per definire in una prima approssimazione le caratteristiche principali dello spazio da concepire. Il progettista prende dei punti di riferimento presenti sul sito, l'estensione, la durata e le dimensioni importanti del contesto, di solito produce degli schizzi del posto, dei diagrammi di analisi, delle foto...

Questo quadro locale (associato al progetto in corso di ideazione) è costruito dal progettista dall'intreccio di tre dimensioni: lo spazio, il tempo e le configurazioni dimensionali. Oltre alle dimensioni spaziali e temporali presenti nello stesso momento nella mente del progettista, il progetto architettonico è definito anche dal punto di vista delle dimensioni secondarie (strutturali, sociali, culturali, formali, tecniche, politiche, economiche...). L'identificazione del limite del progetto architettonico contraddistingue questa parte della progettazione che non determina il confine tra il modello architettonico considerato (sistema osservato) e il contesto reale da prendere in considerazione per la progettazione. Questo limite non dovrebbe essere determinato esclusivamente dal punto di vista della spazialità. Nel definire il confine del progetto, il progettista spesso si esprime spazialmente attraverso una planimetria. In generale, il limite di un'influenza minima sarà di ordine spaziale.

Le architetture degli edifici possono essere auto-referenziali o referenziali. Sono auto-referenziali se affermano di essere indipendenti da qualsiasi contesto: per esempio, nel progetto *plan Voisin* del 1925 a Parigi, Le Corbusier ha proposto di avviare la città da una *tabula rasa*. Questo concetto di architettura moderna è destinato ad essere *acontestualista*. Naturalmente radere al suolo la città per creare qualcosa di nuovo è impossibile, la mancanza di contesto è quindi impossibile. Nell'essere estranei a qualsiasi contesto, molti altri tentativi tentano di superare l'una o l'altra dimensione contestuale. Le forme del Guggenheim Museum (1997) dell'architetto americano Frank O. Gehry a Bilbao si liberano dal linguaggio formale degli edifici esistenti. L'architetto e teorico Rem Koolhaas provoca e lancia il suo celebre aforisma: *"Fuck the context!"* Sulla base della sua ricerca in *Delirious New York* (1978), egli stabilisce cinque assiomi della "teoria della Bigness", nel suo manifesto *Bigness ovvero il problema della grande dimensione* (1995). Egli scrive che oltre una certa dimensione un grande edificio - il "Bigness" - non è più in rapporto con il contesto in cui si trova, nella migliore delle ipotesi "convive" con questo contesto. In questo caso l'edificio nega completamente il contesto esterno e crea il suo proprio contesto interiore. Ma il rifiuto del contesto - espresso in modo diverso da architetture autoreferenziali - è ancora una contestualizzazione.

Le architetture sono, invece, referenziali se affermano di considerare il contesto: è il caso di architetture *contestualiste*. Le architetture vernacolari evidenziate nella mostra fotografica allestita dall'architetto Bernard Rudofsky nel 1964, presumibilmente "senza architetti", alimentano il contesto locale per emergere, incarnando lo stile di vita dei loro abitanti. Per quanto riguarda l'ambiente in generale, Christian Norberg-Schulz (1979) chiama il "carattere" e la possibilità di "identificazione" trasceso dal "*genius loci*" (genio

del luogo) sviluppando un approccio fenomenologico di abitare in cui la nostra "vita quotidiana" è costruita dalla realtà fenomenica, ma anche dai contenuti astratti che proiettiamo sulle cose istruite in oggetti. Per lui, il luogo è un fenomeno "qualitativo" associato ad un "hic e nunc" (qui e ora). Ogni progetto che viene impiantato in un paesaggio valorizza il "carattere" in cui è inserito.

Il campo d'informazioni relativo che costituisce il contesto del progetto architettonico, influenza direttamente la concezione del progetto. Nel corso di un progetto architettonico, un modello architettonico impegnato da una parcella urbana, piatta, stretta e adiacente - ad esempio la Row House (1975-76) di Tadao Ando a Osaka - sarà orientato in modo diverso rispetto a quello che si deve integrare in un ampio campo verde e ripido - per esempio il *Fallingwater House* di Frank L. Wright (1935-37) a Bear Run. Tutte le dimensioni del progetto architettonico sono influenzate dalla relazione dinamica tra il contesto e il modello architettonico. Tutte le argomentazioni che seguono, fanno anche parte del contesto, poiché in generale è considerato in interazione dinamica con il sistema osservato (modello architettonico). Il contesto può pertanto, allo stesso modo del modello architettonico, essere analizzato sulla base di tutte le altre questioni.

#### **4.2. Il modello "piega"**

L'uso del termine "piega" o di "origami" in molti progetti architettonici oggi manifesta uno spostamento nel linguaggio delle forme contemporanee in cerca di una nuova scrittura architettonica.

Questo concetto di piega, che è allo stesso tempo sia geometrico sia strutturale, non è nuovo e ripercorre anche la storia dell'architettura.

L'architettura del Novecento ci offre degli esempi interessanti di realizzazioni architettoniche di superfici piegate: come ad esempio il lavoro di Walter Netsch per l'United States Air Force Academy Cadet Chapel (1954) o quelli di Jorn Utzon, con il progetto dello stadio a Jeddah, in Arabia Saudita (1967), (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)

Il carattere architettonico di questa piega è altrettanto interessante. Qui prenderemo le variabili emotive definite da Jean-Marie Delarue (Delarue, 1997)

- Il "fascino dell'animato" con il ritmo.
- L'"Eufonia" dei bordi superiori e inferiori, i monti e le valli, il positivo e il negativo.
- Le "sfumature" della luce rivelata.
- Il "mantenimento della linea" per guidare l'occhio.

Proponiamo un modello per descrivere e creare una forma architettonica piegata e strutturale. I dati del modello devono contribuire a progettare questa forma, sia dal punto di vista geometrico sia meccanico. Un modello comune può essere utilizzato come ponte tra due discipline: architettura e ingegneria (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014). Questo modello è realizzato in un modellatore digitale consentendo una geometria parametrica di piega, in modo da rendere compatibile la forma architettonica ricercata con un comportamento strutturale soddisfacente.

### 4.3. L'attuazione del modello

La piega di carta, collega in modo molto semplice e diretto la percezione intuitiva, l'apprensione della geometria e il comportamento strutturale. Piegando la carta con le nostre mani, vediamo e sentiamo nuove forme, nonché le loro forza ed elasticità. Le pieghe danno alla carta nuova forma e rigidità, richiedendo destrezza e competenze geometriche di fantasia: è tra la maestria artigiana e il pensiero astratto matematico nel senso che per una suddivisione precisa della carta, una superficie bidimensionale diventa una scultura spaziale; sebbene formazione ed esperienza rende la transizione dal astratto, due tassellatura dimensionale, alla geometria piegata più prevedibile, il processo di piegatura crea sorprese. Questo è ciò che rende piegare la carta stimolante ed emozionante. La geometria di piegatura obbedisce a regole che limitano l'espressione formale, ma d'altra parte crea delle forme che sono oltre la nostra immaginazione.

La posizione iniziale della ricerca è quello di scoprire e capire le possibilità di creare geometrie piegate attraverso giocando con piegare la carta. Abbiamo coscientemente sostenuto un approccio intuitivo che si accumula sulla esperienza pratica: piegando e manipolando la carta, le mani e gli occhi collaborano in un dialogo di comprensione spontanea delle potenzialità di tali forme. Oltre all'acquisizione di conoscenze sulla base artigianale, il vantaggio di un approccio ingenuo è la libertà da pregiudizi e preconcetti.

Per essere originale e autentica, la percezione e la comprensione intuitiva dovrebbe precedere l'analisi e stabilire senza preconcetti. Per questo motivo proponiamo di avviare la ricerca da parte di un intuitivo, approccio pratico e solo in una seconda fase esaminare le geometrie piegate con strumenti

analitici. Lo svantaggio intrinseco di tale approccio è di riscoprire le cose che altri hanno scoperto prima. D'altra parte si procura una percezione originale, che è di primaria importanza per un architetto: vedere con i tuoi occhi, toccare con le proprie mani, e sentire con il proprio corpo.

Oltre alla conoscenza intuitiva, l'obiettivo di questa fase è quello di identificare i modelli di piega con potenziale per essere recepiti nelle superfici piegate.

La modellazione della superficie piegata passa attraverso fasi morfologiche successive: la forma dell'involucro esterno e quella della piega secondo la sua geometria costruttiva (parametro del profilo, della frequenza e dell'ampiezza). La modellazione geometrica è fatta nell'ambiente del modellatore Rhinoceros accoppiato con Grasshopper<sup>39</sup>, un editor di algoritmi grafico di gestione dei dati geometrici parametrici.

L'involucro di supporto è definito da una superficie curva: è delimitata da quattro *spline* che sono a loro volta controllati da tre punti ciascuno: questa serie di punti ha coordinate parametrizzati X, Y, Z, permettendo una prima formazione dell'involucro di supporto. Le coordinate dei punti che caratterizzano la superficie iniziale rimane modificabile in ogni momento.

---

<sup>39</sup> Grasshopper, è un linguaggio di programmazione visuale popolare creato nel 2007 da David Rutten dalla compagnia di Robert McNeil & Associates (applicazione funziona su Rhinoceros), è utilizzato principalmente per la costruzione di algoritmi generativi. Le superfici sono descritte utilizzando le curve NURBS. Il programma è ora offerto per il download gratuito, senza date di scadenza, ma richiede Rhinoceros versione 4.0 o superiore. La geometria è definita utilizzando l'interfaccia grafica senza dover imparare un linguaggio di scripting. L'algoritmo generativo è creato trascinando componenti che rappresentano dati o la funzione nell'aria di lavoro.



Una volta determinato, il volume primario può ospitare l'algoritmo di piega (Figura 34).

#### 4.3.1. La prima piega

##### - Pieghe parallele

Il modo più semplice per piegare un foglio di carta è di creare una serie di pieghe parallele di monte e di valle. L'orientamento di una piega definisce se una piega è una piega monte o una piega valle.

Indichiamo la piega a monte come convessa e la piega a valle come concava. In uno spazio tridimensionale con coordinate  $x$ ,  $y$  e  $z$  corrisponde all'orientamento trigonometrico.

Una carta piegata può essere manipolata, aperta e chiusa, soprattutto da traslazioni e rotazioni. Queste manipolazioni trasformano la forma della carta piegata. Le variazioni geometriche all'interno di un determinato tipo di modello modifica la forma piegata.

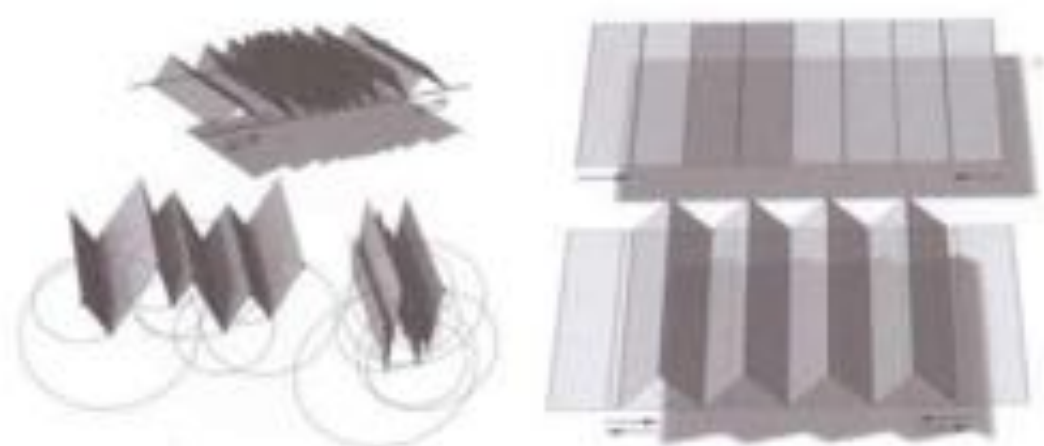


Figura 37- La prima piega – pieghe parallele (Casale e Valenti, 2017)

Leggendo da destra a sinistra, le pieghe convesse sono indicati con (-), in quanto la rotazione di una faccia all'altra è una rotazione negativa (rotazione in senso orario). Le pieghe concave sono indicati con (+) poiché la rotazione di una faccia all'altra è positiva (rotazione in senso antiorario) (figura 34).

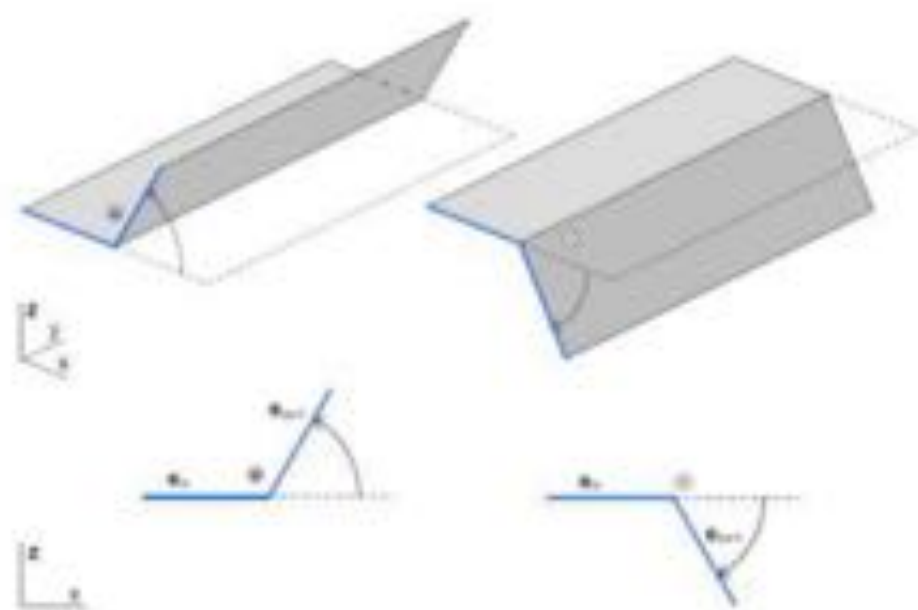


Figura 38- La prima piega – pieghe parallele (Buri, 2010)

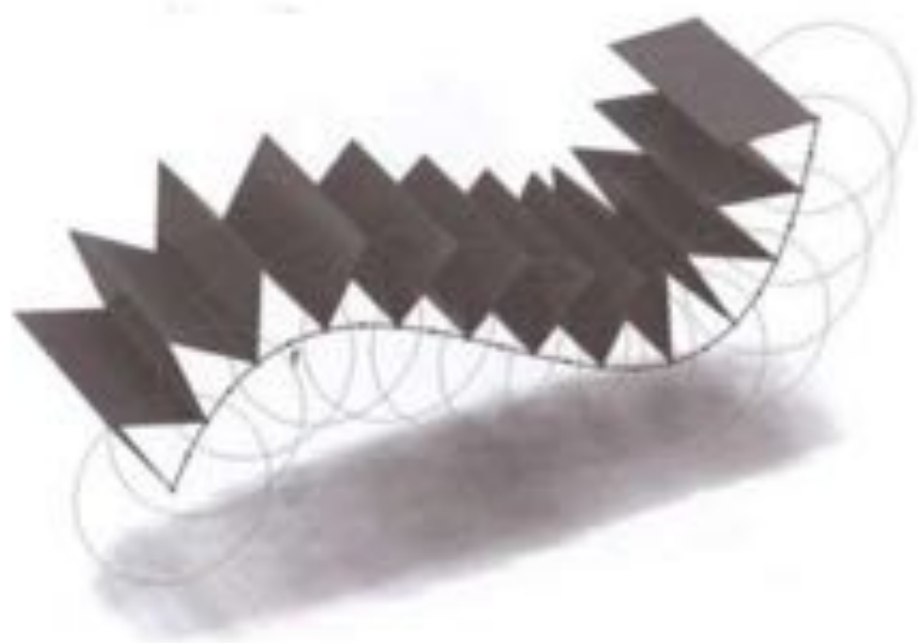


Figura 39- La prima piega (Casale e Valent, 2012)

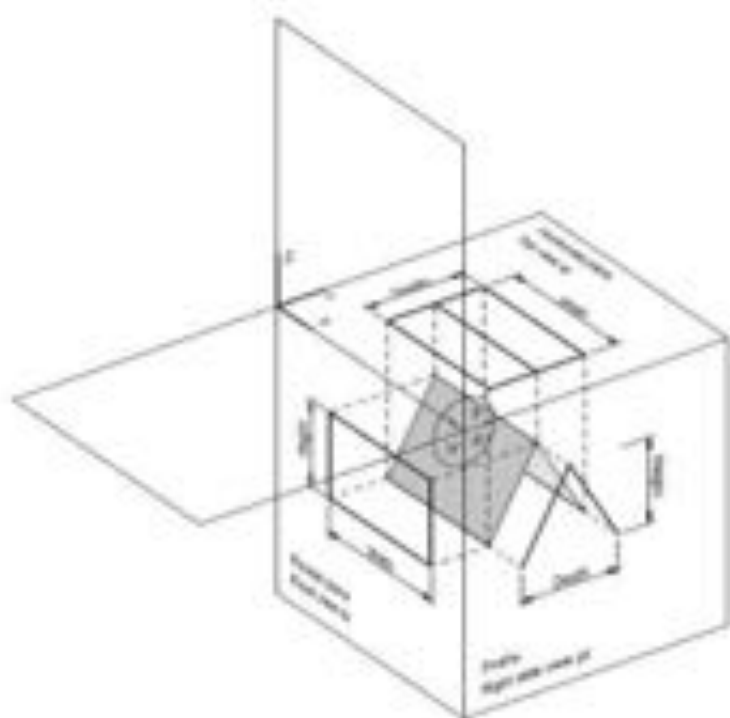


Figura 40- La prima piega (Buni, 2010)

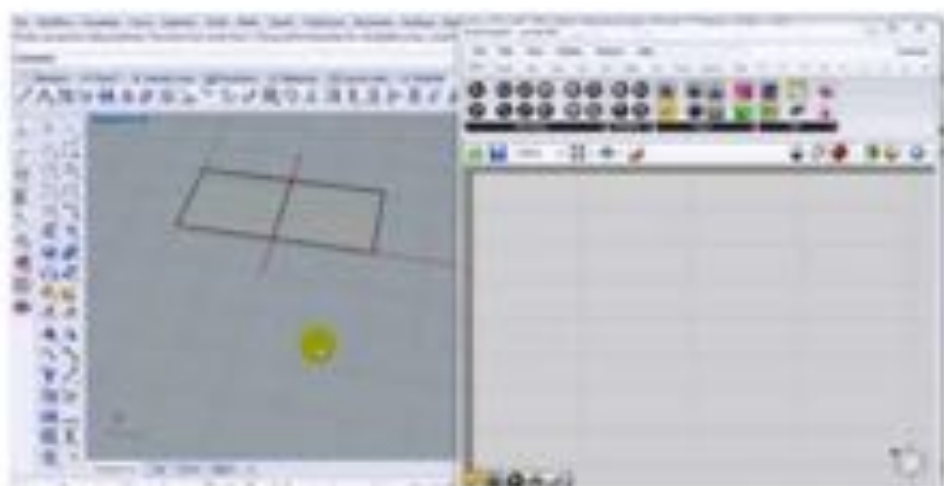


Figura 41- Attuazione della prima piega

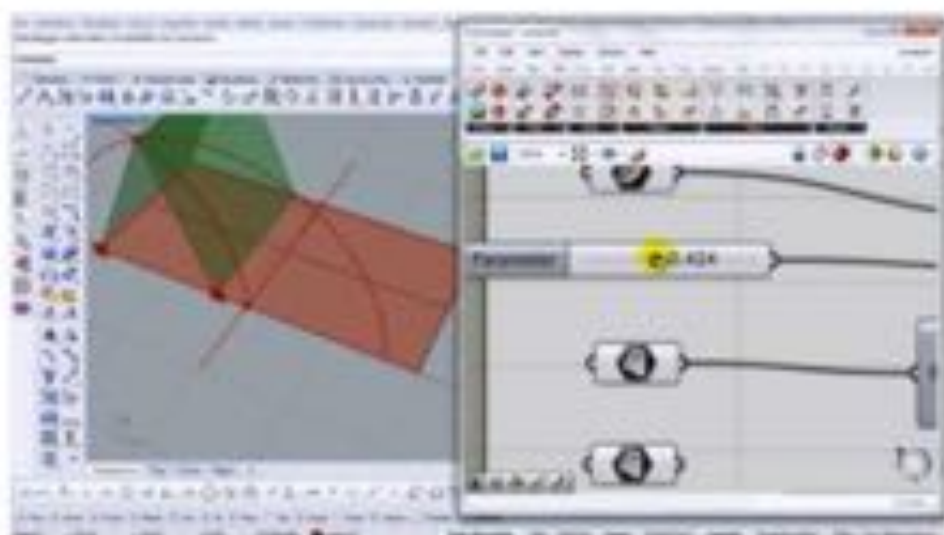
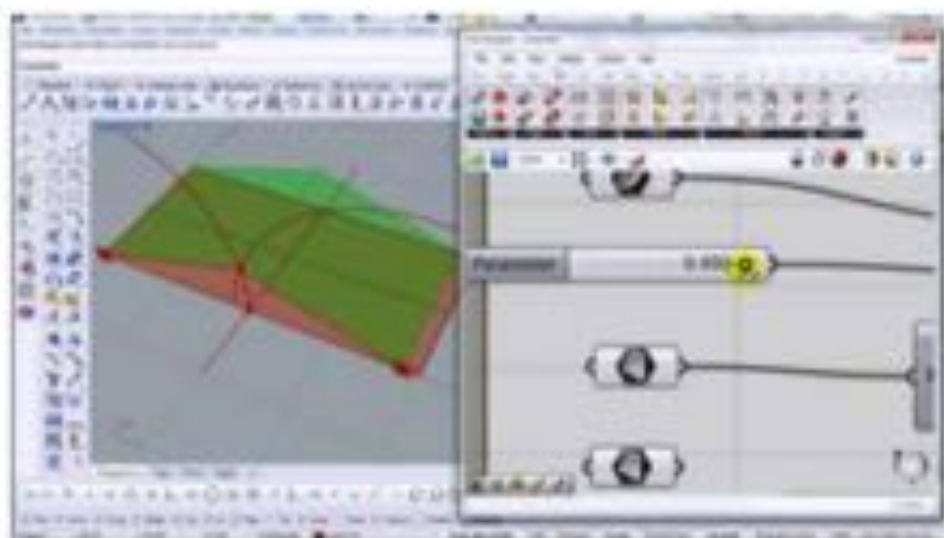


Figura 42- Attuazione della prima piega

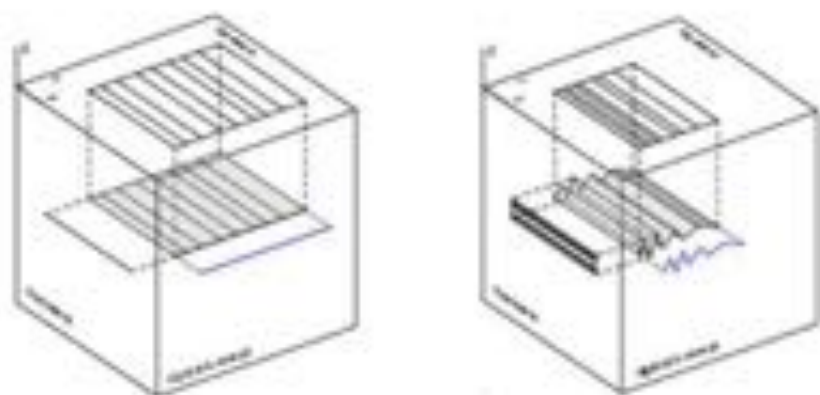
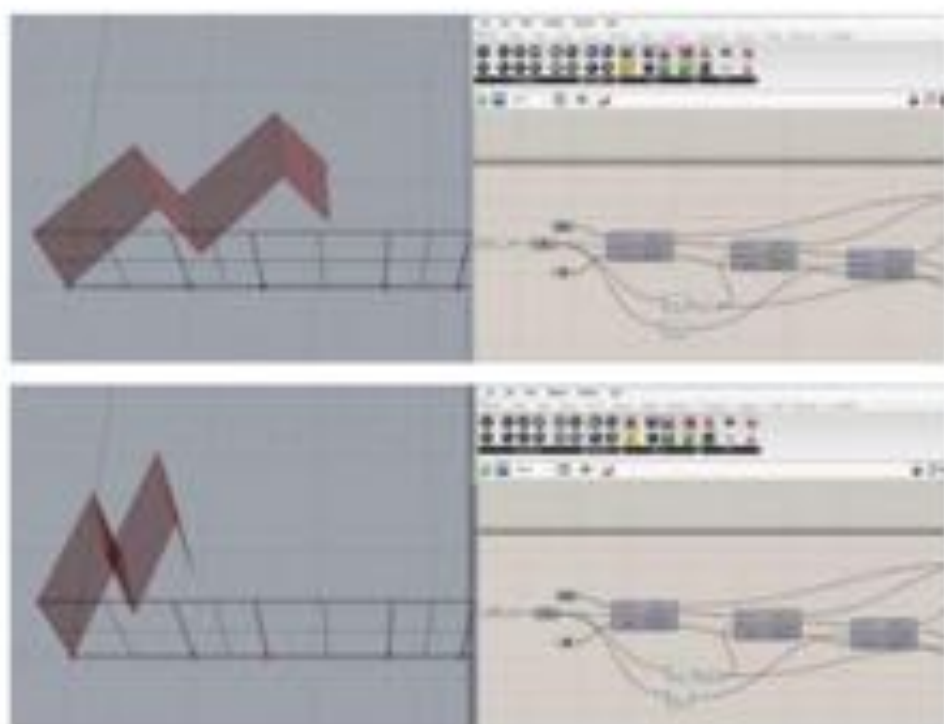


Figura 43- La prima piega (Burl, 2010)



*Figura 44- Alternative di pieghe ottenute dalla variazione dei parametri*

Ci sono diverse geometrie della piega. In questo esempio, dimostriamo delle alternative di pieghe ottenute dalla variazione dei parametri (figura 41).



*Figura 45- Alternative di pieghe ottenute dalla variazione dei parametri*

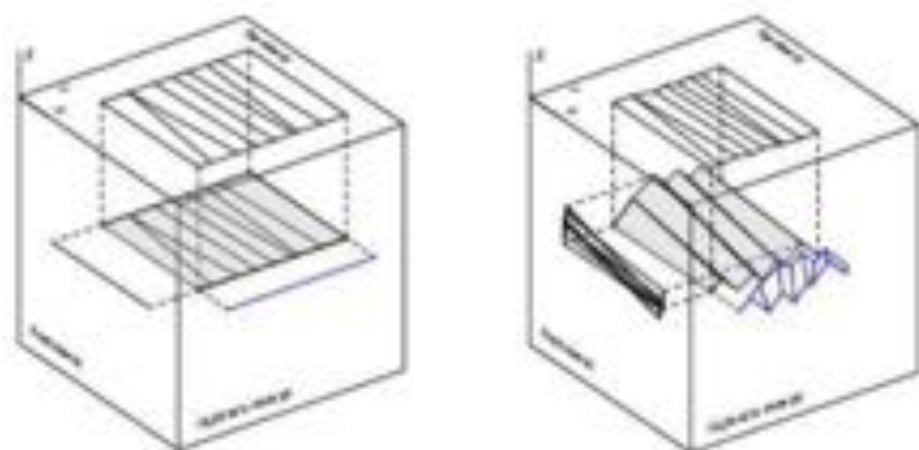


Figura 45- La prima piega – pieghe oblique (Buri, 2010)

#### - **Pieghe oblique**

Le pieghe oblique sono superfici sviluppabili composti da facce triangolari o da facce quadrangolare planare con bordi di piegatura non paralleli. Definiamo due tipi di pieghe oblique: quelli che non si intersecano all'interno della superficie (figura 43) e quelli triangolari.

Due sezioni parallele mostrano profili piegati con bordi paralleli ma di larghezze diverse. I parametri del profilo piegato sono le stesse di quelle parallele. Proponiamo due metodi per progettare una poli-superficie di pieghe oblique.

La prima potrebbe essere disegnata con questo metodo: un primo profilo piegato che definisce l'inclinazione di tutti i bordi piegati. Disegniamo un secondo profilo piegato coi bordi paralleli al primo profilo, ma hanno diverse larghezze di segmenti e intervalli. Definendo una distanza tra i due profili e collegandò i vertici corrispondenti, possiamo trarre la poli-superficie con pieghe oblique (figura 43). con questo metodo, il controllo della forma generale non è molto diretto e può essere arbitrario.

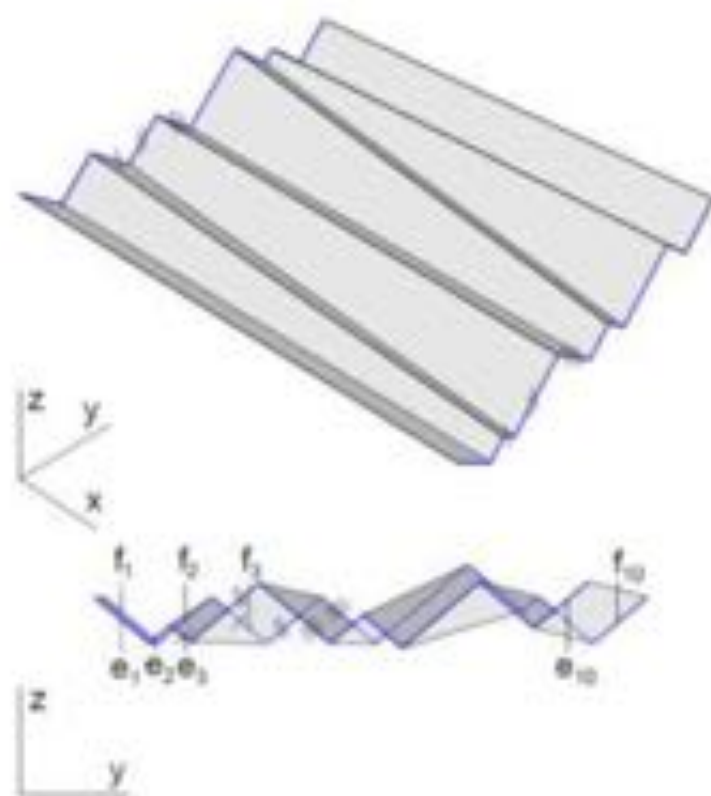


Figura 47- La prima piega- Pieghe oblique (Burlì, 2010)

Un altro metodo di disegnare una poli-superficie di pieghe oblique è quello di iniziare con una superficie rigata: colleghiamo i vertici della rigata da una linea piegata a zig-zag. Le diagonali saranno le pieghe convesse della nostra poli-superficie piegata (figura 44a). Poi facciamo un offset a metà delle linee ondulate. La distanza dell'offset corrisponde all'ampiezza che vogliamo dare tra monti e valli. Tutti i vertici della rigata che non sono collegati dalla linea di piegature convesse sono proiettati alla linea dell'offset. Questo ci dà due linee ondulate. Possiamo disegnare la poli-superficie collegando le pieghe convesse con quelle concave tramite facce triangolari (figura 44b). Se immaginiamo che la superficie rigata è elastica ed è calibrata su una

griglia rigida dalla linea di piegature convesse, si potrebbe semplicemente spingere la superficie verso il basso in corrispondenza dei bordi tra i vertici della linea a zigzag per creare pieghe a valle (figura 44b).

Questo metodo per disegnare delle poli-superfici piegate oblique è molto vantaggioso:

- \_ la forma generale può essere facilmente prefigurata;
- \_ può essere applicato con tutti i tipi di superfici rigate. Se vogliamo disegnare una superficie del cilindro abbiamo semplicemente scelto due metà linee congruenti.
- \_ l'ampiezza delle pieghe può essere variata.

