

Università di Roma La Sapienza – Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura
Dottorato di ricerca in Architettura - Teorie e progetto – AA. 2009-2010 - XXII ciclo

Tesi di Dottorato

Il ruolo della progettazione strutturale nell'opera di Toyo Ito: 2000-2009

Dottorando: Carlo Gamboni

Tutor: Prof. Luigi Gazzola

Co-tutor: Leone Spita

Introduzione

Oggetto di questa ricerca è l'indagine sul ruolo che la progettazione strutturale occupa all'interno del processo progettuale contemporaneo.

L'emergere di figure carismatiche di ingegneri strutturali che legano il proprio nome ad alcune delle architetture più riuscite degli ultimi anni è significativo del modo in cui il processo progettuale stia evolvendo, soprattutto grazie alle recenti tecnologie informatiche, verso forme collaborative che non ricalcano più le classiche suddivisioni di competenze tra progettisti e consulenti specializzati. L'introduzione degli strumenti informatici ha permesso, per altro, di aumentare enormemente le capacità di calcolo strutturale, rendendo accessibili ad una platea di progettisti sempre più vasta soluzioni che fino a pochi anni fa sarebbero state considerate ardite. I più recenti software di calcolo strutturale offrono, inoltre, la possibilità di visualizzare e manipolare direttamente modelli tridimensionali, con il vantaggio di integrare con il massimo profitto forma e comportamento della struttura, anche rispetto a problemi con soluzioni multiple e non-lineari. L'apporto tecnologico dovuto in gran parte agli sviluppi in campo informatico ha spinto anche il mondo dell'architettura verso una maggiore apertura nei confronti di atteggiamenti progettuali più complessi e flessibili, spesso associati ad una metamorfosi del linguaggio progettuale dovuta, in parte, proprio alla possibilità di manipolare in modo interattivo modelli tridimensionali digitali.

Come conseguenza, vari tipi di pratiche collaborative si vanno affermando tra gli attori del processo progettuale durante l'intera sua durata, anche grazie alla possibilità di scambiare e condividere attraverso la rete una grande quantità di dati praticamente in tempo reale. Attualmente il fenomeno, che si

presenta nella sua fase iniziale, sta incidendo in modo radicale sulle stesse figure professionali, rendendo rispetto a pochi anni fa i confini che delimitano le competenze delle singole discipline sempre più sfumati.

Ho, dunque, ritenuto interessante svolgere nell'ambito di un dottorato di ricerca italiano uno studio approfondito del rapporto tra progettazione architettonica e progettazione statica e, conseguentemente, tra architetti e progettisti statici, poiché nel nostro paese tale rapporto ha già prodotto dei risultati significativi in un passato ormai non più così recente. Nel secondo dopoguerra, ad esempio, questa propensione si è manifestata nelle grandi opere infrastrutturali e negli impianti pubblici realizzati in occasione delle Olimpiadi del 1960, grazie a progettisti del calibro di Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi e Sergio Musmeci, per poi trasmettersi, come riferisce Sergio Poretti¹, anche a molte delle architetture del periodo immediatamente successivo, realizzate attraverso un linguaggio in grado di integrare struttura e canoni estetici.

Poiché ritengo sia possibile, oltre che auspicabile, tornare a percorrere questa strada all'interno delle nostre facoltà universitarie e nell'ambito più generale dell'industria delle costruzioni italiana, ho deciso di proporre l'esperienza di un singolo professionista di livello internazionale proveniente da una delle culture architettoniche che maggiormente si caratterizzano per l'integrazione di questi aspetti, in modo tale da portare all'attenzione del lettore un esempio di carattere operativo, al fine di offrire degli spunti metodologici.

All'interno del panorama internazionale le figure che hanno mostrato un interesse particolare per questa tematica sono numerose. Tra di esse ho ritenuto particolarmente adatto ai fini dell'analisi del tema trattato l'architetto giapponese Toyo Ito.

A partire dall'esperienza maturata con il progetto e soprattutto con la realizzazione della Mediateca di Sendai, che rappresenta un punto di svolta per gli aspetti sopra descritti, il rapporto di collaborazione con i vari progettisti delle strutture coinvolti nei lavori di Ito (soprattutto Cecil Balmond, Mutsuro Sasaki e

¹ Cfr. Sergio Poretti, «La costruzione», in Francesco Dal Co (a cura di) *Storia dell'architettura italiana. Il secondo novecento*, Electa, Milano 1997, pp. 268-293.

Masato Araya) ha avuto per l'architetto una importanza sempre crescente nell'evoluzione della sua personale idea di architettura. Il tema dell'integrazione all'interno del processo progettuale della componente derivata dalla progettazione statica è divenuto, pertanto, un obiettivo deliberatamente ricercato da Ito, come egli stesso ha in più occasioni dichiarato. Egli, infatti, ha reso la propensione tipica dell'architettura giapponese ad innovarsi attraverso l'integrazione tra progettazione architettonica e pratica costruttiva e ingegneristica un aspetto fortemente connotativo della propria architettura sul piano espressivo.

Per questo motivo l'approccio di Ito è estremamente disponibile verso collaborazioni di tipo progettuale, le quali vengono da lui stesso viste come occasioni fondamentali per arricchire e rinnovare il proprio universo poetico. Per le stesse ragioni la sua metodologia di lavoro, basata sull'uso di metafore che vengono trasformate in diagrammi estremamente chiari e trasmissibili, offre la possibilità anche a chi si sentisse distante dal suo mondo formale di appropriarsi con profitto di queste esperienze.

La realizzazione della Mediateca di Sendai ha comportato una mutazione radicale del pensiero di Toyo Ito e dei suoi obiettivi nel fare architettura. L'aspetto più evidente di questo cambiamento è legato soprattutto alla riaffermazione di valori materici in architettura, in particolare attraverso l'esplicitazione in chiave espressiva della componente strutturale.

Ciò si accompagna ad una evoluzione del metodo di lavoro che coinvolge la ridefinizione del processo progettuale nella sua totalità.

Se le maggiori innovazioni nel modo di progettare di Ito, come afferma egli stesso, sono derivate negli ultimi anni dal dialogo con i progettisti strutturali con cui ha lavorato, è certamente possibile tracciare una evoluzione del suo modo di fare architettura attraverso la lente particolare del rapporto che intesse con la progettazione strutturale. Parallelamente, è possibile rintracciare ed estrapolare il contributo dei vari ingegneri all'interno dei singoli progetti e più in generale nei confronti dell'evoluzione del metodo progettuale.

Avendo egli collaborato alternativamente con un numero limitato di ingegneri (in particolare negli ultimi dieci anni con

Sasaki, Araya e Balmond) è possibile tracciare una evoluzione del rapporto progettuale con ogni singolo progettista strutturale al fine di evidenziare le tematiche proprie di ogni collaborazione ed il modo in cui ogni coppia Ito – ingegnere abbia declinato in maniera differente le tematiche che egli ha portato avanti negli anni.

Attraverso quest'analisi ho voluto quindi mettere in luce il contributo progettuale che i vari ingegneri hanno apportato all'evoluzione del pensiero dell'architetto giapponese e, allo stesso tempo, comprendere attraverso quali strumenti progettuali e culturali egli riesca ad incorporare questi contributi senza che la sua opera perda di coerenza e di originalità.

Ho deciso, pertanto, di restringere la trattazione alle opere più recenti, progettate in massima parte dopo la realizzazione della Mediateca di Sendai. Questo perché, sebbene gli aspetti trattati in questo scritto siano rilevanti anche in opere precedenti, è a seguito del cantiere di Sendai che Ito ha iniziato a considerare questo tema in un modo più consapevole.

In ultimo, nello spirito della trattazione, ho scelto di suddividere l'analisi in tre casi studio separati corrispondenti alle coppie Ito-Balmond, Ito-Sasaki e Ito-Araya.

Attraverso questa analisi, ho voluto mettere in risalto alcuni temi rintracciabili sempre più frequentemente nell'ambito della produzione architettonica contemporanea che possono facilmente rappresentare interessanti spunti di riflessione anche per un progettista italiano.

La riproposizione della definizione di *progettista delle strutture* al posto di quella di *ingegnere strutturale*, indica che questa figura è sempre più direttamente coinvolta nella prefigurazione formale e spaziale delle architetture e non ricopre più soltanto un ruolo di verifica delle ipotesi prodotte dall'architetto. Quest'ultimo, da parte sua, attraverso l'uso di software sempre più sofisticati ed intuitivi, che combinano analisi formale e analisi statica, ha ora la possibilità di manipolare forme strutturali complesse di cui è divenuto relativamente semplice comprendere il comportamento e verificare la fattibilità.

L'accento, così, è ora posto non tanto sulle capacità intrinseche

di una disciplina (l'ingegneria o l'architettura) di risolvere nel modo più corretto un determinato problema, quanto sulle capacità progettuali del singolo professionista. Ne deriva, dunque, un rapporto fecondo all'interno del quale l'architetto può comprendere da subito le potenzialità (e i limiti) che il calcolo strutturale offre, confrontandosi al contempo con un ingegnere capace di condividere il processo progettuale fin dalle sue prime fasi.

L'attenzione, così, si sta spostando sempre di più verso il processo progettuale quale elemento qualificante dell'opera dell'architetto, il quale deve dunque dotarsi di opportune metodologie in grado di incorporare all'interno del processo l'apporto culturale e progettuale di altre figure professionali.

Ritengo per queste ragioni che sia utile allargare il concetto di autorialità nell'architettura contemporanea fino a comprendere anche le altre figure professionali coinvolte nel processo progettuale, per le scelte che ad esse competono.

Per chiarire nel modo più opportuno il tema in relazione all'opera di Toyo Ito, ho scelto di suddividere la ricerca in due parti alle quali seguono alcune riflessioni conclusive.

Nella prima parte ho ripercorso l'evoluzione del pensiero e del metodo di Ito negli ultimi dieci anni, ovvero a partire dal 2000, anno in cui è stata inaugurata la Mediateca di Sendai, in relazione, soprattutto, al suo interesse per l'applicazione delle metodologie di progettazione statica più recenti nelle quali l'uso innovativo degli strumenti informatici, in particolare, risulta fondamentale.

Nella seconda parte, invece, ho analizzato in forma di casi studio le sue recenti esperienze di collaborazione con alcuni noti ingegneri strutturali: Mutsuro Sasaki, Masato Araya e Cecil Balmond. A tale scopo ho scelto di trattare in modo separato le coppie Ito-Sasaki, Ito-Araya, Ito-Balmond soprattutto con l'intenzione di mettere in evidenza la stretta relazione progettuale di Ito con i singoli progettisti strutturali, poiché a mio parere le architetture scaturite da questi rapporti hanno delle connotazioni precise e differenziate tra loro, legate a linee di ricerca specifiche. Naturalmente questa suddivisione non è

cronologica ed è anzi interessante notare il modo in cui, nel tempo, è avvenuto uno scambio anche tra i vari progettisti strutturali per mezzo di Ito.

In conclusione, ho voluto evidenziare alcuni aspetti di carattere generale ricavati dall'analisi dell'opera dell'architetto giapponese, che ritengo di grande interesse al fine di proporre un approccio alternativo alla progettazione architettonica.

Prima parte

**Gli sviluppi della ricerca
progettuale di Toyo Ito
negli ultimi dieci anni**

Antefatto: la realizzazione della Mediateca di Sendai



Appena un anno dopo l'inaugurazione della Mediateca di Sendai, Toyo Ito scrive un articolo nel quale, esponendo con chiarezza e semplicità le numerose difficoltà incontrate nella realizzazione di questa opera, lascia intravedere alcuni punti di riflessione che si riveleranno molto interessanti per gli sviluppi successivi del suo modo di fare architettura:

Questo progetto si è distinto da tutte le mie precedenti esperienze progettuali ed è risultato piuttosto insolito in quanto francamente *fuori del mio controllo*. Fino ad oggi, ho sempre creduto di poter prevedere l'esito finale di qualsiasi edificio alla cui progettazione avessi partecipato. Certo, già in passato ho incontrato delle difficoltà in fase progettuale e in cantiere e le opere realizzate hanno quasi sempre differito dall'immagine iniziale, ma voglio credere di essere sempre riuscito a tenere d'occhio questi cambiamenti. Finora ho sempre avuto la sensazione di procedere verso qualcosa, questa volta non ho potuto prevedere fino all'ultimo dove sarei arrivato.¹

Ito, pur ammettendo una certa incapacità nel controllare del tutto un progetto effettivamente molto complesso, esprime tutto il fascino che possiede il cantiere nel materializzare l'essenza del progetto, compresi quegli aspetti che neanche l'autore stesso era riuscito a cogliere del tutto nelle fasi iniziali. Come si vedrà più avanti, ciò che si allontana dall'immagine con

Toyo Ito nasce in Giappone nel 1941. Si laurea presso l'Università di Tokyo, nel Dipartimento di Architettura, nel 1965 e lavora fino al 1969 nello studio Kiyonori Kikutake, appartenente al movimento Metabolism.

Nel 1971, a Tokyo, fonda il proprio studio, che chiamerà Urban Robot (URBOT) fino al 1979 e poi Toyo Ito & Associates, Architects.

Dalla fine degli anni Ottanta viene invitato in importanti università a tenere lezioni, tra queste la Columbia University di New York, il Berlage Institute di Amsterdam, la Harvard University di Boston. Dal 2002 è Guest Professor alla Tama Art University di Tokyo.

Dal 2005 è commissario della Kumamoto Artpolis.

Prima della Mediateca di Sendai, tra i lavori più significativi, sono da ricordare la Aluminium House nel 1971, la White U nel 1976, la Silver Hut (la propria casa) nel 1984, la Tower of Winds di Yokohama nel 1986, il Yatsushiro Municipal Museum nel 1991, il Shimosuwa Municipal Museum nel 1993 e la Dome in Odate nel 1997.

Per la Mediateca di Sendai, realizzata nel 2000, ha ottenuto il Grand Prize of Good Design Award e il World Architecture Awards nel 2002.

In seguito, tra vari riconoscimenti, ha ricevuto anche il Brunner Memorial Prize dall'American Academy of Arts and Letters nel 2000 e il RIBA (Royal Institute of British Architects) Gold Medal nel 2006.

¹ Toyo Ito, «Rapporto sulla Sendai Mediathèque *in corso di costruzione*», trad. italiana riportata in appendice in Andrea Maffei, *Toyo Ito. Le opere, i progetti, gli scritti*, Electa, Milano 2001, p.351.

cui Ito aveva vinto il concorso per la realizzazione della Mediateca è l'impatto visivo con cui si impongono le strutture dell'edificio.

Immaginati inizialmente come alghe fluttuanti in una vasca d'acqua, i tredici pilastri tubolari di acciaio che costituiscono i sostegni verticali dell'edificio, nonché il suo tratto maggiormente distintivo, hanno subito numerose trasformazioni nella loro essenza prima di essere realizzati. Da elementi leggeri e filamentosi essi sono divenuti un fitto intreccio di tubi di acciaio, la cui presenza materiale conferisce un aspetto estremamente solido all'edificio.

Questo cambiamento è dovuto in primo luogo alla necessità di razionalizzare la struttura portante per renderla plausibile e in grado di ottenere i requisiti necessari a soddisfare la rigida normativa antisismica giapponese, resa ancora più severa dopo il terremoto di Kobe di pochi anni prima.

L'operazione è affidata a Mutsuro Sasaki, un ingegnere strutturale con il quale Ito aveva avuto modo di collaborare già in altre occasioni.

Lo stesso Ito si preoccupa di far notare che:

La distanza tra immagine e realtà non era affatto colpa di Mr. Mutsuro Sasaki. La distanza è una dimensione pervasiva della contemporaneità. Il corpo umano esiste infatti oggi su due livelli, il reale e il virtuale. Noi dobbiamo avere un indirizzo internet non connesso a nessun luogo fisico, ma le nostre vite sono ancora legate, almeno in parte, alla terra.²

Durante la fase di cantiere, i pilastri (i *tubi* di acciaio) hanno, infatti, subito una trasformazione nell'immaginario dello stesso Ito. Le immagini virtuali di cui si era servito per progettare la Mediateca non erano state in grado di prevedere l'impatto che l'essenza materiale delle strutture avrebbe avuto in cantiere sulla resa del progetto.

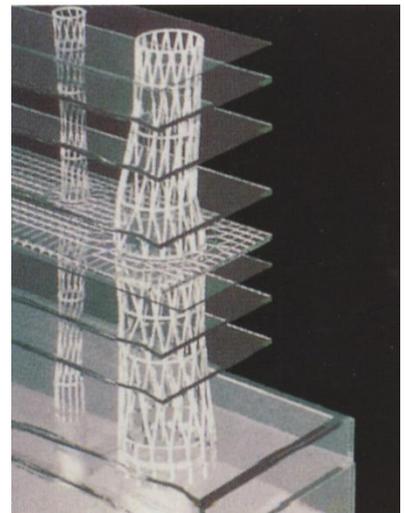
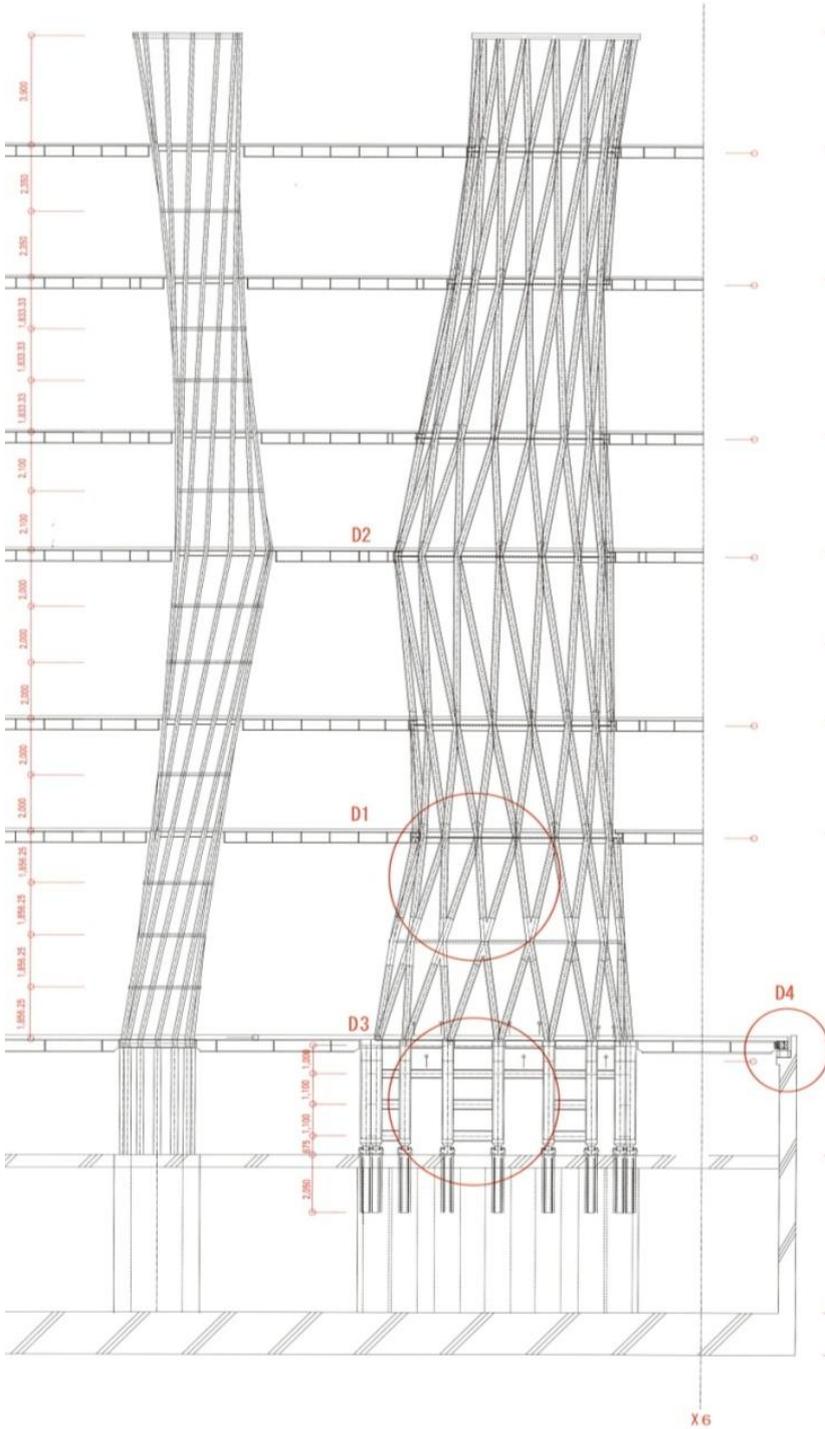
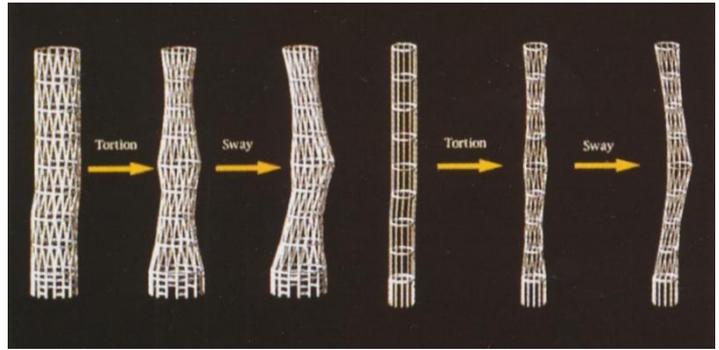
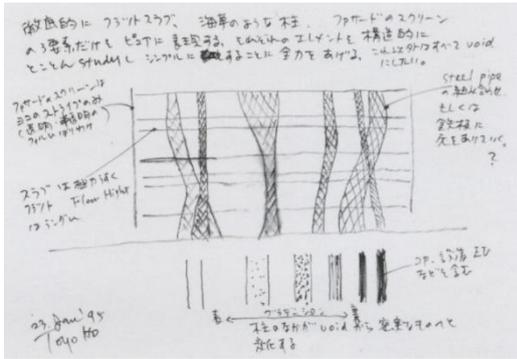


Mediateca di Sendai

Immagine dell'esterno che evidenzia il rapporto tra i piani orizzontali dei solai e le strutture verticali (tubi) (foto dell'autore).

Vista dall'alto dell'interno di uno dei tubi (foto dell'autore).

² Toyo Ito, «The Lessons of Sendai Mediathèque», in *JA* n. 41(2001), p. 6-7. (trad. d. A.).



Mediateca di Sendai

Dall'alto in senso orario:
Schizzo di studio di Ito.

Diagrammi di studio di
Sasaki del concetto
strutturale dei tubi (pilastro
reticolare – torsione-
deformazione).

Sezione esecutiva.



Mediateca di Sendai

Immagini del cantiere.

In ogni caso la brutalità con cui i tubi sono apparsi in scena, tra scintille e limatura di ferro, è stata passeggera poiché a cantiere ultimato la loro forza è sembrata essere stata in qualche modo domata, una volta che questi ultimi sono stati verniciati di bianco e posti dietro un vetro.

Ito rimane però profondamente colpito dalla forza con cui si è materializzato l'edificio in cantiere, in particolare nei suoi elementi di sostegno verticale.

La trasformazione che ha avuto luogo dai tubi virtuali a quelli reali non è stata semplicemente la conversione che inevitabilmente avviene quando qualcosa di esistente solamente nell'immaginazione è tradotta in realtà.

Ciò riguarda anche la trasformazione del concetto di tubi nella mia mente. Dopo che l'edificio è stato realizzato, io sono riuscito finalmente a riconoscere i tubi per ciò che sono: cose, niente di più, niente di meno. Questo è ciò che intendo quando definisco questo *un edificio che non si formalizza*.³

Ito prende atto, cioè, che la distanza tra immagine virtuale dell'architettura e la sua consistenza reale non è necessariamente un problema nel momento in cui a questa immagine non viene attribuita una valenza formale in senso stretto.

L'immagine virtuale non è altro che una metafora di cui Ito si serve per enucleare un suo obiettivo progettuale, quando ancora la forma finale che l'edificio assumerà può avere dei limiti incerti. Questo modo di intendere il progetto diverrà sempre più frequente nelle architetture successive e le sue metafore saranno sempre più astratte e meno *architettoniche*, come vedremo in seguito.

Da questo atteggiamento deriva la formula *Blurring Architecture* con la quale Ito ha intitolato una mostra dedicata alla Mediateca di Sendai, che si è tenuta contemporaneamente a Tokyo e ad Aquisgrana tra l'autunno del 1999 e l'inizio del 2000. Come egli stesso chiarisce:

Blur significa sfumare, offuscare, sfocare. Quindi, *Blurring*

³ Ibidem.



Mediateca di Sendai

Vista della hall a piano terra. (foto dell'autore).

Dettaglio del vetro disposto attorno ai pilastri tubolari dipinti di bianco (foto dell'autore).

Architecture vuol dire *architettura dai confini sfumati*. Si tratta di un'architettura dal contorno ondeggiante come le figure viste attraverso l'acqua mosca. Non sto parlando di questioni formali dell'architettura, non è importante qui che le forme siano geometriche o organiche con mille pieghe. L'ambiguità del contorno di cui voglio discutere proviene in realtà dai miei dubbi sui confini architettonici che separano l'interno dall'esterno, e sull'ontologia di una architettura troppo autonoma e autosufficiente.⁴

Ito, cioè, non parla solamente di confine tra interno ed esterno in senso strettamente architettonico, ma anche dei confini dell'architettura intesa come disciplina. A tale proposito il filosofo e critico d'arte Koji Taki, che ha seguito con molta attenzione l'evoluzione dell'opera di Ito fin dai suoi inizi, commentando l'idea che è dietro la formula *Blurring Architecture* coniata da Ito, afferma che:

Ito ha ridefinito la capacità dell'architettura di rispondere ai diversi e incontrollabili fattori che permeano l'ambiente. L'idea di *blurring architecture* suggerisce i dubbi di Ito a proposito dell'architettura concepita all'interno di una logica ermetica. Questo argomento non ha nulla a che fare con la questione della forma architettonica. Non importa che la forma sia geometrica oppure organica. Per Ito il termine *blurring* ha a che fare con una questione più profonda, la messa in discussione del significato dei confini dell'architettura; con ciò Ito riconosce che il fenomeno dell'architettura deve essere condizionato dall'instabile, fluttuante società dell'era dell'informazione. Fino ad ora l'architettura è stata concepita in due maniere: o come una forma autonoma che emerge da forze interne, oppure come uno spazio interno che riceve ed è formato da influenze del

⁴ Toyo Ito, «Changing the Concept of Boundaries?», in *Shikenbiku* (gennaio 2000), pp.119-121, citazione ripresa da Koji Taki, «Electronic Technology, Society, and Architecture», in *Toyo Ito: Sendai Mediathèque (Case)*, a cura di Ron Witte, Prestel Verlag, Berlin-Munich-London-New York 2002, p.72. (trad. d. A.)

mondo esterno. Scettico su ciascuno dei due modelli, Ito critica l'assunzione incontestata che l'architettura formi un confine tra mondo esterno e interno. L'architettura può facilmente cadere in una crisi di isolamento, ma l'instabilità attira l'architettura a diventare sintetica, ad organizzare sistemi eterogenei in flusso. Si potrebbe sostituire l'espressione *blurring architecture* con *architettura genetica* – nel senso che l'architettura dovrebbe catalizzare l'organizzazione e il riparo della società dall'interno.⁵

Se il ragionamento di Ito è riferito alla disciplina nel suo complesso, con l'auspicio che l'architettura si apra maggiormente ai bisogni della società e dell'essere umano in quanto parte della natura, parallelamente si avverte un interesse crescente verso una maggiore apertura nei confronti delle discipline che interagiscono con la progettazione architettonica. Grazie all'esperienza di Sendai, egli si rende anche conto, infatti, che la distanza tra l'immagine virtuale, che è nella sua mente, e l'immagine che l'edificio assume una volta costruito viene colmata dall'intervento di vari professionisti, che non solo rendono possibile la materializzazione dell'edificio, ma sono direttamente responsabili delle trasformazioni che l'opera subisce. Poiché queste trasformazioni non solo non sono deleterie per l'opera, ma ne costituiscono il dato materiale (il *nuovo "Reale"*, secondo le parole utilizzate da Ito) è importante riuscire a fare in modo che l'architettura si apra ai contributi degli altri attori del processo, soprattutto se essi sono in grado di contribuire con la propria capacità progettuale all'arricchimento dell'idea iniziale, accettando anche che le conseguenti trasformazioni di questa idea abbiano luogo. Tra queste figure professionali spicca l'ingegnere strutturale, la cui capacità progettuale si riflette pienamente nell'immagine finale del progetto.

La forza con cui il sistema strutturale di Sendai ha mutato il significato profondo del progetto attraverso la razionalizzazione di Sasaki si è riflessa sulla presenza materica della

⁵ Koji Taki, «Electronic Technology Society, and Architecture», cit., p. 72. (trad. d. A.).

struttura e ha spinto Ito a riconsiderare l'importanza dei valori costruttivi come elementi pregnanti del progetto già nella sua fase di ideazione, ovvero nelle metafore di cui Ito si serve all'inizio della fase progettuale.

Prima della realizzazione della Mediateca di Sendai il lavoro di Ito aveva sempre teso a smaterializzare l'architettura in una continua sfida alla gravità, facendo della ricerca della leggerezza l'aspetto più importante. In una intervista apparsa sulla rivista giapponese *A+U* di alcuni anni dopo, nella quale si focalizza l'attenzione proprio sul modo in cui egli ha affrontato gli ultimi progetti, Ito ha affermato:

Sì, mi sono liberato dalle inibizioni di Sendai; i vincoli che mi sono imposto da solo sono stati rimossi. Il mio obiettivo di solito era un'architettura modernista che trascendesse dai significati di leggerezza e trasparenza. D'altronde, ho iniziato a pensare che questa architettura non avesse bisogno solo di luce e trasparenza; potrei essere capace di arrivare a schemi più convincenti provando ad esprimere, non luce e trasparenza, ma solidità. È questo il motivo per cui ho adottato un approccio differente per ogni progetto a partire da Sendai. È probabile che prima o poi io possa arrivare a sviluppare un mio approccio personale. Forse queste esperienze convergeranno in una determinata direzione. Comunque, ogni volta non riesco a prevedere dall'inizio ciò che accadrà. I criteri con cui affronterò i prossimi progetti saranno probabilmente sempre più differenziati.⁶

In altre parole, Ito a partire da questo momento si propone di evolvere verso forme di espressione più libere attraverso una ricerca continua in varie direzioni, ma che avrà sempre come punto di partenza la riaffermazione dei valori materici in architettura attraverso un approccio fortemente sperimentale, che coinvolga strettamente la progettazione statica all'interno del progetto di architettura.

L'esperienza traumatica che la realizzazione della Mediateca

⁶ Toyo Ito, «Invisible Process» (intervista), in *A+U* n. 417 (giugno 2005), p. 17. (trad. d. A.)

di Sendai ha rappresentato è evidente nella descrizione resa attraverso la mostra *Blurring Architecture* che si è tenuta a Tokyo tra la fine dell'autunno del 1999 e l'inizio del 2000 ed in contemporanea ad Aquisgrana in Germania. In particolare a Tokyo una serie di schermi proiettavano in continuazione immagini del cantiere, di cui Ito riferisce:

Il cantiere vero e proprio è stato un campo di battaglia contro *l'acciaio*, vera antitesi del mondo preciso e asettico dell'astratta *computer graphics*. Abbiamo ripreso [attraverso un video] quasi un anno di lavoro con questo metallo spesso e pesante; mentre si scaldava con le saldatrici, si battevano le piastre per piegarlo, si tagliava, si levava e saldava di nuovo, ferro che si sarebbe arreso solo una volta ricoperto di cicatrici. Potenzialmente questa era la storia di una civiltà primitiva nella lotta contro la materia. Materia che non può essere altro che materia, che provoca compassione proprio a causa della sua forza.

La Mediateca di Sendai è uno spazio nel quale esistono queste due visioni completamente diverse, il lento scorrere dello spazio astratto dei segni sugli enormi schermi murali, e sui monitor il paesaggio di metallo corrotto. La guerra contro l'acciaio è finita, ma continuano a scorrere i flussi dei segni.⁷

Da questa lotta contro l'acciaio, al fine di piegare questo materiale alle esigenze del progetto, Ito ha compreso che andare contro l'espressione della materia, oltre ad essere un'impresa molto dura, si dimostra anche un atteggiamento irrispettoso delle caratteristiche del materiale impiegato.

In seguito alla realizzazione della Mediateca, perciò, egli ha iniziato a guardare con interesse al dato materiale dell'edificio in quanto tale, ovvero ha scoperto il fascino del valore che ogni materiale possiede nella sua capacità di guidare la progettazione attraverso le sue caratteristiche intrinseche.

Ciò è vero a maggior ragione quando l'espressione strutturale coincide con l'espressione formale dell'architettura, come in

⁷ Toyo Ito, «Rapporto sulla Mediateca di Sendai *in corso di costruzione*», cit., p. 354.

parte era avvenuto in modo imprevisto a Sendai e, come vedremo, diverrà un punto di riflessione basilare negli sviluppi successivi della sua architettura.

Esperimenti di espressione strutturale

L'occasione per sperimentare il nuovo interesse per la componente strutturale del progetto arriva nel 2002, anno in cui Ito realizza, quasi nello stesso momento, due padiglioni temporanei: il primo a Bruges, quell'anno capitale europea della cultura, e il secondo a Londra di fronte all'edificio della Serpentine Gallery ad Hyde Park, dove ogni anno viene realizzata una struttura provvisoria da utilizzare nei mesi estivi. Poiché, infatti, questi padiglioni non ospitano nessuna funzione preordinata e non delimitano neanche uno spazio chiuso, essi costituiscono una rara opportunità di sperimentare un *pensiero radicale*.

Il padiglione di Bruges, del quale si parlerà in modo approfondito nella seconda parte di questo scritto, si configura come un portale allungato a formare un tunnel aperto sui lati corti. In questo caso struttura portante e involucro coincidono perfettamente. I lati e la copertura sono, infatti, realizzati con dei pannelli alveolari a nido d'ape in alluminio, rinforzati sia sul lato interno, sia sul lato esterno da lamine ovali anch'esse di alluminio. L'effetto finale è, pertanto, quello di una semplificazione estrema degli elementi che compongono l'edificio, poiché l'insieme di pannello alveolare e ovale in alluminio sostituisce travi e pilastri e configura allo stesso tempo il rivestimento esterno, producendo un effetto decorativo superficiale.

Il padiglione di Bruges non ha, in realtà, nulla di astratto o di minimalista, anche se l'estrema semplicità dell'impianto è una condizione fortemente ricercata. Ito afferma che:

[Questa] è stata un'occasione unica per poter esplorare i confini dell'architettura. Si tratta di un semplice rifugio: un padiglione privo di interno, poiché l'interno è stato eliminato. [...] Il piano non rappresenta la vera essenza di un progetto;



Padiglione di Bruges

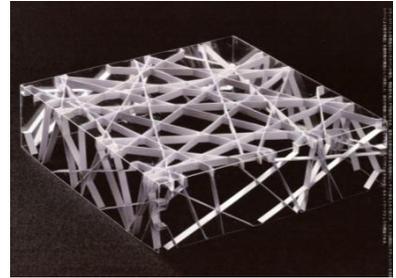
Viste dell'esterno e dello spazio interno.

la materializzazione dell'involucro sì. Voglio lasciarmi la forma alle spalle per giungere a un'architettura nuova creata con nuovi materiali e diversi metodi costruttivi; penso ad edifici privi dei tradizionali prospetti ma dotati di una nuova pelle.¹



Esiste, dunque, la volontà di ricercare un'astrattezza che vada oltre il puro valore formale.

L'involucro del padiglione di Londra, in modo simile, è costituito da una serie di barre piatte di acciaio saldate tra loro e dipinte di bianco che producono un fitto intreccio di linee strutturali. Come nel caso di Bruges questo sistema è utilizzato indifferentemente per la copertura e per le chiusure laterali dell'edificio, configurando, così, un perfetto parallelepipedo di base quadrata. Anche in questo caso la struttura è rivestita alternativamente con pannelli di alluminio dipinti di bianco, ma senza funzione strutturale, e con chiusure in metacrilato trasparente alternati secondo un pattern a scacchiera.



In questo modo Ito si discosta dalla sua espressività precedente per la quale il materiale aveva un valore per lo più visivo e non sostanziale:

In entrambi i casi, l'espressione del sistema strutturale include l'intera espressione dell'architettura come un'unica unità. I materiali, nel loro carattere essenziale, hanno direttamente deciso il sistema strutturale e sono stati lasciati a vista. Questa è una forma di espressione che io ho a lungo evitato. In passato, ho valutato un materiale per il suo aspetto visivo e non ho contato sul carattere essenziale del materiale, per se stesso. Nel caso presente, per di più, se avessi impiegato un differente sistema strutturale, l'edificio avrebbe avuto una superficie di carattere completamente differente. Ciò indica quanto la struttura condizioni la superficie in questi edifici.²

¹ Citato in Marc Dubois, *Una piccola fantasia*, in Casabella n. 705 (novembre 2002), p. 46.

² Toyo Ito, «Structural Expression – Direct from the Materials», in *JA* n. 47 (autunno 2002), pp. 4-5. (trad. d. A.)

Serpentine Gallery Pavilion

Vista dell'esterno.

*Plastico di studio del sistema
strutturale.*

**La logica *non apparente*
nei padiglioni di Bruges e
Londra.**

Per evitare di cadere in una forma di espressionismo strutturale, Ito cerca deliberatamente di confondere lo spettatore in modo che non si riesca a cogliere al primo sguardo la logica della struttura. Attraverso questa operazione Ito, influenzato soprattutto da Cecil Balmond, si pone l'obiettivo di comunicare al fruitore il fascino della complessità insita nel progetto.

Lo scopo di Ito è fare in modo che le persone che si trivano a percorrere il tunnel del padiglione di Bruges o a sorseggiare un tè all'interno del *Serpentine Gallery Pavilion* non comprendano immediatamente il ruolo dei singoli elementi del progetto come avverrebbe nel caso in cui fossero presenti travi e pilastri.

I sistemi strutturali dei padiglioni di Bruges e di Londra [...] sono progettati in modo da prevenire una comprensione visiva del sistema. Certamente il sistema strutturale ha formato l'espressione della superficie, ma questa espressione di superficie non permette un chiaro giudizio sul fatto che essa sia una espressione di struttura o di qualche altra intenzione progettuale.

Il progetto ha, in altre parole, l'intento deliberato di rendere oscuro il sistema che produce la struttura.³

Secondo questa logica, le persone provano una sensazione piacevole nel riconoscere gradualmente ed inconsciamente la presenza di regole nascoste all'interno del progetto.

Più che una sfida nei confronti del fruitore, si tratta di un tentativo fatto da Ito di offrire degli stimoli sensoriali per mezzo dei quali ricondurre il fruitore, attraverso la tettonica dell'edificio, al disvelamento progressivo della logica che sottostà al progetto.

Ito afferma, in altre parole, che è possibile percepire inconsciamente la presenza di regole che organizzano la costruzione anche quando queste ultime, seguendo logiche complesse, non sono di comprensione immediata.

La complessità che egli ricerca deliberatamente ha un valore fondamentale nel momento in cui permette allo stesso

³ Ibidem.

progettista di scoprire delle potenzialità insite nel diagramma iniziale e imprevedibili all'inizio. Non è un caso, infatti, che Ito abbia in questo momento come obiettivo un tipo di progettazione *non-lineare*; elemento questo che, peraltro, lo accomuna ai tre progettisti strutturali di cui ci occuperemo in seguito in maniera più approfondita.

A differenza di un tipo di progettazione lineare, di stampo modernista, per la quale, date delle condizioni iniziali, il progetto non può che evolvere verso un'unica soluzione ottimale, il progetto non-lineare postula la possibilità di avere varie risoluzioni coerenti con le premesse ed ugualmente efficaci.

Ciò che interessa ad Ito è il fatto che queste soluzioni, non seguendo un processo di evoluzione rettilineo, possano essere influenzate dagli apporti esterni alla disciplina architettonica, con il pregio di far evolvere il progetto in direzioni inaspettate ed innovative. Una ulteriore critica al progetto lineare riguarda il fatto che stabilendo in fase di impostazione una soluzione ottimale alla quale l'edificio realizzato si avvicinerà alla perfezione quanto meno si discosterà dalla soluzione prevista in fase di impostazione preliminare, mentre ogni deviazione da questa traiettoria è considerata un errore. Al contrario per Ito:

Un approccio nel quale si pensa mentre si progetta – un approccio nel quale non si può vedere cosa ci sarà al prossimo passo prima di arrivare ad un certo punto e in cui si scoprono continuamente spazi non familiari – ha un carattere più contemporaneo.⁴

In effetti, il significato ultimo dell'espressione *Blurring Architecture* sta proprio nel tentativo di allontanare l'architettura dalla propria autoreferenzialità, per quanto riguarda sia l'immagine finale, che per i processi progettuali dai quali scaturisce e la possibilità di ibridare questi due fattori attraverso l'introduzione di una progettualità esterna, che nel caso di Ito è rappresentata dai progettisti strutturali.

Il progetto non-lineare

⁴ Cecil Balmond, Toyo Ito, «Concerning Fluid Spaces» (Conversazione), in *A+U* 404 (maggio 2004), p. 47. (trad. d. A.)

Se l'affermazione dei valori materici è divenuta un fattore importante per la sua architettura, la capacità di esplicitare attraverso il progetto della struttura portante un ordine spaziale nuovo diviene un obiettivo fondamentale.

La sua ricerca, pertanto, non mira più solamente all'ottenimento di una qualità espressiva attraverso immagini in grado di fondere valenze formali e razionalità strutturale, quanto a ricavare dei principi di organizzazione razionale della materia che siano in grado di guidare il progetto nei suoi aspetti formali e spaziali, anche in direzioni inaspettate ed imprevedibili.

Per questa ragione, oltre alla ricerca di valori formali sul tema dell'involucro strutturale, Ito inizia a percorrere una strada parallela che ha come obiettivo l'estrapolazione di regole di matrice geometrica attraverso le quali sia possibile guidare allo stesso tempo l'organizzazione della struttura e lo sviluppo del progetto sul piano formale e spaziale nel suo complesso.

In un certo senso l'origine di questo ragionamento è una conseguenza diretta del progetto del *Serpentine Gallery Pavilion*. Il fitto intreccio di linee strutturali di cui si è parlato è infatti il risultato dell'applicazione di un algoritmo basato sulla rotazione di un quadrato nello spazio.

La geometria su cui si basa tale rotazione ha dei presupposti statici, come si vedrà in modo più approfondito in una scheda dedicata al progetto nella seconda parte di questo scritto. Il quadrato ruotato, infatti, è il risultato della congiunzione di punti prossimi ai punti medi dei lati consecutivi del quadrato di partenza sul quale è impostata la pianta del padiglione, poiché in questo modo è possibile ottenere la disposizione più efficiente delle travi.

La struttura complessa del padiglione non è altro che il risultato della reiterazione di questa regola e del successivo prolungamento della trama fino al perimetro del padiglione e lungo i suoi lati.

Estrapolata la regola geometrica generale ai progettisti non rimane che stabilire una regola secondaria che definisca i punti da collegare tra i lati del quadrato. Nel caso specifico, per dare un maggiore senso di movimento all'edificio, le travi collegano il primo terzo di un lato con la metà del lato adiacente.

Poiché la disposizione finale della struttura è prodotta da un programma informatico basato su questo algoritmo di cui si è

parlato e che funziona attraverso una iterazione continua del processo, è possibile congelare l'elaborazione della forma in un momento arbitrario, ottenendo sempre una struttura plausibile dal punto di vista statico. Naturalmente il risultato finale non è del tutto prevedibile all'inizio del processo e possono essere ottenuti risultati praticamente infiniti variando i rapporti che regolano i punti in cui le travi congiungono i lati.

Questo tipo di approccio, porta Ito a sviluppare alcune riflessioni sulla possibilità di ottenere un ordine architettonico nuovo attraverso il quale mettere in relazione la componente geometrica necessaria all'analisi strutturale e il risultato formale dell'architettura prodotta.

Ciò che a lui interessa è la possibilità di superare la rigidità delle regole dell'architettura moderna senza cadere nel puro espressionismo formalista. L'astrazione è quindi ricondotta alla stesura di una regola in grado di produrre forme e spazi non intenzionali, ma in qualche modo controllabili attraverso dei parametri matematici.

La non consapevolezza della direzione finale che il progetto prenderà, una volta che il problema architettonico viene posto in maniera non-lineare, ovvero con un numero elevato di soluzioni possibili e non prevedibili, da punto critico della progettazione diviene per Ito un elemento di forza, poiché si ottengono in questo modo forme di espressione nuove e sconosciute, impossibili da stabilire all'inizio della fase progettuale.

La volontà di superare l'approccio sistematico dell'architettura moderna, che secondo Ito ha portato ad un appiattimento delle possibilità espressive, si rispecchia nel conseguente rifiuto di una ricerca formale fine a se stessa.

Trascendere dagli aspetti formali come obiettivo della architettura e concentrarsi sul processo come fonte delle innovazioni viene a rappresentare così il centro della sua ricerca. L'uso degli algoritmi rappresenta una soluzione a questo problema, poiché una volta stabilita una procedura composta da una serie di passaggi consecutivi trasformati in istruzioni che un computer è in grado di elaborare, si possono produrre in modo pressoché automatico svariate configurazioni spaziali, non prevedibili all'inizio.

Ito vede in questo la possibilità di ottenere un *ordine architettonico algoritmico* attraverso il quale è possibile superare alcune rigidità concettuali del moderno ed ottenere un'architettura più libera seppure ancora all'interno di regole certe:

Un *algoritmo* potrebbe essere definito come una regola che genera correttamente un ordine complesso ed instabile, ma allo stesso tempo tenue e altamente flessibile. È una regola interna che, in relazione a vari parametri che sono aggiunti ad essa, determina eterogeneamente come l'organizzazione architettonica delle forme sarà esternalizzata. Ogni metodo algoritmico deve essere necessariamente un processo non-lineare, che cambia in ogni istante in accordo con i cambiamenti delle condizioni esterne. Il risultato è sempre non invertibile: ciò vuol dire che il processo conduce sempre a risultati sconosciuti.⁵

Se nel caso del *Serpentine Gallery Pavilion* la logica geometrica non-lineare con cui si organizza la struttura punta ad ottenere soprattutto, come si è discusso nel primo paragrafo, un effetto percettivo legato alla superficie bidimensionale che avvolge l'edificio, un primo tentativo di coinvolgere anche l'organizzazione dello spazio utilizzando una matrice geometrica complessa applicata alla struttura portante è rappresentato dal progetto per il *Relaxation Park* a Torre Vieja, nota località turistica spagnola.

Ito è incaricato del progetto di un parco sulle rive del lago salmastro che con la sua colorazione cangiante costituisce una delle maggiori attrazioni turistiche del luogo.

Unitamente al parco, il progetto prevede la realizzazione di alcune strutture turistiche: un ristorante, un centro informazioni e un centro benessere con docce e spogliatoi.

Ito raccoglie queste funzioni in tre edifici separati, disposti lungo la riva del lago, caratterizzati da una forma spiraliforme realizzata attraverso l'uso di curve di Bezier.

⁵ Toyo Ito, «In Search of a New Architectural Order», in *Toyo Ito*, Phaidon, New York 2009, p. 9. (trad. d. A.)

L'impiego di questo particolare tipo di curve parametriche, permette ad Ito, per prima cosa, di individuare l'ingombro planimetrico degli edifici approssimando le curve di livello del terreno. Dividendo, poi, secondo una scansione regolare la lunghezza dell'edificio, si ricava l'ampiezza delle sezioni in questi punti, dal momento che i progettisti hanno stabilito che queste ultime avessero sempre forma ovale con l'asse maggiore coincidente con la distanza tra le due curve di Bezier in quel punto e con l'asse minore che segue una proporzione fissa rispetto al primo.

Anche la geometria degli elementi strutturali è un derivato della stessa regola. In ogni ovale è, infatti, inscritto un pentagono con il vertice rivolto verso il basso e la struttura portante in acciaio segue una spirale che congiunge i vertici dei vari pentagoni seguendo una rotazione progressiva.

La struttura secondaria in legno, poi, congiunge le cinque spirali di acciaio così realizzate e divise in sei parti uguali tra una sezione e la successiva. Il risultato è un involuppo che avvolge sinuosamente il volume degli edifici.

A dare maggiore stabilità trasversale alla struttura contribuisce il solaio sospeso alla struttura in acciaio che connette i vertici bassi dell'ovale.

La geometria apparentemente complessa che produce lo sviluppo spaziale degli edifici e contemporaneamente la posizione della struttura portante si basa, dunque, totalmente sui punti di controllo delle curve di Bezier.

Perciò, alterando anche solo uno dei punti di controllo la geometria di tutto l'edificio varia in modo conseguente.

Ne deriva il fatto che, una volta esplicitata la curva di Bezier attraverso una equazione parametrica, tutti gli elementi che compongono la struttura dell'edificio possono essere individuati nella loro posizione e nella loro forma in maniera immediata ed inequivocabile, una volta stabilite le coordinate geometriche della curva di partenza.

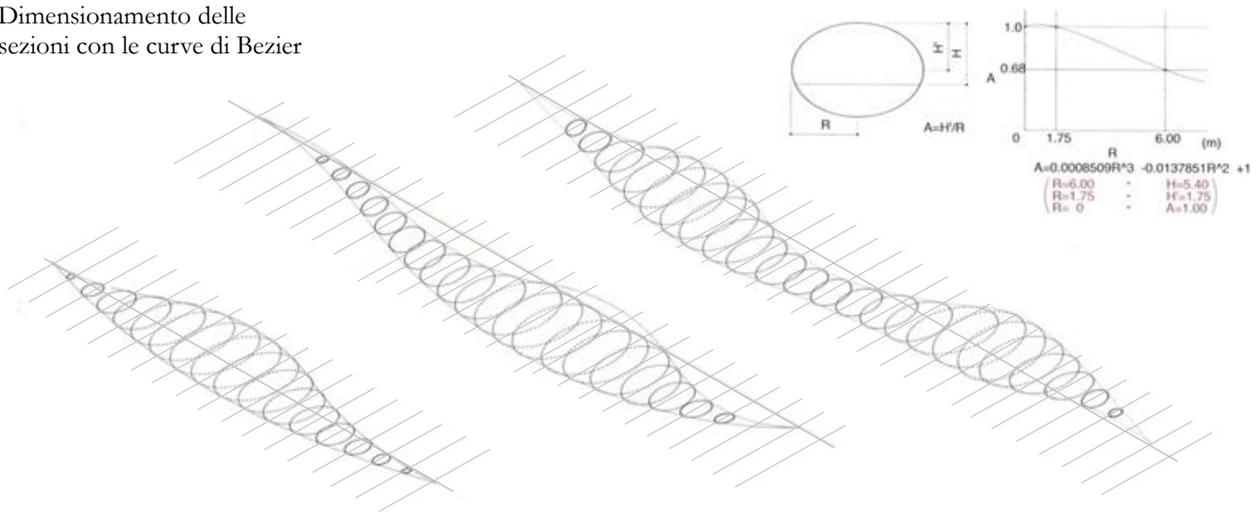


Relaxation Park

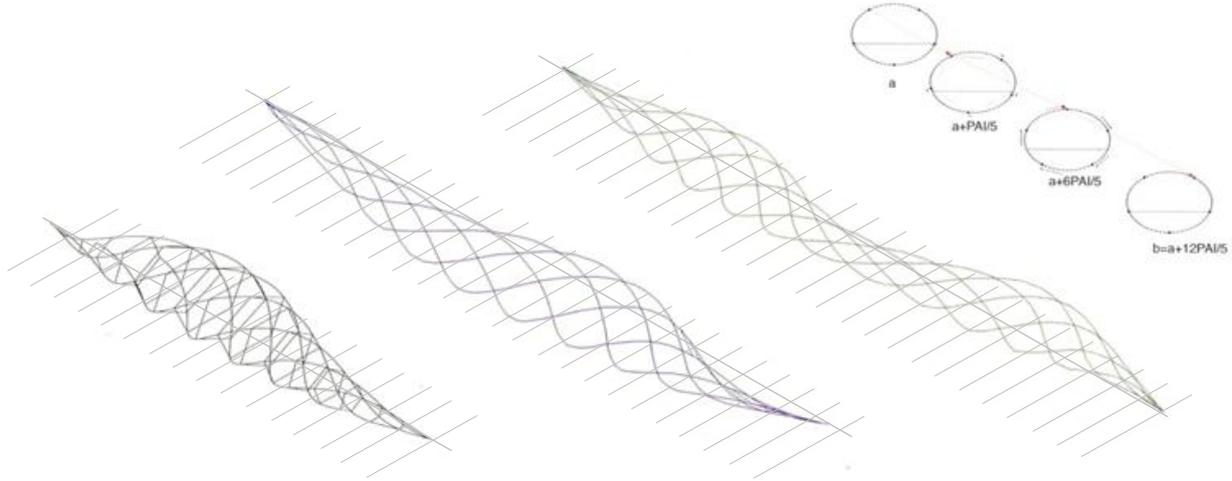
Vista dell'esterno di uno dei tre edifici (l'unico attualmente realizzato).

Esplosione delle parti strutturali che compongono l'edificio: le fondazioni, la struttura principale in acciaio (spirale), la struttura secondaria in legno, il piano di calpestio.

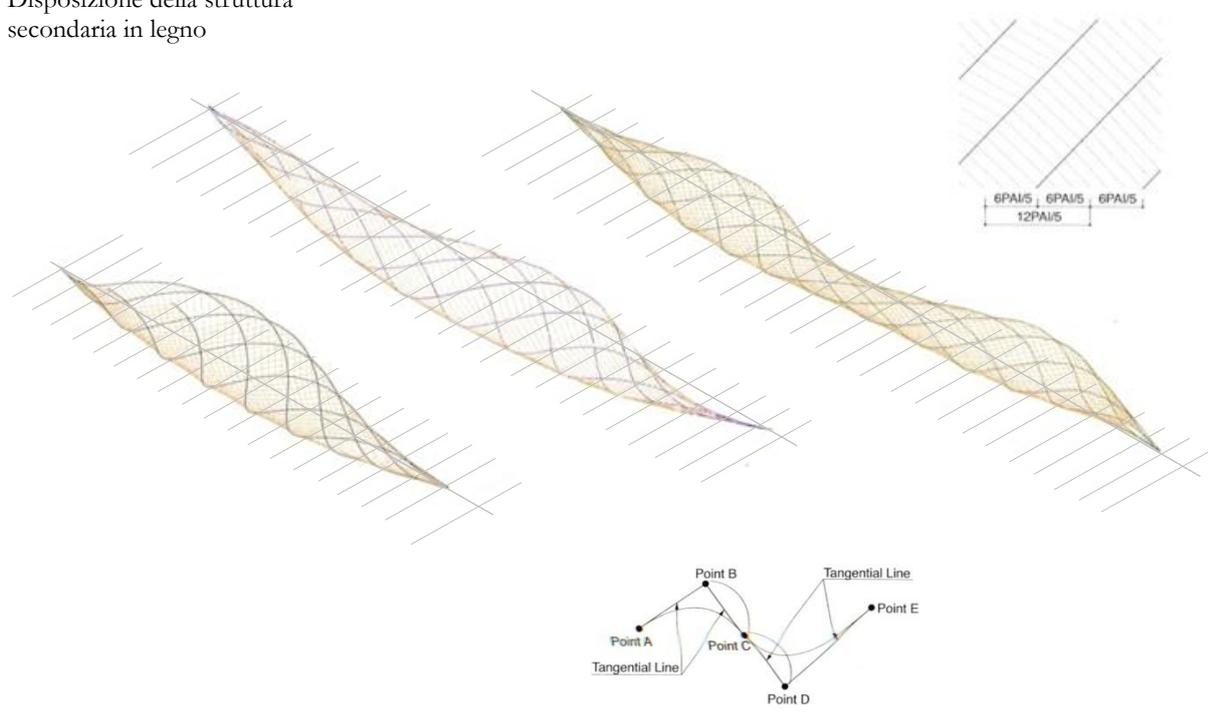
Dimensionamento delle sezioni con le curve di Bezier

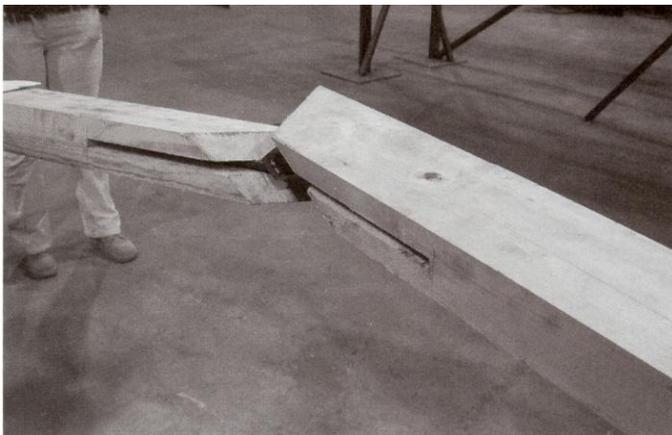
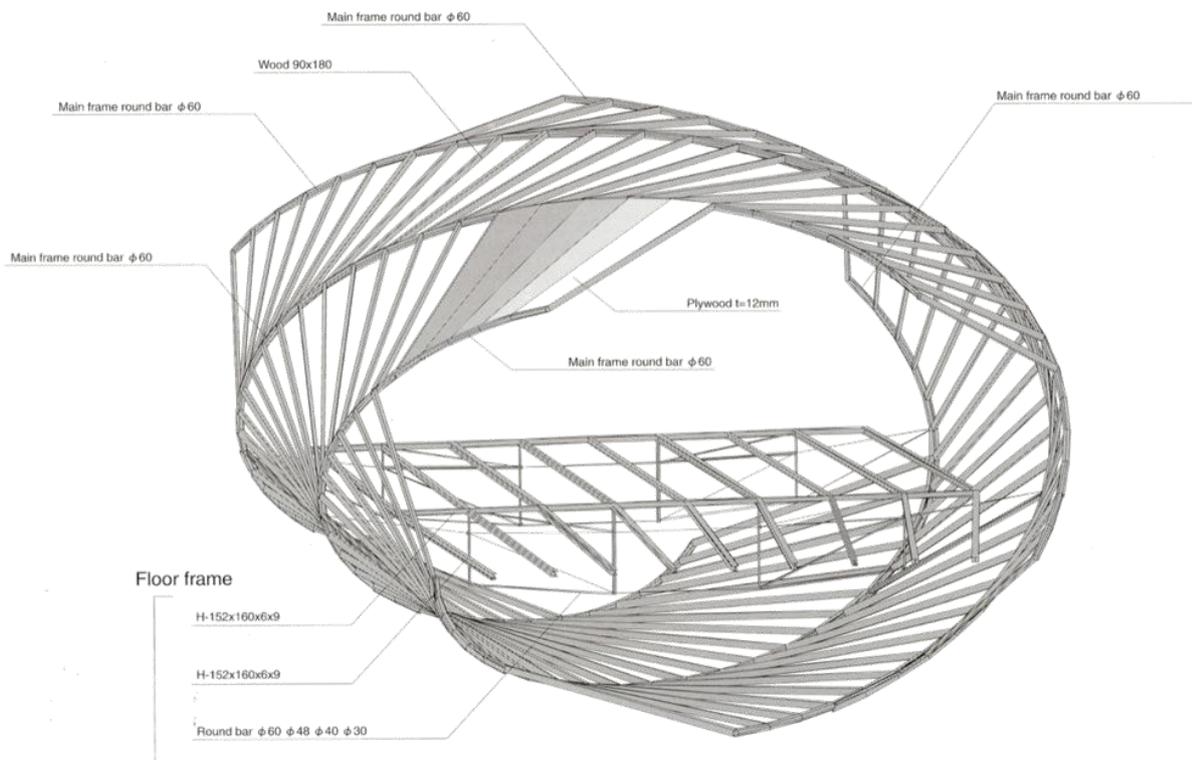


Geometria a spirale della struttura principale in acciaio



Disposizione della struttura secondaria in legno





Relaxation Park

*Nella pagina precedente:
 Diagrammi di sviluppo della
 geometria della struttura e
 schema grafico di una curva
 di Bezier.*

In questa pagina:

*Sezione schematica della
 struttura.*

*Dettagli del sistema di
 collegamento tra le spirali di
 acciaio e gli elementi
 secondari in legno.*

Variando, dunque, per mezzo di semplici programmi informatici CAD la geometria della curva di Bezier, attraverso i suoi punti di controllo è possibile ottenere numerose disposizioni della geometria complessiva dell'edificio impossibili da determinare a priori.

Il risultato è uno spazio sorprendentemente instabile nel quale l'idea di movimento risulta molto forte e anche gli elementi strutturali, sebbene estremamente semplificati, non sono riconducibili a nessun elemento convenzionale, poiché la pelle strutturale, anche in questo caso come nei padiglioni presentati nel primo paragrafo, avvolge lo spazio senza richiedere la presenza di sostegni verticali.

L'interesse per un tipo di progettazione non-lineare prodotta da una logica algoritmica ritorna anche per il progetto realizzato tra il novembre del 2002 e il giugno del 2003 per il nuovo grande magazzino *Selfridges*, che sarebbe dovuto essere aperto a Glasgow in Scozia. Il progetto è rimasto sulla carta ma rappresenta comunque un momento importante nell'evoluzione del metodo progettuale di Ito.

Alla struttura portante è affidato ancora una volta il compito di articolare gli spazi, per definizione omogenei, del grande magazzino: Ito decide, infatti, di inclinare i pilastri seguendo direzioni ed ampiezze variabili in modo da ottenere l'immagine di quelli che, secondo la sua definizione, sarebbero dovuti apparire dei *pilastri danzanti* (*dancing columns*).

Come si vedrà nella seconda parte in maniera dettagliata, l'inclinazione dei pilastri segue una regola geometrica complessa basata su un campo numerico per il quale ad ogni pilastro su ciascun piano dell'edificio corrisponde un numero da uno a nove. Ognuno di questi punti individua un vettore di spostamento, in riferimento ad un *quadrato magico 3x3*, rispetto al quale il pilastro viene inclinato.

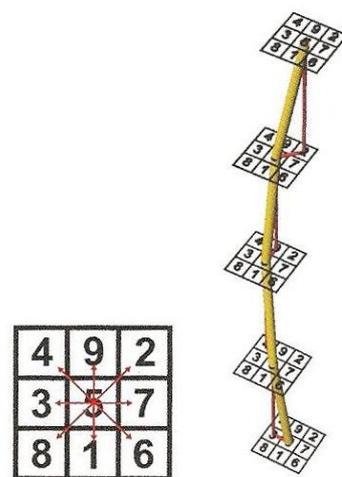
La stessa regola, peraltro, serve ad individuare l'inclinazione degli spigoli delle fasce verticali in cui è suddivisa la facciata dell'edificio.

Più che il modo specifico in cui è stata trovata ed impiegata la regola, è interessante sottolineare come, ancora una volta, seguendo lo stesso metodo impiegato per il *Serpentine Gallery Pavilion* questa regola sia stata scissa in una serie di istruzioni elementari e ordinate, ovvero in un algoritmo, che potesse



Relaxation Park

Vista dell'interno.



Magazzini Selfridges

Modello di studio.

Il quadrato magico 3x3 e il diagramma che mostra la conseguente inclinazione dei pilastri ad ogni piano.

essere informatizzato e analizzato per mezzo di un computer.

A ben vedere, in effetti, tutti e tre i progetti di cui si è parlato in questo paragrafo non avrebbero potuto essere realizzati nella stessa maniera senza il contributo delle tecnologie informatiche.

Il tema dell'informatica ha rappresentato per Ito un'occasione di profonda riflessione fin dagli anni Ottanta.

Preferendo approfondire la natura effimera delle tecnologie informatiche, Ito ha sempre sfuggito l'acceso dibattito tra chi riponeva una fiducia assoluta sulle capacità di rigenerazione e progresso dell'informatica e chi riteneva questo fenomeno transitorio ed incapace di incidere profondamente sulla disciplina.

La sua ricerca su questo tema, prima di Sendai, ha messo in risalto maggiormente la capacità dei media informatici di leggere e interpretare la società contemporanea da un punto di vista differente.⁶

In particolare l'aspetto che più ha interessato Ito agli inizi della sua carriera è stato la capacità offerta dalle tecnologie digitali di passare da una visione assoluta della realtà tipica del pensiero moderno ad una potenziale legata alla virtualizzazione della realtà.

Nelle opere realizzate prima della Mediateca la tecnologia informatica era un elemento posto in evidenza in quanto tale (si vedano ad esempio la *Torre dei Venti* a Yokohama oppure *l'Uovo dei Venti* a Tokyo), con l'obiettivo di rendere l'architettura, attraverso l'uso di schermi e videoproiezioni, effimera ed impalpabile quanto l'informatica di cui era permeata.

Se inizialmente le tecnologie informatiche rappresentavano per Ito una metafora della contemporaneità ed offrivano quindi un riferimento prettamente suggestivo e metaforico, come si può leggere nei numerosi scritti che Ito stesso dedica all'argomento, ora queste tecnologie divengono uno strumento indispensabile di ricerca.

L'informatica diventa un mezzo per superare la dicotomia tra astrazione ed espressione attraverso la razionalizzazione e l'elaborazione formale dei principi statici, applicati ad un tipo di

⁶ Cfr. Ron Witte, «Solution», in *Toyo Ito: Sendai Mediatheque* (Case), cit., pp. 13-23.

modellazione matematica e parametrica.

Questo cambiamento è avvertito da Ito, il quale a tale proposito afferma che:

La cosa importante non è la tecnologia, ma il dialogo con le persone. L'architettura nasce da un dialogo. [...] In effetti il senso della tecnologia nei miei lavori sta un po' cambiando. Nel passato la tecnologia era visibile, manifesta. Adesso forse non è più così. È una cosa un po' più nascosta, da ricercare, non la vedi, non si vede. È un elemento da sfruttare in maniera indiretta. Prima pensavo e tendevo ad un'architettura che, anche se lo si volesse, non si lascerebbe afferrare. Adesso è diverso. Adesso voglio fare un'architettura che si riesca a toccare, a sentire. Adesso sto lavorando sulla realtà fisica, sugli oggetti, sul reale. Questo mi interessa.⁷

La tecnologia in effetti viene celata nelle pieghe del processo progettuale, poiché l'informatica è ora divenuta un mezzo per progettare e non riguarda il progetto in quanto entità virtuale, ma l'edificio che verrà realizzato in tutta la sua materialità.

L'astrazione dovuta al processo di vettorializzazione dell'idea progettuale ha lo scopo, cioè, di permettere una comprensione sempre più raffinata dei fenomeni fisici e percettivi legati alla progettazione architettonica (quantità di luce, comportamento dei materiali...) e, soprattutto, di offrire la possibilità di uno scambio proficuo di informazioni tra gli attori del processo, nel nostro caso in particolare è fondamentale il *dialogo* con gli ingegneri.

La ricerca progettuale di Ito, già dall'inizio degli anni Ottanta, è stretta tra due esigenze apparentemente contrapposte ed inconciliabili. I suoi progetti oscillano in continuazione tra la ricerca della leggerezza attraverso l'astrazione pura e modernista e il tentativo di lavorare con forme più organiche per raggiungere una maggiore fluidità, come appare evidente se si confrontano l'*Hotel P* e lo *Shimosuwa Municipal Museum* che egli stesso Ito indica come esempio di queste due polarità all'interno

⁷ Toyo Ito, «Tutto torna alla terra. È normale» (intervista di Walter Aprile e Stefano Mirti), in *Domus* n. 890 (marzo 2006), p. 18.

della sua opera.⁸

Il fatto che l'informatica abbia reso sempre più semplice la realizzazione di forme organiche ha aumentato i dubbi di Ito, poiché porta ad abbandonare un controllo ferreo di derivazione modernista sul processo progettuale espandendo i limiti del possibile, ma al contempo rischia di non offrire più delle sicurezze per orientarsi di fronte ad un campo di possibilità pressoché infinito all'interno del quale diviene difficoltoso per il progettista esercitare un controllo.

Come si è visto nel paragrafo precedente, inoltre, Ito ha parzialmente rivisto le proprie posizioni espresse negli anni precedenti alla realizzazione della Mediateca di Sendai, riguardo ad una architettura capace di produrre nuove forme di realtà legate ad un uso metaforico degli strumenti informatici, poiché si è reso conto che ciò avrebbe prodotto una ulteriore alienazione dell'essere umano nei confronti della propria fisicità. Per questa ragione Ito, parallelamente al lavoro di ricerca sulle geometrie non euclidee e sulla possibilità di ottenere spazi nuovi attraverso l'uso degli algoritmi computerizzati, continua ad indagare le qualità materiali appartenenti al mondo delle forme organiche, provando ad ottenere spazi capaci di riavvicinare l'uomo all'ambiente naturale.

Ito applica questo concetto al progetto per la sede e lo showroom di TOD'S, il marchio italiano di scarpe e accessori di moda, sull'Omotesando-dori a Tokyo, introducendo degli elementi figurativi che erano stati rifiutati dall'architettura contemporanea.

A questo fine Ito, dopo vari tentativi, elabora una superficie strutturale che avvolge il semplice volume dell'edificio attraverso la ripetizione di un pattern derivato dall'astrazione della silhouette di un albero di zelkova.

L'utilizzo di un elemento di derivazione organica in maniera tanto diretta potrebbe risultare a prima vista una scelta ingenua e banale.

In realtà ciò che interessa ad Ito non è tanto il fatto che le persone riconoscano la *forma* dell'albero in quanto tale, quanto il



TOD'S Omotesando Building

Immagine del prospetto sull'Omotesando-dori.

Immagine serale (foto dell'autore).

⁸ Cfr. Toyo Ito, «In pursuit of an Invisible Image» (intervista di Kumiko Inui), in *A+U* n. 404 (maggio 2004), p. 8.

fatto che riconoscano, anche inconsciamente, il principio strutturale che è alla base di questa forma.

In altre parole Ito vuole che risulti evidente il modo in cui il flusso di forze che sostengono il peso della costruzione segue le ramificazioni per scaricarsi a terra, così come avviene negli alberi reali.

La ricerca di forme di razionalità strutturale riprese dal mondo delle forme naturali, ha, in definitiva, lo scopo di permettere ai visitatori di rintracciare, anche inconsapevolmente, forme di organizzazione della materia nelle quali le logiche derivate dagli organismi viventi provochino un ricordo degli spazi naturali.

Ito in questo caso utilizza una chiara immagine iconografica che, a differenza dei progetti precedenti, viene trasposta in modo diretto all'interno della logica strutturale dell'edificio.

Ciò è possibile perché egli riconosce in questa immagine di derivazione organica una caratteristica tettonica intrinseca nel rispetto al modo in cui essa veicola le tensioni statiche verso terra.

Il progetto per *TOD'S* ha rappresentato per Ito un passaggio fondamentale poiché gli ha permesso, per la prima volta, di liberarsi dell'inibizione verso una ricerca formale che non si basasse sulla pura astrazione geometrica.

Seppure l'immagine a cui Ito fa corrispondere le strutture portanti dell'edificio sia di derivazione organica quanto quella delle alghe di Sendai, questa volta l'immagine non è più metaforica in riferimento ad una sensazione spaziale che si vuole ottenere, ma direttamente indirizzata al processo progettuale grazie all'individuazione di una forma strutturale.

D'altra parte, il riferire la figuratività dell'involucro dell'edificio ad un principio strutturale razionale porta a riflettere sulle possibilità che una ricerca formale tratta dall'astrazione e dalla razionalizzazione di esempi ripresi dal mondo delle forme naturali può avere.

Naturalmente questo tema è stato approfondito da molti progettisti prima di lui ed Ito è cosciente che la strada che ha di fronte rischia di portarlo verso una deriva organicista e formalista, decisamente contraria al suo modo di vedere l'architettura. Per questa ragione egli ha la necessità di reintrodurre una forma di razionalità che gli permetta di controllare il progetto.

Un tentativo di reinterpretare in modo razionale una forma organica, estrapolandone la regola di sviluppo, come si è visto, era già stato fatto nel progetto di Torre Vieja, di cui si è parlato in precedenza, anche se in quel caso come appare chiaro dalle parole di Ito, l'immagine della conchiglia era in realtà più un derivato della geometria dell'edificio che una scelta consapevole rispetto ad una sua intrinseca qualità strutturale.

Un ordine dinamico come quello di *TOD'S* appare anche attraverso la geometria. La geometria euclidea da sola non è geometria. Se si pensa che la geometria nasce come traiettorie del punto, la possibilità di generare architettura si estende immediatamente. La vita fertile e l'astrazione prodotta dalla geometria non si contrappongono, ma al contrario si relazionano una all'altra. La spirale impiegata nel Relaxation Park di Torre Vieja è eloquente. La conchiglia a spirale crea una forma mentre genera se stessa. Sebbene si considerava precedentemente la forma a spirale strutturalmente debole, ora il problema è stato risolto grazie alla capacità analitica del computer. Il *movimento* e la *fluidità* si percepiscono in questo spazio in una maniera che non sarebbe stata possibile nell'architettura del XX secolo. Si tratta di una aspirazione completamente differente da quella dell'Espressionismo, il quale emulava le forme dall'organico. Io voglio arrivare all'organico come metodo di lavoro. Non molto tempo fa, ho parlato di un'area nella quale si mescolano uomo e natura. Parafrasando queste parole, questa è un'area nella quale si sintetizzano la dinamica e l'astrazione generate.⁹

Per arrivare effettivamente all'*organico come metodo di lavoro* Ito ha, però, la necessità di ottenere delle forme strutturali che, oltre ad avere caratteristiche geometriche non-lineari, siano basate anche su logiche di crescita e auto-organizzazione derivanti dal mondo naturale.

Ciò che non soddisfa completamente Ito, infatti, è che del mondo delle forme naturali si perda l'aspetto più interessante

L'organico come metodo di lavoro

⁹ Koji Taki, «A Conversation with Toyo Ito» in *El Croquis* n. 123 (2005), p. 15. (trad. d. A.)

rappresentato dalla loro caratteristica di essere strutture capaci di reagire rispetto alle condizioni dell'intorno adattando la propria crescita ad esso.

In questo modo il risultato formale, una volta fissata una regola di sviluppo, non è altro che il prodotto dell'interazione del progetto con le condizioni interne ed esterne ad esso.

Se questa regola, come per *TOD'S*, derivasse da un principio di organizzazione della materia con caratteristiche statiche intrinseche sarebbe dunque possibile ottenere in modo ancora più stringente una unione perfetta tra forma e struttura, senza bisogno di ulteriori mediazioni.

A questo punto, Ito inizia ad essere interessato alla possibilità di applicare il metodo progettuale legato all'uso degli algoritmi a questo tipo di logica di derivazione organica, in modo tale da ottenere attraverso gli strumenti informatici dei risultati spaziali e formali innovativi.

Il primo tentativo fatto in questa direzione è stato il progetto per il City Central Park GRIN GRIN di Fukuoka realizzato nel 2005.

Si tratta di una serie di tre serre che rappresentano l'attrezzatura principale del parco nelle quali vengono ospitate numerose varietà di fiori e piante.

I tre spazi sono raccolti sotto una copertura unica, realizzata per mezzo di una struttura a guscio tridimensionale che si avvolge a spirale in modo da invertire ad ogni rotazione il lato interno e quello esterno, producendo in questo modo tre spazi separati.

In questo caso Ito propone una forma assolutamente libera dal punto di vista geometrico, ma controllata attraverso un algoritmo computerizzato il quale si basa su un metodo di calcolo strutturale chiamato *shape analysis* che è in grado di far evolvere la forma del guscio in modo da garantirne la massima efficienza strutturale.

Lo stesso metodo, che verrà approfondito, è utilizzato per un altro edificio realizzato da Ito l'anno successivo, il crematorio municipale *Meiso no Mori* a Kakamigahara, nella prefettura di Gifu, sempre in Giappone.

Anche questo edificio è composto essenzialmente da una copertura a curvatura libera, realizzata con un guscio strutturale in cemento armato, la quale copre una serie di ambienti



**Island City Central
Park GRIN GRIN**

*Immagine delle serre
dall'alto.*

*Immagine dalla copertura
(foto dell'autore).*

**Crematorio
municipale Meiso no
Mori**

*Immagine dell'edificio visto
dal lago.*

scatolari e si raccorda al terreno prendendo la forma di pilastri conici.

In questo caso, al contrario del progetto di Fukuoka per il quale era stata elaborata inizialmente una ipotesi formale verso la quale Ito voleva convergere, l'algoritmo è utilizzato in maniera diretta per ricercare la forma strutturale che, tenendo conto delle esigenze funzionali e di alcuni parametri formali, ottenesse il miglior rendimento statico.

Questo metodo ha permesso ad Ito di ottenere una piena libertà nella ricerca formale pur rispettando una logica rigorosa. Allo stesso tempo la ricerca sulle strutture portanti si trasforma da obiettivo formale in strumento di ricerca. Se inizialmente con gli esperimenti eseguiti in occasione della realizzazione dei padiglioni di Bruges e di Londra Ito aveva perseguito una fusione completa di forma e struttura, con i progetti di Fukuoka e Kakamigahara egli arriva ad una fusione completa dei processi di progettazione formale e statica.

Dalla superficie al volume

Quando nel 2007 Ito ha inaugurato la mostra dal titolo *The New "Real" in Architecture*¹, nel commentarla egli ha affermato:

In pratica le città contemporanee hanno perso forza in termini di materia, per diventare strumento dell'economia e dell'informazione. Con questa esposizione vorrei richiamare la forza e l'energia che le cose hanno in senso materiale. Noi uomini tocchiamo le cose, le osserviamo, cerchiamo di capire, ci rapportiamo a loro con tutti i nostri cinque sensi per stabilire un contatto con esse. Lo stesso avviene rispetto al contatto che si può stabilire con l'architettura.²

Questa riflessione è, senza dubbio, una presa d'atto del valore che gli esperimenti portati avanti a partire da Sendai hanno avuto nell'evoluzione dell'architettura di Ito.

Parlare di esperimenti è in effetti corretto, poiché il metodo progettuale di Ito si basa fortemente sull'analisi delle architetture prodotte al fine di tracciare una linea di sviluppo per i progetti successivi.

In particolare l'attenta osservazione dei comportamenti dei visitatori dei padiglioni di Bruges e di Londra conforta Ito nell'idea di una architettura che diviene piacevole da vivere nel momento in cui riesce ad instaurare un dialogo con lo spettatore nel quale quest'ultimo viene coinvolto in un gioco di rimandi e di ricerca di significati.

¹ La mostra *Toyo Ito: The New "Real" in Architecture* si è svolta presso la Tokyo Opera City Art Gallery. Inaugurata il 7 ottobre, ha chiuso il 24 dicembre 2006. Cfr. www.operacity.jp/ag.

² Toyo Ito, *Intervista a Toyo Ito* (Intervista di Patrizia Mello del 7 aprile 2006), ora sul sito "*Arch'it*", www.architettura.it, sez. Files.

La constatazione che i fruitori di un'architettura riescano a comprendere in modo inconsapevole delle regole di organizzazione della struttura, per quanto complesse esse siano, ha portato Ito a sviluppare una logica di controllo del progetto basata sugli algoritmi, che è alla base dei progetti per Selfridges e del già citato *Serpentine Gallery Pavilion*.

Anche l'obiettivo di ricondurre l'attenzione dell'uomo verso la propria corporeità fisica come parte dell'ambiente naturale, può dunque essere raggiunto attraverso i mezzi propri dell'architettura e da questo filone di ricerca sono derivati i progetti per *TOD'S*, Fukuoka e Kakamigahara.

Ogni direzione che la ricerca prende non cancella necessariamente i risultati precedenti e l'interesse di Ito per le logiche organiche di auto-organizzazione e accrescimento non sostituisce la sperimentazione sull'espressione legata alle superfici strutturali, né l'interesse per le geometrie non euclidee. Al contrario questi temi, come si è visto, vengono sapientemente intrecciati ed ibridati, permettendo al progettista di arricchire ulteriormente le proprie possibilità espressive.

Ne è un chiaro esempio lo stesso edificio per *TOD'S* nel quale l'intreccio delle ramificazioni di derivazione organica può anche essere letto come una sovrapposizione di linee geometriche che seguono il perimetro dell'edificio in modo simile al *Serpentine Gallery Pavilion*, oppure come una esaltazione degli effetti superficiali grazie ai vetri montati senza infisso sul filo esterno della parete.

L'obiettivo di rompere l'isolamento prodotto dagli spazi ermetici dell'architettura convenzionale contemporanea, utilizzando le superfici strutturali di delimitazione tra interno ed esterno come elemento di mediazione tra l'uomo e l'ambiente naturale, sembra essere stato raggiunto da Ito, che però ancora non è riuscito a coinvolgere totalmente lo spazio architettonico nel suo complesso.

La ricerca di una integrazione completa tra involucro e struttura portante iniziata con i due padiglioni di Bruges e Londra acquista, perciò, un nuovo significato nel momento in cui Ito decide di proseguire la ricerca, mettendo in gioco anche l'organizzazione spaziale interna degli edifici, cercando anche in questo aspetto di superare il progetto di Sendai.

La buona riuscita del progetto di *TOD'S* aveva già

incoraggiato Ito a tentare di utilizzare a tale scopo la stessa logica in due progetti di concorso successivi: il primo per la realizzazione di una nuova attrezzatura pubblica da realizzare di fronte alla stazione di Musashisakai a Tokyo (*M-Project*) e il secondo per i Fonds Régional d'Art Contemporain de Picardie (*F.R.A.C.*) ad Amiens in Francia.

In entrambi i progetti Ito utilizza la silhouette astratta dell'albero per dare forma alle strutture portanti senza limitarsi più al solo involucro esterno, ma facendo in modo che dei setti composti da *filari* di questi alberi stilizzati servissero ad organizzare anche l'interno dell'edificio.

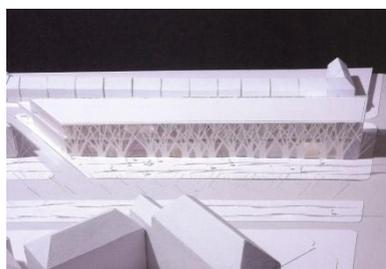
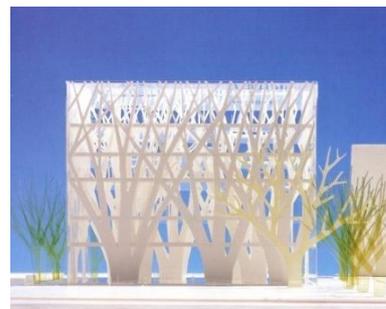
In realtà, in seguito forse al fatto che entrambi i progetti non hanno ottenuto il risultato sperato, Ito ha riflettuto criticamente sull'uso di un'icona, quella dell'albero, ripetuta in maniera automatica in progetti differenti e, sebbene rivendicando la possibilità di utilizzare una forma di questo tipo nello stesso modo in cui si utilizzano le forme geometriche elementari, egli si è reso anche conto che l'effetto iconografico che questo elemento ha la prima volta che viene impiegato si va indebolendo nelle reinterpretazioni successive.

Nel progetto di concorso per la realizzazione del *Forum for Dance Music and Visual Culture* di Ghent, in Belgio, che Ito presenta nell'aprile del 2004 in collaborazione con Andrea Branzi per la prima volta le superfici strutturali non hanno solo lo scopo di dividere l'interno dall'esterno, ma divengono l'elemento che articola tutti gli spazi interni.

Questo sistema di gusci individua due tipi di spazio che si intrecciano tra loro in un complesso sistema di forma e controforma, senza comunicare mai direttamente, pur alternandosi in continuazione tra un piano e l'altro.

I due tipi di spazio corrispondono ad una suddivisione funzionale e individuano rispettivamente gli spazi dedicati al suono, la *Sound Cave*, e gli spazi in cui la città idealmente entra all'interno dell'edificio, la *Urban Cave*.

L'intenzione di far penetrare lo spazio urbano nell'edificio, per ottenere una sala da concerto come diretta estensione della città, ha come primo obiettivo l'abbattimento di ogni discontinuità tra interno ed esterno. Il tema di un rapporto fluido tra spazio urbano e architettura, d'altra parte, è già stato affrontato varie volte da Ito :



M-Project

Immagine del plastico di concorso.

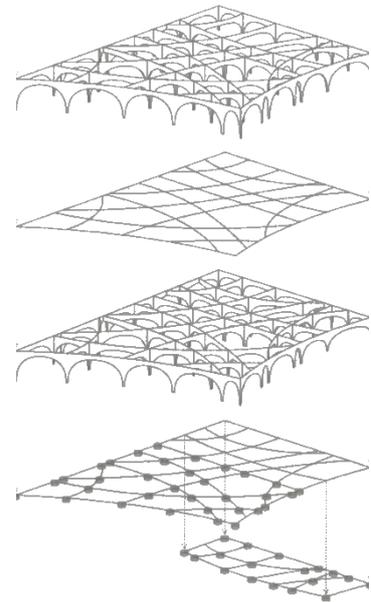
F.R.A.C.

Immagine del plastico di concorso.

Forum di Ghent

Immagine del plastico di concorso.

La questione interno/esterno è stata un tema molto importante nel mio lavoro per molti anni. Nella Mediateca di Sendai, c'erano vari luoghi che erano spazi interni, sebbene avessero il carattere di luoghi aperti. Interno ed esterno erano separati a Sendai da una scatola rettangolare. Anche a Ghent c'è una facciata vetrata tutto intorno, ma non è concepita come un prospetto. Tutto è stato immaginato come una sezione. L'organizzazione interna si mostra come se si facesse un taglio, appare come una sezione. È qui che la cosa differisce da Sendai. Ho immaginato che l'edificio potesse continuare indefinitamente, invece di terminare al bordo del sito. Sono solito affermare che la facciata di Sendai si trovava semplicemente dove l'edificio era stato arbitrariamente tagliato – esso era essenzialmente una sezione. In ogni modo, la mia idea è espressa più chiaramente a Ghent.³



Come a Sendai, d'altra parte, è ancora una metafora di derivazione marina a venire incontro alle esigenze dei progettisti. Mentre a Sendai delle alghe fluttuanti erano assimilate a pilastri, in questo caso la forma dei gusci strutturali è assimilata alla complessa conformazione di un corallo.

A ben vedere, in realtà, le metafore legate al tema dell'acqua cui Ito ricorre così spesso sono una diretta conseguenza della ricerca di fluidità che è da sempre il principale obiettivo di Ito.

Il progetto, forse a causa della sua complessità, non viene accettato dalla giuria, ma egli continua la sua ricerca sull'articolazione degli spazi interni attraverso la deformazione della griglia strutturale.

Sempre nel 2004 Ito elabora due progetti che insistono su questa caratteristica.

Nel primo, che riguarda una nuova biblioteca per la *Tama Art University* nei pressi di Tokyo, una serie di archi realizzati in acciaio rivestito di cemento si intersecano in pianta seguendo linee curve, formando così dei pilastri di sezione cruciforme.

Il tema di forma e controforma ritorna poi nel dormitorio per *scapoli d'affari* che lavorano presso una industria, la *SUS*, nella

Tama Art University Library

*Immagine esterna
dell'edificio e schema della
struttura.*

³ Toyo Ito, «Invisible Process» (intervista), cit., p. 14. (trad. d. A.)

Prefettura di Fukushima. In questa struttura, infatti, l'organizzazione della pianta deriva dalla composizione di due tipi di pannelli strutturali prefabbricati in alluminio, ognuno con una differente curvatura, i quali, alternati in pianta, consentono varie configurazioni degli ambienti.

Questi due progetti, sebbene abbiano un carattere decisamente meno sperimentale rispetto a quelli di cui ci siamo occupati finora, testimoniano il fatto che ora l'obiettivo di Ito è quello di far interagire il sistema della struttura portante con lo spazio interno.

Finalmente, nel 2005 arriva l'occasione per riproporre in modo più consapevole lo schema radicale di Ghent in un altro concorso. Si tratta del *Taichung Metropolitan Opera House*, un altro edificio per la musica, risultato questa volta vincitore ed attualmente in corso di costruzione.

Per questo progetto Ito ha coniato l'espressione *Emerging Grid* per identificare il sistema di spazi interrelati già presenti nel progetto per Ghent, mettendo così in evidenza la caratteristica principale di questa griglia di base, ossia la sua possibilità di essere deformata in modo flessibile, così da permettere la sistemazione di funzioni anche molto differenti attraverso semplici trasformazioni topologiche.

Anche in questo caso i gusci a curvatura libera che separano i due tipi di spazio rappresentano l'unico elemento strutturale dell'edificio.

Sebbene il cantiere di questo edificio sia ancora allo stadio iniziale, non è difficile prevedere che esso porterà ad un altro importante punto di arrivo nella carriera di Ito, pari forse solo alla Mediateca di Sendai.

Questo progetto rappresenta infatti la *summa* di tutte le ricerche nel campo della tettonica portate avanti negli ultimi anni e non è improbabile che esso, come la Mediateca, rappresenti anche un nuovo punto di partenza per ulteriori sviluppi della sua ricerca.



SUS Dormitory

Immagine del plastico.



Taichung Metropolitan Opera House.

Plastico di concorso.

Dettaglio del plastico di studio per visualizzare gli spazi interni.

Seconda Parte

Ito e i progettisti strutturali: collaborazioni recenti

Le basi della collaborazione tra Ito e gli ingegneri

Prima di approfondire le collaborazioni fra Ito e gli ingegneri strutturali, ritengo utile analizzare brevemente la situazione giapponese relativamente a questo tema.

Per varie ragioni storiche e culturali la produzione edilizia giapponese si basa su un continuo flusso di informazioni tra tutte le figure coinvolte nella progettazione. Architetti e ingegneri, costruttori e produttori di componenti per l'edilizia vivono in una simbiosi molto più stretta di quanto non avvenga in occidente. In particolare per quanto riguarda il processo progettuale, seppure all'interno di una chiara distinzione dei ruoli nella quale all'architetto viene riconosciuta la capacità di connettere i diversi campi disciplinari al fine di sviluppare nuove soluzioni, il rapporto tra architetti e ingegneri è sempre improntato ad una collaborazione attiva, all'interno della quale anche l'ingegnere può apportare un forte contributo allo sviluppo di idee architettoniche innovative.

Secondo l'architetto giapponese Satoru Yamashiro

La peculiarità di questi strutturisti risiede nel risolvere da un punto di vista tecnologico le forme immaginate dagli architetti; pur partendo dall'ispirazione e dall'idea dell'architetto, il loro non è un lavoro passivo in quanto si basa su un costante dialogo: essi propongono in maniera attiva soluzioni in cui l'originalità della struttura diviene un elemento importante per le opere architettoniche.¹

Ciò avviene a tutte le scale di progettazione sia rispetto all'importanza dell'opera (che si tratti di una importante

**La collaborazione attiva
tra ingegnere e architetto
in Giappone**

¹ Satoru Yamashiro, «Nuove alleanze, nuovi confini professionali», in *L'Industria delle Costruzioni* n. 404, 2008, p. 22.

struttura pubblica o di una piccola abitazione), sia rispetto alla notorietà e all'esperienza dell'architetto (anche gli architetti neolaureati sia avvalgono di strutturisti affermati o comunque di loro colleghi coetanei).

Tra le ragioni che portano a questo legame così stretto tra le due professionalità c'è senza dubbio il fatto che la formazione di architetti e ingegneri avviene all'interno della stessa facoltà, quella di ingegneria, della quale il corso di architettura è parte.

In Giappone sono circa centotrenta le università che offrono corsi di studio in progettazione architettonica e in ingegneria delle costruzioni. Nell'ambito del sistema educativo giapponese, sia il dipartimento di ingegneria civile sia il dipartimento di architettura appartengono in genere alla facoltà di ingegneria. Pertanto, uno studente deve scegliere tra uno dei due dipartimenti al momento di decidere una futura specializzazione. I corsi di Architettura forniscono un'istruzione professionale sia in ambiti di progettazione, quali la progettazione architettonica, che nei campi dell'ingegneria civile, come l'ingegneria strutturale. D'altro canto, i corsi di ingegneria civile formano ingegneri orientati verso sistemi di trasporto, ponti, dighe e altri progetti di infrastrutture pubbliche. La maggior parte dei laureati delle facoltà di architettura lavora o come architetto o come ingegnere civile, mentre quelli provenienti dai dipartimenti di ingegneria civile tendono a rimanere solo nell'ambito dell'ingegneria civile.

Oltre a questa base culturale comune attraverso la quale è più facile dialogare nel mondo della professione, non è da sottovalutare la rete di relazioni personali che si stabiliscono tra ingegneri e architetti già dai tempi dell'università. In questo modo architetto e ingegnere si considerano colleghi e non concorrenti.

Per queste ragioni di norma in Giappone la progettazione architettonica non segue una direzione unilaterale per la quale l'idea di forma è dettata dall'architetto e all'ingegnere spetta il compito di verificare la plausibilità della struttura in un momento successivo. Al contrario il progetto delle strutture e la creazione della forma nascono allo stesso tempo attraverso un serrato dialogo tra architetti e progettisti strutturali.

Nella organizzazione della produzione edilizia giapponese, infatti, i rapporti tra gli attori del processo sono molto più

stretti che in Occidente.

Ai fini della presente discussione un aspetto risulta particolarmente interessante: al di là dei rapporti personali, la scelta del partner di lavoro è sempre fortemente legata al tema progettuale o, meglio ancora, al modo con il quale si intende affrontare il tema in questione.

A questa logica non fa eccezione Ito e l'esempio dei due padiglioni di Bruges e Londra è illuminante a tale proposito.

Si tratta infatti di due opere pressoché contemporanee, con caratteristiche funzionali e dimensionali molto simili (due padiglioni temporanei) e realizzate entrambe in Europa.

Le ragioni per le quali Ito ha collaborato con due ingegneri così diversi come Araya e Balmond sono molteplici e dipendono soprattutto dal tipo di progetto che l'architetto si trova ad affrontare.

Nel caso del progetto per il *Serpentine Gallery Pavilion* è l'interesse diretto nei confronti delle ricerche di Cecil Balmond a spingere Ito a cercare l'occasione di una collaborazione, che ha rappresentato una sorta di test per eventuali collaborazioni successive.

A Bruges, invece è l'impiego di un particolare materiale, l'alluminio, a richiedere uno specialista come Masato Araya.

La collaborazione con Araya, il quale stava portando avanti proprio in quegli anni nei laboratori universitari delle ricerche finalizzate all'uso di dell'alluminio, ha avuto inizio, infatti, con il progetto per l'*Aluminium House* a Sakurajosui (1997-2000), realizzata appunto con una struttura portante in alluminio.

Questa collaborazione si ripeterà poi in tutti i progetti in cui sarà impiegato tale materiale, a partire dal già citato padiglione di Bruges (2002), per continuare con l' *Aluminium Cottage* a Gifu (2004) e la *Aluminium Brick Housing* di Groningen (2005).²

² Lo stesso Araya ha scritto interessanti articoli di divulgazione scientifica incentrati sui progetti frutto di questa collaborazione. Cfr. Masato Araya, «Structural Design of a House with Aluminium Panel Resistant to Earthquake», in *Journal of Technology and Design* n. 11, dicembre 2002, pp. 111-116. Oppure Masato Araya, «Design of Honeycomb and Sandwiched Panel Structure with the Use of Aluminium Alloy», in *Journal of Technology and Design* n. 19, giugno 2004, pp. 135-140.

La collaborazione con Mutsuro Sasaki è più complessa, anche perché la relazione di lavoro tra Ito e quest'ultimo progettista strutturale è la più duratura e forse quella che ha avuto più influenze reciproche. Ito si è dimostrato, infatti, molto sensibile ai nuovi metodi proposti da Sasaki e già applicati, come nel caso del *Sensitivity Analysis Method* di cui si parlerà in modo approfondito più avanti, in occasione di alcune collaborazioni di Sasaki con Arata Isozaki.

Toyo Ito ha affermato in più occasioni che è ormai possibile realizzare praticamente ogni tipo di struttura, se è possibile analizzarla. L'architetto ha perciò oggi a disposizione molte più possibilità rispetto al passato, a patto di riuscire ad interagire efficacemente con chi si occupa di queste analisi.

Nel panorama attuale lo scambio di informazioni tra architetto ed ingegnere avviene soprattutto attraverso gli strumenti tecnologici tanto che, a tale proposito, Ito può affermare che:

Le tecnologie informatiche stanno liberando l'architettura dalle geometrie euclidee. Esse stanno permettendo di realizzare all'interno dello spazio architettonico la fluidità instabile del movimento del corpo in movimento e il complesso equilibrio della vita che cresce nelle piante.

Gli ingegneri strutturali con cui ho collaborato a partire da Sendai – Mutsuro Sasaki, Cecil Balmond, Masato Araya, Masashiro Ikeda – posseggono tutti il dono dell'analisi strutturale basata sulla matematica non-lineare. Questi professionisti stanno realizzando strutture dalla complessa e dinamica interazione di forze - *architetture fluide del corpo* - che sarebbero state inconcepibili, irraggiungibili il secolo scorso.³

Come abbiamo visto nel capitolo precedente la ricerca progettuale di Ito fa del progetto della struttura portante un elemento essenziale ai fini della resa finale delle opere realizzate. L'equilibrio statico di tradizione modernista inizia ad essere

La ricerca di un linguaggio comune

³ Toyo Ito, «The New “Real”: Toward Reclaiming Materiality in Contemporary Architecture», in T. Ito, *The New “Real” in Architecture*, catalogo della mostra Toyo Ito Exhibition Executive Committee, Tokyo, 2006, p. 34.

considerato da Ito limitativo rispetto alle possibilità di progetto. Naturalmente per rendere possibile questa fusione di metodi ed obiettivi è necessario che la collaborazione con gli ingegneri abbia un carattere paritario.

La curiosità di Ito per questi temi è da lui stesso così espressa:

Dal libro *Nob* di Keiichiro Tsuchiya, ho imparato che il corpo dell'attore Noh è costantemente instabile, e che uno stato di instabilità conduce ad un altro stato di instabilità. Penso che fosse questo che mi interessava nel dinamismo o nel potere delle cose che sono instabili. In questo vi era qualcosa che avevo pensato prima di progettare la Mediateca di Sendai, ma per molto tempo non ho saputo come raggiungere una tale condizione. Ho semplicemente lavorato con una immagine in mente. Poi ho iniziato a scoprire varie possibilità attraverso delle conversazioni con gli ingegneri, specialmente con eccellenti progettisti strutturali come Cecil [Balmond], Mutsuro Sasaki, Masato Araya e Masashiro Ikeda.⁴

Ito si rende perfettamente conto, infatti, che la ricerca di un collegamento così stretto tra il sistema statico e i valori espressivi di cui esso viene reso veicolo, non può essere portato avanti senza il contributo fondamentale del progettista strutturale.

I due padiglioni di Bruges e Londra hanno rappresentato per primi una occasione per sperimentare una nuova forma di collaborazione tra architetto ed ingegnere che, a differenza di quanto era avvenuto a Sendai, riuscisse ad incorporare già dal momento iniziale le possibilità di innovazione per l'architettura offerte dal contributo di quest'ultimo.

Nel commentare i progetti dei due padiglioni Ito esprime quasi un manifesto della ricerca che porterà avanti da questo momento in poi con gli ingegneri e del tipo di collaborazione che da essi si aspetta:

La partnership di un architetto e un ingegnere sta entrando in

⁴ Toyo Ito, «Invisible Process» (intervista), in *A+U* n. 417 (giugno 2005), p. 10.

una nuova fase: in futuro, la progettazione architettonica emergerà da un processo di pensiero orientato al dialogo portato a compimento dall'architetto e dall'ingegnere sin condizioni di parità.

Questa forma di collaborazione, inoltre, produce una espressione strutturale che non è strutturale in apparenza e né chiara né oscura alla comprensione visuale. Tale espressione credo possa contenere il potenziale per trascendere la chiarezza del modernismo.⁵

Nella logica consolidata, infatti, il controllo dell'immagine finale di un progetto è una prerogativa dell'architetto, mentre l'ingegnere è chiamato ad aderirvi acriticamente ed anzi è considerato tanto più bravo quanto meno questa immagine risente del suo lavoro.

Se, però, l'ingegnere svolge una parte attiva anche all'interno della ricerca spaziale/formale diviene a questo punto fondamentale il modo in cui la collaborazione ha inizio.

Una volta stabilito il contatto occorre che ingegnere e architetto convergano verso obiettivi comuni pur rispettando le relative specificità. Non si tratta in realtà tanto di occuparsi di aspetti diversi della progettazione, cosa in ogni caso ovvia, quanto di affrontare lo stesso tema da punti di vista differenti senza perdersi in una duplicazione ridondante della fase di progetto o, peggio ancora, in continue marce indietro.

La cosa più interessante che Ito sottolinea è il fatto che il processo progettuale deve variare necessariamente da una collaborazione all'altra, in modo tale da poter incorporare con la massima efficacia le potenzialità offerte dalle capacità del progettista strutturale:

Ho lavorato con Mutsuro Sasaki (a Sendai), Cecil Balmond (alla Serpentine) e Masato Araya. E a rapportarmi con loro, il metodo architettonico di analisi cambia radicalmente. Descriverò come esempio il caso di Sasaki a Sendai. Egli ha un chiara preferenza verso l'estetica moderna. Prima del

⁵ Toyo Ito, «Structural Expression – Direct from the Materials», in *JA* n. 47 (autunno 2002), p. 5. (trad. d. A.)

nostro progetto si arrivò ad una soluzione ragionevole con il filtro dell'estetica di Sasaki perché egli avverte che il progetto non può materializzarsi se non concorda con i suoi principi. Tuttavia, nel caso di Sendai probabilmente rimase molto impressionato e fece uno sforzo tremendo per realizzare il *tubo* che avevamo progettato; o forse dovrei dire che forzò il nostro progetto nella sua logica moderna. E questa esperienza lo fece cambiare. L'estetica e il senso del proposito iniziarono a cambiare rapidamente da quel momento, così come la nostra mutua relazione. Il risultato è apparso nell'analizzare l'immagine che avevamo disegnato e nello scoprire che essa non seguiva i suoi principi. Abbiamo fatto una correzione parziale a partire dai suoi commenti, ed egli è tornato ad analizzarla. Si fecero dozzine di simulazioni strutturali. La valutazione definitiva per trovare la migliore è andata perduta. Ancora resta un margine per selezionare la soluzione più appropriata tra tante. E credo che tutto ciò evidenzi una maniera di fare di estrema validità.

Da parte sua Cecil Balmond ha un interesse particolare per l'instabile. Espressioni come *movimento momentaneamente trattenuto* sono state rese possibili. Del suo approccio si è detto che è sempre radicale e dinamico. Ciò che egli chiama un *algoritmo* è la regola scoperta in un insieme di cose aleatorie; e, invariabilmente, egli si sforza di trovarle nel movimento. [...] Balmond preferisce la geometria dinamica alla statica convenzionale.⁶

Ito sottolinea, inoltre, che l'influenza che i progettisti strutturali hanno su di lui non incide tanto sui suoi metodi progettuali, quanto, come egli afferma ad esempio a proposito di Balmond, sul suo «ideale di struttura».