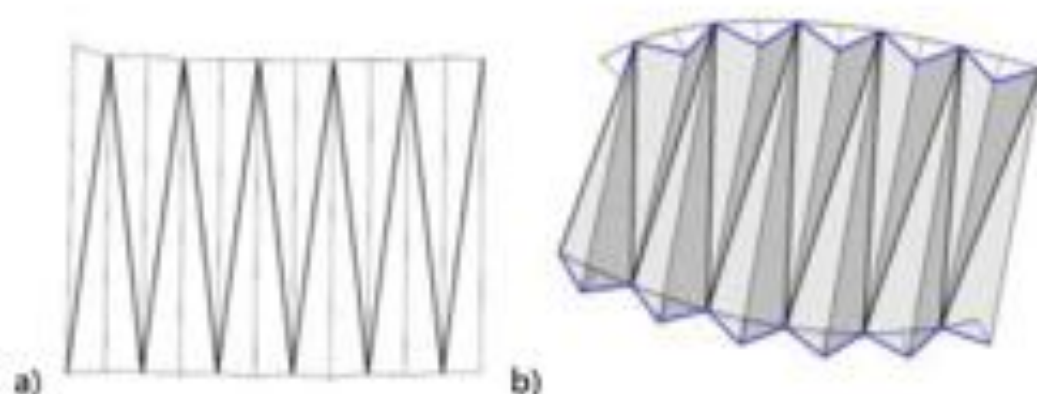
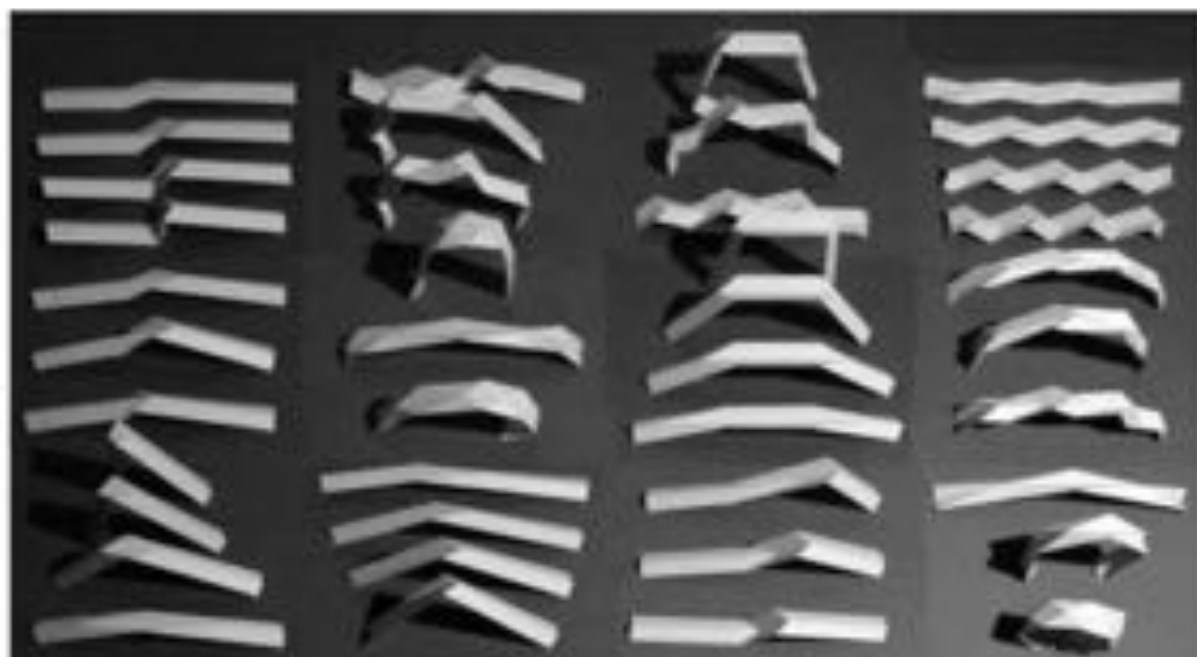


Figura 48- La prima piega - Pieghe oblique (Buri, 2010)



#### 4.3.2. La seconda piega



*Figura 49- La seconda piega – la piega inversa (Ruri, 2010)*

La seconda piega che trattiamo è la piega inversa (reverse fold). Le pieghe parallele o oblique possono cambiare la loro direzione nello spazio. La piega inversa ci interessa ed è lo strumento principale che ci permette di progettare la forma di strutture piegate (figura 50). La piega inversa è molto utilizzata in particolare negli origami. Vediamo come funziona nello spazio bidimensionale, (per permettere di capire la comprensione della natura della stessa), dove appare come una flessione di una linea, poi vediamo la piega inversa nello spazio tridimensionale dove appare come una flessione di un piano:

## Piega inversa bidimensionale

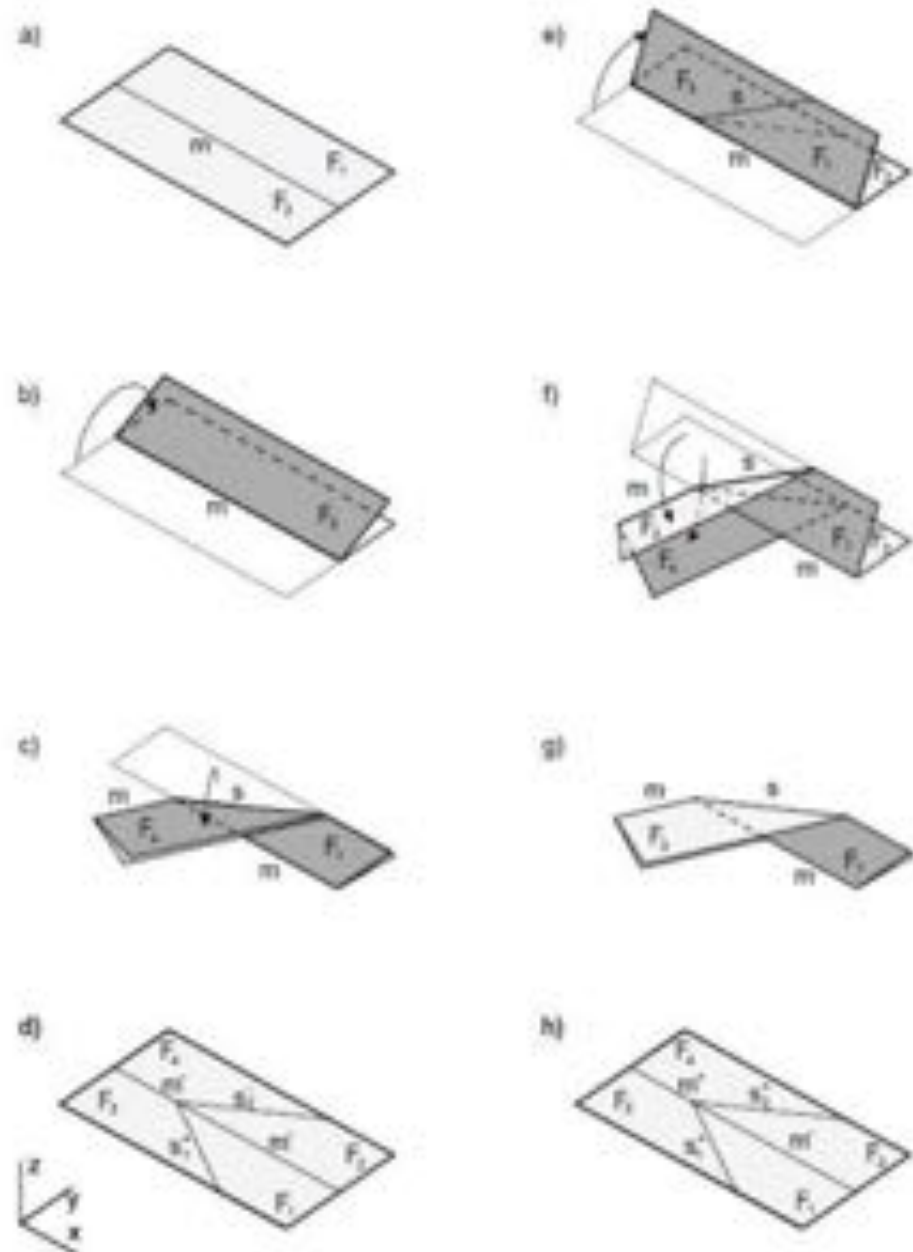


Figura 50- La seconda piega \_ piega inversa bidimensionale (Buri, 2010)

## Piega inversa tridimensionale

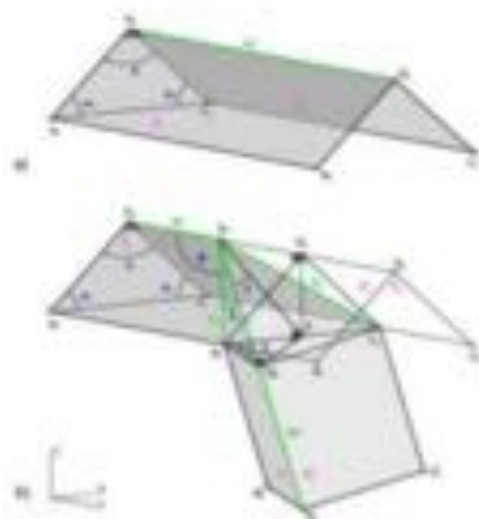


Figura 51 - La seconda piega \_ piega inversa tridimensionale (Buri, 2010)

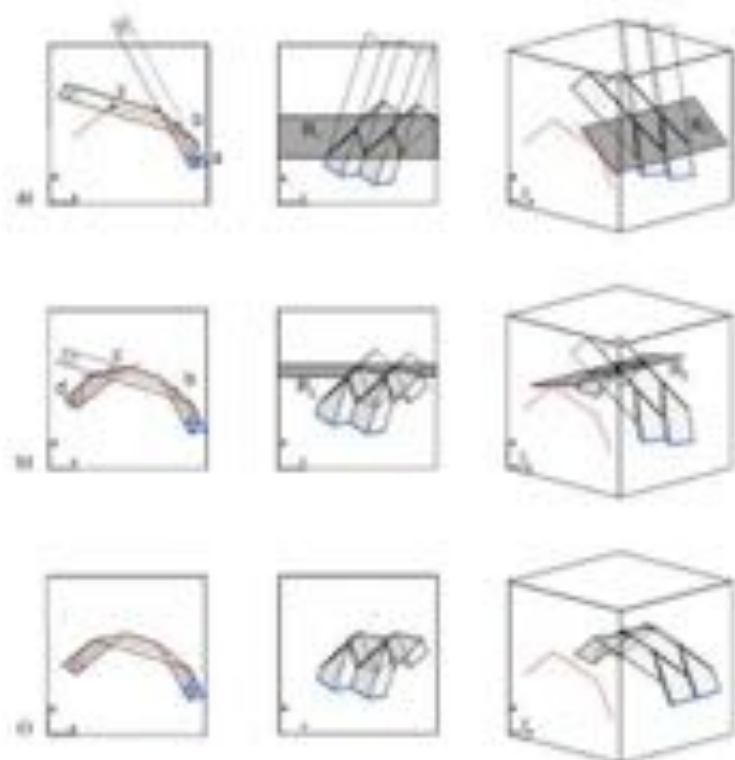
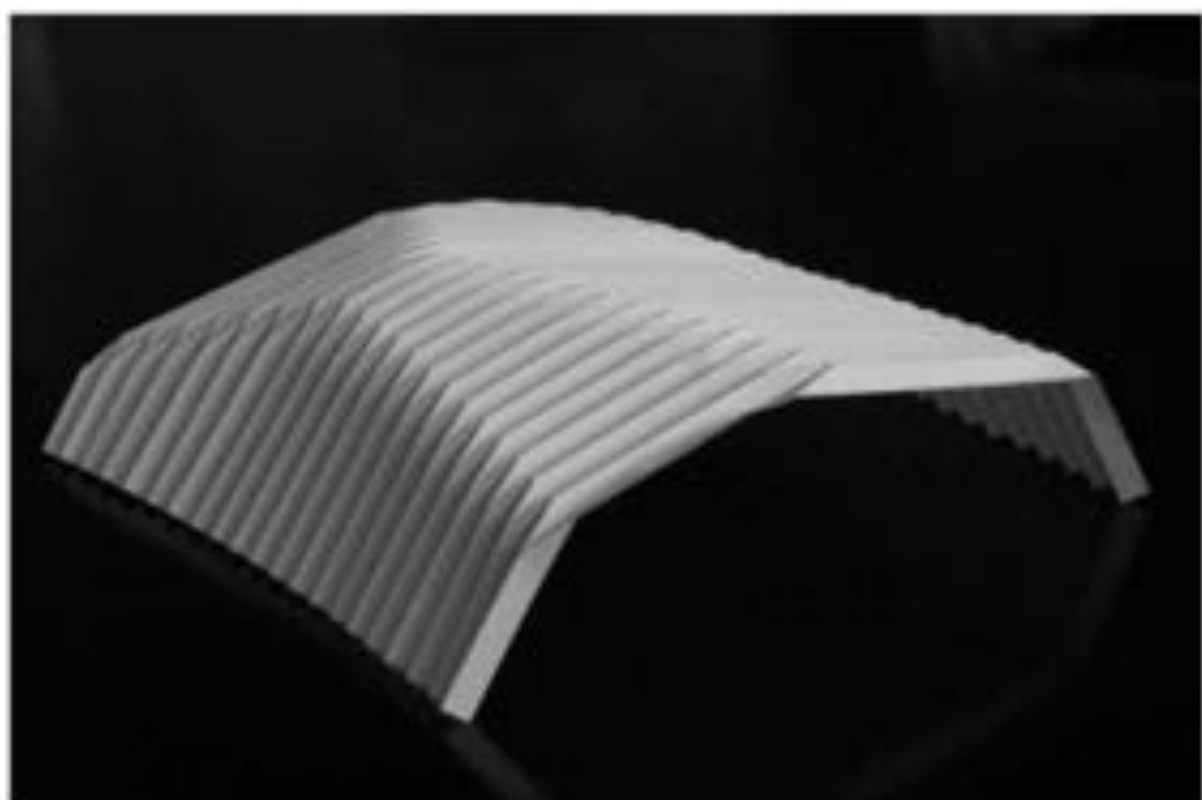


Figura 52 - La seconda piega \_ piega inversa tridimensionale (Buri, 2010)



*Figura 53- La seconda piega (Burl, 2010)*

### 4.3.3. La terza piega

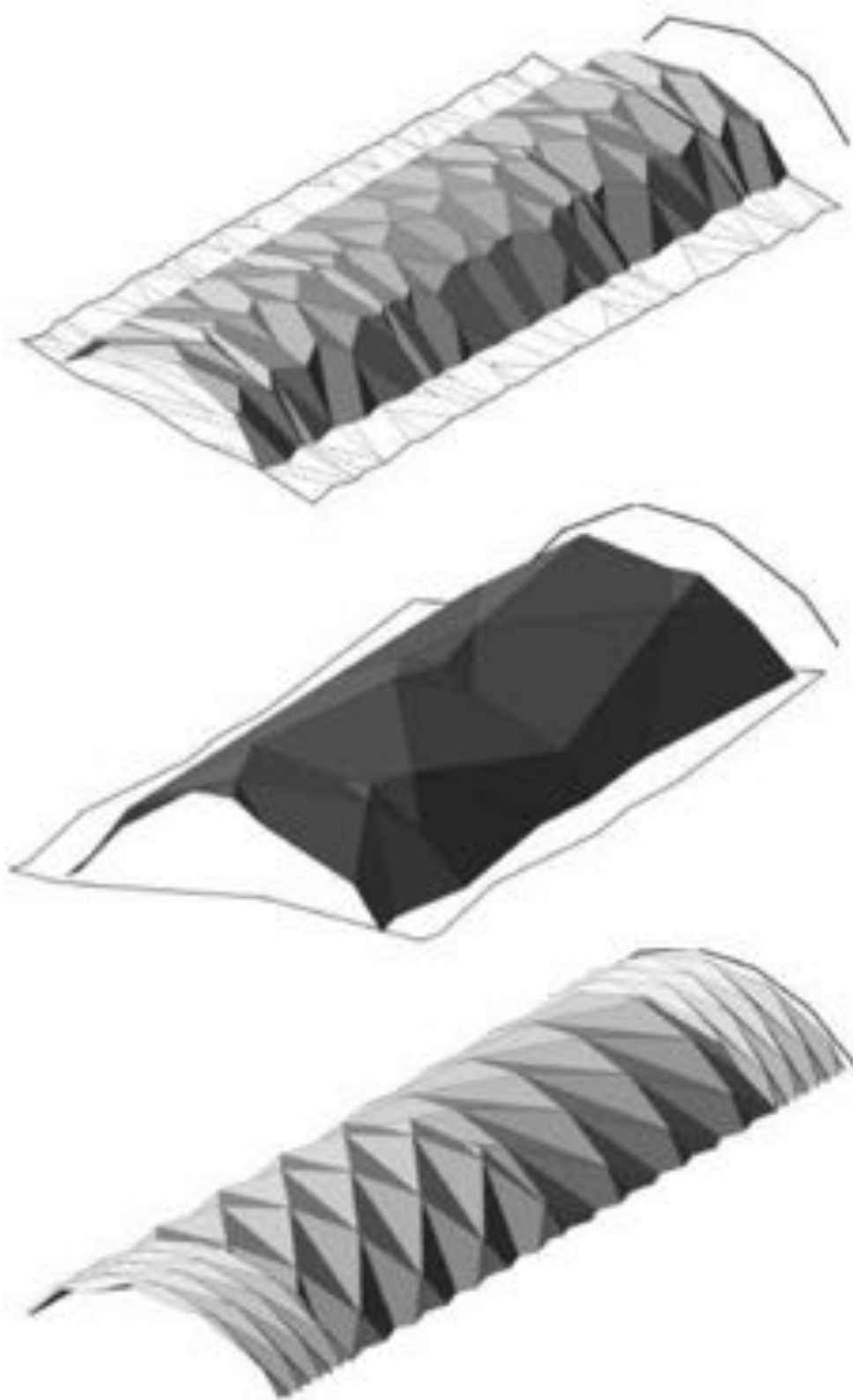


Figura 54- La terza piega (Burl, 2010)

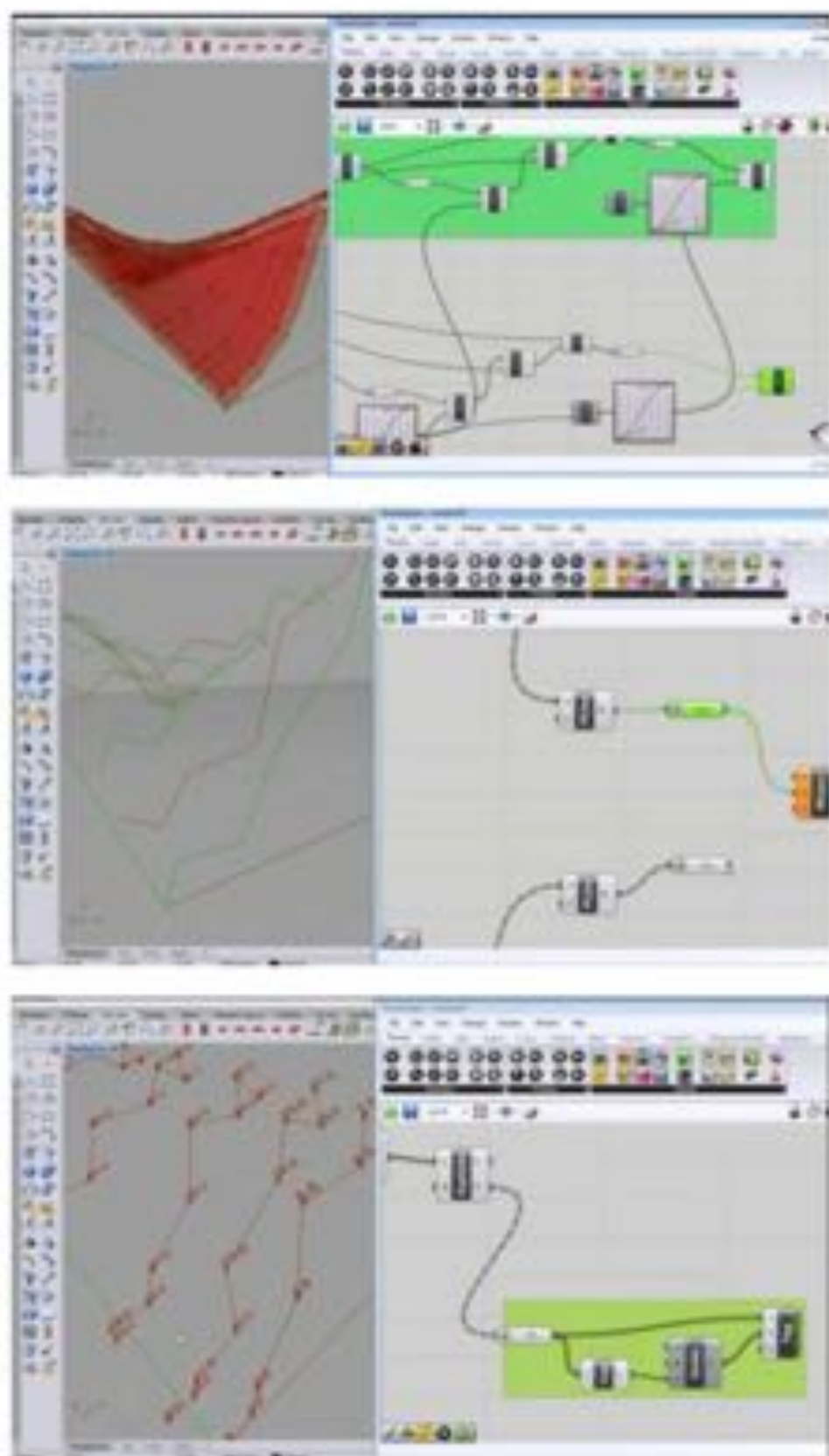
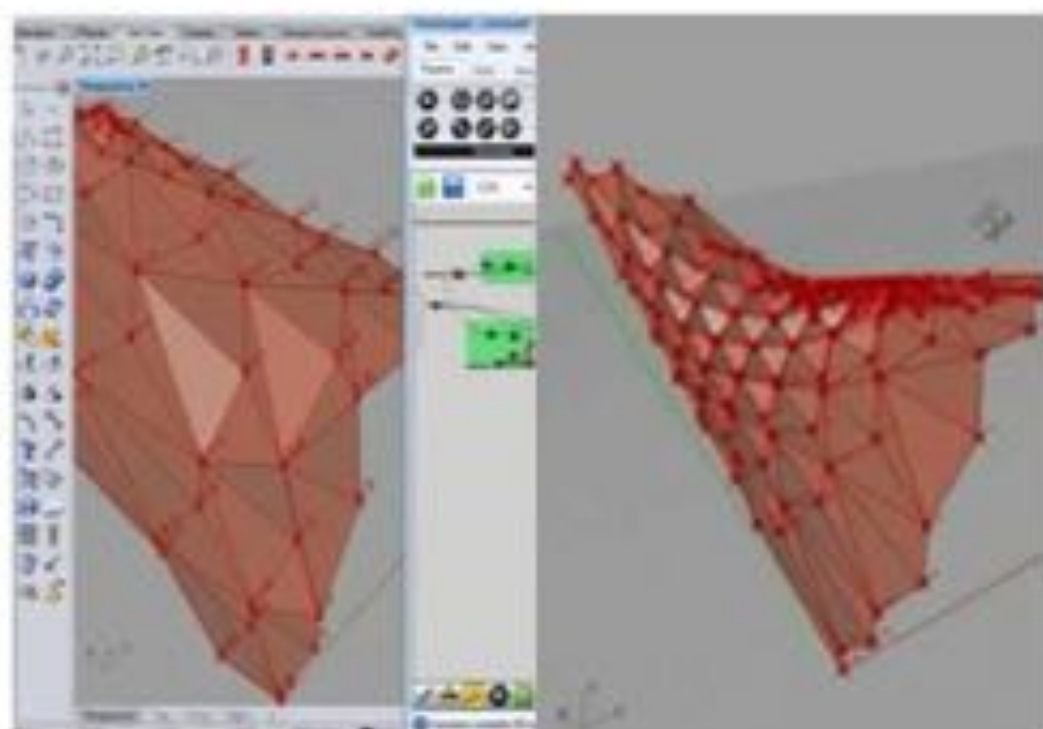


Figura 55-- Ricostruzione della terza piega



*Figura 56- Ricostruzione della terza piega*

#### 4.4. La piega in Alessandro Anselmi

*Le mie architetture sono sempre dei muri che si arrotolano, si contorcono, si intersecano (...) Ci sono anche dei volumi, ma come parti secondarie, sottostanti, contenute, in secondo piano dal punto di vista espressivo*<sup>40</sup>

Alessandro Anselmi

Nell'articolata produzione architettonica anselmiana e in particolare in quella sviluppata a partire dagli anni '80, ricorrono alcune figure compositive: tra queste quelle del taglio, della piega, del vuoto e della fenditura, quest'ultima spesso legata al tema della scala che incide l'impianto volumetrico.

“Vorrei sottolineare questa discontinuità tra l'esperienza nel GRAU e le successive scelte architettoniche maturate da Anselmi nell'arco temporale che dagli anni '80 approda fino ai nostri giorni. Periodi, questi, certamente diversi per condizioni politiche e sociali e tali da influire sugli orientamenti sia culturali che disciplinari. A questi tuttavia si devono aggiungere le ragioni di un cambiamento che deriva da motivazioni autonomamente assunte da Anselmi, assecondando un personale sentire e una propria evoluzione del gusto”<sup>41</sup>.

Il quinto tema è la superficie avvolgente, come a Fiumicino, un piano che si articola in piegature successive senza perdere la propria continuità. Il sesto è la tenda, una copertura ondulata la quale, come a Sotteville-Le Rouen, e nella chiesa di San Pio sovrasta un paesaggio di volumi architettonici di varie dimensioni. Il settimo è la già ricordata idea dell'edificio come corpo, ovvero come un volume che esibisce come ambito principale del proprio consistere

---

<sup>40</sup> Intervento di Lucio Altanelli - La geometria come ordine e la geometria come invenzione in *Alessandro Anselmi Frammenti di Futuro - Quaderni del Dottorato di Ricerca in Architettura, Teoria e Progetto*. A cura di Rosetta Angelini, Erice Caramia, Carla Molinari, 2013, p. 19.

<sup>41</sup> *Ibid.*, p. 18.



le modalità attraverso il quale definisce i propri confini nello spazio. Il tutto in una dialettica tra il raccogliersi attorno al proprio asse e l'apertura prospettica verso il contesto circostante.

L'astrazione dei piani orizzontali e della verticalità diventa, nella sperimentazione successiva, composizione di volumi tagliati secondo piegature come nel nuovo municipio di Fiumicino organizzati intorno ad una piazza marcata da una scalinata disposta secondo una rigata. Fino ad arrivare alla fluidità della copertura della chiesa di San Pio (2007-12) dove le rigate che la conformano collegano due matrici a curvature differenti impostate sui lati lunghi di un rettangolo proponendo quasi la morbidezza di un pannello che sta sopra di noi e che varia al variare della luce.

Secondo Franco Purini: Nella ricerca di Alessandro Anselmi è possibile individuare tre fasi tra di loro molto diverse. La prima è quella della sua attività all'interno del GRAU, il periodo in cui le prove teorico-compositive anselmiane raggiungono una straordinaria intensità. C'è poi un Alessandro Anselmi di transizione, che mette alla prova la sua poetica, già del tutto formata, con la dimensione professionale, prima in Italia poi in Francia, dove viene a contatto con un contesto culturale più aperto e maggiormente in grado, rispetto a quello italiano, di offrire opportunità e mezzi per dare vita a progetti avanzati. È il momento in cui la presenza dello storicismo si annulla quasi del tutto mentre affiorano riferimenti molto selezionati a forme di modernità non convenzionali, e per questo dotate di valenze ancora aperte. Il terzo Alessandro Anselmi abbandona in qualche modo i primi due, riscoprendo una vocazione neoavanguardista al cui interno ogni problematica legata alla storia e ai luoghi viene superata a favore di un'architettura fortemente sperimentale orientata alla sintonizzazione del linguaggio con termini tratti dal dibattito più attuale. È in questa terza fase

che il suo interesse per gli aspetti plastici dell'architettura, dovuto anche al suo sodalizio umano e culturale con Giovanna De Sanctis, si fa più evidente.

\*Anselmi pensava così se stesso e le sue opere: il mondo dell'architettura è certo un mondo di costruzioni, ma è prima ancora un mondo di riflessioni. E le riflessioni di architettura oltre che di tipo logico-teorico, possono essere anche intuizioni artistiche. Possono essere lo sviluppo di altre idee oppure idee prime\*<sup>61</sup>.

---

<sup>61</sup> Intervento di Maria Argenti – A proposito di Sandro Anselmi in *Alessandro Anselmi Frammenti di Futuro – Quaderni del Dottorato di Ricerca in Architettura. Teorie e Progetto*. A cura di: Rosetta Angelini, Eride Caramia, Carla Molinari, 2013, p. 21.

#### 4.4.1. Ricostruzione della chiesa S. Pio di Pietrelcina

Al fine di verificare la validità del nostro modello "piega", vogliamo modellare la chiesa di S. Pio da Pietralcina a Roma di Alessandro Anselmi. Questa scelta è stata motivata dalla approccio morfologico dell'architetto basato su una pratica espressiva. Il processo di ricerca espressiva adottato da Anselmi rileva una procedura iterativa. Dopo i primi schizzi di concezione, la materializzazione della forma è ottimizzata tramite lo strumento informatico (3ds max).

Precisiamo che il nostro obiettivo non è quello di modellare la procedura esatta seguita dal progettista per produrre la forma. Il nostro approccio appartiene al campo della sperimentazione di morfogenesi. Vogliamo convalidare la fattibilità di una forma attraverso il modello, eseguendo un controllo corrispondente a un percorso possibile al momento della concezione.

Nella ricostruzione della chiesa abbiamo iniziato con l'approssimazione della volumetria con una superficie rettangolare. Questa superficie ha tre archi nella parte anteriore (facciata principale) e un arco nella parte posteriore. Ciascun arco ha quattro punti di controllo... una volta la superficie è approssimata si studia poi in dettaglio l'evoluzione del volume e si procede all'ottimizzazione a partire dalle piante, prospetti e sezioni forniti dall'architetto.

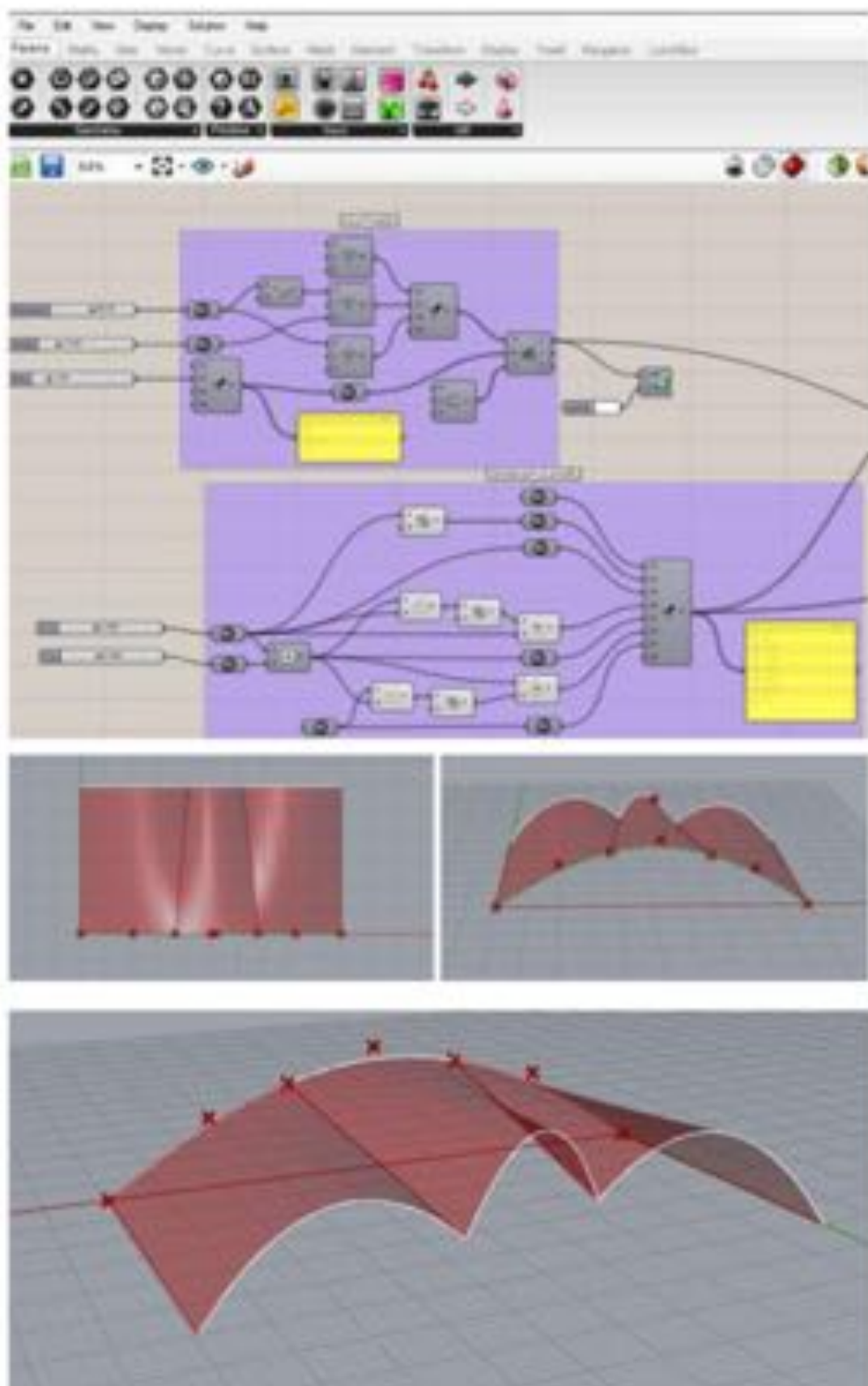


Figura 57- Ricostruzione della superficie piegata della chiesa S. Pio di Pietrelcina