Quest'ultima, infatti, non è più vista unicamente come il mezzo per una sfida alla gravità, ma diviene uno strumento utile a scardinare le convenzioni spaziali del passato e ottenere spazi che non possono essere immaginati a priori, come si è visto nella prima parte di questo studio.

⁶ Koji Taki, «A Conversation with Toyo Ito» in *El Croquis* n. 123 (2005), pp. 12-13. (trad. d. A.)

Il tema di riflessione portato avanti da Ito negli ultimi anni è, dunque, provare a trovare un linguaggio comune tra architetto ed ingegnere, che sia indipendente dagli strumenti utilizzati e che prescindano dagli obiettivi specifici dei due progettisti.

Per fare questo Ito negli anni ha elaborato una metodologia di lavoro che si basa sempre su una immagine iniziale o una metafora che esplicita in modo estremamente preciso un concetto chiave che verrà elaborato in seguito.

L'aspetto più interessante è che questa prima immagine non è mai *architettonica*, proprio perché Ito non vuole vincolare lo sviluppo del progetto al raggiungimento di uno specifico risultato formale.

In questo modo Ito si libera dalla necessità di rincorrere dei valori formali preordinati alla progettazione riconoscendo un valore alle mutazioni che l'opera subisce durante le varie fasi di progettazione e realizzazione in quanto elementi di arricchimento dell'idea iniziale.

In questo risiede una delle principali lezioni che Ito ha tratto da Sendai e che esprime chiaramente con queste parole:

Il progetto cerca sempre di potenziare una prima immagine. È un progresso lineare. Ora cerco coscientemente, mentre avanzo nel progetto, di cambiare questa prima immagine. Io chiamo questo processo *progetto non lineare*. Non solo non ometto le tecniche locali quando lavoro in siti diversi, ma al contrario incorporo nell'opera i mestieri artigianali propri di ogni luogo. [...] A tutto ciò devo aggiungere la cooperazione con gli ingegneri strutturali.⁷

In questa prospettiva il progetto strutturale rappresenta per Ito un elemento indispensabile per allontanare la propria architettura da una sterile formalizzazione di una immagine e per fare in modo, allo stesso tempo, che la complessità del progetto si articoli all'interno di logiche che rispondano comunque ad esigenze costruttive.

Le idee essenziali vengono portate avanti attraverso varie proposte, in un processo iterativo continuo che può arrivare

⁷ *Ibidem*.

anche a ricominciare più volte da zero, tutto ciò attraverso la produzione di schizzi e studi analitici, modelli di carta e cartoncino, nonché modelli informatici tridimensionali.

Riferisce a tale proposito l'architetto Hera van Sande, un testimone diretto del modo di progettare di Ito avendo collaborato al progetto del *Forum di Ghent*, che:

Ito è sempre concentrato su alcune idee essenziali che ha in mente. Senza mai generalizzare questa essenza, egli consapevolmente porta avanti e controlla le varie proposte. Quando i risultati non sono soddisfacenti, egli può gettare via mesi di lavoro, solo per prendere un'altra direzione e iniziare il processo ancora una volta. Ito persegue l'immagine di spazi sconosciuti, spazi che non possono essere immaginati in anticipo e che appaiono durante il processo progettuale. Ito ha dichiarato che perfino nel mezzo del processo progettuale egli cerca se stesso, non sapendo quale tendenza sarà eventualmente enfatizzata. Il tenere aperte tutte le possibilità induce nel progetto soluzioni o direzioni che altrimenti non sarebbero mai state considerate. Non è solo l'apparenza finale dell'architettura di Ito che più ci attrae, ma piuttosto il suo processo di lavoro che conduce a questi risultati. Un processo senza fine attraverso cicli iterativi che alterano alcuni parametri, l'inserimento di nuovi dati, le centinaia di modelli di carta e cartoncino, i molti schizzi e studi analitici, le forme generate dal computer.⁸

Ito, dunque, evita volontariamente di stabilire un'immagine architettonica come punto di partenza per l'approfondimento progettuale. Il suo obiettivo è quello di far scaturire questa immagine direttamente dal processo, poiché, come afferma il filosofo e critico di architettura Koji Taki «Gli architetti come Ito contano sull'intuizione artistica per inventare metafore per traslare concetti inafferrabili e diversi fattori esterni in forme e spazi fisici.»⁹

⁸ Hera van Sande, «Toyo Ito/Beyond the Image» (editoriale), in *A+U* n. 417 (giugno 2005), p. 6. (Trad. d. A.)

⁹ Koji Taki, «Electronic Technology, Society, and Architecture», in *Toyo Ito:*

Nel far ciò Ito inizia a progettare attraverso un processo che egli stesso chiama *simulazione*.

Nel caso della Mediateca di Sendai, ad esempio, la simulazione ha inizio dal sistema Dom-ino di Le Corbusier.

Ancora Koji Taki afferma che

Le Corbusier intendeva il Dom-ino come un prototipo, e la Mediateca non è un prototipo in nessun senso. [...] lo sviluppo dei metodi matematici non-lineari e la loro applicazione alle analisi strutturali hanno reso possibile risolvere ogni forma dal punto di vista strutturale. Come risultato non abbiamo più bisogno in architettura di forme assolute o fisse. La fine dell'era nella quale lo spazio architettonico era risolto basandosi su tecniche di modellazione analoga ha il suo corollario nel decesso del prototipo. La Mediateca di Sendai non è il Dom-ino del XX secolo, ma piuttosto un primo tentativo di traslare le condizioni della società all'interno dell'architettura attraverso i media digitali.¹⁰

In particolare il frequente ricorso di Ito alla metafora astratta come elemento di sviluppo del progetto (p. es. le *albe fluttuanti* di Sendai, la *caverna del suono* e la *caverna urbana* per Ghent, i *pilastrini danzanti* di Selfridges ...), non è altro che un modo per sintetizzare un'idea e offrire una direzione di ricerca aperta ad ogni possibilità.

Sendai Mediatbèque (Case), a cura di Ron Witte, Prestel Verlag, Berlin-Munich-London-New York 2002, p.70. (trad. d. A.)

¹⁰ Ivi, p. 75.

Ito-Sasaki

Nel capitolo precedente si è discusso di come il rapporto tra architetto ed ingegnere, così come viene inteso in Giappone, abbia come base di partenza la condivisione di alcune premesse di tipo culturale.

Per i due professionisti di cui si occupa questo capitolo la collaborazione ha avuto inizio già prima del progetto per la Mediateca di Sendai con alcuni progetti realizzati in Giappone tra il 1997 e il 1999, quali ad esempio l'*Ota Ku Resort Complex* a Nagano, la *Notsubaru Town Hall* a Oita e la *T-Hall* a Taisha.

Il progetto di Sendai può anche essere visto, quindi, come il risultato di un precedente confronto di carattere teorico tra Ito e Sasaki, attraverso il quale erano già stati enucleati dei concetti sui cui lavorare. Quest'ultimo si riferisce a questo scambio di opinioni nei seguenti termini:

Molte volte, Toyo Ito ed io abbiamo dibattuto su alcuni concetti dell'architettura contemporanea che riguardavano entrambi. Tre nozioni fondamentali di architettura – fluidità, trasparenza e fisicità – sono state centrali nelle nostre discussioni, poiché ciascuna di esse esprime lo spirito del nostro tempo. Nessun edificio ha spinto più lontano questi concetti in termini di pensiero architettonico o strutturale quanto la Mediateca di Sendai. All'inizio del concorso, ho ricevuto un singolo schizzo da Ito che esprimeva la sua visione architettonica per la Mediateca. Esso mostrava un mondo virtuale di indeterminatezza, dei tubi simili ad alghe ondeggiavano liberamente mentre sostenevano i solai, come se l'architettura fosse senza peso o dimensione; l'immagine era poetica ma lontana da ogni realtà conosciuta. In ogni caso, io sono stato catturato dall'immagine: ho immediatamente compreso quanto i concetti di fluidità, trasparenza e fisicità

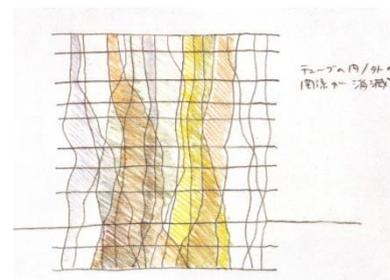


Mutsuro Sasaki è nato nel 1946 ad Aichi in Giappone. Ha studiato prima architettura e poi ingegneria all'Università di Nagoya. Nel 1980 ha fondato il proprio studio, il *Sasaki Structural Consultants*.

Nel 1998 ha conseguito il dottorato in ingegneria. Dal 1999 al 2004 è stato professore alla Nagoya University e dal 2004 è professore alla Hosei University.

I suoi lavori recenti più importanti sono la *Mediateca di Sendai* e il *Mikimoto Ginza 2* con Toyo Ito, lo showroom di Louis Vuitton di Omotesando con Jun Aoki, il *Kitagata Community Centre* con Arata Isozaki, il *Kanazawa 21st Century Museum* e lo *Stadttheater* ad Almere con Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa.

Tra gli altri riconoscimenti, ha ricevuto per la Mediateca di Sendai il *B.C.S. Prize* nel 2002 e il *Prize of A.I.J.* nel 2003. Per il *Mikimoto Ginza 2*, ha ricevuto nel 2006 il *Good Design Award*.



Sendai Mediatheque

Schizzo di progetto di Ito.

potessero essere espressi simbolicamente in questo schizzo.¹

La Mediateca di Sendai, come si è visto, ha rappresentato un importante punto di svolta per quanto riguarda il pensiero di Toyo Ito. Allo stesso tempo questa esperienza ha profondamente inciso anche sul modo in cui Mutsuro Sasaki, l'ingegnere strutturale che ne ha progettato le strutture, ha iniziato ad affrontare la progettazione statica.

Egli, come ha poi affermato in alcuni suoi scritti successivi, nel periodo in cui è stato coinvolto da Ito nel progetto della Mediateca, seguendo un consiglio di Felix Candela aveva da poco iniziato ad approfondire le proprie conoscenze sull'opera di Antoni Gaudì.

Dell'architetto catalano Sasaki ha dichiarato di aver iniziato ad apprezzare la razionalità strutturale sottesa a quello che, ad un primo sguardo, gli era apparso come un semplice decorativismo superficiale. Al contrario egli è rimasto particolarmente affascinato dal metodo sperimentale basato sui celebri modelli sospesi.

Pur preferendo l'estetica razionale del *less is more* miesiano, Sasaki ha iniziato, dunque, a considerare con maggiore attenzione l'universo poetico di Gaudì, fatto di forme e spazi complessi, che per contrapposizione a Mies van der Rohe egli ha definito del *more is more*.

Questa dicotomia tra un tipo di progettazione legata ai principi del Moderno, rappresentata idealmente dalle strutture a telaio di Mies van der Rohe, ed un approccio più libero e spazialmente complesso come quello di Gaudì è divenuta un elemento di profonda riflessione per Sasaki e può essere vista come una dualità simile a quella espressa da Ito, nello stesso periodo, tra una progettazione di stampo modernista e una di tipo organico. Il progetto di Sendai è stato visto, così, anche dall'ingegnere giapponese, come un'opportunità per tentare, dal punto di vista della progettazione statica, una sintesi tra questi due approcci apparentemente opposti, poiché i due elementi fondamentali

Tra Mies van der Rohe e Gaudì



Antoni Gaudì

Immagine di un modello di studio sospeso riportata da Sasaki come esempio nel suo testo Flux Structure.

¹ Mutsuro Sasaki, «Structural Design for the Sendai Médiathèque.» In *Toyo Ito, Sendai Mediatheque (Case)*, a cura di Ron Witte. Munich - Berlin - London - New York: Prestel Verlag, 2002, p. 41. (Trad. D. A.)

presenti già nei primissimi schizzi di Ito, i sottili piani orizzontali e i multiformi pilastri tubolari, agli occhi di Sasaki rappresentavano rispettivamente l'essenza della lastra orizzontale miesiana e la componente organica delle strutture di Gaudì.

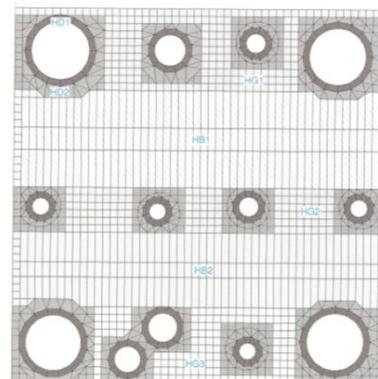
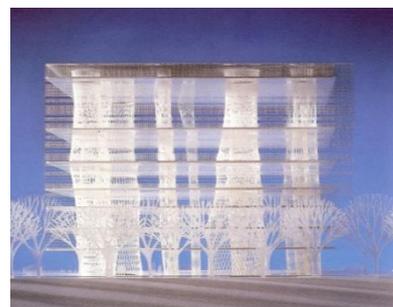
Contrariamente a queste premesse il progetto non è stato, comunque, frutto di una intenzione deliberata e programmatica, ma appare un risultato per certi versi casuale ed inaspettato di cui lo stesso Sasaki non riesce che a dare una definizione incerta:

la Mediateca di Sendai possiede una immagine architettonica ambigua, realizzata come una struttura equivalente a un edificio cubico per uffici, abitata all'interno da strutture spaziali tubolari, come cupole trasformate.²

L'idea di un doppio ordine geometrico che, a partire dalla disposizione della struttura, riesca ad alterare lo spazio indifferenziato della griglia regolare di base rappresenta per entrambi i progettisti una importante opportunità per ottenere un risultato interessante e fortemente innovativo dal punto di vista spaziale.

Ito in particolare ritiene interessante la possibilità di ibridare l'omogeneità dello spazio di derivazione miesiana attraverso geometrie irregolari. Egli sottolinea, in altre parole, come sia possibile stabilire una connessione tra i metodi razionali di Mies e la complessa spazialità di Gaudì ragionando in termini di *geometrie che differiscono*³.

In modo intuitivo Sasaki materializza a Sendai questa idea attraverso una trasformazione della griglia omogenea dei solai nei punti in cui essa entra in contatto con le strutture verticali dei tubi. In questi punti, infatti, le nervature del solaio prendono una disposizione radiale, anziché ortogonale, che sottolinea implicitamente il flusso di forze che si trasmette dal



Sendai Mediatheque

Plastico di studio.

Pianta tecnica della disposizione dei travetti nel solaio.

Dettaglio del raccordo radiale del pilastro tubolare con la trama ortogonale del solaio.

² M. Sasaki, *Flux Structure*, ed. Toto, Tokyo 2005, p. 21. (Trad. d. A.)

³ Cfr. Mutsuro Sasaki, *Morphogenesis of Flux Structure*, AA Publications, London 2007, p. 56. (si veda la sintesi del dialogo tra Ito e Sasaki riportata in appendice)

soffitto orizzontale al pilastro tubolare. Ciò che però ancora manca, dal punto di vista dell'ingegnere, è un metodo di indagine che permetta una sperimentazione efficace su questo piano, paragonabile all'uso che Gaudì faceva dei suoi modelli sospesi.

La ricerca della minimizzazione degli spessori della struttura, come per i solai della Mediateca di Sendai, è un elemento di riconoscibilità dei lavori realizzati di Ito e Sasaki. Ne è un esempio l'edificio *Mikimoto Ginza 2* realizzato a Tokyo nel 2005, nel quale la struttura portante, disposta sul perimetro in modo da articolare anche la facciata, grazie ad un doppio sistema di pannelli di acciaio utilizzati come casseforme a perdere per il getto di cemento, è spesso appena 20 centimetri. Allo stesso tempo, il sistema strutturale planare non direzionale ha permesso di inserire delle bucatore di forma libera disposte secondo un pattern derivato dall'analisi strutturale dei flussi di forze.

Un sistema simile è stato utilizzato anche nella *Tama Art University Library*, realizzata nel 2007 all'interno dell'Hachioji Campus nei pressi di Tokyo. Questo edificio è caratterizzato dalla presenza di alcune serie di archi di ampiezze varie che, tracciando dei percorsi curvi, si incrociano nei punti di appoggio formando una sorta di pilastri cruciformi. Per minimizzare lo spessore delle strutture è stato adottato un sistema in cui, al contrario del *Mikimoto Ginza 2*, una lamina di acciaio è rivestita da entrambi i lati da uno strato di cemento che ha permesso di ottenere, anche in questo caso, uno spessore di appena 20 centimetri.

Questa propensione di Sasaki alla ricerca dello spessore minimo si lega, a partire da Sendai, alla volontà di ibridare la componente astratta di derivazione miesiana con la componente sperimentale riferita a Gaudì, attraverso lo sviluppo di un metodo di analisi e progettazione strutturale applicato alla modellazione digitale tridimensionale.

Sasaki, a partire da Sendai, si trova in particolare a riflettere sul ruolo che un ingegnere può avere all'interno del processo progettuale:

Come ingegnere che collabora con un architetto allo schema di progetto, sento che il mio ruolo principale è di immaginare



Mikimoto Ginza 2
Immagine dell'esterno. (Foto dell'autore)

Tama Art University Library
Immagine dell'esterno.

e proporre un sistema strutturale razionale che non porterà via nulla della più delicata sensibilità artistica dell'architetto o che inibisca il suo sviluppo. Allo stesso tempo, un ingegnere strutturale ha la responsabilità di assicurare che la visione dell'architetto sia realizzata attraverso una struttura sicura. Questa responsabilità diviene più critica nei casi in cui il concetto dell'architetto è senza precedenti, specialmente quelli nei quali il progetto strutturale detiene la chiave del successo o del fallimento di un edificio. In tali casi, il processo decisionale dell'ingegnere è molto lontano dalla semplicità.⁴

Egli si rende conto, cioè, che i metodi di calcolo tradizionali o, più in generale, il metodo di lavoro che aveva utilizzato fino a quel momento, non erano più sufficienti a garantire la necessaria libertà espressiva dell'architetto e, contemporaneamente, a permettere allo stesso Sasaki di proporre la propria estetica strutturale.

Il problema principale è che la figura dell'ingegnere strutturale interviene, di norma, in una fase in cui le ipotesi progettuali sono di fatto arrivate ad una maturazione tale che il progetto delle strutture si riduce a dei passaggi standardizzati finalizzati unicamente alla produzione di documenti di progetto. L'intervento del progettista strutturale si riduce, così, ad una mera estensione dell'analisi iniziale, senza che possano essere riconsiderati aspetti essenziali anche per la progettazione statica, quali la forma, il sistema, i materiali e le dimensioni della struttura. È su questi aspetti che Sasaki concentra la sua attenzione per garantire un affinamento delle relazioni con gli architetti con i quali viene chiamato a collaborare.

Grazie all'applicazione degli strumenti informatici è ora possibile, invece, ottenere modelli tridimensionali dotati di una razionalità statica intrinseca, ovvero di principi meccanici, che permettano di sviluppare l'idea dell'architetto attraverso l'applicazione di una logica inerente di cui è responsabile l'ingegnere.

L'aspirazione di Sasaki è quella di fondere il rigore dei metodi di classici di progettazione strutturale con la possibilità di ottenere

⁴ Ibidem.

risultati progettuali sul piano del comfort e della bellezza scultorea delle architetture.

Per ottenere questo è la stessa figura dell'ingegnere strutturale a dover evolvere verso una forma di progettazione creativa, per la quale sono necessari

Un romanticismo creativo, l'indipendenza e l'abilità a cooperare, punti di vista e concettualizzazioni libere, un'abilità a comprendere le grandi immagini e le mode trascendenti attuali, un desiderio per le novità, un senso di curiosità e uno spirito di sfida, concentrazione e sopportazione, un forte senso di responsabilità e un'indomabile forza di volontà.⁵

Ciò significa che il ruolo, e di conseguenza il metodo, devono evolvere dall'analisi a posteriori di certificazione ad un'analisi a priori propositiva.

Come vedremo più avanti, i cambiamenti apportati da Sasaki al proprio metodo progettuale hanno avuto dei riflessi importanti anche sull'architettura di Ito e sul modo in cui si è strutturato successivamente il rapporto di collaborazione tra i due professionisti.

Parallelamente, come si è visto in precedenza, l'evoluzione del pensiero di Ito è stata fortemente orientata, a partire da Sendai, alla dissoluzione dello spazio omogeneo indifferenziato derivato da una interpretazione eccessivamente estensiva e rigida dei principi del Moderno. In particolare egli avverte la necessità di «distorcere lo spazio omogeneo miesiano» il quale ha prodotto, nelle sue derivazioni più standardizzate e speculative, spazi monotoni e privi di qualsiasi fascino. Esiste d'altra parte oggi la possibilità di immaginare altri tipi di spazio, grazie alle possibilità offerte dalle più recenti tecnologie informatiche, tanto è vero che si è iniziato a parlare di *spazio informatico*. Sebbene, però, sia ora possibile immaginare un numero praticamente illimitato di forme e di spazi, non è affatto semplice arrivare a materializzarli fisicamente.

La questione principale, che a partire da Sendai lega Ito e Sasaki è, dunque, la ricerca di nuovi metodi di progettazione che

⁵ Mutsuro Sasaki, *Flux Structure*, cit., p. 12. (Trad. d. A.)

facciano dell'informatica e delle nuove tecnologie in generale uno strumento in grado di portare ad una evoluzione della disciplina architettonica senza che essa perda i suoi fondamenti di razionalità, da ricondurre ad un'etica del costruire.

Per questa ragione l'uso gli strumenti informatici viene indirizzato soprattutto alla gestione delle trasformazioni geometriche, cioè della *forma*, in base all'applicazione di principi meccanici.

Sasaki, che da studente aveva approfondito il rapporto tra la meccanica delle strutture e le geometrie di Riemann, ha ritenuto che fosse possibile ottenere risultati significativi in questa direzione, soprattutto nel campo delle strutture spaziali tridimensionali ed in particolar modo dei gusci strutturali a curvatura libera. Egli, partendo dal presupposto che sia possibile controllare attraverso regole matematiche l'aumento delle distorsioni di queste superfici in relazione al carico a cui vengono sottoposte, ha tentato di svincolare il calcolo statico di questi oggetti dalle rigidità formali legate ad una efficienza meccanica basata puramente sull'aderenza delle forme alla sola geometria euclidea, in modo tale che sia relativamente facile controllarne il comportamento in maniera lineare.

Mentre le superfici derivate da forme geometriche elementari sono facilmente esprimibili in forma matematica, è più complesso analizzare le superfici a curvatura libera, in particolare se si deve garantire un certo grado di adattabilità di queste ultime durante la fase progettuale.

Sasaki cita come precursori di questo tipo di approccio al calcolo strutturale Felix Candela ed Eero Saarinen i quali, attraverso l'intuizione dei flussi di forze, riescono ad immaginare strutture ibride e non completamente razionali da un punto di vista della relazione tra principi meccanici e sviluppo geometrico, ma comunque molto efficaci dal punto di vista statico.

Egli, come si è visto, si era interessato ai modelli sospesi attraverso i quali Gaudì ricercava dei principi di razionalità. Un metodo di sperimentazione, questo, efficace, ma molto dispendioso in termini di energie progettuali e costi, poiché da una prima intuizione formale si procedeva attraverso molte fasi di prova ed errore. La possibilità di realizzare questo tipo di esperimenti su modelli informatici tridimensionali, per mezzo di

**Trasformazioni
geometriche e principi
meccanici: *Flux Structures***

un computer relativamente potente, permette di modellare, in breve tempo, forme strutturali fortemente innovative e meccanicamente razionali in modo più libero e accurato rispetto ai modelli sperimentali fisici tradizionali.

Lo scopo di Sasaki è dunque quello di ottenere come risultato della progettazione strutturale una forma che approssimi il più possibile le intenzioni iniziali del progettista e che evolva seguendo dei principi meccanici.

Il problema da superare è dunque quello di ottenere degli strumenti in grado di guidare l'evoluzione formale, e dunque geometrica, di una struttura seguendo una logica meccanica inerente.

Si tratta di una applicazione della cosiddetta *shape analysis* o *shape design*, di cui Sasaki dà la seguente definizione:

In generale, una forma strutturale consiste di una propria geometria e di un proprio comportamento meccanico. In ogni caso l'interrelazione tra di essi è inseparabile; se si modifica la geometria della struttura, cambierà anche il suo comportamento meccanico. Questa relazione implica la necessità di considerare organicamente l'intera struttura quando si crea una forma strutturale. Un metodo basato su una teoria non-lineare che utilizza dei feedback mutui tra questi due attributi è quindi necessario. Da questo punto di vista noi descriviamo il progetto teorico delle forme strutturali come *shape design*. Con uno sguardo ai problemi non-lineari di ottimizzazione strutturale, lo *shape design* è approssimativamente diviso tra l'ottenimento di una soluzione locale ottimale e l'ottenimento di una soluzione ottimale generale. Il progetto strutturale tradizionale tende a ricercare la soluzione ottimale all'interno di un *range* di forme simili nell'immagine alla forma assunta inizialmente. In questo caso è relativamente semplice convergere verso una soluzione locale ottimale, che si avvicini il più possibile all'immagine iniziale. In generale un sistema strutturale conformato in modo tale da trasmettere i carichi principalmente attraverso forze assiali (e molto poco attraverso flessione) possiede la più efficiente trasmissione dei carichi, la quale minimizza la tensione in tutta la struttura. Tale stato produce la forma resistente ideale per la struttura spaziale, la quale può

racchiudere il massimo spazio con il minimo uso di materiale.⁶

Sasaki ritiene questo metodo a tutti gli effetti un strumento di lavoro soprattutto in presenza di una stretta collaborazione tra architetto ed ingegnere, poiché:

Utilizzando soltanto un'interfaccia uomo-macchina, la progettazione della forma può essere descritta come un'attività che necessita di giudizi di valore dei progettisti in ogni sua fase. Nel nostro caso i progettisti sono un architetto e un ingegnere che lavorano insieme. Ognuno è responsabile di un'area: i giudizi estetici competono all'architetto. Mentre quelli relativi ai valori meccanici sono appannaggio dell'ingegnere.⁷

Attraverso l'analisi strutturale consuetudinaria, infatti, si ottiene una previsione accurata dei comportamenti che la struttura avrà in esercizio, ma non è possibile intervenire attraverso il calcolo sulla tipologia e sulla forma della struttura, che sono stabilite inizialmente dal progettista in relazione alla sua esperienza e alle sue conoscenze empiriche.

Al contrario dei metodi di progettazione della struttura tradizionali, i quali si basano su una sequenza di azioni che, partendo dalla definizione di una tipologia e di una forma strutturale ritenuti adeguati, hanno come scopo finale l'individuazione o la verifica di una sezione strutturale adeguata per tutti i componenti, i metodi di *shape design* permettono di utilizzare la meccanica strutturale come strumento progettuale per ricavare forma e tipologia strutturale.

Le ricerche parallele di Ito e di Sasaki trovano, così, un importante punto di sintesi: se infatti Ito è preoccupato della mancanza di razionalità costruttiva nelle forme che attualmente la grafica computerizzata è in grado di generare, Sasaki intravede la possibilità di utilizzare l'informatica ed in particolare la grafica tridimensionale, per produrre modelli

⁶ M. Sasaki, *Flux Structure*, cit., pp. 49-50. (Trad. d. A.)

⁷ Mutsuro Sasaki, «Flux Structures», in *Casabella* n. 752, p. 29.

digitali di strutture a curvatura libera la cui evoluzione formale è controllata da algoritmi basati sui principi meccanici dei gusci.

Da questi studi, approfonditi anche da un punto di vista teorico all'interno dei laboratori universitari, Sasaki ha tratto nel tempo una serie di metodi di progettazione basati sul metodo di *Shape Design*, globalmente raccolti sotto la definizione di *Flux Structures*.

Tra i metodi messi a punto da Sasaki è interessante, ai fini di questa ricerca, approfondire in particolare il *Sensitivity Analysis Method*, che l'ingegnere ha avuto modo di perfezionare in due lavori svolti con Ito, il *GRIN GRIN Park* e il crematorio *Meiso no Mori*, di cui si presentano due schede di approfondimento alla fine di questo capitolo.

Sperimentato per la prima volta per lo sviluppo della copertura del *Kitagata Community Center* realizzata in collaborazione con l'architetto giapponese Arata Isozaki, questo metodo di calcolo strutturale propone un tipo di analisi inversa rispetto alla prassi consuetudinaria. Il metodo, che viene descritto in modo più approfondito in una scheda alla fine del presente capitolo, parte dal presupposto che le strutture resistenti per forma sono di solito in uno stato di sforzo e deformazione minimi. Ribaltando i termini della questione Sasaki compone un algoritmo che, attraverso un calcolo complesso effettuato da un computer, è in grado di ricercare la forma della struttura che sia in grado di minimizzare l'energia di deformazione generata dal carico e che risulti, dunque, la più efficiente.

In altre parole l'algoritmo prodotto da Sasaki, sul quale si fonda il calcolo che il computer effettua, ha come obiettivo la ricerca della minimizzazione delle tensioni presenti nella struttura valutando il differenziale di spostamento di un determinato punto della superficie lungo l'asse perpendicolare ad essa.

A differenza dei sistemi di calcolo più diffusi che ricercano le tensioni massime rispetto ad una forma geometrica data, il metodo di Sasaki ha come incognita la posizione geometrica finale di un determinato punto rispetto ad una ipotesi formale di partenza e come dato di progetto un minimo tensionale da ottenere.

Nonostante questa analisi dia sempre un risultato meccanicamente valido, ogni modifica locale si riflette sull'intero comportamento della struttura, poiché ogni parte è



**Arata Isozaki,
Kitagata Community
Center**

Vista dell'esterno.

*Modello tridimensionale
derivato dall'applicazione del
Sensitivity Analysis
Method.*

collegata organicamente alle altre. Questo porta alla necessità di iterare il procedimento varie volte fino a che tutte le parti evolvano verso un comportamento meccanico efficiente e non si notino più miglioramenti apprezzabili dopo una ulteriore iterazione del calcolo. Per tale ragione Sasaki afferma che:

Da un punto di vista ingegneristico, questo metodo interpreta principi quali quelli di evoluzione e auto-organizzazione ripresi dalla disciplina della vita artificiale. Ciò punta a generare teoricamente attraverso un computer forme strutturali che posseggano una sorta di adattabilità biologica. Questo metodo permette così di la generazione razionale di forme strutturali mai viste prima d'ora e inimmaginabili.⁸

È evidente il legame con le ricerche di Ito, il quale, come si è visto nella prima parte, negli stessi anni sta lavorando sul tema dell'apertura della progettazione architettonica verso le logiche che dominano il mondo naturale.

Ovviamente Ito non perde l'occasione di mettere alla prova il metodo sviluppato dal suo collega ingegnere. Nel 2002 la coppia Ito-Sasaki ha la possibilità di applicare il *Sensitivity Analysis Method* allo sviluppo della copertura di una struttura che ospita una serie di serre, all'interno del progetto per l'*Island City Central Park GRIN GRIN*, nella baia di Hakata, a Fukuoka in Giappone.

Ito aveva in mente una forma della copertura con caratteristiche molto precise. L'intero volume è, infatti, il risultato della torsione elicoidale di una superficie che inverte in due punti alternativamente la faccia interna con quella esterna in modo da garantire la continuità tra interno ed esterno. Le tre serre che costituiscono il nucleo delle strutture del parco sono ospitate sotto questa copertura, realizzata per mezzo di un guscio continuo, che misura 190 metri di lunghezza con una larghezza massima di 50 metri.

Lo studio di Sasaki ha dovuto inizialmente realizzare un modello fisico della forma immaginata da Ito al quale sono state



***Island City Central
Park GRIN GRIN***

*Vista dell'esterno (foto
dell'autore).*

*Dettaglio di uno dei punti di
torsione della struttura (foto
dell'autore).*

⁸ Mutsuro Sasaki, «Shape Design of Free Curved Surface Shells», in *A+U* n. 404, maggio 2004, p. 36. (Trad. d. A.)

apportate alcune modifiche nei punti che risultavano incongruenti rispetto ai principi meccanici dei gusci strutturali. Successivamente è stato realizzato un modello digitale da sottoporre all'operazione di *shape analysis*.

Ipotizzando uno spessore del guscio di 40 centimetri Sasaki ha prodotto una prima analisi dello stato tensionale della struttura che ha evidenziato la presenza di forze di taglio e flessione, dovute al fatto che la forma strutturale a curvatura libera tendeva a non seguire localmente i principi dei gusci strutturali, che ammettono tensioni principalmente assiali, cioè di compressione.

Applicando il *Sensitivity Analysis Method* la struttura è stata sottoposta ad un processo di evoluzione della forma che ha permesso di minimizzare le tensioni modificando localmente, laddove necessario, la curvatura del guscio.

La forma ottenuta attraverso questo processo è stata riprodotta successivamente come modello fisico dallo studio di Ito ed utilizzata per i successivi approfondimenti progettuali.

L'unico parametro stabilito dal progettista strutturale, in questo caso, trattandosi di una superficie strutturale sostanzialmente bidimensionale, è lo spessore. In realtà, Sasaki riporta di aver stimato lo spessore di questa struttura in 40 centimetri basandosi sulla propria esperienza e di aver poi provato a variare questo dato portandolo fino a 15 centimetri per verificare la risposta del programma informatico. Uno spessore tanto ridotto ha provocato una deformazione eccessiva del modello tridimensionale della superficie strutturale, la quale appariva, secondo le sue parole «come una fetta di bacon fritta in padella». Questo esperimento ha dimostrato che la forma di partenza poteva essere razionalizzata, cioè assottigliata, attraverso metodo della *Sensitivity Analysis* solo entro un certo limite, in modo da consentire allo spessore della struttura di assorbire un minimo grado di sforzo di flessione e di taglio, apportando lievi modifiche alla forma senza allontanarsi eccessivamente dall'ipotesi iniziale di Ito.

Sasaki arriva alla conclusione che, poiché questo metodo comporta una analisi di tipo non-lineare, cioè con molteplici soluzioni possibili, è necessario stabilire una dimensione adeguata della sezione in fase preliminare per fare in modo che la forma finale della struttura converga il più possibile verso un

dato obiettivo. Ciò comporta inevitabilmente da parte di chi imposta calcolo e modellazione statica tridimensionale una predizione, che non può che derivare dall'esperienza.

Il processo progettuale, dunque, si sviluppa a partire da una ipotesi formale formulata da Ito che viene successivamente razionalizzata attraverso l'intervento di Sasaki, per mezzo di uno strumento informatico che, ricercando una forma che approssimi nel modo più accurato l'ipotesi iniziale, garantisca un comportamento efficiente della struttura.

Successivamente al progetto di Fukuoka, Ito e Sasaki applicano lo stesso metodo al progetto del crematorio municipale *Meiso no Mori*, completato nel 2006 a Kakamigahara nella prefettura di Gifu in Giappone.

Questa struttura è stata progettata in sostituzione di un vecchio crematorio all'interno di un parco cimiteriale, in un ambiente naturale caratterizzato da un bosco a Sud e un laghetto sul lato Nord. Ai progettisti era richiesto di progettare uno spazio rappresentativo in cui si potesse dare l'estremo saluto al defunto. Ito ha scelto di non realizzare una struttura massiccia come i crematori tradizionali, ma, al contrario, di proporre un tetto fluttuante e leggero a copertura degli spazi funzionali.

La copertura ondulata si trasforma in alcuni punti in elementi conici che, arrivando a terra, divengono punti di appoggio, ospitando al contempo al loro interno i canali di raccolta delle acque piovane.

Come per le serre del parco di Fukuoka, il metodo della *Sensitivity Analysis* ha permesso di determinare, a partire da una ipotesi formale immaginata da Ito, la forma più efficiente della copertura. Anche in questo caso si tratta di un guscio strutturale in cemento armato a curvatura libera, il quale misura 80 metri di lunghezza per 60 metri di larghezza. Attraverso il processo di *shape analysis* i progettisti hanno ottenuto, dopo vari cicli iterativi di calcolo, una struttura di appena 20 cm di spessore con una distanza media tra gli appoggi di circa 20 metri.

Per la realizzazione in cantiere di questo edificio, inoltre, sono stati utilizzati i dati digitali tridimensionali derivati dal calcolo della struttura anche per realizzare una cassaforma speciale, comprensiva di dormienti, travetti e pilastri di sostegno, che rappresenta un progresso rispetto alla comune cassaforma di compensato utilizzata a Fukuoka.



Crematorio municipale Meiso no Mori

Immagine dell'esterno.

Immagine dello spazio interno.

Il problema della realizzabilità di queste strutture mediante le tecnologie costruttive correnti è, infatti, ancora molto gravoso, nonostante le forme generate dal computer siano meccanicamente razionali.

Ciò che Ito e Sasaki hanno proposto con questi due progetti, dimostrandone la fattibilità, è la possibilità di recuperare l'approccio sperimentale di Gaudì attraverso un metodo progettuale evoluto che si basa sull'applicazione di principi meccanici attraverso le tecnologie informatiche, associando, grazie alla grafica computerizzata, la modellazione della forma allo studio della struttura.



Crematorio municipale Meiso no Mori

*Particolare di una
cassaforma.*

*Immagini della copertura
una volta ultimato il getto.*

Il Sensitivity Analysis Method (approfondimento)

Il *Sensitivity Analysis Method* è un metodo di *shape design* (vedi definizione a p. 68) proposto da Mutsuro Sasaki per la generazione di gusci a curvatura libera e applicato per la prima volta nel 2002 nel progetto del centro culturale di Kitagata per il quale egli ha collaborato con l'architetto Arata Isozaki.

Come già accennato in precedenza questo metodo si basa sul principio basilare della meccanica dei gusci i quali, in quanto strutture resistenti per forma, lavorano in una condizione ideale nel momento in cui si trovano in uno stato di sforzo e deformazione minimi.

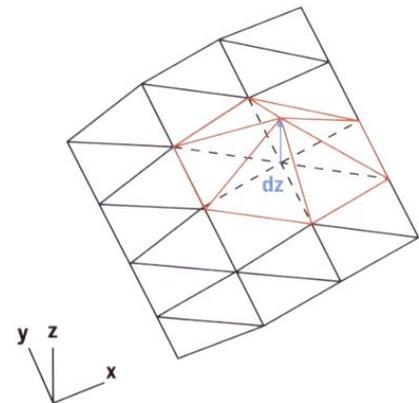
Il metodo di *shape design* elaborato da Sasaki è dunque un metodo di analisi e ricerca della forma della struttura in grado di minimizzare l'energia di deformazione.

Sasaki ha potuto produrre in questo modo un algoritmo che mette in relazione, attraverso l'equazione riportata in figura, l'energia di deformazione della struttura (C) con lo spostamento di un suo punto lungo una direzione perpendicolare alla superficie (Z).

In questo modo, quando si modifica leggermente un particolare nodo, è possibile esaminare gli effetti che questo spostamento ha sull'energia di deformazione dell'intera struttura.

La definizione di *Sensitivity Analysis Method* deriva dal fatto che per esprimere l'entità della modifica Sasaki ha definito un coefficiente differenziale, il *Sensitivity Coefficient* (α) (coefficiente di sensibilità), che mette in relazione l'incremento di energia di deformazione (dC) con l'incremento dello spostamento (dz) in un punto specifico.

Definendo, infatti, tale coefficiente in alcuni punti notevoli della struttura attraverso un'analisi FEM (Metodo degli Elementi Finiti) e misurando il gradiente dell'energia di deformazione, è possibile controllare se l'energia di deformazione cresce o diminuisce al variare della coordinata z . A questo punto è possibile ottimizzare il comportamento della struttura modificando il valore z in modo da ridurre l'energia di deformazione: si modifica, cioè, la forma della struttura.



Sensitivity Coefficient

$$\alpha_i = \frac{dC}{dz_i} = -\frac{1}{2} \{u\} \frac{d(\sum [K_e^{(i)}])}{dz_i} \{u\}$$

$\sum_e [K_e^{(i)}]$: Sum of Element Stiffness Matrix relating to node No. i
 $\{u\}$: Nodal Displacement Vector

Poiché nella condizione ideale il valore di α è nullo, dopo il calcolo in un particolare nodo, attraverso l'algoritmo elaborato da Sasaki il computer è in grado di riconoscere il valore e il segno di α in un determinato nodo:

Se $\alpha_i > 0$, cioè in caso di crescita del valore dell'energia di deformazione in seguito allo spostamento del punto i il computer ridurrà il valore della coordinata z .

Se $\alpha_i < 0$, cioè in caso di diminuzione del valore dell'energia di deformazione in seguito allo spostamento del punto i il computer aumenterà il valore della coordinata z .

A questo punto i parametri risultanti da questa deformazione sono ricalcolati dal attraverso il Metodo agli Elementi Finiti.

Ad ogni ripetizione del processo (*evolutionary step*) l'energia di deformazione diminuisce gradualmente mentre la forma della superficie curva evolve.

Il metodo è, dunque, iterativo e il processo pertanto viene arrestato quando non si hanno apprezzabili miglioramenti tra uno *step* e l'altro.

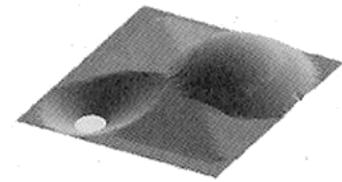
Si tratta naturalmente di un problema non-lineare in quanto ogni variazione di posizione di un punto si riflette sul comportamento dell'intera struttura e per ogni soluzione globale esistono varie possibili soluzioni locali.

È necessario pertanto che ingegnere ed architetto di comune accordo fissino anticipatamente dei target verso i quali l'evoluzione della struttura converga, cioè i punti notevoli della forma voluta.

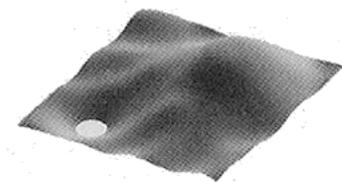
Attraverso questo algoritmo è possibile ottenere alla fine del processo una struttura spaziale resistente per forma, cioè una struttura a guscio a curvatura libera meccanicamente razionale.

L'algoritmo in breve:

- 1- definizione della forma strutturale e delle coordinate z
- 2- Calcolo del *Sensitivity Coefficient* (α) per ogni nodo attraverso l'analisi FEM (Metodo agli Elementi Finiti).
- 3- Modifica delle coordinate z per ogni nodo in riferimento al valore di α .
- 4- Verifica della variazione dell'energia di deformazione (C).
- 5- Se il risultato è ancora apprezzabile si torna a (2). Altrimenti il calcolo si conclude.



1



2



3



4

Island City Central Park *GRIN GRIN*, Fukuoka



Ito si aggiudica il concorso bandito nel 2002 con un progetto basato sull'immagine di una serie di figure circolari (*onde*) che dal Central Park si espandono all'esterno fino a coprire tutta l'isola.

Queste circonferenze costituiscono un sistema formato da una serie di avvallamenti e collinette con il quale viene variata la piatta topografia del luogo, del quale fa parte anche questa struttura.

Si tratta di una serra divisa in tre spazi che misura complessivamente 185 metri di lunghezza e 50 metri di larghezza. La suddivisione degli spazi è realizzata mediante la torsione in due punti di una singola superficie continua che inverte per due volte in questo modo il verso della faccia superiore ed inferiore.

Si tratta di un guscio strutturale a curvatura libera in cemento armato che, con uno spessore di 400 millimetri, copre una luce di 50 metri toccando il terreno solo in pochi punti.

Il *Sensitivity Analysis Method* è stato applicato da Sasaki per modificare una forma iniziale immaginata da Ito per la copertura. In questo modo i progettisti sono stati in grado di generare una forma strutturale ottimale con il minor sforzo di flessione possibile e minimizzando allo stesso tempo le tensioni di trazione e di deformazione.

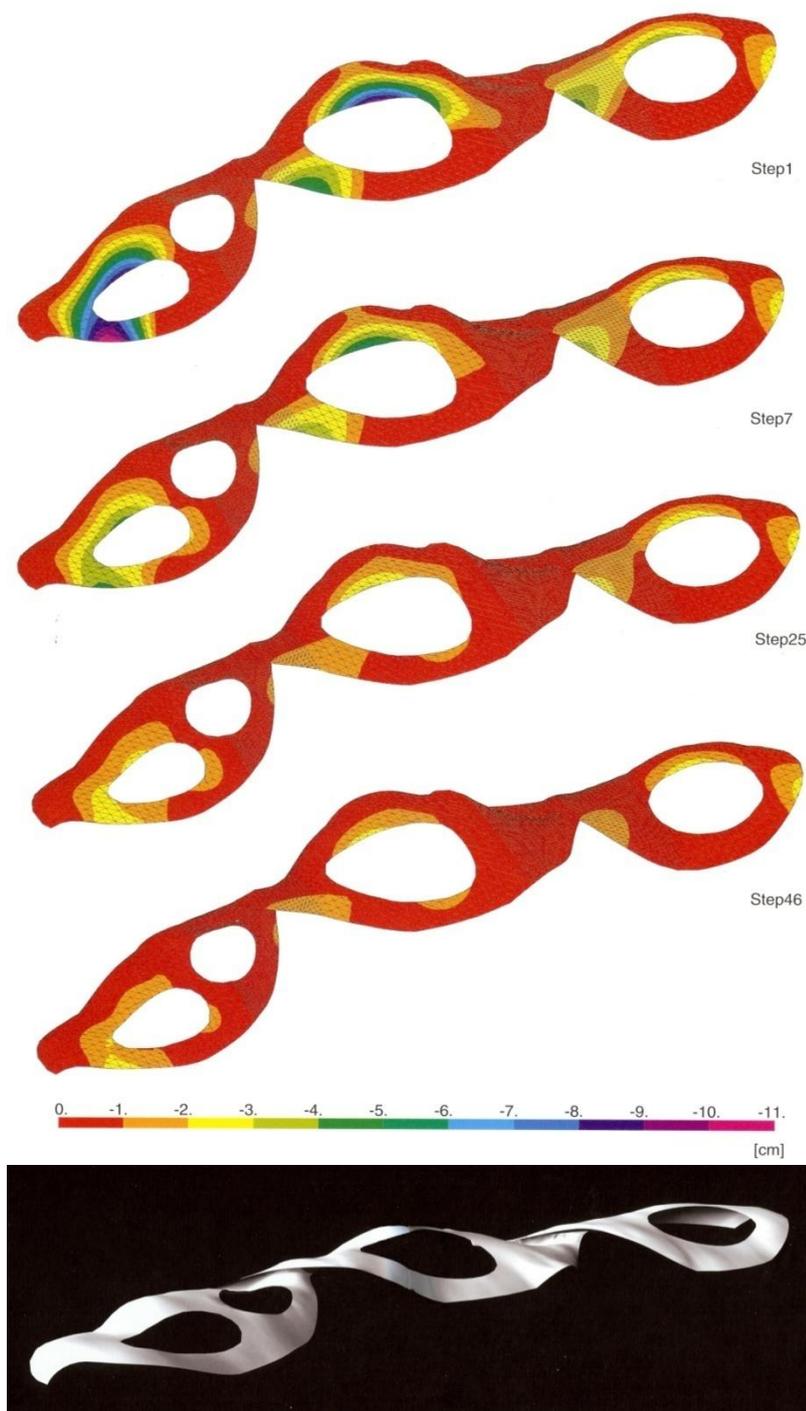
Bibliografia di riferimento:

El Croquis 123; El Croquis 147; Lotus 135.

Vista d'insieme (foto dell'autore).

Particolare di uno dei punti di inversione della superficie (foto dell'autore).

Schema concettuale del progetto.



Graficizzazione tridimensionale delle deformazioni della struttura in quattro step evolutivi.

Immagine tridimensionale della struttura come appare al termine del processo di shape analysis.

Shape design attraverso il metodo della Sensitivity Analysis.

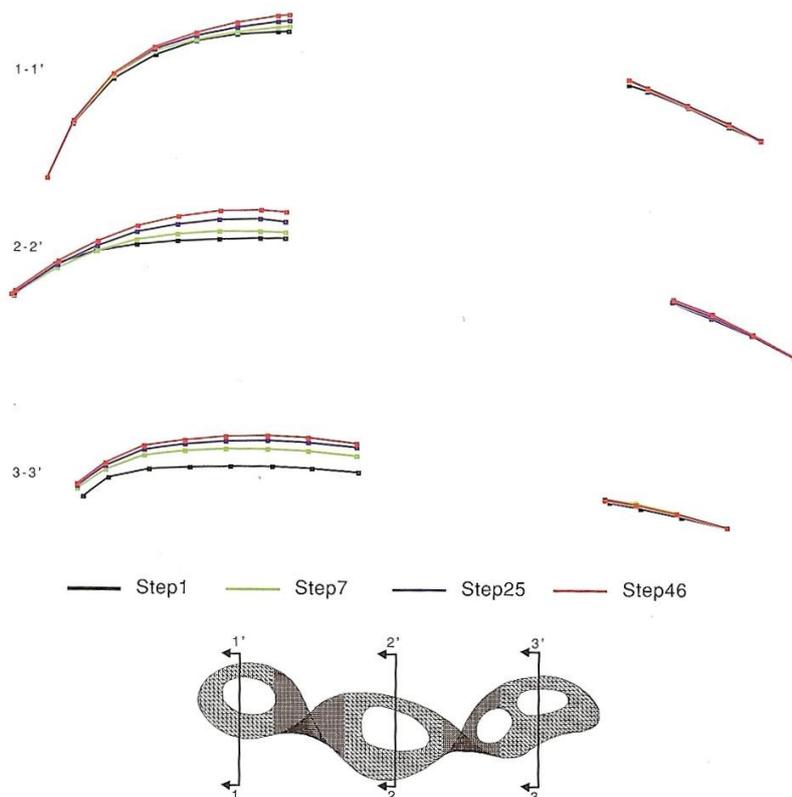
La forma della copertura delle serre appare ad un primo sguardo completamente arbitraria. In realtà, è il risultato dell'applicazione di rigorose prove meccaniche basate sulla teoria della *shape analysis*.

Il processo impiegato da Sasaki per questo progetto attraverso il metodo di ottimizzazione e basato sulla *Sensitivity Analysis* (vedi approfondimento), considera come area di analisi l'intera copertura.

Il modello tridimensionale in base al quale effettuare il calcolo è stato realizzato sulla base di alcune scelte progettuali vincolanti: la posizione dei punti di supporto in cui la superficie della copertura tocca il terreno, il cemento armato con uno spessore di 40 cm come materiale da impiegare, il carico uniformemente distribuito da mantenere costante.

Successivamente il modello è stato sottoposto in modo iterativo ad un calcolo computerizzato basato su un algoritmo capace di ottimizzare il comportamento della struttura alterando la posizione dei nodi maggiormente sollecitati. La necessità di ripetere varie volte il calcolo deriva dal fatto che la modifica di un particolare nodo modifica il comportamento dell'intera struttura, che deve raggiungere un equilibrio globale.

In questo caso il processo è stato interrotto dopo 46 ripetizioni del calcolo perché a quel punto non si riscontravano particolari variazioni dello stato tensionale della struttura. Le figure a lato mostrano quattro momenti nella sequenza della *shape analysis* a partire dalla forma iniziale (step 1) fino a raggiungere la forma ottimale (step 46) in relazione alla deformazione della copertura sotto un carico verticale uniformemente distribuito (1,5 t/m²). La deformazione complessiva della struttura si riduce a seguito dell'evoluzione della forma.



Variatione progressiva delle sezioni della struttura durante il processo di Shape Analysis.

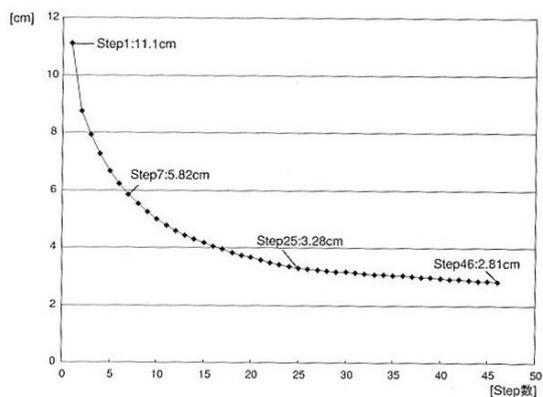
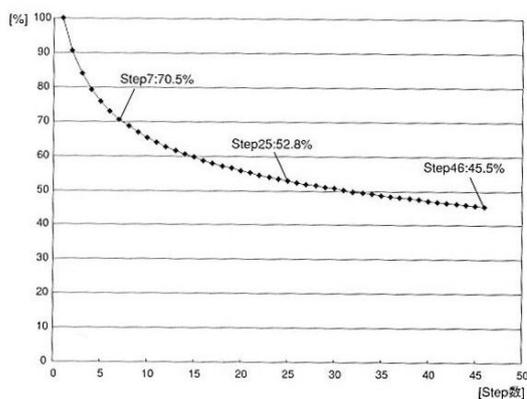
La figura a lato mostra l'evoluzione della curvatura del guscio strutturale in tre sezioni notevoli dell'edificio.

Si evidenzia il progressivo cambiamento di forma dei profili a seguito dello spostamento verticale dei nodi negli step 1 (nero), 7 (verde), 25 (blu) e 46 (rosso). Le sezioni relative allo step 46 sono quelle definitive.

Variatione della energia di trazione e del valore dello spostamento massimo.

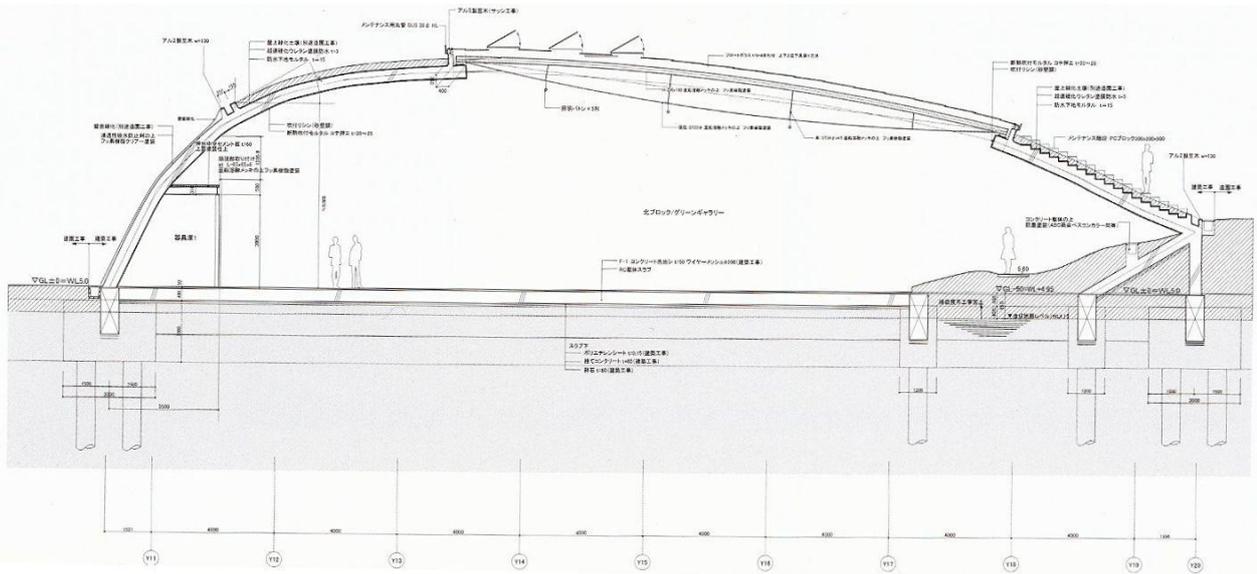
I due grafici mostrano rispettivamente la diminuzione del valore di energia di trazione, calcolata in percentuale rispetto a quella presente allo step 1, e la variazione dello spostamento massimo verticale espresso in centimetri a cui è soggetta la struttura sotto un carico verticale uniforme.

In entrambi i casi si evidenzia una diminuzione dei valori a seguito della reiterazione dell'analisi, cioè la forma strutturale diviene sempre più efficiente. Si può notare come avvicinandosi allo step 46 le due curve tendono a stabilizzarsi intorno ad un determinato valore divenendo quasi orizzontali. Ciò significa che reiterazioni successive del processo avrebbero apportato dei miglioramenti poco significativi al comportamento della struttura e dunque i progettisti hanno ritenuto raggiunto l'obiettivo a questo stadio.



Sezioni schematiche della struttura in tre punti notevoli.

Grafici della variazione dell'energia di trazione e dello spostamento.



Sezione di progetto

Immagine dell'interno della serra di accoglienza (foto dell'autore).

Modello d'insieme



Basandosi sulla soluzione formale ottenuta mediante il metodo di *shape analysis* impiegato da Sasaki, lo studio di Ito ha potuto realizzare un modello fisico del progetto attraverso una tecnologia di *laser-forming*, che ha permesso di ottenere superfici a curvatura libera molto levigate. Questo modello tridimensionale è servito come punto di partenza per i successivi approfondimenti progettuali.

Sebbene attraverso l'uso dei mezzi informatici sia stato possibile ottenere una forma meccanicamente razionale, la realizzazione della struttura è stata impegnativa, poiché esiste ancora un evidente gap tra i metodi di progettazione della forma strutturale e i metodi e i materiali correntemente utilizzati per la cantierizzazione dell'opera.

In questo caso l'unico materiale che avrebbe consentito la realizzazione delle superfici a curvatura libera senza un aggravio economico sul piano dei tempi e delle lavorazioni era rappresentato dal cemento armato, che è stato dunque scelto dai progettisti.

Il principale problema da risolvere, a questo punto, era legato alla realizzazione delle complesse casseforme per il getto. I progettisti hanno optato per una combinazione di una casseforma ordinaria in compensato abbinata ad una *mesh* di acciaio che serve anche essa da cassaforma, attraverso cui è stato possibile ottenere delle superfici lisce.

Immagini del cantiere:

Montaggio delle casseforme.

Disposizione dei ferri di armatura.

Getto del cemento.



*Immagini di dettaglio della superficie strutturale (foto dell'autore).
Si notino le increspature della superficie dovute al calcolo statico che ha adattato la forma della struttura per ottenere una ottimizzazione del suo comportamento.*

Crematorio Meiso no Mori, Kakamigahara (Gifu)



L'edificio Meiso no Mori è stato progettato per sostituire il vecchio crematorio di Kakamigahara, una cittadina nella prefettura di Gifu.

L'ambiente circostante è contraddistinto da un bacino d'acqua che si allunga verso nord ed è avvolto da montagne boschive.

Ad Ito viene richiesto uno spazio adeguato alla funzione, un luogo dunque in cui poter onorare i defunti che fosse perfettamente integrato con il paesaggio del circostante parco cimiteriale. Il progettista sceglie di realizzare uno spazio caratterizzato da una copertura, che nelle sue intenzioni potesse essere assimilata ad una nuvola in modo da produrre un'atmosfera soffice e piacevole. La linea curva articola anche il paesaggio, riprendendo le forme delle montagne circostanti. La stessa curvatura levigata della copertura caratterizza anche i soffitti degli spazi interni, dove si svolgono le funzioni. Gli ambienti interni sono caratterizzati da una luce indiretta, che, dalle curvature sul soffitto, si riflette in tutte le direzioni.

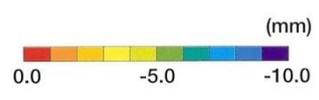
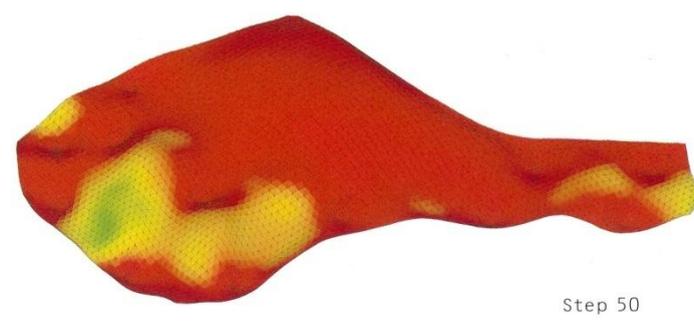
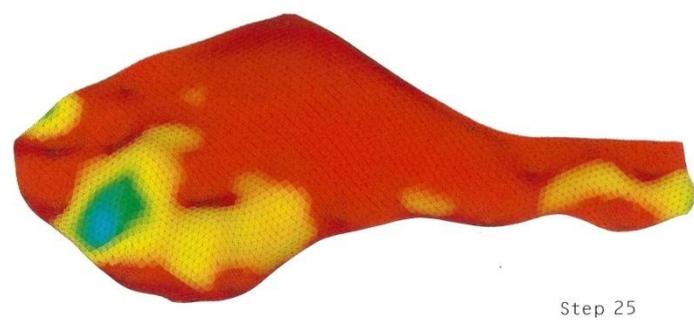
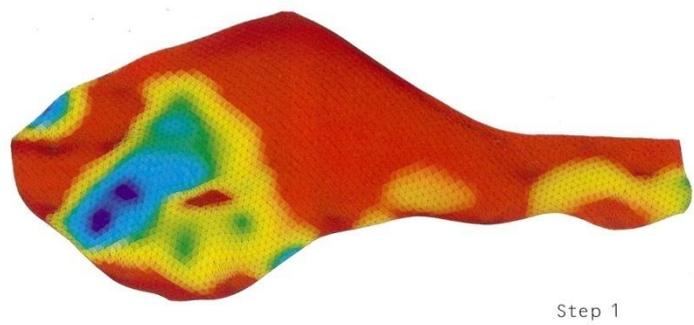
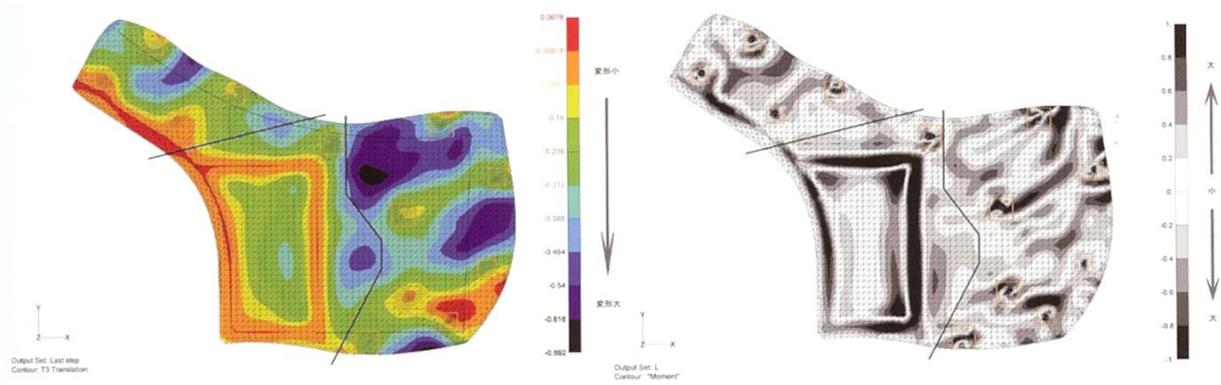
Bibliografia di riferimento:

Casabella 752; El Croquis 147;
Detail 7/8 2008; JA 69;
The Plan 27; Tectonica 25.



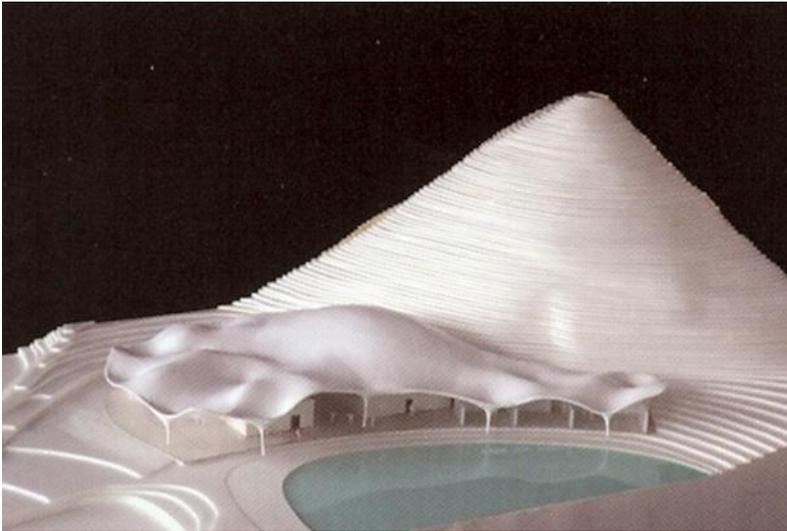
Vista dell'esterno.

Immagine di uno spazio interno.



Diagrammi del gradiente di quota della copertura e del gradiente delle tensioni strutturali.

Graficizzazione tridimensionale delle deformazioni della struttura in tre step evolutivi (1 – 25 – 50)



Per ottenere l'effetto di una superficie morbida e levigata, Ito e Sasaki hanno progettato una struttura a guscio caratterizzata da concavità e convessità. La forma finale della struttura è stata generata mediante il *Sensitivity Analysis Method*, lo stesso metodo di *shape analysis* perfezionato da Sasaki e utilizzato nel progetto delle serre *GRIN GRIN* di Fukuoka. Anche in questo caso, dunque, un algoritmo ha permesso di ottenere, mediante un computer che ha prodotto numerosi cicli evolutivi, una forma meccanicamente ottimizzata della copertura caratterizzata da una curvatura libera. Quest'ultima poggia su quattro volumi strutturali e dodici pilastri di forma conica.



Modello di studio.

Immagine dell'esterno.

*Immagine dell'esterno in
prossimità dell'ingresso.*



Immagini del cantiere durante la realizzazione della cassetta: disposizione dei dormienti e dei travetti.



Il progetto della cassetta, ideata e realizzata appositamente per questo edificio, deriva direttamente dal metodo di *shape design* applicato per il progetto della copertura.

I progettisti hanno potuto così fornire direttamente, a partire dal modello digitale realizzato, i dati tridimensionali necessari ad individuare i punti di riferimento notevoli.

A questo punto è stato possibile realizzare la cassaforma secondo le seguenti tre fasi di costruzione:

- 1- sono stati disposti ad un metro di distanza l'uno dall'altro dei dormienti con una curvatura che seguisse i punti di riferimento definiti dall'altezza dell'elemento strutturale individuata dal reticolo tridimensionale.
- 2- Sui dormienti, ad un intervallo di 250 mm, sono stati disposti i travetti composti da cinque strati di tavole sottili, larghe 75 mm e spesse 12mm. Così le tavole possono essere piegate in modo da creare una serie di morbide curve.
- 3- Ai travetti, infine, è stata connessa una tavola di compensato larga 150 mm, sufficientemente flessibile da esser piegata per seguire la linea del travetto stesso.



Successivamente è stata disposta l'armatura necessaria a seconda del valore delle tensioni nei diversi punti della struttura, ogni 200 mm oppure ogni 100 mm.



Immagini del cantiere durante la realizzazione della cassetta: disposizione delle tavole e vista dal basso della struttura completata.

Disposizione dei ferri.



I pilastri di sostegno della copertura, che proseguono direttamente la forma della copertura rastremandosi verso il basso, accolgono al loro interno anche il sistema di smaltimento delle acque meteoriche. Per realizzarli sono state utilizzate speciali casseforme prefabbricate e assemblate in opera.

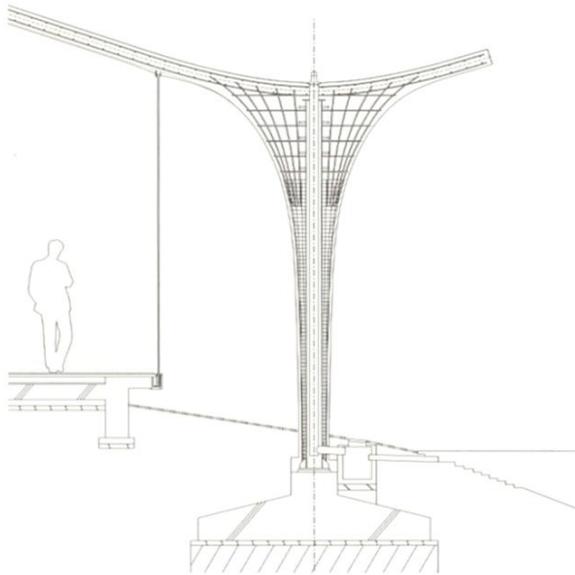


Immagine dell'interno.

Dettaglio di un pilastro con il sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

Immagini delle casseforme speciali per il getto dei pilastri.

Ito-Araya

La collaborazione tra Toyo Ito e Masato Araya, come accennato precedentemente, è legata fin dall'inizio alla sperimentazione dell'alluminio come materiale strutturale, tema sul quale l'ingegnere stava compiendo studi approfonditi anche in ambito di ricerca universitaria.

L'alluminio, infatti, sebbene non possenga le stesse caratteristiche di resistenza dell'acciaio e non sia adatto a strutture di grande scala, offre interessanti possibilità di impiego in progetti residenziali, in ragione della sua leggerezza, della facilità di montaggio e di trasporto dei componenti e della sua malleabilità in fase di produzione.

Il primo edificio progettato in collaborazione da Ito e Araya con questi criteri è un'abitazione privata realizzata a Sakurajosui, nei pressi di Tokyo, tra il 1997 e il 2000. Già in questo primo esempio è da sottolineare come l'uso dell'alluminio minimizzi le distinzioni tra gli elementi, poiché con lo stesso materiale sono state realizzate anche le schermature e gli altri elementi fissi della facciata.

L'alluminio è infatti un materiale che si può estrarre facilmente e con estrema precisione, anche in forme complesse e può essere, dunque, utilizzato per realizzare praticamente tutte le componenti dell'edificio.

Una ulteriore occasione per sperimentare le potenzialità dell'alluminio è rappresentata dal padiglione temporaneo che viene commissionato ad Ito a seguito della designazione della città di Bruges a Capitale europea della Cultura per l'anno 2002, di cui si è già parlato nella prima parte di questo testo.

Poiché questa struttura doveva rimanere in funzione solo per alcuni mesi come elemento dimostrativo, la committenza richiedeva soprattutto di esprimere le *potenzialità della nuova architettura*, senza che fossero espressi requisiti spaziali o funzionali specifici.

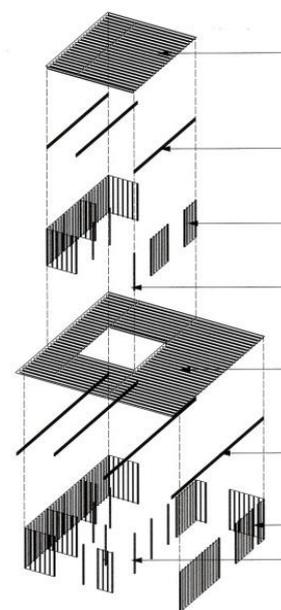
Ito ha deciso pertanto di realizzare un passaggio attraverso uno



Masato Araya (1943) si è laureato nel 1969 in architettura e ingegneria alla Waseda University. Ha fondato il *Design Office Oak Inc* nel 1982 e lo *Structure Design Office, Oak Inc* nel 1995.

Ha insegnato alla Tokyo University, nella Graduate School of Frontier Sciences dal 2000 al 2003 e attualmente insegna alla Keio University, nella School of Science for Open and Environmental System e alla Waseda University alla Facoltà di Architettura, School of Science and Engineering.

Costruire con l'alluminio



specchio d'acqua circolare poco profondo coperto da un tunnel, simile ad un portale allungato, in modo da riprendere il sedime di una antica chiesa medievale interrata al di sotto dell'area assegnata.

Questa struttura, come può essere apprezzato dalla scheda presentata alla fine di questo capitolo, è stata realizzata interamente per mezzo di un pannello alveolare a nido d'ape in alluminio, che ne costituiva sia le delimitazioni laterali, che la copertura. Una struttura composta dai soli pannelli alveolari sarebbe stata troppo debole, perciò Araya propone di utilizzare dei pannelli, sempre di alluminio, disposti sia sul lato interno, che su quello esterno della struttura, al fine di irrigidirla.

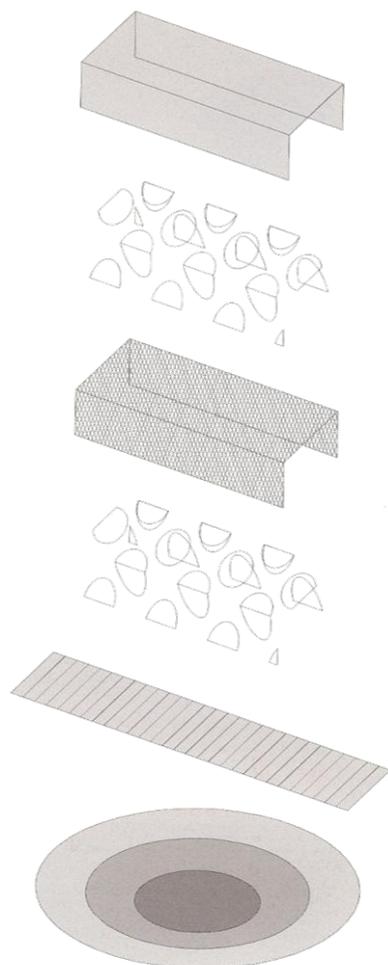
A questo punto Ito ed Araya hanno definito la disposizione di una serie di pannelli ovali, in modo tale che i carichi fossero distribuiti alla struttura a nido d'ape tra i due pannelli corrispondenti, posti uno all'interno ed uno all'esterno.

Il passaggio coperto che si è venuto così a creare è stato poi rivestito esternamente con del policarbonato trasparente per proteggere i visitatori dagli agenti atmosferici. In questo modo con un unico elemento vengono realizzati sia la copertura che le chiusure laterali dell'involucro, senza la necessità di avere altri elementi strutturali, quali travi, pilastri o controventi, poiché i pannelli ovali funzionano da irrigidimento nei confronti della struttura a nido d'ape.

Il padiglione appare così caratterizzato da un pattern all'apparenza solamente grafico e astratto, ma in realtà con funzione strutturale.

Il processo di irrigidimento basato sull'insieme degli pannelli ovali disposti in modo più o meno omogeneo è stato definito dai progettisti con l'espressione *floating islands*, cioè *isole fluttuanti*. Si potrebbe parlare quasi di un metodo progettuale, vista la forte capacità di variazione e adattamento alle condizioni di progetto. La relativa semplicità e immediatezza del pattern realizzato per il padiglione di Bruges deriva, infatti, dall'assenza di un vero programma funzionale e dall'assoluta libertà con la quale si è potuto gestire il progetto, ma in realtà attraverso questo metodo è possibile ottenere, secondo i progettisti, configurazioni anche molto complesse.

La forma astratta dei pannelli applicati alla struttura alveolare è, quindi, solo una delle ipotesi date e corrisponde ad una delle



Padiglione di Bruges

Immagine esterna del padiglione e schema compositivo degli elementi.

Nella pagina precedente:

Aluminium House

Schema della struttura.

possibili distribuzioni delle forze lungo la struttura.

Questo padiglione è nato, dunque, con l'intenzione di essere un prototipo per quanto riguarda il metodo di progettazione.

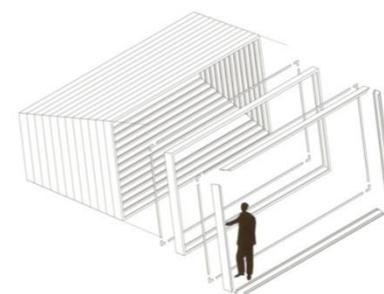
L'impiego dell'alluminio fatto a Bruges permette ai due progettisti di ottenere un annullamento totale della distanza tra elemento strutturale e finitura superficiale.

Nel 2004 Ito e Araya mettono a frutto queste due esperienze al fine di sviluppare un prototipo per una abitazione interamente realizzata per mezzo di pannelli in alluminio che abbiano allo stesso tempo una funzione statica e servano da finitura esterna. In questo modo è stato realizzato un piccolo cottage a Yamanashi, in Giappone, in appena 55 giorni, grazie soprattutto alla leggerezza degli elementi che potevano essere sollevati e messi in opera con la sola forza di due persone senza l'uso di nessun macchinario.

Le connessioni tra le parti sono state accuratamente studiate e, vista l'alta precisione dell'estrusione, i progettisti hanno potuto definire un intricato mosaico di giunti per collegare i pannelli ed ottenere una superficie perfettamente piana. Il lavoro progettuale è stato indirizzato anche alla ricerca di un unico modulo con una sezione costante a *U* di estrusione dell'alluminio, che è stata utilizzata indifferentemente, in modo simile al padiglione di Bruges, sia per gli elementi verticali di sostegno che per gli elementi di copertura.

Con la stessa intenzione sperimentale nel 2005 Ito ed Araya sviluppano un progetto per un dormitorio per i cosiddetti *business bachelor's* ovvero, letteralmente, *scapoli per affari* che lavorano all'interno della fabbrica *SUS* nella prefettura di Fukushima, in Giappone. Anche in questo caso si tratta di un edificio dimostrativo, poiché questa azienda si occupa, tra le altre cose, della produzione di componenti in alluminio per l'edilizia e, dunque, l'intento era quello di presentare questo materiale come adatto e confortevole anche per una residenza.

Per accentuare maggiormente il senso di accoglienza, i progettisti decidono di suddividere l'edificio attraverso 15 setti portanti che seguono un andamento planimetrico curvilineo. La curvatura di questi setti è ottenuta attraverso il montaggio di solo due forme di pannelli con curvature differenti. Ancora una volta i pannelli svolgono sia la funzione di struttura portante, sia di finitura superficiale delle pareti all'interno e all'esterno



Aluminium Cottage

Immagine dell'esterno e schema della composizione della struttura.



Dormitorio SUS

Immagini dell'esterno e del plastico.

dell'edificio. La curvatura dei pannelli, inoltre, serve a contrastare anche le spinte orizzontali a cui è soggetta la struttura.

La ricerca di pattern di facciata attraverso i quali organizzare la struttura portante fondendo razionalità meccanica e intuizioni formali caratterizza la collaborazione tra Ito e Araya anche al di là dell'uso dell'alluminio.

Ne è un esempio l'edificio progettato per il marchio italiano TOD'S situato sulla principale arteria commerciale di Tokyo, la Omotesando-dori, che ospita uno showroom, uffici e spazi per eventi.

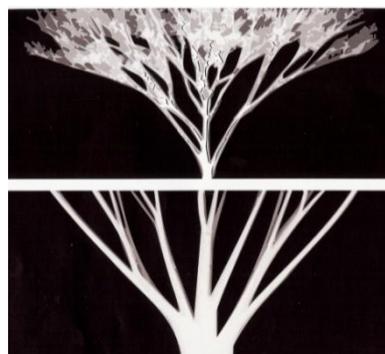
La necessità di sfruttare al massimo il lotto a forma di *L* ha portato ad edificare un volume unico con la medesima forma in pianta e avvolto da un unico pattern di facciata che, riprendendo in modo semplificato la forma ramificata degli alberi di zelkova presenti lungo la strada, diviene al contempo il principale elemento strutturale e il marchio identificativo dell'edificio, distinguendo questa architettura dagli edifici circostanti, che ospitano numerose boutique di alta moda realizzati per la maggior parte in vetro.

La silhouette astratta dell'albero si trasforma nella rappresentazione di un razionale diagramma delle tensioni attraverso le quali l'edificio scarica a terra il proprio peso. Si tratta infatti di un'architettura massiva che per la sua stessa presenza fisica si distingue dalle altre.

Questi elementi di cemento dello spessore di 300 mm, con vetri senza telaio inseriti sul filo esterno, sostengono i piani del solaio i quali coprono una luce di 10-15 metri senza pilastri interni, in modo da ottenere ambienti continui.

La proposta iniziale di Ito ha mirato ad ottenere un effetto superficiale che non si basasse su una dicotomia tra parete opaca chiusa e materica e aperture trasparenti, attraverso una serie di bucatore libere, simili a quelle che saranno realizzate successivamente nell'edificio *Mikimoto Ginza 2*, progettato con Sasaki.

L'intervento di Araya in questa prima fase del lavoro è fondamentale, poiché sposta il ragionamento dalla superficie che definisce l'involucro dell'edificio, all'intreccio delle linee delle tensioni che si formano nel momento in cui la superficie stessa viene forata.



TOD'D Omotesando Building

Immagine dell'esterno (foto dell'autore).

Schema della razionalizzazione della forma dell'albero.

Il diagramma iniziale del gruppo di lavoro di Ito prendeva in considerazione un volume scatolare avvolto da una superficie strutturale intarsiata in vetro.

Araya a questo punto ha richiamato l'attenzione sul fatto che fosse necessario visualizzare la forma degli elementi di cemento come un flusso lineare di forze.

Puntando l'attenzione su questo aspetto e prendendo in considerazione vari vincoli normativi e temporali, Araya ha convinto Ito che questo punto di vista pratico era allo stesso tempo un catalizzatore per un approccio formale che evitava di stabilire una gerarchia tra linee, superfici e aperture.

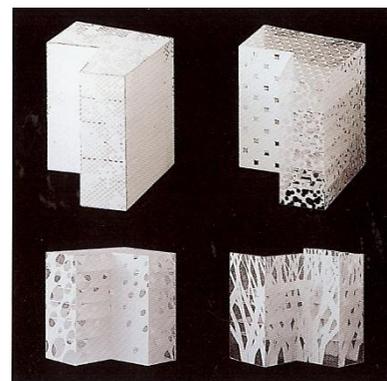
Inoltre l'intreccio della rete di barre di rinforzo per la trasmissione dei carichi, seppure non esposto direttamente alla vista poteva avere una valenza simbolica e figurativa molto forte. La superficie risultante è dunque vista da Araya come il risultato di una sovrapposizione di linee che si intersecano e che conducono le tensioni verso terra. È questa riflessione che porta Ito a sviluppare l'idea della silhouette dell'albero come sistema unitario che metta in relazione tutti gli elementi della facciata.

La forma ramificata degli alberi ha, infatti, una efficacia strutturale intrinseca e genera al suo interno flussi di forze razionali. Inoltre, poiché procedendo verso l'alto della costruzione la trama della ramificazione si infittisce e allo stesso tempo si assottiglia, gli ambienti assumono valori materici cangianti in rapporto al diverso tipo di illuminazione e del rapporto tra pieni e vuoti a seconda del piano in cui ci si trova.

Per Ito la razionalità implicita nella forma dell'albero è comunque un tipo di «nuova razionalità che produce risultati con una concomitante complessità e contraddizione»¹.

Per questa ragione Ito non è affatto preoccupato del riferimento quasi letterale alla forma arborea:

Abbastanza stranamente, non abbiamo avuto assolutamente scrupoli circa l'assoluta franchezza – sarebbe a dire il simbolismo – nell'introduzione di queste forme arboree. La



TOD'S Omotesando Building

Quattro plastici che evidenziano l'evoluzione del progetto.

¹ Toyo Ito, «TOD'S Omotesando Building», in *A+U* n. 404, maggio 2004, p. 124. (Trad. d. A.)

coesistenza di un pattern estremamente letterale di un filare di alberi ed una composizione di superficie estremamente astratta è stata molto affascinante per noi. In particolare, abbiamo sentito che c'era un potere straordinariamente persuasivo nell'uso del cemento in mezzo al denso allineamento di edifici di vetro lungo l'Omotesando-dori. Certamente, se non è un palese simbolismo, questa franchezza non è intesa assolutamente neanche come un indiretto cinismo. Noi stavamo mirando, infatti, ad un livello di integrazione senza precedenti tra letterale e formalismo.²

La compresenza della silhouette di derivazione naturale e dell'astrattezza della superficie costruita innesca, infatti, un meccanismo di rimandi tra astratto e letterale, che colpisce l'attenzione del visitatore.

D'altra parte lo Ito stesso afferma come il progetto per *TOD'S* è in qualche modo in continuità diretta con gli esperimenti fatti con i padiglioni temporanei di Bruges e Londra:

TOD'S è venuto dopo che avevo progettato *Bruges* e la *Serpentine*, e così io ero particolarmente interessato a realizzare una superficie accoppiata alla struttura. Dall'inizio ho voluto qualcosa di simbolico cosicché questo edificio relativamente piccolo potesse far sentire la sua presenza nel panorama urbano pieno di edifici con *curtain-wall* di vetro. Volevo anche utilizzare il cemento cosicché fosse strutturalmente assertivo. Così ho iniziato con il tema della superficie accoppiata alla struttura e ho sviluppato il *pattern* ad albero per tentativi.³

Nel padiglione di Bruges e nell'edificio per *TOD'S* la perfetta coincidenza di involucro e struttura avviene su un piano bidimensionale che, piegandosi, delimita il confine tra interno ed esterno. Nel progetto per la *SUS Company Housing* invece gli ambienti sono separati da pareti portanti che seguono linee ondulate, definendo lo spazio interno attraverso un

² Ibidem.

³ Toyo Ito, «In Pursuit of an Invisible Image», in *A+U* n. 404, p. 12. (Trad. d. A.)

meccanismo di forma e controforma. In questo modo la struttura portante si caratterizza come elemento di confine ricco di valori estetici anche negli spazi interni.

Questo tema viene portato alle estreme conseguenze da Ito e Araya con il progetto presentato al concorso per la realizzazione del *Forum for Music, Dance and Visual Culture* a Ghent, in Belgio, nel 2004. La proposta, non ritenuta, però, vincente dalla giuria, è stata frutto di una collaborazione avvenuta all'interno di un team progettuale abbastanza variegato di cui hanno fatto parte anche l'architetto italiano Andrea Branzi e due giovani architetti belgi, Hera van Sande e Eddy François.

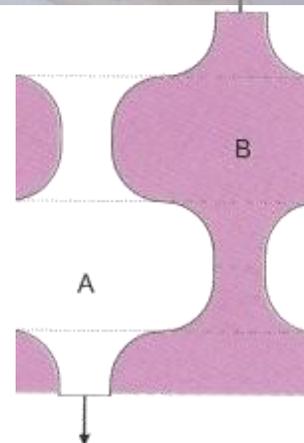
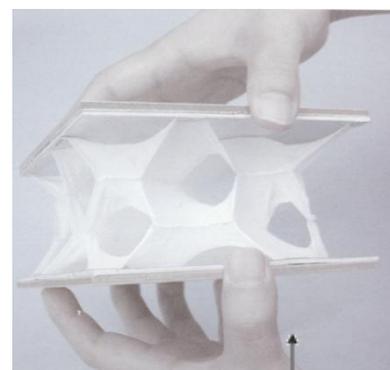
L'obiettivo che Ito si propone con questo progetto è quello di riuscire a rivisitare la tipologia convenzionale delle sale da concerto, riproducendo l'esperienza dello spazio urbano medievale come palcoscenico delle esibizioni artistiche.

Dopo una prima ipotesi, che prevedeva una sorta di riproduzione in scala ridotta di un tessuto medievale, con vicoli (corridoi) e piazze (sale per gli spettacoli), i progettisti decidono di tentare una separazione radicale degli spazi in modo tale da permettere anche una loro indipendenza funzionale.

Il progetto finale è, infatti, caratterizzato da un doppio sistema di spazi che si intercludono reciprocamente rimanendo sempre separati, seppure di per sé continui. I progettisti, decidono di alternare in alzato il rapporto tra questi tipi di spazio, in modo che il tipo di spazio confinato ad un piano sia continuo al piano superiore e viceversa.

Il primo tipo di spazio, che Ito chiama *Urban Cave*, accoglie tutti gli spazi pubblici e di circolazione e rappresenta nelle intenzioni del progettista una estensione dei vicoli della città all'interno dell'edificio e per questa ragione è continuo al piano stradale. Il secondo sistema è definito da Ito *Sound Cave* e ospita gli spazi dedicati alla musica: auditorium, sale prova, laboratori e camerini.

Al livello stradale, perciò, lo spazio continuo del grande *foyer* della *Urban Cave* circonda i volumi chiusi dell'auditorium, dei laboratori e dei camerini della *Sound Cave*. Invertendo questa gerarchia, al primo livello la *Urban Cave* si trasforma in una serie di spazi chiusi che ospitano scale e ascensori che salgono dal *foyer* sottostante. Passando attraverso il muro, i visitatori entrano



Forum di Ghent

Immagine del plastico di concorso.

Plastico di studio del rapporto tra i due tipi di spazio e corrispondente schema grafico.

nel volume della *Sound Cave*, il quale dà accesso all'area superiore dei posti a sedere dell'auditorium e – se aperte temporaneamente per esibizioni pubbliche – alle sale prova.

La *Urban Cave* sale direttamente al foyer aperto e al livello degli uffici al secondo piano. Il gioco interno dell'alternanza di relazioni spaziali continua sul livello di copertura. Questo livello ospita alcuni laboratori, un paesaggio all'aperto con stage all'aperto e ristoranti per pubblico e staff.

L'inversione degli spazi tra un piano e l'altro è possibile perché la membrana che li separa è in realtà un guscio strutturale continuo in cemento armato di appena 30 cm di spessore, che segue anche in questo caso un diagramma di forma e controforma in cui gli spazi che rimangono separati ad un livello divengono continui al livello superiore e viceversa.

Descritto brevemente il progetto è interessante, a questo punto, analizzare il ruolo avuto da Araya nella sua evoluzione. Come sua abitudine, Ito inizia la fase progettuale attraverso l'elaborazione di una metafora visiva quale proposta di lavoro per il gruppo di progettazione.

La prima immagine di riferimento è rappresentata dalla forma degli organi umani per l'emissione e la ricezione del suono: la bocca e l'orecchio.

A questa metafora si sovrappone l'idea della riproduzione di uno spazio urbano che viene traslata nell'immagine metaforica della *caverna*, attraverso la quale vengono distinti con i vuoti gli spazi da destinare alle rappresentazioni, cioè lo spazio *urbano* delle piazze e dei vicoli, e con i pieni quelli destinati alle restanti funzioni di servizio.

Questa suddivisione enfatizzava in modo eccessivo, secondo Ito, una relazione gerarchica tra interno ed esterno, dovuta al fatto che i progettisti si stavano concentrando sulla parola chiave *caverna* in quanto immagine concreta per relazionare gli spazi alle funzioni ospitate.

Il punto di vista pratico di Araya, come era avvenuto precedentemente per *TOD'S*, ha modificato il diagramma di progetto, poiché egli non si è dimostrato, infatti, interessato alla *caverna* in quanto volume, ma la sua attenzione si è interamente orientata alla forma delle superfici di confine, lungo le quali sarebbero fluiti i carichi.

L'intervento progettuale di Araya sposta, così, il ragionamento



Forum di Ghent

Schema tridimensionale del rapporto degli spazi della Urban Cave e della Sound Cave.

su un livello di astrazione che differisce, dal punto di vista degli elementi geometrici, dalla metafora iniziale pur mantenendo lo stesso significato profondo.

È significativo notare come, allo stesso modo in cui ciò che Ito in *TOD'S* considerava una superficie per Araya era un intreccio di linee, ora a Ghent ciò che era stato considerato da Ito un volume viene letto da Araya come un insieme di superfici curvate.

A questo punto anche l'attenzione di Ito si sposta sulla produzione di studi finalizzati alla formalizzazione delle superfici di contorno e sull'individuazione di una regola che permetta di includere gli spazi *caverna*.

Araya con questo scarto evidenzia il semplice fatto che il volume concepito dall'architetto, per quanto complesso, alla fine sarà arricchito principalmente dai significati che prenderanno le superfici che lo definiscono.

Come era già accaduto con l'introduzione della metafora dell'albero per *TOD'S*, l'astrazione pragmatica di Araya, spinge Ito ad introdurre in questo progetto l'ulteriore metafora del corallo, la quale, sovrapponendosi alle altre, esprime le sinuosità che le superfici strutturali debbono avere per configurare il doppio sistema di caverne.

È emersa, in questo modo, la proposta finale nella quale le superfici di confine sono utilizzate per separare i due tipi di spazi complementari. In questo modo un'immagine simbolica di una caverna è stata resa astratta attraverso la sua trasformazione in superfici di confine e nuovamente trasformata.

Anche in questo caso, infine, la metafora si realizza attraverso l'integrazione di tutti i componenti dell'edificio in un' unica forma elementare.

Guardando ai processi progettuali che hanno portato alla realizzazione dei progetti di *TOD'S* e Ghent, si può individuare una sorta di metodo implicito che unisce le competenze dei due progettisti.

Si assiste, cioè ad un continuo gioco di rimandi in cui Ito propone una immagine metaforica fortemente visuale e riferita in genere al mondo delle forme naturali, come nel caso dell'*albero* di *TOD'S* e della *caverna* a Ghent. Araya, da parte sua, attraverso una razionalizzazione della geometria ricava un principio strutturale in base ai possibili flussi delle tensioni

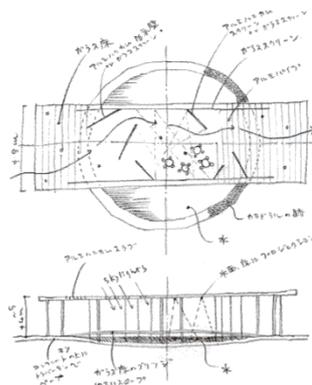
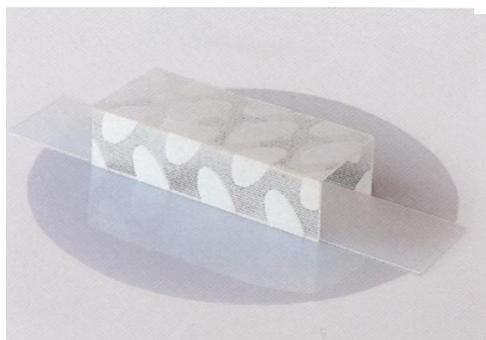
Astrazione pragmatica

lungo i confini che definiscono la figura.

Si tratta, cioè, di un tipo di astrazione che emerge da un approccio pragmatico e che differisce dalla convenzionale trasformazione dei concetti in specifici elementi architettonici.

L'edificio stesso è in questo modo formalizzato attraverso una *astrazione pragmatica* che avviene con l'estrapolazione di un principio strutturale e figurativo dall'immagine metaforica di partenza.

Padiglione temporaneo, Bruges



Il padiglione temporaneo di Bruges è stato realizzato nell'ambito delle attività culturali che hanno avuto luogo nella città belga nel 2002, anno in cui essa ha ricoperto il ruolo di Capitale europea della cultura. Trattandosi di una struttura dimostrativa, esso non ospita nessuna funzione specifica, ma si configura unicamente come elemento di richiamo per i visitatori, come oggetto a metà strada tra un'architettura e una scultura, collocato in una piazza al centro della città nel punto in cui sorgeva anticamente una chiesa medievale le cui rovine sono tuttora interrato poche decine di centimetri sotto il livello della piazza.

Ito decide di realizzare un passaggio coperto, in forma di portale allungato, che attraversa uno specchio d'acqua circolare il cui diametro riprende le dimensioni delle fondazioni dell'antica chiesa.

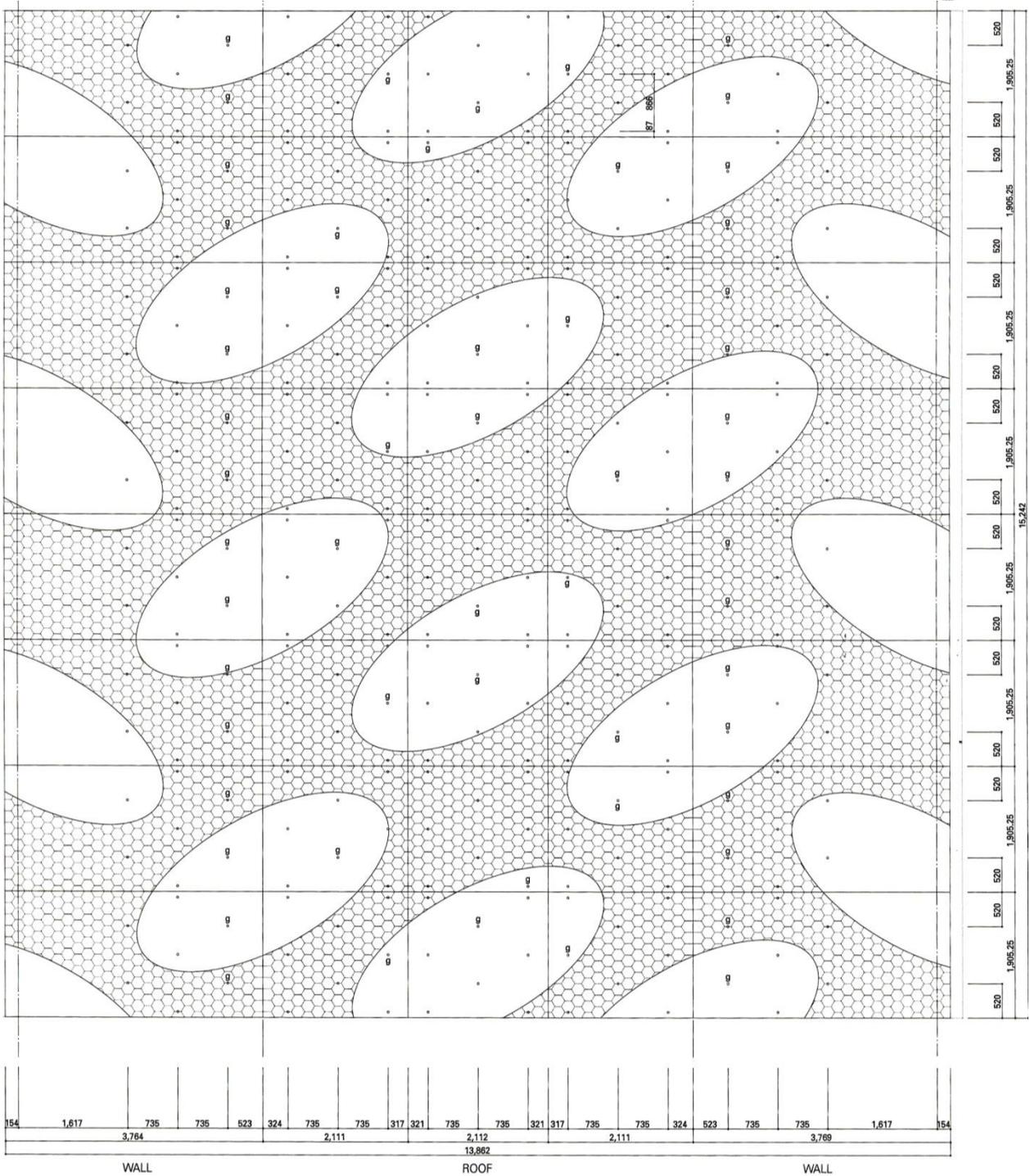
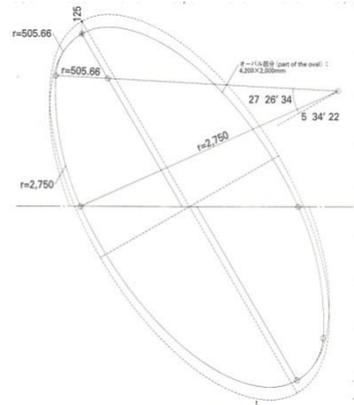
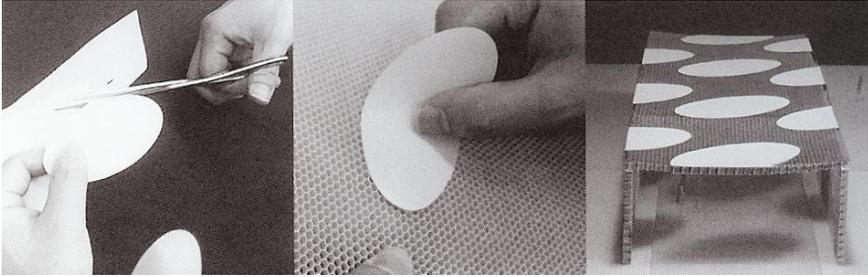
La disposizione dei pannelli ovali all'interno e all'esterno della superficie strutturale risponde contemporaneamente sia ad una necessità statica di irrigidimento, che ad una finalità estetica, poiché appare come un trattamento grafico sull'involucro della struttura.

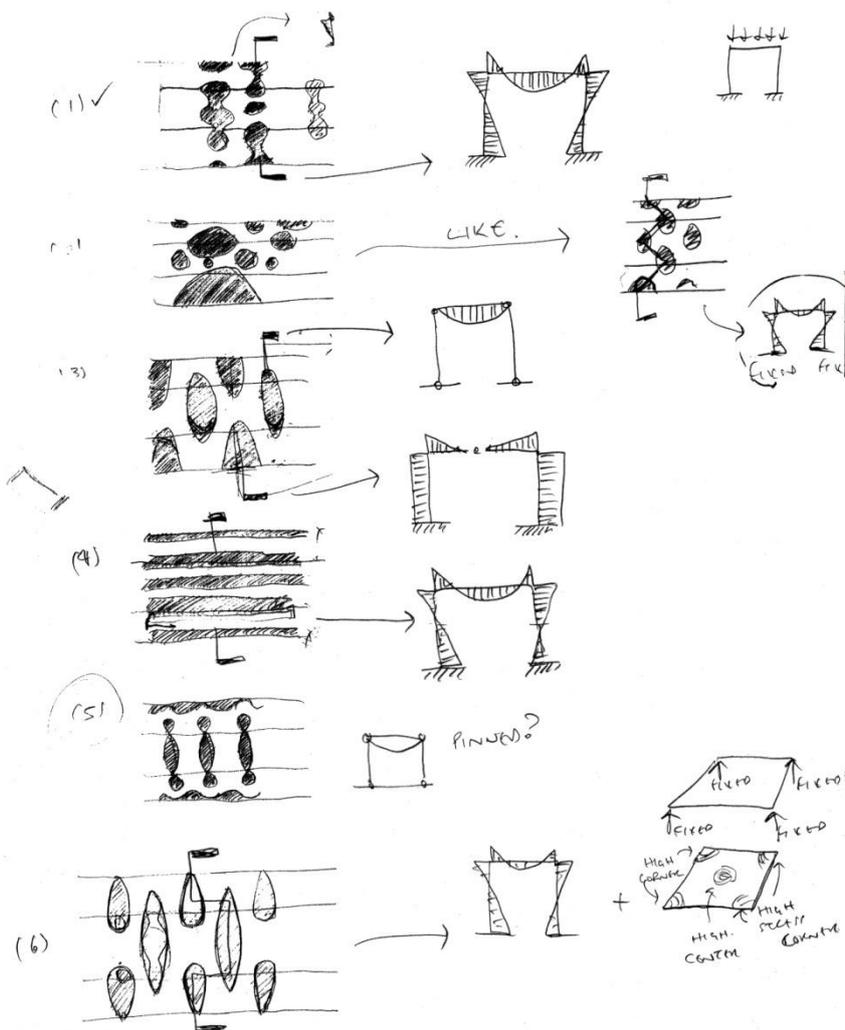
Bibliografia di riferimento:

Casabella 705; El Croquis 123; JA 47.

Plastico di studio e schema progettuale.

Immagini del padiglione realizzato.