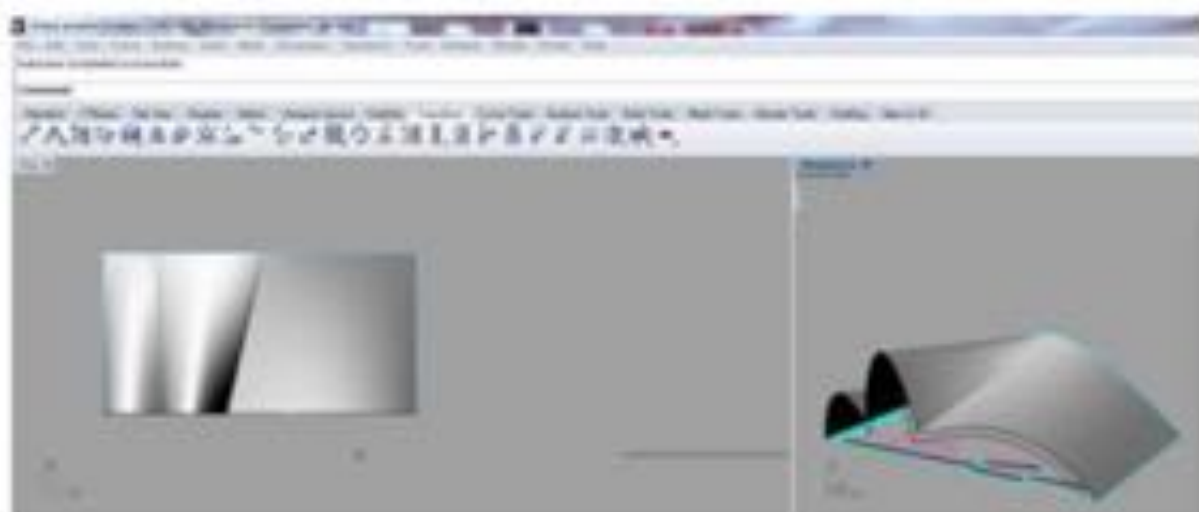


Figura 58- Ottimizzazione della superficie piegata

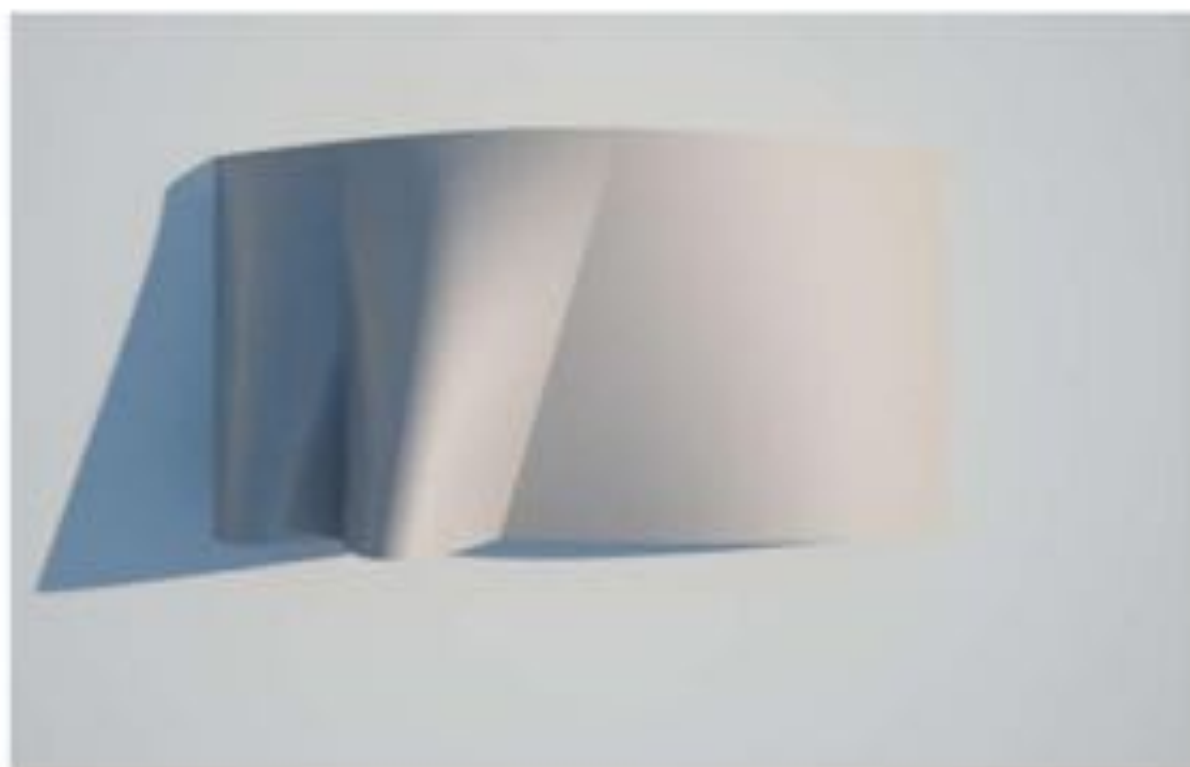


Figura 59- Vista dall'alto della superficie piegata



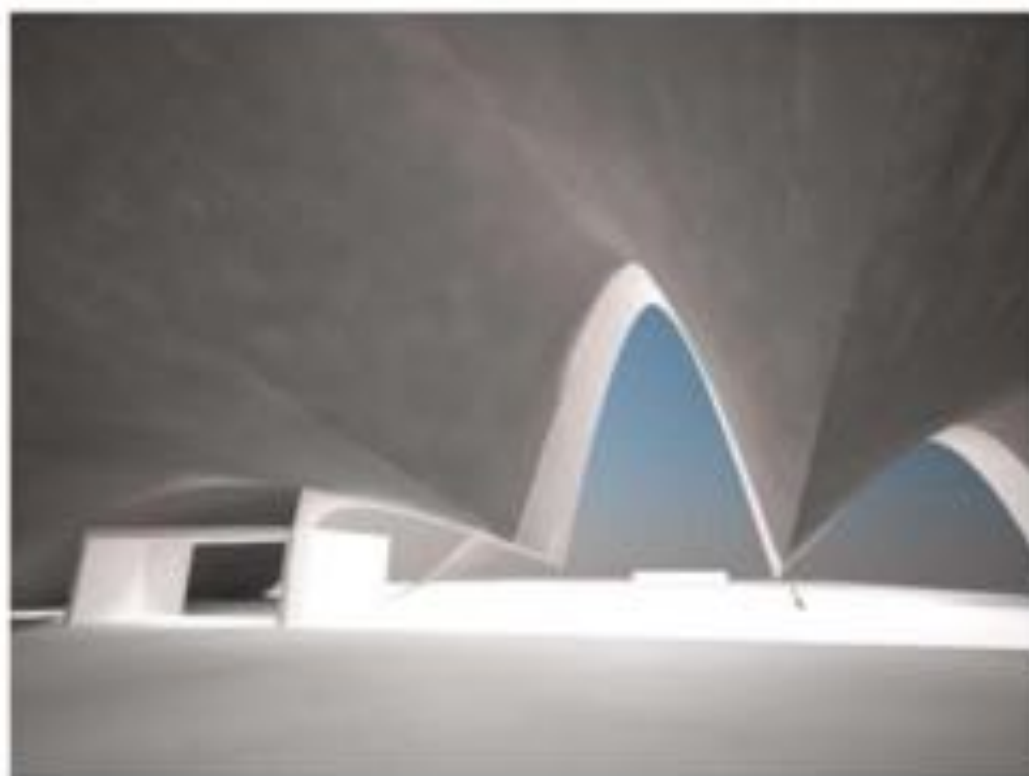
*Figura 60- Vista prospettica della chiesa S. Pio di Pietrelcina*



*Figura 61- Vista prospettica della chiesa S. Pio di Pietrelcina*



*Figura 62– Vista prospettica della chiesa S. Pio di Pietrelcina*



*Figura 63– Vista prospettica interna della chiesa S. Pio di Pietrelcina*

#### 4.4.2. Intervista a Valentino Anselmi \_ Roma

- **Domanda:** Il mio lavoro riguarda il tema della piega. Alessandro Anselmi propone questo tema in alcuni dei suoi progetti. La piega ha delle valenze simboliche pratiche e filosofiche. Quant'era importante la piega per Alessandro Anselmi?

**Risposta:** Mio padre nell'ultima parte del suo percorso progettuale ha lavorato moltissimo sulla superficie piegata, come elemento architettonico che non chiude mai con un volume concluso e definito. Le sue architetture sono sempre contraddittorie, non sono mai delle architetture che si possono definire con delle geometrie pure: un cubo, un cilindro, una sfera, etc. soprattutto nella sua ultima fase. In varie occasioni e in vari progetti lui utilizza la superficie piegata. Il più conosciuto al riguardo è il progetto del comune di Fiumicino, dove chiaramente utilizza la piega con un piano che dal suolo sale e diventa una scala, una sorta di piano piegato e poi addirittura, nello stesso tempo diventa verticale ed orizzontale, abbracciando tutte le funzioni dell'edificio. La piega è stata nell'ultima parte del percorso della ricerca progettuale di mio padre, un elemento molto importante. Una sua mostra conclusiva di quarant'anni del suo lavoro, si chiama "Superficie e progetto", dove sostanzialmente lui cerca di analizzare questo tipo di analisi progettuale. (MAXXI - 2004)

- **D:** Che ruolo ha avuto il software nella costruzione della chiesa S. Pio di Pietrelcina?

**R:** In realtà mio padre ha fatto questo a prescindere dall'utilizzo del computer come strumento di progettazione architettonica. Questa questione si innesta quando poi con Valerio Palmieri e Valentino Anselmi si



fonda lo studio di Architettura Anselmi e Associati. Io stesso ho fatto una tesi sull'utilizzo dello strumento della modellazione tridimensionale nella progettazione architettonica, quindi le due cose si sono fuse e in questo caso l'esempio della chiesa di S. Pio è una (co)progettazione tra me, Valerio Palmieri e Alessandro Anselmi. Queste due forme di ricerca, la ricerca della superficie piegata con la copertura dell'aula liturgica di S. Pio di Pietrelcina a Roma e l'utilizzo del software e della prototipazione attraverso la modellazione tridimensionale, si sono fuse. Bisogna però dire che la ricerca della piega appartiene all'ultima fase di Alessandro Anselmi e trova nella modellazione tridimensionale una facilitazione o una capacità di poter essere espressa.

- **D:** Quali software utilizza?

**R:** 3ds Max Design, AutoCAD, Photoshop.

- **D:** Qual è il punto iniziale nella progettazione della chiesa di S. Pio? Quali sono i primi passi creativi?

**R:** È una superficie NURBS che nasce da un rettangolo, questo rettangolo è poi alzato e modellato in modo tale che fosse un'evoluzione tra una superficie che ha tre archi in avanti verso la parte frontale della chiesa e un solo arco nella parte posteriore. Tornando al discorso della piega, questo progetto è quindi una superficie che è stata piegata, e sostanzialmente e liberamente modellata nel modello tridimensionale per arrivare a questo risultato.

- **D:** Cosa vuole dimostrare con le sue idee sulla chiesa di S. Pio?

**R:** L'obiettivo era, da una parte quello di generare una forma che istintivamente per chi viaggia all'interno di quello spazio comprenda

immediatamente che stiamo entrando in uno spazio del paradosso. Da un'altra parte invece l'architettura tende a riportare alla semplificazione della geometria euclidea: cubo, sfera, etc, etc, essendo una trasformazione degli elementi "natural".

- **D:** Quanto ha influito il contesto della chiesa di S. Pio?

**R:** Nel progetto di S. Pio il contesto è molto importante. Questo progetto non è fatto solo di copertura dell'aula liturgica, ma è fatto anche della canonica, della scuola e dell'aula polivalente. Come si può vedere dalla planimetria, l'aula è posta alla fine del lotto, lasciando libero uno spazio molto ampio di fronte alla facciata principale di questo sagrato. Questo spazio interno è voluto, ed è fatto da 2 lati del nostro progetto, invece il terzo, dalla condizione urbana di queste palazzine che stanno di fronte, e che fanno parte del panorama urbano. Non ci troviamo in uno spazio libero, il progetto considera la città che c'è intorno per cercare di generare uno spazio urbano quindi questa copertura appartiene ad una parte del progetto ed è una parte che sostanzialmente genera un confine di sfondo in questa area vuota. Abbiamo sentito l'esigenza di poter progettare un luogo pubblico, perché una caratteristica di questi nuovi progetti, di queste nuove aree urbane, degli ultimi quindici anni è che non sono aree adibite a luoghi sociali, nonostante grandi spazi esterni e grandi superfici urbane, sono delle grandi aree dove sostanzialmente non avviene nulla.

C'è bisogno di progettare dei luoghi di socializzazione urbani e in questo caso c'è l'occasione della costruzione di una parrocchia. Quest'ultima essendo un luogo di incontro, vede la nostra architettura come un'architettura di confine che abbraccia questo spazio urbano. Nel quartiere la chiesa viene vista come un luogo di socializzazione e quindi è ovvio che il

contesto sia molto importante perché risponde in modo positivo o negativo, noi in questo caso abbiamo utilizzato un elemento negativo come sponda della nostra progettazione. Per esempio tutte le palazzine intorno alla chiesa hanno un colore beige, dato dalle graniglie dei prefabbricati dei balconi, noi invece abbiamo lavorato in contrasto utilizzando l'azzurro, il bianco e il grigio chiaro proprio per creare una discontinuità urbana in un posto dove tutto è uguale per motivi economici.

- **D:** Che paralleli ci sono tra la chiesa S. Pio di Pietrelcina e l'architettura anselmiana all'epoca del GRAU?

**R:** Forse poco... mio padre è una persona che si è evoluta nel tempo e ha messo in crisi anche alcuni aspetti delle sue ricerche giovanili, io personalmente come figlio e architetto (e anche per Valerio Palmieri che è l'altro socio di studio) posso dire che ha avuto un'evoluzione. Una cosa che si può dire però di S. Pio e di altri progetti del Grau è questa sensibilità al luogo. Nell'architettura di mio padre si può costantemente ricercare questa volontà di fare pezzi di città e di urbanità, non c'è mai la voglia di costruire un oggetto architettonico. Il protagonista è sempre la condizione urbana o il paesaggio e questo si vede sempre nei disegni di mio padre che riportano sempre dei frammenti e che nella loro giustapposizione generano parti di città, parti di paesaggi.

#### 4.5. La piega nella Chiesa dell'anno 2000 di Peter Eisenman

*Il mio desiderio è di lasciare l'oggetto del progetto derivare dal suo proprio potenziale di essere, piuttosto che da un'immagine formata nella mente dell'architetto, riduce la nozione tradizionale dell'architetto come progettista. Nei miei lavori, il concetto è considerato latente, non imposto a priori un'immagine preconcepita; e l'architetto agisce come un geologo alla scoperta delle strutture sepolte che rendono il concetto si manifesta di se stesso, e manifesta la propria prova di apparenza.<sup>11</sup>*

Una delle caratteristiche più permanenti nel processo di progettazione in Eisenman è il suo continuo utilizzo di influenze esterne verso l'interno della pratica architettonica. Sul piano concettuale, i suoi scritti hanno incorporato elementi della linguistica strutturale (Noam Chomsky), la filosofia francese a partire da Sartre (Michel Foucault, Jean Baudrillard, Roland Barthes, Jacques Derrida e Gilles Deleuze), e la critica dell'arte (Erwin Panofsky, Clement Greenberg e Rosalind Krauss), e sulla percezione della forma, i suoi progetti hanno integrato elementi d'arte minimalista (Sol LeWitt), opere in terra d'arte (Michael Heizer), il razionalismo italiano (Giuseppe Terragni) e la geometria topologica (Felix Klein e René Thom). Tutte queste influenze sono una serie di segmenti di un processo di piegature continuo e potenzialmente infinito. Queste pieghe non devono essere considerate semplicemente come testi "secondari" che saranno poi collegati ai "primari" del motivo architettonico. Nell'affrontare un tema così importante è stato necessario l'intervento di un gruppo di collaboratori che hanno alimentato il dibattito, il confronto e lo scambio sia per la fase teorica sia per quella pratica nella realizzazione del progetto. (Galofaro, 1999). Un lungo percorso che vede i diversi

---

<sup>11</sup> Luca Galofaro, *Digital Eisenman, an Office of the Electronic Era*, Birkhäuser - Publishers for Architecture, Basel, 1999, p. 34.

collaboratori guidati da Eisenman impegnati in una prima fase di riflessione sulla modernità e al contempo sulla ricerca nei testi, negli scritti delle possibili "semantiche" che saranno tradotte per configurare il progetto.

Secondo Luca Galofaro, (Galofaro, 1999) questa architettura sembra essere puramente una ricerca formale a prima vista, ma la pratica prova il contrario. Il progetto architettonico è la conclusione logica di un lungo processo congetturale che lascia delle tracce e rivela altre strade possibili. Nella fase preliminare del progetto si concentra a studiare il sito utilizzando dei plastici del quartiere. In quella fase, il computer è sfruttato per rappresentare solamente quello che esiste già, ma non è ancora usato nella loro combinazioni creative infinite.

Eisenman applica un nuovo concetto per evitare monotonie e per avere delle ricchezze e variazioni che non sono la logica delle griglie e di palinsesti ma sono un concetto di performance di suolo. L'architettura contemporanea deve misurarsi con il paesaggio.

La sua creazione passa quindi attraverso l'interpretazione dell'oggetto da realizzare. Nuovi contributi scaturiscono dall'unione di più discipline per esempio l'analisi di plastici, modelli diagrammatici (che permettono una riflessione teorica sul tema) e modelli informatici. Attualizzare il virtuale è la svolta nella nascita del progetto. I limiti geometrici e i vincoli architettonici vengono infatti superati, permettendo di vedere in anticipo l'evoluzione del progetto. Grazie ai modelli informatici il progetto può essere costruito in un parallelo tra interno ed esterno che sono modificati di continuo in un processo evolutivo quasi senza fine. Eisenman studia le nuove conoscenze. Queste da una parte sono legate al progresso scientifico e consentono di indagare la materia nella sua complessità, dall'altra sono legate al progresso

tecnologico che ha portato alla dematerializzazione della materia stessa, al passaggio da atomi a bit. Il DNA, i frattali, la teoria del caos, il comportamento dei cristalli liquidi sono fonti d'ispirazione per dare forma al progetto. Anche l'architettura, quindi, si orienta verso nuove sostanze nel tentativo di essere espressione e descrizione di un mondo complesso e mutevole.

*"Dalla mente alla mano possiamo disegnare un asse, grazie alla nostra conoscenza del corpo umano; ma grazie al computer possiamo rappresentare un vettore, che nulla ha a che fare con l'asse. Il vettore ha una densità, una direzione, una forza che non possiamo disegnare. Non possiamo concettualizzare un vettore, ma il computer può farlo [...] si apre un mondo completamente nuovo di possibili espressioni e sperimentazioni architettoniche." (Galofaro, 1999)*

La chiesa di Eisenman nasce nella tensione verso due aspirazioni: la prima è il rapporto fra vicinanza e distanza insita nel concetto di pellegrinaggio e nell'idea dei moderni mezzi di comunicazione; la seconda è la nuova relazione fra Dio, uomo e natura. Proprio dalla natura sono prese le forme per simboleggiare la situazione di vicinanza e distanza. Il soggetto diventa il cristallo (simbolo di purezza, trasparenza) e in particolare la condizione dei cristalli liquidi; essa è di sospensione (parallelismo con la situazione umana) fra il cristallo statico e lo stato liquido.

La condizione di "essere tra", propria del cristallo liquido, dà la possibilità al progetto di inserirsi nel sito, quasi irrompendo dal sottosuolo, in maniera naturale, proprio secondo l'ordine delle molecole di un cristallo. I diagrammi dei cristalli liquidi sono stati studiati come possibilità di produrre deformazioni caotiche, di modellare gli spazi e lo spazio tra essi. In questa direzione l'architetto americano scopre la potenzialità dei vuoti che nascono

tra volumi ripiegati. Nella testa di Eisenman: "La forma della chiesa evolve dal terreno, da una realtà tangibile, verso il cielo e l'infinito... diviene la mediazione fra Dio e la natura, tra il fisico e l'infinito". (Galofaro, 1999, p.31)

"Peter Eisenman ha parlato di *urbanistica della figura* come una nuova pratica del progetto architettonico e urbano che consente agli edifici e alla topografia di manifestarsi in un unico sistema conformativo" (Zanni, 2010, p.58).

L'uso del computer ha permesso quindi all'architettura di andare oltre la semplice rappresentazione, offrendole un nuovo ruolo; una rinascita come occasione per inventare, scrivere, superare ancora una volta i propri limiti fisici (nell'epoca industriale è stata vinta la gravità, in questa digitale, la materialità a favore della trasparenza e della fluidità) aderire alla complessità del mutare fenomenico zig zagando verso una nuova forma espressiva in cui lo spazio è la narrazione.

#### 4.5.1. Ricostruzione della Chiesa dell'anno 2000 a Roma

Nella ricostruzione della chiesa dell'anno 2000 di Peter Eisenman a Roma abbiamo iniziato la nostra modellazione con due griglie sovrapposte regolari che poi saranno deformate. Abbiamo evidenziato i punti di ciascuna delle griglie regolari, in rosso quelle corrispondenti alla griglia a livello zero e in blu al livello superiore. Su questa griglia sono poggiate due barre corrispondenti alla volumetria della chiesa con uno spazio interstiziale. Muovendo i punti della griglia, le barre si deformano, la stessa operazione è valida per la griglia del livello superiore in blu. Una volta approssimata la superficie si procede nell'ottimizzazione. Questo metodo è adeguato per degli approcci morfologici generali, ma non è ancora abbastanza concreto per eseguire delle regolazioni precise.

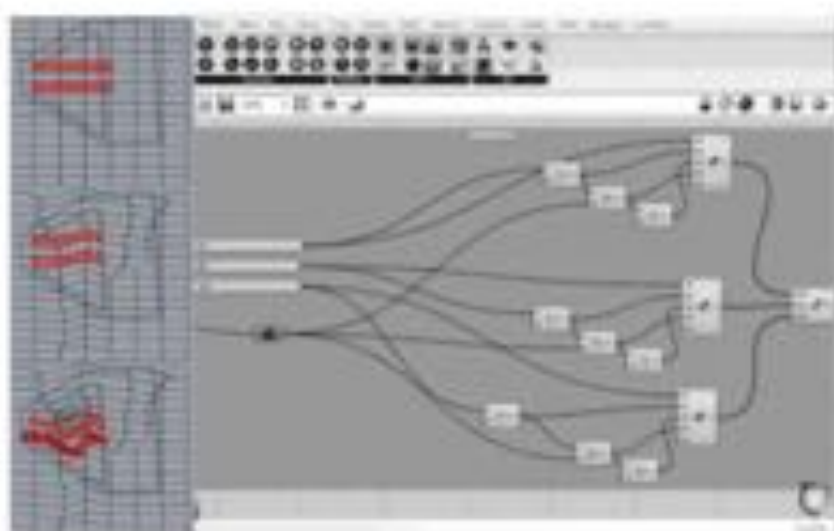


Figura 64– Ricostruzione della superficie piegata della chiesa dell'anno 2000



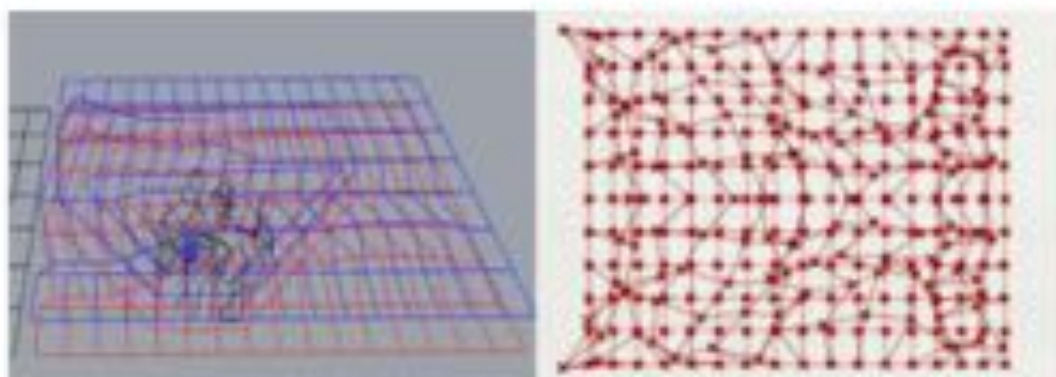


Figura 65 – Sovrapposizione ed estrapolazione dei punti della griglia



Figura 66 – Ricostruzione della doppie griglie sovrapposte

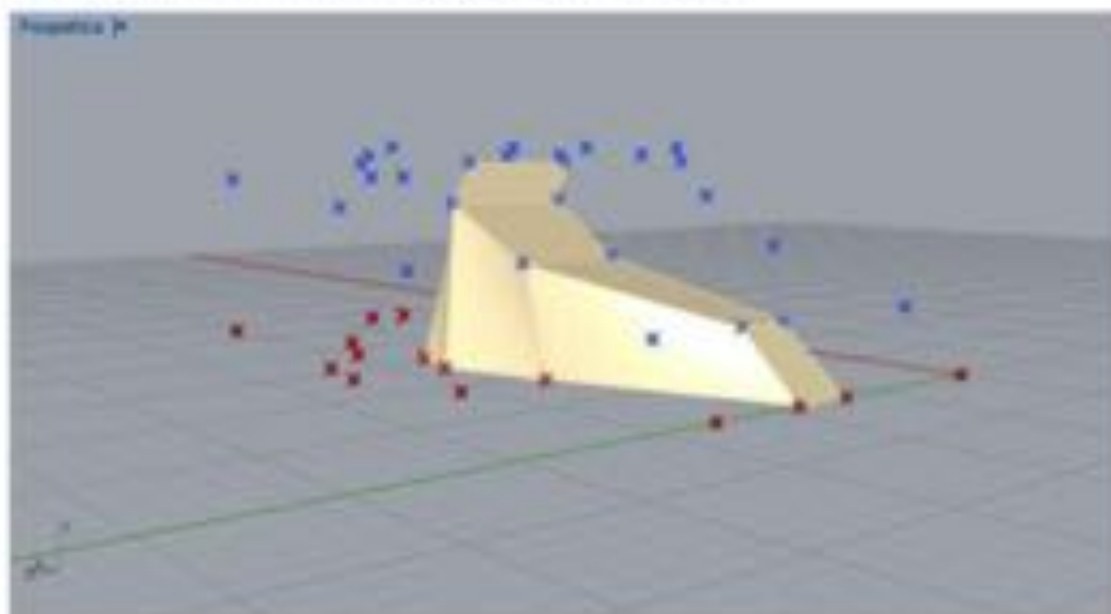
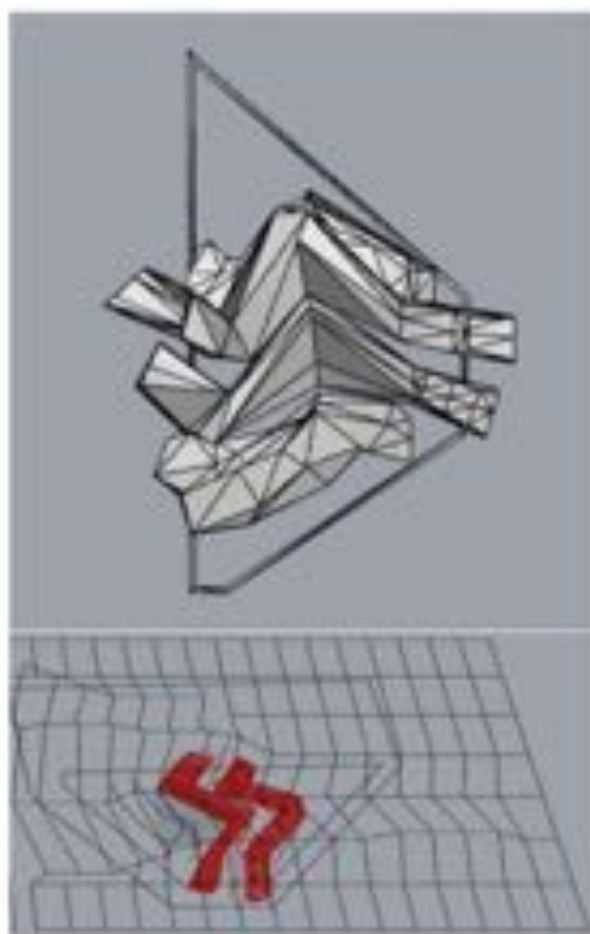


Figura 67 – Ricostruzione delle doppie griglie sovrapposte



*Figura 68- Ricostruzione della superficie piegata della chiesa dell'anno 2000*



*Figura 69 - Viste prospettive della chiesa dell'anno 2000*

#### 4.5.2. Intervista a Luca Galofaro \_ Roma

- **Domanda:** Il mio lavoro riguarda il tema della piega. La piega ha delle valenze simboliche, pratiche e filosofiche. Peter Eisenman propone questo tema in alcuni dei suoi progetti. Cosa vuole dimostrare con le sue idee nella chiesa del 2000?
- **Risposta:** Il progetto di Eisenman è tra questi due concetti, quello artificiale e quello naturale ovvero quello del paesaggio, quello che segue il paesaggio e che vuole riprodurre. Secondo me Eisenman si trova in mezzo, perché questo progetto specifico deriva da questo tipo di operazione. Lui cosa fa? Eisenman prima di tutto ha sempre modificato i suoi diagrammi, questo è anche un progetto di passaggio sul limite tra quello che era l'analogico e quello che era il digitale. Prima di questo progetto Eisenman lavora in maniera artificiale, cioè la griglia si deforma secondo una geometria ben precisa. Nel momento in cui cominciano ad arrivare i computer, Eisenman asseconda quelle che sono le tecniche contemporanee di *morphing* quindi di una modellazione più morbida, lui in quel periodo lavora molto su FormZ. La griglia viene deformata, in che modo? Lui in questo periodo stava facendo degli studi sul movimento dei cristalli liquidi. I cristalli liquidi cambiano la loro posizione a seconda d'un polo negativo e positivo e crea una corrente tra i due, quindi si creano dei diagrammi di deformazione; la corrente passando attraverso questo canale riordina una serie di cristalli. Questo è un movimento naturale però nello stesso tempo nasce da una geometria precisa che è quella della piega artificiale che si realizza attraverso una geometria sul foglio di carta. Quindi la griglia si sovrappone a quella che è l'idea di una deformazione più naturale e crea questo progetto che è un

ibrido tra una deformazione fluida, che segue completamente il software, e una deformazione che invece è controllata attraverso la mano. Il movimento fluido è completo in una determinata posizione, in più in questo progetto c'è anche un valore programmatico che solitamente non esiste nei progetti di Eisenman, che sono completamente disconnessi da quello che è il programma funzionale che ospiteranno. Il progetto dell'Università di Cincinnati è un'architettura artificiale, è quasi una scenografia, è tutta un'architettura che si svolge all'interno, le stanze e le diverse griglie che si intersecano, creano dei volumi che sono difficili da utilizzare. Questo progetto invece, nasce dal movimento delle persone, questa è una chiesa del giubileo quindi Eisenman lavora sulla funzione religiosa. Di solito uno entra in chiesa, c'è il prete che parla e tutti i fedeli sono seduti davanti al prete. Eisenman invece riprende l'idea del movimento e quindi della fluidità. Ci sono delle persone che si muovono all'interno di questo spazio. È una chiesa che segue il paesaggio, la gente entra, la percorre e quasi non si ferma. I due corpi sono uno di fronte all'altro e la navata della chiesa è questo spazio centrale. È questa la cosa incredibile! di solito una pianta di una chiesa ha le due navate laterali e una grande aula centrale. Per Eisenman questo, le due navate laterali, è lo spazio in cui la gente si muove, entra da una delle due navate e assiste alla funzione. Eisenman cosa fa? Le due navate diventano i due corpi della chiesa che si muovono, e lo spazio centrale non è più uno spazio chiuso ma è uno spazio aperto al paesaggio, quindi questo crea un'altro tipo di passaggio, mentre i pellegrini entrano, si siedono in queste due barre e lo spazio vuoto al centro il prete non c'è, perché su queste vetrate viene proiettata la celebrazione liturgica di San Pietro. Questa chiesa è stata pensata per i pellegrini che si muovevano dentro questo spazio. Quindi è una chiesa in cui le funzioni classiche e canoniche non

esistono più. Questo è un progetto estremamente nuovo, lui non aveva mai lavorato reinventando il programma, è un progetto più funzionalista, lui riscrive completamente il programma della chiesa. Secondo me da questo punto di vista è molto interessante questo rapporto con il paesaggio. La piega riporta il paesaggio, le linee di base sono proprio una modellazione del suolo e non è un caso che questa modellazione poi riporta le sue conseguenze a Santiago di Compostela. A Santiago è un paesaggio che si muove, quindi il paesaggio è l'edificio, qui l'edificio nasce dal paesaggio e la modellazione del vuoto è soltanto una piegatura del paesaggio naturale. In questo senso è estremamente interessante perché si pone tra i due tipi di pieghe che esistono in architettura, l'analogico e il digitale. L'origami è una piegatura analogica che lavora su una geometria precisa sulla forza delle mani, nel digitale invece (Zaha Hadid o Hani Rashid) l'architettura quasi non ha corpo, è uno spazio fluido. Per realizzare questa ricerca devi ritornare all'analogico, devi trovare uno strumento che ti consente geometricamente di controllare quella complessità. Questo progetto di Eisenman si pone esattamente sul confine tra i due.

- **D:** Che ruolo ha il software nella costruzione della chiesa dell'anno 2000 a Roma?

**R:** Eisenman lo utilizza come uno strumento necessario, ma lui dopo 10 anni ritorna a lavorare con una maglia molto più regolare per controllare il progetto. Il software in quel momento è uno strumento che gli permette di controllare e gestire la complessità. Eisenman ha sempre controllato il progetto in maniera tradizionale. Il digitale è stato uno strumento utile per fare un salto nel suo pensiero poi è tornato indietro e ha pensato il progetto

nella stessa maniera di prima in quanto è più legato all'arte concettuale che all'architettura digitale, così come è stata intesa e oggi concepita.

- **D:** Quali software ha utilizzato nella modellazione della chiesa?

**R:** FormZ e Autocad.

- **D:** Può, attraverso delle fasi, descrivere lo sviluppo creativo della chiesa, in particolare la logica costruttiva dei diagrammi?

**R:** Il primo diagramma è una griglia regolare in cui sopra c'è la superficie del lotto con al centro questi 3 blocchi principali: le due navate e lo spazio centrale. Piano piano questa griglia si deforma e simula il discorso dei cristalli liquidi. Si tratta di un sistema di molecole il cui ordine è determinato dal suo essere tra lo stato liquido e lo stato solido, in una condizione naturale di interstitialità. È anche importante vedere tutti i progetti che Eisenman ha realizzato in quel periodo. Io ho lavorato anche sul progetto di "BFL Software Headquarter" a Bangalore, India, lui lavora su una griglia regolare di nove quadrati che viene suddivisa in quattro barre che costituiscono lo schema di base dell'edificio. Queste quattro barre si poggiano sulla griglia, quest'ultima deforma le barre e gli edifici si deformano di conseguenza. Nella chiesa è attuato esattamente lo stesso processo. Lui costruisce una serie di modelli, in tutti gli schemi ci sono uno spazio del movimento (le due barre) ed uno spazio al centro. Queste due barre sono appoggiate sopra una griglia regolare, quando questa griglia, ossia il diagramma del cristallo liquido, si deforma, altera il sito nell'intento di delegittimare le condizioni del sito stesso, nonché l'edificio e ogni tipologia o dato estetico. I volumi risultano distorti e non-planari, con superfici di vetro orientate verso il vuoto centrale, in una voluta alternanza di trasparenza e opacità, di presenza e assenza.

**D:** Che paralleli ci sono tra la chiesa dell'anno 2000 e l'Università di Cincinnati?

**R:** Rappresentano due mondi diversi, l'università di Cincinnati veniva completata ed inaugurata nello stesso anno in cui inizia il progetto della chiesa che apre una ricerca complessa della piega. Infatti sia il progetto della chiesa che la *Virtual House* non sono stati realizzati mentre a Santiago di Compostela, anche se riprende il tema del paesaggio, lui ritorna alla griglia regolare. Questo è proprio un progetto di rottura rispetto al passato.

#### 4.5.3. Intervista a Christian Pongratz

**Domanda:** Il mio lavoro riguarda il tema della piega. La piega ha delle valenze simboliche, pratiche e filosofiche. Peter Eisenman propone questo tema in alcuni dei suoi progetti. Cosa vuole dimostrare con le sue idee nella chiesa del 2000?

**Risposta:** Se diamo per scontato l'idea che la piega deleziana esprime il nuovo concetto di una mutata percezione del tempo e dello spazio, lontano dal razionalismo cartesiano, allora il progetto della chiesa deve riflettere questa condizione. A questo proposito, ci sono stati diversi punti chiave da affrontare nella progettazione:

- La questione di una realtà mediatica distorta e le profonde implicazioni per l'architettura e la chiesa di oggi. Come si reagisce con il "tempo reale" e lo "spazio reale" nel tempo dei media e nella tecnologia mobile?
- La nozione di cultura di massa, come grandi eventi sportivi e la loro relazione con lo spazio euclideo. Che si può dire degli ambienti virtuali che sono più attraenti per le persone rispetto allo spazio fisico?

- La situazione della Chiesa come entità sociale e comunitaria e la sua difficoltà di raggiungere la mente del popolo e di abbracciare la comunità nei tempi dei nuovi media. Che cosa rappresenta la chiesa nel 2000?

Le domande di cui sopra si prestano ad un concetto di una chiesa divisa, due volumi piegati con il grande vuoto al centro che esprime la difficoltà attuale; però lo sforzo di cambiare la chiesa si sta adattando alla nuova "realtà". La presenza del sacerdote e la sua omelia non è più necessaria, perché trasmessa in video conferenza su grandi schermi al di fuori della facciata della chiesa.

L'ampia apertura/piega nella chiesa apre uno spazio, il "vuoto" all'interno della chiesa può essere utilizzato per le congregazioni all'esterno dell'edificio principale. Ma lo stesso spazio al piano terra (vuoto) può essere utilizzato per gli eventi della comunità, come gli sport reali (calcio) che giocano nel "mezzo" della chiesa. Gli stessi schermi sulla facciata possono trasmettere ora gli eventi culturali di massa in momenti in cui non vi è la comunione, come ad esempio nei giorni feriali. Un luogo diventa non luogo.

**D:** Che ruolo ha il software nella progettazione della chiesa per l'anno 2000 a Roma?

**R:** Il software e la modellazione fisica sono stati entrambi impiegati nel processo della progettazione. Il software è stato utilizzato per generare la serie di diagrammi iniziali del concetto, includendo il sito e la costruzione, ma ha aiutato anche a creare precisamente gli orientamenti di fabbricazione che hanno permesso di tagliare il materiale (cartoncino) per i modelli analogici.

**D:** Quali software utilizza?



**R:** A quel tempo il progetto era prevalentemente sviluppato in FormZ e Autocad.

**D:** Può, attraverso delle fasi, descrivere lo sviluppo creativo della chiesa? In particolare la logica costruttiva dei diagrammi?

**R:** All'origine si trova la voce non autoriale, il progetto emerge da un processo. Il concetto dei cristalli liquidi, come processo scientifico di trasformazione, è stato adattato e attuato nello sviluppo della concezione dei diagrammi. In pratica, il diagramma come rappresentazione di un campo regolamentato subisce successive fasi di trasformazione, simile al processo trasformativo dei cambiamenti dei cristalli liquidi. La Chiesa emerge alla fine, dalle trasformazioni piegate del suolo e forma due volumi guidati da una divisione con un vuoto centrale. La forma è generata attraverso le pieghe del suolo da forze dinamiche dei cambiamenti di fase, come espresso dai tre stati principali dei cristalli liquidi. Ci sono molti tipi di stati di cristalli liquidi, a seconda della quantità dell'ordine nel materiale. I solidi sono cristallini o amorfi e il cristallo liquido è uno stato mesomorfo delle molecole cristalline tra gli stati solidi e liquidi. Il cristallo liquido esprime la condizione naturale dell'*in-between*, che implica il *tra* vicinanza e distanza della Chiesa del pellegrinaggio. Questa è la derivazione iconografica della nuova chiesa del pellegrinaggio alla fine del millennio.

**D:** Che paralleli ci sono tra la chiesa dell'anno 2000 e l'Università di Cincinnati?

**R:** I paralleli tra quei progetti dipendono da chi sta leggendo i progetti. La mia opinione personale è che certamente c'è una dissonanza e instabilità comune evocata interferendo e intersecando sistemi di pareti e di tetti. Si può anche vedere la strategia di una dissoluzione dei sistemi classici di figura

del suolo in favore di un continuum di qualità spaziali che descrive il tempo fisicamente all'interno di molte pieghe. Un contesto esistente è esteso attraverso la piega nel tempo e crea la possibilità di singolarità.

# 5. Forma e materialità nell'era informatica

## 5.1. La progettazione architettonica digitale

In questo capitolo mi sono occupato di individuare le pratiche più avanzate per la progettazione architettonica digitale. Ci sarà inizialmente un processo di classificazione prima di notare l'importanza dell'ibridazione dei dispositivi

### 5.1.1. La maturazione del CAD

L'applicazione di strumenti digitali, sia per la progettazione architettonica sia per la produzione dei suoi elementi, stabilisce un campo informativo continuo, ma eterogeneo. Queste procedure operative hanno, comunque, sconvolto tutti i campi della produzione architettonica (Migayrou 2003): negli ultimi anni si è dimostrato che l'uso di strumenti digitali nel processo

della progettazione architettonica è radicato nella pratica di molti studi; questo uso ha anche fondato un approccio innovativo e partecipa al rinnovamento teorico della pratica architettonica. L'esistenza dei limiti insiti in strumenti digitali e l'inadeguatezza cognitiva contestuale e associata è rafforzata dal fatto che lo strumento digitale è stato considerato un'estensione di tecniche nella progettazione e nella rappresentazione classica. Il recepimento delle caratteristiche del disegno a mano libera, in una strumentazione digitale è insoddisfacente. Dagli esperimenti condotti negli ultimi vent'anni, si evince che gli strumenti digitali possono rivelare il loro potenziale e partecipare a un design creativo e innovativo.

Gli strumenti digitali sono in grado di moltiplicare lo sviluppo della potenza del trattamento, la diversità delle rappresentazioni e la specificità di ispirazione che essi implicano<sup>44</sup>. Le nuove caratteristiche dello strumento possono essere sfruttate, permettendo di acquisire dei mezzi di espressione e di sviluppare dei nuovi metodi di lavoro, ma anche dei cambiamenti percettivi: sono causa di un rinnovamento della concezione, nelle ispirazioni, nei processi, nei metodi e nei risultati. Gli strumenti digitali inducono a nuove percezioni, così come la prospettiva nell'architettura rinascimentale ha portato i suoi cambiamenti percettivi. È fondamentale che i sistemi di supporto di progettazione offrano rapidamente, nelle fasi iniziali del progetto, delle rappresentazioni tangibili riguardo soluzioni intermedie (Docks 2005). Quest'ultime, non completamente specificate, saranno utilizzate come basi di simulazione mentale e parteciperanno alla "comunicazione visiva" tra il progettista e la sua produzione. La loro funzione

---

<sup>44</sup> Montamais and Magerand, *La Specificité Des Outils Numériques Dans L'Esquisse Comme Explorateur De La Pensée Complexe*. SCAN Paris 2005.

non è di rappresentare un prodotto finito: è un supporto, una simulazione cognitiva che partecipa al dialogo tra il progettista e se stesso.

Qui illustriamo questo rinnovamento dei metodi e questi cambiamenti percettivi considerando tre modalità di concezione contemporanee: le strategie scompositive, l'uso di dati dinamici e i processi algoritmici.

### **5.1.2. Strategie scompositive**

Jacques Lucan (Lucan 2003), nel suo articolo "Vogliamo la composizione", analizza l'opera di architetti importanti all'inizio di questo secolo e qualifica le loro strategie della forma come scompositive: gli architetti come Koolhaas e Herzog De Meuron considerano la forma come "un tutto".

Quando Koolhaas presenta le tre fasi del progetto per la casa Y2K, esplicita il processo di morfogenesi chiamandolo un "volume capace": la prima fase consiste in un assemblaggio, un'agglutinazione eterogenea delle funzioni secondarie della casa attorno ad un vuoto rettangolare, accogliendo il soggiorno comune ai membri della famiglia; la seconda fase è la definizione di "spazio servente" compreso lo "spazio servito"; la terza fase è un'operazione di scultura del volume, ovvero dà forma al "volume capace", (monolite a forma poliedrica irregolare). Per analogia, questo progetto di casa è trasposato nel progetto della Casa Musica di Porto. Herzog e De Meuron parlano di "forma di recupero" per descrivere le configurazioni unitarie e monolitiche dei loro progetti (edificio Ricola a Laufen, edificio per uffici e abitazioni Soleur, farmacia cantonale di Basilea, Prada store a Tokyo). Queste configurazioni irregolari si piegano alle caratteristiche del contesto: l'edificio prende forma dall'esterno e risponde ai vincoli particolari del programma e del sito. Gli architetti procedono sottraendo il materiale per

approssimazioni successive o decisioni nette e considerano la forma come un tutto. Tale descrizione diventa difficile e richiede delle modalità di rappresentazione nuove: facciate sviluppate o sezioni successive sono alcuni esempi. Queste forme unitarie piuttosto armoniose sono qualificate come grezze o rudimentali. Nessun sistema proporzionale comprensibile, nessun principio geometrico intellegibile guida le disposizioni. Questo processo progettuale illustra un desiderio di liberarsi dai principi antichi o moderni e di abitudini compositive convenzionali. I problemi sarebbero basati sulla scelta di un processo, liberando il progettista da decisioni di ordine compositivo, piuttosto che una scelta di una composizione. La modalità di progettazione quindi non si basa su regole conosciute e non permettendo una comprensione a priori del risultato ma su azioni associate a un processo.

Atraverso l'analisi del movimento dell'arte concettuale e dell'arte astratta, Adrien Besson (Besson 2003) qualifica il cambiamento delle teorie classiche della forma e la composizione delle procedure verso dispositivi "a-compositivi", "anti-compositivi" o "scompositivi". *L'avvento della scomposizione mette in evidenza i principi di organizzazione che non si basano sul rapporto che questi elementi hanno tra di loro, ma sulle procedure che uniscono questi elementi.*

Sebbene gli esempi di cui sopra non evocano specificatamente gli strumenti digitali, permettono di formulare una nuova prospettiva teorica sui principi della morfogenesi. Questo è probabilmente il problema del processo che caratterizza meglio queste diverse modalità. Ciò comporta una non-scelta della forma da parte del progettista rimandando la definizione della stessa a una proprietà emergente del processo. Kolarevic (Kolarevic 2000) stabilisce

una categorizzazione delle tecniche digitali generative nella ricerca della forma. Esso identifica sette architetture digitali:

"*computational architecture*" basato sui concetti informatici associati

"*topological architecture*" che fa riferimento allo spazio topologico

"*isomorphic architecture*" che utilizza superfici isomorfe

"*animate architecture*" che evoca delle tecniche di animazione dinamiche,

"*metamorphic architecture*" basato su tecniche di animazione keyframe

"*parametric architecture*" e "*evolutionary architecture*" utilizzano tecniche di progettazione parametrica ed algoritmica.

### **Architettura isomorfa e topologica**

Greg Lynn è un pioniere nell'esplorazione di tecnologie informatiche messa a sua disposizione. Egli utilizza le funzioni e le proprietà delle superfici isomorfe, chiamate "metaballs" come metodo d'esplorazione formale. L'utilizzo delle superfici isomorfe, oggetti che simulano delle interazioni attraverso dei parametri di forze, masse ed attrazioni, permette l'esplorazione di un universo formale in cui un campo di forza può essere parametrizzato definendo delle zone di influenza e di repulsione e componendo così un paesaggio dinamico e vivace.

La descrizione di superfici continue con curve e superfici "NURBS", "Non-Uniform Rational B-Spline", permette la modellazione di forme solitamente descritte utilizzando la topologia. Questa descrizione basata su funzioni parametriche, espande il campo d'esplorazione formale e apre la strada a un linguaggio formale che evoca la fluidità e la continuità. Appare evidente che tali dispositivi sono particolarmente adatti per le fasi di ricerca concettuale.

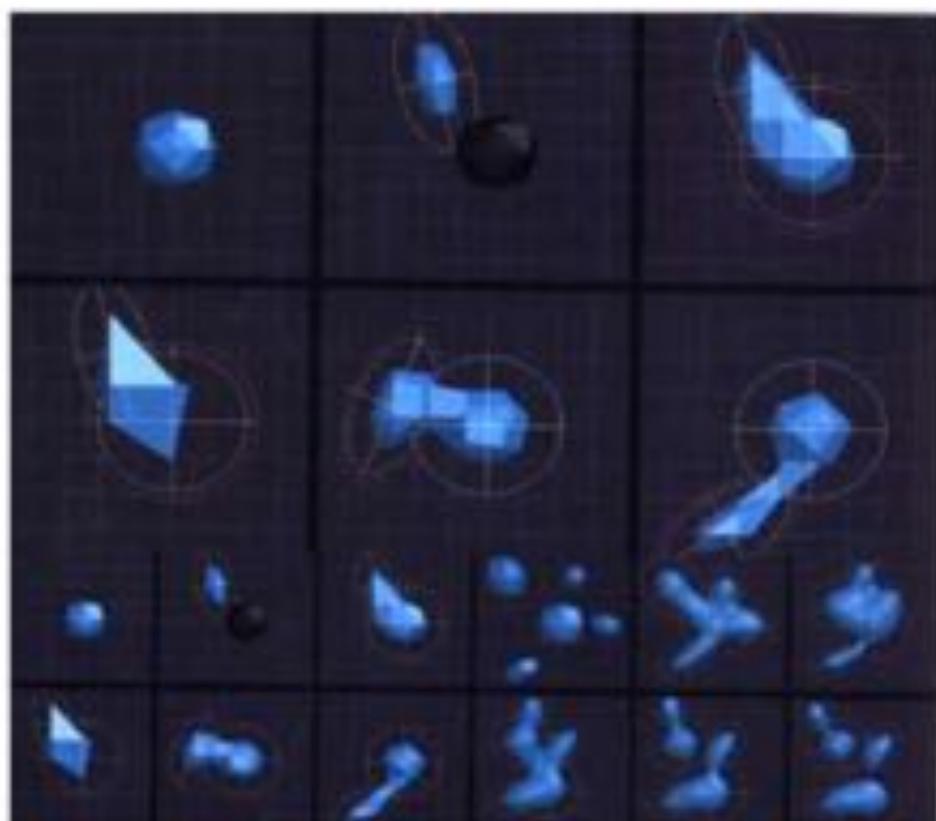


Figura 70- Meta-ball the wavefront technologies. Blob. Greg Lynn. 1995.

### Architettura metamorfica

La generazione della forma definita "metamorphic" comprende le tecniche di animazione da immagini chiave tramite "morphing" e tramite estrusione di un profilo lungo una traiettoria. Queste tecniche sono caratterizzate dalla definizione delle condizioni geometriche ai limiti, lo strumento digitale è calcolatore e interpolatore degli stati intermedi. Il progettista può scegliere uno stato significativo tra le soluzioni formali disponibili, ed estendere così il suo lavoro (Kolarevic 2005).

È anche l'uso di operatori di deformazione disponibili nei modellatori che consente l'esplorazione formale. L'uso di operatori di deformazione come torsione o stiramento, mantenendo la descrizione topologica dell'oggetto, è particolarmente ricco; anche se questo approccio oggi può essere



associato a un metodo di modellazione, guidando la manipolazione di forme complesse, il suo interesse si basa principalmente sulla ricerca concettuale, le soluzioni costruite necessitano una reinterpretazione per consentire la loro materializzazione .

### 5.1.3. I dati dinamici

#### Architettura animata

Ancora una volta, Greg Lynn è uno dei primi architetti ad utilizzare le tecniche di animazione per la generazione di forma, tenendo un carattere di figurazione piuttosto che di rappresentazione. Queste sono caratteristiche cinematiche inverse, di animazione dinamica e di emissioni di particelle che sono deviate per la morfogenesi architettonica. Qui la forma si inserisce in un cambiamento voluto da una serie di campi di forza. La forma non è né stabile né scomponibile in parti, è il risultato di un sistema dinamico. Questi campi di forza definiti dal progettista possono prendere un carattere astratto e arbitrario o possono essere indotti da caratteristiche contestuali (Kolarevic 2000). L'operazione principale risiede in una deformazione progressiva di una linea o di una superficie che reagisce all'azione di una o più forze. Cédric Schärer (Marchand 2006) parla di una forma indicizzata per descrivere quello che sarebbe l'impronta o la memoria dei parametri derivati. *"A tal fine il progetto non sarà una rappresentazione, ma una traccia del flusso di informazioni. La distorsione è un tipo di informazione della forma che parte dall'indice"* (Marchand 2006).



*Figura 71 – Korean Presbyterian Church, New York, Lynn Form, 1999*

### **Datascape**

MVRDV (Maas 1999) propone il concetto di "datascape" per esplorare la complessità delle interazioni tra le "forze" presenti su un sito. Il campo di forze, può rappresentare sia un insieme di vincoli tecnici, di condizioni ambientali, come la luce solare, il vento o le precipitazioni, sia delle considerazioni socio- economiche e politiche. MVRDV fa del processo di progettazione una ricerca spaziale o organizzazionale in cui essa implica, dagli inizi del progetto, il più grande numero di contenuti e dati. Ogni volta, le conseguenze spaziali, i limiti e le possibilità di un vasto panorama di situazioni sono esaminate ed esposte.

Alcune di queste influenze possono essere quantificate e la loro evoluzione modellata per consentire una simulazione di impatti di ciascuna delle ipotesi.

"Datascape" indica una quantificazione e una modellazione statistica dei vincoli contestuali e consente una proiezione temporale e delle simulazioni

dell'impatto delle decisioni: è il potenziale di informazione che contiene la rappresentazione di questi campi di forza che possono guidare, orientare o assistere la progettazione o la comprensione dei fenomeni. La sfida è quella di evitare una trascrizione letterale dei diagrammi dei flussi e delle forze in una forma architettonica, invece di generare una costruzione spaziale e temporale garantendo delle qualità architettoniche (Kolarevic 2005).

L'approccio "datascape", in contrasto con i metodi o processi precedenti, rivela una dimensione sistematica quasi operativa: gli strumenti concepiti e sviluppati da MVRDV nel progetto sono direttamente utilizzati da tutti i progettisti coinvolti, che conducono la mediazione e partecipano allo sviluppo dei progetti. Questo approccio è meno sperimentale dei lavori condotto da Greg Lynn e si caratterizza per la sua fattibilità.

#### 5.1.4. Processi algoritmici



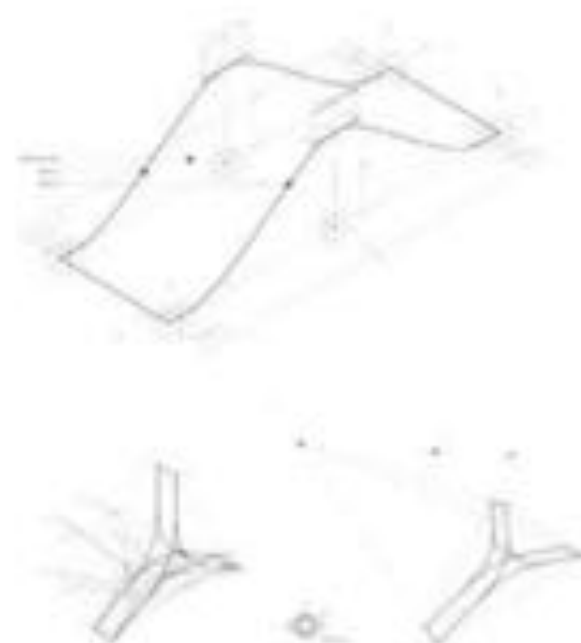
Figura 72 – L'algorithme, *Architecture des humeurs*, Parigi, R&Sie (François Roche, 2010).

## Architettura parametrica

Il processo di progettazione parametrica si concentra sulla definizione di un insieme di parametri che influenzano la forma: la forma finale non è al centro della ricerca, è indotta. La modifica dei valori dei parametri genera non solo un oggetto ma un insieme di variazioni: il processo non è semplicemente basato sui valori metrici, ma sull'insieme delle relazioni tra gli oggetti che compongono la forma. Una modificazione di un elemento causa una trasformazione del sistema nella sua interezza. Il modello parametrico è in grado di aggiornare automaticamente tutti i collegamenti e le associazioni, una possibilità per iscrivere il modello geometrico in una serie di variazioni basate sul concetto digitale di associatività. Così il progetto è costituito da un insieme di regole geometriche e di relazioni logiche tra i primi elementi del modello: questi componenti iniziali, punti, linee o superfici, costituiscono nel loro assemblaggio e nelle loro relazioni correlate le ipotesi del progetto. Cambiando uno dei parametri cambierà l'intero sistema, così il parametrico permette la manipolazione dell'oggetto a tutte le scale.

Michael Hensel e Achim Menges (Hensel e Menges 2006) danno un esempio di componente parametrico definito da una manipolazione analogica di un nastro di carta. Il componente integra i vincoli del materiale, la sua opportunità per la modellazione e la deformazione e i metodi di assemblaggio: si tratta di un elemento unitario che se moltiplicato comprende un sistema più grande. Il sistema è in sé potenzialmente trasformabile per la differenziazione di ciascun componente parametrico. Qui, la moltiplicazione dei componenti si basa sul principio della "proliferazione" di una superficie geometrica,

Questa distribuzione del componente nel suo "ambiente di proliferazione" può dipendere da un insieme di regole parametriche o di principi algoritmici per poi unirsi ai metodi generativi.



*Figura 73- Esempio di componente parametrico (Hensel and Menges 2006)*

Qui il problema è la geometrizzazione di un dispositivo in una prospettiva operativa di attuazione. Queste sono opportunità di modificazione dei valori dei parametri che consentono l'esplorazione di un mondo espanso di soluzioni. Gli esperimenti condotti in questa direzione potrebbero essere integrati da approcci incorporando le dimensioni, non solo costruttive, ma anche economiche e sociali.

## 5.2. L'ibridazione dei processi

In questi esempi la forma, risultata da dispositivi generativi è virtuale senza materiali tangibili o sistemi strutturali familiari: non è una rappresentazione di costruibilità, è proprio un evento generato mediante mezzi astratti. La questione della sua producibilità può essere qui messa in discussione. Il recente sviluppo analizzato delle tecniche di fabbricazione digitale nel campo creativo sconvolge i termini di progettazione e di fabbricazione. Il nostro modo di comprendere il mondo viene modificato tramite l'uso di queste tecnologie.

Queste nuove procedure inducono un'ibridazione dei dispositivi digitali e analogici e facilitano la realizzazione e la costruzione di forme complesse mettendo in discussione le loro procedure di attuazione in una realtà tangibile.

'Questo è un concetto molto moderno dell'oggetto tecnologico: la trasformazione dei sistemi di produzione restituisce l'inizio dell'era industriale, quando l'idea dello standard manteneva ancora una parvenza di essenza e impostava una legge di costanza (il prodotto oggetto dalle masse e per le masse), ma nella nostra situazione attuale quando la fluttuazione della norma sostituisce la permanenza di una legge, quando l'oggetto assume un posto in un continuum dalla variazione quando la macchina a comandi numerici sostituisce la scrittura. Il nuovo status dell'oggetto non si riferisce più ad uno stampo spaziale, cioè in un rapporto forma-materiale, ma ad una modulazione temporale che implica una variazione continua del materiale così come un costante sviluppo della forma.' (Deleuze 1988)

Questa nuova logica di produzione sposta la definizione della forma verso quella del processo. La virtualizzazione della forma architettonica e la sua deformazione incrementale diventano il concetto base di un edificio in cui il flusso digitale e le superfici manipolate virtualmente si traducono in una forma costruita.

## 5.2.1. Le modalità di fabbricazione digitale

Ci sono due metodi principali di fabbricazione digitale: il primo è un metodo che opera per sottrazione, il secondo è un metodo per addizione. Ognuno di questi metodi coinvolge dei tipi di macchine, dei metodi di progettazione e dei linguaggi formali specifici. Un terzo metodo sta emergendo negli ultimi anni nel settore dell'architettura e può essere associato con un approccio di robotizzazione, in cui la flessibilità permette di seguire allo stesso tempo una logica di produzione per sottrazione e per addizione.

### 1. La produzione per sottrazione

I metodi di produzione digitale utilizzano un processo di sottrazione di materiale che storicamente sono dei metodi di automazione dei processi manuali. Le funzionalità di controllo digitale tuttavia arricchiscono le possibilità di produzione. Possiamo distinguere tre metodi: lavorazione, taglio e piegatura.

#### 1.1 Lavorazione digitale

Queste tecniche sono adatte ad un'ampia varietà di materiali. Parliamo di lavorazione quando i materiali sono lavorati nella loro massa, rimuovendo il materiale.

##### - FRESATURA DIGITALE

Lo strumento di taglio è una fresa che entra in rotazione e in traslazione per tagliare il pezzo. Le fresatrici digitali, comunemente noti come CNC (Computer Numeric Control) possono avere molteplici caratteristiche: numero di assi di movimento, da 3 a 7, la dimensione dell'area di lavoro, la direzione Z. Le dimensioni delle macchine possono essere molto importanti.

Nella fabbricazione di navi per esempio, le fresatrici digitali hanno delle dimensioni di abilitazione fino a 165 m di lunghezza e permettono una lavorazione diretta alla nave. Tali macchine sono anche molto diffuse nel settore dell'aeronautica e nell'industria automobilistica.

- **RIPRESA DIGITALE:**

Le riprese possono essere considerate come il quarto asse del sistema CNC. Il pezzo che gira viene ruotato, lo strumento lo taglia e si muove in traslazione, permettendo di creare il profilo desiderato. Le riprese permettono di creare tutte le forme di rivoluzione.

## **1.2 Taglio digitale**

Questi metodi sono caratterizzati dalla rimozione di materiale da pannelli o da blocchi, componenti finiti o semi lavorati provenienti da una produzione industriale. Una grande varietà di materiali può essere tagliata con metodi specifici.

- **TAGLIO A GETTO D'ACQUA:**

Il taglio viene eseguito da un getto d'acqua concentrato, con un diametro dell'ordine del decimo di millimetro, proiettato in pressione e ad alta velocità. Il materiale non deve essere bagnato durante il taglio. Tutti i materiali possono essere tagliati a getto d'acqua. È un processo delicato che richiede investimenti elevati.

- **OSSITAGLIO:**

L'azione di un getto di ossigeno puro sul metallo avvia una combustione localizzata e quindi una conseguente fusione ed un taglio del materiale. I lineamenti di ritaglio sono grezzi e dovrebbero essere ripresi, questo metodo richiede ulteriori modifiche e deformazione della struttura.



- **TAGLIO LASER:**

Il laser può tagliare molti materiali. I tagli sono precisi, netti e veloci. Il taglio è di spessore quasi nullo.

- **TAGLIO AD ULTRASUONE**

Questa tecnica è utilizzata principalmente per i materiali fibrosi, quali tessuti termoplastici. Gli ultrasuoni innescano una vibrazione meccanica, degli attriti da cui deriva un (ri)scaldamento.

- **TAGLIO A FILO CALDO:**

Un filo metallico, sotto l'effetto di una resistenza elettrica, si riscalda e taglia il materiale da fusione locale. Questo metodo è adatto per il taglio di materiali morbidi e di grandi volumi come il polistirene espanso.

- **ESTRAZIONE / PUNZONATURA:**

Un nastro metallico è portato alla forma desiderata ed è applicato pressando e quindi avviene l'estrazione del materiale. Questo processo è utilizzato su materiali sottili, consente di fare dei tagli a contorni complessi; si parla di punzonatura per i materiali più duri e il nastro è poi sostituito da un punzone solido. Questi metodi sono utilizzati per la serie in quanto richiedono la produzione di un strumento specifico.

- **TAGLIO A LAMA:**

L'uso di un coltello o di una lama come utensile da taglio consente i tagli dei tessuti, di carta o di cartone. I tagli sono in entrambe le direzioni x e y ed i vincoli delle macchine si riferiscono alle dimensioni della tabella e alla forza applicata al materiale. Una regolazione della profondità di taglio permette delle sezioni parziali di materiali compositi multistrato.

### 1.3 Metodi di formazione

#### Piegatura digitale

Questo metodo può essere applicato alla pelle, carta e cartone, metallo, plastica, tessile e vetro, a seconda delle proprietà di elasticità del materiale. L'arte di piegare la carta - gli origami - è ancestrale e dimostra che da un materiale planare, siamo in grado di implementare una varietà di forme tridimensionali. La piegatura permette di strutturare il materiale e fornisce prestazioni fisiche ed estetiche. Le caratteristiche strutturali della piega nel campo dell'architettura sono stati in particolare spiegati da Jean-Marie Delarue (Delarue 1992).

#### - PIEGATURA DEL METALLO

La piegatura del metallo può essere effettuata tra un punzone ed una matrice. Diverse forme di profili sono possibili, la lunghezza delle pieghe è limitata dalle dimensioni delle macchine. Una deformazione a freddo di un foglio sottile, striscia, mappa, come le lamiere sottili è possibile. La laminazione a freddo permette di ottenere dei pezzi di profilo di lunghezza illimitata. La striscia viene introdotto tra i rulli rotanti di una macchina a profilare e subisce trasformazioni successive che portano alla forma finale. Hans Ulrich Buri (Buri, 2010) sperimenta la piegatura digitale delle lamiere "Alucobond" con delle geometrie create nell'ambiente tridimensionale. Per la lavorazione di questi pannelli Alucobond di dimensione (2.500 x 1.250 millimetri) è stato impiegato uno strumento conico, che ha rimosso il foglio di alluminio esterno e il materiale di base lungo i bordi della piegatura. Il disegno della superficie sviluppata e l'indicazione della profondità di intaglio sono stati tradotti in un codice con il software CAM; i pannelli di alluminio

sono stati fissati con un nastro sulla tavola della macchina da fresare. (Figura 65)



*Figura 74– Fresatura e piegatura dei pannelli “Alucobond” (Buri, 2010)*

#### - PEGATURA TERMOPLASTICA

I termoplastici, sotto forma di fogli o lastre, sono schiacciati tra due lastre (ri)scaldate. Il materiale è ammorbidito localmente e può essere piegato con l'angolazione desiderata, l'accuratezza della piegatura è inferiore, in questo caso, rispetto a quella dei metalli e richiede generalmente l'effettuazione di modelli.

#### - PEGATURA DI CARTA

Le qualità delle piegature della carta e del cartone si basano sulla loro composizione e sul loro peso, le piegatrici forniscono le operazioni di pieghe e di cordonatura, che segnano il materiale prima della piega. Un recente lavoro del laboratorio di Robotica a Dartmouth illustra lo sviluppo di un robot in grado di piegare una forma di origami.

#### **Curvatura**

Questo metodo si serve delle curvatrici a rulli e si utilizza per ottenere dei tubi, dei profilati metallici curvi o delle lamiere a cilindro chiuso; l'operazione può essere eseguita in più passaggi e può essere effettuata a caldo o a freddo. La curvatura si applica anche al legno.

#### **Timbratura**

Esso può essere applicato alla pelle, carta e cartone, metallo, legno e tessile. La timbratura è un processo di deformazione pezzo per pezzo, esercitata a freddo da pannelli piani, che consente di ottenere delle forme perforate, tridimensionali, non sviluppabile.

## 2. La produzione per addizione

La seconda famiglia di produzione digitale è quella del metodo additivo. In questo caso, le macchine digitali non operano per rimozione di materiale ma per aggiunta utilizzando di solito resine polimeri. Questa nuova generazione di processo è ancora limitata a prototipazione sebbene alcuni esempi illustrano delle loro applicazioni nelle produzioni di grandi dimensioni. Diverse tecniche sono attualmente disponibili:

### - STEREOLOGRAFIA

La macchina è costituita da un laser che proietta un fascio sulla superficie di un contenitore riempito con resina. Lo spostamento del fascio è possibile grazie a una serie di specchi orientabili: questo fascio laser segue un percorso definito da una sezione dell'oggetto determinato in precedenza; a contatto con la resina, il fascio laser polimerizza localmente la stessa. Una volta solidificata la sezione, scende di uno spessore di circa 0,07 millimetri nel vassoio e il laser ripete l'operazione sulla successiva sezione superiore. L'oggetto è fatto di strati che consentono di realizzare delle geometrie complesse in tre dimensioni. Questa tecnica è relativamente lenta, riservata principalmente alla prototipazione, qualche esempio illustra tuttavia alcune produzioni di piccole serie, riservati agli oggetti di piccoli formati.

### - DEPOSIZIONE DI FILM IN FUSIONE (FMD)

Questo metodo è meno comune. Un braccio snodato a tre assi, depone un filo estruso di polimero termoplastico in fusione che si solidifica istantaneamente e produce i contorni della forma desiderata, sezione dopo sezione. Più veloce e meno costoso della stereolitografia, questo metodo è però meno preciso e riservato ai termoplastici.

- LAMINAZIONE (LOM, LAMINATED OBJECT MANUFACTURING)

La forma desiderata è realizzata sezione dopo sezione grazie all'impilamento di fogli di carta rivestiti con polipropilene. Ogni foglio aggiunto è tagliato tramite laser e poi incollato ai precedenti dalla forte compressione e riscaldamento. Questo processo economico, è spesso usato per la produzione di stampi.

- SINTERIZZAZIONE LASER

Si tratta di una polvere polimerica, eventualmente caricata di alluminio o di bronzo, che è agglomerata da un laser quando è necessario. L'oggetto sarà ricostruito sezione per sezione.

- STAMPE 3D

Le macchine per stampe 3D operano per agglomerato di polvere e colla. Degli strati sottili di materiale di 0.1mm, sono depositati in strati per ricostruire l'oggetto desiderato. I tempi di produzione per le dimensioni modeste sono di poche ore. Questo metodo è più veloce e più economico una volta che l'investimento nella macchina è stato effettuato rispetto alle altre tecnologie di prototipazione rapida, ma la qualità dei pezzi ottenuti è inferiore. Sono possibili delle variazioni di colore e varie forme fisiche.