Il sistema attraverso il quale i pannelli ovali di rinforzo vengono composti secondo un pattern uniformemente distribuito su tutta la struttura è stato chiamato dai progettisti *floating island*, per sottolineare l'apparente aleatorietà della distribuzione degli elementi. Questi ultimi assumono una essenza astratta dovuta al fatto che è impossibile associarli ad alcun elemento particolare. Il principio delle *floating island* permette, secondo i progettisti, infinite variazioni come è evidenziato dagli schizzi di progetto iniziali, che mostrano le possibili relazioni tra la distribuzione dei pannelli ed il risultante grafico del momento flettente all'interno della struttura. In questo modo è sempre possibile adattare lo schema alle esigenze costruttive e funzionali e arrivare ad ottenere schemi anche molto complessi rispetto a questo padiglione, che ha il valore di un prototipo.

Nella pagina precedente

Immagini del plastico di studio realizzato per verificare la risposta statica della struttura con gli ovali di rinforzo.

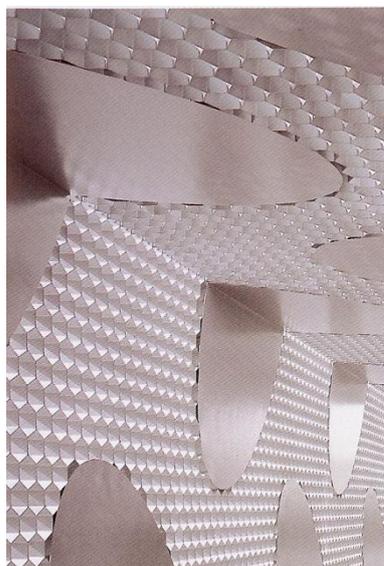
Geometria di un pannello ovale.

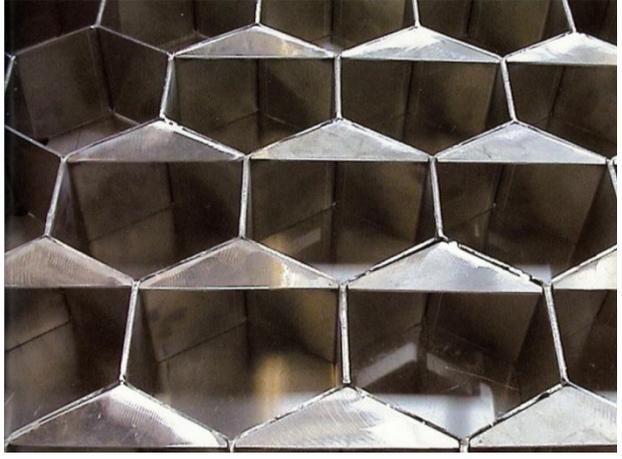
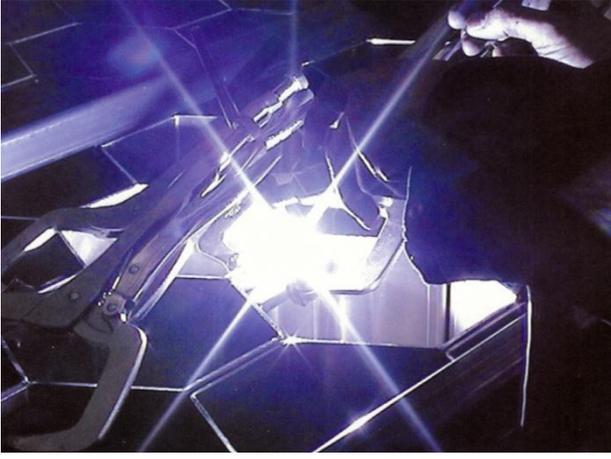
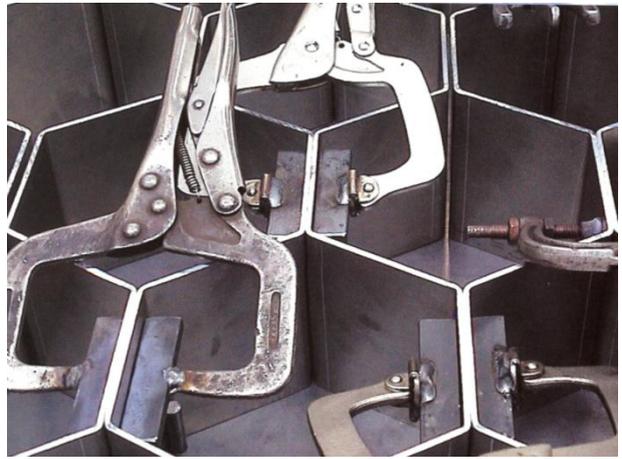
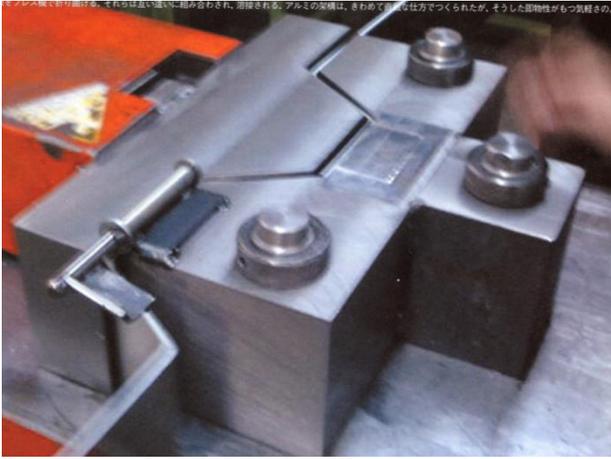
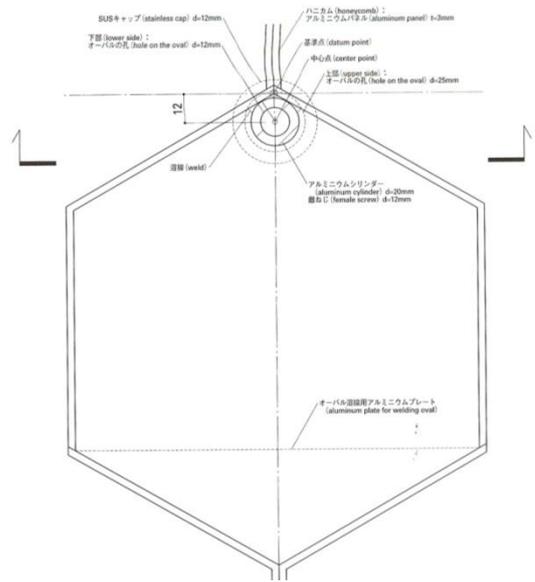
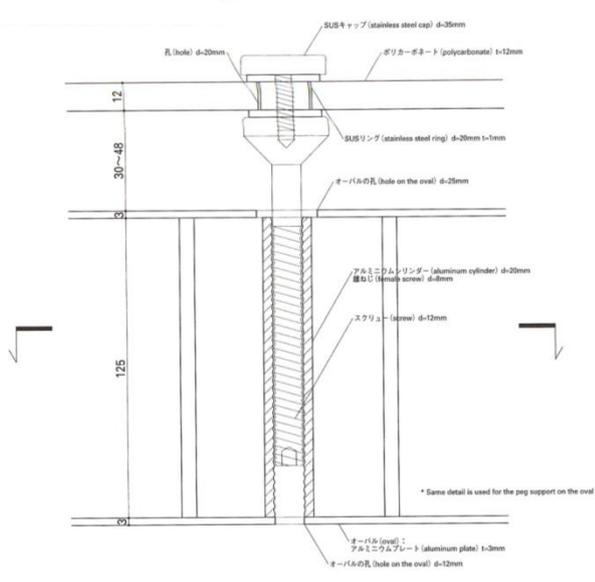
Sviluppo planare della struttura che evidenzia la continuità di trattamento della copertura e delle chiusure laterali.

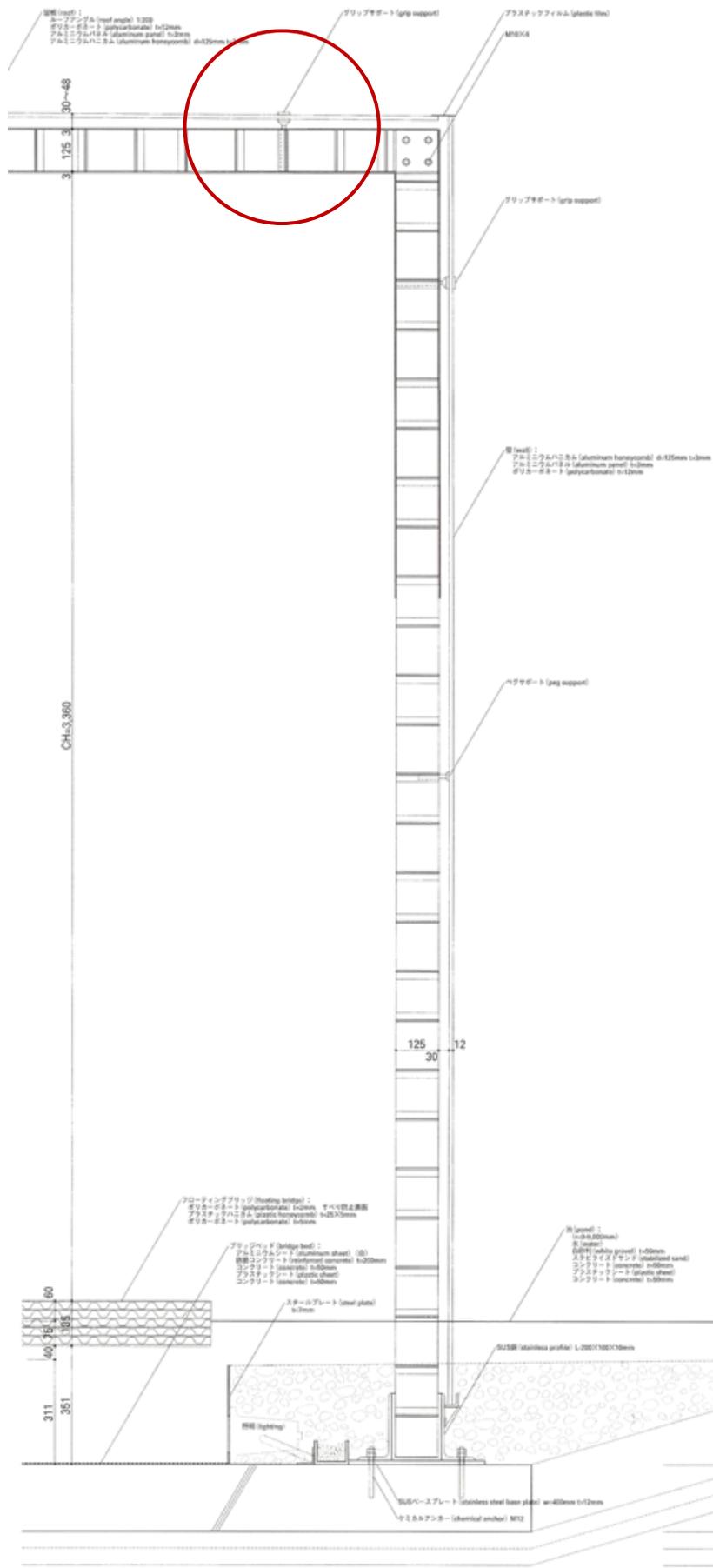
In questa pagina

Schemi statici delle prime fasi di progetto.

Immagini di dettaglio della struttura dall'esterno e dall'interno.







Ito e Araya in questo progetto hanno scelto di ridurre al minimo gli elementi strutturali per arrivare ad una sintesi estrema tra l'immagine finale dell'edificio ed i suoi elementi costitutivi.

Pilastri, travi ed elementi di finitura sono così sostituiti da un unico sistema composto da un pannello alveolare a nido d'ape in alluminio irrigidito su entrambi i lati da pannelli ovali sempre in alluminio, che è utilizzato sia per la copertura che per le chiusure laterali. La permeabilità visiva dell'involucro, peraltro, sostituisce anche la necessità delle aperture.

La ricerca dell'estrema semplicità si riflette anche sullo studio dei dettagli che sono stati uniformati il più possibile.

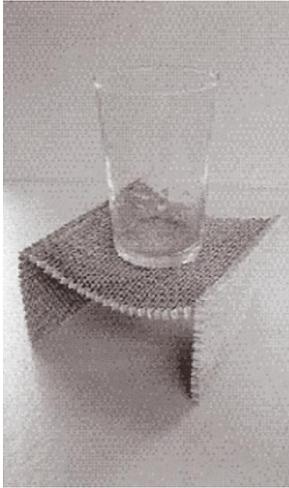
Nella pagina precedente

Dettagli del sistema di collegamento tra la struttura e il pannello di polycarbonato.

Immagini sequenziali della realizzazione del pannello alveolare in alluminio.

In questa pagina

Sezione costruttiva che evidenzia la continuità del trattamento della copertura e delle pareti laterali del padiglione. In evidenza il dettaglio della pagina precedente.



In assenza degli elementi ovali di rinforzo, i pannelli alveolari di alluminio si inflettono semplicemente sotto il peso proprio. L'aggiunta dei pannelli ovali in alluminio su entrambi i lati del pannello alveolare permette di ottenere la resistenza a flessione che varia al variare della forma, della grandezza e del numero di queste *floating islands*. Per arrivare ad ottenere la soluzione ottimale i progettisti hanno dovuto ripetere varie volte le analisi strutturali, nonché procedere in modo sperimentale attraverso l'uso di modelli a varie scale, compresa quella reale.

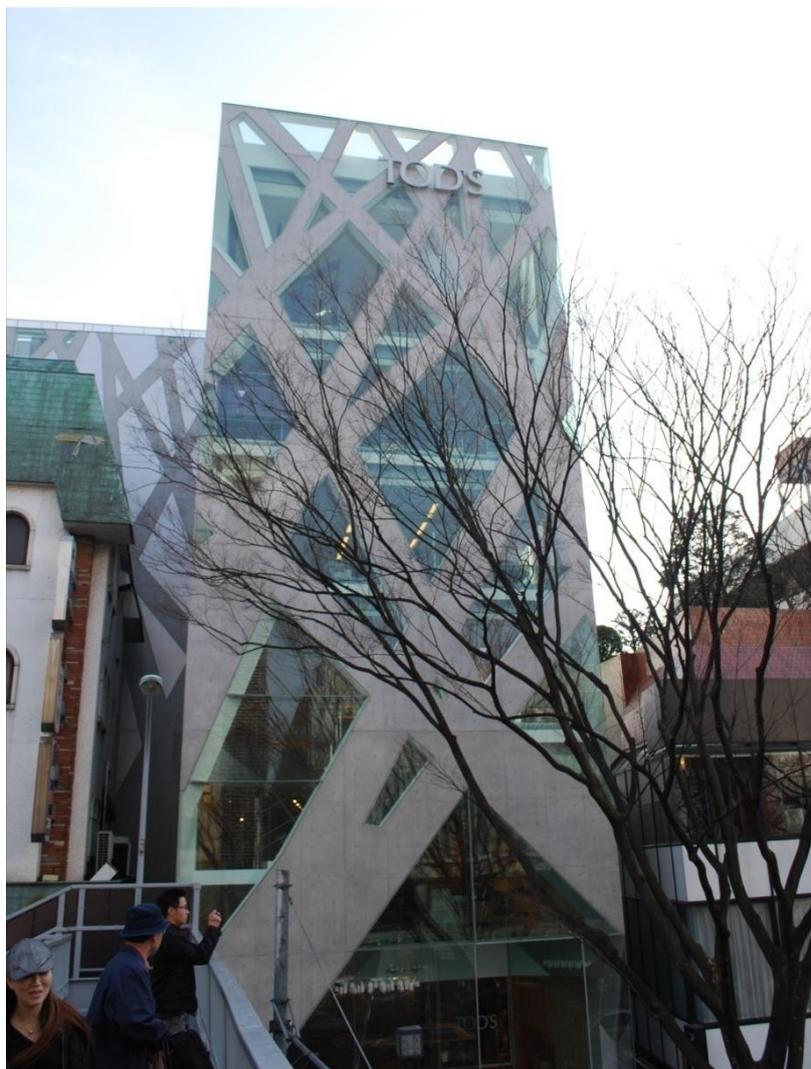


Esperimenti dimostrativi del concetto strutturale a due scale differenti.

In alto, modello di studio con e senza rinforzi ovali.

In basso, montaggio di una sezione della struttura a scala reale nello studio di Ito.

TOD'S Omotesando Building



L'edificio TOD'S realizzato da Ito lungo l'Omotesando-dori a Tokyo, una delle più importanti arterie commerciali della città, ospita al suo interno lo showroom e gli uffici del noto marchio di moda italiano.

Il volume, risultato di una semplice estrusione del sito che presentava una forma ad L, è interamente definito da un pattern di facciata derivante dalla ripetizione e sovrapposizione di una silhouette ripresa dall'astrazione della forma degli alberi di zelkova presenti lungo il viale. Il pattern, oltre ad essere un elemento di forte riconoscibilità dell'edificio, svolge anche una funzione statica fondamentale, poiché, attraverso uno spessore di 300 millimetri di cemento armato, rappresenta l'unico sostegno dei solai, che raggiungono una luce di 10-15 metri senza la necessità di pilastri intermedi.

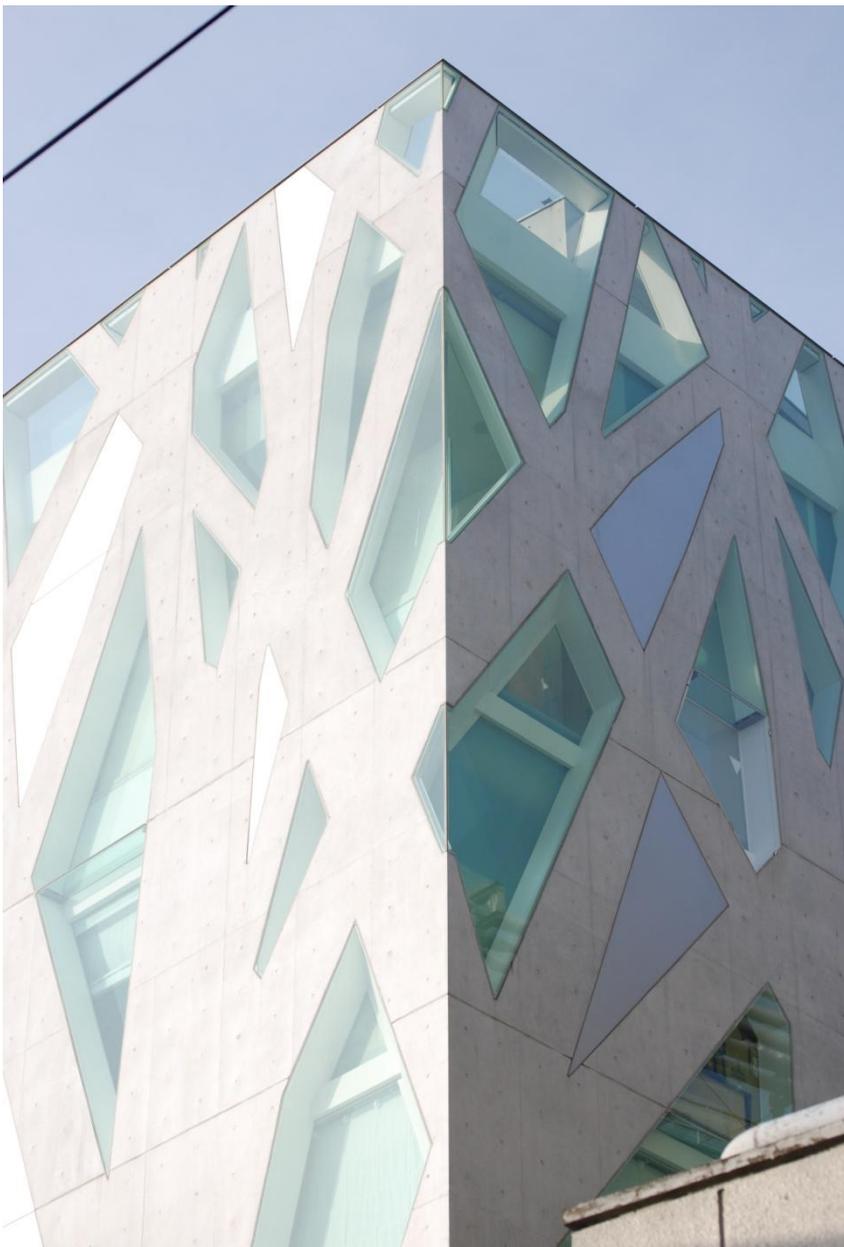
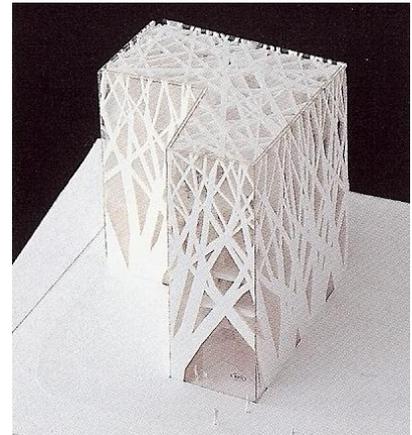
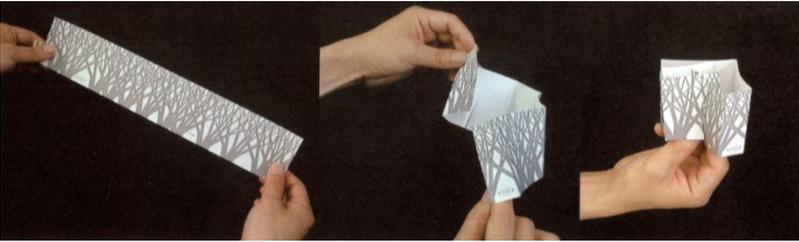
Bibliografia di riferimento:

A+U 404; Area 81; El Croquis 123; Domus 878.



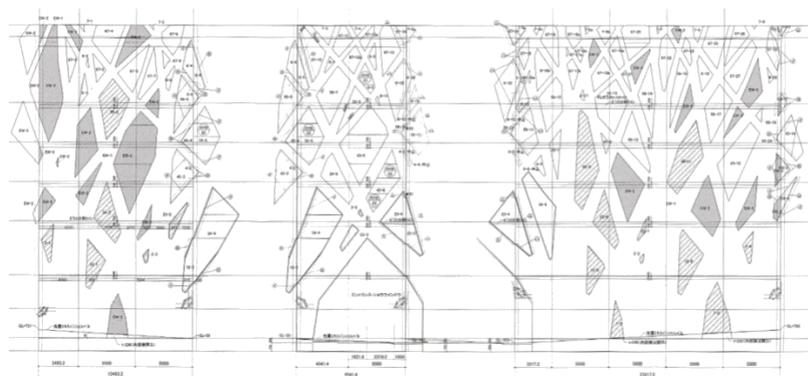
Immagine della facciata principale (foto dell'autore).

Immagine dell'edificio nel contesto dell'Omotesando-dori (foto dell'autore).

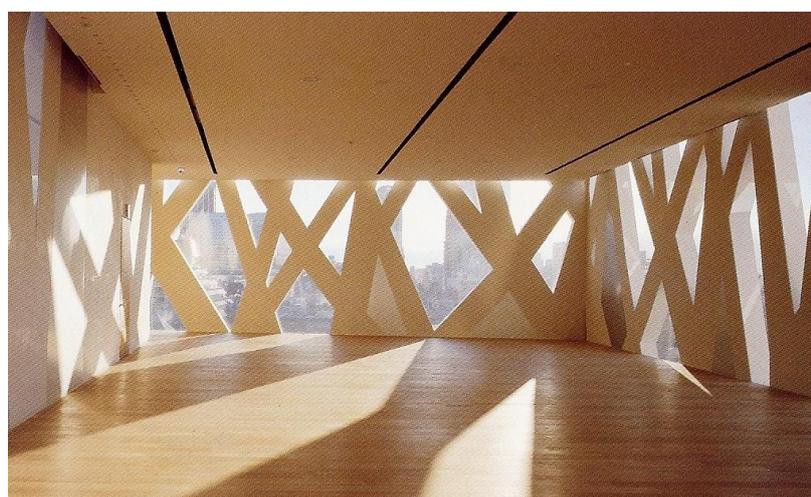
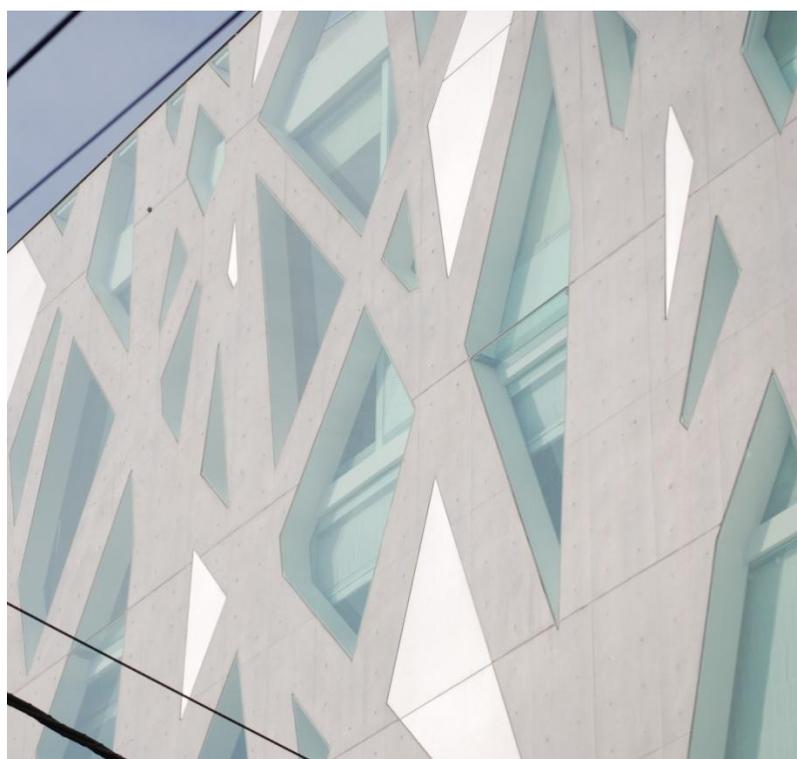


Schemi della sovrapposizione delle silhouette dell'albero di zelkova e dello sviluppo del volume attraverso il piegamento della superficie bidimensionale e plastico di studio del progetto.

Immagine esterna (foto dell'autore).



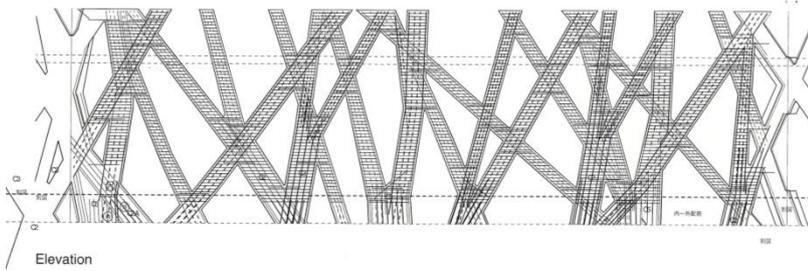
L'applicazione del diagramma della ramificazione arborea ha come risultato un progressivo cambiamento del rapporto tra parti opache e bucatre a partire dal piano terra fino ad arrivare agli ultimi livelli. Verso l'alto, infatti, le ramificazioni si infittiscono perdendo allo stesso tempo consistenza a causa della riduzione del loro spessore. Il risultato è una estrema variabilità della percezione dello spazio tra un piano e l'altro che si lega all'uso previsto ai vari livelli.



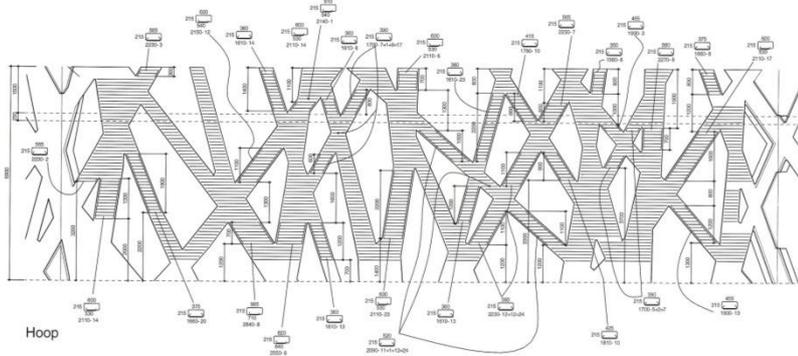
Schema dello sviluppo dei prospetti del corpo d'ingresso.

Particolare della facciata in cui si evidenzia il progressivo infittimento delle ramificazioni ed il loro assottigliamento verso l'alto (foto dell'autore).

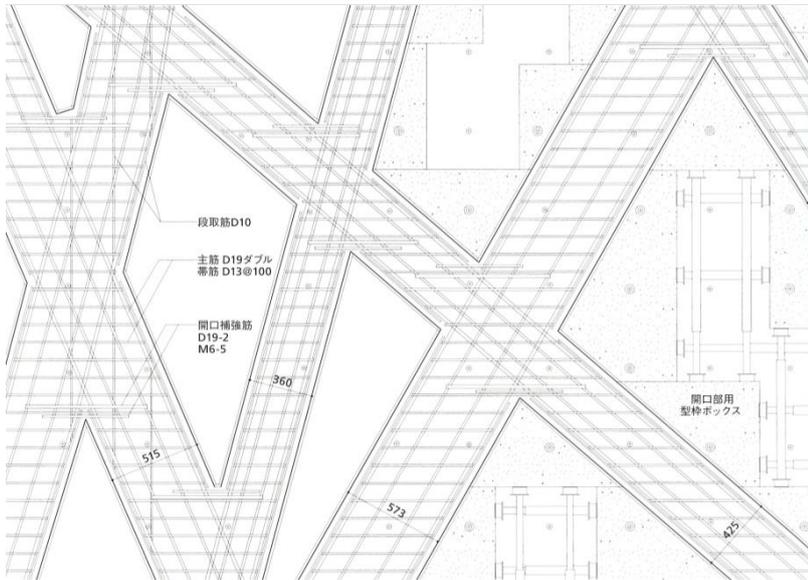
Immagine dell'interno.



Elevation



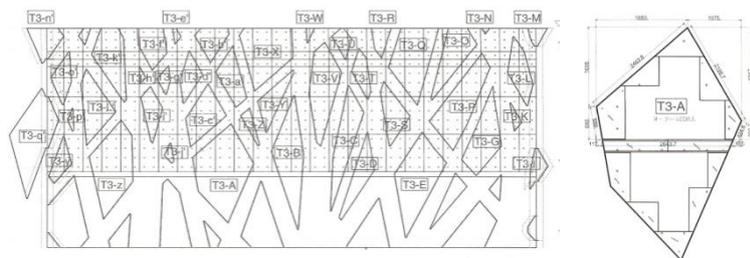
Hoop



Sviluppo sul piano della disposizione delle armature e immagini del cantiere.

Dettaglio costruttivo della disposizione delle armature con la disposizione delle casseforme per il getto.

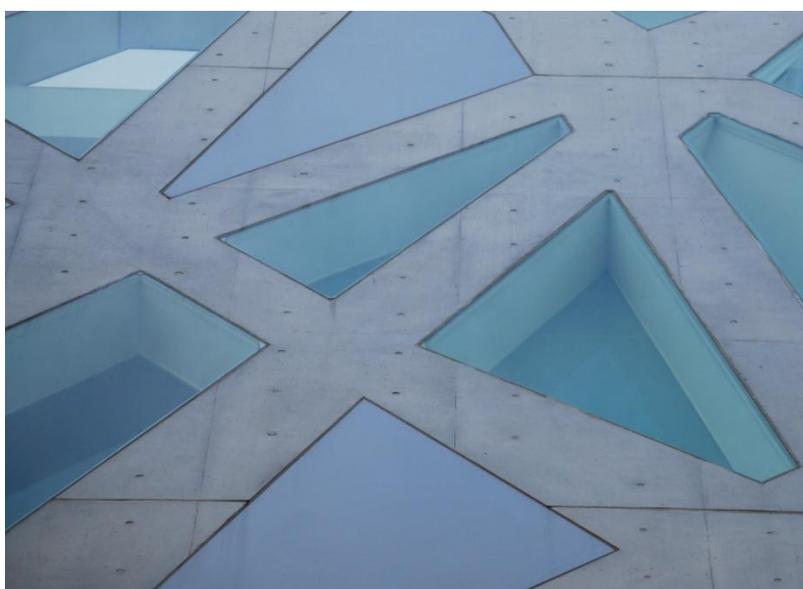
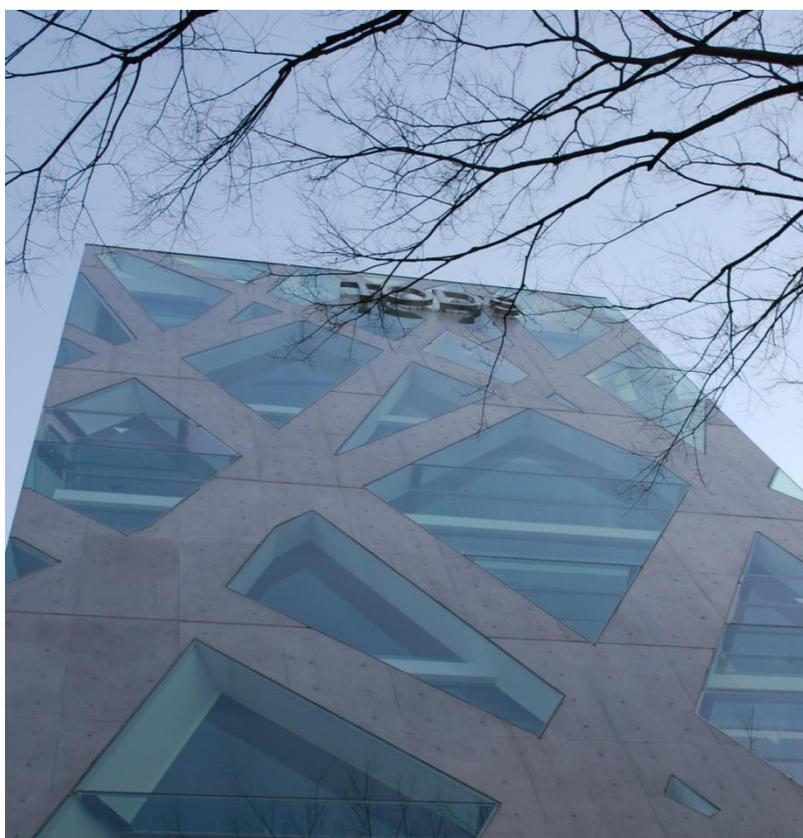
Una cassaforma con la disposizione di ferri di armatura.



La scelta della silhouette dell'albero come diagramma al quale far corrispondere la disposizione della struttura portante deriva dal fatto che questa forma naturale possiede una razionalità strutturale inerente.

All'interno del sistema di ramificazioni, infatti, le tensioni dovute ai carichi a cui è soggetta la struttura seguono percorsi che ricalcano una distribuzione logica, sebbene complessa, del flusso delle sollecitazioni statiche. Ciò è evidenziato anche dalla disposizione dei ferri all'interno della struttura che segue perfettamente lo sviluppo delle ramificazioni.

Allo stesso tempo va sottolineato il fatto che dall'esterno è impossibile percepire questa stretta corrispondenza tra intreccio delle ramificazioni e comportamento statico della struttura poiché la disposizione delle casseforme per il getto, come si può vedere nel disegno in alto, non ha nessuna relazione con la figuratività dell'albero, tanto è vero che, come risulta evidente dall'immagine di dettaglio presentate in queste pagine, le fughe lasciate dai getti di cemento seguono una trama ortogonale indipendente.



Dettaglio della disposizione delle casseforme per il getto secondo assi ortogonali.

Immagini della facciata in cui sono evidenti le tracce delle casseforme (foto dell'autore).



Il pattern ramificato della struttura varia il suo carattere anche in rapporto ai momenti della giornata.

Quando, infatti, la luce batte radente sulle facciate i riflessi sul vetro annullano la corporeità della struttura evidenziando, per contro la composizione dei prospetti come piegatura di una superficie bidimensionale.

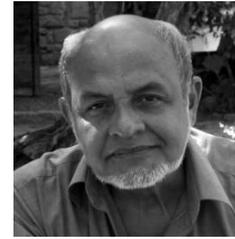
Al contrario, nelle ore serali il controllo dovuto all'illuminazione delle vetrine evidenzia la tridimensionalità del sistema.



Immagine di un angolo dell'edificio in cui la luce radente evidenzia la composizione bidimensionale del pattern.

Immagine notturna che esalta la tridimensionalità del supporto.

Ito-Balmond



La collaborazione tra Toyo Ito e Cecil Balmond, il noto progettista strutturale della Arup, ha avuto inizio con la realizzazione del *Serpentine Gallery Pavilion* nel 2002, di cui si è già parlato, anche se tra i due c'erano già stati contatti precedenti.

Il rapporto tra Ito e Balmond è stato di fondamentale importanza per entrambi¹, sebbene questo padiglione sia stato l'unica opera effettivamente realizzata fino ad oggi tra i vari progetti scaturiti da questa collaborazione, poiché altri due progetti sono rimasti sulla carta ed un altro, la *Taichung Metropolitan Opera House*, è in corso di costruzione.

In particolare Ito riferisce di essere stato profondamente colpito dall'impostazione *non-lineare* data da Balmond alla progettazione strutturale e dalla conseguente idea che la soluzione ottimale ad un determinato problema abbia un valore relativo e non assoluto. Approccio questo che, sempre secondo Ito, può essere trasferito anche alla progettazione architettonica.

Per quanto riguarda il padiglione temporaneo della *Serpentine Gallery*, allestito nei mesi estivi del 2002 appunto negli spazi antistanti questo edificio all'interno di Hyde Park a Londra, il programma prevedeva una superficie di 300 metri quadrati per ospitare uno spazio multifunzione con una caffetteria.

In pianta il padiglione è un quadrato di 17 metri di lato, mentre in alzato raggiunge i 4,5 metri. L'immagine finale dell'edificio è espressa da una struttura continua senza appoggi intermedi,

Cecil Balmond è nato nel 1943 a Colombo, in Sri Lanka.

La sua formazione universitaria è avvenuta fra l'Università di Ceylon, quella di Ibadan in Nigeria, quella di Southampton e l'*Imperial College of Science* di Londra.

Da più di trent'anni lavora con la Ove *Arup and Partners* di cui è *Deputy Chairman*.

Dal 1986 collabora continuamente con Rem Koolhaas e dagli anni Novanta ha lavorato, tra gli altri, con Enric Miralles, Arata Isozaki, Toyo Ito, UN studio, Daniel Libeskind, Alvaro Siza, Eduardo Souto de Moura.

Nel 2005 ha fondato il *Non-Linear Research Institute*, presso la University of Pennsylvania.

Ha ricoperto importanti cariche di insegnamento alla *Städelschule* di Francoforte, alla *Yale University*, ad Harvard, alla *London School of Economy* e dal 2004 è professore alla *University of Pennsylvania*.

Tra gli altri premi, nel 2002 ha ricevuto il più alto riconoscimento per l'ingegneria strutturale in Giappone, il *Genzo Matsui Prize* e nel 2003 il *Charles Jencks Award Theory in Practice* del *Royal Institute of British Architects*.

¹ Cfr. Toyo Ito, Cecil Balmond, «Concerning Fluid Spaces» (Conversazione), in *A+U* n. 404 (maggio 2004), p. 44-53.

Per chiarire ulteriormente le basi del rapporto professionale tra Ito e Balmond e l'impostazione metodologica di quest'ultimo è stata riportata in appendice una sintesi di questa conversazione tradotta dall'autore.

realizzata attraverso un intreccio apparentemente casuale di piastre di acciaio alte 550 millimetri e di spessore variabile, che proseguendo dalla copertura con continuità lungo le pareti perimetrali, ne costituisce anche l'involucro. Gli spazi vuoti di questa maglia irregolare sono stati riempiti alternativamente da pannelli di alluminio e lastre di vetro.

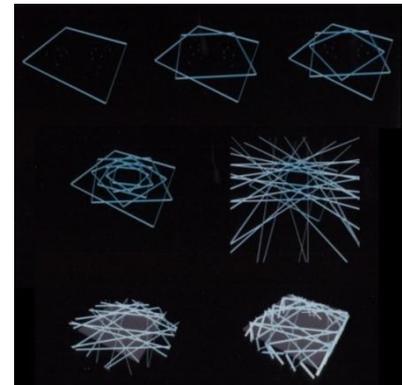
I primi schizzi progettuali proposti da Ito a Balmond esprimevano, in realtà, l'intenzione di ottenere una lastra di copertura perfettamente piana che sembrasse sospesa. Allo stesso tempo Ito proponeva di trasformare l'involucro in un elemento di forte impatto visivo, con un metodo simile a quello delle *floating islands* elaborato insieme ad Araya per il *padiglione di Bruges*, progettato negli stessi mesi.

Come vedremo nell'approfondimento dedicato a questo padiglione alla fine di questo capitolo, Balmond risponde con una controproposta radicale basata su un principio strutturale, secondo cui per coprire uno spazio quadrato la disposizione più efficiente delle travi si ha quando esse congiungono i punti medi dei quattro lati. Secondo questo principio la disposizione migliore della struttura porterebbe ad una serie di quadrati ruotati di 45 gradi e inscritti uno nell'altro. Balmond ritiene che, però, in questo modo si otterrebbe uno spazio estremamente statico e noioso. Egli stesso propone dunque di introdurre un'asimmetria nel sistema in modo tale da innescare un meccanismo compositivo che, sebbene mantenga un principio razionale di distribuzione dei carichi, liberi il progetto dalla sua fissità.

Connettendo i lati consecutivi del quadrato non nel centro, ma da $1/3$ della lunghezza dell'uno ad $1/2$ della lunghezza di quello adiacente e prolungando virtualmente le linee delle travi verso l'esterno, si forma un quadrato ruotato in modo meno simmetrico rispetto a quello di partenza e con gli angoli aperti.

Inoltre, ripetendo questa rotazione varie volte per tutti i quadrati che si vengono a formare e prolungandone i lati oltre il perimetro, si crea sul piano l'intreccio di linee strutturali, solo apparentemente casuali, che domina figurativamente il padiglione. Lo stesso sistema permette di ottenere anche le pareti verticali del padiglione, ripiegando verso il basso tracce delle linee strutturali oltre il bordo della copertura.

Naturalmente il risultato finale è direttamente in relazione con



Serpentine Gallery Pavilion

Vista dall'esterno.

Sviluppo dell'algoritmo strutturale.

l'anomalia stabilita all'inizio del processo, quindi variando leggermente l'anomalia di partenza si possono ottenere svariate configurazioni dell'involucro. Si può controllare così facilmente l'intero processo attraverso un algoritmo che ha quale unica variabile l'anomalia introdotta spostando il punto in cui i lati vengono collegati dal centro ad una posizione che riflette un altro rapporto proporzionale.

La proposta di Balmond è paradigmatica del suo modo di intendere il progetto strutturale e la progettazione in genere.

Secondo il suo modo di vedere, una struttura che abbia come unica ambizione quella di opporsi alla legge di gravità non potrà mai riuscire a costituire qualcosa di innovativo, poiché la gravità stessa è immutabile. Un edificio realizzato seguendo questo approccio canonico rappresenta una *certezza statica*. Per esplorare spazialità e configurazioni innovative, cioè per ottenere delle architetture, l'unica possibilità è dare una interpretazione nuova agli elementi che rappresentano questa certezza. Il pilastro, la trave, il solaio sono elementi che, secondo Balmond, possono divenire interessanti se vengono reinterpretati abbandonando le certezze di cui sono stati caricati nei secoli, divenendo una *improbabilità dinamica*. Questa sfida è posta da Balmond soprattutto sul piano della geometria. Come riferisce Ito, l'intera filosofia progettuale di Balmond si basa sulla semplicissima constatazione che «la geometria non è altro che la traccia di un punto che si muove. Quadrati e cerchi non sono niente di più che soluzioni speciali di un punto che si muove.»²

La testimonianza dell'interesse per la relazione tra geometria e progettazione strutturale ha portato Balmond a fondare, all'interno di Arup, l'*Advanced Geometry Unit (AGU)*, un gruppo di giovani progettisti provenienti da vari campi scientifici, specializzato nella produzione di algoritmi basati sulle geometrie avanzate da applicare al calcolo strutturale e alla progettazione architettonica.

Advanced Geometry Unit (AGU)

² Cfr. Toyo Ito, «Cecil balmond, Architecture Liberated by Geometry» (Intervista di A+U a Toyo Ito), in *A+U* n. speciale dedicato a Cecil Balmond (novembre 2006), p. 172-175. (Trad. d. A.) Anche di questa intervista sono stati riportati in appendice ampi stralci tradotti dall'autore.

Per esprimere l'ampiezza dei temi affrontato da questo gruppo così variegato di progettisti Balmond si esprime in questo modo:

Ciò che noi esploriamo qui nella mia *Advanced Geometry Unit* è una nuova architettura, la quale è a sua volta tutta rivolta alla *struttura profonda*. Io vedo me stesso come una specie di filosofo naturale! Nei tempi passati chi studiava le cose che stiamo studiando noi, veniva chiamato filosofo naturale. Ciò significava essere interessati alla struttura delle cose, non all'etica dell'anima. Ed io mi interesso a come le cose sono organizzate. Cosa accade al mondo? Cosa accade ad una molecola? E cosa accade ad un edificio? Questo è ciò che mi interessa.³

L'esigenza di integrare nel progetto una quantità maggiore di informazioni, infatti, richiede l'uso sistemi di sviluppo più malleabili e dinamici, in analogia con i fenomeni naturali. A questo fine, esiste la possibilità di utilizzare diagrammi derivati da altre discipline, come ad esempio la matematica, la fisica, la biologia e la geometria avanzata integrandoli direttamente nel progetto con implicazioni strutturali. In architettura, ad esempio, l'autosimilarità insita nella teoria frattali offre la possibilità di realizzare forme complesse attraverso la ripetizione di elementi standardizzati.

In questi casi, dunque, gli aspetti formali sono un derivato indiretto della visione pragmatica del progetto, piuttosto che un aspetto stabilito a priori: programma e struttura si fondono e determinano insieme la forma dell'architettura, la quale incarna così in forma immediata i principi meccanici. Per questa ragione l'*Advanced Geometry Unit* ha un interesse specifico nell'uso di algoritmi, matematica frattale e non-linearità nella struttura. Per raggiungere questo scopo, i nuovi software formano gli strumenti di lavoro sia per la modellazione computerizzata, parametrica e relazionale, sia per l'analisi strutturale per sviluppare la progettazione non-lineare geometricamente complessa.

³ T. Ito, C. Balmond, cit., pp. 51-52.

Come sottolineato da Charles Walker, progettista di Arup coinvolto nell'*Advanced Geometry Unit*, il fatto che ogni progetto porti nuove problematiche richiede che l'unità sviluppi un nuovo approccio per ogni progetto. Per sua natura l'AGU è portata a collaborare a progetti architettonici di cui spesso non si conoscono ancora i parametri di impostazione, quindi non è raro che i suoi progettisti siano chiamati ad intervenire sugli stessi concetti di base, divenendo coautori come è avvenuto, ad esempio, proprio per il *Serpentine Gallery Pavilion*.

L'accento posto sulla geometria segnala che il contributo di questa unità all'interno di Arup vuole andare oltre una semplice analisi di tipo strutturale. Poiché alla struttura portante di un edificio è riconosciuta una indiscutibile valenza plastica e di organizzazione spaziale, gli ingegneri di Arup rivendicano un contributo ugualmente culturale nel processo progettuale contemporaneo, proponendosi come *traduttori* dei concetti espressi dagli architetti in regole matematiche da informatizzare.⁴

Anche secondo Ito, d'altra parte, la geometria utilizzata nella architettura nel Ventesimo secolo si è basata essenzialmente su due visioni principali: quella di Le Corbusier che la esprimeva attraverso la composizione di forme pure e quella esemplificata dalla griglia modulare utilizzata da Mies van der Rohe.

Egli, quindi, guarda con interesse al lavoro di Balmond per la sua capacità di leggere da un punto di vista geometrico e matematico principi di organizzazione della materia tratti dal mondo naturale e che apparentemente sfuggono a regole fisse. Questo vale, ad esempio, per il modo in cui piante e animali crescono. Dietro la casualità con cui, ad esempio, si sviluppa un albero c'è una regola semplicissima di biforcazione bilaterale che permette alla chioma di assumere conformazioni molto

⁴ Il lato innovativo del metodo progettuale di AGU, non è rappresentato tanto dalla capacità di rielaborare disegni, schizzi, o modelli prodotti dagli architetti per ingegnerizzarli, quanto nello sviluppare o adattare di volta in volta software esistenti in relazione alle esigenze di ogni progetto.

Cfr. Charles Walker, «Engineering Design: Working with Advanced Geometries», in *Architectural Design* vol. 74/3, n. 169 (Maggio-Giugno 2004), pp. 64-71.

complesse. In particolare Ito è interessato dal fatto che queste regole di accrescimento sono sensibili al contesto in cui vengono applicate, per cui la soluzione finale ne viene influenzata. In questo modo la soluzione finale è solo una delle possibili soluzioni potenziali derivate da una semplice regola iniziale.

Ciò che interessa maggiormente alla coppia Ito-Balmond è, dunque, la ricerca di una complessità fondata su regole certe derivate dall'osservazione attenta della natura e soprattutto il fatto che da queste regole si possano ricavare soluzioni multiple e imprevedibili delle quali il progetto finale risulta essere un punto di equilibrio ottenuto in base a condizioni particolari.

Il processo progettuale è dunque volutamente trattato come un problema non-lineare, la cui soluzione rimane aperta fino alla fine. Ciò permette, secondo Ito, di superare la visione tipica dell'architettura del Ventesimo secolo secondo la quale per ogni problema esiste una sola soluzione corretta e che comporta una drastica limitazione delle variabili di progetto.

Sia Ito che Balmond affermano che l'uso di geometrie non-lineari ha il pregio, prendendo in considerazione un numero maggiore di variabili, di portare ad una conseguente scoperta di numerose possibilità innovative non prevedibili all'inizio.

Il problema principale posto da un sistema non-lineare è, in realtà, proprio quello della gestione delle variabili. Un progetto come quello della *Serpentine Gallery* non sarebbe stato attuabile nei tempi brevi di cui disponevano Ito e Balmond, se essi non avessero fatto abbondantemente ricorso all'uso di strumenti informatici per gestire i dati di progetto e, soprattutto, per visualizzare, giudicare ed eventualmente modificare i risultati del calcolo.

La regola geometrica non-lineare su cui si basa il progetto, per essere veramente efficace, deve dunque tradursi in parametri matematici che un computer sia in grado di elaborare attraverso un algoritmo. Un chiaro esempio di questo approccio è rappresentato dal progetto non realizzato, prodotto da Ito e Balmond per il nuovo punto vendita dei *Grandi Magazzini Selfridges* a Glasgow, in Scozia, tra la fine del 2002 e i primi mesi del 2003. L'incarico avuto da Ito, che prevedeva inizialmente la realizzazione di un intero isolato con funzioni miste, si è ridotto successivamente al solo progetto del grande magazzino di

**La struttura profonda.
Algoritmi per produrre
regole.**

quattro piani.

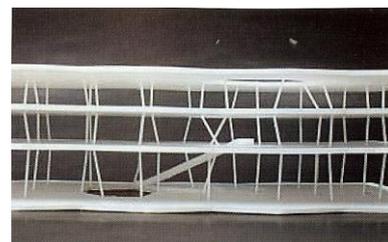
Per quanto riguardava l'organizzazione degli spazi interni, la committenza aveva avanzato come unica richiesta che essi fossero suddivisi in campate di misura compresa tra gli otto e i dieci metri. Al contempo, su richiesta della municipalità, si era stabilito che il fronte continuo dell'edificio fosse suddiviso in fasce verticali per richiamare la verticalità delle facciate della città storica. Vista la scarsa presenza di elementi funzionali su cui agire, dopo vari studi Ito propone di inclinare i pilastri interni al fine di sottrarre gli spazi di vendita alla monotonia della griglia uniforme. Allo stesso modo, per articolare il fronte, Ito sceglie di inclinare anche gli spigoli che dividono ogni cinque metri una fascia verticale dall'altra.

La proposta di Ito è incentrata sull'immagine di *dancing columns*, ovvero di pilastri che inclinandosi ognuno in modo differente trasmetterebbero un'idea di movimento simile ad una danza. Per ogni allineamento verticale si viene così a creare una polilinea formata da quattro pilastri inclinati in vari modi, poiché ad ogni piano il pilastro cambia direzione rispetto al piano inferiore. Cecil Balmond, coinvolto nel progetto con la sua *Advanced Geometry Unit*, si è a questo punto preoccupato di introdurre una regola geometrico-matematica che prendesse in considerazione contemporaneamente l'inclinazione degli spigoli di facciata e dei pilastri interni.

È interessante, a questo punto, soffermarsi brevemente sul metodo con il quale il gruppo di Balmond elabora il concetto espresso da Ito.

Per prima cosa, per arrivare ad una analisi di tipo geometrico espressa attraverso dati parametrizzabili, cioè numeri, era necessario definire la polilinea in modo esplicito, eliminando ogni arbitrarietà. In pratica si doveva definire l'angolo di rotazione nel piano della polilinea ad ogni nodo, attraverso l'individuazione di una regola di controllo rigorosa. Guardando la questione da un altro punto di vista, egli stava cercando una legge di distorsione della griglia omogenea di partenza, collegando tra loro i punti così ricavati.

Come già era avvenuto per il *Serpentine Gallery Pavilion*, Balmond ha introdotto un algoritmo a cui ha dato il nome di *Rosa di Ulam* e del quale si parlerà più avanti in dettaglio in una scheda di approfondimento. Essenzialmente questo algoritmo si



**Grandi Magazzini
Selfridges**

*Modello di studio della
struttura.*

basa sulla stesura di campi numerici relativi ad ogni piano e sulla possibilità di connettere, attraverso una regola matematica definita univocamente, i punti dei vari piani attraverso la definizione di una sorta di vettore di spostamento al quale corrispondono le coordinate dei punti di arrivo e di partenza dei pilastri inclinati. Diversi campi numerici furono testati, rivisti e raffinati da Ito e da Balmond, valutandone gli impatti estetici e verificando le implicazioni di ogni sistema.

Un aspetto tenuto in grande considerazione dai progettisti, inoltre, è il fatto che l'uso degli algoritmi introduce la possibilità di ottenere una modularità basata su ripetizioni complesse, piuttosto che sulla standardizzazione. Ciò rende possibile limitare il numero delle tipologie di elementi prefabbricati di cemento, delle linee di giunzione tra gli elementi, e dei dettagli dei giunti tra colonne e travi, preservando allo stesso tempo la libertà di progetto.

Lo stesso Balmond ha proposto, infatti, di ridurre a sei le differenti tipologie di segmenti che componevano le sezioni del muro della facciata, posizionandole in sequenze differenziate e invertite verticalmente in modo tale da ridurre ragionevolmente le forme degli elementi, mantenendo al contempo l'apparenza aleatoria.

A questo proposito esiste un limite secondo Balmond tra ciò che è realmente aleatorio e ciò che in realtà appare tale. La casualità che permea le strutture da lui progettate è, in realtà, apparente.

Il suo metodo ricerca, al contrario, regole certe che interpretino la *struttura profonda* di un'idea progettuale. Progettare veramente in modo casuale non porterebbe a nessuna conclusione degna di nota. Nel progetto di Selfridges, invece, gli algoritmi permettono una casualità, che, sebbene regolata, è comunque maggiore rispetto a quella che la mente umana è in grado di concepire. Così si esprime Balmond:

C'è qualcosa che riguarda la struttura, la struttura profonda, che la mente umana percepisce, e se si ha un algoritmo che a partire da un motivo semplice inizia a muoversi, si ottiene molto presto una complessità, una condizione ibrida, una giustapposizione, in uno modo stranamente imprevedibile. La lettura di un'architettura diviene genuinamente più

sorprendente, più inventiva rispetto al caso in cui si fosse lavorato sui metodi tradizionali, provando poi a fare qualcosa di interessante. Quando si prova a essere sorpresi da una intuizione essa non è mai tanto sorprendente quanto la risposta data da un algoritmo. Così la convinzione che ho è che un algoritmo che segue una regola può produrre una configurazione più interessante rispetto a quella prodotta attraverso la memoria.⁵

La struttura profonda si esprime secondo Balmond attraverso una essenza prettamente geometrico-matematica, che può sempre essere interpretata attraverso un algoritmo. Per quanto complessa sia la regola su cui si basa l'algoritmo, sempre secondo Balmond, la mente umana è in grado di riconoscerla anche inconsapevolmente e di provare, per questa ragione, una sensazione piacevole. Così è avvenuto, secondo Balmond, con il *Serpentine Gallery Pavilion*, all'interno del quale le persone tendevano a seguire con lo sguardo le traiettorie delle linee strutturali, che sembravano rimbalzare da un lato all'altro «come una palla da biliardo».

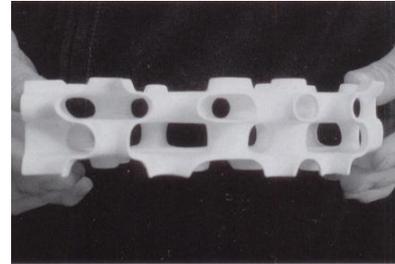
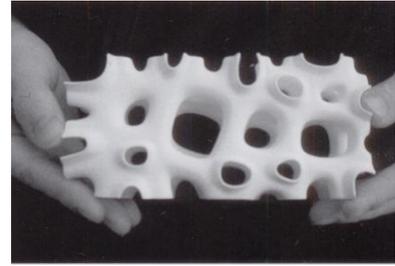
Mentre le linee corrono sul piano abbattendo i piani e gli angoli, per poi rimbalzare attraverso la base e risalire sull'altro lato, la superficie diventa un reticolo di circuiti, che non vanno da nessuna parte ma che vanno in tutte le direzioni. [...] La geometria come catalizzatore, persino nella sua più semplice manifestazione, ovvero come linea retta, può sovvertire il nostro concetto di *circostante*. E poiché la geometria è la linea della vita di una struttura, la sua anima dà vita alle componenti rendendole diverse da mere cornici, differenziando i modi in cui diamo forma alla metafora: volume o delimitazione, rivestimento o superficie, confine attraversabile o limite.⁶

Il ricorso agli algoritmi come strumenti di progetto proposto da Balmond è stato visto inizialmente da Ito come una sorta di riaffermazione del razionalismo:

⁵ T. Ito, C. Balmond, cit., p. 50. (trad. d. A.)

⁶ Cecil Balmond, «Dalla retta alla rete», in *Casabella* n. 711, maggio 2003, p. 6.

Durante il progetto [di Selfridges] ho chiesto a Cecil perché egli fosse così ossessionato dagli algoritmi. Egli mi ha detto che la casualità che gli esseri umani sono in grado di concepire è limitata, e queste cose che noi non abbiamo immaginato è molto più probabile che accadano utilizzando gli algoritmi. All'inizio ho pensato che egli fosse ossessionato dalla ragione come tendono ad esserlo i razionalisti occidentali, ma quando ho capito che non era questo il caso ho iniziato a trovare la sua idea estremamente interessante. Creando una certa regola e giocandoci si può essere condotti da questa regola verso spazi che non avremmo mai immaginato all'inizio. Mi è sembrato che potesse essere un modo per andare oltre l'espressionismo.⁷



La *Griglia Emergente*

L'uso degli algoritmi non si limita alla sola fase di impostazione del progetto, ma segue la progettazione anche nelle fasi costruttive. Ne è un esempio, l'unico altro edificio progettato da Ito e Balmond che è entrato in fase di cantiere.

Si tratta della *Taichung Metropolitan Opera House*, a Taiwan, progetto risultato vincitore di un concorso bandito nel 2005. Il programma complesso funzionale predisposto dalla committenza prevedeva oltre a una vasta hall di ingresso, tre teatri, ristoranti, *foyers*, gallerie, laboratori e altre attrezzature di uso pubblico.

Il progetto riprende lo schema già utilizzato da Ito per il concorso del Forum di Ghent, realizzato in quel caso in collaborazione con Masato Araya.

Anche in questa situazione Ito propone una successione continua di cavità che dilatandosi, si adattano alle funzioni ospitate e configurano, così, uno *spazio acustico* ininterrotto.

Il diagramma iniziale in questo caso fa riferimento ad un concetto di *griglia tridimensionale* che i progettisti hanno chiamato *Emerging Grid* (griglia emergente). Questa definizione mette in evidenza la caratteristica principale della griglia di base, ossia la sua disponibilità ad essere deformata in modo flessibile

Taichung Opera House

Modelli della geometria della struttura.

⁷ Toyo Ito, «In Pursuit of an Invisible Image» (intervista di Kumiko Inui), in *A+U* n. 404 (maggio 2004), p. 11. (Trad. d. A.)

così da permettere la sistemazione di funzioni anche molto differenti tra loro, attraverso semplici trasformazioni topologiche.

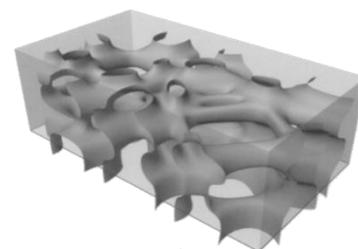
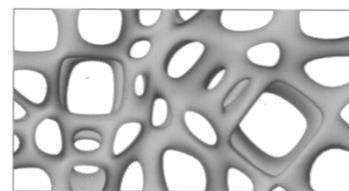
La disposizione finale degli ambienti ha preso le mosse da una pianta schematica rettangolare, nel cui perimetro sono state inserite una serie di figure circolari, ideogrammaticamente corrispondenti alle funzioni che la costruzione avrebbe ospitato. Immaginando di avere disegnato la pianta su di una superficie elastica, il calcolo delle forze applicate ne ha individuato le deformazioni, generatrici degli ambienti in cui troveranno accoglienza le funzioni previste.

Anche in questo caso i gusci a curvatura libera che separano i due tipi di spazio rappresentano l'unico elemento strutturale dell'edificio. Essi sono definiti come catenoidi, ovvero delle forme tridimensionali realizzate per mezzo della rotazione di curve catenarie attorno all'asse x.

Ito riferisce di aver dovuto produrre un grande numero di simulazioni per arrivare a forme ragionevoli per questi catenoidi poiché essi, oltre ai requisiti strutturali dovevano soddisfare anche i requisiti acustici, che spesso erano in contraddizione con i primi. Per questa ragione la *griglia emergente* è stata deformata svariate volte utilizzando modelli digitali tridimensionali attraverso i quali fosse possibile verificare i requisiti tecnici, permettendo al contempo ai progettisti di esprimere giudizi sul piano formale. Il volume non è quindi il risultato di decisioni compositive arbitrarie, ma di un calcolo complesso tendente a soddisfare il principio del minimo strutturale.

Per risolvere la questione della realizzazione pratica dell'opera, che nel caso di Ghent per ammissione stessa dei progettisti era rimasto un problema da risolvere, Balmond ha utilizzato alcuni algoritmi specifici attraverso i quali produrre delle *mesh* con le quali sarebbe stato possibile realizzare un telaio di acciaio per approssimare la forma della struttura.

In questo modo la geometria è modellata inizialmente attraverso dei poligoni, i quali sono smussati attraverso un algoritmo che ne controlla in forma parametrica la sezione, affinché sia planare e il raggio di curvatura sia ristretto. Quindi la superficie viene ricalcolata con un processo iterativo per ottenere una maggiore efficienza strutturale.



Taichung Opera House

Modelli digitali della geometria della struttura.

A differenza di quanto era previsto per l'edificio di Ghent, dove si prevedeva di versare il cemento all'interno di casseforme, in questo caso verrà applicato del cemento spruzzato su entrambi i lati del telaio di acciaio.

Dalla lettura di questo progetto, come anche dei precedenti, emerge con chiarezza che anche il metodo di lavoro seguito dalla coppia Ito-Balmond, come abbiamo visto per le coppie Ito-Sasaki e Ito-Araya, si basa su regole precise.

Come suo solito Ito propone una immagine metaforica come proposta di lavoro. A differenza degli altri progettisti strutturali che collaborano con Ito, Balmond si occupa soprattutto di produrre delle regole di organizzazione attraverso delle immagini spesso altrettanto astratte, ma che contengono dei principi geometrici parametrizzabili e riconducibile ad un algoritmo.

Nelle fasi iniziali, dunque, né Balmond né Ito fanno riferimento a forme precise. Si tratta di focalizzare soprattutto il modo in cui si arriverà ad una soluzione finale.

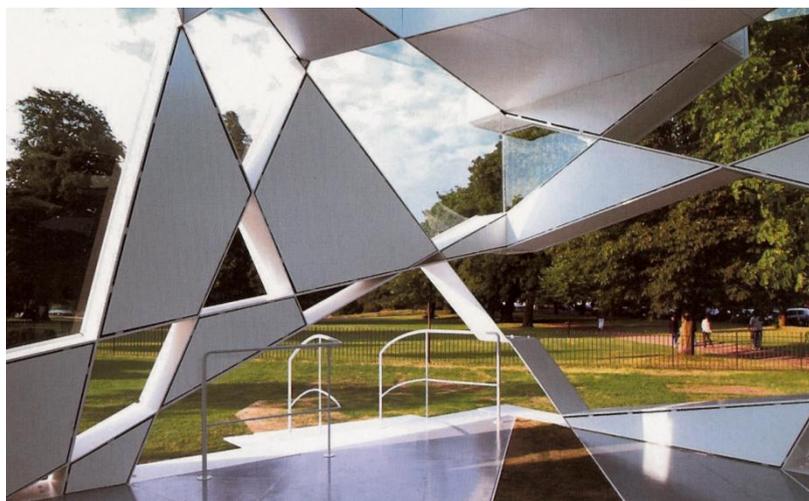
La questione importante è che alla fine del progetto permanga una traccia del processo progettuale in modo che possa essere letta, o meglio scoperta da chi usufruirà dell'edificio.

Lo stesso Ito afferma che:

Ciò che io e Cecil abbiamo in comune è un interesse nei modi di determinare le cose in un mondo in flusso. Egli non risponde semplicemente in modo strutturale a ciò che facciamo, ma invece fornisce la nostra immagine di regole matematiche. Egli non propone soltanto un programma strutturale, ma regole che informano lo spazio. Questa è la natura della nostra collaborazione.⁸

⁸ Toyo Ito, «Invisible Process» (intervista di A+U), in *A+U* n. 417 (giugno 2005), p. 10. (Trad. d. A.)

Serpentine Gallery Pavilion, London



Il padiglione temporaneo presentato in queste pagine è stato realizzato nel 2002 nel giardino antistante l'edificio della Serpentine Gallery all'interno dei Kensington Gardens di Londra.

La committenza richiedeva un edificio provvisorio con una superficie coperta di 300 metri quadrati, per ospitare uno spazio multifunzionale ed una caffetteria durante i tre mesi estivi.

L'edificio realizzato è un parallelepipedo regolare a pianta quadrata con i lati di lunghezza pari a circa 17 metri ed una altezza complessiva di 4,5 metri.

Il progetto è frutto della collaborazione di Ito con Cecil Balmond, il quale ne è divenuto coautore.

L'edificio è stato poi rimosso nello stesso 2002 alla fine della stagione estiva.

Bibliografia di riferimento:

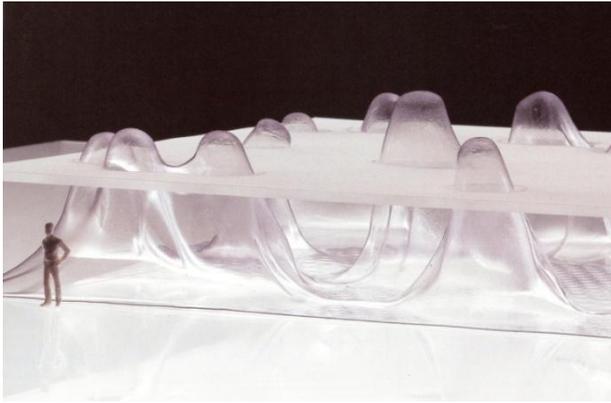
A+U *Balmond* (2006); *Abitare* 422;
L'Architecture d'Aujourd'hui 342;
Casabella 711; El Croquis 123;
Detail 9 (2002); JA 47; Lotus 122.

Immagine di uno spigolo esterno con in evidenza l'ingresso.

Immagine di un prospetto laterale.

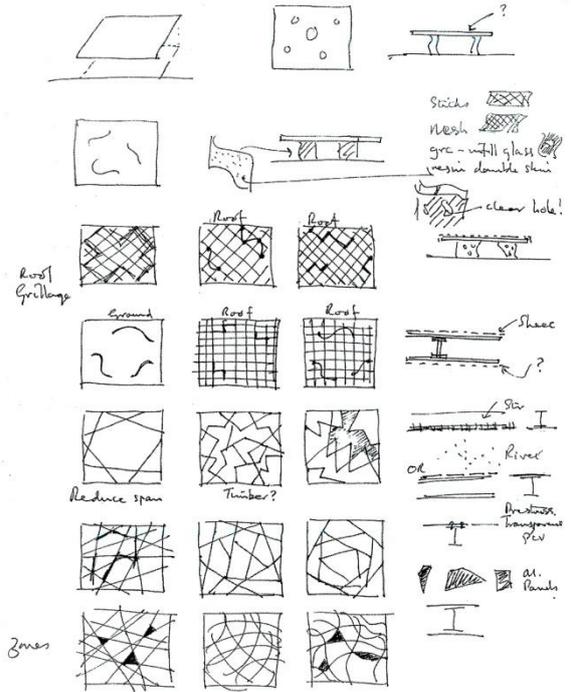
Immagine dello spazio interno.

Proposta A: lastra di copertura fluttuante



Two approaches - Serpentine - Ito/CS. 25/11/02. ①

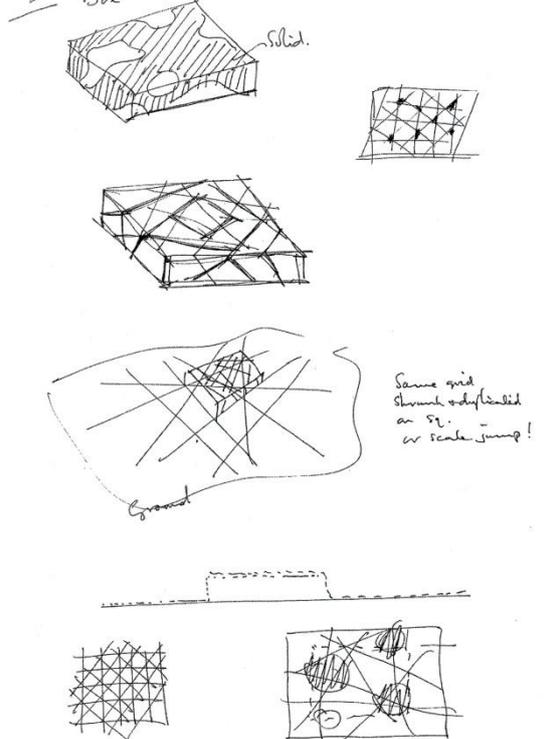
A. Floor slab.



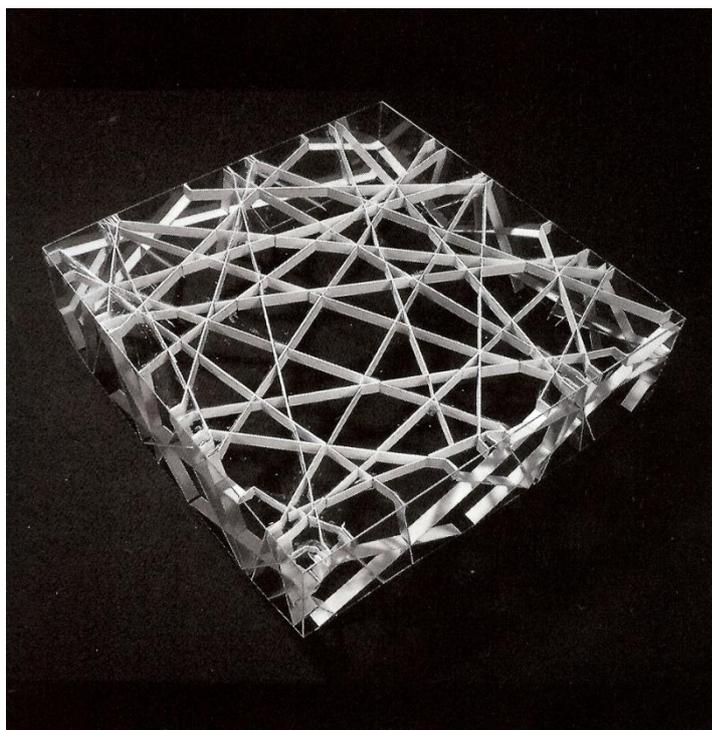
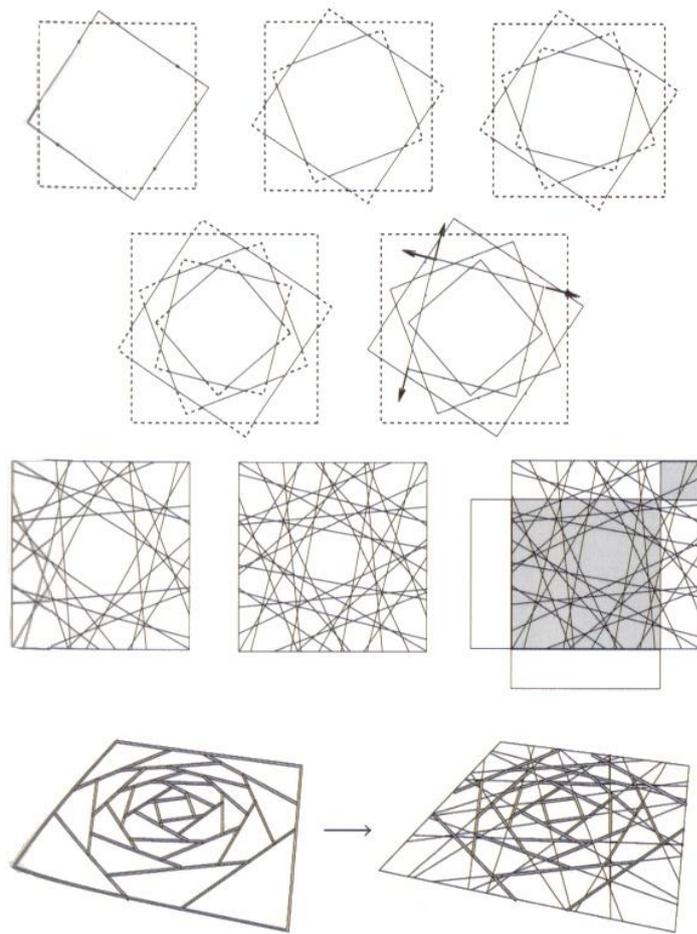
Proposta B: spazio interno continuo



B. Box Serpentine. 25/11/02. ⑤



Modelli di studio delle due proposte di Ito (A e B) e, sulla destra, i rispettivi schizzi di Balmond.



L'algoritmo di Balmond

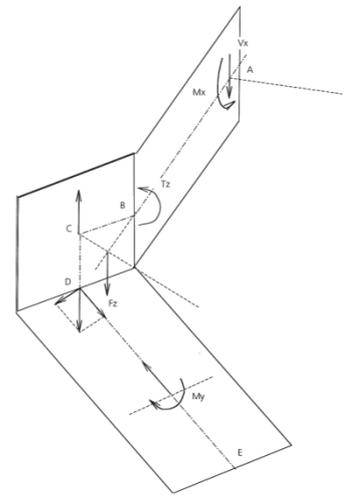
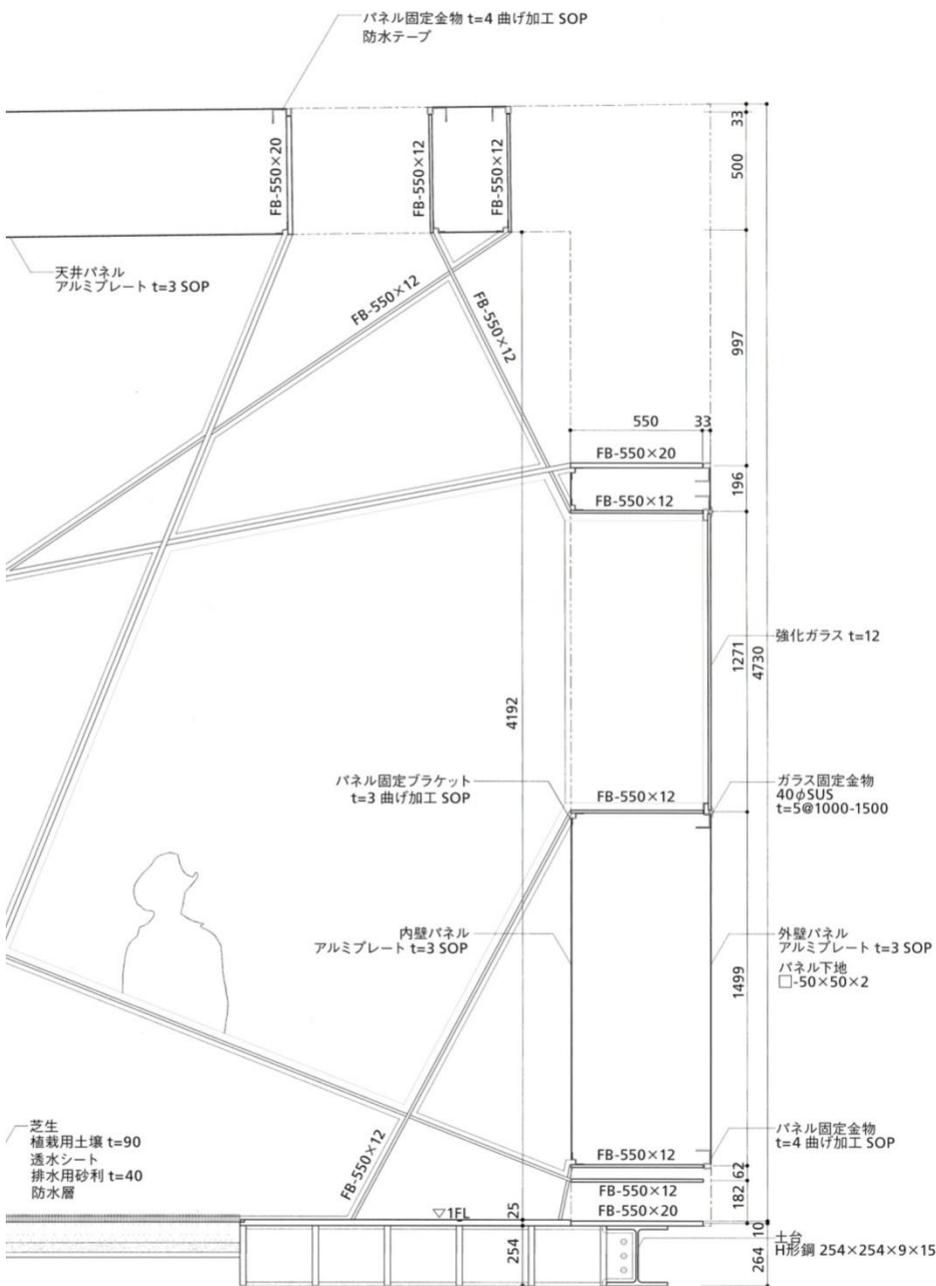
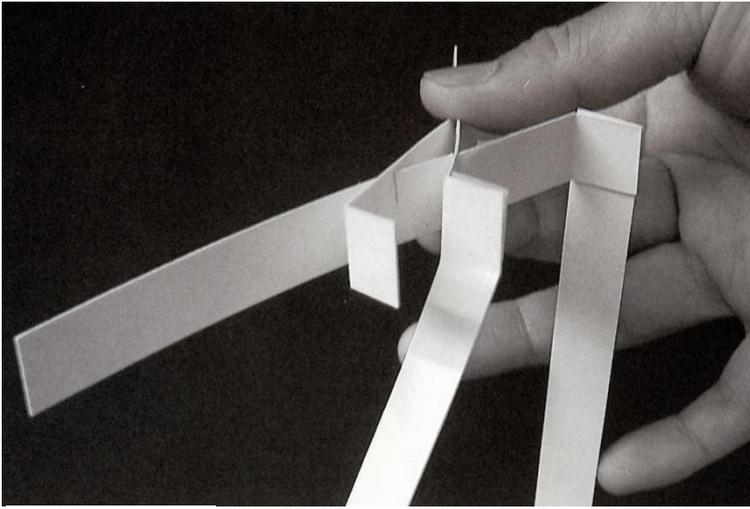
Ito ha posto all'ingegnere e al suo gruppo di lavoro, attraverso alcune proposte iniziali, due diversi temi su cui lavorare: la lastra fluttuante nello spazio e la scatola senza pilastri interni. Balmond ha risposto inizialmente a questa richiesta con una serie di schizzi di commento alle proposte di Ito, in seguito ai quali ha proposto a sua volta un diagramma di progetto, divenuto definitivo, basato sulla considerazione strutturale che il reticolo di travi più efficiente per realizzare un tetto quadrato dovrebbe collegare i punti medi dei lati adiacenti. Per rendere, però, meno monotona la geometria risultante Balmond ha scelto di inserire un'anomalia nel punto di collegamento tra i lati.

Per controllare la geometria della struttura egli ha prodotto l'algoritmo schematizzato di seguito:

- 1- collegamento del punto medio di ogni lato del quadrato con il primo terzo del lato adiacente;
- 2- prolungamento di queste linee oltre il bordo della copertura fino a formare un altro quadrato ruotato;
- 3- ripetizione dei punti 1 e 2 per il quadrato ruotato e per tutti gli ulteriori quadrati che si vengono a formare, fino ad ottenere nel centro della copertura un vuoto ragionevolmente piccolo;
- 4- prolungamento dei lati di tutti i quadrati trovati oltre il bordo della copertura fino ad una distanza pari all'altezza del padiglione (4,5 metri);
- 5- piegatura verso il basso delle parti aggettanti oltre il limite della copertura, in modo da realizzare le chiusure laterali.

Diagramma di sviluppo dell'algoritmo proposto da Balmond

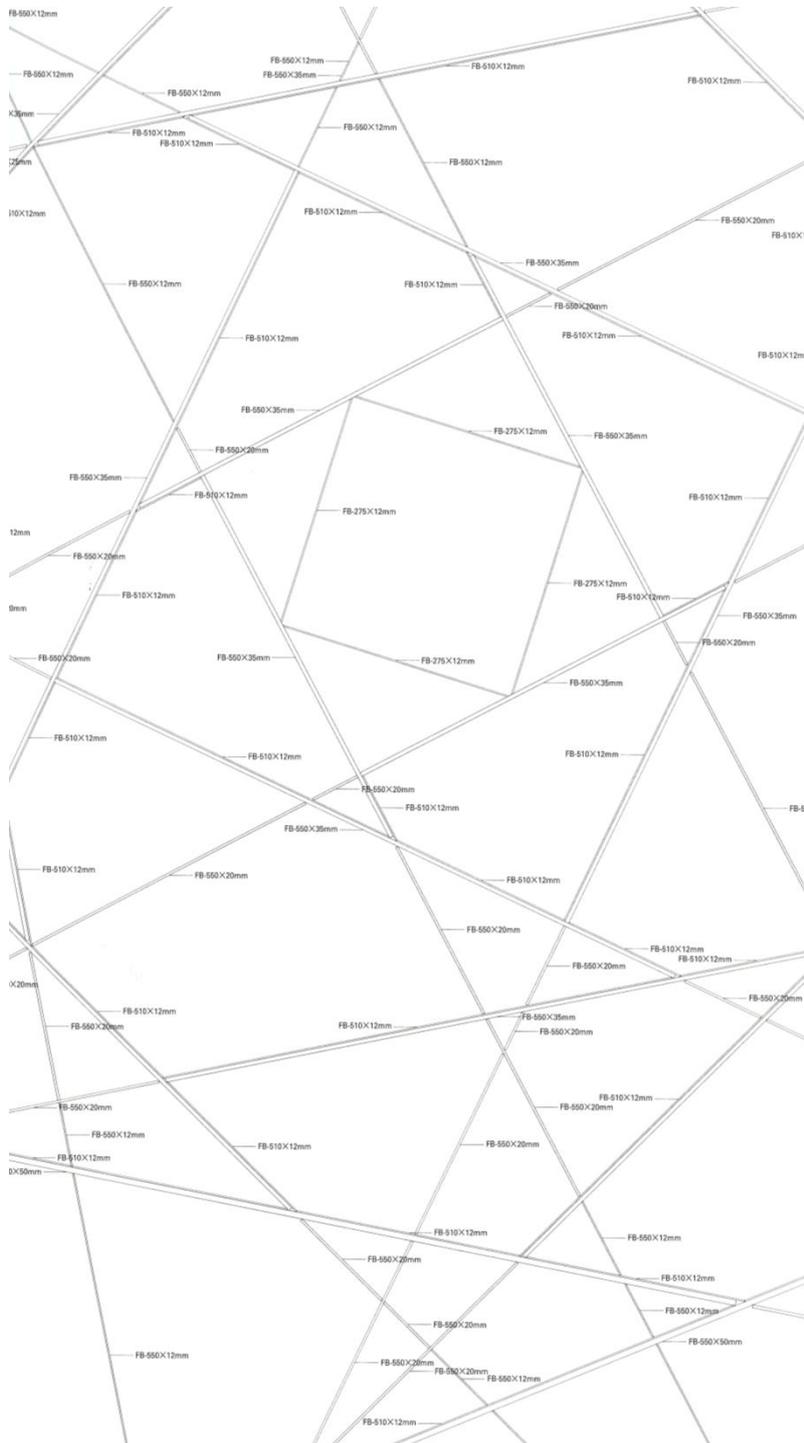
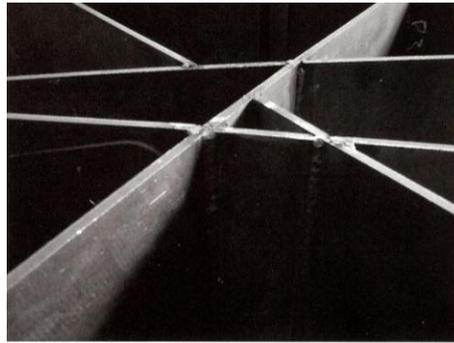
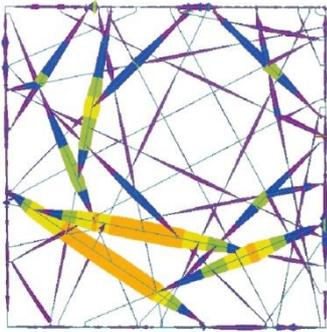
Modello della struttura derivante dall'applicazione dell'algoritmo.



Modello di studio della giunzione degli elementi nei punti di piegatura della superficie.

Immagine del cantiere con in evidenza i giunti tra i piatti di acciaio agli spigoli del volume.

Sezione costruttiva e studio parametrico del giunto.



In questo edificio l'equilibrio dell'intera struttura è garantito per mezzo di una complessa interdipendenza delle parti.

Una struttura basata su barre piatte di acciaio normalmente riesce a coprire una luce ampia attraverso l'uso di rinforzi laterali. Mentre in genere le travi principali supportano le travi secondarie ad intervalli regolari, in questo caso l'intersezione degli elementi piatti di acciaio, che agiscono mutualmente come supporti laterali, sostituisce la necessità di avere degli elementi specifici di irrigidimento, producendo un sistema senza gerarchie. Per merito di questa caratteristica, i progettisti hanno potuto utilizzare la stessa struttura a graticcio di barre piatte sia per le pareti laterali che per la copertura.

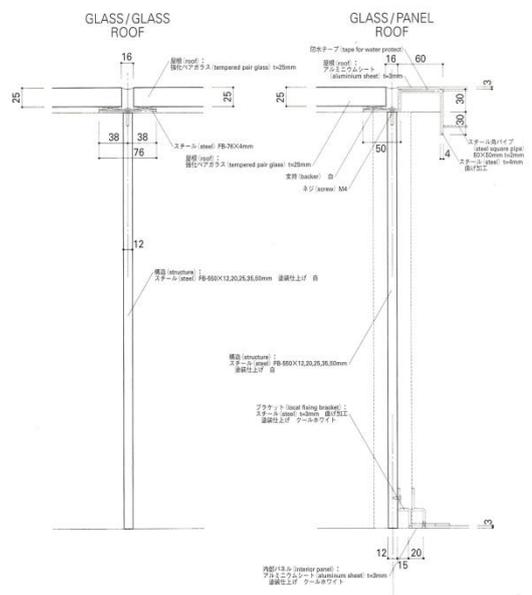
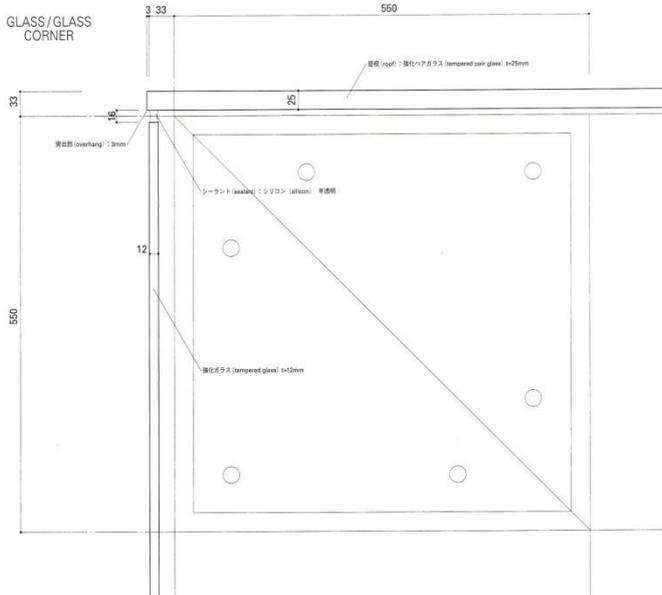
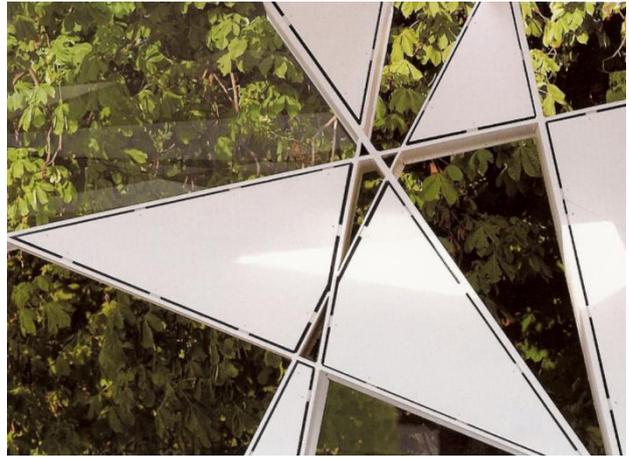
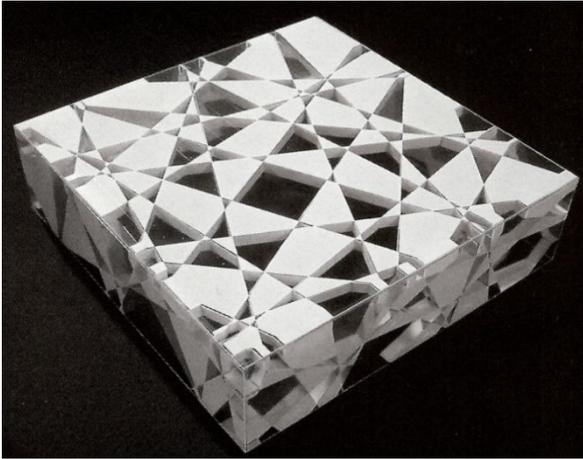
Ad ogni elemento strutturale, della larghezza costante di 550 mm, è stato assegnato uno spessore variabile tra cinque misure (12 mm, 20 mm, 25 mm, 35 mm, 50 mm) in base alla tensione alla quale l'elemento sarebbe stato sottoposto in esercizio.

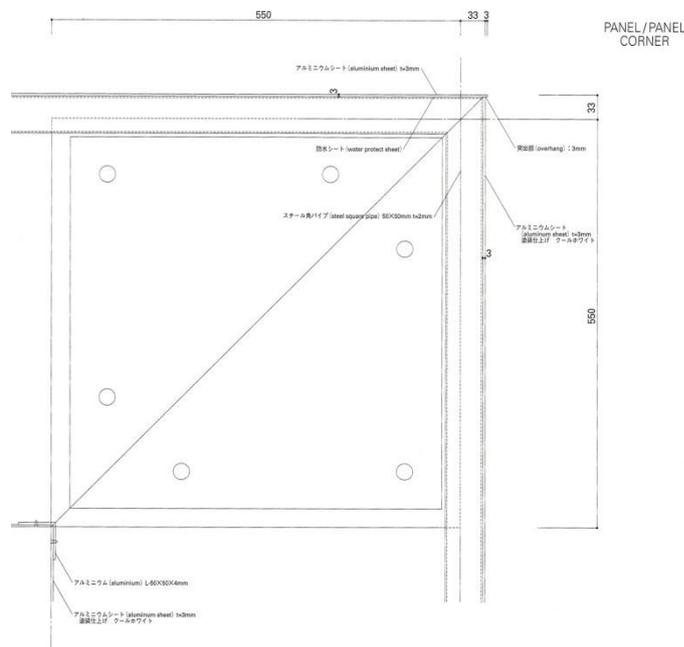
Il pattern delle pareti laterali è realizzato attraverso il prolungamento e la piegatura delle linee della copertura.

Diagramma relativo al calcolo dello stress nella struttura.

Dettaglio dell'intersezione dei piatti di acciaio.

Stralcio del disegno della copertura con l'indicazione dello spessore dei singoli elementi piatti di acciaio, derivato dal calcolo statico.





Il pattern astratto di linee intrecciate attraverso il quale è disposta la struttura del padiglione, costituisce anche il tratto più riconoscibile dal punto di vista visivo. Questa caratteristica è messa ulteriormente in risalto dal riempimento dei vuoti tra i piatti di acciaio mediante una serie di pannelli in alluminio verniciati di bianco come i piatti di acciaio e dei vetri sagomati. Questi due tipi di chiusure, applicate sia all'interno che all'esterno, sono stati disposti alternativamente secondo un motivo a scacchiera.

Per evidenziare l'idea di movimento trasmessa attraverso questa disposizione apparentemente casuale della struttura, Balmond ha assimilato le traiettorie tracciate dalle linee strutturali seguite al percorso di una palla da biliardo che rimbalza tra una sponda e l'altra. Questa immagine è destinata ad essere apprezzata soprattutto dai visitatori che sostano nello spazio interno dato che, come è evidente dai dettagli della piegatura delle lastre agli spigoli e dalle immagini di dettaglio presentate in questa pagina, la continuità delle linee della struttura è sottolineata con maggiore forza nel lato interno. Al contrario, all'esterno gli spigoli mostrano una discontinuità delle linee dovuta alla presenza dello spessore delle lastre.

A causa della complessità del pattern strutturale, i progettisti hanno semplificato estremamente i dettagli dei giunti.

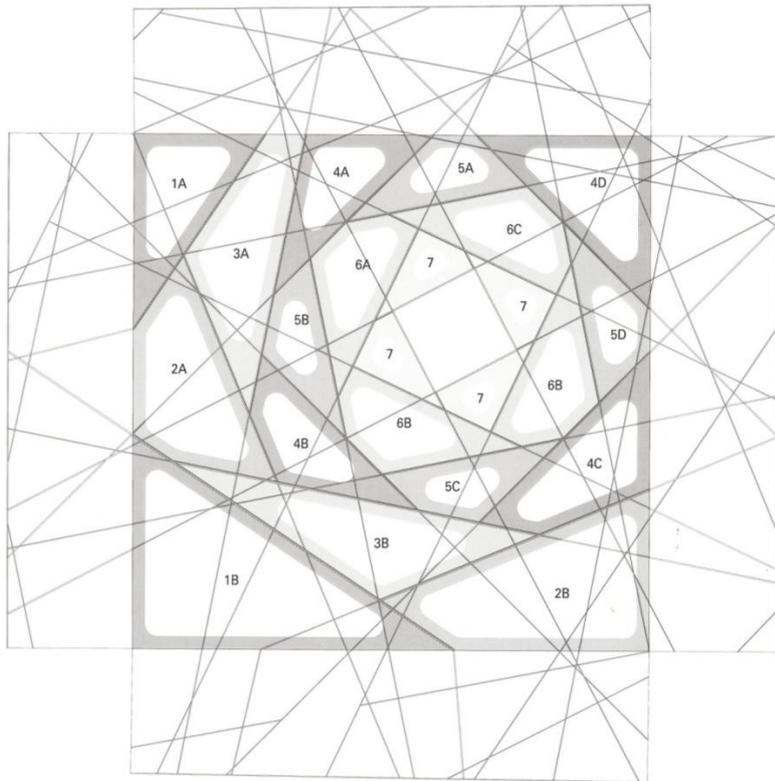
Nella pagina precedente:

Modello dell'edificio e immagini di dettaglio che mostrano l'alternanza dei pannelli in alluminio e delle lastre di vetro.

Dettagli del sistema di copertura.

In questa pagina:

Confronto tra due immagini di dettaglio del raccordo degli elementi piatti di acciaio agli spigoli, all'esterno e all'interno.



Il progetto di una struttura così complessa, naturalmente, ha riguardato anche la fase costruttiva che si è svolta per metà in fuori opera in un'acciaiera di Manchester e per metà *in situ*.

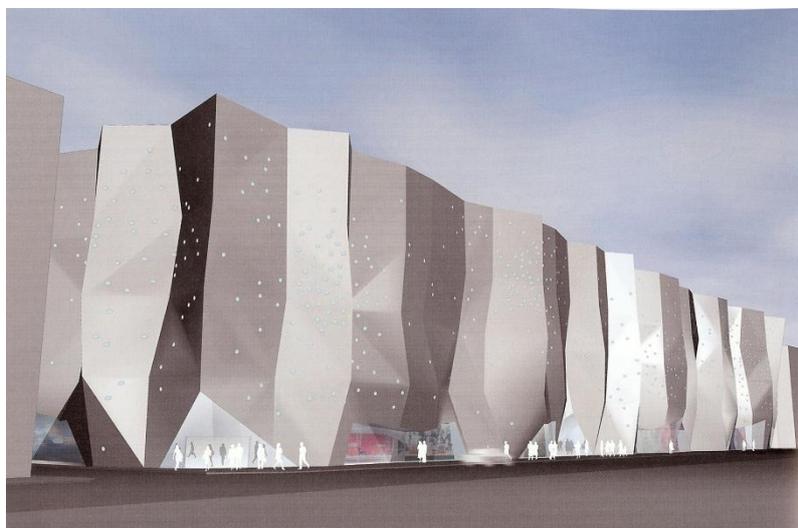
Basandosi su considerazioni riguardanti l'assemblaggio della struttura sul sito, ciascuna parete laterale è stata divisa in quattro parti, mentre la copertura è stata suddivisa in ventidue. I vari elementi così ricavati sono stati assemblati in fabbrica, attraverso la saldatura dei piatti di acciaio. Questi elementi prefabbricati sono stati uniti in cantiere successivamente per mezzo di bulloni.

Immagini della fabbrica di Manchester in cui sono state prefabbricate le varie parti della struttura e dettaglio della bullonatura degli elementi.

Schema della copertura in cui sono evidenziate le parti in cui essa è stata suddivisa e il relativo ordine di montaggio.

Immagine del cantiere durante il montaggio di una delle parti della copertura agli elementi laterali già in opera.

Grandi magazzini Selfridges, Glasgow (S-Project)



Il progetto, non realizzato, riguarda la realizzazione del nuovo punto vendita dei grandi magazzini Selfridges a Glasgow. Questo edificio di quattro piani fuori terra avrebbe dovuto occupare un'area di 5.000 metri quadri con uno sviluppo complessivo di circa 23.000 metri quadri di superficie coperta.

Gli aspetti più vincolanti del progetto erano rappresentati dalla necessità del committente di avere spazi di vendita molto regolari che ammettevano una maglia strutturale con campate variabili tra gli 8 e i 10 metri di ampiezza e dalla richiesta dell'amministrazione di avere un fronte articolato per fasce verticali in modo da uniformare l'impatto visivo della facciata, della lunghezza di 130 metri, alle dimensioni più ridotte degli edifici circostanti.

L'idea di Ito è sintetizzata dall'espressione *dancing columns*, che si riferisce alla volontà di caratterizzare lo spazio interno del grande magazzino attraverso l'inclinazione dei pilastri interni. Lo stesso sistema è stato poi adottato per articolare la facciata distorto con lo stesso principio gli spigoli delle fasce verticali in cui era stata suddivisa.