### 3. La produzione per robotizzazione

Nel campo dell'architettura, sono in corso degli esperimenti all'interno dell'Istituto Federale di Tecnologia (ETH) di Zurigo, attraverso il lavoro di Fabio Gramazio e Matthias Kohler del dipartimento di *Architecture and Digital Fabrication* (Gramazio e Kohler 2008). Il loro approccio è caratterizzato dall'utilizzo di un robot del settore automobilistico, messo al servizio della costruzione di dispositivi architettonici. E' dotato di sei assi di

rotazione, è installato su un binario e può quindi operare in un perimetro di tre per tre per otto metri. Il principale vantaggio nell'utilizzare questa tecnica si basa sulla possibilità di costruire da una parte un metodo per addizione e dall'altra un metodo per sottrazione. Il robot è in qualche modo uno strumento universale, in grado di eseguire diversi tipi di azioni in funzione dell'attrezzatura all'estremità del suo braccio. Questi strumenti possono essere delle frese e dei morsetti ed agiscono per sottrazione di materiale, nonché per addizione. Per illustrare questi due approcci prendiamo alcuni progetti.



*Figura 75- Gramazio e Kohler, Architecture and Digital Fabrication, ETH Zurich*

### 3.1 Metodo per addizione

La realizzazione di un muro di mattoni non standard (Bonswetch e al. 2006), è un primo esempio delle possibilità di produzione automatizzata. L'elemento unitario, impilato successivamente e la cui posizione nello spazio è specificata numericamente, è un mattone semplice. Attraverso questo metodo, i diversi strati si sovrappongono con i principi di costruzione tradizionale costituendo delle pareti, rispondendo ognuna a delle funzioni specifiche, di qualità strutturali, isolanti o di filtro. Tra i vantaggi di questo approccio alla riduzione degli scarti e dei rottami di materiale. Il materiale è infatti agglomerato, non ci sono perdite dovute a una rimozione o a una lavorazione. L'esperimento condotto interroga il processo di progettazione e individua tre momenti chiave:

1. La definizione analogica del principio di impilamento
2. La traduzione di questi principi in regole interpretabili digitali
3. La produzione di un prototipo.

La necessità di integrare il principio della produzione come leva concettuale assume un ruolo centrale.

### 3.2 Metodo per sottrazione

Le tecniche di robotizzazione hanno il vantaggio della diversità delle logiche di fabbricazione utilizzabili. In questo esempio, abbiamo un metodo di sottrazione di materiale. Una fresa è adattata all'estremità del braccio del robot, questo strumento permette di effettuare degli incavi in un pannello pieno. L'obiettivo del lavoro si riferisce sulla sperimentazione della tecnica di "scripting", di personalizzazione degli strumenti CAD classici, associati ad un



processo di fabbricazione digitale. Infatti, lo sfruttamento di tecniche di fabbricazione digitali si rivela importante al momento dell'uso di questi strumenti con i meccanismi digitali. Pertanto, gli autori notano l'importanza della personalizzazione degli strumenti e dello sviluppo di funzioni o di routine, in grado di superare i vincoli e le limitazioni del software sul mercato, e permettono di esplorare delle composizioni e delle geometrie specifiche incorporando i vincoli di fabbricazione: dimensioni, velocità, costruibilità...



Figura 76- Lisa Iwamoto, digital fabrication works - Iwamoto Scott (2010)

### 5.2.2. Le strategie di fabbricazione

La tipologia presentata illustra le famiglie di forme e i loro vincoli fisici e meccanici. La complessità geometrica è risolta da metodi di fabbricazione assistita dal computer che consentono il conseguimento di una produzione basata sulla personalizzazione di massa.

Le modalità di fabbricazione e di progettazione digitale impongono delle strategie di produzione specifiche. Abbiamo già visto le famiglie di macchine associate ai loro metodi di fabbricazione: la produzione per sottrazione, la produzione per addizione e la produzione per formazione. Questi metodi

richiedono strategie di progettazione che aggregino i linguaggi formali. Riprendiamo le tipologie morfologiche specifiche dell'era digitale e segniamo l'inserimento del progetto in una logica processuale.

### **Linguaggi formali**

Una tipologia morfologica, formulata da Jean-Claude Bignon, è costruita dalla caratterizzazione di quattro criteri: la geometria e le dimensioni dei componenti della forma, i materiali e i prodotti utilizzati, il comportamento strutturale del sistema, il metodo di fabbricazione e di montaggio. Questa analisi porta ad individuare cinque principali morfo-tipiche possono essere specificati in sottotipi: impilamento, tassellazione, maglia, armatura, membrana (Marin e al. 2009).

#### **IMPILAMENTO**

L'impilamento si basa sulla sovrapposizione di elementi regolari o non, in piani orizzontali. La forma è generata in elevazione da uno sbalzo: l'attrito tra gli elementi annulla tutte le spinte orizzontali, il modello geometrico della forma è diviso in sezioni successive, ciascuna sezione è poi impilata in strati e assemblata mediante incollaggio o compressione; i sottotipi sono distinti all'interno di questa famiglia e i moduli corrispondono alle sovrapposizioni di elementi modulari più o meno traforati. La forma è discretizzata in tutte le direzioni, mentre gli strati sono una sovrapposizione di elementi piani tagliati secondo la forma desiderata nella sezione orizzontale.

Lisa Iwamoto (Iwamoto 2009) fornisce anche una classificazione delle forme a questa azione di decomposizione del volume in una serie di tagli, chiamata "sectioning". Il lavoro non porta alla realizzazione di disegni in due dimensioni, ma alla realizzazione di un processo di tagli paralleli successivi

ad intervalli specificati di un'oggetto in tre dimensioni. Ogni sezione realizzata definisce il seguente percorso dello strumento di taglio. Questa strategia è molto efficace in fase di progettazione e permette il raggiungimento di entrambe le superfici o gli elementi strutturali.



Figura 77- Lisa Iwamoto. *digital fabrication works* – Iwamoto Scott (2009)

#### TASSELLAZIONE

La tassellazione corrisponde al taglio, o alla pavimentazione di una superficie in una serie di figure senza sovrapposizione e linea di fuga e si ritrova nel linguaggio dell'ornamentazione geometrica soprattutto nel lavoro di Escher. Nel campo dell'architettura, essa rappresenta una discretizzazione di una superficie strutturale realizzata con figure ad incastro senza vuoto tra l'una e l'altra. Il sottotipo sfaccettato rappresenta una scomposizione della superficie originale in elementi regolari, triangoli o quadrilateri, o poligoni irregolari. Queste tessere possono essere piane o curve: ogni sfaccettatura opera nel suo piano e sopporta gli sforzi attraverso il suo spessore. Il

sottotipo scatolare corrisponde ad un modulo ad incasso formato da un piano di nervature di irrigidimento; le nervature permettono di ridurre o eliminare lo spessore del piano di superficie aumentando l'inerzia dell'elemento. La tassellazione permette la realizzazione di superfici complesse e di grandi dimensioni tramite il taglio di pannelli standardizzati. Nel linguaggio digitale, la tassellazione è la suddivisione di una superficie curva, in tasselle più piccole. Le pieghe possono essere anche considerate come un sottotipo della classe di tassellazione. Si tratta di un mezzo per scomporre una superficie in sotto superfici, generalmente piane. La piega è una rottura della superficie apportando una rigidità. A livello globale della superficie, le pieghe sono orientate in una direzione principale. Le qualità strutturali si rivelano una proprietà essenziale.



Figura 78- Lisa Iwamoto, digital fabrication works – Iwamoto Scott (2008)

### **Scultura di superficie**

La scultura di superficie è un lavoro definito dalla rimozione successiva di materiale in un pannello o un blocco standard. Strehlke (Strehlke e Loveridge 2005) identifica tre modi di progettazione specifiche. Egli parla di (1) superficie modellata, di trasformazione e manipolazione di una superficie NURBS in una logica di scultura, di superficie programmata, di programmazione di concetti matematici di geometria; (2) topologia per la

generazione di modelli, o di superfici derivate da un'immagine, una reinterpretazione di immagini raster in un formato vettoriale e (3) un modello tridimensionale. Tutte queste strategie fanno parte di un lavoro sull'ornamento, tematica in gran parte aggiornata nell'era digitale.

### **Formazione**

Le strategie di formazione rilevano dei dispositivi generati da un processo di stampaggio o di fusione. In questo caso è la realizzazione della cassaforma o degli stampi, dei manufatti necessari alla fabbricazione che sono stati realizzati in digitale. La logica di fabbricazione di quest'ultimi si riferisce alla categorie precedenti.

### **Assemblaggio**

L'assemblaggio occupa un posto particolare nelle strategie di fabbricazione digitale. Questo implica la realizzazione di elementi non standard in una logica di personalizzazione di massa, dove la complessità si rivela principalmente nella molteplicità, nella varietà e nell'unicità di disposizioni. Così un rigore di nomenclatura, d'incatenamento della fabbricazione e di montaggio è essenziale. Gli esempi di geolocalizzazione e di identificazione da codici a barre dei componenti dell'edificio sono numerosi.

Inoltre l'assemblaggio di elementi, la cui posizione è specificata nelle tre dimensioni, rientra nei livelli di complessità notevole: la determinazione degli angoli, la determinazione della programmazione della messa in opera, la realizzazione di nodi di montaggio multidimensionali e a geometria complessa. Delle risoluzioni stimolanti di questo problema si trovano nell'uso della tecnica di stampa 3D per realizzare le parti d'assemblaggio specifiche.

### 5.2.3. Le pratiche avanzate della progettazione architettonica

#### I modi di organizzazione delle squadre di design

Cardoso (Cardoso 2008) fa notare che i team "Design to production" o "Freedom of Creation" integrano delle competenze attraverso delle discipline di progettazione, ingegneria, scienza di materiali di fabbricazione per aiutare gli architetti nel passaggio dall'idea alla realizzazione.

Kolarevic (Kolarevic 2008) propone il concetto di "integrazione digitale", di "pratica integrata" e di "concezione integrata" per caratterizzare i metodi contemporanei di progettazione architettonica. L'"integrazione digitale" si riferisce al continuum digitale consentito dallo scambio e dall'operabilità del software. Questo continuum informativo facilita lo sfruttamento di dati digitali provenienti da fasi concettuali, ed il loro uso in fase di analisi o di fabbricazione. Nuove sinergie tra architetti e ingegneri emergono da queste strutture disciplinari. La "pratica integrata" è caratterizzata dalla stessa composizione di raggruppamenti. Questi sono geograficamente frammentate e collegate tra loro da reti di comunicazione. La composizione del gruppo è scalabile e si adatta alle specificità del progetto. La "concezione integrata" si caratterizza per l'integrazione di metodi, processi e tecniche di altre discipline. Questi sono chiamati, devianti e adattati per stimolare il lavoro di progettazione. I territori esplorati sono quelli del pensiero algoritmico, di bio-ispirazione, di calcolo, di fabbricazione digitale, di materiali e dell'analisi delle prestazioni, di matematica o d'ingegneria. Gli esempi in cui un concetto scientifico diventa il punto di partenza per un'indagine architettonica sono numerosi.

L'atrio del palazzo della federazione a Melbourne, in Australia, realizzato da Lab Architecture Studio, presenta una riflessione sull'organizzazione del casuale, sulla volontà di evocare complessità generando degli effetti sensibili e riflettendo sulle questioni economiche, sociali e costruttive. Così l'involucro dell'edificio è costruito da un reticolo di triangoli di proporzione uno a due, la cui struttura geometrica è basata sulla sua capacità d'assemblaggio permette indefinitamente la costruzione di nuovi triangoli. Il modello viene applicato all'intera superficie dell'involucro, le rotazioni successive del triangolo iniziale mascherano la regolarità del dispositivo e lasciano percepire una composizione apparentemente casuale.



Figura 79- Federation Square, Melbourne, Australia, Lab Architecture Studio. (Moussavi and Kubo 2006)

La conoscenza e la padronanza della geometria hanno nel corso della storia contribuito alla nascita del linguaggio architettonico. L'arte ornamentale può essere spiegata attraverso la padronanza della matematica dai protagonisti dell'epoca, natura stilizzata, trafori, forme geometriche e complessità matematiche non possono emergere senza la manipolazione di concetti scientifici associati.

## **Le modalità d'uso dei processi di fabbricazione digitale**

Si precisano le condizioni di utilizzo di queste tecniche nella pratica architettonica contemporanea e si segue Arnejde J.V. (Arnejde 2009) nella sua analisi dell'evoluzione di tali procedure operative.

### **Prototipazione e ricerca concettuale**

La gamma delle tecniche di fabbricazione digitale è storicamente utilizzata per la creazione di modelli. Questi modelli hanno il loro grado di concettualizzazione che varia da un'espressione radicale a un mezzo di comunicazione e di mediazione personale. Resta il fatto che le tecniche di fabbricazione consentono un'espressione della complessità e permettono l'esplorazione di un nuovo mondo formale.

### **Realizzazione di dispositivi architettonici**

I processi digitali permettono parallelamente la realizzazione di modelli architettonici in scala 1:1. In tal modo il numero di edifici caratteristici la cui costruzione comporta la validazione di un prototipo è importante. Le ragioni che passano attraverso un prototipo di convalida sono plurali. I vincoli normativi possono essere responsabili di questi metodi, ma il prototipo permette anche di specificare i dettagli di implementazione e di fabbricazione prima del passaggio alla costruzione finale. Le qualità estetiche del dispositivo possono anche essere messe in discussione, le dimensioni percettive e fenomenologiche rimangono difficili da simulare digitalmente, l'artefatto alla scala umana permette di comprendere la sua particolare situazione.

Dobbiamo anche specificare che i metodi di fabbricazione digitale sono spesso coinvolti, non per la realizzazione del dispositivo stesso, ma piuttosto



nella produzione di strumenti che consentono la costruzione del componente architettonico. Si cita l'esempio della prefabbricazione di casseforme che permettono in un secondo tempo il getto del calcestruzzo. Qui le casseforme possono seguire i processi di fabbricazione digitale a volte molto avanzati le cui qualità del lavoro finale dipende dalla precisione e dalla messa in opera.

### **Deviazione e personalizzazione di macchine**

Infine, e in linea con il pensiero sulla concezione non dei componenti finali ma piuttosto degli strumenti per la costruzione, si segnalano gli esperimenti condotti nelle diverse scuole che esplorano le possibilità di deviazione delle macchine stesse. L'Istituto di Architettura Avanzata della Catalogna, per esempio, porta una riflessione nel suo insegnamento dell'architettura, sulle possibilità di progettazione e di fabbricazione di nuove macchine digitali.

### **Le modalità di concezione**

Laiserin (Laiserin 2008) sostiene il fatto che nessuno strumento garantisce la completezza dei modi di rappresentazione. Al contrario, è la capacità del progettista di passare da una modalità di rappresentazione all'altra che facilita la concezione e pertanto permette di superare i limiti e sfruttare i vantaggi di ciascuna modalità. Gli strumenti partecipano in un ciclo di progettazione realizzando rappresentazioni digitali e analogiche e non semplicemente un processo lineare dal disegno alla modellazione digitale. Le modalità di strumentazione impongono "andate e ritorni" costanti tra i diversi modi di espressione e trovano un'estensione con l'uso delle nuove tecnologie digitali, laser o fotomodellazione, e della fabbricazione digitale,

metodi per addizione con tecniche di stampa 3D e metodi per sottrazione con macchine a controlli digitali.

Gli architetti contemporanei stanno approfittando della vasta gamma di strumenti e mezzi a loro disposizione rivelando i vantaggi e gli svantaggi per arrivare alla comprensione dell'oggetto in fase di progettazione. Parthenios (Parthenios 2008) associa la possibilità di passare tra le diverse modalità di rappresentazione come un dispositivo che può stimolare la comparsa di Punti Critici di Cambiamento, "Critical Points of Change" (CPC). I Punti Critici di Cambiamento, sono degli istanti speciali del processo di progettazione che rivelano una parte inedita dell'oggetto di studio, questa manifestazione permette una presa di decisione. Per Parthenios, gli strumenti di assistenza progettuale devono essere caratterizzati: 1)- dalla loro capacità di rivelare situazioni di CPC, di provocare dei CPC, 2)- dal loro potenziale ad incoraggiare un'esplorazione di alternative di concezione offrendo livelli di rappresentazione e una maggiore comprensione, 3)- dalla loro capacità di organizzare le ipotesi differenti. 4)- Dalla loro capacità di integrare diversi mezzi e strumenti. Per l'autore è la capacità di garantire una coesistenza degli strumenti digitali e analogici che dovrebbe essere più in grado di sostenere e di stimolare una concezione.

### **La fabbricazione generativa**

Lo stretto rapporto tra la progettazione, la generazione e la fabbricazione sembra una priorità oggi. Il concetto di fabbricazione generativa è proposto alla conferenza SIGGRAPH2009, esso va oltre la nozione di automazione per affrontare due principali aree di indagine: la concezione generativa da una parte e la fabbricazione digitale dall'altra. Abbiamo definito

precedentemente i concetti associati alla nozione di concezione generativa, con il rapporto dei processi algoritmici, con i cicli iterativi, con i meccanismi bio-ispirati e con la realizzazione non-lineare di condizioni di emergenza, con l'utilizzo di meccanismi di ottimizzazione e con l'analisi delle prestazioni. Tutti questi dispositivi di concezione permettono l'esplorazione di un mondo possibile senza porre la forma a priori, ma piuttosto come un fenomeno risultante. Le geometrie di questi processi sono spesso complessi ed sono principi connessi alla fabbricazione digitale che permettono una reinterpretazione, una realizzazione ed un'implementazione costruttiva di queste proto-forme.

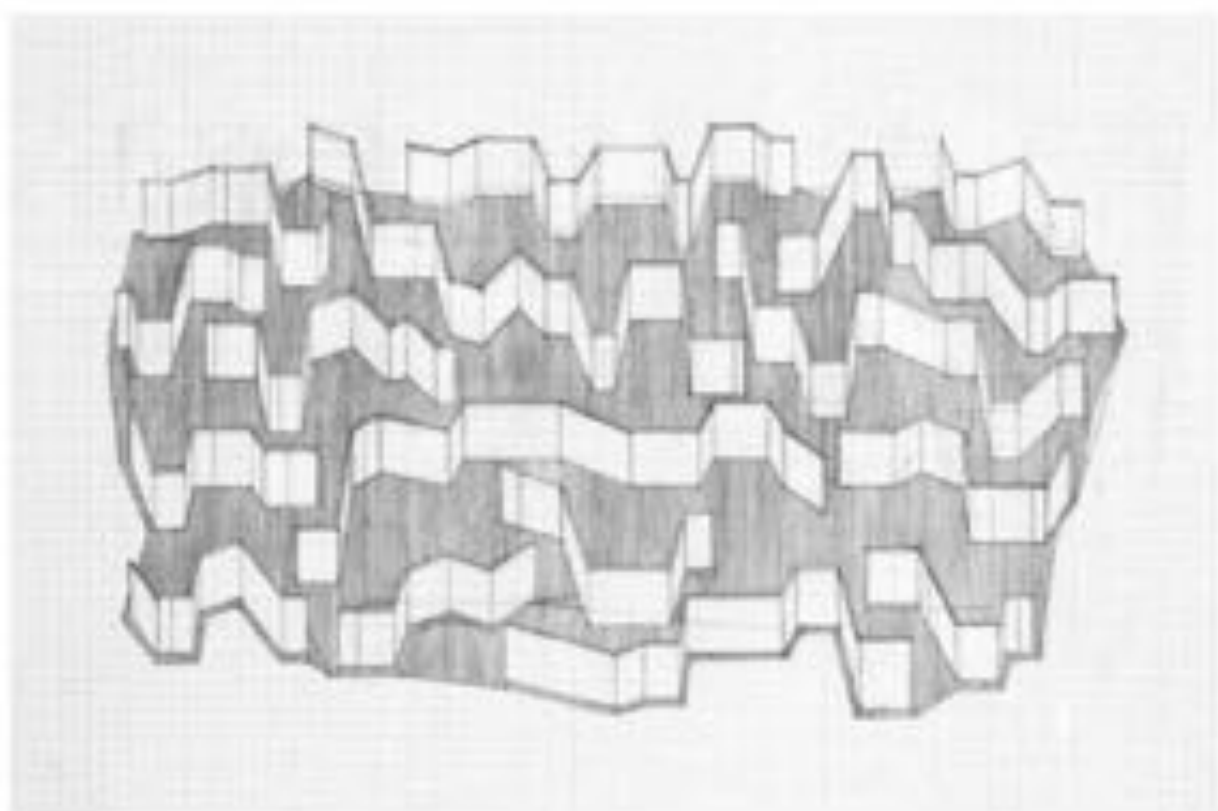
La fabbricazione digitale impone le proprie strategie di produzione attraverso lo sfruttamento di opportunità ma anche di vincoli, di macchine e di materiali. La logica di fabbricazione è quindi integrata nelle strategie di concezione, evitando una mimica di processi stabiliti in una costruzione tradizionale, e piuttosto cercando un'innovazione attraverso la creazione di nuovi processi sfruttando le qualità di queste macchine digitali, di strumenti di modellazione e del continuum di progettazione e fabbricazione. Così una nuova architettura emerge e la sua costruzione non può essere effettuata con dei metodi tradizionali. Per Bonwetsch (Bonwetsch e al. 2007b) i metodi di fabbricazione automatica saranno esplorati dal settore delle costruzioni, quando i componenti prodotti digitalmente dimostrano i loro valori in termini estetici, economici e pratici. Inoltre un reale sviluppo di tale tecniche non possono essere fatte che con l'incorporazione dei loro principi nel corso delle fasi di progettazione architettonica.



*Figura 80- La piega di legno - dalla forma al materiale. (Buri, 2010)*

## PARTE TERZA

### Modello piega di supporto alla fase creativa del progetto



*"Drawing with Rules", Amelle Rydqvist, from the archives of Manfred Mendosa  
[www.fackmannen.se](http://www.fackmannen.se) | copertina tesi di dottorato \_ *Architectural prototypes II*  
(Runberger, 2012)*



# 6. Validazione del modello "piega"

Questo capitolo presenta dei progetti architettonici che sono una fonte importante per concepire e definire il nostro modello "piega", dando un aspetto e un modo diverso di contestualizzarlo e che sia più operativo come supporto alla fase creativa del progetto: spostando l'attenzione da una comprensione riflessiva e una diffusione di progetti completati a una descrizione di processi di progettazione futuri.

## 6.1. Concezione di un museo a partire dal modello "piega" Gilles Pignon

Gilles Pignon ha dato come oggetto ai suoi studenti la concezione di un museo a Louvain-la-Neuve in Belgio. L'idea seguita dallo studente è di connettere il museo alla città attraverso la sovrapposizione di due bande piegate: queste due bande si collocano nell'estensione delle strade esistenti e il loro incrocio costituisce un pretesto per realizzare la circolazione verticale del museo. Questa circolazione riprende il principio circolatorio elicoidale del museo di Guggenheim di Frank Lloyd Wright (figura 74).

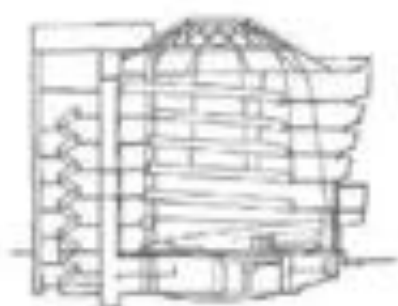


Figura 81 - Sezione mostrante il sistema di circolazione del museo Guggenheim di New York (wetzel, 2009)



Figura 82 - Intenzioni del progetto (wetzel, 2009)





Figura 53- Planimetria in cui si vede l'impatto del museo sulla città (wetzel, 2009)

Le pieghe necessarie allo sviluppo del progetto sono state realizzate con il modello "piega". L'utilizzo di tale modello ha permesso al progettista una varietà di soluzioni variando i parametri del modello.

Lo studente ha potuto da questo principio finalizzare il progetto tenendo conto principalmente di tre vincoli:

- Strutturali,
- Funzionali,
- Estetici.



Figura 54- Insieme di alternative esaminate dal progettista (wetzel, 2009)



*Figura 65- Ultime variazioni del progetto (wetzel, 2009)*

Possiamo vedere il gran numero di soluzioni proposte. Con il modello "piega", il campo di indagine coperto dal progettista, potrebbe essere più grande e composto da una varietà di parametri basati sulla ricerca della modellazione tridimensionale parametrica.

Dopo la creazione dell'involucro esterno del progetto, lo studente continua la formalizzazione del progetto, cambiando scala: le aperture, le funzioni di costruzione, etc... (figura 79) Da questo punto di vista il modello "piega" trova il suo limite, perché agisce solo sulla dotazione complessiva. Pertanto, esso è destinato esclusivamente ad un momento di ricerca formale per la fase creativa del progetto.



*Figura 86- Vista prospettica del progetto (Wetzel, 2009)*

## 6.2. Concezione di una casa d'abitazione a partire dal modello "piega"

I vincoli indicati dallo studio BAAM architecture per progettare la residenza di Mr. e Mrs. Doll sono principalmente legati al sito del progetto su un terreno scosceso sulle alture di Altkirch (Haut-Rhin). I clienti hanno espresso il desiderio di avere un edificio con una forte identità formale.

L'architetto Johann Froeliger ha basato il suo studio sulla forma di un progetto di ricerca per sfruttare la morfologia del terreno. Il suo primo schizzo (figura 80), che in seguito divenne l'idea principale del progetto, ha riportato due pieghe su una forma a "scatola".

L'architetto ha deciso di utilizzare il modello "piega" nella sua forma regolare.



Figura 87- Schizzo iniziale enunciando la forma della casa Doll (Wetzel, 2009)

La morfogenesi del progetto inizia con una forma "scatola", sulla quale l'architetto applica il modello "piega": due rette che fanno da cerniere. (figura 81)

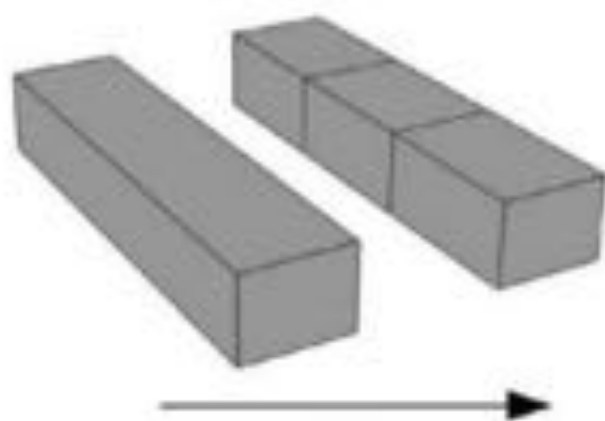


Figura 88- L'applicazione delle due rette su una "scatola" (wetzel, 2009)

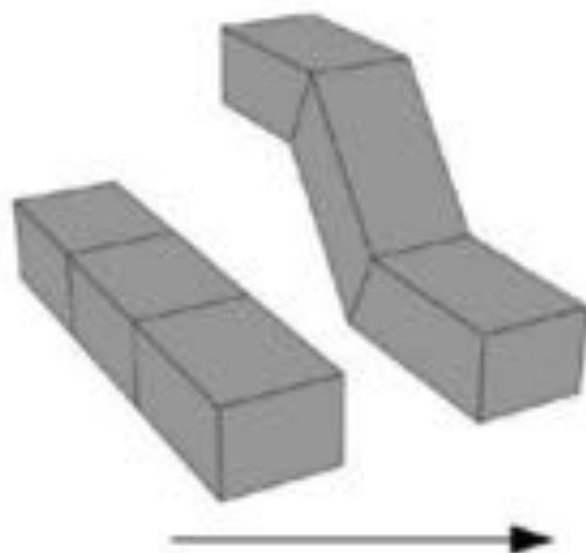


Figura 89- Variazione dell'angolo della piega (wetzel, 2009)

Il progettista ha eseguito più operazioni variando il parametro dell'angolo (figura 82, figura 84, figura 85) della piega, il posizionamento delle pieghe (figura 83) e ha modificato la geometria iniziale.

Le motivazioni alla base di queste variazioni sono principalmente tecniche: esse sono legate alla pendenza del terreno e la pendenza delle scale, facendo collegare i due volumi derivanti dalla piega.

L'uso del modello "piega" è stato di grande aiuto per l'architetto durante la fase creativa del progetto e, gli ha permesso di regolare la forma più economica del progetto rispondendo ai vincoli stabiliti dal cliente e dalla topologia del terreno.

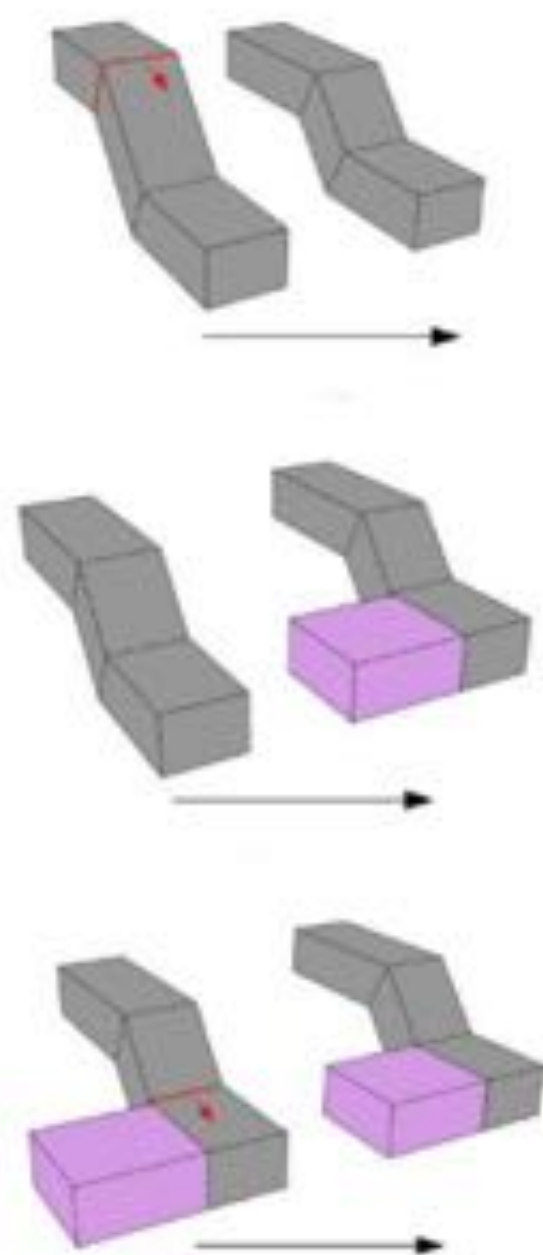


Figura 90- Spostamento, aggiustamento e allineamento della piega. (Wetzel, 2009)

I vincoli programmatici entrano in gioco e spingono il progettista ad aumentare le dimensioni della casa, aggiungendo un'altra "scatola" (Figura 83).

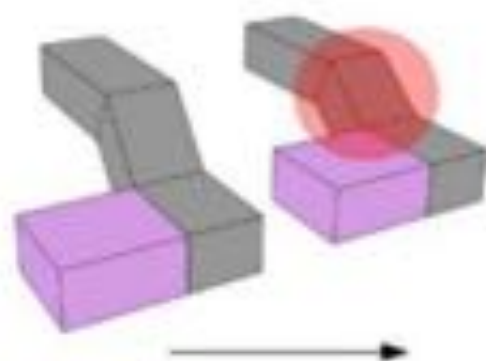


Figura 91 - Variazione dell'angolo della pigna in funzione della pendenza del terreno (wetzel 2009)

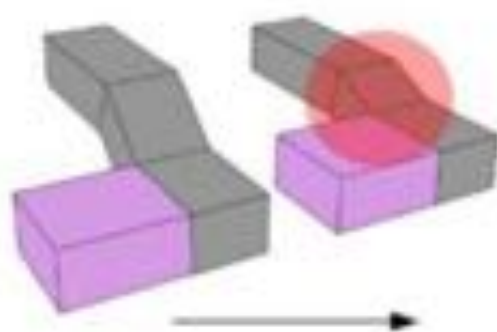
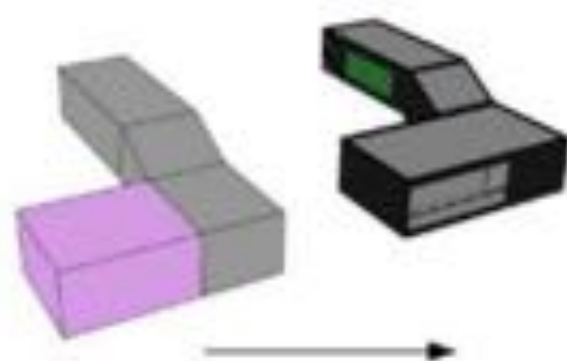


Figura 92 - Variazione dell'angolo della pigna in funzione della pendenza della scala della casa (wetzel 2009)





*Figura 93- Aumento dei dettagli al fine della realizzazione della casa (wetzel, 2009)*

A seguito del processo di definizione della forma generale del progetto, l'architetto ha cambiato scala e ha aumentato il livello di dettaglio, incorporando le aperture e la distribuzione interna (Figura 86).

L'uso del modello "piega" ha aiutato l'architetto a una formalizzazione rapida e parametrica dell'idea principale del progetto. Ha permesso la valutazione e la formalizzazione di diverse alternative del progetto.

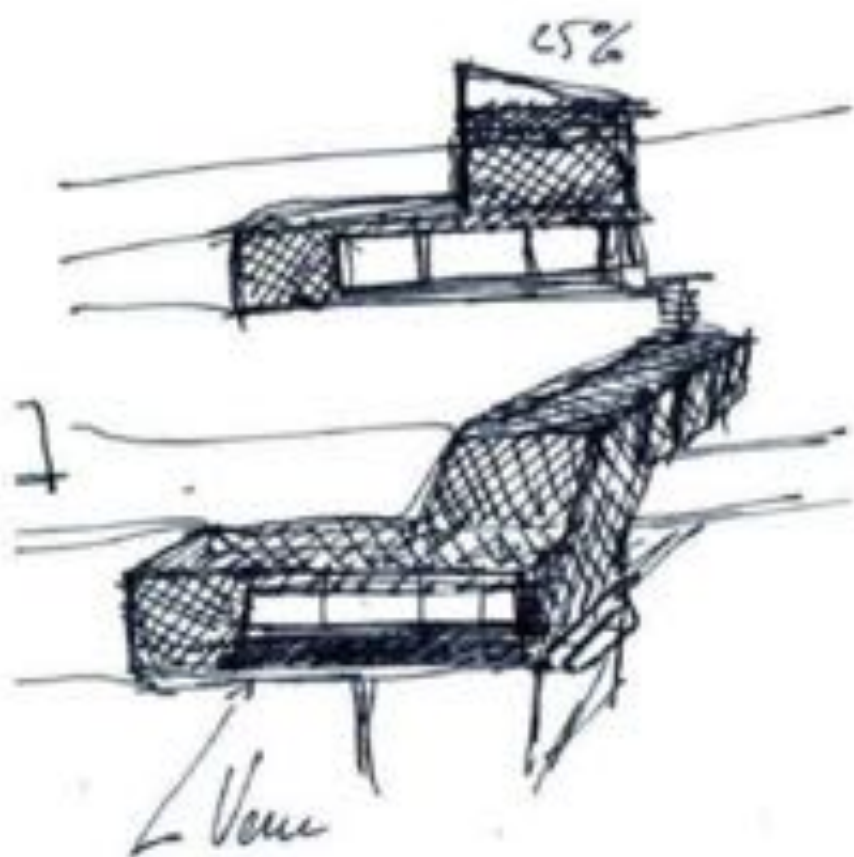


Figura 94- Schizzo per individuare le aperture e gli impianti della casa (wetzel, 2009)



Figura 95- Vista prospettica del progetto (wetzel, 2009)



Figura 96- Pianta, piano terra (wetzel, 2008)



Figura 97- Pianta, primo piano (wetzel, 2008)

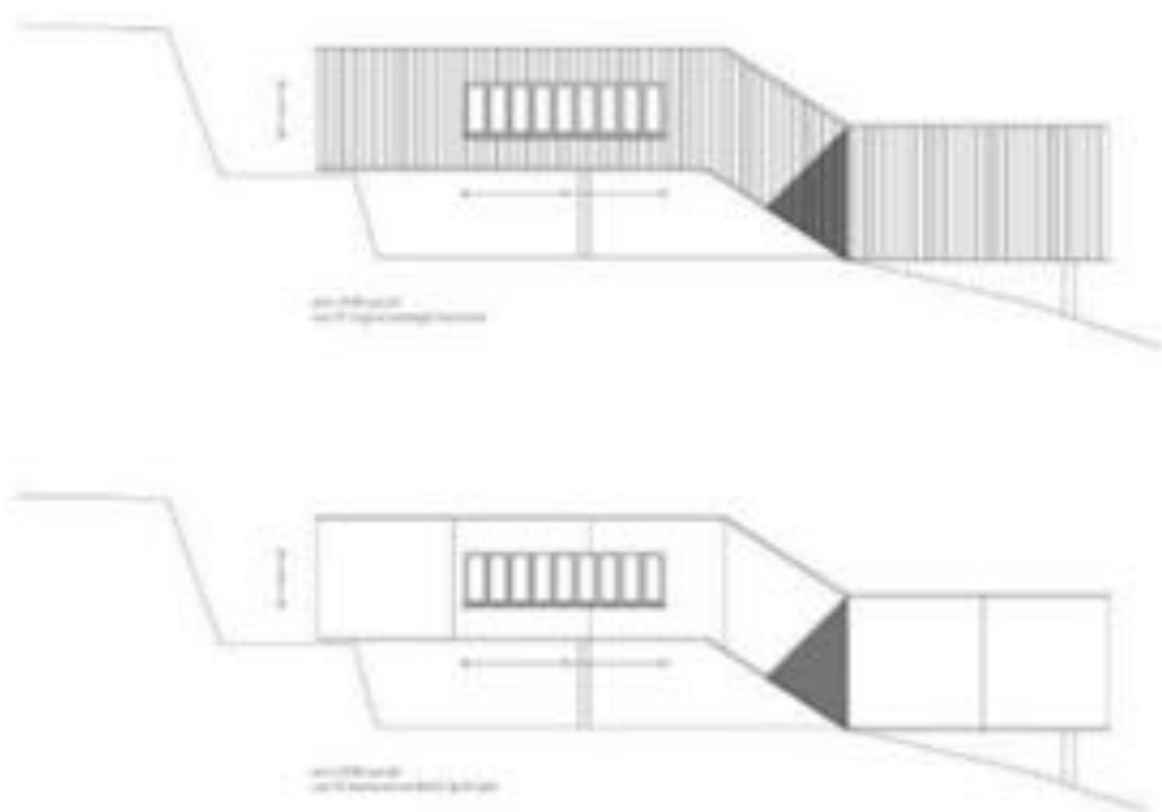
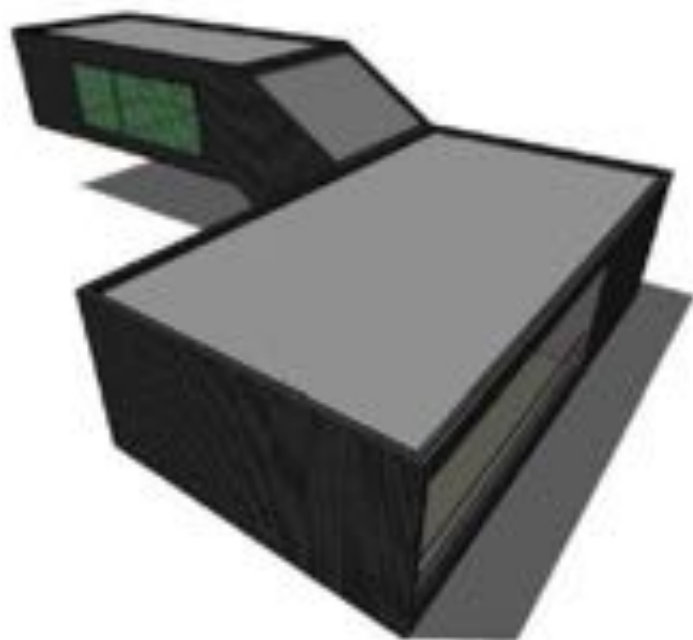
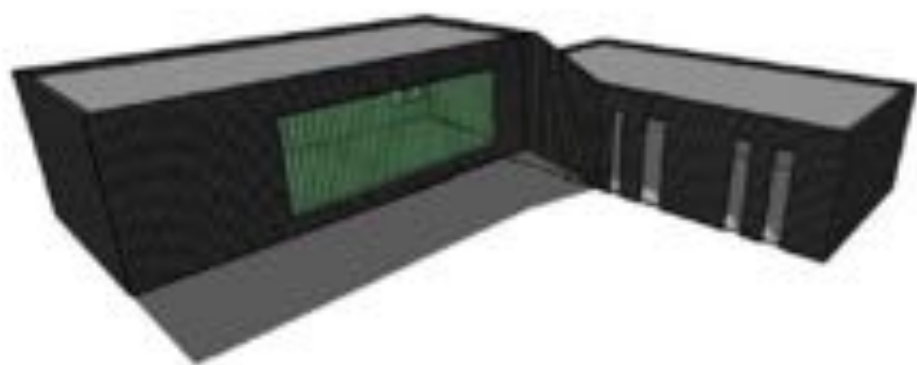


Figura 98- Prospetti del progetto (wetzel, 2009)



Figura 99- Sezione del progetto (wetzel, 2009)



*Figura 100- Viste prospettiche del progetto (Wetzel, 2009)*

### 6.3. Cappella provvisoria, Saint Loup, Danilo Mondada.

Nella primavera del 2007 le suore di Saint Loup a Pompaies hanno organizzato un concorso per trasformare e rinnovare il loro convento. Questa ristrutturazione prevedeva trasformazioni importanti tanto che le suore si sono dovute trasferire poiché avevano bisogno di un posto temporaneo per il culto durante i lavori di ricostruzione che sarebbero durati 18 mesi. Lo studio Localarchitecture insieme a Danilo Mondada ha vinto il concorso per la cappella provvisoria. (Buri, 2013)



Figura 101- Vista prospettica frontale del progetto.

La sfida era: come progettare e costruire in tempi molto brevi un luogo di culto con una soluzione pragmatica e prezzi ragionevoli mantenendo una qualità spaziale e simbolica?

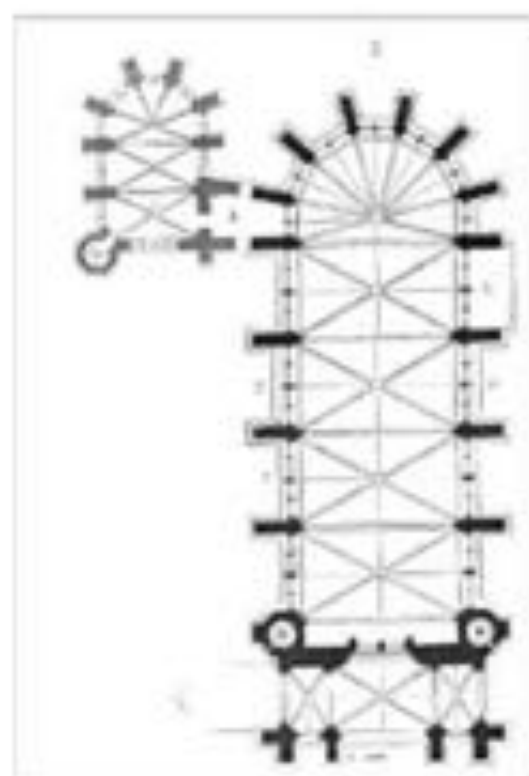
Lo studio Localarchitecture propone una collaborazione con il laboratorio dell'BOIS. Gli studi che sono stati effettuati sulle strutture piegate in legno

hanno rafforzato l'interrelazione tra le qualità fisiche e ambientali del legno e le potenzialità geometriche della piega, sia strutturali sia plastiche.

Già i primi modelli di carta hanno convinto la comunità delle suore dell'opportunità di una tale soluzione. Nel giro di poche settimane, lo studio ha sviluppato il progetto destinato alla cappella provvisoria.



a)



b)

Figura 102 - a) Origami della cappella b) pianta della Santa cappella Parigi (Buri, 2013)

Quale semantica è stata comunicata tramite l'idea della piega? Che qualità di spazio è stato integrato dal modello piega?

Questo progetto interpreta le caratteristiche spaziali e strutturali di una cappella tradizionale:

una semplice navata centrale, la struttura e la luce che danno un ritmo allo spazio, un chiaro orientamento assiale dello spazio verso il coro, un portico come spazio di transizione dall'esterno all'interno, e un campanile che contraddistingue l'edificio religioso.



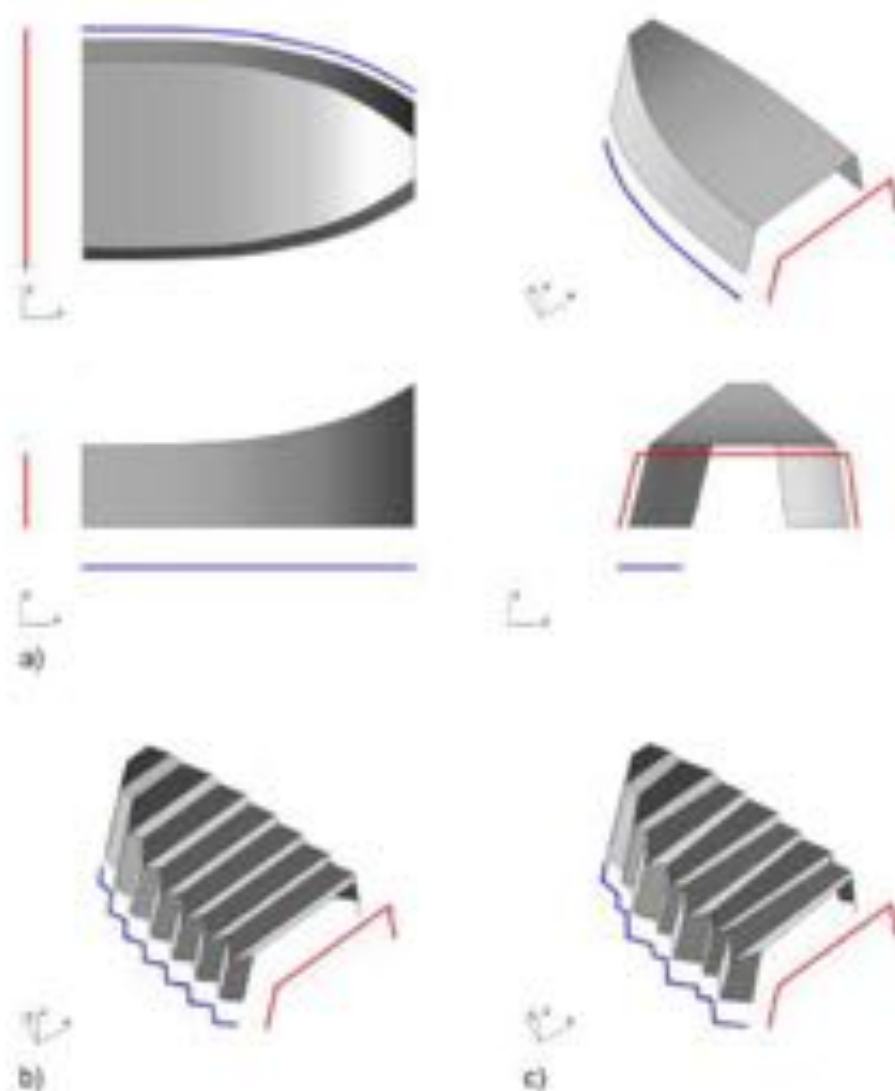


Figura 103- Geometria della cappella e sezioni (Burt, 2010)

In una singola forma sintetica, la geometria della cappella integra i vincoli spaziali, strutturali, costruttivi ed acustici. Il progetto della cappella di St. Loup riesce a promuovere l'interazione tra progettazione architettonica e concezione strutturale, procedendo alla sua realizzazione grazie a uno strumento digitale. "La qualità del progetto è la sua capacità di generare, da una precisa regolazione della sua geometria, delle risposte pertinenti e sintetiche ai vari vincoli: (1) uno spazio religioso con un elevato carattere emozionale, funzionale e simbolico; (2) una soluzione strutturale efficace; (3)

integrazione della struttura e dell'involucro spazio in un unico volume; (4) semplice drenaggio dell'acqua piovana; (5) alta qualità acustica e della luce". (Buri, 2013)

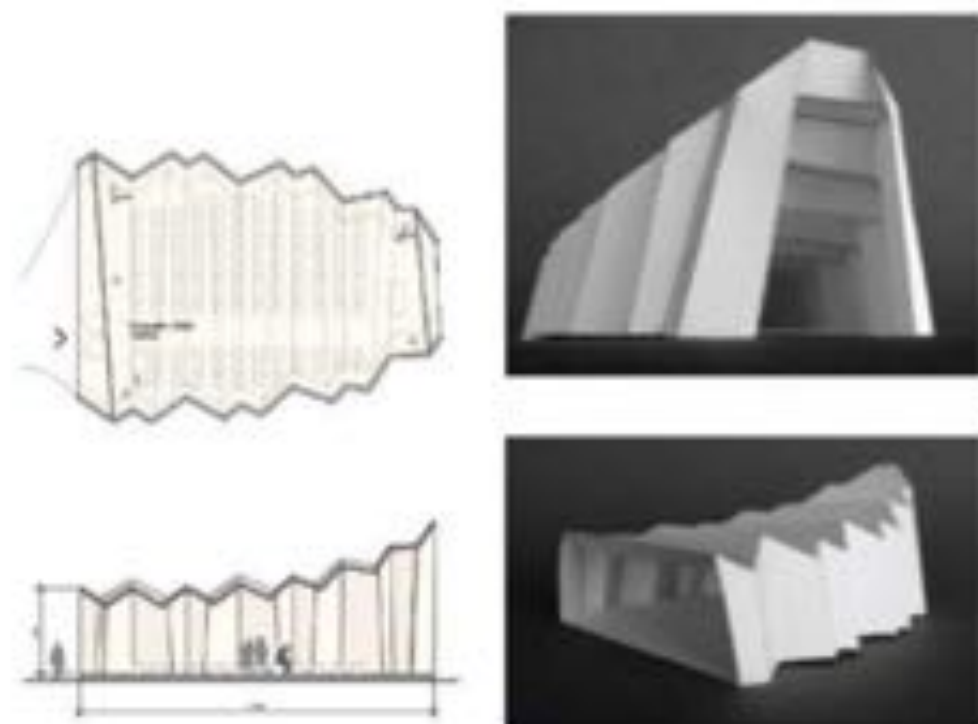


Figura 104- A destra viste prospettive del modello a sinistra pianta e sezione del progetto (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)

Un esperimento condotto da Jean Claude Bignon per la ricostruzione della cappella St Loup fornisce un modello che si basa sull'involucro strutturale composto da pannelli di legno; con un primo approccio morfologico e una piccola regolazione dell'altezza si permette l'approssimazione del volume piegato della cappella. Un intervallo nella curvatura della parte della copertura è stato trovato e può essere spiegato. In un secondo approccio morfologico, l'algoritmo piegatura è perfettamente adattato per la superficie iniziale però il tasso di errore di questa è in aumento e la distanza tra la forma iniziale e la forma piegata diventa troppo grande. Una correzione dei

parametri quindi, si doveva fare in diversi passaggi per rispettare il ritmo alternato della cappella, inoltre, la costruzione geometrica della piega, come definita dal nostro algoritmo, genera delle pieghe regolari e necessita delle modifiche.



Figura 105- Il processo della piega adottato da (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)



Figura 106- Ricostruzione del progetto. (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)

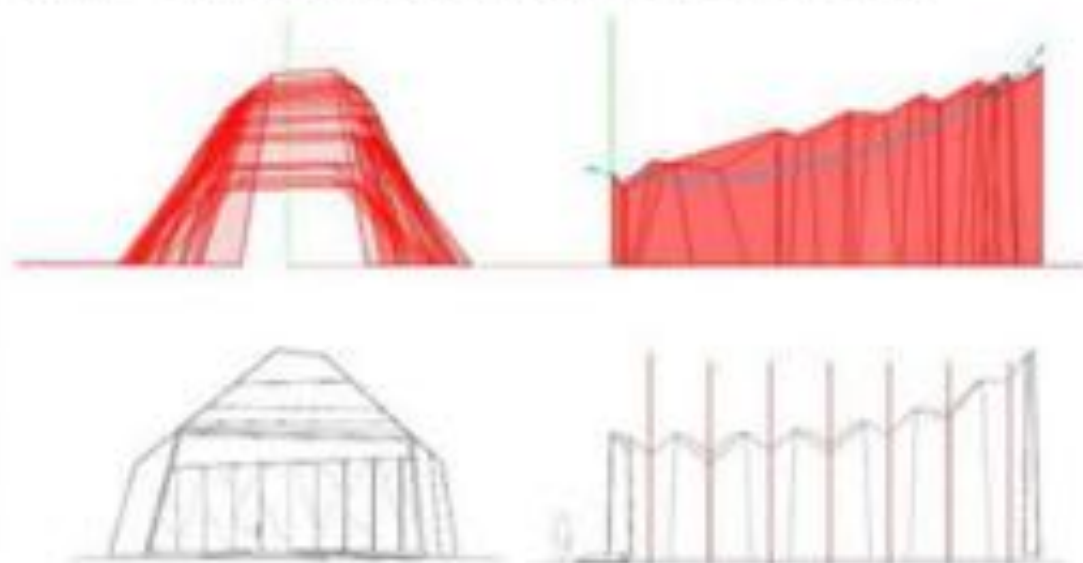


Figura 107- Viste frontali e laterali del progetto. (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)

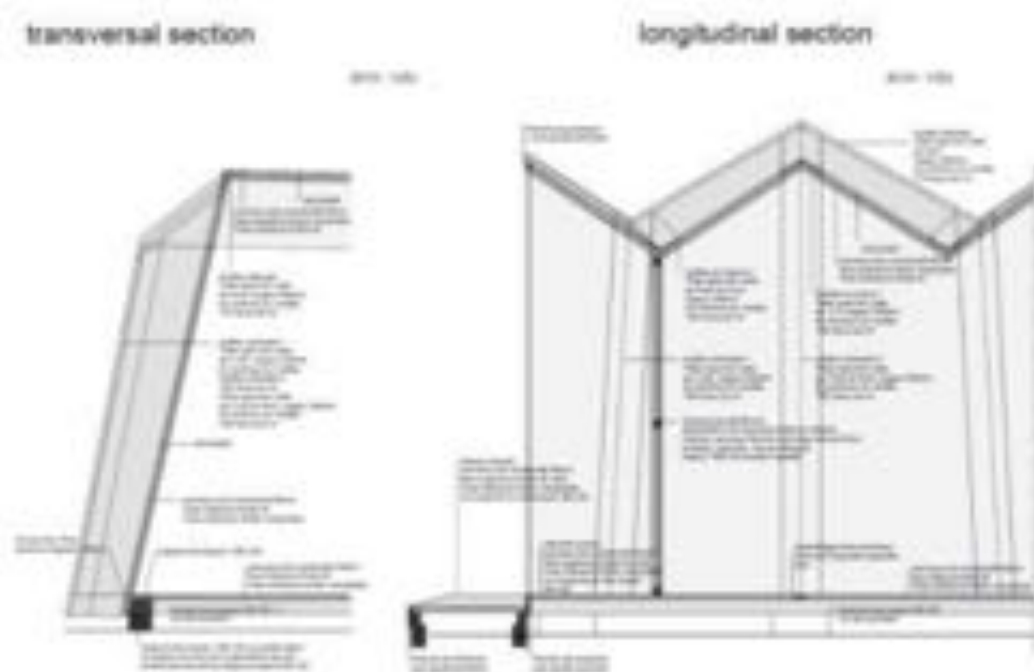


Figura 108- Sezione trasversale e longitudinale del progetto (Burl, 2010)



Figura 109- Vista prospettica durante il montaggio (Burl, 2010)



*Figura 110- Vista esterna (sopra) e interna (sotto) del progetto (Foto di F. Hatt) \_ (Buri, 2010)*



*Figura 111 - Vista interna (sopra) e laterale (sotto) del progetto (Foto di F. Hutt) \_ (Burl, 2010)*

#### 6.4. Progetto di ampliamento SHARE / MIX / INVITE

Gli studenti E Wifstrand, R Alarcon, KTH Studio\_Novembre 2010

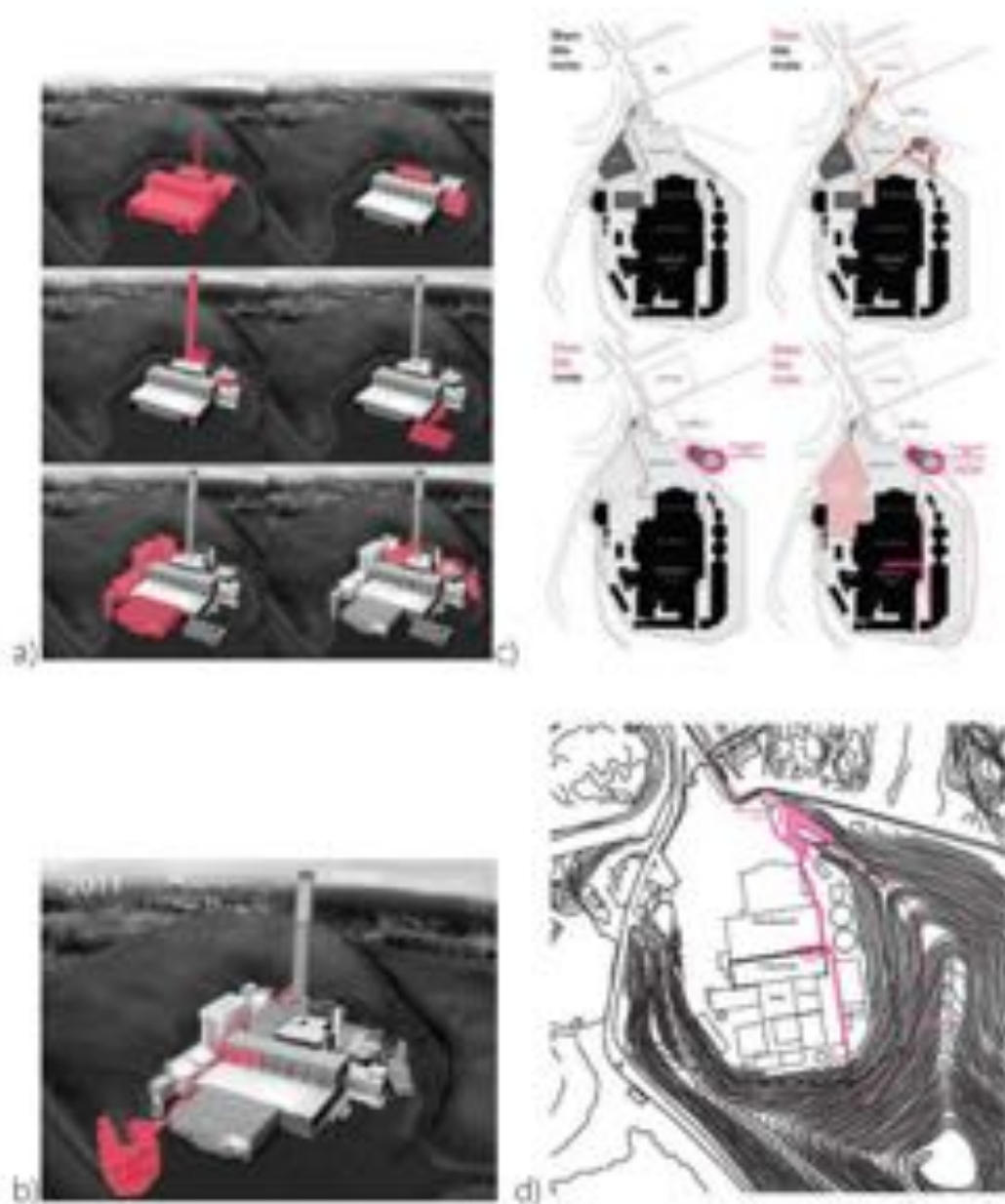


Figura 112 – i diversi ampliamenti subiti negli ultimi 40 anni della centrale termoelettrica di Högdalen (Rurberger, 2012)

La scuola di Architettura KTH ha dato il compito a degli studenti di progettare un centro visitatori, per la centrale termoelettrica di Högdalen. Il progetto "Share / Mix / Invite" è basato sullo sviluppo iterativo dello

stabilimento dal 1970 in poi al fine di identificare uno sviluppo futuro che trova una posizione adeguata per l'ampliamento (figura 101a). L'ampliamento proposto aggiunge una nuova identità al complesso, ed esplora adattamenti delle logiche formali simili e le loro prestazioni strutturali e architettonici.

Questo ha fornito una comprensione che un centro di sfollati, con passaggi sopraelevati connessi, sarebbe un modo appropriato per lo sviluppo e l'accesso infrastrutturale esterno ed interno al sito individuando i siti specifici per coinvolgerli con essi. (figura 101b,c). Il terreno a sud della centrale è stato anche incluso nel programma, permettendo lo sviluppo di un passaggio ad anello (figura 101d).

Un importante punto di partenza sono le passerelle elevate. La decisione è stata presa al fine di renderle come strutture auto portanti, utilizzando una cosiddetta struttura tubolare geodetica che consentirebbe anche una libertà di utilizzo del materiale dei pannelli, a sua volta offrendo stupende vedute della struttura. Uno schema triangolare iniziale è stato perfezionato attraverso l'analisi strutturale e ha fornito una soluzione sia architettonica sia strutturale (figura 103, 105). La volumetria del centro stesso è basata sulle caratteristiche del terreno, nonché sulla possibilità di accesso. (figura 102b) Ciò è stato ulteriormente informato dalla decisione di schierare un principio di triangolazione simile all'involucro edilizio in due gamme, come struttura primaria e come sostegno dei pannelli (figura 102a).

La distribuzione della travatura triangolare è un fattore importante nello sviluppo di un'identità formale, sia dalla vista esterna, sia nel creare un passaggio articolato per il visitatore. L'espressione esterna è stata



ulteriormente migliorata nell'uso del colore, attraverso schermi con stampe su tutti i pannelli che rimarrebbero bianchi all'interno (figura 105). Il percorso coreografato inizia dall'ingresso fino al belvedere con un passaggio continuo nei corridoi (sopraelevati (figura 102b, 104). Attraverso il passaggio elevato i visitatori possono ottenere una visione d'insieme della struttura e le riunioni possono essere effettuate in luoghi diversi, come parte di un tour. Il deposito di rifiuti, in cui quest'ultimi vengono sollevati nel forno, è stato considerato un attrattore principale, e il passaggio qui si trasforma in una sala conferenze (figura 104). L'approccio geometrico di triangolazione è stato sviluppato inizialmente come elemento strutturale dei passaggi, come un involucro con le prestazioni strutturali. La volumetria del centro principale ha permesso un gioco tra il progetto di ampliamento e il terreno, pur permettendo un edificio convenzionale. L'ottimizzazione strutturale è stata condotta solo in una fase concettuale, ma un ulteriore sviluppo avrebbe permesso la progettazione di una soluzione strutturale efficiente in cui avrebbe potuto essere minimizzata la struttura generale dell'edificio.