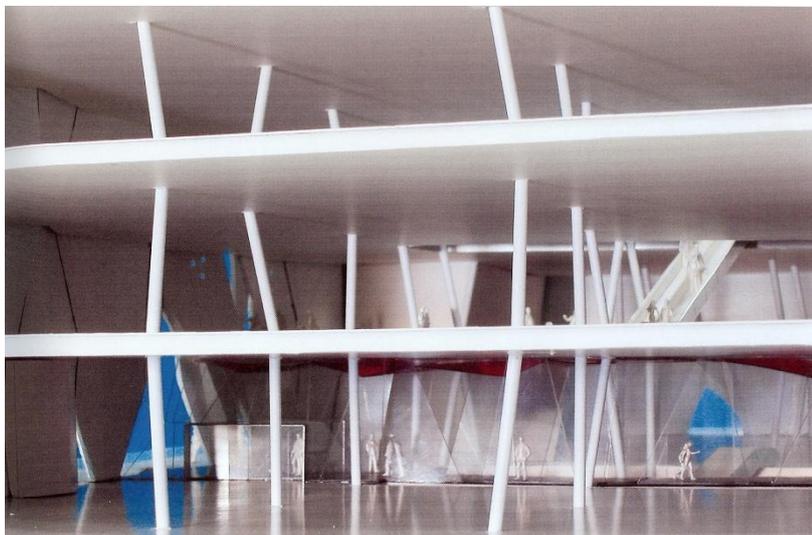
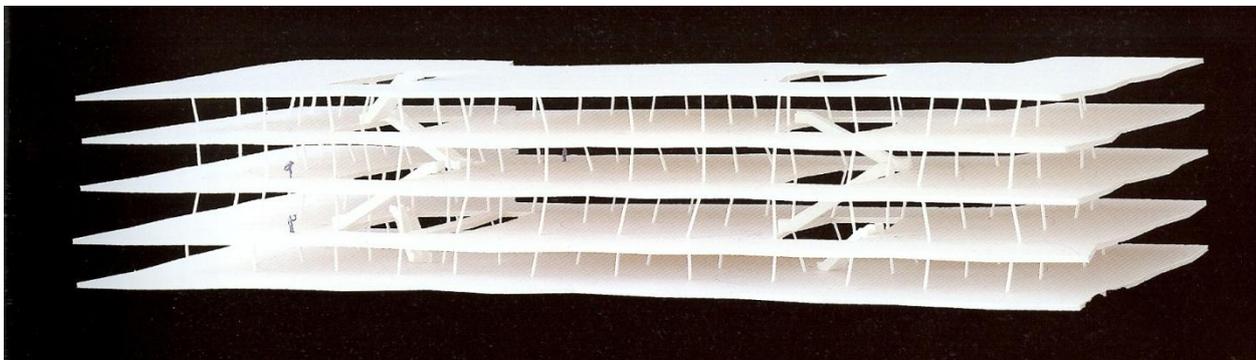
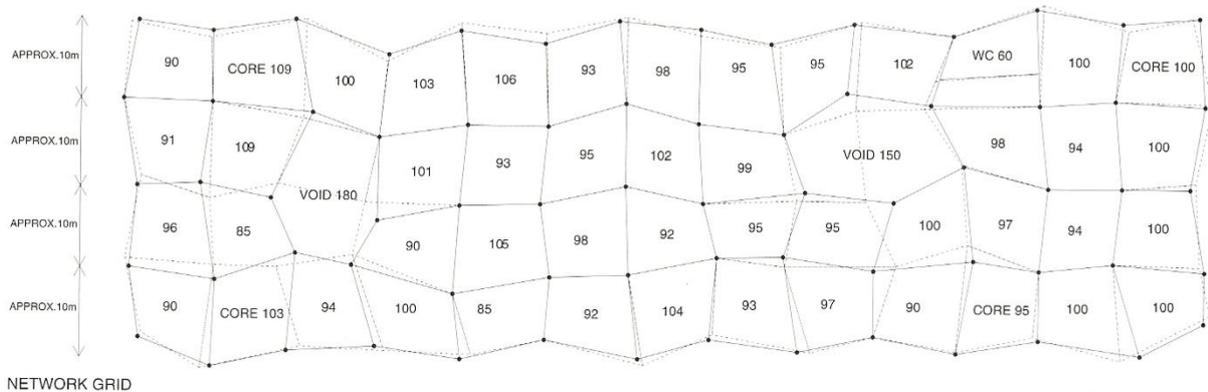
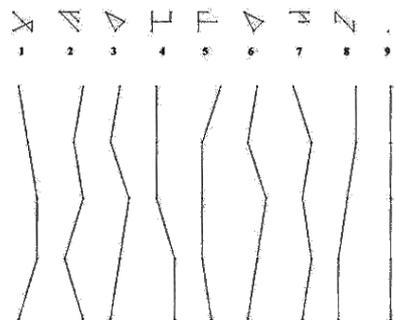
Per controllare la geometria dei pilastri attraverso una regola univoca Balmond scrive un algoritmo da lui chiamato *Rosa di Ulam*, con cui possono essere definiti sia l'inclinazione e il layout delle colonne interne sia la linea di spigolo dei muri esterni.

Bibliografia di riferimento:
A+U 417; A+U Balmond (2006);
El Croquis 123.

Modello dell'edificio inserito nell'intorno urbano.

Immagine del prospetto sulla strada principale.

Immagine di dettaglio del plastico.



Schema di progetto di Ito che esprime il concetto di griglia distorta e relativo schema di Balmond con le varie polilinee derivate dall'applicazione dell'algoritmo.

Immagine del plastico di studio della struttura.

Immagine di dettaglio del plastico di studio degli spazi interni.

157	156	155	154	153	152	151	150	149	148	147	146	145	196
158	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	144	195
159	112	73	72	71	70	69	68	67	66	65	100	143	194
160	113	74	43	42	41	40	39	38	37	64	99	142	193
161	114	75	44	21	20	19	18	17	36	63	98	141	192
162	115	76	45	22	7	6	5	16	35	62	97	140	191
163	116	77	46	23	8	1	4	15	34	61	96	139	190
164	117	78	47	24	9	2	3	14	33	60	95	138	189
165	118	79	48	25	10	11	12	13	32	59	94	137	188
166	119	80	49	26	27	28	29	30	31	58	93	136	187
167	120	81	50	51	52	53	54	55	56	57	92	135	186
168	121	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	134	185
169	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	184
170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183

1. Stesura del campo numerico in base alla *spirale di Ulam*.

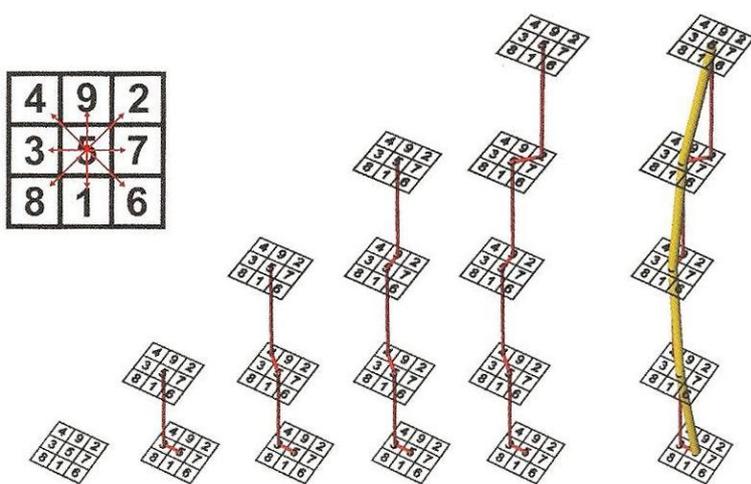
8	6	3	8	3	2	1	9	8	9	9	8	6	3
9	7	4	9	4	7	6	5	7	8	8	7	5	2
1	8	5	1	5	8	1	4	6	7	7	6	4	1
2	9	6	2	6	9	2	3	5	6	6	5	3	9
3	1	7	3	7	1	2	3	4	5	5	4	2	8

2. Applicazione del *sigma code*.

7	3	6	7	6	4	2	9	7	9	9	7	3	6
9	5	8	9	8	5	3	1	5	7	7	5	1	4
2	7	1	2	1	7	2	8	3	5	5	3	8	2
4	9	3	4	3	9	4	6	1	3	3	1	6	9
6	2	5	6	5	2	4	6	8	1	1	8	4	7

6	9	9	6	9	6	3	9	6	9	9	6	9	9
9	3	3	9	3	3	9	6	3	6	6	3	6	6
3	6	6	3	6	6	3	9	3	3	9	3	3	3
6	9	9	6	9	9	6	9	6	9	9	6	9	9
9	3	3	9	3	3	9	6	3	6	6	3	6	6

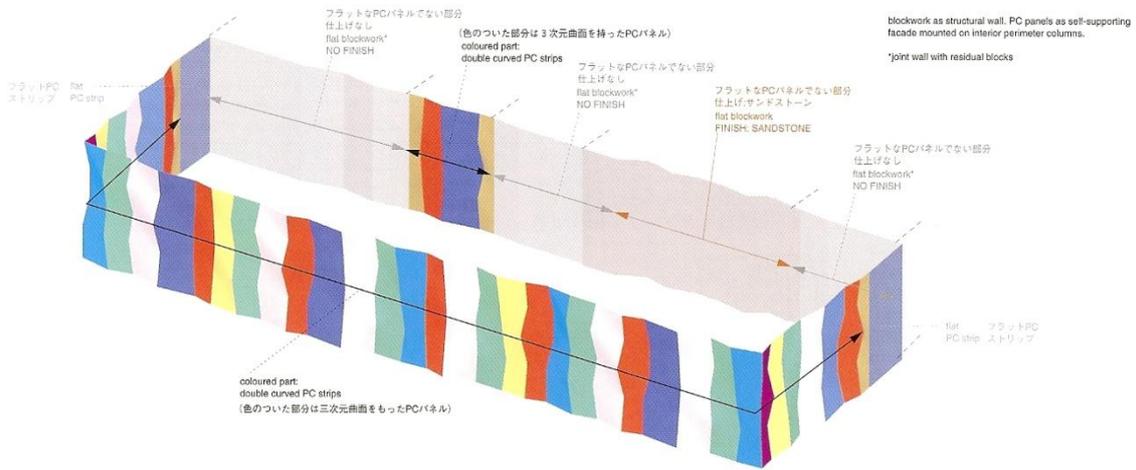
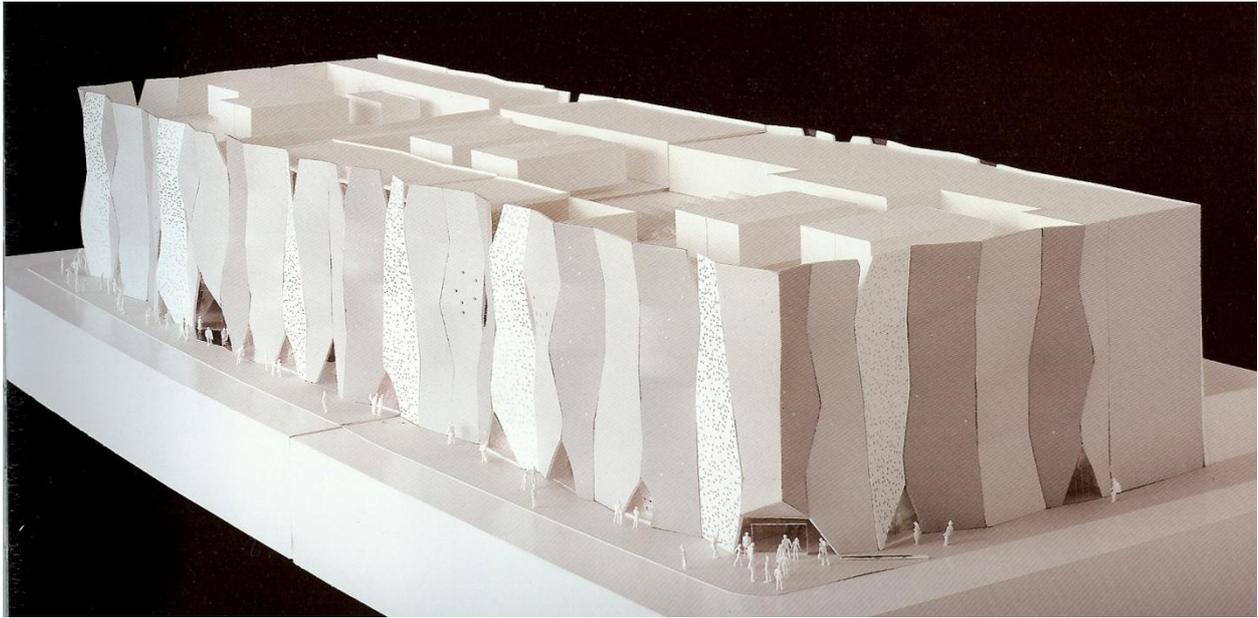
3. Il campo numerico del II e del III piano.



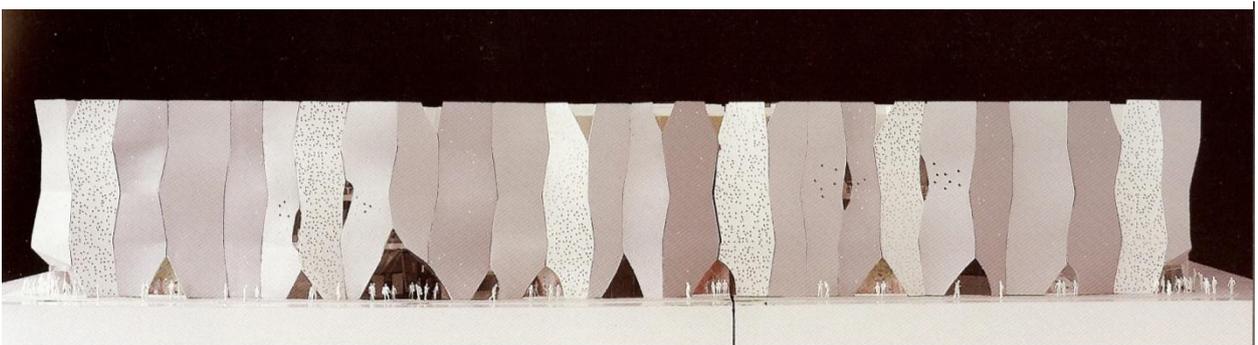
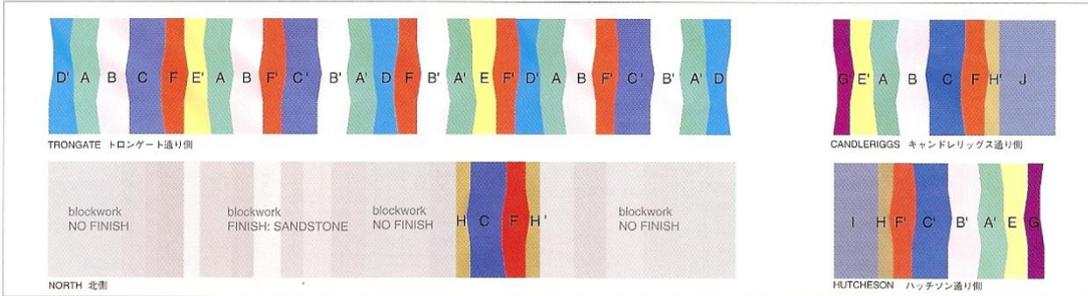
4-6. Costruzione della polilinea tridimensionale del pilastro attraverso l'applicazione a ciascun nodo di un vettore spostamento derivato dal quadrato magico in figura.

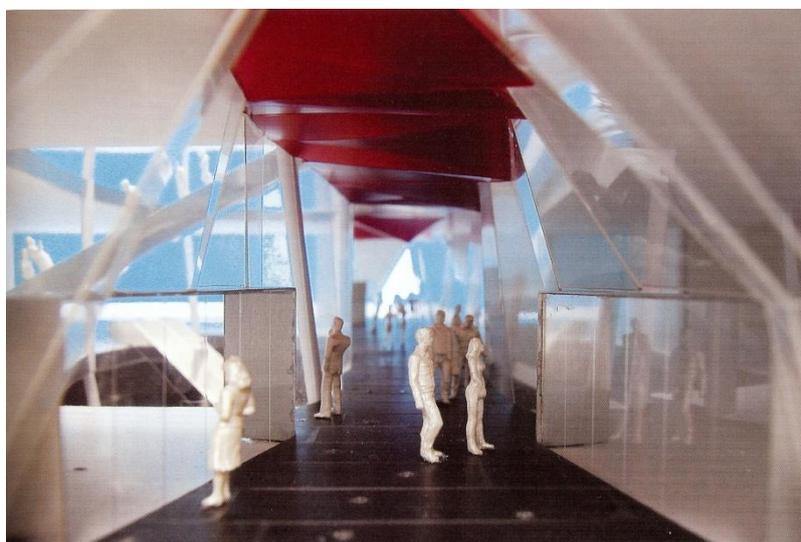
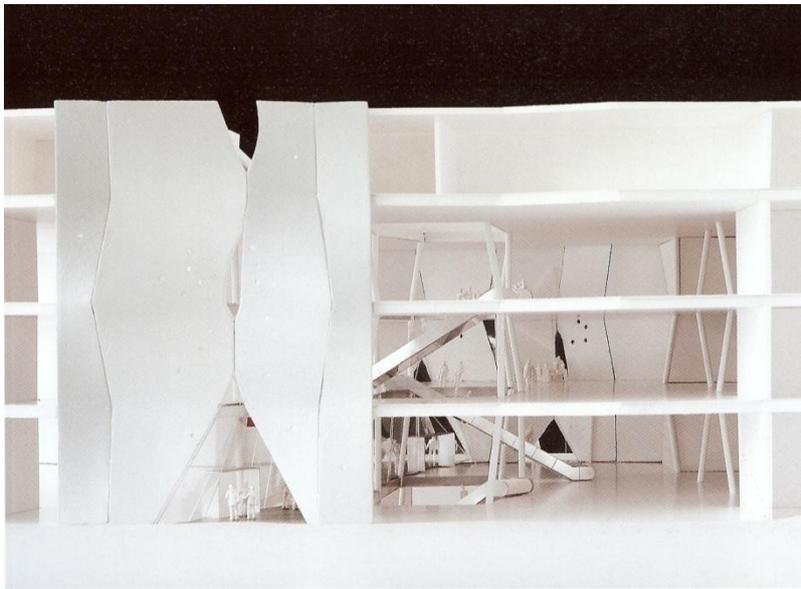
L' algoritmo in dettaglio

1. Il sito è suddiviso in una maglia regolare 15x15 con lato di 10 metri (campata standard) per un totale di 225 punti di coordinata. Ad ogni punto è associato un numero in base alla serie numerica derivata dalla *Spirale di Ulam* (rappresentazione grafica di numeri disposti a spirale in ordine progressivo intorno al numero)
2. Il valore così ricavato per ogni coordinata viene ricondotto ad un numero compreso tra 1 e 9 attraverso un *sigma code* (si sommano le cifre dei numeri superiori al 9 fino ad ottenere numeri ad una cifra: $23 \rightarrow 2+3=5$)
3. Moltiplicando i valori numerici così ottenuti per il numero del rispettivo piano (es. Il piano = x2) e riapplicando il *sigma code* si ottengono i campi numerici dei vari piani
4. Il valore numerico associato a ciascun nodo viene trasformato in un valore di spostamento utilizzando come riferimento il quadrato magico 3x3 in figura (una disposizione di numeri da 1 a 9 per la quale la somma di tre numeri consecutivi è sempre pari a 15) in cui le coordinate (X,Y) del numero centrale sono pensate come uguali alle (0,0) e i nove quadrati diventano nove vettori di spostamento che variano tra $X=-1 \sim 1$ metri e $Y=-1 \sim 1$ metri.
5. il punto più basso delle colonne su ogni piano è sempre il punto centrale (0,0). L'inclinazione di ogni pilastro è stabilita derivando le coordinate dal corrispondente punto della griglia al piano superiore in base al vettore corrispondente al suo valore da 1 a 9 (es. $2 \rightarrow (1,1)$).
6. I punti nodali vengono infine connessi insieme a formare le polilinee che descrivono ognuno dei 225 pilastri.



Repetition Pattern of strips パネルの繰り返しのパターン





Gli studi effettuati da Balmond sulla disposizione della struttura rendono possibile realizzare settanta tipi di pilastri differenti.

Sebbene sembrino random, i pilastri così determinati sono formati da una combinazione di soli nove tipi di forme. Inoltre, la caratteristica strutturale di stabilità è dovuta al fatto che la somma degli spostamenti di tutte le coordinate di ogni piano è pari a zero lungo gli assi.

L'algoritmo permette anche di integrare l'esterno e l'interno dell'edificio attraverso una unica regola geometrica.

La facciata è stata, infatti, articolata mediante una suddivisione verticale ad intervalli di cinque metri. Poiché le partizioni verticali, evidenziate da trattamenti differenti delle superfici, sono delimitate dallo stesso tipo di polilinee tridimensionali con cui sono disposti i pilastri interni, le superfici di raccordo sono dei paraboloidi iperboliche. I progettisti hanno previsto di realizzare questi segmenti di facciata in cemento armato prefabbricato. Inoltre, per semplificare la realizzazione della facciata sono stati condotti degli studi per ridurre il numero delle forme, prendendo in considerazione figure ruotate di 180 gradi. Gli elementi sono stati così ridotti a nove, senza che la facciata perdesse il suo aspetto aleatorio.

Nella pagina precedente:

Immagini del plastico di studio.

Schemi di studio di Ito per la modulazione delle facciate.

In questa pagina:

Particolari del plastico di studio.



Sebbene la realizzazione degli spazi di vendita sarebbe stata affidata in un secondo tempo a singoli progettisti specializzati, Ito ha ritenuto opportuno studiare in modo approfondito le possibili relazioni tra l'inclinazione dei pilastri e le possibilità di allestimento di questi spazi. L'attenzione con cui è stato condotto questo studio è testimoniata anche dalle prove realizzate attraverso modelli in cartone a scala reale dei pilastri, all'interno di spazi pubblici e commerciali esistenti.



Studi sulle relazioni tra inclinazioni dei pilastri e spazi circostanti.

Immagini dei modelli in cartone inseriti nei diversi contesti.

Conclusioni

Il lavoro che Toyo Ito ha portato avanti, a partire dalla Mediateca di Sendai, con alcuni importanti progettisti strutturali ha reso evidente quanto il metodo di analisi statica non sia indifferente rispetto ai risultati formali e alle possibilità di evoluzione di un diagramma di progetto.

Dall'analisi di alcuni progetti scaturiti da queste collaborazioni e presentati nel corso di questo scritto, ed in particolare attraverso la ricostruzione sintetica del processo progettuale che li ha prodotti, mi è stato possibile ricavare alcune riflessioni sul rapporto tra progettazione architettonica e progettazione strutturale che ritengo valide al di là del caso specifico di Toyo Ito. Avendo avuto, inoltre, la possibilità di visitare personalmente alcune di queste architetture nel corso di un mio viaggio in Giappone, ho potuto riscontrare in maniera diretta alcuni aspetti legati all'uso e alla percezione degli spazi, che sono stati al centro delle attenzioni dei progettisti.

Per prima cosa, è evidente che i rapporti di collaborazione instaurati da Ito con i tre progettisti strutturali, di cui si è discusso in queste pagine, hanno costituito nel tempo delle entità autonome, seppure nell'ambito di un percorso coerente tracciato da Ito negli ultimi dieci anni. Ne è in qualche modo una prova il fatto che le coppie progettuali così formate abbiano teso a sviluppare metodologie, strumenti ed obiettivi propri e persino un vocabolario formale autonomo, entro certi limiti. Per fare un esempio è possibile guardare ai differenti modi con cui Ito ha declinato il proprio interesse per il mondo delle forme naturali in conseguenza del progettista strutturale con cui ha interagito.

La coppia Ito-Sasaki ha avuto come obiettivo primario lo sviluppo di una metodologia progettuale che, simulando attraverso il computer i processi di accrescimento ed auto-

organizzazione propri degli organismi viventi, ricerca il meccanismo di evoluzione attraverso cui una forma naturale si organizza in base a principi statici e non la forma in sé. Ciò che conta, in altre parole, è riuscire ad attivare una procedura capace di condurre una data ipotesi formale a svilupparsi nel modo più conveniente, ovvero, come farebbe una pianta, verso la forma meccanicamente più efficiente rispetto ai dati derivati dall'intorno. La forma della struttura non ha nulla di organico di per sé, poiché non deriva da una riproposizione, seppure astratta, di una determinata forma esistente nel mondo naturale. Ciò che interessa ai progettisti è riuscire a guidare l'evoluzione della struttura per rispondere a determinate condizioni seguendo i principi di adattamento degli organismi viventi alle condizioni del proprio intorno, un po' come un albero che, usando una metafora dello stesso Sasaki, cresce curvo modificando la propria forma per resistere al vento.

Su questo principio si basano i progetti per le serre del *City Island Central Park GRIN GRIN* di Fukuoka e il crematorio municipale *Meiso no Mori* a Kakamigahara, per i quali il metodo di *shape analysis* elaborato da Sasaki, il *Sensitivity Anays Method*, ha permesso di sottoporre le forme strutturali immaginate nella fase iniziale ad un vero e proprio sviluppo evolutivo, facendo in modo che esse *si comportassero* come organismi viventi.

Ito e Araya, al contrario, concentrano la propria attenzione sulla possibilità di riconoscere dei principi strutturali inerenti ad alcune forme naturali scelte appositamente per questa loro caratteristica. In questo modo essi riescono allo stesso tempo ad introdurre nelle loro architetture un valore simbolico che colpisce l'attenzione dello spettatore. Questa volontà è dichiarata esplicitamente, ad esempio, nel caso dell'albero di zelkova per il *TOD'S Omotesando Building*, oppure è espressa, in forma indiretta, attraverso una analogia formale, come è avvenuto per l'immagine del corallo nel progetto per il *Forum di Ghent* dalla quale è stato ricavato un principio strutturale a partire dal modo caratteristico di questa forma naturale di occupare e delimitare lo spazio.

Ito e Balmond, infine, ricercano le regole geometriche e matematiche celate dietro ogni manifestazione di *movimento* nell'ambiente naturale, come la semplice regola di accrescimento tramite biforcazione dei rami con la quale si

sviluppano gli alberi. Al fine di riprodurre il meccanismo di crescita aleatoria, attraverso l'uso di algoritmi computerizzati. La loro ricerca è indirizzata principalmente alla scoperta di nuove spazialità attraverso la produzione automatica della forma in cui un ruolo fondamentale è svolto dalla geometria, intesa come la rappresentazione di ogni possibile traiettoria di un punto che si muove nello spazio, ovvero come movimento. Dell'elemento naturale ciò che interessa non è, dunque, la capacità evolutiva in relazione all'ottenimento di una maggiore efficienza, come per Ito e Sasaki, quanto l'esplorazione delle possibilità formali e spaziali che possono essere ottenute in maniera imprevedibile a partire dall'applicazione e dalla reiterazione di una regola, anche molto semplice, che è già presente in natura e può che essere *tradotta* in algoritmi.

È evidente, dunque, che Ito riconosce all'*estetica* degli altri progettisti un valore fondamentale rispetto al contributo che essa può dare allo sviluppo del progetto. Un'*estetica* naturalmente intesa nel suo significato più estensivo, nel quale possono essere compresi anche la chiarezza con cui la struttura si mostra nella sua complessità o l'orgoglioso ottenimento dello spessore minimo per un solaio, oppure il perfezionamento di una regola geometrica di controllo del progetto.

L'aspetto più affascinante della ricerca di Ito è tutto nella sua apertura coraggiosa e coerente al contributo dei progettisti strutturali, ai quali viene riconosciuta la capacità di incidere, a partire da alcuni aspetti specifici, in maniera estesa sul risultato finale. L'obiettivo di Ito è di trasformare questo riconoscimento in metodo di lavoro, poiché egli si rende conto, in seguito all'esperienza di Sendai, che le sue intuizioni iniziali prendono un corpo e una sostanza anche per merito dell'esperienza e della cultura di questi professionisti.

Per ottenere questo, Ito ha saputo sfruttare le potenzialità derivate dai progressi tecnologici adattando il proprio metodo progettuale alle caratteristiche dei nuovi mezzi di cui un architetto può disporre oggi. In particolare avendo avuto da sempre ha avuto una grande attenzione per l'informatica, ha compreso che l'elemento maggiormente innovativo dell'applicazione dell'informatica all'architettura è rappresentato dalla possibilità di sfruttare la grande propensione del computer a gestire le modifiche e gli adattamenti che l'ipotesi progettuale

subisce prima di essere realizzata.

Ciò che era mancato a Sendai e che ha prodotto quella impossibilità di controllo del progetto di cui Ito stesso ha parlato, era proprio uno strumento allo stesso tempo concettuale e pratico che consentisse una gestione dei cambiamenti a cui lo schema di progetto andava incontro una volta uscito dal suo studio. Lo schizzo che fermava sulla carta l'immagine delle alghe fluttuanti in una vasca d'acqua stratificata dalle sottili lastre dei solai, per quanto affascinante, non era sufficiente a garantire la necessaria adattabilità del concetto, il quale è risultato profondamente modificato a seguito della razionalizzazione del sistema statico effettuata da Sasaki, nonostante quest'ultimo fosse un professionista esperto e molto vicino alle sue posizioni culturali.

La conseguente volontà di integrare la componente statica all'interno del diagramma, che partendo da una immagine metaforica esprime il concetto guida per l'intero processo progettuale, spiega la necessità di un intervento del progettista strutturale nelle prime fasi di stesura del progetto. In questo modo Ito è in grado di associare al diagramma un insieme di regole matematiche o geometriche da utilizzare per gestire le modifiche all'interno di un sistema di regole razionali condivise.

Il risvolto fondamentale di questa operazione è rappresentato dal fatto che, grazie alla parametrizzazione e alla digitalizzazione di queste regole, diviene possibile associare la velocità adattativa dei calcoli computerizzati con la capacità propria della grafica computerizzata di visualizzare immediatamente il risultato di queste modifiche.

Come si è detto all'inizio di questo lavoro, l'informatica, infatti, non è più vista da Ito, come è avvenuto nella prima parte della sua carriera, in modo metaforico come paradigma della società contemporanea, ma come strumento operativo di cui il progettista può e deve saper sfruttare le possibilità intrinseche.

Il punto più interessante della ricerca che Ito ha condotto insieme agli ingegneri nello sviluppo di questi strumenti è rappresentato, a mio avviso, dal tentativo di dare una risposta ad un problema che, in realtà, riguarda in maniera diffusa l'architettura contemporanea, ovvero la ricerca di metodi progettuali attraverso cui sia possibile coniugare la libertà espressiva derivata dalle possibilità quasi illimitate offerte dalla

grafica digitale con le reali capacità di realizzazione disponibili per mezzo delle tecniche ingegneristiche contemporanee.

Una delle maggiori problematiche dibattute negli ultimi anni a livello internazionale è, infatti, la produzione sempre più frequente di architetture virtuali che, sebbene in molti casi posseggano anche un grande fascino ed un forte impatto visivo, alla prova dei fatti si dimostrano irrealizzabili, a meno di non snaturarne alcune caratteristiche essenziali.

Nel recente passato gli aspetti formali dell'architettura, in particolare quando si accompagnavano ad un certo espressionismo strutturale, erano basati su regole geometriche lineari, per quanto complesse. In questo caso era relativamente facile esprimerne la geometria in forma matematica e grafica per poi effettuare i calcoli statici, o viceversa partire da una ipotesi formale staticamente valida e poi rappresentarla graficamente. L'avvento delle geometrie complesse e non-lineari dovute all'uso del computer ha reso, invece, l'interdipendenza tra forma e comportamento statico quantomeno vaga.

Il lavoro portato avanti da Ito con Sasaki, Balmond ed Araya, ha avuto come obiettivo principale proprio il superamento di questo gap, grazie allo sviluppo di strumenti progettuali attraverso cui collegare le ricerche parallele di architetto ed ingegnere.

In particolare in due delle collaborazioni di Ito presentate in questo lavoro, quelle con Sasaki e con Balmond, l'uso e lo sviluppo degli strumenti informatici è divenuto un tema centrale del rapporto tra architetto e ingegnere.

Nel caso della collaborazione di Ito con Sasaki, come si è visto, l'informatica ha permesso di introdurre un tipo di modellazione sperimentale che, in modo sostanzialmente intuitivo, ha portato i due progettisti a sviluppare delle architetture in cui alla componente formale fosse associato un comportamento razionale della struttura.

Rivisitando in questa maniera l'esperienza di Antoni Gaudì, essi hanno risposto all'esigenza comune di svincolare la ricerca architettonica dal rigore geometrico modernista e, contemporaneamente, dal puro espressionismo formale.

La modellazione informatica diviene, così, lo strumento per collegare e le intuizioni formali e spaziali dell'architetto con le intuizioni statiche dell'ingegnere e il modello informatico

rappresenta il luogo in cui queste due forme di intuizione si incontrano ed evolvono contemporaneamente fino a convergere verso un risultato comune soddisfacente.

Guardando ai progetti per il *GRIN GRIN* e per il crematorio *Meiso no Mori*, che rappresentano certamente l'esperienza più sperimentale della lunga collaborazione tra Ito e Sasaki, è evidente questa intenzionalità, che tra un'architettura e l'altra diviene metodo.

Anche nel rapporto tra Ito e Balmond l'informatica assume un ruolo decisivo. Se nel primo caso, però, la modellazione informatica ha sostituito, aggiornandoli, dei meccanismi di prova ed errore che in qualche modo sono sempre esistiti nell'ambito della produzione architettonica (basti pensare agli stessi modelli sospesi di Gaudì ai quali Sasaki si riferisce esplicitamente), Ito e Balmond hanno sfruttato l'informatica per astrarre la ricerca architettonica dagli strumenti materiali tradizionali (schizzi, plastici di studio e così via), anche se questi rimangono fondamentali nella fase di impostazione e verifica del progetto. L'obiettivo comune dei due progettisti è quello di riuscire ad affiancare agli strumenti tradizionali le capacità combinatorie e relazionali del computer. In altre parole Ito e Balmond (ed in particolare quest'ultimo) si preoccupano soprattutto di esplicitare le regole di relazione tra gli elementi del progetto, tra cui quelli riguardanti la struttura assumono naturalmente un ruolo preponderante, in modo tale che il computer sia in grado di sviluppare in modo autonomo varie possibili configurazioni basate sullo stesso diagramma.

In questo modo l'esplicitazione dell'essenza geometrico – matematica del progetto diviene la base per individuare un sistema di relazioni dinamiche, che serva ad indirizzare la progettazione verso obiettivi condivisi dai due progettisti.

Per fare ciò naturalmente è necessario che queste relazioni vengano espresse in forma parametrica, ovvero trasformate in equazioni matematiche, per poi essere informatizzate attraverso la stesura di un algoritmo, cosa di cui si occupa essenzialmente il gruppo di lavoro di Balmond.

Nei progetti realizzati con Sasaki, si è visto come Ito lavori in modo autonomo alla definizione degli aspetti formali (nell'ambito, è chiaro, di una tipologia strutturale precisa: i gusci strutturali a curvatura libera) consapevole del fatto che, in

parallelo, Sasaki si preoccupa di ricondurre attraverso gli strumenti informatici questa ricerca ad un percorso evolutivo secondo principi meccanici. Con Balmond, invece, la suddivisione delle competenze è più sfumata. In questo caso entrambi i progettisti lavorano contemporaneamente alla definizione dei valori formali e materici dell'architettura. Balmond però ha il pieno controllo dell'algoritmo che produrrà la disposizione della struttura e la conseguente immagine definitiva dell'edificio, dal momento che, per una scelta dello stesso Ito, le due cose arrivano a coincidere, come è evidente nel padiglione della Serpentine Gallery.

Naturalmente questo modo di intendere la progettazione impone una riflessione sul concetto di autorialità per l'architettura di Ito, in particolare quando egli ha a che fare con progettisti strutturali che, come Balmond, intervengono con un approccio molto concettuale anche sui diagrammi iniziali. Questo è un aspetto comune a gran parte dell'architettura contemporanea, soprattutto da quando gli strumenti tecnologici intervengono pesantemente sullo sviluppo formale dell'opera.

Generalizzando la questione, per un architetto il rischio legato ad un approccio di questo tipo, non risiede tanto in una perdita di autorevolezza sulle scelte di impostazione di base o sul giudizio formale, quanto nella possibile abdicazione dal controllo sullo sviluppo geometrico dell'architettura prodotta e, di conseguenza, sul processo progettuale. D'altra parte questo rischio diverrebbe facilmente evitabile se si iniziasse a considerare l'informatica una disciplina di pertinenza anche dell'architettura, al di là dei soli aspetti legati alla rappresentazione, e non un campo esclusivo dell'ingegneria.

L'informatica, come dimostra l'esperienza di Ito, può rappresentare un efficace strumento progettuale soprattutto nella gestione di progetti complessi, ai quali concorrono varie capacità progettuali specialistiche, che non possono che essere coordinate dall'architetto.

In secondo luogo è da sottolineare come per Ito la scelta del progettista strutturale faccia già parte del processo progettuale. Come si è già avuto modo di sottolineare, egli sceglie di volta in volta il suo partner in base ai requisiti specifici del progetto che si trova ad affrontare, alternando le collaborazioni tra un progetto e l'altro. Questo aspetto è tutt'altro che secondario

poiché, sebbene la relazione sia sempre posta su un livello di parità, è comunque Ito, in quanto architetto, a svolgere un ruolo di coordinamento e di indirizzo del progetto.

Il contributo del singolo ingegnere, perciò, viene considerato come uno strumento fondamentale per raggiungere un scopo specifico, ma al progettista strutturale viene chiesto di agire in una direzione determinata, in relazione alle sue caratteristiche o competenze specifiche, sebbene con un'ampia libertà di manovra. Così quando Ito ritiene necessario l'uso dell'alluminio per il padiglione di Bruges si rivolge ad Araya di cui conosce la competenza su questo materiale. Allo stesso modo volendo realizzare delle forme complesse per il progetto *GRIN GRIN* a Fukuoka contatta Sasaki per poter applicare i suoi metodi di *shape analysis*, oppure coinvolge Balmond nel progetto per *Selfridges* al fine di sperimentare le potenzialità degli algoritmi applicati alla progettazione architettonica.

Per ottenere questo risultato il continuo ricorso alle metafore è fondamentale nell'economia del processo progettuale. Anche se può apparire semplicemente un modo per arricchire il progetto di un valore poetico fine a se stesso, in realtà Ito si rende perfettamente conto che l'uso di immagini astratte, a cui manca anche un'essenza direttamente architettonica, introduce un importantissimo riferimento comune da seguire. Egli, infatti, rinuncia a prefigurare un esito formale in favore di un tipo di progettazione non-lineare e aperta, con l'obiettivo di garantire la massima flessibilità del processo e di incorporare ogni possibile contributo proveniente dall'esterno della disciplina architettonica (ed in particolare dall'ingegneria), che sia in grado di apportare una innovazione sul piano formale, spaziale o funzionale.

A partire dalla realizzazione della Mediateca di Sendai egli ha sviluppato una posizione critica nei confronti della cultura architettonica del ventesimo secolo, la quale ha tentato in vario modo di rendere il progetto un atto analitico, in cui la risoluzione formale è intesa come risultato di un processo lineare, che partendo da premesse in qualche modo oggettive (la funzione, l'ergonomia, gli studi sociali, gli standard e così via) conduce ad un campo di soluzioni univoche.

L'atteggiamento progettuale di Ito, al contrario, prende in considerazione coscientemente la possibilità di ottenere un

risultato imprevisto e imprevedibile al fine di maturare soluzioni meno scontate. È questo un atteggiamento che considera le trasformazioni dell'idea progettuale una conseguenza necessaria della ricerca e l'unica forma di coerenza possibile rispetto alla complessità del processo progettuale contemporaneo. D'altra parte la stessa cosa era accaduta spontaneamente a Sendai e l'edificio realizzato, seppure molto distante nella sua immagine finale dai primi schizzi, ha assunto una sua forte caratterizzazione che ne ha fatto uno degli edifici più noti degli ultimi anni. Lo sforzo di Ito è andato dunque nella direzione inaspettata di trasformare l'apparente errore di valutazione che ha prodotto la Mediateca di Sendai in un metodo consapevole di ricerca.

In questa ottica, le metafore di Ito, divenendo esse stesse una sorta di diagrammi progettuali, rappresentano uno strumento fondamentale per favorire l'incontro delle capacità e delle esperienze dei progettisti e controllare lo sviluppo del processo progettuale. Per questa ragione, l'astrattezza e la chiarezza delle metafore sono fondamentali per garantirne la coerenza ed il controllo da parte di Ito, e costituiscono una garanzia in relazione alla qualità stessa delle architetture prodotte.

D'altra parte, anche se ad un primo sguardo il percorso di Ito degli ultimi anni può apparire disomogeneo, tanto da sollevare alcune critiche per un eccessivo eclettismo, dopo la visita ad alcune delle sue architetture, posso affermare di aver notato sempre un livello qualitativo molto elevato degli spazi e delle soluzioni di dettaglio, probabilmente dovuto al fatto che egli non si è mai sentito in dovere di inseguire un risultato formale predeterminato. Nelle sue architetture non sono presenti, per questa ragione, quelle forzature che spesso accompagnano i progetti meno convenzionali, né si avverte la preoccupazione di dover ricorrere ad una ripetizione costante degli stessi elementi formali che costituisce in genere la griffe di un autore. Al contrario, le soluzioni trovate, per quanto inconsuete, appaiono sempre necessarie ed essenziali, anche nella loro complessità. Questo aspetto costituisce l'elemento qualitativo della sua opera, che dimostra la coerenza del metodo di ricerca prima ancora che dei risultati formali.

L'intenzione ultima di questa tesi è stata quella di offrire, più

che una metodologia di lavoro immediatamente riapplicabile, un esempio di collaborazione proficua. L'obiettivo che mi sono posto con questo scritto è quello di mostrare le potenzialità insite in un approccio alla progettazione di tipo collaborativo tra due realtà affini, l'architettura e l'ingegneria, grazie all'introduzione di strumenti tecnologici innovativi.

L'analisi dell'opera di Toyo Ito negli ultimi dieci anni può costituire un esempio di grande interesse anche per i progettisti italiani interessati ad una possibile riapertura del dialogo interrotto tra il mondo dell'architettura e quello dell'ingegneria, che hanno vissuto nel nostro paese i momenti di maggiore innovazione proprio quando hanno saputo convergere e collaborare.

Appendice

Mutsuro Sasaki, «Un dialogo con Toyo Ito».

Dialogo pubblicato per la prima volta in giapponese dalla rivista *GA JAPAN* n. 79 (Marzo/Aprile 2006).

La presente versione è una selezione tratta dal testo pubblicato in: Mutsuro Sasaki, «A Dialogue with Toyo Ito», in Mutsuro Sasaki, *Morphogenesis of Flux Structure*, AA Publications, London 2007, pp. 53-64. (Traduzione dell'autore)

Sasaki: Se provassimo a rintracciare gli antecedenti degli sviluppi contemporanei della progettazione strutturale, a partire dal primo Modernismo, ci verrebbero in mente immediatamente due architetti: Mies van der Rohe e Antonio Gaudì. Per quanto lontano si possa andare a cercare, l'attuale impeto per le forme strutturali originali è stato anticipato da queste due personaggi, e da Gaudì in particolare.

Tempo fa, nell'estate del 1993, ho avuto l'opportunità di incontrare per la prima volta Felix Candela. Come tu sai, egli è la vera incarnazione del razionalismo, un brillante ingegnere che ha impiegato in molti lavori di architettura gusci iperbolici estremamente sottili e leggeri. Candela mi ha detto che «sebbene possa sembrare la mia antitesi, l'architetto che rispetto di più tra tutti è Gaudì». Fino ad allora tutto ciò che avevo percepito del lavoro di Gaudì era l'ornamento superficiale. In modo imbarazzante, non avevo notato l'importanza intrinseca delle sue strutture. Provocato dalle osservazioni di Candela, ho immediatamente compiuto un pellegrinaggio alla scoperta dell'architettura di Gaudì. Ho passato in rivista una grande quantità di documentazione e ho imparato qualcosa sugli oramai famosi esperimenti con i modelli sospesi. Nel momento in cui ho confrontato ciò che era stato realizzato con queste conoscenze, sono stato in grado di percepire abbastanza chiaramente le idee e le intenzioni di Gaudì. Mi ricordo di essere tornato a casa con la forte impressione che, anche in termini strutturali, egli sia stato un grande architetto che ha compreso un'ampia quantità di questioni.

Era passato un anno da quel momento, quando tu mi hai faxato il primo schizzo della Mediateca di Sendai. Posso ancora rivivere l'eccitazione che esplose in me nel momento in cui lo vidi – intuitivamente mi chiesi se per caso si potesse supporre una estensione delle strutture di Mies e di Gaudì, sebbene non ricordi esattamente in che maniera pensavo che potessero essere connesse. Le piastre orizzontali a Sendai rappresentano il Padiglione di Mies (1929), con la sua immagine astratta di un piano. Il tubo che metteva in relazione le piastre, d'altra parte, era qualcosa che ho trovato molto più complesso da elaborare.

Guardando indietro a quel periodo, sono arrivato a capire che la mia metodologia strutturale e architettonica per certi versi si è evoluta a partire dal modernismo e non è stata per niente discontinua. Questa consapevolezza ha costantemente formato il mio lavoro a partire dalla Mediateca di Sendai, attraverso una serie di progetti che ho iniziato ora a descrivere come *flux structures*. Ho iniziato a sentire in modo sempre crescente che questo tipo di architettura, con una struttura che fluisce e fonde, è destinata a divenire una metodologia importante, che trascende il Modernismo e la pratica contemporanea.

Ito: È chiaro anche a me che il mio stesso modo di pensare l'architettura è stato istantaneamente alterato nel momento in cui ho chiamato te a lavorare su Sendai. Come hai ricordato tu, le geometrie completamente irregolari dei tubi erano innestate all'interno di uno spazio omogeneo miesiano – il *campo astratto* dei piani. Ciò ha dato luogo a vari contrasti che erano tremendamente interessanti.

Penso che il punto di interesse di Sendai si trovi nell'assunto per cui si è deciso di predisporre inizialmente un elemento omogeneo – in particolare i piani sottili composti di gruppi di membrature - per poi trasformarlo. Durante il concorso abbiamo proposto una griglia regolare, ma questa ha iniziato a trasformarsi immediatamente nel momento in cui siamo entrati nella prima fase di progetto. In particolare, le membrature attorno ai tubi hanno preso una disposizione radiale, la quale evidenzia il fatto che nel momento in cui i tubi vengono inseriti in uno spazio omogeneo possono immediatamente essere visualizzate le forze che si disperdono da questi ultimi.

Sebbene tu abbia parlato di Mies e Gaudì in termini generali, penso che essi possano essere percepiti meglio in termini di *geometrie che differiscono*. Durante questi ultimi cinque anni ho cercato di trovare il modo in cui si potesse stabilire una relazione tra queste due geometrie. Osservando il tuo lavoro a partire da Sendai, penso che possa essere approssimativamente suddiviso in due categorie. Fukuoka e Kakamigahara sono in un certo senso strutture alla maniera di Gaudì, mentre il *Kanazawa 21st Century Museum of Contemporary Art* (2004), che hai realizzato con SANAA, incorpora una forte condizione di spazio miesiano.

Sasaki: Nel libro *Adam's House in Paradise*, il teorico dell'architettura Joseph Rykwert parla di *caverna trovata* e di *tenda fabbricata* come forme di architettura spontanea originarie. Vorrei parafrasare questa affermazione e differenziare questi due tipi di struttura in questo modo: *caverne nella terra* e

case sugli alberi, il primo tipo ritorna alla terra, mentre l'altro se ne distacca. In altre parole per realizzare delle strutture all'interno del campo di gravità del pianeta ci sono due forme originarie facilmente comprensibili: quelle che *vogliono ritornare alla terra* e quelle che vogliono *abbandonare la terra*.

La struttura del EPFL Learning Centre (progettato con SANAA e che dovrebbe essere completato nel 2009) combina l'immagine simbolica delle caverne sotterranee con dei piani che si distaccano dalla terra. Ho pensato che questa integrazione tra le due forme originarie potesse essere ottenuta espandendo il mio metodo di *shape design* per includere dei gusci strutturali a curvatura libera che fossero allo stesso tempo sia coperture che pavimenti. Senza avere degli esempi a cui fare riferimento, però, è divenuto molto difficile mettere in atto questa idea allo stadio avanzato di progetto. A partire dalla considerazione che un guscio non può essere determinato senza una minima curvatura (i carichi devono essere trasmessi principalmente come un sistema di forze assiali), alcune parti erano realizzate con un pavimento così ripido che diveniva molto difficoltoso utilizzarle. Sebbene potessero sorgere vari conflitti, ho concentrato tutti i miei sforzi nel fornire a questo progetto una logica strutturale consistente! Un metodo illogico o non ponderato non raggiungerà mai nessun tipo di universalità.

Mies ha dichiarato che la logica moderna è per se stessa omogenea e in questo risiede la sua universalità. Egli ha creato il concetto di spazio *universale*, uno spazio aperto ed omogeneo fatto di vetro e acciaio. Dall'altro lato, Gaudi ha provato a cercare le forme strutturali più universali nella pietra e dopo più di un decennio di sperimentazioni ha prodotto una soluzione senza precedenti. In modo simile a Mies e a Gaudi, il mio atteggiamento costante come ingegnere strutturale è stato quello di continuare a cercare, in una maniera logica, la presenza di universalità.

Itō: Ora ho un problema terribilmente difficile, se considerassi quello che dici in maniera logica. Nella decisione di partire dal Modernismo, io avevo due direzioni verso cui andare: una verso la *casa sugli alberi*, come con il TOD'S Omotesando Building (2004), l'altra verso *edifici simili a caverne*. Ma con Mies, la *casa sugli alberi* ha perso la sua forma distinta ed è divenuta una sezione ricavata da uno spazio infinitamente esteso. Sendai potrebbe essere interpretata in un certo senso in questo modo. Eppure, potrebbe anche essere descritta come una foratura di cavità attraverso un singolo volume compatto – nel qual caso potremmo dire che si tratta di una *caverna*. Pensare i tubi di Sendai come *caverne* mi ha permesso di iniziare a trattare l'edificio come qualcosa che non avesse *esterno*. Se avessimo utilizzato i tubi da soli, il risultato sarebbe potuto essere grottesco, ma creando uno spazio omogeneo

incorporato all'interno di uno spazio Miesiano abbiamo evitato di dover pensare all'esterno. Vista in questo contesto, anche la White U (1976) diviene uno spazio tubolare, poiché non ero conscio dell'*esterno* del progetto.

Le Corbusier era veramente un genio nel creare forme, così è anche riuscito ad impregnare un'architettura cavernosa, come la cappella di Ronchamp (1955), di un intenso potere scultoreo. [...]

A Fukuoka lo spazio cavernoso, equivalente ad un tubo attorcigliato, è interessante per se stesso. Comunque, nel momento in cui appare in superficie, esso si materializza come una forma. E cosa si dovrebbe fare con questa forma?

Sasaki: Fukuoka può essere forse pensato come una caverna attorcigliata dinamicamente con una struttura a guscio *barocca*. A Kakamigahara, sebbene stessimo utilizzando lo stesso metodo di *Shape Design* della *Sensitivity Analysis* per cercare una superficie di forma libera, il risultato è sensibilmente migliore in termini architettonici, più aggraziato e delicato – simile ad una struttura a guscio Rococò, semmai.

Come espressioni architettoniche, ho l'impressione che il tuo lavoro si sia mosso da un Barocco verso un Rococò contemporaneo, ma questo è stato uno spostamento consapevole per te? E cosa ne pensi dei flussi di stili nella storia dell'architettura europea, dal Rinascimento al Barocco, al Rococò e al Modernismo?

Ito: Riguardo a Kakamigahara, i criteri erano originariamente più architettonici che a Fukuoka, così che potevano essere articolati in elementi che erano riconoscibili come colonne e tetti. Il lavoro guadagna un senso di sicurezza a partire da questi elementi, e si può anche dire che si è finiti con *l'architettura nel processo*.

Nel movimento dal Rinascimento al Barocco, al Rococò ed infine al Modernismo, penso che abbiamo percorso un intero cerchio e siamo tornati indietro fino al Primitivismo. In altre parole, non si è concluso tutto con il Rococò, quando ogni cosa si è dissolta?

Similmente, il fatto che nell'era moderna sia stata coniata l'espressione *spazio omogeneo* mi ha spinto a chiedermi: «come può essere dissolto lo spazio omogeneo?».

Sasaki: Non è vero che tutto è stato dissolto con il Rococò. Il Neoclassicismo che nasce più tardi ha influenzato le idee di Mies, mentre il Revival Gotico ha influenzato Gaudì. In altre parole, c'erano collegamenti con il primo Modernismo del Ventesimo secolo. Ora, all'inizio del

Ventunesimo secolo, è venuta fuori una situazione simile. Comunque, nel passaggio da una società industriale ad una società dell'informazione la velocità del cambiamento sembra che stia accelerando, dando l'impressione che l'architettura di oggi stia percorrendo cicli sempre più brevi.

Ito: Penso che ciò che è venuto alla ribalta è il problema di come lo spazio miesiano possa essere distorto. C'è un altro spazio sconosciuto, che è possibile chiamare spazio dell'informazione, che produce liberamente spazi distorti nella nostra coscienza. Sebbene tutti siano alla ricerca in architettura di questo spazio della coscienza distorta, non è facile materializzarlo fisicamente. Questa limitazione è evidente nell'architettura corrente.