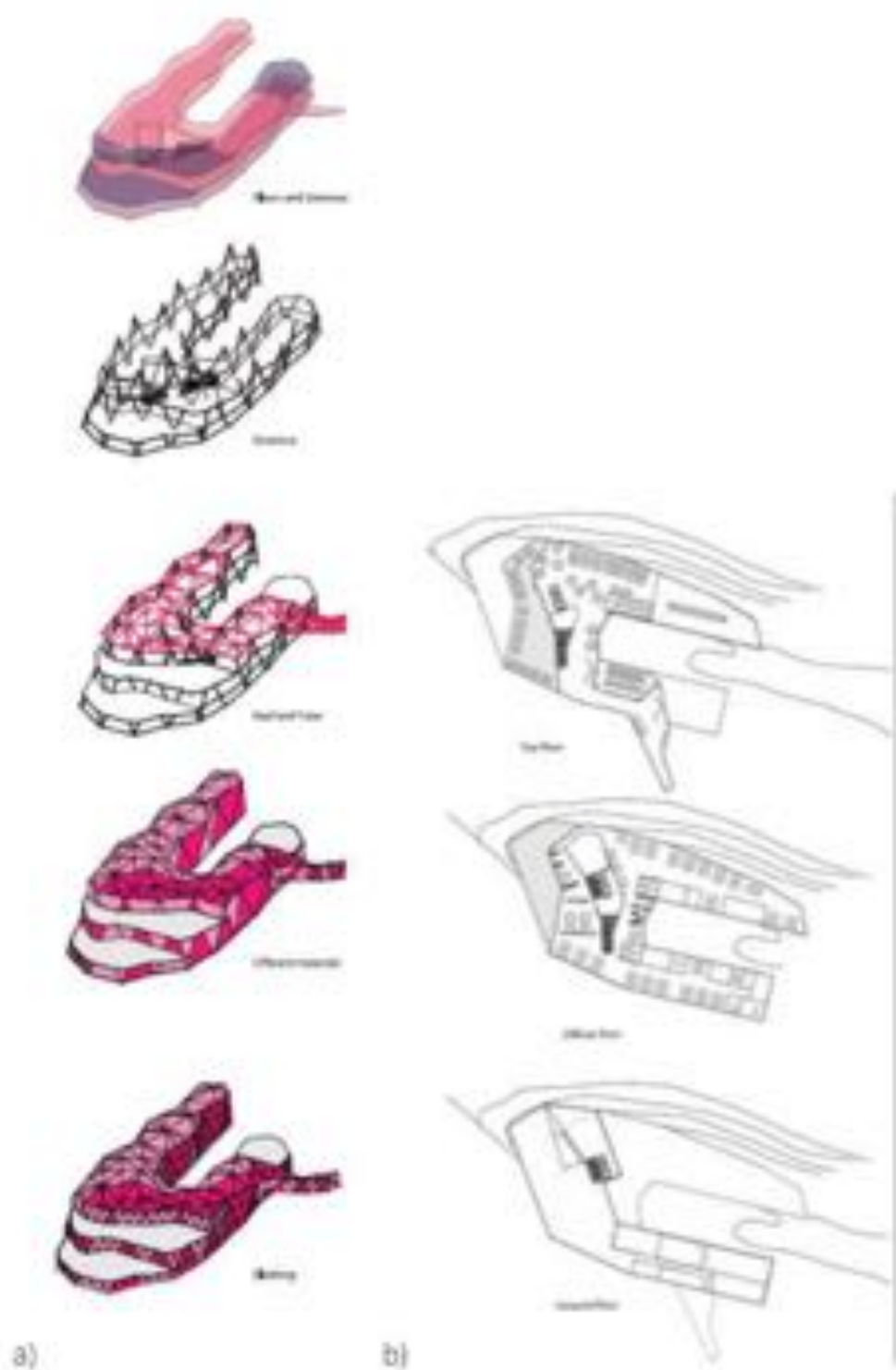


Figura 113- a)Le varie parti strutturali del progetto di ampliamento \_b) le piante dell'ampliamento (Runberger, 2012)

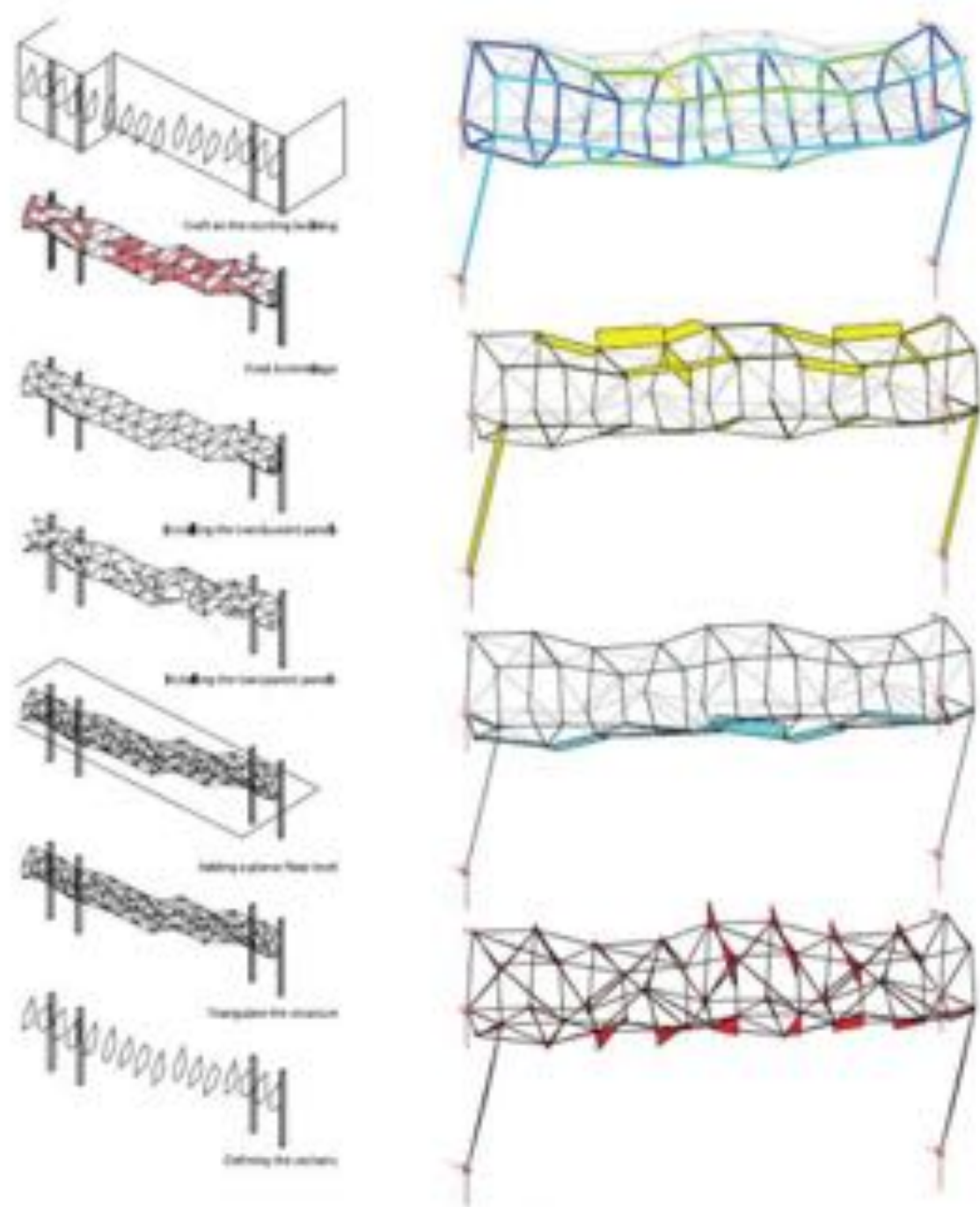
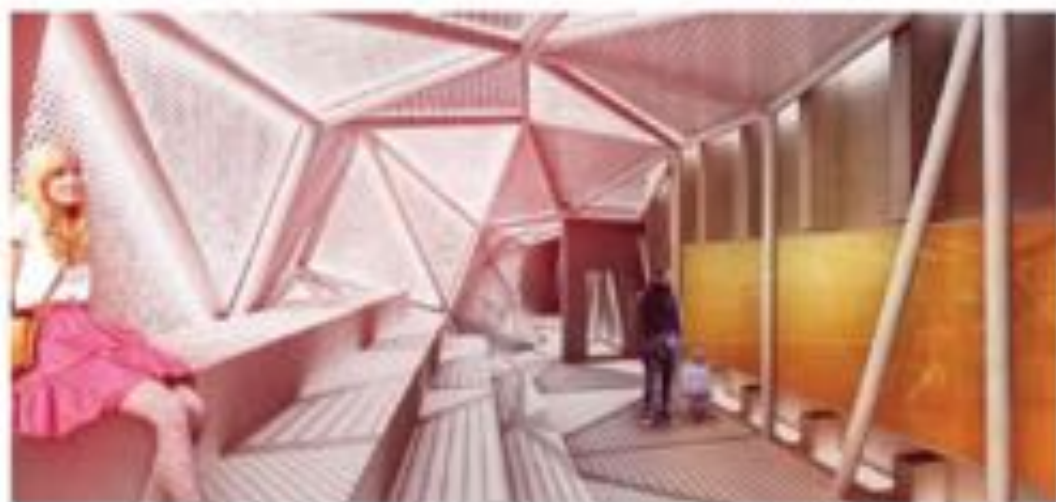


Figura 114- Le fasi di progettazione e l'analisi strutturale della struttura geodetica (Rurberget, 2012)



*Figura 115- Viste prospettiche interne del progetto (Runberger, 2012)*



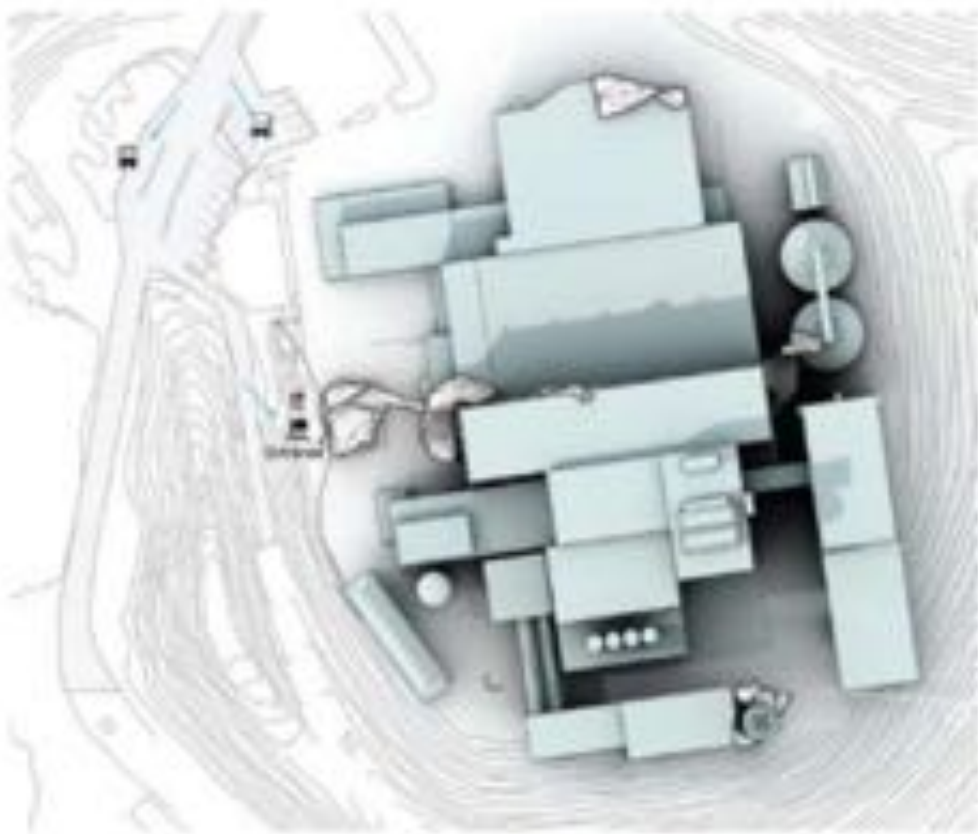
*Figura 116- Sezioni prospettiche del progetto (Runberger, 2017)*



*Figura 117- Vista prospettica notturna del progetto (Runberger, 2017)*

## 6.5. Progetto di ampliamento Adjust[ed] Folding

Gli student G Stouck, E Esra Top, KTH Studio, Novembre 2010



*Figura 118- Planimetria con l'ampliamento proposto della centrale termoelettrica di Högdalen (Rurberger, 2012)*

L'altro progetto di ampliamento per la centrale termoelettrica di Högdalen è il progetto "Adjust[ed] Folding". Un nuovo principio formale usato in tutte le parti del progetto ha aggiunto una nuova identità e ha fornito un'opportunità di un approccio integrato riguardo ai modelli di progettazione digitale e agli studi performativi. La triangolazione è qui utilizzata per un rivestimento autoportante piuttosto di avere un sistema strutturale separato.

Utilizzando la struttura esistente dello stabilimento per organizzare e sostenere la nuova proposta, il progetto di ampliamento è iniziato nell'identificazione dei punti chiave di interesse per il visitatore, nelle relazioni programmatiche e nei concetti formali (figura 107). La principale strategia di progettazione formale basata sulla metafora di un foglio di carta accartocciato poi raffinata a superfici piegate, è stata sviluppata in risposta diretta al montaggio caotico della centrale (figura 108). La volumetria della struttura e la necessità di un netto passaggio ha dato ulteriormente un principio di volumetrie, di pannelli piegati semi-collegati alla struttura esistente (figura 109). Nei primi studi, la carta era semplicemente drappeggiata intorno ai diversi elementi di un modello (figura 110). Il passaggio a un principio di piegatura più definito è stato facilitato attraverso la triangolazione di cartone e ha consentito un rapporto più preciso per le strutture esistenti (figura 117). Il concetto è stato inoltre integrato da esigenze programmatiche, come ad esempio lo spazio semi-chiuso all'esterno, il passaggio sopraelevato, l'atrio, la sala conferenze e gli spazi espositivi, in cui la qualità delle lastriforme fornisce una superficie di passaggio, un riparo dal sole e delle viste panoramiche (figura 105-107).



Figura 119- Il concetto alla base del progetto (Rinberger, 2012)

Il principio di base di questa superficie pieghevole potrebbe essere prima studiato in sezione (figura 109), le caratteristiche spaziali potrebbero essere ulteriormente sviluppate solo attraverso un sistema parametrico di superfici triangolari, controllati spostando i punti di controllo di ciascun triangolo (figura 113). Il principio per la configurazione di questo sistema complesso di superfici triangolari era la manipolazione manuale di punti, consentendo una formazione intuitiva di spazi come necessario ed appropriato per gli edifici esistenti. Un ulteriore problema era caratterizzato dalle condizioni climatiche e di luce giorno locali. Utilizzando il software per le prestazioni ambientali, un'analisi del clima rispetto all'anno ha fornito delle informazioni sui requisiti termici adatti per le diverse zone del centro e lo studio legale equivalente ha fornito ulteriori indicazioni sulla localizzazione del centro oltre le ombreggiature dalla struttura e la vicina collina terreno di riempimento (figura 01-067). Una volta che la volumetria della piega è stata istituita, è stata anche valutata l'esposizione della luce sulle superfici diversamente inclinate (figura 111), che in combinazione con le definizioni, costituisce la base per la decisione della progettazione delle aperture e del posizionamento esatto dei pannelli.

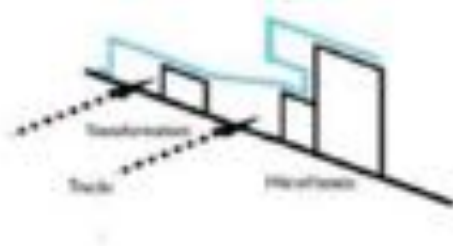


Figura 120- L'interattività con l'edificio esistente (Runberger, 2012)

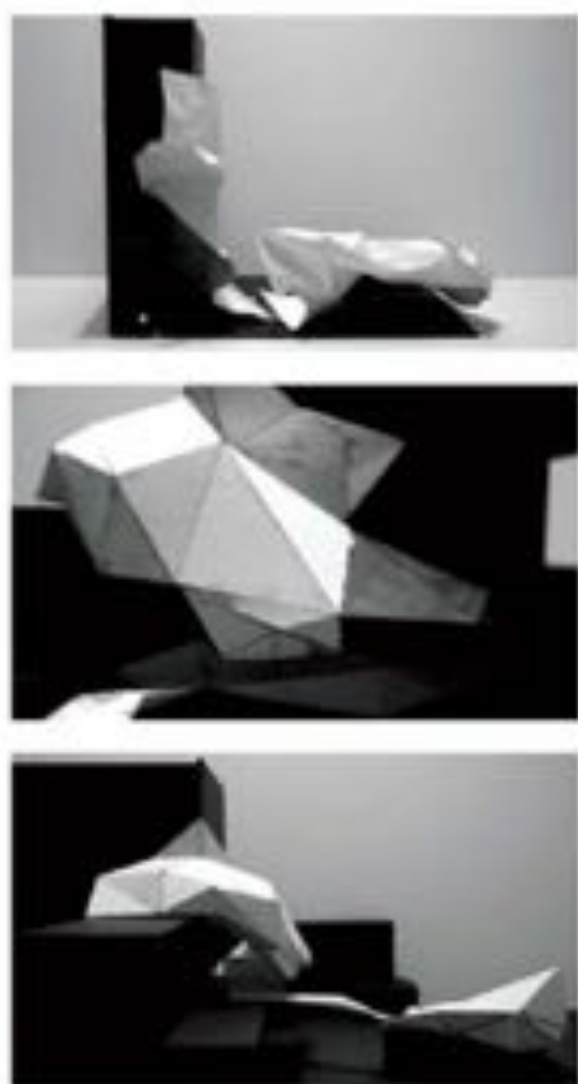
L'esplorazione di progettazione nei modelli digitali parametrici sono stati paralleli con i modelli fisici; il modello concettuale iniziale di carta



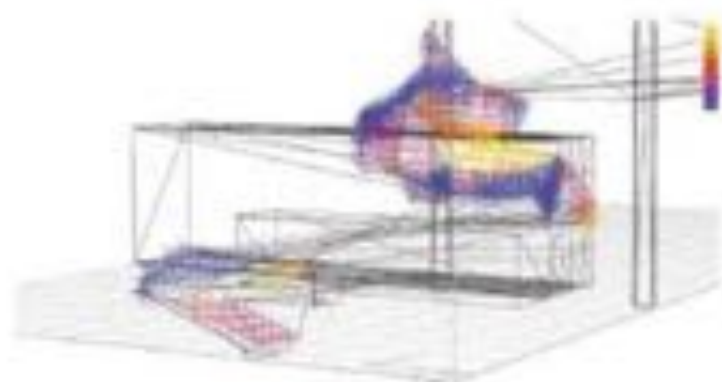
accartocciata esplora delle volumetrie generali e come le superfici potrebbero essere topologicamente connessi a realizzare spazi e passaggi (figura 110), e il raffinamento del modello piegato prodotto da taglio laser dal file digitale, potrebbe meglio valutare e comprendere le qualità spaziali e le capacità strutturali generali (figura 110). Il disegno complessivo dipende dalla stabilità strutturale dei singoli pannelli triangolari. I bordi triangolari sono stati progettati come elementi strutturali principali, suddivisi per rinforzi interni. Il sistema waffle imposta le restrizioni per le aperture più piccole in termini di posizione e l'ammissione di luce nel corso delle stagioni [14]. Ogni pannello potrebbe avere una composizione unica, per soddisfare i requisiti particolari riguarda il comfort visivo, termico e acustico e la capacità strutturale [15 - 17].

Il centro visitatori è situato all'interno di spazi creati su strutture di lamiera in torsione e in piega, che prevede anche il passaggio su importanti vie di trasporto (figura 115). Le strategie formali danno particolari qualità spaziali: nessuno spazio è completamente chiuso e i lati sono aperti e le vetrate sono utilizzate come divisorio, nessuno spazio è generico o neutro, la geometria fornisce una moltitudine di varianti formali e delle condizioni locali (figura 110, 115, 116). L'ampliamento oltre il centro visitatori conferma la trasformazione di identità, e aggiunge ulteriori funzioni, come una piattaforma panoramica (figura 116).

Il modello piega e triangolazione è all'origine di diversi aspetti del progetto, come le volumetrie, l'involucro esterno e l'organizzazione spaziale.



*Figura 1.11- forma concettuale e plastico della volumetria (Runberger, 2012)*



*Figura 1.12- Analisi ambientali in Ecotect (Runberger, 2012)*

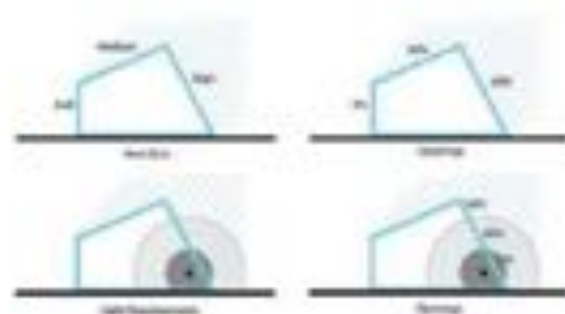


Figura 1.23- Decisioni sui requisiti della luce (Runberger, 2012)



Figura 1.24- Principi parametrici per la geometria (Runberger, 2012)



Figura 1.25- Piante sulle parti principali del progetto (Runberger, 2012)



Figura 1.26- Sezione sull'atrio e sulla sala lettura (Rurberger, 2012)



Figura 1.27- Sezioni sulla sala lettura (Rurberger, 2012)



Figura 1.28- Vista prospettica dalla piattaforma panoramica (Rurberger, 2012)

# 7. Riflessioni

Il punto di partenza di questa ricerca è il concetto di modello. Nell'introduzione, mi sono chiesto com'è possibile modellare il processo di un progetto architettonico? Ritengo che un possibile punto di partenza sia quello di assumere un pensiero morfo-semantico a base di piega all'interno di un modello teorico generale: questo modello permette di dare una risposta alla domanda principale di questa tesi (capitolo 1).

## **7.1. Approccio a un modello per la ricerca progettuale**

Ho cercato di disegnare un primo modello di piega che promuovesse l'interazione tra progettazione architettonica e concezione strutturale, procedendo alla sua realizzazione grazie a uno strumento digitale. La piega fa parte oggi dei nuovi linguaggi contemporanei in architettura: la ricerca morfologica, adattata sia per la capacità strutturale sia per quella formale della piega, è una fonte d'ispirazione per molti progettisti; la ricerca nel campo della geometria e della matematica ci ha permesso di determinare

che la creazione della forma è fortemente limitata dalla logica del processo di piegatura.

Gli esperimenti condotti in questo lavoro hanno definito le qualità e le debolezze del nostro modello: i suoi limiti morfologici risiedono nel modo di costruire la sua geometria. Sebbene il modello sia funzionale ed è accettabile in alcuni casi, la morfogenesi è caratterizzata da una particolare tecnica di piegature, causando un campo di applicazione troppo restrittivo delle possibilità di piega.

Una precedente esperienza nella pratica sperimentale e nella pratica convenzionale hanno contribuito a questo approccio: la preferenza generale di qualcosa aperto alla reinterpretazione e in continuo sviluppo sui progetti. Questa attitudine mi ha portato ad un interesse per molte cose, ma solo alcuni aspetti mi hanno colpito. Un modo di esplorazione che mi ha sempre affascinato poiché riguarda i progetti, i processi e le pratiche di un possibile futuro.

Il tema che propongo in questa ricerca è un tipo di conoscenza che ho trovato abbastanza rilevante, esclusivamente nella rivoluzione informatica che fornisce più possibilità. Credo che ci siano delle opportunità in attesa di essere esplorate nel campo informatico e il mio desiderio è che un modo speculativo di lavorare possa ancora comportare temi esterni rilevanti al processo di progettazione. Credo anche che ci sia un possibile rapporto tra la pratica sperimentale e la consapevolezza che esistono, all'interno della disciplina architettonica, altre discipline che coinvolgono la progettazione in architettura.

Inizialmente, la mia ambizione per questa tesi era doppia: la prima era quella di esplorare le potenzialità del design come metodo per la ricerca, la seconda era la ricerca sui processi di progettazione. Più tardi, ho focalizzato il mio interesse sull'esplorazione e sulle definizioni dei metodi di progettazione, in relazione all'idea del modello, portando un approccio di ricerca verso la pratica. Questo include anche quello che potrebbe comportare la ricerca in materia di progettazione digitale e che nella mia mente dovrebbe significare qualcosa al di là di un progetto architettonico rigorosamente sviluppato. Le osservazioni del processo e della progettazione sono state ritenute importanti.

La mia ambizione finale è quella di stabilire le due nuove prospettive come le vie essenziali da percorrere per la futura ricerca e pratica nel campo della progettazione digitale. I rapporti più intrinseci nella progettazione architettonica digitale in continua evoluzione e una modalità di pratica speculativa potrebbero essere definiti, e l'attuazione potrebbe essere sostenuta ulteriormente attraverso una profonda comprensione della priorità storica. In entrambe queste prospettive, un uso continuo di un modello potrebbe essere utilizzato, adattato e valutato continuamente.

## 7.2. Ricerche future

### 7.2.1. La piega, un'interfaccia tra architettura e ingegneria

Recentemente, con lo sviluppo di nuove tecniche legate alla robotica, l'utilizzo di nuovi materiali, il progresso di strumenti digitali e il linguaggio delle forme ha grippato le geometrie strutturali. Oltre alla sua dimensione plastica che arricchisce il linguaggio degli spazi e delle forme costruite, la piega porta grazie all'inerzia della forma una qualità strutturale economica. Questo è lo scopo della ricerca futura per affrontare e caratterizzare il concetto di piega strutturale in architettura e di presentare un modello in un ambiente digitale interdisciplinare, per progettare e realizzare delle strutture piegate in legno di architetture cosiddette non-standard.

### 7.2.2. La piega del legno in architettura

Seppur eccezionali, diverse realizzazioni dal carattere molto sperimentale hanno mostrato le potenzialità del legno per fare architetture particolarmente inventive. Tra queste, due realizzazioni recenti attestano l'interesse del principio della piega in architettura: il padiglione temporaneo a Osaka dello studio RAA Ryuichi Ashizawa Architects (Ashizawa, 2010) e la cappella St. Loup a Pompaples del raggruppamento di architetti Localarchitecture / Mondada (Mondada, 2008).

Questi due progetti dimostrano le virtù delle strutture piegate di legno, le loro qualità strutturali associate a quelle architettoniche. Infatti, una serie di pieghe orientate in maniera mono-direzionale, consente di irrigidire significativamente una superficie sottile: la portata è così aumentata e il materiale economizzato.



Diversi studi di ricerca, come quelli condotti dall'IBOIS laboratorio EPFL guidato da Y. Weinand (Buri, 2010) rafforzano chiaramente l'interrelazione tra le qualità fisiche e ambientali del legno con le potenzialità geometriche della piega, sia strutturali sia plastiche.

Nel campo dell'architettura e delle costruzioni di legno, lo sviluppo di nuovi elementi, come il rivestimento laminato, aprono le porte a risultati che stanno tornando ai linguaggi di morfologia strutturale e in particolare quello della piega (Weinand, 2010).

#### **Progetto post – sisma**

La città dell'Aquila nel 2009 ha subito un terremoto che ha annullato in pochi istanti il tempo e la storia stessa, questo fatto rende incapaci di immaginare la sua identità futura. Probabilmente le capacità di ricostruire gli edifici ci sono, ma di certo non si sa ancora gestire il complesso processo di recupero della dimensione economica, sociale, culturale e creativa della città. L'Aquila ha bisogno che la propria cultura produca per la sua comunità una visione di futuro, un modello di rinascita e nuove forme di sviluppo.

#### **7.2.3 – Ideazione di un'abitazione per De Paulis a Paganica in L'Aquila**

Il lavoro s'incentra sull'integrazione dei meccanismi alla base di una progettazione di tipo evolutivo con l'intento di conseguire vantaggi non solo in ambito anti-sismico, ma anche in ambito energetico e di stimolare contemporaneamente il processo creativo: occorre passare dal "crollo" alla "rinascita".



Figura 129- Vista prospettica del progetto esistente

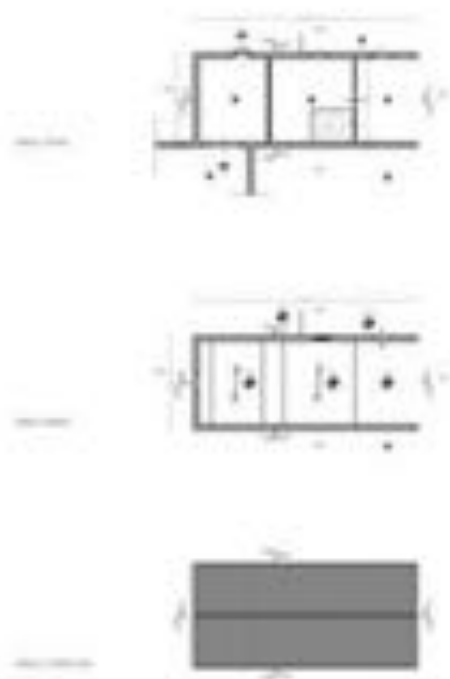


Figura 130- Pianta del progetto esistente



*Figura 131 Prospetti e sezioni del progetto esistente*



*Figura 132 - Pianta del nuovo progetto*



*Figura 133- Viste prospettiche del nuovo progetto*



## Tabella delle illustrazioni

Figura 1– Modelli per S. Pietro a sinistra: Antonio Sangallo il Giovane, Vaticano, Fabbrica di S. Pietro, a destra: Domenico Cresti, Michelangelo presenta a Paolo IV il modello per S. Pietro, Fl, Casa Buonarroti	26
Figura 2– Filippo Brunelleschi, l'invenzione della prospettiva.	27
Figura 3– Modulazione degli edifici. Jean-Nicolas-Louis Durand (1813, tavola 18)	29
Figura 4– Procedura di base nella composizione di qualsiasi progetto. Jean-Nicolas-Louis Durand (1813, tavola 21).	29
Figura 5– Il Bauhaus di Walter Gropius a Dessau (1926).	31
Figura 6– Contrapposizione tra i paradigmi dell'era rinascimentale e quella industriale. Classificazione secondo Antonino Saggio (2007)	33
Figura 7– Il manuale Neufert basato sullo studio dell'uomo, delle sue misure e degli spazi su misura.	35
Figura 8– Costruzione in serie casa dom-ino. Le Corbusier (1914)	37
Figura 9– Immeuble villa. Le Corbusier (1922)	39
Figura 10– House II. Peter Eisenman (1969)	40
Figura 11– Lake Shore Drive Buildings Apartments. Mies van der Rohe (1948-51)	42
Figura 12– La città in forma d'albero o in rete. Christopher Alexander (1965)	48
Figura 13– Decomposizione di un villaggio indiano. Christopher Alexander (1963, pp. 33-56).	50
Figura 14– Serie di schizzi di variazioni compatibili all'interno di strutture fisse di primo grado (esempio di pareti divisorie). Notes on hierarchy in form. N. John Habraken	52
Figura 15– Serie di schizzi di variazioni compatibili all'interno di strutture fisse di primo grado (esempio di suddivisione di spazi). Notes on hierarchy in form. N. John Habraken	53
Figura 16– Ginger Rogers e Fred Astaire Dancing House, Praga Frank O. Gehry (1992-96)	55
Figura 17– Schizzi e plastici realizzati durante la concezione dell'edificio Dancing House, Praga Frank O. Gehry (1992-96)	56
Figura 18– Diagramma e plastico della chiesa dell'anno 2000 a Roma. Peter Eisenman (1997)	56
Figura 19– Ben Van Berkel, UN Studio, Möbius House, Het Gooi (1993-99)	60

Figura 20- Ben Van Berkel, UN Studio, diagramma formale e funzionale della Möbius House, Het Gooi (1993-99).	61
Figura 21- Museo Mercedes Benz, Stoccarda, Germania. Ben Van Berkel (2001-06)	63
Figura 22- Contrapposizioni tra gli approcci dell'era rinascimentale, industriale ed informatica. Classificazione secondo Antonino Saggio (2007)	64
Figura 23_ Cimitero a Parabita. Alessandro Anselmi	72
Figura 24- La casa Guardiola a Cadice, Peter Eisenman (1988)	77
Figura 25- <i>Schizzo di Deleuze della casa barocca (Deleuze, 2004)</i>	84
Figura 26 - A sinistra: lo Studiolo a Palazzo vecchio di Francesco I a Firenze (Musei civici fiorentini) a destra: El Greco. La Sepoltura del conte di Orgaz (1586)	85
Figura 27- René Thom, Le prime sette geometrie catastrofi. (Adams, 1994)	89
Figura 28- Le sette applicazioni delle Teorie di René Thom sulle situazioni morfogenetiche	90
Figura 29_ esempio di fogli che diventano struttura a destra FOA a sinistra (Vyzoviti, 2003)	92
Figura 30_ Vista interna della copertura del parcheggio del Terminal di Yokohama in Giappone, FOA. (2000)	93
Figura 31 - Tratto dalla conferenza Abitare la piega – Intervento di Antonino Saggio - Dalla scatola al Diagramma e Oltre – Milano, 2008 ( <a href="http://www.arc1uniroma1.it/saggio/Conferenze/Milano/Piega.html">www.arc1uniroma1.it/saggio/Conferenze/Milano/Piega.html</a> )	95
Figura 32 - Città della cultura della Galizia, Santiago de Compostela 1999-2009 – Peter Eisenman	96
Figura 33- Foglio accartocciato, prensione della mano e effetto materiale: (dall'alto) di carta, plexiglass, acrilico, argilla (Vyzoviti, 2012)	99
Figura 34- Processo di simulazione di superficie accartocciata: (da sinistra in alto) a- Foglio accartocciato. b- Foglio sviluppato. c- Modello razionale di piega. d- Ricostruzione Freeform Origami. e- Geometria mesh in Rhino. f- Fabbricazione via Pepakura (Vyzoviti, 2012)	101
Figura 35- <i>Diverse griglie del foglio accartocciato. (Vyzoviti, 2012)</i>	102
Figura 36- Ricostruzione della superficie accartocciata dell'anatomia di prensione in 5 passi. (Vyzoviti, 2012)	104
Figura 37- La prima piega – pieghe parallele (Casale e Valenti, 2012)	121
Figura 38- La prima piega – pieghe parallele (Buri, 2010)	122
Figura 39- La prima piega (Casale e Valenti, 2012)	122

Figura 40– La prima piega (Buri, 2010)	123
Figura 41– Attuazione della prima piega	123
Figura 42– Attuazione della prima piega	124
Figura 43– La prima piega (Buri, 2010)	124
Figura 44– Alternative di pieghe ottenute dalla variazione dei parametri	125
Figura 45– Alternative di pieghe ottenute dalla variazione dei parametri	125
Figura 46– La prima piega – pieghe oblique (Buri, 2010)	126
Figura 47– La prima piega- Pieghe oblique (Buri, 2010)	127
Figura 48– La prima piega - Pieghe oblique (Buri, 2010)	128
Figura 49- La seconda piega – la piega inversa (Buri, 2010)	129
Figura 50- La seconda piega _ piega inversa bidimensionale (Buri, 2010)	130
Figura 51- La seconda piega _ piega inversa tridimensionale (Buri, 2010)	131
Figura 52 - La seconda piega _ piega inversa tridimensionale (Buri, 2010)	131
Figura 53- La seconda piega (Buri, 2010)	132
Figura 54- La terza piega (Buri, 2010)	133
Figura 55– Ricostruzione della terza piega	134
Figura 56– Ricostruzione della terza piega	135
Figura 57– Ricostruzione della superficie piegata della chiesa S. Pio di Pietrelcina	140
Figura 58– Ottimizzazione della superficie piegata	141
Figura 59– Vista dall'alto della superficie piegata	141
Figura 60– Vista prospettica della chiesa S. Pio di Pietrelcina	142
Figura 61– Vista prospettica della chiesa S. Pio di Pietrelcina	142
Figura 62 – Vista prospettica della chiesa S. Pio di Pietrelcina	143
Figura 63– Vista prospettica interna della chiesa S. Pio di Pietrelcina	143
Figura 64– Ricostruzione della superficie piegata della chiesa dell'anno 2000	152
Figura 65 – Sovrapposizione ed estrapolazione dei punti della griglia	153
Figura 66 – Ricostruzione della doppie griglie sovrapposte	153
Figura 67 – Ricostruzione delle doppie griglie sovrapposte	153
Figura 68– Ricostruzione della superficie piegata della chiesa dell'anno 2000	154
Figura 69 – Viste prospettiche della chiesa dell'anno 2000	154
Figura 70– Meta-ball the wavefront technologies, Blob, Greg Lynn, 1995.	168
Figura 71– Korean Presbyterian Church, New York, Lynn Form, 1999.	170
Figura 72– L'algoritmo, Architecture des humeurs, Parigi, R&Sie (François Roche, 2010).	171



Figura 73– Esempio di componente parametrico (Hensel and Menges 2006)	173
Figura 74– Fresatura e piegatura dei pannelli "Alucobond" (Buri, 2010)	179
Figura 75– Gramazio e Kohler, Architecture and Digital Fabrication, ETH Zurich	183
Figura 76– Lisa Iwamoto, digital fabrication works – Iwamoto Scott (2010).	185
Figura 77– Lisa Iwamoto, digital fabrication works – Iwamoto Scott (2009).	187
Figura 78– Lisa Iwamoto, digital fabrication works – Iwamoto Scott (2009).	188
Figura 79– Federation Square, Melbourne, Australia, Lab Architecture Studio. (Moussavi and Kubo 2006)	191
Figura 80– La piega di legno - dalla forma al materiale. (Buri, 2010)	196
Figura 81- Sezione mostrante il sistema di circolazione del museo Guggenheim di New York (wetzel, 2009)	200
Figura 82- Intenzioni del progetto (wetzel, 2009)	200
Figura 83- Planimetria in cui si vede l'impatto del museo sulla città (wetzel, 2009)	201
Figura 84- Insieme di alternative esaminate dal progettista (wetzel, 2009)	201
Figura 85- Ultime variazioni del progetto (wetzel, 2009)	202
Figura 86- Vista prospettica del progetto (wetzel, 2009)	203
Figura 87- Schizzo iniziale enunciando la forma della casa Doll (wetzel, 2009)	204
Figura 88- L'applicazione delle due rette su una "scatola" (wetzel, 2009)	205
Figura 89- Variazione dell'angolo della piega (wetzel, 2009)	205
Figura 90- Spostamento, aggiustamento e allineamento della piega. (wetzel, 2009)	207
Figura 91- Variazione dell'angolo della piega in funzione della pendenza del terreno (wetzel, 2009)	208
Figura 92- Variazione dell'angolo della piega in funzione della pendenza della scala della casa (wetzel, 2009)	208
Figura 93- Aumento dei dettagli al fine della realizzazione della casa. (wetzel, 2009)	209
Figura 94- Schizzo per individuare le aperture e gli impianti della casa (wetzel, 2009)	210
Figura 95- Vista prospettica del progetto (wetzel, 2009)	210
Figura 96- Pianta_ piano terra (wetzel, 2009)	211
Figura 97- Pianta_ primo piano (wetzel, 2009)	211
Figura 98- Prospetti del progetto (wetzel, 2009)	212
Figura 99- Sezione del progetto (wetzel, 2009)	212
Figura 100- Viste prospettiche del progetto (wetzel, 2009)	213
Figura 101- Vista prospettica frontale del progetto.	214

Figura 102- a) Origami della cappella b) pianta della Santa cappella Parigi (Buri, 2013)	215
Figura 103- Geometria della cappella e sezioni (Buri, 2010)	217
Figura 104- A destra viste prospettiche del modello a sinistra pianta e sezione del progetto (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014).	218
Figura 105- Il processo della piega adottato da (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)	219
Figura 106- Ricostruzione del progetto. (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)	219
Figura 107- Viste frontali e laterali del progetto. (Meyer, Duchanois, Bignon, 2014)	219
Figura 108- Sezione trasversale e longitudinale del progetto (Buri, 2010)	220
Figura 109- Vista prospettica durante il montaggio (Buri, 2010)	220
Figura 110- Vista esterna (sopra) e interna (sotto) del progetto (Foto di F. Hatt) _ (Buri, 2010)	221
Figura 111- Vista interna (sopra) e laterale (sotto) del progetto (Foto di F. Hatt) _ (Buri, 2010)	222
Figura 112- i diversi ampliamenti subiti negli ultimi 40 anni della centrale termoelettrica di Högdaalen (Runberger, 2012)	223
Figura 113- a)Le varie parti strutturali del progetto di ampliamento _b) le piante dell'ampliamento (Runberger, 2012)	226
Figura 114- Le fasi di progettazione e l'analisi strutturale della struttura geodetica (Runberger, 2012)	227
Figura 115- Viste prospettiche interne del progetto (Runberger, 2012)	228
Figura 116- Sezioni prospettiche del progetto (Runberger, 2012)	229
Figura 117- Vista prospettica notturna del progetto (Runberger, 2012)	229
Figura 118- Planimetria con l'ampliamento proposto della centrale termoelettrica di Högdaalen (Runberger, 2012)	230
Figura 119- Il concetto alla base del progetto (Runberger, 2012)	231
Figura 120- L'interattività con l'edificio esistente (Runberger, 2012)	232
Figura 121- forma concettuale e plastico della volumetria (Runberger, 2012)	234
Figura 122- Analisi ambientali in Ecotect (Runberger, 2012)	234
Figura 123- Decisioni sui requisiti della luce (Runberger, 2012)	235
Figura 124- Principi parametrici per la geometria (Runberger, 2012)	235
Figura 125- Piante sulle parti principali del progetto (Runberger, 2012)	235
Figura 126- Sezione sull'atrio e sulla sala lettura (Runberger, 2012)	236
Figura 127- Sezioni sulla sala lettura (Runberger, 2012)	236

Figura 128- Vista prospettica dalla piattaforma panoramica (Runberger, 2012)	236
Figura 129- Vista prospettica del progetto esistente	242
Figura 130- Piante del progetto esistente	242
Figura 131 Prospetti e sezioni del progetto esistente	243
Figura 132- Piante del nuovo progetto	243
Figura 133- Viste prospettiche del nuovo progetto	244

# Bibliografia

## 1. Introduzione

CLAEYS DAMIEN

— (2011), *Architecture & complexité. Un modèle systémique du processus de conception qui vise l'architecture* – Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme – LOCI

GREGORY PAOLA

— (2010), *Teorie di architettura contemporanea. Percorsi del Postmodernismo*, Carocci, Roma.

HELENOWSKA-PESCHKE MARIA

— (2012), *Applying generative modelling tools to explore architectural forms*. University of Technology, Department of Visual Arts, Poland

HERBET AURELIE

— (2011), « L'ESPACE PLIABLE » conferenza tenuta a l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris

WETZEL JEAN-PAUL

— (2009), *Proposition d'un modèle et d'un outil dédiés à la conception morphologique architecturale en phase esquisse*, Tesi di dottorato, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy.

ZANNI FABRIZIO

— (2010), *Abitare la piega. Piegare – incidere – stratificare*, Carocci, Roma.

## 2. Storia critica del concetto di modello

ALEXANDER CHRISTOPHER

— (1977), *A Pattern Language*. USA: Oxford University Press. Architecture Non-standard: 2003. Paris: Centre Pompidou.

— (1967), *Note sulla sintesi della forma*, Il Saggiatore, Milano.

**BATT NOËLLE**

\_\_ (2005), "L'expérience diagrammatique: un nouveau régime de pensée." *Théorie, littérature, enseignement*, N° 22: *Penser par le diagramme: De Gilles Deleuze à Gilles Châtelet*, PU Vincennes.

**BERKEL BEN VAN, CAROLINE BOS**

\_\_ (1999), *UV Studio - Move: 3 Volume Set: Imaginatory/ Techniques/ Effects*, Goose Press, Netherlands.

**BLONDEL NICOLAS-FRANCOIS**

\_\_ (1675-83), *Cours d'architecture*, Académie royale d'architecture, Paris: Lambert Roulland.

**BROADBENT GEOFFREY, WARD ANTHONY**

\_\_ (1969), *Design Methods in Architecture*, London: AA papers.

**CROSS NIGEL**

\_\_ (2001), "Designerly ways of knowing: design discipline versus design science", *Design Issues*, vol.17, n°3.

**DE FRANCESCO GAETANO, GHAZI ELNAZ, SANTARELLI ISABELLA**

\_\_ (2015), *UVStudio diagramma struttura modello pelle ibridazione*, Quaderni del Dottorato di Ricerca in Architettura - Teorie e Progetto Dipartimento di Architettura e Progetto.

**DELEUZE GILLES**

\_\_ (2002), *Francis Bacon: logique de La sensation*, Seuil.

**DE LUCA FRANCESCO**

\_\_ (2006), *Modelli architettonici: Dagli strumenti della progettazione alla progettazione degli strumenti. Il modello come strumento progettuale in ambito digitale informatico*, tesi di dottorato, XVI ciclo, La Sapienza Università di Roma.

**DURAND JEAN-NICOLAS-LOUIS**

\_\_ (1813), *Précis des leçons d'architecture données à l'école polytechnique*, (vol. 1&2).

**GALOFARO LUCA**

— (1999), *Eisenman Digitale*, Testo & Immagine, Torino

**GEHRY FRANK OWEN**

— (2003), *EL CROQUIS* 117, 307 (1996-2003)

**GIEDION SIGFRIED**

— (1941), *Space, Time and Architecture: the Growth of a New Tradition*, Harvard University Press, Cambridge

**GOMBRICH ERNST HANS**

— (1950), *The history of arts*

**GREGORY SIDNEY**

— (1966), *Design science. The Design Method*, London: Butterworths

**GROPIUS WALTER**

— (1935), *The New Architecture and the Bauhaus*, Cambridge: MIT Press, éd.1965.

**JONES CHRISTOPHER JOHN**

— (1963), "A Method of Systematic Design", Cross N. (dir.) (1984), *Developments in Design Methodology*, Chichester: John Wiley & Sons, pp.9-31.

— (1970), *Design Methods. Seeds of Human Futures*, New York: John Wiley & Sons

**KNOEPEL K-J**

— (2005), "Diagramme, matérialité et cognition." *Théorie, littérature, enseignement, N° 22: Penser Par Le Diagramme: De Gilles Deleuze à Gilles Châtelet* PU Vincennes.

**LE CORBUSIER**

— (1923), *Vers un'architecture*, G. Cres, Paris (trad. it. *Verso un'architettura*, a cura di Pierluigi Cerri, Pierluigi Nicolini, Carlo Fioroni, Longanesi, Milano 1973).

\_\_ (1955), *Le Modulor II. La parole est aux usagers*. Boulogne-sur-Seine: *Architecture d'aujourd'hui* (coll. ASCORAL), éd.1968.

\_\_ (1923), *Vers un'architecture*, G. Cres, Paris (trad. it. *Verso un'architettura*,

#### **LETELLIER BENEDETTE**

\_\_ (2005), *Théorie, littérature, enseignement, N° 22: Penser Par Le Diagramme: De Gilles Deleuze à Gilles Châtelet*. PU Vincennes.

#### **LÉVY PIERRE**

\_\_ (1998), *Qu'Est-ce que le virtuelle? La découverte*.

#### **LEYTON MICHAEL**

\_\_ (2006), *La forma come memoria. Una teoria geometrica dell'architettura*. Edilstampa, Roma.

#### **LOOS ADOLF**

\_\_ (1980), *Ornamento e Delitto*

#### **LUCAN JACQUES**

\_\_ (2009), *Composition, non-composition: Architecture et théories (XIXe - XXe siècles)*. Lausanne: PPUR.

#### **RODCHENKO ALEXANDER**

\_\_ (1922), "Programme du Groupe de travail des constructivistes de l'Inkhok". *Ermitage*, n°13, août, pp.3-4.

#### **SAGGIO ANTONINO**

\_\_ (2010), *Architettura e modernità. Dal Bauhaus alla rivoluzione informatica*. Roma: Carocci.

\_\_ (2007), *Introduzione alla rivoluzione informatica in architettura*. Roma: Carocci.

#### **SOWA ANGEL**

\_\_ (2008), "Un-Studio: Les Outils De Projétation." *L'architecture d'aujourd'hui*, numéro 323

#### **TOFFLER ALVIN**

\_\_ (1980), *The Third Wave, Morrow*, New York (ed. it. *La terza ondata*, CDE, Milano 1987).

### **3. La piega e la rottura della scatola**

**ADAMS TIM**

— (1994), *The Eisenman Deleuze fold*, Tesi di laurea A218 University of Auckland Library.

**CACHE BERNARD**

— (1995), *Earth moves. The furnishing of territories*, MIT Press, Cambridge.

**DELARUE JEAN-MARIE**

— (1997), *Le pli, source de formes et de sens*, Editions Parenthèses.

**DELEUZE GILLES**

— (2004), *La Piega - Leibniz e il Barocco*, Einaudi

**GENOVESE PAOLO VINCENZO**

— (2005), *Dalla decostruzione alla cyber-architettura e oltre. L'uso del computer nella progettazione degli spazi non-euclidei*, Liguori, Napoli.

**GREG LYNN**

— (2004), *Architectural Design: folding in architecture*, Wiley.

— (1993), *Folding in Architecture*, Academy Editions, London.

**GREGORY PAOLA**

— (2010), *Teorie di architettura contemporanea. Percorsi del Postmodernismo*, Carocci, Roma.

**LEYTON MICHAEL**

— (2006), *La forma come memoria. Una teoria geometrica dell'architettura*, EdilStampa, Roma.

**LEZZIO CARMELO**

— (2004), *Folding Architecture*. Quaderni del dottorato di ricerca in ingegneria Edile/Architettura – UE (XX ciclo) – UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA DIET – Dipartimento di Ingegneria Edile e del Territorio

**PICON ANTOINE**

— (2004), *Architecture and the virtual. Towards a new materiality*, Praxis 6

**SAGGIO ANTONINO**

— (1995), *Peter Eisenman. Trivellazioni nel futuro*, Roma



SODDU CELESTINO

\_\_ (1999), *Generative Art*. La prima edizione, Editrice Librerie Dedalo.  
Generative Design Lab - Laboratorio di Progettazione Generativa DiAP,  
Politecnico di Milano

ZANNI FABRIZIO

\_\_ (2010), *Abitare la piega. Piegare – incidere – stratificare*, Carocci, Roma.

#### **4. Modello teorico morfo-semantico**

MEYER JULIEN, GILLES DUCHANOIS, BIGNON JEAN CLAUDE

\_\_ (2014), *The fold, a tool of design architectural structures: development of a structural and formal language in wood material*. CRAI ENSA NANCY,

BURI HANS ULBRICH

\_\_ (2010), *Origami-folded plate structures*. Tesi di dottorato n°4714, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

CASALE ANDREA, GRAZIANO MARIO VALENTI

\_\_ (2013), *Architettura delle superfici piegate. Le geometrie che muovono gli origami*. Nuovi quaderni di Applicazioni di Geometria Descrittiva 6, Edizioni Kappa, Roma

CECCATO CRISTIANO

\_\_ (1999), *MICROGENESI. L'architetto come inventore: Strumenti e Metodi Informatici di Progettazione Generativa*. Celestino Soddu in *Generative Art*. Generative Design Lab - Laboratorio di Progettazione Generativa DiAP, Politecnico di Milano (pp.167-177)

CLAEYS DAMIEN

\_\_ (2011), *Architecture & complexité. Un modèle systémique du processus de conception qui vise l'architecture – Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme – LOCI*

DELARUE JEAN-MARIE

\_\_ (1997), *Le pl, source de formes et de sens*. Editions Parenthèses.

**GALOFARO LUCA**

— (1999), *Eisenman digitale. Uno studio dell'era elettronica*, Testo&Immagine, Torino

**GREG LYNN**

— (2004), *Architectural Design: folding in architecture*, Wiley.  
— (1993), *Folding in Architecture*, Academy Editions, London.

**GREGORY PAOLA**

— (2010), *Teorie di architettura contemporanea. Percorsi del Postmodernismo*, Carocci, Roma.

**SAGGIO ANTONINO**

— (1995), *Peter Eisenman. Trivellazioni nel futuro*, Roma

**5. Forma e materialità nell'era informatica****BURI HANS ULBRICH**

— (2010), *Origami-folded plate structures*, Tesi di dottorato n°4714, *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*.

**KOLAREVIC BRANKO**

— (2000), *Digital Morphogenesis and Computational Architectures*, Presentation, Rio de Janeiro

— (2005), *Performative architecture. Beyond instrumentality*, New York: Spon Press.

— (2008), *Post-Digital Architecture: Towards Integrative Design*, Presentation, First International Conference on Critical Digital, Harvard University Graduate School of Design, Cambridge (USA).

**6. Validazione del modello "piega"****BURI HANS ULBRICH**

— (2010), *Origami-folded plate structures*, Tesi di dottorato n°4714, *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*.

**LOCALARCHITECTURE, MONDADA DANILO**

— (2010), *A temporary Chapel for the Deaconesses of St-Loup-Pompadour*, Vaud, Switzerland, 2007-2008, in *A+U*, n°479, pp. 56-59.

RUNBERGER JONAS

\_\_ (2012), *Architectural Prototypes II* Tesi di dottorato KTH School of Architecture and the built environment.

WETZEL JEAN-PAUL

\_\_ (2009), *Proposition d'un modèle et d'un outil dédiés à la conception morphologique architecturale en phase esquisse*, Tesi di dottorato, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy.

## 7. Riflessioni

BURI HANS ULBRICH

\_\_ (2010), *Origami-folded plate structures*, Tesi di dottorato n°4714, École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

### Riferimenti bibliografici commentati per la centralità della tesi.

La parte centrale del mio lavoro si concentra sul modello nell'era digitale con riferimento all'opera del Professor Antonino Saggio *"Introduzione alla rivoluzione informatica in architettura"*. L'opera ci fornisce una riflessione e un incipit alla comprensione delle trasformazioni, o meglio, le rivoluzioni che stanno attraversando la nostra epoca. Il libro si tematizza in problematiche, temi, strumenti, insiemi, categorie con estrema chiarezza di sintesi e si presta ad una lettura sia sequenziale che "a salto". Gli argomenti trattati e le considerazioni del professore sono interconnesse tra loro, e portano il lettore improvvisamente nella rivoluzione informatica in atto. Inizialmente l'utilizzo dei software è servito soprattutto alla "rappresentazione" di un progetto, mentre oggi l'informatica assume un ruolo fondamentale nel processo ideativo del progetto stesso. L'informazione assume così un ruolo centrale e fondamentale nella progettazione e nella evoluzione dell'architettura, partendo da una sfida derivante dalla "crisi" cui si tratta nella prima parte del libro, per arrivare a

nuove metodologie di progettazione e di gestione dell'intero processo creativo, compositivo, strutturale economico, con applicazioni sino a pochi anni fa impensabili. Ecco allora il ruolo del "modello digitale" non come "rendering finale" ma come strumento per gestire e poi fissate nel tempo le evoluzioni spaziali di qualcosa che è in divenire : la definizione formale non è più un "a priori" ma una "scelta" tra configurazioni diverse, in molti casi neppure immaginate dal progettista.

- Alexander, C. (1977), ***A Pattern Language***.

Un *pattern* (modello, modulo, motivo, schema, combinazione, configurazione) per definizione scientifica è una regola o un insieme di istruzioni che governano una parte funzionante di un sistema più complesso. In *APL* il *pattern* è un archetipo che costituisce la soluzione ad un problema rilevante e ricorrente che si presenta nell'habitat. Poiché per definizione nessun *pattern* è isolato, molti *pattern* costituiscono una struttura (la prima definizione che Alexander fornisce di *pattern* è "relazione").

Questa struttura assume la valenza di una lingua per conoscere l'ambiente e comunicare. Come una lingua, la struttura dei *pattern* è patrimonio comune delle persone che la condividono e, in quanto tali, i contenuti della lingua, cioè i *pattern*, possono essere adattati al cambiamento dei contesti fisici, tecnologici, comportamentali, ecc.

Sono molti i principi che Alexander pone alla base del linguaggio dei *pattern* e del suo uso: partecipazione, processo di crescita per parti, ordine organico, diagnosi e coordinazione.

Il paradigma progettuale alexanderiano è diverso da quello dei metodi tradizionali di pianificazione e progettazione. Non sarebbe tanto la

prefigurazione dello stato futuro contenuta in un disegno o in un piano a garantire la coerenza e le qualità necessarie al processo di trasformazione del contesto urbano, quanto piuttosto la corretta applicazione del principio di crescita per parti (incrementalismo).

Tuttavia, secondo l'ipotesi di ricerca, tale principio va integrato con strumenti, che ancora mancano in APZ, idonei a garantire la gestione delle incertezze e la risoluzione dei conflitti che dal punto di vista operativo rendono quasi sempre difficile o impossibile l'applicazione dell'incrementalismo.

- Delarue, J-M. (1997), *Le pli, source de formes et de sens*

Attraverso una serie di esempi, Jean-Marie Delarue propone una lettura di molteplici funzioni e applicazioni della piega nell'organizzazione di persone e cose. La dimensione universale della piega porta l'autore a scandagliare le sue qualità primarie e porta all'incrocio di due categorie: natura e artificio. L'unico parametro dell'orientamento indotto dalla piega attiva, sono di tipo topologico, dinamico e di trasformazione. L'ingegneria strutturale fa grande uso di forme piegate. L'autore ne elenca alcune e si concentra principalmente di dimostrare che la rottura geometrica attraverso la piega ha un grande potenziale creativo. Da un punto di vista espressivo, si osservano alcuni effetti di ordine plastico e semantico. Nella piega si verificano delle variabili che riguardano il campo visivo, il movimento, la dimensione, i valori, gli orientamenti e le strutture ovvero un supporto tridimensionale per muoversi a seconda della loro specifica armonia. Tutti questi effetti danno la ponderazione della piega poiché sono completati da una vasta gamma di evocazioni semantiche che unifica il significante e il

significato. Alcuni progettisti interpretano la piega come una lingua attiva, composta da una vera e propria scrittura che costituisce lo strumento per esprimere le proprie idee. Essa porta l'impronta di tutte le sfumature estetiche e stilistiche proprie della lingua attiva, espressa da esplicita a implicita.

- Saggio, A. (1995), *Peter Eisenman. Trivellazioni nel futuro*

Molti sono le tesi del testo che spiegano i tratti essenziali di Eisenman dette con un linguaggio lineare e semplice e nel frattempo molto ricco, ma vorrei elencare alcune di loro:

Per lungo tempo la triade vitruviana: Utilitas, Firmitas e Venustas (funzione, costruzione-stabilità e bellezza) rimane invariata e fondante almeno sino all'era industriale in particolare con Wright si scoprirà che l'architettura è del sito così la

triade vitruviana si amplia a un altro componente che è il concetto di luogo: l'architettura non è un'intrusione nel paesaggio ma serve a comprenderlo (poker=triade+luogo). Con l'epoca contemporanea al "poker" e alla concezione "polisemica" dell'architettura si aggiunge la sfera delle idee; essendo l'architettura è un arte quindi di tener conto contemporaneamente della filosofia, della psicoanalisi e dell'urbanistica quando l'argomento è riferito agli spazi, ai mutamenti e alla struttura del territorio ottenendo una "mano" (cinquepoker+idee).

Eisenman è una figura storica nel passaggio tra era della macchina ed era dell'elettronica, straordinario fermento critico e infaticabile ricercatore.

architetto coraggioso e coerente: spesso individua strade (implosione, trivellazione, sterro archeologico, palinsesti e diagrammi, l'idea del tra-inbetween- la geometria booleana, lo sfocamento...) che a volte non percorre fino in fondo, semplicemente le apre e lascia che altri le percorrano: ci dà strumenti utili, con la sua curiosità ci fa intravedere nuove vie e mete. Eisenman in questo processo si autorappresenta non come un architetto tradizionale, ma come un "architetto concettuale".

Il tema della "piega" è la fonte dello sviluppo concettuale della tesi viene spesso chiamato in architettura contemporanea nella filosofia di Gilles Deleuze che lo considera come concetto filosofico. Nel suo libro del 1988 *"La piega, Deleuze /Leibniz e il Barocco"* in primo luogo era concentrato sul pensiero Leibniziano come pensiero Barocco dove tutto si piega, dispiega e ripiega. Il concetto di piega formulato da Deleuze nacque dall'opera filosofica di Leibniz. La piega è un concetto che non è spazialmente re-scrivibile, ma verrà in architettura da metafore e interpretazioni.

Prima di essere un concetto che richiami lo spazio, la piega definisce chiaramente una struttura dell'anima, del pensiero in tutta la sua complessità. La piega è quella dell'anima prima di quella del materiale.

- Gregory, P. (2010). *Teorie di architettura contemporanea. Percorsi del Postmodernismo*

La grande trasformazione delle scienze - scrive la Gregory - è dunque il passaggio dal determinismo alla complessità, dalla razionalizzazione alla ricerca del modo di sperimentare il nuovo, di esplorare il possibile e comprendere il differente, riconoscendo che "la natura delle cose" si rivela

sempre interconnessa e in qualche modo imprevedibile.

l'architettura non aspira più alla realizzazione di strutture stabili, autosufficienti e autoreferenziali, finite e concluse, bensì a sperimentare un nuovo concetto di artefatto che trasforma l'opera da "oggetto materiale" a "processo di relazioni", modificando profondamente la stessa cultura del progetto.

"La decostruzione in architettura – scrive Gregory - non vuol dire né decomposizione né distruzione, piuttosto si tratta di re-inscrivere gli assunti tradizionali della disciplina in un "nuovo spazio, in una nuova forma, elaborando una nuova maniera di edificare in cui quei motivi e valori siano re-inscritti, pur avendo perduto la loro egemonia esterna".

Questo filone di pensiero ha reintrodotto nell'architettura contemporanea procedure di montaggio, giustapposizione, stratificazione, dislocazione fisica di elementi, e di conseguenza un procedimento di tipo archeologico, che ha largamente introdotto nel vocabolario del progetto contemporaneo termini come strato, scavo, sterro, palinsesto, collegabili con azioni tipiche della ricerca geologica e archeologica e della stessa ricerca linguistico-letteraria (il palinsesto come opera di cancellazione e sovrascrittura su un supporto dato), nonché termini legati al lavoro di manipolazione delle forme (morphing) collegabile alle nuove opportunità offerte dal mondo digitale, ma già presenti nel mondo delle geometrie non euclidee, come deformazioni, distorsioni, interruzioni, ripetizioni, inserzioni, piegature, capovolgimenti, oscillazioni ecc.

Di qui per Eisenman, l'idea di un'architettura come scrittura in opposizione a un'architettura come immagine e la realizzazione di uno spazio informe o



"senza forma", uno spazio liscio caratterizzato da fluidità dinamica ed energia come "pura intensità differenziale", in contrapposizione allo spazio esatto cartesiano-newtoniano e allo spazio striato euclideo della quantità e della determinazione.

Si afferma così la nozione di palinsesto: l'architetto è come un archeologo che scava nella sua immaginazione la città che poteva essere stata; cerca di disseppellire le storie dei luoghi, le geometrie abbandonate.

Emerge prepotentemente l'in-between, lo spazio interstiziale.

"Alla fine degli anni Ottanta – scrive Gregory – si apre la sperimentazione di uno spazio-tempo in grado di definire l'oggetto, passando da un processo di astrazione a uno a carattere informale, dove l'informe designa, sulle orme di Bataille, un'operazione di slittamento".

"Scandaglia dunque le tematiche dello spazio interstiziale, della differenza, del between, operando però attraverso una modellazione tridimensionale che, originandosi direttamente dallo spazio, consente di cercare rovesciamenti continui delle consuetudini e della visione".

Per produrre queste ricerche, Eisenman escogita una serie di strumenti o tecniche operative inconsueti nella pratica progettuale: dallo scaling alla rotation, dal doubling al folding, al morphing, alla superposition, al warping, che hanno influenzato molta dell'avanguardia architettonica della fine del secolo XX.

## Glossario

**architetto**, un'agente che mira all'architettura per concepire delle architetture. La parola architetto deriva dal Greco *arkhitektōn* contrazione di *arkhēin* ('chi controlla') e *tektōn* ('chi lavora il legno'), la parola architetto significa letteralmente: quello che controlla le carpenterie.

**architettura**, il dominio di conoscenza mobilitato che un architetto mira per concepire delle architetture. L'architettura non può essere definita perché è impossibile a un architetto di mobilitarla globalmente quando la mira.

**architetture**, delle artefatti, reali o non concepiti da un architetto quando mira il campo dell'architettura.

**chora** (ricettacolo di un luogo) uno spazio vuoto preliminare tra le cose e tra quello che li separa, un'apertura primaria dove un mondo può accadere a partire dal caos. È il luogo, l'intervallo tra i *topos noētos* (luogo intelligibile delle idee) e il *topos aisthētos* (luogo sensibile) [2001] Platone. La chora è un essere che non può essere né pensato (non è un'idea) né osservato (non è un oggetto sensibile).

**cognitiva** (approccio), una teoria psicologica della percezione che studia i processi interni piuttosto che i processi di stimolazioni/reazioni. Gli stimoli sono gli *inputs* di un sistema, i recettori sono sensori, la sensazione esegue l'elaborazione dell'informazione, la percezione è associata a una serie di unità di memoria e la risposta è un *output*. Essa si sviluppa da modelli teorici

e dalle rappresentazioni cibernetiche, simula metaforicamente con dei strumenti informatici ed è testata effettivamente con macchine in grado di stimolare il funzionamento neuronale tramite dei macchinari. La rivoluzione cognitiva è nata da un simposio sulla teoria dell'informazione nel 1956 ed è talvolta chiamata approccio computazionale.

**complesso** (il pensiero), un metodo per sviluppare le conoscenze basato su due principi fondamentali: (1) il "principio dialogico" per mantenere la dualità in unità dalla combinazione di due termini sia complementari e antagoniste, (2) il "principio circolare" di tener conto del fatto che i prodotti e gli effetti sono contemporaneamente cause e produttori di chi le ha prodotto.

**concezione**, azione di sviluppare qualcosa nella sua mente. La parola concezione deriva dal latino dal verbo *capere* ("afferrare") e dalla parola *conceptio* ("mettere insieme diversi elementi", "farsi un'idea").

**creatività**, un insieme di metodi e di strumenti pratici sviluppati per aumentare la creatività dei progettisti di tutta la rigidità mentale che colpisce inevitabilmente e favorire l'originalità delle soluzioni.

**cibernetica**, una teoria scientifica iniziata all'inizio del XX° secolo, in particolare dalla termodinamica e dal strutturalismo che studiano l'arte di dirigere delle organizzazioni (umane, animali e macchine) per garantire l'efficacia nell'azione. Questa teoria è la fonte di molti concetti utili alla sistemica (organizzazione, scatola nera, input/output, affettori / effettori, finalità, risposte...). L'opera emblematica di questo paradigma è *Cybernetics*.

*or Control and Communication in the Animal and the Machine* (1948) di Norbert Wiener.

**deduttivo**, approccio al pensiero scientifico e progettuale che parte dalla formulazione di ipotesi generali che pone a verifica con la raccolta delle informazioni e la sperimentazione diretta dei risultati. (Saggio 2007)

**diagramma**, serie di relazioni che prefigurano alcune proprietà dell'opera finita e che contribuiscono a guidare lo sviluppo di un progetto. (Saggio 2007)

**ecologico** (metodo), una teoria psicologica della percezione nel quale la percezione è compresa a partire dallo studio delle relazioni tra organismi viventi e il loro ambiente. Quando il soggetto esplora l'ambiente, la percezione è quindi un "picking" attiva e diretta di informazioni nell'ambiente in base agli stimoli di quest'ultimo (Gibson 1950).

**esistenzialismo**, una corrente filosofica nel quale il pensatore, libero e vivente costruisce se stesso a partire dalle proprie azioni, a condizione che consentano certe determinazioni già adottate "l'esistenza precede l'essenza" (Sartre 1943). L'esistenzialismo pertanto si oppone al comportamentismo, nel senso che le azioni degli esseri umani non sono guidati da un comportamento predeterminato.

**estetica**, forma di conoscenza sintetica che si sviluppa attraverso processi non analitici e lineari, ma discontinui, consentiti dall'uso di figure. (Saggio 2007)

**forma**, un insieme di contorni di un oggetto, di un essere, derivando della struttura delle sue parti (Robert, 1989)

**gestalt** (o teoria della Gestalt o Psicologia della forma), una teoria psicologica secondo il quale la percezione è sempre la percezione di una Gestalt (di una forma globale) e non delle parti poiché "il tutto è più della somma delle parti. "I limiti cognitivi dell'essere umano rendono che esso percepisce più chiaramente dallo sfondo le Gestalt regolari, ordinate, simmetriche e semplici, perché hanno una buona rilevanza e sono buone forme.

**esplicito**, che è realmente espresso, formulato. (Robert, 1989)

**euristico**, un tipo di metodo di risoluzione dei problemi *mal definiti* che serve a esplorare e che è una "regola di azioni non sistematici o di una strategia generale che può portare a una risposta (corretta o meno) abbastanza rapidamente" (Lemaire 2006).

**idee** (teoria delle), una dottrina filosofica platonica in cui il mondo intelligibile delle idee (*eidos*) si distingue dal mondo sensibile (*kosmos*). Le idee sono entità reali, oggettivi e perfetti, degli esseri assoluti o delle forme platoniche, dei modelli eterni immutabili e sufficienti che lo studio può raggiungere la verità, l'essenza o il vero reale. Gli oggetti del mondo sensibile sono copie

temporanee e diventano immagini imperfette o esseri relativi formate da idee. La filosofia è usata per avvicinarsi e per contemplare le idee.

**implicito**, che è virtualmente contenuto in una proposizione, un fatto, senza essere formalmente espresso e può essere risultato per deduzione o induzione. (Robert, 1989)

**induttivo**, approccio al pensiero scientifico e progettuale che parte dalla raccolta analitica delle informazioni e a queste applica, o crea ex novo, una teoria. (Saggio, 2007)

**informazione**, applicazione di una convenzione a un dato. (Saggio 2007)

**input** (ingresso), ingresso di informazioni in un sistema.

**metafora**, "la metafora stabilisce una corrispondenza spesso esterna tra due serie di fenomeni differenti o due sistemi di natura diversa. Poiché si basa sull'apparenza, la metafora è pericolosa. L'uso corretto, è molto prezioso perché stimola l'immaginazione e facilita la creazione di nuovi modelli" (Donnachieu, 1985).

**misticismo**, una dottrina secondo il quale lo spirito umano trascende l'esistenza e la conoscenza normale.

**modello**, schema teorico elaborato in diverse scienze e discipline per rappresentare gli elementi fondamentali di uno o più fenomeni (N. Zingarelli,

Vocabolario della lingua italiana, Zanichelli, Bologna 1970). In ambito informatico, la forma che assumono le informazioni. (Saggio 2007)

**modernità**, trasformazione della crisi in valore, in una morale contraddittoria che suscita un'estetica di rottura. (Saggio 2007)

**nurbs**, acronimo di Non-Uniform Rational B-Splines. Si tratta di una famiglia di curve e di superfici molto flessibili che consente di modellare delle forme... come le carrozzerie delle macchine per esempio. (Couwenbergh, 1998)

**output** (uscita), uscita di informazioni in un sistema.

**Plug-in**, in informatica, un plugin è un programma che interagisce con un software principale per apportare delle nuove funzionalità.

**processo**, un continuo stato di un modello architettonico in cui il progettista porta delle operazioni architettoniche e da cui si sviluppano i mezzi per elaborare un progetto architettonico.

**progettista**, persona incaricata della concezione (di progetti, di produzione, di idee, etc) in un'impresa, uno studio.

**semiotica**, una teoria generale dei segni e / o del significato come (processo di produzione di senso). Per Charles W. Morris (1938), la semiotica copre tre aspetti: (1) la "sintassi", che esplora il rapporto tra i segni (le proprietà formali dei simboli e le relazioni che hanno tra di loro, (2) la "semantica", che esplora

il rapporto tra segni e i loro significati (le relazioni tra i simboli e gli oggetti a cui si applicano) e

(3) il "pragmatico" che osserva il rapporto tra segni e chi li utilizza (la funzione dei simboli delle relazioni con coloro che li usano).

**sostanza**, la tensione verso la trasformazione del mondo attraverso la consapevolezza critica del proprio tempo e delle sue crisi. (Saggio 2007)

**valutazione**, un'operazione cognitiva guidata dal progettista (auto)riflessivo per fare delle scelte per la valutazione e per il recupero (o meno) da un contenuto correlato da uno o dell'altro degli strati del suo (auto)referenziale.