Sasaki: Quando provo a materializzare fisicamente questa idea, scelgo l'approccio di introdurre una logica strutturale inerente, che significa principi meccanici. Come studente ho fatto delle ricerche sullo spazio di Riemann, che non fa parte della geometria euclidea, ma è compreso in N dimensioni, similmente alle superfici attorcigliate molto astratte – il che vuol dire molteplici. Ho alcune idee originali su come verificare questo approccio. Per esempio, impiegando il tensore di analisi utilizzato da Albert Einstein, ho scoperto che nel momento in cui le aree eccessive vengono asportate, le superfici attorcigliate risultanti tendono a seguire gradualmente la teoria convenzionale dei gusci. Comunque, ho riflettuto sul fatto che in condizioni normali qualcosa di più *molle* potesse essere incluso in N dimensioni. Le conclusioni della mia tesi di laurea sullo spazio di Riemann e sulla teoria della meccanica continua generalizzata hanno iniziato ad apparire ora nel mondo reale.

Ito: Ascoltando ciò che hai appena detto, sento che stai pensando a dei nuovi concetti spaziali mentre in qualche modo stai immaginando degli spazi in stile molto Giapponese. La transizione degli stili europei dal Rinascimento al Barocco e al Rococò era sia un processo di dissolvimento delle cose che avevano delle forme chiare, sia un processo di metamorfosi. Comunque, sento che noi Giapponesi consideriamo i concetti spaziali all'interno di un'intelaiatura che relativizza sempre le forme preesistenti.

La mia stessa architettura è stata fortemente influenzata dallo *spazio del mio dialogo interiore*. In questo concetto, come nel concetto di *spazio del suono*, non c'è esterno.

La condizione che stai descrivendo – uno spazio distorto definito dalla geometria di Riemann – è estremamente bella. Quando ci si trova a traslare questo spazio concettuale in uno spazio fisico, però, non sono più in grado

di stabilire cosa fare. Integrare questa condizione in una griglia miesiana potrebbe essere una soluzione semplice, ma non è quello che voglio fare ... il grande problema è poi come preservare il senso di galleggiamento in uno spazio senza esterno.

Sasaki: Affascinato dal tuo schizzo di Sendai, ho constatato che il metodo per realizzare questa idea è venuto alla luce gradualmente. Ma come hai detto tu prima, una metodologia più recente avrebbe potuto suggerire risposte differenti per l'esterno, partendo dall'immagine di un tubo integrato in uno spazio omogeneo.

Ito: Molte situazioni interessanti sono immaginabili semplicemente chiedendoci «Cosa sarebbe potuto succedere se i tubi fossero stati realizzati con lastre di acciaio?» Parlando di lastre di acciaio, quando Mikimoto Ginza 2 (2005) è stato presentato per la prima volta, c'è stata una discussione molto intensa sulla questione «Cosa rappresenta esattamente questa condizione tesa, fresca nel lavoro di Mutsuro Sasaki?»

Ito: Questa immagine di *freschezza* è di un mondo senza spessore che è indifferente alla gravità, un mondo senza profondità, che penso sia riflesso nella tua estetica unica. Ho la sensazione che quando una persona normale dovrebbe usare uno spessore di dieci centimetri, tu potresti dire «Facciamolo con cinque!» questa è una dichiarazione di forte volontà, che conduce ad una espressione di freschezza.

Sasaki: In ogni progetto, ho dall'inizio una specie di immagine astratta nella mia testa.

Ito: Le tue strutture ritornano sempre a questo *spazio astratto*, relativo alla sottigliezza e alla delicatezza. Quando esegui un'idea miesiana, soprattutto, sento che essa possiede una apparenza intatta. Sebbene tu dici di apprezzare Gaudì, penso ancora che la tua essenza sia miesiana. Quando mi trovo in uno spazio omogeneo, sento una pace della mente. Mi chiedo se questo potrebbe essere vicino alla tua sensibilità?

Sasaki: In verità, io voglio creare ambienti che siano toccati dal fascino della natura organica. Questa cosa è ora in una fase iniziale nella quale ci si occupa essenzialmente di elementi primitivi utilizzando gusci con superfici a curvatura libera. Nel realizzare tali ideali, oltre alla *solidità in quanto ingegnere*, penso che mi venga richiesto di avere allo stesso tempo *etica ed estetica in*

quanto ingegnere.

Ito: Era abitudine avere da un lato Mies e dall'altro Gaudi. Ma penso che essi non costituiscono più uno schema dualistico e opposto. Sarebbe molto monotono se potessimo decidere solo che Mies non va più bene e guardare a qualcosa di più organico per contrasto.

Ciò che sto provando ad immaginare ora è un tipo di eterogeneità che esista al di sopra dell'omogeneità. Questo è ciò che sto provando a suggerire attraverso la *distorsione dell'omogeneità*. Dal punto di vista sociale, penso che l'enfasi generale sull'omogeneità tenda a cullare le persone in una sorta di stato catatonico. La mia posizione è estremamente opposta a questo.

Sasaki: Ricordo che Arata Isozaki mi ha detto tempo fa che regole locali forniscono le basi per risolvere problemi locali. Egli stava cercando situazioni in cui l'accumulazione di questi criteri locali producesse l'intero.

Quando parlo di regole locali relazionandole all'omogeneizzazione, sono il tipo di persona che piuttosto si fiderebbe di ciò che non è omogeneo.

Ito: Sono completamente d'accordo.

Sasaki: Se dall'inizio si decide di utilizzare lastre piane per il pavimento, questo si collega alla nozione di una divisione della griglia omogenea, che porta alla standardizzazione e alla normalizzazione. Che ci sia un desiderio a priori di pavimenti orizzontali nei luoghi in cui le persone vivono è un fatto, ma ero sicuro che ci dovessero essere anche altri modo di pensare, altri tipi di pavimento. Nello studiare la meccanica all'interno della geometria di Riemann ho realizzato che avrei potuto arricchire la teoria ordinaria delle piastre, se gli aumenti della distorsione fossero stati astratti totalmente in formule matematiche. Poiché ho studiato queste cose quando ero giovane, penso che gli stati eterogenei si siano introdotti nella mia mente dall'inizio. Camminare su una superficie di copertura ondulata, come a Fukuoka, o un pavimento che parzialmente si solleva, come all'EPFL, permette alle persone di recuperare un istinto biologico di base: cioè fare attenzione quando si cammina. L'architettura contemporanea si è mossa verso una omogeneizzazione e una ottimizzazione estreme, creando un eccesso di convenienza che ha indebolito fisicamente e mentalmente gli uomini moderni. Se un pavimento inclinato fosse un elemento universale, io mi aspetto che gli istinti percettivi umani sarebbero stimolati in modo differente. Anche in questo, penso che sia più normale che il mondo sia distorto.

Ito: Gli esseri umani inizialmente vivevano all'interno della natura e, come sappiamo, la natura stessa è eterogenea. Per questa ragione, si può essere indotti al localismo. Quando generiamo un'architettura per una particolare localizzazione essa produce un tipo di ordine nel quale è preferibile che i pavimenti siano piani. Però, questa idea è stata ora estesa al punto che le persone pensano in qualche modo che il mondo intero dovrebbe essere piatto, o un posto *dove il vento non soffia...*

Sasaki: Questo costituisce la premessa. Ma nei fatti, noi stiamo rendendo le nostre priorità confuse se arriviamo a dire queste cose.

Ito: C'è stata una totale inversione, e non è più sorprendente sentire cose come *il vento è anormale*. Se questo atteggiamento va ancora oltre, ci troveremo in un mondo in cui non ci saranno differenze tra le persone, in cui *tu ed io saremo la stessa cosa*.

Sasaki: Come movimento opposto alla natura, l'urbanizzazione si è preoccupata di come produrre un ambiente facile da comprendere e da controllare. Tra gli architetti contemporanei, tu sei divenuto la figura guida tra chi si chiede: «Deve essere realmente così?»

Il mio approccio, a causa del mio background riguardo alla geometria di Riemann, è piuttosto: «Non è la distorsione più reale?» Ora, ragionando sul perché ho trovato Sendai così eccitante, credo che fosse perché questo progetto ha innescato in me questo tipo di risposta inconscia.

Nel fare la mia serie di *flux structures*, ho anche voluto pensare l'architettura e la struttura più in termini di istinti umani. Come ingegnere strutturale, comunque, non sono qualificato per stabilire concetti e criteri architettonici. Al massimo, posso sperare di scoprire cose in accordo con questi concetti base, i quali mi aiuteranno a sviluppare ulteriormente le mie idee. In questo modo mi piacerebbe spostarmi gradualmente da un modello strutturale ad un modello architettonico, inteso come un'architettura più prossima al mondo naturale. Scorci di questo appaiono nei gusci strutturali a curvatura libera di Fukuoka e Kakamigahara.

Ito: La forma nella natura è regolata da regole molto semplici, ma queste agiscono in modi complessi.

Sasaki: Le interrelazioni tra gli elementi divengono estensive, anche nel campo relativamente semplice in cui opero io – la meccanica basata

principalmente sulla gravità. Si possono capire semplici processi di genesi della forma osservando la crescita delle piante, le quali prendono forme differenti a seconda del tipo di ambiente in cui si trovano. Per esempio, in un luogo ventoso una pianta evolverà verso una forma strutturale resistente alla flessione. In questo aspetto, anche prendendo una singola pianta come esempio, le cose che determinano la forma possono essere viste come una mescolanza di varie condizioni.

Una cosa simile accade in architettura. Penso che il progetto consista nell'aggregare queste molteplici condizioni nella medesima forma. Il punto è aggregare tali forme in modo tale che i loro principi di generazione formale siano adeguatamente spiegati. Trovo che questo processo sia interessante. Di tutti gli architetti contemporanei, penso che tu potresti essere l'unico a produrre risposte a queste domande. In questo senso, ho grandi speranze per le nostre collaborazioni future.

Toyo Ito e Cecil Balmond, «Concerning Fluid Spaces».

Selezione dal dialogo tra Cecil Balmond e Toyo Ito pubblicato in inglese in *A+U* n. 404 (Maggio 2004), pp. 44-53. (Traduzione dell'autore)

Ito: La prima volta che ho collaborato con te, Cecil, è stato per il progetto della Serpentine Gallery. Da allora, abbiamo collaborato per un progetto ad Oslo e attualmente per il progetto per Selfridges. La nostra relazione non è quella tra un architetto e un ingegnere, ma quella tra due partner che lavorano insieme su un progetto. Il mio personale approccio all'architettura è cambiato considerevolmente in seguito a questi progetti. È in larga misura grazie a te che sto avendo un periodo così entusiasmante.

Balmond: ...credo che tu capisca il senso mobile della geometria di cui parlo. Ho una importante collaborazione con Rem Koolhaas, basata su progetti entusiasmanti come ZKM, Jussieu, Agadir, Seattle Library ... molti tipi di progetto nei quali abbiamo esplorato la *struttura come episodio*. Nella assunzione tradizionale di struttura, gli elementi sono distribuiti uniformemente. Ma episodio significa momenti specifici di struttura, come al Kunsthal, che funziona da catalizzatore all'architettura. Recentemente sto sviluppando l'idea di *struttura come traccia*. Tu sembri capire più degli altri l'idea di algoritmo, l'idea di movimenti sequenziali, l'idea di strutture seriali ... una cosa che sia in cambiamento continuo e che sia differente. Penso che in questo momento tu sia l'unico architetto di una certa importanza che si stia impegnando ad approfondire queste idee. Quindi, per me, è un'occasione molto importante collaborare con te. [...] Questo è il modo in cui ho sempre lavorato: in collaborazione. È impossibile in un altro modo. Io personalmente non faccio distinzioni tra architettura e ingegneria a partire dallo stadio di concetto. Noi siamo completamente equivalenti nel produrre idee. Dopo il concetto, certamente, c'è una separazione di pensiero, soprattutto circa i concetti architettonici quali entrata, uscita, colore, tessitura ... e poi c'è un pensiero ingegneristico o scientifico da verificare con la gravità e le forze. Ma io deliberatamente non penso a queste cose all'inizio, poiché restringerebbero l'inventiva. Così la mente è totalmente libera di esplorare. È mia convinzione che prima venga il modello, poi la configurazione, e solo dopo venga il materiale, e dopo ancora la struttura. È un approccio differente alla normale ingegneria, poiché penso che se noi stiamo esplorando una forma, dobbiamo prima creare un linguaggio per esplorare la configurazione.

Ito: Vorresti spiegare a grandi dettagli questa idea di *configurazione*?

Balmond: Per esempio se tu hai un tavolo, metti quattro gambe o pilastri sotto come supporto. Strutturalmente il centro di gravità è nel centro del tavolo. Noi facciamo un diagramma per l'ingegnere da calcolare, ma questo non riguarda l'architettura. Se voglio realizzare un nuovo spazio, devo studiare la configurazione di quattro punti nello spazio. Per creare qualcosa di nuovo posso muovere due dei quattro punti verso l'esterno, e cambiare la disposizione del supporto in pianta e in sezione, come la Maison à Bordeaux. Ma il centro di gravità è esattamente lo stesso. Guardando alla configurazione dei quattro punti rispetto al piano, la Maison à Bordeaux è creata come una sorpresa, una levitazione. Non è un 'tavolo' come quello di Villa Savoye.

Ito: Uno spazio estremamente statico inizia quindi a muoversi e a trasformarsi in uno spazio fluido. Io sono stato lungamente interessato a questa nozione di spazio fluido. Lo immagino non tanto come uno spazio architettonico, quanto uno spazio di *Nob*. Il *Nob* è una tradizionale arte teatrale giapponese. Non so se hai mai visto il *Nob*, ma c'è solo un palcoscenico astratto di circa 5,4 metri quadrati in pianta. Gli attori entrano in scena attraverso un ponte. Gli attori di *Nob* si muovono sempre abbastanza lentamente. È quasi come guardare un film in *slow motion*. I movimenti degli attori sono sempre molto lenti e astratti, ma continui. Attraverso la danza degli attori lo spazio astratto si trasforma in uno spazio fluido. Sono stato a lungo affascinato da come un tale spazio continuo e continuamente in movimento possa essere realizzato in architettura. Mi sono convinto dopo averti incontrato che raggiungere ciò in architettura è possibile.

Balmond: Anche io ho pensato a questa cosa per molto tempo, a come creare una sequenza nello spazio attraverso una forma tettonica. Noi siamo bloccati dalla certezza, dalla certezza statica. La struttura non può muoversi, altrimenti sarebbe veramente spaventoso. È tutto fisso. Ma il problema è che abbiamo perso la cognizione di ciò che ha creato questi spazi originariamente! L'idea greca originale di rapporto, una idea molto astratta, per me è come una risposta a ciò che tu stai dicendo a proposito del teatro *Nob*. Disegnare un rettangolo, per gli antichi che hanno iniziato a inventare la geometria, riguardava l'energia di una linea in relazione all'energia di un'altra linea. Non riguardava la forma. Fondamentalmente era un rapporto o un tempo congelato che costringesse i movimenti nello spazio. Immagina

un pezzo di spago e una pallina che tu metti sul pezzo di spago. Quando muovi la pallina lentamente, il rapporto di una parte con l'altra cambia. Quando inizi dal centro, hai una media aritmetica. Muovi la pallina un altro po', hai il rapporto aureo. Puoi muovere la pallina e avere la cosiddetta media geometrica, media armonica. Tutte queste provengono proprio dal movimento di una posizione nella linea. Così, per me, la geometria classica riguarda il prendere differenti posizioni nel tempo come l'attore di *Nob*: lentamente la posizione è in cambiamento. Questo è classico. Io prendo queste idee e le trasformo oggi in un'idea più mobile di continuità. E così sono d'accordo con te, penso il movimento, il lento cambiamento dello spazio, la sensazione di come cambia, ci offre la dimensione del tempo nella tettonica.

Ito: Sono d'accordo. La stessa cosa accade per il corpo umano. Se lo si osserva in una condizione statica, non accade nulla. Allo stesso tempo, nel momento in cui un attore di *Nob*, per esempio, inizia a muoversi, si crea una condizione di instabilità. Questa instabilità, in cerca di una nuova condizione di stabilità, richiama ancora la successiva instabilità. È un susseguirsi di stati. Nel passato immaginavo forme stabili, statiche come quadrati e piramidi, ma per te la geometria è qualcosa generata attraverso un movimento più dinamico. Iniziare a muovere è un invito all'instabilità; la tensione spaziale è accresciuta tutta in una volta. La successiva generazione di tensione rende lo spazio interessante.

Balmond: Penso che questo sia un momento importante, quando rompi con la simmetria, hai un momento di instabilità...

Ito: Ho trovato interessante, quando hai fatto una lezione a Kumamoto, sentirti dire che nell'analisi strutturale una soluzione ottimale esiste solo per un certo istante. Questo avviene perché finora ci hanno insegnato che esiste un flusso di forze che è il più razionale per ogni forma proposta. Quando ho sentito la tua osservazione, mi è venuto in mente che ciò che avevi detto era applicabile, non solo alla struttura o allo spazio, ma anche al processo attraverso il quale l'architettura viene progettata. Da quel momento ho iniziato a sentire che l'approccio all'architettura poteva anche essere non-lineare.

L'approccio modernista è di decidere per prima cosa quale è la soluzione migliore. Si deve poi progettare il lavoro proprio in quel modo. Il deviare dalla soluzione iniziale è considerato sbagliato. Un approccio nel quale si pensa mentre si progetta – un approccio nel quale non si può vedere cosa ci

sarà al prossimo passo prima di arrivare ad un certo punto e si scoprono continuamente spazi non familiari – ha un carattere più contemporaneo.

Balmond: Penso anche che se tu hai in mente una idea perfetta mentre progetti, stai progettando nell'assunzione di una soluzione, la quale è il 99% di ciò che accade. Le persone pensano ad una soluzione e fanno un progetto. Se lo fai in una maniera differente, in modo che ci sia una evoluzione nel progetto, più flessibile, più con l'approccio di cui hai parlato, l'interessante è che avrai dei momenti, momenti differenti, nei quali il progetto sta evolvendo nella tettonica. Qualcosa accade allo spazio. Poiché in questo modo non hai una risposta, la stai cercando e in qualche modo la risposta è espressa nell'architettura. È più interessante.

Ito: All'incontro di oggi per il progetto di Coimbra, hai suggerito una idea strutturale ad una immagine che ho proposto io. Non era tanto una idea strutturale, quanto una idea concettuale architettonica. Era estremamente astratta. Era una immagine di uno spazio di movimento astratto, come lo spazio degli attori *Noh*. Dal momento che essa non era semplicemente una analisi strutturale della forma che abbiamo immaginato, non abbiamo avuto altra alternativa se non di ritornare una volta ancora sulla questione di quale tipo di spazio dovesse essere, cioè sull'immagine originale. Abbiamo iniziato ad usare la nostra immaginazione ancora una volta, ma da questo nuovo punto di partenza. Questo è un processo estremamente instabile, ma molto stimolante.

Balmond: Io vedo un edificio come una certezza statica, ma se esso deve essere un pezzo di architettura, dovrebbe essere una improbabilità dinamica. Filosoficamente faccio ciò deliberatamente, poiché tutto è in cospirazione con la gravità per essere così (colpisce il tavolo). Niente cambierà mai. Perché la gravità non cambierà mai. È sempre lì. Come si esplorano le nuove – per me – configurazioni, i nuovi spazi? Io sono interessato allo spazio quanto te. Quale è il suo significato? Come ci possiamo muovere in esso? Cosa è esso per noi? E ho fatto una dichiarazione a me stesso, come un manifesto, dicendo: l'edificio è una certezza statica, il pilastro, la trave, il pavimento ... tutto è certo. Deve essere così, ma contro questo, io contrappongo il concetto che un' opera di architettura deve avere una improbabilità dinamica in sé, essere interpretata, cambiando, e risultare sempre interessante per le persone.

E sì, hai ragione, quando penso al modello per Coimbra, vedo una rotazione nello spazio, un'orbita, e ti ho parlato immediatamente questa

mattina di elettroni e orbite a spirale, una particella che si sta muovendo in una linea nello spazio in modo differente. Questa è un'astrazione, e l'architettura sarà una a partire dall'astrazione. E la struttura dell'architettura sarà una a partire dall'architettura. Ma se ciò è fatto bene, la struttura e l'architettura lo descriveranno. Nei fatti le parole struttura e architettura sono molto difficili da distinguere. Esse sono la stessa cosa. L'astrazione ha un potenziale infinito. Così possiamo fare centinaia di altri anelli, ma solo un anello sarà fatto a Coimbra, il quale sarà una realtà ridotta della struttura. La vera realtà è l'architettura dell'astrazione.

Ito: Nella Serpentine Gallery, sono stato colpito dal fatto che, messa di fronte a una nuova proposta spaziale, e alla sua instabilità, la gente non è divenuta tesa, ma rilassata. C'era qualcosa lì che ha liberato le persone dalla pressione esercitata dalla gerarchia spaziale; le persone si sono sentite libere. Sono stato felice di vedere questo risultato.

Balmond: Penso che la Serpentine Gallery sia stato un progetto veramente ben riuscito, perché tutti coloro che sono venuti, sono d'accordo, si sono divertiti a stare lì. C'era qualcosa di molto strano con tutte quelle linee di struttura, tutti quei movimenti. Non era affatto assertivo. Era semplice. Una situazione veramente strana. Se avessimo fatto una scatola e messo la struttura in modo tradizionale, non sarebbe stata la stessa cosa. Qualcosa è accaduto perché, in qualche modo, le persone hanno realizzato - come una palla su un tavolo da biliardo, quando la colpisci - che percepivano immediatamente il movimento. Sebbene essi non abbiano capito, essi hanno sentito qualcosa. Questa è l'improbabilità dinamica di cui parlavo. Ma certamente questa è statica e tu colpisci l'acciaio, e i ai bambini piace sedersi sull'acciaio perché è robusto.

Ito: Vorrei chiederti qualcosa a proposito degli algoritmi. Nella Serpentine Gallery hai sviluppato una interpretazione strutturale a partire da un algoritmo basato su un quadrato che si muove a spirale. Con Selfridges i pilastri danzano su ogni piano; cioè i pilastri pendono tutti in posizioni differenti. Le regole che determinano gli angoli dei pilastri sono create attraverso una sorta di algoritmo. Inizialmente abbiamo pensato che questo tuo approccio basato sugli algoritmi fosse il segno di una preoccupazione di un tipo di razionalismo occidentale piuttosto che la ricerca di una casualità. Comunque ci hai spiegato nella nostra precedente conversazione di Tokyo che disegnare linee casuali non porta alla generazione di nuovi spazi, ma all'opposto esatto - cioè conduce a spazi convenzionali. Si è più portati a

raggiungere una inaspettata libertà utilizzando un algoritmo. Mi piacerebbe sentire qualcosa del tuo pensiero su questo argomento.

Balmond: Per prima cosa sono d'accordo, se pensiamo a cosa è casuale, questo non è casuale, esauriamo subito tutte le idee. Se prendessimo un grande quadrato e provassimo a disegnare delle linee casuali, il risultato non sarà altrettanto bello quanto la Serpentine. Quasi certamente. Infatti tu ed io siamo partiti disegnando linee. Poi io ho detto «no, procediamo all'interno di regole certe».

C'è qualcosa che riguarda la struttura, la struttura profonda, che la mente umana percepisce, e se si ha un algoritmo che inizia con un motivo semplice, ed esso inizia a muoversi, si ottiene molto presto una complessità, una condizione ibrida, una giustapposizione, in uno strano modo imprevedibile. La lettura di un'architettura diviene genuinamente più sorprendente, più inventiva che se tu avessi lavorato sui metodi tradizionali e poi provato a fare qualcosa di interessante. Quando si prova a essere sorpresi da una intuizione non è mai tanto sorprendente quanto la risposta data da un algoritmo. Così la convinzione che ho è che un algoritmo che segue una regola può produrre una configurazione più interessante che se si facesse a memoria. Anche il campo è enorme e tu puoi fare uno zoom a scale differenti e trovare diverse risposte. Così il potere dell'algoritmo nei prossimi progetti che faremo insieme, potrebbe essere al massimo: l'algoritmo è sia paesaggio che evento locale. In una condizione ristretta, è il padiglione, l'edificio. In una micro condizione, è l'arredo o il rivestimento. Questa crescita dovuta ai pattern non ha scala. Gli algoritmi sviluppano tutto il dettaglio necessario. Intellettualmente è un potente modo di pensare. Il processo è additivo e di crescita allo stesso tempo, è sempre una condizione molto interessante. È additivo e anche discontinuo, concettualmente. La particolarità dell'algoritmo è che esso è dipendente dal tempo. Poiché la linea è integrata nel tempo, si ha velocità. Penso che l'idea di movimento sia importante. Penso che questi siano elementi interessanti per esplorare la tettonica.

Ho pensato tutte queste cose per avere un differente approccio al modernismo. Ero stanco delle tendenze minimali che hanno tolto tutto. Possiamo anche farlo, ma alla fine avremo più vetro, più il minimo di acciaio necessario, più tipologia a scatola e più pulizia, e diverrà tutto come in una clinica, come in un ospedale: in definitiva morto. In termini inventivi non si va da nessuna parte. Così ho pensato a come interrompere tutto questo, ed in particolare come ingegnere, con una formazione scientifica. Come si può rompere la scatola, la prigione? Questo è il motivo per il quale con Rem Koolhaas ho iniziato a sperimentare episodi di strutture, e

conseguentemente ho sviluppato l'idea di traccia. L'episodio è giustapposto a momenti di struttura. È drammatico. La traccia si muove continuamente col tempo come nella Serpentine. Mi ricordo della tua conferenza dieci o quindici anni fa al *R.I.B.A.*

All'inizio della discussione, la prima immagine che ci hai mostrato, mi ha interessato moltissimo, anche anni prima che ci conoscessimo. La prima immagine – se ricordo bene – era di un fiume, e il fiume fluisce. Quando un fiume sta fluendo, esso forma ora e sempre un momento di quiete. Ma poi, se aggiungi una piccola energia, quel punto si dissolve e si sposta da un'altra parte. Così, quando guardi il fiume, hai ancora momenti e ancora movimento costante. Ho percepito in questa discussione, che c'era uno spirito simile, che seguiva i miei pensieri.

Balmond: Penso che sia veramente importante per l'architettura oggi che continuiamo ad esplorare questa area. Le persone, come il mio collega qui, Daniel Bosia, stanno creando proprio una intera serie di algoritmi per ogni cosa. È incredibile cosa sia in grado di fare. Non solo io ora, ma un intero gruppo di persone, la generazione giovane di Arup, sta cambiando il modo in cui pensiamo alla struttura. E non si tratta di struttura. Ciò che noi esploriamo qui nella mia *Advanced Geometry Unit* è una nuova architettura, la quale è a sua volta tutta rivolta alla struttura profonda. Io vedo me stesso come una specie di filosofo naturale! Nei tempi passati chi studiava le cose che stiamo studiando noi, veniva chiamato filosofo naturale. Ciò significava essere interessati alla struttura delle cose, non all'etica dell'anima. Ed io mi interessavo a come le cose sono organizzate. Cosa accade al mondo? Cosa accade ad una molecola? E cosa accade ad un edificio? Questo è ciò che mi interessa. In questa connessione tra biologia, cosmologia ed economia abbiamo iniziato a muoverci in un nuovo modo rispetto a venti anni fa. L'architettura non si accorge di tutto ciò. L'architettura non ha idea di come il mondo stia cambiando, di come esso pensi all'organizzazione di determinate aree. Ito ora ne è conscio e lo sta toccando con mano, ma c'è una intera area che sta sfuggendo. L'idea della teoria delle stringhe è che una vibrazione dà inizio ai quark, e i fondamenti della materia sono solo vibrazioni. Per finire ti disegnerò un diagramma veramente interessante. Se prendiamo un pezzo di spago e lo dimezziamo – questa è la vecchia teoria delle stringhe, vecchia di 2500 anni! - lo facciamo vibrare, avremo una nota, un'ottava più alta. L'armonia musicale, l'armonia occidentale, è nei rapporti di varie lunghezze di una corda che è fatta vibrare, $1/2$, $2/3$, $3/4$, l'ottava, la dominante, la sottodominante. Così come avevo disegnato una pallina sulla linea, quando la pallina è a metà strada sulla linea, abbiamo l'ottava. Il

rapporto è 1:2, quando la pallina è qui abbiamo il rapporto 2:3, che è la dominante. Una chiave armonica di struttura dell'*Ode alla Gioia* della *Nona* sinfonia di Beethoven è la dominante, dall'ottava alla dominante. Quando la pallina è qui, tabbiamo il rapporto 3:4, e questa è la sottodominante. Come le note dell'*A-men* negli inni di chiesa. Il padiglione della Serpentine connette 1:2 a 1:3. Matematicamente è identico al rapporto 2:3. E forse, chissà, questa è la ragione per cui alla gente piace molto. È stata fatta con la musica.

Non pensavo a questa cosa mentre l'abbiamo fatta, ma era il rapporto più semplice, ho pensato di recente a questa analogia.

Ito: Da una parte l'architettura è una cosa abbastanza concettuale che esiste sulla soglia della nostra coscienza. Nella coscienza, essa può essere senza peso, e le superfici curve tridimensionali che si attorcigliano e ruotano in ogni maniera sono abbastanza possibili. Dall'altra parte, in ogni caso, l'architettura è uno spazio altamente convenzionale nel quale abbiamo continuato a vivere allo stesso modo dai tempi antichi. Inoltre, malgrado gli avanzamenti tecnologici, l'architettura deve ancora essere costruita, attraverso metodi ancora primitivi. Gli architetti hanno perso l'abilità o l'arte di riconciliare questo spazio delineato nell'avanguardia della coscienza con quel costruire primitivamente lo spazio pratico. Più abbiamo provato a introdurre un concetto spaziale direttamente nella realtà, più è divenuto evidente il gap tra le due cose.

In ogni caso, l'emergere dei progettisti strutturali come te ha dato agli architetti una nuova opportunità. Tu hai mostrato agli architetti un nuovo modo di pensare che ci permette di sfuggire alle contraddizioni che sono state il nostro destino fino ad oggi. C'è ora la possibilità di realizzare una architettura fluida, grazie a te. Ancora, si potrebbe commettere solo il passo falso di tornare all'espressionismo.

Tuttavia credo che una nuova, dinamica architettura possa essere raggiunta soltanto percorrendo questo percorso difficile e stretto.

Londra, 26 Novembre a Carlow House, Carlow Street, alle 8,00 AM..

Toyo Ito, «Cecil Balmond, Architecture Liberated by Geometry».

Selezione dall' intervista pubblicata in inglese in Toyo Ito, «Cecil balmond, Architecture Liberated by Geometry» (Intervista di A+U a Toyo Ito), in *A+U* speciale dedicato a Cecil Balmond (novembre 2006), pp. 172-175.

(Traduzione dell'autore)

A+U: Ci racconti qualcosa su come è nata la sua collaborazione con Cecil Balmond.

Ito: La nostra collaborazione iniziò quando chiesi a Cecil consigli strutturali circa un progetto per il World Expo di Tokyo del 1996. Già sapevo, per esempio dalle nostre lezioni alla Bauhaus di Weimar nel 1995, che eravamo entrambi interessati agli spazi fluidi. Abbiamo anche partecipato come team nel progetto di concorso per la UN City nel 2001.

Poi, all'inizio del 2002, Cecil disse che potevamo lavorare insieme al Padiglione della Serpentine Gallery. Il tempo era limitato, così abbiamo deciso di costruire uno spazio cubico con un piano quadrato di 15 metri e un'altezza di 4,5 metri. Dal nostro studio, abbiamo avuto due idee. Una è quella di un piano che si gonfia per supportare un tetto piano, così che il tetto sembri flottante nello spazio. L'altra è quella di un tetto piano composto esclusivamente da linee *random* che si incrociavano e supportato solo dalle linee dei muri esterni. Come un imballaggio, sarebbe stato una scatola assoluta. Cecil ha risposto con una montagna di schizzi e di studi di vari modi di sviluppare queste due idee. Per far emergere il piano finale ci è voluto circa un mese di scambi avanti e indietro.

A+U: Cosa pensa del metodo di Cecil di arrivare alle soluzioni strutturali?

Ito: Egli applica algoritmi per produrre regole, come le regole per la spirale quadrata della Serpentine o per le colonne di Selfridges, le quali si appoggiano tutte in posizioni differenti. Dice che quando le persone provano ad immaginare la casualità tirano fuori idee molto in fretta, anziché iniziare a pensare a spazi convenzionali. Un approccio basato su algoritmi offre maggiore libertà. Ti permette di creare una complessità imprevedibile e situazioni ibride. Questo punto di vista è tipico dell'approccio all'architettura

di Cecil Balmond, spazio e matematica, come un filosofo più che uno specialista in strutture. Certamente queste cose sono relazionate alla struttura architettonica, ma il processo attraverso il quale egli arriva all'analisi di una struttura è estremamente interessante. Credo che ci sia una grande differenza tra ciò che fa lui e l'ingegneria convenzionale.

Cecil è unico in questo, quando noi inizialmente proponiamo un'immagine, egli la accetta senza alcuna riserva. Ma in seguito, quando si comincia ad escogitare un procedimento per portare avanti il nostro pensiero, egli è pronto a prendere un ruolo guida. Proporrà algoritmi come soluzioni per mostrare cosa accade alla nostra immagine quando la interpretiamo matematicamente.

A Selfridges, ad esempio, il processo è iniziato con delle regole per determinare come i pilastri potessero danzare. Queste regole sono veramente eccezionali. Non hanno niente a che fare con l'essere economicamente efficienti o ragionevoli nel senso che veniva dato a queste parole nel Ventesimo secolo. Secondo il suo modo di pensare, la sua filosofia, tutto è in movimento. Ciò che gli interessa veramente è come impartire una certa regolarità al movimento.

A+U: Cecil è il fondatore e leader della *Advanced Geometry Unit* (AGU) di Arup.

Ito: AGU è un ottimo esempio di come il pensiero di Cecil sulla geometria segua gli algoritmi. Ha completamente trasformato il significato della geometria in architettura. Per Cecil la geometria è semplicemente la traccia di un punto che si muove. Quadrati e cerchi non sono niente di più che soluzioni speciali di un punto che si muove. Ma noi avevamo l'illusione che quelle soluzioni speciali fossero geometria. Le Corbusier dichiarò che cerchi sfere e quadrati erano le più belle tra le forme. Con Mies van der Rohe abbiamo il concetto di griglia, o una serie uniforme di assi paralleli che si estendono all'infinito. Quasi tutta l'architettura del XX secolo è derivata dall'uno o dall'altro. Cecil, d'altra parte, è andato così lontano da domandarsi se il modo in cui le piante e gli animali crescono può essere considerato geometria. Per esempio un albero cresce attraverso ripetute biforcazioni fino a raggiungere la propria forma complessa. Ogni albero è differente dal successivo, ma il principio base è una regola molto semplice di biforcazione bilaterale. Il processo di biforcazione bilaterale si risolve in relazione al contesto. Questo significa che tutto è relativo. Ci sono regole senza regole, per esempio il modo in cui le dozzine di pilastri che si inclinano a Selfridges sono relazionati l'uno all'altro, senza sembrare essere relazionati. In questo

senso Cecil vuole stabilire concetti che sono diversi dai concetti dell'architettura del XX secolo. L'architettura concepita in accordo con la geometria del XX secolo ha provato a rendere se stessa indipendente dalla natura, nel modo più chiaro possibile. Ma penso che quello che Cecil sta dicendo ora è che noi possiamo provare una volta ancora ad apprezzare l'architettura come fosse un sistema naturale. La sua geometria è una geometria in cui qualcosa accade mentre si muove. Nel modo in cui prova a esprimere questo concetto, egli è molto innovativo.

A+U: Come mette in relazione le novità di Cecil con lo stato corrente dell'architettura?

Ito: Per farla molto semplice, gli algoritmi sono un tipo di movimento, un processo che avviene quando crei un programma al computer. A questo passo è sì o no? E poi è sì o no al prossimo passo? Fino ad ora si è limitato a regole semplici come quelle alla Serpentine o a Selfridges, ma nel futuro le sue idee potrebbero certamente divenire più complicate. I suoi algoritmi sono una soluzione tra tante altre, un equilibrio ottenuto sotto un particolare set di condizioni. Il punto importante è l'assunto che ci sono varie soluzioni. Nel XX secolo abbiamo imparato che esisteva solo una soluzione e noi ci abbiamo creduto. Ma ciò è vero solo quando limiti spietatamente le condizioni e scarti varie possibilità. Non sarebbe più possibile se allargassimo il campo e accrescessimo il numero degli elementi variabili. Ciò può anche essere chiamato semplicemente *bello* nel senso del XX secolo. Ma c'era un nuovo tipo di movimento spaziale nella Serpentine, un tipo di spazio che è qualitativamente differente da ciò che è venuto prima.

In altri campi rispetto all'architettura, matematici e fisici hanno già parlato da molto tempo di geometrie non-lineari, geometrie che sorpassano la geometria euclidea. Concettualmente possiamo immaginarlo. Ma l'architettura è un regno dove noi pensiamo in termini che risalgono al XIX secolo, o in un certo senso che risalgono fino al Rinascimento. Cecil è probabilmente il primo a introdurre questo tipo di dinamismo concettuale nell'architettura in una forma che possiamo immaginare.

A+U: Siamo in attesa della vostra collaborazione per la *Taichung Opera House*.

Ito: Per Taichung abbiamo adottato un sistema di gusci sovrapposti, allo stesso modo che nel Forum per la musica, l'arte e lo spettacolo di Ghent. Abbiamo lanciato questa idea a Cecil al tempo del concorso ed egli propose

un modo per realizzarla nel sistema di costruzione Arup. A Ghent avremmo versato del cemento in telai, ma qui fisseremo una mesh all'interno e all'esterno di un telaio di acciaio e applicheremo il cemento da entrambi i lati usando un metodo a spruzzo. Sarà basato sugli algoritmi che devono ancora essere stabiliti, ma è sicuramente possibile dire che sarà un concetto di griglia tridimensionale completamente nuovo. Lo abbiamo chiamato *griglia emergente*. Sarà applicabile ad ogni tipo di programma, includendo ampi spazi e architetture alte.

Questo tipo di morfologia è divenuta possibile solo recentemente. Oggi è più facile di quanto fosse in passato analizzare strutture complesse o a maglia. Veramente, sta divenendo possibile realizzare l'architettura dell'era del computer. Le Corbusier guardò alle macchine come simbolo della sua era, ma la visione di Cecil dell'architettura come *elettronismo* attraverso il computer è appropriato per un'era più complessa. Le macchine erano un'estensione delle nostre gambe e delle nostre braccia, ma oggi è divenuto possibile costruire attraverso estensioni della nostre menti. Nel futuro ci saranno sistemi dominanti che collegheranno ogni cosa dal progetto alla costruzione e le persone giocheranno solo un ruolo parziale nel sistema. Ma il concetto di algoritmo ci sarà e penso che noi probabilmente impareremo a parlare di un nuovo tipo di razionalità.

Apparati

Regesto delle opere e dei progetti trattati.



Sendai Mediatheque.

Luogo: Sendai, Giappone.
Programma: mediateca.
Inizio progetto: aprile 1995
Realizzazione: agosto 2000.
Struttura principale: acciaio.
Progetto strutturale: Mutsuro Sasaki (Sasaki and Partners)



Aluminium House in Sakurajosui

Luogo: Tokyo, Giappone.
Programma: residenza privata.
Inizio progetto: 1997;
Realizzazione: gennaio 2000.
Struttura principale: alluminio.
Progetto strutturale: Masato Araya (Structural Design Office Oak.)



Bruges Pavilion.

Luogo: Bruges, Belgio.
Programma: padiglione temporaneo.
Inizio progetto: aprile 2000;
Realizzazione: febbraio 2000.
Struttura principale: Alluminio.
Progetto strutturale: Masato Araya (Structural Design Office Oak.)



Relaxation Park

Luogo: Torrevieja (Alicante), Valencia, Spagna.
Programma: parco, Spa.
Inizio progetto: aprile 2001;
Realizzazione: in costruzione.
Struttura principale: acciaio e legno.
Progetto strutturale: Mutsuro Sasaki (Sasaki and Partners) + Masashiro Ikeda Architecture Studio.



Serpentine Gallery Pavilion

Luogo: London, UK.
Programma: padiglione temporaneo.
Inizio progetto: gennaio 2002;
Realizzazione: luglio 2002.
Struttura principale: acciaio.
Progettista strutturale: Cecil Balmond (Arup).



TOD'S Omotesando Building

Luogo: Tokyo, Giappone.
Programma: showroom.
Inizio progetto: marzo 2002;
Realizzazione: novembre 2004.
Struttura principale: cemento armato.
Progetto strutturale: Masato Araya (Structural Design Office Oak).



Aluminium cottage

Luogo: Yamanashi, Japan.
Programma: cottage privato.
Inizio progetto: giugno 2002;
Realizzazione: agosto 2004.
Struttura principale: Alluminio.
Progetto strutturale: Masato Araya (Structural Design Office Oak.)



*Island City Central Park
GRIN GRIN (I-Project)*

Luogo: Fukuoka City, Fukuoka, Japan.
Programma: serra espositiva.
Inizio progetto: settembre 2002;
Realizzazione: aprile 2005.
Struttura principale: cemento armato e in parte acciaio.
Progetto strutturale: Mutsuro Sasaki (Sasaki Structural Consultants).



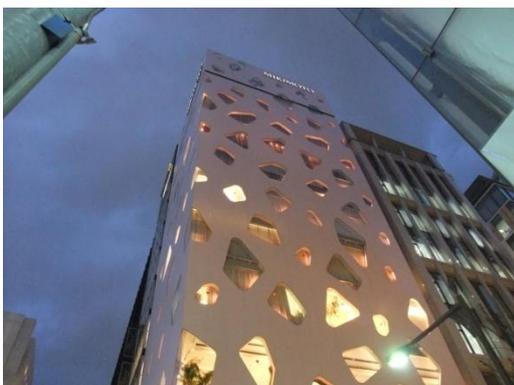
Grande magazzino Selfridges (S project)

Luogo: Glasgow, Scozia, UK.
Programma: grande magazzino.
Inizio progetto: novembre 2002;
Realizzazione: non realizzato.
Struttura principale: acciaio.
Progetto strutturale: Cecil Balmond (Arup).



Forum for Music, Dance and Visual Culture.

Luogo: Ghent, Belgio.
Programma: edificio per lo spettacolo.
Inizio progetto: giugno 2003
Realizzazione: non realizzato.
Struttura principale: cemento armato.
Architetti coinvolti: Andrea Branzi Architetto.
Progetto strutturale: Masato Araya (Structural Design Office Oak).



Mikimoto Ginza 2

Luogo: Ginza, Tokyo, Giappone.
Programma: showroom.
Progetto: agosto 2003.
Realizzazione: novembre 2005.
Struttura principale: acciaio e cemento.
Progetto strutturale: Mutsuro Sasaki (Sasaki and Partners).



Tama Art University Library

Luogo: Tama, Tokyo, Giappone.
Programma: biblioteca universitaria.
Inizio progetto: aprile 2004.
Realizzazione: febbraio 2007.
Struttura principale: acciaio e cemento.
Progetto strutturale: Mutsuro Sasaki (Sasaki and Partners).



Dormitory for SUS Company Fukushima Branch

Luogo: Fukushima, Japan.
Programma: dormitorio aziendale.
Inizio progetto: aprile 2005.
Realizzazione: settembre 2005.
Struttura principale: Alluminio.
Progetto strutturale: Masato Araya (Structural Design Office Oak.).



Crematorio municipale Meiso no Mori

Luogo: Kakamigahara, Gifu, Giappone.
Programma: luogo di culto.
Progetto: maggio 2004.
Realizzazione: maggio 2006.
Struttura principale: cemento armato.
Progetto strutturale: Mutsuro Sasaki (Sasaki and Partners).



Taichung Metropolitan Opera House

Luogo: Taichung, Taiwan.
Programma: edificio per lo spettacolo.
Progetto: settembre 2005
Realizzazione: in costruzione.
Struttura principale: acciaio e cemento.
Progetto strutturale: Cecil Balmond (Arup).
Concept geometry: AGU (Cecil Balmond, Hamish Nevile, Charles Walker).

Selezione bibliografica.

- AA.VV.; *Toyo Ito*, Phaidon, New York 2009.
- AA.VV.; *Toyo Ito: the New "Real" in Architecture*, Toyo Ito Exhibition Executive Committee, Tokyo 2006.
- Aprile, Walter, Stefano Mirti; «Tutto torna alla terra. È normale», in *Domus* n. 890 (marzo 2006), p. 18.
- Araya, Masato; «Design of Honeycomb and Sandwiched Panel Structure with the Use of Aluminium Alloy», in *Journal of Technology and Design* n. 19 (giugno 2004), pp. 135-140.
- Araya, Masato; «Structural Design of a House with Aluminium Panel Resistant to Earthquake», in *Journal of Technology and Design* n. 11 (dicembre 2002), pp. 111-116.
- Araya, Masato; «The Piled-up Shell Structure», in *A+U* n. 417 (giugno 2005), pp. 112-113.
- Balmond, Cecil; *Informal*, Prestel Verlag, Munich - Berlin - London - New York 2002.
- Balmond, Cecil; *Element*, Prestel Verlag, Munich - Berlin - London - New York, 2007.
- Balmond, Cecil; *Number 9: the Search for the Sigma Code*, Prestel Verlag, Munich - Berlin - London - New York, 2008.
- Buntrock, Dana; *Japanese Architecture as a Collaborative Process: Opportunities in a Flexible Construction Culture*, Taylor & Francis, London and New York 2001.
- Cellarius, Cristoph; «Twisting Vibrancies Flowing through a Stimulating Atmosphere», in *A+U* n. 417 (giugno 2005), pp. 80-107.
- Cortés, Juan Antonio; «Más allá del Movimiento Moderno, Más allá de Sendai», in *El Croquis* n. 123 (2005), pp. 16-43.
- Dal Co, Francesco; «Architettura ed invenzione - Lo spazio come membrana», in *Casabella* n. 744 (maggio 2006), p. 79.
- Frampton, Kenneth; *Studies in Tectonic Culture: the Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, MIT Press, Cambridge Massachusetts 1995.

- Frampton Kenneth; «Costruzioni pesanti e leggere. Riflessioni sul futuro della forma tettonica», in *Lotus International* n. 99 (1998), pp. 24-31.
- Hirata, Akihisa; «Ghent and TOD'S: Coincidence of Opposites», in *A+U* n. 417 (giugno 2005), pp. 114-115.
- Ito, Toyo; «Architettura o non Architettura? L'architetto e l'ingegnere», in *Casabella* n. 711 (2003), p. 5.
- Ito, Toyo; «Blurring Architecture», in *Toyo Ito: Blurring Architecture*, Charta, Milano 1999, pp. 49-60.
- Ito, Toyo; «Cecil balmond, Architecture Liberated by Geometry (intervista di A+U a Toyo Ito)», in *A+U* n. speciale dedicato a Cecil Balmond (novembre 2006), pp. 172-175.
- Ito, Toyo; «Changing the Concept of Boundaries», in *Shikenchiku* gennaio 2000.
- Ito, Toyo; «In pursuit of an Invisible Image» (intervista di Kumiko Inui), in *A+U* n. 404 (maggio 2004), pp. 8-15.
- Ito, Toyo; «Invisible Process» (intervista), in *A+U* n. 417 (giugno 2005), pp. 8-17.
- Ito, Toyo; «Structural Expression - Direct from the Materials», in *JA* n. 47 (2002), pp. 4-7.
- Ito, Toyo; «The Lessones of Sendai Médiathèque», in *JA* n. 41 (2001), pp. 6-11.
- Ito, Toyo; «TOD'S Omotesando Building», in *A+U* n. 404 (maggio 2004), pp. 124-131.
- Ito, Toyo, Cecil Balmond. «Concerning Fluid Spaces (conversazione)» in *A+U* n. 404 (maggio 2004), pp. 44-53.
- Ito, Toyo, Cecil Balmond; *Serpentine Gallery Pavilion 2002: Toyo Ito with Arup*, telescoweb.com, Tokyo 2002.
- Maffei, Andrea; *Toyo Ito. Le opere i progetti gli scritti*, Electa, Milano 2001.
- Majowiecki, Massimo; «Architettura strutturale ed etica tecnologica», in *Parametro* n. 237 (gennaio-febbraio 2002), pp. 41-63.
- Mello, Patrizia; *Ito digitale. Nuovi media, nuovo reale*, Edilstampa, Roma 2008.
- Mello, Patrizia; *Intervista a Toyo Ito*, 7 Aprile 2006, ora su *Arch'it*: www.architettura.it, sez. Files.
- Neville, Hamish; «Process/Geometry of S-Project», in *A+U* n. 417 (giugno 2005), pp. 64-67.
- Poretti, Sergio; «La costruzione», in Francesco Dal Co (a cura di), *Storia dell'architettura italiana - Il secondo novecento*, Electa, Milano 1997, pp. 268-293.
- Poretti, Sergio; «Un tempo felice dell'ingegneria italiana. Le grandi opere strutturali dalla ricostruzione al miracolo economico», in *Casabella* n. 739-176

- 40 (dicembre 2005-gennaio 2006), pp. 6-11.
- Sande, Hera (van); «Toyo Ito/Beyond the Image», in *A+U* n. 417 (giugno 2005), p. 6.
- Sasaki, Mutsuro; *Flux Structure*, Toto, Tokyo 2005.
- Sasaki, Mutsuro; «Flux Structures», in *Casabella* n. 752 (2007), pp. 26-29.
- Sasaki, Mutsuro; *Morphogenesis of Flux Structure*, AA Publications, London 2007.
- Sasaki, Mutsuro; «Shape Design of Free Curved Surface Shells», in *A+U* n. 404 (maggio 2004), pp. 36-37.
- Shelden, Dennis R.; «Tectonics, Economics, and the Reconfiguration of Practice: the Case for Process Change by Digital Means», in *AD* vol. 76/4 n. 182 (luglio-agosto 2006), pp. 82-87.
- Spita, Leone; «Due mani indivise: architetti e ingegneri in Giappone», in *Industria delle Costruzioni* n. 404 (2008), pp. 4-21.
- Taki, Koji; «A Conversation with Toyo Ito», in *El Croquis* n. 123 (2005), pp. 6-15.
- Walker, Charles; «Engineering Design: Working with Advanced Geometries» in *Architectural Design* 74/3 n. 169 (Maggio-Giugno 2004), pp. 64-71.
- Witte, Ron (a cura di); *Toyo Ito: Sendai Mediatheque* (Case), Prestel Verlag, Munich - Berlin - London - New York 2002.
- Yamashiro, Satoru; «Nuove alleanze, nuovi confini professionali», in *Industria delle Costruzioni* n. 404 (2008), pp. 22-25.

Indice

<i>Introduzione</i>	3
<i>Prima parte</i>	
Gli sviluppi della ricerca progettuale di Toyo Ito negli ultimi dieci anni	
Antefatto: la realizzazione della Mediateca di Sendai	11
Esperimenti di <i>espressione strutturale</i>	21
Dalla superficie al volume.....	39
<i>Seconda Parte</i>	
Ito e i progettisti strutturali: collaborazioni recenti	
Le basi della collaborazione tra Ito e gli ingegneri	47
Ito-Sasaki.....	57
Ito-Araya	85
Ito-Balmond.....	107
<i>Conclusioni</i>	133
<i>Appendice</i>	145
<i>Apparati</i>	
Regesto delle opere e dei progetti trattati.	171
Selezione bibliografica.....	175